

# **Distributore e Convertitore di segnali dei Ricevitori Astronomici dell'antenna parabolica di Medicina.**

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

*Rapporto Interno IRA N° 346/03*

## **1 Sezione RF inserita nell'ArmadioRack NewVertxRomm**

## **2 Convertitori IF**

2-1 Convertitore 5-7GHz

2-2 Connessione tipica di un Convertitore

## **3 Antenna Unit-LO1 Distributor e IF Distributor**

3-1 Antenna Unit Distributor

3-2 LO1 Distributor

3-3 IF Distributor

## **4 Reference Distributor**

4-1 Reference 100MHz

4-2 Reference 5 e 10MHz?

4-3 Misure di Stabilità di fase

4-4 Confronto fra Ref5MHz e Ref10MHz

# 1 Sezione RF inserita nell'armadio Rack Vertex

In questo rapporto interno si raccoglie la documentazione relativa al progetto dei nuovi ricevitori e della loro gestione elettronica nel contesto della nuova Vertex Room di Medicina.

L'armadio rack posto nella NewVertexRoom contiene quasi tutta l'elettronica di gestione riguardante i ricevitori che verranno costruiti a Medicina in fuoco secondario per la copertura continua della gamma di frequenze che va da 4.3 a 48GHz.

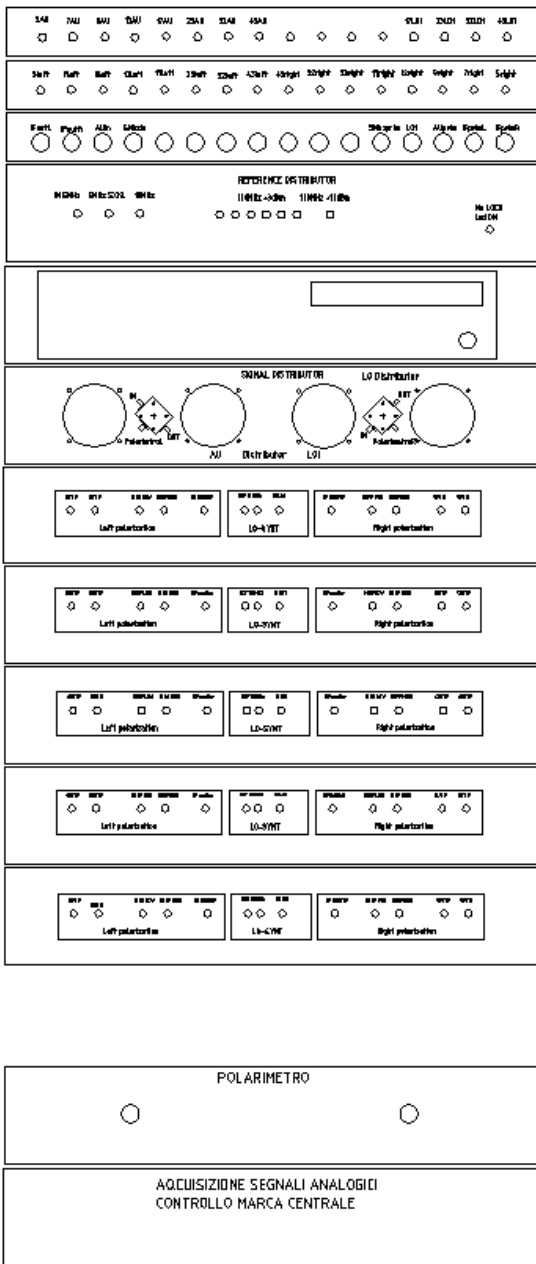


Fig.1-1Predisposizione ArmadioRack completo Fig.1-2Foto iniziale dell'ArmadioRack

In *fig.1-1* è raffigurato un esempio di ArmadioRack che permette di gestire 5 ricevitori in fuoco secondario e il SXKL in fuoco primario. Il primo ricevitore che sarà montato nella nuova vertex room è il 5GHz, gli altri seguiranno man mano secondo i tempi di progettazione e costruzione.

Dall'alto al basso troviamo tre pannelli a 1 unità. I primi due riguardano la connessione dei ricevitori presenti in vertex room (in *fig.1-3*, essendoci montato solo il 5GHz è visibile solo uno dei due), mentre il terzo riguarda la connessione con il fuoco primario (4 N paratia sulla destra) e con la stanza di controllo (8 N paratia a sinistra).

Segue il Reference Distributor, il Signal Generator 1-20GHz e il Signal Distributor. Quest'ultimo provvede a commutare le due polarizzazioni di IF, la ground unit proveniente dal Mark4 e il segnale OL1 proveniente dal Signal Generator.

Troviamo poi i cassettei dei vari Convertitori, del Polarimetro e del Acquisizione/Controllo.

L'armadio soddisfa esigenze di tenuta all'acqua. L'elettronica posta al suo interno, che è anche controllata in temperatura, risulta particolarmente protetta anche durante complessi interventi di manutenzione della VertexRoom.



*Fig.1-3 Foto di un particolare dell'ArmadioRack*

## 2 Convertitori IF

I Convertitori sono dei sistema d'amplificazione e di conversione in frequenza appositamente costruiti per la nuova VertexRoom di Medicina. In fase di progettazione è emerso che, scegliendo opportunamente le frequenze di conversione, è possibile condividere una parte di dispositivo comune nei due ricevitori senza limitarne le potenzialità. Per ottimizzare i costi e gli ingombri è quindi possibile raggruppare, come mostrato in tabella, ben 6 parti terminali della catena di due sistemi di ricezione, in tre cassette (denominati "convertitori") inseriti dentro un armadio rack.

I preamplificatori posti dentro al Dewar e gli AmpliAliRic (filtro/amplificatore posto dopo gli LNA) saranno invece posizionati insieme ad altri componenti, sulla struttura che regge il feed.

Due switches posti dentro il convertitore rendono possibile commutare le due polarizzazioni (right e left che vanno verso la sala di controllo) da un ricevitore all'altro; nell'esempio di *fig.2-2* dal 5GHz al 7GHz.

In *tab.1-1* sono riportati tutti i ricevitori che dovranno essere costruiti in futuro a Medicina per la copertura continua. Attualmente è stato terminato il Convertitore 5-7GHz.

Convertitore	fo (GHz)	$\lambda$ (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
32	31	1.0	28	1.38	26.00	36.00
43	42	0.7	22	1.37	35.00	48.00

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

## 2-1 Convertitore 5-7GHz

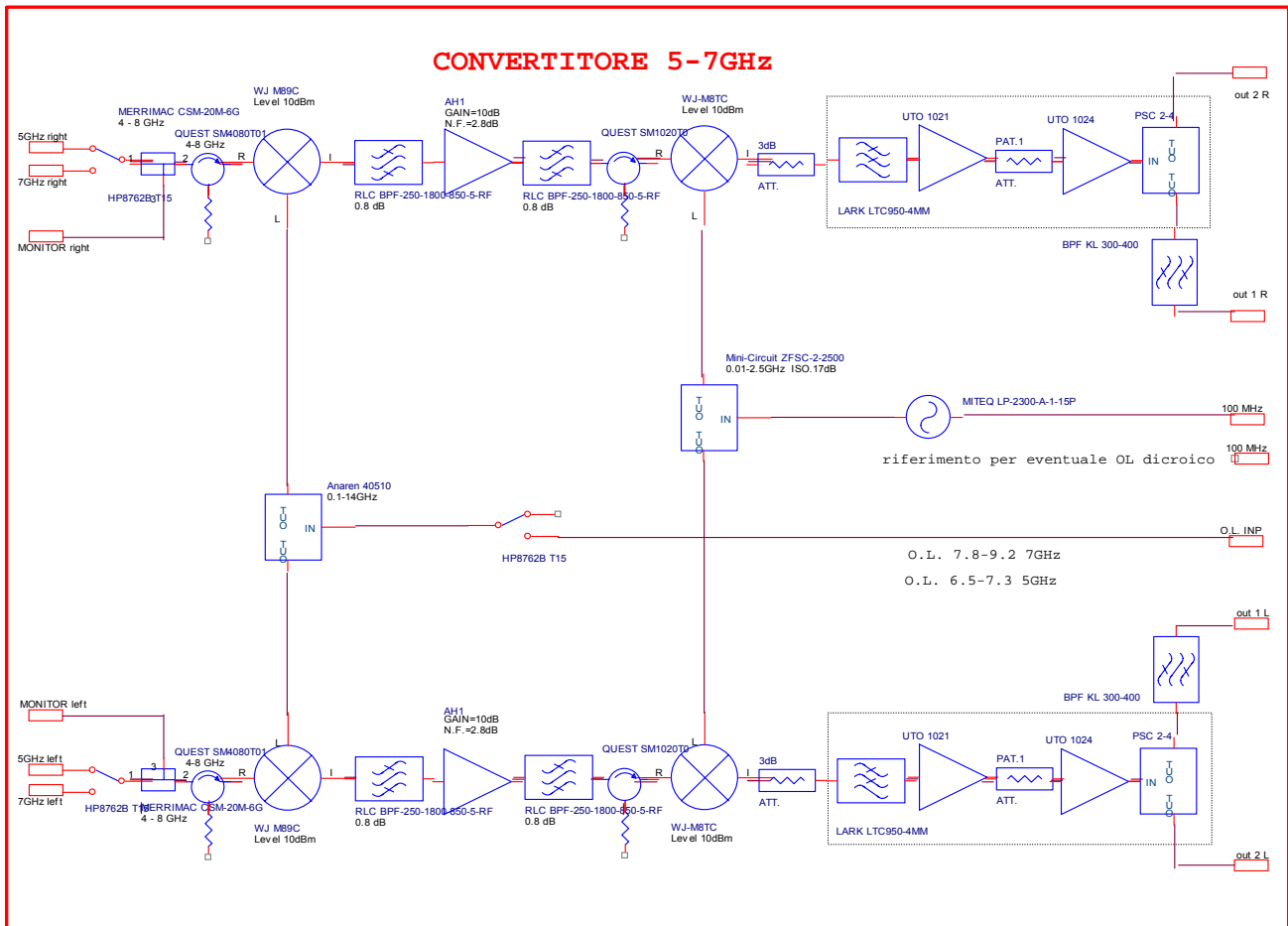


Fig.2-1 Schema Orcad

In fig.2-1 è raffigurato lo schema Orcad del Convertitore 5-7GHz, questa tipologia di architettura di sviluppo delle due polarizzazioni sarà replicata anche negli altri convertitori. Può darsi che per convertitori a frequenze elevate ci sia l'esigenza di eseguire in prossimità del feed la prima conversione in frequenza (l'attenuazione dei cavi coassiali può diventare un problema se il tragitto AmpliAliRic-ArmadioRack diventa considerevolmente lungo). In tal caso il cassetto rack di tali ricevitori conterrà solo la seconda conversione.

Per approfondimenti si consiglia la lettura del Rap.Int. "Convertitore 5-7GHz".

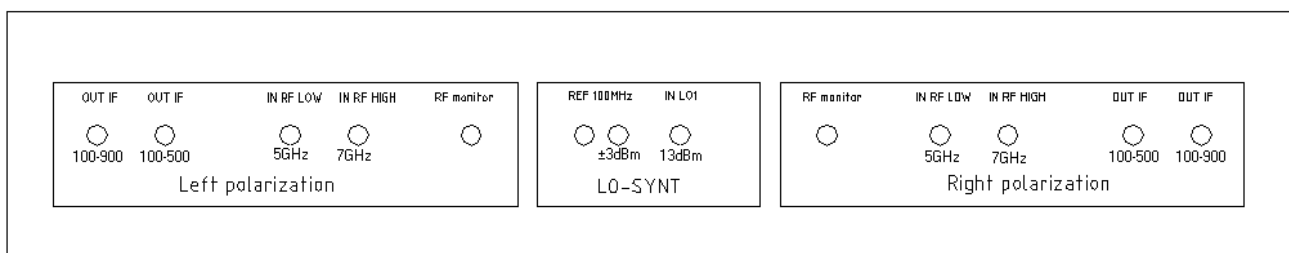


Fig.2-2 Pannello di connessione Convertitore 5-7GHz

## 2-3 Connessione tipica di un Convertitore

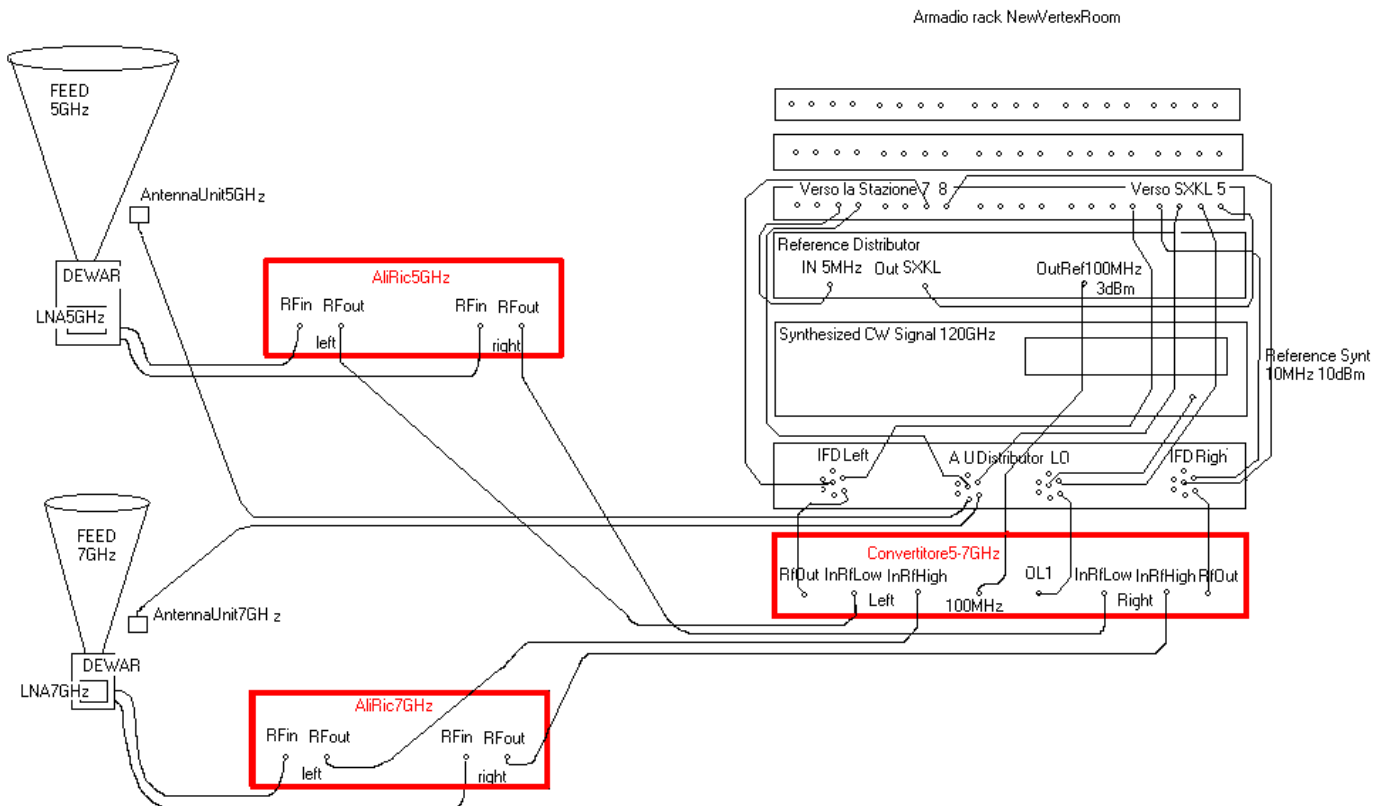


Fig.2-2 Esempio di connessione del Convertitore 5-7GHz

All'ingresso **IN RF LOW** è collegata l'uscita dell'AmpliAliRic5GHz mentre in quella **IN RF HIGH** è collegata quella dell'AmpliAliRic7GHz, ossia i segnali RF preamplificati e filtrati.

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. Il segnale prelevato è accoppiato  $-20\text{dB}$  rispetto all'ingresso **INRFLOW**.

L'ingresso **IN LO1** è collegato all'uscita del LO Distributor. Il livello di potenza al connettore deve essere di  $+13\text{dBm} \pm 1\text{dBm}$

L'ingresso **REF 100MHz** serve per fornire al PLO contenuto all'interno la 100MHz proveniente dal Reference Distributor. Nel caso del convertitore 5-7GHz si ricorda di fornire la 100MHz a  $0 \pm 3\text{dBm}$ . Se il ricevitore in questione è utilizzato per il sistema dicroico, bisognerà fornire un'ulteriore 100MHz di livello opportuno, come riferimento per un secondo PLO.

Sono previste per ogni polarizzazione due **OUT IF**, una  $100-500\text{MHz}$  e una  $100-900\text{MHz}$ .

### 3 Sistemi di distribuzione dei segnali

Il cambio dei ricevitori della NewVertexRoom avviene ora, come ormai già avviene da tempo per quanto riguarda il fuoco primario, in maniera del tutto automatizzata. Sono infatti previsti dei sistemi di smistamento dei segnali comandati remotamente che provvedono a fornire al ricevitore d'interesse, senza l'ausilio di manodopera, tutto il necessario per il suo giusto funzionamento.

La distribuzione del segnale OL1 del Sintetizzatore ai vari convertitori, la distribuzione dell'AntennaUnit ai vari System feed e la distribuzione dell'IF dei convertitori al MarkIV, avviene essenzialmente grazie alla commutazione di semplici switch coassiali dell'Agilent 87106 a n°6 posizioni (vedi *fig.3-1*).

Nel sistema LO1 Distributor sono utilizzati dei 86106B che operano fino a 20GHz, mentre negli altri due sistemi di distribuzione, IF e AU, vengono utilizzati dei 86100A che si limitano a 4GHz.

Le porte dello switch sono terminate a 50Ω e offrono un isolamento tipico di più di 100dB anche a 20GHz.

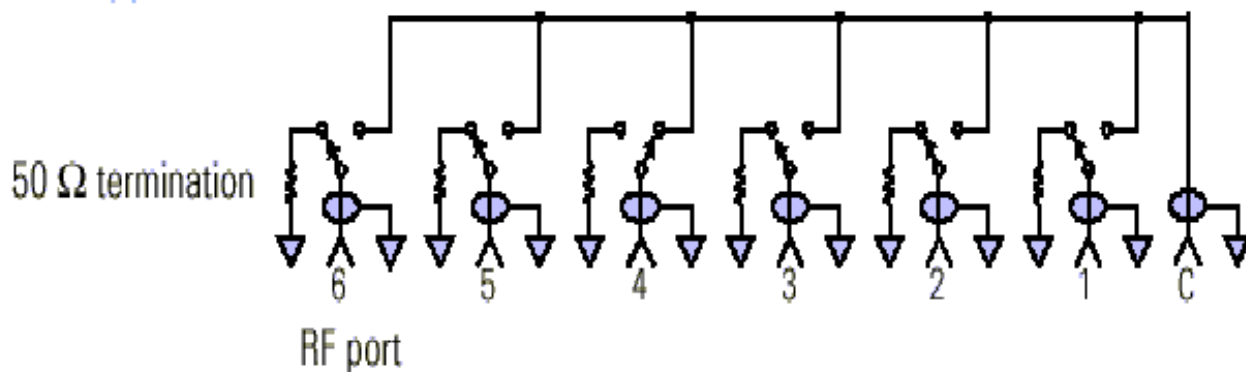


## Switches



**Agilent 87104/106 family.**

*Fig.3-1 Commutatore coassiale a 6 posizioni*



*Fig.3-2 Commutazione delle porte del 87106*



Tutti gli switches sono stati acquistati con l'opzione **T24** che permette un controllo delle porte compatibili con livelli di tensione TTL/CMOS. Se si vuole per esempio chiudere la porta n°1 con il comune, devo applicare un livello alto al pin3, se si vuole invece chiudere un'altra porta devo prima assicurarmi che al pin3 ci sia un livello basso e poi fornire quello alto al pin che comanda la porta desiderata. I pin indicator forniscono lo stato di commutazione del dispositivo.

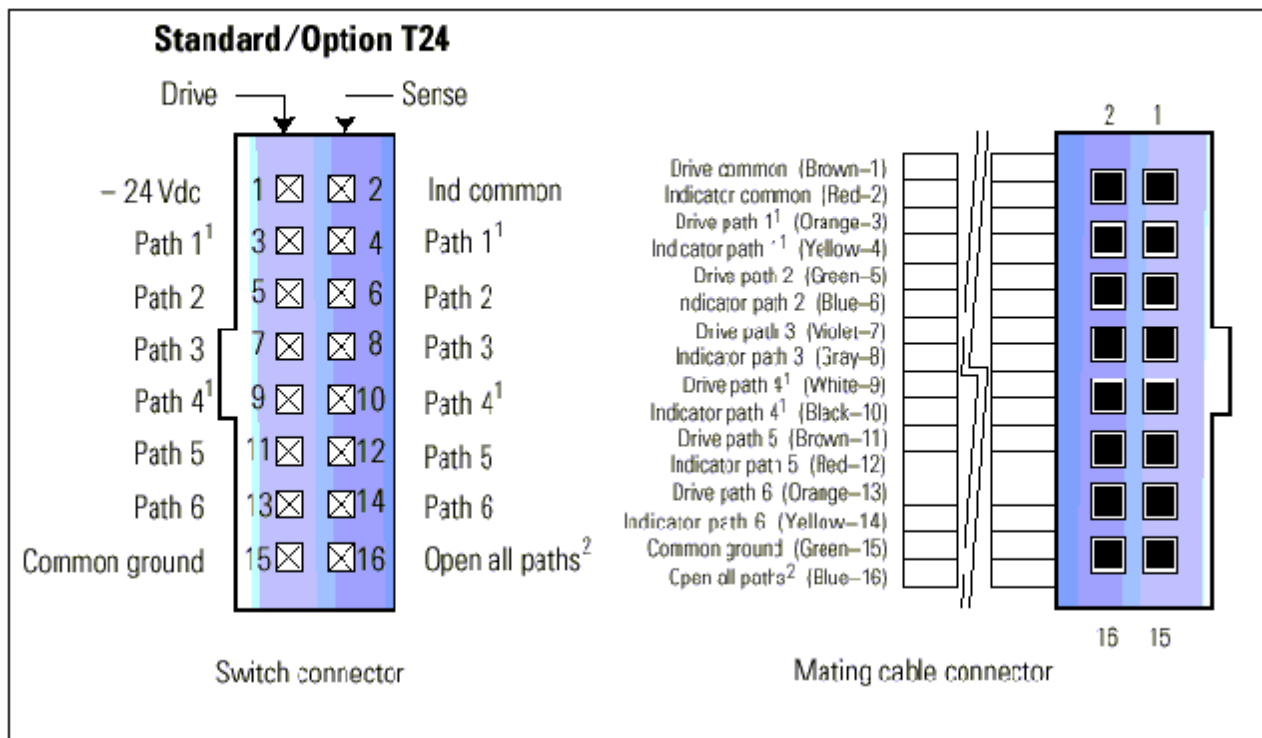


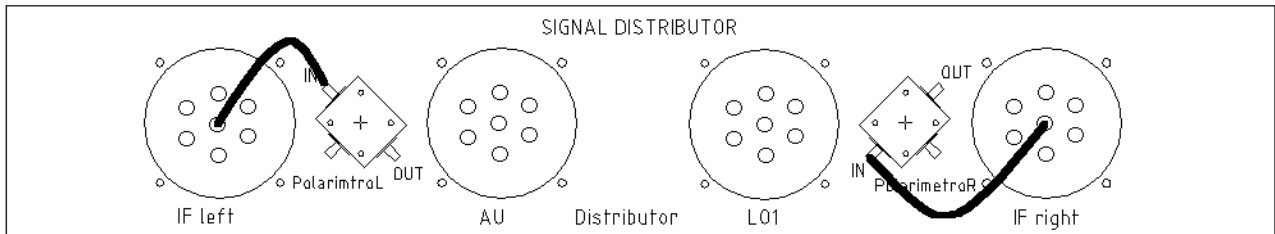
Fig.3-3 Connettore di controllo del 87106

Il cassetto rack attualmente montato nell'armadio Vertex permette di scegliere le due polarizzazioni di IF (left e right) del ricevitore d'interesse e di fornire, a quest'ultimo, l'AntennaUnit e l'Oscillatore sintetizzato LO1. Si ricorda che la versione attuale può soddisfare 5 ricevitori in secondario e il SXKL in primario. Se si presenterà l'esigenza di aggiungere ulteriori ricevitori è possibile dividere i dispositivi in due cassette, in uno AU e LO Distributor e nell'altro tutta la commutazione IF.

Nel pannello posteriore, un connettore a vaschetta DB9 provvede a fornire una porta seriale RS-485 collegata alla scheda CPI 0030 (scheda general purpose sviluppata appositamente per questa ed altre funzioni) che provvede a comandare i vari dispositivi.

Il pannello frontale è quindi predisposto per alloggiare quattro commutatori rotanti coassiali dell'Agilent a 6 posizioni e volendo anche due transfers switches per l'IF Distributor indispensabile per commutare più di 6 ricevitori.

Attualmente sono montati (sfruttando il piano di foratura originariamente pensato per montare i transfers switches) due accoppiatori direzionali della MiniCircuit a 11dB che forniscono parte del segnale IF left e IF right, al Polarimetro.



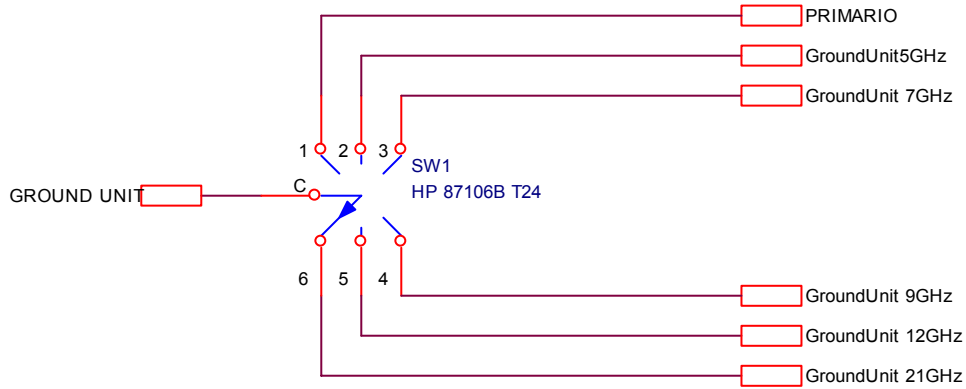
*Fig.3-4 Pannello cassetto rack AU, LO e IF Distributor*



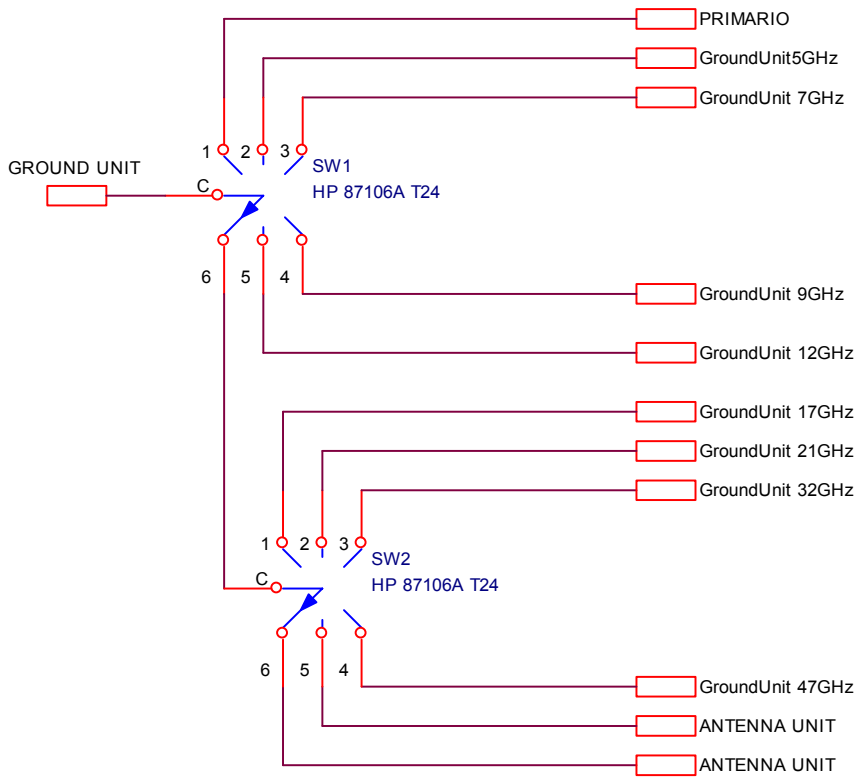
*Fig.3-5 Foto del AU, LO e IF Distributor*

### 3-1 Antenna Unit Distributor

L'antenna Unit Distributor smista il segnale di GroundUnit proveniente dalla stazione al ricevitore d'interesse. La *fig.3-6* mostra la configurazione attualmente montata nella Vertex Room di Medicina. La *fig.3-7* mostra invece la versione completa necessaria per tutti i ricevitori della copertura continua fino a 47GHz. Si ricorda tuttavia a questo proposito che attualmente però non sono ancora stati sviluppati dispositivi di Antenna Unit che possono essere utilizzati per frequenze superiori a 22GHz.



*Fig.3-6 Antenna Unit Distributor per 6 utenze*



*Fig.3-7 Antenna Unit Distributor per 11 utenze*

### 3-2 LO1 Distributor

LO1 Distributor smista ai vari convertitori (LO1 di prima conversione) e al ricevitore in fuoco primario (LO al ricevitore L e K) il segnale del sintetizzatore. Il livello di potenza al connettore d'ingresso LO1 dei vari ricevitori deve essere di  $+13dBm$ . E' necessario, per un giusto funzionamento, assicurarsi di tale livello con l'analizzatore di spettro in quanto livelli molto inferiori a  $+13dBm$  potrebbero rendere il conversion loss del mixer poco stabile.

I convertitori a frequenza elevata saranno posizionati il più vicino possibile al LO1 Distributor per evitare che l'attenuazione del cavo (aumenta con la frequenza) renda il livello di potenza insufficiente per pilotare il mixer. Se nonostante tale precauzione il livello risulta essere basso, è necessario amplificare opportunamente il segnale con un amplificatore di potenza.

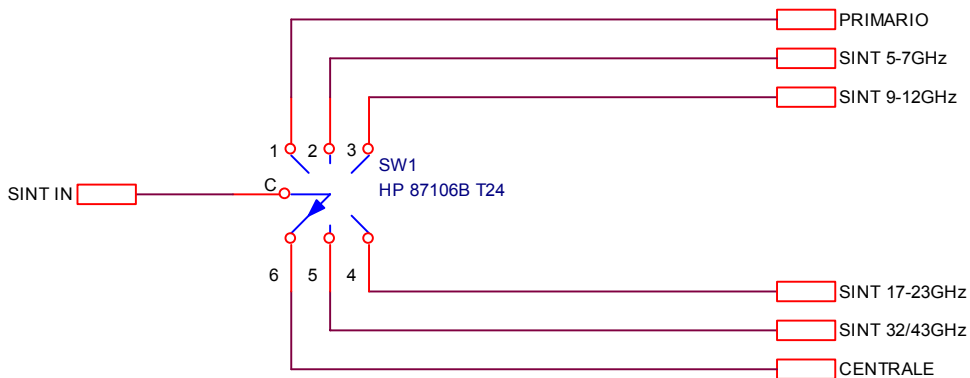


Fig.3-8 LO1 Distributor Distributor per 6 utenze

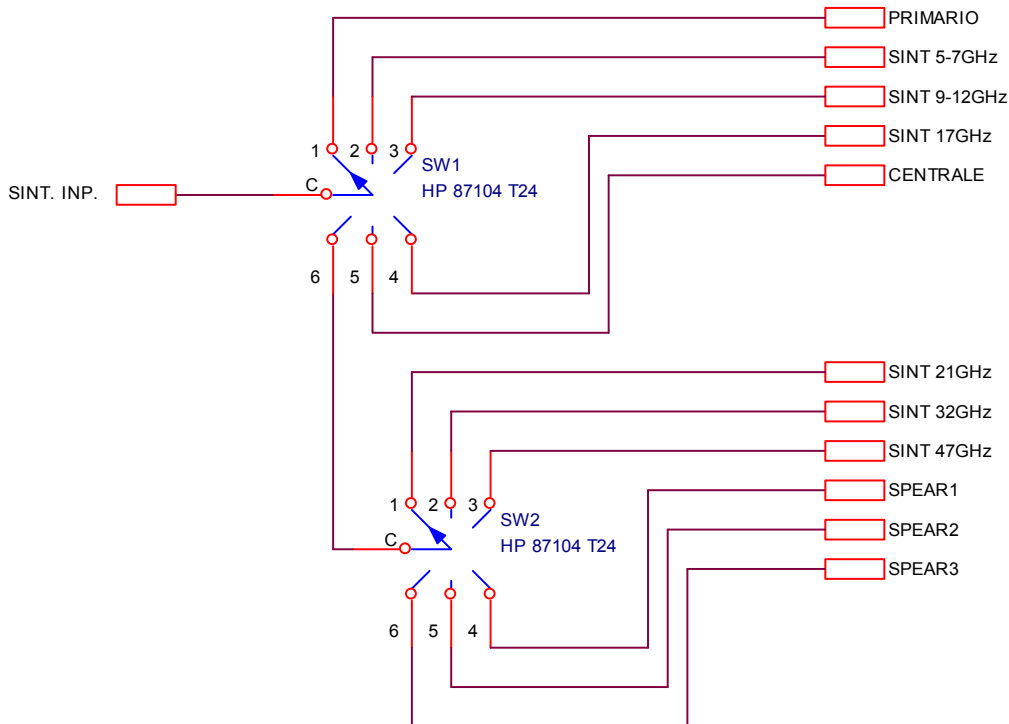


Fig.3-9 LO1 Distributor per 11 utenze

### 3-3 IF Distributor

Tutte le IF dei vari ricevitori (anche quella del SXKL in fuoco primario) in entrambe le polarizzazioni fanno capo ad un sistema di commutazione che seleziona opportunamente 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. Per esempio potrei scegliere la banda X con il commutatore delle bande left e quella Ka con il commutatore di quelle right.

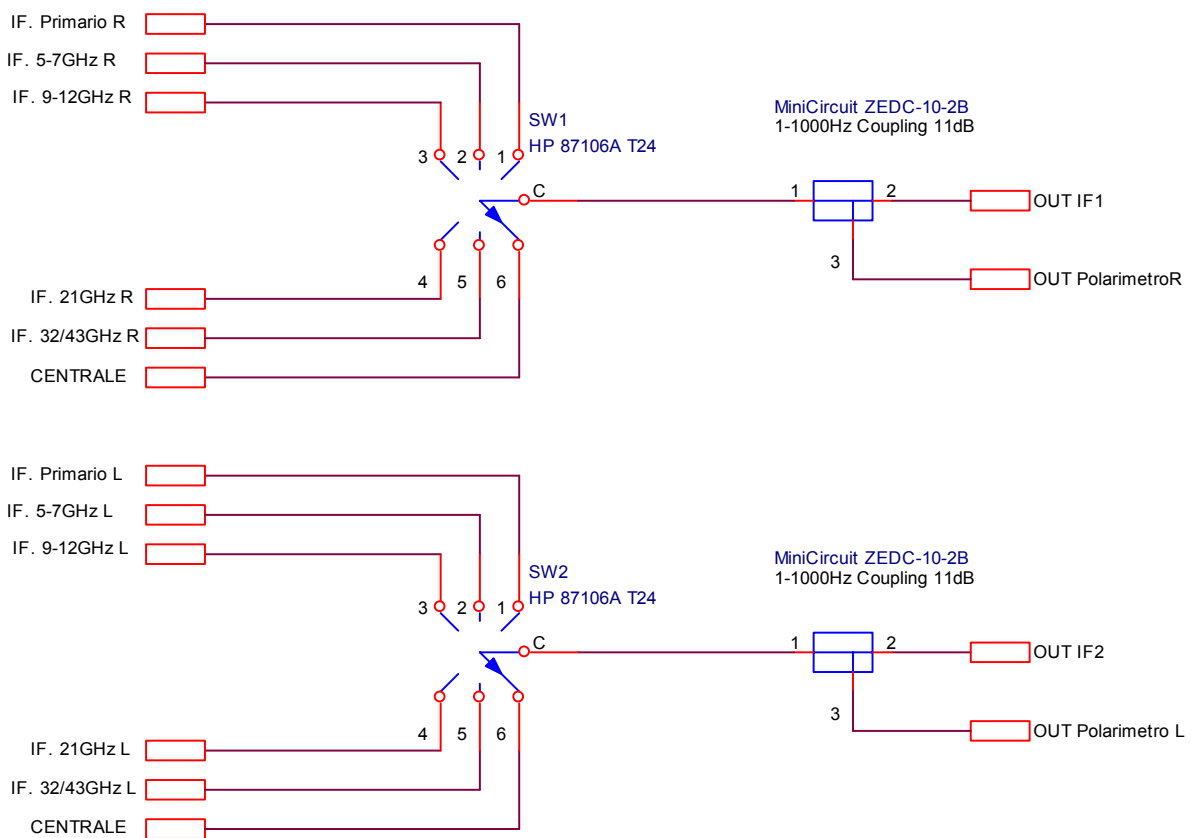


Fig.3-10 IF Distributor per 6 utenze

Se la prima versione nel tempo non può più soddisfare i nuovi ricevitori aggiuntivi è possibile ampliarla con l'aggiunta di altri due 87106A e due transfer switch 87222C (vedi fig.3-10).

Il pannello frontale, che è del tutto uguale a quello dell'AntUnit e LO1 Distributor, è già stato predisposto per alloggiare i nuovi switch dell'Agilent. Questo ingegnoso utilizzo dei transfer switch consente l'utilizzo di sistemi dicroici di ricezione contemporanea senza l'utilizzo di complicati e costosi sistemi a commutazione di matrice.

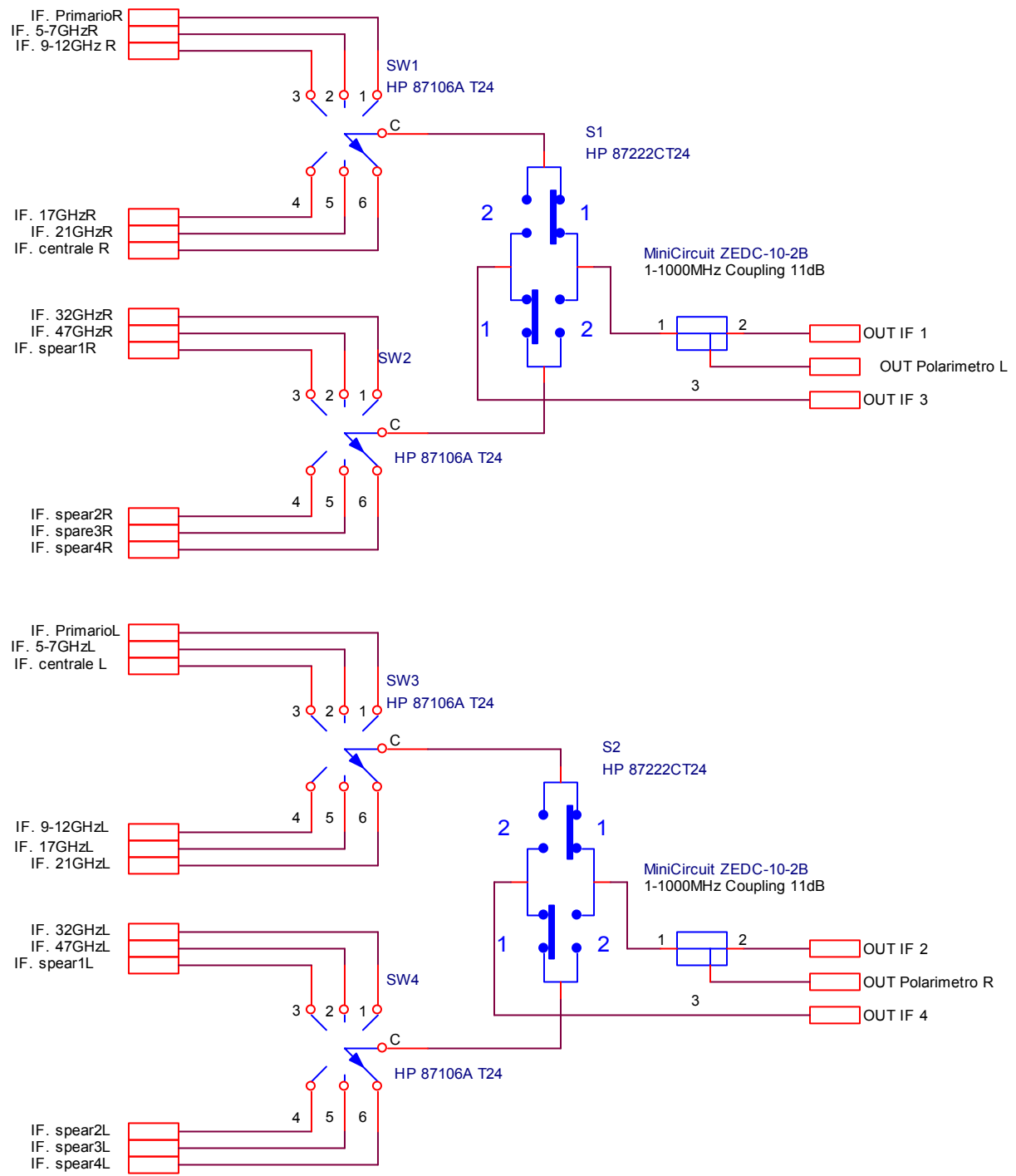


Fig.3-11 IF Distributor per 12 utenze

## 4 Reference Distributor e Generatore di segnali

Il sistema Reference Distributor è agganciato in frequenza al Maser a Idrogeno presente in stazione. Esso fornisce la 5MHz del Maser al ricevitore SXKL in fuoco primario e la 100MHz ai Convertitori che man mano si andranno a sviluppare seguendo l'impronta del nuovo 5-7GHz.

Anche il Sintetizzatore presente in Vertex deve essere agganciato in fase al Maser. A questo proposito si è scelto di moltiplicare la 5MHz X2 fornendo così una frequenza a 10MHz più standard.

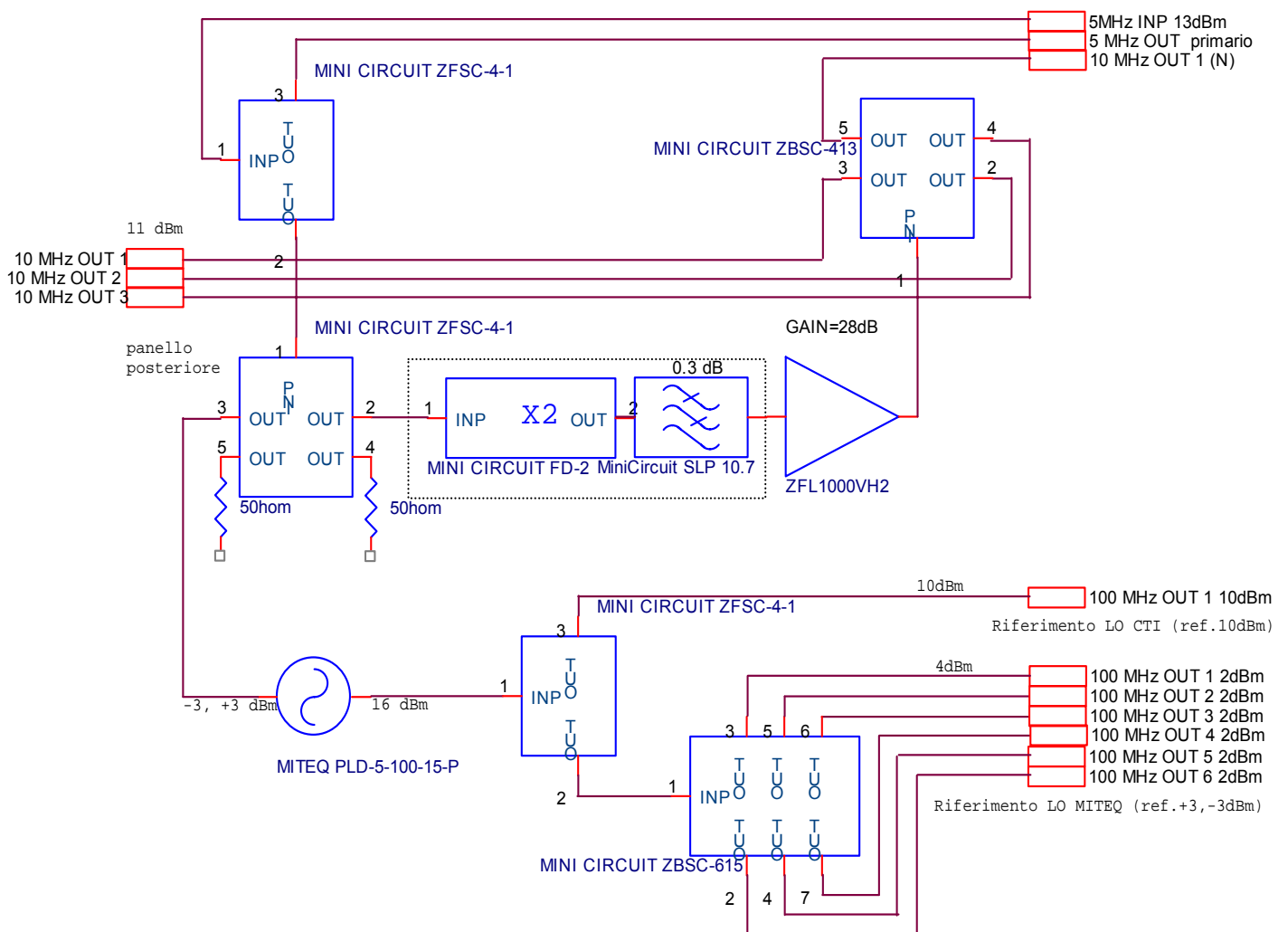


Fig.4-1 Schema Orcad Reference distributor

Le uscite a 10MHz sono reciprocamente isolate fra di loro di almeno 20dB come, fra l'altro, anche quelle a 100MHz. L'isolamento in questione è fondamentalmente stabilito dalle prestazioni dei splitter utilizzati.

From: REFERENCE DISTRIBUTOR				To: SYSTEM	
Pannello anteriore					
N°1	IN	5MHz	+13dBm	Maser Pannello di smistamento	SMA f
N°1	OUT	5MHz	+10dBm	Ricevitore SXKL fuoco primario	SMA f
N°1	OUT	10MHz	+11dBm	Riferimento per Analizzatore di Spettro	SMA f
N°1	OUT	100MHz	+10dBm	+10dBm REF.100MHz (CTI) Convertitore	SMA f
N°6	OUT	100MHz	+3dBm	+3dBm REF.100MHz (Miteq) Convertitore	SMA f
Pannello posteriore					
N°3	OUT	10MHz	+11dBm	Source Generator e Strumenti	N f

Tab.4-1 IN/OUT Reference Distributor

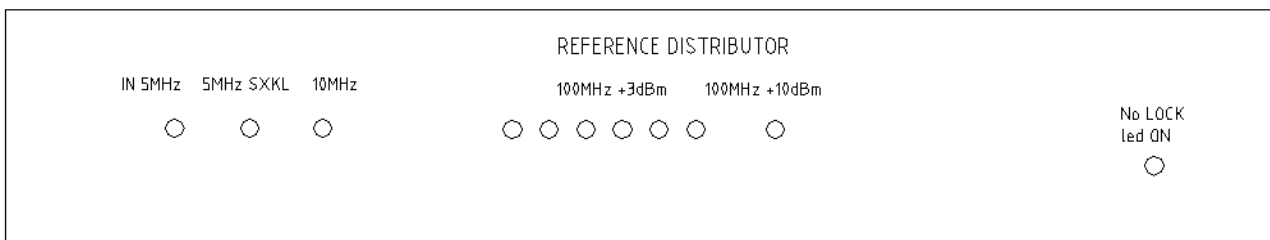


Fig.4-2 Pannello frontale Reference Distributor



Fig.4-3 Pannello posteriore Reference Distributor

Nel pannello posteriore sono presenti 3 uscite a 10MHz a +10dBm di cui una va al Segnal Generator e le altre due, terminate a 50Ω, sono disponibili per eventuali futuri sviluppi.

L'uscita T.P. analogica del PLD 5-100 della Miteq (fornisce la 100MHz ai Convertitori, vedi cap. 4-1) è riportata a pannello grazie al connettore TP alarm presente nel pannello posteriore. Oltre a questa tensione analogica, che permette di monitorare nel tempo il giusto funzionamento del PLO, sono presenti dei contatti NC e NA di un relè che a sua volta è eccitato dal PLO quando non è agganciato alla 5MHz di riferimento. La tab.4-3 mostra la configurazione delle connessioni dei segnali di monitor appena descritti da farsi con il cassetto rack "Acquisizioni-Controlli" che gestisce gli I/O e house keeping.

N°	Connessioni al Connettore interno		Connettore esterno - Cavo
1			Nero
2			bianco
3	Viola	GND	Marrone
4	Azzurro	+15V	Azzurro
5	Verde	Normalmente aperto	Verde
6	Giallo	Normalmente chiuso	Giallo
7	Arancio	T.P. analogico PLD Miteq	Rosa
8	Rosso	Comune Relè	Rosso

Tab.4-3 Connessione Reference Distributor to Acquisizione/Controllo



Nei prossimi paragrafi si descriveranno i vari sottosistemi per la generazione dei segnali di riferimento a 5MHz, 10MHz e 100MHz.



Fig.4-3 Pannello posteriore Reference Distributor

#### 4-1 Reference 100MHz

La REF.100MHz è il riferimento di frequenza per ogni PLO posto dentro ogni convertitore. Tale frequenza è fornita da un PLXO PLD 5-100-15P della MITEQ agganciato alla 5MHz del Maser. Si è pensato infatti di inserire tale componente lungo la catena di moltiplicazione per “filtrare maggiormente il rumore di fase”.

Un Phase Locked Crystal Oscillator costituisce un “clean-up loop” dovuto alla presenza di un quarzo agganciato in fase. Un’intera catena di moltiplicazione di frequenza  $\times N$  ( $N=L \times K$ ) è formata da un PLXO (posto dentro al cassetto rack in questione) che moltiplica  $\times L$  e “pulisce” il segnale, seguito poi da un PLO (Phase locked Oscillator posto dentro ai convertitori) che moltiplica  $\times K$ . Più  $L$  è elevato, più il segnale viene filtrato, tuttavia la tecnologia dei PLXO non permette frequenze superiori a 100MHz.

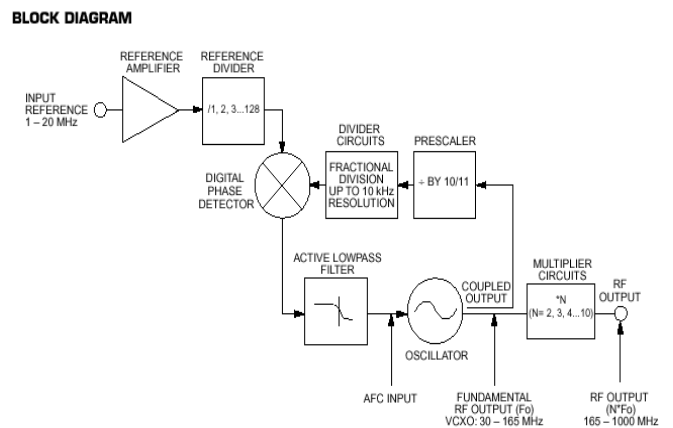
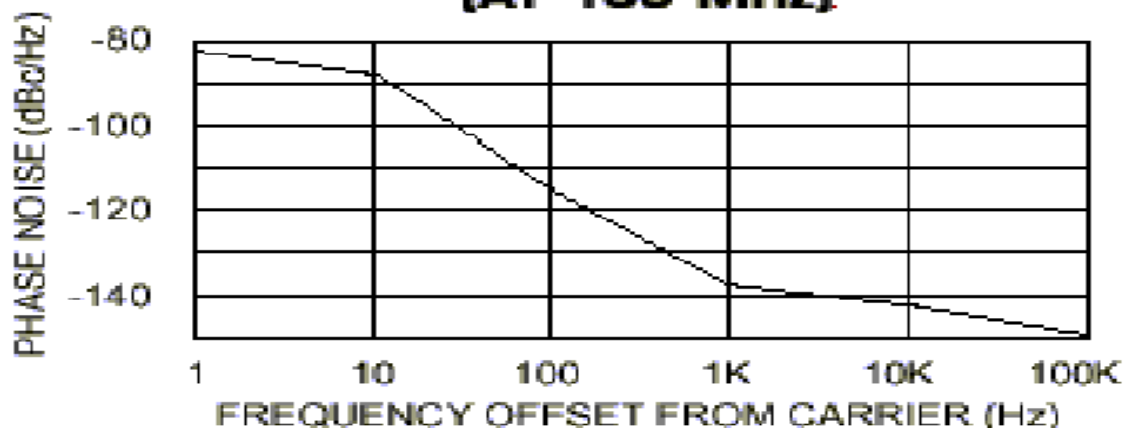


Fig. 4-4 Schema costruttivo di un PLXO

## TYPICAL PHASE NOISE (AT 100 MHz)



*Fig. 4-5 Typical phase noise PLD Miteq*

	<b>PLD-5-100-15P MITEQ</b>
Ext.Ref. (MHz)	5
Ref. level (dBm)	±3dBm
LO Out (MHz)	100
Out level (dBm)	13.4
DC Power	15V-107mA 5V-130mA
Off Alarm	GND
On Alarm	+15V, 30mA
T.P.	0 to 15V (Off Alarm TP=8v o 9v, On Alarm TP=0v )
Spurious 10Hz (dBc)	80dBc dichiarate <b>64 misurate in uscita al spitter</b>

*Tab.4-2 Caratteristiche PLD-5-50-15P*

Quando il PLO non è agganciato al riferimento, il led sul pannello frontale segnala accendendosi lo stato di NO Lock ed il relè posto dentro al Reference Distributor, eccitandosi, segnala lo stato di allarme al cassetto “Acquisizioni/Controllo”. Anche la tensione TP del PLO può fornire un’indicazione sullo stato del PLO. Quando la tensione è sullo 0V vuol dire che il PLO è sganciato mentre quando è sui 8 o 9V vuol dire che è agganciato.

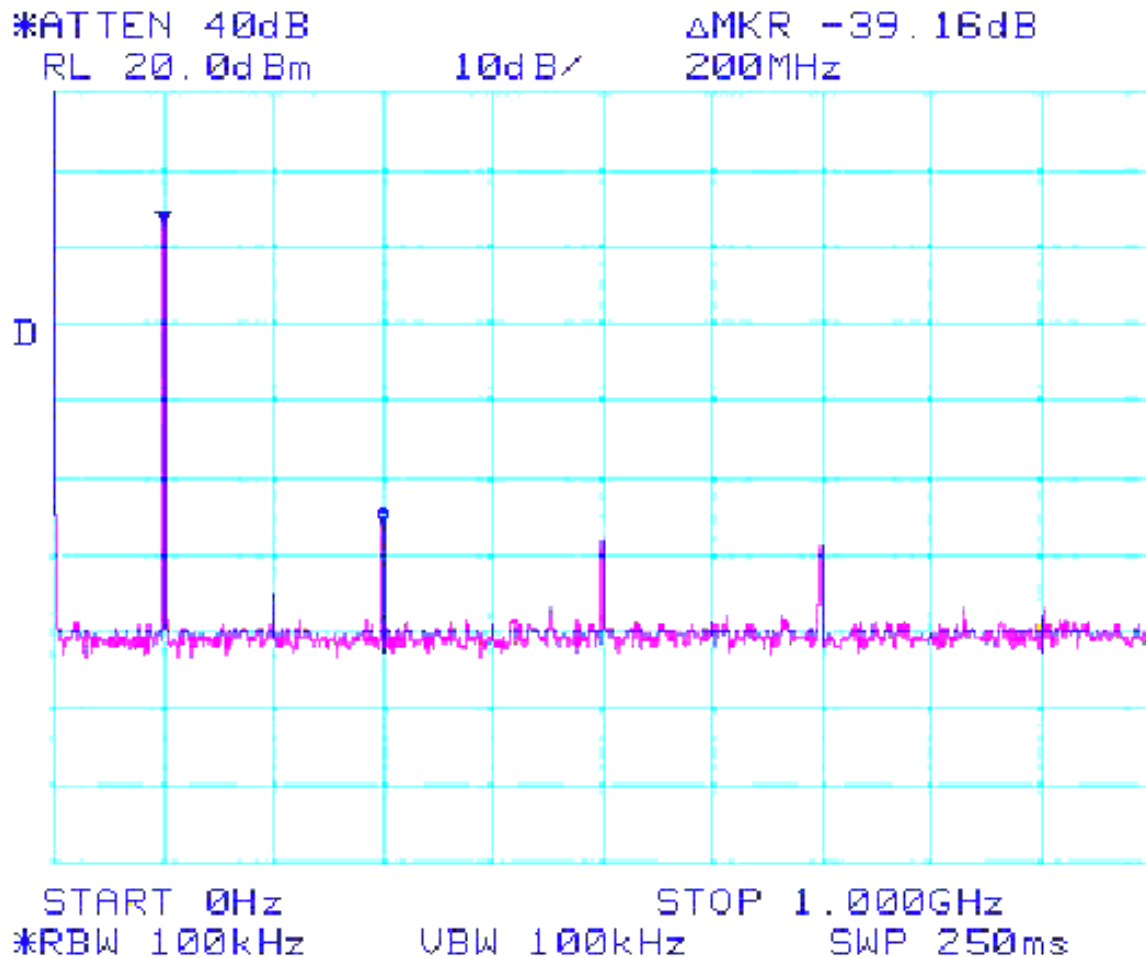
**Attenzione** può succedere che all’accensione il PLO non si agganci immediatamente al riferimento; è un fenomeno noto, basterà solo attendere un paio di minuti in modo che che si porti a regime termico.

Come si può vedere nello schema di *fig.4-1*, la Ref. 100MHz può essere fornita ai vari convertitori a due livelli di potenza diversi per così soddisfare le esigenze di due costruttori leader nel mercato, ossia Miteq e CTI.

**Attenzione** è importante fornire la 100MHz del livello opportuno ovvero: **+3dBm per i PLO Miteq** e **+10dBm per i PLO CTI**. Invertire i due potrebbe provocare il danneggiamento o il “non aggancio” del dispositivo.

Prendendo in esempio il convertitore 5-7GHz, che alloggia al proprio interno un PLO Miteq, sarà necessario fornire la 100MHz del Reference Distributor a +3dBm. Se il ricevitore in questione è utilizzato per il sistema dicroico, bisognerà fornire un'ulteriore 100MHz di livello opportuno all'interno del cassetto come riferimento per un secondo PLO.

Grazie all'analizzatore di spettro sono state fatte misure di potenza (vedi *tab.4-1*) e verificato i livelli dBc delle spurie dalla portante. Come possiamo notare da *fig. 4-6* la terza armonica (300MHz) è a solo 40dBc e il “pianerottolo” di rumore di fase (*fig.4-7*) a 10/30Hz è a -64dBc.



*Fig. 4-6 misura del dBc della terza armonica (300MHz)*

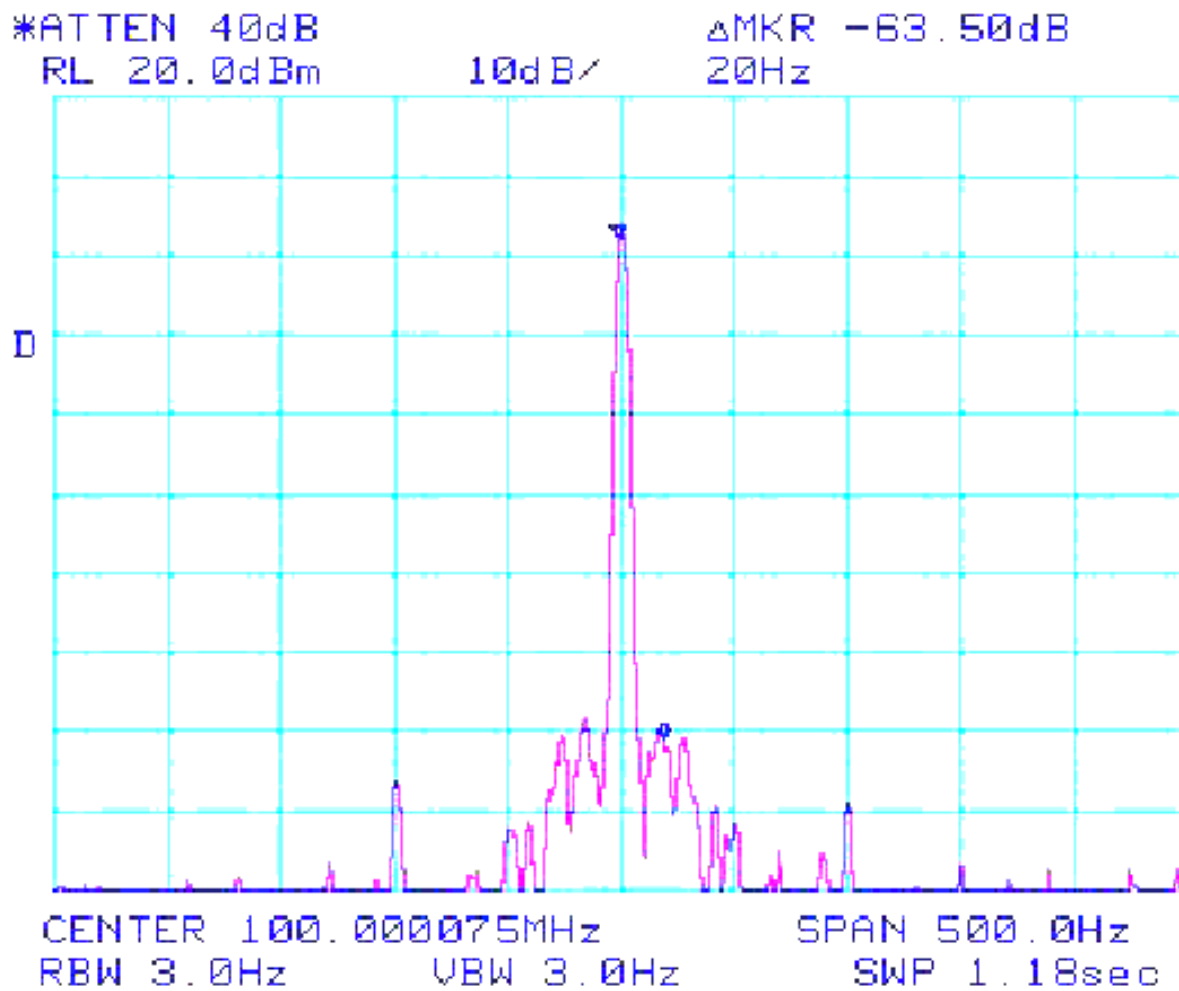


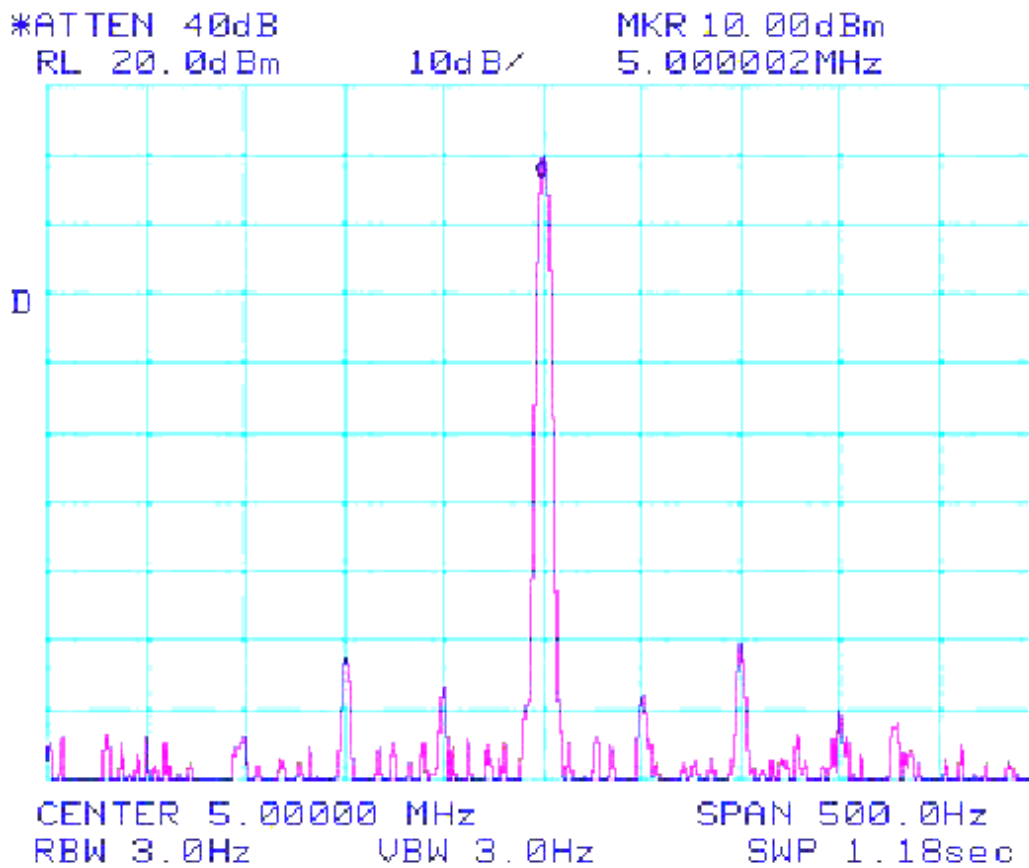
Fig. 4-7 misura del rumore di fase” a 20Hz

#### 4-2 Reference 5 e 10MHz

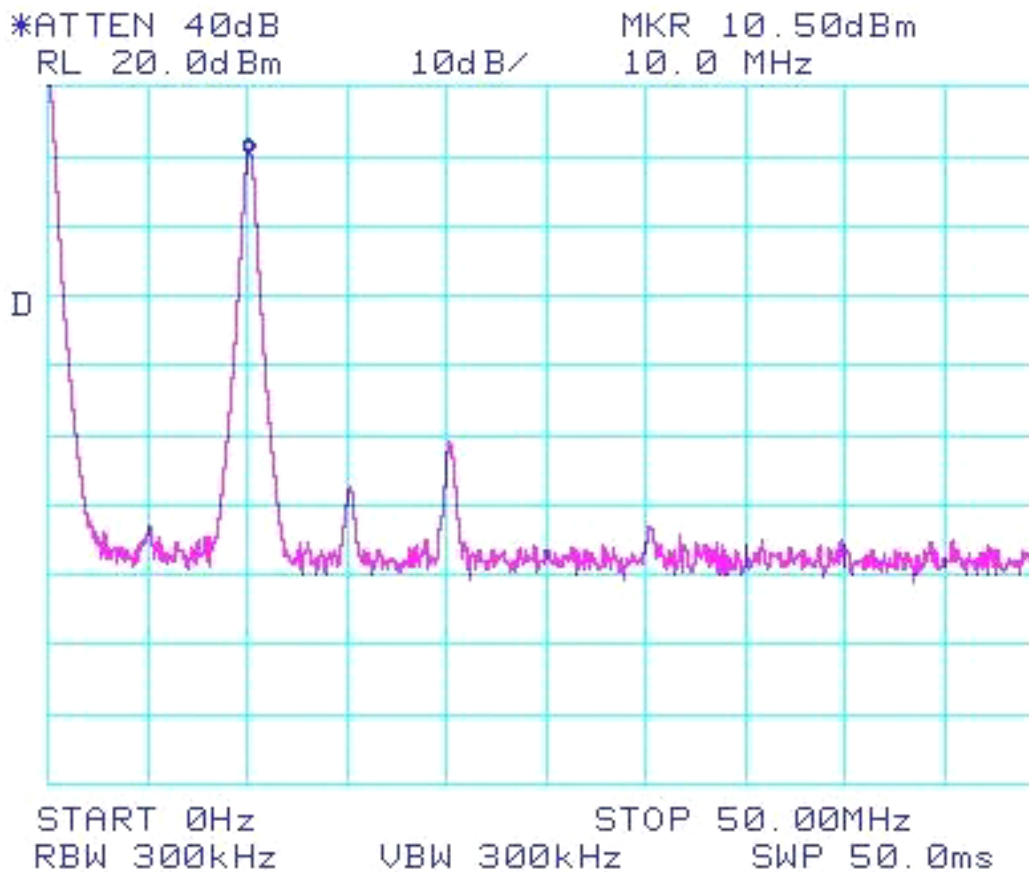
La 10MHz viene ottenuta moltiplicando x2 la 5 MHz del maser grazie ad una catena composta, per avere un discreto livello in uscita e una certa “pulizia” del segnale, da un moltiplicatore double (MiniCircuit FD-2), un filtro (MiniCircuit SLP10.7) ed un amplificatore (MiniCircuit ZFL100VH2).

In *fig. 4-8* si mostra la misura del livello di potenza che si ha in uscita al connettore 5MHz SXKL (riferimento per il ricevitore in fuoco primario) considerando in ingresso IN 5MHz una +13dBm (livello auspicabile di potenza del Maser in vertex). Le spurie presenti a -70dBc sono armoniche della 50Hz e sono dovute alla vicinanza dei due trasformatori degli alimentatori presenti nel cassetto rack.

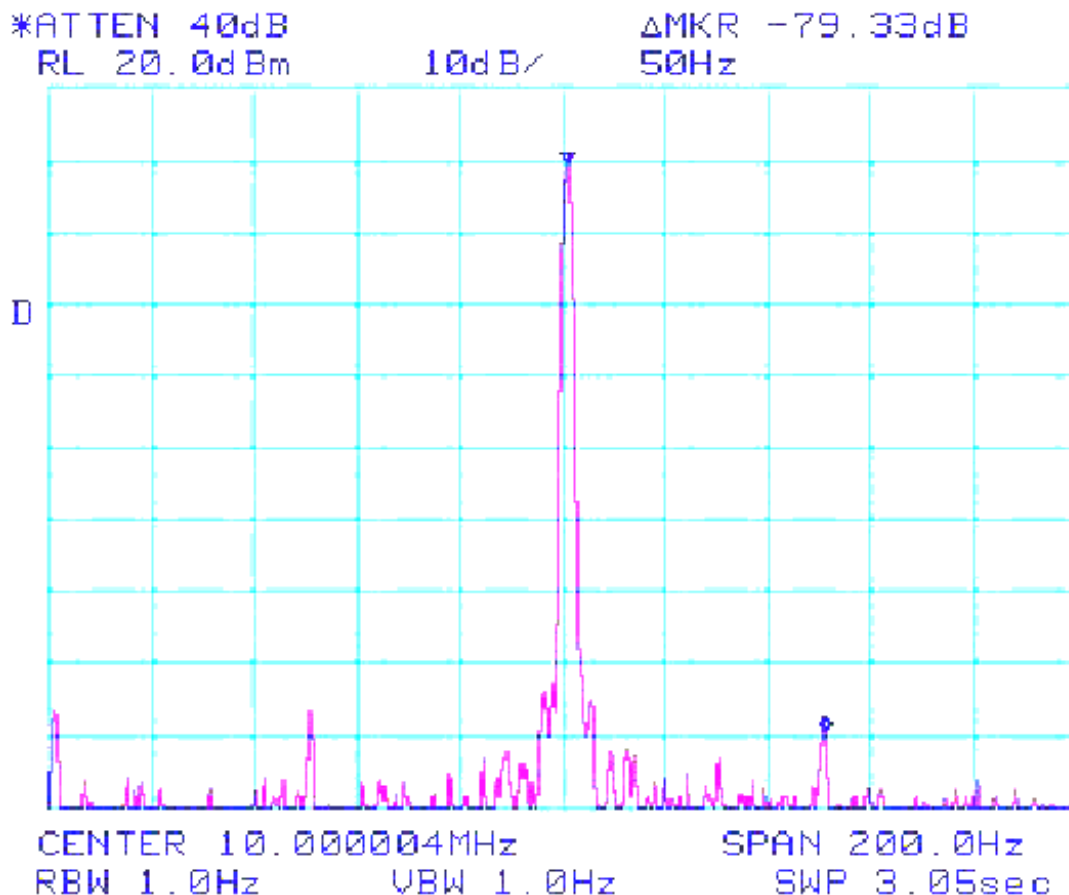
In *fig 4-9* è mostrato il livello di potenza della 10MHz che si è deciso di utilizzare come riferimento per il Sintetizzatore. La terza armonica a -42dBc, filtrata dal filtro passa basso, è da ritenersi come le altre armoniche della 50Hz (*vedi fig.4-10*), “poco fastidiosa”.



*Fig.4-8 livello di potenza della 5MHz Primario*



*Fig.4-9 livello di potenza della 10MHz*



*50Hz a -80dB dalla 10MHz*

#### 4-3 Misure di Stabilità di fase

Vista l'importanza che il riferimento ha nelle osservazioni VLBI e considerando che la maggior parte della strumentazione ha come ref. la 10MHz sorge spontanea la seguente domanda: è forse preferibile usare un strumento che vuole la 10MHz ma che tutto sommato si aggancia ugualmente con la 5MHz o "eventualmente degradare" (vedremo in seguito che ciò non avviene) la 5MHz del Maser e ottenere una 10MHz che accontenta quasi ogni tipo di SourceGenerator?

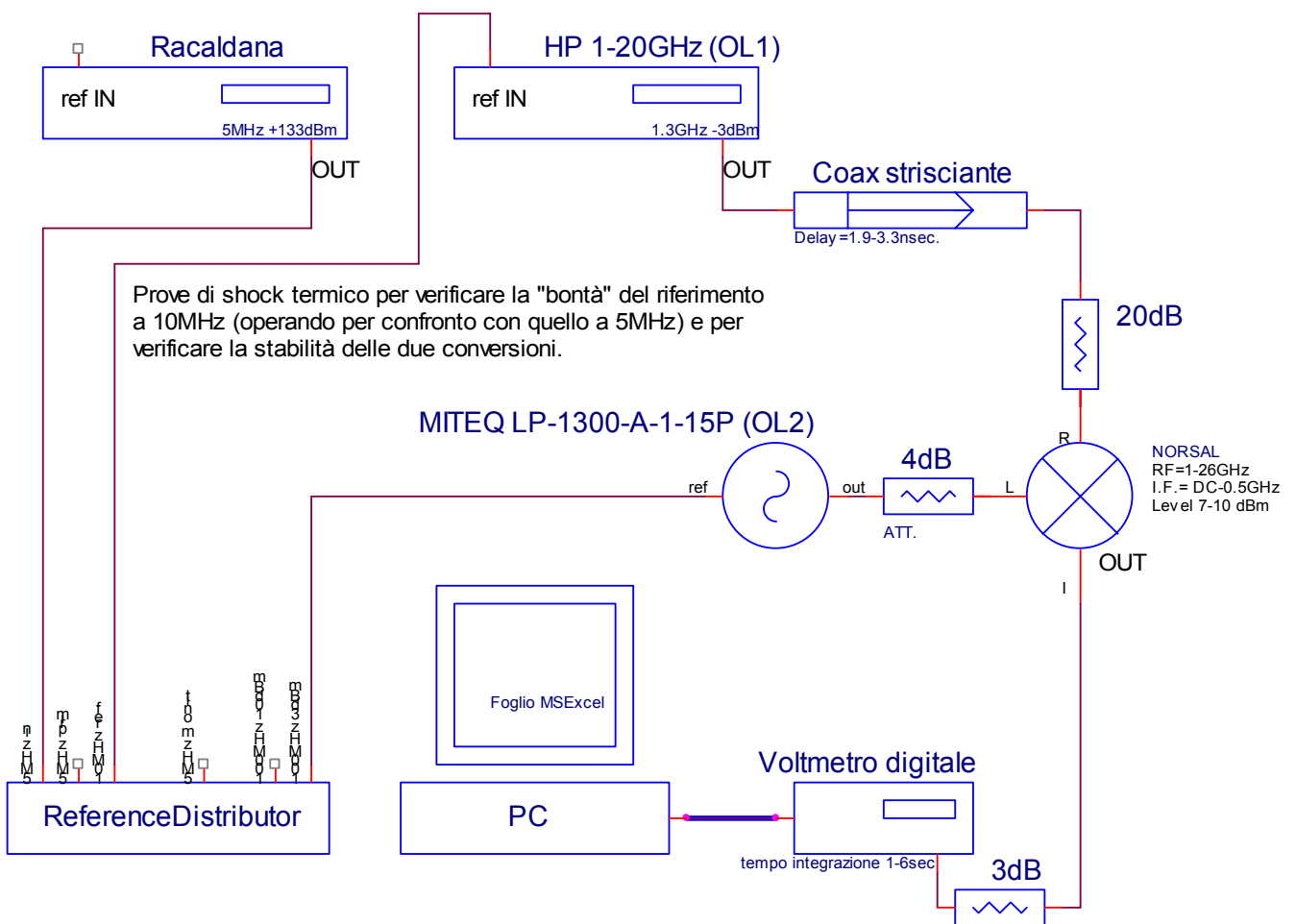
La REF.10MHz è il riferimento di frequenza standard usato dalla maggior parte dei strumenti di misura RF (generatore di segnali, analizzatore di spettro, ecc.). Alcuni di essi, come per esempio il sintetizzatore HP 83711B si agganciano ugualmente alla 5MHz (fornita ad un certo livello di potenza) anche se i dati di targa prevedono solo la 10MHz. Altri invece, come il Wiltron 68159B presente nel nostro laboratorio, sono più rigorosi e necessitano solo della 10MHz. A questo proposito si è allestito un banco di misura specifico per poter valutare ed apprezzare la bontà del riferimento a 10MHz rispetto a quello a 5MHz "diretta" finora usato in passato. E' possibile infatti che i componenti introdotti per ottenere la 10MHz (moltiplicatore per 2, filtro e amplificatore) siano, rispetto ad altri, particolarmente sensibili alle variazioni di fase dovute alle variazioni termiche.

Il banco di misura *fig.4-8* permette di valutare le variazioni di fase di due catene distinte e quindi riuscire a capire, operando per confronto, se il sintetizzatore agganciato alla 10MHz si comporta come quando è agganciato alla 5MHz.

Se si fa battere in un mixer che lavora fino alla DC, due frequenze uguali con gli opportuni livelli in Rf e LO ottengo in IF una tensione continua proporzionale al coseno delle variazioni di fase fra le due catene prese in esame. Quest'ultime, guarda a caso, sono proprio quelle che svolgono la funzione di conversione in un ricevitore tipo a doppia conversione di Medicina.

Mettere a confronto la conversione OL1 (sintetizzatore) con quella OL2 (PLO presente dentro ai convertitori) ci permette in primo luogo di valutare la stabilità di fase dei due oscillatori e quindi confrontarci con le specifiche VLBI. In secondo luogo ci permette anche di valutare, agganciando prima il sintetizzatore alla 5MHz e poi alla 10MHz, di "vedere" i diversi comportamenti del banco di misura nel tempo e sotto forti sollecitazioni termiche.

Vista la presenza in laboratorio di un PLO (LP-1300 Miteq INRef=100MHz) della stessa famiglia di quello montato sul Convertitore 5-7GHz, si è scelto di far battere OL1 con OL2 a 1300MHz, frequenza considerata sufficientemente alta per rendere evidente le variazioni di fase.



*Fig.4-8 Banco di misura*

Facendo scorrere la guida strisciante e variando così la sua lunghezza elettrica si genera una variazione di fase in uno dei due rami. Questa variazione corrisponde a sua volta ad una variazione di tensione in uscita al mixer che poi viene letta dal voltmetro e acquisita dal PC.

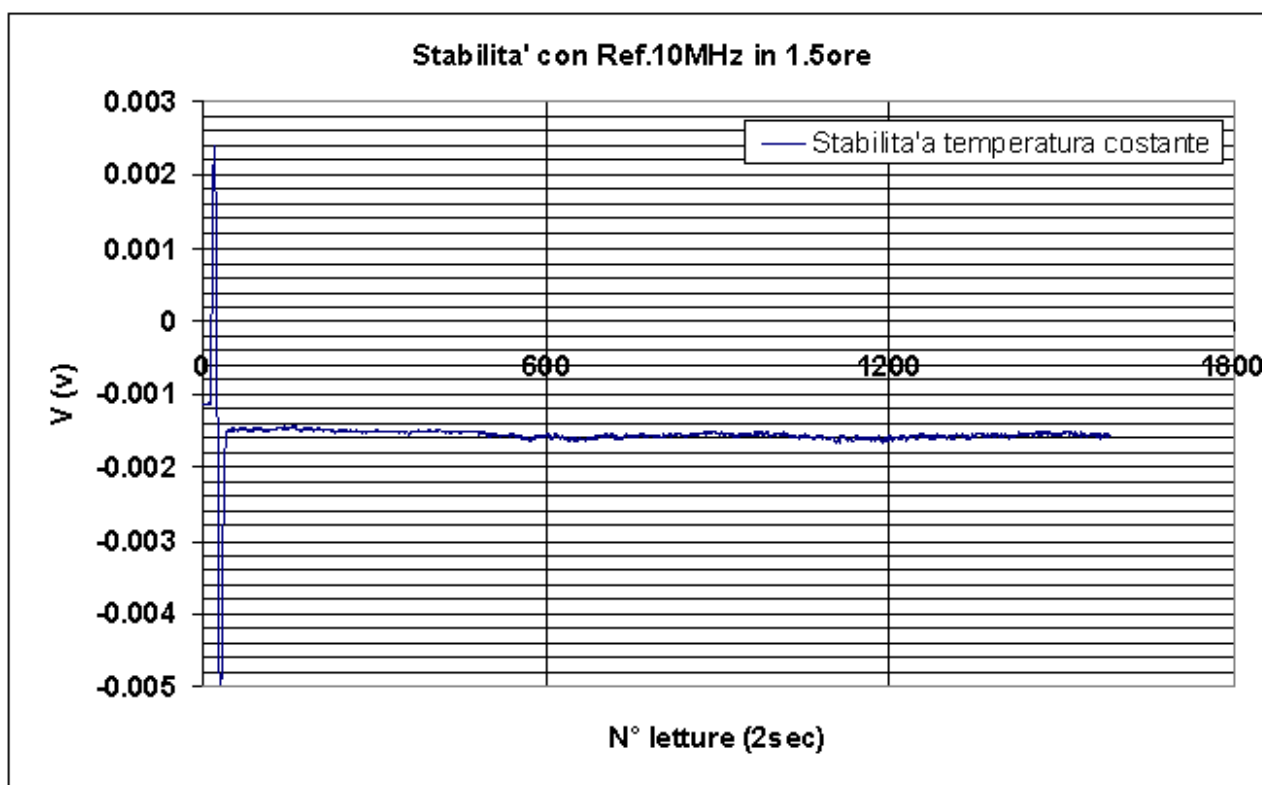
Se si provoca volutamente una variazione di fase di  $180^\circ$  e si misura quale variazione corrisponde in termini di tensione, possiamo rapportare a quest'ultima le piccole variazioni di tensioni dovute all'instabilità di tutto il sistema. Queste variazioni che si "vedono" nel tempo sono dovute soprattutto a variazioni termiche dell'ambiente circostante e da shift fisiologici che il sistema ha.

Una variazione di fase di  $180^\circ$  nel tempo può essere vista come una senoide. E' importante ai fini della misura posizionare opportunamente la guida strisciante facendo sì che la  $V_{mixer}$  sia a "metà della senoide", ovvero  $V_{mix} = (V_{ppmin} + V_{ppmax}) / 2$ . Questa infatti è la zona in cui il sistema presenta la massima sensibilità, dove il fronte di salita o di discesa ha la massima pendenza. Al contrario invece i due picchi della senoide presentano la massima sensibilità ed è là dove la  $V_{mixer}$  tende ad andare.

E' importante prima di iniziare le varie misure far raggiungere l'equilibrio termico a tutto il sistema. I sintetizzatori possono impiegare anche parecchie ore.

In *fig.4-9* sono riportati i dati di un'acquisizione durata più di un'ora con una lettura ogni due secondi con media. Assumendo che la temperatura non è variata sufficientemente in tal lasso di tempo, le variazioni lette sono quindi dovute solo alle due catene a confronto:

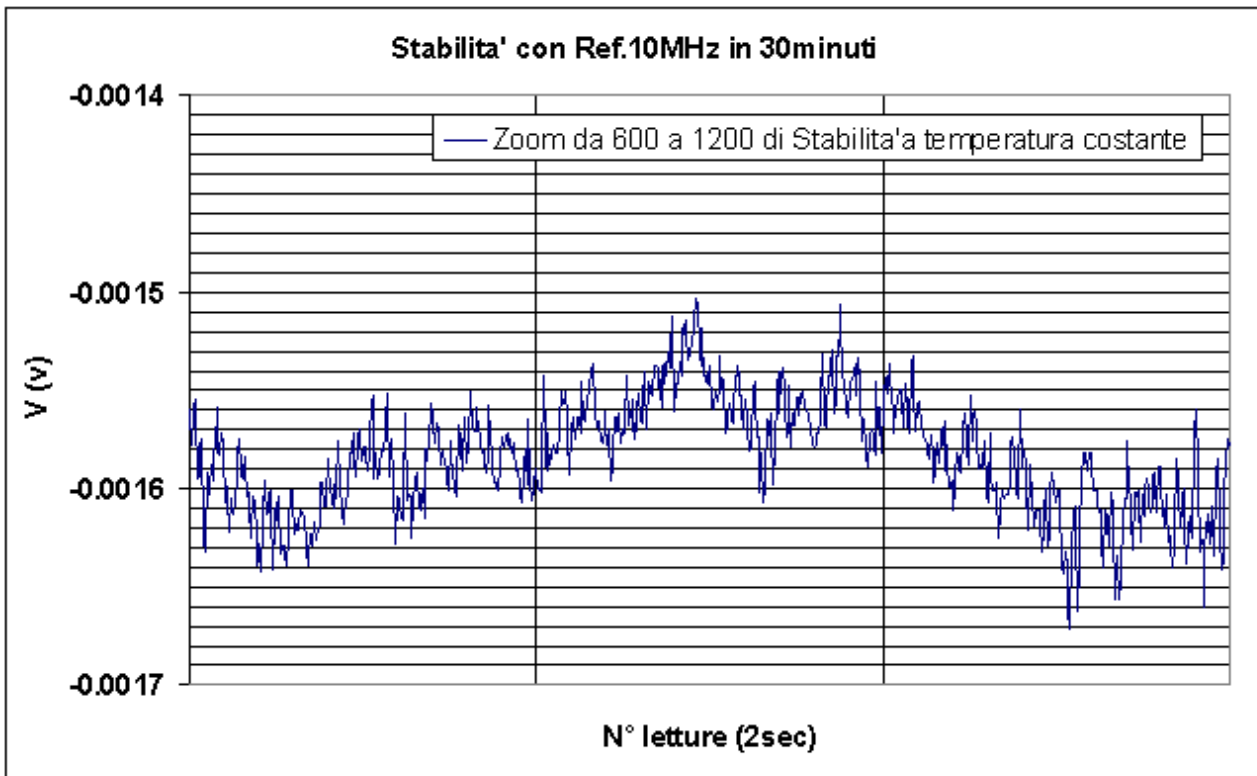
5MHz → PLD 5-100 → LP 100-1300MHz → MIX ← Synt1300MHz ← 10 ← 5MHz



*Fig.4-9  $V_{max}$  in  $180^\circ$  e variazione tipica di fase fra OL1 e OL2 in 1,5ore*



In *fig.4-10* possiamo apprezzare la sensibilità del sistema. Si può affermare che in 1000secondi la variazione di tensione rimane contenuta entro 0.13mV.



*Fig.4-10 Andamento tipico in 0.5ore a temperatura costanti*

Considerando che una variazione di fase di 180° provoca una variazione di tensione pari a 7.4mV e che in 1000sec ho una variazione di 0.13mV posso affermare che **a 1.3GHz in 1000sec ho una variazione di fase di circa 2° picco-picco.**

$$\Delta\phi = \arcsin (\Delta V/V_{\text{picco}}), \text{ valido per valori prossimi alla massima pendenza della sinusoide.}$$

$$\Delta\phi = \arcsin ( 0.13/(7.4/2))=2^\circ$$

Se si trasforma la variazione picco-picco in variazione rms (possiamo utilizzare il rapporto di forma della sinusoide 1/2.82 in quanto, come mostra *fig. 4-10*, si può intravedere un andamento sinusoidale) si può determinare il  $\Delta\phi_{\text{rms}}$  a 1.3GHz.

$$\Delta\phi_{\text{rms}} = 2/2.82 = 0.71^\circ$$

Se consideriamo ora le specifiche VLBI si può tollerare una variazione di 1 rad.(57.3°) in 1000sec, **l'unità Rack Reference Distributor, posta in laboratorio ad una temperatura ritenuta costante, è sufficientemente stabile per VLBI fino a frequenze osservative di 105 GHz.**

$$57.3^\circ / 0.71^\circ = Y / 1300$$

$$Y=105\text{GHz}$$

#### 4-4 Confronto fra Ref5MHz e Ref10MHz

Dopo aver eseguito le misure di stabilità di fase, con lo stesso setup di misura e tramite una metodologia anche empirica, si cercherà di valutare quale eventuale degrado, in termini di variazione di fase, è introdotto dal moltiplicatore X2. Dalle misure di dBc eseguite con l'analizzatore di spettro infatti non è emerso alcun peggioramento, in entrambi i casi le prime spurie della 10MHz e il pianerottolo della 10MHz sono a -75dBc. Ci si aspetta che un'eventuale instabilità possa essere causata da variazioni di temperatura. Per far ciò provochiamo tale salto termico scaldando selettivamente determinati punti della piastra su cui sono fissati tutti i componenti del 5-10-100Reference. Un termometro posto sulla piastra e uno esterno ci permettono di valutare le variazioni di Vmix in funzione delle variazioni di temperatura.

In questa fase di test ci siamo resi conto che applicando sul filtro e sul moltiplicatore (in maniera avvolgente verso la piastra) strati di nastro adesivo d'alluminio in modo da aumentare l'inerzia termica, si ottengono miglioramenti sostanziali della stabilità di fase.

La 5MHz per eseguire i test è stata prelevata dal connettore 5MHz SXKL del Reference Distributor.

**Attenzione** sul display del Synt HP 83711B compare la scritta di avvenuto aggancio (RefExt) con un livello di riferimento 5MHz di +3dBm. La scritta è ingannevole, in realtà servono almeno +5 dBm.

Le tracce di *fig.4-11* sono ottenute scaldando per una decina di secondi il retro su cui è fissato il moltiplicatore x2. Vengono poi considerati attendibili i dati di temperatura e tensione (Vmix) solo quelli relativi alla fase di "ritorno" all'equilibrio termico (fase di raffreddamento). La fase di riscaldamento non fornisce dati attendibili perché l'uso del riscaldatore (phon) è troppo localizzato e troppo rapido (non si verificherà mai una variazione di 10°C in una decina di secondi!).

Da questa prima analisi emerge che la variazione di fase è sostanzialmente uguale nelle due curve, ed è dettata da un componente in comune alle due catene. Tale componente, anch'esso montato sulla piastra che viene riscaldata, è sicuramente il PLD 50-100. Infatti possiamo vedere in *fig.4-12* che scaldando la piastra in maniera uniforme le due curve (al di là delle temperature di picco raggiunte) sono uguali e presentano la medesima pendenza di discesa.

Si può pertanto affermare che la sezione di moltiplicazione x2 (da 5 a 10 MHz) presenta un'instabilità non misurabile con le nostre strumentazioni.

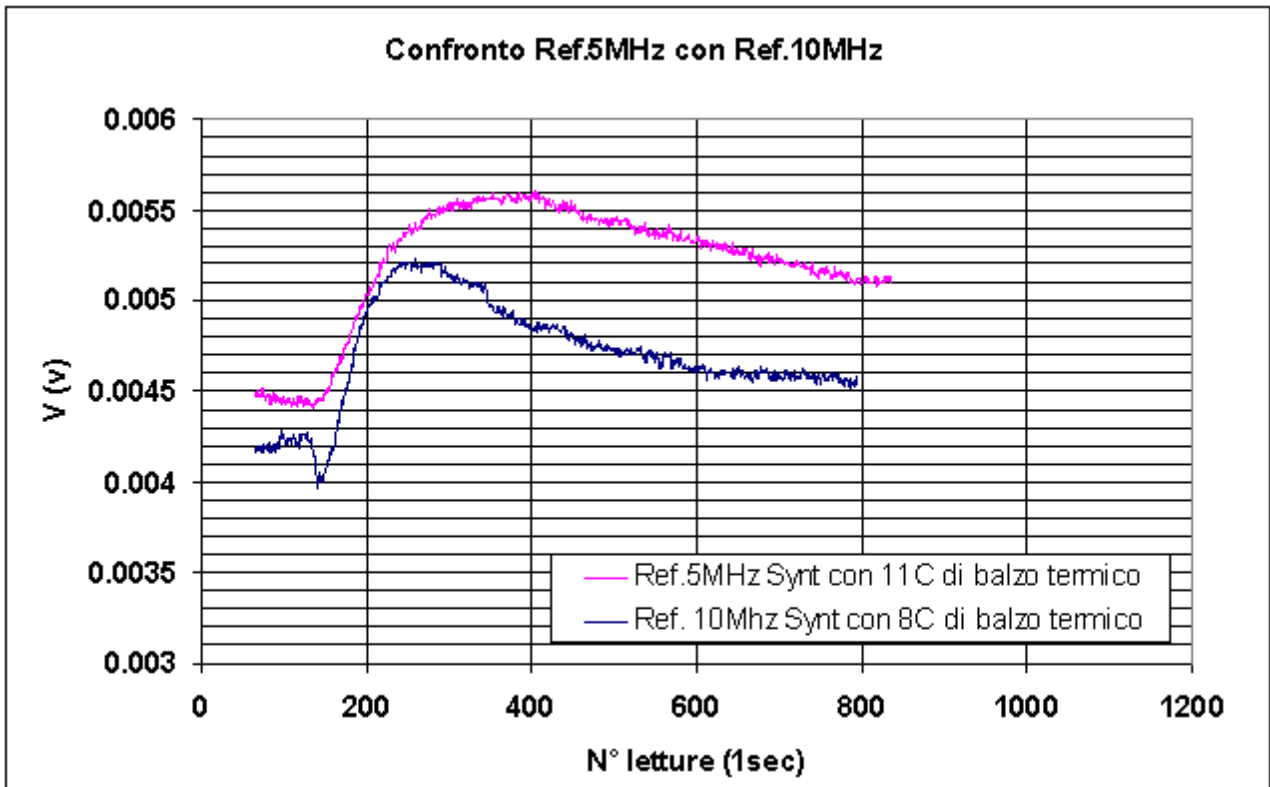
Analizzando le "discese" delle curve di riscaldamento della Ref5MHz e della Ref10MHz, emerge infatti che **una variazione di 1°C del Reference Distributor provoca una rotazione di circa 12,5° di fase.**

$$\text{Ref5MHz} \quad \Delta V/\Delta T = (0.0059-0.0043)/31.2 = 0.0513\text{mV}/1^\circ\text{C}$$

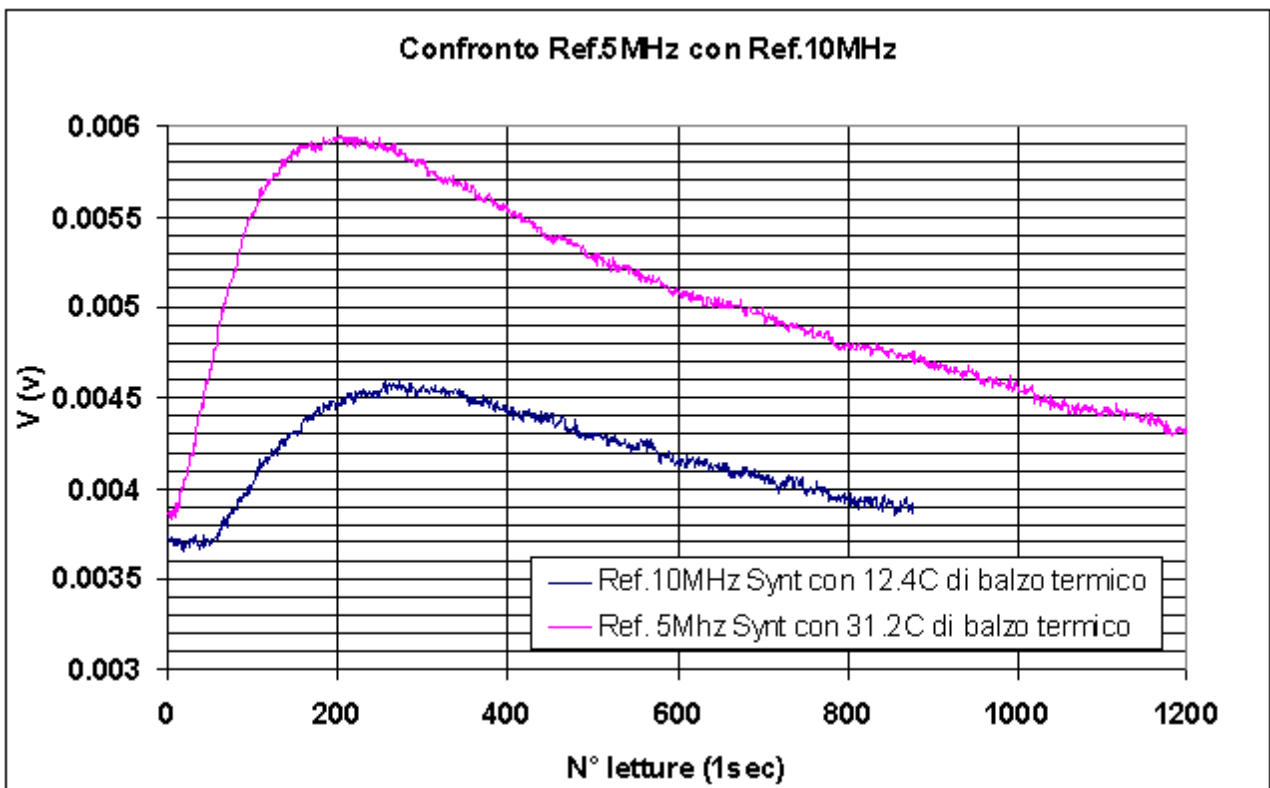
$$\Delta\phi = \arcsin ( 0.0513/(7.4/2))= \quad \text{rotazione di fase } 0.8^\circ/\text{C}$$

$$\text{Ref10MHz} \quad \Delta V/\Delta T = (0.00455-0.0039)/12.4 = 0.0524\text{mV}/1^\circ\text{C}$$

$$\Delta\phi = \arcsin ( 0.0524/(7.4/2))= \quad \text{rotazione di fase } 0.81^\circ/\text{C}$$



*Fig.4-11 Shock termico ottenuto puntando il fon sul retro del moltiplicatore*



*Fig.4-12 Shock termico ottenuto puntando il fon sul retro del Miteq*

Normalizziamo la variazione di fase ed otteniamo:

$$\Delta L/^{\circ}\text{C} = \Delta\phi/^{\circ}\text{C} * c / (360 * \text{Freq}) = 0.81 * 2.998\text{E}8 / (360 * 1.3\text{E}9) = 519 \mu\text{m}/^{\circ}\text{C}$$

pari a **1.73psec/<sup>o</sup>C**

**E' importante a questo punto ribadire l'importanza di avere un ambiente il più controllato possibile in temperatura dove porre tutta la componentistica ora esaminata.**

Pertanto si può affermare che l'unità rack di distribuzione del Reference Distributor presenta una stabilità di fase di circa 1.7 psec/<sup>o</sup>C e che, se posto in un ambiente particolarmente stabile in temperatura, può essere utilizzato rimanendo nelle specifiche VLBI (si può tollerare una variazione di 1 rad. in 1000sec) fino a 104 GHz.