PROJET CORONA 150-1605

Emetteur expérimental de radiodiffusion GO / PO

Procédure de câblage et de mise au point.

V1.3 – 2020-05

Listes des documents disponibles relatifs au projet :

Légende : Nature du fichier : nom du fichier - version.extension du fichier

- Schéma électronique et nomenclature : CORONA 150-1605 - Schéma - Nomenclature - v1.2.pdf
- Plans mécaniques, châssis, FAV et FAR : CORANA 150-1605 - Mécanique - Chassis-FAV-FAR - v1.2.pdf
- Procédure de câblage et de mise au point : CORONA 150-1605 - Câblage - Mise au point - v1.3.pdf

Mérignac – DWK - Avril/mai 2020

I - Introduction

Cette procédure s'applique au châssis tel qu'il a été conçu et réalisé au travers des plans et documents au niveau de mise à jour signalé sur la page de garde.
Il est probable que quelques écarts soient constatés entre cette procédure, les illustrations associées et la réalité. En effet les composants électroniques, la matière du châssis, les dimensions du boîtier seront sans doute légèrement différents de ce « modèle ».
Chacun adaptera au mieux les principes et conseils évoqués ici afin de se rapprocher au plus près du descriptif.
La méthodologie adoptée est volontairement très détaillée afin d'éviter toute hésitation lors de la réalisation.
Le câblage sera découpé en sections et sous-sections.
Chaque section fera l'objet d'une validation de contrôle, avant la poursuite du câblage.

I.1 – Convention

Un grand nombre de clichés sont présent et s'avèreront certainement plus explicites que de longs discours…
Afin de ne pas alourdir le texte, certaines conventions sont admises ici. En voici la liste et la signification de chacune.
FAV : Face avant
FAR : Face arrière
HT : Haute Tension
VDC : Tension continue en Volt
VAC : Tension alternative en Volt
TA : Transformateur d'alimentation
TS : Transformateur de sortie
CV : Condensateur variable

Le repérage des câbles et éléments divers au sein des figures d'illustrations :
Exemple : 006-A : Fil repéré A dans la figure n° 006

I.2 – Outillage

Le câblage a été réalisé avec le jeu d'outils suivant :
1 fer à souder à panne fine et température régulée réglé à 375°
1 pince plate d'électronicien
1 pince coupante d'électronicien
1 pince à dénuder (pour le confort)

I.3 – Câbles et accessoires

Voir ICI (page 41), la normalisation des couleurs des fils (électriques et électroniques).
Sauf mention spéciale, les fils de câblage sont de type multibrin souple, de section 0,38 mm² (Réf EPDX7) plus les tensions et/ou courants élevés et de section 0,12 mm² (Réf EPDX4x0) pour les autres. Il a été employé ici de nombreuses couleurs pour faciliter le repérage dans les illustrations. On privilégiera au moins 2 couleurs : rouge pour la HT, noir pour les masses.
Voir en fin de cette procédure, la réglementation en matière de couleur de fil.
Des accessoires ont été utilisés pour l'obtention d'un câblage propre et esthétique : cosses métalliques, barrettes relais, manchons rétractables, etc.
Les références de la plupart de ces accessoires ont été portées dans la nomenclature générale du projet.

I.4 – Si c'était à refaire ?

Cette procédure a été rédigée parallèlement à la réalisation du câblage, histoire de serrer au plus près les difficultés potentielles. Au fur et à mesure de l'avancement du câblage, de la relecture et des remarques souvent pertinentes des intervenants, peut-être certaines opérations auraient été menées différemment.
En fin de ce document (mais peut-être à lire avant de commencer…) le chapitre « *VI – Et si c'était à refaire* » (page 41) indique ce qui peut être amélioré pour plus de simplicité ou de sécurité ou de performances, mais qui ne fait pas partie du descriptif initial ni de l'équipement « modèle ».

I.4 – Sécurité

C'est un point essentiel !

Attention aux brûlures avec le fer à souder et, surtout, attention aux tensions élevées, donc très dangereuses. Chacun a sans doute déjà vécu cette désagréable sensation, lors d'une fausse manip avec un appareil domestique. Et il ne s'agit là que d'une tension de 230 V alternatif. Dans ce projet, en plus de la tension secteur, il va falloir composer avec une Haute Tension d'environ 250 VDC. Le courant continu est 2 à 3 fois plus dangereux pour les muscles que son frère alternatif… Les risques de fibrillations cardiaques sont réels. De plus nous aurons à prendre garde à ce faux ami : le condensateur de filtrage, qui restera dangereux très longtemps après la coupure de l'alimentation générale, en gardant la charge de tension.

Nous prévoirons ici une cellule de décharge qu'il faudra impérativement mettre en œuvre lors des séquences de tests et de validation.

Un conseil de vieux singe : apprendre à intervenir dans un châssis sous tension avec une main toujours placée derrière le dos, quoi qu'il arrive. Et si l'on doit nécessairement utiliser ses deux mains pour modifier un paramètre, couper l'alimentation et décharger les condensateurs de filtrage. On s'y fait très bien et on limite ainsi vraiment le risque d'électrocution.

Ne pas considérer ce message comme une information de principe, il est vital de respecter ces consignes de sécurité !

L'atelier où seront effectués cette réalisation et les essais associés sera **impérativement** équipé d'un disjoncteur différentiel d'une sensibilité de 30 mA ou inférieure.

II - Section 1 : les alimentations

Pour le démarrage des sections de câblage, on considère l'état du châssis conforme à ces deux clichés, à savoir que tous les composants de FAV, FAR et châssis visibles ici, sont correctement installés, vissés et bloqués mécaniquement.

Fig. 001

Vue de dessus

Fig. 002

Vue de dessous

II.1 – Repérage des enroulements du TA

Le TA de ce châssis est un modèle récupéré sur une TSF des années 50. Il est nécessaire de contrôler que tous les enroulements sont OK et de réaliser quelques mesures qui seront utilisées ensuite pour fixer les bonnes valeurs de l'alimentation HT de l'émetteur.

Bien que dans la phase préalable de ce projet (section récupération des composants), il avait été noté de prendre soin de repérer le câblage d'origine, si cela n'a pas été le cas, ou si ce TA était déjà démonté, il est indispensable de localiser chaque enroulement avant de commencer le câblage.

Une erreur aurait de graves conséquences sur les composants alimentés !

Un regard attentif sur le diamètre des fils de cuivre qui sont raccordés sur les cosses de sortie du TA doit déjà permettre de faire un premier tri.

Les fils de section la plus forte sont assurément les enroulements basse tension destinés au chauffage des tubes. Le multimètre en position ohmmètre peut aider au repérage.
Il doit probablement y avoir 2 enroulements de ce type :

- Un premier pour le chauffage de la valve : U = 5 V (Résistance < 1 Ω)
- Un second pour le chauffage des autres tubes : U = 6,3 V (Résistance < 1 Ω).

Différencier ces 2 enroulements à l'œil ou à l'ohmmètre n'est donc pas possible. Ils seront mesurés dans un second temps.

Reste un côté du TA où 3 cosses adjacentes sont reliées par un fil assez fin : certainement les 2 enroulements de HT (Résistance : ≃ 200 à 250 Ω x 2).
De l'autre côté, 2 cosses sont occupées par 2 autres fils assez fin comparables à ceux de la HT : c'est probablement l'entrée du secteur (Résistance : ≃ 30 à 50 Ω).
Pour lever définitivement le doute entre secteur et HT, effectuer une mesure avec le multimètre en position ohmmètre :

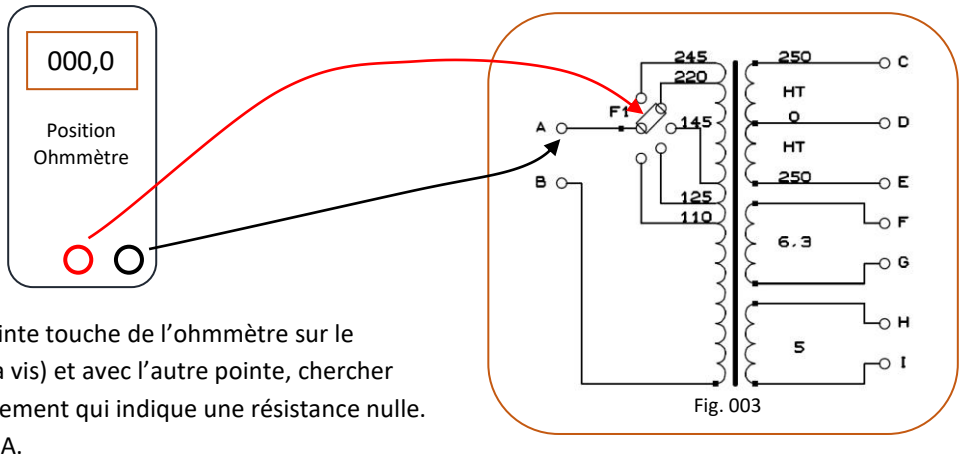


Fig. 003

Positionner une pointe touche de l'ohmmètre sur le fusible du TA (sur la vis) et avec l'autre pointe, chercher la cosse de l'enroulement qui indique une résistance nulle. C'est donc la cosse A.
Identifier ensuite l'autre extrémité de l'enroulement - B - en déplaçant la pointe de touche sur l'une des deux cosses adjacentes à A, jusqu'à mesurer de 30 à 50 Ω environ.
L'enroulement A-B de l'entrée du secteur est maintenant identifié. Le repérer soigneusement.
Ensuite, souder un câble secteur sur cet enroulement A-B et placer le multimètre en position Volt AC.

Avec précaution, mesurer la HT sur l'enroulement D-C puis l'enroulement D-E (Les fils fins repérés visuellement à l'étape précédente). La cosse D est toujours située mécaniquement au centre des cosses C et E. La valeur obtenue est comprise entre 250 et 340 V.
Les valeurs mesurées entre C et D puis entre D et E sont similaires.
Un contrôle de mesure entre C et E indique une tension double soit de 500 à 680 V.
On comprend mieux le potentiel DANGER de ce niveau de tension…

Débrancher le secteur et repérer les cosses C, D, E.

De la même façon, repérer les tensions de chauffage, afin de lever le doute entre les enroulements H-I pour le 5V et F-G pour le 6,3V (les fils de plus fort diamètre identifiés visuellement à l'étape précédente).
Repérer ensuite sur le TA les cosses respectives de ces enroulements : F-G et H-I.

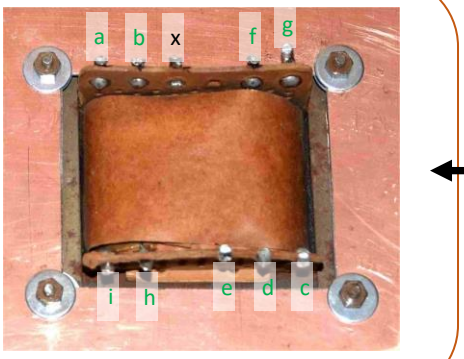


Fig. 004

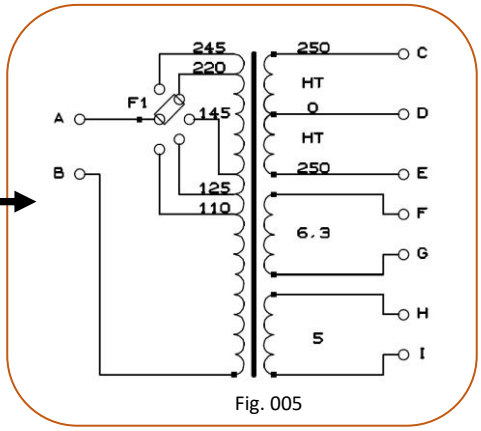


Fig. 005

La cosse X n'est pas fonctionnelle (aucun fil raccordé dessus). Dans la TSF d'origine, elle était utilisée comme cosse relais pour l'interrupteur secteur.

Il est possible que les tensions mesurées diffèrent de ces tensions de consignes (en général, supérieures). Deux raisons majeures :

- *La tension du réseau secteur peut être différente d'un endroit à l'autre (EDF garantit 230 VAC ±10% soit tout de même une plage de 207VAC à 253VAC !)*
- *La tension est mesurée, enroulements non chargés par le montage.*

Lors des tests de validation de l'émetteur, nous effectuerons une mesure plus précise afin de positionner le plus judicieusement possible le fusible de TA : soit sur 220V, soit sur 245V.

☐ Finalisation des opérations de repérage des enroulements du TA.

II.2 – Câblage des fils de masse (0 V)

Mise en place et câblage des fils de masse, pour relier au châssis (0 V, point neutre) :

- La broche « Terre » du connecteur secteur type CE - (Fig. 006-A)
- La broche « Terre » de l'embase banane de FAR - (Fig. 006-B)
- Le point milieu de l'enroulement HT du TA - (Fig. 006-C)
- Un côté de l'enroulement 5V du chauffage valve utilisé ici comme alimentation du voyant témoin de Marche - (Fig. 006-D)
- Le pôle négatif du condensateur de filtrage 2x50 µF constitué de l'armature de la capa, et câblé via une rondelle à cosse - (Fig. 006-E et Fig. 007-E)

Fig. 006

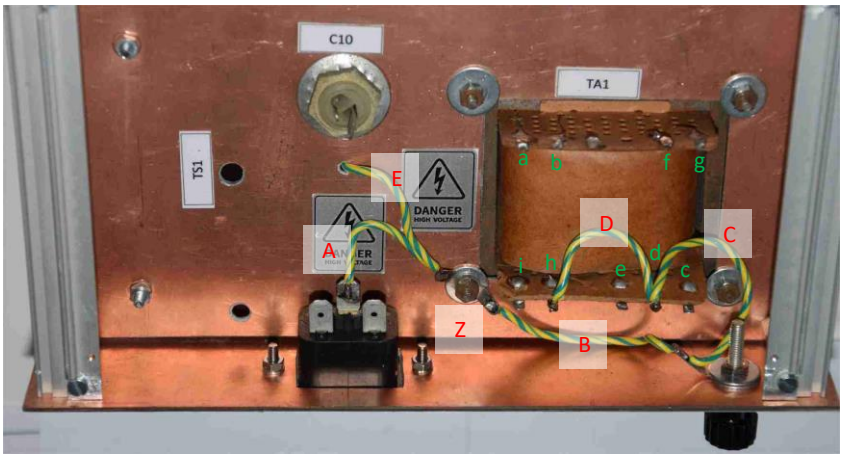
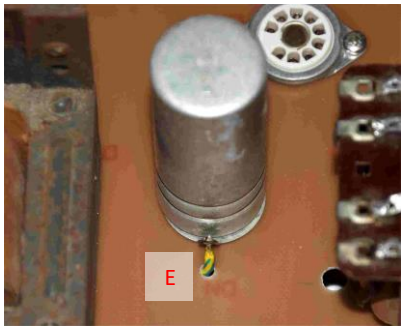


Fig. 007



Chronologie du câblage :

- Visser deux cosses de masse à 180° sur la vis de fixation du TA – (006-Z),
- Souder un fil D entre le côté droit de l'enroulement 5V du TA (cosse h) et le point milieu de l'enroulement de la HT (cosse d),
- Souder un fil C entre le point milieu de l'enroulement de la HT (cosse d) et la fiche banane de Terre de la FAR elle-même déjà reliée électriquement par contact mécanique avec la FAR,
- Souder un fil B entre la fiche banane de Terre de la FAR et la cosse Z fixée au châssis,
- Souder un fil A entre la cosse de terre de l'embase d'entrée secteur et la cosse Z fixée au châssis,
- Souder un fil E entre la cosse de mase de la rondelle du condensateur de filtrage et la cosse Z fixée au châssis.

Effectuer un contrôle visuel du câblage et de la qualité des soudures effectuées.

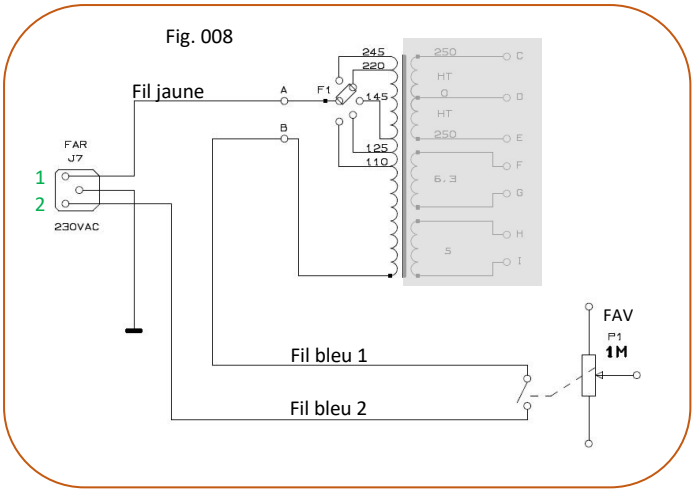
☐ Finalisation du câblage des fils de masse

Dans l'exemple, l'embase banane « Terre » montée sur la FAR est un modèle non isolé électriquement, ce qui permet une continuité électrique directe entre l'embase et la FAR, par simple montage mécanique de l'embase. Si l'embase banane utilisée est isolée (cas général), alors prévoir un fil de masse supplémentaire entre la FAR et le châssis afin que cette FAR soit bien reliée au potentiel 0V (effet de blindage et sécurité électrique).

II.2 – Câblage des fils d'alimentation secteur

Mise en place des fils et du câblage de la section suivante du schéma :

Fig. 008



Composants et accessoires :

- Fil de câblage,
- Gaine thermo rétractable Ø 3,2 (côté interrupteur),
- Gaine thermo rétractable Ø 4,8 (côté embase secteur),
- Cosses à visser pour bloquer les fils.

Couleurs conventionnelles pour les fils de câblage secteur : **ICI** (page 41).

Fig. 009

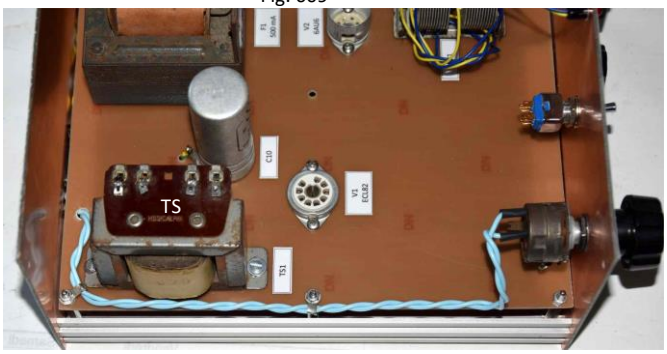
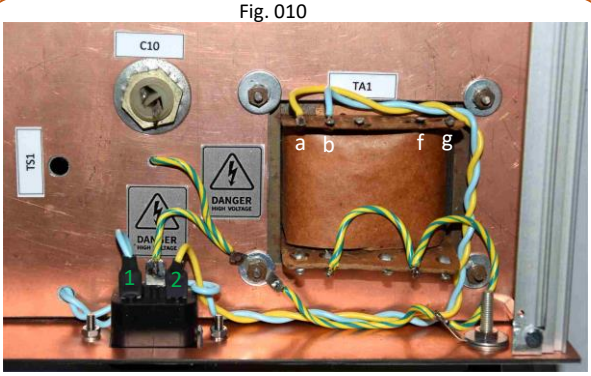


Fig. 010



Chronologie du câblage :

- Repérer la longueur nécessaire pour chaque fil,
- Souder les fils bleus sur l'interrupteur du potentiomètre de FAV,
- Torsader les 2 fils bleus et les faire passer le long du châssis en contournant le TS, puis les faire passer de l'autre côté du châssis, côté câblage (Fig. 009),
- Couper à longueur l'un des 2 fils bleus et le souder sur l'embase secteur en cosse 1 (Fig. 010-1),
- Prendre le fil jaune et souder une extrémité sur la cosse 2 de l'embase secteur (Fig. 010-2),
- Torsader le fil jaune avec le fil bleu restant, pour rejoindre le TA,
- Sur le TA, souder le fil jaune sur la cosse a et le fil bleu sur la cosse b (Fig. 010-ab).

Contrôles :

Effectuer un premier contrôle visuel du câblage et de la qualité des soudures effectuées.
Raccorder le multimètre en position V AC, pointes de touche sur cosses f et g (enroulement 6,3 V, Fig. 010-fg),
Brancher un cordon secteur sur l'embase en FAR,
Actionner l'interrupteur du potentiomètre de volume en FAV,
Contrôler que la tension de chauffage apparaît sur le multimètre,
Actionner 2 ou 3 fois l'interrupteur pour vérifier son parfait fonctionnement,
Positionner sur arrêt, puis ôter le cordon secteur de l'embase.

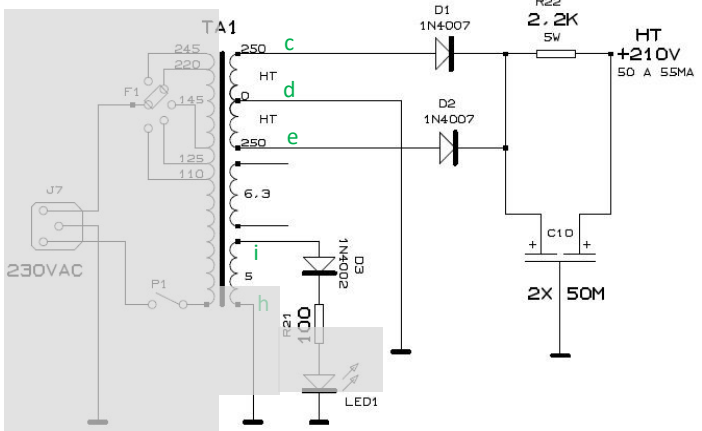
☐ Finalisation du câblage et des opérations de contrôle des fils de l'alimentation secteur

Pourquoi torsader les fils ?
Il s'agit d'éviter que les fils qui véhiculent un courant alternatif ne rayonnent (50 Hz) vers le câblage BF des étages sensibles de l'amplificateur. Cela s'applique donc aussi aux fils d'alimentation du chauffage des tubes.
À chaque torsade, alternativement, le signe de la tension induite change, ce qui annule (quasiment) les tensions induites par le champ magnétique que produit le courant en passant dans ces torsades.

II.3 – Câblage de la section redressement / filtrage HT

Mise en place des composants, des fils et du câblage de la section suivante du schéma :

Fig. 011



Composants et accessoires :

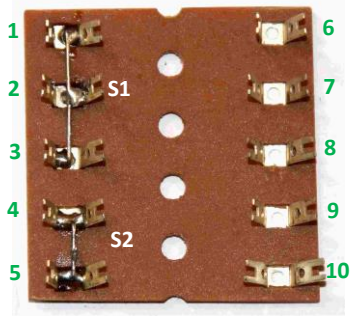
- Barrette relais 2 x 5 plots,

Fig. 012

- Entretoise de 10 mm (Fig. 016),
- Composants D1, D2, D3 ; R21, R22,
- Fils de câblage de différentes couleurs.

Couleurs conventionnelles pour les fils de câblage : **ICI** (page 41).

Fig. 013



Etape 1 : préparation de la barrette relais.
Poser et souder les 2 straps suivants (Fig. 013) :
S1 : relier les cosses 1, 2 et 3
S2 : relier les cosses 4 et 5

Utiliser des queues de résistance pour réaliser ce genre de strap.

☐ Finalisation de l'étape 1 du câblage de la section redressement / Filtrage HT.

Etape 2 : rassembler les composants : D1, D2, D3 ; R21, R22 (voir nomenclature).
R22 constitue la résistance de filtrage : 2,2 kΩ / 5 W.
Un courant de l'ordre de 50 mA va la traverser, elle va donc dissiper une puissance de P = R x I^2 soit 5 W. Elle va donc chauffer.
C'est pourquoi il est préférable de la monter relativement éloignée de la barrette relais afin que toute la surface de R soit à l'air libre, favorisant ainsi l'échange thermique. Par ailleurs, en augmentant les surfaces d'échanges on améliore encore la dissipation : une astuce consiste à réaliser une boucle sur chacune des 2 pattes de connexion de R (on entoure chaque connexion autour d'un forêt de Ø 3 mm). Voir Fig.014.

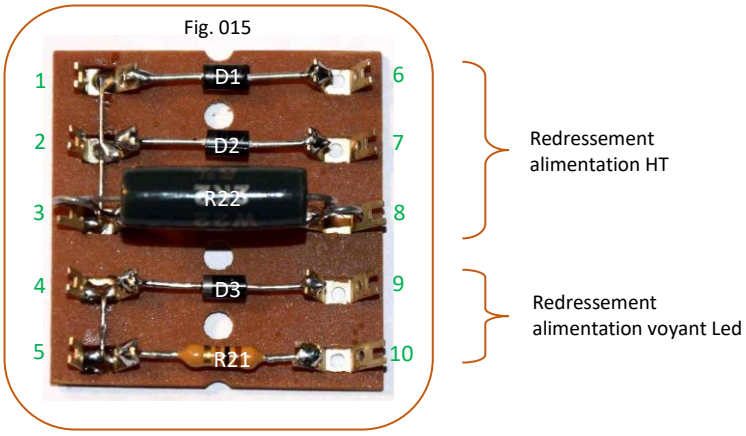
Fig. 014

☐ Finalisation de l'étape 2 du câblage de la section redressement / Filtrage HT.

Etape 3 : câbler les composants sur la barrette relais.

D1 = D2 = 1N4007
R22 = 2,2 kΩ 5W (Rouge, Rouge, Or)
D3 = 1N4002
R21 = 100 Ω (Brun, Noir, Brun)

Fig. 015



☐ Finalisation de l'étape 3 du câblage de la section redressement / Filtrage HT.

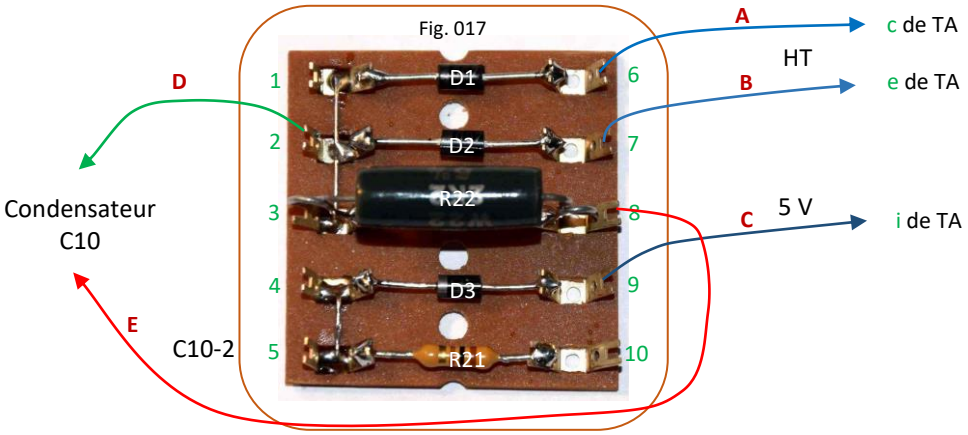
Etape 4 : fixer la barrette sur le châssis
A l'aide d'une entretoise filetée de 10 mm de hauteur, fixer la barrette.

Fig. 016

☐ Finalisation de l'étape 4 du câblage de la section redressement / Filtrage HT.

Etape 5 : repérage des connexions vers le TA et C10

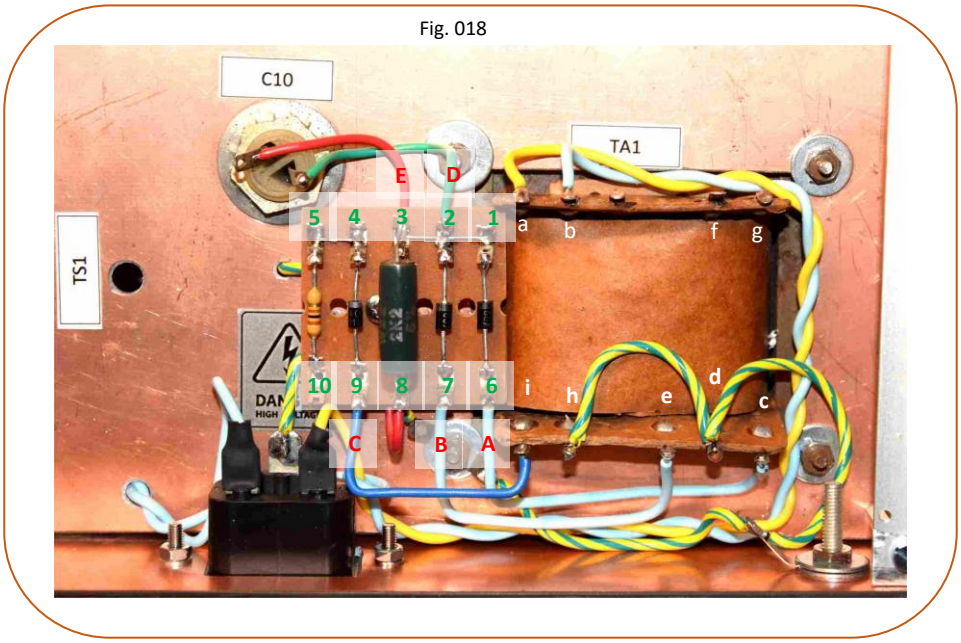
Fig. 017



☐ Finalisation de l'étape 5 du câblage de la section redressement / Filtrage HT.

Etape 6 : raccordement des composants aux éléments du châssis

Fig. 018



Chronologie du câblage :

- Repérer la longueur nécessaire pour chaque fil,
- Souder le fil A bleu clair entre la cosse 6 de la barrette et la cosse c du TA,
- Souder le fil B bleu clair entre la cosse 7 de la barrette et la cosse e du TA,
- Souder le fil C bleu foncé entre la cosse 9 de la barrette et la cosse i du TA,
- Souder le fil D vert entre la cosse 2 de la barrette et l'une des cosses du condensateur C10,
- Souder le fil E rouge entre la cosse 8 de la barrette et l'autre cosse du condensateur C10.

☐ Finalisation de l'étape 6 du câblage de la section redressement / Filtrage HT.

Dispositif de décharge du condensateur de filtrage C10 :

Pendant les phases intermédiaires de test et de mise au point il est essentiel de pouvoir décharger le condensateur C10 après chaque mise hors tension de l'équipement en cours de construction.

A vide, l'alimentation HT peut fournir une tension pouvant dépasser 350 VDC ! Et le fait de débrancher le cordon secteur ne fera pas retomber la tension à moins de 10 VDC avant des dizaines de minutes !

Aussi, **il est indispensable** de décharger C10 après chaque mise hors tension.

Le dispositif est simple (voir Fig. 019) :

- Prendre une résistance de valeur comprise entre 1 kΩ et 5 kΩ, de puissance 1 à 2 W (ou plus, mais pas moins),
- Souder 1 fil noir et 1 fil rouge respectivement à chaque extrémité,
- Raccorder le fil noir au châssis (0 VDC - Masse) à l'aide d'une pince crocodile ou bien en le fixant/soudant sur le châssis,
- Equiper le fil rouge d'une pointe de touche ; à défaut, dénuder sur 1 cm et étamer l'âme du fil pour qu'il soit rigide,
- Suivre la procédure indiquée lors des tests et contrôles.

☐ Finalisation de la mise en place du dispositif de décharge du condensateur C10.

Contrôles :

Effectuer un premier contrôle visuel du câblage et de la qualité des soudures effectuées.

Placer ensuite le multimètre en mode Volt DC,

Placer la pointe de touche noire du multimètre (moins) sur le châssis (0 VDC) et assurer son maintien à l'aide d'une pince crocodile,

A l'aide d'un grip-fil, placer la pointe de touche rouge (plus) sur la cosse du condensateur C10 câblé avec le fil rouge (Fig. 019),

Brancher le cordon secteur sur l'embase en FAR,

Placer une main derrière le dos : sécurité !!!

Actionner l'interrupteur du potentiomètre de volume en FAV,

Contrôler la valeur de la HT sur le multimètre : il doit indiquer entre 290 et 370 VDC,

La mesure terminée, mettre à l'arrêt, puis ôter le cordon secteur de l'embase.

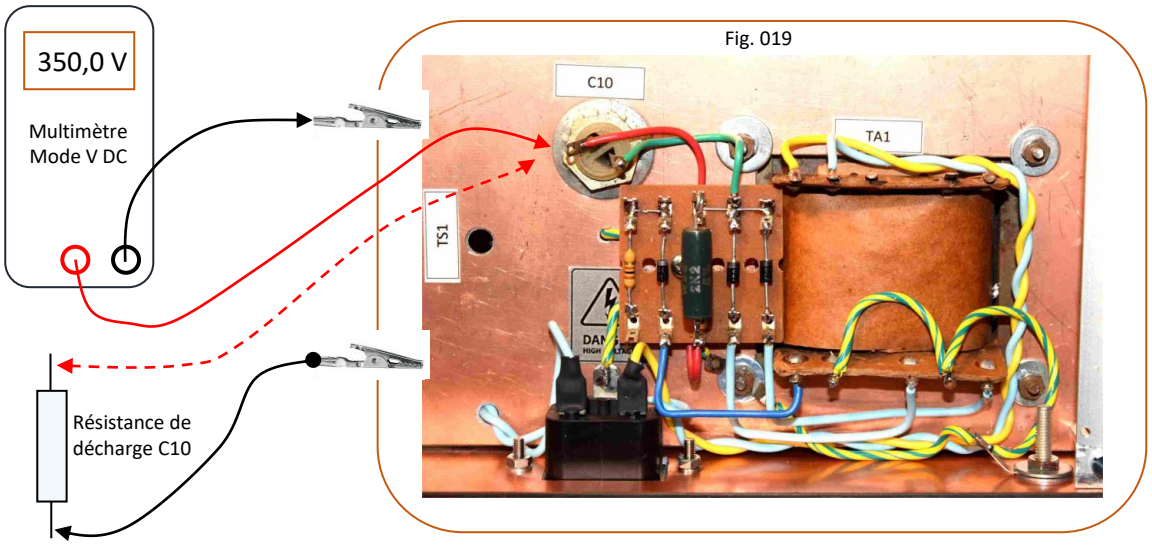


Fig. 019

Décharger le condensateur C10, comme suit :

Laisser le multimètre raccordé : on constate que la tension indiquée est encore très élevée, bien que l'alimentation soit à l'arrêt et que le cordon secteur soit débranché,

Avec une main derrière le dos, approcher le fil rouge de la résistance de décharge de C10 et placer la pointe de touche sur la cosse de C10 soudée au fil rouge. Une étincelle se produira lors du contact avec la cosse de C10, preuve que ce dernier se décharge quasi instantanément à la masse via R.

S'assurer que la tension lue sur le multimètre est bien descendue à seulement quelques volts, sinon, répéter l'opération.

☐ Finalisation des opérations de contrôles et de décharge de C10, de la section redressement / Filtrage HT.

II.4 – Câblage du voyant Led de témoin de mise en service

Mise en place des fils et du câblage de la section suivante du schéma :

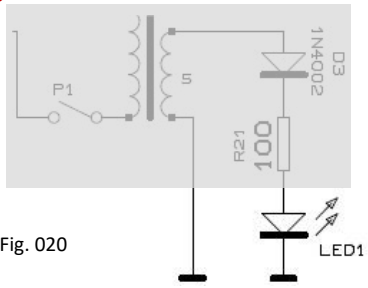
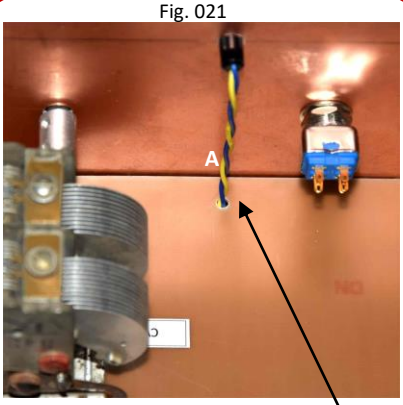


Fig. 020

Composants et accessoires :
Fils de faible section, genre EPDX4x0
Gaine thermo rétractable, côté voyant Led

Fig. 022

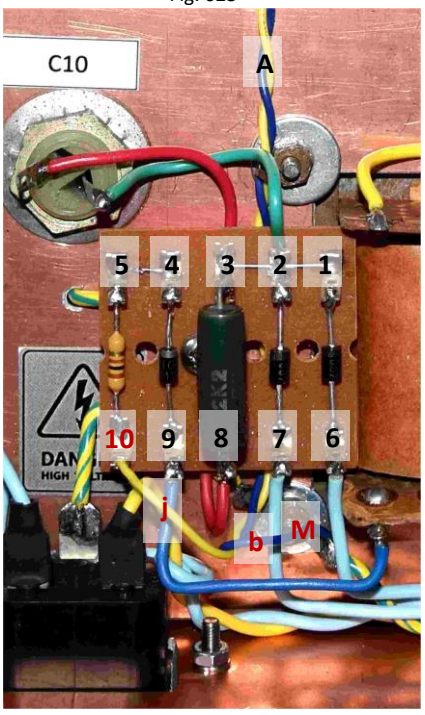
Fig. 021



Chronologie du câblage :

- Choisir 2 fils de couleurs différentes (ici jaune et bleu) et repérer la longueur nécessaire pour chaque fil, pour aller du voyant Led situé en FAV, jusqu'à la barrette à cosses relais supportant les composants de redressement des alimentations, située à côté du TA,
- Souder les fils sur le voyant Led en repérant celui qui correspond à l'anode du voyant (+), ici le fil jaune,
- Torsader les deux fils autant pour assurer un bon maintien que pour éviter les inductions (ici la tension est redressée en mono alternance et non filtrée, donc avec des ondulations alternatives résiduelles de grande amplitude),
- Passer le câble torsadé A via le trou de passage situé au droit du voyant, sur le châssis (Fig. 021),
  - Amener le câble A jusqu'à la barrette à cosses de l'alimentation (Fig. 022),
  - Souder le fil j (jaune) sur la cosse 10 de la barrette relais (Fig. 023-j),
  - Souder le fil b (bleu) sur la cosse de masse M fixée sur le châssis (Fig. 023-M).

Fig. 023



☐ Finalisation du câblage du voyant Led de témoin de mise en service.

Contrôles :

Effectuer un premier contrôle visuel du câblage et de la qualité des soudures effectuées.

Brancher le câble secteur, puis mettre l'équipement en marche,

Constater que le voyant de la FAV est bien allumé,

Arrêter l'équipement et débrancher le cordon secteur,

Essentiel : suivre la procédure de décharge du condensateur C10 : **ICI** (page 12).

☐ Finalisation des opérations de contrôles et de décharge de C10, de la section du câblage du voyant Led de témoin de mise en service.

II.5 – Câblage de l'alimentation de chauffage des tubes

Mise en place des fils et du câblage de l'alimentation chauffage des filaments des tubes, depuis l'enroulement 6,3 VAC du TA.

Brochage des tubes :

Lors des opérations de câblage des supports des tubes, ces derniers seront donc vus côté broches à souder et non côté lampe.

Il est donc important de bien définir l'affectation des broches, sans se tromper dans le sens du comptage de celles-ci.

Vu du côté câblage, les broches sont toujours numérotées dans le sens horaire, soit la broche n° 1 à gauche, puis les broches suivantes en comptant dans le sens des aiguilles d'une montre.

Repérage des broches des filaments des 2 tubes utilisés dans l'émetteur :

Fig. 024

Support noval 9 broches
Tube ECL 82
Chauffage : broches 4 et 5

Fig. 025

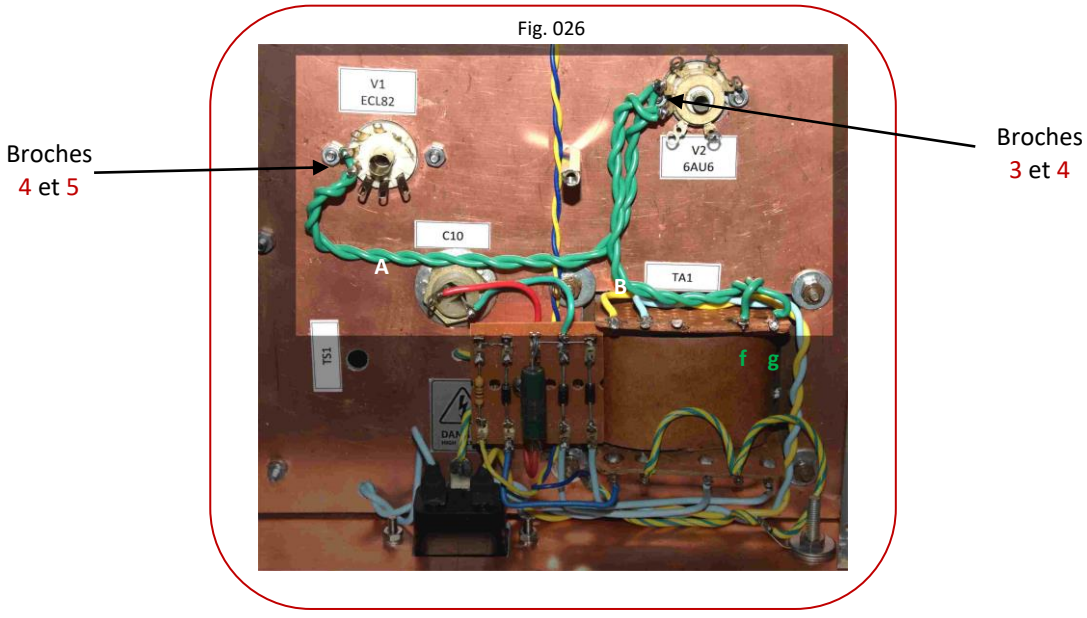
Support miniature 7 broches
Tube 6AU6
Chauffage : broches 3 et 4

Composants et accessoires :

Fil de câblage souple multibrin de type EPDX7 ou équivalent.

Couleur conventionnelle des fils pour le câblage du chauffage des filaments : **ICI** (page 41).

Fig. 026



Chronologie du câblage :

- Choisir 2 fils de même couleur (ici vert), repérer la longueur nécessaire d'un premier câble A (Fig. 026-A), pour aller du support noval du tube ECL82 jusqu'au support miniature du tube 6AU6, puis torsader les deux fils avec une torsade assez serrée. Voir pourquoi torsader les fils **ICI** (page 13),
- Souder le câble ainsi torsadé sur les broches 4 et 5 du support noval 9 broches,
- Préparer un second câble de longueur ajustée pour aller du support miniature du tube 6AU6 jusqu'à l'enroulement du chauffage filaments 6,3 VAC du TA (f-g),
- Coupler les 2 câbles torsadés et souder les extrémités aux broches 3 et 4 du support miniature 7 broches,
- Souder les dernières extrémités du second câble B (Fig. 026-B), sur les cosses f et g du TA.

☐ Finalisation des opérations de câblage de l'alimentation de chauffage des tubes.

Contrôles :

Effectuer un premier contrôle visuel du câblage et de la qualité des soudures effectuées.
Placer les tubes ECL82 et 6AU6 sur leur support respectif,
Brancher le câble secteur, puis mettre l'équipement en marche,
Le voyant Led s'allume et, après une dizaine de secondes on doit voir le rougeoiement apparaître dans les tubes, même si dans le 6AU6 il faut y regarder de près (Fig. 027).
Si tout est OK, arrêter l'équipement et débrancher le cordon secteur,

Fig. 027

Essentiel : appliquer ensuite la procédure de décharge du condensateur C10 : **ICI** (page 13).

Chauffage et polarité :
Le câblage des filaments avec le câble torsadé ne nécessite aucun repérage des fils, les filaments de ces tubes étant totalement symétriques et flottants par rapport à une autre électrode. Par ailleurs, dans ce montage, les filaments sont directement alimentés en courant alternatif qui, par définition n'est pas caractérisé par une polarité fixe.
Le type de distribution du 6,3 VAC adopté ici est une distribution linéaire où on part du TA, puis on distribue chaque tube, l'un derrière l'autre (ici d'abord le 6AU6 et ensuite l'ECL82). Il est possible aussi d'envisager une distribution en « étoile » où chaque câble torsadé part du TA et adresse chaque tube. Dans notre montage, cela n'a strictement aucune incidence fonctionnelle. A choisir sur une réflexion purement pratique, en fonction de la disposition des tubes par rapport au TA.

☐ Finalisation des opérations de contrôles et de décharge de C10, de la section du câblage de l'alimentation de chauffage des tubes.

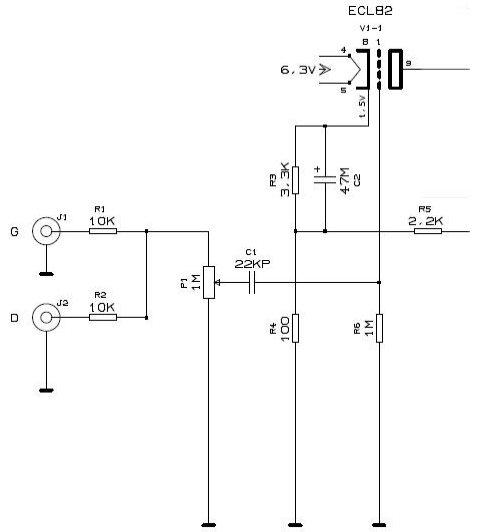
III - Section 2 : l'amplificateur BF

Cette section décrit le câblage de l'ensemble des composants relatifs à l'amplificateur BF / modulateur conçu autour du tube triode/pentode ECL82.

III.1 – Câblage de la section préamplificateur

Le préamplificateur est organisé autour de la section « triode » de l'ECL82 et des composants associés.
Mise en place des fils et du câblage de la section suivante du schéma :

Fig. 028



Composants et accessoires :
Barrette relais 2 x 8 plots,
2 entretoises de 10 mm (Fig. 016),
Composants R1, R2, R3, R4, R5, R6 ; C1, C2,
Fils de câblage de différentes couleurs,
Câble blindé 2 conducteurs.
Couleurs conventionnelles pour les fils de câblage : ICI (page 41).

Fig. 029

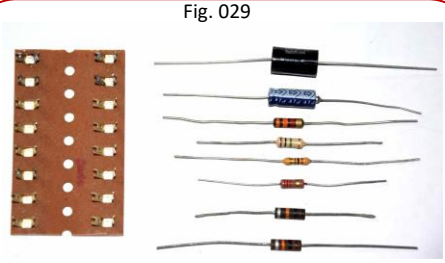
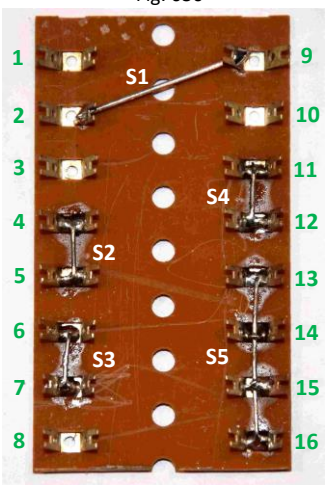


Fig. 030



Etape 1 : préparation de la barrette relais.
Poser et souder les 5 straps suivants (Fig. 030) :
S1 : relier les cosses 2 et 9
S2 : relier les cosses 4 et 5
S3 : relier les cosses 6 et 7
S4 : relier les cosses 11 et 12
S5 : relier les cosses 13, 14, 15 et 16.

Utiliser des queues de résistance pour réaliser ce genre de strap.

☐ Finalisation de l'étape 1 : préparation de la barrette relais.

Etape 2 : rassembler les composants : R1, R2, R3, R4, R5, R6 ; C1, C2 (voir nomenclature).
R1 = R2 = 10 kΩ (Brun, Noir, Orange)
R3 = 3,3 kΩ (Orange, Orange, Rouge)
R4 = 100 Ω (Brun, Noir, Brun)
R5 = 2,2 kΩ (Rouge, Rouge, Rouge)
R6 = 1 MΩ (Brun, Noir, Vert)
C1 = 22 nF – 400 V
C2 = 47 µF – 25 V

☐ Finalisation de l'étape 2 : rassemblement des composants du préamplificateur.

Etape 3 : câbler les composants sur la barrette relais du préamplificateur.

Lorsqu'on récupère des composants (très) anciens, il est prudent d'en contrôler la valeur, qui a pu dériver au fil des ans et des usages. Vérifier surtout les résistances au carbone dont, parfois, la valeur peut s'éloigner de plus de 30 % de celle notée sur le corps ! On écartera les résistances dont la valeur est en dehors de ±10 % de celle indiquée. On constatera certainement aussi que les pattes de raccordements des composants anciens sont noircies/oxydées par le temps et donc difficiles à souder. Prendre de la toile émeri ou de l'abrasif standard, en plier un morceau autour des terminaisons et faire quelques allers et retours. C'est très efficace !

Pour simplifier le montage, placer d'abord les composants les plus petits, puis ceux de plus en plus encombrants.

Fig. 031

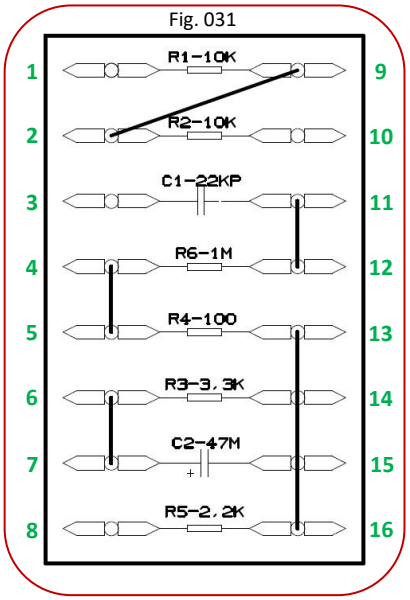
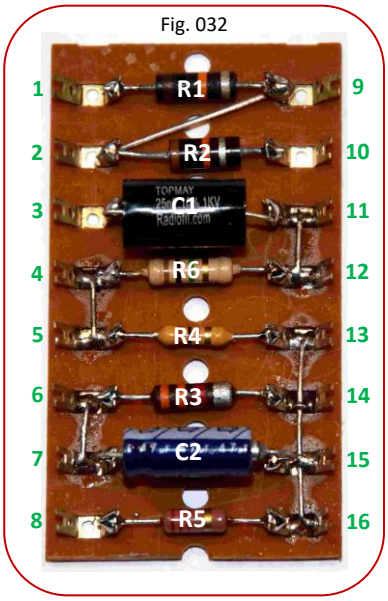


Fig. 032



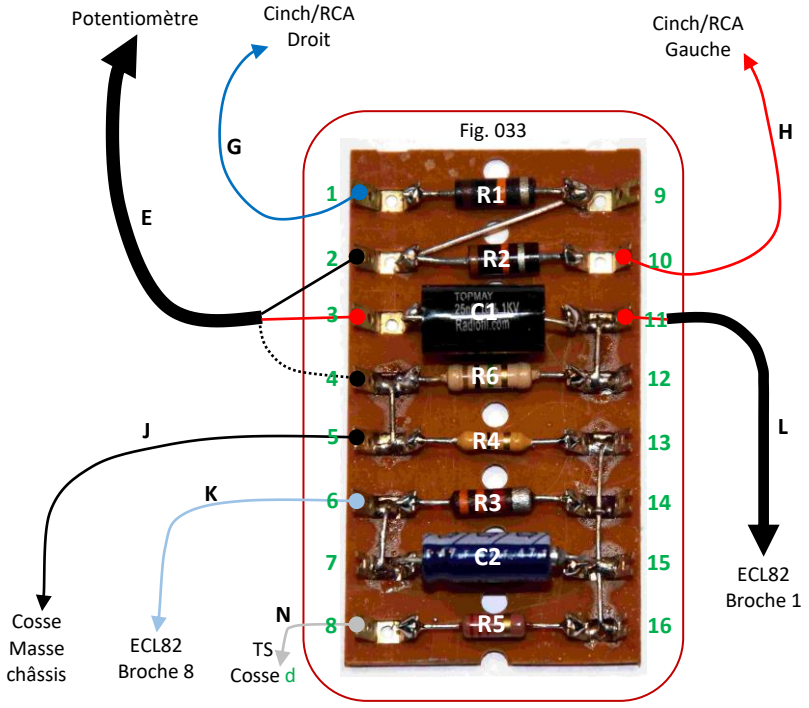
☐ Finalisation de l'étape 3 : câblage des composants sur la barrette relais du préamplificateur.

Etape 4 : fixer la barrette sur le châssis.

A l'aide de deux entretoises filetées de 10 mm de hauteur (Fig. 016), fixer la barrette sur le châssis.

☐ Finalisation de l'étape 4 : fixation de la barrette sur le châssis.

Etape 5 : repérage des connexions vers les différentes destinations.



☐ Finalisation de l'étape 5 : repérage des connexions vers les différentes destinations.

Etape 6 : préparation et câblage du potentiomètre de niveau BF.

Préparer l'extrémité d'un câble blindé 2 conducteurs + tresse (Fig. 035-E) et souder chacun des fils, suivant la figure 035.

Fig. 034

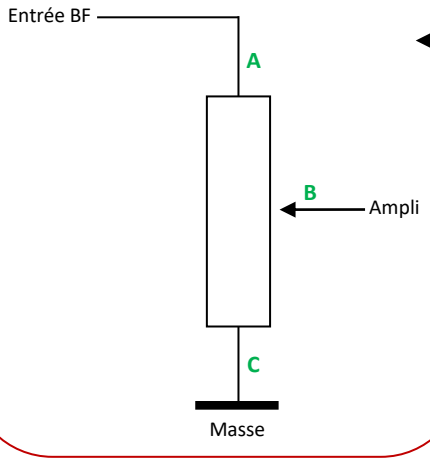
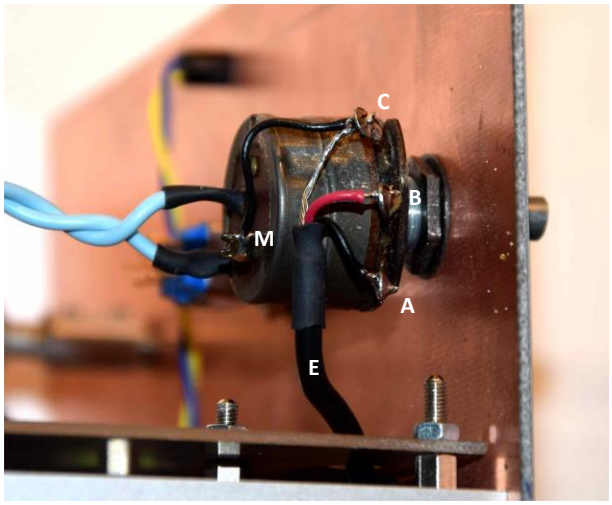


Fig. 035

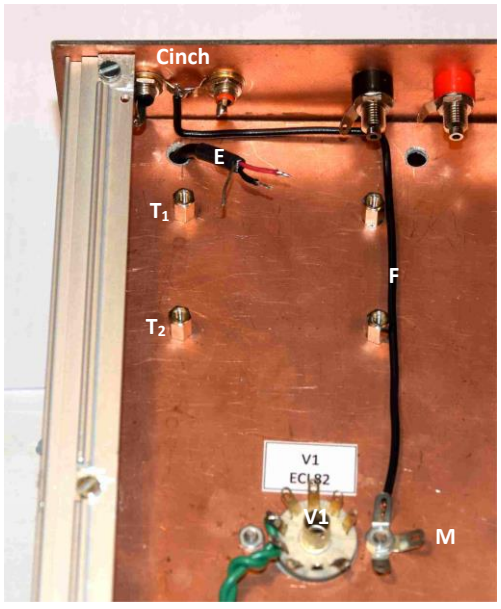


Repérage des broches du potentiomètre.
Ne pas inverser les fils des broches A et C, sinon le volume sonore sera au maximum lorsque le potentiomètre est au minimum et inversement… Pour lever le doute, mettre le potentiomètre au minimum (même interrupteur fermé) et à l'aide du multimètre en position ohmmètre, placer une pointe de touche sur le curseur central (B) et identifier la broche C avec la seconde pointe de touche : c'est celle indiquant une résistance proche de zéro. Pour contrôle, on mesurera l'autre section entre A et B de la résistance du potentiomètre, ici, environ 1 MΩ.
Si, comme c'est le cas ici, le corps métal du potentiomètre possède une cosse de masse M, la relier à la broche C.

☐ Finalisation de l'étape 6 : préparation et câblage du potentiomètre de niveau BF.

Etape 7 : préparation du châssis

Fig. 036



Une fois le potentiomètre câblé, amener le câble blindé E vers le dessous du châssis, via le trou de passage situé au droit du potentiomètre.

Couper le câble E à longueur (déterminer la longueur en mettant en place provisoirement la barrette relais) (Fig. 037), puis dénuder et terminer par l'insertion d'un manchon thermo rétractable pour une meilleure finition.

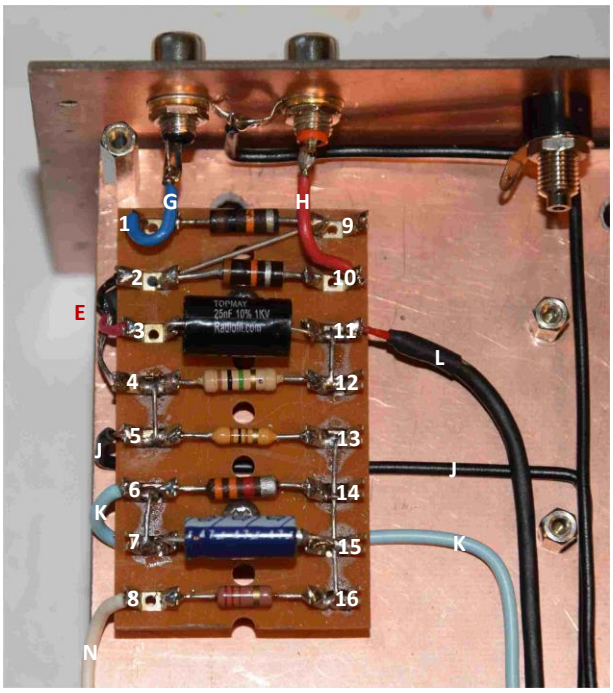
Souder entre elles les 2 cosses de masse des fiches d'entrée BF Cinch/RCA (Fig. 036-Cinch) puis y souder un fil de masse (noir, par convention) qui rejoindra la série de cosses de masse M fixées sur le châssis, proches du support V1.
Ne pas souder, pour le moment, l'extrémité vers M.

☐ Finalisation de l'étape 7 : préparation du châssis.

Etape 8 : raccordement des composants de la barrette relais « Préampli » aux éléments du châssis

Fig. 037

Fig. 038



Chronologie du câblage :

- Repérer la longueur nécessaire pour chaque fil,
- Souder les fils du câble blindé E en provenance du potentiomètre de réglage du niveau d'entrée BF, en respectant l'affectation de chaque fil comme suit :
  - Le fil noir (potentiomètre broche A – Fig. 035-A) sur la cosse 2 de la barrette relais,
  - Le fil rouge (potentiomètre broche B – Fig. 035-B) sur la cosse 3 de la barrette relais,
  - La tresse métallique du câble (potentiomètre broche C – Fig. 035-C) sur la cosse 4 de la barrette relais.
- Souder le fil G bleu foncé, entre la cosse 1 de la barrette relais et l'âme du connecteur Cinch/RCA de l'entrée BF, canal Gauche,
- Souder le fil H rouge, entre la cosse 10 de la barrette relais et l'âme du connecteur Cinch/RCA de l'entrée BF, canal Droit,
- Souder le fil J bleu foncé, entre la cosse 5 de la barrette relais et la cosse de masse M du châssis (avec le câble F qui était en attente - Fig. 036-F-M),
- Souder le fil K bleu clair, entre la cosse 6 de la barrette relais et la broche 8 du support V1 de l'ECL82,
- Souder le fil N blanc, entre la cosse 8 de la barrette relais et l'aiguiller jusqu'au TS, via le trou de passage, puis le laisser en attente, jusqu'à la section suivante,
- Préparer le câble blindé L en ne gardant que le seul fil de l'âme du câble, côté barrette relais (tresse non utilisée). En revanche, conserver ce fil de l'âme **et** la tresse métallique, côté support V1 de l'ECL82.
  - Câbler l'extrémité 1 de l'âme (fil rouge) sur la broche 11 de la barrette relais,
  - Câbler l'extrémité 2 de l'âme (fil rouge) sur la broche 1 du support V1 de l'ECL82,
  - Câbler la tresse métallique sur la cosse M du châssis, à côté du support V1 de l'ECL82.

☐ Finalisation de l'étape 8 : raccordement des composants de la barrette relais aux éléments du châssis.

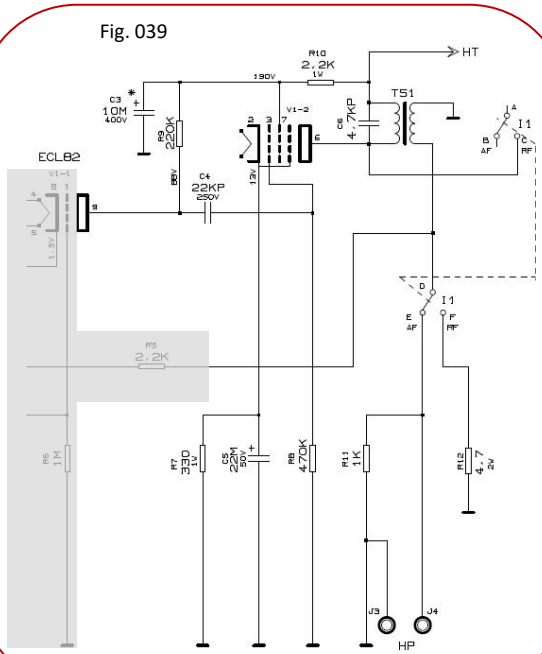
A ce stade du montage, hormis un contrôle visuel du câblage et de la qualité des soudures effectuées, aucun contrôle fonctionnel ne peut être effectué.

Pourquoi un câble blindé ?
La sensibilité d'entrée de l'amplificateur est relativement élevée (≃ 80 mV) et l'étage d'entrée est constitué d'un tube triode à haute impédance, soit deux critères susceptibles de transformer toute liaison véhiculant le signal BF en véritable « antenne » capable de capter des signaux indésirables dont le fameux 50 Hz qui se promène partout dans le montage (secteur, filaments des tubes...). Pour limiter ce phénomène en dessous d'un seuil acceptable, on blinde toutes les liaisons de bas niveau soit, ici, toutes celles qui sont situées avant la partie triode de l'ECL82. L'impasse a été faite sur les liaisons entre les connecteurs Cinch / RCA et la barrette relais, compte tenu de l'extrême proximité des éléments à raccorder, de la très faible longueur des fils concernés et de l'éloignement de ces fils de toute source de 50 Hz indésirable.
*Pourquoi ne pas relier la tresse métallique du câble blindé **L** aux 2 extrémités ?*
*La tresse métallique du câble **L** est un blindage, non un conducteur pour véhiculer un signal. Si la tresse est reliée de chaque côté à un point de masse différent, un micro courant va circuler dans cette boucle formée par : Extrémité 1 de la tresse – Masse 1 – Masse 2 – Extrémité 2 de la tresse. Ce micro courant parasite va donc se transmettre par induction à l'âme du câble rendant partiellement contreproductif le rôle initial du blindage !*
On relie donc à la masse le blindage (tresse) que d'un seul côté d'une liaison. Par convention, la mise à la masse est effectuée du côté de l'entrée de l'étage qui suit, dans le sens du signal : donc ici, côté grille de la triode du tube ECL82.

III.2 – Câblage de la section amplificateur de puissance

L'amplificateur de puissance est organisé autour de la section « pentode » de l'ECL82 et des composants associés.
Mise en place des fils et du câblage de la section suivante du schéma :

Fig. 039



Composants et accessoires :
Barrette relais 2 x 9 plots,
2 entretoises de 10 mm (Fig. 016),
Composants R7, R8, R9, R10, R11, R12, C3, C4, C5, C6 à part.
Fils de câblage de différentes couleurs.

Fig. 040

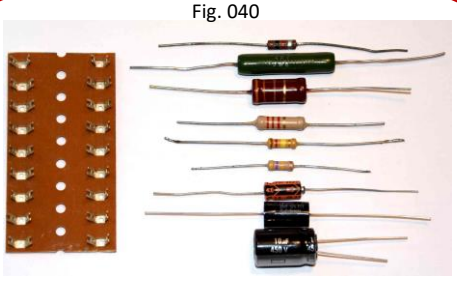
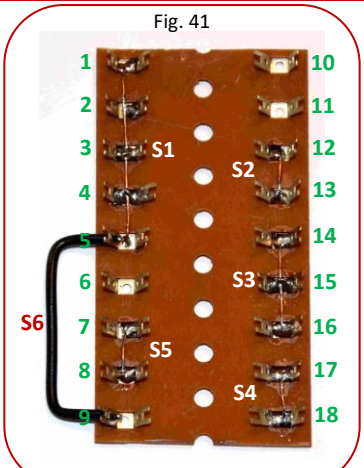


Fig. 41



Etape 1 : préparation de la barrette relais.
Poser et souder les 5 straps suivants (Fig. 041) :
S1 : relier les cosses 1, 2, 3, 4 et 5
S2 : relier les cosses 12 et 13
S3 : relier les cosses 14, 15 et 16
S4 : relier les cosses 17 et 18
S5 : relier les cosses 7 et 8
S6 : relier les cosses 5 et 9, via un fil externe.

☐ Finalisation de l'étape 1 : préparation de la barrette relais.

Etape 2 : rassembler les composants : R7, R8, R9, R10, R11, R12 ; C3, C4, C5 et, à part, C6 (voir nomenclature).

R7 = 330 Ω - 1 W (Orange, Orange, Brun)

R8 = 470 kΩ (Jaune, Violet, Jaune)

R9 = 220 kΩ (Rouge, Rouge, Jaune)

R10 = 2,2 kΩ - 2 W (Rouge, Rouge, Rouge)

R11 = 1 kΩ (Brun, Noir, Rouge)

R12 = 4,7 Ω (Jaune, Violet, Or)

C3 = 10 µF - 400 V (ici, condensateur à sorties radiales en stock, mais de préférence privilégier un modèle à sorties axiales, plus adapté à ce type de câblage)

C4 = 22 nF - 400 V

C5 = 22 µF - 50 V

C6 = 4,7 nF - 400 V (C6 sera câblé plus tard, lors du câblage du TS).

☐ Finalisation de l'étape 2 : rassemblement des composants de la section amplificateur de puissance.

Etape 3 : câbler les composants sur la barrette relais de l'amplificateur de puissance.

Conseil pour le câblage : ICI (page 15).

Fig. 042

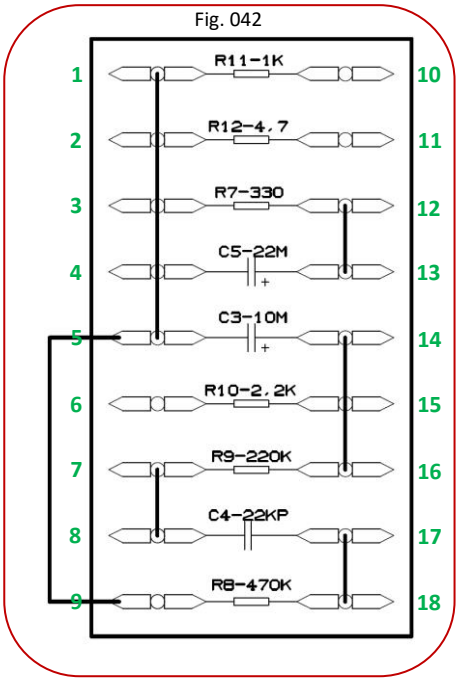
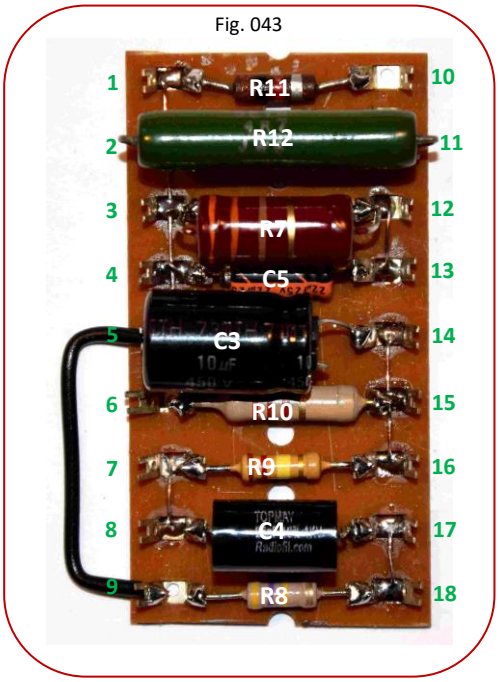


Fig. 043



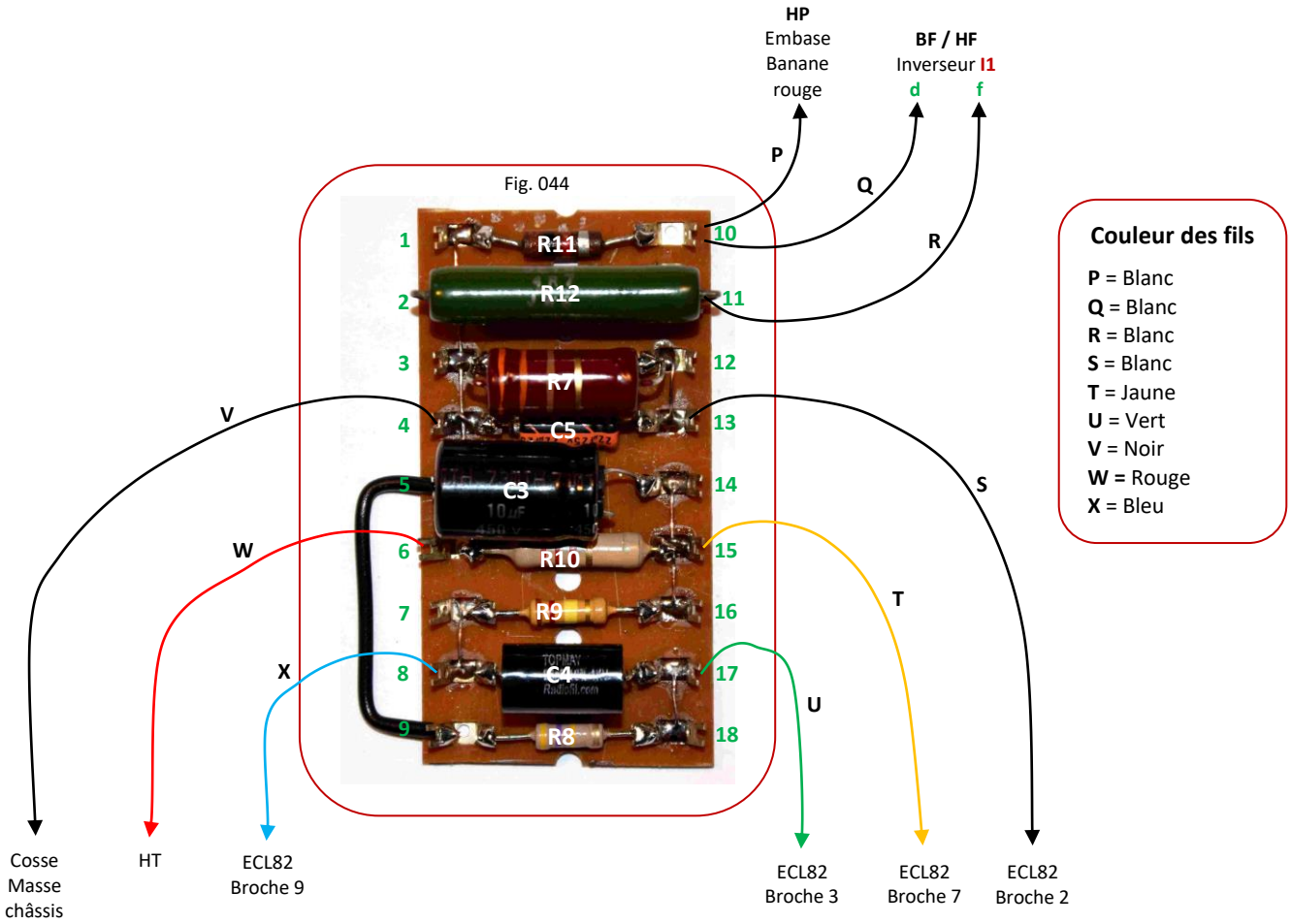
☐ Finalisation de l'étape 3 : câblage de la barrette relais de l'amplificateur de puissance.

Etape 4 : fixer la barrette relais sur le châssis

A l'aide de deux entretoises filetées de 10 mm de hauteur (Fig. 016), fixer la barrette sur le châssis.

☐ Finalisation de l'étape 4 : fixation de la barrette relais sur le châssis.

Etape 5 : repérage des connexions vers les différentes destinations.



☐ Finalisation de l'étape 5 : repérage des connexions vers les différentes destinations.

Etape 6 : préparation du châssis.

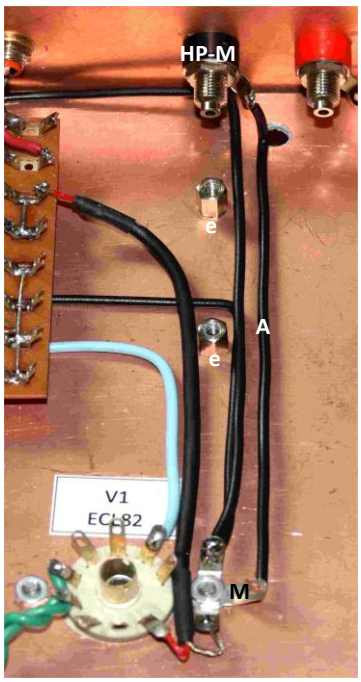
Mettre en place deux entretoises de 10 mm de hauteur (Fig. 045-e) pour la fixation de la barrette relais (Fig. 016),

Câbler l'extrémité 1 d'un fil de masse (noir – A) sur la cosse de raccordement de l'embase banane noire HP-M,

Amener le fil jusqu'à la cosse de masse châssis M,

Ne pas souder, pour le moment, l'extrémité 2 vers M.

Fig. 045



☐ Finalisation de l'étape 6 : préparation du châssis.

Etape 7 : fixer la barrette sur le châssis

Fixer la barrette des composants sur le châssis via les deux entretoises filetées de 10 mm de hauteur,

Prendre soin de bien disposer la barrette relais dans le bon sens : cosse 1 vers la FAV.

☐ Finalisation de l'étape 7 : fixation de la barrette au châssis.

Etape 8 : raccordement des composants de la barrette relais « Ampli » aux éléments du châssis.

Fig. 046

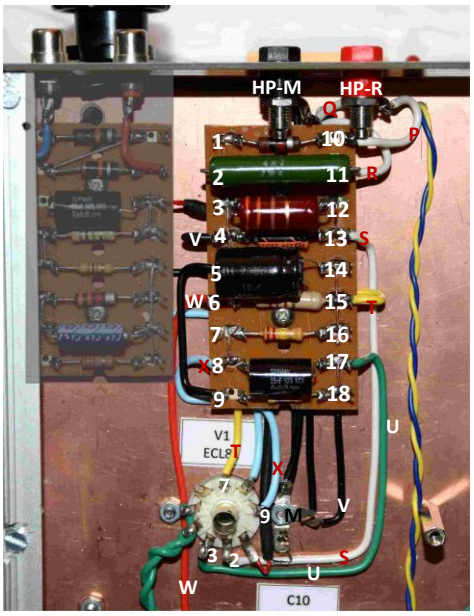
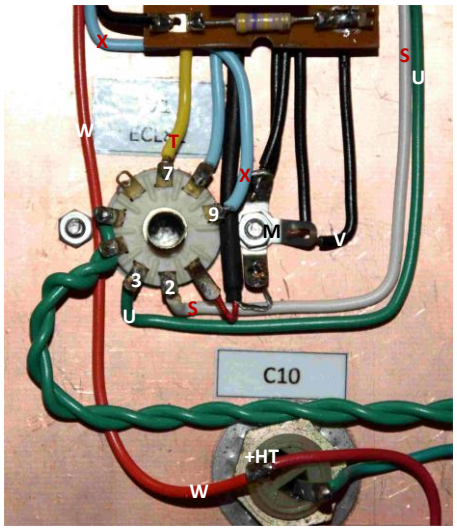


Fig. 047



Chronologie du câblage :

Suivre la procédure ci-après en regard des figures 046 et 047.

- Repérer et préparer à longueur les fils S, T, U, V, W et X,
- Fil noir V :
  - Souder une extrémité du fil sur la cosse 5 de la barrette relais,
  - Amener l'autre extrémité de ce fil sur la cosse M,
  - Le dénuder, le coupler avec le fil A déjà en attente, mais ne pas souder ces extrémités vers M pour le moment.
- Souder le fil S blanc, entre la cosse 13 de la barrette relais et la broche 2 du support V1 de l'ECL82,
- Souder le fil T jaune, entre la cosse 15 de la barrette relais et la broche 7 du support V1 de l'ECL82,
- Souder le fil U vert, entre la cosse 17 de la barrette relais et la broche 3 du support V1 de l'ECL82,
- Souder le fil X bleu clair, entre la cosse 8 de la barrette relais et la broche 9 du support V1 de l'ECL82,
- Souder le fil W rouge, entre la cosse 6 de la barrette relais et la cosse de sortie du condensateur de filtrage C10 déjà équipé d'un fil rouge +HT,
- Souder le fil P blanc, entre la cosse 10 de la barrette relais et la cosse de raccordement de l'embase banane rouge HP-R, de sortie HP,
- Fils Q et R :
  - Préparer deux fils blancs d'une longueur suffisante pour joindre la barrette relais à l'inverseur I_1 BF / HF situé FAV, via le trou de passage sur le châssis percé au droit de l'inverseur I_1,
  - Souder une extrémité du fil Q sur la cosse 10 de la barrette relais,
  - Souder une extrémité du fil R sur la cosse 11 de la barrette relais,
  - Amener les deux autres extrémités des fils Q et R à proximité de l'inverseur I_1 via le trou de passage,
  - Laisser ces deux fils en attente côté I_1.

☐ Finalisation de l'étape 8 : raccordement des composants de la barrette relais aux éléments du châssis.

Pourquoi un seul point de masse sur le châssis ?
Dans cette procédure, tous les câbles de masse sont ramenés sur la cosse M reliée mécaniquement et électriquement au châssis, située proche du support V1 de l'ECL82. Il eut parfois été plus simple de relier certains fils de masse à des endroits plus proches des points de départ de leurs connexions.
Mais suivant le même raisonnement que celui appliqué aux tresses des câbles blindés, en BF, il faut se méfier des courants non essentiels générateurs de tensions parasites se traduisant par des bruits audibles, généralement centrés sur la fréquence de 50 Hz, omniprésente au sein du châssis.
En reliant au châssis deux points de masse distants, on crée une circulation de courant entre ces deux points et on prend ainsi le risque d'un « bouclage ».
On préférera un câblage dit « en étoile » où chaque composant ou groupe de composants proches devant être reliés à la masse, le seront vers un seul point du châssis.
Cette règle est applicable dans les systèmes d'amplification audio ; en HF le comportement est identique mais le risque audible quasi nul. Et d'autres contraintes apparaissent prenant le pas, comme éviter toute capacité parasite, donc câbler au plus près des composants et éviter toute longueur de câble.

Etape 9 : repérage des enroulements primaire et secondaire du transformateurs BF de sortie TS1.

Fig. 048

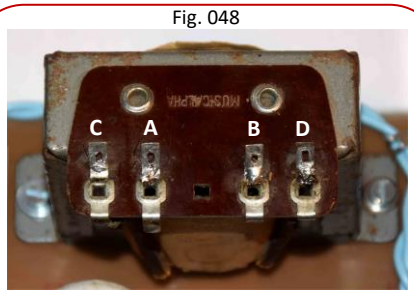
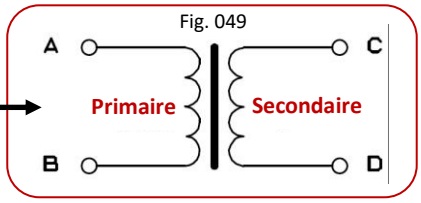


Fig. 049



Le transformateur de sortie TS1 (modèle récupéré sur une ancienne TSF) comporte deux enroulements qu'il s'agit de repérer correctement au risque d'un non fonctionnement de l'amplificateur, sachant que la présentation des branchements d'un TS varie totalement d'un constructeur à l'autre. Le modèle présenté ici ne constitue donc qu'un exemple.

Le primaire du TS (cosses A et B) est caractérisé par un enroulement de fil fin avec un grand nombre de spires, afin obtenir l'impédance caractéristique souhaitée (ici environ 3 000 Ω). Cela se traduit par une résistance ohmique relativement élevée et donc facilement repérable : environ 200 à 500 Ω pour un TS de cette puissance.

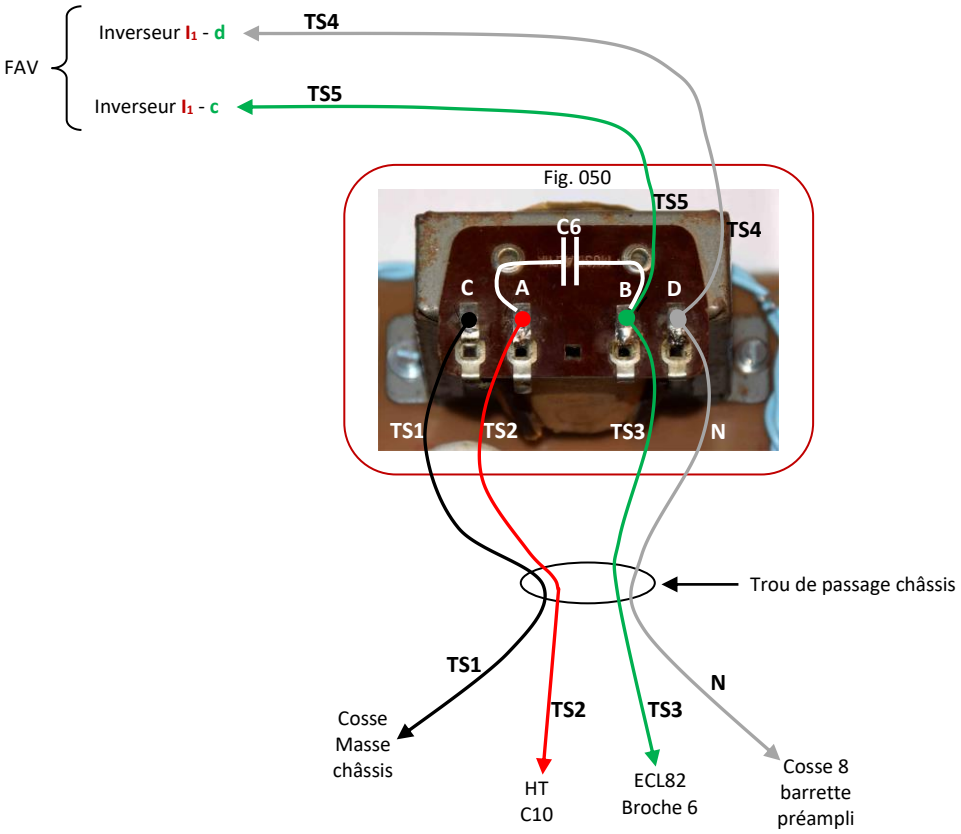
Le secondaire du TS (cosses C et D) est constitué d'un enroulement de fil de diamètre beaucoup plus important et d'un nombre de spires plus faible que le primaire, dans l'objectif d'obtenir une impédance de sortie basse alimentant le haut-parleur (ici 4 Ω). Ce qui implique que la résistance ohmique est très nettement inférieure, généralement < 1 Ω.

Pour repérer avec certitude le primaire A-B et le secondaire C-D, un multimètre suffit.
En position ohmmètre, tester les broches du TS deux à deux jusqu'à identifier les couples A-B (R > 200 Ω) et C-D (R < 1 Ω).
Par ailleurs on ne doit rien pouvoir mesurer (R = infini) entre A et C ou D ou B et C ou D, les primaires et secondaires étant parfaitement isolés.

Le transformateur de sortie le plus adapté à ce montage.
Pour le tube ECL82, l'impédance de charge conseillée est de l'ordre de 5 000 Ω. Donc, si aucun TS de récupération n'est disponible dans les tiroirs de l'amateur, prévoir l'achat d'un TS adapté à l'ECL 82 comme le modèle commercialisé par le club Radiofil (Réf. TS-PM) qui propose un primaire de 4 500 Ω ; il a été testé sur ce projet et donne de meilleurs résultats en termes de puissance de sortie et de distorsion que le modèle récupéré sur la TSF.

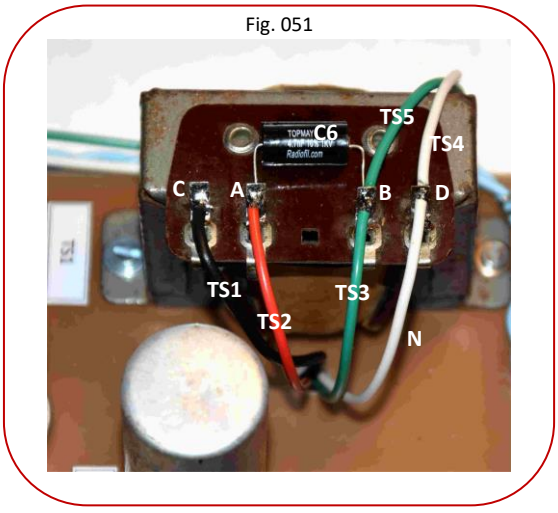
☐ Finalisation de l'étape 9 : repérage des enroulements primaire et secondaire du TS.

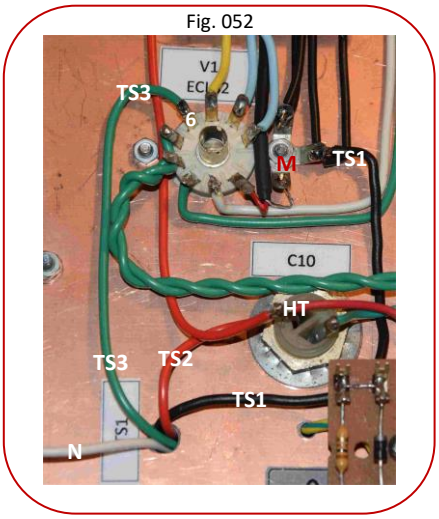
Etape 10 : repérage des connexions du TS vers les différentes destinations.



☐ Finalisation de l'étape 10 : repérage des connexions du TS vers les différentes destinations.

Etape 11 : câblage du transformateur de sortie BF TS1.





Chronologie du câblage :

Suivre la procédure ci-après en regard des figures 051 et 052.

- Repérer et préparer à longueur les fils TS1, TS2 et TS3 qui vont être câblés entre le TS et le dessous du châssis, proches du support V1 de l'ECL82,
- Souder une extrémité du fil TS1 noir sur la cosse C du TS, passer ensuite le fil via le trou pour atteindre le dessous de châssis et souder l'autre extrémité de TS1 sur la cosse M de la masse du châssis, à côté du support V1 de l'ECL82, en même temps que les deux autres fils noirs A et V, qui étaient en attente,

- Souder une extrémité du fil TS2 rouge sur la cosse A du TS, passer ensuite le fil via le trou pour atteindre le dessous de châssis et souder l'autre extrémité de TS2 sur la cosse HT du condensateur de filtrage C10, là où se trouve déjà un autre fil rouge (arrivée de l'alimentation HT),
- Souder une extrémité du fil TS3 vert sur la cosse B du TS, passer ensuite le fil via le trou pour atteindre le dessous de châssis et souder l'autre extrémité de TS3 sur la broche 6 du support V1 de l'ECL82,
- Souder l'autre extrémité du fil N blanc, qui était en attente depuis l'étape 8 (page 17) de la section de câblage du préamplificateur, sur la cosse D du TS,

- Repérer et préparer à longueur les fils TS4 et TS5 qui vont être câblés entre le TS et l'inverseur **I_1** du côté de la FAV,
- Souder une extrémité du fil TS5 vert sur la cosse B du TS (où se trouve déjà le fil vert TS3), guider le fil le long du châssis en direction de l'inverseur **I_1** du côté de la FAV et laisser en attente,
- Souder une extrémité du fil TS4 blanc sur la cosse D du TS (où se trouve déjà le fil blanc TS4), guider le fil le long du châssis en direction de l'inverseur **I_1** du côté de la FAV et laisser en attente.

Effectuer un contrôle minutieux du câblage de ces 6 fils avant de passer à l'étape suivante.

☐ Finalisation de l'étape 11 : câblage du transformateur de sortie BF TS1

Etape 12 : repérage de l'inverseur **I_1** de commutation BF / HF (FAV).

Le rôle de cet inverseur consiste à définir la mission de l'amplificateur de puissance :

- Soit il est affecté à une mission d'amplificateur BF indépendant (position de **I_1** = BF) ; dans ce cas, la sortie de l'amplificateur est aiguillée vers la sortie HP, via les embases bananes situées en FAV,
- Soit il est affecté à une mission de modulateur de l'émetteur GO/PO (position de **I_1** = HF) ; dans ce cas, la sortie de l'amplificateur est aiguillée vers l'oscillateur GO/PO afin de moduler ce dernier en AM.

Repérage des contacts de l'inverseur **I_1**
C'est un modèle double, disposant donc de deux inverseurs couplés mécaniquement, actionnés par une commande unique. Il y a lieu de repérer chaque contact électrique à l'aide d'un ohmmètre, car la distribution des contacts n'est pas standardisée et dépend du type de mécanisme adopté dans sa construction.

Fig. 053

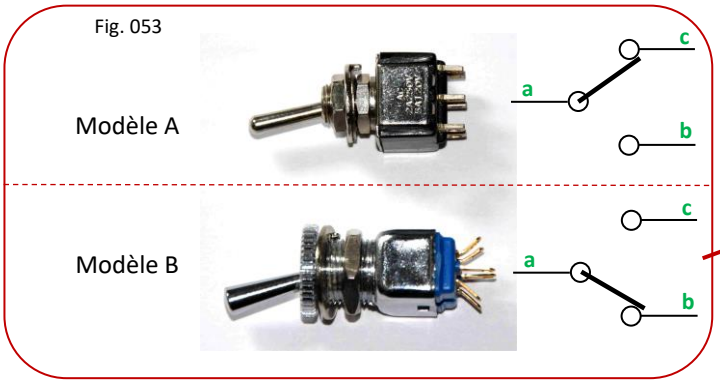
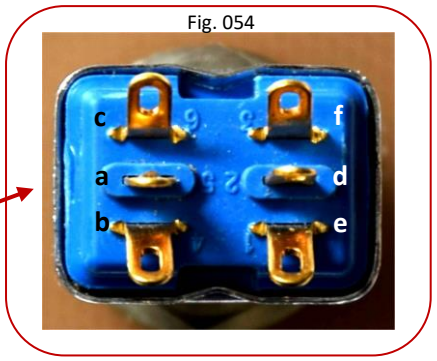


Fig. 054



Exemple figure 053 : la commande du modèle A est placée dans la même position que celle du modèle B (vers le bas) et pourtant les contacts électriques constatés sur les broches sont inversés.

Dans notre projet, les inverseurs utilisés sont de type B (Fig. 054), donc avec les contacts qui se situent sur les broches qui correspondent au sens de la manette de commande.
Bien effectuer le repérage du type d'inverseur qui sera véritablement utilisé, afin d'éviter que les indications de la FAV n'indiquent le contraire de la fonction !

☐ Finalisation de l'étape 12 : repérage de l'inverseur **I_1**.

Etape 13 : câblage de l'inverseur **I₁** de commutation BF / HF (FAV).

Le point sur les 4 fils en attente qui ont été amenés auprès de **I₁**, lors des étapes précédentes :

- Fil blanc TS4 : en provenance de TS cosse D (étape 11 du câblage de l'ampli – Page 23),
- Fil vert TS5 : en provenance de TS cosse B (étape 11 du câblage de l'ampli – Page 23),
- Fil blanc Q : en provenance de la cosse 10 de la barrette supportant les composants de l'amplificateur BF de puissance (étape 8 du câblage de l'ampli – Page 21),
- Fil blanc R : en provenance de la cosse 11 de la barrette supportant les composants de l'amplificateur BF de puissance (étape 8 du câblage de l'ampli – Page 21).

Fig. 055

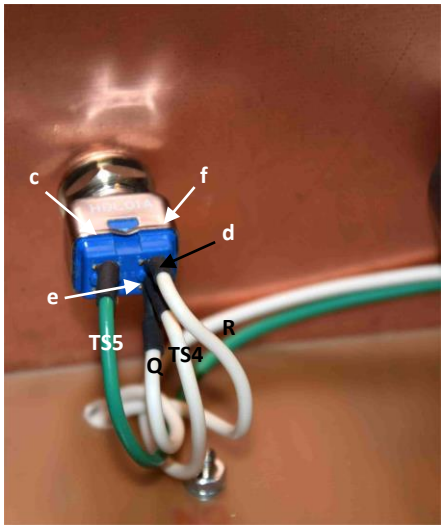
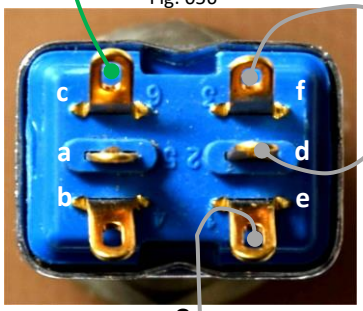
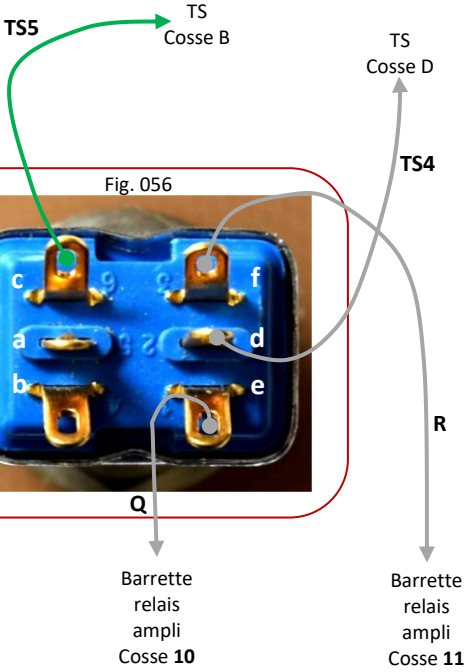


Fig. 056





Chronologie du câblage :

Suivre la procédure ci-après en regard des figures 055 et 056, après avoir correctement identifié chacun des 4 fils en attente.

Pour une meilleure finition, préparer quelques manchons thermo rétractables sur les terminaisons avant de souder les fils.

- Souder l'extrémité du fil Q blanc sur la cosse e de **I₁**,
- Souder l'extrémité du fil TS4 blanc sur la cosse d de **I₁**,
- Souder l'extrémité du fil R blanc sur la cosse f de **I₁**,
- Souder l'extrémité du fil TS5 vert sur la cosse c de **I₁**.

☐ Finalisation de l'étape 13 : câblage de l'inverseur **I₁**.

Etape 14 : opérations de contrôles visuels et fonctionnels

Le câblage de la section « Amplificateur BF » est terminé.

Avant de mettre l'équipement sous tension, il est conseillé d'effectuer un contrôle minutieux du câblage, certaines erreurs pouvant s'avérer destructrices pour quelques composants, d'autres pouvant remettre en cause la sécurité électrique du montage.

Le plus fastidieux, mais le plus efficace consiste à reprendre cette procédure depuis le début de la section 2 (page 14) et contrôler pas à pas que tout est correct.

Effectuer au minimum, les opérations suivantes :

1 / Contrôle visuel :

- La barrette relais supportant les composants de la section du « préampli » a été placée et câblée dans le bon sens : elle est située au plus près des connecteurs Cinch / RCA d'entrée BF et le premier composant est R1 de valeur 10 kΩ (Brun, Noir, Rouge),

- La barrette relais supportant les composants de la section « ampli » a été placée et câblée dans le bon sens : elle est située au plus près des embases bananes de sortie HP et le premier composant est R11 de valeur 1 kΩ (Brun, Noir, Rouge),
- Les 2 fiches d'entrée BF Cinch / RCA sont bien raccordées aux cosses 1 et 10 de la barrette relais des composants du préampli,
- Les fiches bananes de sortie HP sont bien raccordées respectivement pour la noire : à la cosse de masse M du châssis proche du support V1 de l'ECL82, et pour la rouge : cosse 10 de la barrette relais des composants de l'amplificateur,
- Procéder ensuite au contrôle des fils câblés sur le support du tube V1 (ECL82) :
  - Broche 1 : âme du câble blindé L en provenance de barrette « préampli », cosse 11,
  - Broche 2 : fil blanc S en provenance de la barrette « ampli », cosse 13,
  - Broche 3 : fil bleu U en provenance de la barrette « ampli », cosse 17,
  - Broches 4 et 5 : fils verts, déjà contrôlés,
  - Broche 6 : fil vert TS3 en provenance du TS, cosse B,
  - Broche 7 : fil jaune T en provenance de la barrette « ampli », cosse 15,
  - Broche 8 : fil bleu K en provenance de la barrette « préampli », cosse 6,
  - Broche 9 : fil bleu X en provenance de la barrette « ampli », cosse 8,

☐ Finalisation du contrôle visuel du câblage de l'étape 14.

2 / Contrôle électrique, à l'aide du multimètre :
S'assurer que l'équipement n'est pas raccordé au secteur et que le condensateur C10 est bien déchargé.
Le multimètre en position ohmmètre, placer la pointe de touche noire à la masse, via une pince crocodile accrochée au châssis, par exemple.
Placer l'autre pointe de touche (rouge) sur la cosse du condensateur de filtrage HT C10, où sont soudés les deux fils rouges. Mesurer que la résistance est > 100 kΩ. Il est normal que la valeur varie en permanence, car le condensateur se charge au travers du multimètre.

☐ Finalisation du contrôle électrique de l'étape 14.

3 / Contrôle fonctionnel :
L'amplificateur ne nécessite aucune mise au point ni réglage. Si tous les composants sont de bonnes valeurs (à ±10 %), le fonctionnement doit être OK dès la première mise sous tension.
Procéder comme suit :

- Placer l'équipement FAV vers soi,
- Mettre en place sur son support V1, le tube ECL82,
- S'assurer que le potentiomètre de volume est bien à l'arrêt,
- Afin de contrôler et de surveiller la valeur de la HT, raccorder le multimètre en position V DC avec :
  - Pointe de touche noire à la masse du châssis (accrochée à l'aide d'une pince crocodile),
  - Point de touche rouge accrochée à l'aide d'un grip-fil ou d'une pince crocodile isolée sur la cosse A du TS (fil rouge).
- Raccorder une source sonore sur les entrées RCA / Cinch de l'équipement,
- Raccorder une enceinte acoustique sur les 2 embases bananes de la sortie HP,
- Bancher le câble secteur au réseau,
- Actionner l'interrupteur sur Marche et augmenter le volume au 1/3 environ,
- Constater que quasi immédiatement le multimètre indique une valeur de HT d'environ 320 à 360 V (le tube ECL82 est encore froid, il ne consomme donc rien, la HT n'est alors pas chargée),
- Après quelques secondes la valeur de la HT baisse sensiblement et se stabilise autour de 200 à 230 V,
- L'enceinte doit alors diffuser la source sonore,

Si l'on constate une valeur de HT supérieure à 220 VDC, il sera préférable de placer le fusible du TA sur la position 245 V. La valeur « idéale » de la HT (celle théoriquement calculée dans le projet) est de 210 VDC,

lorsque l'équipement est en fonction. Sachant que l'amplificateur BF consomme 80% de l'énergie (20% pour l'émetteur) on peut donc considérer la valeur mesurée lors de ce test comme représentative.
Toutefois, ne pas s'inquiéter d'une valeur comprise entre 200 V et 240 VDC.

Attention, avant de modifier éventuellement la position du fusible sur le TA ou d'intervenir sur le châssis, **toujours** :
- Débrancher le câble secteur de l'équipement,
- Appliquer la procédure de décharge du condensateur C10 (page 10).

☐ Finalisation du contrôle fonctionnel de l'étape 14.

Si, malgré les contrôles OK, aucun son n'est entendu dans l'enceinte acoustique, ou si la qualité du son est très mauvaise, voire entachée de bruits parasites (sifflements, forts ronflements, etc.), voir le chapitre V – Dysfonctionnements, aide au diagnostic (page 36), pour une aide au diagnostic.

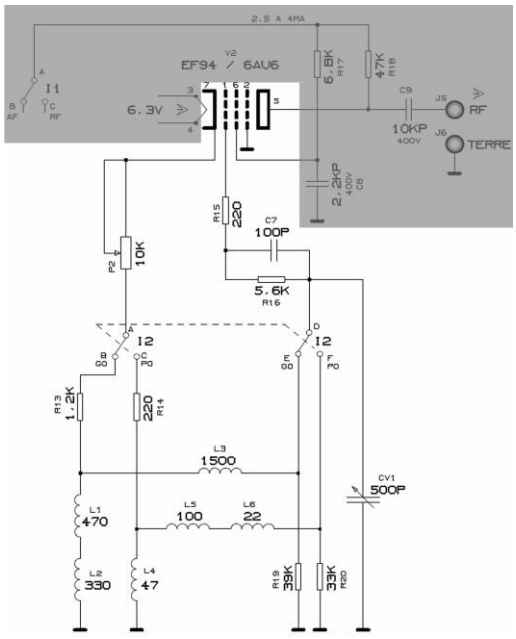
IV - Section 3 : l'émetteur HF

Cette section décrit le câblage de l'ensemble des composants relatifs à l'oscillateur GO / PO conçu autour du tube pentode 6AU6.

IV.1 – Câblage de la section 3 : oscillateur – Partie 1

Mise en place des fils et du câblage de la section suivante du schéma :

Fig. 057



Composants et accessoires :
Barrette relais 2 x 9 plots,
2 entretoises de 10 mm (Fig. 016),
Composants R15, R16 ; C7 ; L1 à L6.
Fils de câblage de différentes couleurs.

Fig. 058

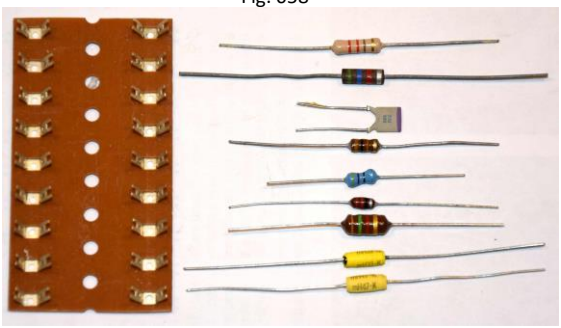
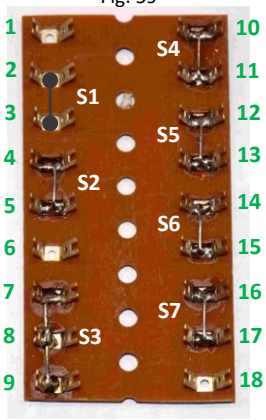


Fig. 59



Etape 1 : préparation de la barrette relais 1.
Poser et souder les 6 straps suivants (Fig. 059) :
S1 : relier les cosses 2 et 3
S2 : relier les cosses 4 et 5
S3 : relier les cosses 7, 8 et 9
S4 : relier les cosses 10 et 11
S5 : relier les cosses 12 et 13
S6 : relier les cosses 14 et 15
S7 : relier les cosses 16 et 17.

☐ Finalisation de l'étape 1 : préparation de la barrette relais 1.

Etape 2 : rassembler les composants : R15, R16 ; C7 ; L1, L2, L3, L4, L5 et L6 (voir nomenclature).

R15 = 220 Ω (Rouge, Rouge, Brun)
R16 = 5,6 kΩ (Vert, Bleu, Rouge)
R9 = 220 kΩ (Rouge, Rouge, Jaune)
C7 = 2,2 nF (2 200 pF) - 400 V
L1 = 470 µH (Jaune, Violet, Brun)
L2 = 330 µH (Orange, Orange, Brun)
L3 = 1 500 µH (Brun, Vert, Rouge)
L4 = 47 µH (Jaune, Violet, Noir)
L5 = 100 µH (Brun, Noir, Brun)
L6 = 22 µH (Rouge, Rouge, Noir)

☐ Finalisation de l'étape 2 : rassemblement des composants de la barrette relais 1 de l'oscillateur.

Etape 3 : câbler les composants sur la barrette relais 1 de l'oscillateur.

On suivra les conseils de câblage déjà mentionnés pour la section de l'amplificateur. Voir ICI (page 15).

Fig. 060

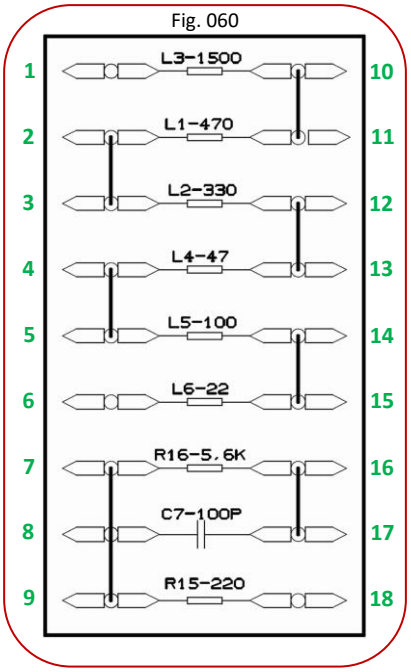
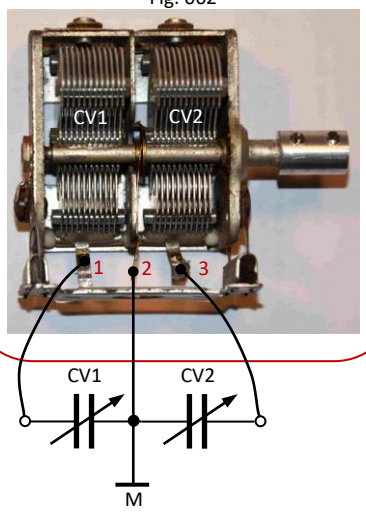


Fig. 061

☐ Finalisation de l'étape 3 : câblage des composants sur la barrette relais 1 de l'oscillateur.

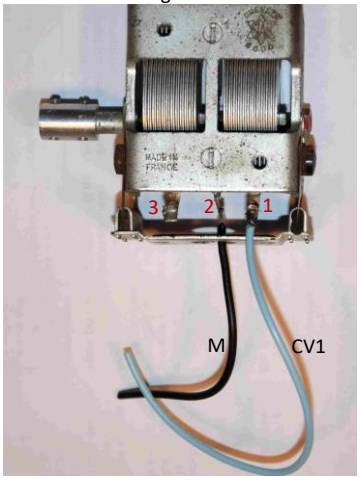
Etape 4 : repérage des connexions du condensateur variable CV1.

Fig. 062



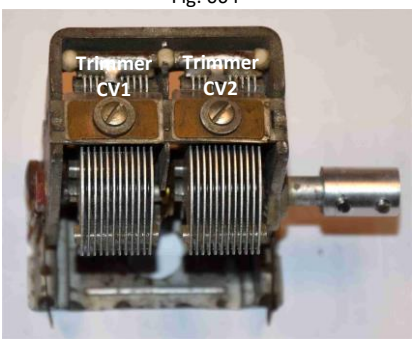
Le CV récupéré comporte 2 cages identiques, donc 2 CV couplés mécaniquement. L'oscillateur ne nécessite qu'un seul CV.
Préparer un fil noir d'environ 5 cm et le souder sur le point milieu des 2 CV (armature des cages) en cosse 2.
Souder un fil bleu d'une dizaine de centimètres (CV1) sur la sortie CV1, en cosse 1.
Monter ensuite le CV sur le châssis.

Fig. 063



Trimmers d'ajustage sur chaque cage du CV.
La valeur de base de chaque cage de ce double CV permet une variation de la capacité de 20 pF à 525 pF environ.
Pour chaque CV, un petit condensateur ajustable à l'aide d'une vis (trimmer) est monté en parallèle sur chaque CV principal. Cet ajustage permet de faire varier la capacité totale de chacun des CV d'environ 30 pF.
Cela permet, dans les TSF, d'ajuster au mieux l'accord des circuits HF d'entrée du récepteur commandés par CV1, par rapport à l'oscillateur piloté par CV2 (ou inversement).
Dans notre utilisation, ce trimmer ne sera pas utile, sinon peut-être pour caler une fréquence donnée précisément en face d'une graduation de la FAV.

Fig. 064



☐ Finalisation de l'étape 4 : repérage des connexions du condensateur variable CV1.

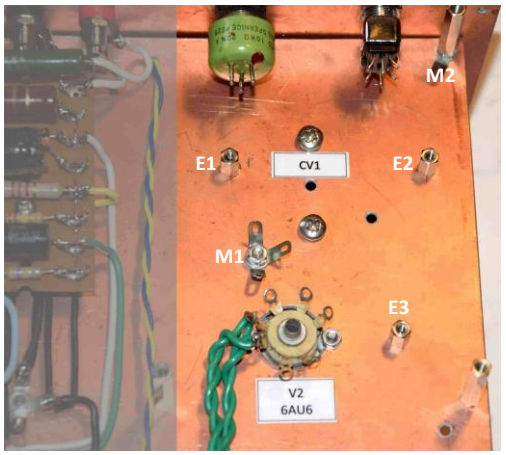
Etape 5 : préparation du châssis.

Mettre en place trois entretoises de 10 mm de hauteur (Fig. 016) :
E1 et E2 pour la fixation de la barrette relais 1
E3 pour la fixation de la barrette relais 2.

Mettre en place les cosses de masse M1 et M2.

Cosses de masse.
Si, comme ici, le châssis est constitué d'une plaque d'époxy cuivrée, on pourra avantageusement souder les fils de masse directement sur le cuivre plutôt que d'utiliser des cosses de masse à visser.

Fig. 065



☐ Finalisation de l'étape 5 : préparation du châssis.

Etape 6 : pré-câblage du châssis.

- Une fois le CV mécaniquement en place, passer les deux fils M et CV1 par les trous de passage du châssis puis souder le fil M sur la cosse de masse M1 et conserver en attente le fil bleu CV1,
- Souder le fil noir a2 entre la broche 2 du support du tube V2 (6AU6) et la cosse de mase M1,
- Souder le fil blanc a1 entre la broche 7 du support du tube V2 (6AU6) et les broches a et c du potentiomètre P2.

Fig. 066

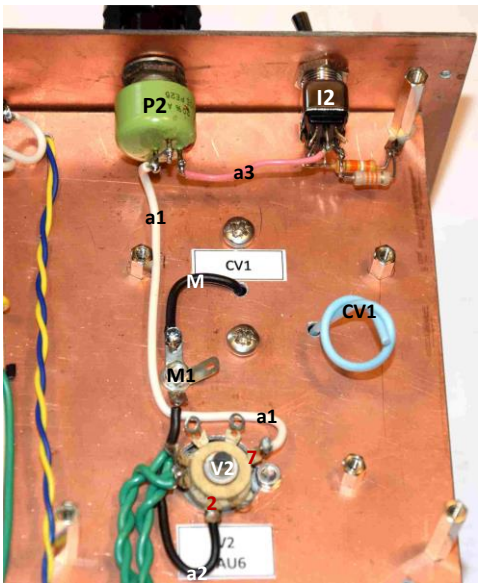
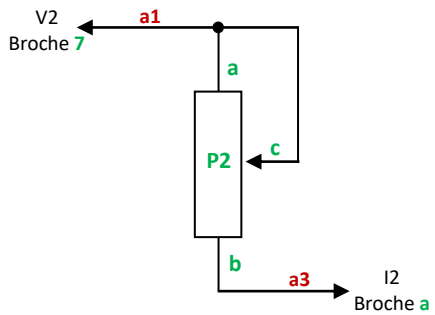
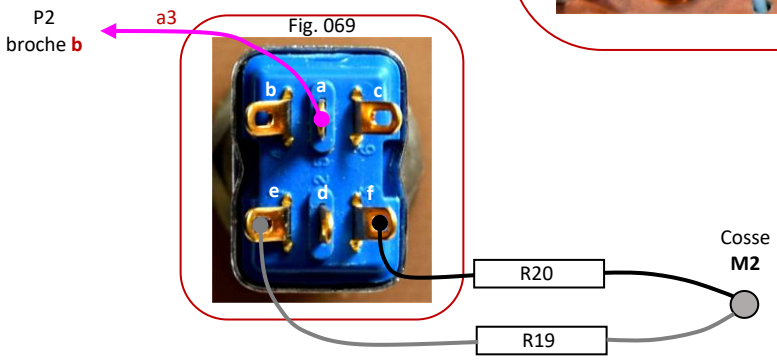


Fig. 067



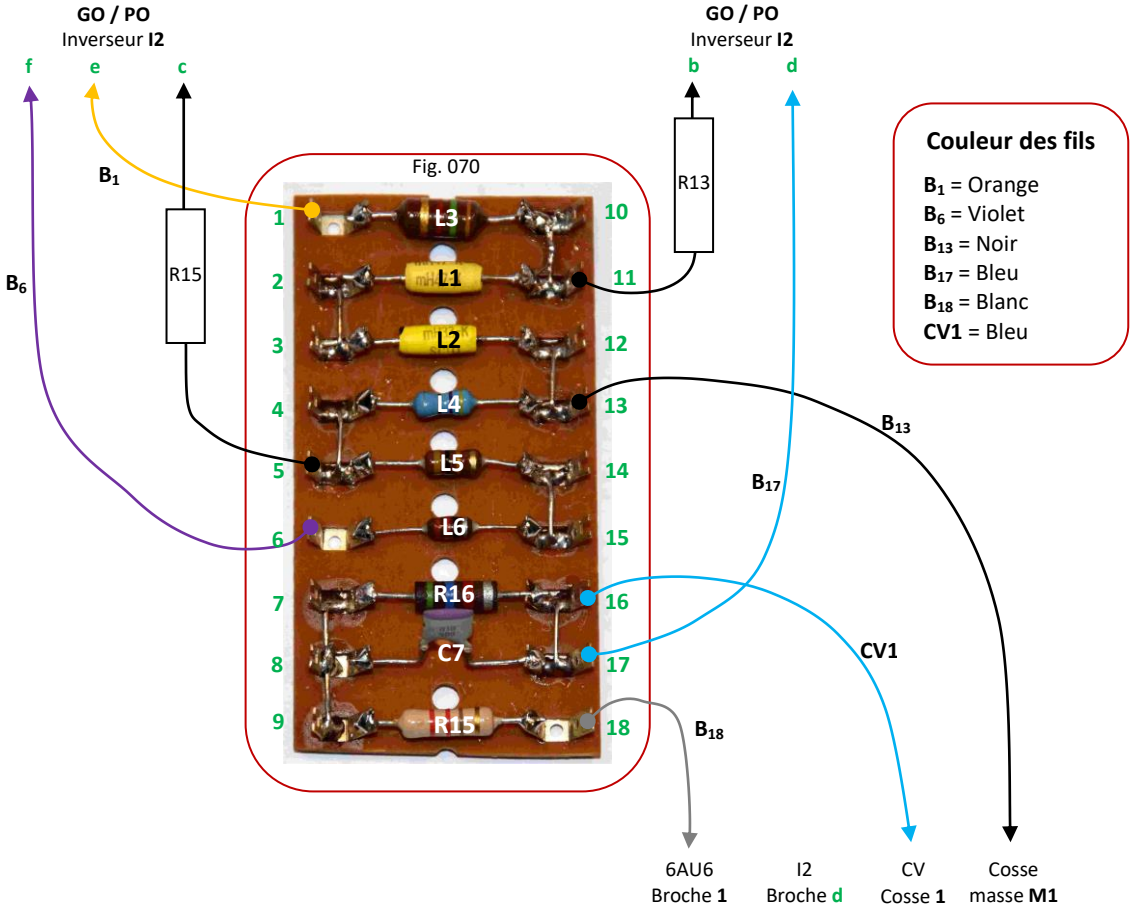
- Souder le fil rose a3 entre la broche **b** du potentiomètre P2 et la broche **a** de l'inverseur I_2,
- Préparer R19 = 39 kΩ (Orange, Blanc, Orange)
- Préparer R20 = 33 kΩ (Orange, Orange, Orange)
- Repérer les broches de l'inverseur I2 suivant le modèle de l'inverseur 1, voir ICI ou Fig. 053, (page 24),
- Souder la résistance R19 de 39 kΩ entre la broche **e** de l'inverseur I_2 et la cosse de masse M2,
- Souder la résistance R20 de 33 kΩ entre la broche **f** de l'inverseur I_2 et la cosse de masse M2,

Fig. 068



☐ Finalisation de l'étape 5 : pré-câblage du châssis.

Etape 7 : repérage des connexions de la barrette relais 1, vers les différentes destinations.



☐ Finalisation de l'étape 7 : repérage des connexions vers les différentes destinations.

Etape 8 : raccordement des composants de la barrette relais 1 aux éléments du châssis.

Chronologie du câblage :

Suivre la procédure ci-après en regard des figures 071 et 072.

- Repérer et préparer à longueur les fils B_1, B_6, B_{13}, B_{17} et B_{18},
- Souder le fil CV1 bleu en attente, sur la cosse 16 de la barrette relais,
- Souder le fil B_{13} noir, sur la cosse 13 de la barrette relais et l'amener sur la cosse de masse M1 ; ne pas souder cette extrémité pour le moment,
- Souder le fil B_{18} blanc, entre la cosse 18 de la barrette relais et la broche 1 du support V2 du tube 6AU6,
- Souder le fil B_1 orange, entre la cosse 1 de la barrette relais et la broche e de l'inverseur I2,
- Souder le fil B_6 violet, entre la cosse 6 de la barrette relais et la broche f de l'inverseur I2,
- Souder le fil B_{17} bleu, entre la cosse 17 de la barrette relais et la broche d de l'inverseur I2,
- Préparer R13 = 1,2 kΩ (Brun, Rouge, Rouge),
- Préparer R14 = 220 Ω (Rouge, Rouge, Brun).

Fig. 071

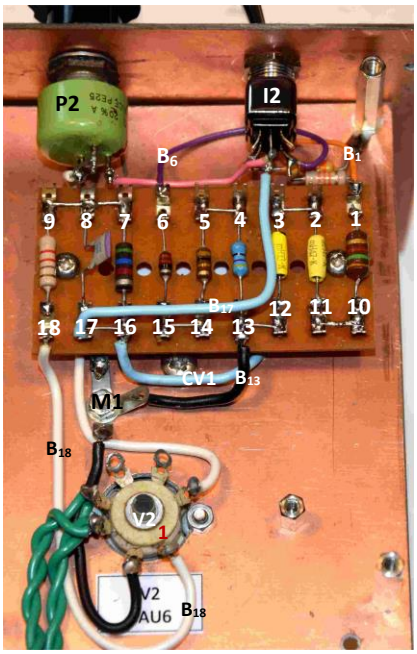
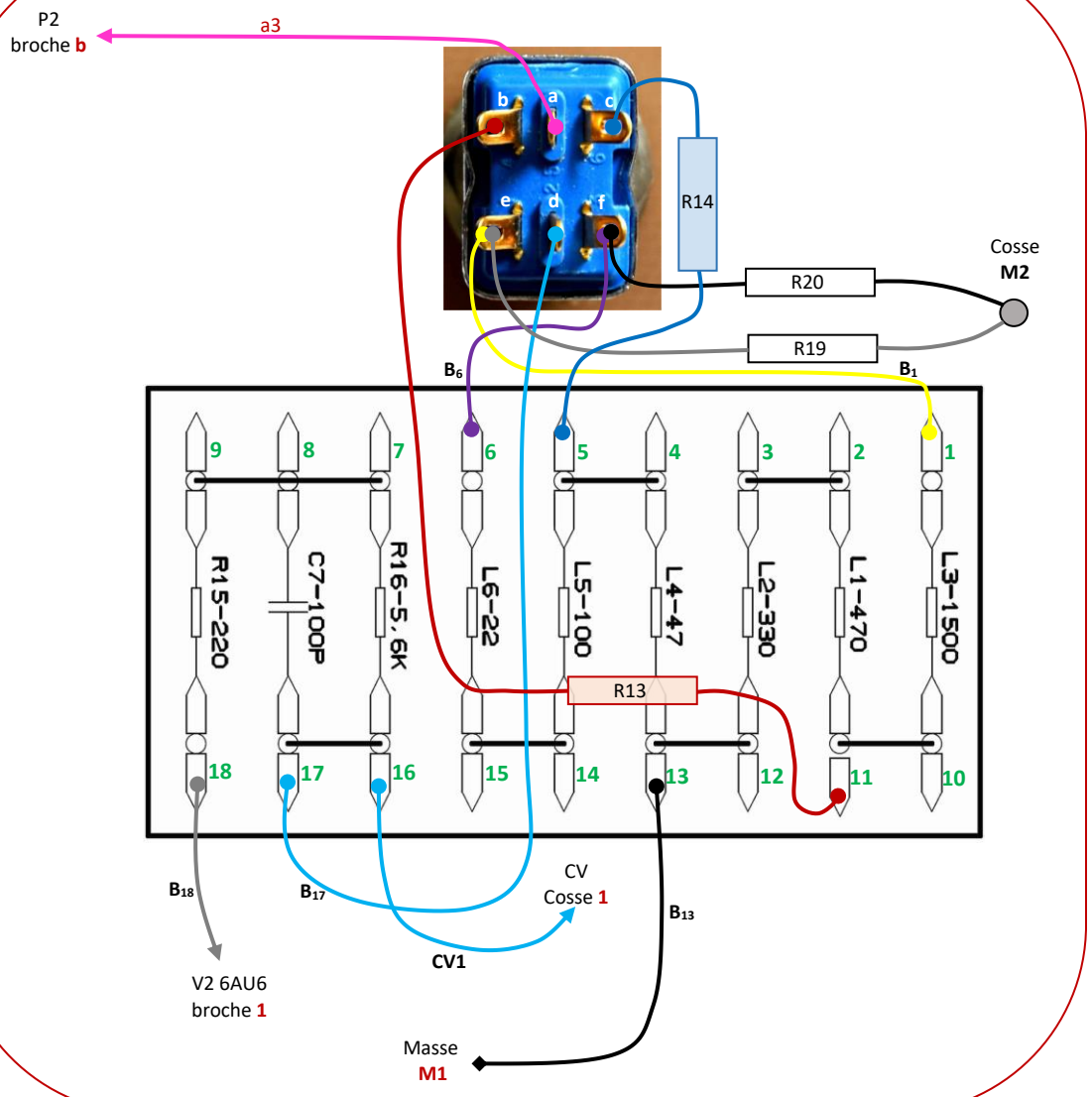


Fig. 072



- Souder la résistance R13 de 1,2 kΩ entre la cosse 11 de la barrette relais et la broche b de l'inverseur I2,
- Souder la résistance R14 de 220 Ω entre la cosse 5 de la barrette relais et la broche b de l'inverseur I2.

Figure 073 ci-contre, exemple du placement possible des résistances R13 et R14, au-dessus de la barrette relais 1.

Effectuer un contrôle minutieux du câblage des différents fils raccordés à cette barrette relais et à l'inverseur I2.

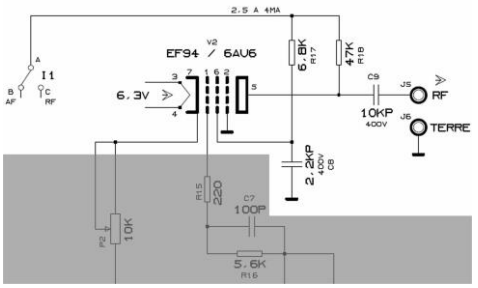
Fig. 073

☐ Finalisation de l'étape 11 : raccordement des composants de la barrette relais 1 aux éléments du châssis

IV.2 – Câblage de la section 3 : oscillateur – Partie 2

Mise en place des fils et du câblage de la section suivante du schéma :

Fig. 074



Composants et accessoires :
Barrette relais 2 x 4 plots,
1 entretoise de 10 mm (Fig. 016),
Composants R17, R18 ; C8, C9.
Fils de câblage de différentes couleurs.

Fig. 075

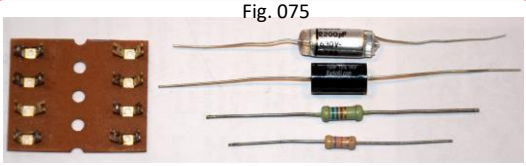
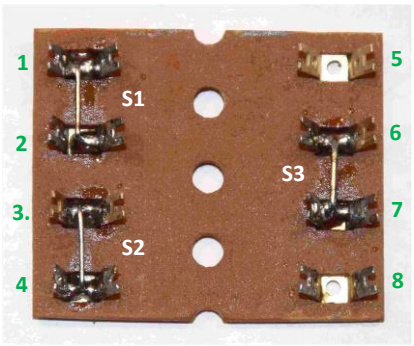


Fig. 076



Etape 1 : préparation de la barrette relais 2.
Poser et souder les 3 straps suivants (Fig. 076) :
S1 : relier les cosses 1 et 2
S2 : relier les cosses 3 et 4
S3 : relier les cosses 6 et 7.

☐ Finalisation de l'étape 1 : préparation de la barrette relais 2.

Etape 2 : rassembler les composants : R17, R18 ; C8 et C9 (voir nomenclature).
R17 = 6,8 kΩ (Bleu, Gris, Rouge)
R18 = 47 kΩ (Jaune, Violet, Orange)
C8 = 2,2 nF (2 200 pF) - 400 V
C9 = 10 nF (10 000 pF) - 400 V

☐ Finalisation de l'étape 2 : rassemblement des composants de la barrette relais 2 de l'oscillateur.

Etape 3 : câbler les composants sur la barrette relais 2 de l'oscillateur.

On suivra les conseils de câblage déjà mentionnés pour la section de l'amplificateur. Voir ICI (page 15).

Fig. 077

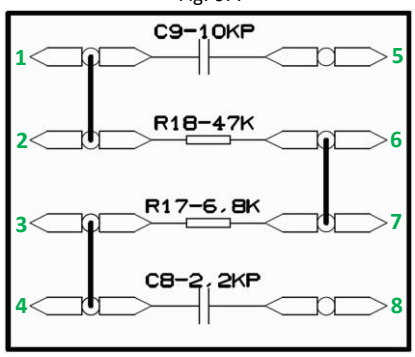
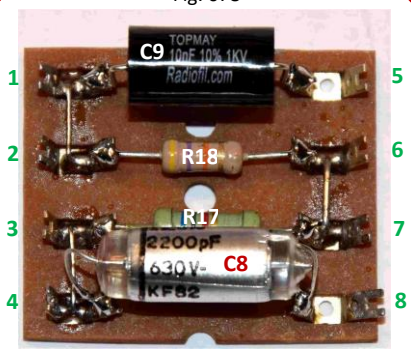


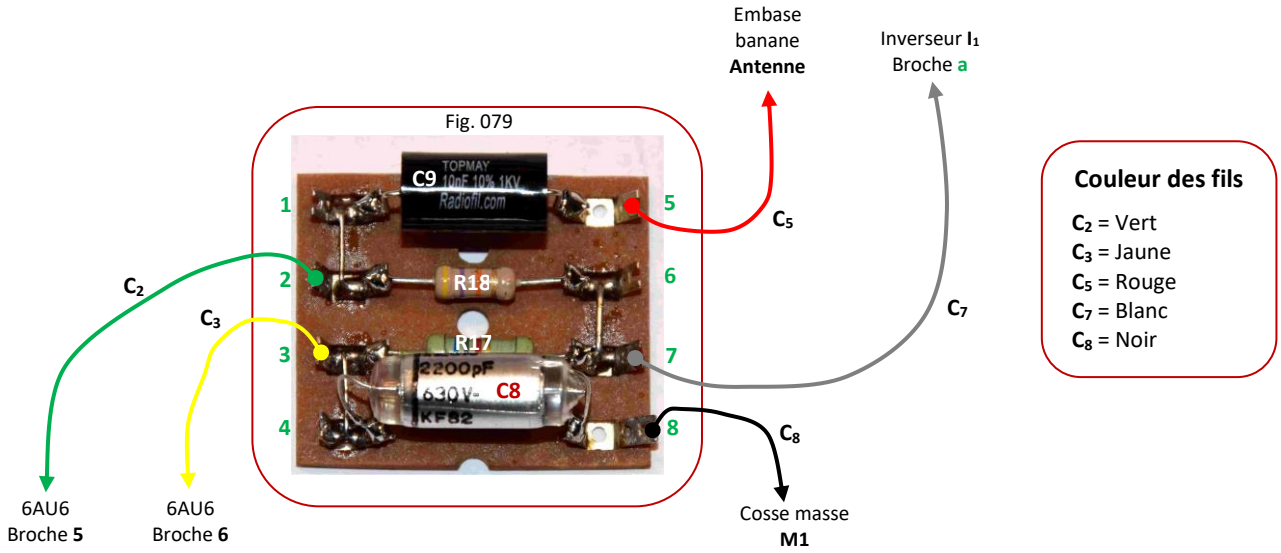
Fig. 078



☐ Finalisation de l'étape 3 : câblage des composants sur la barrette relais 2 de l'oscillateur.

Etape 4 : repérage des connexions de la barrette relais 2, vers les différentes destinations.

Fig. 079



☐ Finalisation de l'étape 4 : repérage des connexions vers les différentes destinations.

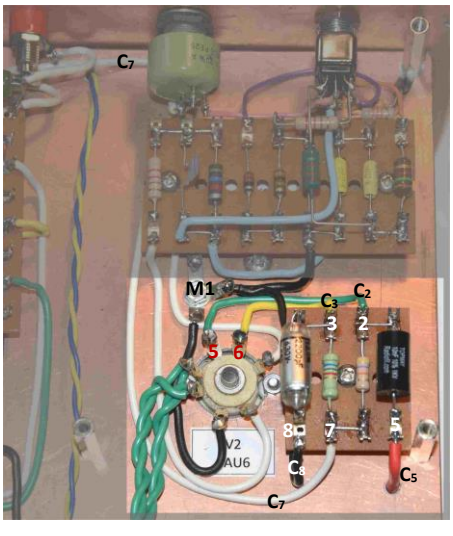
Etape 5 : raccordement des composants de la barrette relais 2 aux éléments du châssis.

Chronologie du câblage :

Suivre la procédure ci-après en regard des figures 079 et 080.

- Repérer et préparer à longueur les fils C_2, C_3, C_7 et C_8,
- Souder le fil C_8 noir, entre la cosse 8 de la barrette relais et la cosse de masse M1, avec le fil B_{13} noir, en attente,
- Souder le fil C_3 jaune, entre la cosse 3 de la barrette relais et la broche 6 du support V2 du tube 6AU6,
- Souder le fil C_2 vert, entre la cosse 2 de la barrette relais et la broche 5 du support V2 du tube 6AU6,
- Souder le fil C_7 blanc, sur la broche a de l'inverseur I_1 (BF / HF) de la FAV, puis le passer au travers du châssis via le trou de passage situé au droit de

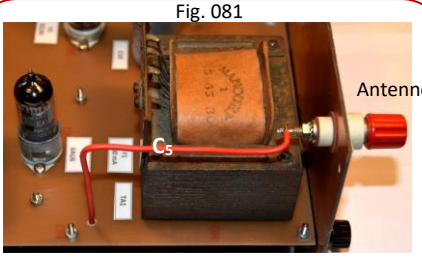
Fig. 080



l'inverseur et le souder sur la cosse 7 de la barrette relais,

- Préparer le fil C_5 rouge, à l'aide d'un fil rigide afin qu'il se maintienne correctement (par exemple un fil d'installation électrique de section 1,5 mm²), de longueur correcte pour rejoindre la barrette relais à l'embase banane « Antenne » située sur la FAR,
- Souder le fil C_5 rouge sur la cosse 5 de la barrette relais, le passer vers la face supérieure du châssis via le trou de passage situé à proximité de la cosse 5 (Fig. 081), lui donner la forme adéquate pour rejoindre proprement l'embase banane et le souder sur cette dernière.

Fig. 081



☐ Finalisation de l'étape 5 : raccordement des composants de la barrette relais 2 aux éléments du châssis.

IV.3 – Contrôle du câblage de la section oscillateur

Etape 1 : opérations de contrôles visuels

Le câblage de la section « Oscillateur » est terminé.
Avant de mettre l'équipement sous tension, il est conseillé d'effectuer un contrôle minutieux du câblage, certaines erreurs pouvant s'avérer destructrices pour quelques composants, d'autres pouvant remettre en cause la sécurité électrique du montage.
Le plus fastidieux, mais le plus efficace, consiste à reprendre cette procédure depuis le début de la section 3 (page 27) et contrôler pas à pas que tout est correct.
Effectuer au minimum, les opérations suivantes :

- Le sens de placement et de câblage de la barrette 1 de l'oscillateur : l'inductance L3 de 1 500 µH est placée côté bord extérieur du châssis,
- Le sens de placement et de câblage de la barrette 2 de l'oscillateur : le condensateur C8 de 10 nF est placé côté bord extérieur du châssis,
- Procéder ensuite au contrôle des fils câblés sur le support du tube V2 (6AU6) :
  - Broche 1 : fil blanc B_{18} en provenance de la barrette 1 de l'oscillateur, cosse 18,
  - Broche 2 : fil noir a2 vers la cosse de masse M1,
  - Broches 3 et 4 : fils verts, déjà contrôlés,
  - Broche 5 : fil vert C_2 en provenance de la barrette 2 de l'oscillateur, cosse 2,
  - Broche 6 : fil jaune C_3 en provenance de la barrette 2 de l'oscillateur, cosse 3,
  - Broche 7 : fil blanc a1 en provenance de la broche a du potentiomètre P2.

☐ Finalisation du contrôle visuel du câblage de l'étape 1.

Etape 2 : contrôle électrique, à l'aide du multimètre :
S'assurer que l'équipement n'est pas raccordé au secteur et que le condensateur C10 est bien déchargé.
Le multimètre en position ohmmètre, placer la pointe de touche noire à la masse, via une pince crocodile accrochée au châssis, par exemple.
Placer l'autre pointe de touche (rouge) sur la cosse du condensateur de filtrage HT C10, où sont soudés les deux fils rouges. Mesurer que la résistance est > 100 kΩ. Il est normal que la valeur varie en permanence, car le condensateur se charge au travers du multimètre.

☐ Finalisation du contrôle électrique de l'étape 2.

Etape 3 : contrôle fonctionnel / réglages :

L'oscillateur ne nécessite aucune mise au point ni réglage sous réserve que tous les composants soient aux bonnes valeurs (à ±10 %). Le fonctionnement doit être OK dès la première mise sous tension.

A ce niveau, on considère que toutes les étapes des contrôles de l'amplificateur BF (page 25) ont été passées avec succès. Procéder ensuite comme suit :

- Placer l'équipement FAV vers soi,
- Mettre en place sur son support V2, le tube 6AU6,
- S'assurer que le potentiomètre de volume est bien à l'arrêt,
- Afin de contrôler et de surveiller la valeur de la HT, raccorder le multimètre en position V DC avec :
  - Pointe de touche noire à la masse du châssis (accrochée à l'aide d'une pince crocodile),
  - Pointe de touche rouge accrochée à l'aide d'un grip-fil ou d'une pince crocodile isolée sur la cosse A du TS (fil rouge).
- Raccorder une source sonore sur les entrées RCA / Cinch de l'équipement,
- Raccorder une enceinte acoustique sur les embases bananes de sortie HP de la FAV,
- Raccorder un fil de quelques mètres sur la borne « Antenne » située en FAR et le déployer si possible libre de tout corps métallique,
- Raccorder et mettre en service un récepteur PO / GO : le caler en milieu de bande sur PO (vers 1 MHz),
- Bancher le câble secteur de l'émetteur au réseau,
- Actionner l'inverseur **I_1** de la FAV sur la position BF,
- Actionner l'inverseur **I_2** de la FAV sur la position PO,
- Actionner l'interrupteur sur Marche et augmenter le volume au 1/3 environ,
- Constater que quasi immédiatement le multimètre indique une valeur de HT d'environ 320 à 360 V (les tubes ECL82 et 6AU6 sont encore froids, ils ne consomment donc rien, la HT n'est alors pas chargée),
- Après quelques secondes la valeur de la HT baisse sensiblement et se stabilise autour de 200 à 230 V,
- Lorsque la HT est stable, le son de la source sonore doit être entendu dans l'enceinte,
- Si c'est le cas, actionner l'inverseur **I_2** de la FAV sur la position HF,
- Constater que la valeur de la HT n'a quasiment pas changé,
- Actionner lentement la commande du CV jusqu'à entendre le son émis dans le récepteur (position quasi centrale du CV),
- Si aucune porteuse n'est détectée, régler le potentiomètre de linéarité situé en FAV, à partir de la position 0 (à fond sur la gauche) en le tournant sur la droite d'une dizaine de degrés, puis actionner lentement la commande du CV, jusqu'à ce que l'émetteur soit capté par le récepteur ; si aucune réception détectée, poursuivre d'une dizaine de degrés et tourner lentement CV1, etc.
  Voir chapitre suivant IV.4 (page 36), une méthodologie d'optimisations pour le réglage de la linéarité via le potentiomètre P2.
- Une fois l'émetteur détecté par le récepteur, ajuster le potentiomètre de volume d'entrée BF pour obtenir un niveau de modulation comparable à ceux des stations de radiodiffusion de la bande,
- Caler ensuite le récepteur en milieu de la bande des GO, en évitant les stations encore existantes,
- Actionner l'inverseur **I_2** de la FAV sur la position GO,
- Actionner lentement la commande du CV de l'émetteur jusqu'à détection dans le récepteur,
- En cas de silence, procéder de la même façon qu'en PO avec la commande du potentiomètre de linéarité,
- Compléter les contrôles en PO et GO pour vérifier que la totalité de chaque bande est quasiment couverte par l'émetteur.

☐ Finalisation du contrôle fonctionnel et des réglages de l'étape 3.

Si, malgré les contrôles OK, aucune émission n'est détectée dans le récepteur (ou seulement sur une gamme d'onde) ou si la qualité du son est très mauvaise, voir le chapitre V – Dysfonctionnement, aide au diagnostic, page 36 pour une aide au diagnostic.

IV.4 – Ajustage précis de la réaction / linéarité de l'oscillateur

Le potentiomètre nommé « linéarité » permet de déterminer le point de fonctionnement le plus optimisé de l'oscillateur, pour obtenir une forme d'onde la plus sinusoïdale possible.
Ce réglage ne peut pas être le même pour tous, car il est assujetti à la valeur des composants déterminée par leur état et leur tolérance, auxquels on ajoute les capacités parasites imputables au câblage, la valeur de la HT et le facteur de qualité des inductances.
La méthode la plus simple et la plus rapide consiste à utiliser un oscilloscope… Mais ce projet prévoit que l'amateur ne dispose que d'un multimètre. Alors une méthodologie a été identifiée aussi avec un simple voltmètre.

1 / A l'aide d'un oscilloscope :
Raccorder la sonde dans la position de l'atténuateur 1:10 enclenché, (afin de ne pas charger la sortie de l'émetteur) sur la sortie antenne.
Calibre : AC - 2 V / division

- Mettre l'émetteur en fonction en GO, le CV au milieu de la bande,
- Regarder la forme du signal et ajuster pour obtenir une sinusoïde régulière,
- Balayer la bande complète avec le CV et s'assurer que le signal reste correct,
- Repérer la position idéale sur le potentiomètre,
- Répéter l'opération en PO,
- On doit pouvoir identifier une plage commune de réglage sur le potentiomètre satisfaisant à la fois la bande PO et la bande GO ; dans le cas contraire, effectuer 2 repères distincts.

2 / A l'aide d'un multimètre :
Emetteur à l'arrêt, condensateur C10 déchargé, procéder comme suit :

- Placer le multimètre en mode Volt DC,
- Placer l'émetteur de façon à avoir accès au châssis, côté composants,
- Placer la pointe de touche noire (négatif) sur un point de masse du châssis à l'aide d'une pince crocodile,
- Accrocher la pointe de touche rouge (positif) sur la broche 7 (cathode) du tube V2 de l'oscillateur (6AU6) à l'aide d'un grip-fil ou d'une pince crocodile isolée (Fig. 082),

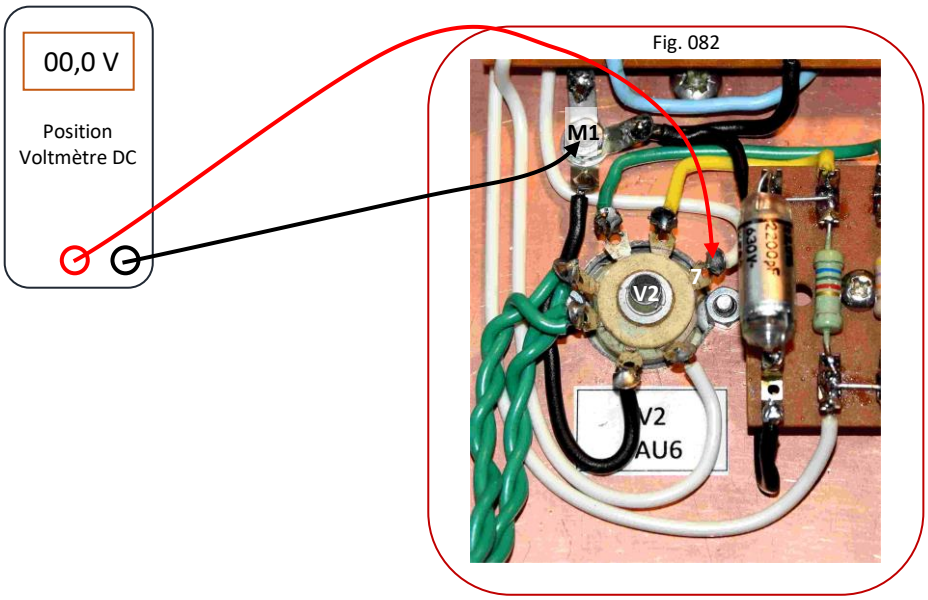
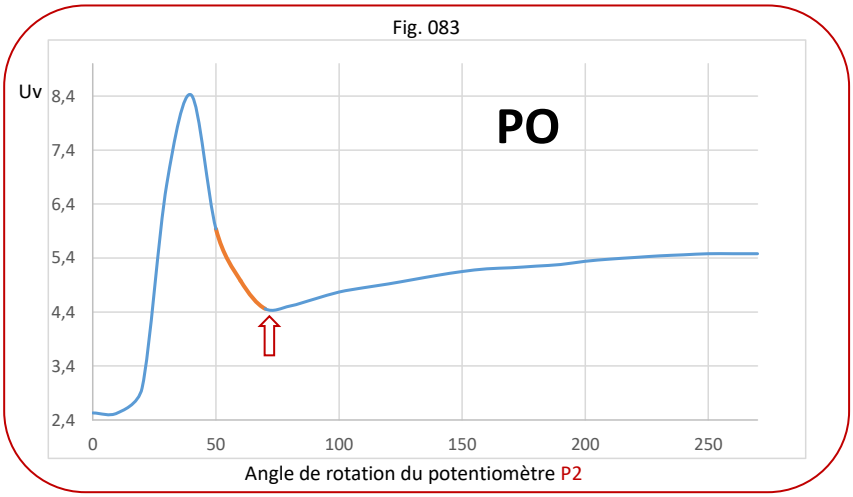


Fig. 082

- Mettre l'émetteur sous tension,
- Attendre quelques minutes que l'émetteur atteigne une température optimum de fonctionnement, donc une stabilité pérenne,
- Placer le sélecteur de gamme sur PO,
- Placer le bouton de commande du CV en position médiane (mi-course),
- Placer le potentiomètre P2 de linéarité sur la position 0 (tourner à fond vers la gauche, sens antihoraire) [1],
- Le multimètre doit indiquer une tension inférieure à 3 V (environ) [2],
- Noter la valeur exacte de la tension relevée sur cette position de P2,

- Tourner ensuite pas à pas le potentiomètre (par cran d'environ 10°) et relever les valeurs indiquées par le voltmètre,
- On doit observer une forme de progression des valeurs mesurées en fonction de l'angle d'ouverture de P2, suivant une courbe similaire à celle représentée figure 83,

Fig. 083



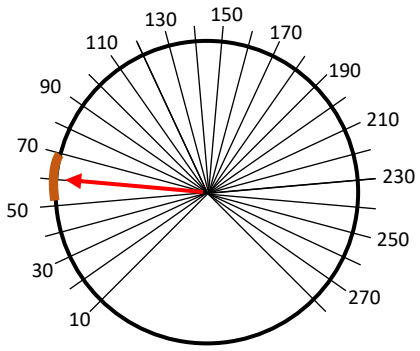
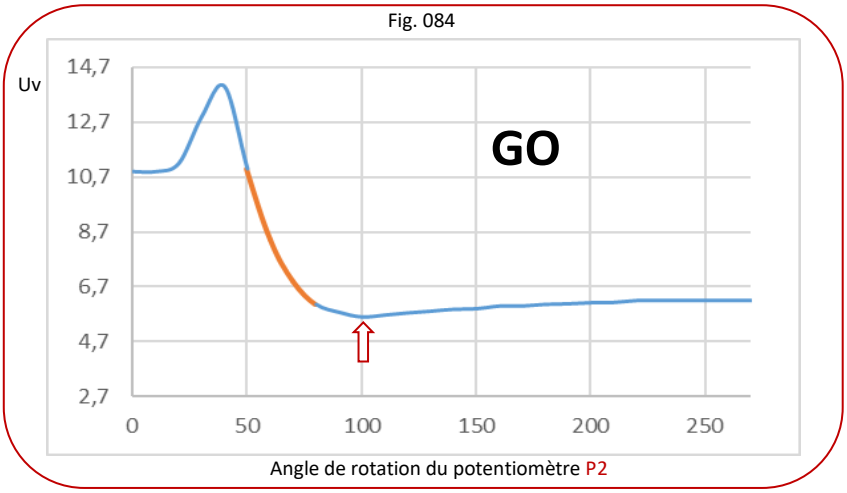


Fig. 084



- Lorsque les différentes valeurs sont repérées, on déterminera celles qui correspondent à la section en surligné marron de la courbe. C'est dans cette plage que la sinusoïde est la plus régulière.
- Repérer cette plage sur P2,
- Contrôler, en actionnant le CV, que l'émission est toujours constante sur toute la gamme, sinon décaler légèrement P2 au sein de cette plage et repérer la position idéale,
- Placer le sélecteur en GO et recommencer l'opération suivant la même méthodologie,
- Repérer ensuite la plage, puis la position idéale pour la bande des GO.

On doit pouvoir identifier une position commune pour les PO et les GO, ce qui évite de retoucher ce réglage pendant l'exploitation de l'émetteur.
Par ailleurs, ces repères sont définitifs car l'oscillateur est suffisamment stable dans le temps. Il sera donc inutile d'y revenir lors d'une mise en service ultérieure.

Pour ceux que les courbes rebutent, une méthode encore plus simple :

- Potentiomètre à zéro, repérer la valeur de la tension,
- Tourner le potentiomètre lentement jusqu'à observer le pic (valeur la plus élevée) de la tension,
- Continuer à tourner lentement en constatant que la tension redescend rapidement et régulièrement,
- Rechercher finement la valeur de la tension la plus basse, avant la remontée lente de cette dernière (position de la flèche rouge sur chacun des graphes ci avant), ⇧
- Lorsque cette valeur est précisément identifiée :
  - En PO : ajouter 1 V à la valeur mesurée et revenir en sens inverse avec P2 (sens antihoraire) jusqu'à obtenir la valeur calculée (mesure + 1 V), puis noter le repère de la position de P2,
  - En PO : ajouter 2 V à la valeur mesurée et revenir en sens inverse avec P2 (sens antihoraire) jusqu'à obtenir la valeur calculée (mesure + 1 V), puis noter le repère de la position de P2.

Renvois :

(1) On considère que lorsque P2 est dans cette position, la résistance utile est proche de 0 Ω. Ce doit être le cas si le câblage du potentiomètre a été respecté suivant les indications. Sinon, modifier le câblage en sélectionnant les bonnes broches sur P2, ou raisonner à l'inverse de la méthode de réglage en plaçant le potentiomètre à fond à droite (sens horaire) pour démarrer la procédure.

(2) Toutes les valeurs indiquées et les graphes ont été relevés sur le modèle, avec un tube 6AU6 neuf et avec une HT de 210 V. Il n'est pas anormal que les valeurs diffèrent d'un montage à l'autre, mais la forme de la courbe, donc le raisonnement de la procédure de réglage, reste valide dans tous les cas.

V – Dysfonctionnements, aide au diagnostic

Les dysfonctionnements possibles sont imputables soit à une erreur de câblage, soit à un composant défectueux, notamment les tubes électroniques dont les performances pourraient avoir été altérées lors d'une précédente vie…
Le montage en lui-même est très stable, c'est pourquoi, il est nécessaire de bien contrôler ces deux points.

Au niveau du câblage, les erreurs les plus fréquentes :

- Inversion du sens de comptage des broches des supports des tubes électroniques, ou erreur partielle d'affectation des broches,
  → Effectuer un contrôle systématique de la destination de chaque fil de chaque broche des supports des tubes ECL82 et 6AU6, ICI (page 26) pour l'amplificateur et ICI (page 34), pour l'oscillateur.

- Mauvaise affectation des fils de liaison sur les cosses des barrettes relais supportant les composants passifs,
  → Effectuer un contrôle systématique de la destination de l'ensemble des fils raccordés sur chacune des 4 barrettes relais :
  - ✓ ICI (page 15), pour le préamplificateur BF,
  - ✓ ICI (page 20), pour l'amplificateur BF,
  - ✓ ICI (page 30), pour la section 1 de l'oscillateur,
  - ✓ ICI (page 33), pour la section 2 de l'oscillateur.

- Soudure approximative ou défaillante (les soudures doivent avoir un aspect brillant et non terne).
  → Contrôler visuellement qu'aucune soudure ne semble terne, pâteuse et non régulière. Dans le doute, reprendre celles identifiées comme douteuses.

Au niveau des composants, les erreurs les plus fréquentes :

- Erreur d'identification des valeurs des résistances, par mauvaise application du code des couleurs ou ambiguïté sur l'identification d'une couleur,
  → Il n'est pas rare que des résistances anciennes ou de récupération aient les couleurs ternies ou passées soit par l'usure du temps, soit par des échauffements réguliers et permanents. Ainsi le « Marron » se transforme en « Rouge », ou inversement et le « Jaune » en « Orange », etc.
  La précaution initiale consiste à contrôler (à l'aide du multimètre en position ohmmètre) toutes les valeurs des résistances, avant le montage, comme indiqué ICI (page 15).

- Erreur dans le sens de câblage des condensateurs chimiques,
  → Il y en a très peu dans ce projet. Effectuer le contrôle des barrettes en fonction des plans et illustrations :

- ✓ ICI (page 15), pour le préamplificateur BF,
- ✓ ICI (page 19), pour l'amplificateur BF,

Une fois l'ensemble de ces vérifications de câblage et d'identification des composants passifs effectuées, si l'équipement ne fonctionne pas correctement, effectuer les contrôles supplémentaires ci-après.

V.1 – La section amplificateur BF

S'assurer que tous les contrôles fonctionnels de l'amplificateur ont bien été effectués, sinon les mettre en œuvre ICI (page 26), avant de poursuivre cette procédure.
En cas de non fonctionnement ou de mauvais fonctionnement persistant, effectuer les contrôles supplémentaires suivants :

- *L'amplificateur est totalement silencieux :*
  → Contrôler la source sonore sur un autre amplificateur,
  → Contrôler l'enceinte acoustique sur un autre amplificateur,
  → Contrôler le câblage des fiches CINCH / RCA à l'entrée : vérifier à l'ohmmètre que les entrées ne sont pas reliées par erreur à la masse,
  → A l'aide d'un tournevis fin à la tige métallique, toucher la cosse 11 de la barrette du préamplificateur ICI (page 15). Un ronflement doit être entendu dans l'enceinte (potentiomètre de volume à mi-course ou plus),
    → Si oui revoir le câblage entre cette broche et les entrées RCA,
    → Si non, contrôler que l'âme du câble blindé qui rejoint la cosse 11 de cette barrette à la broche 1 du support de l'ECL82 n'est pas en court-circuit avec la tresse de masse (fréquent lors des opérations de soudure, si le fer s'attarde trop sur le fil),
  → A l'aide du multimètre en position Volt DC, contrôler les tensions suivantes sur les broches du support du tube ECL82 :
    → La pointe de touche noire (négatif) est accrochée au châssis via une pince crocodile,
    → On place une main derrière le dos, danger présence de HT,
    → On contrôle les valeurs des tensions suivantes [1] :
      - Broche 1 - G_1 triode : 0 V
      - Broche 2 - K pentode : environ + 13 V
      - Broche 3 - G_1 pentode : environ 0 V
      - Broche 6 - A pentode : environ + 195 V
      - Broche 7 - G_2 pentode : environ + 190 V
      - Broche 8 - K triode : environ + 1,5 V
      - Broche 9 - A triode : environ + 90 V

  Si les tensions sont très éloignées de ces valeurs, il est probable que le tube ECL82 soit défaillant. Mais avant d'effectuer un remplacement, contrôler le câblage du transformateur de sortie (TS) et vérifier qu'un des enroulements n'est pas coupé !
    → Procédure de contrôle du TS : ICI (page 22).
  → Contrôler le câblage de l'inverseur **I1** (HF / BF) : la sortie vers les embases bananes HP est gérée par cette commande et un câblage inversé de **I1** impose le silence à l'amplificateur.

- *L'amplificateur fonctionne mais le son est très mauvais :*
  → Si le son est entaché d'un fort ronflement :
    → Contrôler l'alimentation HT (filtrage C10) en prenant les précautions d'usage.
    Procédure de contrôle de l'alimentation HT : ICI (page 10),
    → Contrôler que la tresse du câble blindé reliant la cosse 11 de la barrette relais du préamplificateur à la broche 1 du support du tune ECL82 est bien raccordée sur la cosse de masse M du côté du support du tube : voir ICI (page 17).
  → Si le son est entaché de sifflements ou qu'il est déformé par de fortes distorsions, le raccordement des deux cosses de sortie de l'enroulement du secondaire du TS est probablement inversé, ce qui

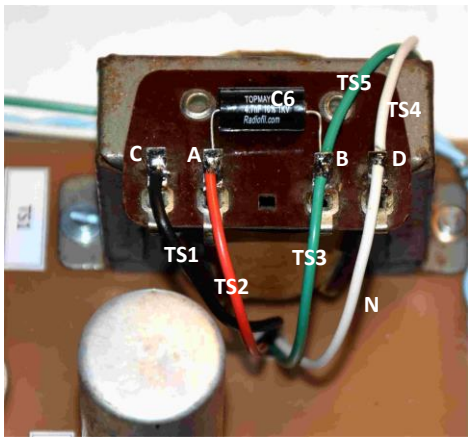
transforme le signal de contre-réaction en signal de réaction en provoquant des accrochages et désagréments sonores divers et variés…

Dans ce cas agir comme suit, d'après la Fig. 085 montrant le câblage « standard » du TS.

→ Dessouder les fils blancs TS4 et N de la cosse D du TS,
→ Dessouder le fil noir TS1 de la cosse C du TS,

→ Ressouder les fils blancs TS4 et N, sur la cosse **C** du TS,
→ Ressouder le fil noir TS1 sur la cosse **D** du TS,

Fig. 085



Le câblage est ainsi inversé et la contre-réaction retrouve sa mission initiale.

V.2 – La section oscillateur

S'assurer que tous les contrôles fonctionnels de l'oscillateur ont bien été effectués, sinon les mettre en œuvre ICI (page 35), avant de poursuivre cette procédure.
En cas de non fonctionnement ou de mauvais fonctionnement persistant, effectuer les contrôles supplémentaires suivants :

→ Contrôler que l'antenne raccordée à l'émetteur est bien déployée (un fil isolé, de quelques mètres de longueur), de préférence éloignée de toute masse métallique,
→ Contrôler que le récepteur est bien équipé d'une antenne avec une réelle proximité avec celle de l'émetteur. Une antenne extérieure n'est pas une bonne idée pour effectuer ce type de diagnostic. Raccorder plutôt un fil d'antenne sur le récepteur, constitué d'un fil isolé pouvant se situer à quelques dizaines de centimètres de l'antenne de l'émetteur,
→ Contrôler que le récepteur est bien fonctionnel sur la gamme d'ondes du test : réception d'autres stations, par exemple,
→ Contrôler que l'inverseur **I1** HF / BF de l'émetteur est bien en position HF,
→ Contrôler que l'inverseur **I2** PO / GO de l'émetteur est bien positionné sur la même gamme d'ondes que celle du récepteur,
→ Contrôler que le potentiomètre « Linéarité HF » de l'émetteur a été correctement ajusté : sinon suivre exactement la procédure décrite ICI (page 36)
→ A l'aide du multimètre en position Volt DC, contrôler les tensions suivantes sur les broches du support du tube 6AU6, après avoir placé l'inverseur **I2** sur la position GO :
→ La pointe de touche noire (négatif) est accrochée au châssis via une pince crocodile,
→ On place une main derrière le dos, danger présence de HT,
→ On contrôle les valeurs des tensions suivantes [1] :

- Broche 1 - G_1 : environ 0 V (attention, la sonde du multimètre peut faire « décrocher » l'oscillateur)
- Broche 2 - G_3 : 0 V
- Broche 5 - A : environ + 150 V
- Broche 6 - G_2 : environ + 170 V
- Broche 7 - K : environ + 8 V (suivant la position du potentiomètre de linéarité).

Si les tensions sont très éloignées de ces valeurs, il est possible que le tube 6AU6 soit défaillant ou qu'un composant lié à l'entretien de l'oscillation soit HS ou mal câblé.

Procéder à un contrôle minutieux du condensateur variable CV1.
→ Dessouder provisoirement le fil de raccordement du CV de la cosse 16 de la barrette relais n°1 de l'oscillateur, voir ICI (page 30),

→ A l'aide du multimètre en position ohmmètre, contrôler qu'aucun court-circuit n'est présent en sortie, imputable à une ou plusieurs lames touchant l'armature du condensateur. Effectuer ce contrôle en tournant lentement la commande du CV sur toute la plage de déplacement de ce dernier.
Voir **ICI** (page 28) le repérage des cosses de raccordement du CV.

Renvoi :

(1) Les valeurs des tensions mesurées sont données à titre indicatif et peuvent différer de 10 à 20% en fonction :
- ✓ De la valeur de la HT (mesures indiquées avec une HT de 210 V) ; si la valeur de la HT est plus importante, il est normal de mesurer des valeurs plus élevées que celles indiquées ici et inversement si la valeur de la HT est plus faible que la référence prise en compte dans le projet,
- ✓ De la tolérance des composants passifs,
- ✓ De l'état d'usure du tube.

VI – Et si c'était à refaire

Cette notice de câblage a été rédigée au fil de la réalisation de l'équipement.
S'agissant d'un projet communautaire, des versions intermédiaires ont été publiées à chaque grande étape sur les forums doctsf.com et retro-forum.com.
Chacun a pu amender, compléter, corriger ce document afin qu'il soit le plus précis mais aussi le plus clair possible, notamment en direction des amateurs novices.
Pour autant, des suggestions pertinentes, des rappels à la normalisation, des signalements d'erreurs ont pu me parvenir après que les opérations de câblage, de prise de clichés et de rédaction aient été réalisées.
Chaque fois que possible, les remarques ont été portées sur le châssis et/ou dans la documentation. Mais parfois, elles nécessitaient des opérations complexes de reprise du câblage de l'équipement « modèle » pour une prise en compte d'un élément mineur ne remettant pas en cause la fonctionnalité ou la sécurité.
Dans ce contexte, il a été ajouté des renvois vers les paragraphes suivants, afin d'avertir l'amateur qu'il peut faire mieux que le modèle en prenant en compte ces remarques avant de commencer le câblage de l'étape concernée.

VI.1 – Câblage des fils secteur : couleurs normalisées

Neutre : la normalisation impose l'emploi d'un fil bleu. Dans le projet « modèle », le fil employé est jaune.
Phase : la normalisation impose l'emploi d'un fil rouge ou marron ou noir ou violet. Dans le projet il est bleu clair.
Terre : la normalisation impose un fil jaune/vert. Dans le projet il est jaune/vert aussi pour la distribution des masses des tensions alternatives et de la terre.
Le conseil : se conformer si possible aux couleurs normalisées. Notamment éviter d'employer un fil bleu pour véhiculer le secteur entre la fiche secteur et l'interrupteur situé sur le potentiomètre.

VI.2 – Câblage des fils du montage : couleurs recommandées

Pour ceux qui souhaiteraient rester en accord avec les recommandations, la liste des principales couleurs recommandées pour le câblage de ce genre d'équipement (Le « modèle » en respecte quelques-unes, en fonction du stock disponible) :
Masse : Noir
Filaments et tensions alternatives : chiné
Positif HT : rouge
HT non filtrée : jaune
Anodes (plaques) : bleu
Grilles : vert
Grilles écrans : marron

VI.3 – Préférence pour un interrupteur secteur séparé du potentiomètre

La récupération d'un potentiomètre avec interrupteur secteur incorporé, comme cela se pratiquait à l'époque de la TSF à lampes est une fausse bonne idée.
Hors respecter une certaine nostalgie ou nécessité de récupérer un composant manquant, cette solution présente quelques inconvénients :

- La sécurité est malmenée par le fait de véhiculer la tension du réseau secteur là où elle n'a pas grand-chose à y faire… Donc attention en approchant les doigts du potentiomètre lorsque l'émetteur est sous tension,
- L'interrupteur est souvent défaillant ou oppose une légère résistance électrique imputable au vieillissement des contacts et/ou aux diverses oxydations des contacts, ce qui peut se traduire par un échauffement anormal du potentiomètre, voire l'éclatement du corps de ce dernier (expérience vécue sur le prototype de l'émetteur !),
- Promener la tension secteur à proximité des liaisons audio ne va pas dans le sens d'une protection de l'amplificateur contre les rayonnements du 50 Hz ! Et le potentiomètre s'occupe justement du régale du niveau sonore.

Si possible, on préférera un interrupteur Marche / Arrêt indépendant, consacré exclusivement à cette fonction.
Afin de ne pas remettre en cause le dessin de la face avant et pour éviter de véhiculer un câble secteur vers cette FAV, on aura tout à gagner à placer cet interrupteur en FAR à proximité de l'embase CE d'entrée du réseau secteur.
Si on opte pour cette solution, alors, on en profitera pour monter un potentiomètre sans interrupteur et de valeur plus basse que 1 MΩ. En effet, il n'y a pas d'intérêt à conserver une impédance d'entrée élevée pour ce montage, sachant que toutes les sources BF modernes (ou pas) ont quasiment toutes des impédances de sortie inférieures à 5 kΩ et généralement même inférieures à 500 Ω.
Abaisser la valeur de ce potentiomètre permet d'éviter encore une fois de « capter » du 50 Hz et autres signaux indésirables, lorsque l'entrée de l'amplificateur n'est pas raccordée.
Par précaution on gardera un facteur 10, soit 50 kΩ et pour être totalement universel, une valeur de 100 kΩ pour le potentiomètre s'avérera idéale et n'obligera pas à revoir les valeurs des 2 résistances de sommation des canaux G et D.

VI.4 – Monter un TS plus performant

Le transformateur de sortie utilisé dans le projet est un modèle de récupération qui convient très bien pour charger l'anode de la pentode de l'ECL82, montée en modulatrice de l'émetteur.
Lorsqu'on bascule en mode « amplificateur BF » les mesures montrent un taux de distorsion d'environ 2 %, ce qui est tout à fait raisonnable pour un petit amplificateur d'appoint et de contrôle. Mais pour l'amateur plus exigeant, il est possible de descendre ce taux en dessous de 1% avec un TS plus adapté et plus performant.
Le modèle commercialisé par la boutique de Radiofil sous la référence PM (pour Petit Modèle) a été testé sur l'équipement et donne de très bons résultats.

Dans ce cas, il suffira de raccorder l'enroulement du primaire entre les cosses 0 et 4 500 Ω et le secondaire au choix, suivant le type d'enceinte raccordée : entre 0 et 2,5 Ω ou entre 0 et 5 Ω (Fig. 086).

Fig. 086

Fin du document.