

# Medicina User Manual

32-m Antenna

Versione 1

Elena Cenacchi

Alessandro Orfei, Karl-Heinz Mack, Giuseppe Maccaferri

[e.cenacchi@ira.inaf.it](mailto:e.cenacchi@ira.inaf.it)

## IL RADIOTELESCOPIO

Ultima modifica : 20 aprile 2006



# Indice

## IL RADIOTELESCOPIO

<b>1 – INTRODUZIONE</b> .....	7
<b>2 – STRUTTURA DELL'ANTENNA</b> .....	9
2.1 Rotaia .....	9
2.2 Specchio primario .....	9
2.3 Quadropode e specchio secondario .....	10
2.3.1 <i>Wobbling</i> .....	12
2.4 Errori di puntamento .....	12
2.5 Riepilogo delle specifiche .....	13
2.5.1 <i>Condizioni di osservazione</i> .....	13
2.5.2 <i>Accuratezza superficiale</i> .....	13
2.5.3 <i>Errori di puntamento</i> .....	14
<b>3 – OTTICHE</b> .....	15
3.1 Fuoco primario .....	15
3.2 Fuoco Cassegrain.....	16
3.3 Specifiche dei servosistemi.....	18
<b>4 – FRONT END</b> .....	21
4.1 Feed e ricevitori.....	22
1.4/1.5 GHz.....	23
2.5/8.3 GHz.....	25
5 GHz .....	27
6 GHz .....	30
22 GHz .....	33
4.2 Distribuzioni.....	34
4.3 Stanza di controllo .....	35
<b>5 – EFFICIENZA E TEMPERATURE DI SISTEMA</b> .....	37
<b>6 – VLBI</b> .....	39
<b>7 – MODI OSSERVATIVI</b> .....	41
7.1 Tecniche ON-OFF .....	41
7.2 Tecniche di mappatura .....	41
7.3 Pulsar .....	43
<b>8 – BACK END</b> .....	45
8.1 Spettrometri .....	46
8.1.1 <i>Arcos</i> .....	46
8.1.2 <i>Mspec0</i> .....	47
8.2 Continuo .....	48
8.2.2 <i>Mark IV</i> .....	48
8.3 Polarimetro .....	50
8.4 Pulsar .....	51
8.4.1 <i>SPEX</i> .....	51
8.5 VLBI .....	52
8.5.1 <i>Mark IV</i> .....	52
8.5.2 <i>e-VLBI</i> .....	52
<b>9 – CONTROLLO REMOTO</b> .....	55

<b>APPENDICE A – COME LEGGERE I FILE DI CALIBRAZIONE .....</b>	<b>57</b>
<b>INTERFACCIA UTENTE</b>	
<b>10 – INTRODUZIONE .....</b>	<b>63</b>
10.1 Pannelli di Controllo.....	63
10.1.1 SCU.....	64
10.1.2 ANTM5.....	65
10.1.3 ACU TCL.....	66
10.1.4 SXKL .....	67
10.2 Operator Input : Comandi Field System.....	67
10.2.1 <i>I comandi più usati</i> .....	69
<b>11 – OPERAZIONI PRELIMINARI .....</b>	<b>71</b>
<b>12 – Mspec0 .....</b>	<b>73</b>
12.1 Pannello di Input.....	73
12.2 Pannello di Output.....	75
<b>13 – TOTAL POWER (MARK IV) .....</b>	<b>77</b>
13.1 Sorgente Singola .....	77
13.2 Scheda (Lista di Sorgenti).....	79
13.3 Guida per il BLAZAR Monitoring .....	83
<b>14 – ARCOS .....</b>	<b>83</b>
<b>15 – POLARIMETRO : POLMAD v. 0.9 .....</b>	<b>85</b>
<i>Inizializzazione</i> .....	85
<i>Acquisizione Dati</i> .....	86
<i>Modalita' server</i> .....	86
<i>Point Source Mode</i> .....	87
<i>Formato file output</i> .....	88
<b>16 – SPEX .....</b>	<b>91</b>
<b>17 – MARK IV E V (Operatori VLBI) .....</b>	<b>93</b>
<i>Organizzazione dei turni</i> .....	93
<i>Esperimenti unattended</i> .....	93
<i>Durante l'osservazione</i> .....	96
<i>Controllo da remoto</i> .....	96
<i>Cambio nastro o modulo</i> .....	97
<i>Fine di una scheda</i> .....	98
<i>Cambio turno</i> .....	99
<i>Check list</i> .....	99
<i>Rebootstrap della macchina Linux</i> .....	100
<i>Chiusura FS e logoff</i> .....	100
<i>Restart</i> .....	100
<i>Login e partenza Field System</i> .....	100
<i>Configurazione del ricevitore</i> .....	101
<i>Verifiche pre-run e predisposizione dell'antenna al tracking</i> .....	102
<b>18 – VLBI ITALIA .....</b>	<b>103</b>
<b>APPENDICE B – NORME DI SICUREZZA.....</b>	<b>105</b>
<b>APPENDICE C – COMANDI AGGIUNTIVI DEL FIELD SYSTEM.....</b>	<b>107</b>
<i>Antenna</i> .....	107

<i>Track</i> .....	109
<i>Scu (in Inglese)</i> .....	110
<i>Scuoff</i> .....	112
<i>Azelrate</i> .....	113
<i>Medconf</i> .....	114
<i>Radecrate</i> .....	115
<i>Setup</i> .....	116
<b>APPENDICE D – ESEMPI DI PROCEDURE E TEMPLATE</b> .....	117
<i>Template ctipo.ctl</i> .....	117
<i>Procedura INITP</i> .....	119
<i>Procedura NOME</i> .....	119
<i>Procedura PRE</i> .....	120



# 1. Introduzione

L'antenna da 32 m di Medicina è un radiotelescopio di configurazione Cassegrain (specchio primario parabolico, specchio secondario iperbolico) operativo dal 1983, gestito dall'Istituto di Radioastronomia, facente parte fino al 2004 del CNR (Consiglio Nazionale delle Ricerche) e, attualmente, parte dell' INAF (Istituto Nazionale di AstroFisica).



Fig. 1.1 : L'antenna di Medicina

Le caratteristiche principali di questo strumento sono :

- . Frequency agility (possibilità di cambiare rapidamente la frequenza osservativa),  $t_{max} \leq 4$  min
- . Wobbling del secondario (tempo di spostamento  $\leq 1$  sec per  $\nu \geq 20$  GHz)
- . Completa automazione e controllo remoto delle configurazioni osservative

Posizione	Medicina (BO), Italia
Coordinate	Lat. 44°31'15" N - Long. 11°38'49" E Alt. 25 m s.l.m.
Ottica	Cassegrain
Frequenze operative	1.4 ÷ 22 GHz
Diametro del riflettore parabolico	32 m
Diametro del sub-riflettore iperbolico	3.2 m
Fuochi disponibili	Primario f/D = 0.32 Cassegrain f/D = 3.04
Escursione in elevazione	0° ÷ 90°
Escursione in azimut	± 270°
Velocità di spostamento (vel. vento < 60 km/h)	48°/min Azimuth 30°/min Elevazione
Accuratezza superficiale complessiva ( <i>rms</i> da specifiche)	0.6 mm*
Puntamento ( <i>rms</i> da specifiche)	8 arcsec
Risoluzione	38.7 arcmin/f (GHz)
Guadagno	0.10 ÷ 0.16 K/Jy
Primi lobi laterali	circa 20 dB sotto al lobo principale
Montatura dei ricevitori	Fuoco primario : posizionatore mobile con 3 alloggiamenti Fuoco Cassegrain : fissi con 9 alloggiamenti

Tab. 1.1 : Caratteristiche dell'antenna di Medicina

\* Elevazione 60°

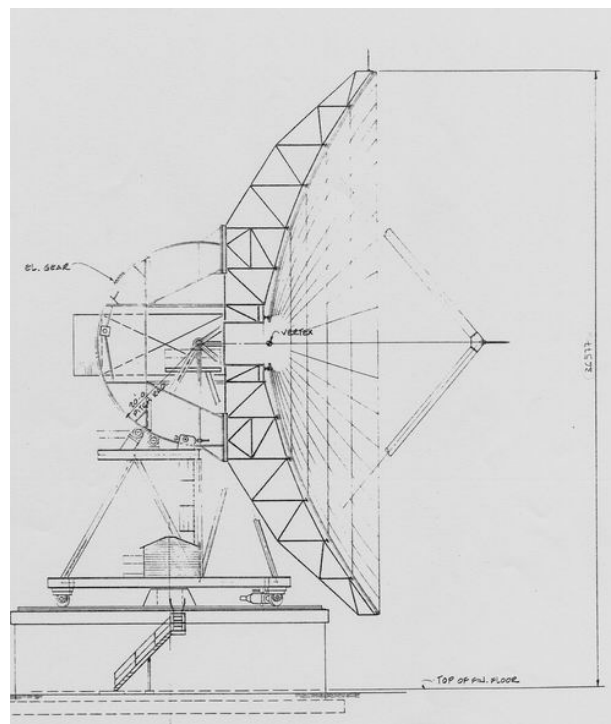


Fig. 1.1 : Antenna di Medicina, fianco



## 2. Struttura dell'Antenna

### 2.1 Rotaia

La rotaia su cui appoggia l'intera antenna ha un diametro di 18.3 metri ed è stata recentemente (2001) rinnovata. Inizialmente era concepita in modo da appoggiare direttamente sul basamento in grout (v. fig. 2.1)

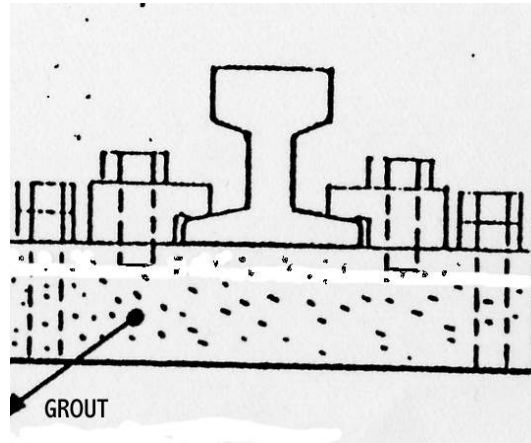


Fig. 2.1: Installazione iniziale

Successivamente si è optato per una realizzazione più efficiente in termini di tenuta nel tempo, ed è stata interposta una lastra metallica tra la rotaia e il grout.



Fig. 2.2: Posa della lastra metallica (antenna sollevata) e lavoro finito (la lastra e il grout sono verniciati in modo uniforme)

### 2.2 Specchio primario

Il riflettore primario, di 32 metri di diametro, è costituito da 240 pannelli di alluminio ( $RMS = 0.4 \text{ mm}$ ) sorretti da una travatura reticolare posteriore. Al vertice dello specchio è previsto l'alloggiamento per la strumentazione relativa al fuoco Cassegrain.

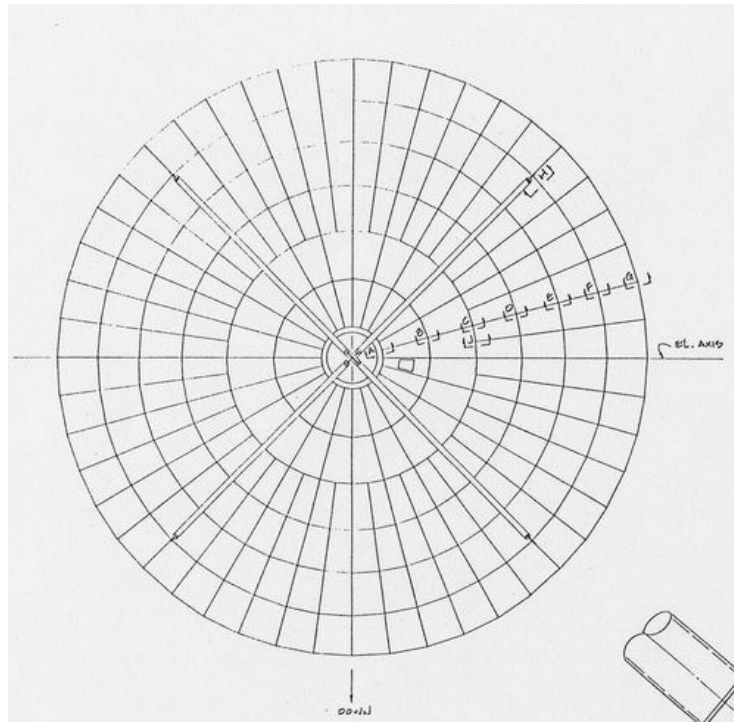
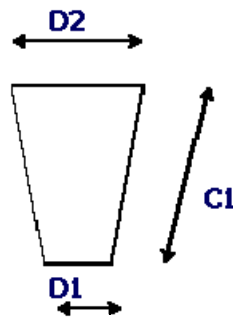


Fig. 2.3 : Specchio primario, fronte



	C1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)
Fila B	2617.8	437.62	1113.96
Fila C	2604.15	1113.96	1770.4
Fila D	2617.24	887.1	1206.06
Fila E	2648.38	1206	1515
Fila F	2659.33	1515.04	1810.74
Fila G	2718	1810.74	2098.14

Tab. 2.1 : Geometria dei pannelli

## 2.3 Quadrupode e specchio secondario

La travatura dello specchio primario sorregge il secondario, posto a circa 9 metri di distanza, tramite il classico sistema a quattro travi inclinate di 45° (quadrupode).

Lo specchio secondario è un riflettore iperbolico di 3.2 metri di diametro, costituito da un unico pannello ( $rms = 0.35 \text{ mm}$ ). Sul retro dello specchio sono fissati [3 attuatori](#) che ne consentono lo spostamento angolare, inoltre tutto l'insieme è in grado di [traslare](#) lungo gli assi x e y.

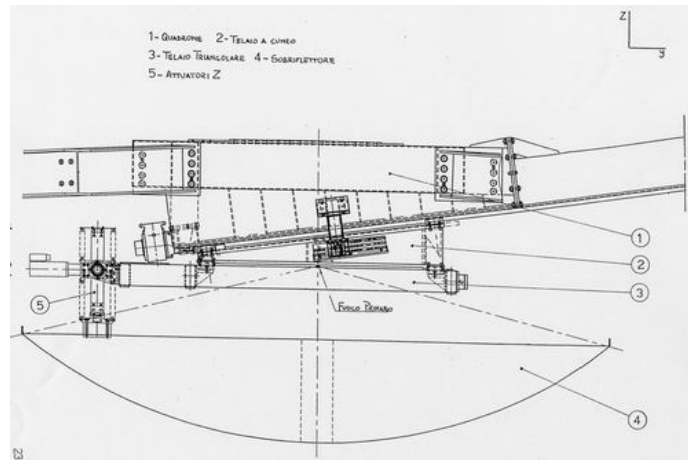


Fig. 2.4: Specchio iperbolico

Le osservazioni in fuoco primario impongono che lo specchio iperbolico sia completamente retratto lungo l'asse y.

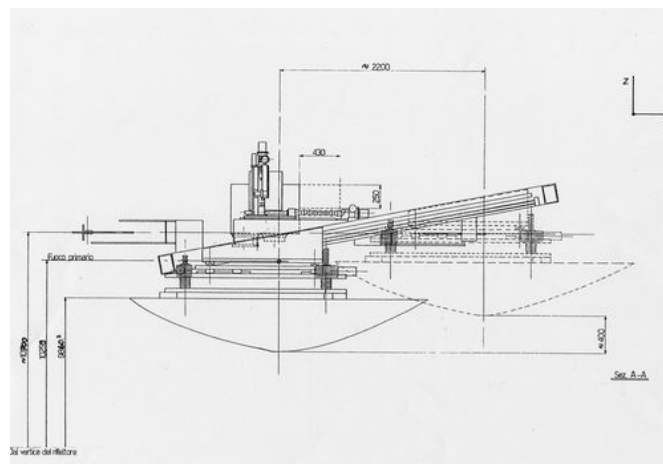


Fig. 2.5: Configurazione per osservazioni in fuoco Cassegrain (linea continua) e in fuoco primario (linea tratteggiata)

Il sub-riflettore e il quadrupode di sostegno realizzano nel complesso un'ostruzione del circa 4% sull'area geometrica del riflettore.

Causa	Ostruzione
Subriflettore	2 %
Quadrupede	2 %
<b>Totale</b>	<b>4 %</b>

Tab. 2.2: Ostruzione sullo specchio primario

### 2.3.1 Wobbling

La meccanica che consente lo spostamento angolare dello specchio è stata progettata al fine di aumentare il numero di ricevitori installabili in fuoco Cassegrain.

Tuttavia, per tutti i ricevitori installati nella [circonferenza esterna](#) è possibile utilizzare lo stesso spostamento per la tecnica di [Wobbling](#), nella tabella seguente sono riportati i tempi caratteristici, sempre molto vantaggiosi rispetto alla tecnica di [Position Switching](#).

Frequenza (GHz)	Beam HPBW (")	Rotazione specchio 2.5 beam (°)	Tempo corsa (sec)	Rotazione specchio 5 beam (°)	Tempo corsa (sec)
5	450	2.56	1.16	5.12	2.12
6	390	2.22	1.03	4.44	1.86
22	120	0.68	0.45	1.37	0.71

Tab. 2.3 : Tempi di spostamento del sub-riflettore

### 2.4 Errori di puntamento

Il recupero degli errori di puntamento dovrà essere tanto migliore quanto più elevata sarà la frequenza di osservazione, ovvero quanto più stretto sarà il beam dell'antenna.

In generale ci si può attenere alla seguente :

$$\delta_p = \frac{HPBW}{10}$$

$\delta_p$  = errore di puntamento

HPBW = larghezza del beam a -3 dB (livello di metà potenza del lobo principale)

Per quanto riguarda l'antenna di Medicina si ottengono i valori elencati nella seguente tabella :

Frequenza (GHz)	HPBW (')	Errore (')
1.5	29	≤ 2.9
22	2	≤ 0.2

Tab. 2.4: Beam ed errore di puntamento

Gli errori sistematici nell'allineamento meccanico ed elettromagnetico delle varie parti strutturali montate e dei feeds portano tipicamente ad errori di puntamento molto elevati, dell'ordine di alcuni minuti d'arco. Tuttavia, tali errori sono stati stimati con campagne di osservazioni astronomiche ad hoc (osservazione di radiosorgenti standard di riferimento), atte a quantificarli in funzione della posizione (Az/EI) dell'antenna e a descriverli all'interno di un modello matematico complessivo.

Una volta applicato il modello l'errore residuo è di 0.13' (sia in azimuth che in elevazione), in ottimo accordo con i requisiti.

## 2.5 Riepilogo delle specifiche

### 2.5.1 Condizioni di osservazione

	Parametri	Specifiche
Precisione	Vento, continuo	< 25 km/h
	Vento, raffiche	20 ÷ 30 km/h
	Sole	Assenti
	Precipitazioni	Assenti
	Temperatura	-25 ÷ 30 °C
	Umidità	< 90 %
Normale	Vento, continuo	< 65 km/h
	Vento, raffiche	50 ÷ 80 km/h
	Precipitazioni	Assenti
	Temperatura	-30 ÷ 50 °C
	Umidità	< 100%
Limiti strutturali	Vento	200 km/h
	Precipitazioni	< 5 cm/h neve
	Scosse sismiche	0.3 g in orizzontali

Tab. 2.4: Condizioni di osservazione

In condizioni estreme e quando non in uso, l'antenna dovrà essere bloccata a 90° di elevazione e 180° di azimuth (stow position).

### 2.5.2 Accuratezza superficiale

Elementi Strutturali	(RSS mm) 90° EI	(RSS mm) 60° EI
Pannelli specchio primario	0.4	0.4
Pannelli subriflettore	0.35	0.35
Deformazioni gravitazionali	0.58	0.19
Accuratezza di superficie complessiva	0.8	0.6

Tab. 2.5 : Accuratezza superficiale elevazione pari a 90° e 60°

Per quantificare l'errore di fase relativo all'accuratezza di superficie si utilizza la seguente :

$$\varepsilon = \frac{4\pi\delta}{\lambda} [\text{rad}]$$

$\delta$  = accuratezza superficiale

$\lambda$  = lunghezza d'onda di osservazione

In genere si assume come errore di fase massimo accettabile  $\varepsilon = 36^\circ = 0.63 \text{ rad}$  da cui si deduce una minima  $\lambda$  di lavoro pari a :

$$\lambda_{\min} \approx 20\delta_{\max}$$

Per l'antenna di Medicina si ottiene :

$$\lambda_{\min} \approx 16 \div 12 \text{ mm} \rightarrow \nu_{\max} \approx 19 \div 25 \text{ GHz}$$

### 2.5.3 Errore di puntamento

Condition	Pointing accuracy (rms arcmin)
Normal/Precision	0.13

Tab. 2.7 : Pointing accuracy

### 3. Ottiche

L'antenna di Medicina prevede due posizioni focali :

- Fuoco primario : F1
- Fuoco Cassegrain : F2

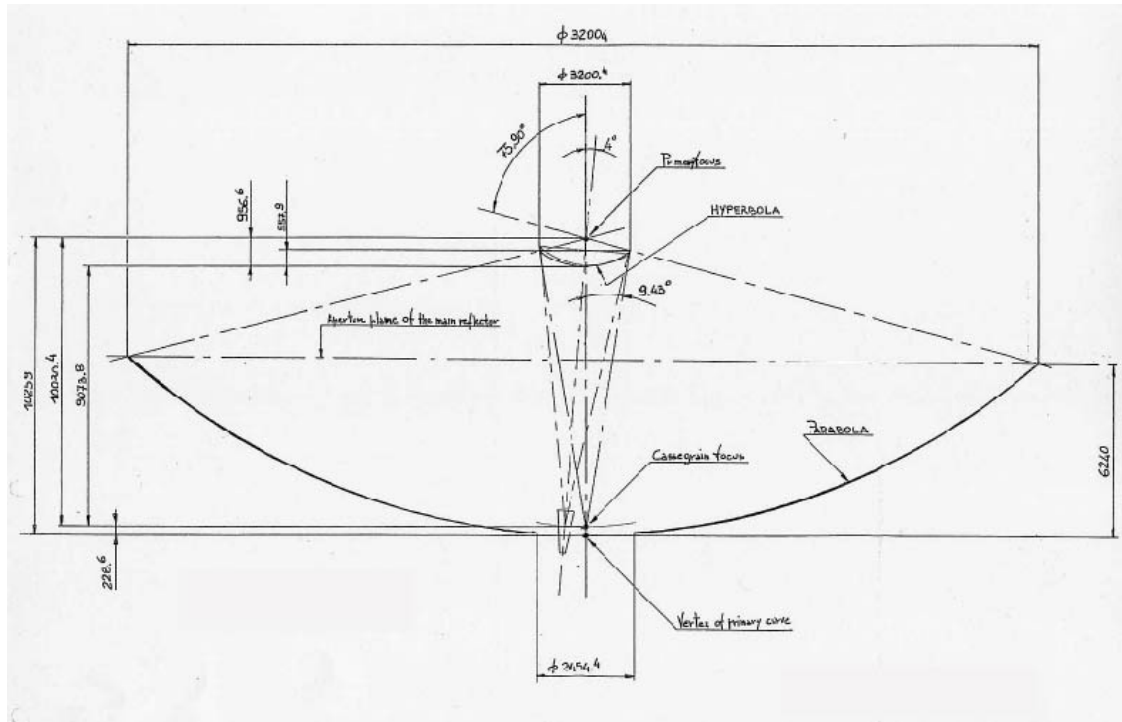


Fig. 3.1 : Ottiche dell'antenna di Medicina [dimensioni in mm]

#### 3.1 Fuoco primario

La configurazione Cassegrain è tale per cui l'accesso al fuoco primario richiede lo spostamento dello specchio iperbolico secondario.

Dietro allo specchio è installato un posizionatore mobile, dotato di 3 alloggiamenti per l'installazione degli illuminatori (feeds).



Fig. 3.2 : Scatola che contiene i 3 feeds in fuoco primario

La lunghezza focale dello specchio primario è di circa 10.3 metri, ne risulta un rapporto  $F_1/D \approx 0.32$ .

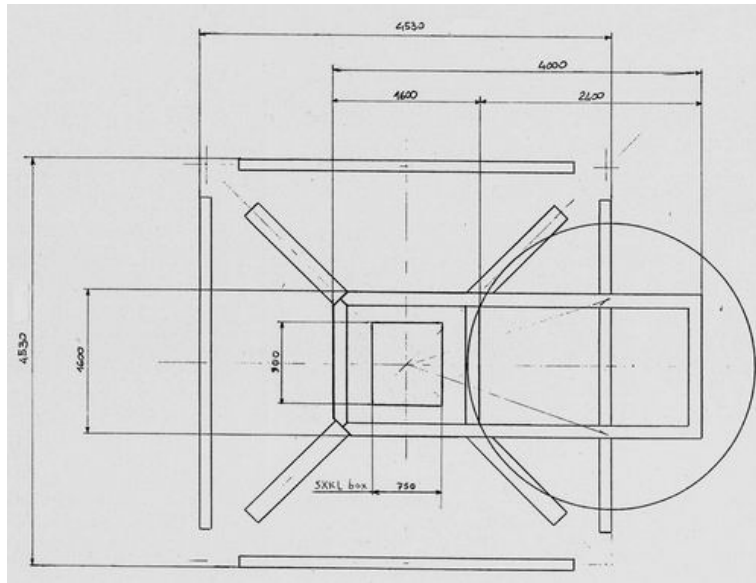


Fig. 3.3 : Fuoco primario (dimensioni in mm)

### 3.2 Fuoco Cassegrain

Il sub-riflettore, posto a circa 9 metri dal vertice dello specchio primario, consente di osservare in fuoco Cassegrain (che si trova a circa 20 cm dal vertice del riflettore).

Questo fuoco è studiato in modo da offrire più posizioni focali adiacenti, ottenibili mediante lo spostamento angolare dello specchio secondario (v. fig. 3.4).

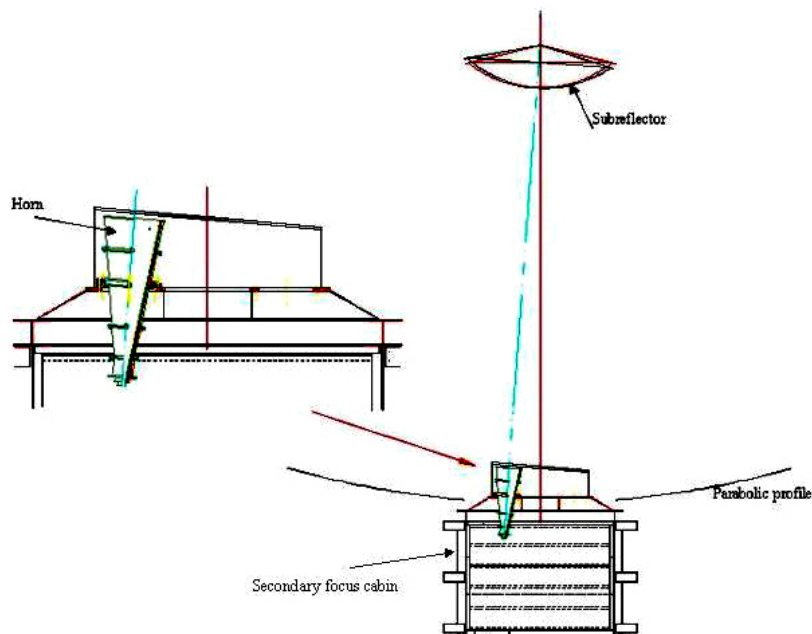


Fig. 3.4 : Piano focale Cassegrain



Possono essere alloggiati fino a 9 ricevitori di cui uno centrale e gli altri otto periferici.

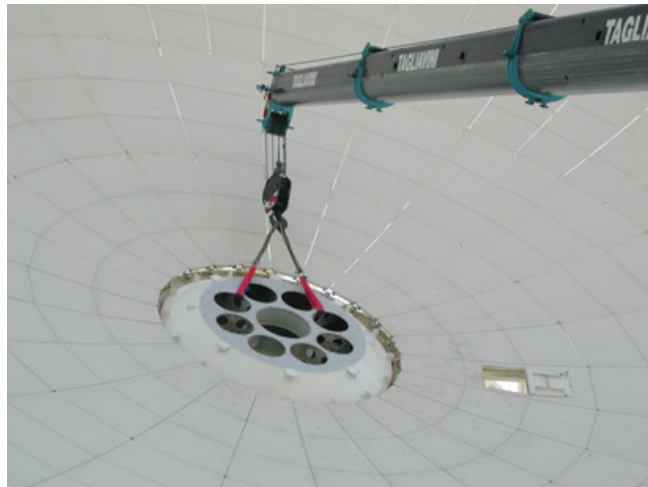


Fig. 3.5 : Alloggiamenti in fuoco Cassegrain

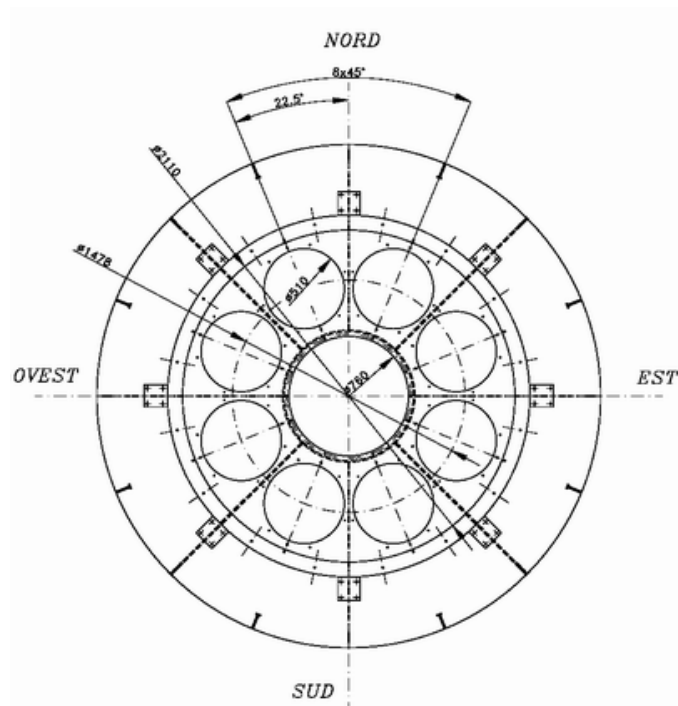


Fig. 3.6 : Fuoco Cassegrain (dimensioni in mm)

Lo specchio secondario, realizza un ingrandimento  $i_2$  che dipende dal rapporto tra la sua lunghezza focale e la sua distanza dal primo fuoco (circa 9 metri e 1 metro rispettivamente).

Il calcolo della focale complessiva si effettua quindi nel modo seguente :

$$i_2 = \frac{9.074}{0.956} \approx 9.49$$

$$F_2 = i_2 \cdot F_1 \approx 97.36 \text{ [m]}$$

Ne risulta un rapporto  $F_2/D \approx 3.04$

Attualmente presso questo fuoco sono installati i feeds operanti a 5 e 6 GHz.

### 3.3 Specifiche dei servosistemi

Movimento in azimuth		Unità	Valore
Cinematica	Escursione	(°)	540
	Velocità angolare	(°/sec)	0.8
	Accelerazione angolare	(°/sec <sup>2</sup> )	0.82
Configurazione	Numero di ruote	(-)	4
	Ruote motrici	(-)	2
	Motori per ruota motrice	(-)	1
Rotaia	Diametro	(m)	18.3

Tab. 3.1 : Movimento in azimuth

Movimento in elevazione		Unità	Valore
Cinematica	Escursione	(°)	90
	Velocità angolare	(°/sec)	0.5
	Accelerazione angolare	(°/sec <sup>2</sup> )	0.31

Tab. 3.2 : Movimento in elevazione

Posizionatore feeds fuoco primario		Unità	Valore
Cinematica	Escursione	(mm)	420
	Velocità	(mm/sec)	7.2
	Accelerazione	(mm/sec <sup>2</sup> )	24

Tab. 3.3 : Posizionatore trasversale feeds fuoco primario

Posizionatore feeds fuoco primario asse z		Unità	Valore
Cinematica	Escursione	(mm)	350
	Velocità	(mm/sec)	7.2
	Accelerazione	(mm/sec <sup>2</sup> )	24

Tab. 3.4: Posizionatore feeds fuoco primario, asse z

Subriflettore		Unità	Valore
Cinematica	Escursione asse x	(mm)	160
	Escursione asse y	(mm)	160
	Escursione asse y fuori fuoco	(mm)	2240
	Escursione asse z	(mm)	250
	Escursione angolare asse x	(°)	±4.2*
	Escursione angolare asse y	(°)	±4.2*
	Velocità asse x	(mm/sec)	55.5
	Velocità asse y	(mm/sec)	17.1
	Velocità asse z	(mm/sec)	48.3
	Velocità angolare	(°/sec)	1.9

Tab. 3.5 : Cinematica del subriflettore

\*A partire dal feed centrale.



## 4. Front End

Il range di osservazione per l'antenna di Medicina è attualmente 1.35÷24.1 GHz . Tutti i ricevitori posti in fuoco primario (1.5, 2.3-8.3, 22 GHz) condividono parte dell'elettronica, come si può vedere nello schema sotto riportato (nelle sezioni dedicate ai singoli ricevitori sono evidenziate le connessioni per ciascuna frequenza).

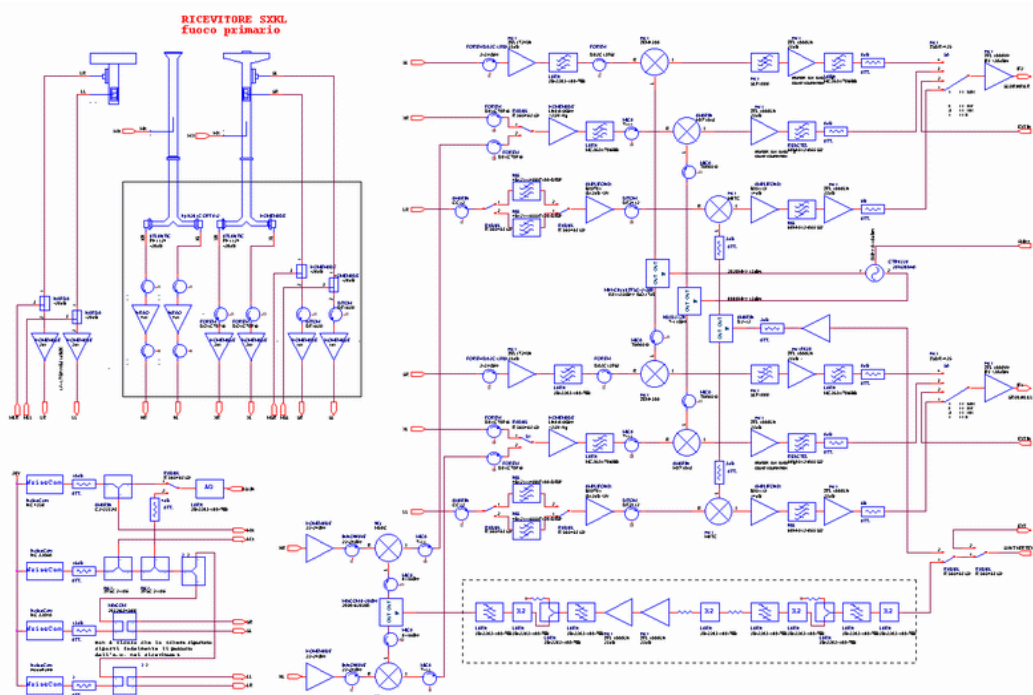


Fig. 4.1 : Schema dei ricevitori in fuoco primario

I ricevitori in fuoco Cassegrain sono in fase di aggiornamento e verranno sostituiti con i sistemi a bande più larghe (il 6 GHz verrà inglobato in un nuovo sistema a 7 GHz) sviluppati per SRT.

I livelli di taper adottati sono i seguenti :

Frequenza (GHz)	Taper (dB)
1.5	-17
2.3	-16
5	-10
6	-14
8.3	-16
22	-15

Tab. 4.1 : Livelli di taper

## 4.1 Feeds e ricevitori

Sono disponibili i seguenti ricevitori (per i dettagli tecnici cliccare sulle frequenze).

Banda (Sigla)	$\nu_0$ (GHz)	$\lambda$ (cm)	Sigla Ricevitore	Beam (')		$\nu_{Lsky}$ (GHz)	$\nu_{Hsky}$ (GHz)	Banda Ricevitore (MHz)	Temperatura di rumore (K)	Configurazione	Calibrazione
				N/S	E/W						
L	<a href="#">1.4</a>	21	lhp	31.0	31.3	1.35	1.45	2x80	50		<a href="#">LH</a>
L	<a href="#">1.6</a>	18	llp	27.5	27.6	1.595	1.715	2x80	60		<a href="#">LL</a>
S	<a href="#">2.3</a>	13	ssp o sxp*	18.6	17.3	2.20	2.36	2x160	40	Coxial 8.3 GHz	<a href="#">SS</a>
C	<a href="#">5</a>	6	ccc	7.50	7.40	4.65	5.15	2x350	44		<a href="#">CC</a>
C	<a href="#">6</a>	5	chc	7.00	6.50	5.90	7.10	2x400	57		<a href="#">CH</a>
X	<a href="#">8.3</a>	3.6	xsp o sxp*	4.80	5.00	8.18	8.98	2x800	25	Coaxial 2.3 GHz	<a href="#">XX</a>
K	<a href="#">22</a>	1.3	kkp	2.00	2.00	21.86	24.14	2x800	80		<a href="#">KK</a>

Tab. 4.2 : Caratteristiche dei ricevitori

\*Sigla relativa all'uso coassiale

Fuoco Primario
Fuoco Cassegrain

$\nu_{Lsky} \div \nu_{Hsky}$  : banda massima del ricevitore

La sigla dei ricevitori è stata assegnata solo a scopo identificativo (le lettere p e c stanno per fuoco primario e fuoco Cassegrain rispettivamente).

[COME LEGGERE I FILE DI CALIBRAZIONE](#) (V. Appendice)

Alle frequenze 1.4, 1.6 e 2.3 GHz le bande a disposizione potrebbero essere inferiori a quanto sopra riportato, per via delle interferenze.

E' possibile condurre osservazioni a più frequenze cambiando ricevitore in tempi molto brevi (frequency agility) :

	LL/LH	SX/SS/XX	CC	CH	KK
LL/LH		46 sec	3 min 20 sec	3 min 20 sec	22 sec
SX/SS/XX	46 sec		3 min 25 sec	3 min 25 sec	26 sec
CC	3 min 20 sec	3 min 25 sec		3 sec	3 min 21 sec
CH	3 min 20 sec	3 min 25 sec	3 sec		3 min 21 sec
KK	22 sec	26 sec	3 min 21 sec	3 min 21 sec	

Tab. 4.3: Tempi di commutazione tra i ricevitori

## 1.4/1.6 GHz

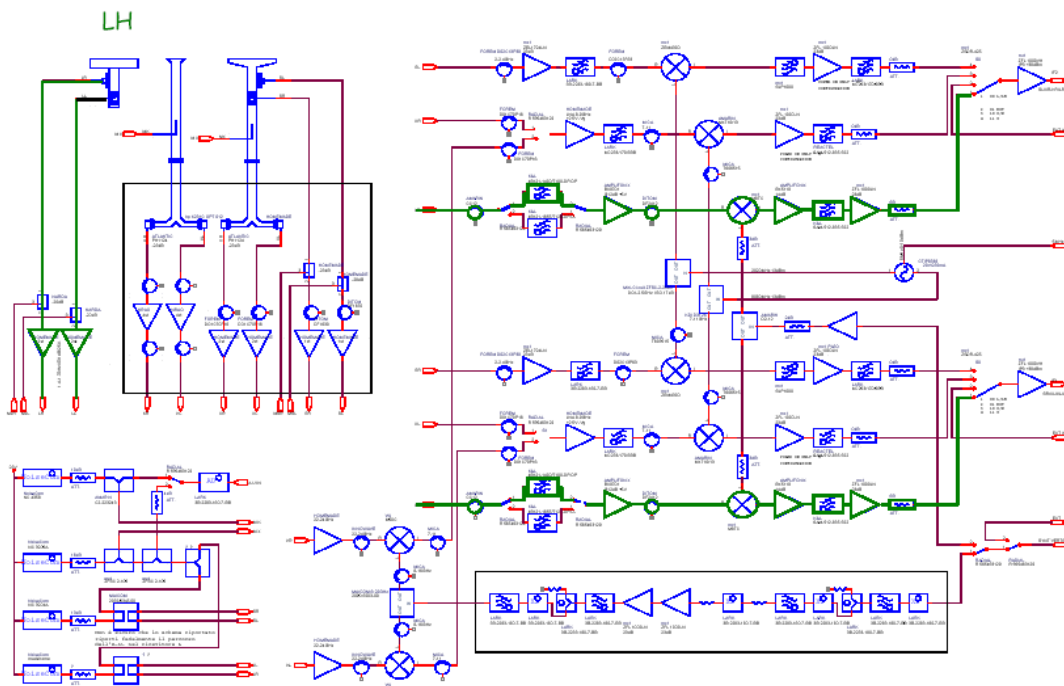
Tipo	Caldo	
Canali	2	
Polarizzazione	LHC-RHC	
Frequenza centrale (GHz)	1.406	1.665
Temp. di rumore	50 K	60 K
Banda RF utile (GHz)	1.35÷1.45	1.595÷1.715
Larghezza filtro RF (MHz)	100	120
Larghezza filtro IF (MHz)	80	80
Banda RF istantanea (GHz)	1.366÷1.446	1.625÷1.705
Frequenza OL (GHz)	1.036	1.295
OL range (GHz)	1.020÷1.040	1.265÷1.305
Conversione (GHz)	Singola USB 0.33÷0.41	

Parametri standard del ricevitore a 1.5 GHz

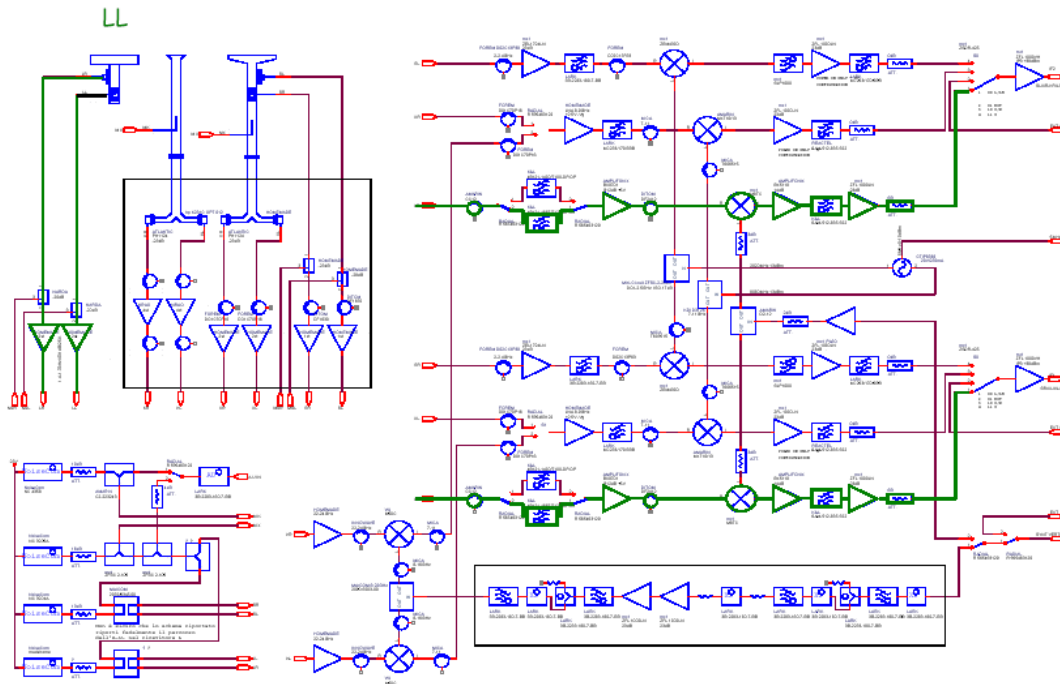
La banda massima è 80 MHz, collocabile, per via delle interferenze, solo nei due range RF descritti in tabella. Per spostare la banda IF standard all'interno della banda RF, di una quantità  $\Delta\nu$ , è necessario settare una diversa frequenza dell'oscillatore locale (entro il range descritto in tabella), secondo la seguente :

$$RF = 1.350 \div 1.450 \rightarrow v_{OL} = 1.036 \pm \Delta\nu$$

$$RF = 1.595 \div 1.715 \rightarrow v_{OL} = 1.295 \pm \Delta\nu$$



Schema del ricevitore a 1.4 GHz (evidenziato in verde)



Schema del ricevitore a 1.6 GHz (evidenziato in verde)

Alle frequenze 1.4, 1.6 e 2.3 GHz le bande a disposizione potrebbero essere inferiori a quanto sopra riportato, per via delle interferenze.

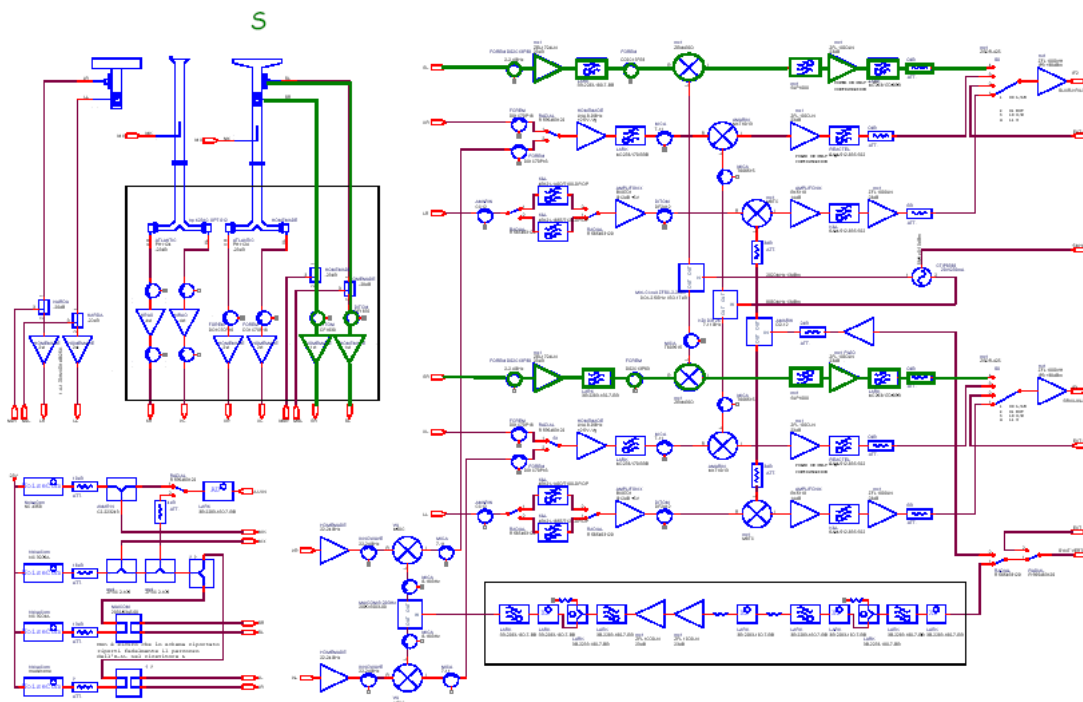


## 2.3-8.3 GHz

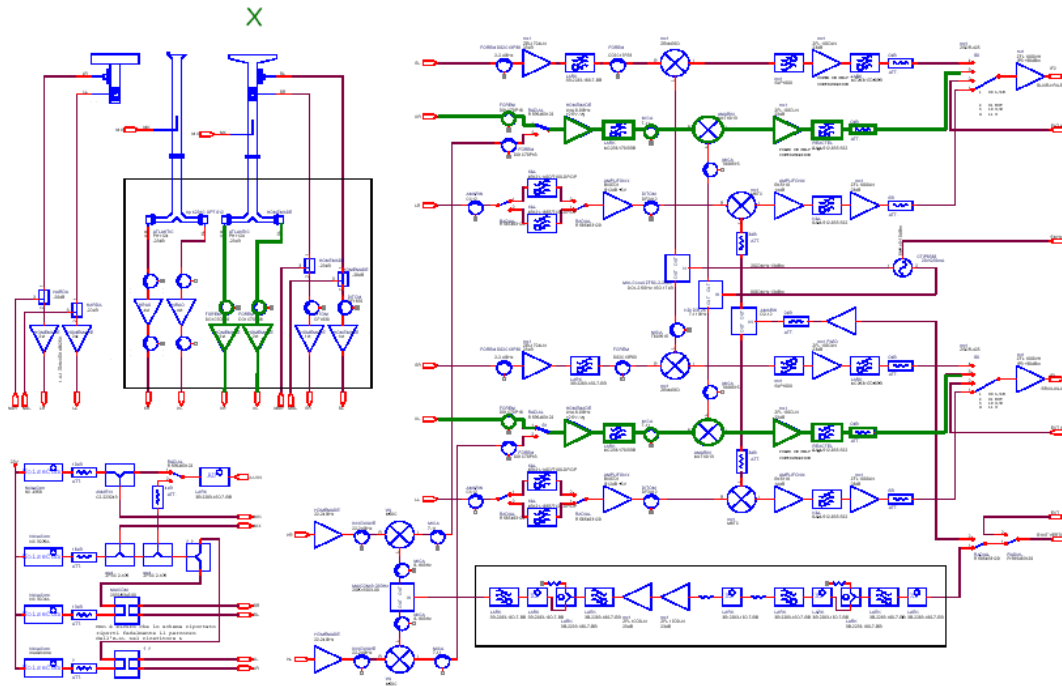
Tipo	Freddo Coassiale	
Canali	2	
Polarizzazione	LHC-RHC	LHC-RHC
Frequenza centrale (GHz)	2.28	8.58
Temp. di rumore	40	25
Banda RF utile (GHz)	2.20÷2.36	8.18÷8.98
Larghezza filtro RF (MHz)	160	800
Larghezza filtro IF (MHz)	160	800
Banda RF istantanea (GHz)	2.20÷2.36	8.18÷8.98
Frequenza OL (GHz)	2.020	8.080
OL range (GHz)	0	0
Conversione (GHz)	Singola USB 0.18÷0.34	Singola USB 0.1÷0.9

Parametri standard del ricevitore coassiale 2.3-8.3 GHz

E' possibile utilizzare i due ricevitori sia singolarmente (2 uscite IF) che insieme (coassiale, 4 uscite IF). Per le osservazioni coassiali VLBI si utilizza un solo canale per ognuno dei due ricevitori, tipicamente quello corrispondente alla polarizzazione destra (il sistema Mark 4 accetta solo due input IF).



Schema del ricevitore a 2.3 GHz (evidenziato in verde)



Schema del ricevitore a 8.3 GHz (evidenziato in verde)

Alle frequenze 1.4, 1.6 e 2.3 GHz le bande a disposizione potrebbero essere inferiori a quanto sopra riportato, per via delle interferenze.

## 5 GHz

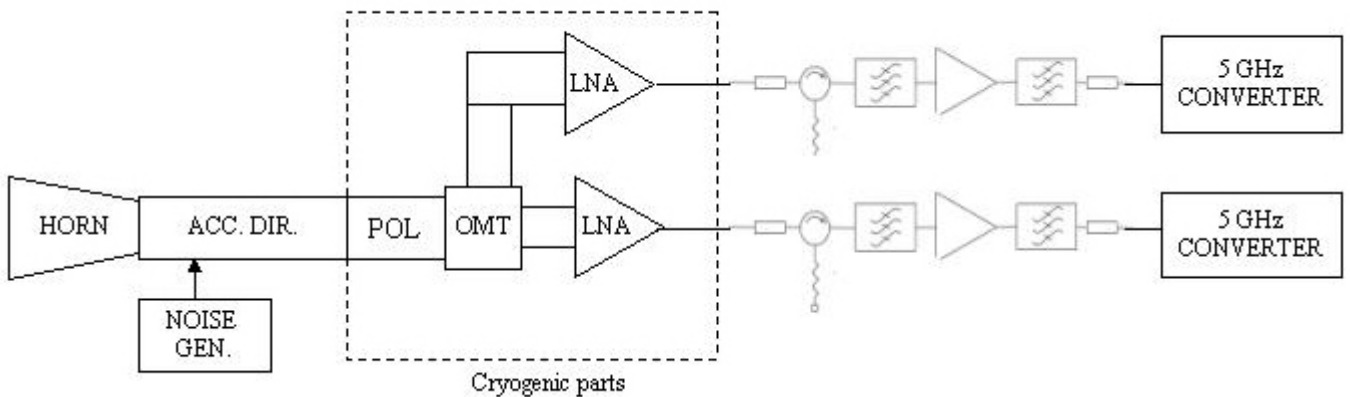
Tipo	Freddo
Canali	2
Polarizzazione	LHC-RHC
Frequenza centrale (GHz)	4.875
Temp. di rumore	44
Banda RF utile (GHz)	4.65÷5.15
Larghezza filtro RF (MHz)	500
Larghezza filtro IF (MHz)	350
Banda RF istantanea (GHz)	4.700÷5.050
Frequenza OL (GHz)	1.150x4
OL range (GHz)	1.138÷1.175
Conversione (GHz)	Singola USB 0.1÷0.45

Parametri standard del ricevitore a 5 GHz

Per spostare la banda IF standard all'interno della banda RF, di una quantità  $\Delta v$ , è necessario settare una diversa frequenza dell'oscillatore locale (entro il range descritto in tabella), secondo la seguente :

$$v_{ol} = \frac{4.600 \pm \Delta v}{4}$$

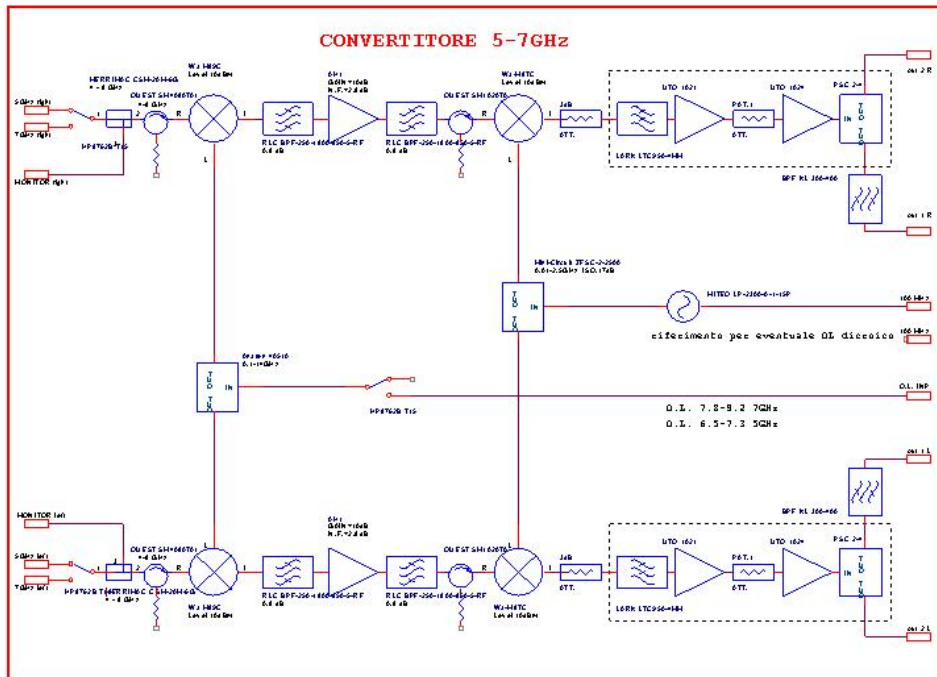
Questo sistema verrà presto rinnovato (le bande saranno allargate). Lo schema relativo alle conversioni si riferisce già al nuovo ricevitore.



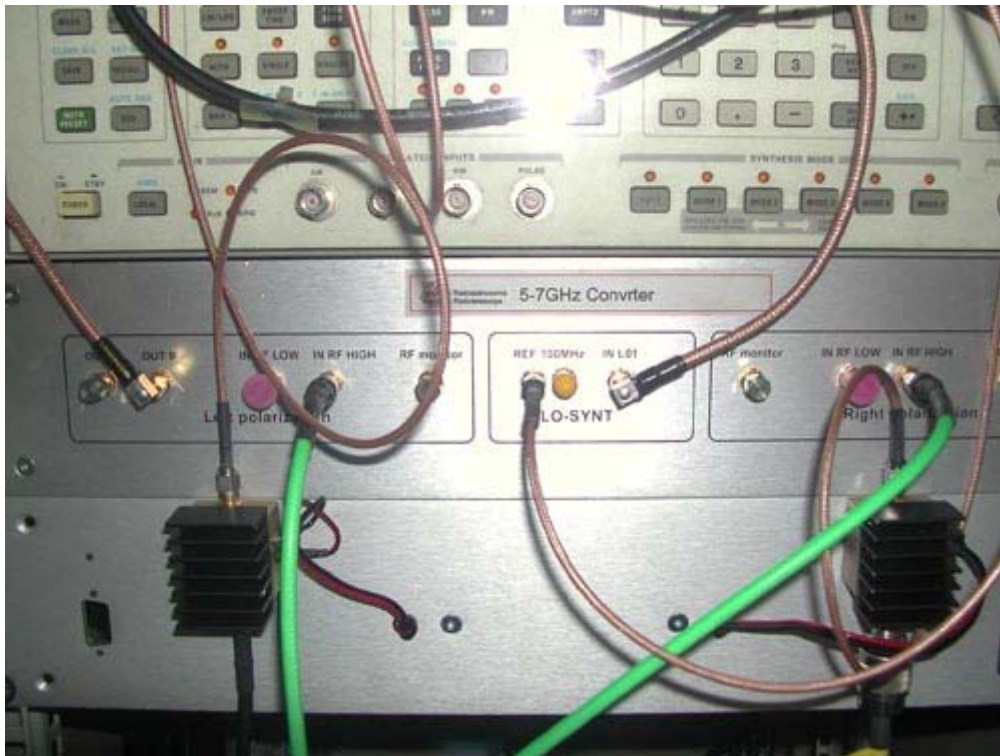
Schema del ricevitore



Ricevitori montati : 5 GHz (a sinistra) e 6 GHz (a destra)



Schema delle conversioni



Convertitore 5-7 GHz

## 6 GHz

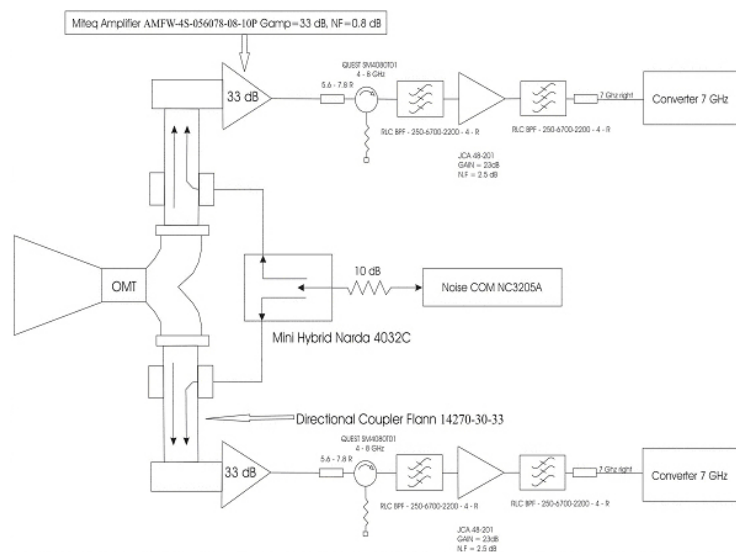
Tipo	Caldo	
Canali	2	
Polarizzazione	LHC-RHC	
Frequenza centrale (GHz)	6.1	6.7
Temp. di rumore	57	
Banda RF utile (GHz)	5.90÷7.10	
Larghezza filtro RF (MHz)	1200	
Larghezza filtro IF (MHz)	400	
Banda RF istantanea (GHz)	5.90÷6.30	6.50÷6.90
Frequenza OL1 (GHz)	8.10	8.70
Frequenza OL2 (GHz)	2.30	2.30
OL1 range (GHz)	8.10÷9.30	
Conversione (GHz)	Doppia LSB	
	1.80÷2.20	
	0.1÷0.5	

## Parametri descrittivi del ricevitore a 6 GHz

Per spostare la banda IF standard all'interno della banda RF, di una quantità  $\Delta\nu$ , è necessario settare una diversa frequenza dell'oscillatore locale OL1 (entro il range descritto in tabella), secondo la seguente :

$$\nu_{OL} = 8.10 \pm \Delta\nu$$

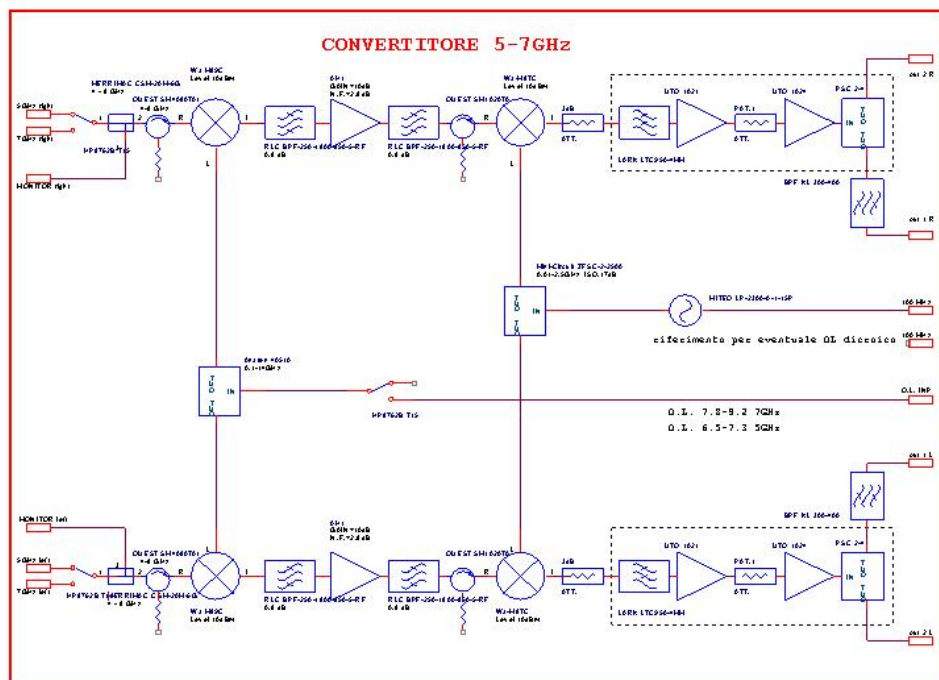
Questo sistema verrà presto rinnovato (le bande saranno allargate e la frequenza centrale diventerà 7 GHz). Lo schema relativo alle conversioni si riferisce già al nuovo ricevitore.



Schema del ricevitore

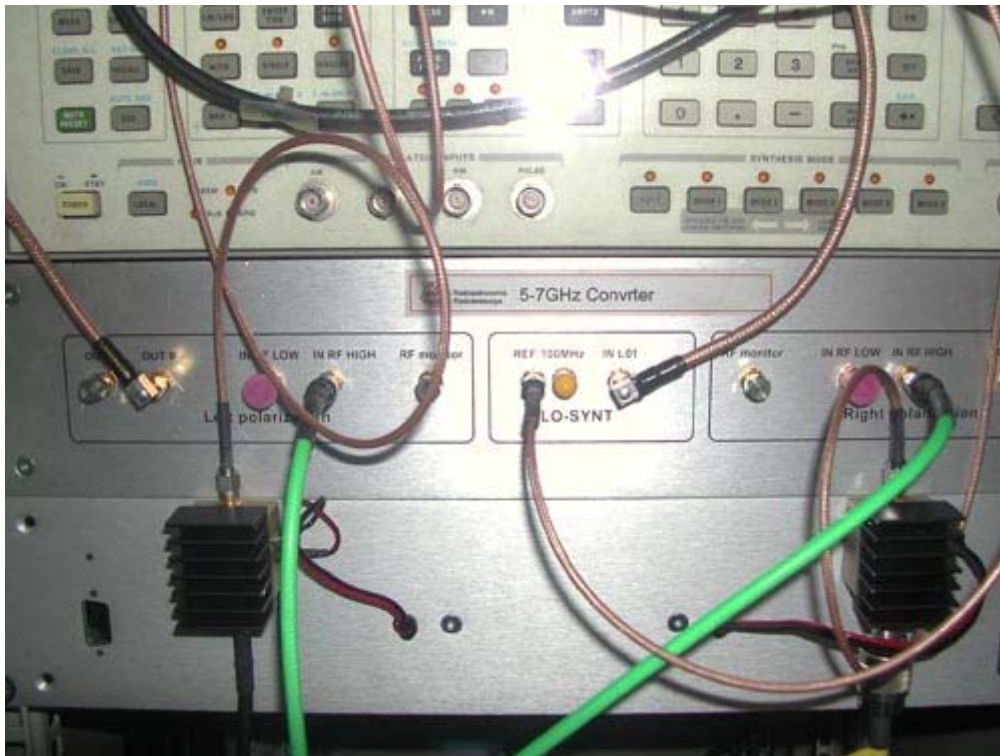


Ricevitore montato



Schema delle conversioni





Convertitore 5-7 GHz



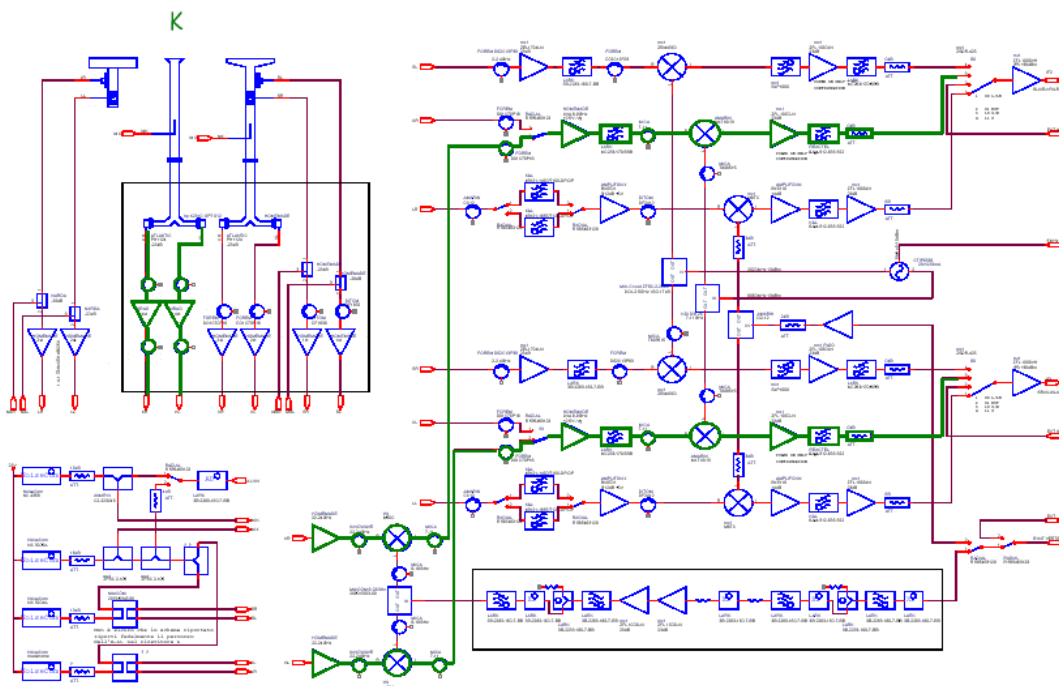
## 22 GHz

Tipo	Freddo
Canali	2
Polarizzazione	LHC-RHC
Frequenza centrale (GHz)	22.464
Temp. di rumore (K)	80
Banda RF utile (GHz)	21.86÷24.14
Larghezza filtro RF (MHz)	2300
Larghezza filtro IF (MHz)	800
Banda RF istantanea (GHz)	22.064÷22.864
Frequenza OL1 (GHz)	1.7355 (x8)
Frequenza OL2 (GHz)	8.080
OL1 range (GHz)	1.710÷1.945
Conversione (GHz)	Doppia USB 8.18÷8.98 0.1÷0.9

Parametri descrittivi del ricevitore a 22 GHz

Per spostare la banda IF standard all'interno della banda RF, di una quantità  $\Delta\nu$ , è necessario settare una diversa frequenza dell'oscillatore locale OL1 (entro il range descritto in tabella), secondo la seguente :

$$v_{OL} = \frac{(21.964 \pm \Delta\nu) - 8.080}{8}$$



Schema del ricevitore a 22 GHz (evidenziato in verde)

## 4.2 Distribuzioni

Le connessioni tra i fuochi dell'antenna riguardano tre tipi diversi di segnale :

. Oscillatore locale : per ridurre la spesa relativa alla costruzione di un elevato numero di ricevitori supereterodina completamente indipendenti, una soluzione molto adottata prevede la condivisione di alcuni oscillatori locali (ad esempio per almeno una delle due conversioni). Un solo oscillatore può quindi servire più ricevitori attraverso un sistema di distribuzione del segnale.

. IF : i segnali RF ricevuti dal Front End, una volta convertiti in IF, sono "portati" ai Back End installati nella stanza di controllo, alla base dell'antenna.

. Reference : segnale a 5 MHz proveniente dall' H-maser, necessario alla stabilità degli oscillatori locali.

Tutti i segnali sull'antenna sono cablati con cavo coassiale.

Lo schema di distribuzione dei segnali è in sostanza abbastanza semplice. Gli unici ricevitori a doppia conversione sono a 6 GHz (installato in fuoco Cassegrain) e a 22 GHz (installato in fuoco primario) ed entrambe sfruttano il medesimo oscillatore locale per la seconda conversione. Poichè l'oscillatore locale è unico, non c'è possibilità di affiancare i due canali (Left e Right) dei ricevitori all'interno della banda RF.

Il segnale di oscillatore è distribuito da un apposito OL Distributor (OLD).

In fuoco Cassegrain sono anche installati il distributore dei segnali di riferimento (REFD) e dei segnali IF. Dalla stanza di controllo è poi possibile agire sul selettore che permette di scegliere il sistema ricevente che si vuole utilizzare.

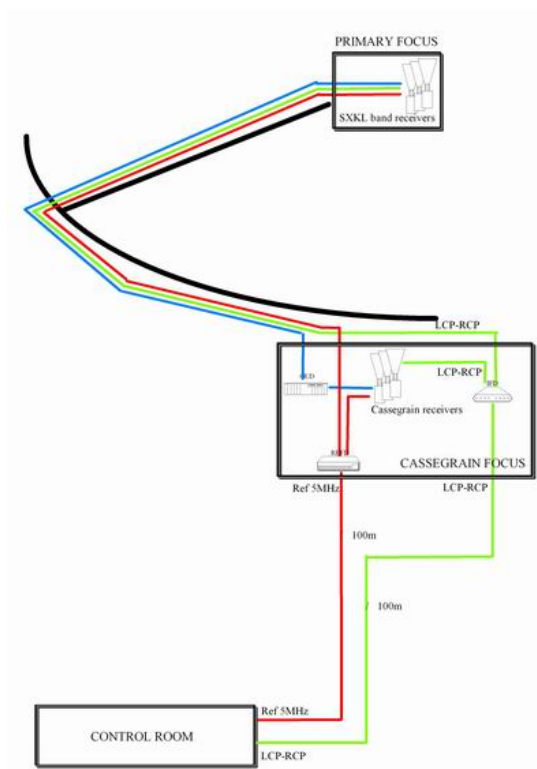


Fig. 4.2 : Schema delle distribuzioni tra i fuochi



Fig. 4.3 : Distributori : segnale di riferimento (a sinistra) e oscillatore locale (a destra)

### 4.3 Stanza di Controllo

La stanza di controllo, nella quale sono installati i backend per l'elaborazione dei dati, si trova alla base dell'antenna ed è connessa ai vari fuochi tramite le linee di comunicazione (alcune delle quali in fibra ottica) mostrate in figura.

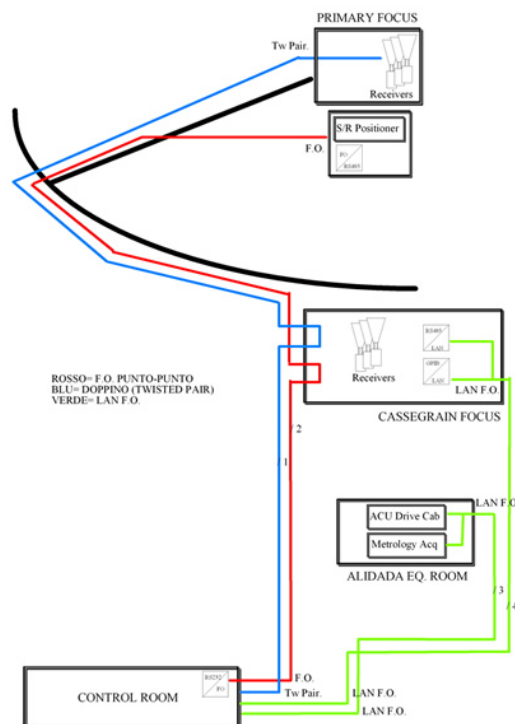


Fig. 4.3 : Linee di controllo

Oltre a comandare i ricevitori, il movimento dell'antenna e il movimento del sub-riflettore, sarà possibile agire sul nuovo sistema metrologico (sensori di temperatura e un piccolo telescopio ottico installato in fuoco Cassegrain) che verrà testato sull'antenna di Medicina in previsione della costruzione di SRT.

La stanza di controllo è integrata nella rete LAN dell'Osservatorio (situato a circa 500 metri dall'antenna).



## 5. Efficienza e Temperature di Sistema

La definizione di guadagno dell'antenna è la seguente :

$$G = 10^{-26} \frac{m \eta_A A_g}{k_B} \left[ \frac{\text{K}}{\text{Jy}} \right]$$

$m = 0.5$  (radiazione non polarizzata)

$A_g$  = area geometrica di raccolta

$k_B$  = costante di Boltzmann

$\eta_A$  = efficienza dell'antenna

Per l'antenna di Medicina le costanti, raccolte, forniscono :

$$10^{-26} \frac{A_g}{2 \cdot k_B} \approx 0.292$$

Il termine  $\eta_A$  è l'efficienza complessiva dell'antenna calcolata tenendo in considerazione tutti i fattori di degradazione del segnale in ricezione.

Il guadagno dell'antenna varia al variare dell'elevazione e l'andamento è approssimato da una curva di secondo grado del tipo :

$$ax^2 + bx + c$$

In tabella sono elencati i parametri polinomiali delle curve normalizzate alle varie frequenze :

Frequency (GHz)	$a$	$b$	$c$
1.4	$-6.8310687 \cdot 10^{-5}$	$7.285044 \cdot 10^{-3}$	$8.0577027 \cdot 10^{-1}$
1.6	$-2.6828893 \cdot 10^{-5}$	$3.4836402 \cdot 10^{-3}$	$8.869153 \cdot 10^{-1}$
2.3	$-1.3256035 \cdot 10^{-4}$	$1.7229174 \cdot 10^{-2}$	$4.4017117 \cdot 10^{-1}$
5	$-5.3473118 \cdot 10^{-5}$	$6.0312044 \cdot 10^{-3}$	$8.2993592 \cdot 10^{-1}$
6	$-5.8197959 \cdot 10^{-5}$	$9.4270958 \cdot 10^{-3}$	$6.1824204 \cdot 10^{-1}$
8.3	$-7.2457279 \cdot 10^{-5}$	$1.0623634 \cdot 10^{-2}$	$6.1059261 \cdot 10^{-1}$
22	$-2.4658337 \cdot 10^{-4}$	$2.0935913 \cdot 10^{-2}$	$4.4252013 \cdot 10^{-1}$

Tab. 5.1 : Curve di guadagno, coefficienti dei polinomi.

[DA QUESTA PAGINA E POSSIBILE SCARICARE I FILE DI CALIBRAZIONE AGGIORNATI](#)

Per calcolare la sensibilità, vale la seguente :

$$\Delta S = \frac{\alpha T_{sys}}{G \sqrt{\Delta \nu \tau n N_{IF}}}$$

$\alpha$  = costante di sensibilità (=1)

$T_{sys}$  = temperatura di sistema

$G$  = guadagno (K/Jy)

$\Delta \nu$  = banda di osservazione

$\tau$  = tempo di integrazione in secondi

$n$  = numero di osservazioni su cui si media

$N_{IF}$  = numero di canali disponibili (= 1,2)

Nella tabella seguente sono elencati, per tutte le frequenze, temperatura di sistema (elevazione 45°) e sensibilità dell'antenna di Medicina.

$\nu_0$ (GHz)	T ricevitore (K)	Tsys (K)	$\eta_A$ (%)	G (K/Jy)	SEFD (Jy)	Banda (MHz)	$\Delta S$ (mJy- $\sqrt{h}$ )
1.4	50	58	41	0.120	483	2x80*	38.2
1.6	60	64	36	0.106	604	2x80*	47.8
2.3	40	58	43	0.125	464	2x160*	26.0
5	44	50	58	0.169	296	2x350	11.2
6	57	65	50	0.145	676	2x400	23.9
8.3	25	40	48	0.141	284	2x800	7.1
22	80	145	38	0.110	1318	2x800	33.0

Tab. 5.2 : Sensibilità dell'antenna a 45°, assumendo  $\tau = 1$  sec,  $n=1$ ,  $N_{IF} = 2$

Fuoco Primario

Fuoco Cassegrain

\*A causa delle interferenze presenti a queste frequenze, la banda a disposizione è in genere inferiore alla massima consentita dal ricevitore.

## 6. VLBI

Le applicazioni VLBI dell'antenna di Medicina fanno capo attualmente al circuito internazionale EVN ([European VLBI Network](#)), del quale l'antenna fa parte dal 1984.

Alcune osservazioni vengono effettuate con le due sole antenne italiane (Noto e Medicina) utilizzando poi il correlatore di Bonn. Una volta che SRT sarà operativo ci saranno i presupposti per una rete VLBI italiana (I-VLBI).





## 7. Observing Modes

### 7.1 Tecniche ON-OFF

Al fine di ridurre il più possibile i contributi indesiderati introdotti dalle fluttuazioni atmosferiche durante un'osservazione è necessario ricorrere a tecniche osservative basate sul confronto di almeno una coppia di esposizioni, di cui una condotta sull'obiettivo e una su una zona di cielo adiacente, abbastanza libera da emissioni.

Poiché alle alte frequenze le fluttuazioni dell'atmosfera incidono maggiormente e con elevata frequenza temporale, diventa necessario poter muovere l'antenna molto velocemente tra le due posizioni (che dovranno essere ragionevolmente vicine), oppure ricorrere ad alternative che non richiedano necessariamente il movimento di tutta la struttura.

L'antenna di Medicina offre le seguenti tecniche ON-OFF :

- . Position Switching

Tutta l'antenna viene spostata per puntare due posizioni differenti. In generale il tempo di spostamento in una direzione per alcuni beam è di 5 secondi, un tempo che si può considerare indipendente dalla frequenza di osservazione.

- . Wobbling

Lo spostamento del beam dell'antenna viene ottenuto spostando solo lo specchio secondario. Questa tecnica implica tempi morti molto inferiori del Position Switching ma può essere utilizzata solo con i ricevitori installati nella circonferenza esterna. Per via dei limiti imposti dal range di escursione angolare dello specchio secondario è possibile impostare una sola posizione OFF all'interno della circonferenza.

In entrambe i casi l'algoritmo utilizzato è di tipo ON-OFF-ON-OFF.

### 7.2 Tecniche di Mappatura

Ogni volta che l'emissione di interesse coinvolge un'area di estensione superiore al beam dell'antenna, è necessario ricorrere a più puntamenti successivi al fine di coprire l'area che si vuole studiare.

Per campionare correttamente una sorgente lungo una direzione occorre una distanza tra i singoli puntamenti data dalla formula di Nyquist :

$$\Delta\theta = \frac{1\lambda}{2D}$$

E' prassi comune esprimere il campionamento in frazioni di beam :

$$\Delta\theta = \frac{1\lambda}{2D} \approx 0.43HPBW$$

L'antenna di Medicina offre principalmente due tecniche di mappatura :

. Raster Scan

In questa modalità si utilizzano puntamenti discreti adiacenti (modalità "point and shoot") durante i quali l'antenna si ferma per il tempo di esposizione necessario.

Il tempo necessario a coprire una mappa di area  $A$ , considerando il solo tempo speso sulla sorgente, con un elemento monofeed, è stimabile con la seguente :

$$t_{ON} \approx N_p \cdot t_{esp}$$

$$N_p = \frac{A}{\left(\frac{HPBW}{2}\right)^2}$$

$N_p$  = numero di puntamenti necessari

$t_{esp}$  = tempo di una singola esposizione (funzione della sensibilità desiderata).

Si è approssimato il campionamento di Nyquist con uno spostamento di  $\frac{1}{2}$  beam in due direzioni (verticale e orizzontale).

Poichè alla tecnica di mappatura viene associata una tecnica ON-OFF, il tempo totale per condurre una survey vale :

$$t_{TOT} = t_{ON} + t_{OFF} + t_{sh}$$

$$t_{OFF} = N_p \cdot t_{esp} = t_{ON}$$

$t_{sh}$  = tempo totale di spostamento dell'antenna (in caso di Position Swiching) o dello specchio secondario (in caso di Wobbling)

La scansione può essere condotta nel modo ritenuto più opportuno, tipicamente si scansionano alternativamente due direzioni perpendicolari tra di loro ("cross-scan").

. On-The-Fly

La tecnica di mappatura "On-The-Fly" consiste nell'acquisire i dati in modo continuo mentre l'antenna si sposta a velocità costante lungo la sorgente, tipicamente con percorsi a "righe" o "colonne".

I dati acquisiti vengono elaborati ogni pochi secondi ("OTF dumps"), cui corrispondono escursioni di pochi arcsec (a seconda della velocità dell'antenna) lungo la scansione. Per ottenere sensibilità apprezzabili occorre ripercorrere più volte gli stessi punti, preferibilmente lungo direzioni diverse.

Il tempo speso sulla sorgente è pari a:

$$t_{ON} = N_d \cdot t_d$$

$t_d$  = tempo di acquisizione dei dati

$N_d$  = numero di dumps (funzione della sensibilità desiderata).

Il rispetto del criterio di Nyquist lungo la direzione della scansione è garantito nel momento in cui al tempo di acquisizione dati corrisponde un'escursione dell'antenna pari o inferiore alla distanza ideale per il campionamento.

La distanza tra le "righe" o le "colonne" dovrà poi essere anch'essa coerente con il criterio di Nyquist.

La tecnica On-The-Fly è caratterizzata da tempi di scansione molto brevi ed è dunque ottimale dal punto di vista dell'influenza delle fluttuazioni atmosferiche, è comunque necessario ricorrere a una tecnica ON-OFF dove il riferimento OFF è in genere il punto iniziale di ogni riga. Nel caso di una mappa spettroscopica di forma quadrata il tempo totale necessario all'osservazione è stimabile con le seguenti :

$$t_{ON} = t_{ON} + t_{OFF}$$

$$t_{OFF} = \sqrt{N_d} \cdot t_{ON}$$

L'antenna di Medicina offre la possibilità di scansione in On-The-Fly una mappa definita in AR/Dec con velocità massima di scansione pari a 200 "/s.

Questa tecnica attualmente è stata testata e utilizzata solo per osservazioni polarimetriche.

### 7.3 Pulsar

Gli impulsi radio emessi dalle pulsar subiscono un ritardo funzione di diversi parametri, tra cui la frequenza di emissione.

Se il ritardo totale subito dal segnale è paragonabile al periodo degli impulsi, si ha la cancellazione del carattere impulsivo stesso. Occorre quindi dividere la banda in un certo numero abbastanza elevato di canali adiacenti, rivelarli e sommarli con un opportuno ritardo relativo. Questa tecnica è nota come "coherent dedispersion".



## 8. Back End

L'antenna di Medicina è corredata dei seguenti sistemi di elaborazione dati :

. [Autocorrelatore ARCOS](#)

Input	2
Banda massima per input	16 MHz
Banda minima per input	0.125 MHz*
N° canali	2048
Conversione A/D	2 bit
Software disponibile	ADLB4

Tab. 8.1

\*Riducibile ulteriormente su richiesta

. [Spettrometro Mspec0](#)

Input	1
Banda massima per input	16 MHz
Banda minima per input	0.5 MHz
N° canali (variabile)	512÷131000
Conversione A/D	10 bit
Software disponibile	SPETT

Tab. 8.2

. [Total Power](#)

Input	3
Banda massima per input	400 MHz
Conversione A/D	16 bit
Software disponibile	ON-OFF

Tab. 8.3

. [Polarimetro](#)

Input	2 LHC - RHC
Banda massima per input	400 MHz
Output Stokes	Q - U digitali
Software disponibile	POLSCHE POLMAD

Tab. 8.4

. [Pulsar](#) (SPEX)

Input	2
Banda massima per input	64 MHz
Filtri	4 x 32 x 1 MHz
A/D	16 x 8 ch x 1 bit
Acquisizione dati	3 ÷ 15 µs
Precisione timing	< 1 µs

Tab. 8.5

. [VLBI](#) (Mark IV / Mark V)

Input	2
Banda massima per input	400 MHz
Output (variabile)	28 x 0.125 ÷ 16 MHz
A/D (variabile)	1 ÷ 2 bit
Trasferimento dati	1 Gbit/s
Hard Disk	2 x 8 x 400 Gbyte

Tab. 8.6

Alle frequenze 1.4, 1.6 e 2.3 GHz le bande a disposizione potrebbero essere inferiori a quanto sopra riportato, per via delle interferenze.

## 8.1 Spettrometri

### 8.1.1 Arcos

Il correlatore ARCOS (ARCetri CORrelation Spectrometer) è uno spettrometro digitale sviluppato dall'Osservatorio di Arcetri, è fisicamente connesso al terminale Mark IV e riceve 2 ingressi da 16 MHz provenienti dai videoconverter del terminale.

La banda totale per cui è previsto il sistema è di 2x20 MHz, tuttavia il Mark IV impone di fatto due bande di 0.125 ÷ 16 MHz (in step di 2<sup>n</sup>)\*

ARCOS è costituito principalmente da :

- . 2 schede di correlazione per un totale di 2048 canali.
- . 2 campionatori A/D (schede sampler a 4 canali, 2 bit, 4 livelli)

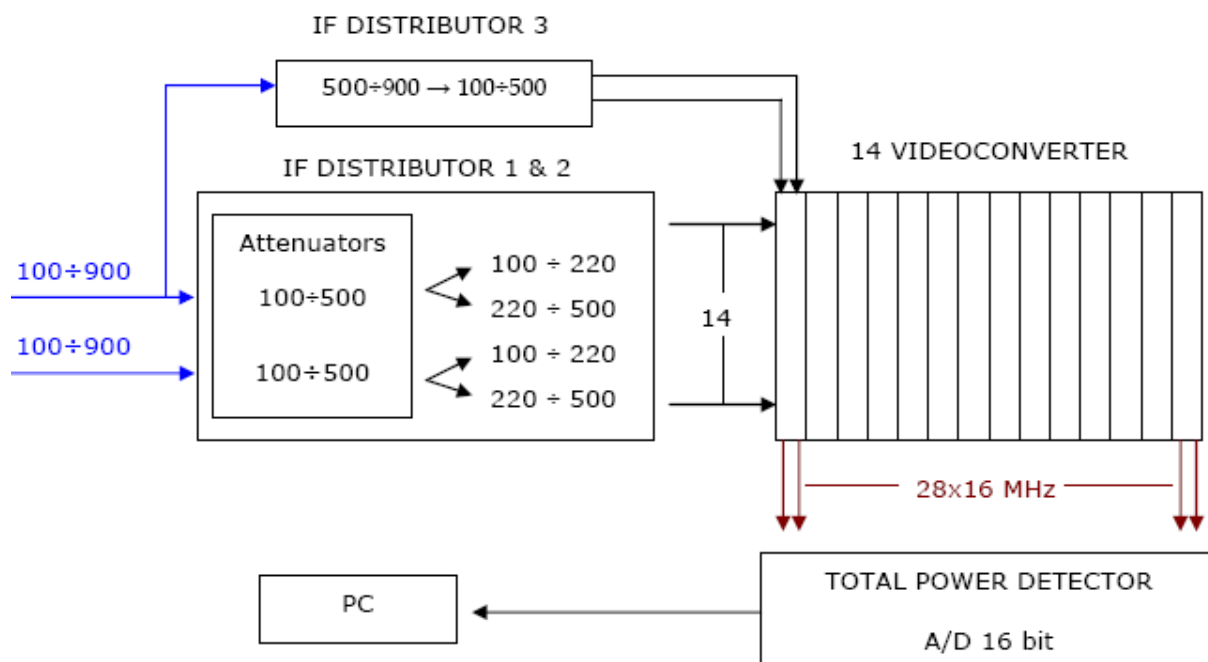


Fig. 8.1 : Schema del correlatore ARCOS, esempio a 22 GHz (bande in MHz)

### 8.1.2 Mspec0

[SITO WEB SU Mspec0 \(In Italiano\)](#)

Questo spettrometro digitale ad alta risoluzione, nato nel 1994, fornisce da 512 a 131072 canali (in step di  $2^n$ ) su una banda massima che va da 125 kHz a 16 MHz\*. All'interno di questi valori la risoluzione è impostabile dall'utente, in tabella sono elencati alcuni esempi :

Banda	Canali	Risoluzione
0.125 kHz	512	0.24 Hz
1 MHz	4096	244 Hz
16 MHz	131072	122 Hz

Tab. 8.7: Esempi di risoluzioni ottenibili

Il sistema riceve 1 banda analogica proveniente dal sistema Mark IV e provvede a digitalizzarla e ad operare un algoritmo FFT ad alta efficienza.

I componenti principali sono :

- . 1 Scheda Ultra ADC A/D
- . 1 Scheda VT-524
- . 2 Schede UltraDSP/1128 su cui sono installati 2 processori LH9124 (ambiente VME)

I processori operano in parallelo ed eseguono le trasformate di Fourier a 256000 punti spettrali a 24 bit. Gli spettri risultanti vengono integrati nella scheda VT-524.

Le schede DSP sono completamente programmabili attraverso il bus VME. La scheda VT-524 consente anche di visualizzare i risultati in tempo reale man mano che questi vengono elaborati (il tempo richiesto per l'elaborazione dei dati è di circa 1 ms per un singolo spettro).

Lo spettrometro è connesso via TCP/IP a un pc esterno su cui è installato il software "Spett" che, oltre a fornire all'utente i mezzi per gestire il sistema di controllo (impostazione del numero di canali, frequenza di campionamento, numero di spettri da mediare, numero di cicli On-Off), è integrato con il sistema "Field System" per la gestione dell'antenna (puntamento, scelta della frequenza di osservazione, ecc...).

Sullo stesso pc è possibile visualizzare i dati durante la sessione osservativa.

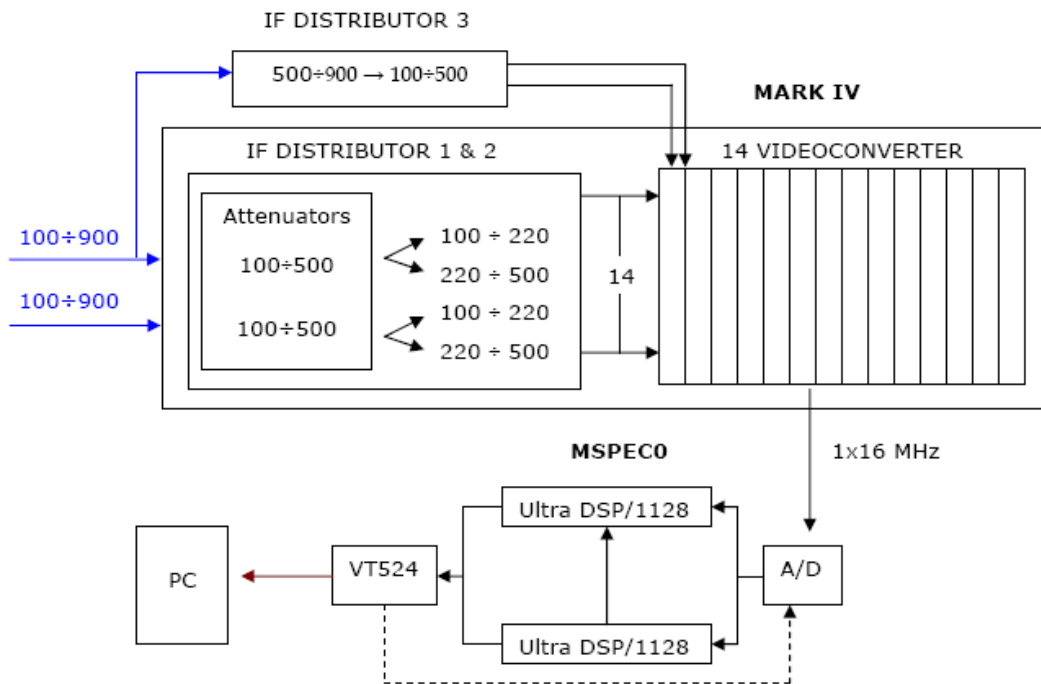


Fig. 8.2 : Schema a blocchi dell' Mspec0, esempio a 22 GHz (bande in MHz)

\*Le bande 0.250 MHz e 1 MHz sono disponibili solo previa installazione di un filtro esterno. Rivolgersi all'istituto per informazioni sulla disponibilità.

## 8.2 Continuo

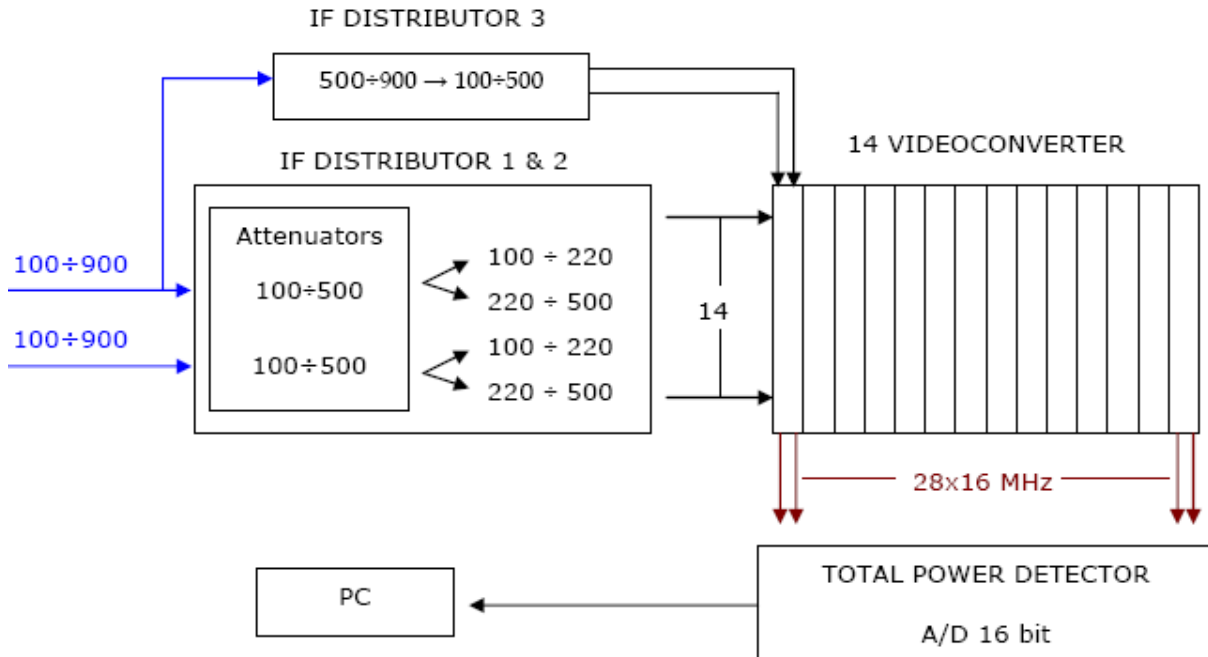
### 8.2.1 Mark IV

Le osservazioni in Total Power vengono condotte utilizzando il terminale Mark IV unitamente al software "Field System".

Il terminale è schematizzabile in due unità : IF distributor (riceve gli ingressi dal Front End e li suddivide in sotto bande), Videoconverter (14 unità che effettuano la conversione in banda base e l'integrazione). A seconda del tipo di osservazione che si vuole condurre è possibile scegliere tra due tipi di output.

A) 28 bande ristrette : larghezza minima 0.125 MHz, massima 16 MHz\*, frequenza centrale impostata dall'utente (banda massima totale trattabile 400 MHz).





\*Le bande 0.250 MHz e 1 MHz sono disponibili solo previa installazione di un filtro esterno. Rivolgersi all'istituto per informazioni sulla disponibilità.

B) Elaborazione delle bande complessive in ingresso : 2x400 MHz centrate a 300 MHz e 1x400 MHz centrata a 700 MHz

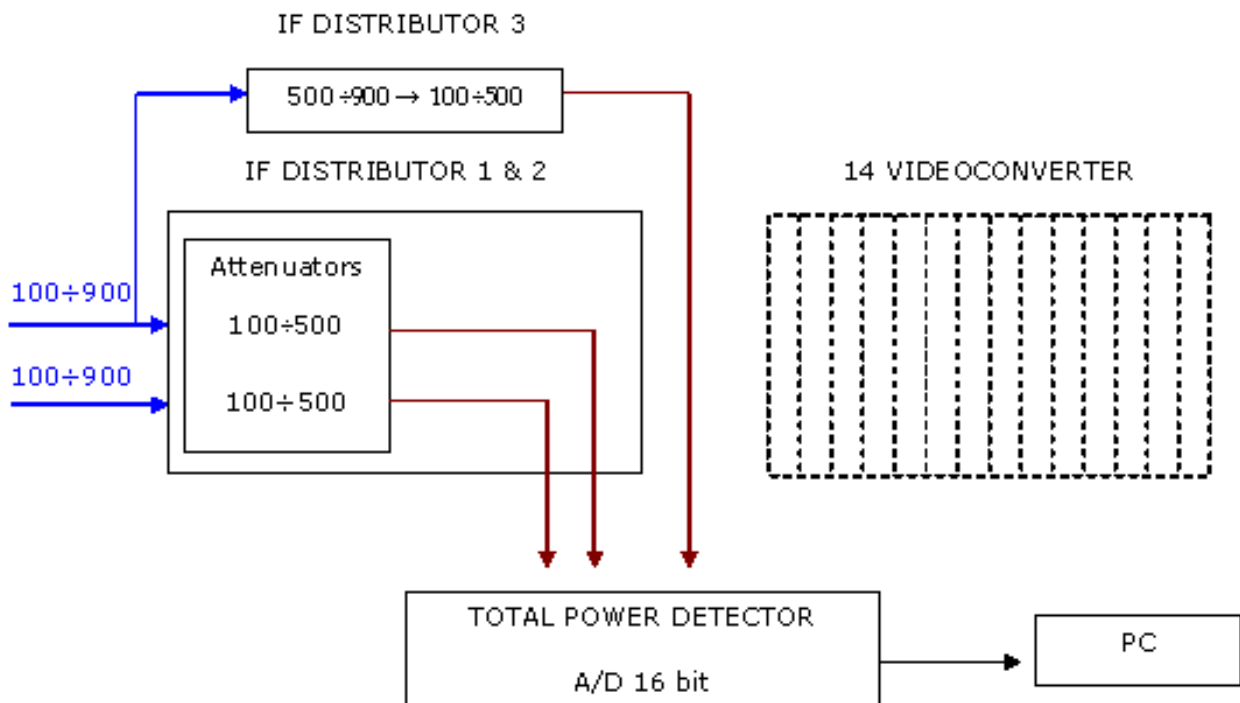


Fig. 8.4: Bande massime (in MHz) trattate complessivamente, esempio a 22 GHz

Alle frequenze 1.4, 1.6 e 2.3 GHz le bande a disposizione potrebbero essere inferiori a quanto sopra riportato, per via delle interferenze.

### 8.3 Polarimetro

Il polarimetro è abbinabile a uno qualsiasi dei ricevitori e riceve direttamente dal Front End due ingressi IF analogici nelle due polarizzazioni circolari. Su due sottobande da 400 MHz ciascuna, fornisce quattro uscite :

- . Misura di flusso (total power) relativa ai due canali : Stokes  $I_1, I_2$
- . Misura delle polarizzazioni lineari : Stokes  $Q, U$

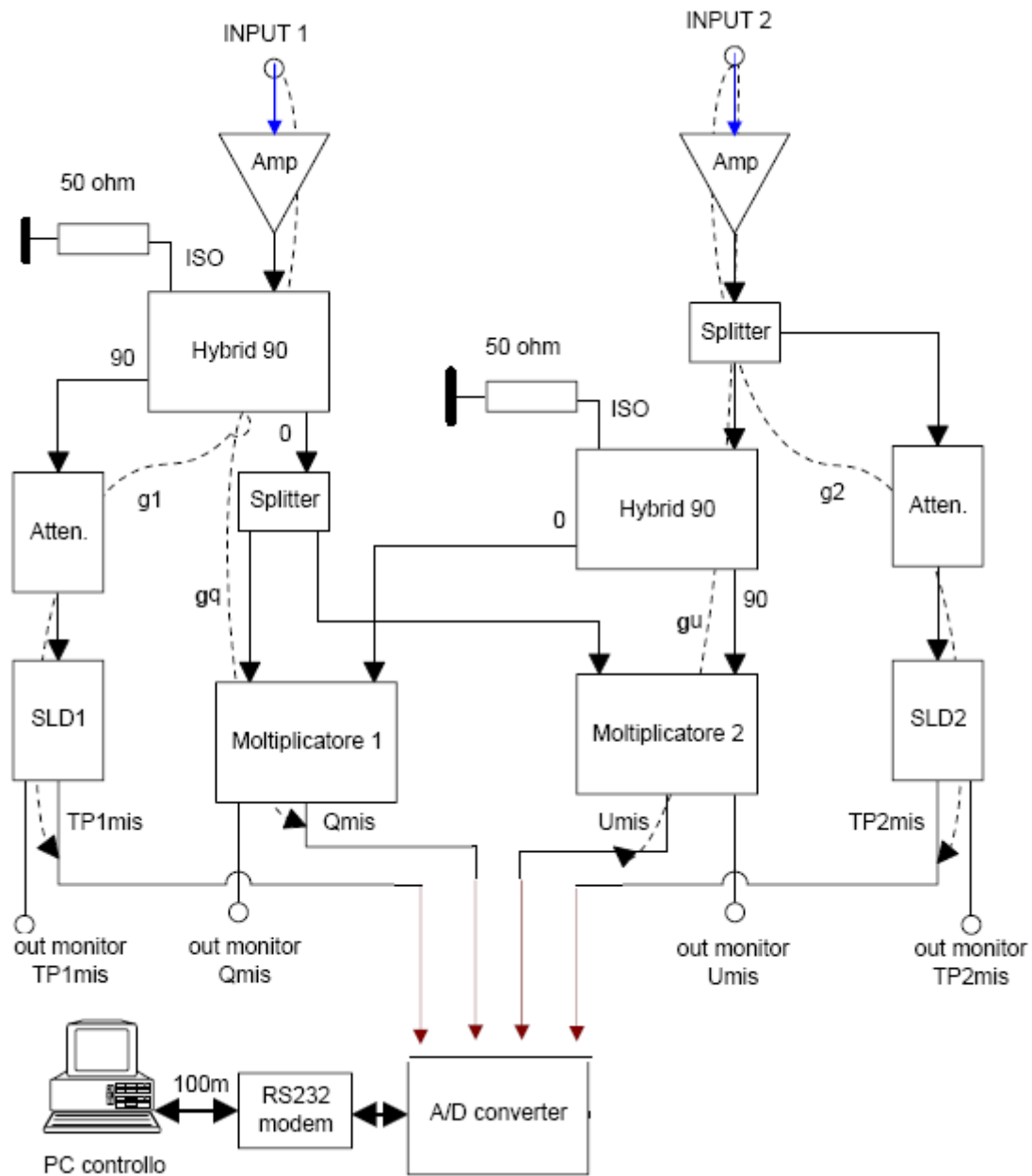


Fig. 8.5: Schema del polarimetro

Alle frequenze 1.4, 1.6 e 2.3 GHz le bande a disposizione potrebbero essere inferiori a quanto sopra riportato, per via delle interferenze.

## 8.4 Pulsar

### 8.4.1 SPEX

Il sistema di elaborazione attualmente utilizzato per lo studio delle pulsar si inserisce nel progetto di sviluppo tecnologico del nuovo radiotelescopio SRT (Srt Pulsar Experiment - SPEX).

Il sistema è connesso con la parte IF Distributor del sistema Mark IV e prevede inoltre un'interfaccia aggiuntiva (MARK IV Interface for Single dish Antenna - MARISA), nel complesso le caratteristiche sono le seguenti :

- . Quattro ingressi da 32 MHz ciascuno, suddivisi in canali da 1 MHz tramite due banchi di filtri (64 canali per ciascuna polarizzazione) sviluppati presso l'Osservatorio di Jodrell Bank.
- . Un banco di filtri a 128 canali con filtri attivi a due poli con frequenza di taglio programmabile (0.9 kHz, 1 kHz, 5 kHz, 10 kHz) e funzione anti-aliasing.
- . Un sistema di monitoraggio interferenze a 128 canali (filtri anti-aliasing da 0.4 Hz), acquisizione a 12 bit.
- . Un digitalizzatore a 128 canali, conversione a 1 bit per canale.
- . Un generatore di un segnale temporale di riferimento per il campionamento programmabile, sincronizzato con il maser a idrogeno e il segnale 1 PPS dell'osservatorio. La collocazione temporale dei segnali rispetto all' UTC avviene a una precisione inferiore al microsecondo.
- . Scheda di interfaccia (FEMB) tra il digitalizzatore e la linea di connessione (Slink CERN) al pc utente
- . Linea di connessione Slink (trasmettitore e ricevitore), rate di trasferimento 133 Mb/s
- . Pc utente, Pentium III-500 MHz con RAM 128 Mb, sistema operativo Linux Red Hat 6.1 dotato dei software necessari all'elaborazione dati (coherent dedispersion).
- . Registratore a nastro DLT (capacità di un singolo nastro 20 Gb)
- . Ricevitore GPS Motorola Oncore UT+ per la sincronizzazione dell'orologio interno al pc utente

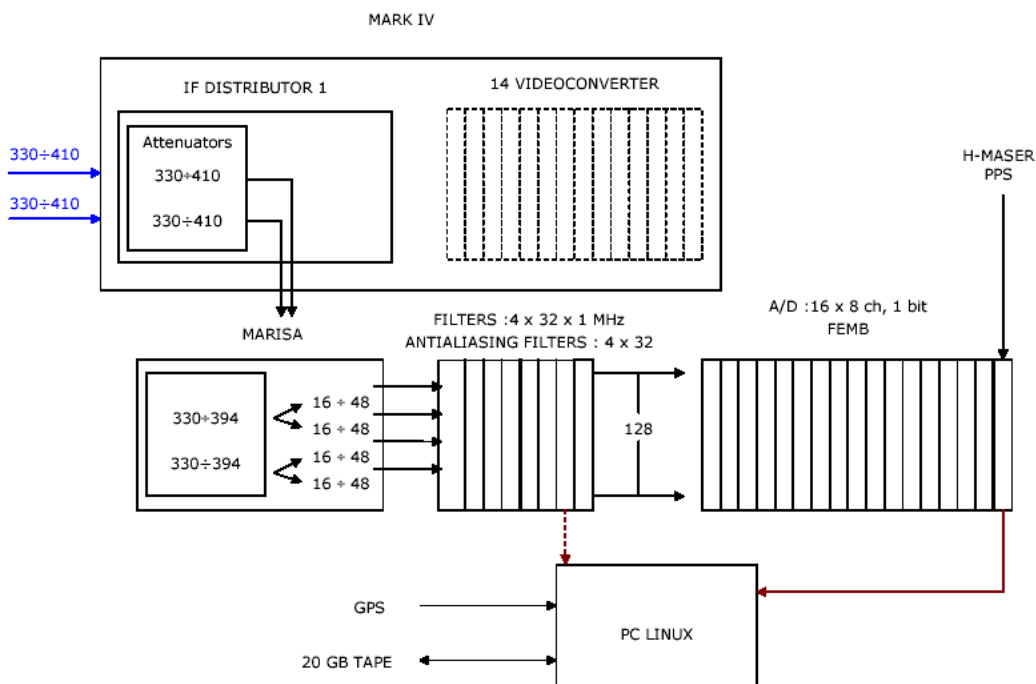


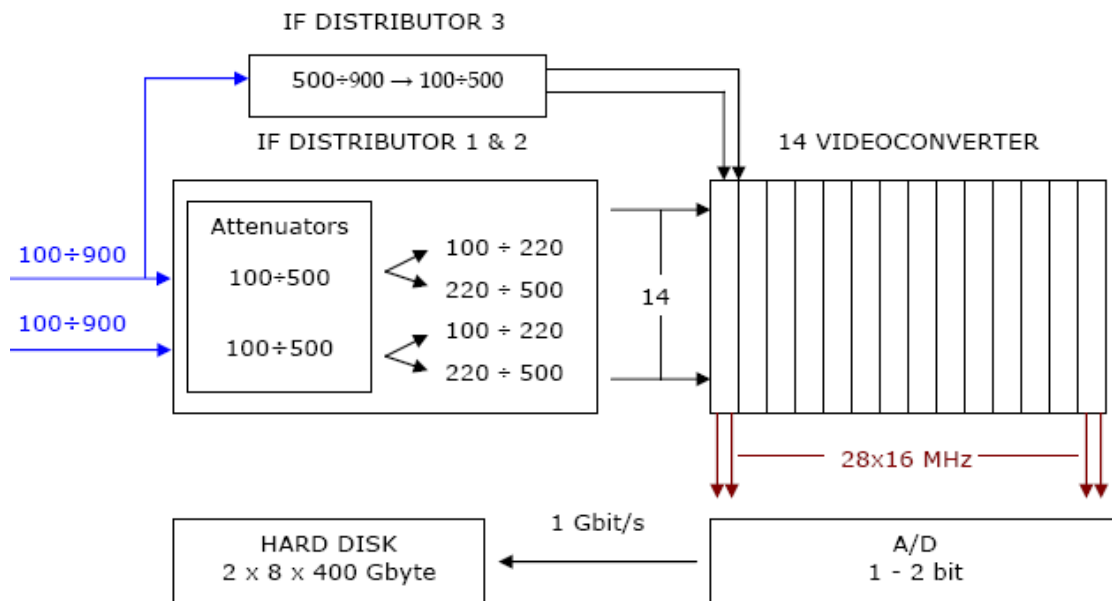
Fig. 8.6 : Schema del ricevitore pulsar, esempio a 1.4 GHz (bande in MHz)

## 8.5 VLBI

### 8.5.1 Mark V

Le osservazioni VLBI vengono effettuate utilizzando i terminali [Mark IV](#) (conversione, suddivisione delle bande, digitalizzazione) e Mark V (raccolta dati).

Il terminale Mark V è costituito da 2 serie di 8 dischi rigidi con capacità 400 Gbyte ciascuno. Una volta terminata la sessione VLBI i dischi vengono inviati al correlatore EVN JIVE (Dwingeloo, Olanda).



### 8.5.2 e-VLBI

Per ottimizzare i tempi di ricezione dati è da tempo in fase di studio una soluzione che prevede il trasferimento dei dati al correlatore in tempo reale. Le reti telefoniche in uso per le connessioni internet non sono adeguate a trattare la mole dei dati proveniente da un'osservazione astronomica VLBI e attualmente sono utilizzate solo per l'esecuzione della fase di controllo, comune ai vari radiotelescopi, all'avvio dell'osservazione.

Recentemente in tutta Europa è in fase di diffusione per usi commerciali la fibra ottica, un mezzo che avrebbe tutte le caratteristiche per realizzare una connessione al correlatore in tempo reale. Recentemente è stata attivata la connessione tra la stazione radioastronomica di Medicina e la rete GARR. Non si tratta ancora della soluzione definitiva sulla tratta più breve (40 Km) ma dell'anello di backup (120 Km via Faenza), la velocità di connessione disponibile è comunque già di 1 Gigabit/sec e permetterà di partecipare appieno alle osservazioni e-VLBI.

Sono stati effettuati un primo test il 23 Gennaio 2006 e un secondo il 9 Marzo 2006, su quest'ultimo sono state trovate le frange per la prima volta con un esperimento di real-time VLBI. Per vedere il risultato della correlazione, cliccare [QUI](#).

La fase iniziale di test del collegamento avverrà su una banda di 16 MHz, successivamente verrà realizzata un'interfaccia che invierà al trasduttore elettro-ottico tutte le 28 bande da 16 MHz.

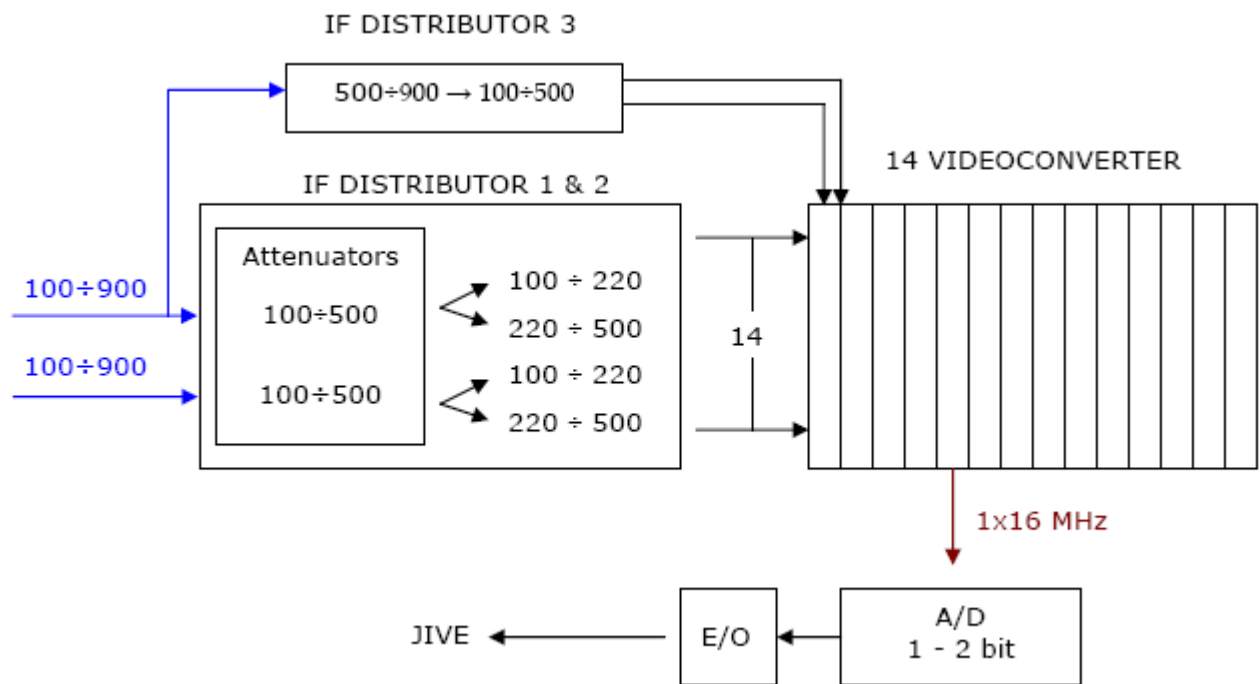


Fig. 8.8 : Schema del terminale Mark IV con connessione in fibra ottica



## 9. Controllo Remoto

L'antenna di Medicina può essere utilizzata in remoto presso i seguenti istituti :

- . Istituto di Radioastronomia, sezione di Bologna
- . Osservatorio Astronomico di Arretri
- . Istituto di Radioastronomia, sezione di Noto
- . Osservatorio Astronomico di Cagliari

E' quindi possibile fare domanda per condurre campagne osservative con l'antenna di Medicina\* pur trovandosi fisicamente presso uno degli istituti sopra elencati.

Il personale che ha già esperienza con la strumentazione presente nell'Osservatorio può richiedere l'autorizzazione per accedere alla rete interna anche da altre locazioni, attraverso un pc con indirizzo IP statico.

L'effettiva disponibilità di questa modalità osservativa andrà comunque discussa caso per caso.

\*L'autocorrelatore ARCOS è ancora in fase di aggiornamento e per ora non offre la possibilità di controllo in remoto.





## Appendice A : Come leggere i file di calibrazione

I file di calibrazione sono file di testo con estensione .rxg generati automaticamente alla fine delle operazioni di calibrazione. ogni ricevitore sono forniti principalmente : FWHM, curva di guadagno, temperatura della marca di rumore in funzione della frequenza, in forma tabulare. Le temperature di calbrazione relative a frequenze non presenti nella lista devono essere interpolate dai valori più vicini.

Di seguito la legenda per la lettura dei dati :

Riga	Dicitura	Descrizione
1		Nome del ricevitore
2	Fixed	Valori dell'oscillatore locale (MHz)
	Range	Range di valori dell'oscillatore locale (MHz)
3		Data di creazione (aaaa/mm/gg)
4	Constant	FWHM (rad)
	Frequency	Costante per il calcolo dell' FWHM ( $FWHM = 1.22 \cdot value \cdot \lambda/D$ [rad])
5		Polarizzazioni disponibili
6		Guadagno massimo (DPFU) per ogni polarizzazione nell'ordine di cui sopra (K/Jy)
7	Elev Poly	Curva di guadagno normalizzata $G(el)$ , coefficienti polinomiali (potenze crescenti)
	Altaz	Curva di guadagno normalizzata $G(z)$ , coefficienti polinomiali (potenze crescenti)
8 e seguenti		Polarizzazione, Frequenza (MHz), Temperatura della marca di rumore (K)

D = diametro dell'antenna  
 DPFU = Degrees Per Flux Unit  
 el = elevazione  
 z = distanza zenitale

