

**RICEVITORE 6-7GHz PER L'ANTENNA
PARABOLICA DI MEDICINA NELLA NUOVA
CONFIGURAZIONE DI AGILITA' IN FREQUENZA**

A. Orfei, G. Maccaferri, A. Orlati

Rapporto Interno IRA 388/06

D:/ProgettiInCorso/NuovaVertex/IRA388-06_Displaced6GHz.doc

INDICE

1. Introduzione.....	pag. 2
2. La messa in opera del ricevitore 6+7GHz montato traslato.....	pag. 3
2.1 Misure di puntamento ricevitore 6GHz.....	pag. 3
2.2 Prove di traslazione in Y.....	pag. 4
2.3 Rotazione attorno al fuoco primario.....	pag. 4
2.4 Campagna di puntamento.....	pag. 6
2.5 Misure di temperatura di sistema e di guadagno d'antenna.....	pag. 7
3. Riferimenti.....	pag. 9

1. INTRODUZIONE

In novembre 2005 è stato montato sull'antenna parabolica di Medicina, nella nuova configurazione meccanica di posizionamento laterale [1], il ricevitore 6-7GHz, da tempo operante sull'antenna montato nella classica posizione centrale. A differenza della situazione precedente in cui questa frequenza usava l'horn "vecchio 5GHz" con l'ultimo pezzo riprogettato per poter ottenere un return loss favorevole nella banda 6-7GHz, ora lo stesso ricevitore utilizza l'horn "nuovo 5GHz", ancora una volta con l'ultimo pezzo riprogettato [2,3].

Ci si trova quindi nella situazione di montaggio di fig. 1, 6-7GHz a destra e 5GHz al centro.



Fig. 1 I due ricevitori attualmente montati in vertex room

In questa situazione, nel febbraio-marzo 2006 sono state effettuate le misure di caratterizzazione del ricevitore in questione: puntamento, curva di temperatura di sistema e di guadagno d'antenna che costituiscono l'oggetto del presente rapporto interno.

2. LA MESSA IN OPERA DEL RICEVITORE 6÷7GHz MONTATO TRASLATO

La messa in opera del ricevitore montato traslato consiste nel verificare innanzitutto la bontà del puntamento. Considerando che l'illuminazione d'antenna che deriva dalla geometria di fig. 2 non introduce alcun errore di puntamento [4], si era confidenti che, se la struttura meccanica era stata progettata e montata con adeguata precisione le sorgenti dovevano essere visibili immediatamente anche usando il modello di puntamento del ricevitore 5GHz montato al centro. Nel seguito si dà la descrizione di queste prove, ma si anticipa subito che in effetti la collocazione traslata del ricevitore ha subito puntato la sorgente, praticamente sul picco del fascio d'antenna!, stando ciò a confermare la precisione del lavoro meccanico e anche la corretta simmetria dell'illuminazione dell'horn di nuova progettazione.

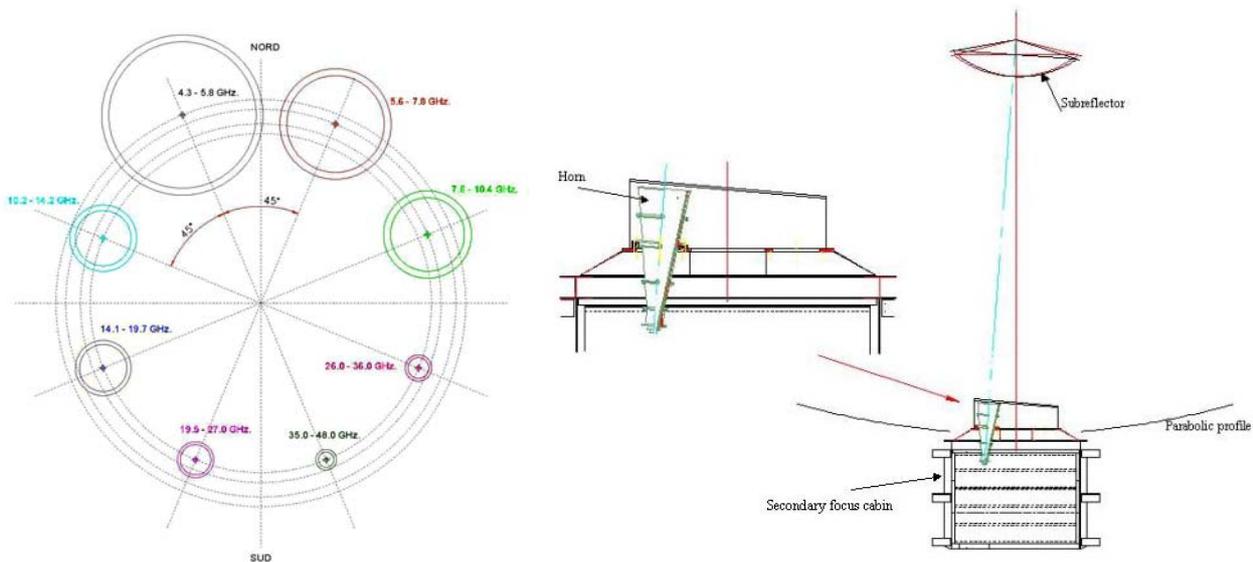


Fig. 2a Pianta della disposizione ricevitori Fig. 2b Vista laterale del puntamento di ogni ricevitore

2.1 Misure di puntamento ricevitore 6GHz

Le misure sono effettuate con la procedura *fivept* ed il flusso ricavato e' quello stimato dal programma.

Le misure di az/el sono tutte in gradi, mentre quelle del subriflettore sono in mm. Gli offset in azimuth sono già scalati per il coseno dell'elevazione, così da poter confrontare offset di puntamento a qualsiasi elevazione. La posizione nominale del subriflettore è un tilt di 4.2° in direzione Nord-Ovest [1], fig. 2b. Per capire e calcolare come si trovano le posizioni del subriflettore in funzione della sua rotazione e della posizione di montaggio del ricevitore occorre rifarsi a [5] e al relativo foglio excel appositamente costruito, VERTEX_finale.xls.

SCU= chc,-7.62,-18.41,-80.99,69.55,11.44 (posizioni nominali per angolo 4.2deg)

	az	el	source
posizione	77	52	CygnusA
offset	0.0008	-0.01178	40.8K
beam	0.096	0.103	

Tab.1

Con i valori di scu nominali si e' riscontrato un leggero ma costante offset in elevazione ritrovato anche su altre sorgenti. Si e' pertanto provato ad ottimizzare il puntamento muovendo il subriflettore, anziche' ricavare un nuovo modello.

Questo e' importante per stabilire se in futuro ogni ricevitore montato lateralmente avra' bisogno di un suo proprio modello o potra' utilizzare uno standard per i ricevitori in cassegrain recuperando un eventuale offset tramite una correzione alla posizione del secondario.

Le ottimizzazioni del subriflettore possono essere fatte in due modi, recuperando l'offset attraverso una semplice traslazione o mediante la rotazione attorno al fuoco dello specchio primario, cioe' aumentando o diminuendo l'angolo di tilt deliberatamente introdotto per puntare il ricevitore desiderato.

Sono state provate entrambe le tecniche e come parametro di valutazione si è usato quello di ottimizzare l'efficienza, che rappresenta il miglior allineamento geometrico, oltre che ovviamente annullare gli errori di puntamento.

E' stata posta particolare attenzione anche alle larghezze a metà potenza del lobo d'antenna ai diametri misurate nelle due coordinate, affinche' fossero le più piccole possibile e con un valore simile.

Finite queste misure si e' proceduto alla ricerca del miglior fuoco, ottenuto traslando in Z il subriflettore, mantenendo costante l'angolo di tilt.

Le misure sono state fatte con il programma *peakf* realizzato a Medicina e integrato con programmi Field System. Questo ha permesso l'esecuzione combinata di misure di fuoco e ottimizzazione del puntamento, portando cosi' alla determinazione piu' accurata delle posizioni di massima efficienza.

2.2 Prove di traslazione in Y

Scu=chc,-7.62,-21.41,-80.78,69.36,11.41 (spostamento in y di -3mm, cioe' verso sud)

	az	el	source
posizione	74	49	CygnusA
offset	0.00087	0.00024	41.02K
beam	0.096	0.103	

Tab.2

Scu=-7.62,-21.41,-82.00, 68.14, 10.19 (con ottimizzazione del fuoco e di y)

	az	el	source
posizione	84	62	CygnusA
offset	0.0007	-0.00019	41.27K
beam	0.0974	0.1033	

Tab.3

Cio' ha portato ad un recupero totale degli offset e ad una ottimizzazione del segnale ricevuto. Tuttavia la maniera più corretta per compensare un non perfetto angolo di tilt è correggere il tilt stesso del subriflettore. E' ciò che si descriverà nel prossimo paragrafo.

2.3 Rotazione attorno al fuoco primario

La rotazione da compensare e' di ~ 0.012 deg (Tab.1) e per indecisione sul verso si sono ricavate le posizioni degli z per entrambe le direzioni.

Scu=chc,-7.62,-18.41,-80.8,69.38,11.42 (correzione ad angolo 4.19deg)

	az	el	source
posizione	75	50	CygnusA
offset	0.00057	-0.011	40.7K
beam	0.096	0.1032	

Tab. 4

Scu=chc,-7.62,-18.41,-81.19,69.72,11.47 (correzione ad angolo 4.21deg)

	az	el	source
posizione	76	51	CygnusA
offset	0.0007	-0.0139	40.7K
beam	0.096	0.103	

Tab. 5

Emerge che la direzione giusta e' quella di riduzione dell'angolo di tilt.

Invece e' completamente sbagliata l'entita' della correzione, come si e' poi appurato rileggendo le formule del moto riportate nel rapporto interno IRA-CNR 236/97 [5].

Da queste infatti emerge che c'e' all'incirca un fattore 10 fra la correzione ottenuta sul puntamento e la variazione dell'angolo di inclinazione del subriflettore. Cioè per ottenere una correzione di puntamento di 0.012° occorre ruotare il subriflettore di 0.12° .

Ecco le misure con gli angoli emersi dai calcoli:

Scu=chc,-7.62,-18.41,-78.67,67.56,11.11 (correzione ad angolo 4.08deg)

	az	el	source
posizione	254	78	CygnusA
offset	0.0084	0.0032	40.42K
beam	0.094	0.099	

Tab. 6

Scu=chc,-7.62,-18.41,-79.25,68.06,11.2 (correzione ad angolo 4.11deg)

	az	el	source
posizione	258	76	CygnusA
offset	0.0066	0.00067	40.86K
beam	0.095	0.099	

Tab. 7

Con due aggiustamenti si e' determinato che il giusto angolo di inclinazione e' 4.11 gradi, non lontano dai 4.2 nominali. Si puo' pero' vedere come questa ottimizzazione ha effettivamente azzerato l'offset in elevazione. Ne ha pero' generato uno in azimuth, seppur modesto, dovuto alla

direzione dell'angolo di tilt, non coincidente nè con la direzione Y nè X, che provoca inevitabilmente uno spostamento anche sull'asse e/w.

Per recuperare questo ulteriore offset si e' pensato di provocare una leggera rotazione del subriflettore verso est, ruotando attorno al suo asse Y. Per far cio' e' bastato aumentare leggermente Z2 e diminuire Z3 lasciando inalterato Z1 che si trova proprio sull'asse di rotazione. Anche qui sono state necessarie due prove per determinare il giusto verso.

Scu=chc,-7.62,-18.41,-79.25,66.73,12.52 (4.11deg con leggera rotazione attorno Y)

	az	el	source
posizione	265	71	CygnusA
offset	0.015	-0.0011	41.3 K
beam	0.096	0.099	

Tab. 8

Scu=chc,-7.62,-18.41,-79.25,69.31,9.94 (4.11 deg con leggera rotazione in y verso est)

	az	el	source
posizione	265	71	CygnusA
offset	-0.0015	-0.0024	41.2 K
beam	0.096	0.100	

Tab. 9

Gli offset sono stati quasi completamente recuperati, ottenendo lo stesso valore di efficienza.

Tabella 1: posizioni finali scu per il ricevitore 6GHz fuori asse.

x	y	z1	z2	z3
-7.62	-18.41	-79.25	69.31	9.94

Tab. 10

2.4 Campagna di puntamento

Dopo aver trovato la posizione ritenuta piu' idonea per il subriflettore si e' effettuata una campagna di calibrazione di puntamento, con lo scopo di verificare se il modello ricavato per un ricevitore posto al centro della vertex fosse applicabile ad un ricevitore montato fuori asse..

Da una campagna di 357 punti in cielo, distribuiti come mostrato in fig. 3 si sono ricavati gli errori medi ed i loro residui rispetto al modello a feed centrale:

Asse	Mean	RMS
az	-0.00107	0.00274
el	-0.00173	0.00346

Tab. 11

Considerando che a 5cm il beam e' di circa 100mdeg si puo' verificare che siamo ampiamente entro le specifiche di puntamento, e quindi si puo' stabilire che il modello a feed centrale si applica anche ai ricevitori montati fuori asse, perlomeno per frequenze simili o inferiori.

Va inoltre tenuto conto che il modello di origine e' stato ricavato molto tempo fa (2003/093), con l'horn del vecchio 5GHz, che viene ora confrontato non solo con un horn spostato, ma anche fisicamente diverso.

Provando a ricavare un nuovo modello dalla calibrazione ultima effettuata si ottengono i seguenti risultati:

Asse	Mean	RMS
az	0.000	0.00571
el	0.000	0.00310

Tab. 12

La tabella sotto riporta un confronto dei due modelli:

	P0	P2	P3	P4	P5	P6	P7
5GHz centrato	-0.1059000	-0.0000139	0.0065903	-0.0050284	-0.0012325	0.0528086	-0.0874393
6GHz spostato	-0.1080859	-0.0016612	0.0050384	-0.0049682	0.0018058	0.0503569	-0.0864955

Tab. 13

Come si puo' vedere i due modelli sono molto simili, differendo solo alcuni parametri P al massimo di 2-3 milligradi.

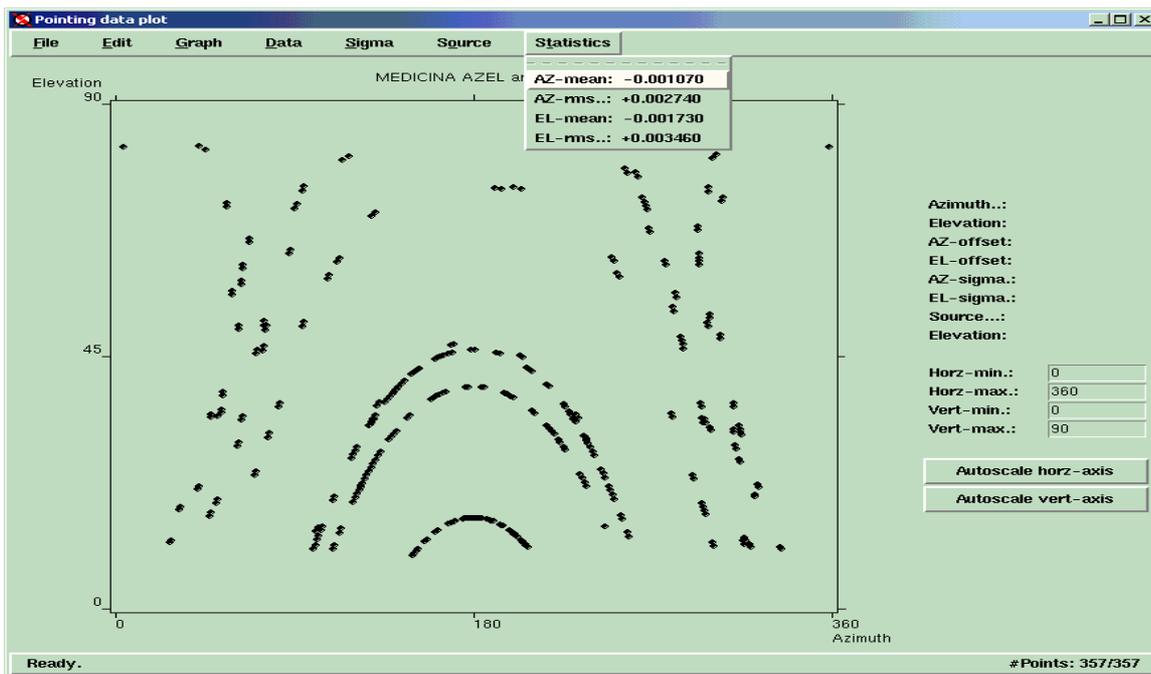


Fig. 3 Copertura della campagna di puntamento

2.5 Misure di temperatura di sistema e di guadagno d'antenna

Dopo la campagna di puntamento è stato effettuato un insieme di misure per caratterizzare il ricevitore in termini di temperatura di sistema e guadagno d'antenna.

Le misure sono state effettuate l'8 marzo 2006 sulla sorgente CygnusA alla frequenza cielo centrale di 6100MHz (oscillatore locale = 5800MHz) su tutta la banda IF, ampia 400MHz.

In fig. 4a,b sono riportate le misure di T_{sys} in funzione dell'elevazione (si ricorda che questo ricevitore non è raffreddato), in fig. 5a,b quelle di guadagno, rispettivamente per il canale LEFT e RIGHT. Il valore di marca adottato è 17K.

A completezza delle caratteristiche del ricevitore e come evidenziato nel precedente paragrafo in Tab. 9, l'ampiezza di HPBW misurata è di 5.8' in E/W e 6' in N/S.

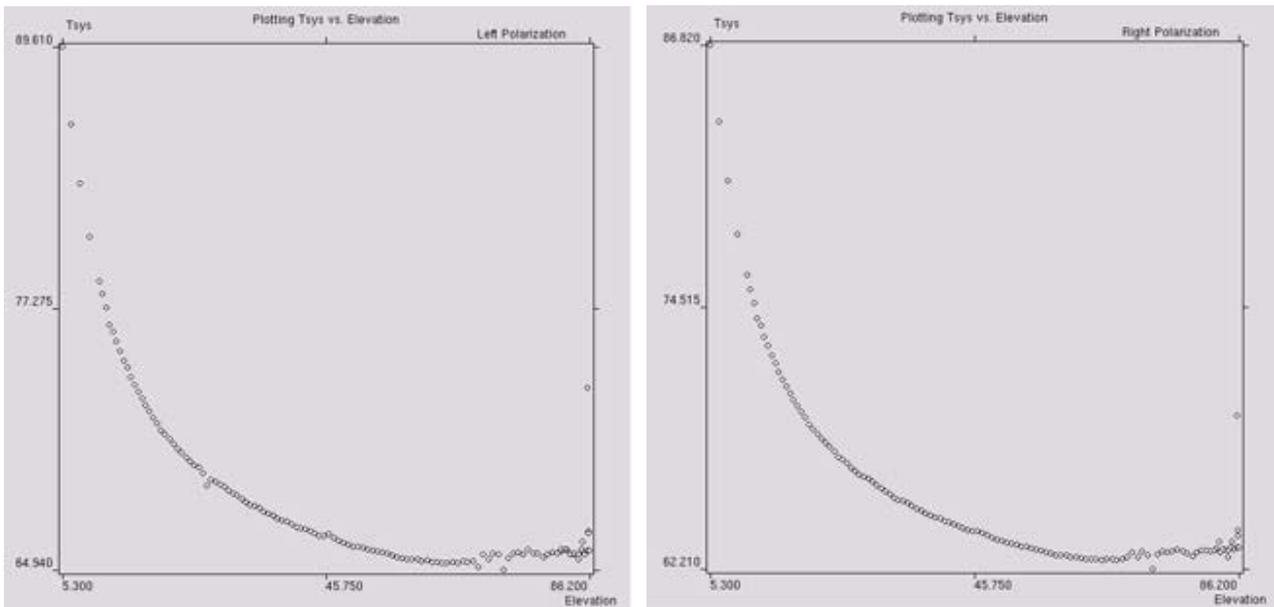


Fig. 4a,b Temperature di sistema nelle due polarizzazioni

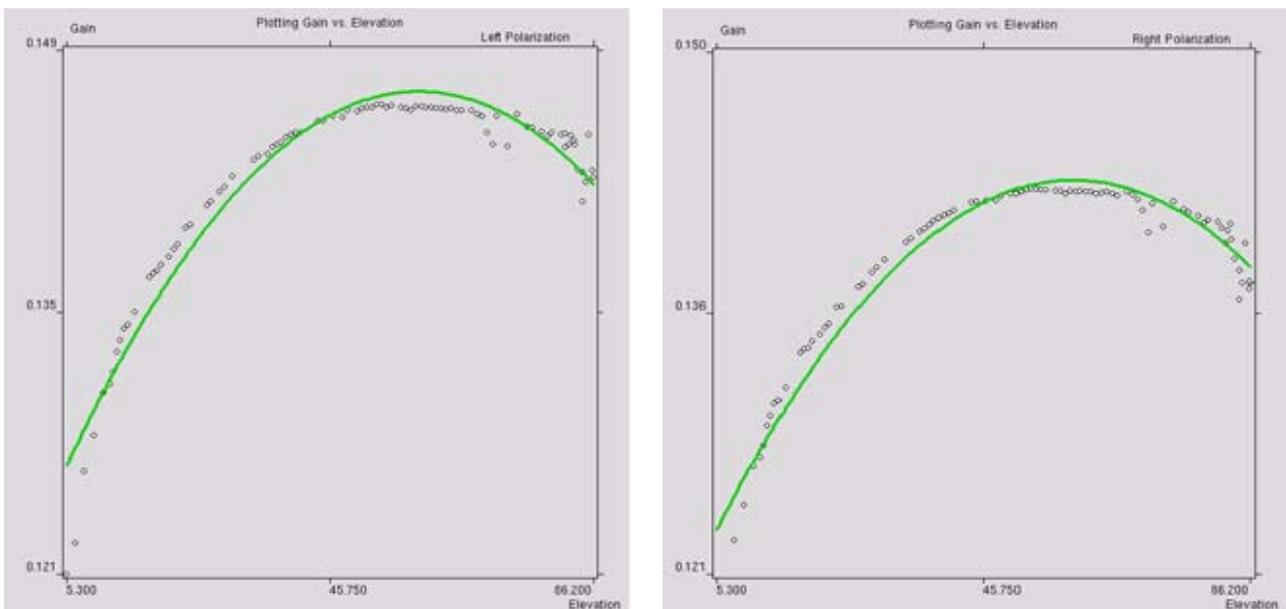


Fig. 5a,b Guadagno d'antenna nelle due polarizzazioni

Si ottiene quindi una T_{sys} di circa 65K con guadagno di picco di $0.147 \text{ K/Jy} \pm 0.009$ per la left e $0.143 \text{ K/Jy} \pm 0.009$ per la right.

Il polinomio interpolante è del tipo

$$G \text{ (K/Jy)} = \text{Picco} * (-4.628765 \cdot 10^{-5} * E1^2 + 0.0054947303 * E1 + 0.83693282)$$

Da ultimo è importante far notare che il guadagno del ricevitore in posizione spostata non differisce dal valore che aveva in posizione centrale.

3. RIFERIMENTI

1. A. Orfei, G. Maccaferri., M. Morsiani, J. Roda, G. Zacchioli
“Completamento della agilità in frequenza per l’antenna parabolica di Medicina”
Rapp. Int. IRA /06 in preparazione
2. R. Nesti
“Technical note n. MED05N1: 5GHz Feed Adapter”
3. R. Nesti
“Technical note n. MED05N2: 5GHz Feed Adapter Test Setup”
4. P. Bolli, A. Orfei
“Prestazioni EM in funzione della posizione di montaggio dei *feed* in fuoco Cassegrain per l’antenna parabolica di Medicina”
Rapp. Int. IRA 347/03
5. A. Orfei, M. Morsiani, G. Zacchioli, G. Maccaferri
“ Prestazioni della nuova meccanica subriflettore: sensibilità, ripetibilità e stabilità di puntamento”
Rapp. Int. IRA 236/97