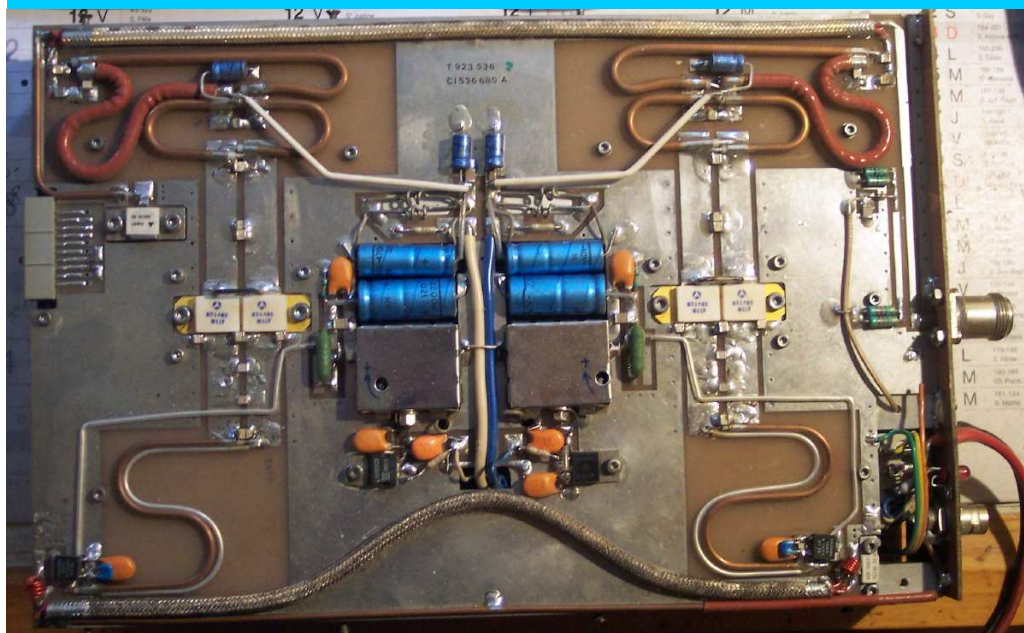


MRF175G à la place d'un SD1485



Ampli initialement à SD1485-1



Ampli à MRF175GV

Plan

- 1- Préface
- 2- MRF175GV et GU : specs constructeur
- 3- Ampli à Mosfet MRF175GV de F5UAM
- 4- Ampli à SD1485-1, remplacé par un PRF175GV (et même GU)
- 5- Conclusion générale

Préface

But :

- Sur des platines cannibalisées VHF bande 3 (décrites dans un autre Powerpoint) initialement équipées de transistors bipolaires de puissance SD1485-1 introuvables, les remplacer par des MRF175GV (ou GU), sur une idée de Michel Weiss F1CLQ
- Mesurer en parallèle le comportement de l'ampli à MRF175GV étudié par Alain F5UAM, décliné ensuite en plusieurs exemplaires simples, ainsi qu'un modèle push-pull (mais non encore mesurés)

Les 2 études sont menées en parallèle, en vue de pouvoir appliquer sur le 2ème modèle les connaissances acquises sur le 1er, et vice-versa

2- Specs constructeur

MRF175GU

MRF175GV



The RF MOSFET Line
200/150W, 500MHz, 28V

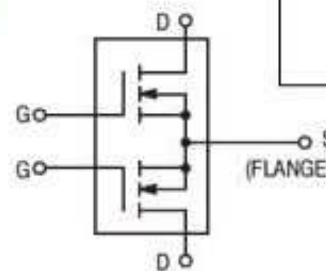
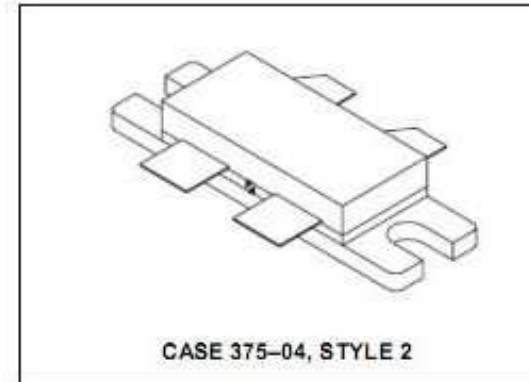
M/A-COM Products
Released - Rev. 07.07

Designed for broadband commercial and military applications using push pull circuits at frequencies to 500 MHz. The high power, high gain and broadband performance of these devices makes possible solid state transmitters for FM broadcast or TV channel frequency bands.

N-Channel enhancement mode

- Guaranteed performance
MRF175GV @ 28 V, 225 MHz ("V" Suffix)
Output power — 200 W
Power gain — 14 dB typ
Efficiency — 65% typ
- 100% ruggedness tested at rated output power
- Low thermal resistance
- Low C_{iss} — 20 pF typ @ $V_{DS} = 28$ V

Product Image



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Drain-Source Voltage	V_{OSS}	65	Vdc
Drain-Gate Voltage ($R_{GS} = 1.0$ M Ω)	V_{DGR}	65	Vdc
Gate-Source Voltage	V_{GS}	± 40	Vdc
Drain Current — Continuous	I_D	26	Adc
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	400 2.27	Watts W/ $^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Junction Temperature	T_J	200	$^\circ\text{C}$

The RF MOSFET Line

200/150W, 500MHz, 28V

M/A-COM Products
Released - Rev. 07.07

ELECTRICAL CHARACTERISTICS — continued ($T_C = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	-----	------

ON CHARACTERISTICS (1)

Gate Threshold Voltage ($V_{DS} = 10\text{ V}$, $I_D = 100\text{ mA}$)	$V_{GS(th)}$	1.0	3.0	6.0	Vdc
Drain-Source On-Voltage ($V_{GS} = 10\text{ V}$, $I_D = 5.0\text{ A}$)	$V_{DS(on)}$	0.1	0.9	1.5	Vdc
Forward Transconductance ($V_{DS} = 10\text{ V}$, $I_D = 2.5\text{ A}$)	g_{fs}	2.0	3.0	—	mhos

DYNAMIC CHARACTERISTICS (1)

Input Capacitance ($V_{DS} = 28\text{ V}$, $V_{GS} = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{iss}	—	180	—	pF
Output Capacitance ($V_{DS} = 28\text{ V}$, $V_{GS} = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{oss}	—	200	—	pF
Reverse Transfer Capacitance ($V_{DS} = 28\text{ V}$, $V_{GS} = 0$, $f = 1.0\text{ MHz}$)	C_{rss}	—	20	—	pF

FUNCTIONAL CHARACTERISTICS — MRF175GV (2) (Figure 1)

Common Source Power Gain ($V_{DD} = 28\text{ Vdc}$, $P_{out} = 200\text{ W}$, $f = 225\text{ MHz}$, $I_{DQ} = 2.0 \times 100\text{ mA}$)	G_{ps}	12	14	—	dB
Drain Efficiency ($V_{DD} = 28\text{ Vdc}$, $P_{out} = 200\text{ W}$, $f = 225\text{ MHz}$, $I_{DQ} = 2.0 \times 100\text{ mA}$)	η	55	65	—	%
Electrical Ruggedness ($V_{DD} = 28\text{ Vdc}$, $P_{out} = 200\text{ W}$, $f = 225\text{ MHz}$, $I_{DQ} = 2.0 \times 100\text{ mA}$, VSWR 10:1 at all Phase Angles)	ψ	No Degradation in Output Power			

NOTES:

- Each side of device measured separately.
- Measured in push-pull configuration.

Courant repos constructeur préconisé 2x100mA
(plus faible que les 2x250mA d'un bipolaire SD1485-1 ou d'un Mosfet BLF248)

MRF175GU MRF175GV

The RF MOSFET Line
200/150W, 500MHz, 28V



M/A-COM Products
Released - Rev. 07.07

TYPICAL CHARACTERISTICS MRF175GV

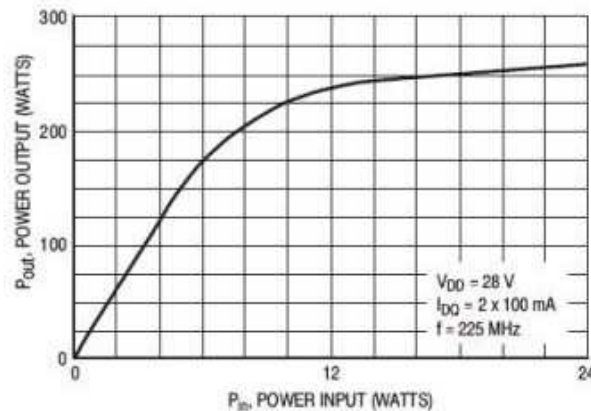


Figure 8. Power Input versus Power Output

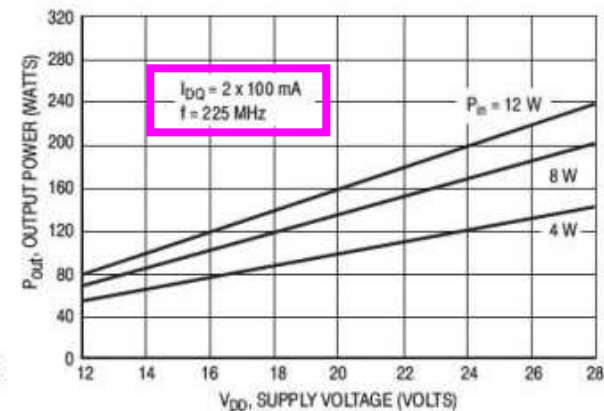


Figure 9. Output Power versus Supply Voltage

MRF175GU

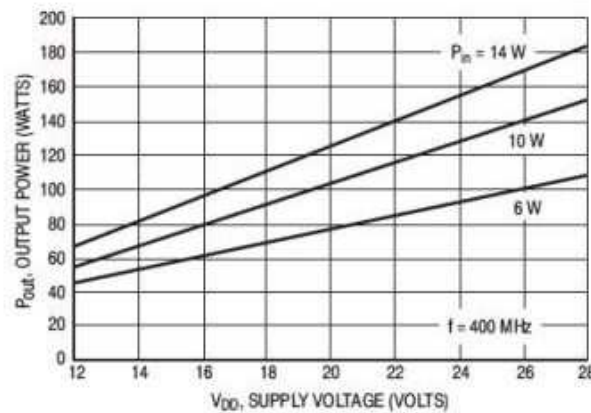


Figure 10. Output Power versus Supply Voltage

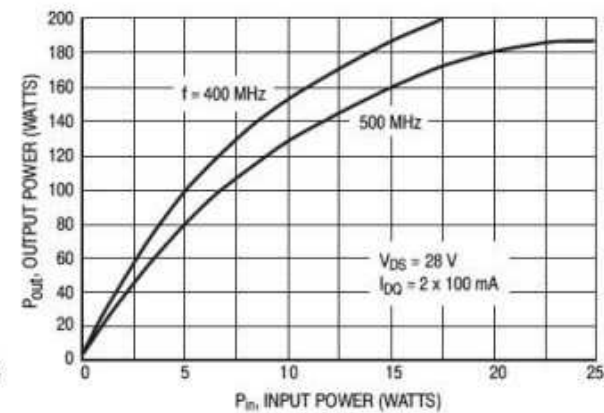
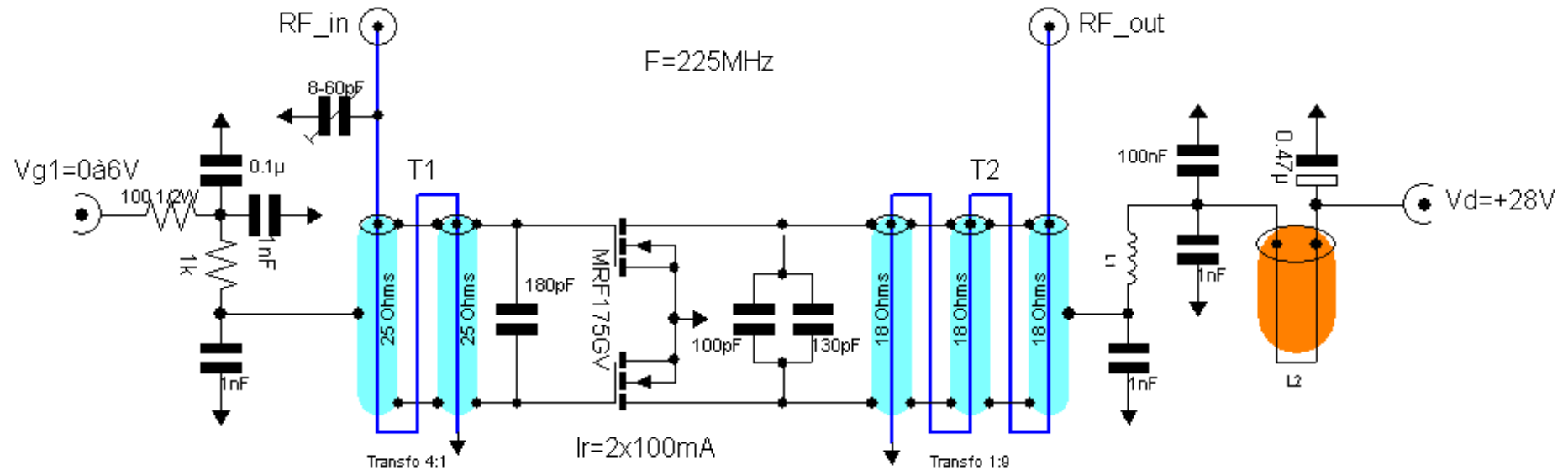
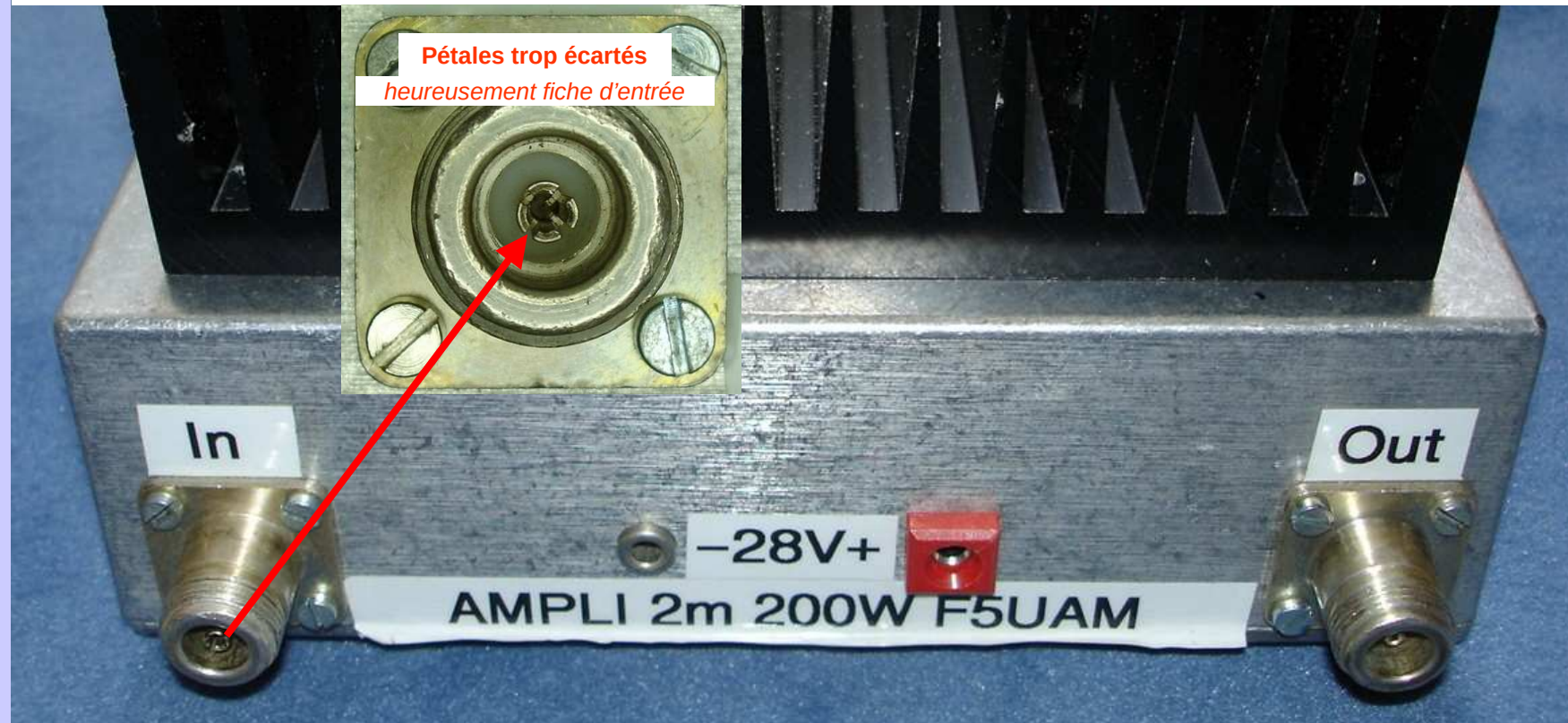


Figure 11. Output Power versus Input Power

Application constructeur à 225 MHz

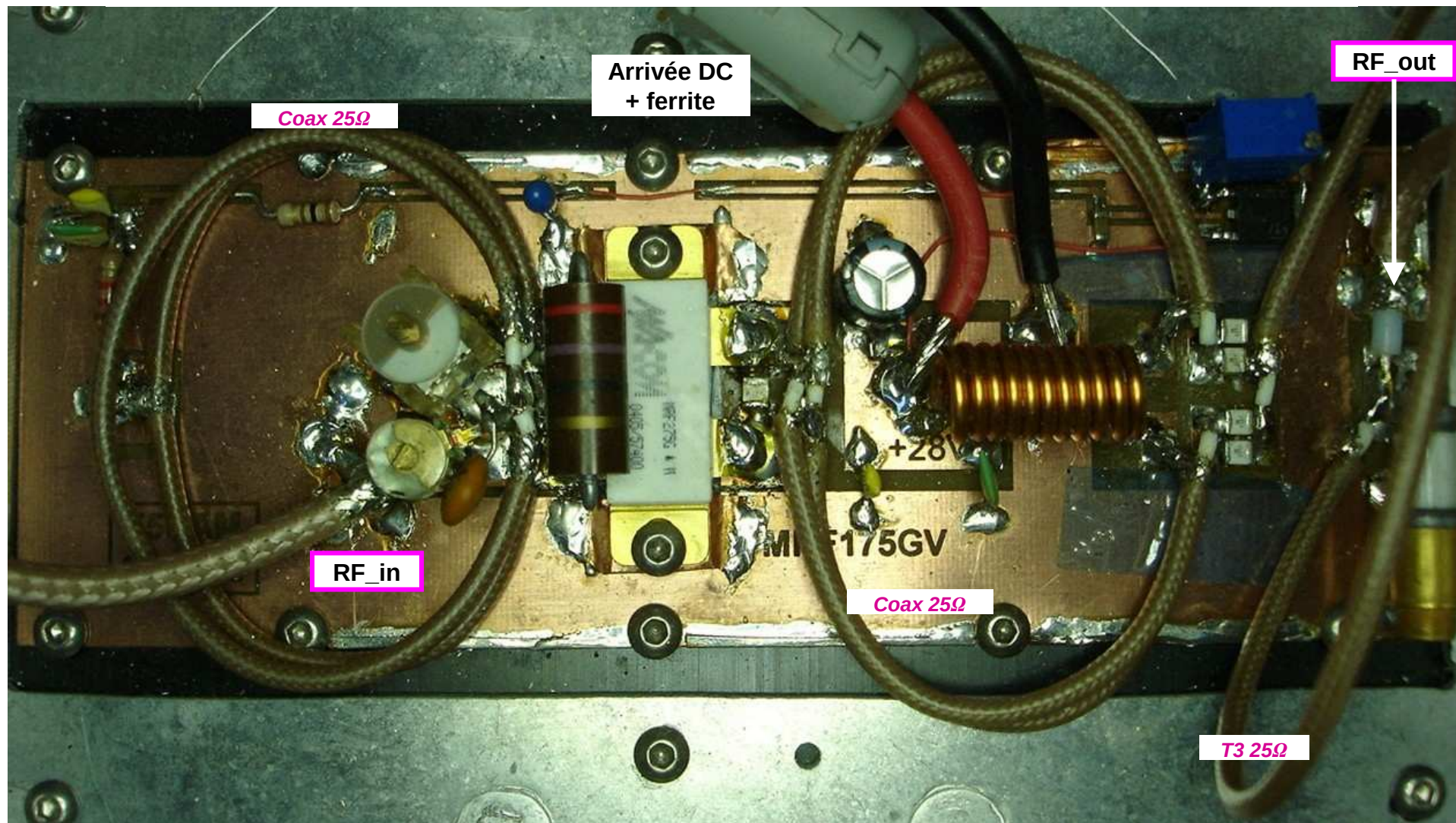


3- Réalisation F5UAM à 144 MHz



[illegible]

Vue intérieure



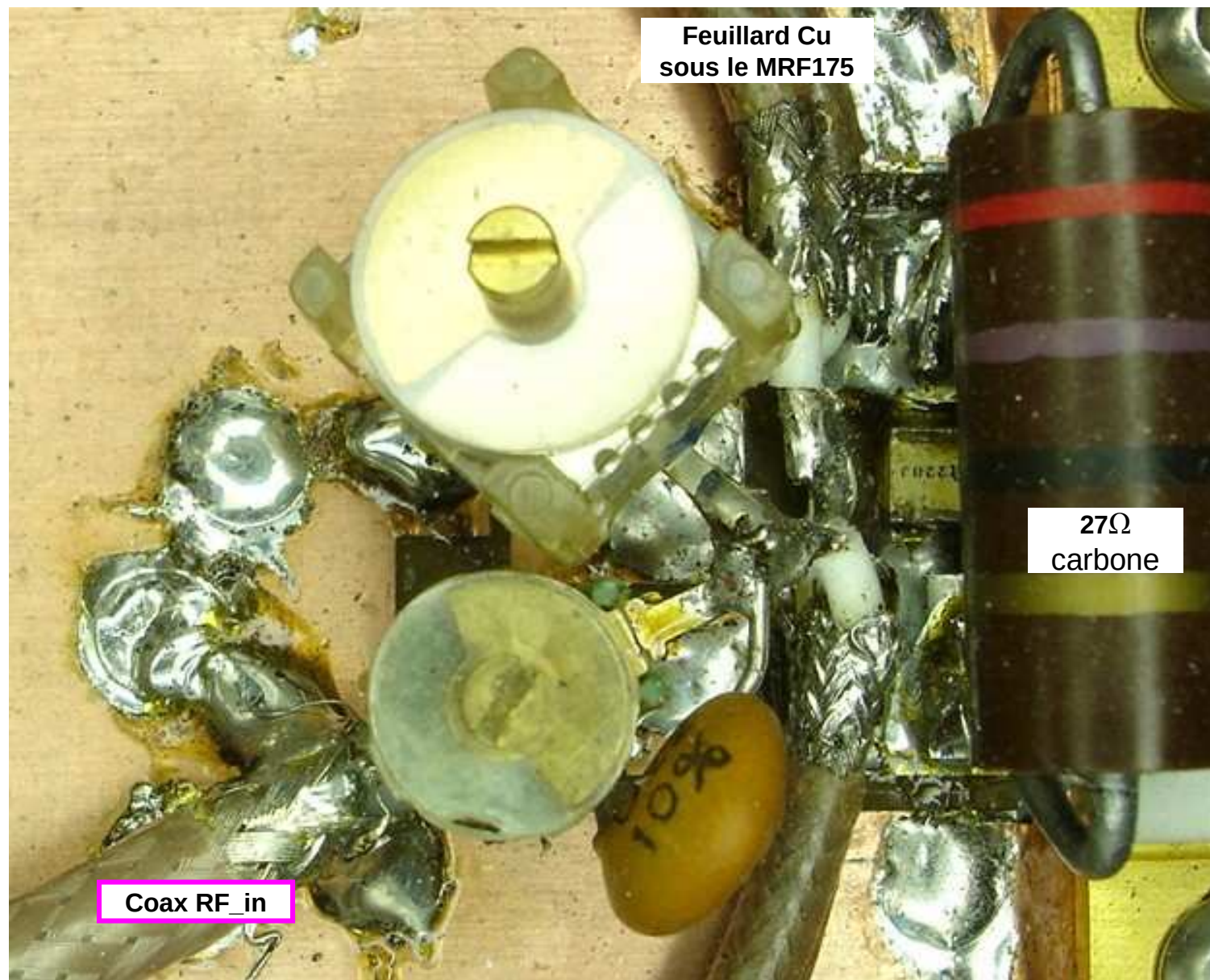
Zoom côté grilles



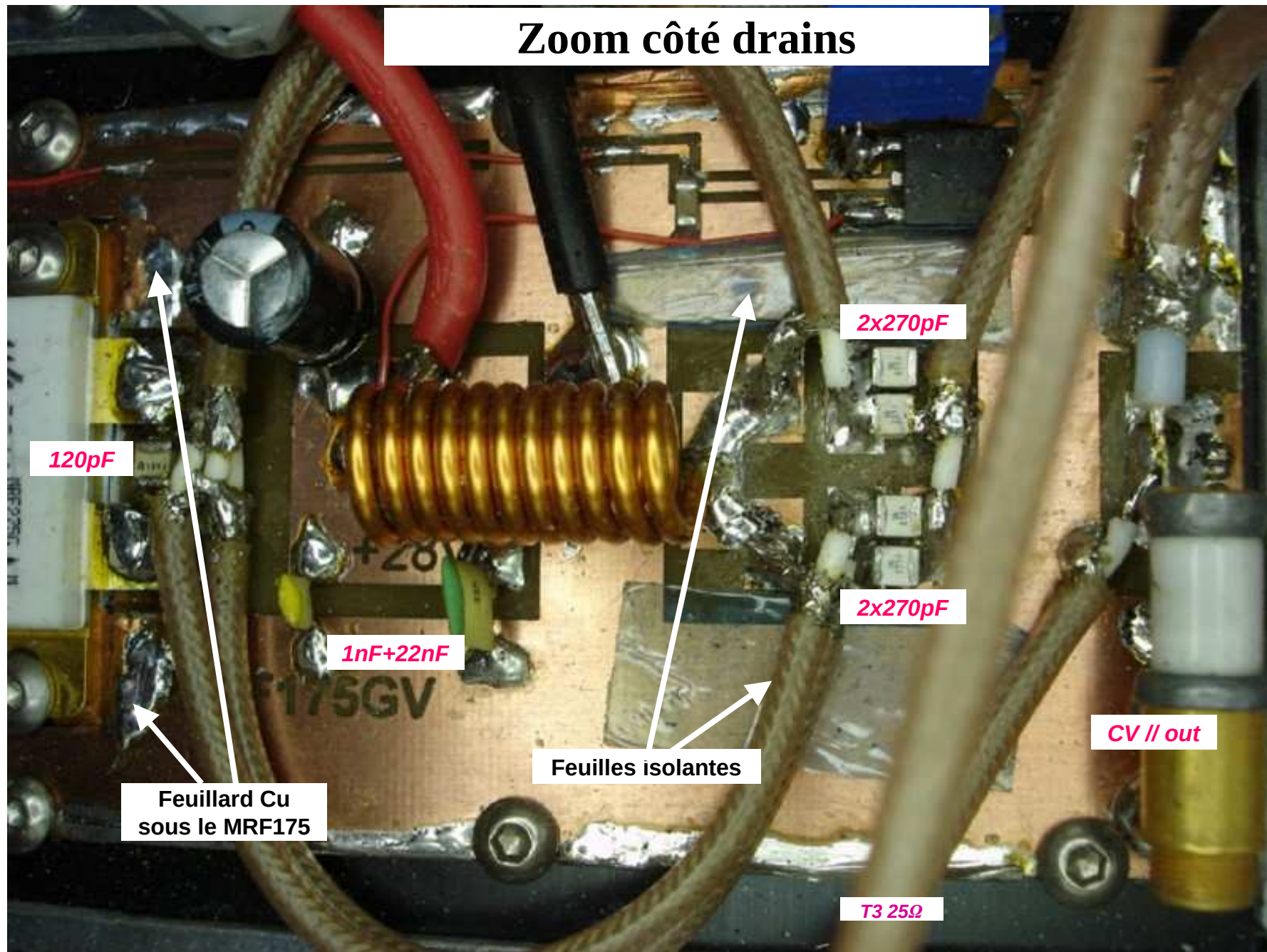
F5DQK – juin 2011

MRF 175GV(U) sur platine à SD1485-1

Zoom entrée RF côté grilles



Zoom côté drains



Caractéristiques statiques

Alimentation utilisée : Philips 0-30V, 0-3.5A à limitation tension et courant

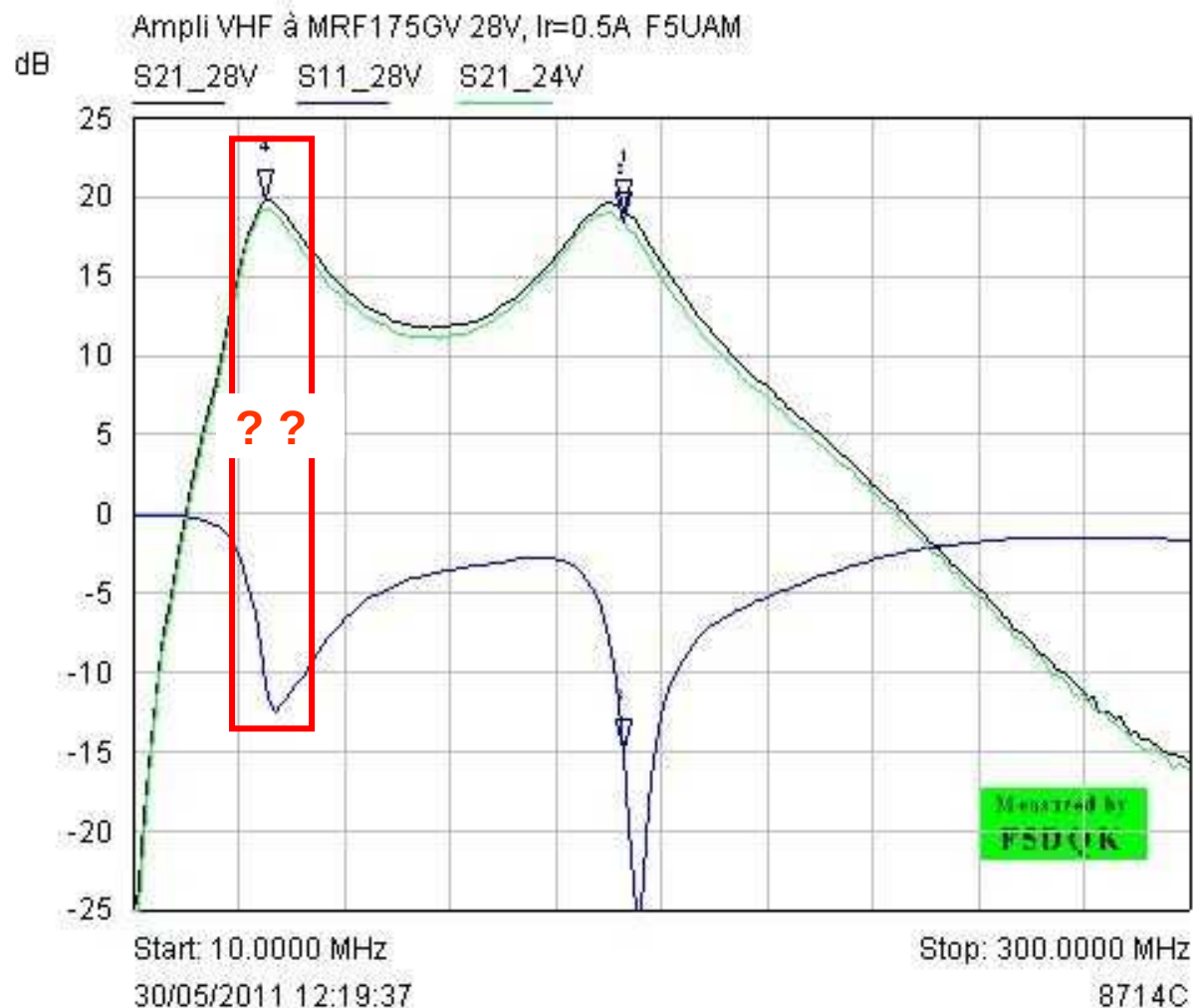
- Courant repos total initialement réglé à 500mA, pratiquement identique à U=24 ou 28V

- Stabilité du montage :

Charges 50Ω amont/aval → aucun problème

Sortie RF en circuit ouvert → instabilité (oscille immédiatement et furieusement → ATTENTION à tout circuit aval ouvert)

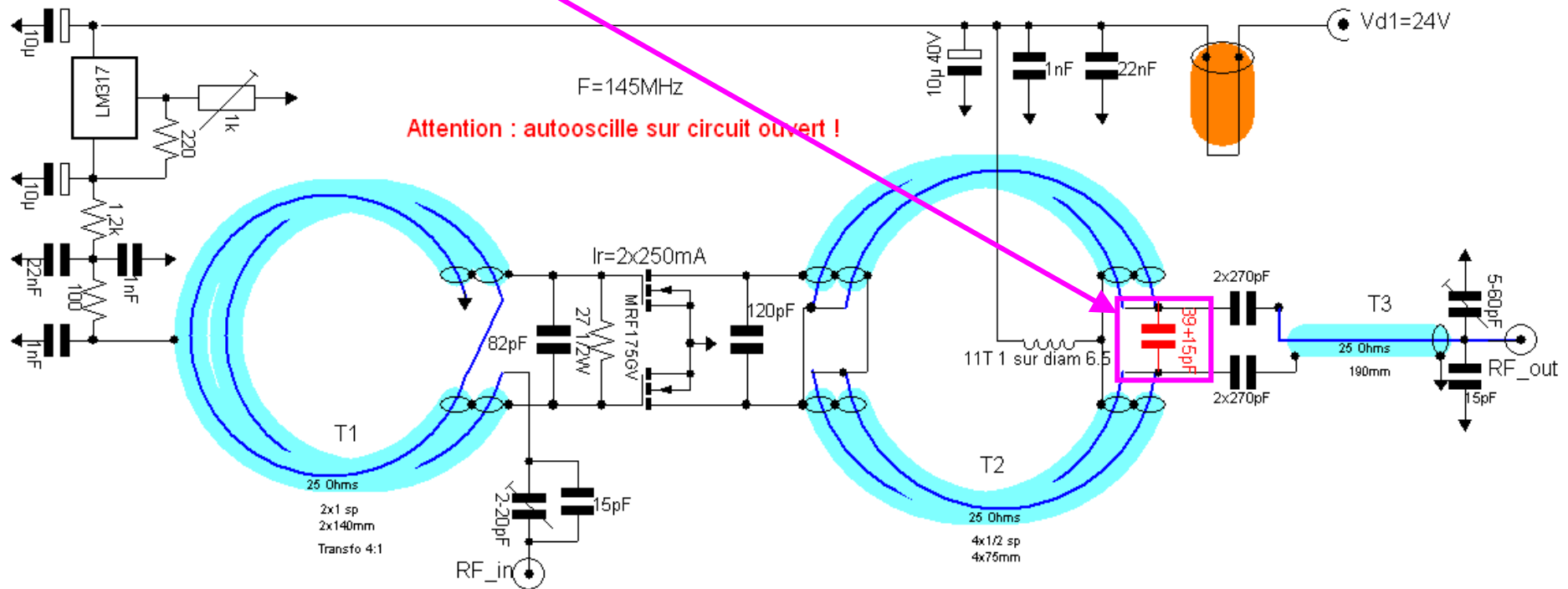
Phénomène également rencontré lors des débuts d'adaptation d'un MRF175GU adapté sur une ½ platine initialement prévue pour SD1 485-1



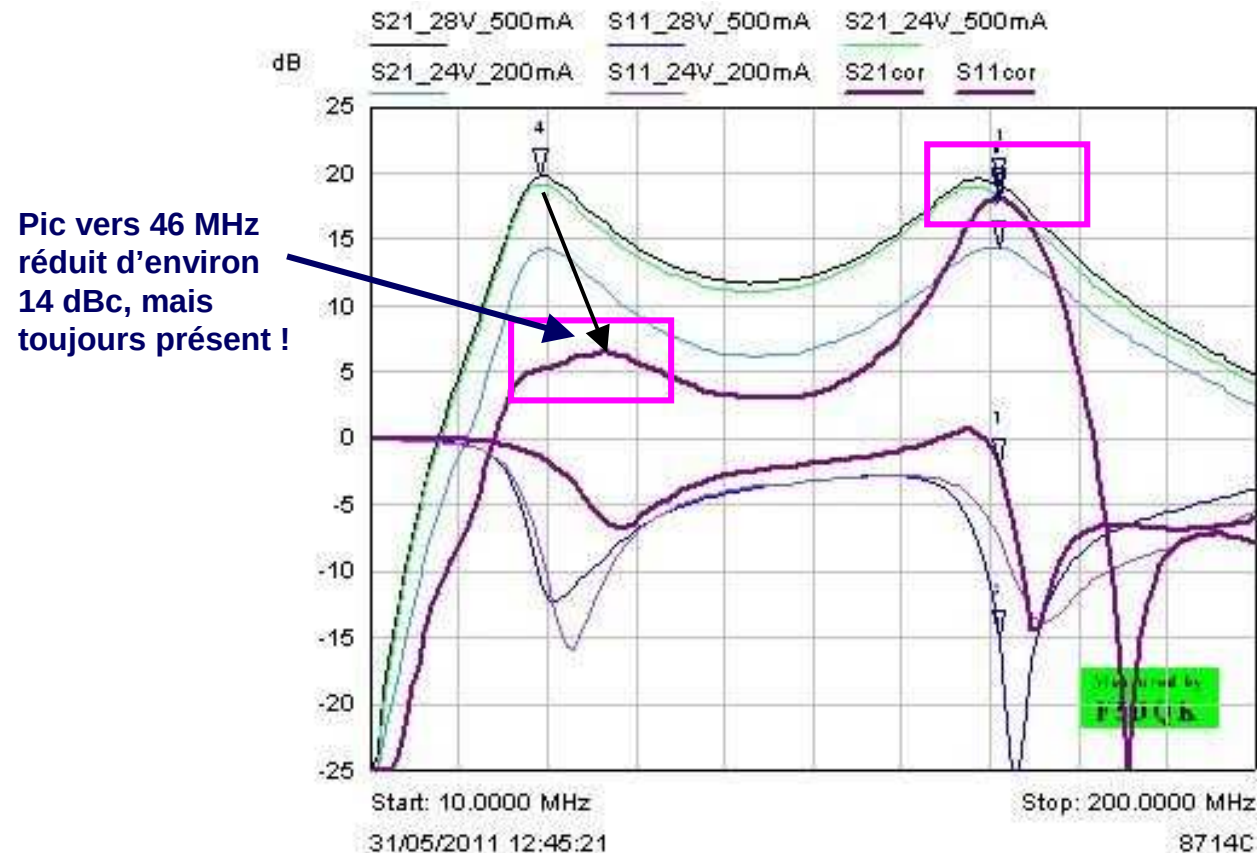
Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1 ▽	S21_28V	144.8500 MHz	19.10 dB	Glin_max 18.3 à 19 dB
2 ▽	S21_24V	144.8500 MHz	18.33 dB	
3 ▽	S11_28V	144.8500 MHz	-15.01 dB	
4 ▽	S21_28V	46.2500 MHz	19.75 dB	2ème maximum à 46 MHz ? !

Ampli de F5UAM : schéma modifié 1

Rajout de capas 39pF + 15pF



Mesures après légères modifications (courbes violettes)



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S21_28V_500mA	144.8500 MHz	19.10 dB	
2	S21_24V_500mA	144.8500 MHz	18.33 dB	
3	S11_28V_500mA	144.8500 MHz	-15.01 dB	
4	S21_28V_500mA	46.2500 MHz	19.75 dB	
5	S21_24V_200mA	144.8500 MHz	14.36 dB	
6	S21cor	144.8500 MHz	18.09 dB	
7	S11cor	144.8500 MHz	-2.09 dB	

Après modifications, meilleur compromis de réjection du 45 MHz)

Ampli de F5UAM : mesures à la compression

Pin sweep (dBm)	Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (W)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (W)	Delta gain lin (dB)	Ic sous 24V (A)	
-2	-16,36	23,64	0,23	6,37	47,37	23,73	54,6		4,1	avec filtre 46 l
-1	-15,43	24,57	0,29	6,61	47,61	23,04	57,7	-0,69	4,3	
0	-14,51	25,49	0,35	6,82	47,82	22,33	60,5	-1,40	4,4	Avec filtre 46 MHz
1	-13,60	26,40	0,44	7	48	21,6	63,1	-2,13	4,5	
2	-11,93	28,07	0,64	7,07	48,07	20	64,1	-3,73	4,6	
3	-10,69	29,31	0,85	7,13	48,13	18,82	65,0	-4,91	4,8	
-2	-16,52	23,48	0,22	3,51	44,51	21,03	28,2		3,5	sans filtre 46
-1	-15,65	24,35	0,27	4,45	45,45	21,1	35,1	0,07	3,9	
0	-14,82	25,18	0,33	5,31	46,31	21,13	42,8	0,10	4,3	
1	-14,00	26,00	0,40	6,07	47,07	21,07	50,9	0,04	4,8	Sans filtre 46 MHz
2	-13,23	26,77	0,48	6,73	47,73	20,96	59,3	-0,07	5,2	
3	-12,41	27,59	0,57	7,36	48,36	20,77	68,5	-0,26	5,7	
4	-11,57	28,43	0,70	7,95	48,95	20,52	78,5	-0,51	6,2	
5	-10,65	29,35	0,86	8,52	49,52	20,17	89,5	-0,86	6,8	
6	-9,62	30,38	1,09	9,1	50,1	19,72	102,3	-1,31	7,4	
7	-7,92	32,08	1,61	9,4	50,4	18,32	109,6	-2,71	8,1	
8	-5,91	34,09	2,56	9,63	50,63	16,54	115,6	-4,49	8,6	
9	-3,98	36,02	4,00	9,74	50,74	14,72	118,6	-6,31	8,6	

145 MHz	Gain lin (dB)	Ic/Itot (A)	P1dBc	P2dBc	P4dBc
P (dBm / W)	21	0.5/ 8.6	49.8dBm / 95W	50.3dBm / 105W	50.6dBm / 115W

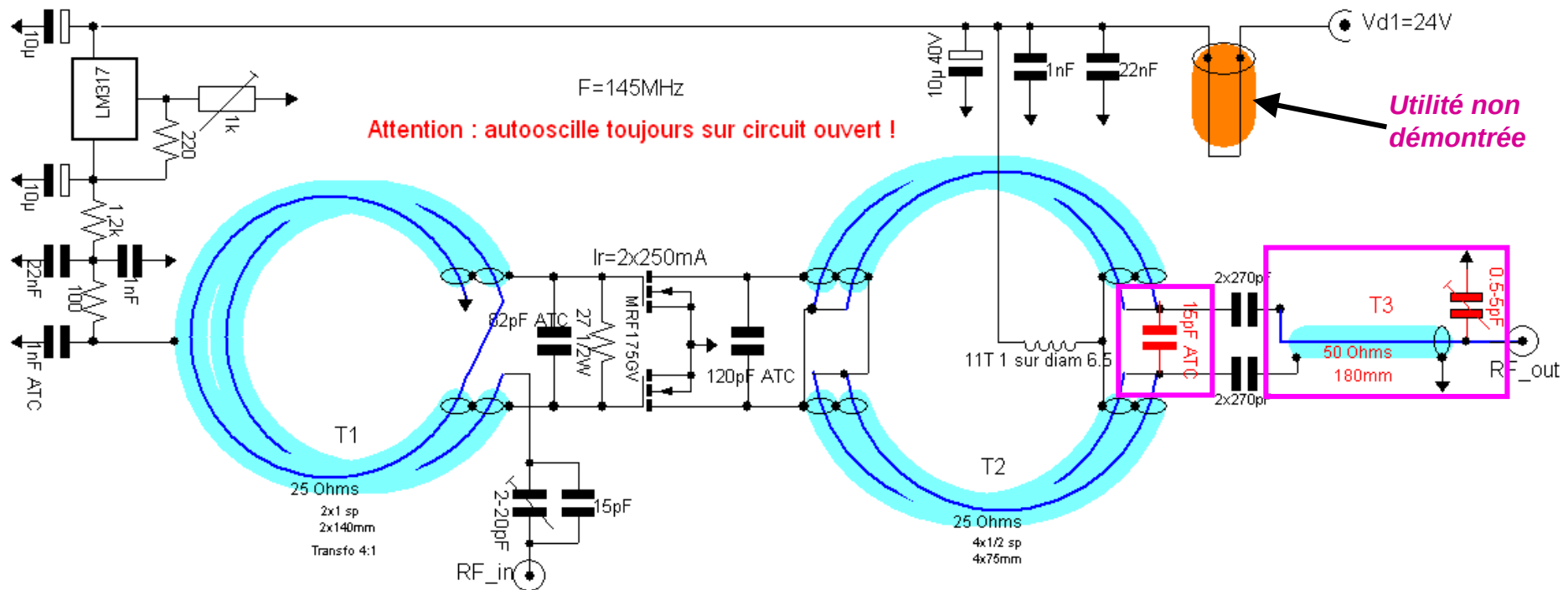
Compresse beaucoup trop vite (P5dBc= +50.6dBm ou seulement 115W) → problème d'adaptation côté drain et également diamètre coaxial de T3 trop petit

Egalement oscillations immédiates quand la charge aval est débranchée ! !

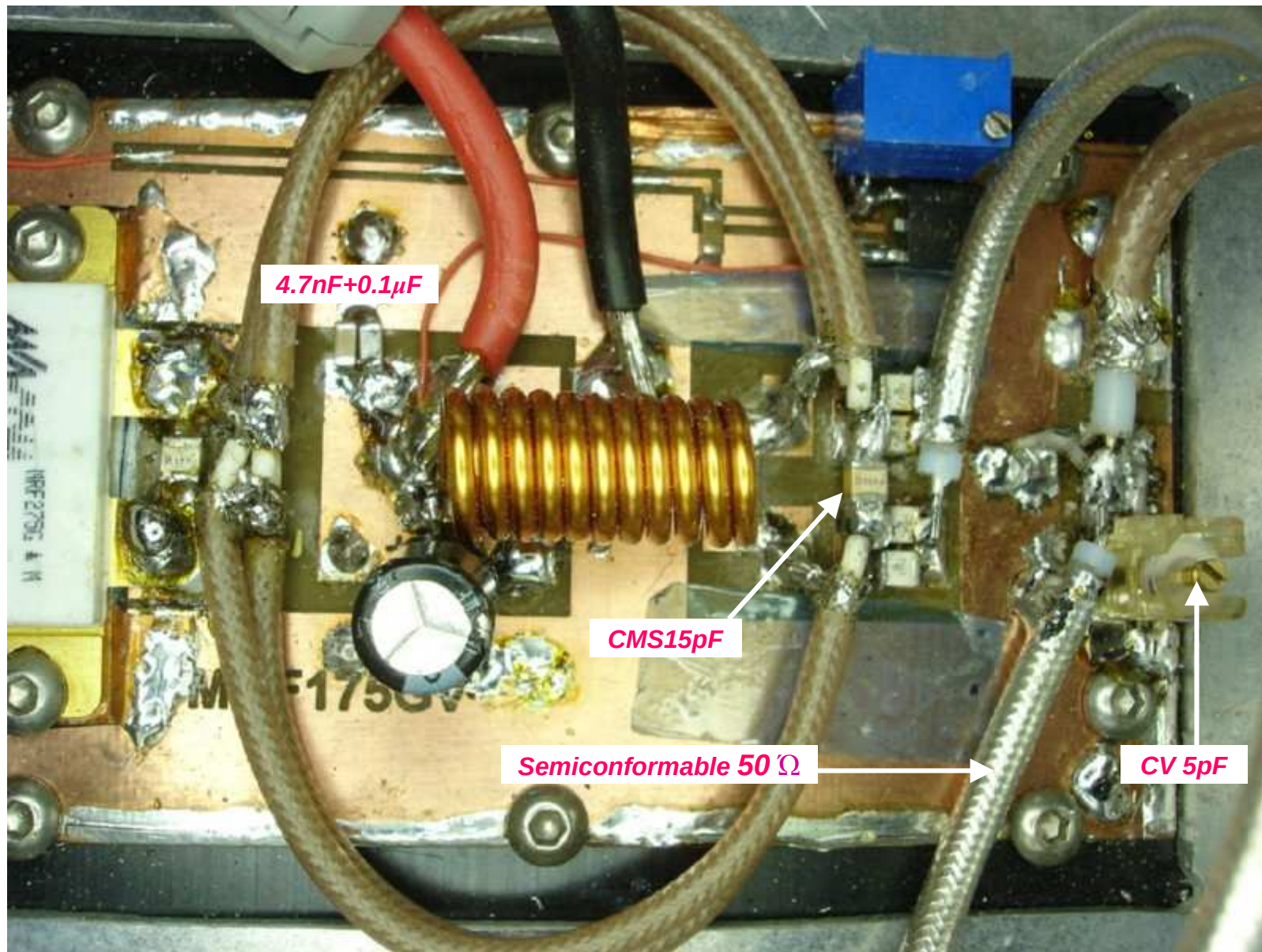
Ampli de F5UAM : schéma modifié 2 avec balun 50 Ohms

Balun coax T3 : substitution du 25Ω par la même longueur de 50Ω + petit CV 5pF seulement en sortie

Seulement 15pF aux bornes de sortie de T2, mais modèle ATC100b



Ampli de F5UAM : modifications 2



Ampli de F5UAM : nouvelles mesures à la compression

Mesures toujours à U=24V

Pin sweep (dBm)	Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (W)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (W)	Delta gain lin (dB)	Ic sous 24V (A)	
-2	-16,38	23,62	0,23	-0,47	40,53	16,91	11,3		2,9	balun out 50 (
-1	-15,42	24,58	0,29	0,69	41,69	17,11	14,8	0,20	3,3	U=24V
0	-14,48	25,52	0,36	1,74	42,74	17,22	18,8	0,31	3,8	
1	-13,57	26,43	0,44	2,76	43,76	17,33	23,8	0,42	4,2	
2	-12,66	27,34	0,54	3,75	44,75	17,41	29,9	0,50	4,8	
3	-11,74	28,26	0,67	4,72	45,72	17,46	37,3	0,55	5,3	15pF ATC100
4	-10,79	29,21	0,83	5,68	46,68	17,47	46,6	0,56	6,0	
5	-9,81	30,19	1,04	6,6	47,6	17,41	57,5	0,50	6,7	
6	-8,77	31,23	1,33	7,5	48,5	17,27	70,8	0,36	7,5	
7	-7,65	32,35	1,72	8,38	49,38	17,03	86,7	0,12	8,5	
8	-6,34	33,66	2,32	8,86	49,86	16,2	96,8	-0,71	9,3	
9	-4,76	35,24	3,34	9,2	50,2	14,96	104,7	-1,95	10,1	
10	-3,34	36,66	4,63	9,76	50,76	14,1	119,1	-2,81	11,0	
11	-2,53	37,47	5,58	10,86	51,86	14,39	153,5	-2,52	12,3	
12	-1,06	38,94	7,83	11,06	52,06	13,12	160,7	-3,79	12,8	
13	0,27	40,27	10,64	11,21	52,21	11,94	166,3	-4,97	13,1	
14	1,37	41,37	13,71	11,29	52,29	10,92	169,4	-5,99	13,2	

145 MHz	Gain lin (dB)	Ic/Itot (A)	P1dBc	P3dBc	Psat=P6dBc
P (dBm / W)	16.9	0.5/ 13.2	50.1dBm / 102W	52dBm / 158W	52.3dBm / 169W

Ampli de F5UAM : nouvelles mesures à la compression

Mesures maintenant à U=28V

Pin sweep (dBm)	Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (W)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (W)	Delta gain lin (dB)	Ic sous 24V (A)	
-2	-17,30	22,70	0,19	-1,41	39,59	16,89	9,1		2,7	balun out 50 (
-1	-16,34	23,66	0,23	-0,22	40,78	17,12	12,0	0,23	3,1	U=28V
0	-15,38	24,62	0,29	0,91	41,91	17,29	15,5	0,40	3,5	
1	-14,44	25,56	0,36	1,96	42,96	17,4	19,8	0,51	3,9	
2	-13,50	26,50	0,45	3,01	44,01	17,51	25,2	0,62	4,4	
3	-12,54	27,46	0,56	4,06	45,06	17,6	32,1	0,71	5,0	15pF ATC100
4	-11,54	28,46	0,70	5,11	46,11	17,65	40,8	0,76	5,7	
5	-10,49	29,51	0,89	6,17	47,17	17,66	52,1	0,77	6,4	
6	-9,37	30,63	1,16	7,24	48,24	17,61	66,7	0,72	7,3	
7	-8,18	31,82	1,52	8,28	49,28	17,46	84,7	0,57	8,3	
8	-6,92	33,08	2,03	9,25	50,25	17,17	105,9	0,28	9,4	
9	-5,60	34,40	2,75	9,77	50,77	16,37	119,4	-0,52	10,2	
10	-3,94	36,06	4,04	9,99	50,99	14,93	125,6	-1,96	10,8	
11	-2,58	37,42	5,52	10,79	51,79	14,37	151,0	-2,52	12,0	
12	-1,39	38,61	7,26	11,57	52,57	13,96	180,7	-2,93	13,3	
13	0,05	40,05	10,12	11,73	52,73	12,68	187,5	-4,21	13,7	
14	1,24	41,24	13,30	11,83	52,83	11,59	191,9	-5,30	13,9	

145 MHz	Gain lin (dB)	Ic/Itot (A)	P1dBc	P3dBc	Psat=P5dBc
P (dBm / W)	16.9	0.5/ 13.9	50.8dBm / 120W	52.6dBm / 182W	52.8dBm / 190W

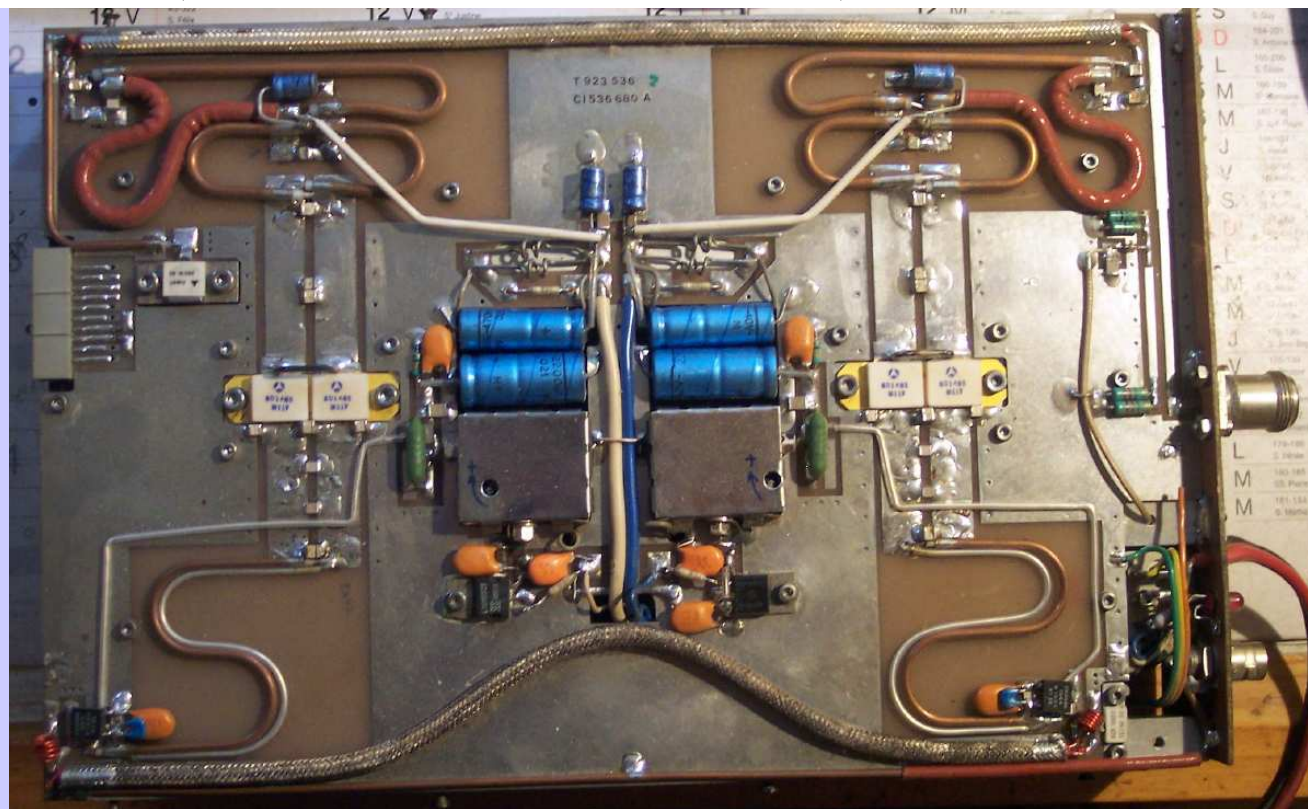
Conclusion sur l'ampli F5UAM

- Après substitution du balun de sortie 25Ω (initialement $P_{4dBc}=115W$), par du coax 50Ω , le transfert en puissance se passe nettement mieux, voir tableau final.
- Monter la tension d'alimentation de 24 à 28V permet alors de frôler les 190W à saturation
- Avec la technologie LDMOS l'expansion maximale de gain linéaire jusqu'à +0.8dB reste encore acceptable
- Pour une linéarité acceptable, le point P_{2dBc} ne devrait pas être dépassé
- **Mais impossibilité de laisser la sortie RF en circuit ouvert sous peine d'auto-oscillation violente et risque de destruction (problème encore non résolu) !**

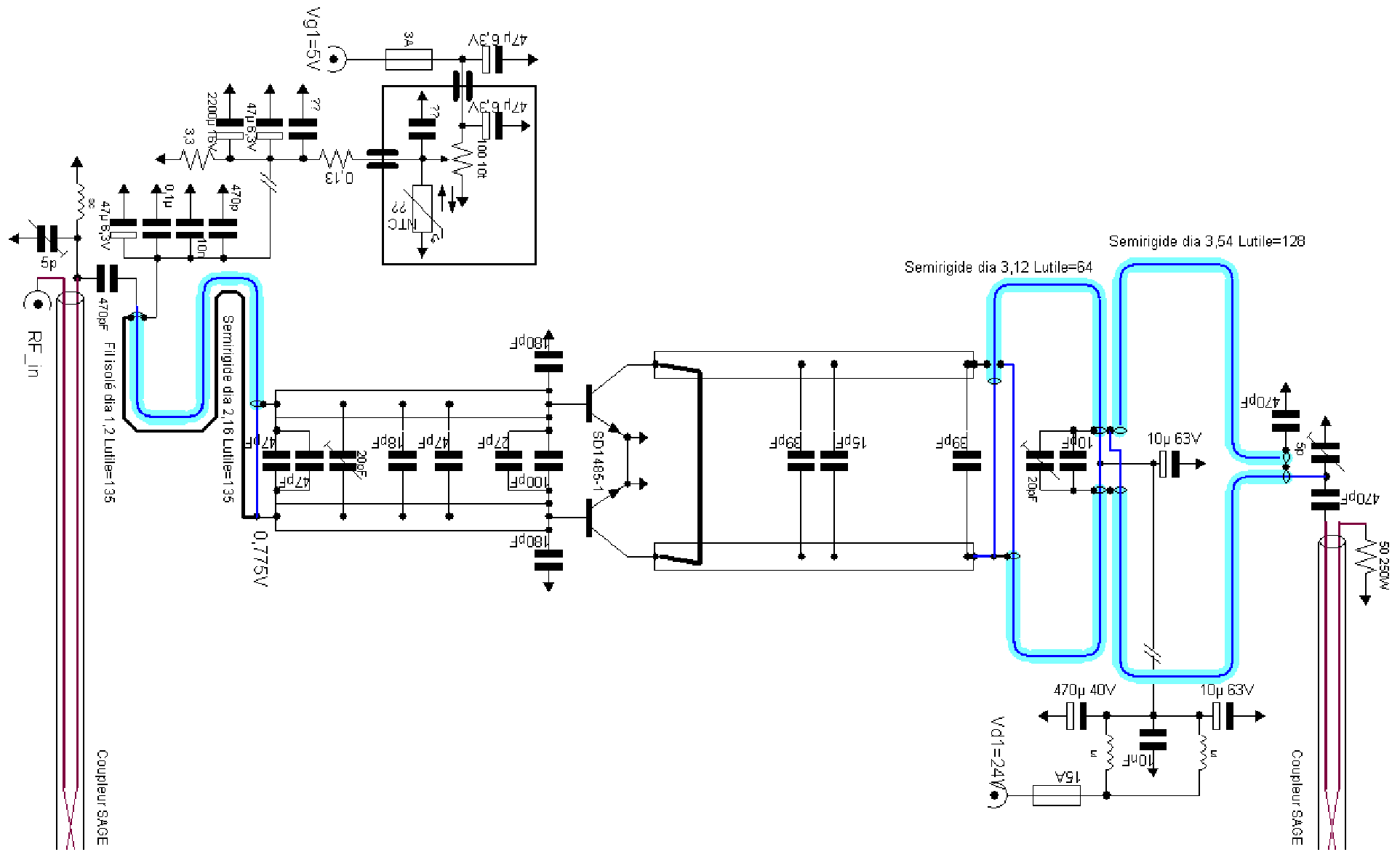
145 MHz	Gain lin (dB)	I_c/I_{tot} (A)	P_{1dBc}	P_{3dBc}	$P_{sat}=P_{6dBc}$
P à 24V (dBm / W)	16.9	0.5/ 13.2	50.1dBm / 102W	52dBm / 158W	52.3dBm / 169W

145 MHz	Gain lin (dB)	I_c/I_{tot} (A)	P_{1dBc}	P_{3dBc}	$P_{sat}=P_{5dBc}$
P à 28V (dBm / W)	16.9	0.5/ 13.9	50.8dBm / 120W	52.6dBm / 182W	52.8dBm / 190W

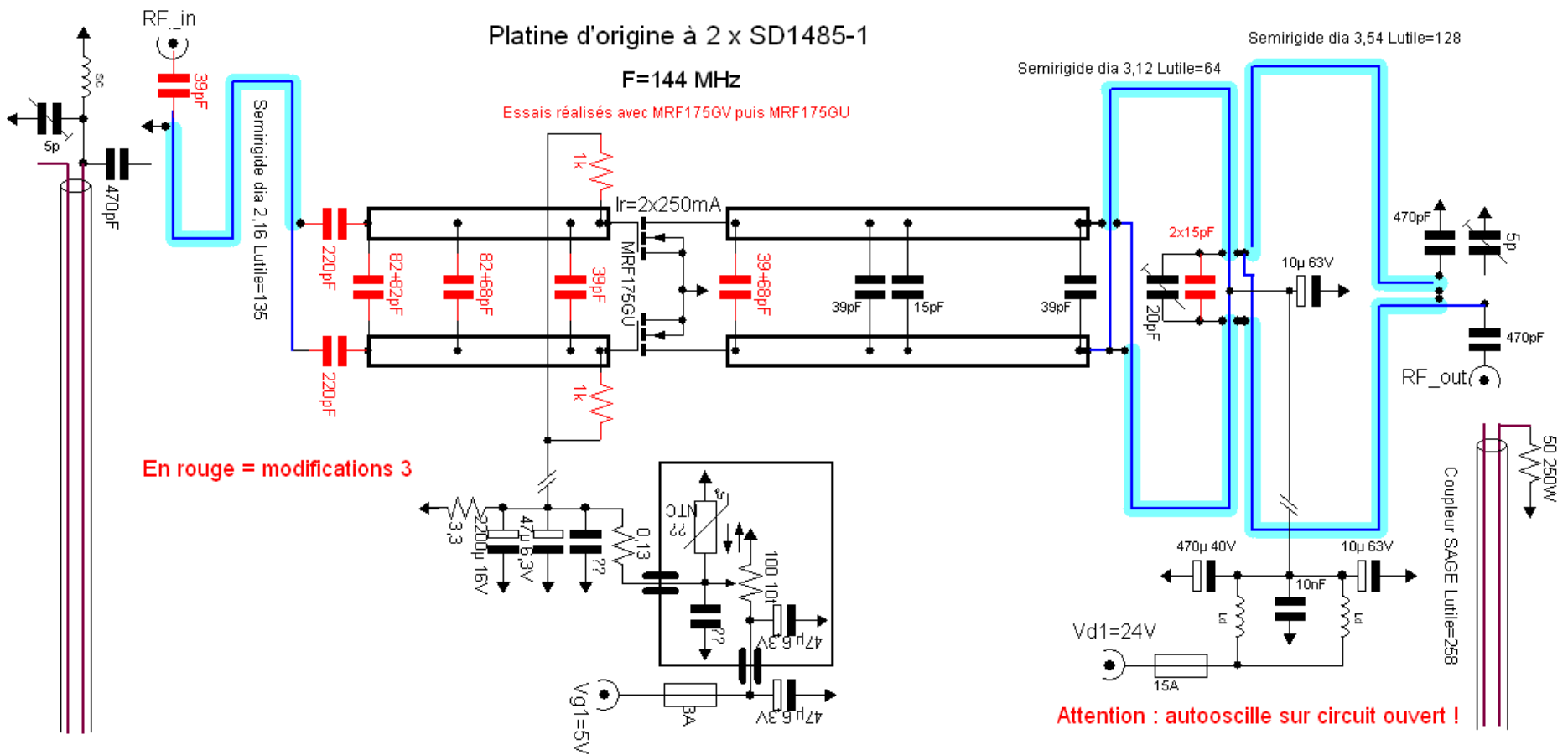
4- Modification d'un ampli VHF de F1CHF (d'abord un côté)



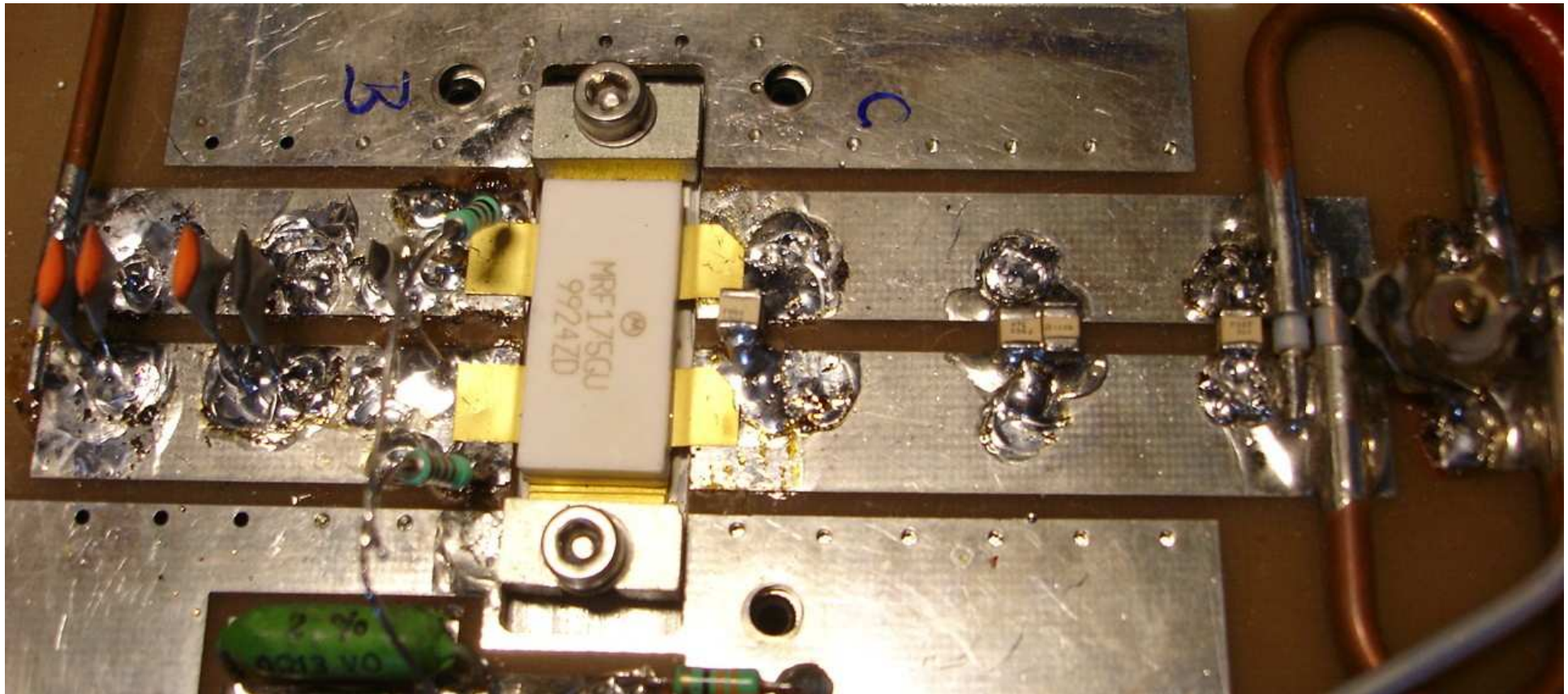
1/2 branche de l'ampli VHF équipé SD1485-1



1/2 branche modifiée

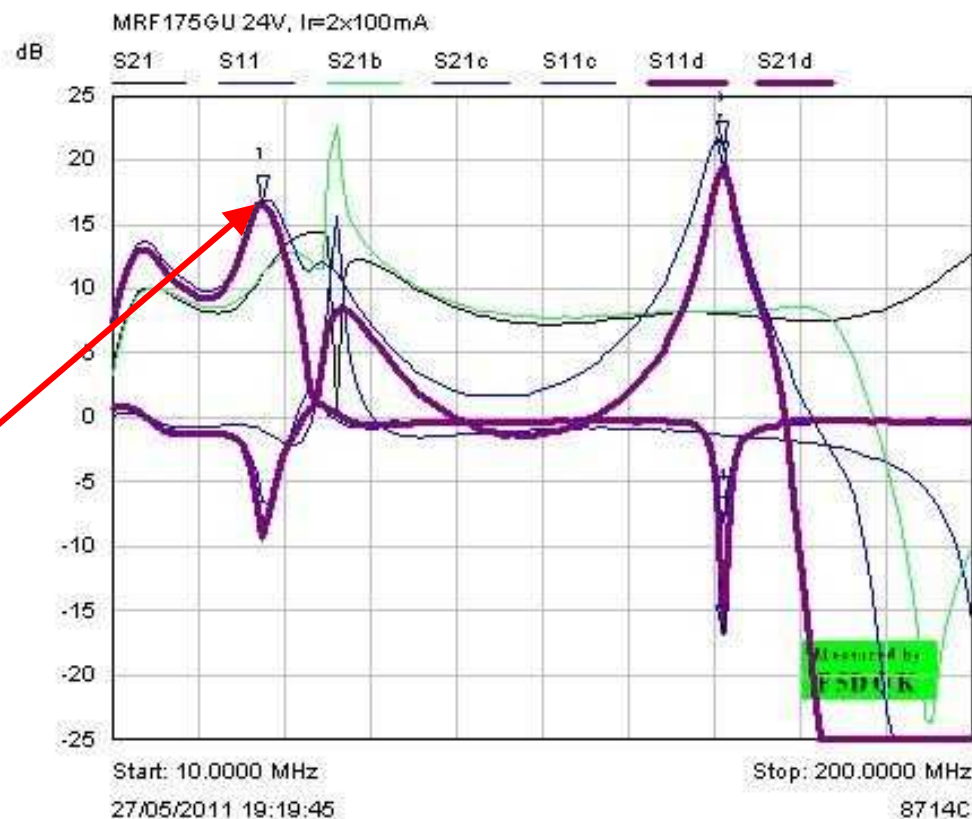


Modifications de 1/2 branche



1/2 platine F1CHF à MRF175GU au scalaire

Comportement des 2 montages vers 45 MHz, curieusement totalement identique !



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
1	S11	205.7500 MHz	-14.67 dB	Coax stub en //
2	S21	205.7500 MHz	13.83 dB	Coax stub en //
3	S21c	144.8500 MHz	21.09 dB	
4	S11c	144.8500 MHz	-8.20 dB	
5	S21d	144.8500 MHz	19.45 dB	
6	S11d	144.8500 MHz	-16.66 dB	
7	S21d	43.3500 MHz	16.76 dB	

1/2 platine F1CHF à MRF175GU à la compression

Mesures à U=24V

Pin sweep (dBm)	Pin lue (dBm)	Pin réelle (dBm)	Pin réelle (W)	Pout lue (dBm)	Pout réelle (dBm)	Gain lin (dB)	Pout réelle (W)	Delta gain lin (dB)	Ic sous 24V (A)	
-2	-15,04	24,96	0,31	3,2	44,2	19,24	26,3		3,6	
-1	-14,04	25,96	0,39	4,22	45,22	19,26	33,3	0,02	4,1	
0	-13,05	26,95	0,50	5,15	46,15	19,2	41,2	-0,04	4,6	
1	-12,08	27,92	0,62	6,02	47,02	19,1	50,4	-0,14	5,1	optimisé à 50
2	-11,10	28,90	0,78	6,84	47,84	18,94	60,8	-0,30	5,6	
3	-10,09	29,91	0,98	7,61	48,61	18,7	72,6	-0,54	6,2	
4	-9,03	30,97	1,25	8,33	49,33	18,36	85,7	-0,88	6,7	
5	-7,92	32,08	1,61	8,99	49,99	17,91	99,8	-1,33	7,3	
6	-6,72	33,28	2,13	9,62	50,62	17,34	115,3	-1,90	8,0	
7	-5,45	34,55	2,85	10,22	51,22	16,67	132,4	-2,57	8,7	
8	-4,17	35,83	3,83	10,77	51,77	15,94	150,3	-3,30	9,5	

145 MHz	Gain lin (dB)	Ic/Itot (A)	P1dBc	P2dBc	P3dBc
P (dBm / W)	19.2	0.5/ 16	49.5dBm / 89W	50.86dBm / 122W	51.5dBm / 141W

5- Conclusion générale

Conclusion

- A tension d'alimentation équivalente de 24V, les 2 versions d'ampli (F5UAM avec balun de sortie 50Ω et F1CHF modifié) sortent maintenant environ la même puissance de sortie d'environ 150W à 3dBc
- Les 2 versions MRF175GV ou MRF175GU donnent des caractéristiques grossomodo équivalentes.
- En poussant l'alimentation à 28V et presque 14A sur la version F5UAM, la limite des 200W_{out} est maintenant frôlée
- Mais dans les deux cas, impossibilité de laisser la sortie RF en circuit ouvert sous peine d'auto-oscillation violente et risque de destruction du LDMOS! Et la version GU est encore plus « chatouillable » !

Remerciements

les plus sincères à Alain F5UAM, Michel F1CLQ, Stephane F1TJJ et François F1CHF pour leur aide précieuse apportée