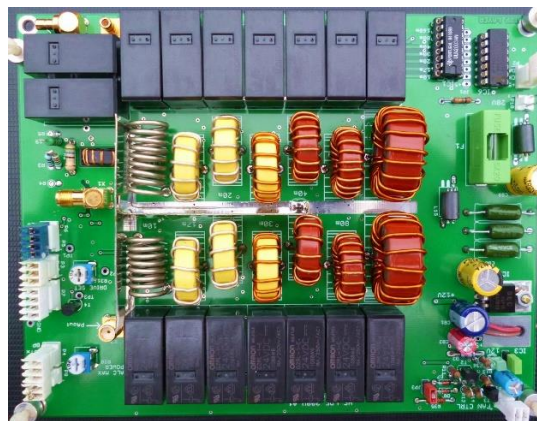


ROCKET BOOSTER

Filtre passe-bas pour PA Rocket



Notice de montage

Circuit imprimé LPF300W Version A2

Table des matières

1. Remarques générales :	3
2. Nomenclature et schémas :	3
3. Implantation des composants :	8
4. Capacités de découplage	9
5. Alimentation 12 V	10
6. Commande du ventilateur	11
7. Commande et relais	12
8. Commande des relais K15 et K16	14
9. Coupleur directif	14
10. Amplificateurs ALC	16
11. Mesure des filtres	17
12. Filtre 10-12 m	18
13. Filtre 15 et 17 m	19
14. Filtre 20 m	20
15. Filtre 30 m	21
16. Filtre 40 m	22
17. Filtre 80 m	22
18. Filtre 160 m	23
19. Compensation en réception	24
20. Corrections version A	25
21. Câblage avec le PAduino	26
22. Essais du coupleur directif	30

03/11/2022 : Révision finale avec schémas, correction tableau C5/C7 et ajout § 13.

10/11/2022 : correction du schéma C55.

02/12/2022 : compléments §10 modifs ALC

26/01/2023 : compléments, révision par F6HOK

1. Remarques générales :

Connecteurs au pas de 2.54 mm : Ebay rechercher « *KF2510 2 pin connector kits* »



En prendre en 2 pin, 3 pin et 4 pin

Potentiomètre ajustable 1k et 10k idem Rocket ; Ebay rechercher « RM065 »



Résistances 10 Ω de puissance 2 à 3W : Ebay rechercher « Metal Film Resistor 3W »



Connecteur 6 pôles : Waterproof ST12 IP67 Metal Circular Chassis Panel Mount Aviation Cable Connector





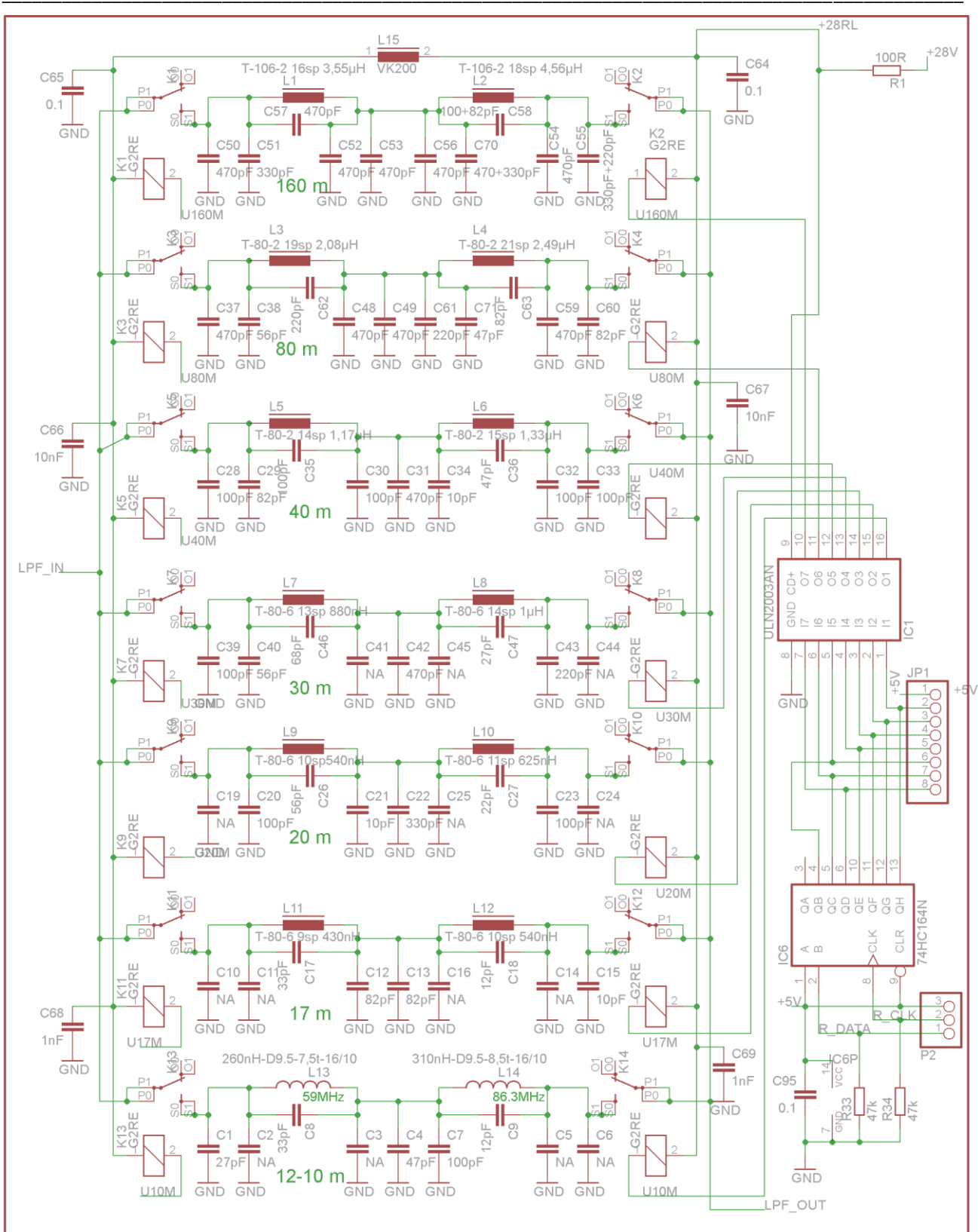
2. Nomenclature et schémas :

Qty	Parts	Value	Description	QSJ
2	C1, C47	27 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210		
6	C12, C13, C29, C60, C63, C58b	82 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210		0,25
5	C15, C21, C27b, C34, C46b	10 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210		0,25
4	C9, C18, C27, C72	12 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210		
2	C8, C17	33 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210		
5	C22, C51, C55, C56b, C70b	330 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210		0,25
4	C26, C38, C40, C46	56 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210		
14	C31, C42, C37, C48, C49, C50, C52, C53, C54, C55, C56, C57, C59, C70	470 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210		
3	C4, C36, C71	47 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210		

4	C43, C55b, C61, C62	220 pF 500V COG/NP0 ou ATC CMS 1210		
10	C7, C20, C23, C28, C25, C30, C32, C33, C39, C58	100 pF 500V COG/NP0 ou ATC CMS 1210		
13	C64, C65, C78, C83, C84, C85, C87, C89, C90, C91, C92, C93, C95	100nF 50V X7R CMS 0805 ou 0603		
2	C66, C67	10nF 50V X7R CMS 0805 ou 0603		
3	C68, C69, C79	1nF 50V X7R CMS 0805 ou 0603		
3	C73, C75, C76	100pF 5% COG 50V CMS 1206 ou 0805		
1	C74	470pF 5% COG 50V CMS 1206 ou 0805		
1	C77	18pF 5% COG 50V CMS 1206 ou 0805		
2	C80, C88	100-330µF 50V radial entraxe 5 mm		
2	C81, C82	100µF 25V radial entraxe 2,5 mm		
1	C86	47µF 25V radial entraxe 2,5 mm		
0	C41, C44, C45, C19, C24, C25, C2, C3, C6, C10, C11, C14, C16, C96	NA - non applicable CMS 1210		
0	C94	NA - non applicable CMS0805		
2	D1, D2	LL43 ou LL42 ou BAT43W ou BAT42W		
3	D4, D5, D6	LL4148 CMS MELF ou MM4148, S1A-13-F		
1	D3	1N4004 à 1N4007 traversant		
2	D7, D8	1N4148 traversant		
1	Divers	Fil argenté 1,5 à 1,6 mm		
1	Divers	Fil argenté 1 mm		
1	Divers	Fil émaillé 1 mm		
1	F1	Support et fusible 5x20 mm 2A F rapide		
1	IC1	ULN2003AN Réseau de transistors DIL16		
1	IC2	LM7812C TO220		
0	IC3	NA - non applicable LM7805C TO220		
2	IC4, IC5	TLC272D double AOP CMOS SO-8		
1	IC6	74HC164N Registre à décalage DIL14		
2	JP2, JP3	barrette 2 contacts et cavalier		
16	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, K16	Relais 2RT Omron G2RL-1-E 24VDC		
1	SWR coupleur	Tore T-50-61-noir Amidon		
2	L1, L2	Tore T-106-2 (rouge) Amidon		
4	L3, L4, L5, L6	Tore T-80-2 (rouge) Amidon		
6	L7, L8, L9, L10, L11, L12	Tore T80-6 (jaune) Amidon		
1	L13	260nH D9,5mm 7,5t 16/10		
1	L14	310nH D9,5mm 8,5t 16/10		
2	L15, L20	VK200 ou Würth WE-UKW 74275010		
1	L19	1mH traversant		
1	LED1	LED 3 mm verte		
3	P1, P8, P10	Connecteur 2 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA		



	2	P2, P3	Connecteur 3 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA		
	2	P7 et (P5 + P6)	Connecteur 4 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA		
	1	R1	100R 1/2W traversant		
	1	R35	47R 1/2W traversant		
	3	R11, R13, R36	2,2k 1/4 W traversant		
	2	R12, R14	4,7k 1/4 W traversant		
	0	R15, R17	NA - non applicable CMS 0805		
	2	R16, R18	100R CMS 0805		
	2	R19, R25	100k CMS 0805		
	1	R2	56R 1/2W traversant		
	1	R2C	12 pF traversant		
	2	R20, R37	2,2k CMS 0805		
	1	R22	3,3k CMS 0805		
	1	R21	22k CMS 0805		
	1	R24	220k CMS 0805		
	1	R26	470R CMS 0805		
	1	R27	15k CMS 0805		
	1	R29	1,5k CMS 0805		
	1	R3	3,2k (2,2k + 1k en série) traversant		
	1	R30	1k ajustable RM065 horizontal		0,1
	1	R31	10k ajustable RM065 horizontal		0,1
	4	R4, R5, R33, R34	47k CMS 0805		
	3	R6, R28, R32	2,2k CMS 0805		
	1	R7	4,7k CMS 0805		
	3	R8, R9, R10	8,2 à 10R 3W traversant 20 mm max.		0,3
	1	Support pour IC1	16 broches tulipes		
	1	Support pour IC6	14 broches tulipes		
	1	T1	BC817 NPN CMS SOT 23		
	1	T2	BC337 NPN ou equiv 0,1A 45V TO92		
	1	T3	BC327 PNP 0,5A 45V TO92		
	1	T4	BS170 N-MOS TO-92		
	1	TR1	2x 14 spires sur tore FT50-61		
	1	X1	Connecteur SMA coudé mâle (Antenne))		
	1	X2	Connecteur SMB coudé mâle (Trscv)		
	1	X3	Connecteur SMA droit mâle (PAout)		
	1	X4	Connecteur SMB droit mâle (PAin)		



Filtre passe-bas PA Rocket

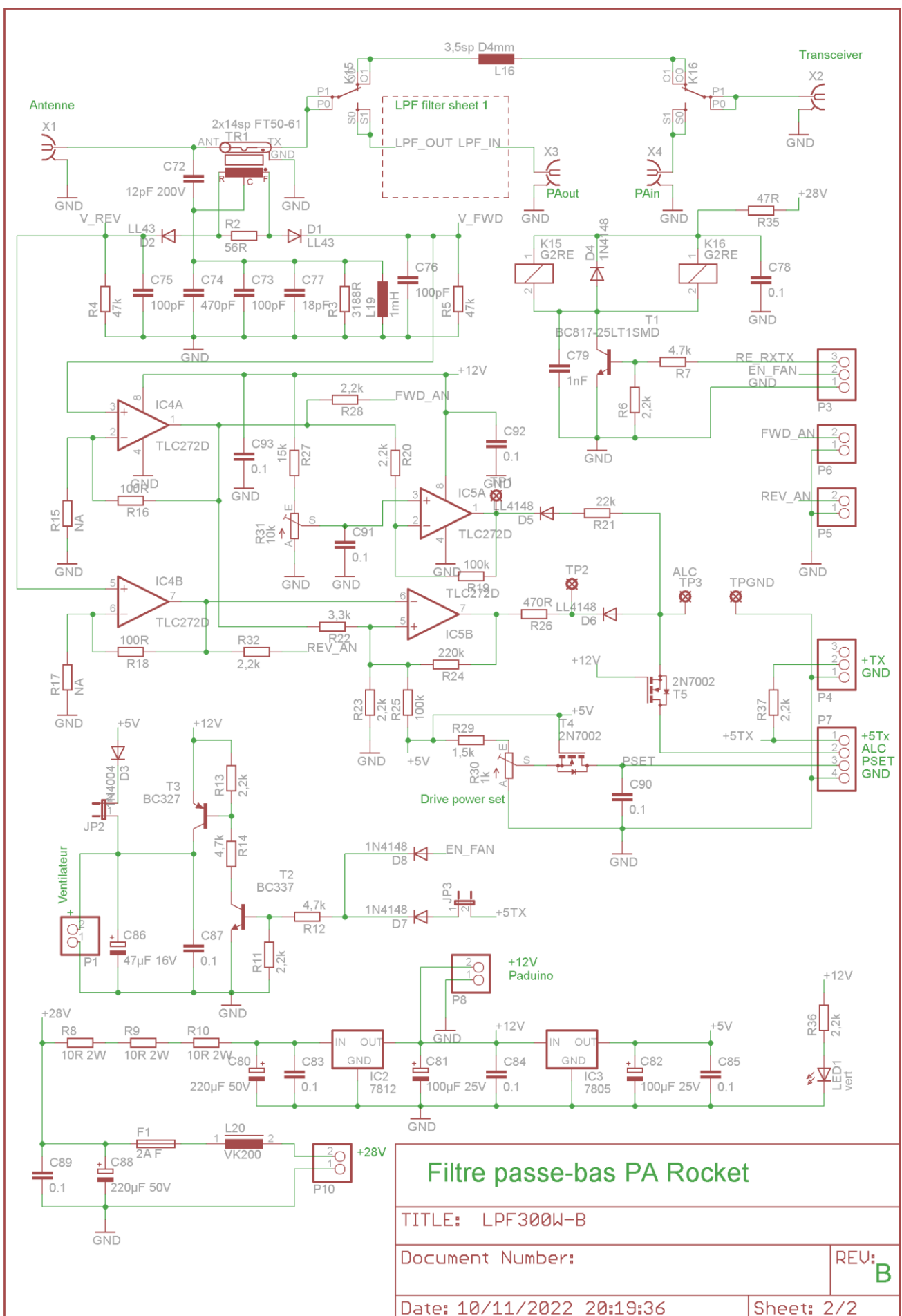
TITLE: LPF300W-B

Document Number:

REV: **B**

Date: 10/11/2022 20:19:36

Sheet: 1/2



Filtre passe-bas PA Rocket

TITLE: LPF300W-B

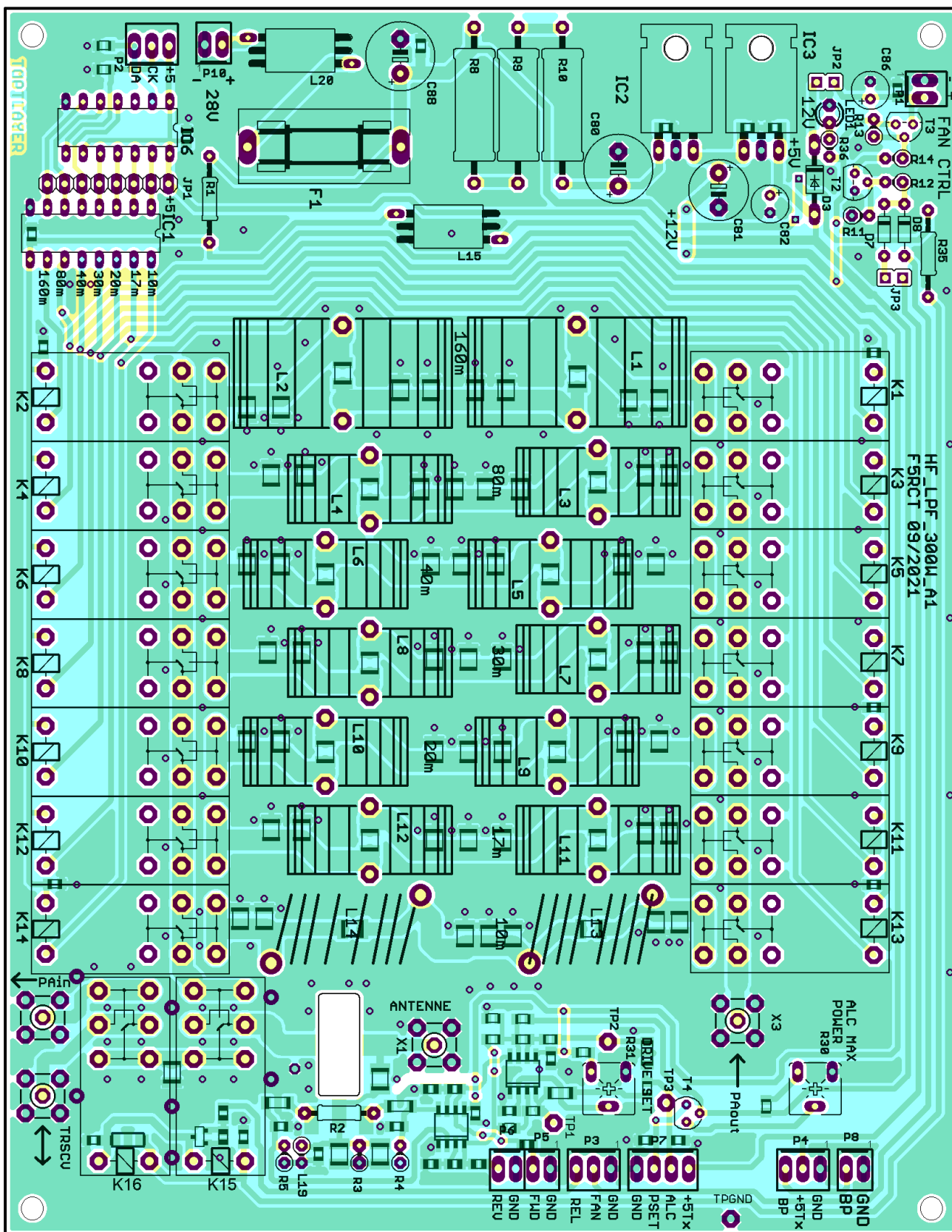
Document Number:

REV: **B**

Date: 10/11/2022 20:19:36




Sheet: 2 / 2

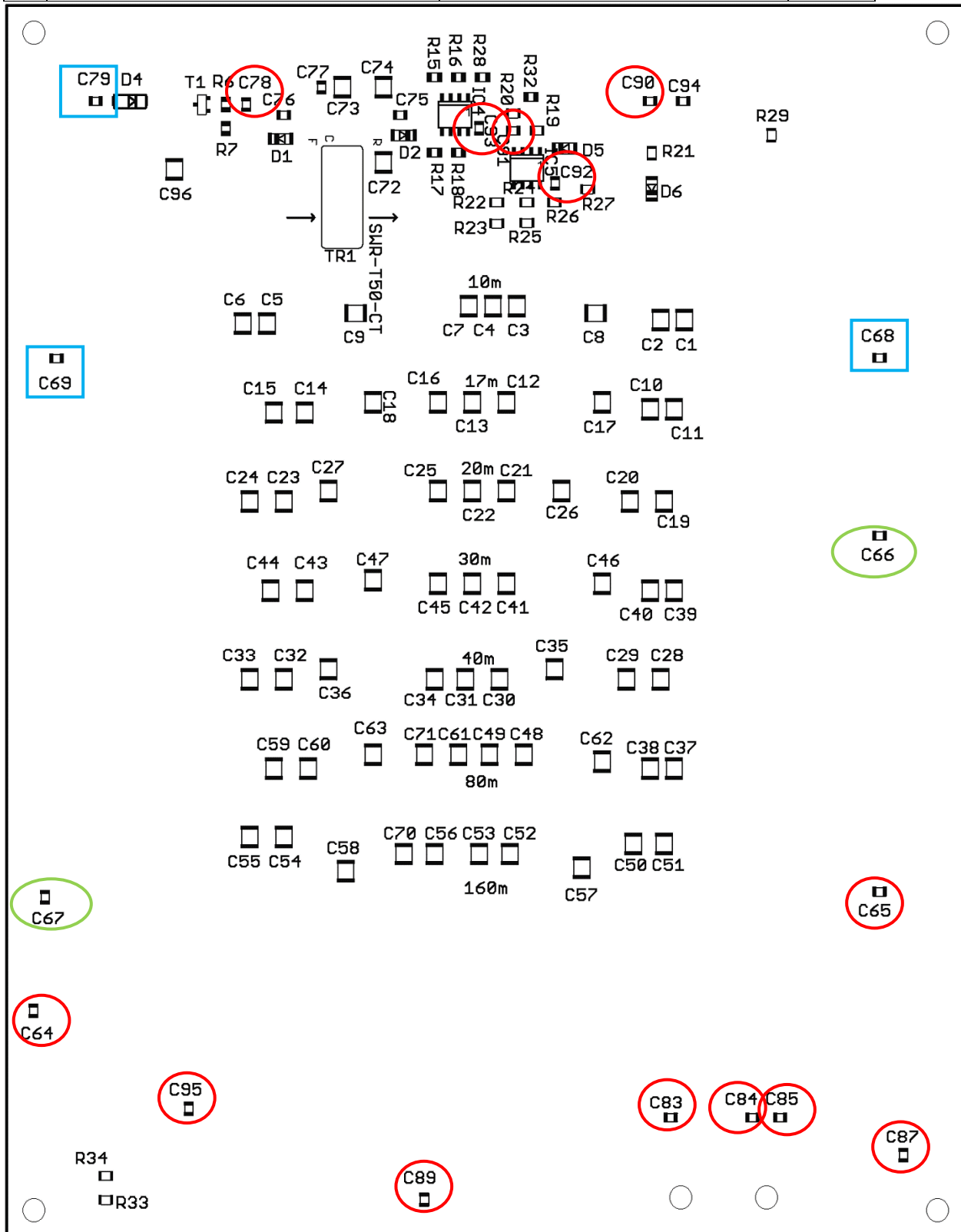
3. Implantation des composants :



4. Capacités de découplage

Le montage commence par les découplages du côté des soudures.

13	C64, C65, C78, C83, C84, C85, C87, C89, C90, C91, C92, C93, C95	100nF 50V X7R CMS 0805 ou 0603	
3	C68, C69, C79	1nF 50V X7R CMS 0805 ou 0603	
2	C66, C67	10nF 50V X7R CMS 0805 ou 0603	



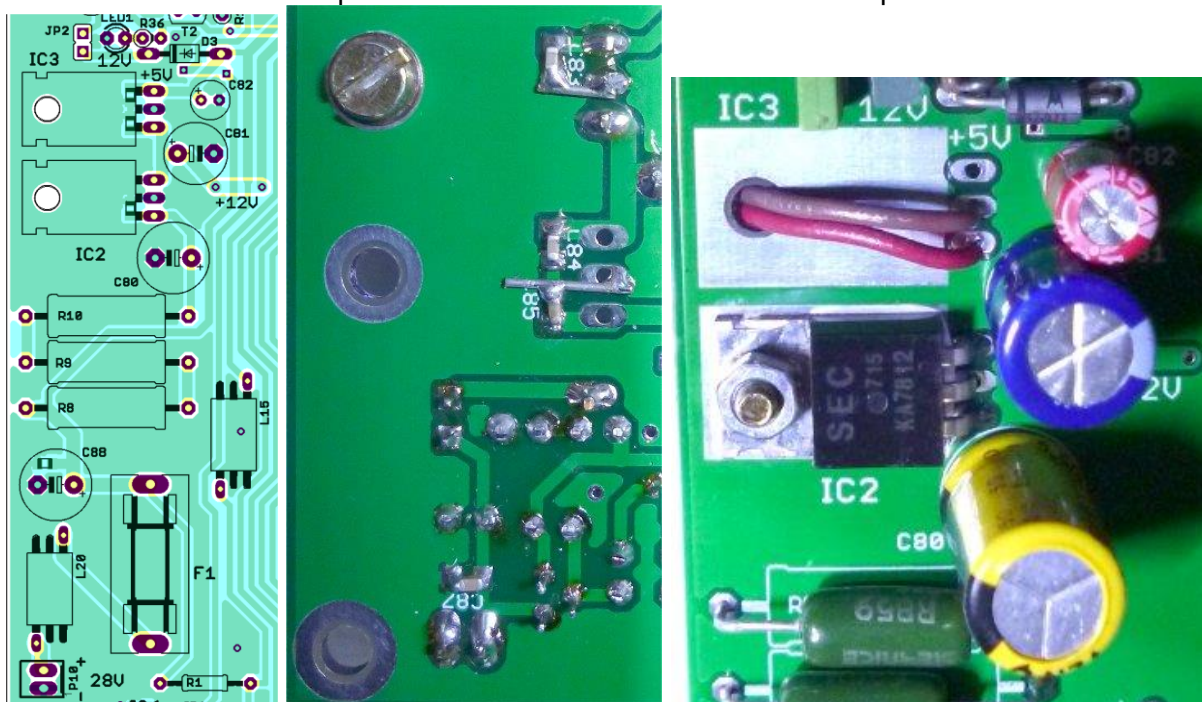
5. Alimentation 12 V

Seul le régulateur 12 V 7812 est monté avec un jeu de vis, écrou, rondelle éventail, et pâte thermique ou feuille de transfert thermique.

Le régulateur 5 V se trouve sur la carte Arduino. La carte Arduino reçoit le +12 V et renvoi du +5V par le connecteur P2 du registre à décalage IC6.

0	IC3	Non monté
1	IC2	LM7812C TO220
2	L15, L20	VK200 ou Würth WE-UKW 74275010
3	R8, R9, R10	10R 2W traversant 20 mm max.
2	C80, C88	100-330µF 50V radial entraxe 5 mm
2	C81, C82	100µF 25V radial entraxe 2,5 mm
1	C86	47µF 25V radial entraxe 2,5 mm
1	F1	Support et fusible 5x20 mm 2A F rapide
1	P10	Connecteur 2 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA 
3	R8, R9, R10	8,2 à 10R 2W traversant 20 mm max.
1	R36	2,2k 1/4 W traversant
1	LED1	LED 3 mm verte
2	JP2, JP3	barette 2 contacts et cavalier

La cathode de LED1 se trouve à gauche vers JP2, c'est la broche la plus courte JP2 sert à faire tourner le ventilateur en permanence au ralenti sous 5V, le mettre en place pour le moment. Bien vérifier les polarités des condensateurs électrochimiques.



Petite correction du routage ! On soudera la broche centrale (GND) de chaque régulateur à la masse des condensateurs céramique. A l'emplacement de IC3, souder deux fils de 30 cm pour le +12 V et la masse de l'alimentation de l'Arduino.

Préparer un câble d'essai avec une diode en série dans le + 28V pour le connecteur P10.

Connecter une alimentation de 28 V sur P10. La LED s'allume. On mesure +12 V +/- 0,5 V au niveau des via marqués +12 V en face de IC2. Le courant d'alimentation ne dépasse pas 10 mA, s'il est supérieur un condensateur est probablement monté à l'envers !

6. Commande du ventilateur

Attention de ne pas intervertir T2 et T3 !

2	R11, R13	2,2k 1/4 W traversant
2	R12, R14	4,7k 1/4 W traversant
2	D7, D8	1N4148 traversant
1	T3	BC327 PNP 0,5A 45V TO92
1	T2	BC337 NPN ou equiv 0,1A 45V TO92
1	R1	100R 1/2W traversant
1	R35	47R 1/2W traversant
1	P1	Connecteur 2 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA



JP3 sert à enclencher le ventilateur à plein régime pendant l'émission, en réception il revient au ralenti ou à l'arrêt selon JP2. En plus de cela le ventilateur est commandé par la sonde de température DS18B20 raccordée à l'Arduino : signal EN_FAN.

R1 et R35 protègent contre un court-circuit et limitent le courant pour des relais 24 V alimenté en 28 V. La résistance R1 se trouve en bas près du connecteur 28 V.



Vérifier les polarités entre le ventilateur et le connecteur P1, une erreur grille le ventilateur !

Ce circuit sera testé avec l'Arduino et le Rocket.

7. Commande et relais

En bas à gauche, souder au verso les deux résistance CMS près du connecteur P2 :

2	R33, R34	47k ou 22k à 100k CMS 0805
---	----------	----------------------------

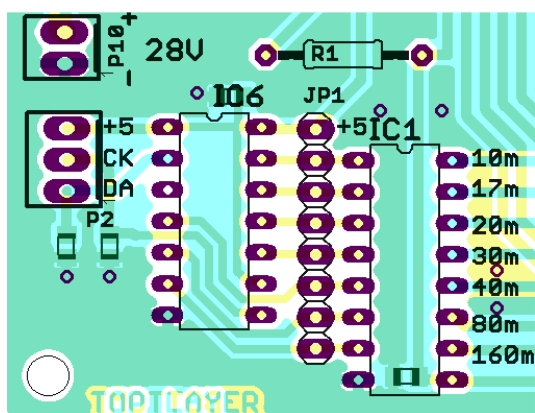
Souder les supports pour IC1 et IC6 :

1	Support pour IC6	14 broches tulipes
1	Support pour IC1	16 broches tulipes
2	P2	Connecteur 3 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA

Rien n'est prévu à l'emplacement de JP1 qui sert à des tests.

Enficher les circuits intégrés :

1	IC1	ULN2003AN Réseau de transistors DIL16
1	IC6	74HC164N Registre à décalage DIL14

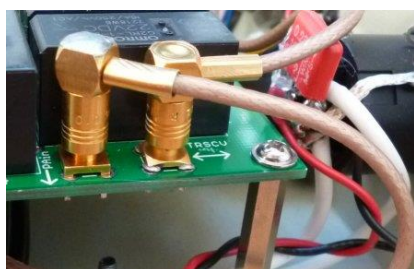


Souder les 16 relais en prenant la précaution de ne souder que deux points en diagonale pour vérifier que chaque relai soit bien plaqué au circuit imprimé. Si un relai n'est pas monté correctement presser dessus en réchauffant les deux soudures. Ce n'est qu'après avoir monté tous les relais et avoir vérifié leur alignement que l'on soudera les autres points avec un fer bien chaud. **Il est quasiment impossible de reprendre un relai une fois que tous les point sont soudés !**

16	K1, K2, K3, K4, K5, K6, K7, K8, K9, K10, K11, K12, K13, K14, K15, K16	Relais 2RT Omron G2RL-1-E 24VDC
----	---	---------------------------------

Souder les deux connecteurs X2 et X4. Libre à vous d'utiliser les connecteurs de votre choix. Une proposition est d'utiliser des connecteurs SMB *subclie* pour l'entrée du PA et le transceiver là où la puissance est moindre. Par rapport à la photo ci-dessous, l'embase coudée a été remplacée par un droite car la fiche dépassait trop du bord. Des fiches coudées ont été utilisées pour aller à l'entrée du PA et à la prise BNC vers le transceiver.

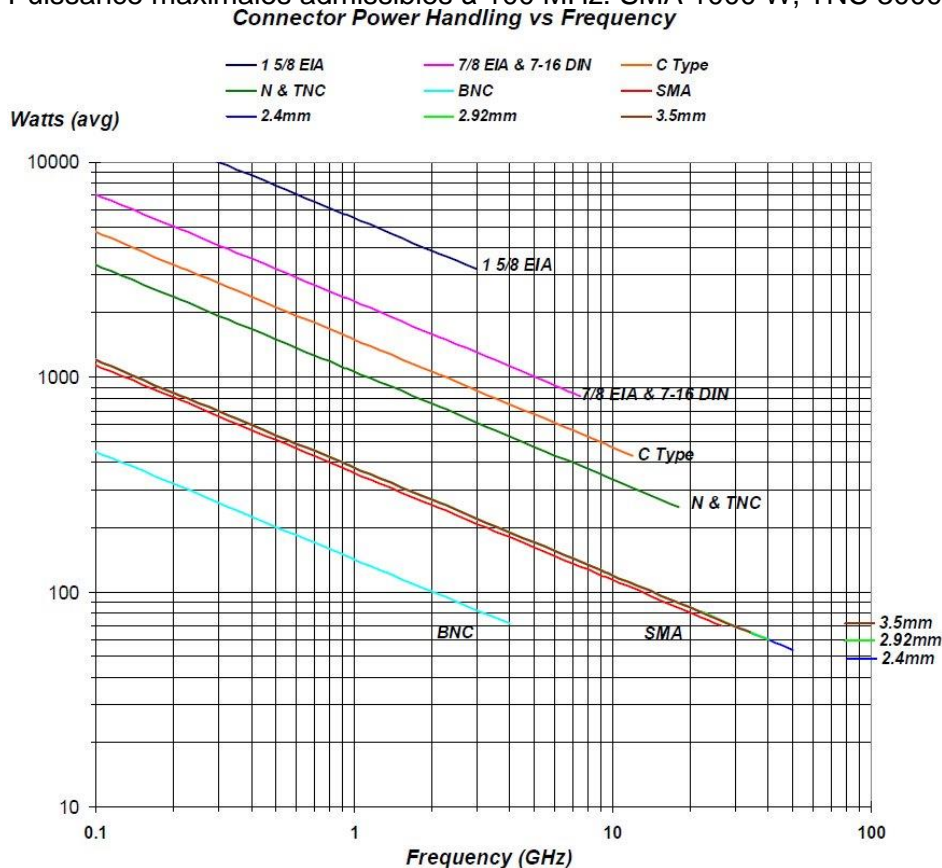
2	X2, X4	Connecteur SMB droit mâle (PAin) (Trscv)
---	--------	--



Les deux autres connecteurs devront supporter la puissance. Il est recommandé d'utiliser des embases SMA droits avec des câbles coudés
 A ce titre on en trouve pas de limite en puissance dans les datasheet des fabricants. Parfois la tension maximale est mentionnée mais uniquement en DC. La puissance maximale fait référence à la norme de ces connecteurs :

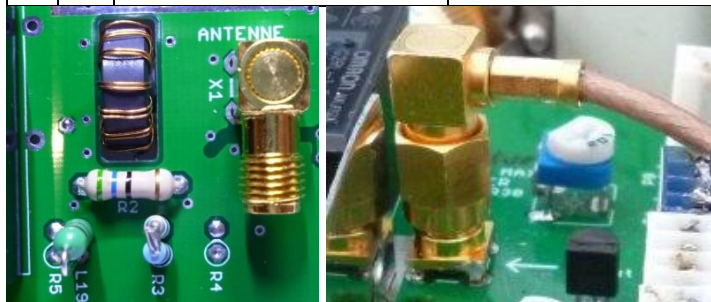
<http://f1chf.free.fr/fichiers/RF%20Connector%20Guide.pdf>

Puissance maximales admissibles à 100 MHz: SMA 1000 W, TNC 3000 W, N 3000 W



Par exemple quelques références de <https://www.rf-microwave.com>
 SMA coudée Rosenberger 32K249-400F3 : (200 W à 2GHz) Réf SMA-42A
 SMA droite Huber&Suhner 82_SMA-50-0-1/111_N Réf SMA-41C

1	X1	Connecteur SMA coudé mâle (Antenne)
1	X3	Connecteur SMA droit mâle (PAout)



Quand on montera les câbles SMA il sera impératif de serrer les connecteurs à la clé de 8 mm. Normalement le serrage se fait à la clé dynamométrique à un couple de 0,3 à 0,6 Nm pour le laiton doré et 0,8 à 1,1 Nm pour l'acier inox. On serrera de façon modérée avec le petit doigt !

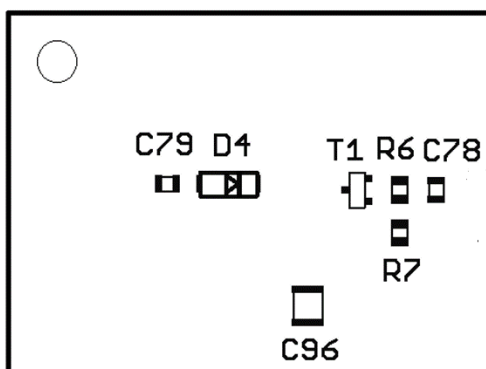
Avant de mettre le coupleur directif une mesure a été effectuée entre les deux relais K15 et K16. La perte en position Rx est inférieure à 0,05 dB entre les connecteurs X2 et X3.

8. Commande des relais K15 et K16

Les relais K15 et K16 sont commandés par le transistor T1

Souder les composants CMS sous les relais en question. C96 n'est pas monté !

1	D4	LL4148 CMS MELF ou MM4148, S1A-13-F
1	T1	BC817 CMS SOT23
1	R6	2,2k CMS 0805
1	R7	4,7k CMS 0805



9. Coupleur directif

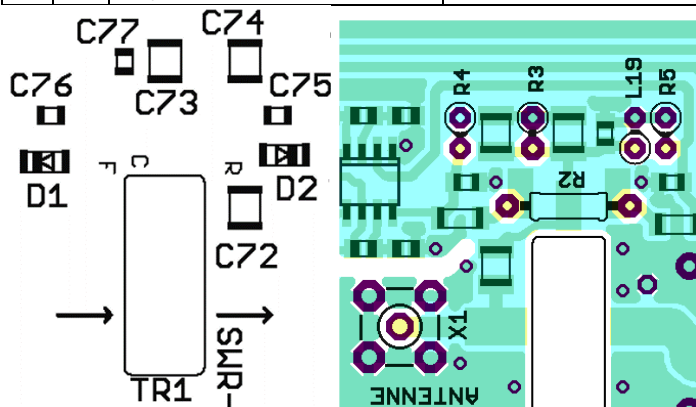
R4 et R5 ont été changées en CMS pour dégager de la place près du connecteur SMA.

La résistance R3 est constituée de deux résistance de 2,2k et 1k en séries montées verticalement.

Ces détails se voient sur les photos qui suivent.

En profiter pour souder D5 et D6 plus loin dans la zone des amplis-op !

1	C72	12pF 5% COG 200V CMS 1206 ou 1210
3	C73, C75, C76	100pF 5% COG 50V CMS 1206 ou 0805
1	C74	470pF 5% COG 50V CMS 1206 ou 0805
1	C77	18pF 5% COG 50V CMS 1206 ou 0805
1	R2	56R 1/2W traversant
1	R3	3,2k (2,2k + 1k en série) traversant
2	R4, R5	47k CMS 0805
1	L19	1mH traversant
2	D1, D2, D5, D6	LL43 ou LL42 ou BAT43W ou BAT42W
2	D5, D6	LL4148 CMS MELF ou MM4148



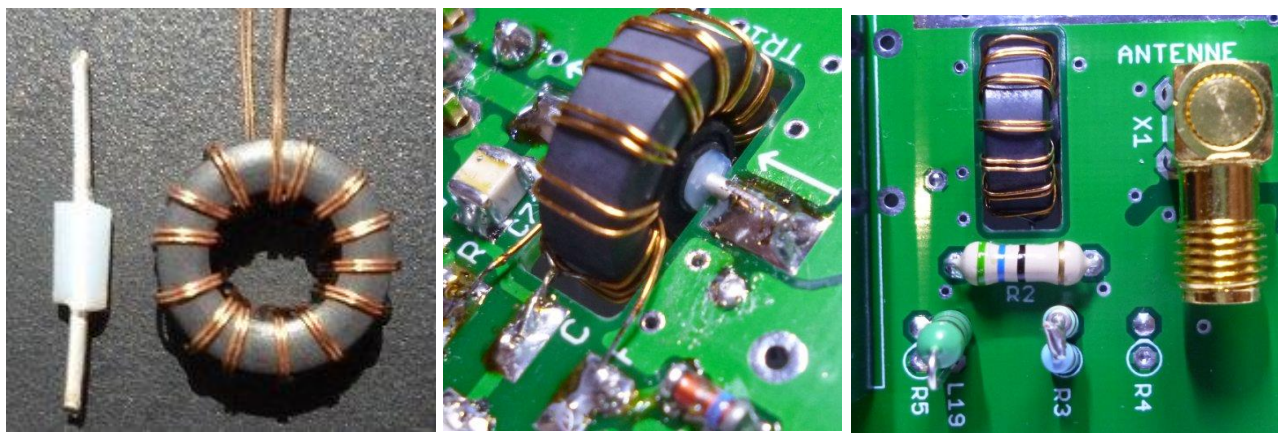
Confection du coupleur directif :

Pour la réalisation pratique de ce coupleur quelques détails ont leur importance.

Un brin de 45 cm de fil vernis de 0,25 mm est plié en deux pour former une paire. Sur le tore comptez 14 passages au centre avec les deux fils en main sans les torsader. Laisser 3 cm au début. On prendra soin de bien tendre le fil à chaque passage et de répartir les spires.

Couper un bout de câble coaxial RG58 ou Téflon pour extraire l'âme isolée. On dégagera l'isolant de part et d'autre afin qu'il puisse se loger dans l'ouverture du circuit imprimé.

Couvrir cet isolant d'autant de couches de gaine thermo pour qu'il se centre parfaitement dans le tore bobiné.



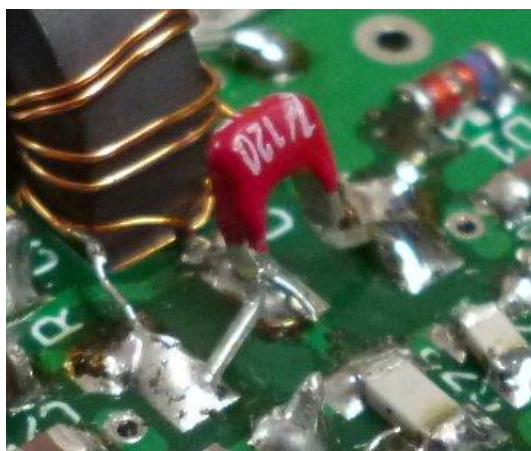
Les deux enroulements sont mis en série (l'entrée de l'un sur la sortie de l'autre) pour former le point milieu nommé C.

L'extrémité du fil entrant au centre du tore (à droite de la photo) sera orienté vers la plage F (*forward*) de la platine.

L'autre extrémité se retrouvera ainsi vers l'antenne sur la plage R (*reverse*).

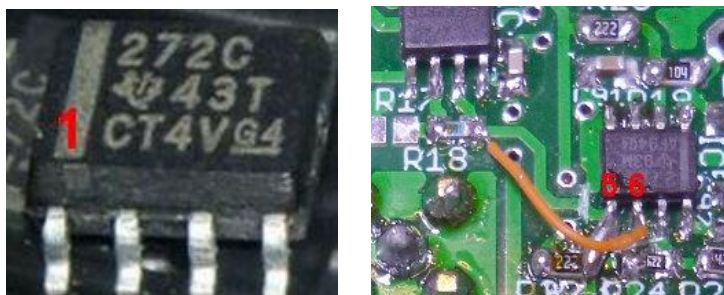
Si l'on n'y prête pas attention, les sorties seront inversées.

Une capacité de 12 pF a été rajoutée en parallèle sur R2 pour compenser l'inductance du tore et améliorer la directivité.



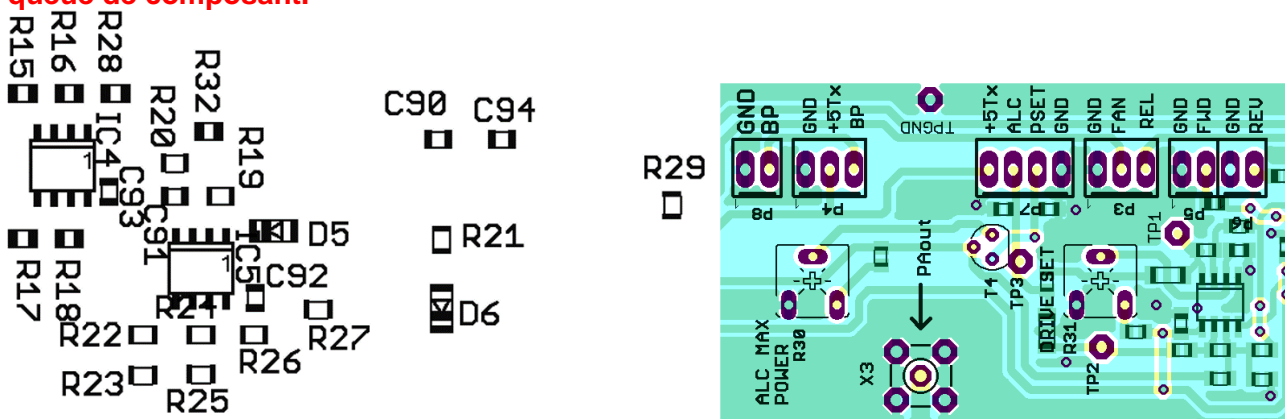
10. Amplificateurs ALC

Souder les deux amplis-op en CMS IC4 et IC5. Pour rappel la broche 1 se situe en bas à gauche lecture vers soi. Sur la carte les broches 1 sont orientées vers le bord de la platine.



2	IC4, IC5	TLC272D double AOP CMOS SO-8
---	----------	------------------------------

Une erreur regrettable s'est glissée lors de la saisie du schéma. Les broches 5 et 6 sont à inverser sur IC5. Couper les pistes qui vont aux broches 5 et 6. Relier avec du fil fin ou une queue de composant.



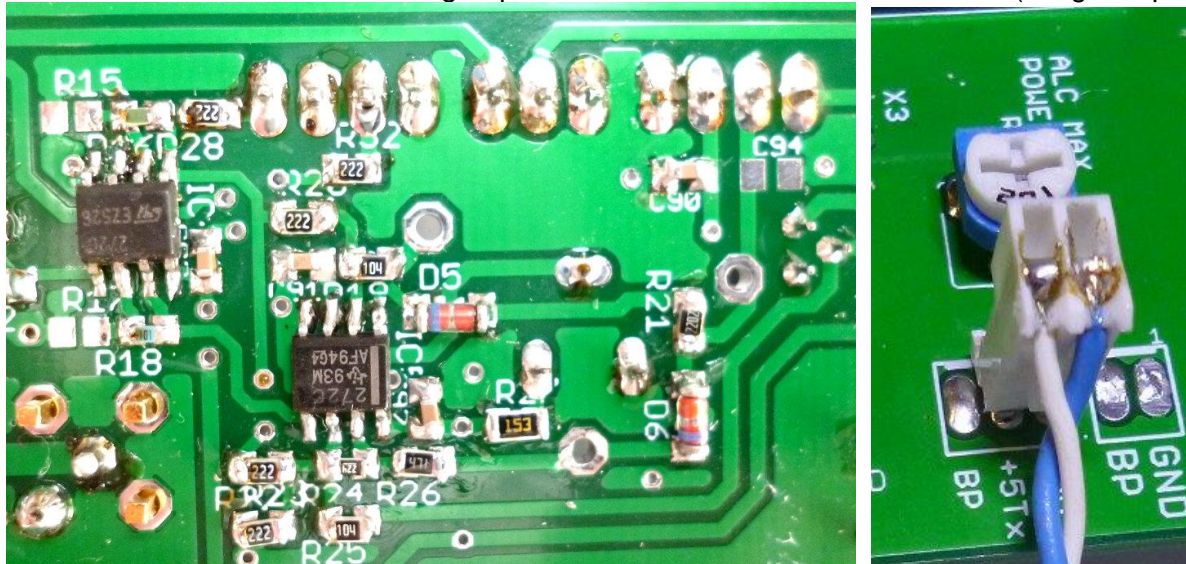
(Pour info C91 et C92 ont été montées au § 4.)

Commencer par les CMS autour des amplis-op.

1	R29	1,5k CMS 0805
2	R16, R18	100R CMS 0805
2	R19, R25	100k CMS 0805
1	R30	1k ajustable RM065 horizontal
1	R31	10k ajustable RM065 horizontal
1	R27	15k CMS 0805
4	R20, R23, R28, R32	2,2k CMS 0805
1	R22	3,3k CMS 0805
1	R24	220k CMS 0805
1	R21	22k CMS 0805
1	R26	470R CMS 0805
0	R15, R17	NA non applicable CMS 0805
1	T4	BS170 N-MOS TO-92
0	C94	NA non applicable CMS0805
1	P4	Connecteur 2 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA

1	P3,	Connecteur 3 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA
2	P7 et (P5 + P6)	Connecteur 4 broches au pas de 2,54mm type KF2510 ou MTA

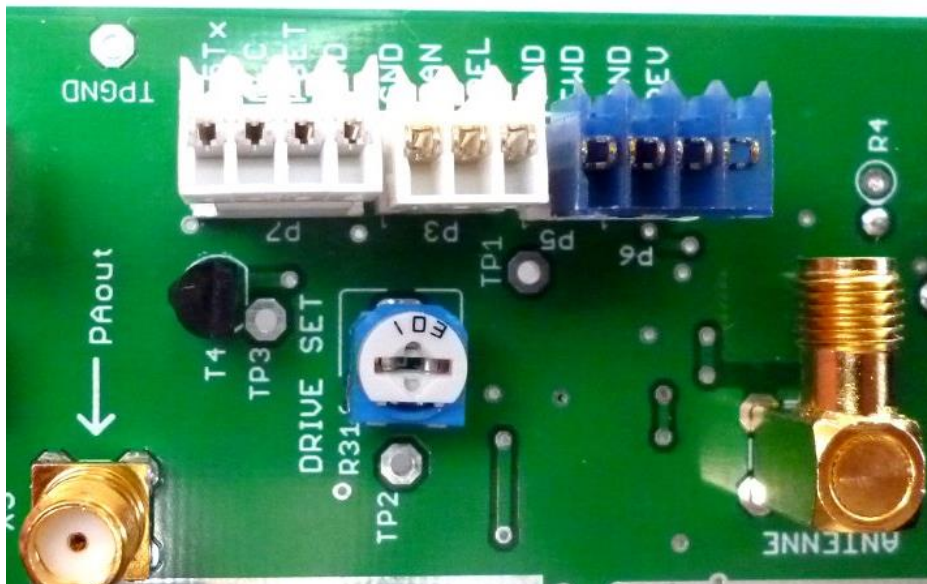
Le connecteur 2 broches P4 n'est soudé qu'entre les broches GND et +5Tx. P8 n'est pas utilisé.
 Les connecteurs P5 et P6 sont regroupés en un seul connecteur à 4 broches (image au prochain §).



11. Mesure des filtres

On peut facilement mesurer les filtres sans que la carte soit raccordée au microcontrôleur et au Rocket.

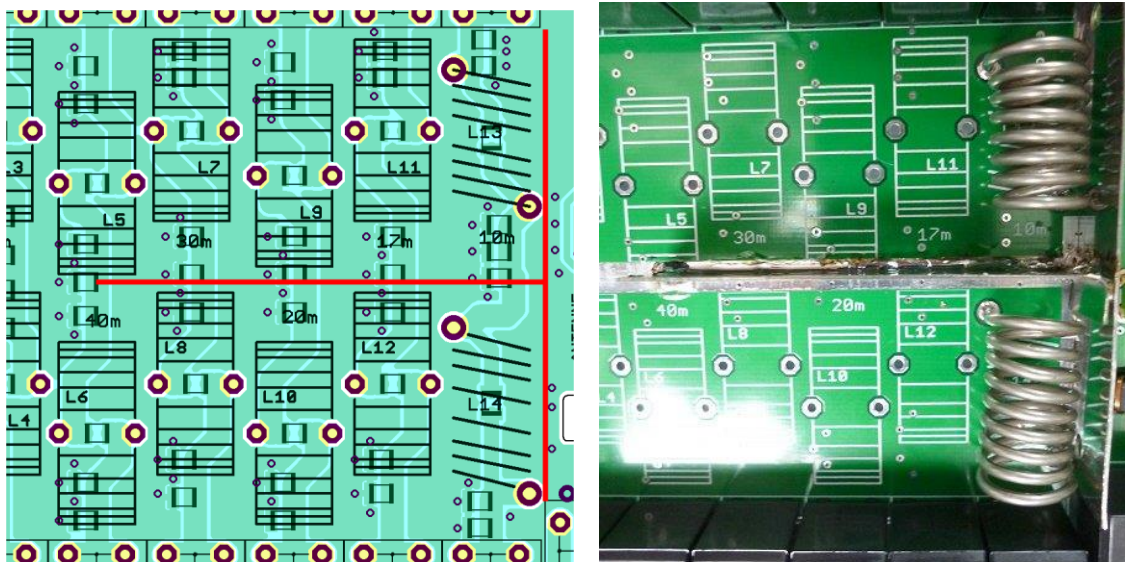
L'analyseur de réseau calibré en transmission sera relié entre les ports SMA ANTENNE et PAout.



Pour commander les relais, souder un strap entre le collecteur de T1 et la masse pour enclencher les relais K15 et K16 en mode émission. Ensuite retirer le circuit IC1 de son support et relier la bande correspondante avec la masse GND sur le broche 8. Attention de ne pas faire de court-circuit avec dernière broche 9 sous l'inscription « 160m » qui est le +28V !

12. Filtre 10-12 m

Avant de commencer ce filtre, réaliser un blindage de séparation de 16 mm de hauteur avec des bandes de tôle étamée ou de laiton. Veiller à ne pas dépasser au-delà des relais K13 et K15. Avec une autre bande aller jusqu'à L4/L5.



Pour confectionner les selfs prendre du fil argenté ou étamé. Former la self sur un foret de 9 mm à spires jointives, veiller à ce que le sens du bobinage corresponde au circuit imprimé. Puis passer un fil de même taille entre les spires pour obtenir un écartement constant. Enfin reformer la bobine sur un foret de 9,5 mm. Ajuster l'ensemble pour que les extrémités tombent en face de trous. Souder les deux selfs à 2 mm du plan de masse du circuit imprimé.

L13 7,5 spires en fil argenté de 16/10^e sur un diamètre de 9,5 mm
 L14 8,5 spires en fil argenté de 16/10^e sur un diamètre de 9,5 mm

Par rapport aux valeurs théoriques, les capacités aux extrémités du filtre ont été fortement diminuées voire inexistantes. En effet, les lignes communes des relais font environ 50 pF chacune, de plus, le coupleur directif charge aussi la ligne de sortie.
 Pour le commun des relais à l'entrée du filtre passe bas (LPF_IN) nous mesurons 49 pF.
 En revanche pour la sortie LPF_OUT nous mesurons 52 pF, et 73 pF en présence du coupleur directif pour les relais en position Tx.

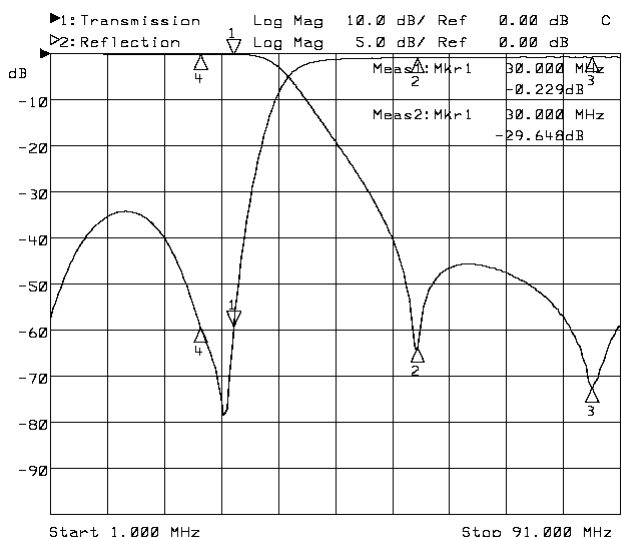
1	C1	27 pF 500V COG/NP0 CMS 1210
0	C2	NA - non applicable CMS 1210
0	C3	NA - non applicable CMS 1210
1	C4	47 pF 500V COG/NP0 CMS 1210
0	C5	NA - non applicable CMS 1210
0	C6	NA - non applicable CMS 1210
1	C7	100 pF 500V COG/NP0 CMS 1210
1	C8	33 pF 500V COG/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C9	12 pF 500V COG/NP0 ou ATC CMS 1210

Pour les essais, mettre un pont entre le collecteur de T1 et la masse pour enclencher les relais K15 et K16 en Tx. Enlever IC1 (ULN2003) de son support et relier la broche 16 (10 m) à la masse en broche 8 avec un fil rigide dans le support.
 Appliquer 28 V sur le connecteur P10, l'alimentation doit débiter 80 mA environ.

A l'analyseur de réseau on ajustera les creux de transmission à 59 MHz pour L13 et 86,3 MHz pour L14.

Les pertes en transmission entre PAout et Antenne ne dépassent pas 0,25 dB à 30 MHz. Les pertes par réflexion sont meilleures que -29 dB de 24 à 30 MHz.

Le marqueur 4 est à 24,8 MHz.



13. Filtre 15 et 17 m

Même remarque que pour le filtre 10 m. Les valeurs ont été affinées en pratique pour le minimum de pertes dans les bandes 18,068 à 21.500 MHz.

0	C10, C11, C14, C16	NA - non applicable CMS 1210
1	C17	33 pF 500V COG/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C18	12 pF 500V COG/NP0 ou ATC CMS 1210
2	C12, C13	82 pF 500V COG/NP0 CMS 1210
1	C15	10 pF 500V COG/NP0 CMS 1210

Le bobinage sur les tores doit être bien réparti avec du fil argenté de 1 mm ou du fil de cuivre émaillé, nu, ou étamé. Si le bobinage est trop lâche, l'inductance va augmenter ainsi que les pertes. **Une spire est un passage au centre**, finalement on ne compte que le nombre de passage au centre. (voir photo page suivante)

1	L11	Tore T80-6 (jaune) Amidon, fil 1 mm de longueur 23 cm, 9 spires serrées et réparties 430 nH
1	L12	Tore T80-6 (jaune) Amidon, fil 1 mm de longueur 25 cm, 10 spires serrées et réparties 540 nH

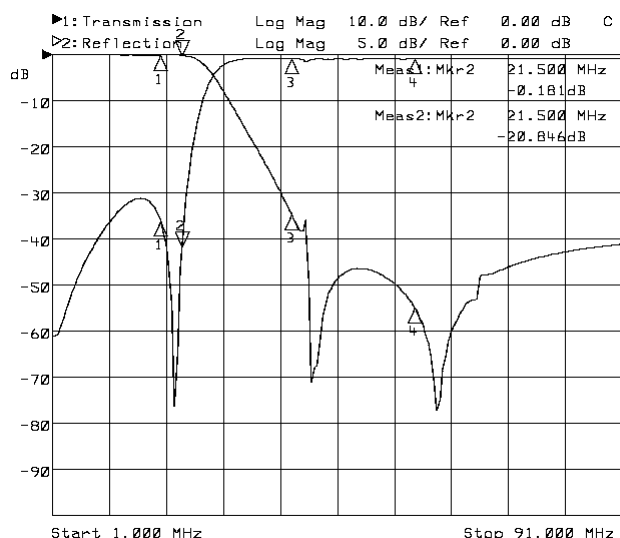
Les deux inductances sont soudées de telle façon à ce que le noyau de ferrite touche le circuit imprimé.

Il n'y a pas d'ajustage à l'analyseur de réseau.

Les creux privilégient la bande 21 MHz et les décrochements ont liés à un coulage avec le filtre 10 m sans gravité pour la transmission du filtre.

Les pertes en transmission entre PAout et Antenne ne dépassent pas 0,2 dB à 21,45 MHz.

Les pertes par réflexion sont meilleures que -25 dB pour les bandes 17 et 15 m.



14. Filtre 20 m

Les valeurs des condensateurs céramiques ont été optimisée pour le minimum de pertes à 14,350 MHz. En pratique ce filtre peut être commuté jusqu'à 15 MHz.

Les valeurs théoriques pour C20 et C23 étaient respectivement de 147 pF et 182 pF. Au centre C22 était à 330 pF en théorie, mais avec 10 pF de plus les pertes en retour s'en trouvaient améliorées. C27b est soudé par-dessus C27.

0	C19, C24 , C25	NA - non applicable CMS 1210
2	C20, C23	100 pF 500V COG/NPO ou ATC CMS 1210
1	C22	330 pF 500V COG/NPO CMS 1210
2	C21, C27b	10 pF 500V COG/NPO CMS 1210
1	C26	56 pF 500V COG/NPO ou ATC CMS 1210
1	C27	12 pF 500V COG/NPO ou ATC CMS 1210

Le bobinage sur les tores doit être bien réparti avec du fil argenté de 1 mm ou du fil de cuivre émaillé, nu, ou étamé. Si le bobinage est trop lâche, l'inductance va augmenter ainsi que les pertes.



Il est important de bien plaquer le fil contre le tore à chaque passage.

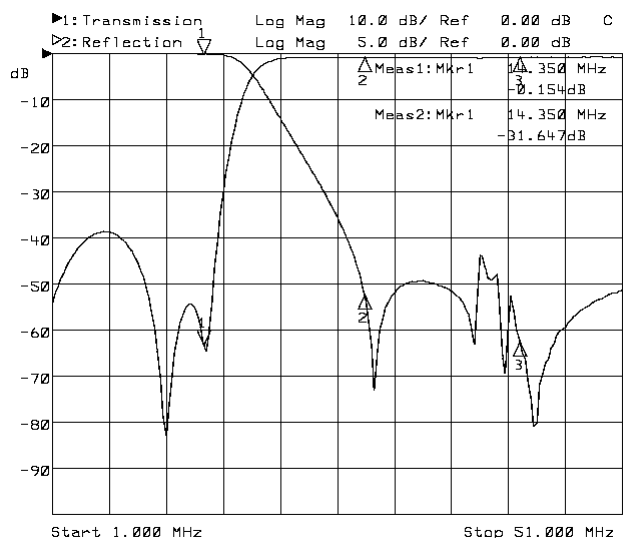
1	L9	Tore T80-6 (jaune) Amidon, fil 1 mm de longueur 25 cm, 10 spires serrées et réparties 540 nH
1	L10	Tore T80-6 (jaune) Amidon, fil 1 mm de longueur 28 cm, 11 spires serrées et réparties 620 nH

Les deux inductances sont soudées de telle façon à ce que le noyau de ferrite touche le circuit imprimé.

Les pertes de ce filtre sont inférieures à 0,2 dB même à 15 MHz.

Les pertes par réflexion sont meilleures que -26 dB dans la bande 20m.

L'atténuation des harmoniques 2 et 3 sont meilleures que 50 dB.



15. Filtre 30 m

Le filtre 30 m comporte des tores T80-6 jaunes bobinées avec du fil émaillé de 1 mm. Etant donné que le nombre de spires sont beaucoup important, le risque de court-circuit entre spires peut se présenter, par conséquent, il n'est plus possible d'utiliser du fil argenté.

C46b est soudé par-dessus C46.

0	C41, C44, C45	NA - non applicable CMS 1210
1	C39	100 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
2	C40, C46	56 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210
1	C42	470 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210
1	C43	220 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C46b	10 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C47	27 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210

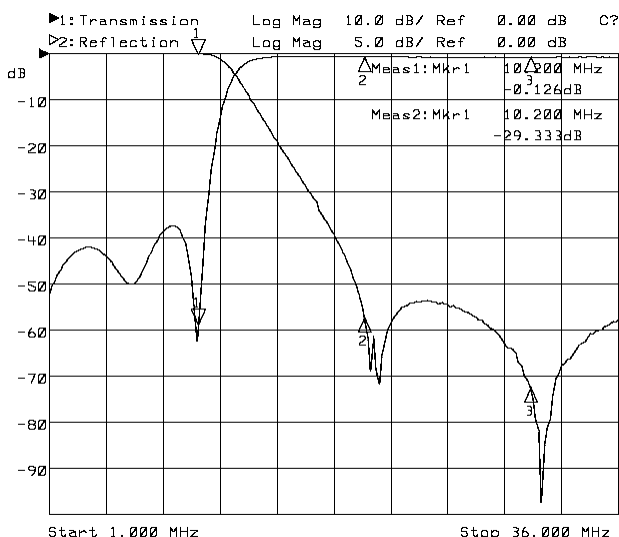
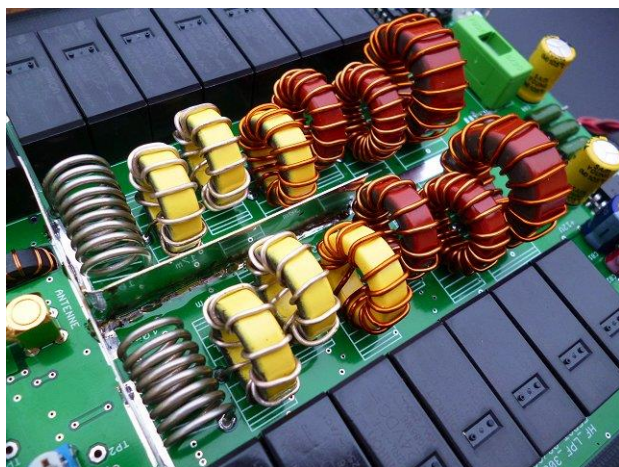
Le bobinage sur les tores doit être bien réparti avec du fil de cuivre émaillé. Il est important de bien plaquer le fil contre le tore à chaque passage.

1	L7	Tore T80-6 (jaune) Amidon, fil 1 mm de longueur 34 cm, 13 spires serrées et réparties 880 nH
1	L8	Tore T80-6 (jaune) Amidon, fil 1 mm de longueur 37 cm, 14 spires serrées et réparties 1000 nH

Les pertes de ce filtre sont inférieures à 0,15 dB même à 10,2 MHz.

Les pertes par réflexion sont meilleures que -26 dB dans la bande 30m.

L'atténuation des harmoniques 2 et 3 sont meilleures que 55 dB.



16. Filtre 40 m

Pour le filtre 40 m et sur les bandes inférieures le matériau -2 à perméabilité $\mu = 10$ est mieux adapté aux fréquences basses.

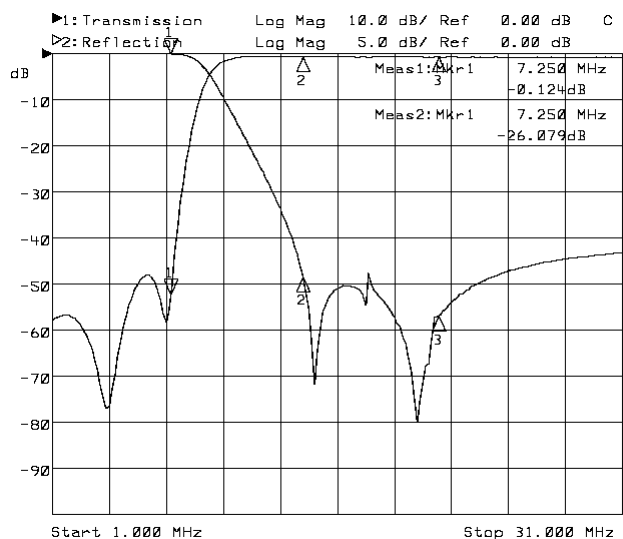
5	C28, C30, C32, C33, C35,	100 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C29	82 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210
1	C31	470 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210
1	C34	10 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C36	47 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210

Le bobinage sur les tores doit toujours être réparti avec du fil de cuivre émaillé. Il est important de bien plaquer le fil contre le tore à chaque passage.

1	L5	Tore T80-2 (rouge) Amidon, fil 1 mm de longueur 34 cm, 14 spires serrées et réparties 1,17 μ H
1	L6	Tore T80-2 (rouge) Amidon, fil 1 mm de longueur 37 cm, 15 spires serrées et réparties 1,33 μ H

Les pertes de ce filtre sont inférieures à 0,15 dB à 7,2 MHz.

Le réjecteur de l'harmonique 3 a été volontairement placé plus bas en fréquence pour mieux atténuer l'harmonique 3 de la bande 60 m. Cela donnait aussi moins de pertes en retour.



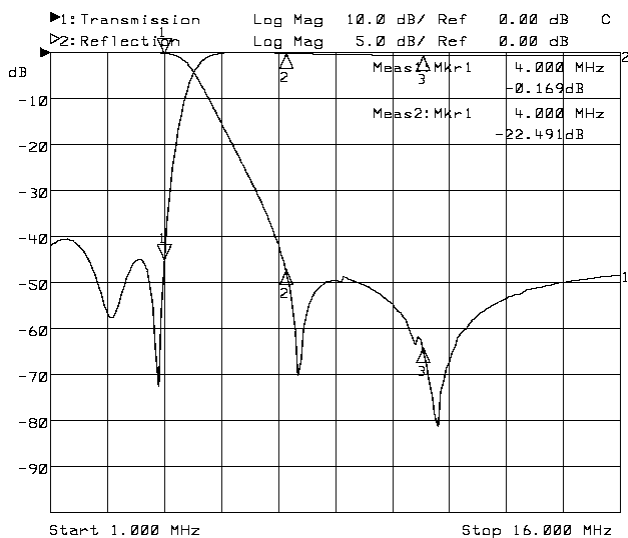
17. Filtre 80 m

On réalisera ce filtre 80 m dans les mêmes conditions que le filtre 40 m.

4	C37, C48, C49, C59	470 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
2	C60, C63	82 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210
1	C38	56 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210
2	C61, C62	220 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C71	47 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210

1	L3	Tore T80-2 (rouge) Amidon, fil 1 mm de longueur 46cm, 19 spires serrées et réparties 2,08 µH
1	L4	Tore T80-2 (rouge) Amidon, fil 1 mm de longueur 52 cm, 21 spires serrées et réparties 2,49 µH

Les pertes de ce filtre ne dépassent pas 0,2 dB à 4 MHz.



18. Filtre 160 m

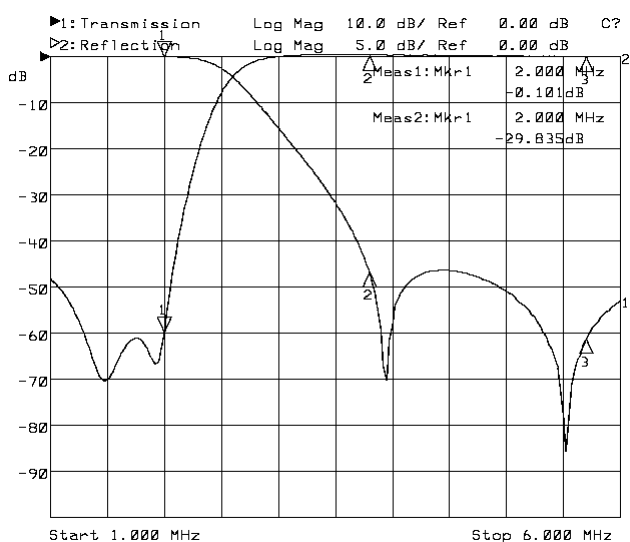
Les capacités avec le suffixe B se montent par-dessus celles qui ont la même référence. Par exemple C70B est montée au-dessus de C70. Idem pour le couple C55, et ensuite C58.

8	C50, C52, C53, C54, C55, C56, C57, C70	470 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
3	C51, C55, C70b	330 pF 500V C0G/NP0 CMS 1210
1	C55b	220 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C58	100 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210
1	C58b	82 pF 500V C0G/NP0 ou ATC CMS 1210

La section du tore a été augmentée pour réduire la saturation qui augmente quand la fréquence baisse. On passe au diamètre supérieur avec des tores T106-2.

1	L1	Tore T106-2 (rouge) Amidon, fil 1 mm de longueur 65cm, 16 spires serrées et réparties 3,55 µH
1	L4	Tore T106-2 (rouge) Amidon, fil 1 mm de longueur 70 cm, 18 spires serrées et réparties 4,56 µH

Les pertes de ce filtre sont inférieures à 0,15 dB à 2 MHz.



Retirer le strap entre le collecteur de T1 et la masse pour libérer les relais K15 et K16.

Remettre le circuit IC1 sur son support, veiller à son orientation.

19. Compensation en réception

Le coupleur directif charge capacitivement la voie antenne par le diviseur capacitif partant de C72. Ce défaut est corrigé en émission car la capacité parasite se trouve incluse aux filtres. En réception cette charge capacitive entraîne des pertes par désadaptation en haut de bande entre 20 et 30 MHz.

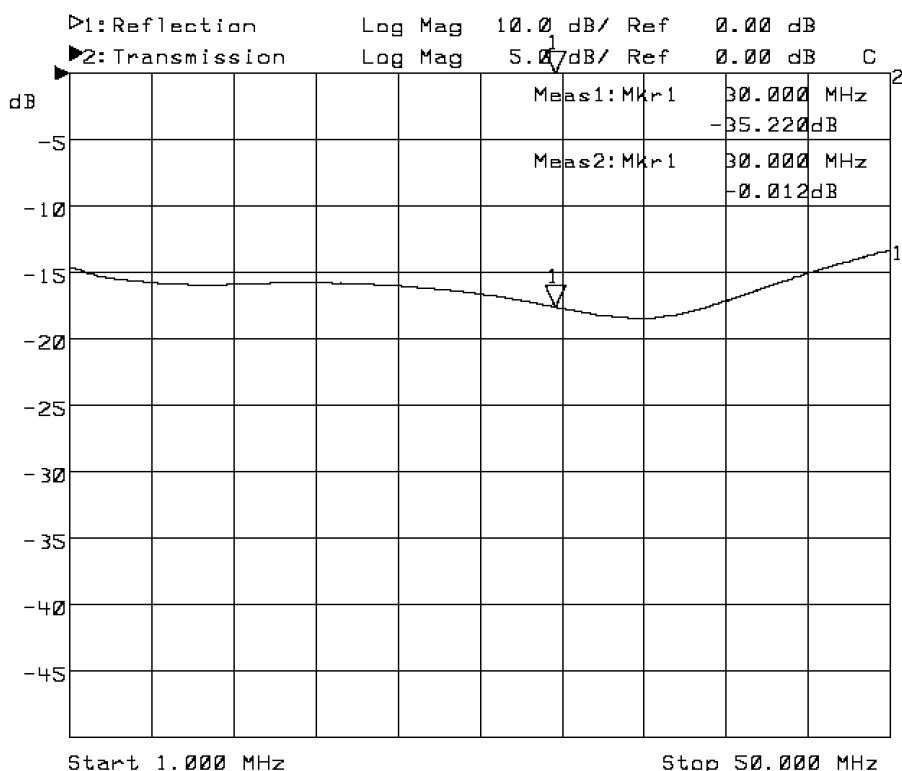
Pour corriger cette charge capacitive nous insérons une petite inductance entre les relais K15 et K16. Pour cela couper la piste entre les relais.

Confectionner une inductance de 3,5 spires jointives sur un foret de 4 mm avec du fil émaillé de 5/10^e

Souder cette inductance entre K15 et K16 comme sur la photo ci-dessous.

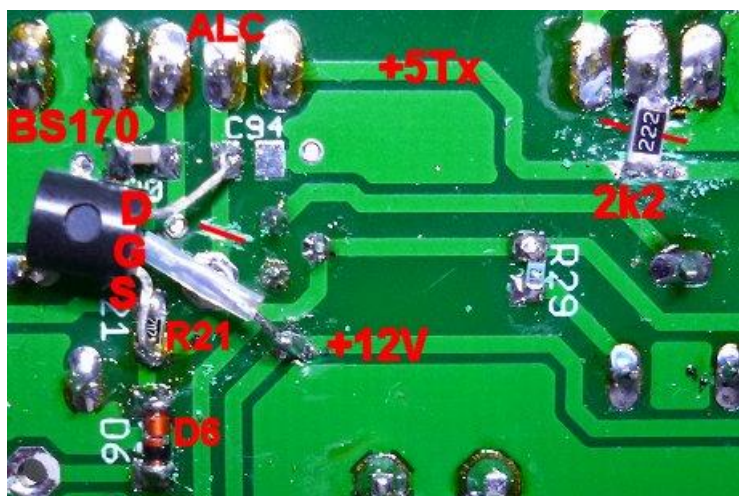


L'adaptation est parfaite jusqu'à 50 MHz avec des pertes en retour inférieures à -30 dB.



20. Corrections version A

En coupant le PA, la ligne d'ALC n'était pas libérée par contre le transistor T4 libère bien la ligne PSET. Il s'en suivait qu'en mode by-pass du PA, la puissance du Rocket était réduite au minimum ! D'autre part, le +5Tx alimentait le PAduino par le port et remontait sur le +5V faisant conduire à nouveau T4 ! La résistance R37 a été ajoutée entre le +5Tx et la sortie +5Tx qui ira au PAduino (voir schéma), ceci pour protéger le PAduino et éviter l'alimentation de ce dernier. La modification consiste à couper la piste d'ALC qui va au connecteur P7, puis souder un transistor T5 BS170 avec la gate au +12V (piste à gratter) La source est reliée entre D6 et R21.



21. Câblage avec le PAduino

L'afficheur avec le PAduino aura été préalablement monté et testé.

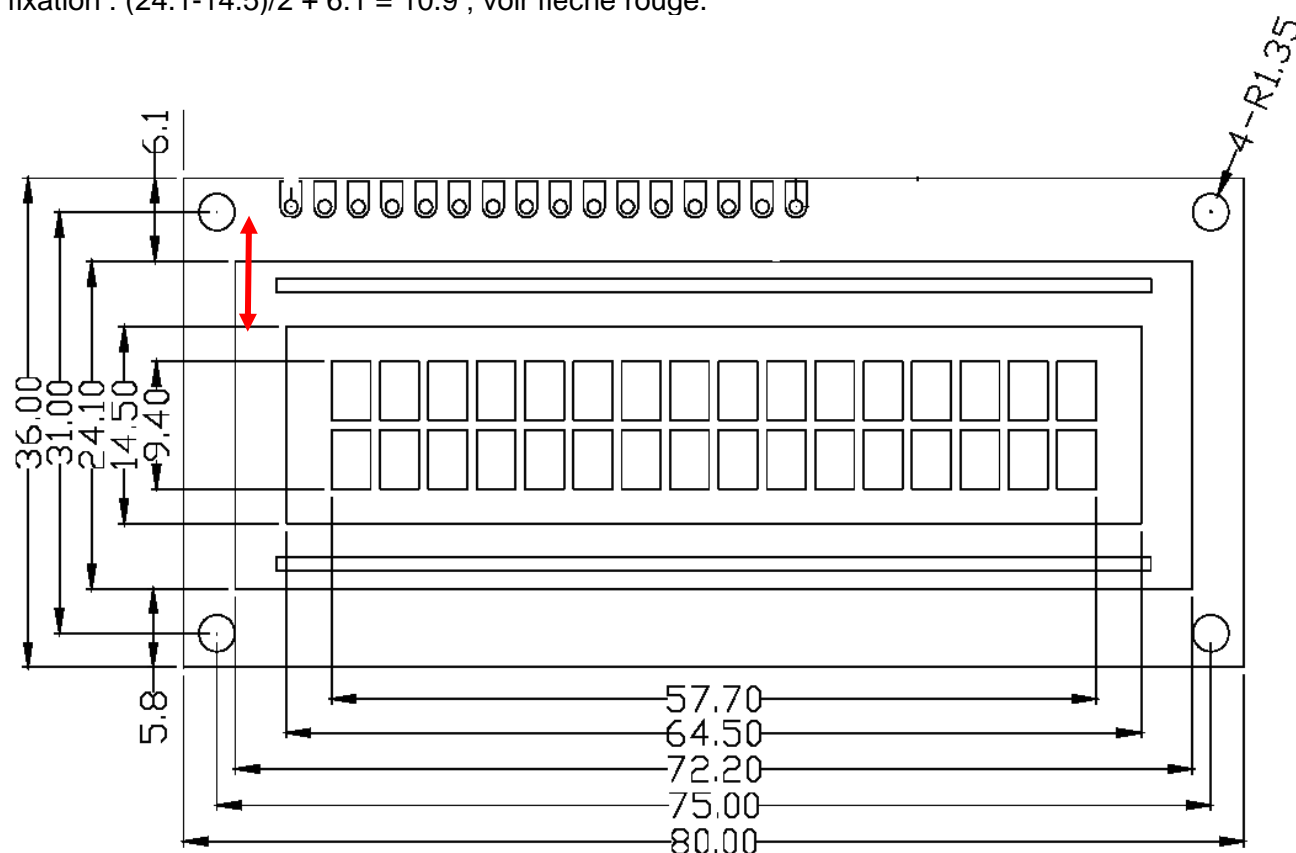
Pour effectuer le câblage à la bonne longueur, on s'assurera de la disposition de l'ensemble dans le boîtier. Matérialiser les liaisons avec les câbles coax et leur rayon de courbure.

Pour ma part, j'ai adopté un montage dans le couvercle du boîtier Teko 385. La platine PA sera sous le filtre passe-bas. Il sera possible de dévisser le filtre pour le basculer hors du couvercle par rapport au bord du haut.

En face avant se trouve le module PAduino, un interrupteur, et un bouton poussoir.

Le haut de l'afficheur est matérialisé par les connections de soudures. Les quatre trous sont les coins d'un rectangle de 31 x 75 mm.

La fenêtre du LCD fait 14,5 x 64,5 mm. Elle est centrée mais à 10,9 mm plus bas du rectangle de fixation : $(24.1-14.5)/2 + 6.1 = 10.9$; voir flèche rouge.

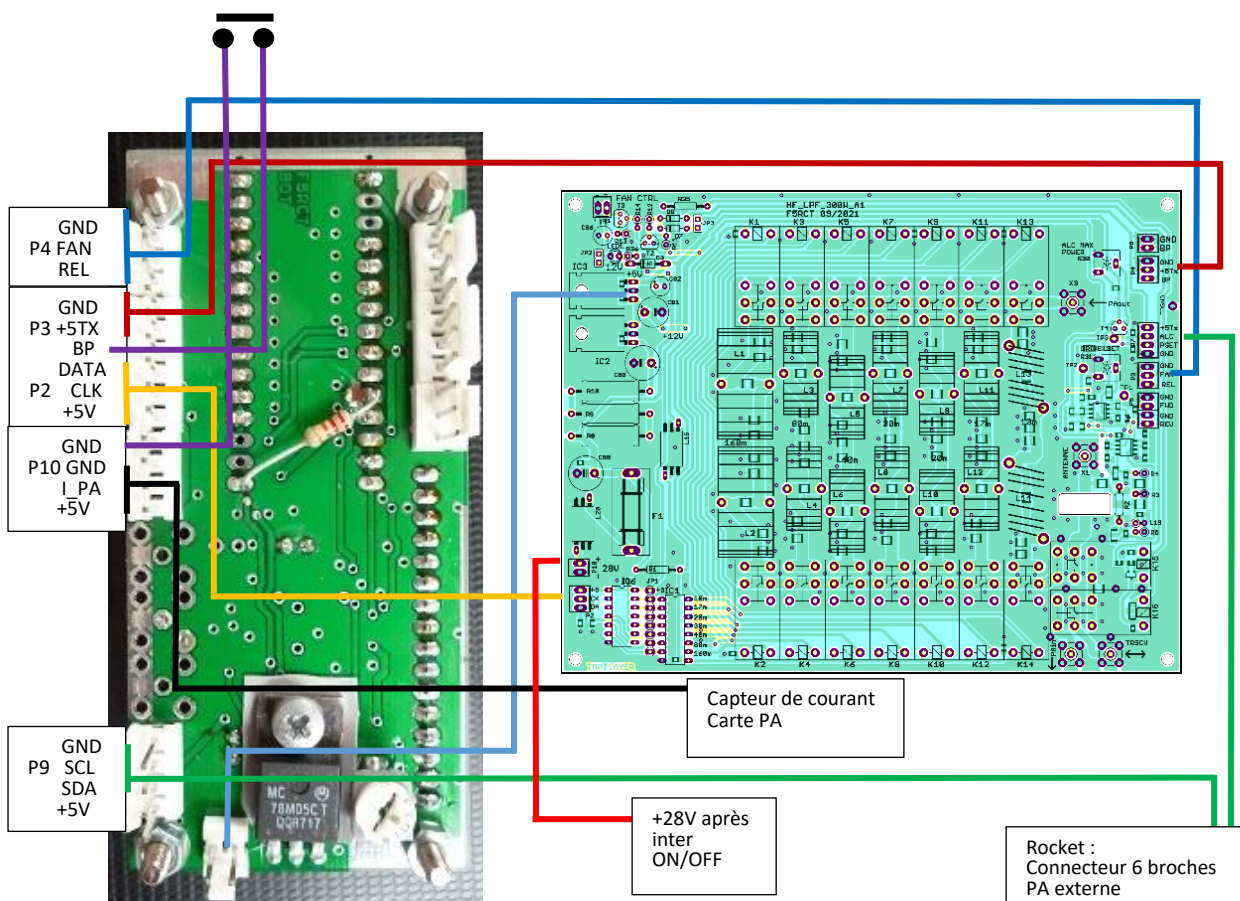


En face arrière se trouvent :

- un connecteur 6 broches type DIN 270° vers le Rocket,
- une prise d'alimentation 28 V type Neutrik 4 pôles,
- la BNC d'entrée HF du PA vers le Rocket.
- la prise N ou PL d'antenne
- une prise USB type A pour la reprogrammation et liaison série du PAduino



Première partie :



Liaison en bleu clair : Prévoir assez de longueur pour déployer la liaison du +12V de la carte LPF au connecteur P1 du PAduino ; vérifier à deux fois les polarités : la masse de P1 est côté régulateur.

Liaison en orange : Prévoir aussi assez de longueur pour déployer la liaison du registre à décalage de P2 de la carte LPF au connecteur P2 du PAduino.

Liaison en bleu foncé : De P3 de la carte LPF à P4 du PAduino. Torsader les fils ensemble.

Liaison en rouge foncé : De P4 de la carte LPF, uniquement pour GND et +5TX à P3 de la carte PAduino, uniquement pour GND et +5TX.

Liaison en violet : Le bouton poussoir en face avant est relié entre BP de P3 et GND en broche 1 de P10

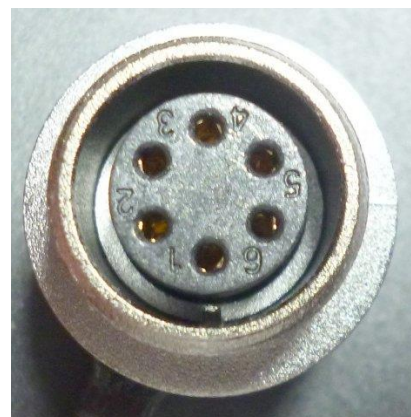
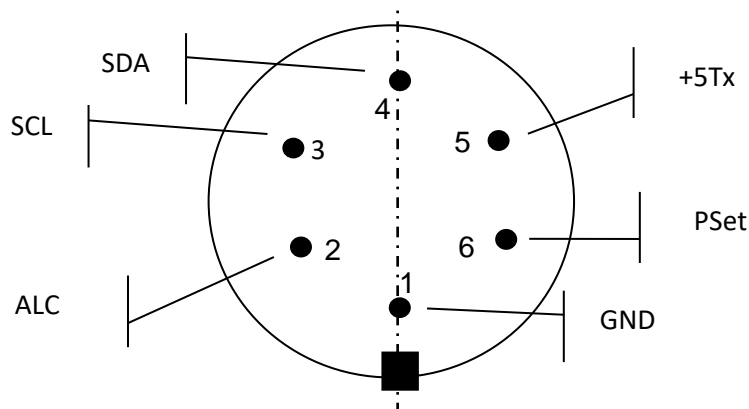
Liaison en rouge vif :

Un connecteur à 6 broches est aménagé sur le panneau arrière (DIN, connecteur type aviation) à l'extérieur de ce connecteur part un câble vers le Rocket.

De ce connecteur arrière part un câble blindé deux conducteur pour la liaison I2C vers le connecteur P9 du PAduino. Seuls le fils GND, SDA, et SCL sont câblés ; la broche +5V reste libre. De même, il y part un jeu de 4 fils torsadés pour GND, PSET, ALC et +5TX au connecteur P7 de la carte LPF.

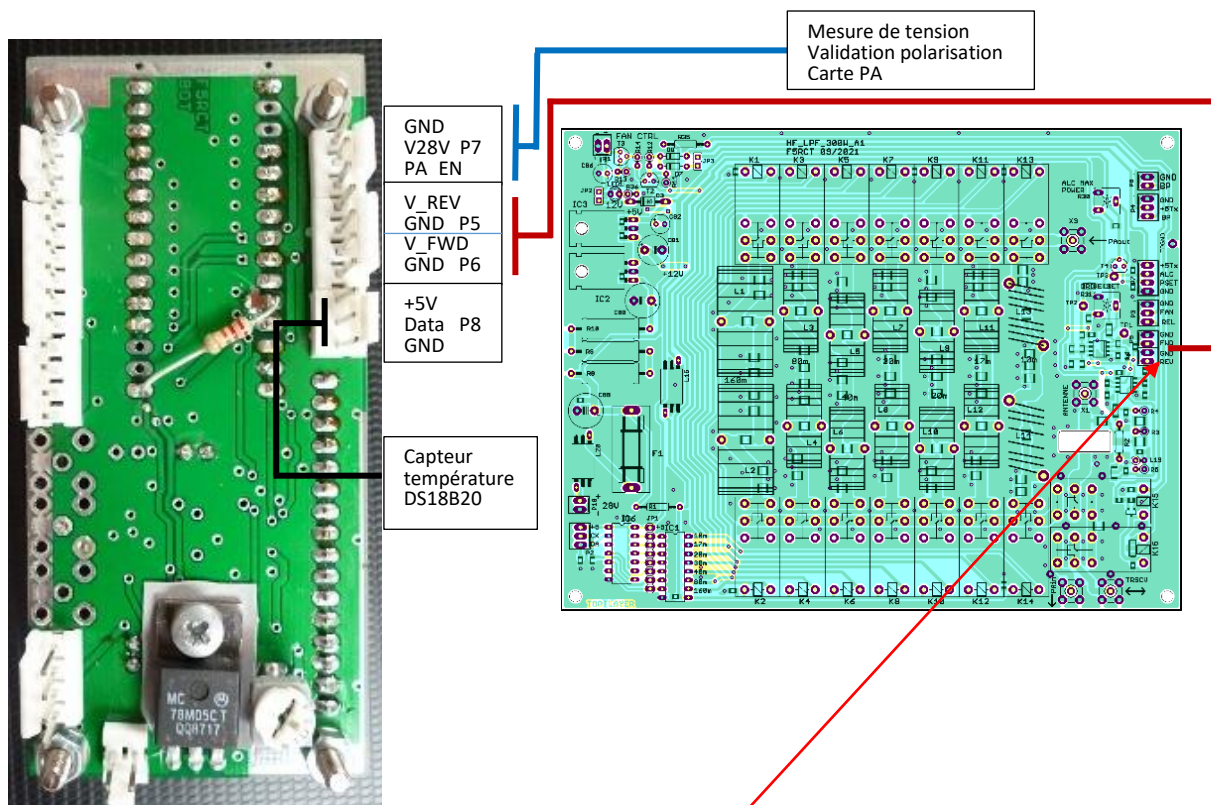
Liaison en noir : Depuis le Connecteur P10 de la carte PAduino réserver 3 fils torsadés d'au moins 30 cm qui seront reliés au capteur de courant de la carte du PA.

Prise type ST/12 6 pins : recommandée et plus courante



Brochage de la prise vue de l'extérieur du Rocket

Deuxième partie :



Liaison en rouge foncé : De P5 et P6 de la carte LPF vers P5 et P6 de la carte PAduino, En câble blindé BF à deux conducteurs. **ATTENTION** une erreur s'est glissée sur la sérigraphie de la carte du filtre, le texte FWD et REV est à inverser !

Liaison en bleu : De P7 du PAduino laisser des fils libres pour la carte PA. Mesure de la tension 28 V et validation de la polarisation du PA. Torsader les fils ensemble.

Liaison en noir : De P8 de la carte PAduino au capteur DS18B20 qui sera vissé contre le radiateur, laisser 15 cm de longueur.

- Rouge : +5V
- Jaune : data
- Noire : GND

Prises et connecteurs de puissance pour le 28 V :

Prise 28 V Neutrik NL-4MP entre 2- et 2+

https://www.reichelt.com/fr/fr/fiche-pour-appareils-speakon-noir-4p-neutrik-nl-4mp-p30018.html?&trstct=pol_10&nb=1

Fiche NL-4FX

https://www.reichelt.com/fr/fr/prise-speakon-neutrik-4-p-les-droite-neutrik-nl-4fx-p63171.html?&trstct=pol_7&nb=1

<https://cdn-reichelt.de/documents/datenblatt/C160/NL4FXMontage.pdf>

Afin de limiter les rayonnements, la masse du 28V est reliée au boîtier par une cosse et une tresse. Un condensateur MKP (polypropylène) de 220 nF découple la HF. Les deux fils rouge et noir sont le 28V vers la carte des filtres.



On peut reporter la prise USB de l'Arduino à l'arrière du PA pour permettre une mise à jour du programme ou se servir de la liaison série pour surveiller des paramètres. Il existe un câble USB type B châssis vers USB mini. Rechercher sur Ebay « 0.5m Mini USB 5Pin Male to USB 2.0 Type B Female Printer Panel Mount Cable&Screw ».

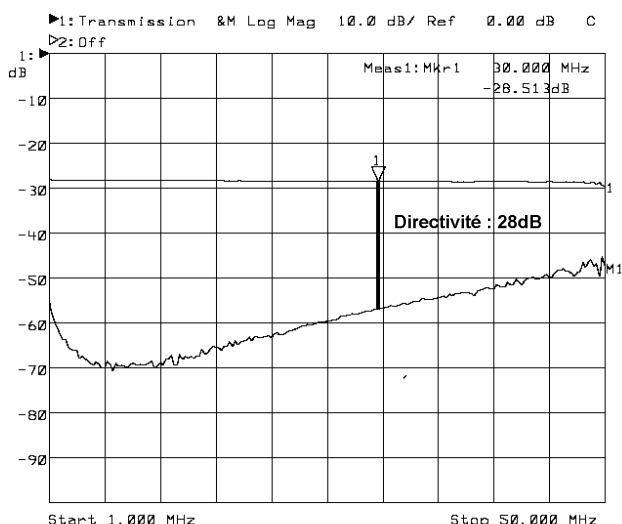


**Les essais et réglages se trouvent à la fin de la notice du PA :
PA100W-MontageModulePA100W.....**

22. Essais du coupleur directif

F1FRV détaille tous le secret du coupleur directif du coupleur « Bruene ». En bas de sa page une feuille Excel permet de calculer le coupleur. http://f1frv.free.fr/main3h_SWR_Bridges.html
Ce dernier a été conçu pour 300 W avec un tore T50-61

La mesure du coupleur directif a été faite sur le filtre 10 m avec une sonde HF haute impédance. Normalisation 0 dB sur la sortie antenne. Mesure en amont de la diode D1 pour le couplage direct de 28,5 dB sur la plage 1 à 30 MHz. Mesure en amont de la diode D2 pour le couplage en retour meilleur que 28 dB à 30 MHz.

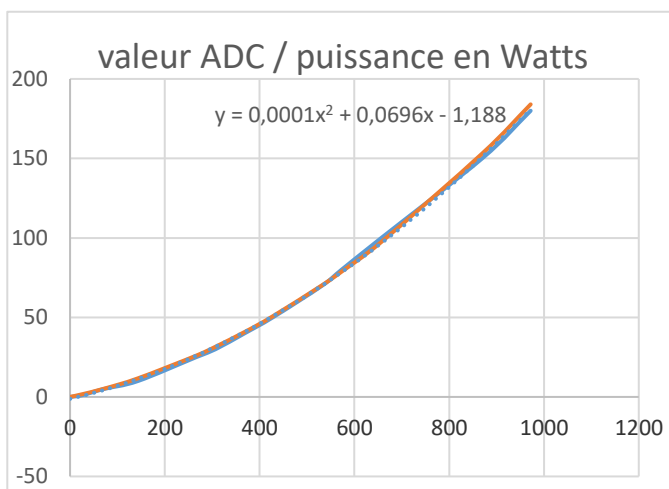


A l'aide d'un autre transceiver, la courbe de la puissance en fonction de la valeur de conversion sur 10 bits a été relevée sur 14 MHz par l'intermédiaire de la tension « fwd ». Une fonction d'Excel permet d'en extraire une équation du 2nd degré dont les coefficients sont injectés dans le programme de l'Arduino qui corrige et convertit en Watt. En réalité, les vrais coefficients sont affinés en comparant les valeurs mesurées aux valeurs recalculées. Le coefficient devant x² agit en haut d'échelle.

$P_{out} = 1.30 \cdot 10^{-4} x^2 + 6.3 \cdot 10^{-2} x + 0$ avec X étant la valeur du DAC.

Cette équation est injectée dans le programme du PArduino avant la compilation et le téléversement.

Valeur DAC	V coupl	Watts	Watt calc
0	0	0	0
25	0,12	1	2
72	0,35	5	5
143	0,70	10	12
266	1,30	25	26
307	1,50	30	32
368	1,80	40	41
428	2,09	50	51
532	2,60	70	70
573	2,80	80	79
657	3,21	100	97
870	4,25	150	153
972	4,75	180	184



Rappel sur le coefficient de réflexion et le ROS (SWR)

Lorsque les impédances d'une source de signal, d'une ligne de transmission telle que le coaxial et d'une charge (par exemple, une antenne, l'entrée d'un amplificateur) sont identiques, toute la puissance incidente - sauf celle qui est perdue en raison de l'atténuation dans la ligne de transmission - est complètement absorbée par la charge. Lorsqu'il existe une désadaptation d'impédance, une partie de la puissance incidente est réfléchi vers la source. L'onde réfléchi interagit avec l'onde incidente pour produire ce que l'on appelle des ondes stationnaires dans la ligne de transmission.

Le coefficient de réflexion est le rapport entre la tension réfléchi $E_{\text{réfléchi}}$ et la tension incidente $E_{\text{incidente}}$, et est représenté par le symbole Γ (gamma) ou ρ (rho). La valeur de Γ peut aller de 0 pour une charge sans réflexion, à 1 pour une charge complètement réfléchissante (court-circuit, circuit ouvert ou réactance pure). Mathématiquement, le coefficient de réflexion est

$$\Gamma = E_{\text{réfléchi}} / E_{\text{incidente}}$$

Le rapport d'onde stationnaire de tension (VSWR ou ROS) est représenté par le symbole r . Selon Pour une ligne de transmission sans perte d'au moins $\frac{1}{4} \lambda$ de long, le rapport entre la tension de crête maximale n'importe où sur la ligne et la valeur minimale n'importe où le long de la ligne est défini comme le rapport d'onde stationnaire de tension.

La relation entre le coefficient de réflexion et le ROS est la suivante :

$$r = (1 + |\Gamma|) / (1 - |\Gamma|) \text{ pour le ROS}$$

$$\text{et pour le coefficient de réflexion } |\Gamma| = (r - 1) / (r + 1)$$

R est le symbole des pertes en retour, qui est le rapport, en décibels, entre la puissance incidente $P_{\text{incidente}}$ et la puissance réfléchi $P_{\text{réfléchi}}$, ou entre la tension incidente et la tension réfléchi, décrit par les deux formules suivantes.

$$R = 10 \log (P_{\text{incidente}} / P_{\text{réfléchi}})$$

$$\text{et } R = 20 \log (E_{\text{réfléchi}} / E_{\text{incidente}}) = 20 \log_{10}(1/|\Gamma|)$$

$$\text{ou bien } R = -20 \log_{10}(r - 1) / (r + 1)$$

Notez le signe moins devant le "20" dans la dernière formule. Si le signe moins n'est pas inclus, la réponse sera un nombre négatif, ce qui est incorrect pour la perte de retour car une atténuation est normalement un nombre positif. Par abus, certaines références indiquent à tort la perte de retour en nombres négatifs. La confusion vient généralement du fait que la représentation en décibels du coefficient de réflexion (inférieur à 1) est un nombre négatif en dB. C'est aussi le cas des analyseurs de réseaux, bien que la perte de retour soit un nombre positif, tant que $P_{\text{réfléchi}} < P_{\text{incidente}}$.

Le coupleur directif mesure une image de $E_{\text{incidente}}$ et $E_{\text{réfléchi}}$ par les tensions détectées qui sont acheminées au PAdiuno pour calculer le ROS. Ces tensions sont aussi envoyées au comparateur IC5B dont le jeu de résistances R22 et R23 ont été calculés pour un rapport d'atténuation proche de 0.32. Ce rapport est le coefficient de réflexion soit d'après la table un ROS de 2. Pour éviter que le comparateur bascule intempestivement si les tensions sont proches de zéro, un décalage de 100 mV est produit par la résistance R25. Ainsi pour les puissances incidentes supérieures à 10 W le rapport $E_{\text{réfléchi}} / E_{\text{incidente}}$ sera constant pour réduire la puissance par l'ALC au-delà d'un ROS de 2.

Return Loss, R (dB)	Reflection Coefficient, Γ	Voltage Standing Wave Ratio (VSWR), r
0	1.000	∞
1	0.891	17.391
2	0.794	8.724
3	0.708	5.848
4	0.631	4.419
5	0.562	3.570
6	0.501	3.010
7	0.447	2.615
8	0.398	2.323
9	0.355	2.100
10	0.316	1.925
11	0.282	1.785
12	0.251	1.671
13	0.224	1.577
14	0.199	1.499
15	0.178	1.433
16	0.158	1.377
17	0.141	1.329
18	0.126	1.288
19	0.112	1.253
20	0.100	1.222
21	0.089	1.196
22	0.079	1.173
23	0.071	1.152
24	0.063	1.135
25	0.056	1.119
26	0.050	1.106
27	0.045	1.094
28	0.040	1.083
29	0.035	1.074
30	0.032	1.065
∞	0	1.000