

Primo prototipo di 1° e 2° conversione / polarimetro in circuito stampato RX5 per SRT

*Alessandro Scalambra, Andrea Maccaferri,
Marco Morsiani, Marco Poloni*

18 Gennaio 2016

Indice degli Argomenti:

1)	Progettazione e simulazione del primo prototipo	
1.1	Caratteristiche del prototipo PCB 1°conv RX5	
	Fig 1.1 Scelta delle frequenze di 1°conversione del primo prototipo	pag. 4
	Fig.1.2 Schema semplificato parte RF, PCB 1° conv. RX5 primo prototipo	pag. 5
	Fig.1.3 Schematico totale componenti, PCB 1° conv. RX5 primo prototipo	pag. 6
	Fig.1.4 Simulazione filtro immagine prima del mixer 1°conv RX5	pag. 7
	Fig.1.5 Simulazione filtri 1IF dopo il mixer 1°conv RX5	pag. 7
	Fig.1.6 Segnale OL per 1°conv RX5	pag. 8
	Fig.1.7 Esempio realizzazione PCB 1°conv, layer 2 e 3	pag. 8
	Fig. 1.8 Contenitore e PCB top della 1° conversione	pag. 9
1.2	Caratteristiche del prototipo PCB 2°convTpP	
	Fig. 1.9 Schema semplificato parte RF PCB 2°convRX5	pag. 10
	Fig. 1.10 Schematico totale componenti, PCB 2°convRX5	pag. 11
	Fig. 1.11 Esempio realizzazione PCB 2°convTpP_RX5	pag. 13
	Fig. 1.12 Simulazione del guadagno prima e dopo il mixer PCB 2°convTpP_RX5	pag. 13
	Fig. 1.13 Contenitore e PCB top della 2° conversione	pag. 14
1.3	Guadagno, NF e OIP3 dell'intera catena RX5 srt	
	Fig. 1.14 Guadagno RX5 srt, livelli di potenza "uscita frontale" per "FSTp"	pag. 15
	Fig. 1.15 Guadagno RX5 srt, livelli di potenza per moltiplicatore polarimetro	pag. 15
2)	Misure eseguite	
2.1	Prima conversione, prima e dopo "senza mixer"	
	Fig. 2.1 Filtro in RF e filtri in 1° conversione	pag. 16
2.2	Caratterizzazione filtro "polarimetro" in 2IF	
	Fig. 2.2 Misure del filtro posto in 2IF WaveLine WLL1000S24R700	pag. 17
2.3	Guadagno di 1° e 2° conversione RX5 senza LNA	
	Fig. 2.3 BW=1400MHz	pag. 18
	Fig. 2.4 BW=400MHz	pag. 19
	Fig. 2.5 BW=100MHz	pag. 19
3)	Come migliorare il prototipo	
3.1	Segnale OL1, PCB 1°conv	
	Fig. 3.1 Collocazione di bande e OL nella versione migliorata	pag. 20
	Fig. 3.2 Bande dei filtri dopo le migliorie proposte, simulata	pag. 21
3.2	Filtro immagine, PCB 1°conv	
3.3	Filtri in 1IF, PCB 1°conv	
3.4	Migliorare la disequalizzazione in banda, PCB 1°conv	
3.5	Segnale OL2, PCB 2°conv	
3.6	Miglioramento adattamento ingresso scheda	
3.7	Aggiungere uscite segnale nel retro PCB 2°conv, segnale Tp PCB 2°conv	
	Fig. 3.4 Schema semplificato parte RF, prototipo migliorato, PCB 1°convRX5	pag. 22
	Fig. 3.5 Schema semplificato parte RF, prototipo migliorato, PCB 2°convTpP RX5	pag. 23
3.8	Polarimetro PCB 2°conv	
	Fig. 3.6 QCN19 tutta banda, sbilanciamento fra le perdite moltiplicatore "0°" e quello "90°"	pag. 24
	Fig. 3.7 QCN19 tutta banda, sfasamento fra il moltiplicatore "0°" e quello "90°"	pag. 24
	Fig. 3.8 QCN13 cons. BW0.6-0.9GHz, sbilanciamento fra le perdite moltiplicatore "0°" e quello "90°"	pag. 25
	Fig. 3.9 QCN13 consigliato BW0.6-0.9GHz, sfasamento fra il moltiplicatore "0°" e quello "90°"	pag. 25
	Fig. 3.10 QCN5 cons. BW0.1-0.4GHz, sbilanciamento fra le perdite moltiplicatore "0°" e quello "90°"	pag. 25
	Fig. 3.11 QCN5 consigliato BW0.1-0.4GHz, sfasamento fra il moltiplicatore "0°" e quello "90°"	pag. 25
	Fig. 3.12-13 QCN5 consigliato BW0.1-0.4GHz	pag. 26
	Fig. 3.14-15 QC19 consigliato BW0.55-0.95GHz	pag. 26
	Fig. 3.16-17 QC19 consigliato BW0.65-1.35GHz	pag. 26

1) Progettazione e simulazione del primo prototipo

Questa breve relazione, alla luce dell'esperienza acquisita nella progettazione di PCB RF, vuole mettere in evidenza la possibilità di costruire in "circuito stampato" l'intera catena di conversione di un ricevitore astronomico.

Teniamo presente che componenti a montaggio superficiale "fino a 18GHz" (fissiamo noi arbitrariamente il limite) sono facilmente reperibili (mixer, filtri, amplificatori, attenuatori, splitter, ecc.). Alcuni di essi possono essere realizzati direttamente da noi su circuito stampato (filtri, splitter ecc.). Tutto ciò porta un notevole risparmio di ingombri e di costi, soprattutto per apparati multifeed.

Il substrato scelto per la realizzazione (è già stato utilizzato con successo in passato in diversi progetti) è il **ROGERS RG4003 con spessore 0.508mm a 4 o 5 layers** (con soli 3 layers risulta essere troppo flessibile e fragile).

I prossimi ricevitori da costruirsi che utilizzeranno queste schede sono:

- RX 5GHz (SRT)
- DualFeed 13.5-18GHz (Medicina)

Tutti i ricevitori avranno una tipologia costruttiva simile:

- Un cestello contenente schede formato "singola europa" di 1°conv e 2°conv con TpP (TpP = Totalpower Polarimetro) ed eventualmente anche alimentatori ecc.
- Tutti i filtri, immagine e di 1IF, possono essere costruiti su PCB (RG4003 4 layers 0.508mm). Si pensa utile inserire un sw4 dopo il mixer, per avere così anche bande molto strette (problema interferenze). In un secondo tempo (eventualmente) si può costruire anche un filtro esterno da inserire come quarta posizione nel banco di filtri.
- Le due PCB, 1°conv e 2°conv TpP, possono utilizzare un OL synt. programmabile posto su PCB, ma in questo caso il rumore di fase non è al livello di un sintetizzatore esterno, quindi non è ancora certo che si possa utilizzare per applicazioni VLBI.
- La PCB 2°conv è attualmente usata sul sistema "analogico pulsar". Si pensa tuttavia di migliorarla ulteriormente costruendola su RG4003. All'interno ci saranno amplificatori (G=30-40dB), attenuatori variabili (0.5-31.5dB) e anche un Total Power tutta banda e un polarimetro (con larghezza di banda pari a 900MHz) con convertitore VtoF.
- Un backplane permette di alimentare le varie schede di prima e seconda conversione e di controllarne l'operatività utilizzando una scheda di controllo attraverso la quale via rete si imposta la configurazione opportuna.
- Un prototipo di copertura schermante è già stato progettato. Occorre verificare se è necessario eventualmente costruirne uno anche per la parte inferiore del PCB (fig. 1.8 e 1.13).

1.1 Caratteristiche del prototipo PCB 1°convTpP RX5

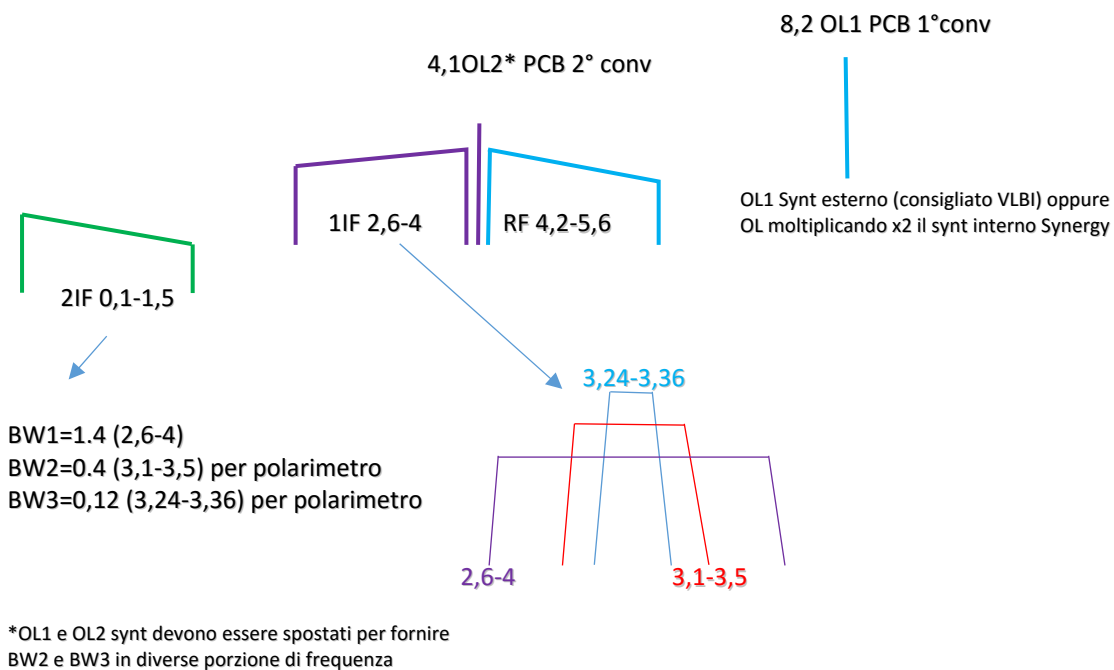


Fig. 1.1 Scelta frequenze di 1° e 2° conversione del primo prototipo RX5

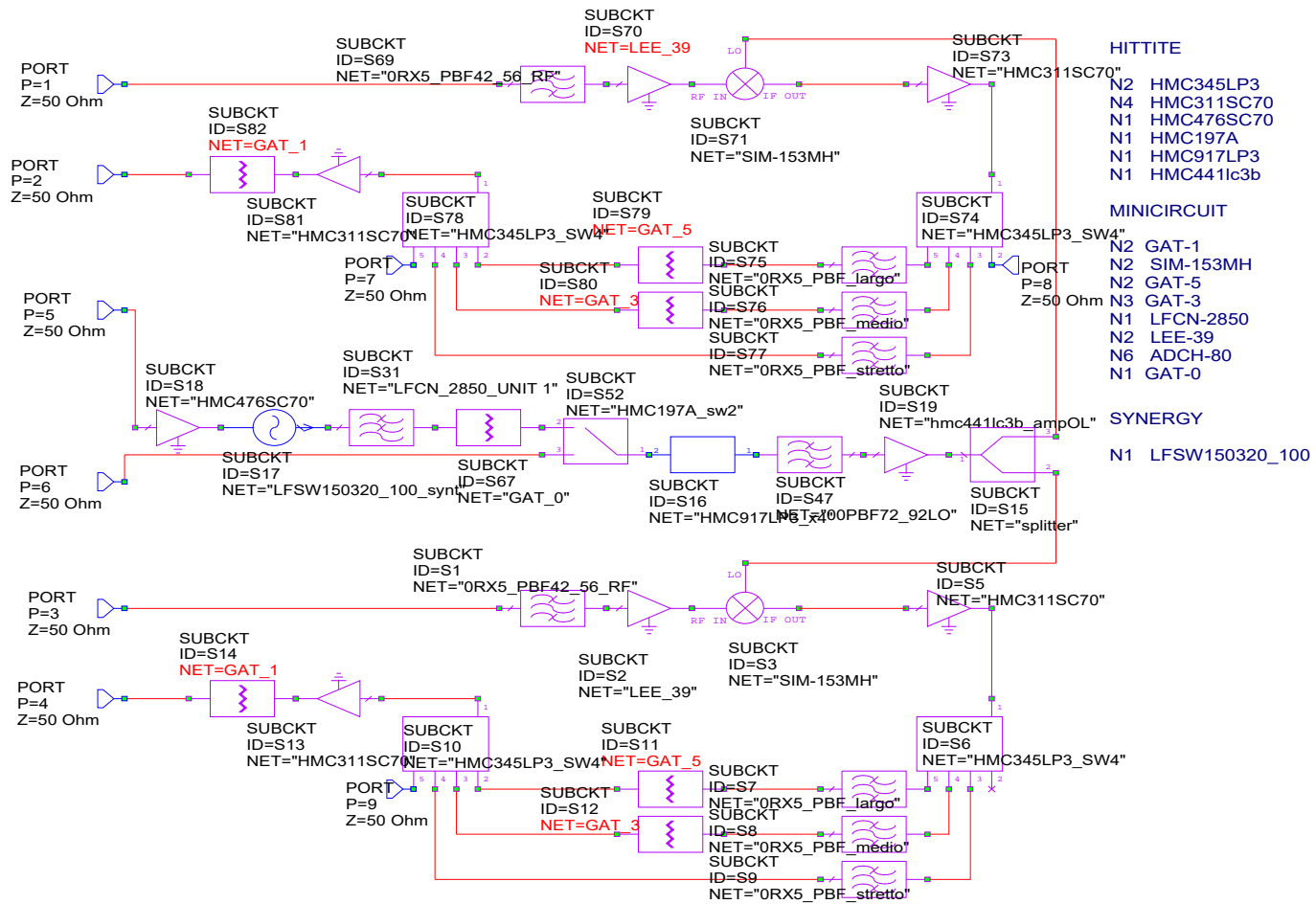


Fig. 1.2 Schema semplificato della parte RF, PCB 1°convRX5 primo prototipo

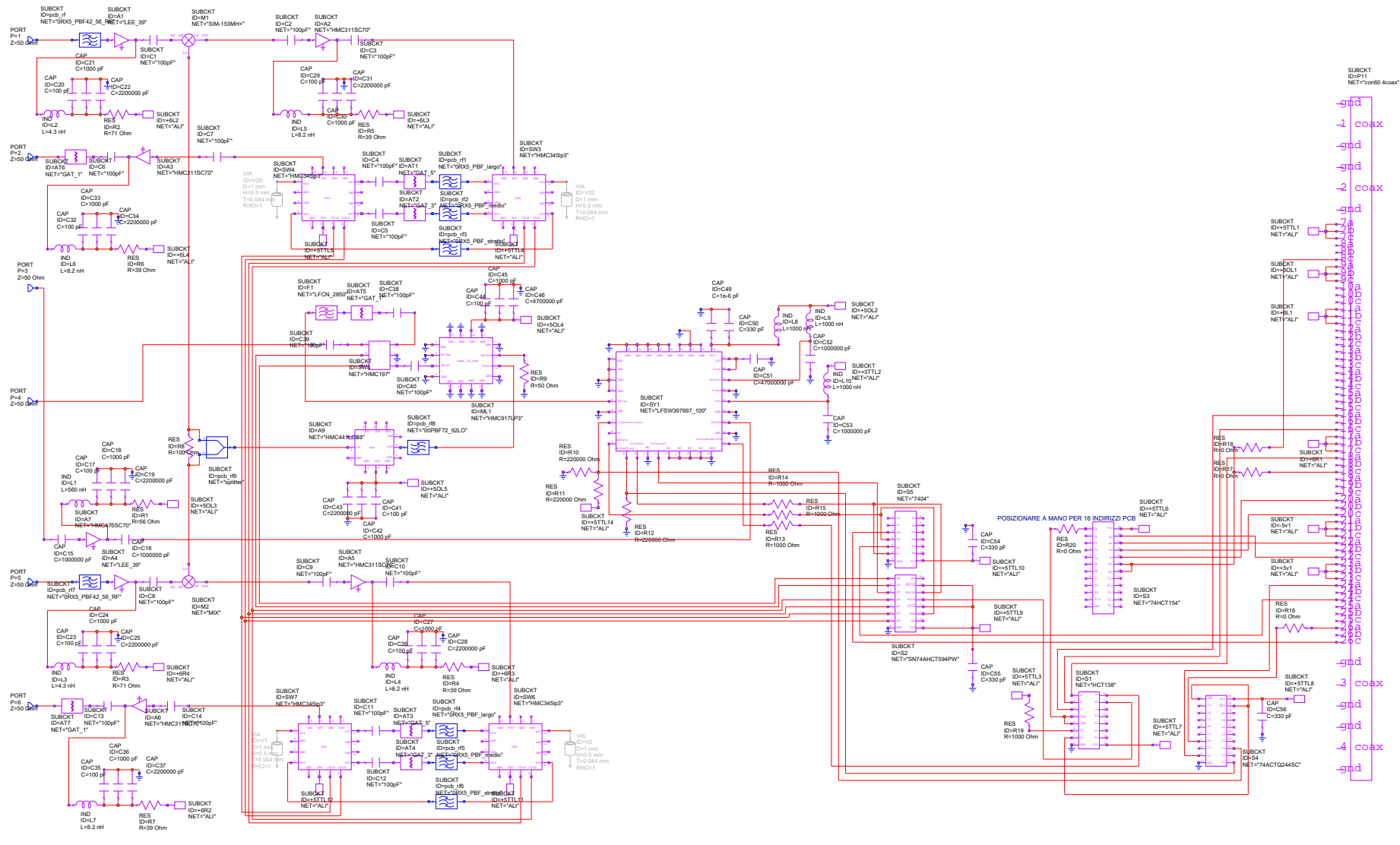


Fig. 1.3 Schematico totale componenti, PCB 1°convRX5 primo prototipo

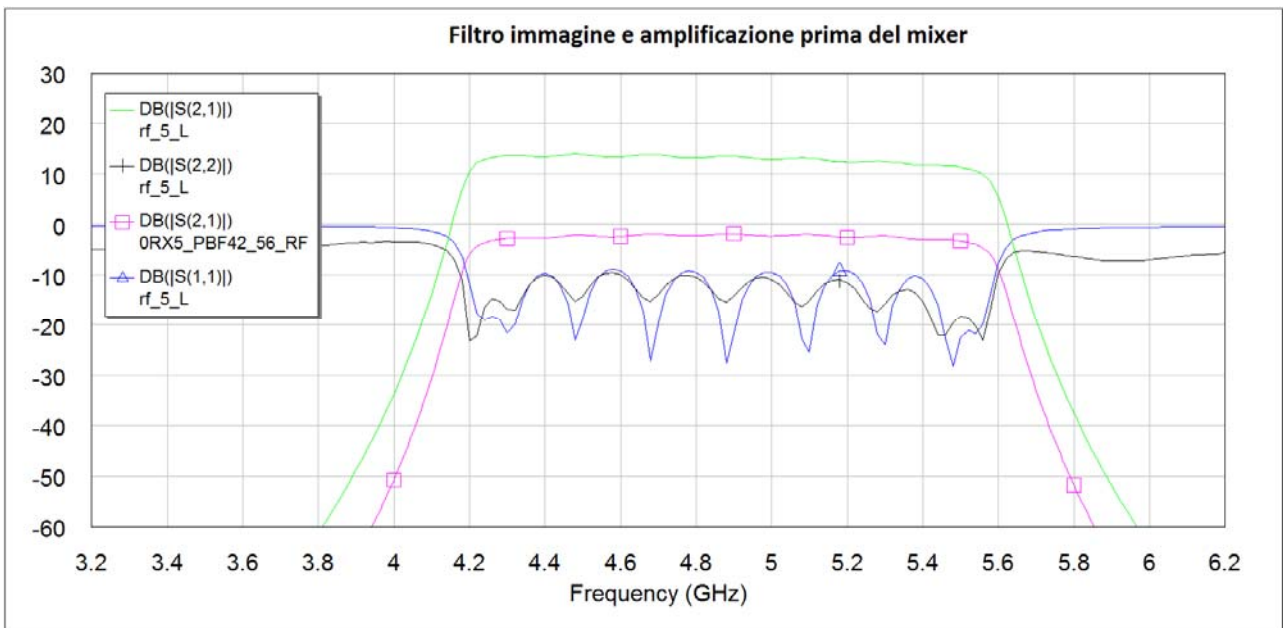


Fig. 1.4 Simulazione filtro immagine prima del mixer 1°conv RX5

Le forti interferenze a 5.7GHz sono reiettate di almeno 30dB. Il filtro immagine (11 sezioni), i filtri delimita banda (6 sezioni) posti dopo la prima conversione e il filtro “taglia spurie” (6 sezioni) posto sul ramo OL sono realizzati su PCB.

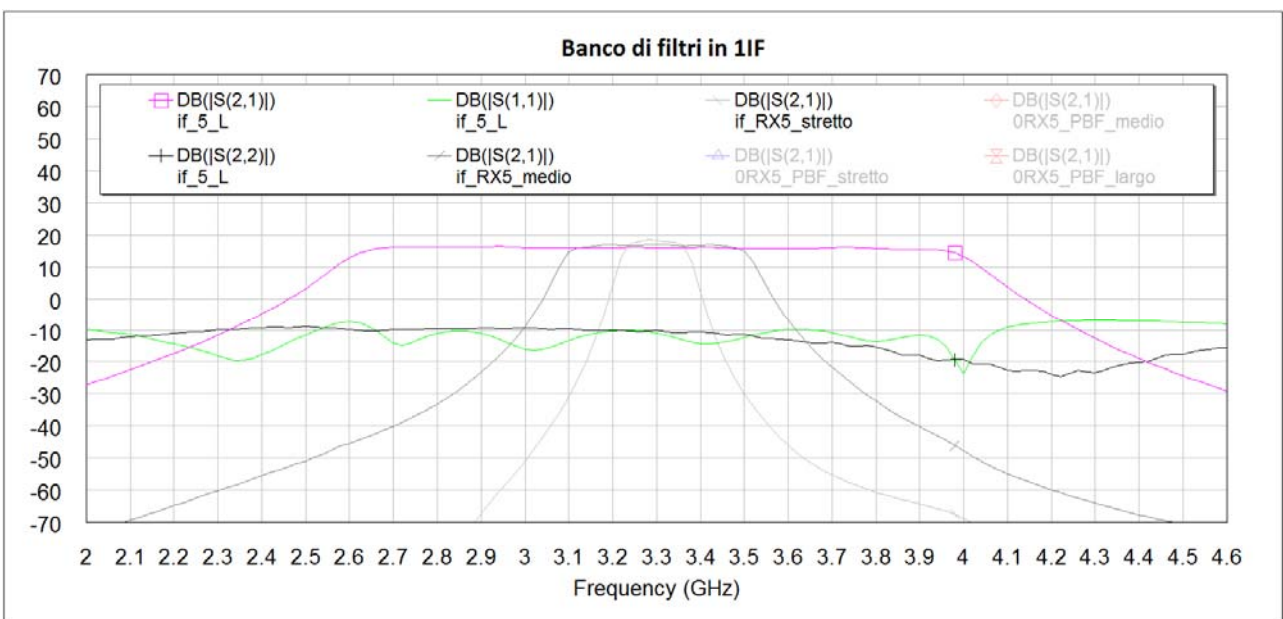


Fig. 1.5 Simulazione banco di filtri posto dopo il mixer 1°conv RX5

Sono stati inseriti attenuatori fissi di 5dB sulla BW “larga” e 3dB su quella “media” per equalizzare la maggiore perdita dei filtri dovuta al restringimento della banda.

Le bande sono state scelte tenendo conto del panorama interferenze presente a SRT.

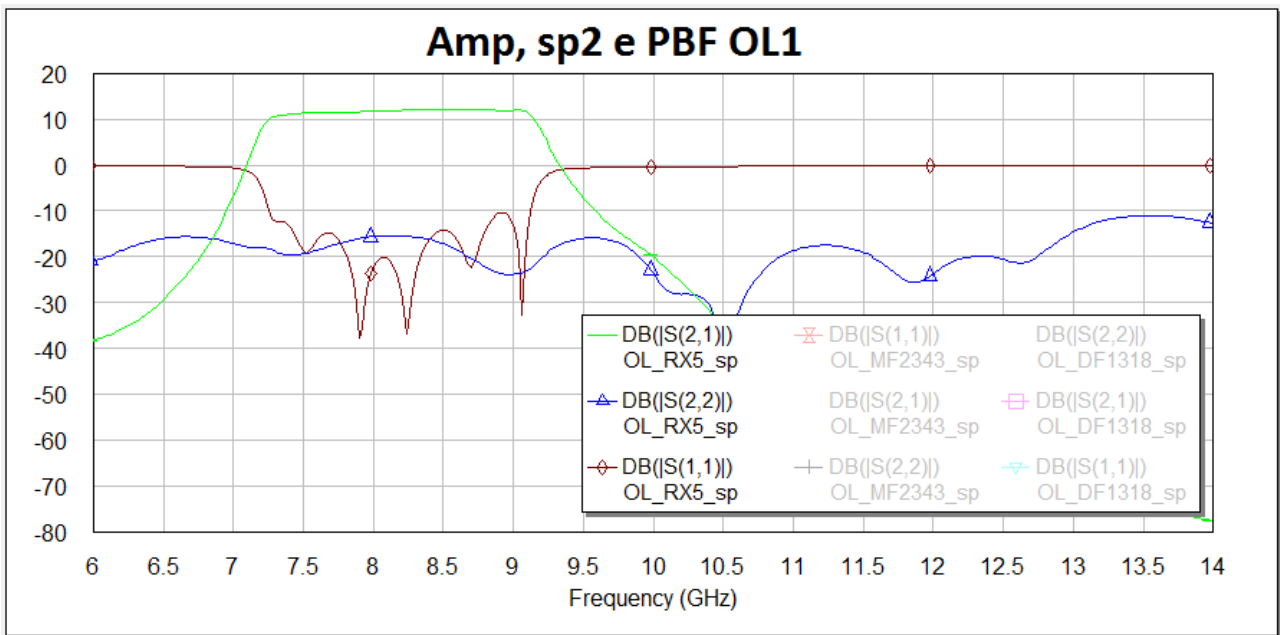


Fig. 1.6 Segnale OL per 1°conv RX5

E' possibile selezionare external OL o quello internamente generato grazie ad un SW2.
 L'uscita del synt interno LFSW150320-100 (la gamma LFSW si ferma a 6970MHz) viene moltiplicata x4. La portante del synt è stata scelta per non cadere in nessuna delle bande.

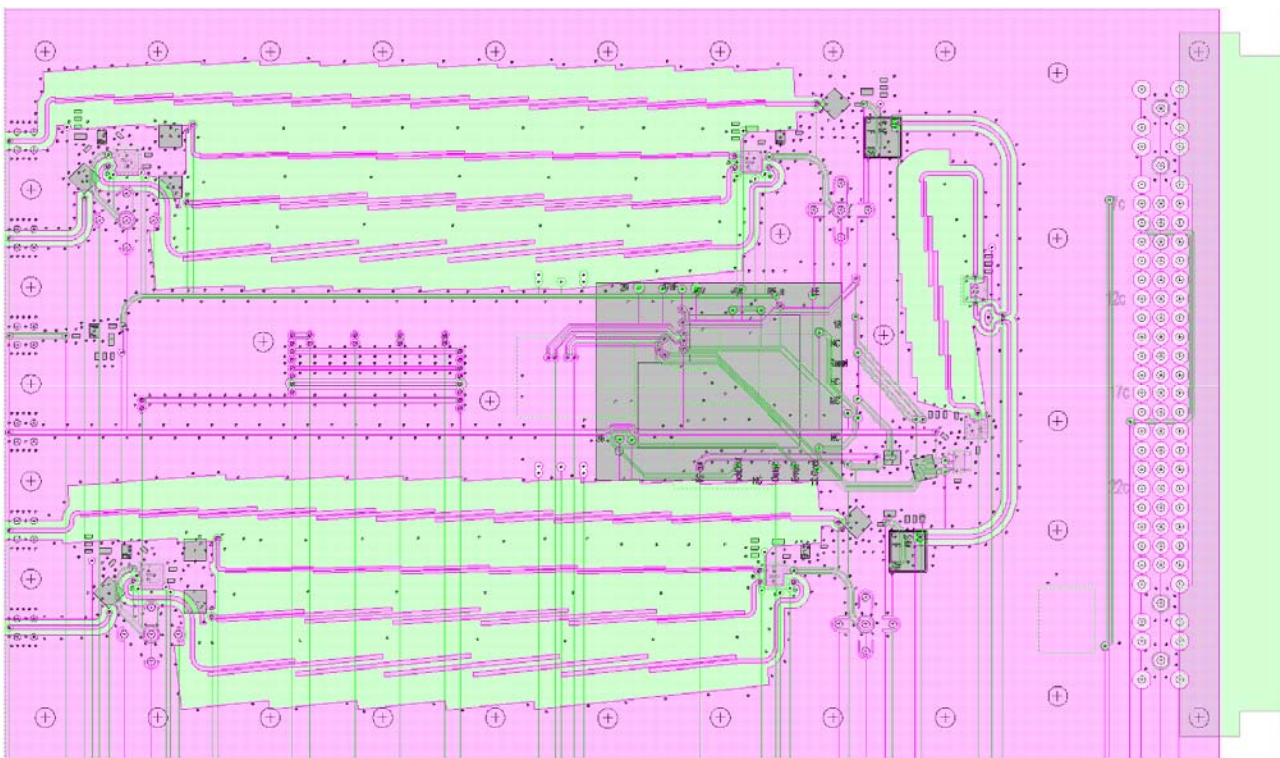


Fig. 1.7 Esempio realizzazione PCB 1°conv, layer2 e 3

Le uscite della 1°conv sul frontale vengono portate tramite un piccolo cavetto (max15cm) alla PCB di seconda conversione (posta subito dopo). Se ci si accorge di avere troppo guadagno in catena si può montare in questo punto attenuatori esterni o su PCB in uscita (serie GAT MiniCircuit).



Fig. 1.8 Contenitore e PCB top della 1° conversione

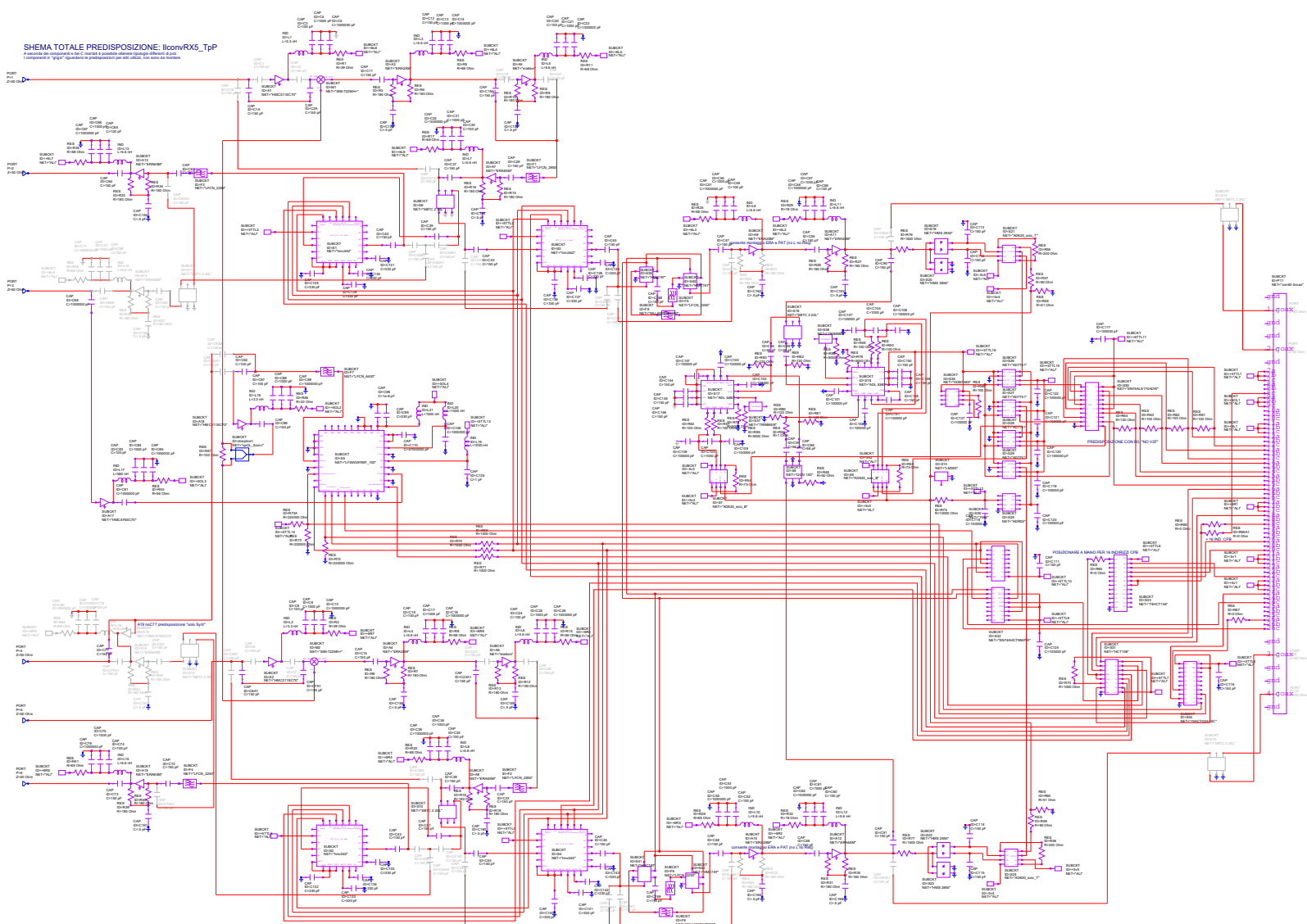


Fig. 1.10 Schematico totale componenti, PCB 2°convRX5

Questa scheda si può personalizzare a seconda del ricevitore aumentando il guadagno prima e dopo il mixer e aumentando l'effetto equalizzante (aumento del G alle alte frequenze). Questo effetto lo si ottiene inserendo resistenze che cortocircuitano l'ingresso e l'uscita degli amplificatori, funziona solo con ERA2 o ERA6 (valori consigliati R120 fino R180; con 120 è più disadattato ma l'effetto è più evidente). Una gamma notevole di Mixer della MiniCircuit (modello SIM, anche UP conversion) e di Synt OL Synergy (modello LFSW) rendono questa scheda molto versatile. La stessa versione del primo prototipo sarà usata per esempio come semplice distributore di segnale (no mixer, no synt, solo amp, splitter, attenuatori e controllo guadagno) a Medicina. La personalizzazione del circuito e quindi la scelta del "percorso" del segnale viene fatta semplicemente cambiando posizione ai vari condensatori da 150pF.

Sono presenti attenuatori variabili indipendenti che regolano il livello dell'uscita 2IF frontale (pensata con poco guadagno per essere mandata con cavo coassiale o fibra alla PCB FSTP) e del TpPolarimetro (il livello è più elevato, circa 16dB in più).

E' possibile ridurre la banda grazie ad un banco di filtri a 2 vie: "passa tutto" (LPF 2GHz) oppure filtro WaveLine LC (nel caso RX 5 e 15GHz è $f_0=1000\text{MHz}$ con $BW=900\text{MHz}$).

Se guardiamo la figura 1.9 troviamo evidenziati in rosso gli amplificatori a cui può essere applicata la resistenza di retroazione (era2eq180, per esempio), in grigio le "predisposizioni dei componenti non montati", ed infine in verde il nome dell'ibrido 90° e del filtro che definiscono la banda di funzionamento del polarimetro.

Il **Total Power** rivela una banda massima di 2GHz, nel caso del RX5 la banda è ridotta come segue:

- | | | |
|---|---------------|-----------|
| - Filtro LPF a tutta banda sarà di: | 0.1-1.5GHz | BW1400 |
| - Filtro WaveLine $f_0=1000$ e $BW900$ sarà di: | 0.55-1.45GHz | BW900 |
| - Filtro medio in 1IF PCB 1°conv sarà di: | 0.8-1.2 GHz | BW400 MHz |
| - Filtro stretto in 1IF PCB 1°conv sarà di: | 0.95-1.05 GHz | BW100 MHz |

La zona di lavoro del **Polarimetro** varia a seconda dell'ibrido 90° e del filtro PBF WaveLine che viene scelto, nella versione RX5 sarà di:

- | | | |
|---|---------------|-----------|
| - Filtro WaveLine centrato a 1GHz sarà di: | 0.55-1.45 GHz | BW900 MHz |
| - Filtro medio in 1IF PCB 1°conv sarà di: | 0.8-1.2 GHz | BW400 MHz |
| - Filtro stretto in 1IF PCB 1°conv sarà di: | 0.95-1.05 GHz | BW100 MHz |

Per quanto riguarda le **conversioni**, si segnala che non siamo ancora sicuri che si possa utilizzare il Synt interno Synergy per un utilizzo VLBI. Bisogna cercare sempre di scegliere nella famiglia LFSW della Synergy quelli con rumore di fase più bassi, almeno 100dBc a 100KHz. A questo proposito è bene dotarsi anche di un sintetizzatore esterno per OL2 o aspettare la "certificazione VLBI".

Spostandosi anche con OL2 in frequenza si possono fornire bande "strette più pulite" (per evitare prodotti di intermodulazione è bene, se non c'è necessità di una banda larga, usare filtri stretti in 1IF) ai vari BackEnd.

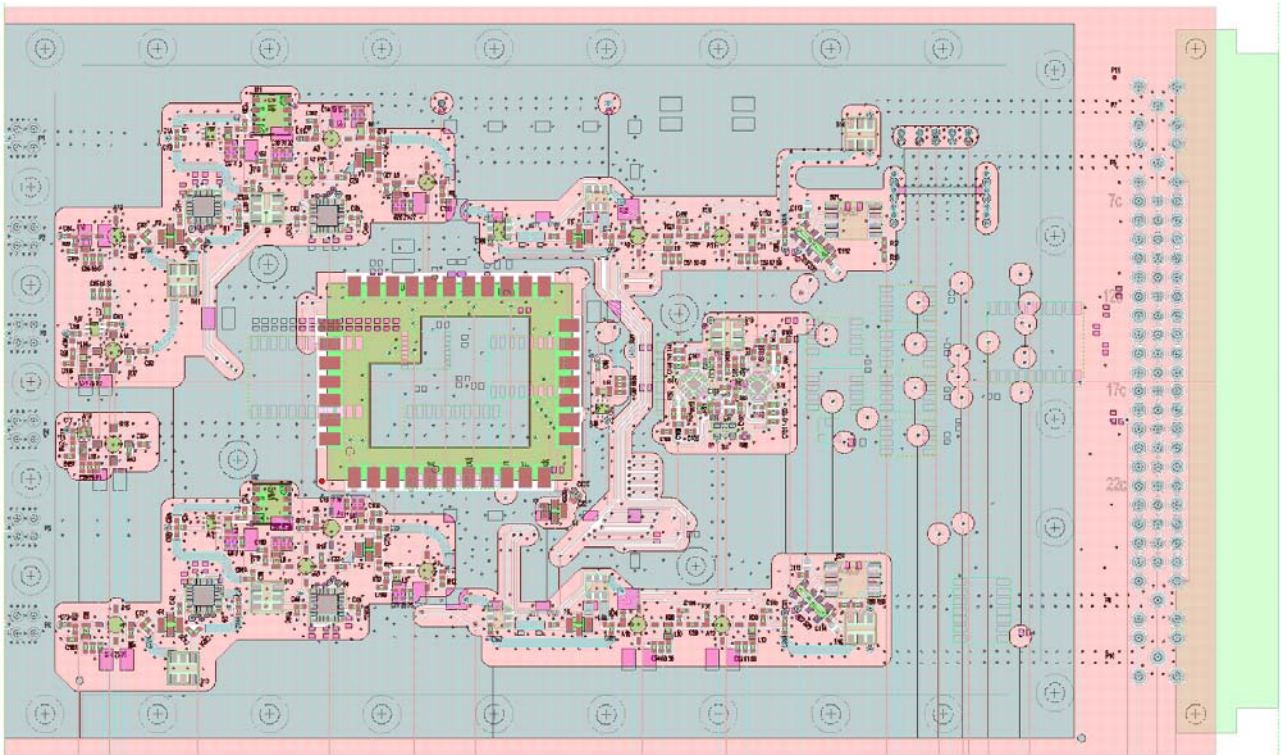


Fig. 1.11 Esempio realizzazione PCB 2°convTpP_RX5

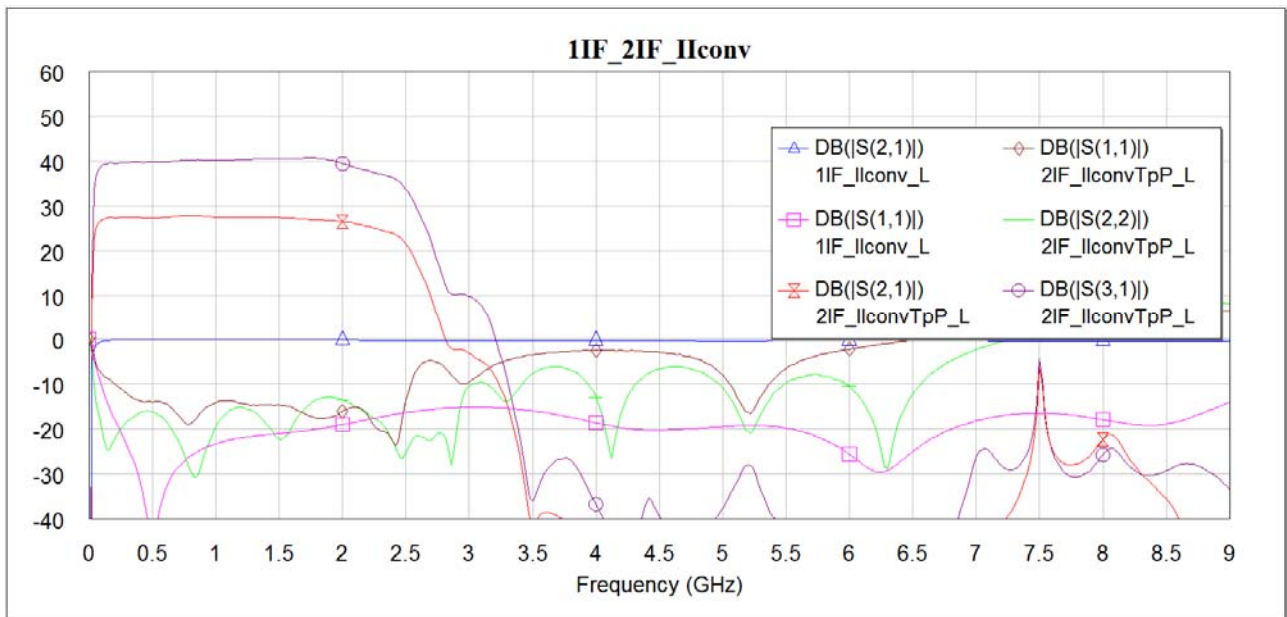


Fig. 1.12 Simulazione del guadagno prima e dopo il mixer PCB 2°convTpP_RX5

In Fig. 1.12 la traccia rossa mostra il guadagno in uscita (frontale) che tramite i cavi coassiali verrà portato alle schede FSTP, mentre la traccia viola rappresenta quello da fornire ai moltiplicatori del polarimetro. La traccia blu rappresenta il guadagno prima del mixer, nel caso del RX5GHz è nullo poiché non viene montato nessun amplificatore (HMC311, in grigio in fig. 1.9).

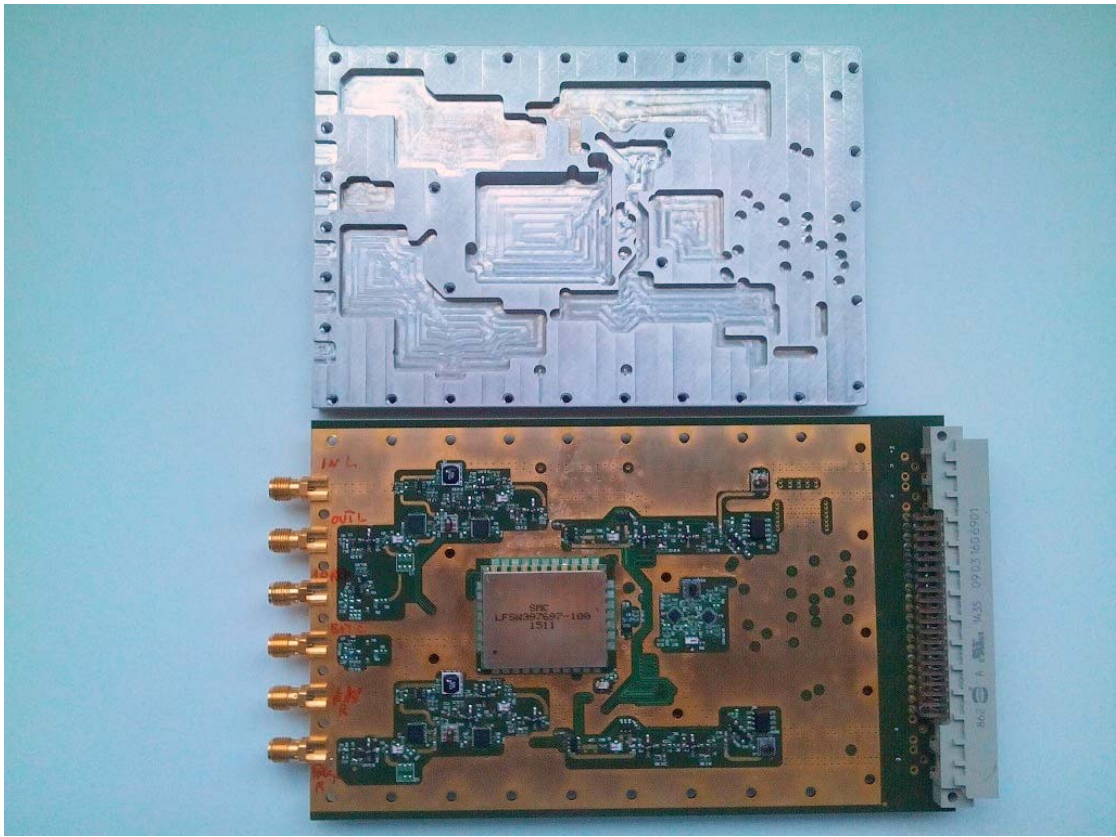


Fig. 1.13 Contenitore e PCB top della 2° conversione

1.3 Guadagno, NF e OIP3 dell'intera catena RX5 medicina

Di seguito sono riportati i valori di guadagno auspicabili dell'intera catena di conversione RX5.

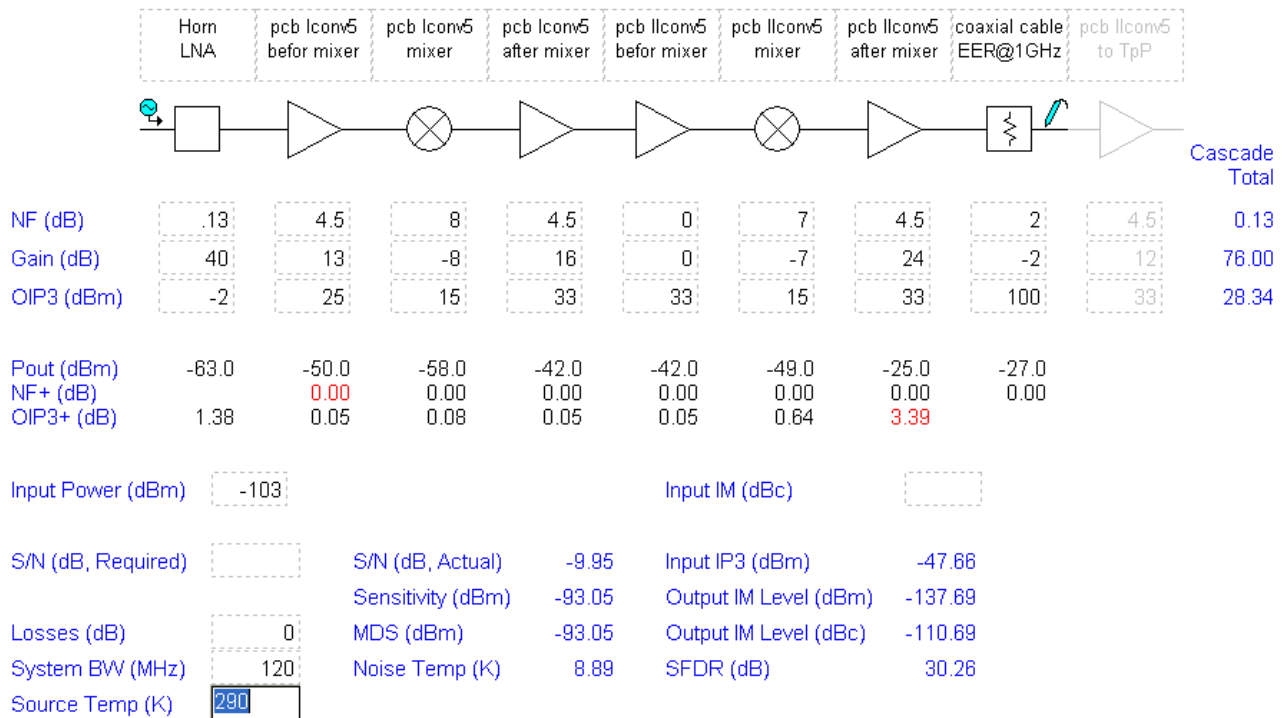


Fig. 1.14 Guadagno RX5 srt, livelli di potenza "uscita frontale" per "FSTp"

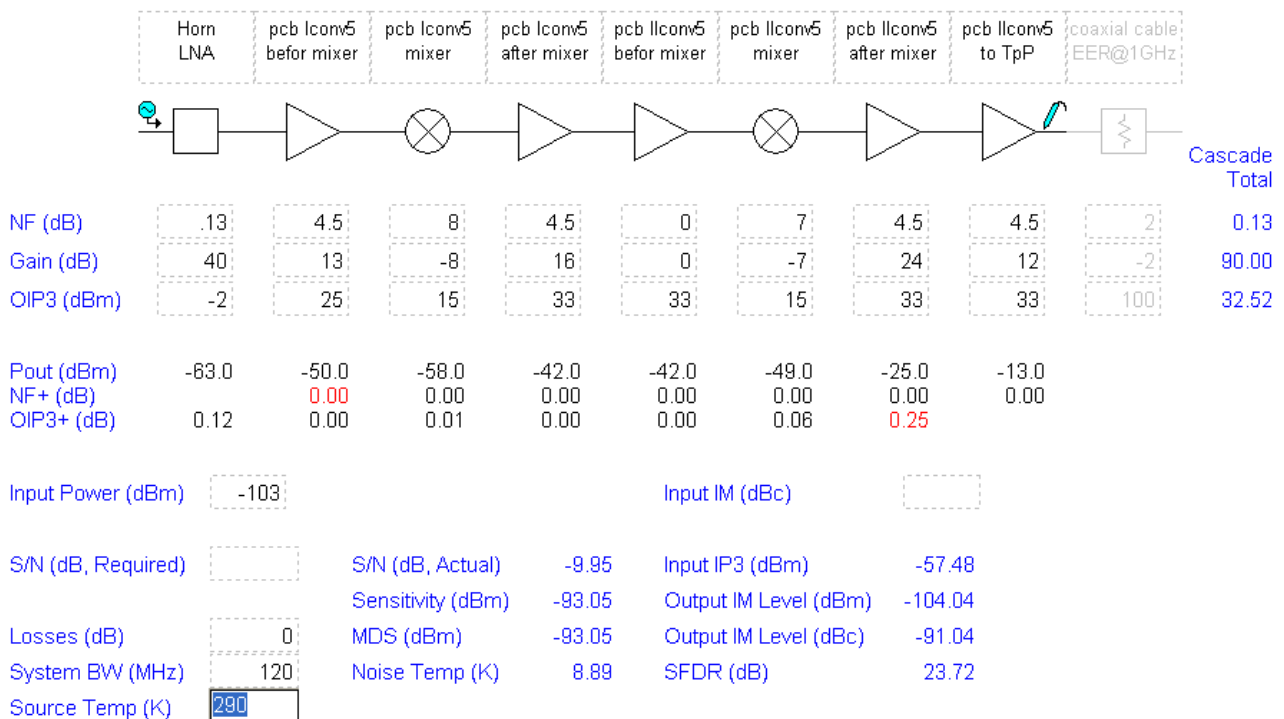


Fig. 1.15 Guadagno RX5 srt, livelli di potenza per moltiplicatore polarimetro

2) Misure eseguite

2.1 Prima conversione, prima e dopo “senza mixer”

Queste misure sono state eseguite con vettoriale HP8720 mettendo un connettore SMA modificato sulle porte RF e IF del mixer dissaldato. Questo sistema “poco calibrato” ci permette però di valutare il taglio dei filtri e una misura approssimativa in difetto (2-3dB) dei guadagni di catena prima e dopo mixer.

Tali misure hanno messo in evidenza che le bande dei filtri costruiti sono tutte leggermente più strette del simulato, soprattutto quella del filtro largo dopo la prima conversione.

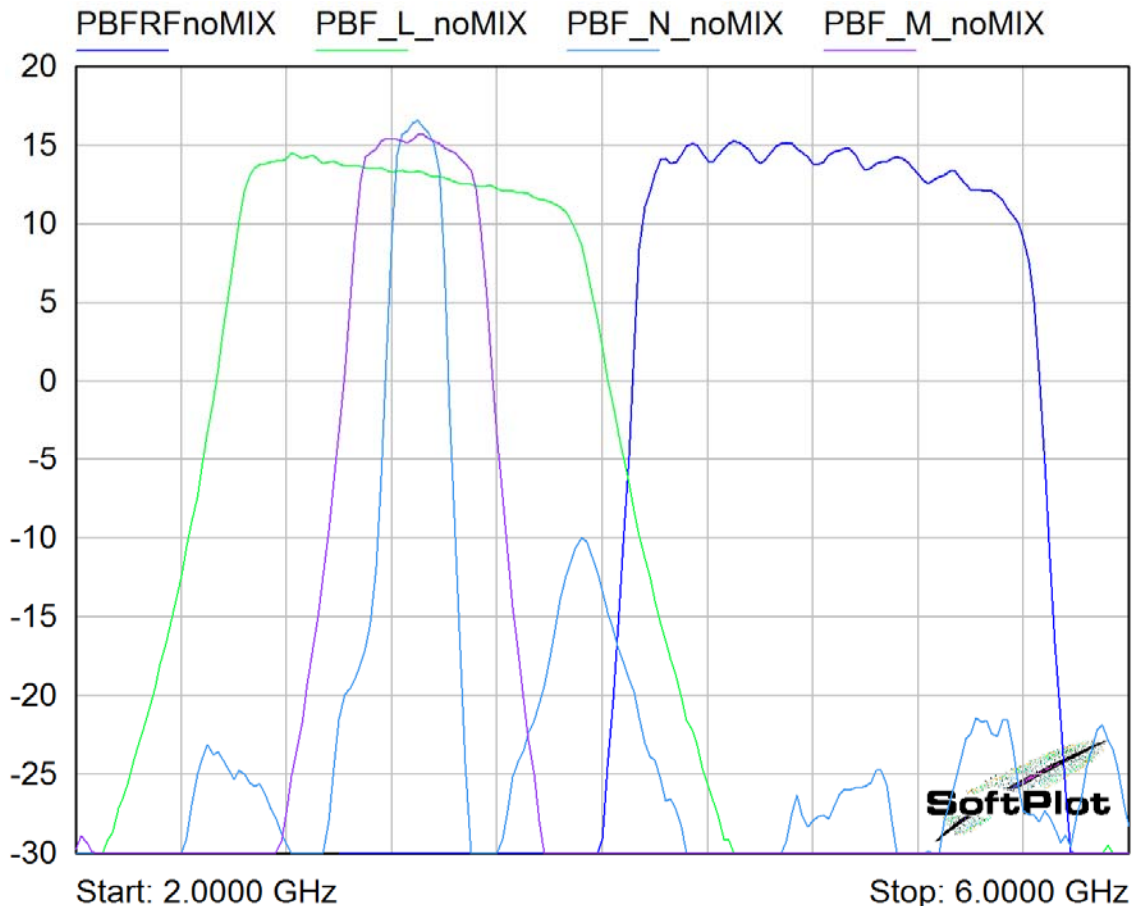


Fig. 2.1 Filtro in RF e filtri in I° conversione

Filtro immagine con ampRF traccia blu	4.18-5.56GHz	BW 1.38GHz
Filtro largo con ampIF traccia verde (suffisso L)	2.66-3.9GHz	BW 1.24GHz
Filtro medio con ampIF traccia viola (suffisso M)	3.1-3.5GHz	BW 0.4GHz
Filtro stretto con ampIF traccia azzurra (suffisso N)	3.24-3.36GHz	BW 0.12GHz

Punto 1

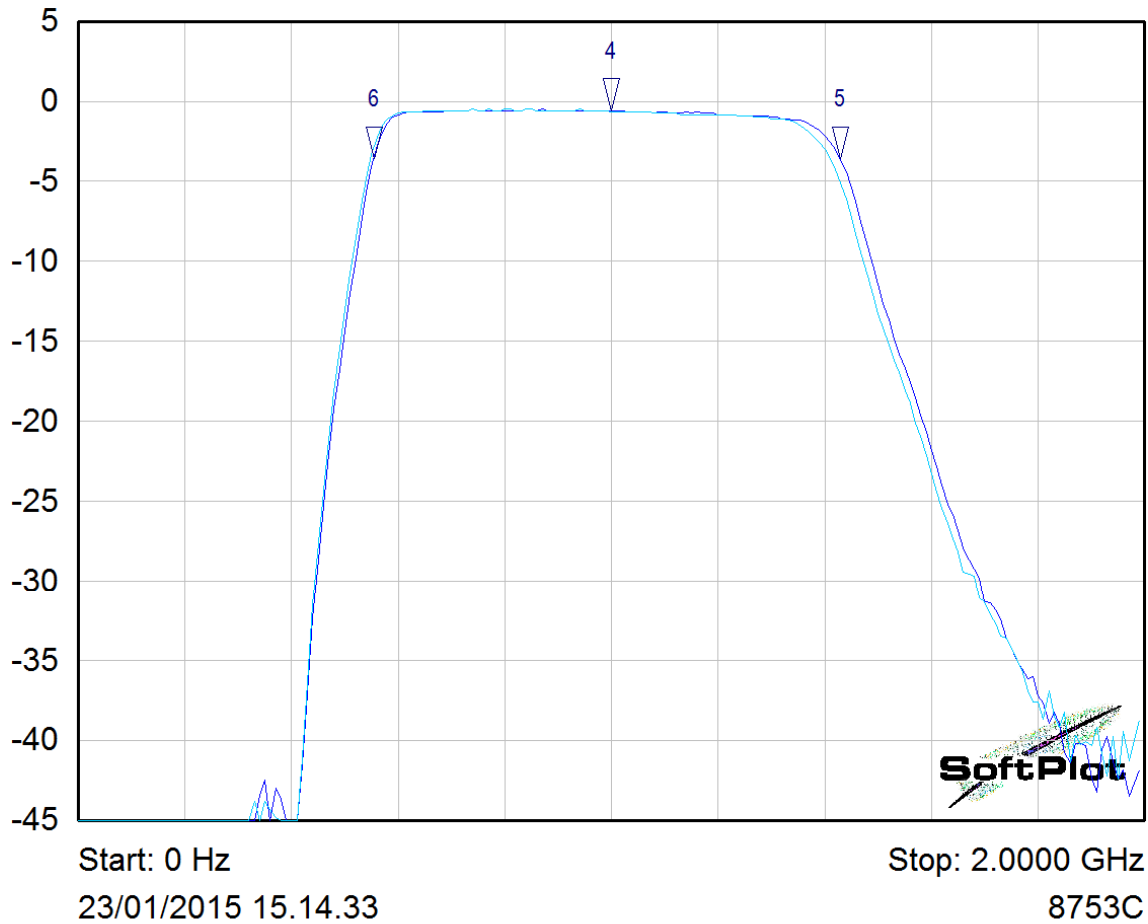
Il leggero ripple del filtro immagine si pensa sia dovuto in gran parte al filtro (aumentare return loss), ma anche all'ingresso SMA e alla metalizzazione di tutti i via hole “RF”. Visto che tutte le piste streepline sono su layer 2 occorre “fresare i viaholes RF” con fresa 0,5mm presenti tra i layer 3 e 4. Alle frequenze basse sotto i 3-4GHz questo effetto non è visibile.

Punto 2

Allargare la banda del filtro largo 1IF 2.55-4.05GHz e quella del filtro immagine.

2.2 Caratterizzazione filtro “polarimetro” in 2IF

Il filtro di Fig. 2.2 è messo dopo la seconda conversione e serve per pulire maggiormente la banda del totalpower / polarimetro. Questo filtro, abbinato all’ibrido QCN-13D, permette una banda di 900MHz che è il limite massimo del polarimetro.



Mkr	Trace	X-Axis	Value	Notes
4 ▾	1000_700_01	1.0000 GHz	-0.57 dB	
5 ▾	1000_700_01	1.4300 GHz	-3.60 dB	
6 ▾	1000_700_01	555.0000 MHz	-3.54 dB	BW875

Fig. 2.2 Misure del filtro posto in 2IF WaveLine WLL1000S24R700

Se, per motivi di “maggior fedeltà del polarimetro”, o per il panorama delle interferenze, la banda è da ritenersi troppo elevata, si può sempre sostituire questo filtro con uno più stretto.

Probabilmente questo filtro centrato su 1GHz è da ritenersi troppo largo per un RX5 molto interferito, forse è meglio WLL250S24R400.

2.3 Guadagno di 1° e 2° conversione in cascata RX5 senza LNA

Utilizzando il PNA siamo riusciti a misurare solamente l'intera catena completa (prima e seconda conversione in cascata) del RX5.

Il segnale iniettato 4.11-6.11GHz a -50dBm (30 strumentali + 20 esterni, la traccia rossa è in realtà a -50dB) viene convertito in basso nella banda 0.01-2.01GHz (impostare su PNA offset 4.1GHz).

Le BW left e right si sono dimostrate essere praticamente uguali in ampiezza e forma, tuttavia per garantire un certo "margine di manovra" per rendere uguali le due polarizzazioni abbiamo pensato di inserire 3dB di attenuazione in fase di misura. Le misure riportate riguardano la catena left.

Il ripple presente in banda è dovuto al Punto 1.

La banda più "stretta del dovuto" (Punto 2) del filtro largo in 1IF fa sì che con OL1=8.2 e OL2=4.1GHz (frequenze stabilite) la BW 2IF parta da 200 anziché 100MHz.

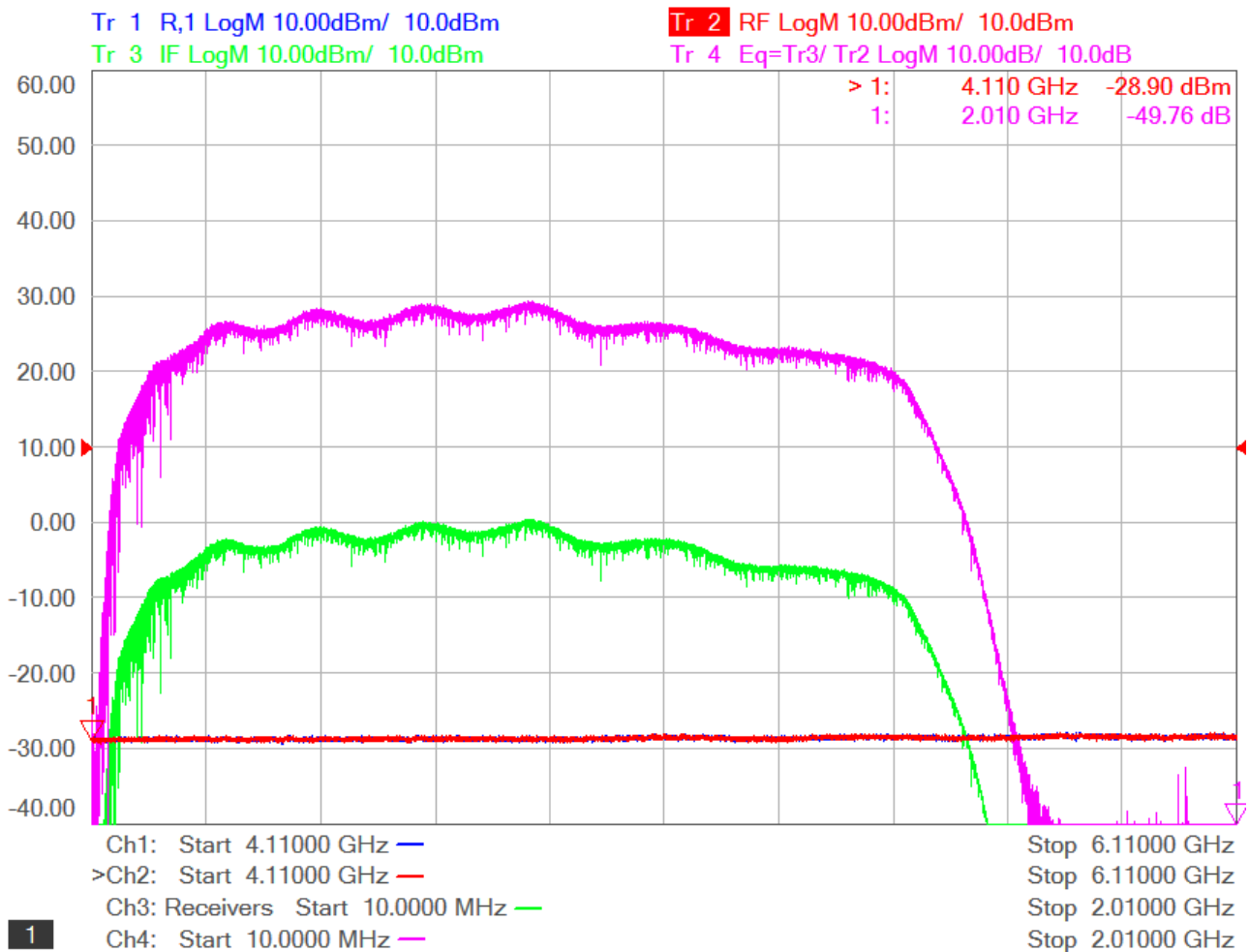


Fig. 2.3 BW=1400MHz

Punto 3

La disequalizzazione (meno G alle alte frequenze) può essere migliorata sostituendo HMC311 con HMC476 su PCB 1°conv. In questo modo si disequalizza fortemente la BW 1IF che per effetto del doppio ribaltamento di banda (OL in alto rispetto le BW da convertire) provoca un "effetto di compensazione" aumentando il G alle alte frequenze.

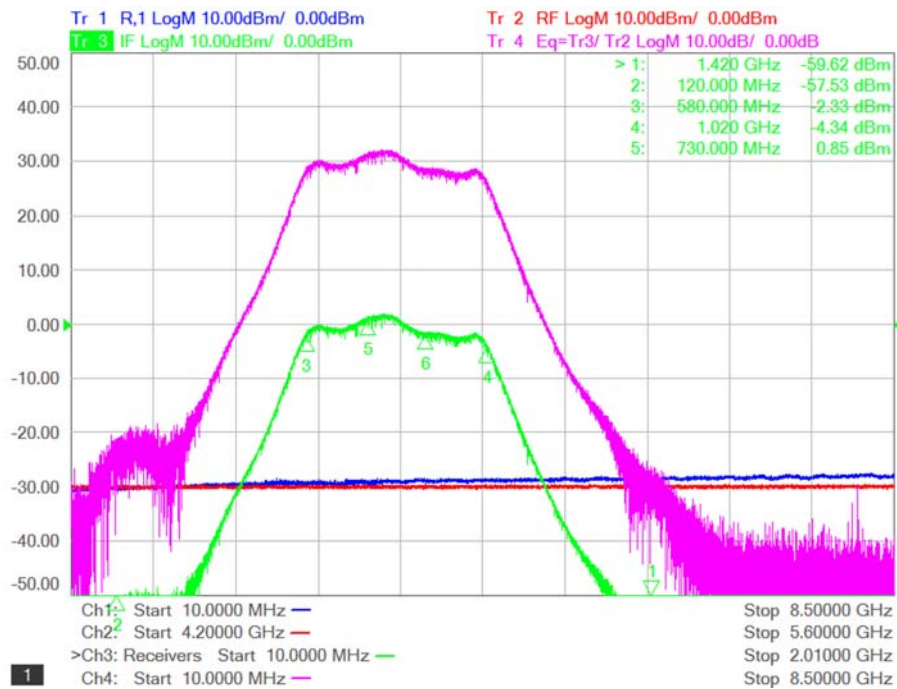


Fig. 2.4 BW=400MHz

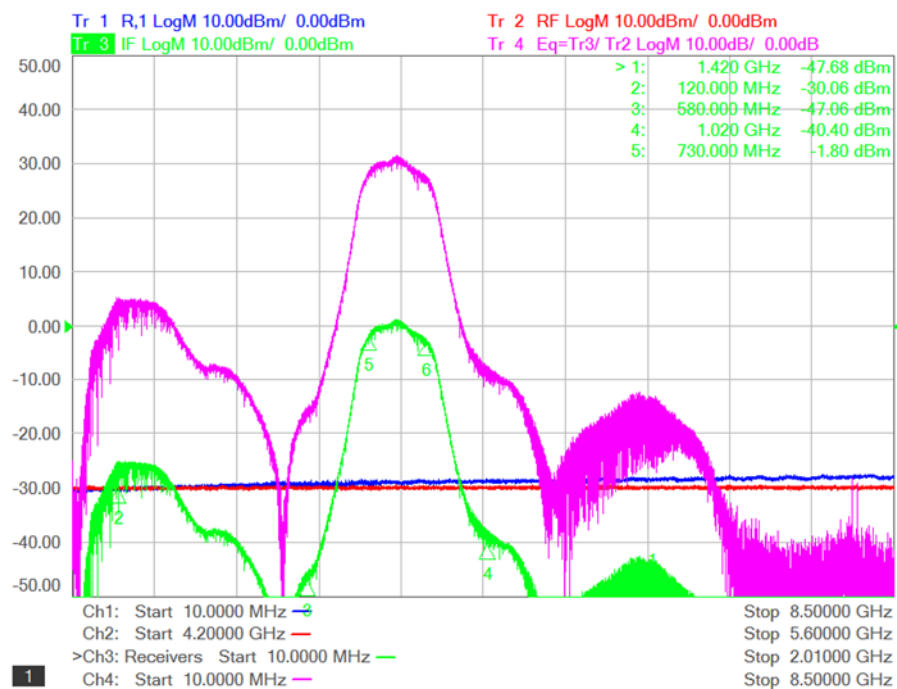


Fig. 2.5 BW=100MHz

Il ripple in banda si ripercuote anche sulle bande con filtro medio e stretto.
 Non si pensa di intervenire allargando i due filtri di fig. 2.4 e 2.5.
 Spostando OL2 è possibile far rientrare le bande di 2IF nelle zone ottimali dei vari back-end.

Punto 4

Si può migliorare l'isolamento della pista filtro stretto che sembra accoppiarsi con quella di uscita SW4 (in fig. 2.5 si tratta della risalita della curva verde alle basse frequenze). Si cercherà di portare questa risalita a inizio banda ad almeno 40dB sotto al filtro.

Punto 5

Ci siamo accorti che, se si vuole avere solo un "OL2 fisso" è meglio far funzionare il polarimetro "centrato" su 0.25GHz, per far ciò bisogna spostare i filtri medio e stretto più in alto in frequenza in modo che la 2IF abbia una partenza da 50MHz (100MHz per quello più stretto).

3) Come migliorare il prototipo

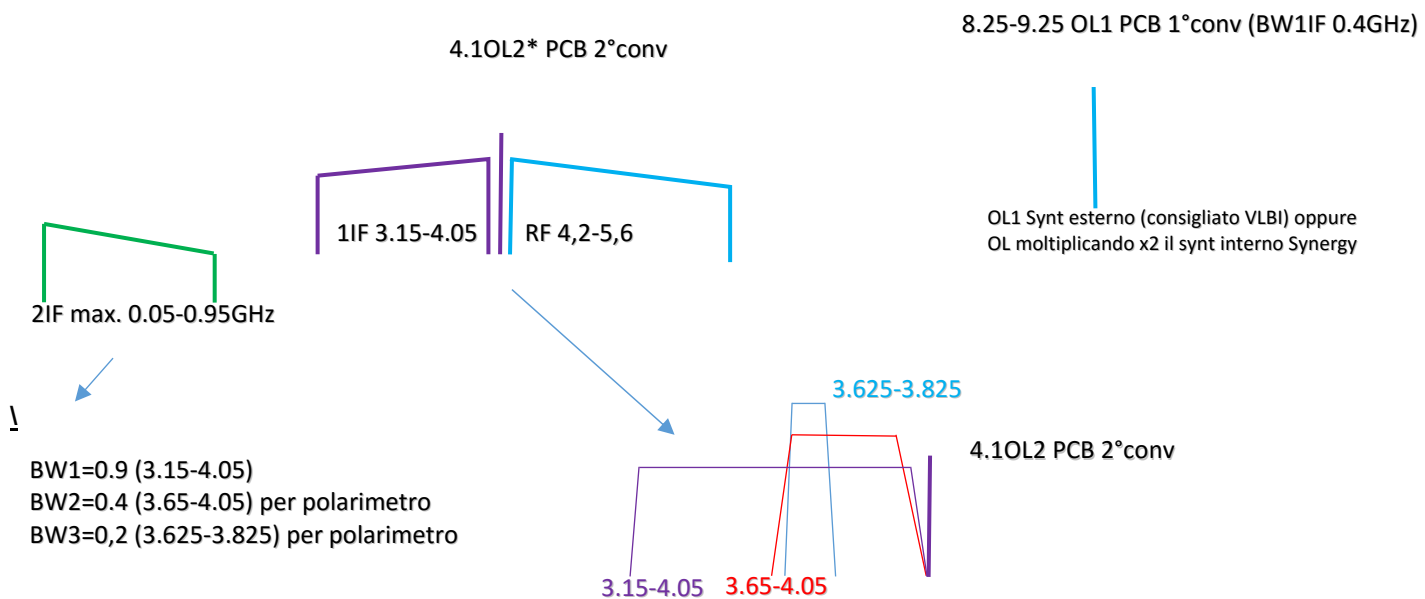


Fig. 3.1 Collocazione di bande e OL nella versione migliorata

3.1 Segnale OL1, PCB 1°conv

Causa dismissione del moltiplicatore x4 Hittite (HMC917) e per la scarsa potenza di pilotaggio rilevata nel prototipo, è necessario rivedere questa parte come segue.

- L'oscillatore interno alla PCB di 1°conv della Synergy sarà un LFSW300600-20
- Il segnale generato internamente sarà moltiplicato X2 da HMC575LP4 (OLmax 9.5GHz)
- Il sintetizzatore esterno fornirà direttamente la OL1, senza passare per il X2.
- La selezione del segnale OL1 (interno o esterno, 8.2GHz) verrà fatta tramite un SW2 (HMC1118) comandabile remotamente o anche rigidamente con un condensatore bypass.
- E' meglio filtrare il segnale con filtri commerciali MiniCircuit, passa alto HFCN 5500 e passa basso LFCN-1062 (è più versatile in caso di cambiamenti).

3.2 Filtro immagine, PCB 1°conv

Vedi quanto scritto nel Punto 1

3.3 Filtri in 1IF, PCB 1°conv

Vedi quanto scritto nel Punto 2, 4 e 5

3.4 Migliorare la disequalizzazione in banda, PCB 1°conv

Vedi quanto scritto nel Punto 3

3.5 Segnale OL2, PCB 2°conv

- Si può scegliere remotamente Synt ext o quello interno (HMC1118)
- Per aumentare la potenza del segnale OL2 si inseriscono MHC311 dopo lo splitter

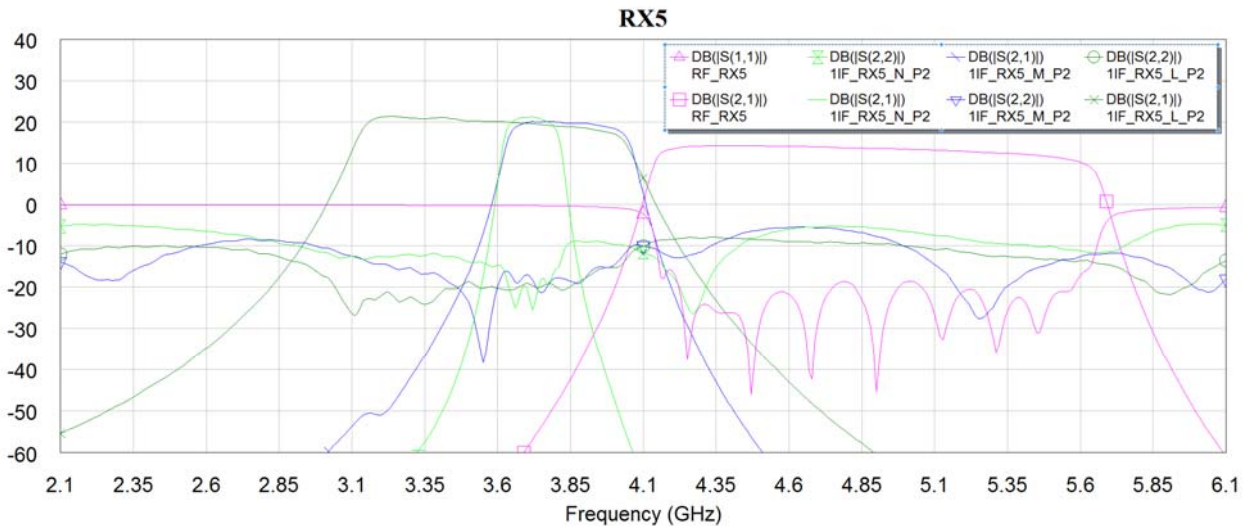


Fig. 3.2 Filtro in RF e filtri in 1° conversione, simulata

3.6 Miglioramento adattamento ingresso scheda e scelta del mixer.

In fase di test ci siamo resi conto del cattivo adattamento in ingresso alla scheda 2°convTpP, sia se con amplificatore prima del mixer che senza. La situazione migliora nettamente inserendo una resistenza R100 fra l'ingresso RF del mixer e massa.

Si consiglia di montare un mixer a basso pilotaggio come il SIM 83+ e non andare oltre ai 6.5GHz con OL di seconda conversione.

3.7 Aggiungere uscite segnale nel retro PCB 2°conv, segnale Tp PCB 2°conv

Per meglio eseguire i test di caratterizzazione della parte del polarimetro si è reso utile avere un'uscita del segnale simile in tutto per tutto a quella della sezione del polarimetro. Questa uscita posta sul retro della scheda "vedrà" anche il segnale filtrato dal filtro stretto che delimita la banda per il polarimetro.

Il segnale al detector TotalPower verrà fornito da uno splitter con possibilità di inserire un attenuatore fisso in serie. Il prelievo fatto con resistenza senza splitter si è mostrato non adatto per TotalPower a bande larghe.

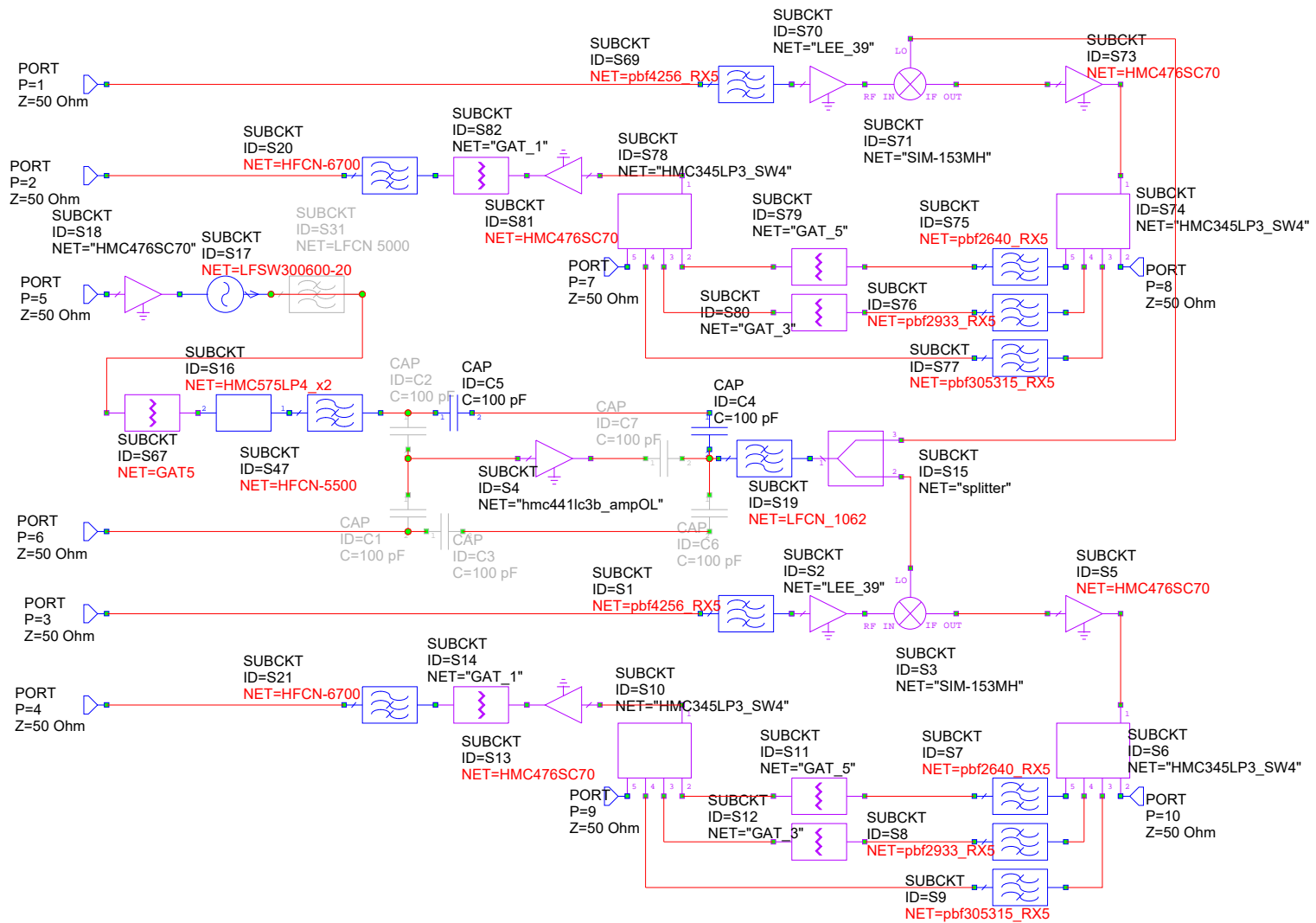


Fig. 3.4 Schema semplificato parte RF del prototipo migliorato, PCB 1°convRX5

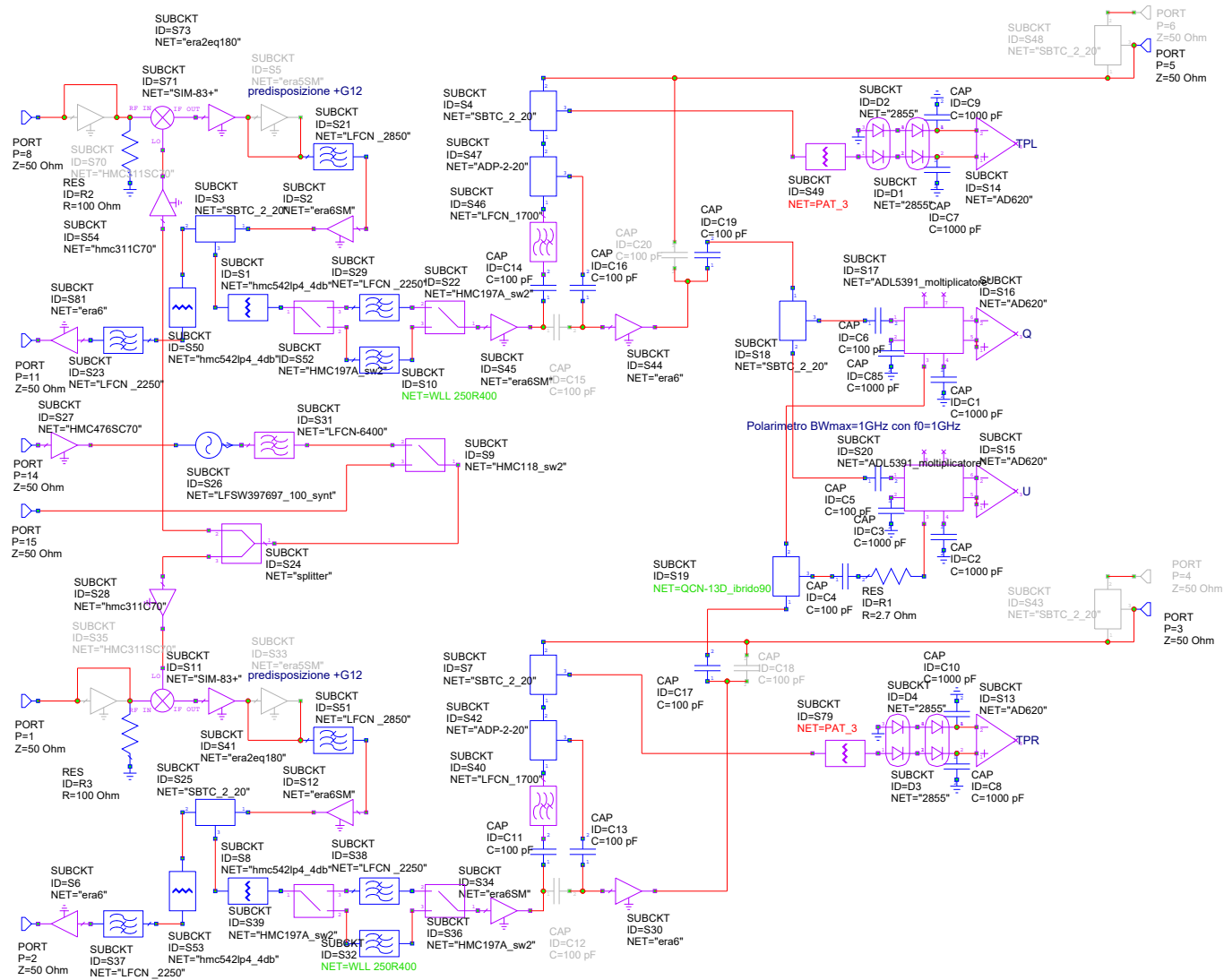


Fig. 3.5 Schema semplificato parte RF del prototipo migliorato, PCB 2°convTpP_RX5

3.8 Polarimetro PCB 2°conv

Una nuova disposizione dei componenti del polarimetro sulla nuova scheda di 2°convTpP permetterà di costruire polarimetri che ospitano diversi layout di ibridi a 90° con diverse BW. Questa soluzione ci permette di testare meglio polarimetri futuri previsti per il MFK (2°conv a 16 sottobande / pulsar /totalpower / polarimetro) e MFQ (2°conv a 8 sottobande / totalpower / polarimetro).

Di seguito vengono riportate le misure eseguite con oscilloscopio collegato in uscita all'amplificatore AD620 che amplifica il segnale dei due moltiplicatori (Loss in dB e Phase in gradi).

Questo primo prototipo monta solamente ibridi MiniCircuit formato "QCN" (basso costo 3€ a confronto dei 100€ dei modelli synergy "DSQ").

Dopo vari test abbiamo raggiunto un buon compromesso mettendo:

- C 330pF in ingresso al moltiplicatore che tratta il ramo ibrido "90°"
- C 68pF (meglio 6.8pF? non avevo il formato 0402, attenua riga blu) in ingresso al moltiplicatore "0°"
- Resistenza R100 verso massa su tutti gli ingressi del moltiplicatore
- Resistenza R39 sull'ibrido al posto dei canonici R50

Dai test di laboratorio è emerso che un polarimetro a banda larga BW 0.1-1.9GHz, come quello del RX15, è sempre meglio farlo funzionare con OL di seconda conversione spostato in alto rispetto la banda 1IF, (OL-1IF=2IF). Così facendo si ha un effetto di autoequilizzazione in ampiezza delle frequenze alte rispetto a quelle basse (il ribaltamento di banda non interessa per il funzionamento Tp o Polarimetro).

Caratterizzazione polarimetro con vari ibridi della famiglia QCN della MiniCircuit presenti in lab.

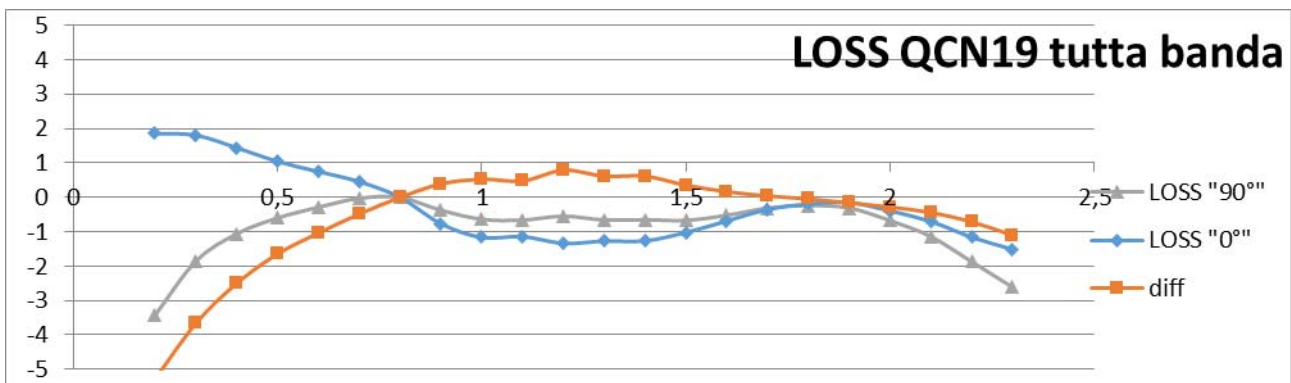


Fig. 3.6 QCN19 tutta banda, sbilanciamento fra le perdite moltiplicatore "0°" e quello "90°"

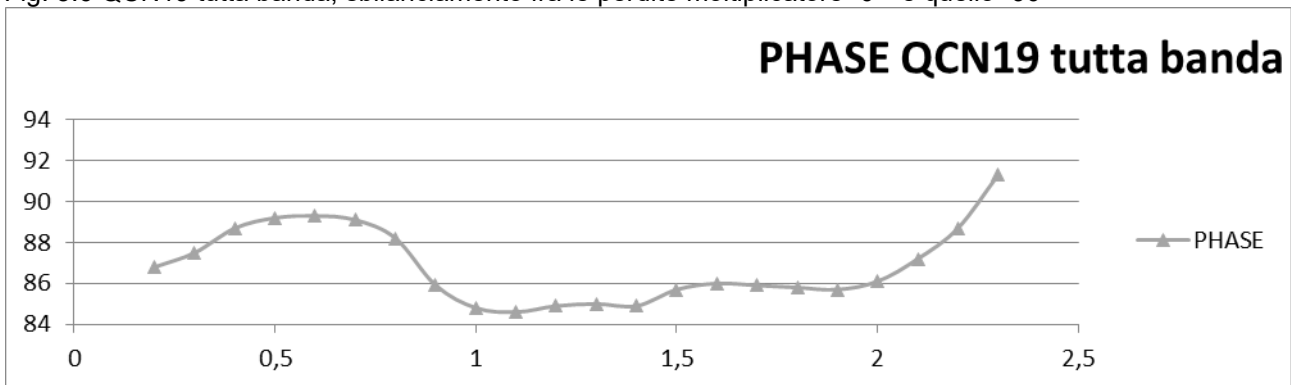


Fig. 3.7 QCN19 tutta banda, sfasamento fra il moltiplicatore "0°" e quello "90°"

Il polarimetro con ibrido QCN19 con nostra sorpresa funziona egregiamente anche oltre i 2.3GHz. Come accennato in precedenza la linea blu a inizio banda può essere attenuata mettendo C di valore inferiore sul moltiplicatore "0°" (dobbiamo comprare C serie murata 0402). Questo permette di ottenere un sbilanciamento iniziale contenuto (si spera) cercando di raggiungere complessivamente i ± 2 dB. In simulazione con MicroWaveOffice ho verificato cosa dovrebbe comportare tale cambiamento; ebbene sembrerebbe che tale effetto si ripercuote anche sulla fase del polarimetro, diminuendo C sul moltiplicatore "0°" la fase 90° rilevata in uscita ai due moltiplicatori tende a diminuire. Questo parametro può essere sfruttato a nostro favore per accordare i nostri ibridi selezionati. Seguendo un metodo empirico (che speriamo rispecchi quello simulato), in un polarimetro a banda larga con QCN19, si può pensare di mettere anche C6.8pF sul ramo "0°" (riga blu fig.3.6) e 68pF su quello "90°" (riga grigia fig.3.6). E' sempre meglio sostituire C a coppie uguali per il medesimo moltiplicatore, poi in un secondo tempo si può dare una piccola aggiustatina per accordare a "90°" la zona di lavoro, alzando il valore di C della sola porta "90° ibrido" (da verificare).

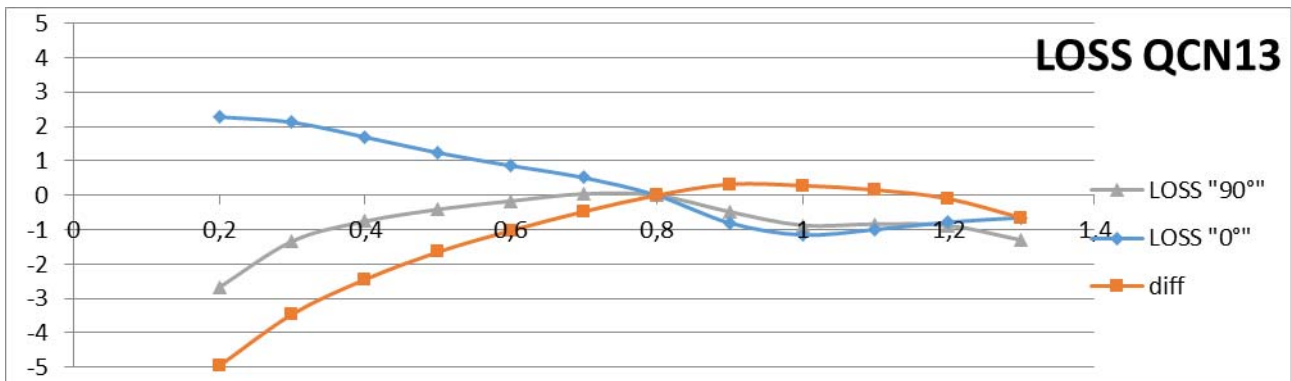


Fig. 3.8 QCN13 consigliato BW0.6-0.9GHz, sbilanciamento fra le perdite moltiplicatore "0°" e quello "90°"

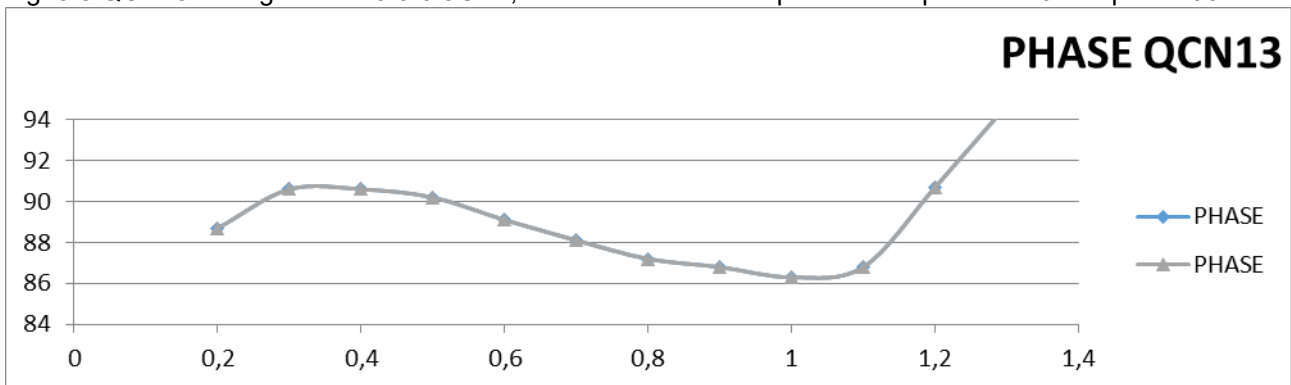


Fig. 3.9 QCN13 consigliato BW0.6-0.9GHz, sfasamento fra il moltiplicatore "0°" e quello "90°"

Il polarimetro con QCN13 sembra più indicato per bande 0.55-0.95GHz centrate su Fo750MHz o bande un po' più grandi di 900MHz centrate su Fo1000MHz. Il comportamento è leggermente meglio del QCN19 fino a 1.2GHz ma poi degrada e non può più essere utilizzato in un banda larga. Per il RX15 è meglio pensare di usare QCN19.

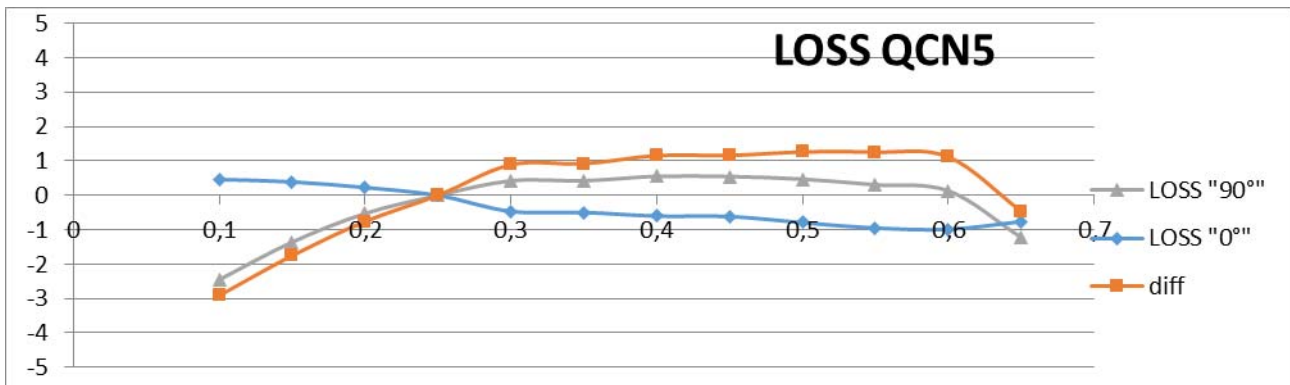


Fig. 3.10 QCN5 consigliato BW0.1-0.4GHz, sbilanciamento fra le perdite moltiplicatore "0°" e quello "90°"

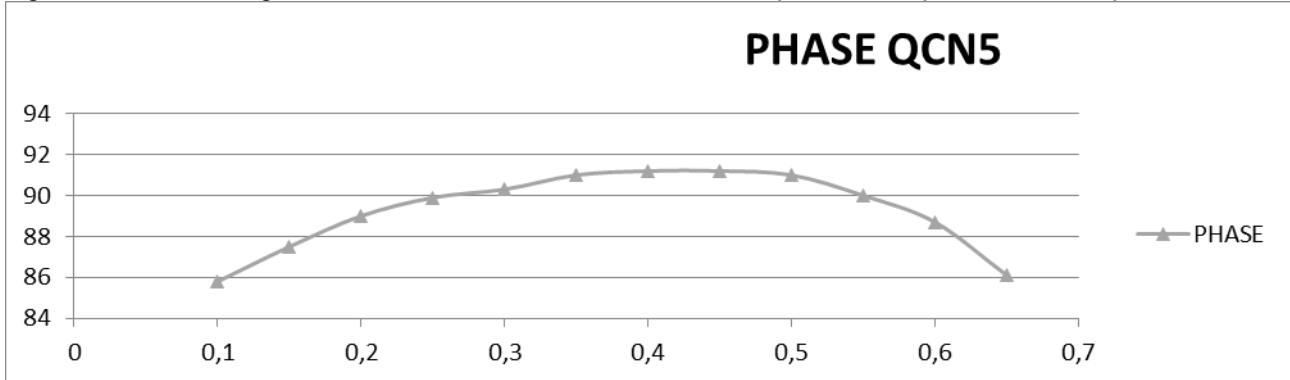


Fig. 3.11 QCN5 consigliato BW0.1-0.4GHz, sfasamento fra il moltiplicatore "0°" e quello "90°"

Il polarimetro con ibrido QCN5 che avevamo in casa va molto molto bene fra 0.2 e 0.6GHz.

Per un utilizzo 50-450MHz è sicuramente meglio comprare un QCN-3 (piccolo e poco costoso) che lavora meglio alle basse frequenze. Se non si raggiunge un risultato soddisfacente si può sempre passare (solo nel secondo prototipo di 2°convTpP) alla serie costosa della Synergy con ibrido montato sul bottom. Ora in laboratorio abbiamo il DQS 100-500, forse è meglio comprare anche il DQS 30-450 e il DQS 100-1000.

Conclusioni, ogni RX deve avere un proprio polarimetro specifico

Le schede di 2°convTpP che si intendono costruire si spera possano essere utilizzate da vari ricevitori, l'unica cosa che le contraddistingue veramente è l'ibrido 90° del polarimetro e il filtro WaveLine in 2IF.

Che BW deve avere il polarimetro visto che tutto sommato potrebbe andare anche con 2GHz di banda?

A mio avviso bisogna tenere conto della frequenza centrale della banda cielo del RX e del panorama delle interferenze. Per esempio, in un ricevitore molto interferito come il RX5 non andrei oltre i 400MHz, mentre in un RX15GHz posso permettermi anche un banda polarimetrica di 1.8GHz.

Anche altre schede future più complesse di seconda conversione per il MFK (suddivisione della banda cielo in 16 sottobande da 400MHz contemporanee) e per il MFQ (suddivisione della banda cielo in 8 sottobande da 1800MHz contemporanee), monteranno 8 polarimetri identici per scheda.

Se si pensa di mantenere anche per i polarimetri una certa logica simile ai BE digitali della formazione delle bande bisogna che siano centrate con Fo 250-750-1000MHz.

In rosso, nella tabella che segue, sono evidenziate le bande massime che vengono portate ai vari BE mentre in blu le bande formate dal filtro WaveLine posto nella 2°convTpP appositamente per il Polarimetro. In grigio invece quelle formate dal solo filtro in 1IF posto sulla PCB di 1°conv. che fornisce al polarimetro una banda "non ben delimitata" in quanto dopo al filtro ci sono vari stadi di amplificazione (verificare cosa comporta).

	Ibrido 90°	PBF 1IF PCB 1°conv BW (GHz)	Polarimetro Fo (MHz)	PBF TpPolarimetro PCB 2°conv (MHz)	BW (MHz)
RX5	QCN5 (misurato in lab.) QCN3 (comprare) DQS-30-450 (comprare)	1.4 - 0.4 - 0.12	375 250	190-310 (PBF1IF) 50-450 50-1450	120 400
RX15 2PCB 2sott.BW	QCN19 (misurato in lab.) DQS-100-1000 (comprare)	1.9 - 0.9 - 0.4	750 500 1000 bandalarga	550-950 50-950 (PBF1IF) 50-1950	400 900 1900
MFK A 7PCB 8sott.BW	QCN5 (misurato in lab.) QCN3 (comprare) DQS-30-450 (comprare)	0.9	250 (versione A) 500	50-450 50-950	400
MFK B 7PCB 8sott.BW	QCN13 (misurato in lab.) DQS-100-1000 (comprare)	0.9	750 (versione B) 500	550-950 50-950	400 All BW
MFQ 19PCB 8sott.BW	QCN-19 (misurato in lab.)	1.8	1000	550-1450 100-1900	900 1800

Se ridimensioniamo la zona di lavoro del polarimetro secondo le indicazioni della tabella, ci possiamo rendere conto che anche i risultati ottenuti con la linea ibridi basso costo della MiniCircuit sono estrema confortanti.

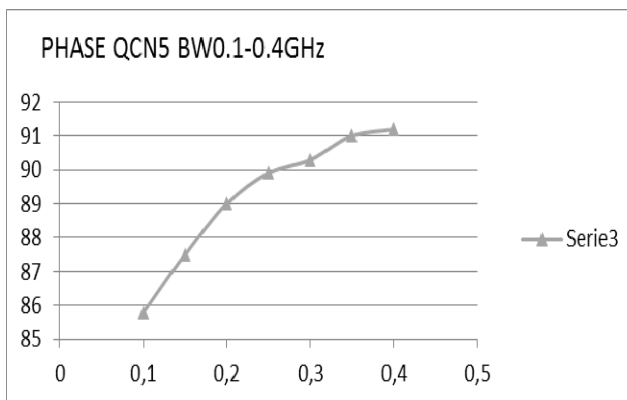
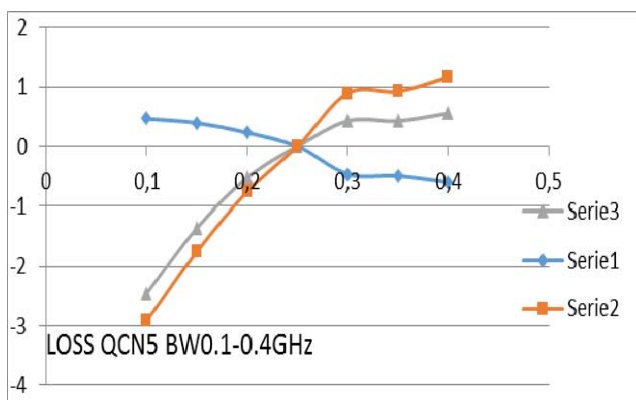


Fig. 3.12-13 QCN5 consigliato BW0.1-0.4GHz

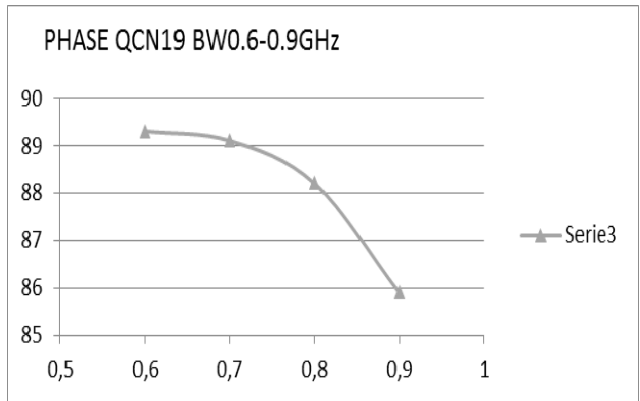
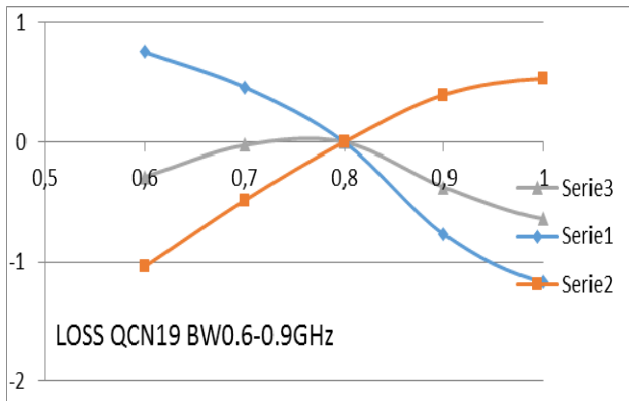


Fig. 3.14-15 QC19 consigliato BW0.55-0.95GHz

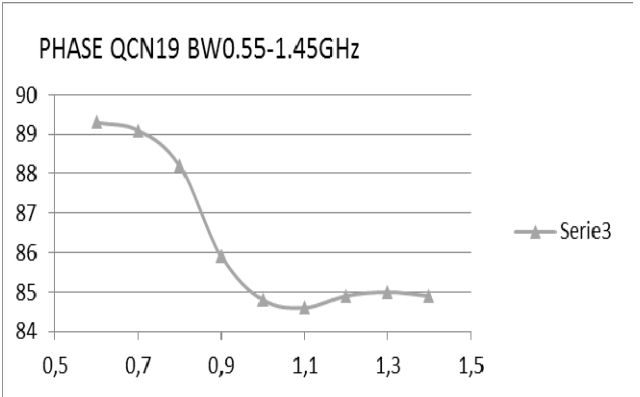
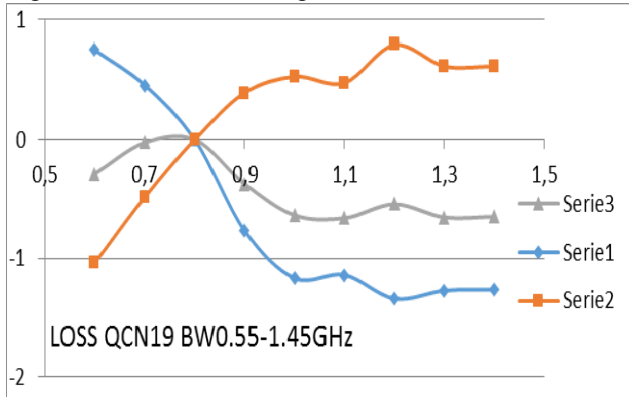


Fig. 3.16-17 QC19 consigliato BW0.55-1.35GHz