

**Elettronica di conversione
per il ricevitore 22GHz BiFeed**

Medicina

Rapporto Interno IRA 469-13

Marco Poloni

Stazione Radioastronomica di Medicina

IRA - INAF

Rev. A. Orfei

Sommario

<u>INTRODUZIONE.</u>	<u>2</u>
<u>SCHEMI ELETTRICI DELL'ELETTRONICA DI CONVERSIONE</u>	<u>3</u>
<u>IMPLEMENTAZIONE MECCANICA DEI COMPONENTI NELLE SCHEDE.</u>	<u>11</u>
<u>TEST ELETTRICO E RADIO FREQUENZA</u>	<u>19</u>
<u>TEST DELLA SCHEDA DISTLO – DISTRIBUTORE DEL LOCAL OSCILLATOR (FIGG.12 E 17-19).</u>	<u>19</u>
<u>TEST DELLE SCHEDE 1CONV E 2CONV – PRIMA E SECONDA CONVERSIONE.</u>	<u>20</u>
<u>CONCLUSIONI</u>	<u>27</u>
<u>REFERENCES:</u>	<u>27</u>
<u>APPENDICE: SCHEMI ELETTRICI ELETTRONICA DI CONTROLLO RICEVITORE</u>	<u>28</u>

Introduzione.

Il presente documento tratterà esclusivamente l'implementazione dell'elettronica di prima conversione, di seconda conversione e di distribuzione dell'oscillatore locale per il ricevitore 22GHz – BiFeed per l'antenna 32m di Medicina. La parte in guida d'onda del ricevitore (interna al dewar) è realizzata in maniera simile al ricevitore MF22GHz installato in SRT, Sardinia Radio Telescope. Il ricevitore sarà dotato di due feed system (con horn adattati alle ottiche di Medicina) anziché 7. Come riferimento per la scelta delle bande e dei LOs si utilizzeranno la tabella delle frequenze e gli schemi elettrici, seppur leggermente modificati, proposti in [1].

L'implementazione dell'elettronica di conversione segue la stessa procedura, ormai standardizzata, che parte da una fase di simulazione con CAD meccanico necessaria all'ottimizzazione della disposizione dei componenti e alla riduzione degli ingombri. Questa tipologia di approccio è resa ancor più necessaria quando si ha a che fare con sistemi a più feed.

Per ovvi motivi, già in fase preliminare si è subito deciso di separare la parte RF (distribuzione dell'LO e le conversioni) dalla parte di potenza e controllo (conversioni, alimentazione LNA, controlli remoti del dewar, ecc..) in due differenti unità. In particolare la parte attinente all'elettronica conversione, sarà montata nell'alloggiamento più vicino al dewar, come illustrato in Fig.1. Tale posizione consentirà di ridurre al minimo la lunghezza dei cavi per il segnale RF in uscita dal dewar migliorando così gli aspetti relativi alle perdite dovute ad attenuazione, attenuazione differenziale ("disequalizzazione") e riflessioni multiple.

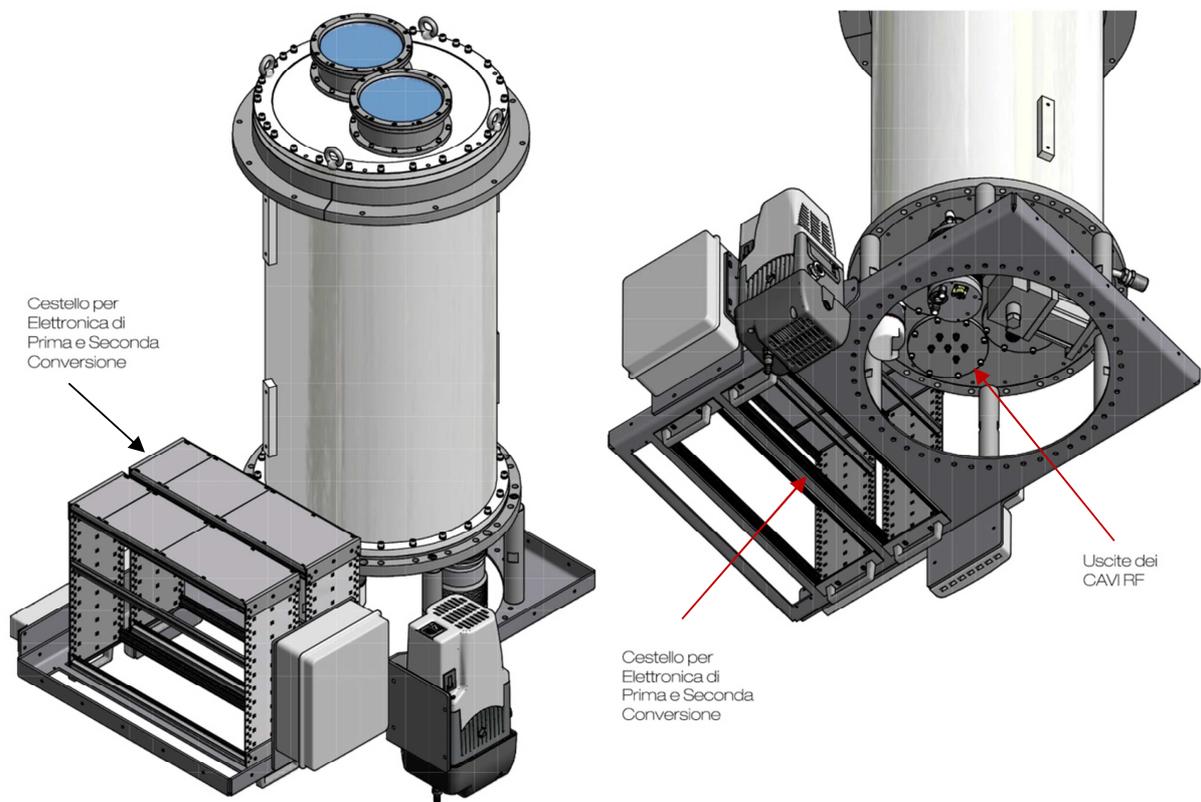


Fig.1: RX 22GHz - BiFeed – Ricevitore e sistemazione dei cestelli rack per l'elettronica di conversione e per il controllo del dewar.

Schemi elettrici dell'elettronica di conversione

Vengono di seguito presentati gli schemi elettrici del sistema partendo dallo schema elettrico complessivo di tutta l'elettronica di conversione (Fig.2) per il ricevitore 22GHz - BiFeed. Per quello che riguarda i segnali RF sia di ingresso che di uscita, le diverse schede saranno collegate tra loro nella parte frontale mediante cavetti coassiali semirigidi assemblati e realizzati "ad-hoc". Le alimentazioni saranno distribuite avvalendosi di un backplane.

All'interno del cestello rack da 19" dovranno trovare alloggio sette schede RF: 2 coppie di schede di prima conversione per ciascun feed, 2 schede di seconda conversione (una per feed) e la scheda di distribuzione degli oscillatori locali (LO1 variabile e LO2 fisso). Inoltre, occorrerà anche inserire quattro alimentatori, distribuiti secondo lo schema di Fig.3.

L'alimentatore duale fornirà l'alimentazione ai dispositivi sulle schede di prima conversione. Uno dei due canali fornirà l'alimentazione ai dispositivi presenti nelle schede CH0-L e CH1-L mentre, l'altro canale alimenterà i dispositivi delle schede CH0-R e CH1-R. Così facendo sarà possibile separare, anche dal punto di vista dell'alimentazione i segnali LEFT (LHCP) dai RIGHT (RHCP) rendendoli il più possibile scorrelati.

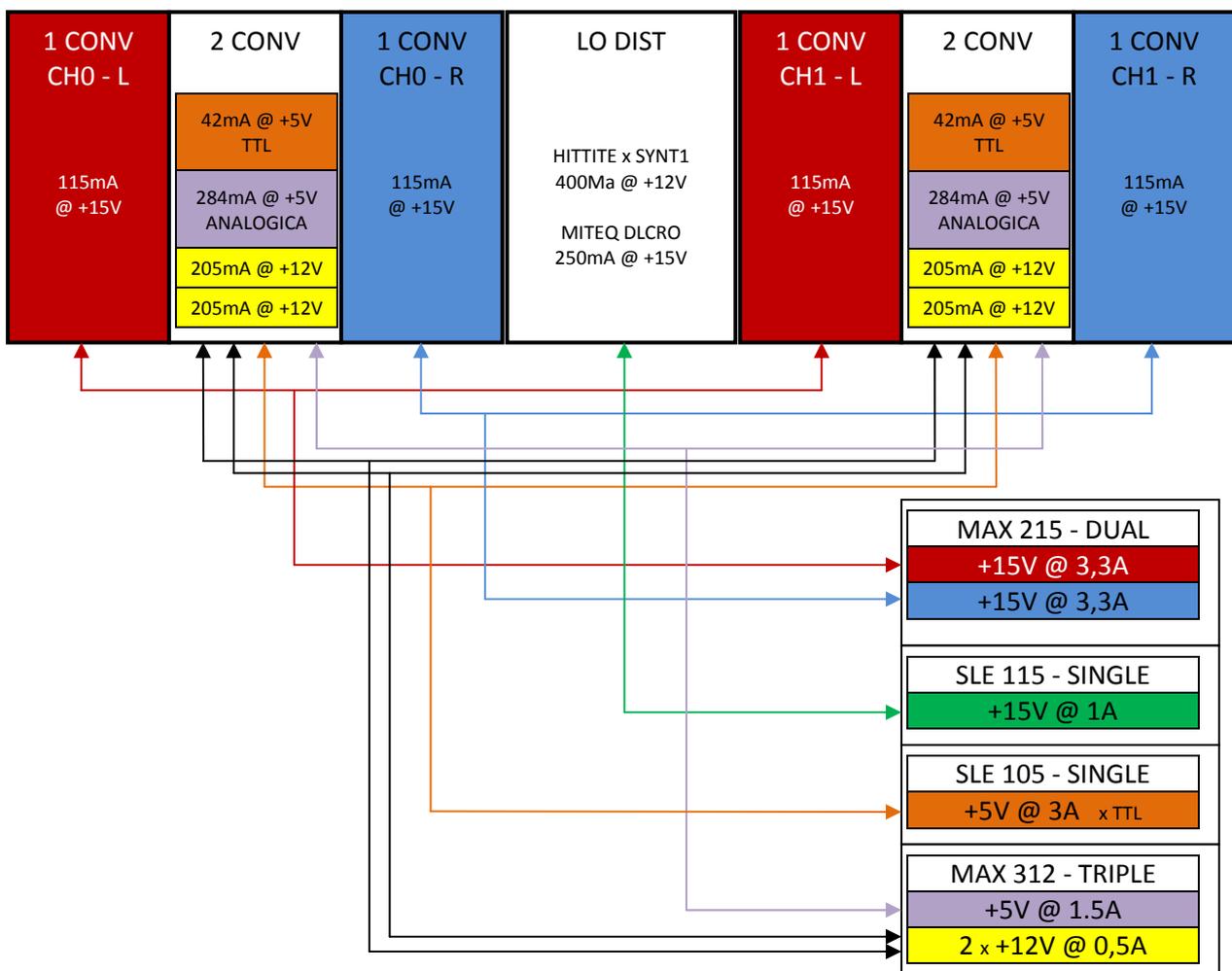


Fig.3: RX 22GHz - BiFeed - Distribuzione delle alimentazioni alle schede di conversione (non è inclusa la scheda di controllo delle seconde conversioni).

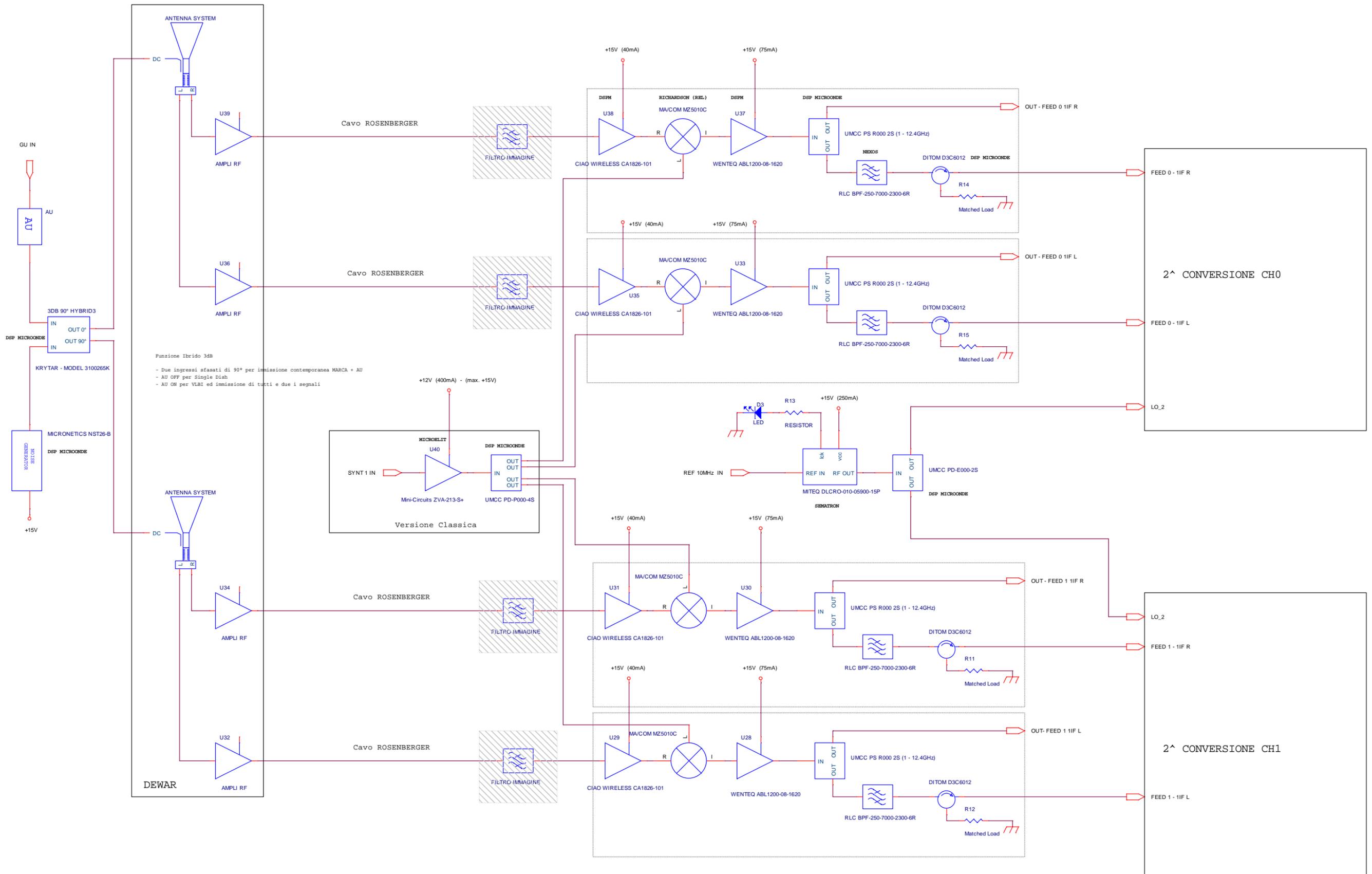


Fig.2: RX 22GHz - BiFeed - Schema completo del ricevitore Bi-Feed.

L'alimentatore triplo (2 x +12V e 5V analogica), insieme all'alimentatore singolo a 5V (TTL, digitale) fornirà l'alimentazione delle schede di seconda conversione. Infine, l'ultimo alimentatore, singolo a +15V, fornirà l'alimentazione al distributore degli LOs. I diversi alimentatori sono di tipo "SWITCHING".

In particolare, tutte le schede RF necessarie al sistema di conversione lavorano con assorbimenti diversi. Essi possono essere riepilogati nella tabella qui di seguito:

1CONV ¹ LEFT + RIGHT	2CONV ¹ LEFT + RIGHT	DIST-LO ¹
2 x LNA CIAO WIRELESS LEFT 2 x 40mA	+5V ANA L + R (OL + Monitor) 20mA	MITEQ DLCRO 250mA
2 x POST LNA WENTEQ LEFT 2 x 75mA	+12V L (Catena LEFT) ERA5 Left = 65mA ERA6 Left = 100mA ERA2 Left = 40mA	MINI CIRCUITS ZVA213+ 400mA
2 x LNA CIAO WIRELESS RIGHT 2 x 40mA	+12V R (Catena RIGHT) ERA5 Right = 65mA ERA6 Right = 100mA ERA2 Right = 40mA	
2 x POST LNA WENTEQ RIGHT 2 x 75mA	+5V TTL LEFT + RIGHT (Carrier) 42mA	
TOTALE LEFT 2 x 230mA RIGHT 2 x 230mA	TOTALE LEFT +12V 205mA RIGHT +12V 205mA LEFT + RIGHT +5V ANA 20mA LEFT + RIGHT +5V TTL 42mA	TOTALE 350mA
ALIM "DUAL" 2x (V _{out} = +15V, I _{max} = 3.3A)	ALIM "TRIPLE" 2 x (V _{out} = +12V, I _{max} = 0.5A) + 1 x (V _{out} = +12V, I _{max} = 0.5A) ALIM "SINGLE" (+5V TTL) (V _{out} = +5V, I _{max} = 3A)	ALIM "SINGLE" (V _{out} = +15V, I _{max} = 1A)

¹ NB: i valori di consumo riportati nella seguente tabella sono quelli dei data sheets.

Lo schema elettrico delle connessioni per la distribuzione delle alimentazioni alle varie schede è in Fig.3. Nella parte posteriore del cestello si avrà soltanto una presa VDE filtrata per l'ingresso della 220V.

In Fig.4 viene illustrata la disposizione delle schede: i due mondi "RF" e "alimentazioni" sono stati tenuti separati e disposti rispettivamente sulla destra e sulla sinistra del cestello. Si è anche cercato di mantenere la struttura simmetrica disponendo al centro, la scheda di distribuzione dei LOs. A separare i due mondi trova alloggiamento la scheda di controllo delle seconde conversioni. E' da notare come l'impiego di alimentatori switching, al posto dei classici alimentatori lineari, abbia consentito il risparmio di 6HP (3x2HP, indicati in Fig.4 con "NOT USED"). Tale scelta è stata effettuata non solo per limitare al massimo gli ingombri ed il peso del cestello ma per consentire l'implementazione di tutto il necessario al sistema di conversioni del ricevitore all'interno dello stesso cestello. Da sottolineare che i 4 alimentatori sono sufficienti a rispettare tutti i requisiti del sistema in termini di potenza erogata.

Com'è avvenuto nell'implementazione dell'elettronica del RX 7GHz per SRT e come visibile negli schemi elettrici, le tensioni di alimentazioni per le schede di prima conversione sono "prelevate" dai medesimi piedini del connettore posteriore (DIN41612 – 64 pins). Ciò è vero per ciascun canale (CH0 e CH1) e consente di poter scambiare le schede del ramo LEFT con quelle del ramo RIGHT (dello stesso canale) qualora si presentasse la necessità di effettuare eventuali verifiche di funzionamento. Mediante apposite guide, le schede possono essere inserite nel modo corretto.

In Fig. 5 è visibile lo schema elettrico del back plane per la distribuzione delle alimentazioni alle varie schede presenti all'interno del cestello rack.

Nelle Figg.6-9, vengono presentati gli schemi elettrici relativi alla "distribuzione degli oscillatori locali" (Figg.6 e 7) ed alle "prime conversioni dei canali LEFT e RIGHT" (Figg. 8a e 8b).

Per la distribuzione del segnale SYNT1, impostabile tra 12GHz e 20GHz al fine di coprire l'intera banda 18-26.5GHz, si è scelto di utilizzare un amplificatore della MINI-CIRCUITS (ZVA-213+) in analogia alle scelte effettuate per la realizzazione del distributore dell'oscillatore locale del ricevitore in Banda K MF e montato in SRT. La configurazione della distribuzione del SYNT1 (Fig. 6) è in grado di fornire un adeguato livello di potenza di segnale all'ingresso LO dei mixer di prima conversione (LO DRIVE @ +10dBm "NOMINALE" come indicato nel data sheet).

Sul pannello frontale del LO Distributor è stato anche inserito il LED per segnalare se il DLCRO (Dual Loop Crystal Resonator Oscillator) della MITEQ, impiegato per fornire il segnale a 5.9GHz per i mixers di seconda conversione è in stato di LOCK (led spento) o di UNLOCK (led acceso) rispetto al segnale 10MHz di riferimento. Tale led è pilotato dall'uscita TTL (denominata ALRM) del MITEQ stesso. Al momento non sono previsti controlli di lettura remota su tale stato . Il led rosso si accende quando viene a mancare il segnale di REF @ 10MHz (il MITEQ DLCRO fornisce un segnale TTL alto in un apposito pin denominato "ALRM").

In fase di test, all'uscita delle catene di conversione, tuttavia, si sono riscontrate delle anomalie sulla banda all'uscita (100MHz – 2100MHz). Ricostruendo il percorso del segnale si è evidenziato che il problema risiedesse nelle schede di prima conversione (Fig.8). Più in dettaglio, si è evidenziato . Un disadattamento tra l'amplificatore RF (CIAO WIRELESS) ed il mixer (MA-COM). Dopo un esame sulle ampiezze dei segnali in gioco si è optato per inserire un attenuatore da 3dB (in grado di lavorare fino a 26GHz) tra i due componenti (Fig.9). Così facendo le anomalie di cui sopra sono state notevolmente ridotte .

8HP	1 CONVs POWER SUPPLY
	NOT USED
8HP	2 CONVs POWER SUPPLY (Analog V)
	NOT USED
3HP	2 CONVs POWER SUPPLY (TTL)
	NOT USED
3HP	LO DIST POWER SUPPLY
6HP	SCHEDA CONTROLLO RS485 - ETHERNET
6HP	1 CONV CH1 L
6HP	2 CONV CH1
6HP	1 CONV CH1 R
14HP	LO DISTRIBUTOR
6HP	1 CONV CH0 L
6HP	2 CONV CH0
6HP	1 CONV CH0 R

Fig.4: RX 22GHz – BiFeed - Disposizione degli alimentatori e delle schede all'interno del cestello rack da 84HP.

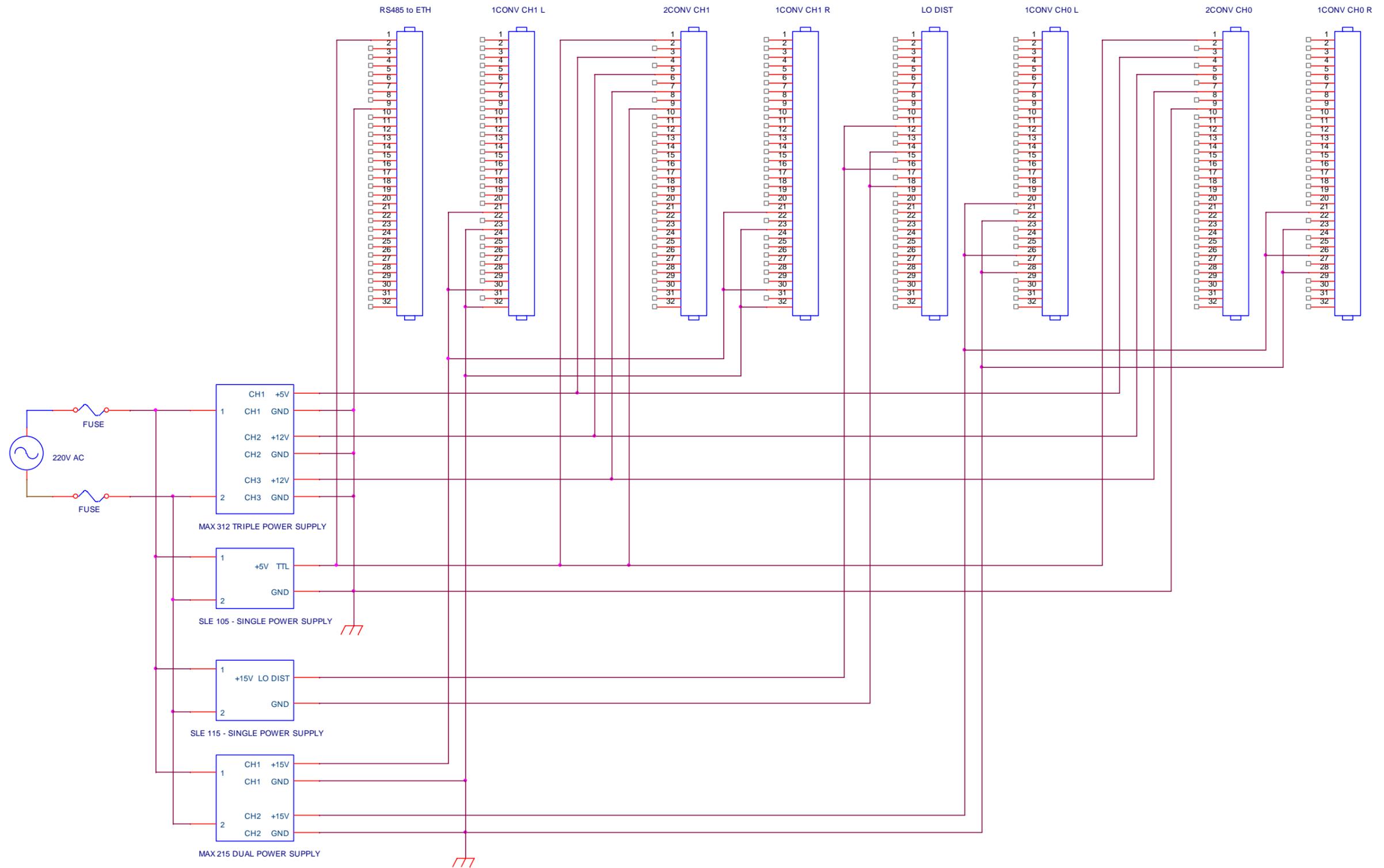


Fig. 5: RX 22GHz - BiFeed – Schema delle Connessioni del Backplane per la Distribuzione delle Alimentazioni.

La distribuzione delle tensioni alle varie schede avviene tramite apposite “barre di connessione” al fine di ottenere un layout il più pulito possibile.

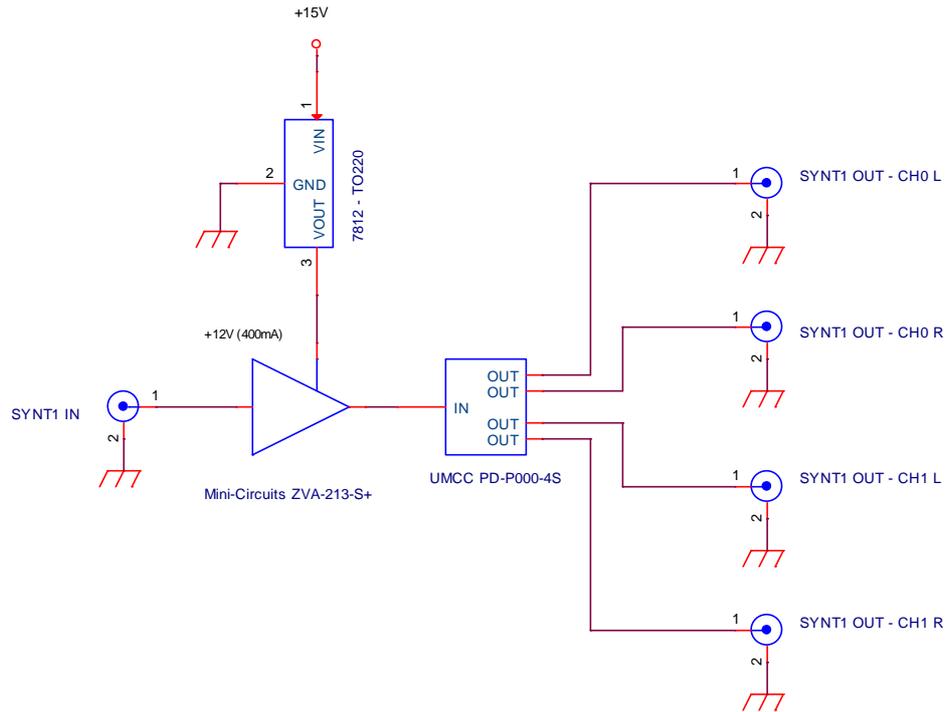


Fig.6: RX 22GHz - BiFeed – Distribuzione del SYNT1 (Oscillatore Locale, LO1, per la prima conversione).

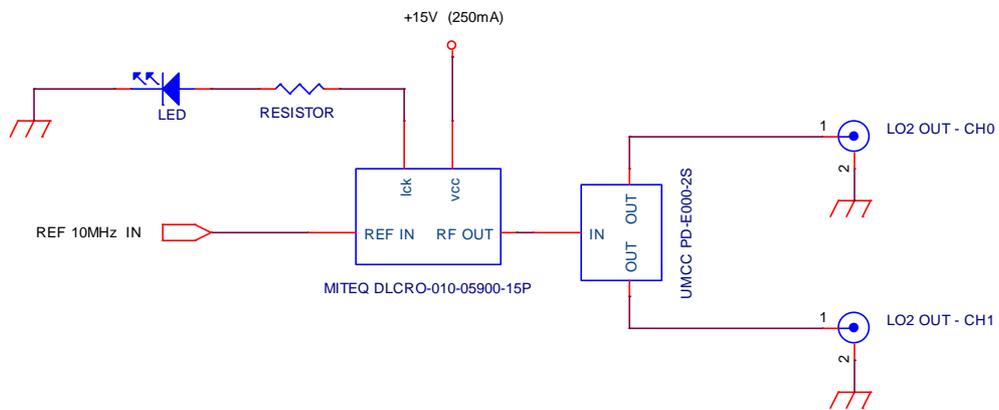


Fig.7: RX 22GHz - BiFeed – Distribuzione dell' LO2 (Oscillatore Locale per la seconda conversione).

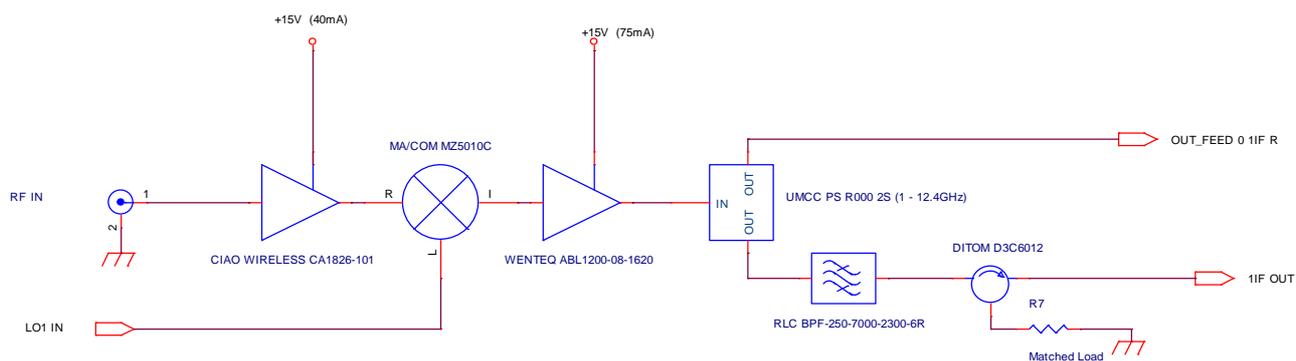


Fig.8a: RX 22GHz - BiFeed – Schema elettrico della prima conversione (LEFT e RIGHT) in versione originale.

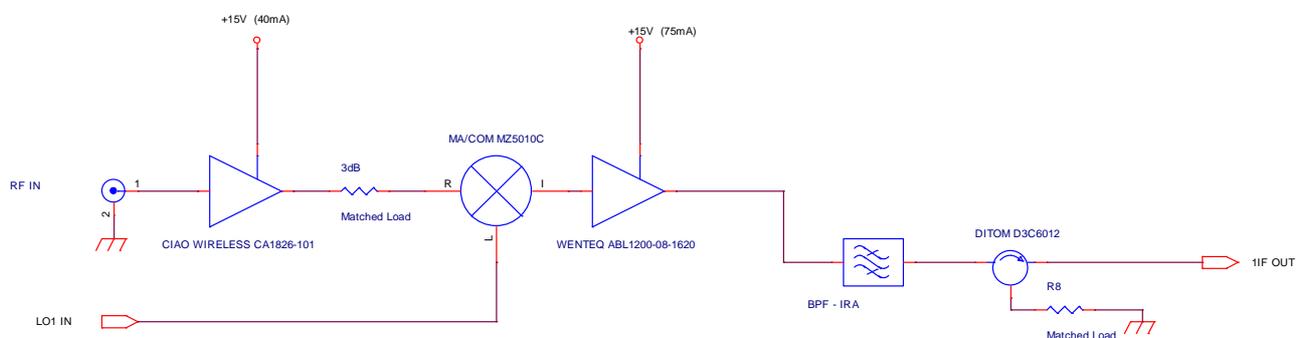


Fig.8b: RX 22GHz - BiFeed – Schema elettrico della prima conversione (LEFT e RIGHT) in versione modifica e effettivamente implementata nel cestello rack.

Come visibile in Fig. 8, oltre all'inserimento dell'attenuatore 3dB, lo schema è stato modificato anche bypassando lo splitter a due vie (verrà utilizzato per i Full Band Continuos Backend quando disponibile). Tale scelta è stata effettuata al fine di avere più segnale possibile in uscita e per non introdurre eventuali ulteriori elementi di disadattamento nella catena.

Da segnalare che tale splitter è tuttavia ancora meccanicamente implementato sulla scheda. Per poterlo utilizzare occorrerà modificare i collegamenti interni alla scheda stessa realizzando nuovi cavetti di interconnessione.

Per quanto riguarda lo schema elettrico della scheda di seconda conversione, si rimanda a [2] .

Implementazione meccanica dei componenti nelle schede.

Il primo elemento che si tenuto in considerazione è ovviamente l'ingombro dei componenti anche se l'intenzione era quella di mantenere la stessa filosofia impiegata nella realizzazione delle schede di prima conversione del MF 22GHz.

Anche per quanto riguarda l'oscillatore locale per la seconda conversione si sono fatte considerazioni analoghe allo sviluppo dell'elettronica dei ricevitori 7GHz e 22GHz MF per SRT. In particolare, esso è stato dotato di una certa massa termica per garantire la dissipazione del calore e per fornire un'adeguata inerzia termica (per minimizzare il drift di fase). IL DLCRO è stato fissato, con viti passanti attraverso asole appositamente realizzate, alla basetta della scheda (di alluminio) ed è stato opportunamente sagomato un raffreddatore (Fig. 9).

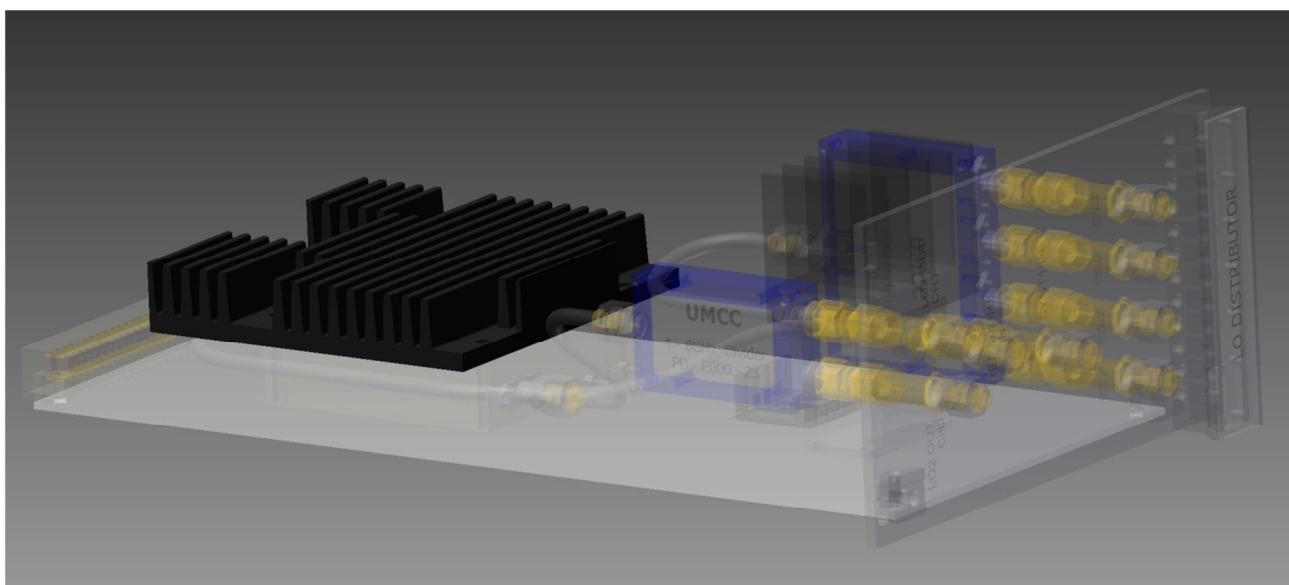


Fig. 9: RX 22GHz - BiFeed – raffreddatore per MITEQ DLCRO.

Il motivo di tali asole, realizzate al posto di normali fori, è quello di consentire (una volta allentate le viti di fissaggio) il movimento di tutto il blocco qualora si dovessero allentare/stringere i connettori RF (in fase di montaggio/smontaggio dei vari componenti). Anche l'amplificatore della Mini-Circuits presente sul percorso del segnale del SYNT1 è stato fissato alla basetta della scheda mediante un blocchetto di alluminio appositamente sagomato (Fig. 10).

Nel caso dell'amplificatore della Mini-Circuits inoltre, non si è reso necessario montare un dissipatore poiché esso ne viene provvisto già in fase di acquisto.

Le stesse considerazioni sono state fatte per gli altri dispositivi attivi. Tuttavia, al momento, sia gli amplificatori della CIAO WIRELESS sia quelli della WENTEQ presenti nella scheda di prima conversione non sono stati fissati alla basetta della scheda (poiché la loro dissipazione di potenza non è tale da richiedere tale intervento).

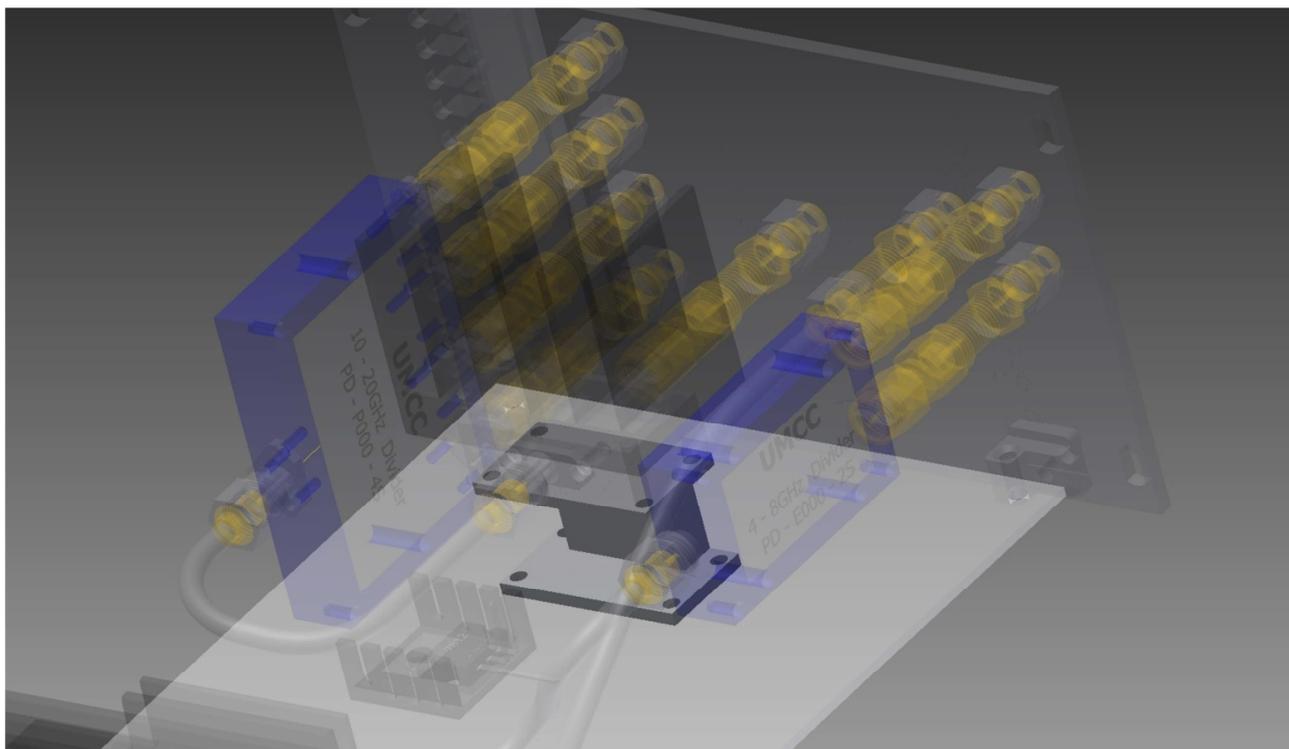


Fig.10: RX 22GHz - BiFeed – Fissaggio dell’amplificatore MINI-CIRCUITS alla scheda LO DIST.

Combinando tutte queste considerazioni e considerando le specifiche meccaniche dei vari componenti, unite alla necessità di implementare in un unico cestello un totale di 12 schede (8 schede per le conversioni + i relativi 4 alimentatori) sono state individuate le dimensioni dei vari pannelli in termini sia di “HP” (la dimensione orizzontale o “larghezza”) sia in termini di “U” (“Rack Units” cioè la dimensione verticale o “altezza”). In particolare, ciò è valido per le schede di prima conversione (4 schede) e per il LO DIST (1 scheda). Le altre schede (secondo conversioni, RS485-ETH ed i 4 alimentatori) hanno larghezze non modificabili. Laddove possibile, le larghezze delle schede, vengono determinate una volta assemblata tutte le catene e tenendo in considerazione lo spazio necessario per il fissaggio della scheda al pannello stesso. La dimensione in termini di “U” dei vari pannelli è, come di norma, fissata in 3U.

Infine, sono state effettuate considerazioni sui percorsi e sulle lunghezze dei cavi RF frontali di interconnessione tra le schede (sia di segnale sia di LO) in modo da evitare il più possibile intrecci e sovrapposizioni che avrebbero portato a difficoltà di collegamento ma anche di intervento in caso di manutenzione. Ciò si è reso necessario proprio in virtù del numero di schede da implementare nell’elettronica di conversione.

Tutto l’insieme di queste valutazioni è stato tradotto in una simulazione preliminare con CAD meccanico atta a prevedere l’insorgere difficoltà operative e determinare le quote delle lavorazioni meccaniche da effettuare sui pannelli (necessarie all’inserimento dei connettori verso l’esterno e sulle basette).

Di seguito vengono riportate le figure delle 2 tipologie di schede “customizzabili” cioè 1CONV (Figg. 11-12), e DISTLO (Fig. 13).

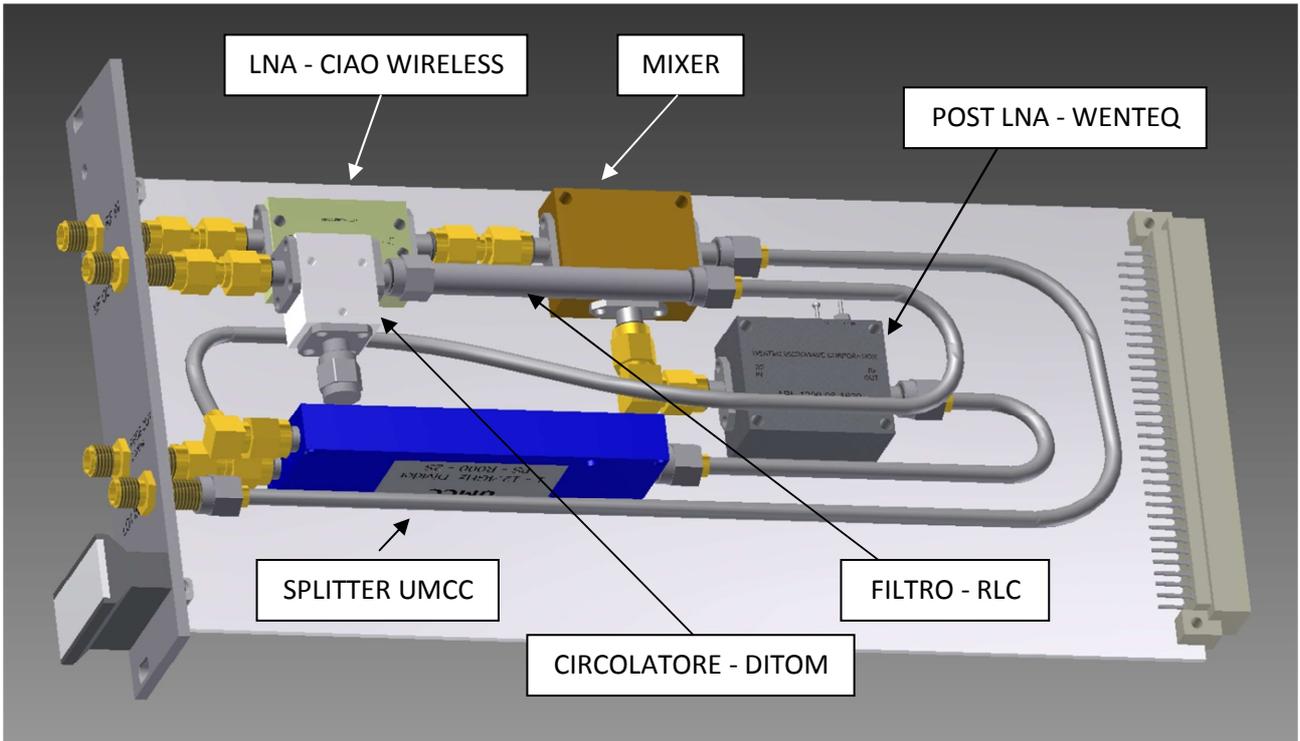


Fig.11: RX 22GHz - BiFeed – 1CONV in “versione iniziale” con lo splitter in uscita al post-amplificatore WENTEQ e con il filtro RLC.

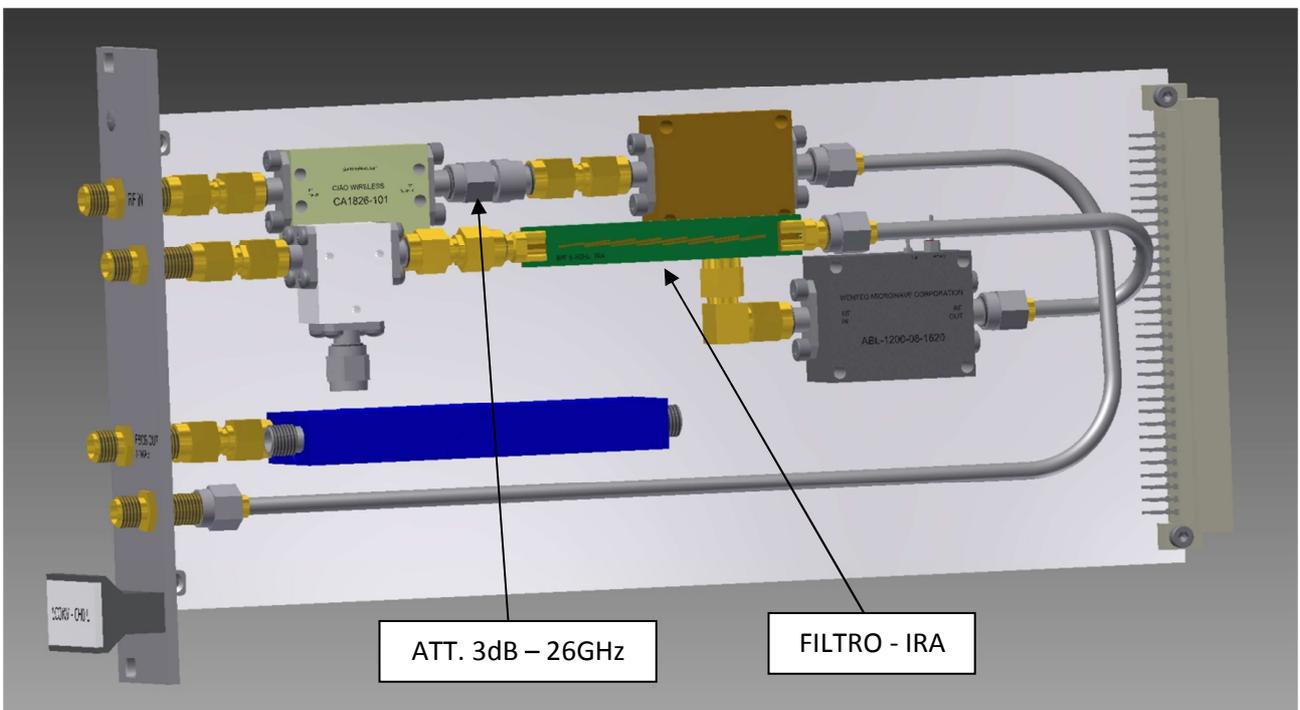


Fig.12: RX 22GHz - BiFeed – 1CONV in versione finale: lo splitter è montato ma non connesso. Il filtro è il BPF 6-8GHz IRA. Si nota anche l’attenuatore 3dB in ingresso al mixer.

Nella Fig. 14 è visibile il cestello 19" come dovrebbe risultare. In esso appare anche il cablaggio RF esterno. Si possono notare sia la sezione con le schede RF sia la sezione "di potenza" (sulla sinistra della figura) ed i cavi frontali che collegano le schede. In Fig.15 si ha un dettaglio delle schede RF montate e cablate fra loro.

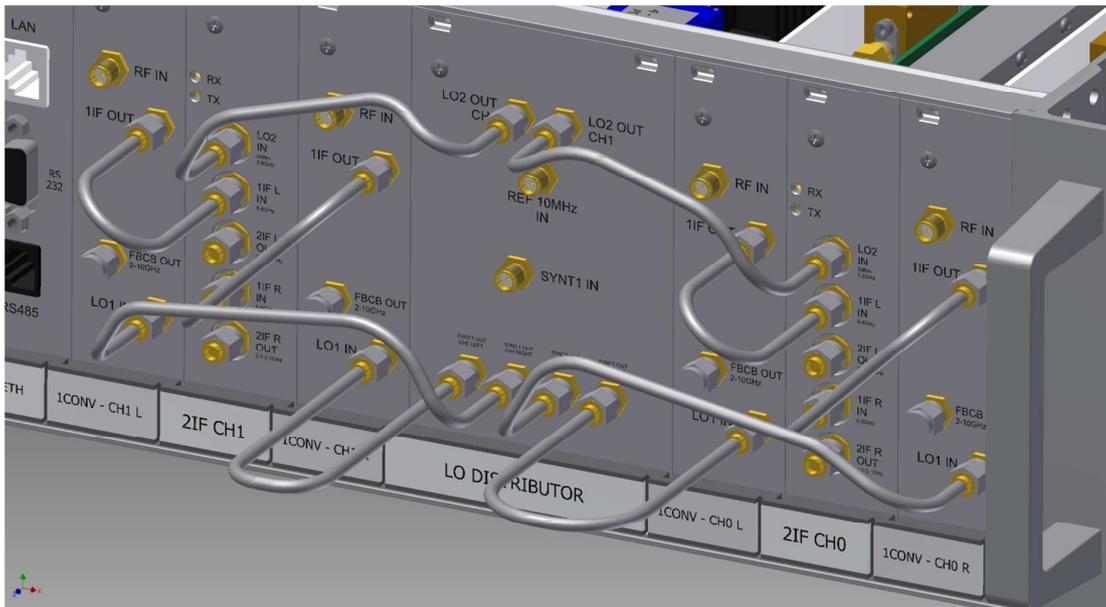


Fig.15: RX 22GHz - BiFeed – Sezione delle schede RF e cavi di interconnessione.

Nelle Figg.16-21(b) vengono mostrate le schede ed il cestello effettivamente realizzati

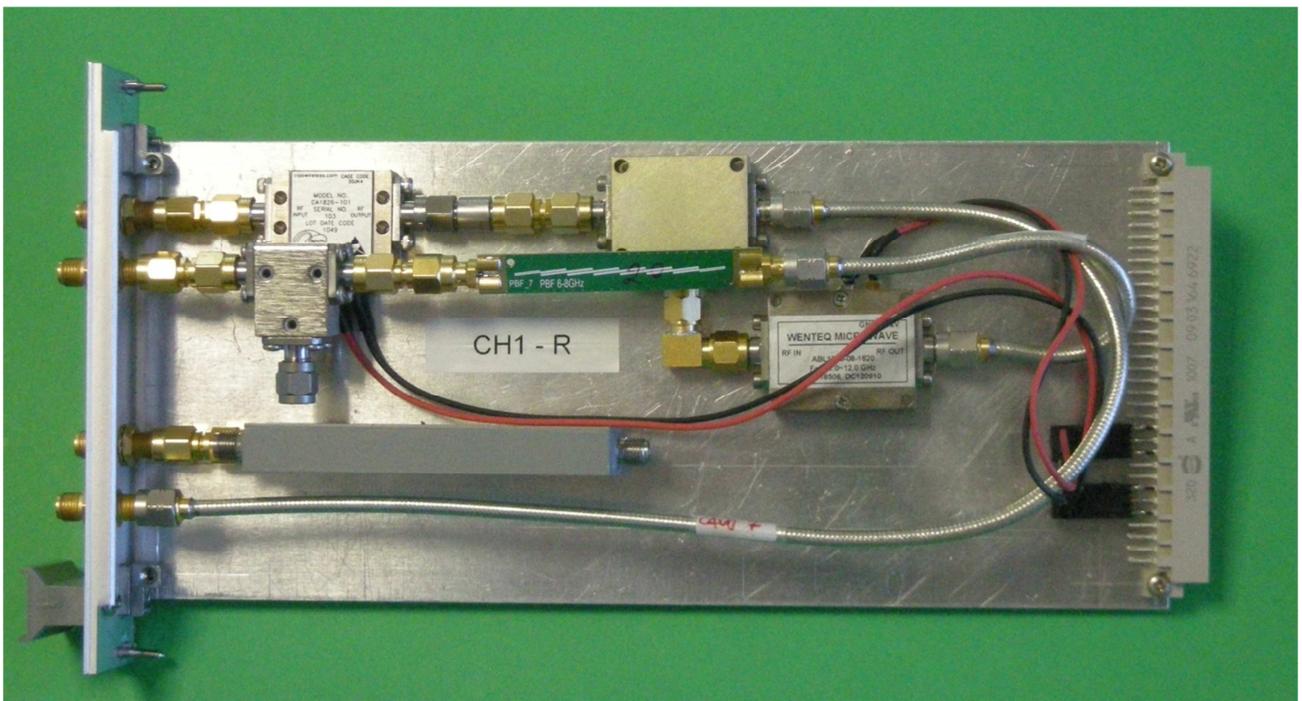


Fig. 16: RX 22GHz - BiFeed – Scheda di prima conversione (1CONV) nella versione attualmente montata.

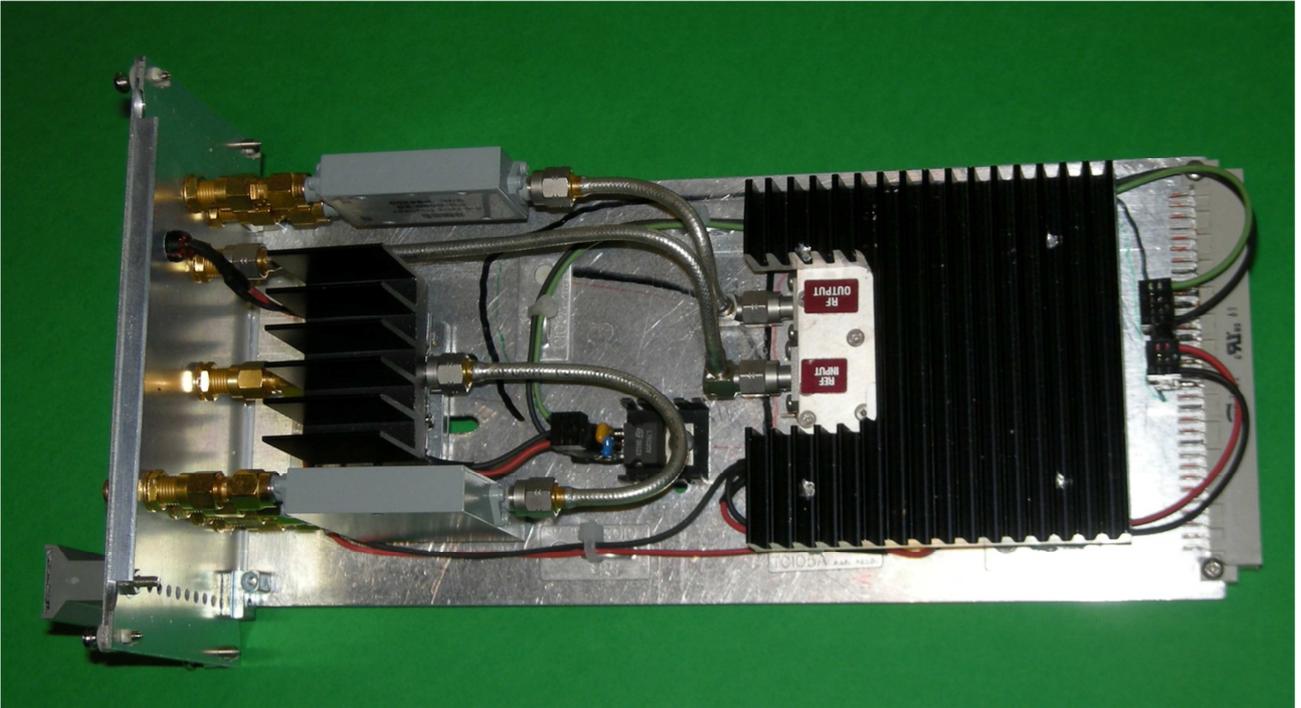


Fig. 17: RX 22GHz - BiFeed – Scheda Local Oscillator Distributor (LO-DIST).

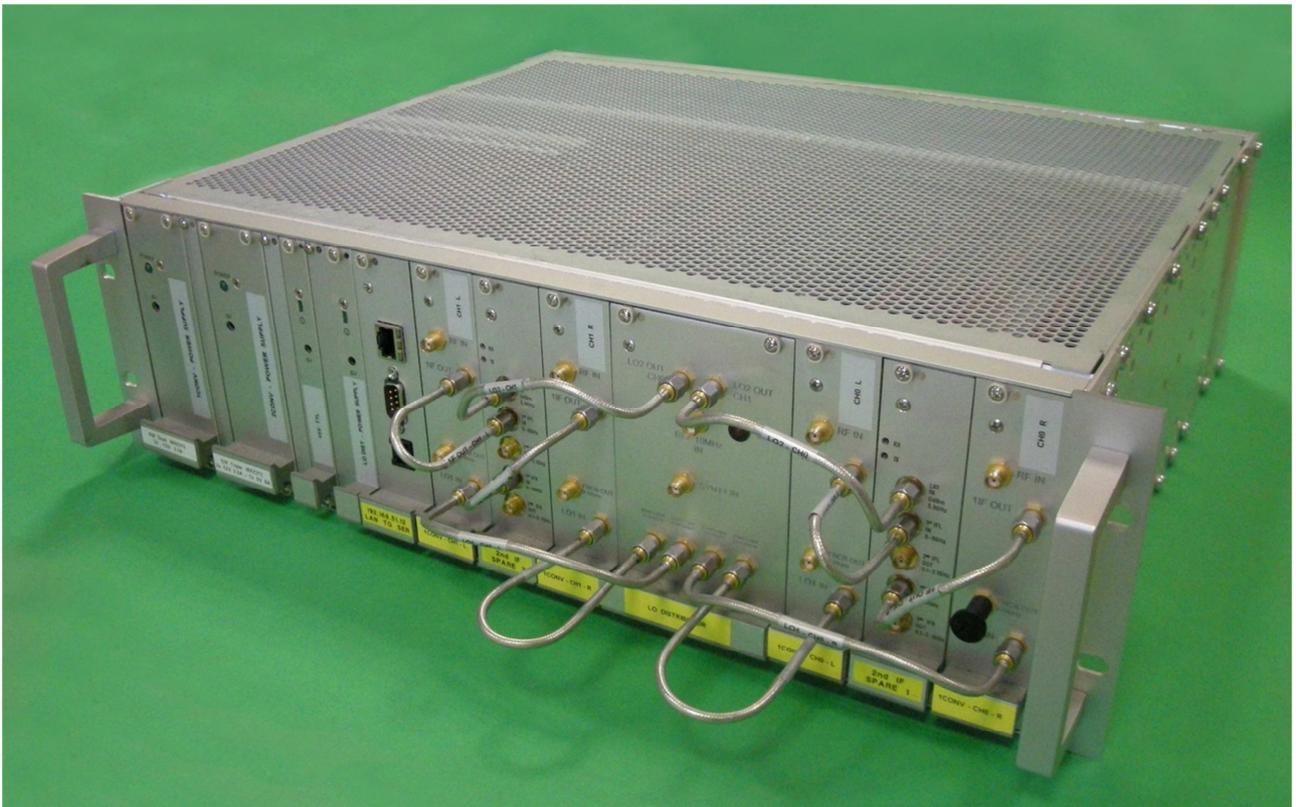


Fig. 18: RX 22GHz - BiFeed – Cestello "completo" dell'elettronica di conversione.

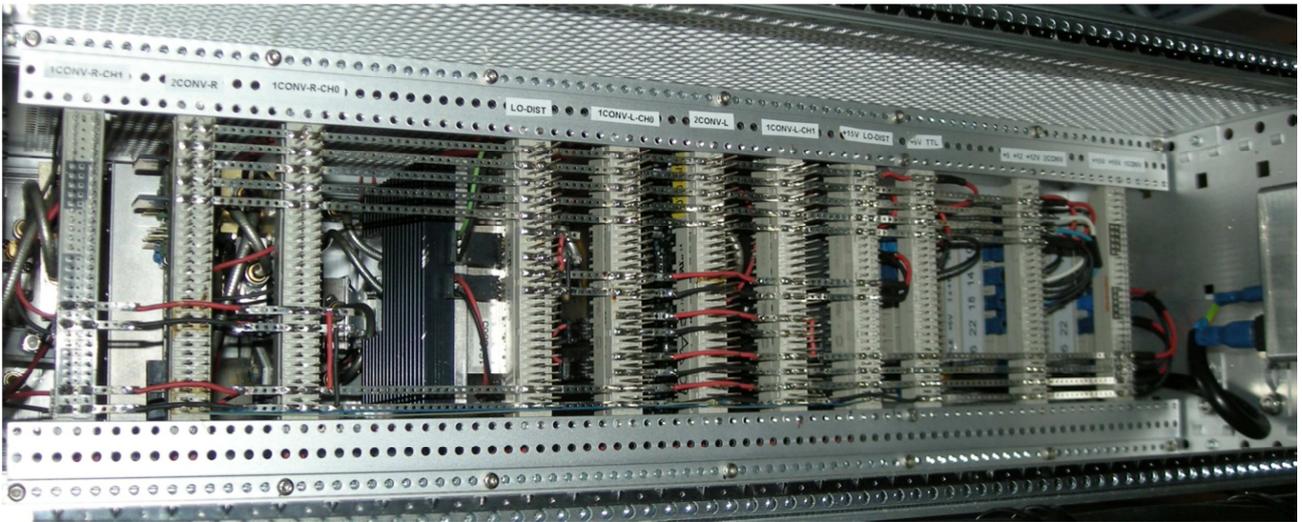


Fig. 19: RX 22GHz - BiFeed – Backplane per la connessione delle alimentazioni delle schede.

Nella tabella successiva vengono fornite le lunghezze dei cavetti in semirigido (Sucoform 141 CU della Huber& Suhner) e la tipologia di connettore utilizzato per il cablaggio. Da tenere presente che le lunghezze dei cavi sono le medesime sia per il ramo LEFT sia per il ramo RIGHT.

Inoltre, con “Connettore 1” e “Connettore 2” sono da intendersi i connettori di “ingresso” e di “uscita” del cavetto (rispettivamente):

Cavetto	Tipologia	Lunghezza	Connettore 1	Connettore 2	Attenuazione Teorica del Cavo ²
LO2 OUT to 2CONV LO2 IN	Esterno	140mm	SMA (male)	SMA (male)	0.14dB @ 5.9GHz
LO1 OUT to 1 CONV LO1 IN	Esterno	160mm	SMA (male)	SMA (male)	0.27dB @ 12GHz 0.38dB @ 20GHz
1IF OUT to 2CONV 1IF IN	Esterno	100mm	SMA (male)	SMA (male)	0.01dB @ 6GHz ³ 0.13dB @ 8GHz ³
10MHz REF IN to REF IN MITEQ	Interno	225mm	SMA (male)	SMA R.A. ³ (male)	N.A.
MITEQ OUT to SPLITTER IN	Interno	80mm	SMA (male)	SMA R.A. (male)	0.08dB @ 5.9GHz
MINI-CIRCUIT OUT to SPLITTER IN	Interno	85mm	SMA (male)	SMA R.A. (male)	0.14dB @ 12GHz 0.2dB @ 20GHz
LO1 IN to LO MIXER IN	Interno	300mm	SMA (male)	SMA (male)	0.5dB @ 12GHz 0.7dB @ 20GHz
WENTEQ OUT to BPF IN	Interno	120mm	SMA (male)	SMA (male)	0.12dB @ 6GHz ³ 0.16dB @ 8GHz ³

Legenda Colori:

	Connessioni Esterne
	Prima Conversione

	Distribuzione LOs
--	-------------------

² Con “Attenuazione Teorica del Cavo” si intende l’attenuazione calcolata mediante apposita formula fornita nel data sheet del cavo e “esclusi” i connettori.

L’attenuazione del cavo è calcolabile mediante la seguente formula (indicata nel data sheet):

$$A[dB/m] = a * \sqrt{f} + b * f$$

dove a = 0.355 e b = 0.04. f è la frequenza espressa in [GHz]

L’insertion loss, secondo il data sheet è calcolabile con la formula: $0.05 * \sqrt{f}$ dB. Da notare che, il connettore SMA Right Angle ha un limite di frequenza a 12.4GHz.

³ R.A.: significa “Right Angle”.

Test Elettrici e Radio Frequenza

Una volta realizzato il cestello si è passato alla fase di preliminare “test elettrico” verificando i reali assorbimenti delle varie schede. Naturalmente ciò viene fatto solo al fine di verificare il corretto dimensionamento degli alimentatori.

Al termine di questo test si è proceduto con la verifica funzionale “RF” della scheda di distribuzione degli oscillatori locali e delle conversioni. Ovviamente si è proceduto per step successivi (scheda per scheda) prima di testare tutto il sistema nel suo complesso.

Test della Scheda DISTLO – Distributore del Local Oscillator (Figg.12 e 17-19).

Una volta assemblata la scheda sono stati realizzati i cavetti di connessione tra l’uscita dell’amplificatore MINI-CIRCUITS ZVA-213+ e lo splitter 4 vie, il cavo tra ingresso 10MHz e l’ingresso del MITEQ DLCRO ed infine il cavo tra l’uscita del MITEQ e lo splitter a due vie.

Le lunghezze dei cavetti sono, rispettivamente, di 85mm, 225mm e 80mm. L’attenuazione teorica del cavo è legata alla frequenza: nella tabella precedente sono forniti i valori teorici di attenuazione corrispondenti alle lunghezze dei cavi di interesse. A questi valori occorre però aggiungere le attenuazioni di entrambe i connettori (dal data sheet ciascun connettore utilizzato presenta una IL di 0,02dB fino a 18GHz).

Prove sperimentali hanno consentito di verificare che l’attenuazione misurata dei vari cavetti nella scheda LO DIST sono in linea con il valore teorico. Il cavo che porta il segnale di REF 10MHz al DLCRO non è stato misurato in quanto la sua attenuazione “complessiva” è trascurabile alla frequenza di 10MHz. E’ stato inoltre verificato anche il funzionamento del segnale di LOCK/UNLOCK.

Per quanto riguarda il test “RF” della scheda LO DIST – sezione LO2, i dati ottenuti dalle misure sui livelli di uscita (direttamente sul pannello frontale) relativi alla potenza del segnale fornito ai mixer di seconda conversione sono pari a:

LO2 CH0 : +14.85 +/-0.4 dBm e LO2 CH1 : +14.83 +/-0.4 dBm

Nota: il DLCRO della MITEQ è in grado di fornire una potenza di uscita “misurata in fabbrica” di 17.1dBm

Sui valori di potenza del segnale sull’LO1 vengono di seguito forniti (in tabella) i valori direttamente misurati in antenna. Poiché i mixer di prima conversione hanno l’LO DRIVE (la potenza del segnale alla porta “LO”) di +10dBm “NOMINALE”, si sono impostati valori “al sintetizzatore” tali per cui in ingresso alla scheda di prima conversione arrivi un segnale di circa 11dBm.

Sono state effettuate anche verifiche volte alla determinazione della condizione di lavoro dell’amplificatore MINI-CIRCUITS. In particolare si è verificato che tale amplificatore non lavorasse in regime di saturazione.

Nota: le misure sono state effettuate con il Power Meter HP 437B e testina 8481A e fino a 18GHz. Occorre tenere in considerazione che il cablaggio in vertex è avvenuto utilizzando quello già presente e utilizzato

durante le fasi di test del RX MF 22GHz attualmente installato in SRT. Si provvederà successivamente a realizzare un cablaggio "ad-hoc".

Frequenza Synt LO1	Potenza da impostare nel Synt LO1	Ingresso prima conversione			
		CH0L	CH0R	CH1L	CH1R
[GHz]	[dBm]	[dBm]	[dBm]	[dBm]	[dBm]
12	0,0	11,0	10,9	11,4	11,3
13	0,6	11,0	10,8	11,0	11,2
14	0,8	10,9	11,0	11,0	11,1
15	1,0	10,8	10,4	11,0	10,9
16	1,5	11,1	11,1	11,0	11,4
17	2,6	11,1	11,0	11,0	11,1
18	3,0	10,9	10,7	11,1	10,8
19	4,8	10,4	10,2	11,0	10,4

I valori di potenza da impostare nel sintetizzatore tengono conto della lunghezza del cavo (cavo Andrew ETS1-50T) che è di circa 6m e la corrispondente attenuazione si attesta intorno ai 6dB (1.01dB/m).

Test della catena "1CONV + 2CONV" – Prima e seconda Conversione.

Il test della catena complessiva dell'elettronica di conversione è stato eseguito impiegando il seguente setup di misura:

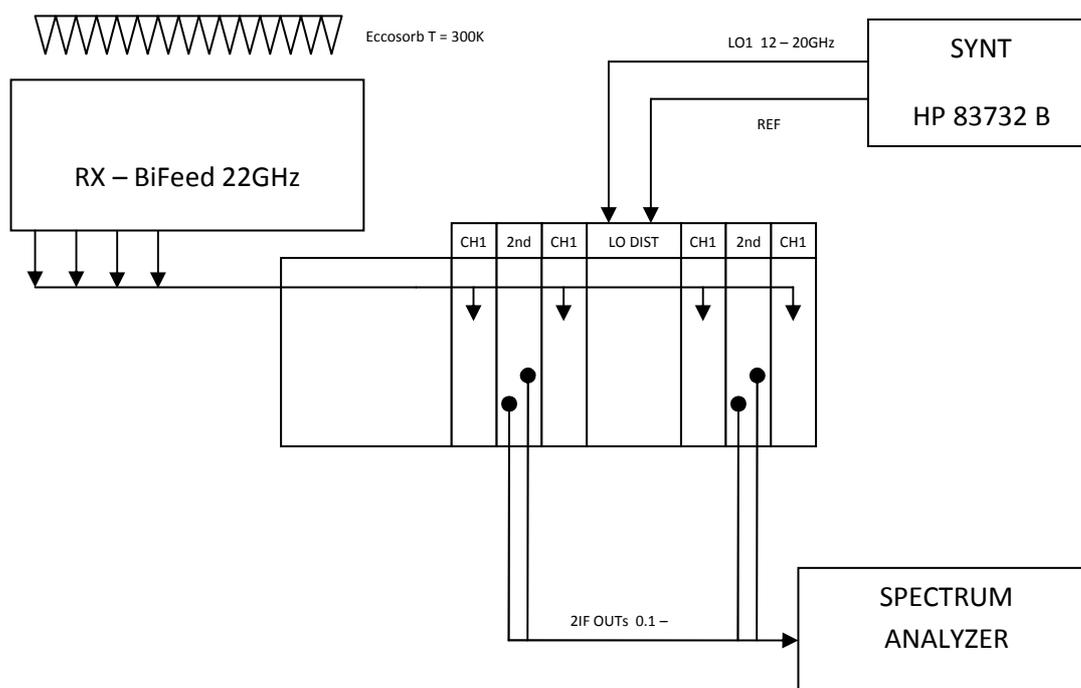


Fig. 20: RX 22GHz - BiFeed – Setup di verifica delle bande di uscita alla seconda conversione.

Il primo test RF che è stato eseguito sulle schede di conversione riguarda l'uscita della seconda conversione in funzione della frequenza. Ciò è servito per la verifica delle performance del sistema nel suo complesso ed eventualmente apportare modifiche e/o correzioni.

Il test viene eseguito fornendo all'ingresso RF IN delle schede di prima conversione un segnale di -60dBm (-10dBm al sintetizzatore + 50dB di attenuazione) nel range di frequenze di lavoro del ricevitore. I risultati sono visibili nella seguente Fig.21.

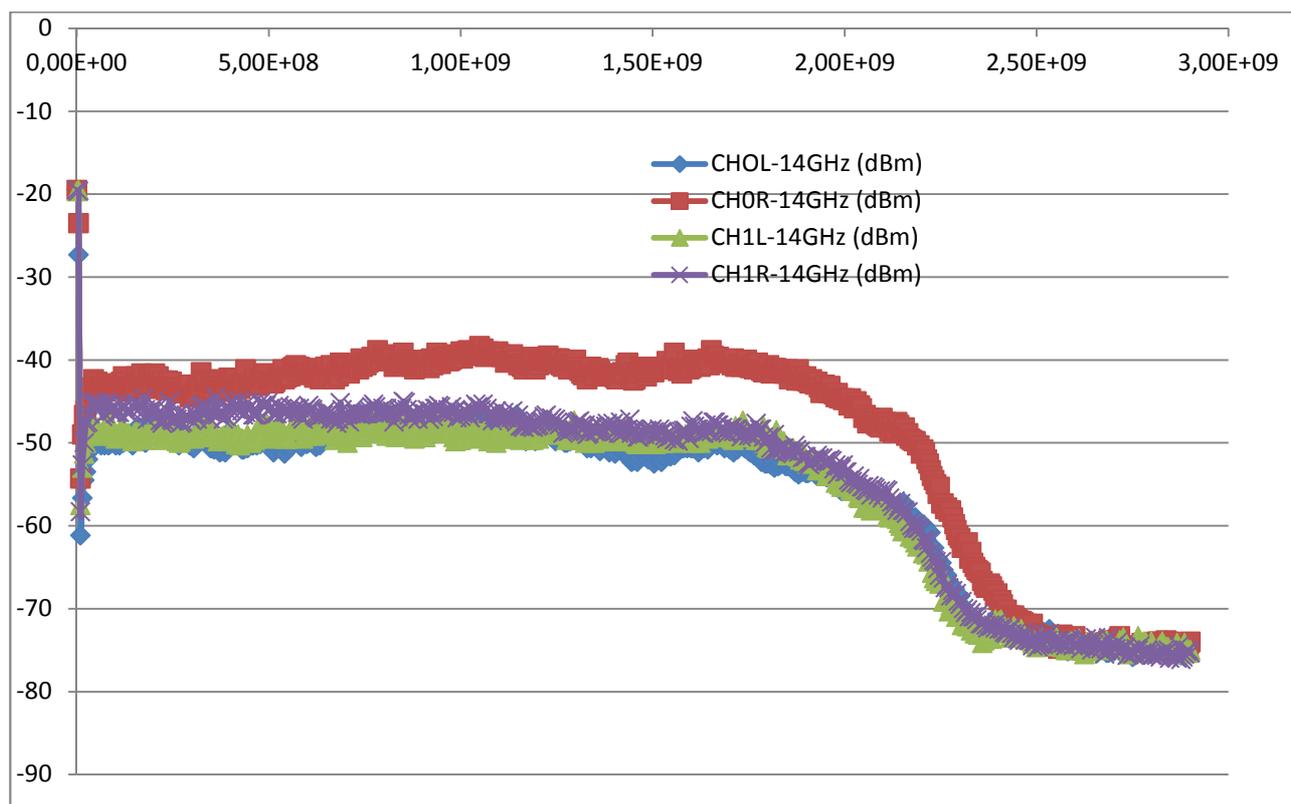


Fig.21: RX 22GHz - BiFeed – Andamenti del segnale in uscita del ricevitore completo misurati alle schede di seconda conversione.

Esaminando le bande di uscita dalla scheda di seconda conversione si è evidenziato un problema nei canali CH1 LEFT, CH1 RIGHT e CH0 LEFT. Sono i canali in cui sono stati installati gli amplificatori dell'NRAO. Da data sheet, in realtà, la situazione si sarebbe dovuta presentare esattamente al contrario e cioè i canali NRAO avrebbero dovuto avere livelli leggermente superiori al canale CH0 RIGHT (dove è installato l'amplificatore IRA). Inoltre, nei canali CH0L e CH1R si erano verificati problemi di aut oscillazioni.

A titolo di precisazione, nella Fig. xx vengono presentate le bande con oscillatore locale a 14GHz (banda convertita 20 – 22GHz). La situazione si verificava anche alle altre frequenze di oscillatore locale utilizzate nei test (12 – 14 – 16 – 18 – 19GHz).

Per determinare le cause di tali problemi, si è provveduto pertanto alla caratterizzazione del cestello rack contenente l'elettronica di conversione separandolo dal dewar.

Le misure sono state eseguite modificando il precedente setup di misura nel seguente modo (Fig. 21):

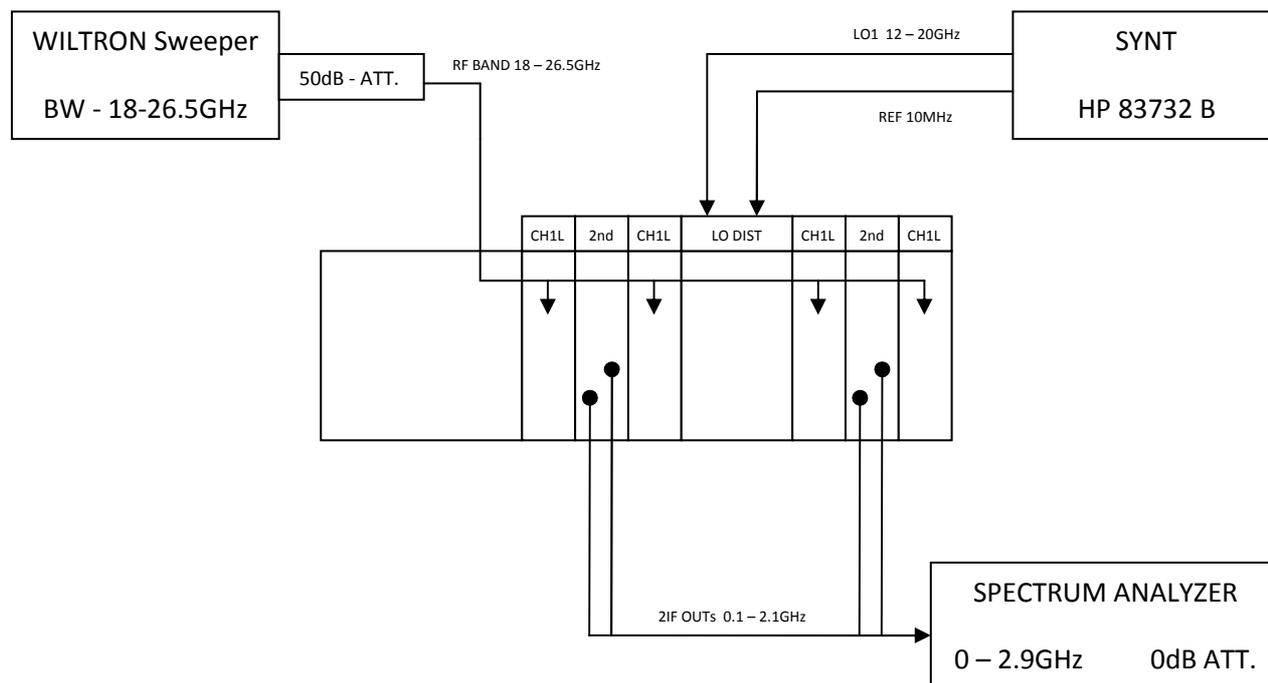


Fig. 22: RX 22GHz - BiFeed – Setup di verifica dei livelli dell’elettronica di conversione.

I risultati ottenuti, sempre a 14GHz di LO, vengono presentati nella Fig. 23. Come si può notare i livelli di potenza tutti dello stesso ordine di grandezza. Da questo si è potuto evincere che il problema risultava risiedere all’interno del dewar. Il ricevitore è comunque stato considerato installabile in antenna.

Tuttavia, una volta montato e reso operativo il ricevitore in antenna, è stata eseguita una breve campagna di test nel corso della quale gli amplificatori NRAO sono stati alimentati con la “scheda proprietaria”. I risultati hanno dimostrato che il problema di “scarso guadagno” era legato all’alimentazione degli stessi.

Analizzando⁴ le differenze tra i due schemi di biasing sono state riscontrate differenze sulla linea che polarizza il Gate. Nelle schede “AliSRT”, in uscita a tale linea, è presente un RC con 10Kohm in serie e 1uF verso massa. Un primo step di modifica si è tradotto nella riduzione del valore della capacità a 100nF. Tuttavia questa operazione non ha portato nessun effetto. Nel circuito NRAO la R in serie è di 1Kohm e non c’è nessuna capacità. A questo punto, sono state apportate le necessarie modifiche⁵ per far coincidere lo schema AliSRT con lo schema NRAO. Così facendo si sono finalmente ottenuti il valore di guadagno atteso.

⁴ Il lavoro è stato svolto direttamente in antenna da A. Cattani.

⁵ In un primo momento, si è modificata la sola R di 10Kohm con una di 1Kohm senza ottenere risultati apprezzabili. In seguito, il problema è stato completamente risolto eliminando la capacità.

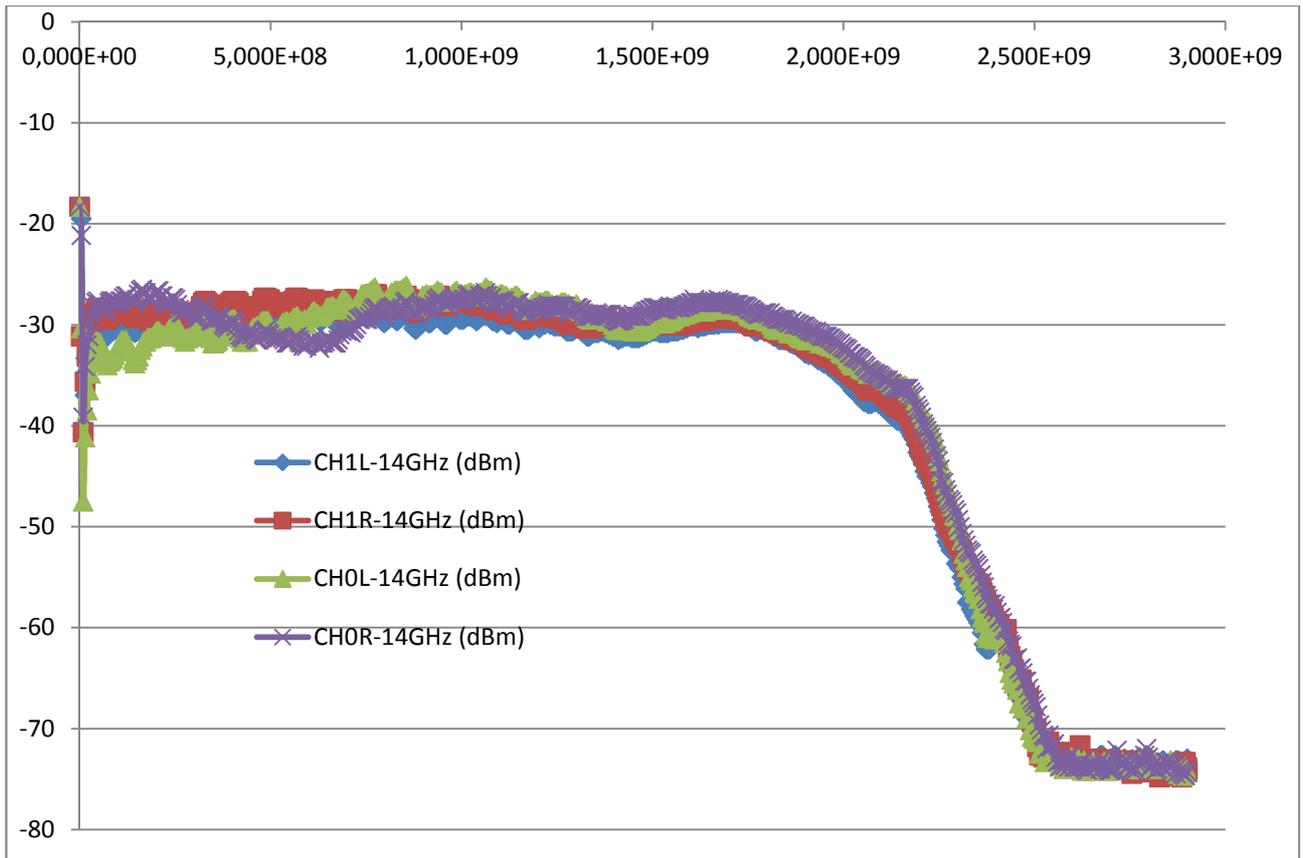


Fig.23: RX 22GHz - BiFeed –Livelli in uscita alle schede di seconda conversione “escluso il dewar”.

Attualmente, nelle schede di alimentazione di CHO_L (scheda AliSRT S/N 12), CH1_L e CH1_R (scheda AliSRT S/N 13) hanno le modifiche di cui si è appena parlato mentre, nel canale CHO_R (scheda S/N 12 che polarizza l’LNA IRA) la RC è ancora con resistenza da 10Kohm e condensatore da 100nF.

Di seguito (Fig.24), sono riportate le bande di uscita alle schede di seconda conversione del sistema nel suo complesso e montato in antenna (con antenna allo zenith ed eccosorb sulla bocca dei feeds).

Come considerazione aggiuntiva, si sottolinea come le misure delle bande in uscita dal cestello delle conversioni siano state effettuate “direttamente” in antenna, con pannello di Eccosorb sui feed e con l’analizzatore di spettro portatile Rohde & Schwarz FSH6.

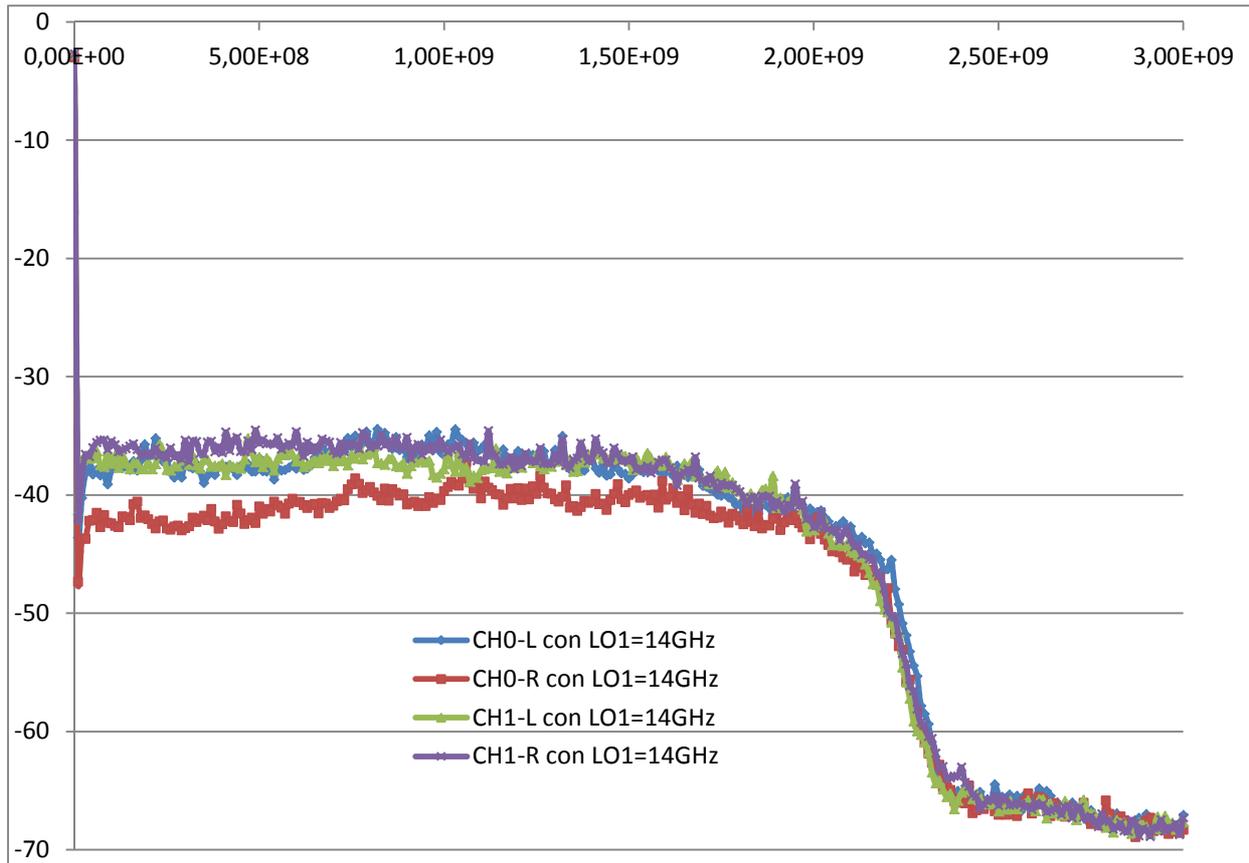
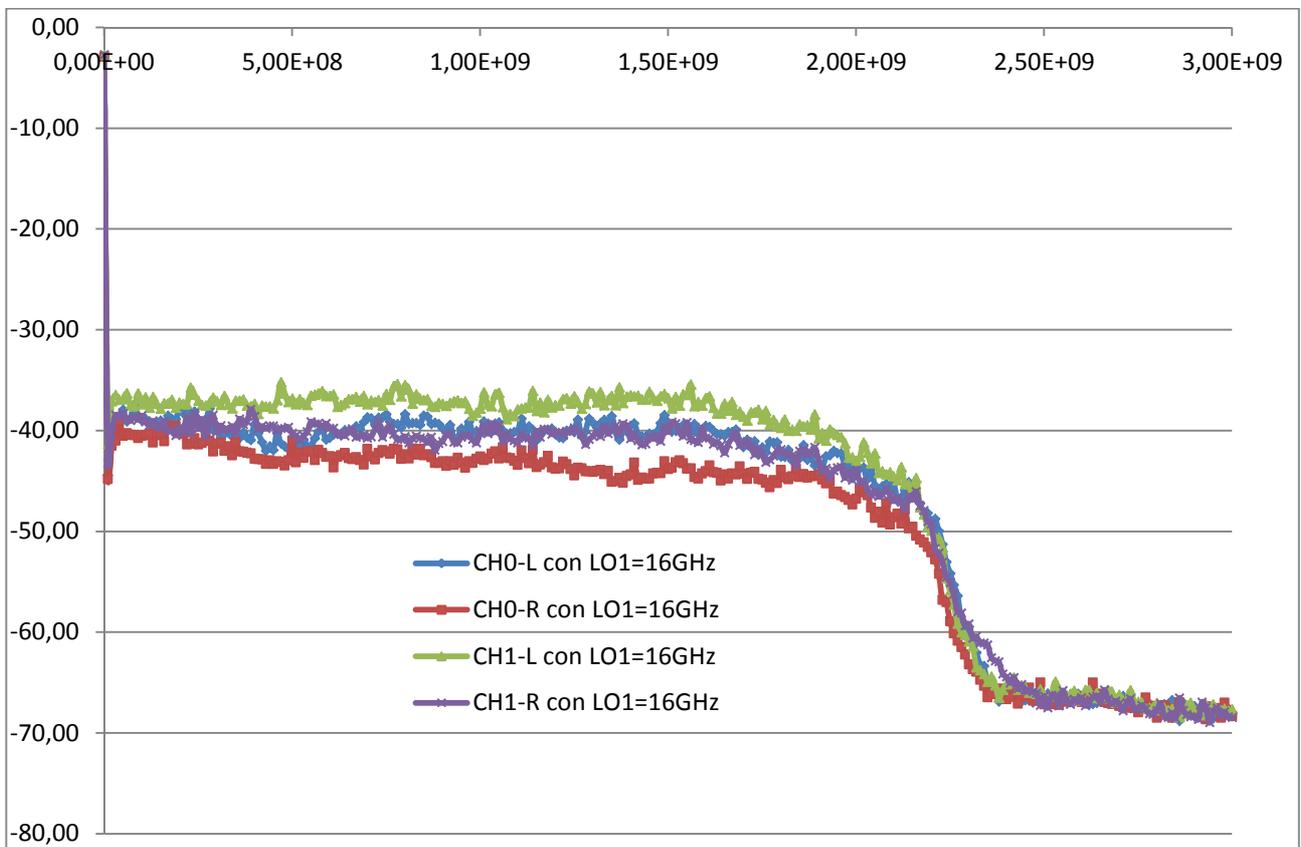
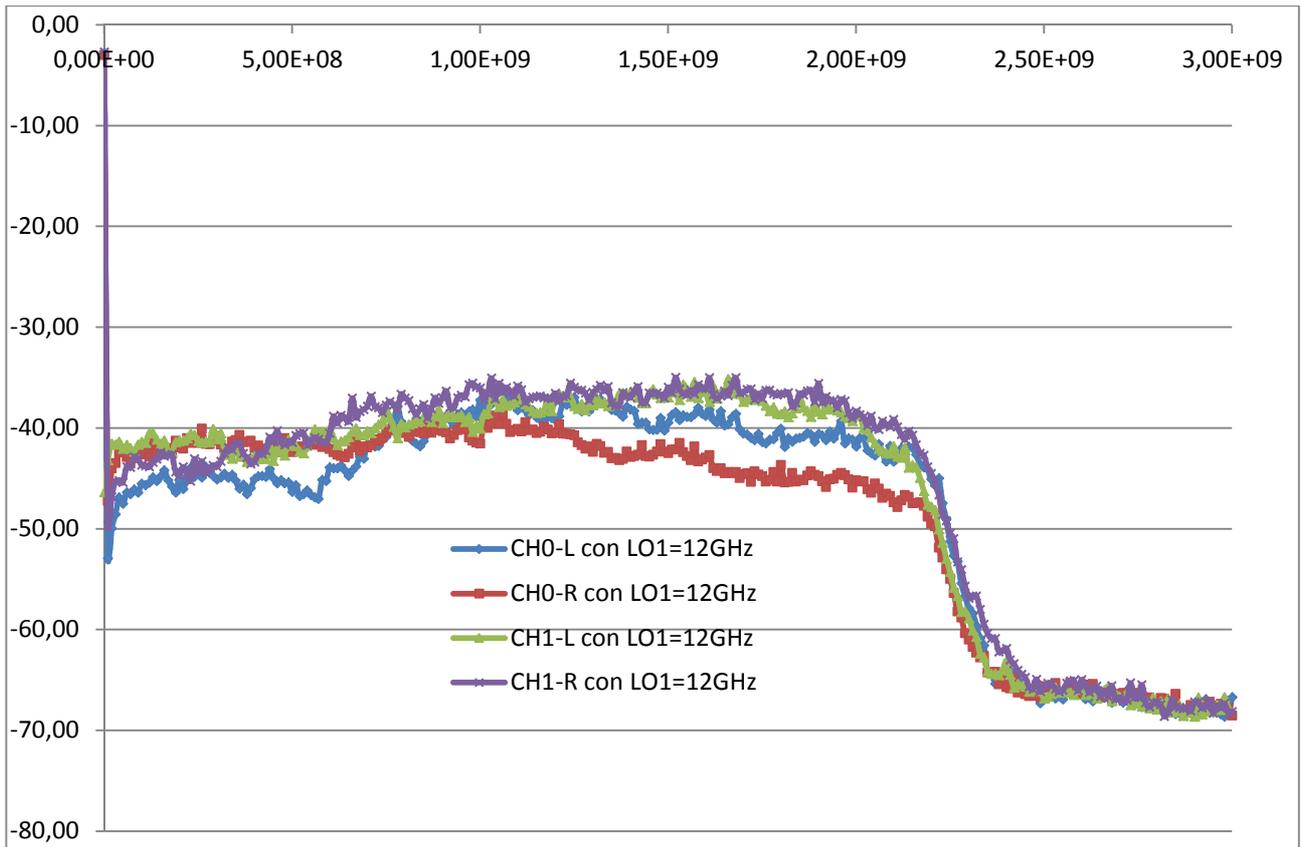
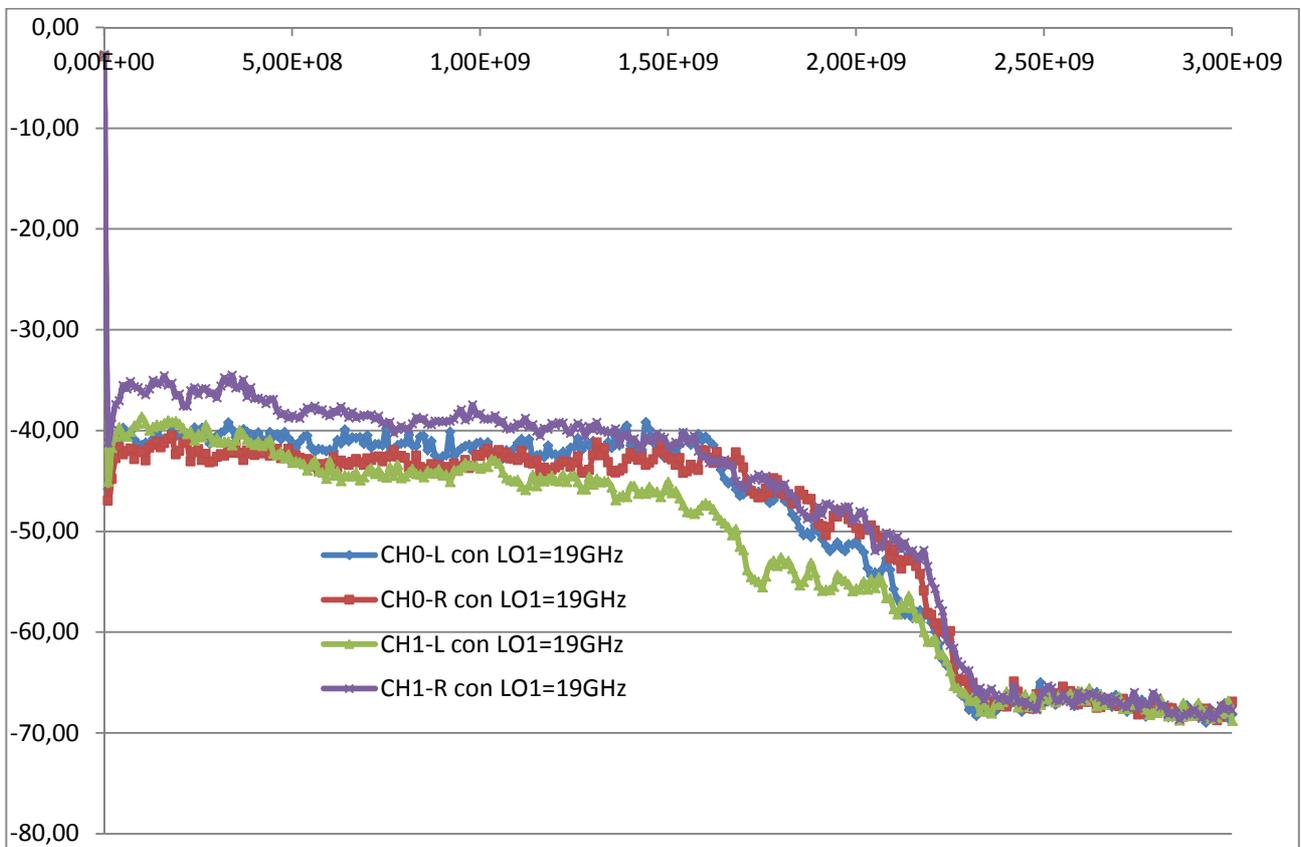
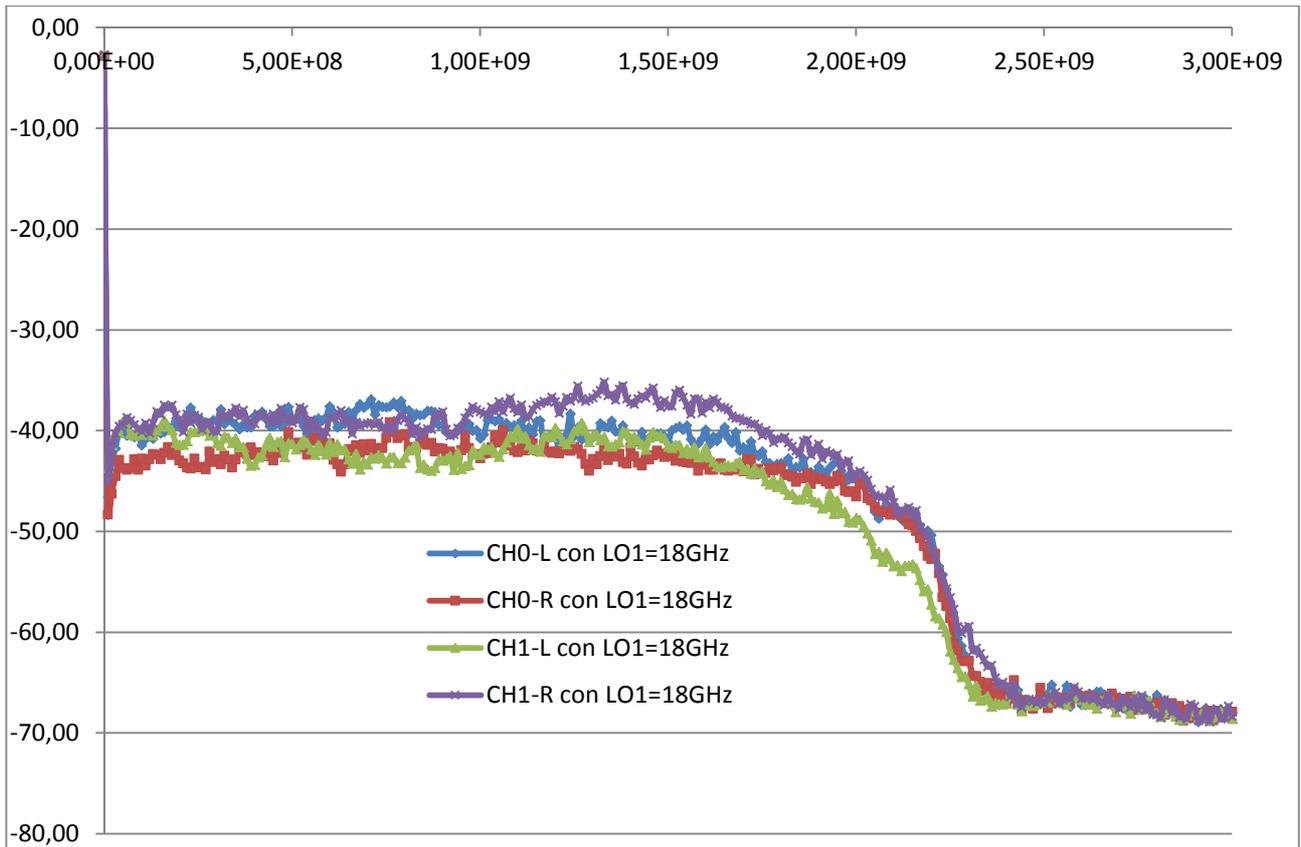


Fig.24: RX 22GHz - BiFeed – Livelli in uscita alle schede di seconda conversione del ricevitore completo (LO1=14GHz).

Di seguito, vengono riportate (per completezza) le diverse bande di uscita alle altre frequenze di LO1 (12, 16, 18 e 19GHz) necessarie alla copertura della banda 18-26.5GHz.





Conclusioni

Con il seguente report si è voluta descrivere l'implementazione dell'elettronica di conversione per il ricevitore 22GHz – BiFeed installato sull'antenna parabolica di Medicina (in posizione "3" della struttura porta-ricevitori).

Allo stato attuale, il sistema di conversione del ricevitore risulta essere testato e funzionante. In più, rispetto al progetto iniziale sono state apportate modifiche di carattere funzionale atte a migliorarne le prestazioni in termini globali.

In particolare si è avuto conferma della criticità dell'adattamento d'impedenza nella connessione tra il segnale RF in uscita all'amplificatore CIAO WIRELESS ed il mixer di prima conversione. Tale criticità è da considerarsi notevolmente ridotta inserendo tra i due componenti un attenuatore 3dB. E' stato anche evidenziato un problema nelle schede di alimentazione degli LNA e risolto con mirate modifiche in particolare sulla linea di polarizzazione dei gate. Tale problema potrebbe essere la causa di simili malfunzionamenti in altri ricevitori.

Di seguito vengono riassunte le caratteristiche principali del ricevitore:

Banda del Ricevitore	18 – 26.5 [GHz]
LO1 (da Sintetizzatore) per PRIMA CONVERSIONE	12 – 20 [GHz]
Potenza Ingresso LO1 (al connettore SYNT1 IN della scheda DISTLO)	Variabile secondo opportuna tabella
Potenza di Uscita LO1 (al connettore LO1 IN della scheda 1CONV)	circa +11 +/-0.4 dBm Canale CH0_L e CH0_R circa +11 +/-0.4 dBm Canale CH1_L e CH1_R
LO2 per SECONDA CONVERSIONE	5.9 [GHz]
Potenza Ingresso LO2 (al connettore REF 10MHz IN della scheda DISTLO)	0 ± 3dBm (@ 10MHz)
Potenza Ingresso LO2 (al connettore LO2 IN della scheda 2CONV)	+14.85 +/-0.4 Canale CH0 +14.83 +/-0.4 Canale CH1

References:

[1]: "PROGETTO ARCHITETTURA RICEVENTE 5GHz, 22GHz e 1.4GHz e di DISTRIBUZIONE dei SEGNALI IF, AU, REF per il RADIOTELESCOPIO SRT" - J. Monari, A. Scalambra e M. Poloni - SRT DOCS – GAI-04

[2]: "PCB IIK - PCB di II° conversione per sistema multifeed 22GHz" - A. Scalambra – SRTDOCS - GAI04-FR-4.0

Appendice

Schemi elettrici dell'elettronica di controllo del ricevitore.

A completamento del presente report vengono inseriti gli schemi elettrici di:

- 1 – Disposizione Schede Cestello di Controllo del Ricevitore.
- 2 – Sistema di
- 3
- 4 – Schema Elettrico dell'Elettronica di Controllo Dewar.
- 5 – Elettronica di Alimentazione LNAs.
- 6