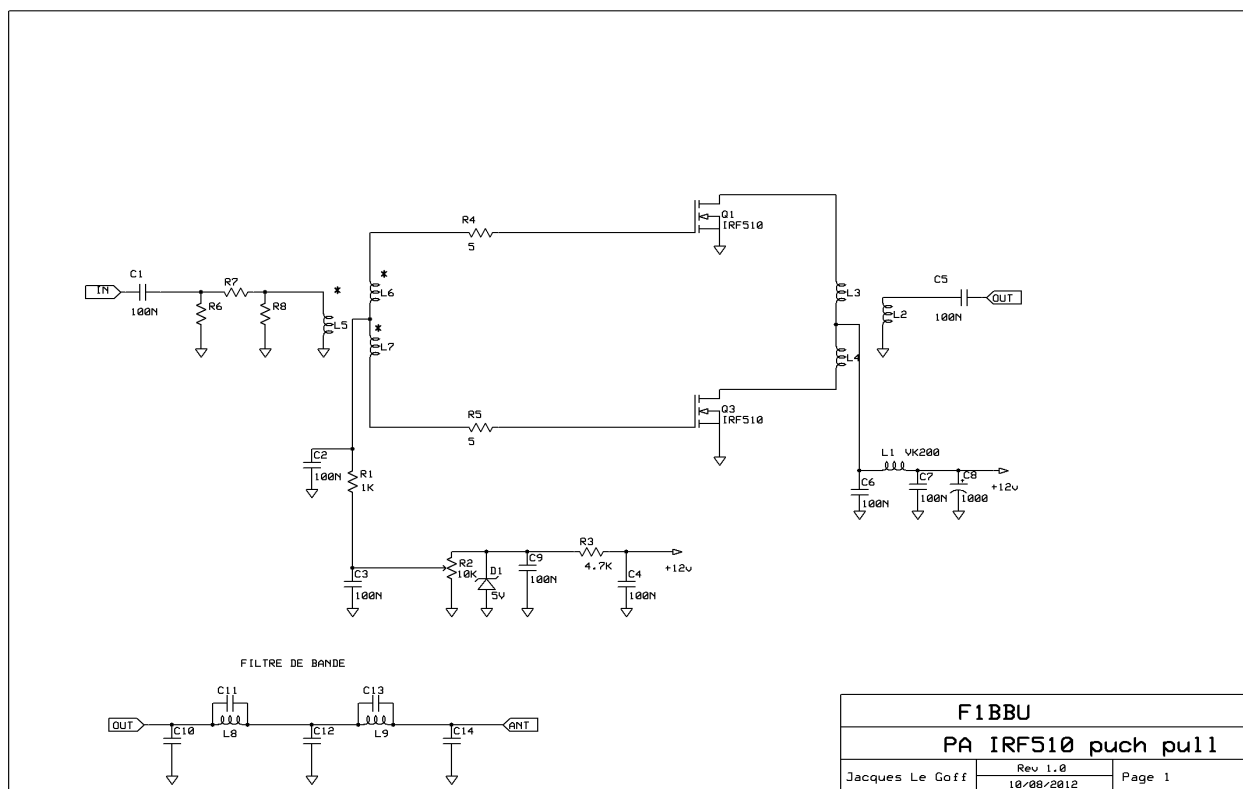


PA LINEAIRE DECAMETRIQUE A MOSFET

Par Jacques F1BBU



LE SCHEMAS

Un atténuateur à l'entrée permet d'adapter la puissance de sortie du driver à celle d'entrée du PA et permet aussi à ce driver de voir une impédance constante de 50Ω tout au long du spectre de fréquence décamétrique. Le transfo d'entrée de rapport de transformation de 1 fourni un signal déphasé de 180° sur chacune de ses sorties pour alimenter les 2 transistors IRF510. Plusieurs sortes de transfos ont été essayés pour arriver à un bon résultat; en effet l'impédance d'entrée des IRF510 varie beaucoup tout au long du spectre décamétrique et on doit trouver un compromis.

Des résistances ont été insérées en série dans le circuit de gate leur but est d'éviter d'éventuelles oscillations aux fréquences basses où le gain est plus important et

contribuent aussi à améliorer l'impédance de charge tout au long de la plage de fréquence décamétrique.

La polarisation en classe AB pour la SSB est facile à faire (la gate ne consomme pas de courant continu), un simple potentiomètre permet de régler la tension pour un débit précis au repos, je n'ai pas prévu de réglage indépendant sur chaque transistor il faudra veiller à utiliser 2 transistors de même marque et de même lot pour une bonne symétrie des courants et tensions dans les 2 branches du push pull garant d'une génération minimale des harmoniques.

Le transformateur de sortie de rapport de transformation 2 multiplie par 4 l'impédance de charge des transistors.

PETIT RAPPEL

$$Z2 = Z1 * n^2$$

Z2 impédance secondaire

Z1 impédance primaire

n rapport de transformation = nombre de spires au secondaire divisé par nombre de spires au primaire

Le but étant de faire un ampli large bande on devra soigner la réalisation des transfos d'entrée et de sortie pour un bon transfert d'énergie tout au long du spectre décimétrique pour cela les impédances devront être respectées le mieux possible ce qui n'est pas évident car les transistors IRF510 ont une capacité gate source importante qui abaisse sensiblement l'impédance aux fréquences élevées et provoque une diminution du gain en fonction de la fréquence.

Dans un push pull l'impédance au primaire du tranfo de sortie se calcule avec la formule suivante :

$$Z = 2(V - V_{ce_{sat}})^2 / P_{out}$$

V_{ce_{sat}} tension de saturation collecteur émetteur donnée par le constructeur (env 1.5V peut être négligée)

P_{out} puissance de sortie

Un push pull de 2 transistors de 30W alimenté sous 13,6 Volts aura donc une impédance voisine de 12,3Ω on multipliera par 4 l'impédance pour se retrouver proche des cinquante ohms requis.

Avec une spire au primaire on est limité à des rapports de transformation de 4, 9, 16, etc.. (**n²**) on sera donc soumis à des compromis.

dans un tranfo large bande les fréquences basses sont transmises au secondaire grâce au couplage magnétique, au fur et à mesure que la fréquence augmente le couplage devient capacitif, les pertes augmentent rapidement, il faut un couplage très serré entre les 2

enroulements pour un bon transfert d'énergie, d'autre part l'inductance de l'enroulement 1 spire doit avoir une forte réactance comparée à celle à laquelle elle est connectée, donc on utilise des tores à forte perméabilité magnétique, le type 43 convient bien.

REALISATION

Sur le circuit imprimé percer les trous de passage des transistors à 3mm pour un montage facile, percer aussi des trous au niveau de la vis de fixation des transistors.

Positionner le circuit imprimé sur le radiateur et marquer l'emplacement des trous de fixation des transistors, percer les trous à 3.5mm

Le circuit imprimé sera fixé au radiateur par 4 vis et entretoises de 5mm pour laisser place aux transistors

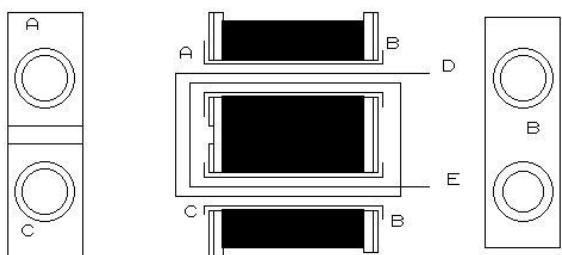
Tous les composants se soudent sur le côté cuivre sauf les transistors qui seront dessous le CI.

REALISATION DES TRANSFOS HF

TR1 tranfo d'entrée : torsader 3 fils émaillés de diamètre 0.5mm enrouler 8 spires sur un tore T50 43, sur le schéma * représente le début d'un enroulement souder ensemble le début d'un enroulement avec la fin d'un autre bien repérer les différents fils à l'ohmmètre.

TR2 tranfo de sortie : 2 ferrites tubulaires en matériau 43 dimension long 25mm diamètre 12mm ou des tores T50-43 empilés les uns sur les autres, circuit imprimé simple face époxy, morceau de tresse de câble RG58, fil souple. Réaliser les 2 flasques avec le circuit imprimé. Sur une flasque enlever une bande de cuivre de 2mm de large au milieu, sur les deux flasques percer des trous de 6mm.

Enfiler un morceau de tresse dans les ferrites, enfiler les flasques de chaque côté le cuivre vers l'extérieur et souder la tresse aux 4 extrémités sur le circuit imprimé ceci représente le primaire avec une prise médiane, le secondaire sera réalisé avec un morceau de fil souple passé 2 fois dans chaque gaine les extrémités devront sortir côté flaque B.



Souder les tranfos sur le circuit imprimé.

Fixer les transistors sur le radiateur en utilisant des isolants au mica pour TO220 et des entretoises plastique pour la vis, il serait bien de mettre un peu de graisse thermique des 2 côtés du mica pour un meilleur refroidissement.

Le circuit imprimé est fixé sur le radiateur par des vis et entretoises environ 5mm au-dessus de celui-ci. Les pattes des transistors seront passées dans les trous correspondants et soudées, la source au plan de masse au niveau de la croix (+) sur le schéma d'implantation en passant par-dessus la piste de la gate. Gate et drain seront soudés sur leur piste respective notée sur le schéma d'implantation.

TEST

Vérifier l'absence de court-circuit notamment au niveau des transistors.

Mettre le curseur du potentiomètre coté masse. Connecter un wattmètre et une antenne fictive à la sortie.

Connecter une alimentation 12V si celle-ci dispose d'un limiteur de courant le placer sur 1 ampère.

Alimenter le montage l'ampèremètre doit rester à zéro, sinon il y a un problème : vérifier le câblage, les transistors et la position du potentiomètre.

Tourner lentement le potentiomètre environ a mi-course l'ampèremètre doit commencer à dévier, régler pour 100mA.

Attention la montée en courant est très brusque à partir de 2 volt sur la gate y aller très doucement.

Placer le limiteur de courant sur 5A. Injecter un signal à l'entrée env. 100mW sur 14MHz et augmenter progressivement la puissance jusqu'à sortir une dizaine de watts. Vérifier l'absence d'auto oscillation : l'intensité consommée doit augmenter progressivement et retomber à 100mA sur coupure du signal d'entrée.

Si tout se passe bien augmenter la puissance d'entrée, ne pas dépasser 2W d'excitation : la puissance de sortie doit être vers 25 à 30W, attention ça va chauffer, si votre radiateur est à la dimension du circuit imprimé il est impératif de mettre un ventilateur, un petit ventilateur servant à refroidir un μ p de PC convient bien.

Faire un essai sur les autres bandes.

A l'origine les transistors IRF510 sont prévus pour fonctionner en commutation tout ou rien la puissance dissipée est donc faible, ce n'est plus le cas ici ils vont donc chauffer davantage leur boîtier TO220 va avoir du mal à évacuer la chaleur produite.

J'ai claqué quelques transistors en faisant des essais de puissance et pour limiter le risque ne pas dépasser un courant de 5A en pointe de modulation et limiter le courant a 3A pour une porteuse entretenue ceci pour une alimentation de 13,8V et une bonne ventilation.

Ensuite j'ai fait l'essai avec 4 transistors sans rien changer aux schémas, les transistors sont simplement montés en parallèle d'ailleurs le circuit imprimé a été prévu pour, la puissance de sortie a sensiblement augmenté. Ces transistors supportent une tension d'alimentation plus élevée mais il faut limiter la puissance alimentation à 60W pour 2 transistors sinon ils vont trop chauffer.

TABLEAU RECAPITULATIF

Avec 2 transistors P_{in} 2W sans atténuateur

Alim	Bande	P_{out}
13.8V	10M	20W
13.8V	20M	30W
13.8V	40M	30W
13.8V	80M	30W
24V	10M	30W
24V	20M	45W
24V	40M	45W
24V	80M	45W

La consommation est environ 3A

Atténuateur d'entrée :

	3DB	6DB
R6	330 Ω	150 Ω
R7	18 Ω	39 Ω
R8	330 Ω	150 Ω

Filtre de sortie

Le filtre passe bas qui fait suite à l'ampli a été réalisé avec le logiciel ELSIE disponible gratuitement sur le net, j'ai choisi un filtre de type Cauer; les trappes résonnent sur l'harmonique 2 et 3 et rejettent ces fréquences à 75dB ce qui est excellent. Les autres fréquences sont rejetées à 60dB

Ci-dessous voici les différentes valeurs des composants pour les bandes amateur de 160m à 6M. Je n'ai pas fait d'essais sur la bande des 6M avec ce type de transistors.

Pour une adaptation parfaite des impédances il est possible d'optimiser les filtres en remplaçant temporairement les condensateurs C10 et C13 par des ajustables à régler pour un maximum de sortie mettre ensuite des condensateurs fixe.

Bande	C10 (pF)	C11 (pF)	C12 (pF)	C13 (pF)	L8 (μ H)	L9 (μ H)	L8 (μ H)			L9 (μ H)		
							Tore	spires	Long. Fil (cm)	Tore	spires	Long. Fil (cm)
160	2387	154,0	3224	382	5,35	4,97	T50-2	33	62	T50-2	31	59
80	1289	91,0	1795	243	2,16	1,96	T50-2	21	41	T50-2	20	40
40	650	50,0	960	116	1,21	1,11	T50-2	16	32	T50-2	15	31
30	547	37,0	739	78	0,80	0,77	T50-2	13	27	T50-2	12	26
20	341	25,0	492	54	0,60	0,57	T50-2	11	24	T50-2	11	24
17	271	19,0	398	45	0,49	0,46	T50-2	10	23	T50-2	10	23
15	226	16,0	332	38	0,41	0,37	T50-6	10	23	T50-6	10	23
12	202	13,6	287	35	0,33	0,28	T50-6	9	21	T50-6	8	20
10	172	11,7	243	27	0,29	0,28	T50-6	8	20	T50-6	8	20
6	103	6,4	138	15	0,17	0,16	T50-6	7	17	T50-6	6	17

Le nombre de spires a été arrondi à l'entier le plus proche et correspond au nombre de fois que le fil passe dans le tore. Je n'ai pas fait de circuit imprimé pour le filtre, vous pouvez le confectionner de la façon suivante :

Découper des petits pavés de circuit imprimé et les coller sur une plaque d'époxy à la dimension souhaitée c'est rapide et facile à faire en plus vous bénéficiez d'un excellent plan de masse, procédé que j'adopte souvent pour mes montages HF expérimentaux.

Filtre 28 MHz
 les creux cor-
 respondent aux
 harmoniques 2
 et 3

