

Instructions de montage SIMPLIFIÉES du kit PA 5W HF

1. Introduction

Ceci est un kit d'amplificateur de puissance (PA) pour les modes CW ou FSK. La puissance de sortie est d'environ 5 W au milieu de la gamme de fréquences HF, en utilisant une alimentation 13,8 V. Un seul MOSFET IRF510 bon marché est le dispositif d'amplification. Une caractéristique inhabituelle de ce PA est l'installation intégrée pour la mise en forme de l'enveloppe, qui peut créer une forme d'enveloppe de codage en cosinus surélevé précise. Cela réduit considérablement le nombre de clics lors de l'utilisation de modes activés/désactivés tels que la CW ou du début/à la fin d'une transmission en mode FSK.

Je recommande fortement de construire le kit complet comme décrit dans les instructions de montage. Le kit comprend un modulateur de puissance à composants discrets (régulateur de tension) contrôlé par un convertisseur analogique numérique R-2R 8 bits et permettant à un microcontrôleur externe de contrôler l'amplitude de la sortie en chargeant le registre à décalage 8 bits intégré en utilisant trois signaux E/S et créer ainsi la forme en cosinus surélevé.

Ces instructions concernent un assemblage simplifié du kit PA, qui omet la mise en forme de l'enveloppe en cosinus surélevé ou le modulateur de puissance avec limitation du courant de repliement. Il est plus facile de construire de cette façon, mais la fonctionnalité est moindre.

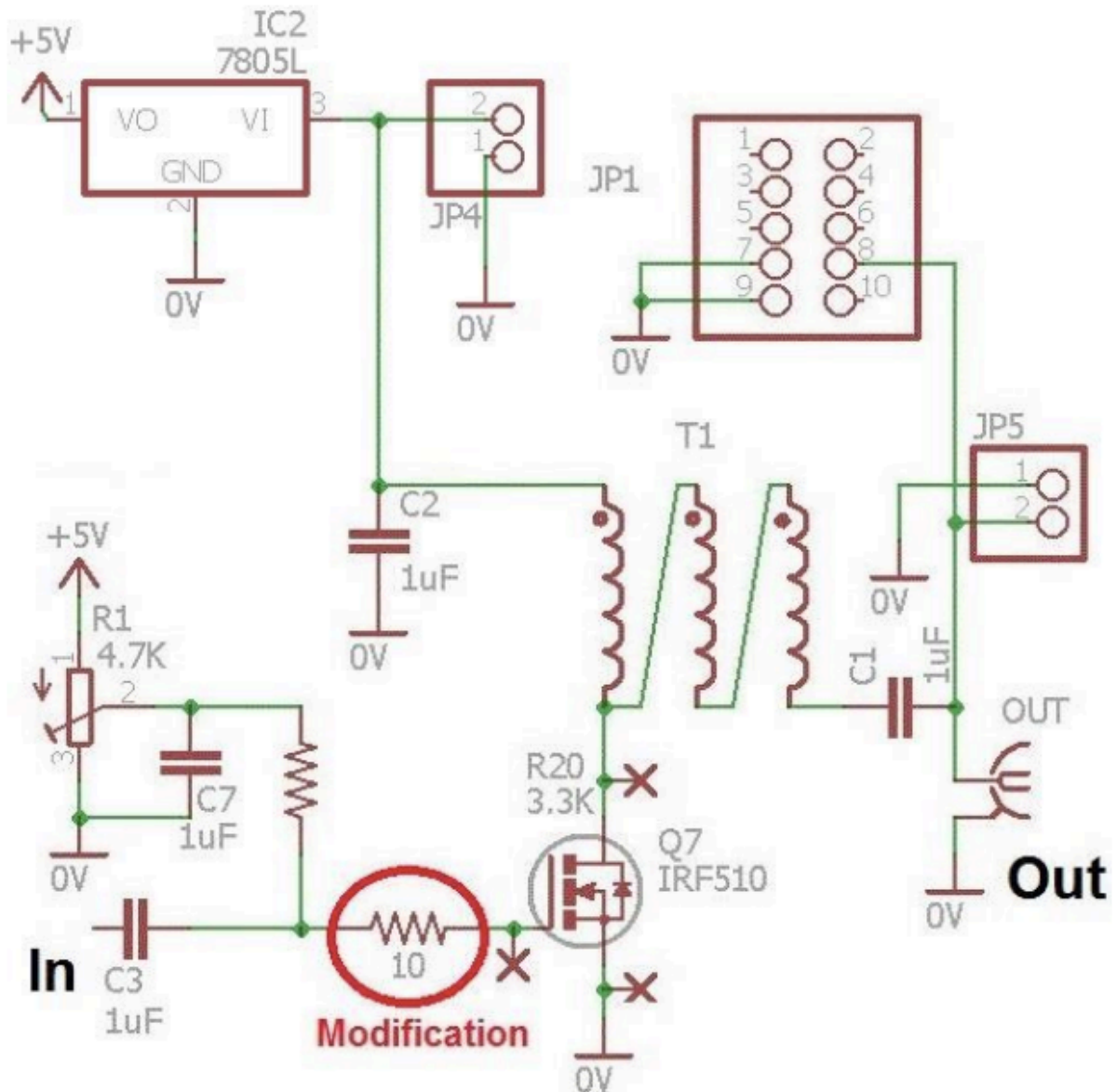
Le kit a un PCB de taille 80 x 37 mm, de la même taille que les autres modules QRP Labs tels que le kit émetteur Ultimate3S QRSS / WSPR, le kit VFO et le kit LPF à commutation par relais.

Il est donc physiquement (aussi bien qu'électriquement) compatible avec les autres kits QRP Labs et peut être boulonné derrière eux dans le fameux sandwich PCB. Ce PA peut également être utilisé avec vos propres projets faits maison. Le PCB a de la place pour les connecteurs SMA (non fournis par défaut avec le kit), si vous souhaitez utiliser des câbles SMA.

Le kit PA doit toujours être suivi d'un filtre passe-bas pour atténuer les harmoniques indésirables de l'émetteur, comme d'habitude pour les amplificateurs de puissance RF.

Effectuez un inventaire des composants en fonction de la liste de pièces pour vous assurer que tous les composants requis sont présents. Rappelez-vous qu'il y aura beaucoup de composants excédentaires qui ne seront requis que pour la version complète et ne seront pas utilisés ici. Lisez d'abord les instructions de montage avant de commencer l'assemblage, comprenez tout, puis lancez-vous enfin dans l'assemblage en suivant toutes les étapes avec soin!

Le schéma suivant montre le schéma du circuit simplifié de ce PA HF.
 Ce diagramme inclut une modification de résistance de 10 ohms fortement recommandée et sera décrite plus loin dans ce document.



2. Liste de pièces

Les parties non utilisées sont colorées en gris - elles ne sont utilisées que dans l'assemblage complet.

Résistances

R27	0,33 ohms, résistance de 2 watts
(Aucune)	résistance de 10 ohms
R2, R19	15K (2 pièces)
R4..R10, R28	résistance de 1,1K (8 pièces)
R3, R11..R18,	résistance 24 2.2K (10 pièces)
R20, R22	3.3K résistance (1 pièce utilisée, 1 pièce non utilisée)
R21, R30	330 ohms (2 pièces)

Résistance R23	8.2K
Résistance R29	47K
R1	4.7K résistance potentiomètre ajustable
Résistance R26	3.3K (non fournie)
R25	4.7K résistance potentiomètre tondeuse (non fournie)

Condensateurs

C1, 2, 3, 7, 8	Condensateur 1uF (5 pièces)
C5, 6	Condensateur 1uF (2 pièces)
C4	Condensateur 1nF

Semi-conducteurs

IC1	74HC595 Registre à décalage à 8 bits, boîtier DIP à 16 broches
IC2	7805L régulateur 5V, boîtier TO92
Q3, Q4	transistor 2N3904 NPN, boîtier TO92
Q1, 2, 6, 8	transistor PNP 2N3906, boîtier TO92
Q5	transistor de puissance 2SC4242 NPN, boîtier TO220
Q7	MOSFET de puissance à canal N IRF510, boîtier TO220
Q9	MOSFET à canal N BS170, boîtier TO220

Divers

Prise 16 broches	Prise DIP à 16 broches pour IC1
Entête à 10 broches	Entête 10 broches de 0,1 pouce
Dissipateur	Dissipateur thermique et broches de 65 mm de long
Ensembles d'isolation pour les transistors TO220	Plaquettes isolantes en caoutchouc silicone + 2 rondelles
Boulon et écrou	M12 de 12 mm de long et écrou assorti
FT50-43	Tore FT50-43
Fil	100cm de fil de diamètre 0.33mm
PCB	Circuit imprimé de carte 80 x 37mm (carte PCB)

Explication théorique du circuit

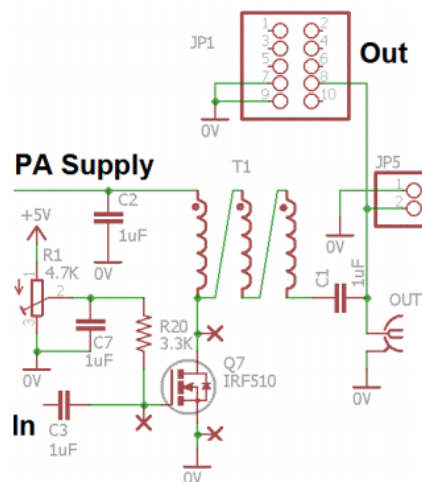
Le dispositif d'amplification choisi est le MOSFET IRF510. Il est peu coûteux, robuste, facilement capable de gérer les besoins en énergie et dans un package TO220 pratique. D'autre part, l'IRF510 possède une capacité de grille élevée. Il est à l'origine conçu comme un commutateur pour les alimentations à découpage et d'autres exigences de commutation industrielle.

L'utiliser comme amplificateur RF n'était pas l'intention originale du fabricant! Mais ça marche bien en HF, pourtant! La puissance de sortie chute aux fréquences les plus élevées.

Pour cette raison, le circuit imprimé a été conçu pour accepter également le transistor RD15HVF1 (et les dispositifs similaires) destinés et conçus pour les applications RF. Ils fonctionnent très bien jusque dans les bandes VHF, 2m, etc. Si vous souhaitez utiliser ce kit PA pour 6m et 2m, vous pouvez remplacer l'IRF510 fourni par un RD15HVF1 ou un de ses frères et sœurs. Le brochage du RD15HVF1 est différent de celui de l'IRF510. Le circuit imprimé comporte un deuxième jeu de pads correspondant au RD15HVF1.

Le signal RF entrant est couplé à la porte IRF510 via un condensateur 1uF. La grande valeur de 1uF est destinée à aider le PA à bien travailler sur la HF et la MF. Une tension de polarisation CC doit être appliquée à la porte IRF510, celle-ci est fournie par le potentiomètre préréglé 4.7K R1 via la résistance 3.3K R20.

Un transformateur de sortie tri filaire enroulé sur un tore FT50-43 permet une adaptation à la sortie 50 ohms. Il y a des tampons/trous sur le circuit imprimé pour un connecteur SMA en option. Ceci n'est pas fourni dans le kit mais est disponible dans la boutique QRP Labs. Vous pouvez également installer un connecteur SMA sur l'entrée RF du kit PA au lieu de l'en-tête à 2 broches. La sortie RF est également disponible sur l'en-tête à 2 broches JP5 et sur un connecteur JP1 de 2 x 5 broches (non fourni). L'en-tête 2 x 5 broches correspond aux en-têtes de la carte de circuit imprimé Ultimate3S QRSS/WSPR et de la carte de circuit imprimé à commutation par relais à 6 bandes. Cette option peut être utilisée lors de l'utilisation de ce kit PA avec Ultimate3S et est décrit dans la note d'application AN004.



Le kit du PA 5W contient également un régulateur IC de type 5L 78L05, IC2 (également appelé 7805L par certains fabricants). Notez que cela est indiqué sur le schéma de circuit principal mais pas dans le sous-bloc ci-dessus. Ce 5V est utilisé pour la polarisation du PA. Le fait de fournir le régulateur à bord simplifie l'utilisation de ce module de kit PA, car il vous suffit de fournir une seule alimentation PA, par ex. 13,8V. Cependant, ne soyez pas tenté d'alimenter d'autres circuits à partir de cette sortie de régulateur 5V, tels que le kit Ultimate3S ou autre. Le 78L05 est seulement un régulateur de tension de faible puissance et n'a pas de dissipateur thermique.

Le 78L05 est conçu pour un courant d'alimentation maximal de 100 mA.

3. Assemblage

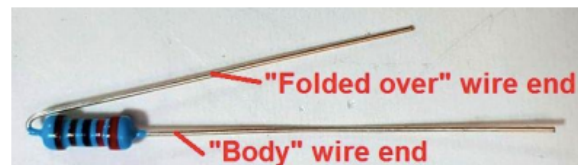
L'assemblage de ce kit est assez simple. Les recommandations habituelles en matière de construction de kits s'appliquent : travaillez dans un endroit bien éclairé, calme et concentré. **Certains des semi-conducteurs du kit sont sensibles aux décharges électrostatiques. Respectez donc les précautions contre les décharges électrostatiques.**

Et suivez les instructions !!

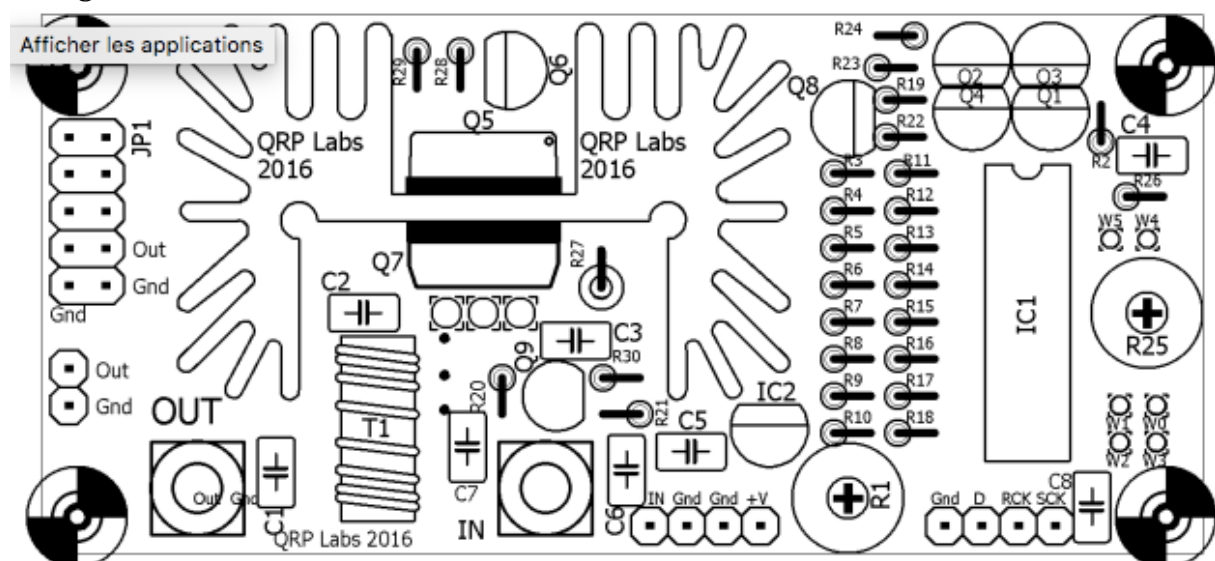
Une loupe de bijoutier est vraiment utile pour inspecter les petits composants et les joints soudés. Vous aurez également besoin d'un fer à souder à pointe fine. Il est bon de prendre l'habitude d'inspecter chaque joint avec la loupe ou la loupe de bijoutier (comme celle que j'utilise), juste après la soudure. De cette façon, vous pouvez facilement identifier les joints secs ou les ponts de soudure avant qu'ils ne deviennent un problème ultérieurement lorsque vous essayez de tester le projet.



Il est toujours préférable de détecter et de corriger les erreurs dès que possible (immédiatement après avoir soudé le composant incorrect). La carte est assez compacte pour s'adapter aux dimensions de carte de circuit imprimé requises de 80 x 37mm. Retirer un composant et le réinstaller plus tard est souvent très difficile!



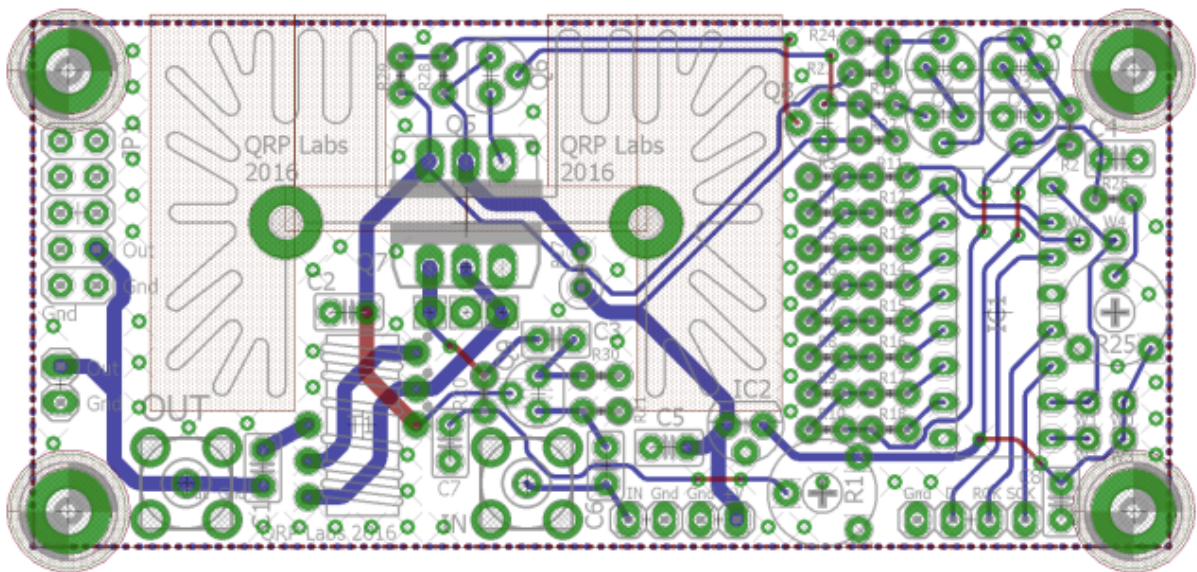
Les résistances du kit sont installées verticalement, car l'espace du circuit imprimé est limité. Il était important de le concevoir sur une carte de circuit imprimé de 80 x 37 mm pour une utilisation potentielle avec d'autres kits QRP Labs tels que le transmetteur Ultimate3S QRSS/WSPR. Vous devrez plier les fils de la résistance comme indiqué sur l'image ci-dessous.



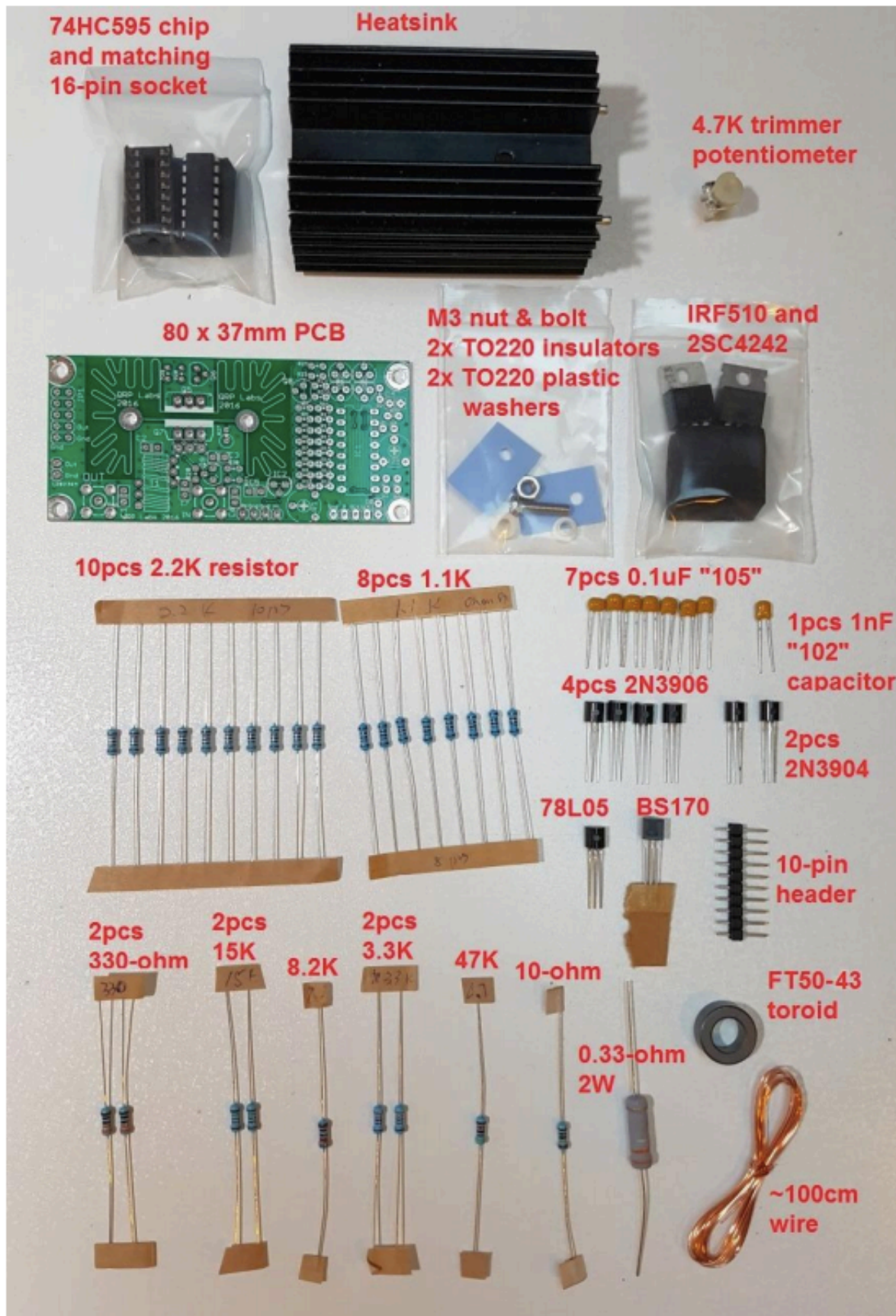
Sur le schéma de disposition des pièces, il y a un petit cercle autour du trou où l'extrémité du corps de la résistance doit être installée. Ce n'est pas critique (les résistances ne se soucient pas de la manière dont elles se trouvent) mais il est recommandé d'essayer de s'assurer que le fil de fer de la résistance ne touche aucun autre fil ou pièce métallique.

Veillez vous reporter au diagramme de disposition et aux diagrammes de pistes PCB ci-dessous, et suivez attentivement les étapes du diagramme de circuit imprimé. Les pistes affichées en BLEU se trouvent sur la couche inférieure. Les pistes affichées en ROUGE sont sur la couche supérieure. Il n'y a que deux couches (rien n'est caché au milieu). Les plans de masse étendus ne sont pas représentés sur ce diagramme. Tout ce qui n'est pas une piste ROUGE sur la couche inférieure est un plan au sol! Les grandes zones du côté supérieur sont également des plans de masse, reliés à la couche inférieure du plan de masse à intervalles fréquents par des **vias**.

Notez que le radiateur n'est pas connecté électriquement à la masse ou à autre chose. La zone située directement sous le radiateur n'a pas de plan de masse sur la couche supérieure. Ceci afin d'éviter que le dissipateur thermique ne raye le masque de vente et ne se connecte à un plan de masse s'il y en avait un. Pour la même raison, il n'y a pas de pistes sur la couche supérieure sous le radiateur. Les languettes métalliques du transistor TO220 ne sont PAS connectées à la masse et sont isolées du dissipateur thermique, tant que le matériel isolant est correctement installé. Le dissipateur lui-même n'est donc relié à rien du tout.

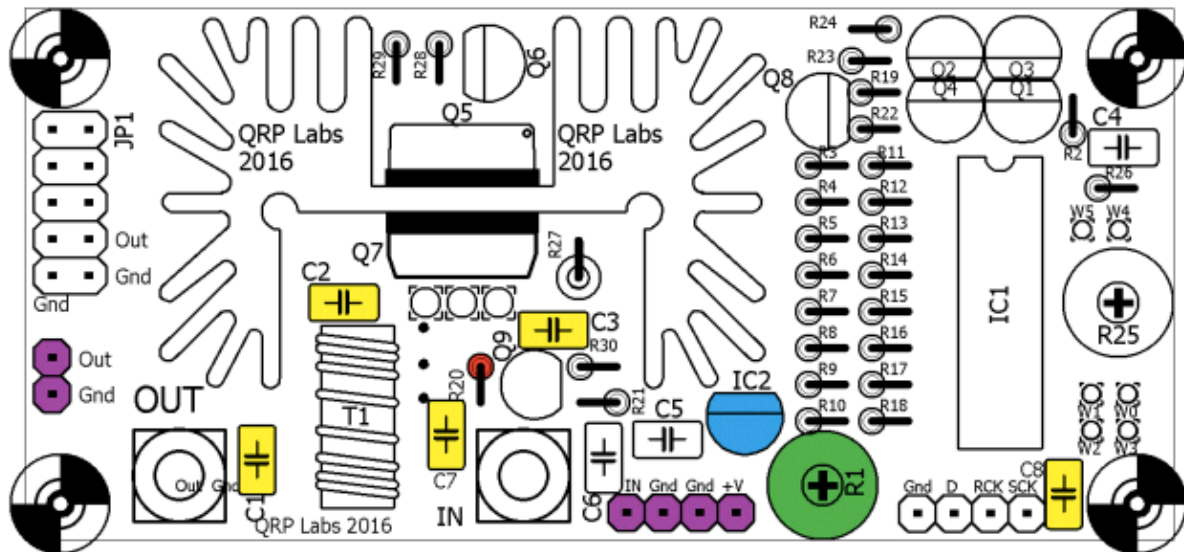


3.1 Inventaire des pièces



3.2 Installer les composants requis

Installez et soudez les composants indiqués dans ce schéma et décrits comme suit.



JAUNE : Les condensateurs C1, C2, C3, C7 et C8 sont des condensateurs 1uF. L'écriture sur le condensateur est "105". Soyez prudent - le kit contient également un condensateur 1nF étiqueté "102" - ne pas les mélanger!

ROUGE : Résistance R20, 3,3 K, avec code couleur avec code couleur orange-orange-noir-marron.

BLEU : régulateur de tension 78L05 IC2. Veillez à installer celui-ci avec la même orientation que la sérigraphie blanche sur le circuit imprimé. Vérifiez également l'étiquette sur le composant - il y a beaucoup de transistors de style TO92 qui ressemblent - ne les mélangez pas!

VERT : Le potentiomètre de préréglage de la polarisation de 4.7K, avec l'étiquette "472".

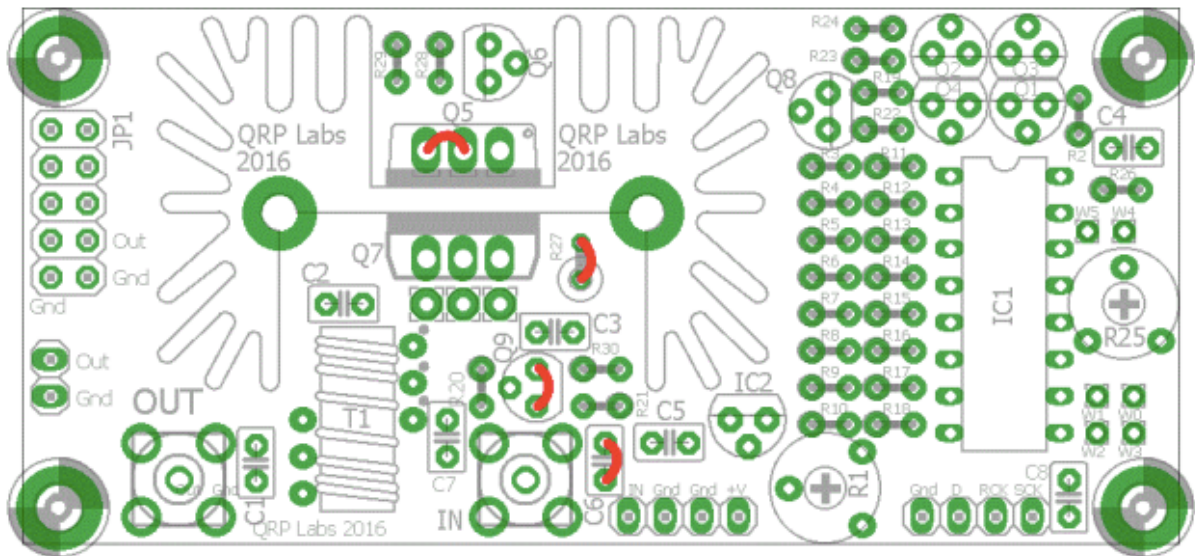
VIOLET : en option, vous pouvez installer des broches d'en-tête. Beaucoup de gens préfèrent souder les fils aux broches de la tête, plutôt que dans les trous. Ou bien vous pouvez souhaiter utiliser des connecteurs à embase. Dans ce cas, retirez une section à 2 broches et une section à 4 broches de l'en-tête à 10 broches fournie et installez-les comme indiqué.

3.3 Installer des fils volants

Les cavaliers sont nécessaires pour contourner le circuit du modulateur de puissance et pour contourner le circuit de la porte de fuite. Ces parties de l'ensemble complet du kit PA ne sont pas prises en compte dans cette version simplifiée.

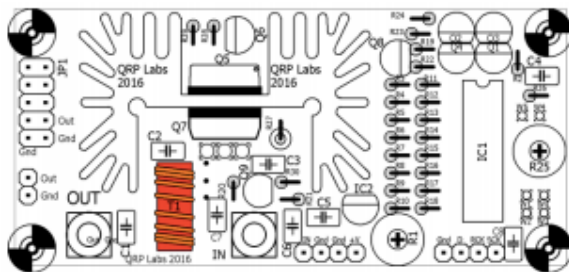
Quatre cavaliers doivent être installés selon le schéma suivant. Ce diagramme montre les trous/pads du circuit imprimé en vert pour indiquer clairement où les câbles doivent

être installés. Ces cavaliers peuvent être réalisés en utilisant des chutes de câbles des composants installés ou des composants excédentaires.



3.4 Installer le transformateur tri filaire

Le transformateur tri filaire est installé dans la position colorée en rouge dans ce diagramme. La photo (à droite) montre le tableau après avoir installé le transformateur tri filaire. Mais c'est une partie délicate de l'assemblage, alors lisez et suivez ces étapes attentivement.



Tout d'abord, le fil. La meilleure façon de l'enrouler, sans l'enchevêtrer, est de penser à la personne qui a emballé le kit. Puis retourne ses pas. Donc, déroulez d'abord la partie étroitement enveloppée au milieu où l'extrémité du fil a été sécurisée.

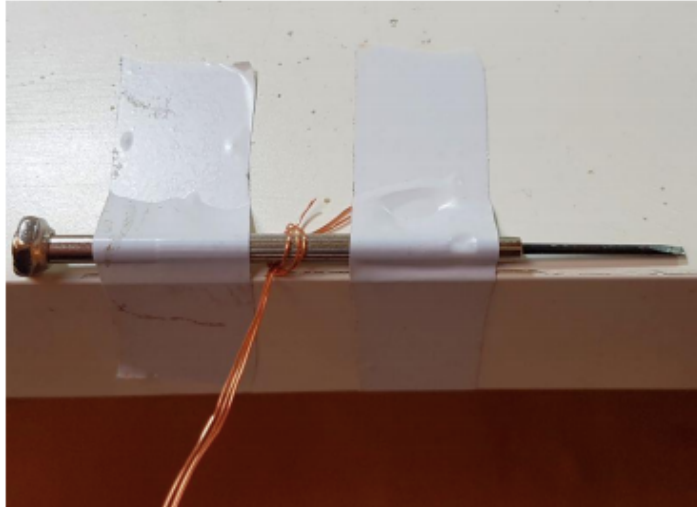
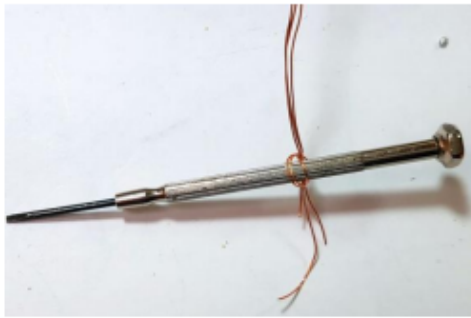
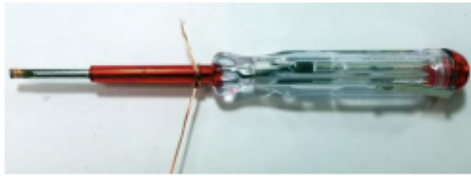
Ensuite, ouvrez la bobine de fil de manière à former un cercle. Déroulez ensuite la bobine autour de vos doigts en inversant le processus d'enroulement.



Lorsque vous avez déroulé le fil et l'a redressé, coupez-le en trois morceaux approximativement égaux.

Ces trois pièces doivent maintenant être tordues ensemble pour former le fil tri filaire. Ma méthode consiste à nouer un bout autour d'un petit tournevis. De même, attachez l'autre extrémité autour d'un autre petit tournevis. Maintenant, attachez une extrémité à quelque chose de solide. Vous pouvez utiliser un étau, si vous en avez un. Si vous ne le

faites pas, vous devez faire preuve de créativité et penser à quelque chose d'autre. Ici je l'ai scotché au bord du bureau. Maintenant, vous pouvez tourner le tournevis à l'extrémité libre, jusqu'à ce que les trois fils soient bien assemblés. Vous devez maintenir le fil sous un peu de tension pour que les torsions soient régulièrement espacées.

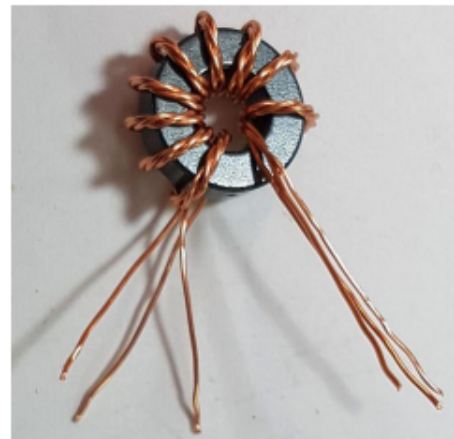
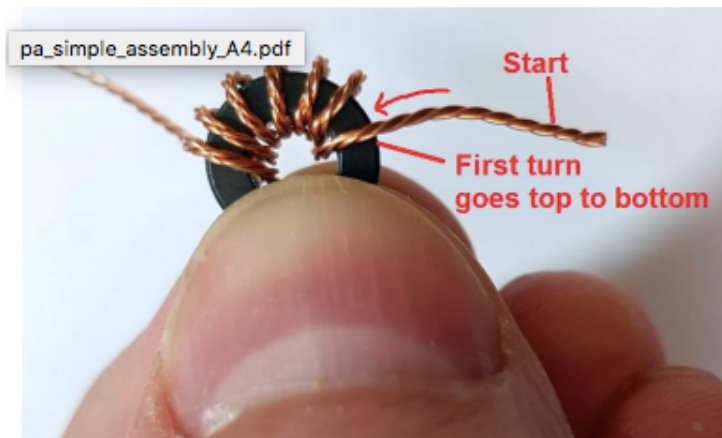


Je mets environ 70 à 90 torsions dans une longueur de fil de 25 cm. Le résultat final est quelque chose comme la photo (à droite). L'échelle de mesure est en cm. Maintenant, coupez les bouts désordonnés, et c'est le morceau de fil qui sera utilisé pour enrouler le noyau toroïdal FT50-43 en transformateur tri filaire.



Tenez le noyau entre le pouce et l'index. Passez le fil en premier de haut en bas. Prenez ensuite le fil par le bas et ramenez-le pour traverser le tore afin de former le deuxième tour. Après chaque tour, assurez-vous que le fil est bien ajusté autour du noyau toroïdal. **Vent** 10 tours sur le noyau.

Chaque fois que le trou central du tore compte comme un tour. Couper le fil en excès, en laissant environ 2,5 cm restants.

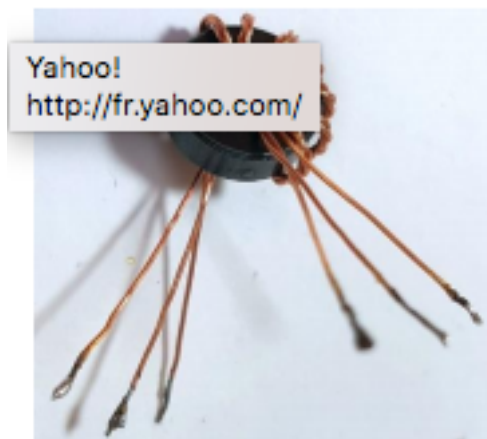


Maintenant, il faut identifier quel fil qui appartient à quel enroulement.

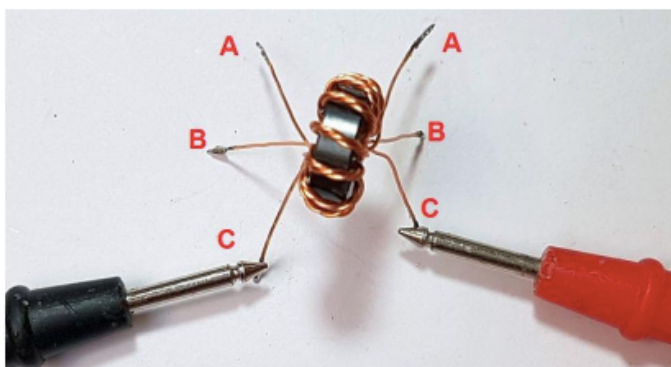
Vous avez trois enroulements tordus ensemble, ils utilisent tous le même fil.

Le seul moyen d'y parvenir est d'utiliser un DVM comme testeur de continuité. D'abord, défaire et redresser les extrémités du fil qui ne sont pas enroulées autour du noyau toroïdal.

Maintenant, conservez les derniers millimètres aux extrémités de chaque fil. Vous pouvez le faire en raclant l'émail puis en l'étamant avec le fer à souder; ou maintenez l'extrémité du fil dans une goutte de soudure en fusion pendant quelques secondes (peut-être 10), jusqu'à ce que l'émail brûle.



Utilisez maintenant un DVM pour tester la continuité. Réorganisez les fils de sorte qu'il y ait une continuité de A-A, B-B et C-C sur cette photo.

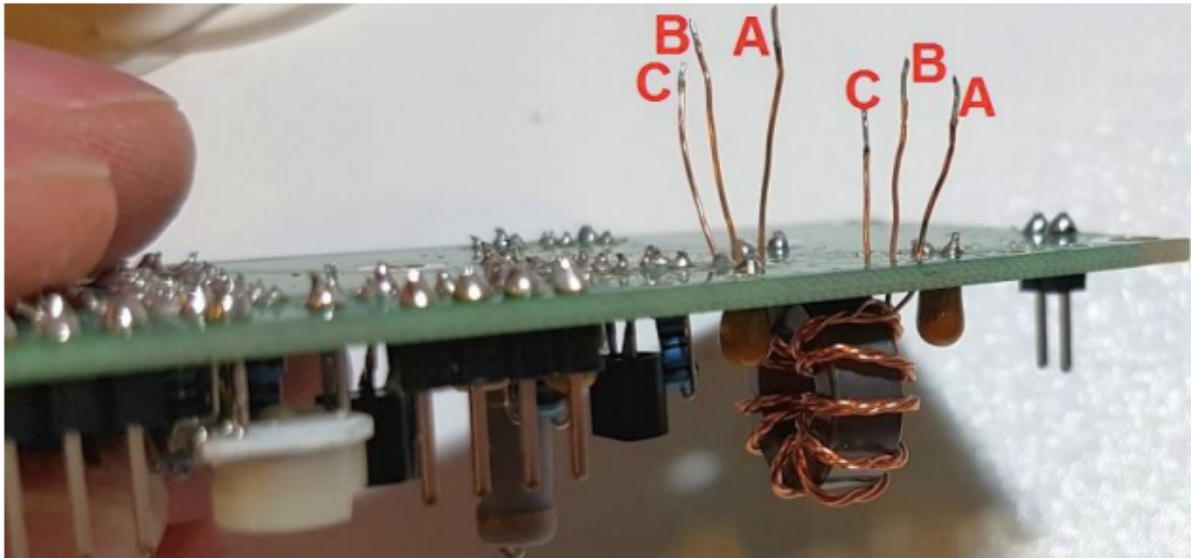


Gardez soigneusement cette orientation des fils et insérez le transformateur de cette façon dans le circuit imprimé. Vous pouvez couper avec précaution les quelques millimètres de section de fil étamé, s'ils ne passent pas par les trous du circuit imprimé.

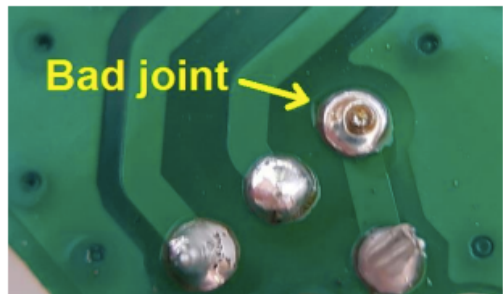
doivent être dans les bons trous, afin que les enroulements soient correctement connectés dans le circuit!

Mais attention à ne pas perdre l'orientation des fils! Les bons fils

C'est une bonne idée de vérifier à nouveau la continuité A-A, B-B, C-C avec le DVM, juste pour vous assurer que vous n'avez pas accidentellement mélangé l'orientation du fil lors de l'insertion des fils.

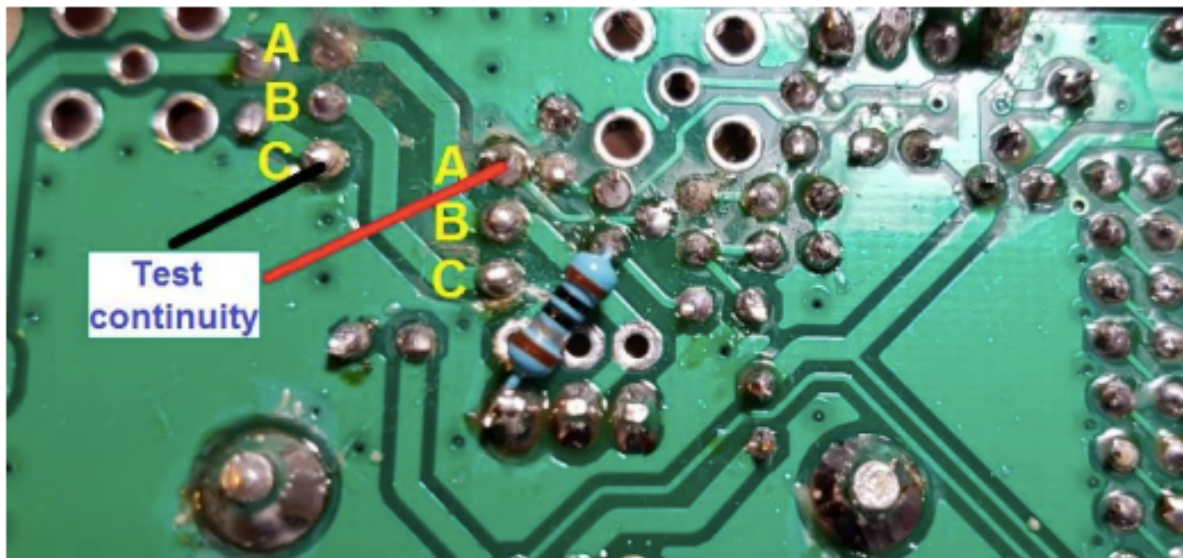
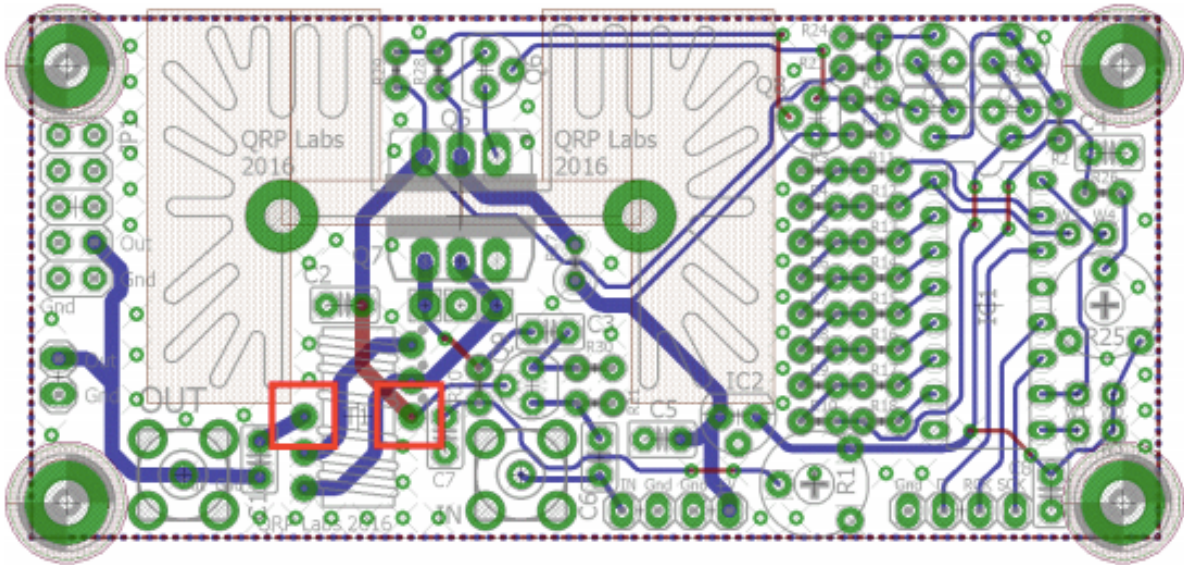


Maintenant, coupez les fils sous le tableau et étirez les extrémités à nouveau. La façon la plus simple de procéder consiste à appliquer la soudure de façon à ce qu'elle se trouve dans le trou et entoure le bout de fil de 1 mm et à maintenir le fer à souder dans cette position pendant quelques secondes jusqu'à ce que l'émail soit brûlé. Cela permet de fermer les fils et de les soumettre aux plaquettes de PCB.



Vous pouvez inspecter les joints avec une loupe ou une loupe de bijoutier. La photo (à droite) montre un joint où le fer à souder n'a pas été maintenu assez longtemps sur le joint. L'émail n'a pas brûlé correctement sur le fil et il n'y aura pas de connexion électrique au fil de cuivre. Le circuit ne fonctionnera pas! Alors répare-le!

Vous pouvez également vérifier que les fils sont correctement soudés. Utilisez un DVM pour vérifier la continuité (résistance zéro ohms) entre les points indiqués C et A dans ce diagramme et la photo. S'il y a continuité, cela signifie que le fil de cuivre est correctement soudé. Sinon, revenez et vérifiez à nouveau. Vous pouvez alors vérifier les enroulements individuels pour voir où se trouve le défaut.



Notez que cela ne vérifie pas nécessairement que vous avez correctement orienté les enroulements. Le seul moyen d'y parvenir était de vérifier la continuité du DVM avant d'insérer le transformateur. Et après avoir identifié les enroulements, en faisant attention de ne pas mélanger les fils lors de l'insertion du transformateur dans le PCB; enfin vérifier à nouveau une fois que les fils sont insérés mais avant de souder.

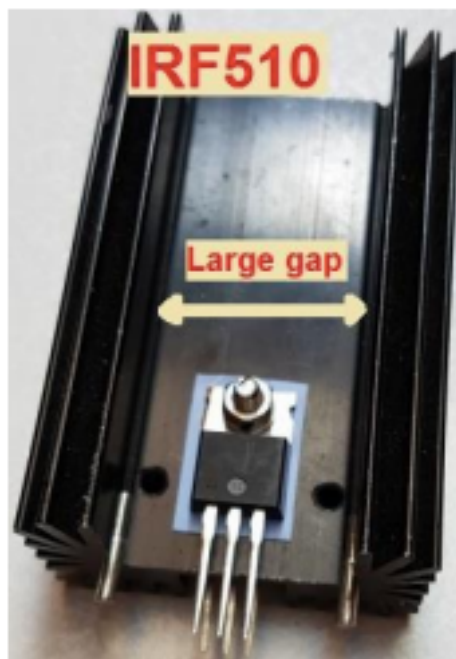
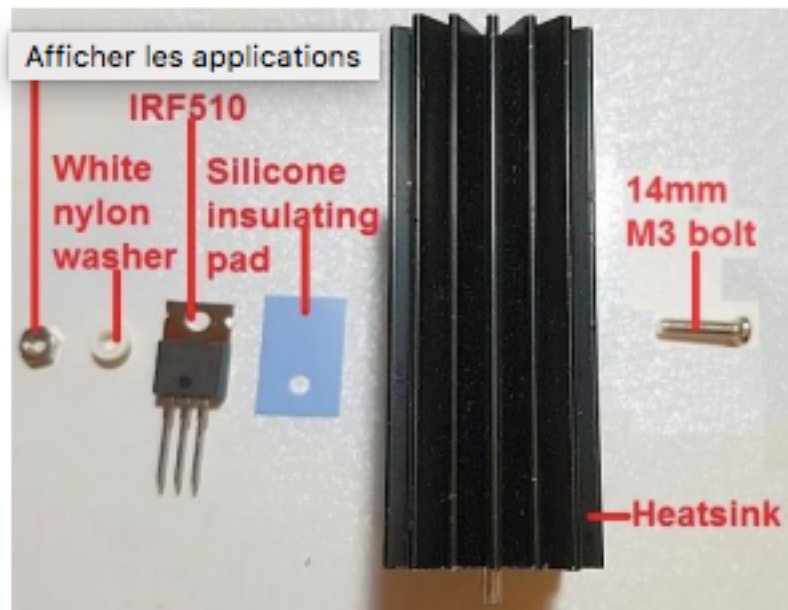
3.5 Installer le dissipateur thermique

Dans ce kit, le transistor IRF510 final (Q7) est monté sur le dissipateur thermique en métal. La languette métallique de ce transistor ne doit pas être soudée à la masse ou à d'autres parties du circuit. Par conséquent, des tampons isolants en caoutchouc de silicone sont utilisés et des rondelles en plastique blanc isolant. Sur cette photo (à droite), le dissipateur thermique est visualisé latéralement avant l'assemblage. La photo montre comment l'assemblage du transistor doit être assemblé avant soudure.

Sur le côté du radiateur avec le grand espace, le tampon en silicone est placé sur le dissipateur thermique où le transistor IRF510 va être fixé. Le transistor est placé sur le tampon en silicone. La rondelle isolante en nylon blanc est enfoncée dans le trou de la languette du transistor. Le boulon passe ensuite dans le trou. Le boulon métallique ne touche pas la languette métallique du transistor et la languette ne touche pas le dissipateur thermique.

Dans les prototypes, je place le boulon du côté opposé et l'écrou du côté de l'IRF510, comme indiqué. Ensuite, il est plus facile de saisir le boulon avec une pince tout en serrant la vis de l'autre côté.

Si vous avez un dissipateur thermique, alors ce serait une bonne idée (bien que le développement des prototypes et les tests ne l'aient pas utilisé). Veillez à aligner le transistor avec précision et à bien serrer le boulon/écrou. Vous serez récompensé s'intègre facilement imprimé.



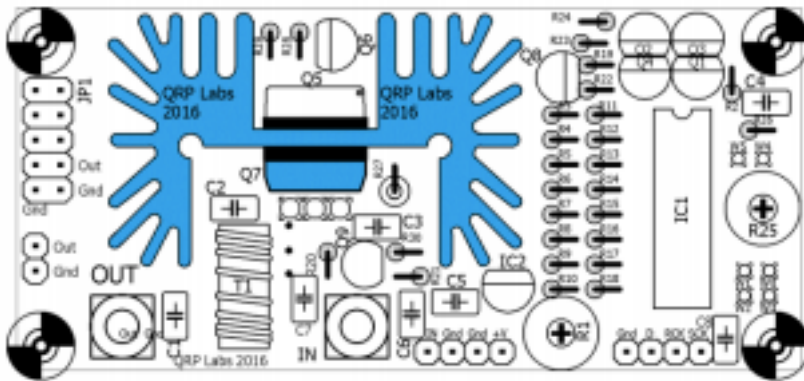
par un assemblage qui dans les trous du circuit

Il est difficile de retirer et de remplacer les transistors ultérieurement! Donc, avant de souder, vérifiez à nouveau que le transistor Q7 (IRF510) est au bon endroit sur le côté de la large ouverture du radiateur.

Vérifiez que tout correspond à la sérigraphie du PCB et à ce diagramme (à droite).

Une fois que le dissipateur thermique et les transistors s'intègrent parfaitement dans le circuit imprimé, vous pouvez d'abord souder les broches de montage du dissipateur thermique, puis le composant du transistor se conduit. Un fer à souder de haute

puissance peut être nécessaire pour souder les broches du dissipateur thermique, car le dissipateur thermique essaiera de chasser la chaleur, ce qui pourrait abaisser la température du joint au-dessous du point de fusion de la soudure. Vous pourriez laisser les broches du dissipateur thermique non desséchées si cela semble gênant. Après avoir soudé les fils du transistor, coupez la longueur de fil excédentaire. Notez que les patins des broches de montage du dissipateur thermique ne

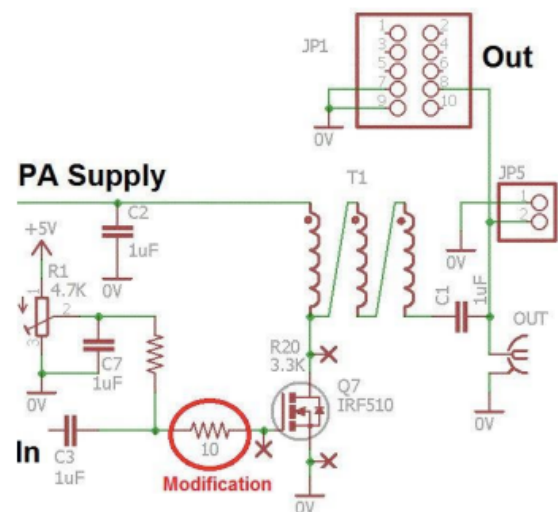


sont pas reliés à la masse (ou à autre chose).

La face supérieure du PCB n'a pas de cuivre ni de pistes sous le dissipateur thermique; Ceci afin de garantir que même si la sérigraphie du circuit imprimé était accidentellement rayée, il n'y aurait pas de contact entre le radiateur et la masse ou toute autre connexion électrique.

3.6 Une modification recommandée

Cette modification sera incluse en standard sur toutes les révisions futures du PCB. Il implique l'ajout d'une résistance de 10 ohms à la grille du Q7, le transistor PA final IRF510. Le PA fonctionne sans cette résistance et produira en effet une puissance légèrement supérieure. Cependant à certains des tensions et fréquences d'alimentation, l'instabilité peut se produire. Lorsque cela se produit, l'amplificateur superpose une enveloppe d'oscillation basse fréquence à la sortie RF souhaitée. L'ajustement de cette résistance de 10 ohms résout ce problème potentiel, au prix d'une réduction de puissance. Les mesures effectuées plus loin dans ce document ont été effectuées avec cette résistance de 10 ohms installée.

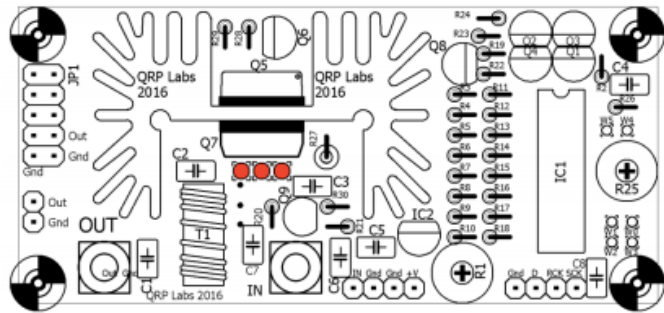


La modification implique de couper une piste sur le côté BOTTOM du PCB et de souder une résistance de 10 ohms sur la face inférieure du PCB. L'emplacement de la résistance est indiqué dans le fragment de schéma de circuit ci-dessus qui montre le PA IRF510. La résistance de 10 ohms est fournie dans le kit et son code couleur est brun-noir-noir-marron.

La modification est illustrée dans le schéma et l'image suivants.

3.7 Substitution du RD15HVF1 pour le fonctionnement en VHF

Le transistor IRF510 fourni fonctionne bien en HF. Cependant, pour les bandes VHF 6 m et plus, le gain de l'IRF510 dans ce circuit est très faible. Si vous le souhaitez, vous pouvez remplacer le transistor RD15HVF1 ou l'un de ses proches parents. Ces transistors sont plus chers mais sont conçus pour les amplificateurs de puissance VHF/UHF et devraient bien fonctionner dans ce circuit.



Le brochage du RD15HVF1 est différent du IRF510! Le PCB a une position pour le transistor RD15HVF1 si vous souhaitez l'utiliser. Si vous souhaitez utiliser le RD15HVF1 sur ce circuit, insérez ses fils dans le jeu de trois trous indiqué en ROUGE dans le diagramme. Vous aurez besoin de plier légèrement les fils du transistor vers l'extérieur, loin du dissipateur thermique, afin qu'ils soient alignés avec cet ensemble de trous. Veillez à insérer les fils du transistor dans les trous appropriés.

4. Connexion et configuration du kit d'amplificateur de puissance

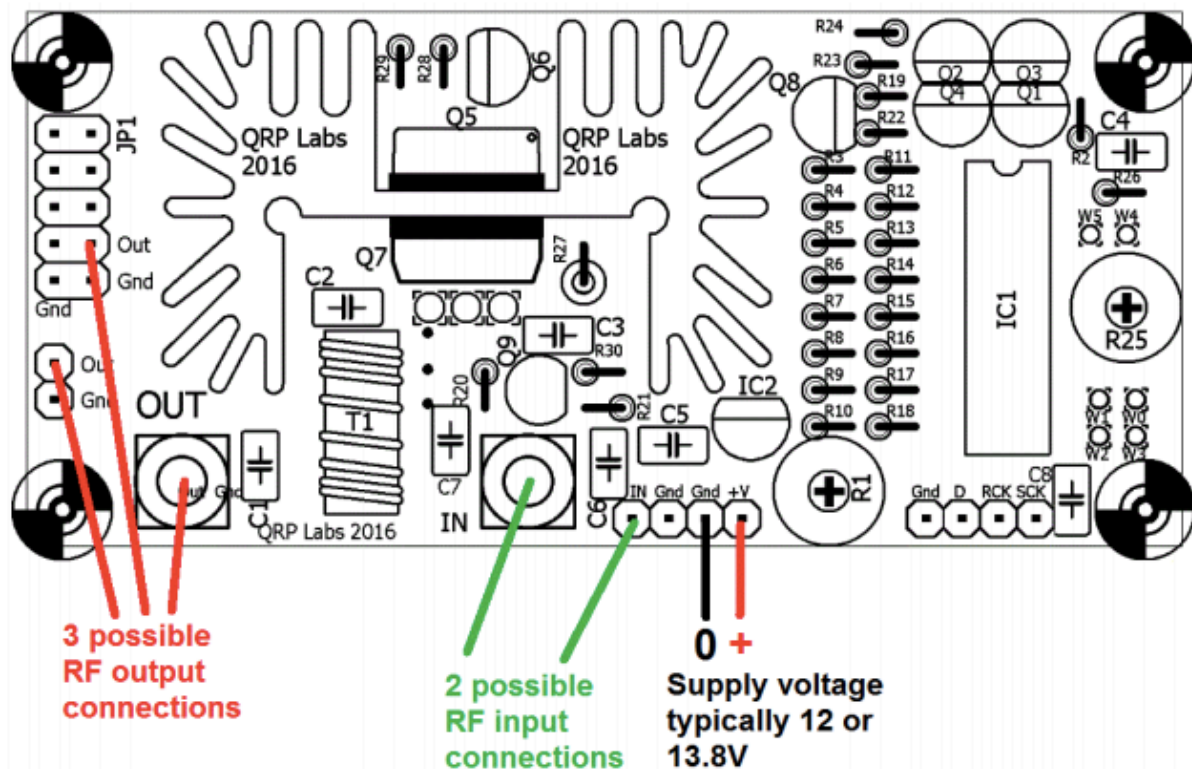
4.1 Connexions de base

Le kit d'amplificateur de puissance nécessite une tension d'alimentation généralement de 12 ou 13,8 V. L'amplificateur peut tirer 1 ou 1,5 A de courant, donc n'oubliez pas d'utiliser une alimentation électrique de bonne qualité et bien régulée. Utilisez des fils épais sur le PA pour éviter une chute de tension dans le câblage. Vous pouvez souhaiter connecter un condensateur électrolytique à proximité du circuit imprimé du kit d'amplification, en particulier si les câbles de votre alimentation sont longs.

L'entrée RF vers l'amplificateur peut être connectée à la broche de l'en-tête ou vous pouvez installer un connecteur SMA pour cela. Si vous utilisez le connecteur à broches, il est conseillé d'utiliser un câble de connexion à la masse ainsi que le câble de connexion du signal RF. Du câble coaxial est approprié.

La sortie RF peut être prise à partir d'un connecteur à broches, d'un connecteur SMA ou des 2 connecteurs à 5 broches fournis. L'encombrement de l'en-tête 2 x 5 broches est fourni pour faciliter la connexion au kit Ultimate3S - si vous l'utilisez, veuillez vous reporter à la note d'application AN004. Comme d'habitude, n'oubliez pas de connecter un filtre passe-bas à la sortie PA pour atténuer les harmoniques de l'émetteur.

L'en-tête à 4 broches avec les signaux du microcontrôleur qui contrôlent le registre à décalage à 8 bits, le DAC et le modulateur de puissance ne sont PAS utilisés dans cette construction simplifiée. Ils peuvent être laissés sans connexion.



4.2 Réglage de la polarisation (bias)

Un réglage correct de la polarisation est très important! Avant de brancher l'alimentation, tournez le potentiomètre de polarisation R1 complètement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (polarisation nulle)!

R1 ajuste la polarisation à la grille du transistor PA final IRF510 Q7. Si la polarisation est trop faible, le gain (et la puissance de sortie) de l'amplificateur sera faible. Si la polarisation est trop élevée, le courant traversant Q7 circulera même s'il n'y a pas de signal; cela peut entraîner une dissipation de puissance excessive (bien que le circuit du modulateur de puissance supprime l'alimentation de l'IRF510 du PA final). L'efficacité est également réduite et le gain/la puissance produite peuvent également être réduits si la polarisation est trop élevée.

Théoriquement, le point de polarisation idéal pour la grille du MOSFET est celui où il y a un zéro courant de repos dans le transistor IRF510, et où une augmentation de la tension de polarisation entraînerait un courant de repos commençant à circuler. Ce point a une puissance de sortie optimale si l'amplitude du signal d'entrée est optimale et qu'il offre le meilleur rendement ainsi que la pureté spectrale de la sortie. Bien sûr, dans le monde réel, tout peut (et en fait) changer!

Le point zéro du courant de repos peut être trouvé très facilement si vous connectez un ampèremètre (généralement un DVM en mode de mesure de courant) en série avec l'alimentation du kit PA. L'ajustement est effectué dans l'état de la touche Key-up ou, en d'autres termes, sans entrée RF (vous pouvez par exemple déconnecter l'entrée RF).

Commencez avec R1 complètement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Observez la consommation de courant du kit PA lorsqu'il est au repos (état de la touche, pas de transmission, pas d'entrée RF). Ensuite, tournez lentement le potentiomètre R1 trimmer dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que vous constatiez une très légère augmentation de la consommation du courant. Le point où le courant commence juste à augmenter est le point de polarisation zéro.

Une méthode alternative (et sans doute plus simple) de réglage de la polarisation consiste à transmettre à une charge fictive de 50 ohms, à mesurer la puissance avec un wattmètre ou à observer sur un oscilloscope. Tourner le potentiomètre du trimmer R1 dans le sens des aiguilles d'une montre jusqu'à ce que la puissance maximale soit obtenue, puis reculer légèrement.

Le paramètre de polarisation utilisant cette méthode est supérieur à la méthode du courant de repos nul. La puissance de sortie sera également plus élevée.

Le gain de l'amplificateur IRF510 est inférieur à l'extrémité supérieure des bandes HF, en particulier à 28 MHz (bande de 10 m). Le signal d'entrée est également généralement inférieur lorsque vous utilisez par exemple un kit Ultimate3S comme pilote. Dans ces cas, le réglage du PA avec une tension de polarisation plus élevée peut améliorer la sortie gain/puissance à la fin des hautes fréquences de sa plage de fonctionnement.

Si vous utilisez ce PA dans un émetteur multi bande et que vous souhaitez une sortie de puissance maximale, vous pouvez régler la polarisation pour obtenir la meilleure puissance sur la fréquence la plus élevée (28 MHz, par exemple) où la polarisation est la plus critique. Le paramètre de polarisation est beaucoup moins critique à l'extrémité inférieure de HF.

4.3 Augmentation de la température du radiateur; Installation du kit PA dans le coffret

La puissance de sortie souhaitée de ce kit PA dans votre application a une incidence significative sur la façon dont vous joignez le projet. Rappelez-vous que le radiateur dissipera une quantité considérable de chaleur. La dissipation thermique entraînera une élévation de la température du radiateur. Vous devez en tenir compte lors du choix du boîtier à utiliser. Vous voudrez peut-être visser le radiateur à l'arrière d'un boîtier en métal, par exemple; ou envisager un ventilateur pour refroidir le radiateur.

En fonctionnement, le transistor du modulateur de puissance dissipera de la chaleur, car il s'agit d'un commutateur imparfait; le PA final IRF510 fonctionnera peut-être avec une efficacité de 50% ou quelque chose comme ça (en fonction de nombreux facteurs). Pour une puissance de 5W, vous dissiperez donc au moins 5W, peut-être un peu plus.

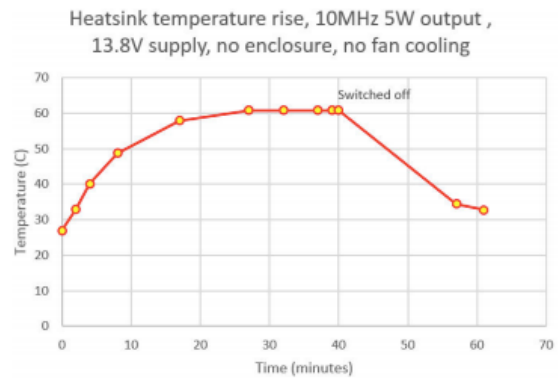
Un autre facteur à prendre en compte est le mode de transmission que vous utiliserez. Une transmission en continu par touche à l'aide des modes FSK tels que WSPR dissipera une puissance moyenne beaucoup plus élevée qu'un mode d'activation/désactivation tel que CW.

À titre d'exemple, un prototype ici a été exploité en mode clavier continu sur 10 MHz, avec une alimentation de 13,8 V utilisant un émetteur Ultimate3S comme pilote.

La puissance de sortie était réglée sur 5 W en utilisant la valeur DAC maximale (ce qui signifie que la puissance excédentaire était également dissipée dans le modulateur de puissance). Une consommation de courant globale de 1,06A a été enregistrée.

L'assemblage reposait sur l'établi sans coffret ni refroidissement forcé. Il a fallu environ une demi-heure pour que la température du radiateur se stabilise. À ce moment-là, il avait atteint une température de 61°C, soit une augmentation de 33°C par rapport à la température ambiante du laboratoire. La transmission a été désactivée après 40 minutes (voir tableau).

En résumé : Enfermer le kit PA dans un boîtier augmentera la température; utiliser un refroidissement assisté par ventilateur le réduirait. De nombreux facteurs influenceront la dissipation de chaleur. La discussion ci-dessus doit être considérée comme un guide - votre parcours peut varier.



5. Caractéristiques de l'amplificateur de puissance

Veillez vous reporter à la section 5 des instructions de montage du kit d'amplification complet. Les mesures ont été effectuées avec le kit complet. Cet ensemble de kit simplifié ne subit pas de chute de tension dans le modulateur de puissance, ni d'atténuation dans la **porte de fuite**. De ce fait, la puissance de sortie sera légèrement supérieure avec cet ensemble de kit simplifié.

6. Références

Note d'application AN004 explique comment utiliser ce kit PA avec un kit Ultimate3S QRSS/WSPR pour augmenter la puissance de sortie jusqu'à environ 5 W et appliquer une forme d'enveloppe RF en cosinus surélevé pour obtenir un beau signal propre sans clic. Reportez-vous à <http://qrplabs.com/appnotes>

- Pour les mises à jour relatives à ce kit, visitez la page du kit QRP Labs PA <http://qrp-labs.com/pa>
- Pour toute question concernant l'assemblage et le fonctionnement de ce kit, veuillez rejoindre le groupe QRP Labs, voir <http://qrp-labs.com/group> pour plus de détails.

7. Historique de révision du document

- 02-Jan-2017 1.0 Révision initiale
- 09-Mar-2017 1.01 Correction des fautes de frappe dans le corps du tore
- 4 mai 2017 1.02 Correction de la section 3.3 pour dire quatre fils de cavalier (pas trois)