Convertitore 5-7 GHz

Convertitore per ricevitore astronomico usato per l'amplificazione e la conversione in frequenza delle bande 4.3-5.8GHz e 5.6-7.8GHz

A.Scalambra, S.Mariotti, J.Monari, M.Morsiani, F.Fiocchi, M.Poloni, A.Cremonini

Rapporto Interno IRA N° 345/03

1 Che cos'è l'AmpliAliRic e il Convertitore?

2 Progettazione Ricevitore 5-7GHz

2-1 Specifiche

2-2 Figura di rumore

2-3 IP3

2-4 Spurie armonicamente legate

2-5 Spurie generate nella prima conversione

2-6 Spurie generate nella seconda conversione

2-7 Spurie generate da battimenti fra LO1 e LO2

2-8 Banda piatta

3 Descrizione Ricevitore 5-7GHz

3-1 Ampli AliRic 5 e 7GHz

3-2 Commutazione Coaxial Switch e monitor d'ingresso

3-3 Prima conversione

3-4 Seconda conversione

3-5 Alimentatori

3-6 Dispositivo di Controllo Ricevitori

4 Prestazioni finali del Ricevitore 5-7GHz

4-1 Caratterizzazione "AmpliAliRic"

4-2 Caratterizzazione "Convertitore 5-7GHz"

4-3 Simulazione delle prestazioni finali

4-4 Conclusioni

5 Manuale d'uso

5-1 Connessioni riguardanti i ricevitori 5 e 7GHz

5-2 Tabelle riassuntive

1 Che cos'è l'AmpliAliRic il Convertitore?

L'AmpliAliRic e il Convertitore costituiscono parte integrante del ricevitore e sono usate rispettivamente per l'amplificazione e la conversione in frequenza di due sistemi di ricezione distinti. Lo schema di *fig.1-1* raffigura le due catena complete; esso mostra esattamente le parti in questione del 5 e del 7GHz che provvederemo a descrivere in questo rapporto interno.

In fase di progettazione dei vari ricevitori appositamente costruiti per la nuova VertexRoom di Medicina, è emerso infatti che, scegliendo opportunamente le frequenze di conversione, è possibile condividere una parte comune dei due ricevitori senza limitarne le potenzialità.

Per ottimizzare i costi e gli ingombri sarà quindi possibile raggruppare, come mostrato in tabella, ben 6 parti terminali della catena di due sistemi di ricezione, in tre cassetti (denominati "convertitori") inseriti dentro un armadio rack.

I preamplificatori posti dentro al Dewuard e gli AmpliAliRic saranno invece posizionati, insieme ad altri componenti, sulla struttura che regge il feed. Due switch posti dentro il convertitore daranno poi la possibilità di commutare le due polarizzazioni (right e left) da un "ricevitore" all'altro; nel nostro caso dal 5GHz al 7GHz.

In tabella sono riportati tutti i ricevitori che dovranno essere costruiti in futuro a Medicina in fuoco secondario per ottenere la "copertura continua" della parabola nella gamma di frequenze da 4.3 a 48GHz.

L'armadio rack che raggrupperà quasi tutta l'elettronica e strumentazione della Vertex sarà opportunamente termostatato per garantire una elevata stabilità del sistema.

Convertitore	**fo (GHz)**	**λ (cm)**	WR	Fmax/Fmin	**Fmin sky (GHz)**	**Fmax sky (GHz)**
5-7	***5***	***5.9***	187	1.35	**4.30**	**5.80**
	7	***4.5***	137	1.39	**5.60**	**7.80**
9-12	***9***	***3.3***	112	1.37	**7.60**	**10.40**
	12	***2.5***	75	1.39	**10.20**	**14.20**
17-23	***17***	***1.8***	51	1.40	**14.10**	**19.70**
	23	***1.3***	42	1.38	**19.50**	**27.00**
	31	***1.0***	28	1.38	**26.00**	**36.00**
	42	***0.7***	22	1.37	**35.00**	**48.00**

Tab. 1-1 Caratteristiche dei nuovi ricevitori in fuoco secondario

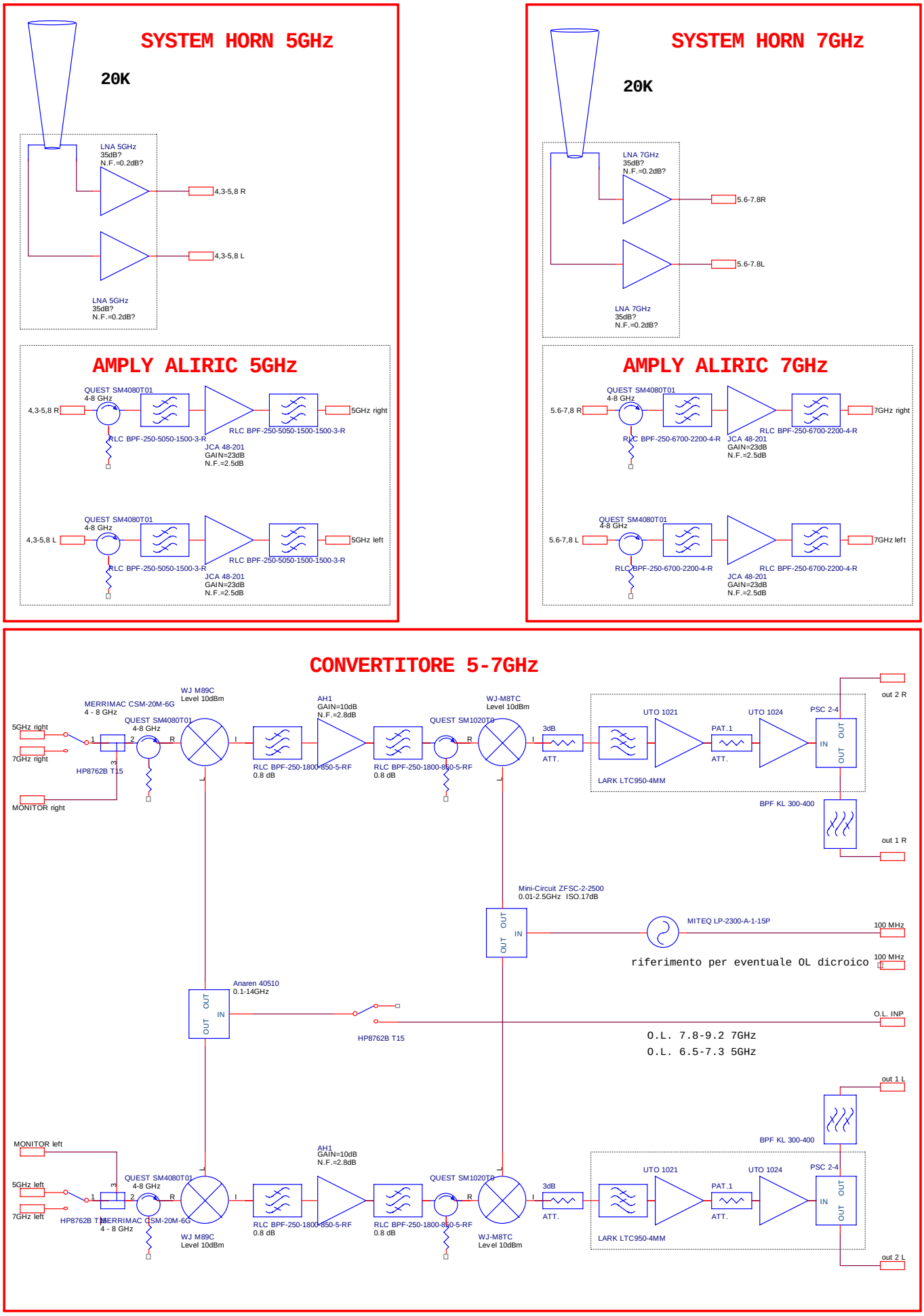


Fig.1-1 Schema Orcad dei ricevitori 5 e 7GHz

In *Fig. 1-1* è riportato lo schema definitivo dei due ricevitori completi. Due cavi coassiali opportunamente costruiti collegheranno l'AmpliAliRic, posto a ridosso del feed, con il cassetto Convertitore 5-7GHz.

2 Progettazione Ricevitore 5-7GHz

Il ricevitore supereterodina 5-7GHz a doppia polarizzazione sfrutta una doppia conversione di frequenza. La prima conversione è "regolabile" grazie ad un generatore di segnali a basso rumore HP 1-20GHz, mentre la seconda è fissa per mezzo di un PLO. Nel caso in cui si contempli l'utilizzo di un sistema dicroico (utilizzo simultaneo di due ricevitori) è previsto all'interno del cassetto "Convertitore" l'ingombro per alloggiare anche un secondo oscillatore locale fisso.

Sono previste in uscita al ricevitore due bande IF per polarizzazione, una "stretta" 100-500MHz (standard MarkIV) e una "larga" 100-900MHz.

2-1 Specifiche

I criteri di scelta dei vari componenti RF sono dettati dalle esigenze di costruire ricevitori astronomici secondo le seguenti specifiche:

bassa cifra di rumore

elevato IP_3

nessuna presenza di spurie in banda

banda finale piatta

elevata stabilità di fase

Entrambe le polarizzazioni devono avere 800MHz di banda (100-900MHz) e guadagnare da 70 a 80dB. Tale guadagno è stato calcolato considerando il livello di potenza in uscita al ricevitore paria a –20dBm con $T_{ANT}=T_{ATM(5\text{-}7GHz)}$.

2-2 Figura di rumore

La figura di rumore (NF) è dettata dalla bontà degli LNA che sono il primo elemento della catena di ricezione dopo il sistema antenna.

Prossimamente tutti gli LNA saranno realizzati all'interno del nostro Istituto, attualmente, non avendo ancora a disposizione dati definitivi, si riportano nelle varie simulazioni solo quelli teorici.

Dopo gli amplificatori si è preferito amplificare ulteriormente rendendo così a maggior ragione trascurabile la perdita d'inserzione dovuta ai cavi coassiali che seguono. Infatti l'attenuazione di un buon cavo coassiale non più lungo di 5m alle frequenze in gioco si stima perdere da 2 a 3dB.

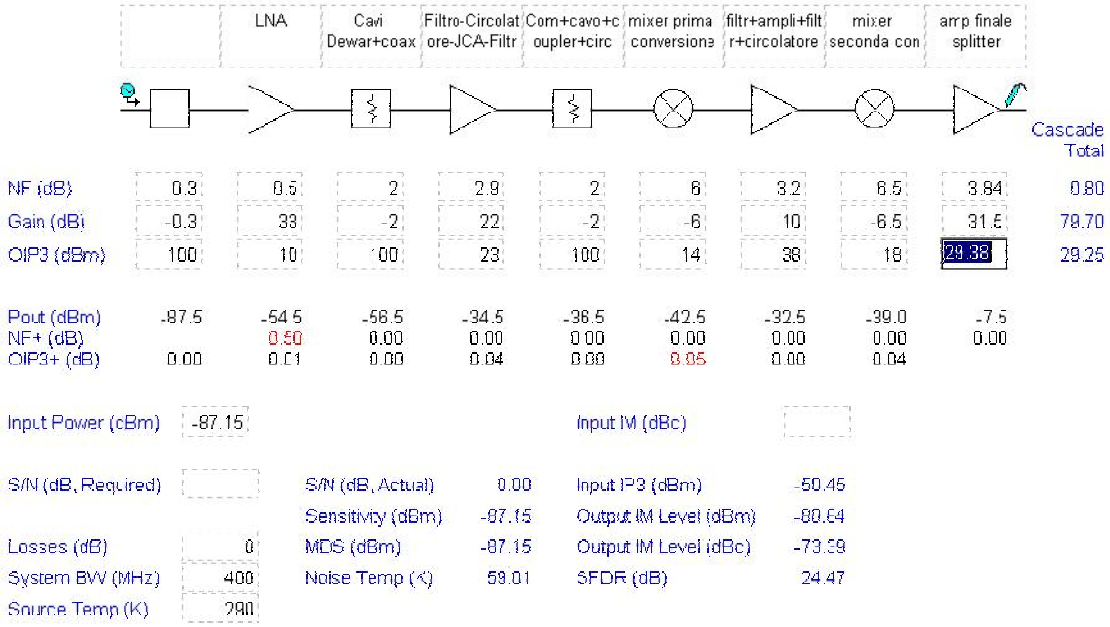


Fig.2-1 Simulazione SCW catena 5 e 7GHz

2-3 IP3

Un criterio di valutazione dell'immunità alle intermodulazioni è dato dalla valutazione dell'Intercet Point. Sono stati scelti componenti RF con elevato IP3 rimanendo però sempre nella categoria d'alimentazione +15V.

Il componente più critico nei riguardi dell'IP3 è in questa simulazione il "mixer prima conversione" (vedi f*ig. 2-1)*.

2-4 Spurie armonicamente legate

Le spurie sono per la maggior parte generate internamente ai mixer (componente che sfrutta volutamente la distorsione). Infatti in una down conversion componenti MxRF battono con componenti NxLO e, oltre a generare la conversione desiderata (RF+LO e RF-LO), generano anche spurie indesiderate di svariati ordini. Sarà quindi importante in fase di progetto cercare di prevedere tale fenomeno scegliendo valori d'oscillatori locali opportuni.

Nel caso di una doppia conversione bisogna anche tenere sotto controllo i battimenti che si possono generare tra NxLO1 ± NxLO2. Questo fenomeno è dovuto all'isolamento non ideale dei due mixer e dei componenti tra essi interposti. Si possono generare così spurie che possono rientrare sia in banda IF1 e IF2 (cross-talk fra i cavi d'alimentazione) che in banda RF tramite lo stesso feed.

Si dovranno quindi distinguere fra spurie che si "spostano" col spostarsi del segnale (facilmente visibile in laboratorio con il generatore di segnali, rientrano quindi nel primo caso descritto MxRF che batte con NxLO) e spurie "fisse" che non dipendono dalla frequenza d'ingresso (secondo caso, LO1 che batte con LO2).

I programmi di simulazione risultano essere molto utili in fase di progetto, il primo SpurCalcolator è scaricabile dal sito http://www.oml-mmw.com/calc.htm, mentre il secondo è stato prodotto al nostro interno in `Excel`.

Una volta stabiliti i due oscillatori locali, è utile verificare il funzionamento del tutto in funzione delle considerazioni poc'anzi fatte.

2-5 Spurie generate nella prima conversione

In un primo momento è stato scelto per la seconda conversione un Oscillatore Locale a 1.3GHz; ciò ha portato alla conoscenza, durante le verifiche di laboratorio, di problematiche legate alla presenza di spurie precedentemente descritte. Tale OL è stato poi scartato a favore di un'ingegnosa soluzione che ha permesso, senza stravolgere il progetto, di ottenere buoni risultati.

Se entriamo infatti in ingresso con un segnale noto, per esempio un segnale monocromatico (si ricorda a tale proposito che, nel campo radioastronomico, è estremamente improbabile a meno che si tratti di un'interferenza!), quest'ultima può, battendo all'interno del mixer con LO1, generare spurie che possono rientrare in banda IF1. Analogamente un segnale che si trova in IF1 può, battendo con LO2, generare spurie che possono rientrare in IF2.

Con un programma di simulazione si cercherà ora di spiegare l'inconveniente scoperto in fase di test con LO2=1.3GHz. Per comodità si analizza solo la banda larga in uscita IF2=100-900MHz dove tale inconveniente è sicuramente più evidente rispetto a quella stretta 100-500MHz. Sarà poi possibile con il generatore di segnali LO1, spostare la finestra d'osservazione passando dal ricevitore 5GHz al 7GHz.

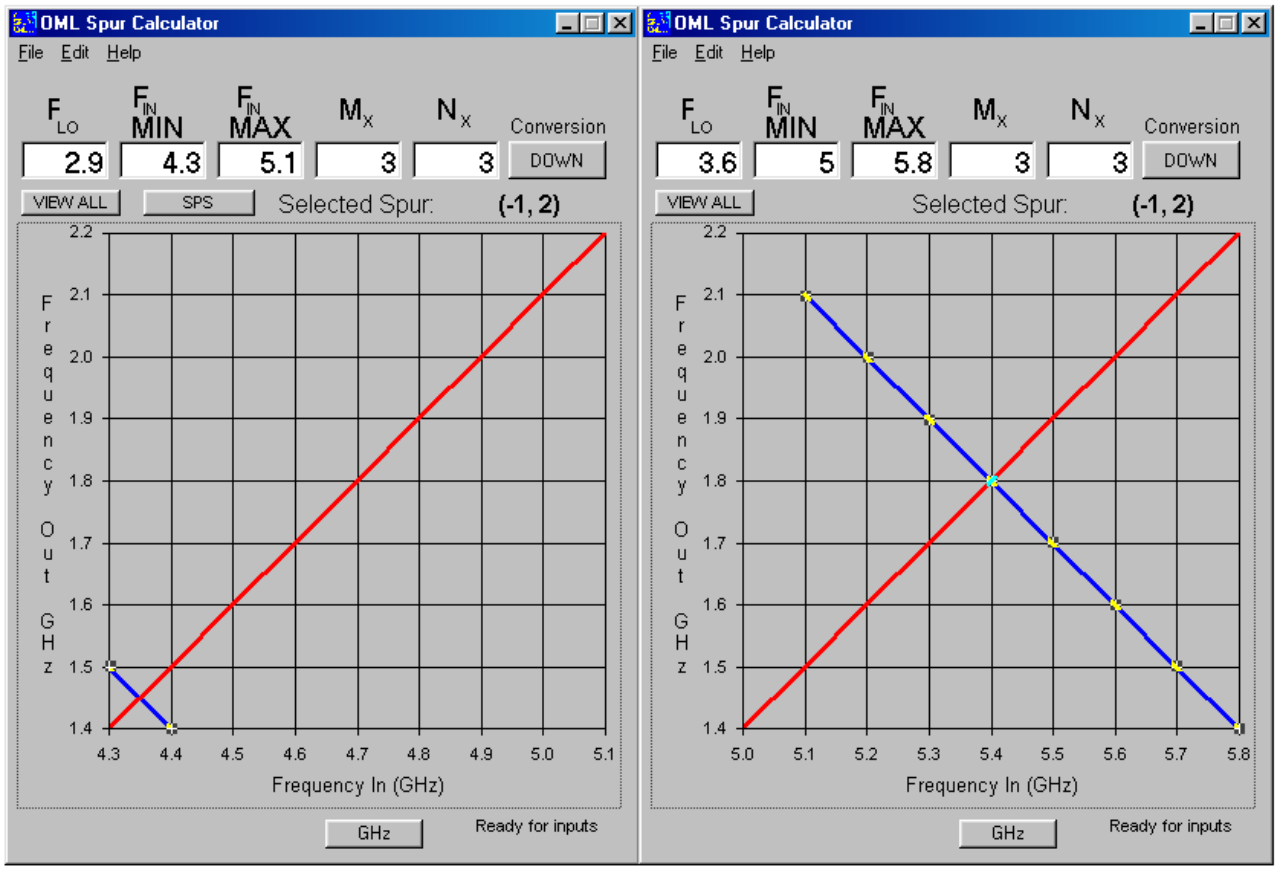


Fig. 2-2 Simulazione SpurCalcolator del 5GHz con LO1=2.9 e 3.6GHz

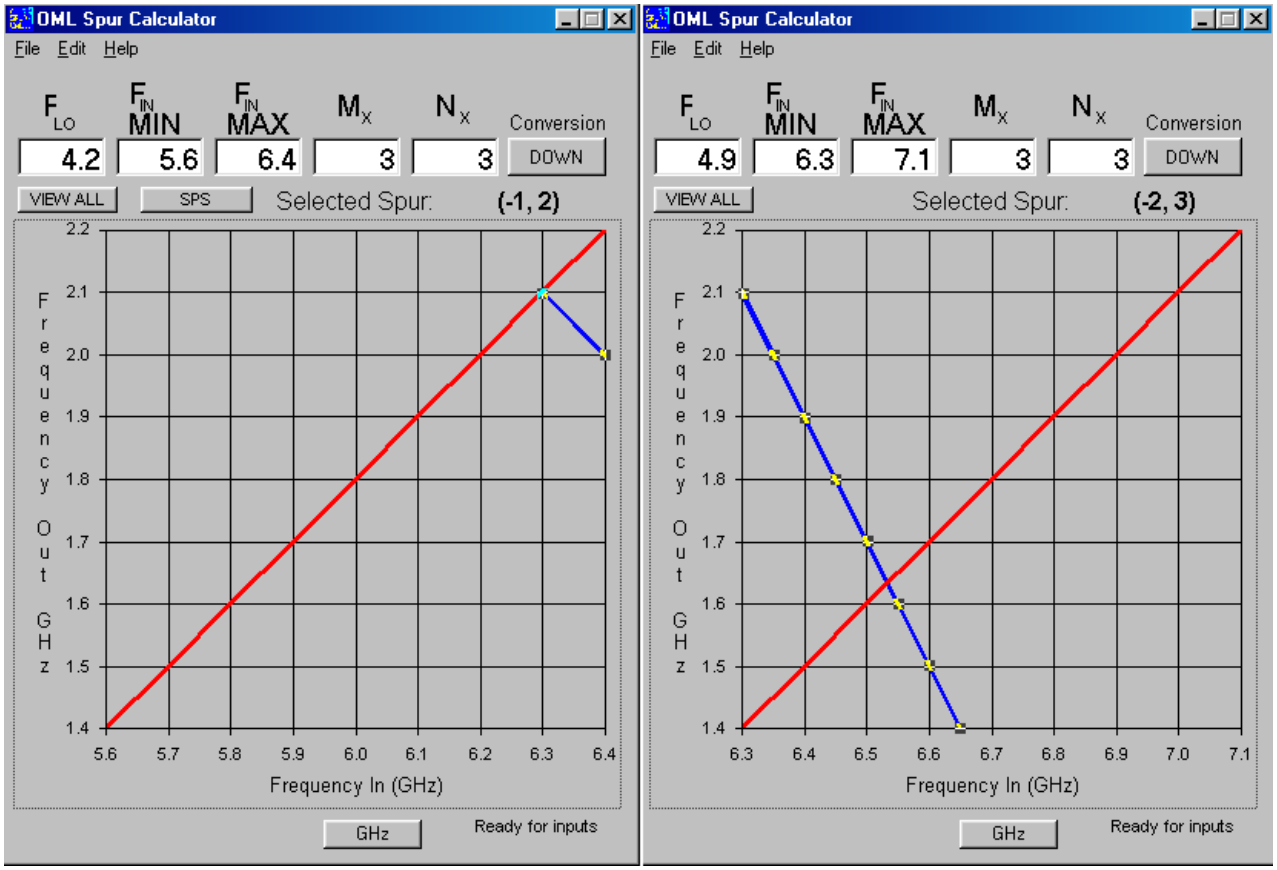


Fig. 2-3 Simulazione SpurCalcolator del 7GHz con LO1=4.2 e 4.9GHz

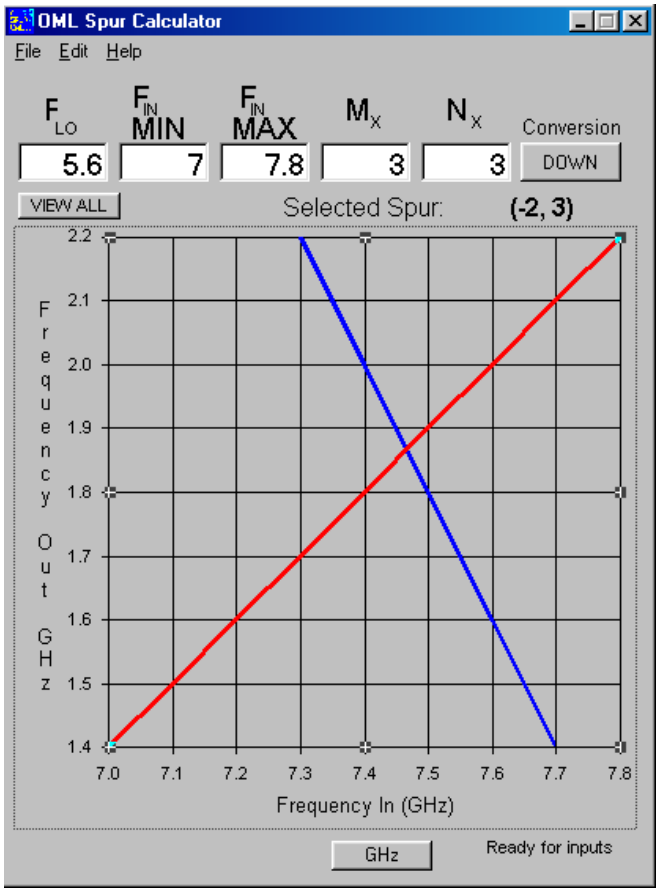
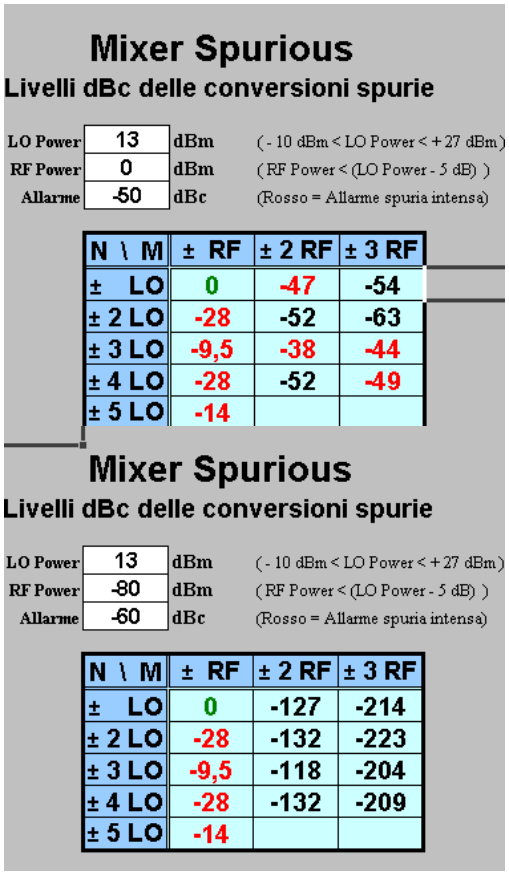


Fig. 2-4 Simul azione 7GHz con LO1=5.6GHz



Mixer Spurious

Livelli dBc delle conversioni spurie

LO Power	13	dBm	(- 10 dBm < LO Power < + 27 dBm)
RF Power	0	dBm	(RF Power < (LO Power - 5 dB))
Allarme	-50	dBc	(Rosso = Allarme spuria intensa)

N \ M	± RF	± 2 RF	± 3 RF
± LO	0	-47	-54
± 2 LO	-28	-52	-63
± 3 LO	-9,5	-38	-44
± 4 LO	-28	-52	-49
± 5 LO	-14		

Mixer Spurious

Livelli dBc delle conversioni spurie

LO Power	13	dBm	(- 10 dBm < LO Power < + 27 dBm)
RF Power	-80	dBm	(RF Power < (LO Power - 5 dB))
Allarme	-60	dBc	(Rosso = Allarme spuria intensa)

N \ M	± RF	± 2 RF	± 3 RF
± LO	0	-127	-214
± 2 LO	-28	-132	-223
± 3 LO	-9,5	-118	-204
± 4 LO	-28	-132	-209
± 5 LO	-14		

Fig. 2-5 Livello dBc con Sin=0 e –80dBm

La retta che taglia in diagonale il quadrato rappresenta la conversione RF-LO mentre l'altra in questione è una spuria indesiderata. Se si genera infatti in ingresso una monocromatica con il generatore di segnali, si vedrà, nel peggiori dei casi sopra analizzati, una spuria a –28dBc dalla fondamentale che si sposterà in senso opposto (2LO-RF) rispetto a quest'ultima.

Da questa analisi emerge che le spurie veramente dannose sono quelle NxLO±RF; infatti la spuria 2LO±RF è a –28dBc dalla fondamentale mentre la 3LO±RF è a soli –9.5dBc!.

IF2 (MHz)	**LO2 (GHz)**	IF1 (GHz)	**LO1 (GHz)**	**RF (GHz)**	**RIC.**	**Spurie mixer LO1 (GHz)**
100-900	**1.3**	1.4-2.2	**2.9**	**4.3-5.1**	**5**	**2LO-RF (-28dBc)**
100-900	**1.3**	1.4-2.2	**3.6**	**5-5.8**	**5**	**2LO-RF (-28dBc)**
100-900	**1.3**	1.4-2.2	**4.2**	**5.6-6.4**	**7**	**2LO-RF (-28dBc)**
100-900	**1.3**	1.4-2.2	**4.9**	**6.3-7.1**	**7**	3LO-2RF (-118dBc)
100-900	**1.3**	1.4-2.2	**5.6**	**7-7.8**	**7**	3LO-2RF (-118dBc)

Tab. 2-1 Elenco delle spurie indesiderate nella prima conversione

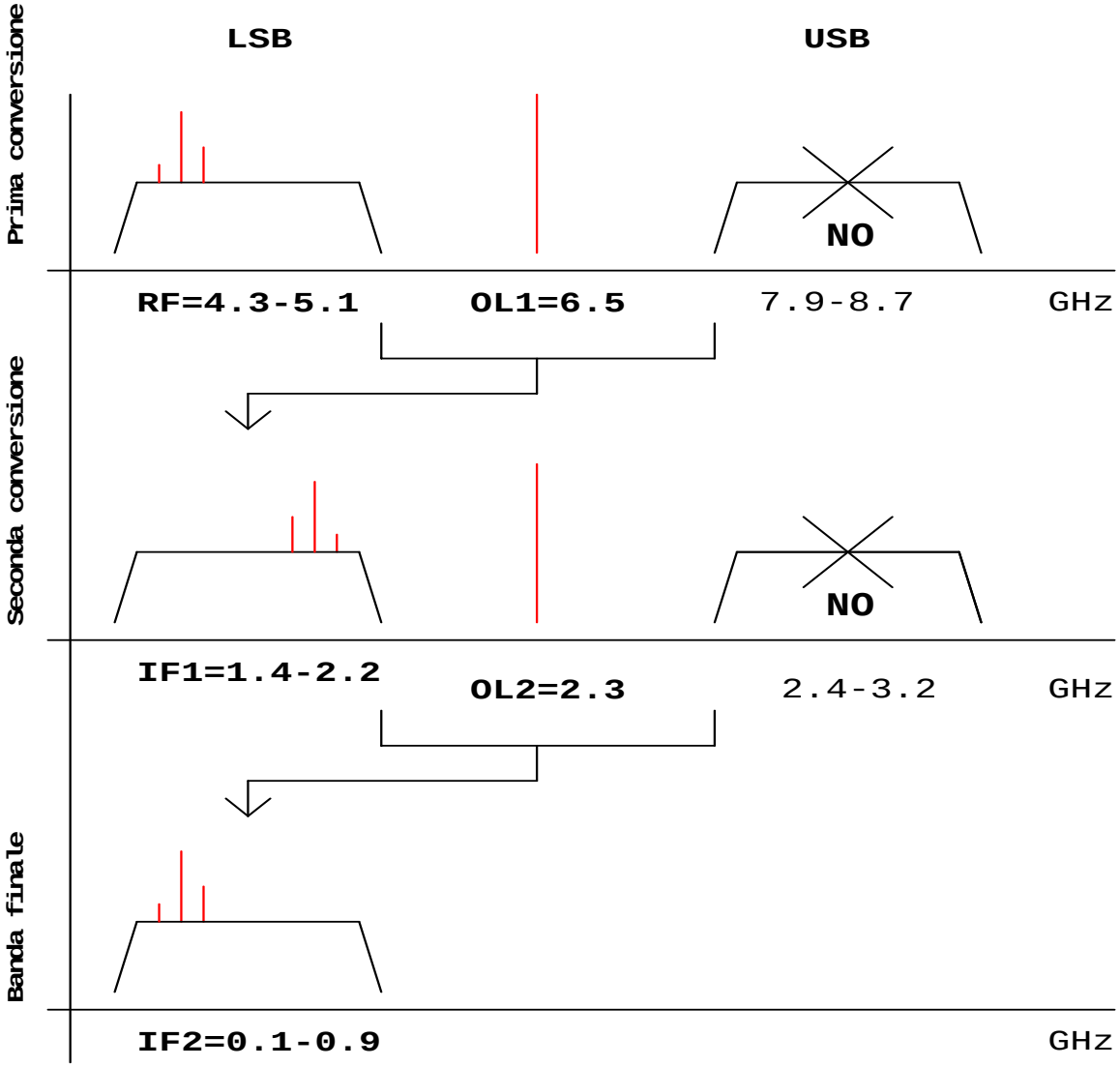
Come possiamo vedere tutto il ricevitore 5GHz e parte iniziale del 7GHz, sono completamente investiti da tale problema riscontrato in laboratorio in fase di test.

La prima versione del ricevitore (con LO2=1.3GHz) così progettata non poteva certo essere utilizzata. Per questo motivo si è deciso di rimediare a tale inconveniente spostando con logica le frequenze di conversione. Infatti ci si è accorti che scegliendo la LSB (low side band) in entrambe le conversioni e cambiando di conseguenza i valori di oscillatore locale, si poteva evitare tale inconveniente.

Si ricorda infatti che in una down conversion ben due bande (LSB e USB) sono convertite nella medesima banda ($f_{IF}=|nf_{RF}-mf_{LO}|$ con n,m=1). La banda traslata in frequenza è quindi ottenuta in un caso sottraendo alla USB l'oscillatore locale mentre, nell'altro caso, sottraendo a quest'ultimo la LSB.

La LSB rispetto alla banda d'origine sarà "invertita", essa è infatti quella da noi chiamata "frequenza immagine". I nostri ricevitori SSB (single side band) tendono solitamente, come nella prima versione del 5-7GHz, ad eliminare tale banda. Nella seconda versione invece viene scelta appositamente la banda immagine in entrambe le due conversioni; così facendo infatti, "invertendola due volte", la banda RF traslata in frequenza risulterà in fase.

In questa maniera quasi tutti i componenti della prima versione del ricevitore sono stati riutilizzati ad eccezione del PLD 1.3GHz sostituito da un altro a 2.3GHz.



2.3GHz. *Fig. 2-6 Conversione a "doppia inversione"*

Si verifica ora il giusto funzionamento della seconda versione del ricevitore con LO2=2.3GHz. Come possiamo vedere nelle simulazioni seguenti il quadrato viene tagliato dall'altra "diagonale di conversione"; si tratta infatti di una conversione di low band LO-RF.

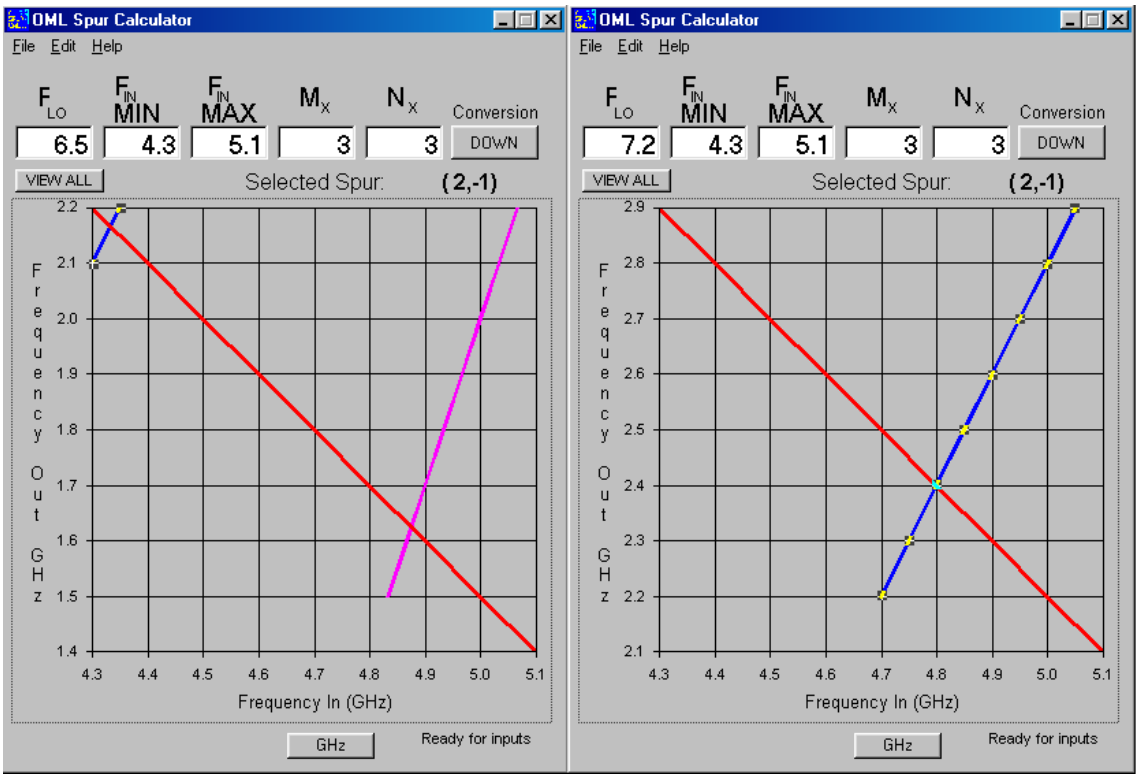


Fig. 2-7 Simulazione SpurCalcolator del 5GHz con LO1=6.5 e e7.2GHz

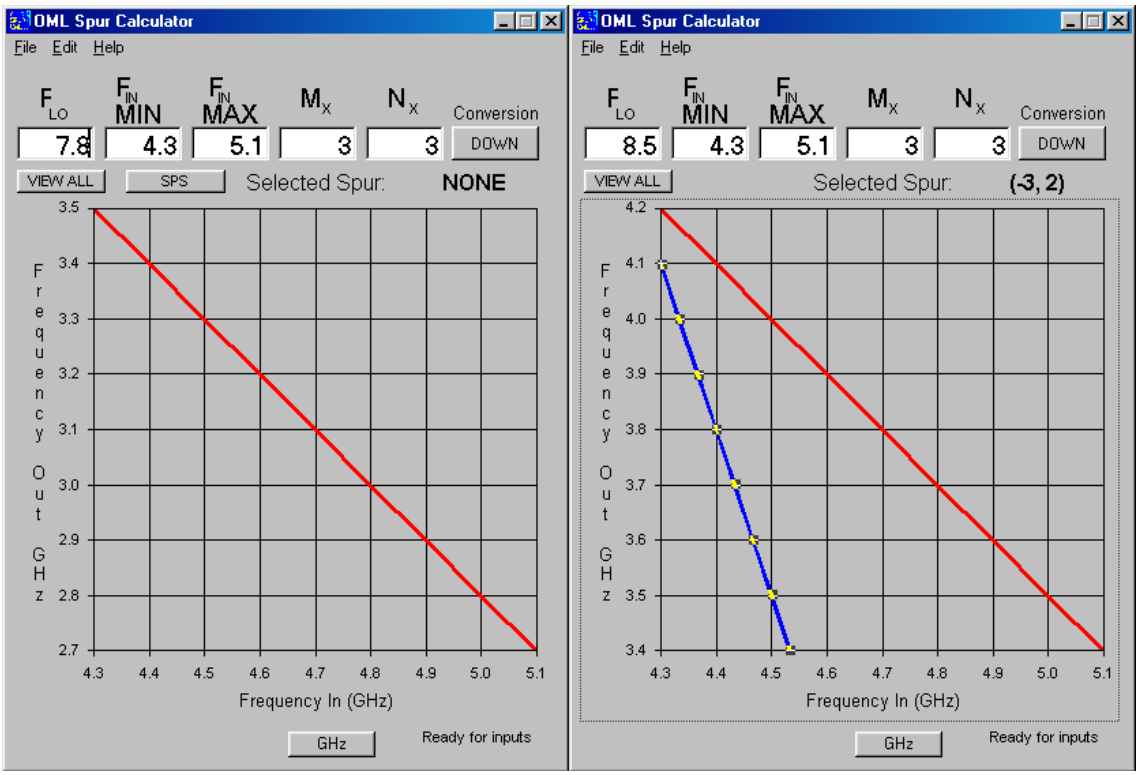


Fig. 2-8 Simulazione SpurCalcolator del 7GHz con LO1=7.8 e 8.5GHz

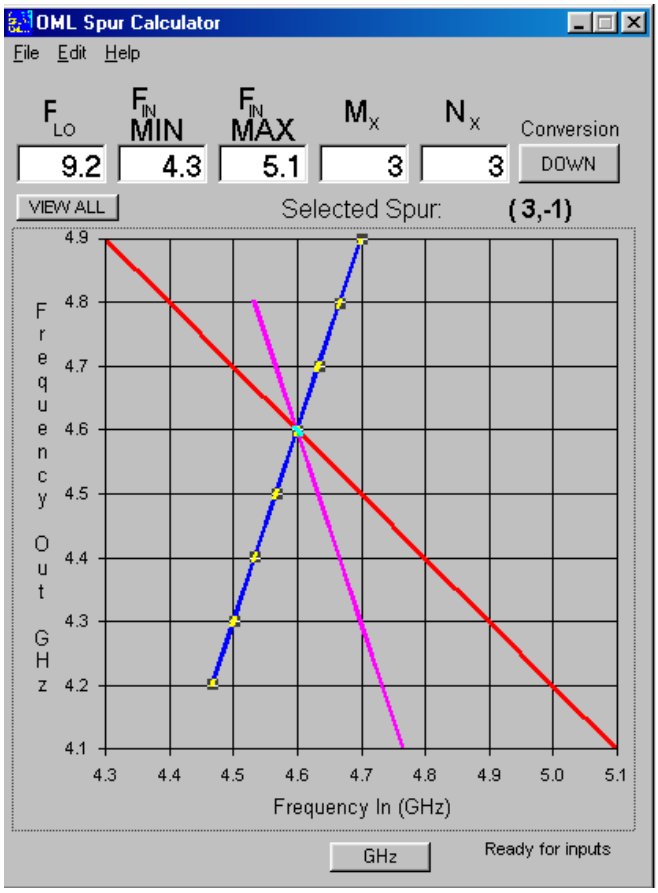
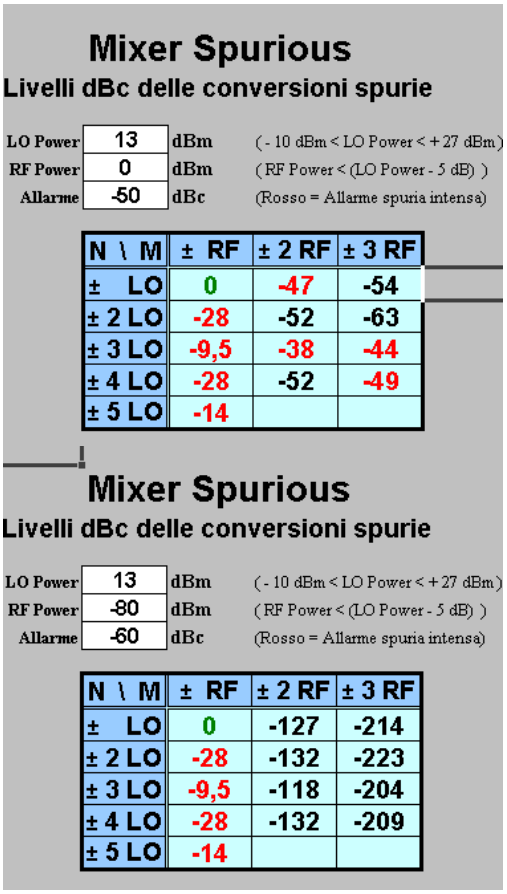


Fig. 2-9 Simulazione 7GHz con LO1=9.2GHz



Mixer Spurious

Livelli dBc delle conversioni spurie

LO Power	13	dBm	(- 10 dBm < LO Power < + 27 dBm)
RF Power	0	dBm	(RF Power < (LO Power - 5 dB))
Allarme	-50	dBc	(Rosso = Allarme spuria intensa)

N \ M	± RF	± 2 RF	± 3 RF
± LO	0	-47	-54
± 2 LO	-28	-52	-63
± 3 LO	-9,5	-38	-44
± 4 LO	-28	-52	-49
± 5 LO	-14		

Mixer Spurious

Livelli dBc delle conversioni spurie

LO Power	13	dBm	(- 10 dBm < LO Power < + 27 dBm)
RF Power	-80	dBm	(RF Power < (LO Power - 5 dB))
Allarme	-60	dBc	(Rosso = Allarme spuria intensa)

N \ M	± RF	± 2 RF	± 3 RF
± LO	0	-127	-214
± 2 LO	-28	-132	-223
± 3 LO	-9,5	-118	-204
± 4 LO	-28	-132	-209
± 5 LO	-14		

Fig. 2-10 Livello dBc con Sin=0 e –80dBm

IF2 (MHz)	**LO2 (GHz)**	IF1 (GHz)	**LO1 (GHz)**	**RF (GHz)**	**N° RIC.**	**Spurie mixer LO1 (GHz)**
100-900	**2.3**	1.4-2.2	**6.5**	**4.3-5.1**	**5**	2RF-LO (-47dBc)
100-900	**2.3**	1.4-2.2	**7.2**	**5-5.8**	**5**	2RF-LO (-47dBc)
100-900	**2.3**	1.4-2.2	**7.8**	**5.6-6.4**	**7**	niente
100-900	**2.3**	1.4-2.2	**8.5**	**6.3-7.1**	**7**	2LO-3RF (-63dBc)
100-900	**2.3**	1.4-2.2	**9.2**	**7-7.8**	**7**	3RF-LO (-54dBc)

Tab. 2-2 – Tabella riassuntiva delle spurie indesiderate nella prima conversione

Da tali simulazioni emergono diverse spurie aventi però tutte, per nostra fortuna, un livello inferiore ai –47dBc dalla fondamentale. Sono da ritenersi per ciò trascurabili.

2-6 Spurie generate nella seconda conversione

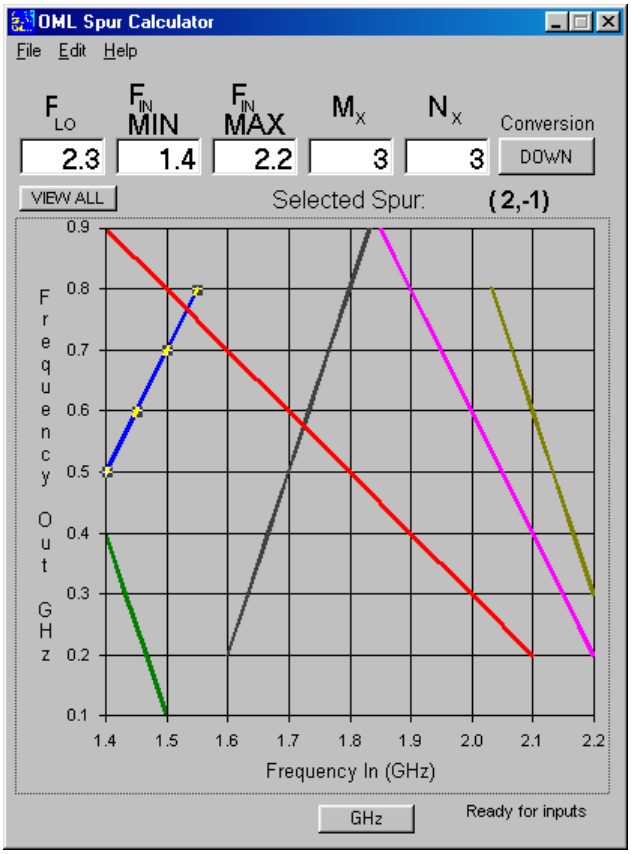


Fig. 2-11 Simulazione II conversione 5-7GHz

Nel caso della seconda conversione, si ha anche qui la presenza di svariate spurie d'ordine elevato fra cui emerge la 2RF-LO a –47dBc dalla fondamentale. Anche questa è da ritenersi trascurabile.

2-7 Spurie generate da LO1 e LO2

Nelle simulazioni seguenti sono riportate in rosso le ipotetiche spurie che si possono generare considerando i due OL. Infatti OL1, OL2 e i loro battimenti, possono rientrare in banda tramite lo stesso feed (4.3-5.8GHz per il 5GHz e 7.8-9.2GHz per il 7GHz) o tramite i due stadi di IF (IF1=1.4-2.2GHz e IF2=100-900MHz). Questo fenomeno è dovuto solitamente al scarso isolamento alle porte di certi componenti, al "spifferare" dei mixer e al "cross talk" tramite le alimentazioni.

RF USB	LO 1	RF LSB Immagine	x N	1a IF USB	LO 2 Up/Low	1a IF LSB Immagine	x N	2a IF	P L Cavity O Freq.	x N	Input	P L X O x N	Input
					L								
Edit >	6500		1		2300		1		2300	23	100	20	5
8700	6500	4300		2400	2300	2200		100					
8300	6500	4700		2800	2300	1800		500			:= Editabile		
7900	6500	5100		3200	2300	1400		900					

Segnali spuri :			Battimenti Tra i 2 L O											
1o Ordine	6500	2300												
2o Ordine	8800	4200	13000	4600										
3o Ordine	11100	1900	10700	15300	19500	6900								
4o Ordine	13400	-400	21800	17200	26000	9200	17600	8400						
5o Ordine	32500	11500	28300	23700	24100	14900	19900	6100	15700	-2700				
6o Ordine	39000	13800	34800	30200	30600	21400	26400	12600	22200	3800	18000	-5000		
7o Ordine	45500	16100	41300	36700	37100	27900	32900	19100	28700	10300	24500	1500	20300	-7300
8o Ordine	52000	18400	. . .	. . .	. . .	39400	25600	35200	16800	31000	8000	. . .	. . .	
9o Ordine	58500	20700	. . .	33300	5700	37500	14500	41700	23300	45900	32100	. . .	. . .	

Nota : Spurie potenzialmente fastidiose; Spurie in RF Spurie in 1a IF Spurie in 2a IF Nota (2) : Sfondo Celeste = Portante CW

Fig. 2-12 Simulazione battimenti tra LO1=6.5GHz e LO2=2.3GHz

RF USB	LO 1	RF LSB Immagine	x N	1a IF USB	LO 2 Up/Low	1a IF LSB Immagine	x N	2a IF	P L Cavity O Freq.	x N	Input	P L X O x N	Input
					L								
Edit >	7200		1		2300		1		2300	23	100	20	5
9400	7200	5000		2400	2300	2200		100					
9000	7200	5400		2800	2300	1800		500			:= Editabile		
8600	7200	5800		3200	2300	1400		900					

Segnali spuri :			Battimenti Tra i 2 L O											
1o Ordine	7200	2300												
2o Ordine	9500	4900	14400	4600										
3o Ordine	11800	2600	12100	16700	21600	6900								
4o Ordine	14100	300	23900	19300	28800	9200	19000	9800						
5o Ordine	36000	11500	31100	26500	26200	17000	21300	7500	16400	-2000				
6o Ordine	43200	13800	38300	33700	33400	24200	28500	14700	23600	5200	18700	-4300		
7o Ordine	50400	16100	45500	40900	40600	31400	35700	21900	30800	12400	25900	2900	21000	-6600
8o Ordine	57600	18400	. . .	. . .	. . .	42900	29100	38000	19600	33100	10100	. . .	. . .	
9o Ordine	64800	20700	. . .	35400	7800	40300	17300	45200	26800	50100	36300	. . .	. . .	

Nota : Spurie potenzialmente fastidiose; Spurie in RF Spurie in 1a IF Spurie in 2a IF Nota (2) : Sfondo Celeste = Portante CW

Fig. 2-13 Simulazione battimenti tra LO1=7.2GHz e LO2=2.3GHz

RF USB	LO 1	RF LSB Immagine	x N	1a IF USB	LO 2 Up/Low	1a IF LSB Immagine	x N	2a IF	P L Cavity O Freq.	x N	Input	P L X O x N	Input
					L								
Edit >	7800		1		2300		1		2300	23	100	20	5
10000	7800	5600		2400	2300	2200		100					
9600	7800	6000		2800	2300	1800		500			:= Editabile		
9200	7800	6400		3200	2300	1400		900					

Segnali spuri :			Battimenti Tra i 2 L O											
1o Ordine	7800	2300												
2o Ordine	10100	5500	15600	4600										
3o Ordine	12400	3200	13300	17900	23400	6900								
4o Ordine	14700	900	25700	21100	31200	9200	20200	11000						
5o Ordine	39000	11500	33500	28900	28000	18800	22500	8700	17000	-1400				
6o Ordine	46800	13800	41300	36700	35800	26600	30300	16500	24800	6400	19300	-3700		
7o Ordine	54600	16100	49100	44500	43600	34400	38100	24300	32600	14200	27100	4100	21600	-6000
8o Ordine	62400	18400	. . .	. . .	. . .	45900	32100	40400	22000	34900	11900	. . .	. . .	
9o Ordine	70200	20700	. . .	37200	9600	42700	19700	48200	29800	53700	39900	. . .	. . .	

Nota : Spurie potenzialmente fastidiose; Spurie in RF Spurie in 1a IF Spurie in 2a IF Nota (2) : Sfondo Celeste = Portante CW

Fig. 2-14 Simulazione battimenti tra LO1=7.8GHz e LO2=2.3GHz

RF USB	LO 1	RF LSB Immagine	x N	1a IF USB	LO 2 Up/Low	1a IF LSB Immagine	x N	2a IF	P L Cavity O Freq.	x N	Input	P L X O x N	Input
					L								
Edit >	8500		1		2300		1		2300	23	100	20	5
10700	8500	6300		2400	2300	2200		100					
10300	8500	6700		2800	2300	1800		500			:= Editabile		
9900	8500	7100		3200	2300	1400		900					

Segnali spuri :			Battimenti Tra i 2 L O											
1o Ordine	8500	2300												
2o Ordine	10800	6200	17000	4600										
3o Ordine	13100	3900	14700	19300	25500	6900								
4o Ordine	15400	1600	27800	23200	34000	9200	21600	12400						
5o Ordine	42500	11500	36300	31700	30100	20900	23900	10100	17700	-700				
6o Ordine	51000	13800	44800	40200	38600	29400	32400	18600	26200	7800	20000	-3000		
7o Ordine	59500	16100	53300	48700	47100	37900	40900	27100	34700	16300	28500	5500	22300	-5300
8o Ordine	68000	18400	. . .	. . .	. . .	49400	35600	43200	24800	37000	14000	. . .	. . .	
9o Ordine	76500	20700	. . .	39300	11700	45500	22500	51700	33300	57900	44100	. . .	. . .	

Nota : Spurie potenzialmente fastidiose; Spurie in RF Spurie in 1a IF Spurie in 2a IF Nota (2) : Sfondo Celeste = Portante CW

Fig. 2-15 Simulazione battimenti tra LO1=8.5GHz e LO2=2.3GHz

RF USB	LO 1	RF LSB Immagine	x N	1a IF USB	LO 2 Up/Low	1a IF LSB Immagine	x N	2a IF	P L Cavity O Freq.	x N	Input	P L X O x N	Input
					L								
Edit >	9200		1		2300		1		2300	23	100	20	5
11400	9200	7000		2400	2300	2200		100					
11000	9200	7400		2800	2300	1800		500			:= Editabile		
10600	9200	7800		3200	2300	1400		900					

Segnali spuri :			Battimenti Tra i 2 L O											
1o Ordine	9200	2300												
2o Ordine	11500	6900	18400	4600										
3o Ordine	13800	4600	16100	20700	27600	6900								
4o Ordine	16100	2300	29900	25300	36800	9200	23000	13800						
5o Ordine	46000	11500	39100	34500	32200	23000	25300	11500	18400	0				
6o Ordine	55200	13800	48300	43700	41400	32200	34500	20700	27600	9200	20700	-2300		
7o Ordine	64400	16100	57500	52900	50600	41400	43700	29900	36800	18400	29900	6900	23000	-4600
8o Ordine	73600	18400	. . .	. . .	. . .	52900	39100	46000	27600	39100	16100	. . .	. . .	
9o Ordine	82800	20700	. . .	41400	13800	48300	25300	55200	36800	62100	48300	. . .	. . .	

Nota : Spurie potenzialmente fastidiose; Spurie in RF Spurie in 1a IF Spurie in 2a IF Nota (2) : Sfondo Celeste = Portante CW

Fig. 2-16 Simulazione battimenti tra LO1=9.2GHz e LO2=2.3GHz

Le spurie elencate in rosso rappresentano le potenziali pericolose che possono entrare in banda; a seconda della sottolineatura si può capire se interessano la banda RF, IF1 o IF2. Quasi tutte hanno un ordine elevato, le uniche che potrebbero essere viste sono quelle elencate nel primo caso con LO1=6.5GHz. Infatti la spuria di terzo ordine LO1-2xLO2=1.9GHz potrebbe rientrare in IF1 a banda larga (1.4-2.2GHz) mentre, se si considera una banda stretta d'uscita, tale spuria risulta essere innocua in quanto IF1=1.4-1.8GHz. Anche la 2xLO2 (2x2.3GHz) potrebbe essere dannosa e rientrare in banda RF tramite il feed 5GHz.

In fase di test di laboratorio solo la spuria a 4.6GHz è stata vista. Ci si è accorti infatti che "guardando finemente" con l'analizzatore di spettro tale spuria, essa emergeva dal rumore solo se si puntava l'horn nella direzione del mixer atto ad eseguire la seconda conversione. Non è detto che tale inconveniente sia presente a ricevitore montato con il feed che punta il cielo. Da tali test comunque è emerso che le bande VLBI 4.7–5.1 e 5.8–6.2GHz non ché la banda "Metanolo" 6.6–6.8GHz, non risultano investite da tali problematiche.

2-8 Banda piatta

Una banda piatta, ossia con un'oscillazione del guadagno in funzione della frequenza molto piccola, è ottenibile cercando d'adattare il più possibile i componenti RF fra di loro, soprattutto quelli, disadattati di natura, come filtri, mixer e LNA.

Le ragioni principali della formazione del ripple sono i coeff. di riflessione (Γ) > 0.
Il ripple del guadagno dei componenti connettorizzati, viene fornito considerando il guadagno = $|s_{21}|^2$.
Mettendo in cascata i componenti, il guadagno della catena diventa di fatto: Insertion Gain, il quale è definito diversamente da $|s_{21}|^2$. Tali valori coincidono solo quando i Γ di sorgente e carico di ogni componente è uguale a 0.
Il circolatore diminuisce Γ, e tale effetto è tanto più evidente quanto più disadattato è il componente che lo segue.
Pertanto la regola pratica da seguire è piazzare circolatori immediatamente prima dei componenti più disadattati (cioè i mixers). Più il percorso è lungo, più viene vanificato l'effetto del circolatore, pertanto, dove possibile conviene usare connettori con sessi complementari evitando l'uso dei doppi-maschi.

In fase di progetto si dovranno acquistare circolatori da mettere il più vicino possibile alle porte disadattate. Sarà poi fondamentale in laboratorio arrivare alla giusta configurazione definitiva, in quanto una semplice aggiunta di un cavetto coassiale (soprattutto se di prestazioni non eccelse) potrebbe compromettere le ottimizzazioni raggiunte. Si sono usati cavetti solo se veramente necessari, preferendo sempre connessioni dirette e l'uso di connettori di transizione. E' quindi utile avere in questa fase, un approccio empirico e iniziare a provare secondo logica a spostare circolatori da una zona all'altra e ad aggiungere, quando è consentito, qualche dB d'attenuazione davanti a certi componenti particolarmente disadattati. Questa procedura, che non può essere certo simulata, è fondamentale per migliorare la piattezza della banda.

3 Descrizione Ricevitore 5-7GHz

In questo capitolo si cercherà di descrivere l'AmpliAliRic e il Convertitore 5-7GHz. I preamplificatori criogenici, posti dentro al Dewuard, verranno trattati in un Rapporto Interno specifico.

Il cavo coassiale che collega l'uscita degli LNA al sistema AmpliAliRic e l'uscita di quest'ultimo al Convertitore è stato identificato in un prodotto della Andrew. Alla frequenza di 6GHz, 100m di cavo ETS1-50 perdono 50,9dB. I vari cavi coassiali verranno intestati della lunghezza opportuna solo al momento del montaggio finale in antenna.

3-1 Ampli AliRic 5 e 7GHz

Il 7GHz si differenzia dal 5GHz, per gli LNA e per una piccola sezione *(fig.3-1)* amplificatori/filtro alloggiata dentro al sistema d'alimentazione AliRic (vedi Rap.Interno 300/00).

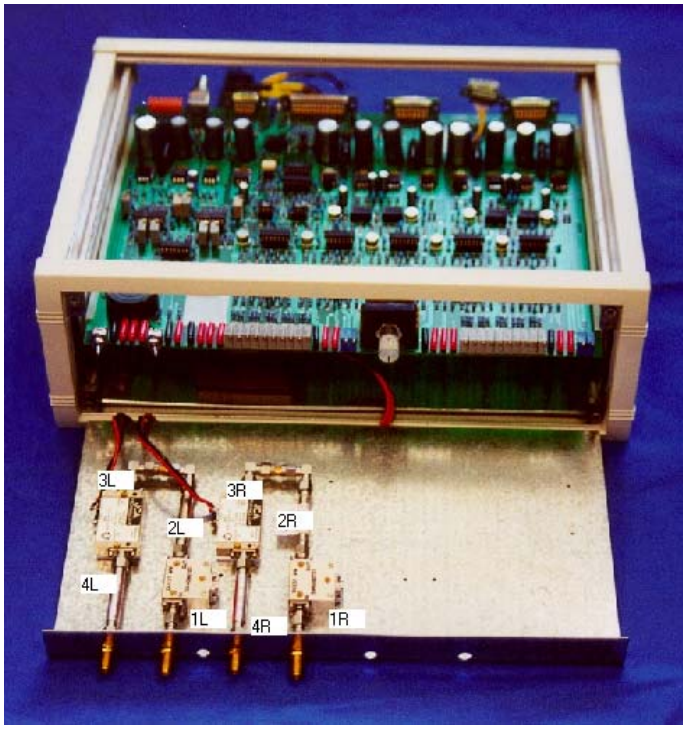


Fig. 3-1 Foto componenti inseriti dentro AliRic5GHz

La banda viene filtrata da due filtri tubolari a 5 sezioni posizionati prima e dopo un amplificatore della JCA che guadagna più di 20dB. Un isolatore è posto all'ingresso del sistema con il compito di adattare l'uscita del preamplificatore che risulta essere sempre molto disadattata.

N°	Descrizione	Caratteristiche	
		AliRic5GHz	**AliRic7GHz**
1R e L	Isolator QUEST SM4080T01	4-8GHz	4-8GHz
2R e L	Filtro BPF RLC 250	5.05GHz BW 1.5GHz	6.7GHz BW 2.2GHz
3R e L	Ampli JCA 48-201	G23dB NF2.5dB	G23dB NF2.5dB
4R e L	Filtro BPF RLC 250	5.05GHz BW 1.5GHz	6.7GHz BW 2.2GHz
		Convertitore 5-7GHz	
5R e L	Coaxial Switch HP8762B	18GHz	
6R e L	Directional Coupler MERRIMAC CSM-20M-6G	Coupler 20dB / 4-8GHz	
7R e L	Isolator QUEST SM4080T01	4-8GHz	
8R e L	Mixer M89C Watkins Johnson	RF/LO 2-18GHz IF 1-8GHz LO10dBm	
9R e L	Filtro BPF RLC	1.8GHz BW 0.85GHz	
10R e L	Ampli AH1 *	0.65-2.5GHz/G 12dB/NF 3.2dB/IP3 32.5dBm	
11R e L	Filtro BPF RLC	1.8GHz BW 0.85GHz	
12R e L	Isolator QUEST SM1020T01	1-2GHz	
13R e L	Mixer M8TC Watkins Johnson	RF/LO 0-3.4GHz IF dc-2GHz LO10dBm	
14R e L	Attenuatore	3dB	
15R e L	Ampli Finale (1)	DC-1GHz/G 31dB/RL 15dB/IP3 38dBm	
16R e L	Filtro BPF RLC	5.05GHz BW 1.5GHz	
1LO1	Coaxial Switch HP8762B	18GHz	
2LO1	Splitter Anaren	1-14GHz RL20dB	
3LO2	LP Miteq 2.3GHz	2.3GHz 14dBm / ref.100MHz ±3dBm	
4LO2	Splitter MiniCircuit ZFSC2-2500	10-2500MHz RL20d B Isol=17dB	

(1) costruiti o modificati in laboratorio

Tab. 3-1 Componenti Ricevitore 5-7GHz

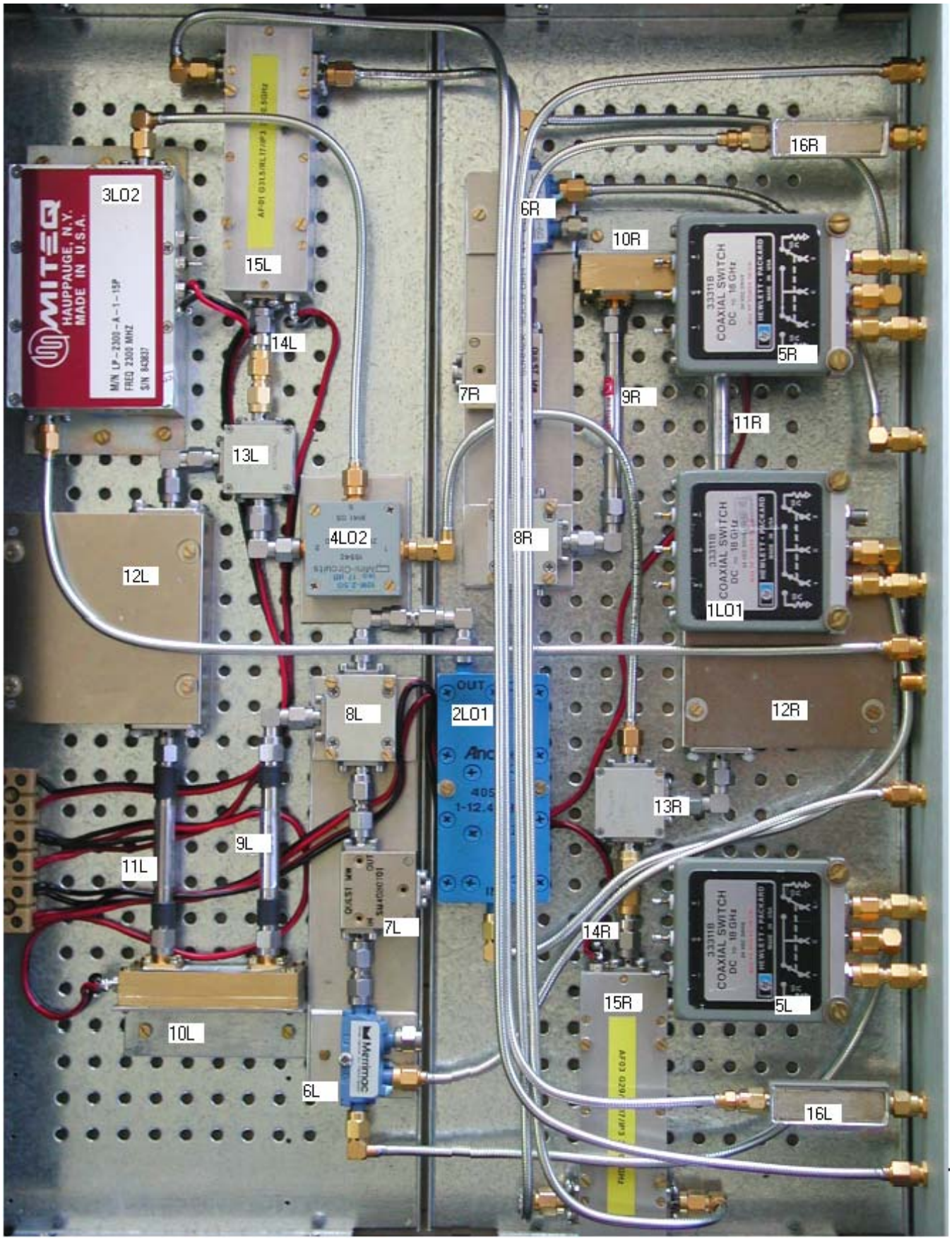


Fig. 3-6 Foto componenti Convertitore 5-7GHz

3-2 Commutazione Coaxial Switch e monitor d'ingresso

In ingresso al Convertitore sono posti a pannello 3 **Switch**. Due atti a commutare le due polarizzazioni *(fig. 3-6 componenti 5L e 5R)* che arrivano dal 5GHz con quelle del 7GHz e, un terzo, usato se è previsto l'utilizzo di un sistema dicroico *(fig. 3-6 componente 1LO1)*. Infatti quest'ultimo switch commutando fornirà non più la frequenza generata dal Generatore di Segnali (esso sarà invece utilizzato per la conversione contemporanea di un secondo ricevitore) ma quella di un ulteriore PLD fisso posto all'interno del Convertitore stesso. Gli switch coassiali usati (*HP 33311B)* presentano un ottimo isolamento fra le porte e un adattamento ottimale dalla continua fino a 18GHz. Come si può vedere in figura, il dispositivo è commutabile tramite tre morsetti, sul comune verrà fornita la 24Vdc mentre verrà fornita la GND solo sul morsetto "dalla parte" in cui voglio che avvenga la commutazione.

I due **accoppiatori direzionali** (accoppiano il segnale RF a 20dB, uno per polarizzazione) sono stati previsti per l'utilizzo di sistemi d'elaborazione del segnale (fra cui per esempio i polarimetri) di nuova generazione capaci di operare su una banda amplificata direttamente in RF.

3-3 Prima conversione

Un **isolatore**, posto davanti al Mixer (elemento fortemente disadattato), adatta la porta RF. Gli isolatori della QUEST sono un ottimo compromesso qualità–prezzo, ma hanno l'inconveniente di essere forniti solo con connettori femmina. Si è visto invece che per ottimizzare la lunghezza e i costi della catena RF sarebbe stato necessario combinare esattamente i sessi dei connettori dei vari componenti senza quindi usare transizioni superflue.

Il **mixer** M89C della WJ presenta un ottimo isolamento fra le porte e può essere usato fino a 18GHz.

Uno **splitter** della ANAREN, che va da 0.1-14GHz, provvede a distribuire i 10dBm nominali per LO driver dei 2 mixer, ciò significa che in ingresso al connettore LO1 del Common Reciver deve essere garantito un livello di almeno 13dBm. Si è pensato a tal riguardo di porre dentro il cassetto rack "RF Distributor " (esso è posto insieme al generatore di segnali dentro l'armadio NewVertexRoom) un amplificatore di potenza a banda larga (Miteq 6-19GHz G>10dB P01=23dBm) per amplificare l'uscita del Generatori di Segnali a basso rumore (HP 83711B 1-20GHz) e porre così rimedio a eventuali perdite dovute ai cavi coassiali di connessione.

L'uscita IF del mixer viene filtrata da due **filtri** tubolari della RLC (1.8 / 0.85GHz) posti davanti e di dietro ad un amplificatore che guadagna 12dB. I filtri in questione presentano un discreto adattamento; per questo motivo non si è ritenuto necessario l'utilizzo di un isolatore sulla porta IF del primo mixer.

L'**amplificatore** *(fig. 3-6* componenti *10L* e *10R*) è stato realizzato al nostro interno partendo da una serie di chip promozionali AH1 della WJ comprati con opportuna schedina "evaluation board". Sono stati poi realizzati, partendo da un nostro progetto, 4 appositi contenitori RF di ottone.

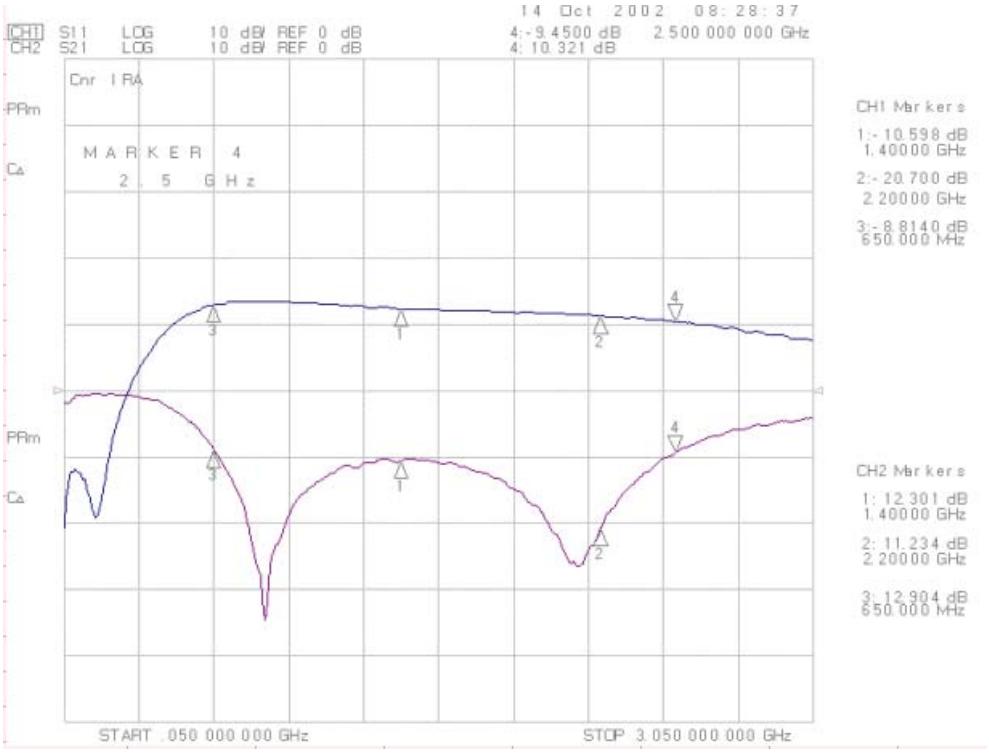


Fig. 3-7 S11 e S21 Ampli AH1

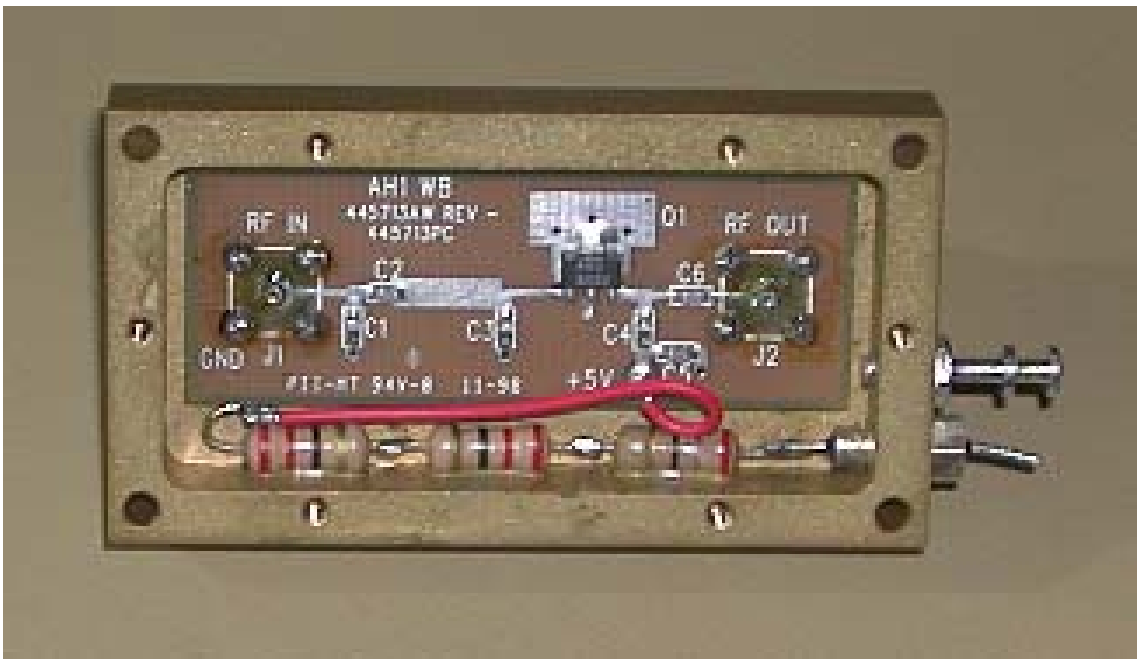


Fig. 3-8 Ampli AH1

3-4 Seconda conversione

La seconda conversione viene eseguita dal **mixer** M8TC della WJ. Esso è uno dei componente più usati nell'intervallo in frequenza in questione in quanto presenta un ottimo isolamento fra le porte.

Per rendere più piatta la banda, è stato posto davanti alla porta RF del mixer un **isolatore** della Quest e 3dB d'attenuazione davanti alla porta IF.

L'**oscillatore locale** LP2300 della Miteq *(fig. 3-6 componente 3LO2)* fornisce una FLO=2.3GHz a 14dBm che, dopo esser stata divisa da un **splitter** *(fig. 3-6 componenti 4LO2)* della MiniCircuit, comanda LO driver dei due mixer.

L'oscillatore ha come riferimento i 100MHz forniti da un altro PLO che a sua volta è agganciato alla 5MHz del Maser (PLD 5-100-15P della Miteq). Anche quest'ultimo componente è inserito dentro al cassetto rack "RF Distributor".

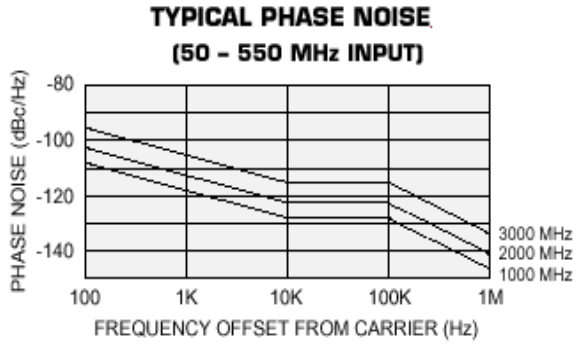


Fig. 3-9 Typical phase noise LP standard Miteq

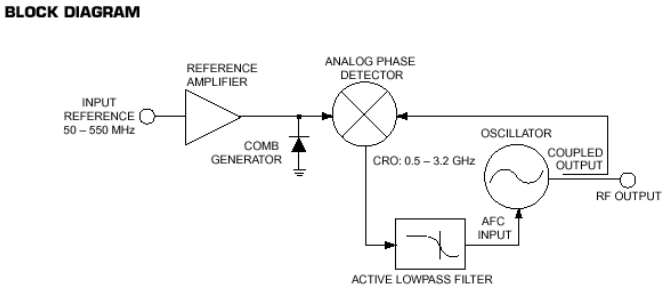


Fig. 3-10 Typical phase noise LP

LP-100-2300-15P Miteq	
Ext.Ref.	100 MHz
Ref.Level	±3 dBm
LO Out	2300 Mhz
Out Level	14 dBm
DC Power	15v 225mA
TP Allarm 25°C	4.02V
Of Allarm	Open
On Allarm	Close
Spurious a 10hz	70dBc

Tab. 3-2 Caratteristiche PLO

L'**amplificatore finale** è un insieme di componenti in cascata: un filtro passa basso della Lark LTC9504MM, due amplificatori TO8 dell'Avantek (UTO 1021 e UTO 1024) ed infine uno splitter PSC2-4 della MiniCircuit.

Fra i due amplificatori è previsto l'inserimento di un Pad d'attenuazione (attualmente sono montati 3dB su entrambe le polarizzazioni) per livellare il guadagno delle due polarizzazioni e scongiurare eventuali oscillazioni.

Il PCB (*fig. 3-14*) e il contenitore RF sono stati progettati appositamente, attualmente sono stati realizzati N°6 AmpliFinale.

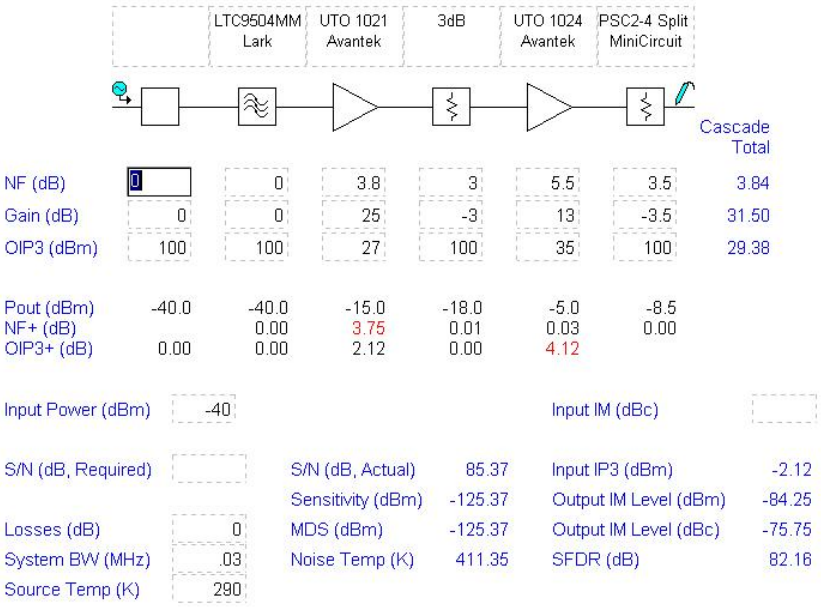


Fig. 3-11 Simulazione SCW amplificatore finale

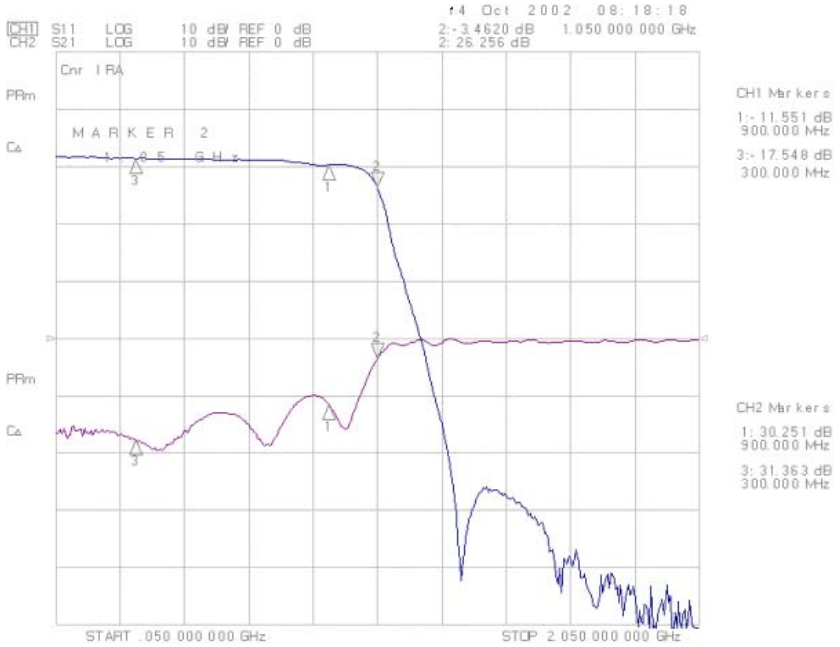


Fig. 3-12 S11 e S21 Ampli finale

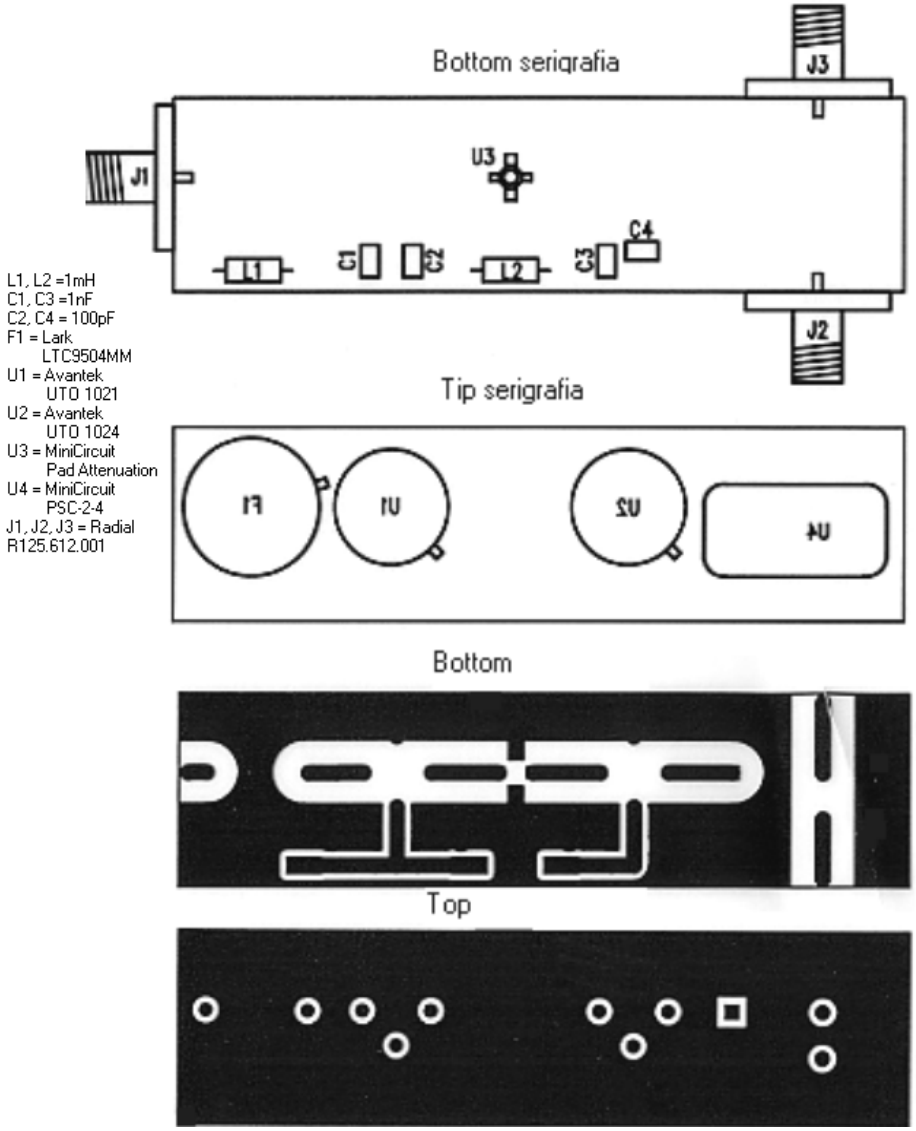


Fig. 3-13 LayOut PCB Ampli finale

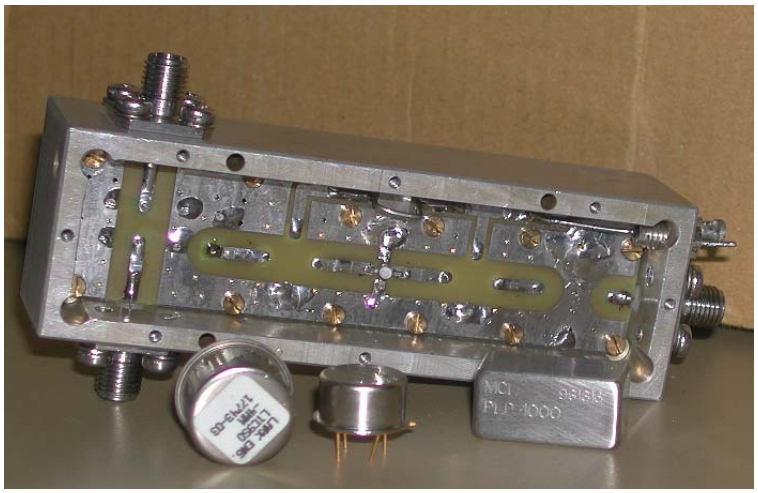


Fig. 3-14 Ampli finale

Su una delle due uscite di entrambe le due polarizzazioni (contrassegnata da apposita dicitura sul pannello del Convertitore) sono stati inseriti **filtri passa banda** F_o=300 BW=400.

3-5 Alimentatori

I contenitori rack della nuova VertexRoom sono stati realizzati dalla ditta Hi-Fi2000 in base a particolari nostre esigenze.

Sul pannello frontale davanti è stato previsto il fissaggio di 3 alimentatori della PowerOne HA15 che forniscono la +15V a 3 sezioni distinte del ricevitore. Si è voluto infatti tenere separate le alimentazioni delle due polarizzazioni; in questo modo una variazione ipotetica d'alimentazione su una delle due polarizzazioni non viene vista in fase di correlazione in quanto "non comune" alle due. Il terzo alimentatore è utilizzato per alimentare l'OL2 ed un eventuale OL1 per il sistema dicroico.

Un piccolo alimentatore 24Vdc alimenta la scheda di ControlloRicevitori (vedi cap. 3-6); ogni cassetto ricevitore risulterà essere così totalmente indipendente.

Fig. 3-15 Ricevitore vista frontale davanti

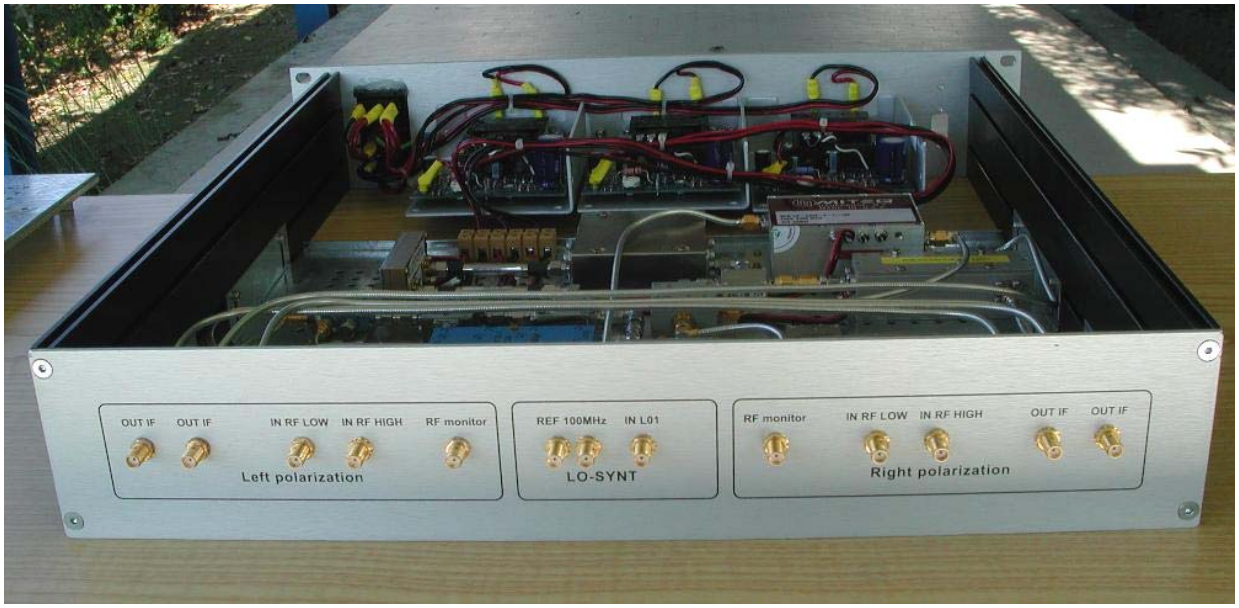


Fig. 3-16 Ricevitore visto dal retro

Tutte le connessioni dei cavi coassiali vengono eseguite nel retro del ricevitore permettendo così una sua facile estrazione dall'armadio rack. Bisogna quindi scollegare solo i cavi interessati in quanto nessun cavo di un altro apparato impedirà l'estrazione del cassetto.

3-6 Dispositivo di Controllo Ricevitori

Sul pannello frontale troviamo a destra il connettore della 220a.c. e a sinistra un connettore a vaschetta DB9 atto a collegare un circuito presente all'interno del ricevitore progettato per la commutazione e il controllo dei ricevitori. Tale dispositivo infatti commuta le due polarizzazioni left e right da RF low (5GHz) a RF high (7GHz) e IN LO1 dal generatore di segnali esterno al PLD interno. Esso infatti, grazie a input/output digitali, provvede a commutare i relè coassiali e verifica il loro stato di posizione. E' in grado inoltre di segnalare l'Off Alarm Lock dei PLD presenti nel cassetto ricevitore e, grazie agli input analogici (8 bipolari e 8 unipolari), di acquisire per il monitoraggio le tensioni TP alarm dei PLD e tutte le tensioni d'alimentazione dei vari alimentatori.

Questo sistema è costituito da due PCB sovrapposte: la scheda 0030 (*fig.3-18)*, costituita dalla CPU, è infatti inserita sulla scheda 0040 d'interfaccia *(fig.3-17)*. La scelta di sviluppare due schede invece che una appositamente congegnata, ha permesso di sviluppare PCB estremamente versatili consentendo così anche altri utilizzi del tipo "general purpose".

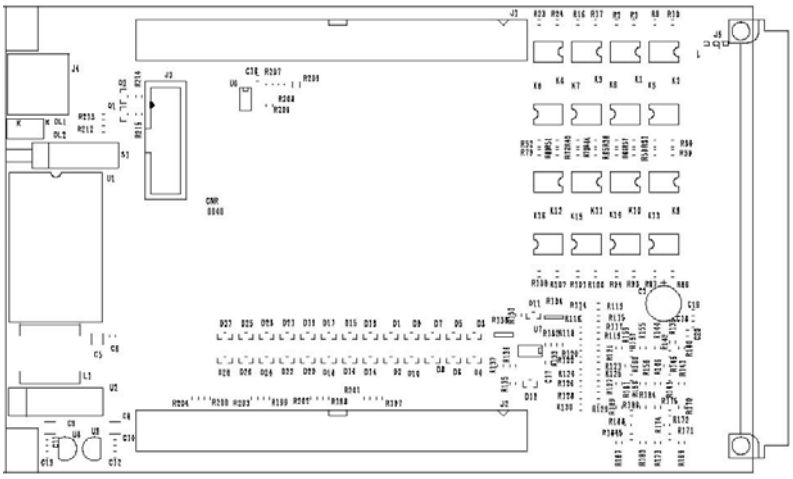


Fig.3-17 Scheda 0040, Interfaccia ricevitore per CPU 0030

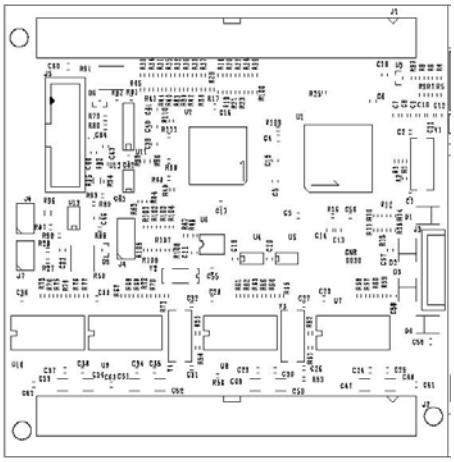


Fig.3-18 Scheda 0030, CPU con ingressi ed uscite digitali ed analogiche

4 Prestazioni finali del Ricevitore 5-7GHz

In questo capitolo si cercherà di caratterizzare l'AmpliAliRic e il Convertitore 5-7GHz in maniera dettagliata fornendo all'utente dati specifici. La caratterizzazione totale dell'intero sistema, comprendente quindi gli LNA e tutti i vari cavi coassiali di collegamento, potrà essere fatto solamente quando tutto il ricevitore sarà montato in antenna. Si provvederà comunque, dopo aver caratterizzato i due blocchi, a dare una stima approssimativa dell'intero sistema.

4-1 Caratterizzazione "AmpliAliRic"

Sono state eseguite misure di S11 e di S21 con l'Analizzatore di Reti Vettoriale, di IP_3 con l'Analizzatore di Spettro e di Temperatura equivalente di Rumore col sistema sviluppato al nostro interno chiamato "Mambo".

Come si può vedere la banda risulta essere piatta e ben "definita" dai filtri posti prima e dopo l'amplificatore.

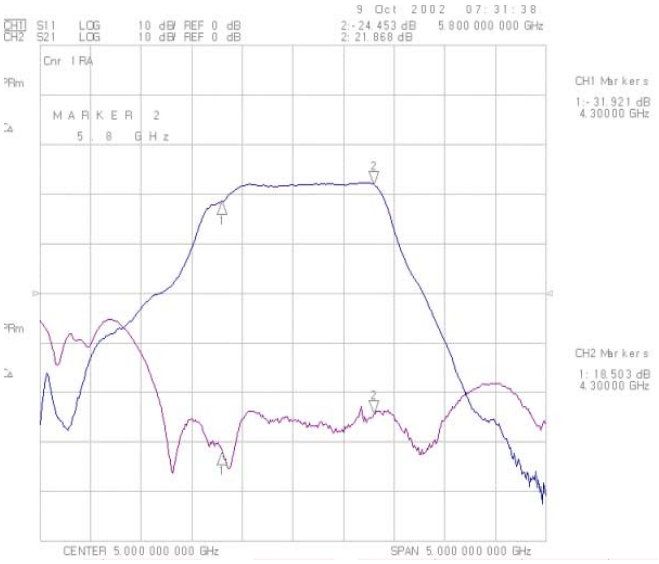


Fig. 4-1 AmpliAliRic 5GHz left S11 e S21

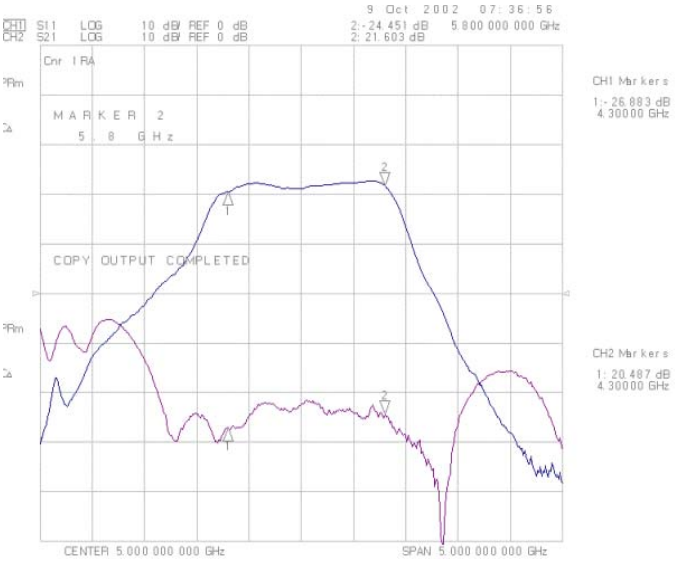


Fig. 4-2 AmpliAliRic 5GHz right S11 e S21

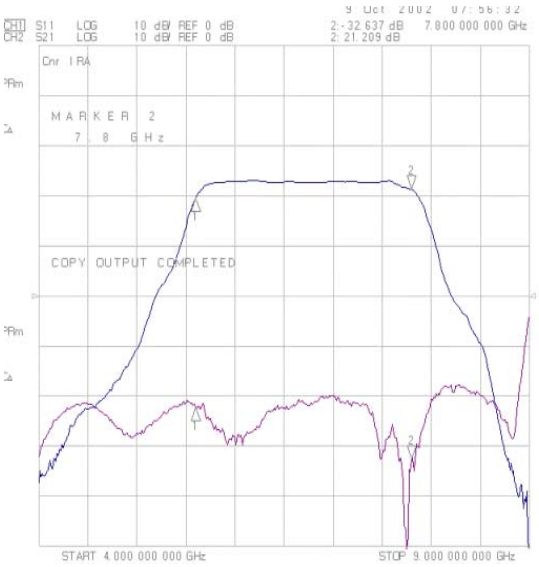


Fig. 4-3 AmpliAliRic 7GHz left S11 e S21

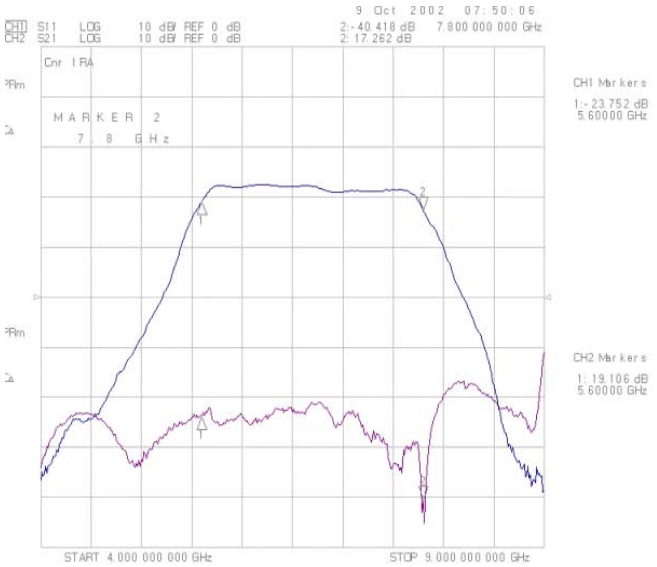


Fig. 4-4 AmpliAliRic 7GHz right S11 e S21

Le misure di IP_3 e di NF da noi eseguite confermano i dati del costruttore.

4-2 Caratterizzazione “Convertitore 5-7GHz”

Per meglio mettere in risalto la **piattezza di banda** abbiamo eseguito misure di guadagno con l’Analizzatore di Reti Scalare impostando 2dB a divisione. Spostando secondo logica le varie frequenze OL1 col generatore di segnali, abbiamo analizzato tutte le varie “finestre cielo” del 5GHz e del 7GHz. Nelle figure sotto riportate possiamo trovare quindi l’andamento del guadagno delle due bande finali, quella stretta (100-500MHz) e quella larga (100-900MHz). Confrontandole è possibile apprezzare la piccola perdita del filtro della K&L.

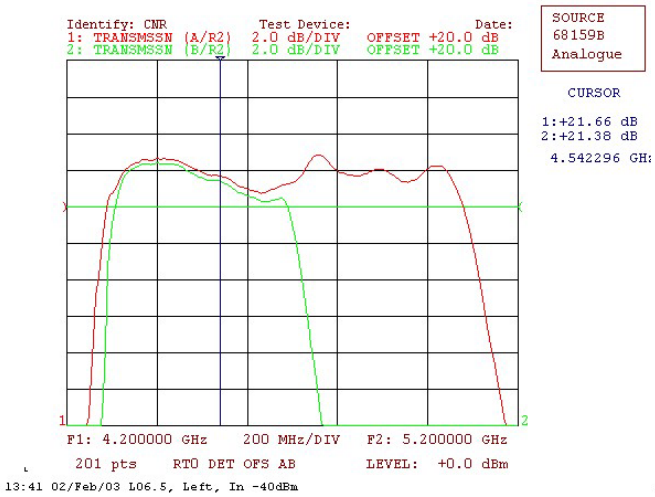


Fig.4-5 5GHz-OL1 6.5GHz- left

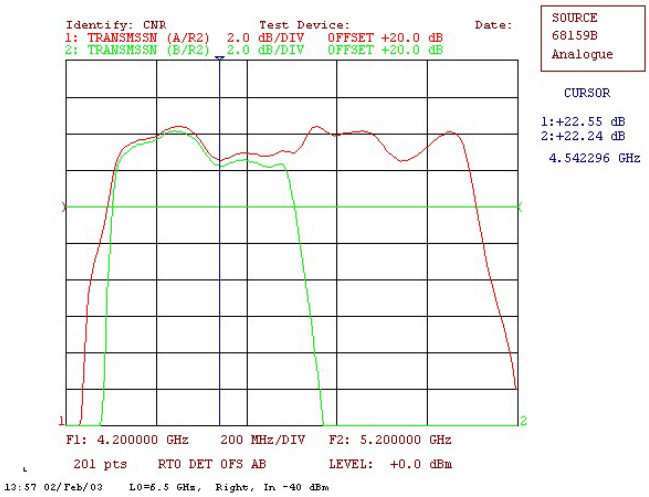


Fig.4-6 5GHz-OL1 6.5GHz- right

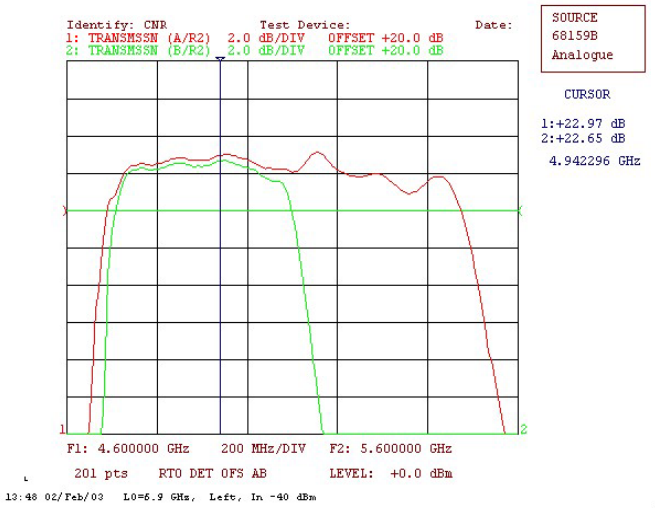


Fig.4-7 5GHz-OL1 6.9GHz-left

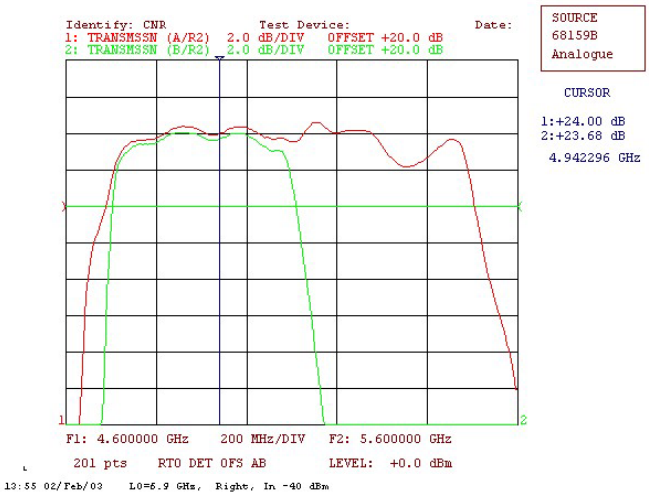


Fig.4-8 5GHz-OL1 6.9GHz-right

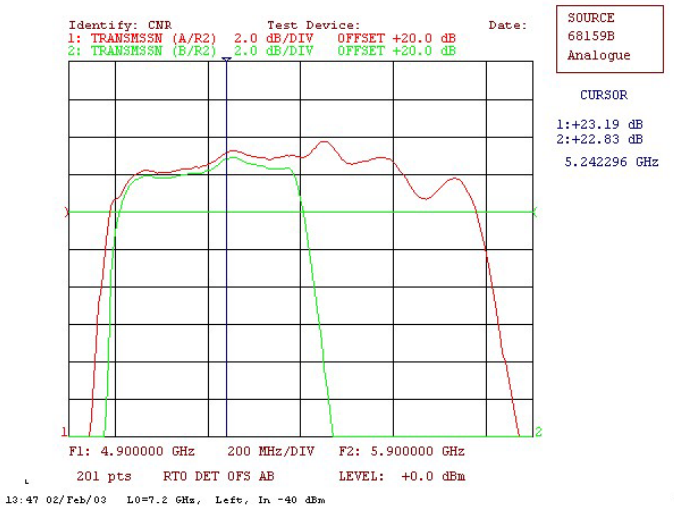


Fig.4-9 5GHz-OL1 7.2GHz-left

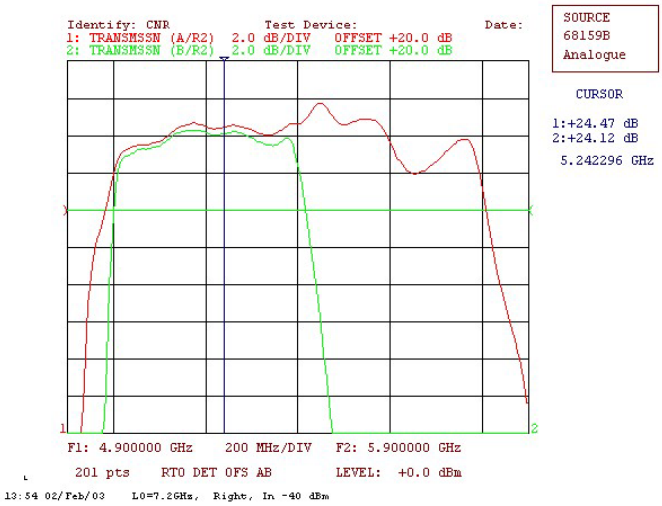


Fig.4-10 5GHz-OL1 7.2GHz-right

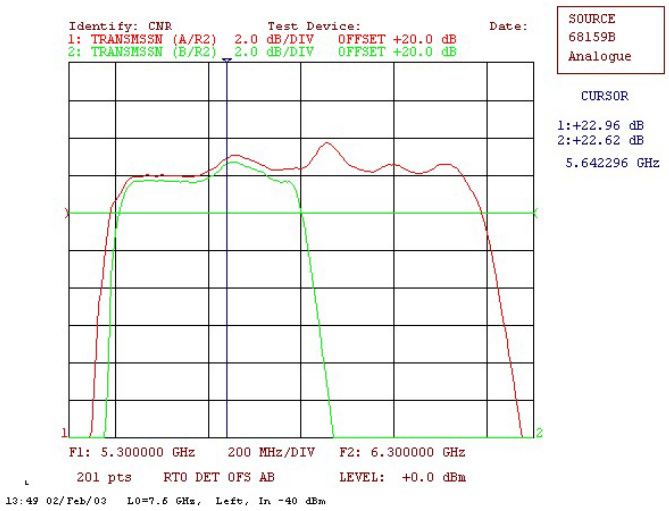


Fig.4-11 5GHz-OL1 7.6GHz-left

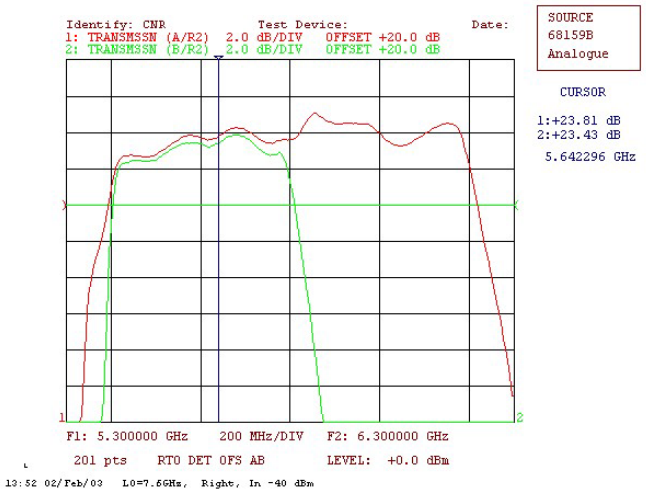


Fig.4-12 5GHz-OL1 7.6GHz-right

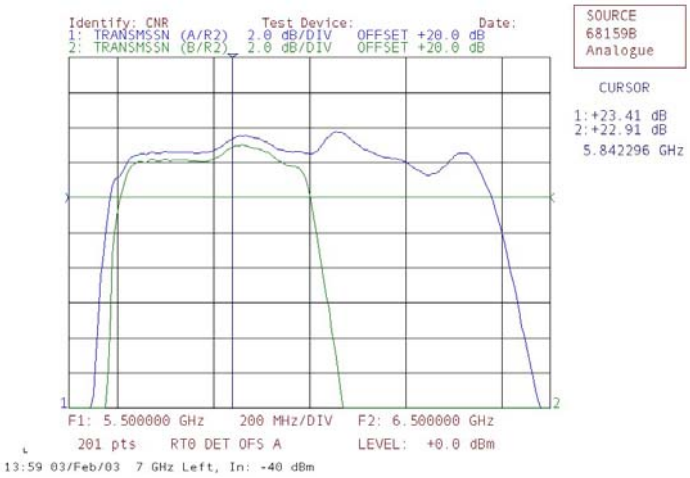


Fig.4-13 5GHz-OL1 7.8GHz-left

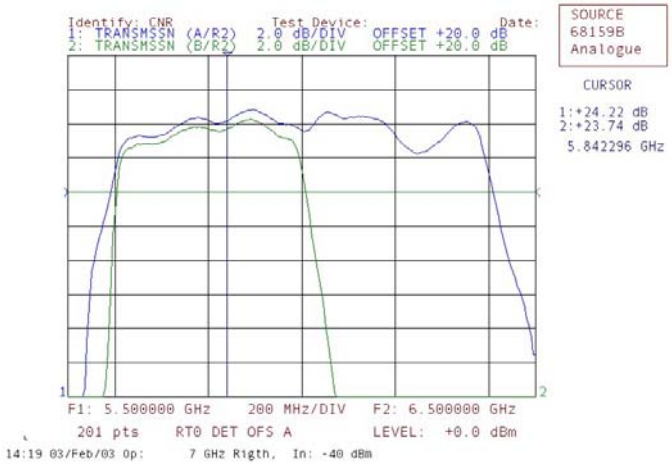


Fig.4-14 5GHz-OL1 7.8GHz-right

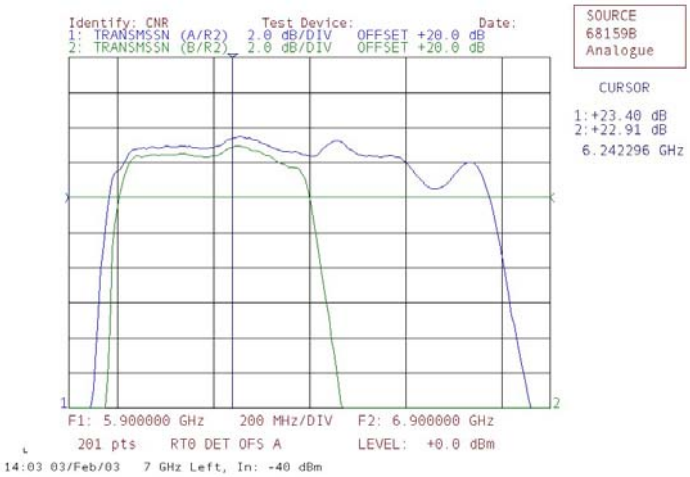


Fig.4-15 7GHz-OL1 8.2GHz-left

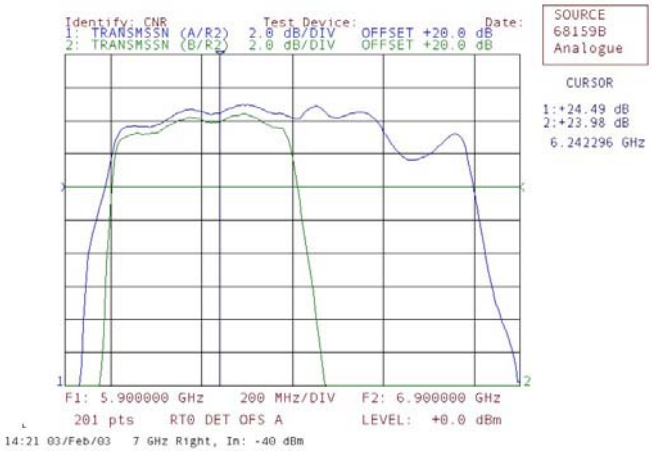


Fig.4-16 7GHz-OL1 8.2GHz-right

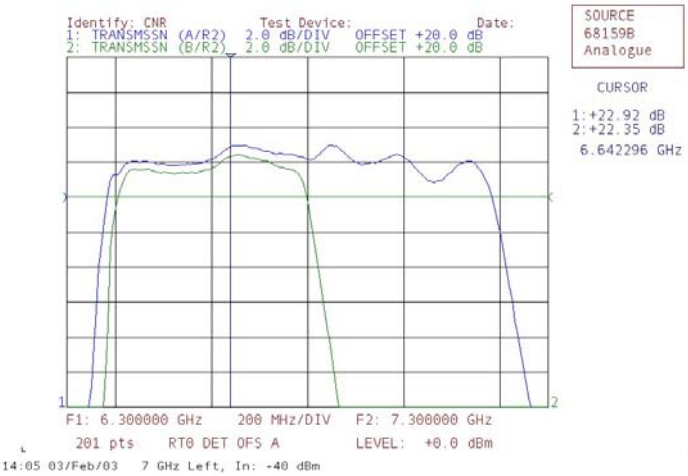


Fig.4-17 7GHz-OL1 8.6GHz-left

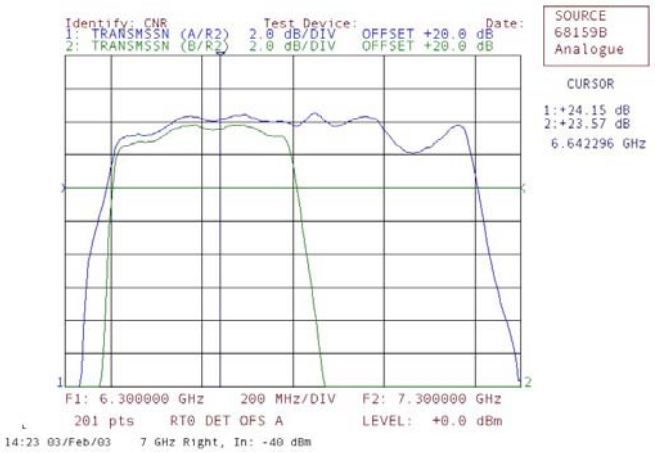


Fig.4-18 7GHz-OL1 8.6GHz-right

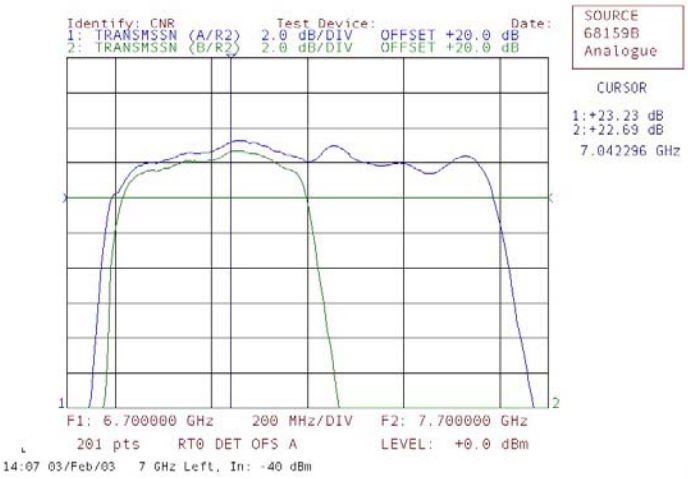


Fig.4-19 7GHz-OL1 9GHz-left

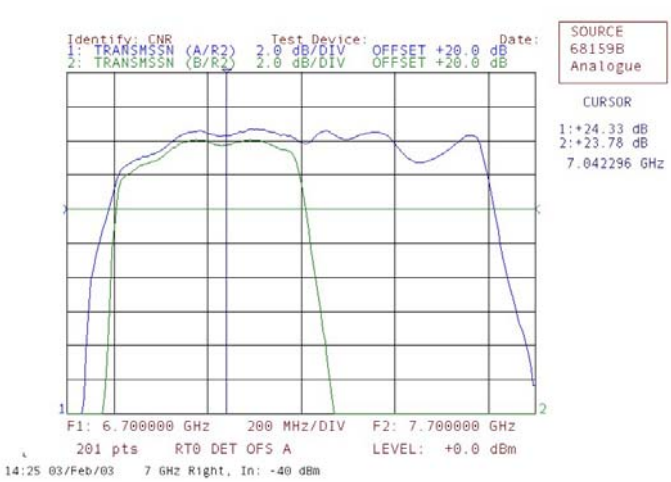


Fig.4-20 7GHz-OL1 9GHz-right

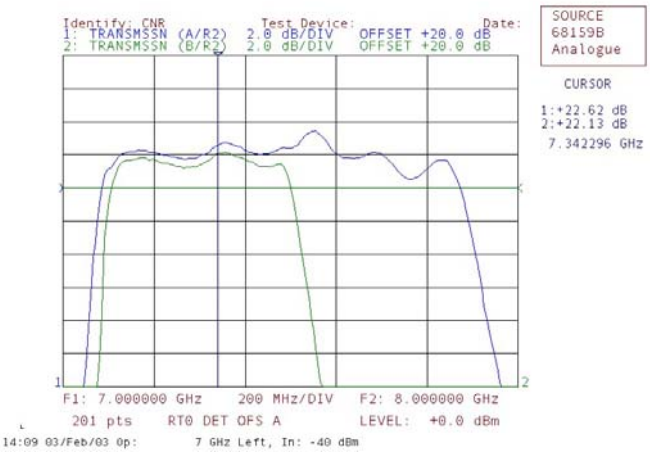


Fig.4-21 7GHz-OL1 9.3GHz-left

Fig.4-22 7GHz-OL1 9.3GHz-right

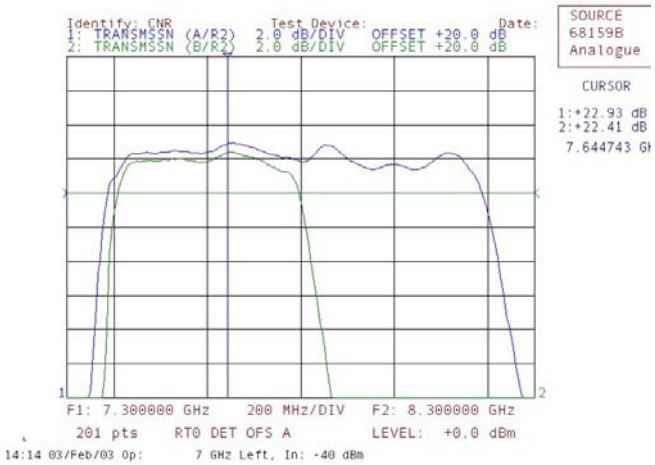


Fig.4-23 7GHz-OL1 9.6GHz-left

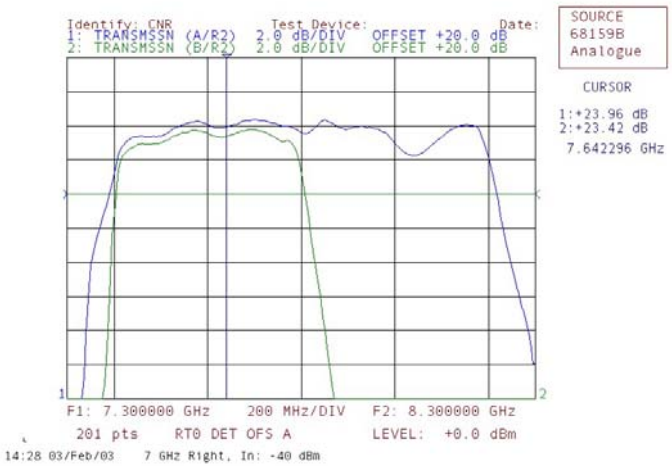


Fig.4-24 7GHz-OL1 9.6GHz-right

Come si può vedere l'oscillazione di guadagno in banda risulta essere particolarmente contenuta; essa rientra infatti in ±2dB.

Il **guadagno** del Convertitore 5-7GHz è mediamente di 22dB per la polarizzazione left e di 23dB per quella right.

L'**IP$_3$** delle due polarizzazioni (misura effettuata con l'Analizzatore di Spettro ottenuta facendo battere due toni vicini) è di 28dBm. In prima analisi questo valore può sembrare non particolarmente buono ma, se teniamo conto della presenza dello splitter come ultimo componente della catena (componente "solo passivo" posto dentro l'ampli finale che perde più di 3dB) è facile capire che l'IP$_3$ effettivo è di 32dBm.

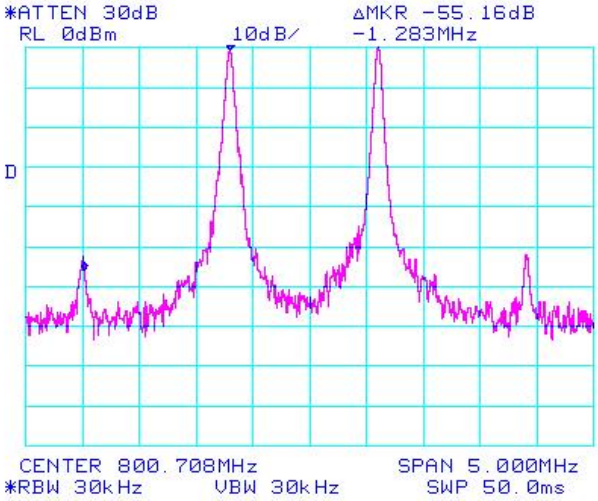


Fig. 4-25 Ric.5GHz/OL16.5GHzSin5GHz/left

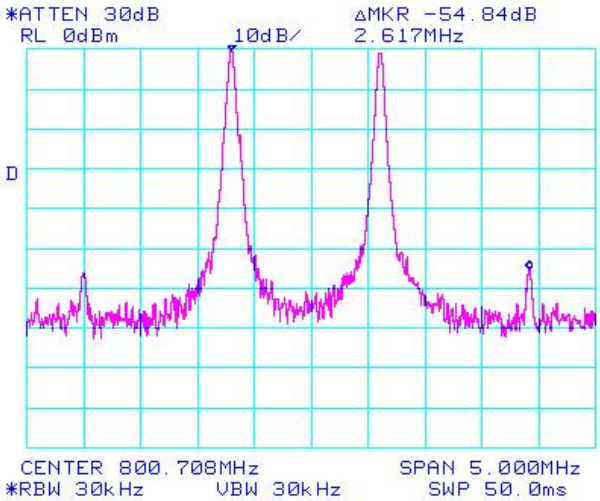
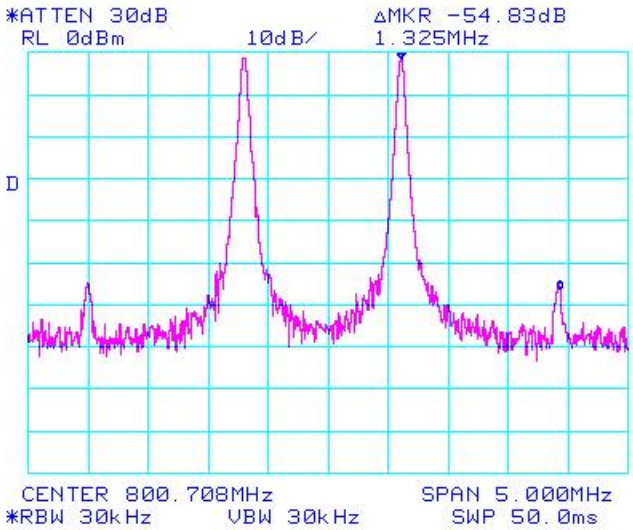


Fig. 4-26 Ric.5GHz/ OL16.5GHzSin5GHz /right



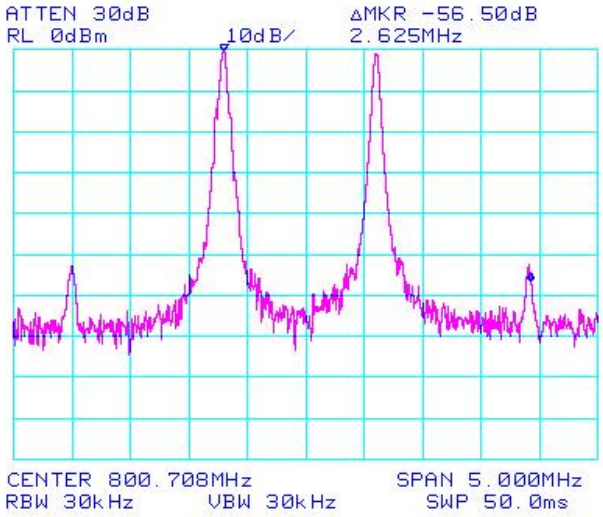


Fig. 4-27 Ric.7GHz/OL18.5GhzSin7GHz/left

Fig. 4-28 Ric.7GHz/ OL18.5GhzSin7GHz /right

La **noise figure** è stata misurata usando il PowerMeter con il canonico metodo del rapporto "Y".

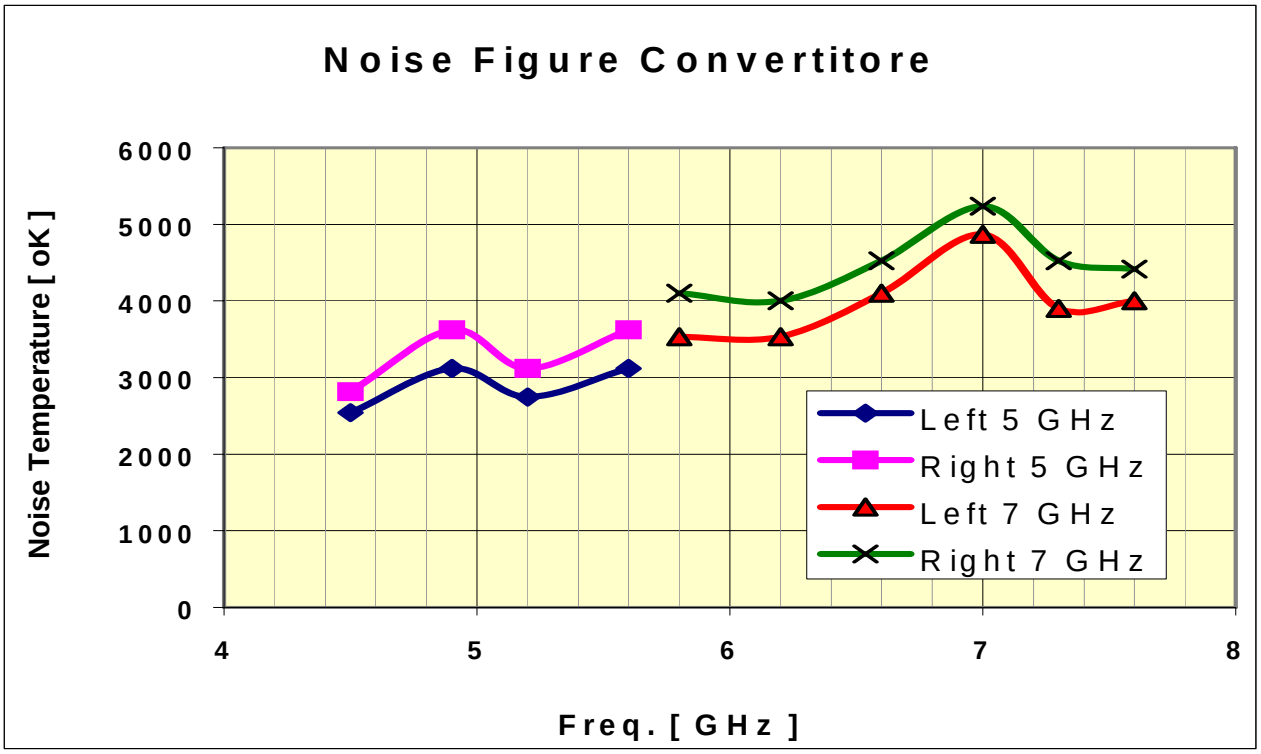


Fig.4-29 Noise figure del convertitore 5-7GHz

Per eseguire prove di **stabilità** del convertitore 5-7GHz è stato iniettato un segnale noto in ingresso e misurata la potenza d'ingresso e d'uscita del convertitore grazie al PowerMeter. Le due tracce di potenza sono state poi parzializzate (Pout/Pin) per così svincolarsi dalle variazioni d'ampiezza del tono d'ingresso.

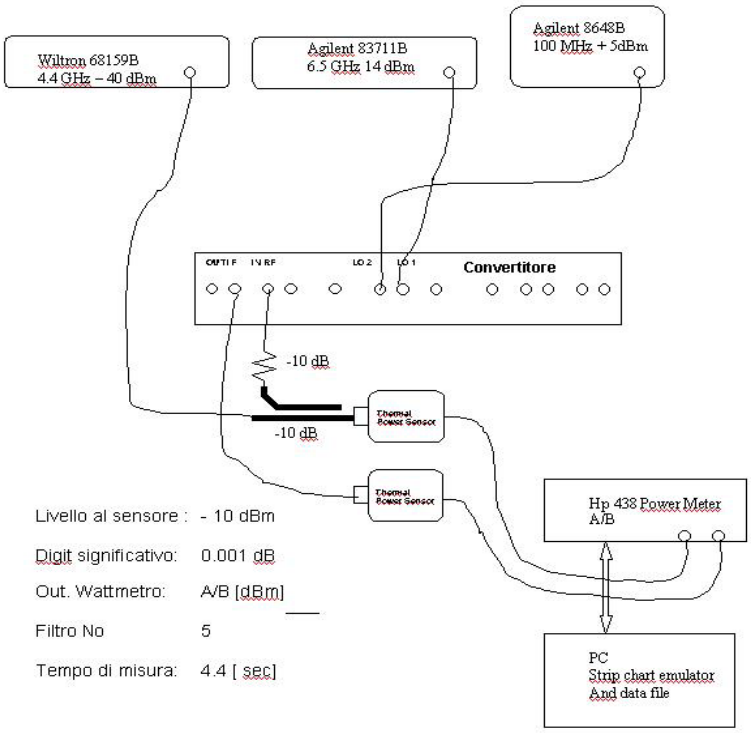


Fig.4-30 Setup "Stabilità" del convertitore 5-7GHz

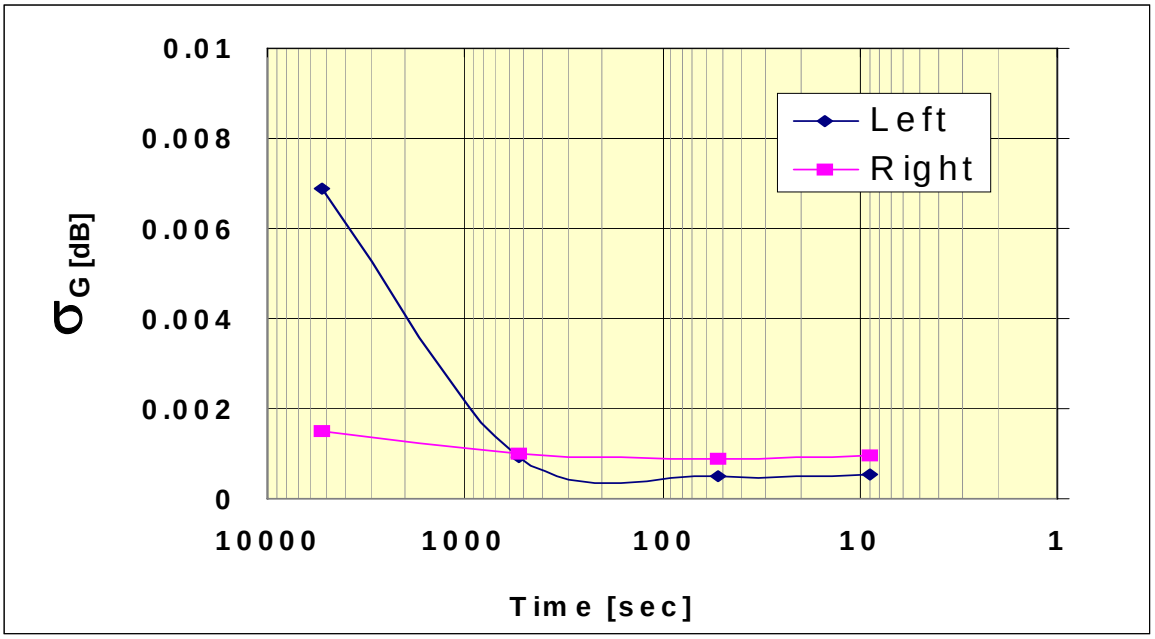


Fig.4-31 Drift del convertitore 5-7GHz

In *fig. 4-31* possiamo vedere l'andamento delle due polarizzazioni del convertitore in un lasso di tempo di un'ora. Questa prova è stata eseguita in laboratorio in un ambiente non particolarmente controllato in temperatura; nonostante ciò il convertitore 5-7GHz risulta essere particolarmente stabile.

Per valutare eventuali **microfonicità** del convertitore è stato invece usato in uscita un detector (dispositivo più "repentino alle variazioni" rispetto al PowerMeter).

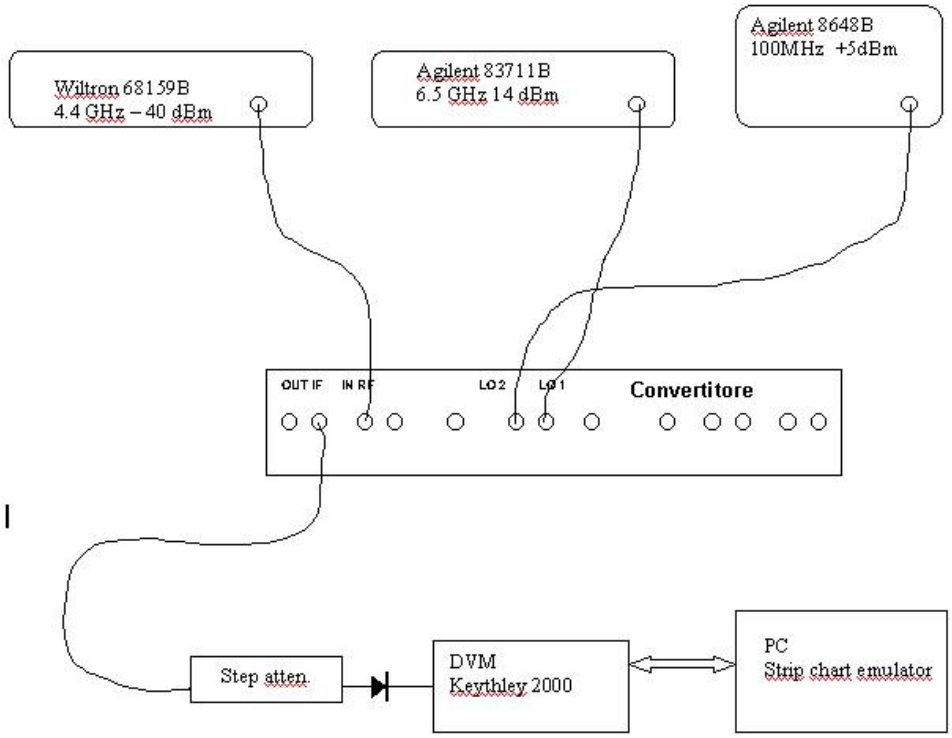


Fig.4-32 Setup misura della microfonicità del convertitore 5-7GHz

Durante i test è emerso che i componenti "picchiettati" singolarmente con il manico di un cacciavite non presentano alcun effetto visibile di microfonicità. Se si scuote invece l'intera scatola rack, si possono notare lievi variazioni (0.01dB rispetto ad una sensibilità di sistema di 0.005dB) che però potrebbero essere imputabili al solo movimento dei cavi coassiali di collegamento.

E' stata anche misurato il **cross talk** fra la porta d'ingresso IN left e quella d'uscita OUT right. Alla frequenza di 5 GHz un segnale noto in ingresso di –30dBm è a –8dBm in uscita della medesima polarizzazione mentre, in uscita dell'altra, è a –67dBm. Quindi il cross talk tra le porte è di : -8-(-67)= 59dB.

Tale valore può essere incrementato volendo di circa 15-20dB piazzando 4 isolatori su ciascuna delle linee di LO. Tale operazione però non si è ritenuta necessaria in quanto il cross talk fra le porte di un polarizzatore ben costruito è già di per sé nettamente peggiore (~-30dB).

4-3 Simulazione delle prestazioni finali

Per poter confermare una specifica importante del desiderato (quando l'antenna guarda il cielo la potenza in ingresso al MarkIV deve essere circa –20dBm) ci si serve ora di un programma di simulazione (SCW) che può fornirci una visione d'insieme del comportamento finale dei due ricevitori.

A questo punto si tiene conto del guadagno presunto dei preamplificatori (G=35dB) e delle varie perdite dei vari cavi coassiali (a 900MHz la perdita dei cavi VertexRoom-Stazione è di 8.8dB mentre a 500MHz è di 6.1dB).

La seguente simulazione cercherà di rifarsi il più possibile ad un caso reale considerando quindi in ingresso al sistema antenna una Source Temp di 30°K (antenna che guarda il cielo) con una banda larga IF2 (100-900MHz).

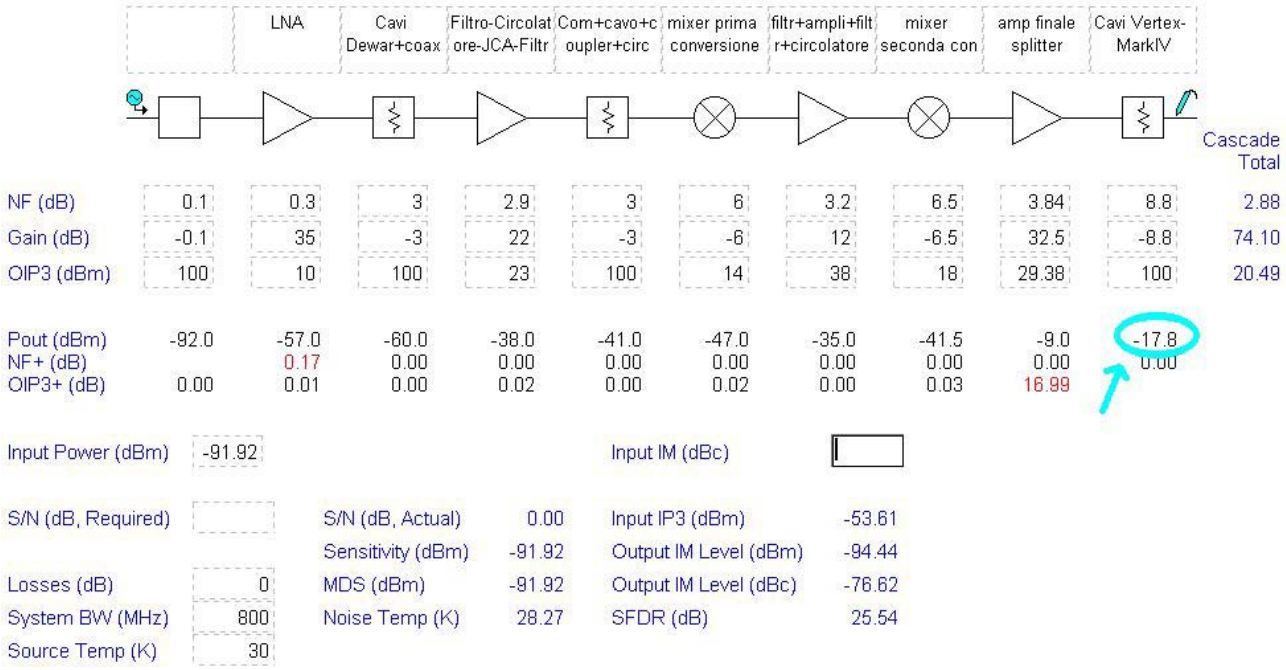


Fig. 4-33 Livello di potenza in ingresso al MarkIV con 30°K di Source Temp

Come possiamo vedere nella simulazione di *fig.4-33*, il valore di potenza in ingresso al MarkIV è secondo specifiche, ovvero –20dBm. E' importante sottolineare che si tratta di una simulazione, e che molte sono le circostanze a contorno che possono variare tale livello di potenza.

4-4 Conclusioni

Nelle seguenti tabelle sono riportati i dati significativi dell'AmpliAliRic5 e 7GHz e del Convertitore 5-7GHz.

AmpliAliRic	Banda (GHz)	Guadagno(dB)	IP3 (dB)	NF (dB)	S11 (dB)	S22 (dB)
5GHz left	4.3-5.8	22	23	2.5	-25	-15
5GHz right	4.3-5.8	22	23	2.5	-25	-15
7GHz left	5.6-7.8	22	23	2.5	-25	-15
7GHz right	5.6-7.8	22	23	2.5	-25	-15

Alimentazioni	**Tensione a.c. (V)**	**Corrente (A)**	**Assorbimento (VA)**
AliRic	220	0.08	17

Tab.4-1 Tabella riassuntiva delle caratteristiche dell'AmpliAliRic5 e 7GHz

Convrrtitore 5-7GHz	Input BW (GHz)	Output BW (MHz)	LO1* (GHz)	LO2* (GHz)	Gain (dB)	IP3 (dB)	NF (dB)	S11 (dB)	S22 (dB)	Cross Talk (dB)
5GHz left	4.3-5.8	100-500 100-900	Synt	2.3	22	28	10.4	-20	-17 -20	60
5GHz right	4.3-5.8	100-500 100-900	Synt	1.3	23	28	10.9	-20	-17 -20	60
7GHz left	5.6-7.8	100-500 100-900	Synt	1.3	22	28	11.7	-20	-17 -20	60
7GHz right	5.6-7.8	100-500 100-900	Synt	1.3	23	28	12.1	-20	-17 -20	60
			IF=RF-(LO1-LO2)							

*****Si ricorda che le frequenze di conversione sono dettate da una down conversion di low band.

Alimentazione	**Tensione a.c. (V)**	**Corrente (A)**	**Assorbimento (VA)**
Convertitore 5-7GHz	220	0.22	48

Tab.4-2 Tabella riassuntiva del Convertitore 5-7GHz

5 Manuale d'uso

5-1 Connessioni riguardanti i ricevitori 5 e 7GHz

In *fig.5-1* sono evidenziati i collegamenti riguardanti l'AmpliAliric 5 e 7GHz (sistema amplificatore - filtro inserito dentro l'AliRic) e il Convertitore 5-7GHz. Per una miglior chiarezza di comprensione dell'illustrazione non sono stati rappresentati tutti i futuri convertitori che verranno in un secondo momento inseriti all'interno dell'armadio.

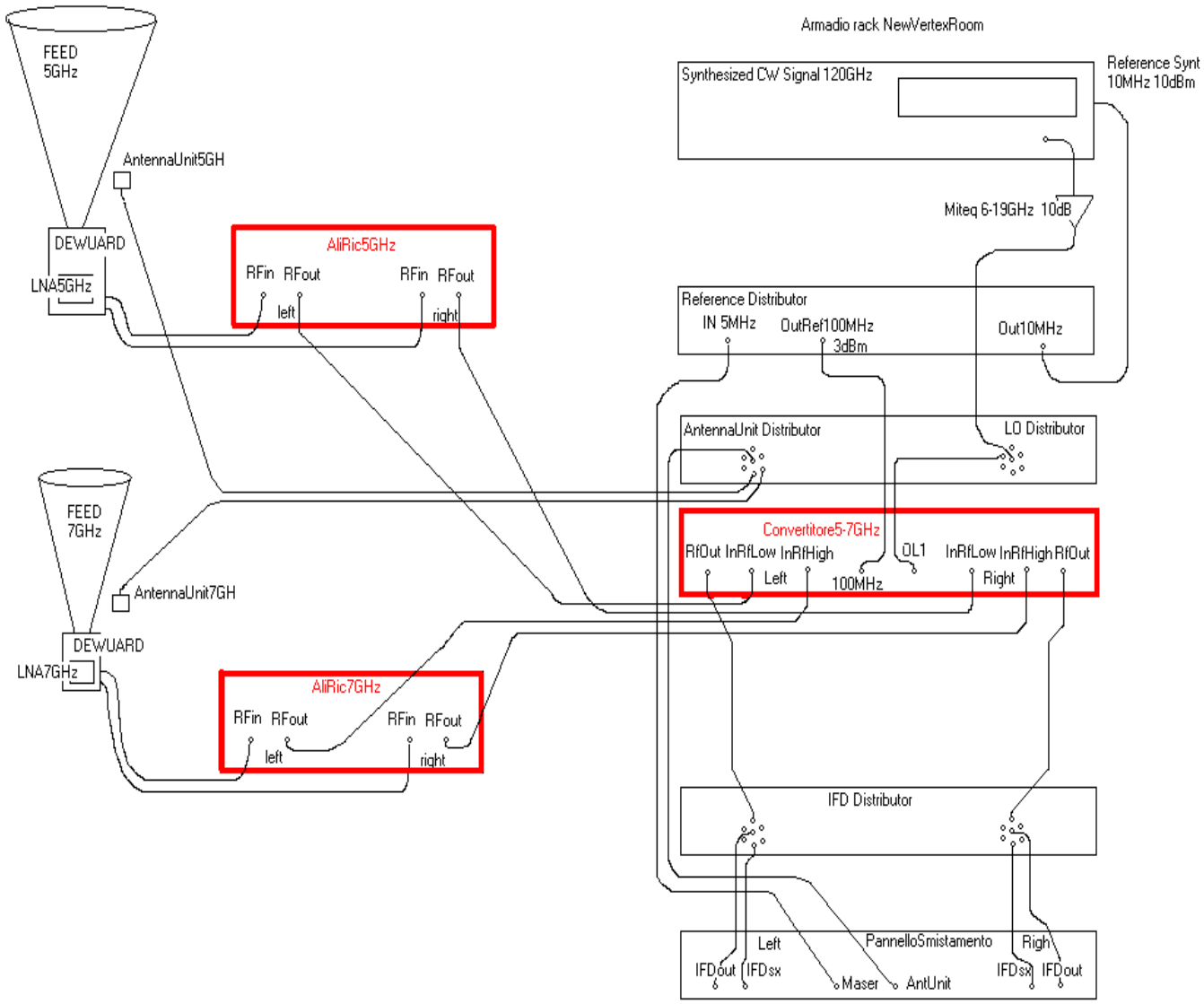


Fig.5-1 Schema a blocchi

Per meglio comprendere le connessioni riguardanti il convertitore è bene fare una breve panoramica su tutto quello che concerne l'elettronica dei ricevitori contenuta dentro l'armadio rack. Per una più approfondita descrizione guardare il Rap.Interno N°333/03.

- **Convertitori** — Sistema d'amplificazione e di conversione in frequenza (momentaneamente è stato terminato solo il 5-7GHz).

- **Reference distributor** — Sistema agganciato alla 5MHz del Maser che fornisce le varie frequenza di riferimento ai vari apparati. La 10MHz, che è fornita a un livello di 11dBm, è utilizzata come riferimento per Sintetizzatore (volendo accetta anche la 5MHz da +4 a 13dBm) e per eventuali altri strumenti di misura. La 100MHz è invece utilizzata come riferimento per i PLD (OL2) inseriti dentro ai convertitori. Sono disponibili due livelli di potenza: 100MHz +4dBm per i PLD della Miteq (accetta come riferimento ±3dBm) e 100MHz +10dBm per quelli della CTI (accetta come riferimento +10dBm).

- **Sintetizzatore** — Fornisce la frequenza uasata dai convertitori, per la prima conversione, al LO distributor, un amplificatore di potenza a banda larga, interposto tra i due blocchi, provvede a garantire il livello di potenza opportuno anche alle frequenze elevate.

- **LO distributor** — Smista al convertitore d'interesse o al ricevitore SX in fuoco primario, la frequenza (OL1) amplificata del Sintetizzatore.

- **AntUnit distributor** — Smista al System Feed d'interesse il segnale d'Antenna Unit.

- **IF distributor** — Tutte le IF dei vari ricevitori (anche quella del SX in fuoco primario) in entrambe le polarizzazioni fanno capo ad un sistema di commutazione che "combina" le due IF desiderate da mandare in stazione. Si possono scegliere quindi le due polarizzazioni di un unico ricevitore o, in un eventuale sistema dicroico, combinare una polarizzazione di un ricevitore con quella di un altro.

- **Pannello Smistamento** — E' un pannello atto a riunire tutti i cavi provenienti dalla stazione e dal ricevitore in fuoco primario SX.

In *fig.5-2* possiamo trovare un esempio di un pannello del convertitore 5-7GHz. Nel connettore **IN RF LOW** sarà collegata l'uscita dell'AmpliAliRic5GHz mentre in quella **IN RF HIGH** sarà collegata quella dell'AmpliAliRic7GHz.

L'uscita **RF monitor** può essere usata per collegare sistemi d'elaborazione del segnale (fra cui per esempio i polarimetri) di nuova generazione capaci di operare su una banda amplificata direttamente in RF.

L'ingresso **IN LO1** è collegato all'uscita del LO Distributor. Il livello di potenza al connettore deve essere di *+13dBm*. E' necessario per un giusto funzionamento assicurarsi di tale livello con l'analizzatore di spettro in quanto livelli inferiori ai +13dBm potrebbero rendere il convertitore più sensibile a variazioni di guadagno. Volendo possono essere forniti anche fino a +16dBm compatibilmente con l'eventuale distorsione dell'amplificatore di potenza (G=10, 6-19GHz, P01=+23dBm) montato fra il Sintetizzatore e LO Distributor.

Attenzione **è importante,** visto il guadagno aggiunto dell'amplificatore**, non impostare sul generatore di segnali sintetizzato un livello di segnale superiore ai +7dBm.**

L'ingresso **REF 100MHz** serve per fornire al PLD contenuto all'interno la 100MHz proveniente dal Reference Distributor. Nel caso del convertitore 5-7GHz si ricorda di fornire la 100MHz a *±3dBm*. Se il ricevitore in questione è utilizzato per il sistema dicroico, bisognerà fornire un'ulteriore 100Mhz di livello opportuno, come riferimento per un secondo PLD.

Attenzione **è importante fornire la 100MHz del livello opportuno** (+4dBm per i PLD Miteq e +10dBm per i PLD CTI). Invertire i due potrebbe provocare il danneggiamento o il "non aggancio" del dispositivo.

Sono previste per ogni polarizzazione due **OUT IF**, una *100-500MHz* e una *100-900MHz*.

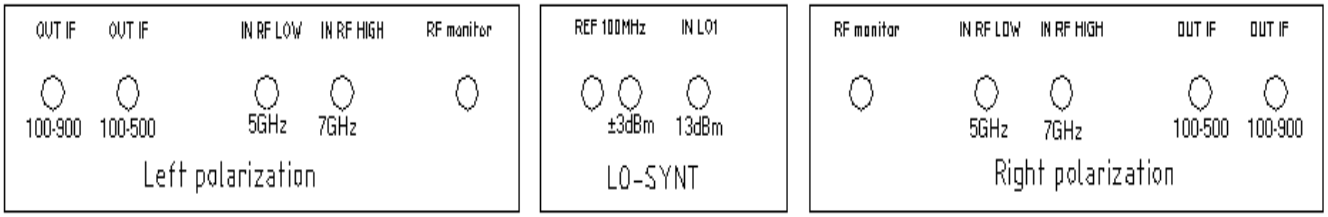


Fig.5-2 Pannello di connessione Convertitore5-7GHz

5-2 Tabelle riassuntive

N° RIC.	OL1 SYNT (GHz)	(dBm)	RF BW LARGA (GHz)	RF BW STRETTA (GHz)	LO2 PLD (GHz)	F Ref. MITEQ (MHz)	(dBm)
5	**6.5**	6	4.3 – 5.1	4.3 – 4.7	2.3	100	+4
5	**6.9**	6	4.7 – 5.4	4.7 – 5.1	2.3	100	+4
5	**7.2**	6	5 – 5.8	5 – 5.4	2.3	100	+4
5	**7.6**	6		5.4 – 5.8	2.3	100	+4
7	**7.8**	6	5.6 – 6.4	5.6 - 6	2.3	100	+4
7	**8.2**	6	6 – 6.8	6 – 6.4	2.3	100	+4
7	**8.6**	6	6.4 – 7.2	6.4 – 6.8	2.3	100	+4
7	**9**	6	6.8 – 7.6	6.8 – 7.2	2.3	100	+4
7	**9.2**	6	7 – 7.8	7 – 7.4	2.3	100	+4
7	**9.6**	6		7.4 – 7.8	2.3	100	+4

Tab.5-2 Tabella di conversione

Attenzione Le frequenze di conversione OL1 e OL2 sono dettate da una down conversion di low band, per cui si avverte l'utilizzatore che la banda IF convertita in frequenza è:

IF=RF-(LO1-LO2)

In tabella sono mostrati esempi di OL1 impostati sul generatore di segnale per ottenere una copertura continua in frequenza da 4.3 a 5.8GHz (Ric.5GHz) e da 5.6 a 7.8GHz (Ric.7GHz).

Alimentazioni	V a.c. (V)	Corrente (A)	Assorbimento (VA)	Fusibili (A)
AliRic5GHz	220	0.08	17	0.5 rit.
AliRic7GHz	220	0.08	17	0.5 rit.
Convertitore 5-7GHz	220	0.22	48	1 rit.

Tab.5-1 Potenza assorbita