

OTTIMIZZAZIONE DEL RAPPORTO GUADAGNO D'ANTENNA / TEMPERATURA DI SISTEMA PER LE PARABOLE DI MEDICINA E NOTO Parte 1^a : 5 GHz

Sergio Mariotti

Rapporto Interno N° IRA 262/98

Abstract

Questo rapporto ha lo scopo di trovare il miglior livello di illuminazione al bordo per le Parabole di Medicina e Noto, in modo da individuare il miglior compromesso fra efficienza, spill-over e lobi laterali. Tale valore verrà usato come dato di input nel progetto dei feed-horn per fuoco Cassegrain e Primario e deve essere fornito dal committente ai progettisti.

This report show how to find the best value of illumination pattern for the 32 m parabolic antennas located in Medicina and Noto, in order to find the best compromise between efficiency, spill-over and sidelobes. This value, provided by Cnr IRA, will be the input data to feed-horn designer.

Introduzione

L'esigenza di conoscere il **pattern di illuminazione** ottimale tale da massimizzare l'efficienza e minimizzare la temperatura di spill-over, (max. G/T) è una necessità evidente per i progettisti dei sistemi d'antenna.

In occasione della ristrutturazione del fuoco secondario della parabola di Medicina, l'ambizioso progetto è di arrivare ad avere una copertura continua di frequenza da circa 4.3 GHz a circa 48 GHz. Per questo scopo è evidente che bisogna pensare a nuovi ricevitori che coprano una banda "larga" (tipicamente 30 % anziché l'attuale 10 %) e che siano provvisti di **Feed-System** (Horn + Accoppiatore Direzionale + Polarizzatore + Trasduttore Ortomodo + Finestra da Vuoto & Gap Termico) ad alte prestazioni in termini di: fascio d'antenna (*co-polar*), polarizzazione incrociata (*cross-polar*), adattamento (*matching*), centro di fase invariante e vicino alla bocca.

Nonostante i nostri attuali horn raggiungano già prestazioni elevate, c'è ancora spazio per un miglioramento delle caratteristiche, ad esempio:

1) il centro di fase, che per natura si sposta assialmente con il variare della frequenza, può essere stabilizzato, avvicinandolo alla bocca; questa soluzione presenta anche vantaggi nel

posizionare nella *Vertex Room* i vari horn perchè tanto più i centri di fase sono vicini alle bocche tanto più le bocche saranno montate sullo stesso piano, tanto meno ci saranno problemi di “ombra” di horn grandi su horn piccoli. Viceversa gli horn più ingombranti protuderebbero verso il subriflettore con il rischio di proiettare la propria ombra sugli horn a frequenze più alte che sarebbero montati in posizione più arretrata.

2) La polarizzazione incrociata dei ricevitori di Medicina deve assolutamente essere migliorata, e anche se, gli attuali horn hanno buone prestazioni di cros-pol [1] essa viene degradata dai componenti che seguono. Ritengo che solo un progetto integrato di Feed-System possa migliorare le prestazioni di cros-pol. [7].

Lo scopo del presente lavoro è quello di fare una ricerca del massimo G/T in funzione della T_{sys} , dell’illuminazione al bordo, della frequenza, dell’angolo di flare.

Per ora l’analisi verrà limitata al solo caso del ricevitore 5 Ghz (4.3 - 5.8 Ghz).

L’efficienza è però indipendente dalla banda di frequenza a meno degli effetti dell’*rms* della superficie (così come confermato dalle tabelle in [5]); queste sono le ragioni per cui è conveniente completare, in un prossimo futuro e in un altro rapporto, l’analisi per altre bande di frequenza , sia per Cassgrain che per Fuoco Primario. Tale lavoro verrà fatto “scalando” i guadagni calcolati a 5 GHz.

Simboli Adottati

- 1 . Il nome dei programmi software é indicato con il carattere courier. Es REF.EXE
- 2 . Il rapporto η/T_{sys} viene a volte indicato come **Eta/Tsys** per esigenze tipografiche
- 3 . λ lunghezza d’onda
- 4 . η efficienza (rendimento) d’antenna ($0 < \eta < 1$)
- 5 . η_{il} rendimento d’illuminazione
- 6 . $\eta_{spCielo}$ rendimento di spill-over (verso il subriflettore)
- 7 . $\eta_{spTerra}$ rendimento di spill-over (verso terra)
- 8 . η_{sp} rendimento di spill-over ($\eta_{spCielo} \eta_{spTerra}$)
- 9 . η_{Ph} rendimento dovuto ad errori di fase
- 10 . η_X rendimento dovuto a cross-polarizzazione
- 11 . η_{Bl} rendimento dovuto al bloccaggio
- 12 . η_{RMS} rendimento dovuto alle imprecisioni di superficie
- 13 . η_{Ω} rendimento dovuto alle dissipazioni Ohmiche
- 14 . η_{Of} rendimento dovuto al montaggio offset
- 15 . $G_{ant} = G_{boresight}$ guadagno d’antenna.
- 16 . θ_o semi angolo di vista del riflettore parabolico dal fuoco primario (76°)
- 17 . θ_f semi angolo di flare dell’horn.
- 18 . **Taper =** é il valore di illuminazione al bordo (in dB)
- 19 . T_{sys} Temperatura di sistema
- 20 . $T_{spCielo}$ Temperatura di spill-over proveniente dal cielo (= $5^\circ K @ 5 GHz$)
- 21 . $T_{spTerra}$ Temperatura di spill-over proveniente da terra (= $300^\circ K @$ tutte le frequenze)

Gli Strumenti Adottati

Lo strumento più importante di questo lavoro è stato il programma software REF.EXE (Reflector) gentilmente compilato dal gruppo di Arcetri. È il programma principale dello *Sletten*, Calcola il guadagno ed il pattern per un'antenna a uno o due riflettori (paraboloide e/o iperboloidi) [2]. Il programma restituisce il pattern del guadagno, in forma tabulata, di Co-Pol (mag. & phase) e di Cross-Pol (mag. & phase). Lo stesso manuale d'uso fa intendere, seppure non esplicitamente, che l'accuratezza dei dati di Cross-Pol è scarsa, per ragioni dovute al metodo di calcolo.

Comunque, per il solo obiettivo di ricercare η / T_{sys} è sufficiente estrarre dai dati di uscita di REF.EXE solamente il valore di Guadagno massimo ($G_{\text{boresight}}$).

Il programma REF.EXE non raggiunge il massimo delle prestazioni per tutte le configurazioni d'antenna. Con un paraboloide di 32 m il range di alta precisione va da circa 3 GHz a circa 8 GHz;

Sono stati altresì utilizzati i programmi CORVLA.EXE concesso alcuni anni or sono da Marco Catarzi di Arcetri e *Sletten* HORN.EXE compilato ad Arcetri [8] allo scopo di simulare i diagrammi di radiazione degli horns corrugati.

Ho inoltre scritto ed usato, in ambiente MS Excel, un semplice foglio elettronico per 1) calcolare lo spill-over utilizzando l'integrazione discreta, 2) immagazzinare i dati e fare i grafici.

Il Metodo

Il rapporto $G/T = G_{\text{ant}} / T_{\text{sys}}$, sicuramente espressivo della sensibilità del Radiotelescopio, contiene però proporzionalità fra G_{ant} e frequenza e fra G_{ant} e Area efficace. Per normalizzare il rapporto G/T conviene depurare il G_{ant} dalla frequenza, dalle dimensioni dell'antenna e dalle costanti:

$$G_{\text{ant}} = \eta * 4\pi A / \lambda^2$$

in pratica conviene considerare solo l'efficienza (η) perché è proprio su η che agisce il valore dell'illuminazione al bordo.

Il coefficiente η è il prodotto di una serie di fattori η_{xyz} , ciascuno con un proprio significato fisico.

Si può giungere alla stima di η tramite misura astronomica [3] [4] o per calcolo [1], mentre è estremamente difficile misurare ogni singolo fattore η_{xyz} in cui l'efficienza è divisa; d'altra parte prima di iniziare questo lavoro non c'era confidenza con l'uso dei programmi di calcolo dei singoli η_{xyz} né c'era sicurezza sulla *validazione* di tali software; queste ragioni hanno suggerito una strategia di lavoro suddivisa in tre tempi:

1° Tempo) Validazione dei vari software, calcolo dei vari η_{xyz} con la situazione attuale d'antenna, loro prodotto, e confronto con η misurata.

2° Tempo) Calcolo di η / T_{sys} simulando nuovi horn corrugati per **Fuoco Cassegrain** e ricerca del picco massimo al variare di *frequenza*, *angolo di flare*, *Taper al bordo* e T_{sys}

3° Tempo) Calcolo di η / T_{sys} simulando nuovi illuminatori multimode per **Fuoco Primario** e ricerca del picco massimo al variare di *Taper al bordo* e della T_{sys} . Questo lavoro verrà riportato nel prossimo rapporto interno (parte 2^a)

La tabella seguente mostra i fattori in cui è diviso η , il metodo di calcolo adottato, e la fonte del programma di calcolo:

	η_{ill}	η_{Sp}	η_{Ph}	η_x	η_{Bl}	η_{RMS}	η_{Ω}	η_{Of}
	Illuminazione	Spill-Over	Errore di fase	Cross-Polarizz.	Bloccaggio	rms superficie	Perdite Ohmiche	Offset
Fonte di calcolo	Sletten (REF), Sletten (HORN), Catarzi (CORVLA)	Catarzi (CORVLA) e/o Mariotti (EXCEL)	Sletten (REF) Sletten (HORN), Catarzi (CORVLA)	Non considerato Posto = 1	Sletten (REF)	Mariotti (EXCEL)	Non considerato Posto = 1	Non considerato Posto = 1
Note sul Metodo	GTD & AI	Integrale definito	Si ritiene l'effetto trascurabile	Trascurabile in Cassegrain		Esponenzial e classico. 0.4 mm @ 45° di elevazione	Si ritengono trascurabili	Considero il caso "on-axis"

Il metodo utilizzato per calcolare η , nel caso generico di due riflessioni, è stato il seguente:

a) Identifico le variabili, ovvero:

Frequenza (F), angolo di flare (θ), Taper al bordo

b) decido il numero di punti nell'intervallo (*sweep*): 3 o 6 punti che corrispondono nell'ordine a:

F: 4.3 - 5.0 - 5.8 GHz θ : 6 - 8 - 10 deg. Taper: 9 - 10.5 - 12 - 13.5 - 15 - 16.5 dB al bordo subriflettore.

c) Per ognuno dei precedenti 54 casi, calcolo nell'ordine:

Fase 1): il fascio dell'horn (mag. & phase), e lo spill-over verso il cielo (in °K e $\eta_{SpillCielo}$)

Fase 2): il fascio riflesso dal subriflettore (mag. & phase), il coma delle gambe visto da fuoco primario, e lo spill-over verso terra (in °K e $\eta_{SpillTerra}$)

Fase 3): Il fascio riflesso dal paraboloide, il coma delle gambe e del subriflettore visti da cielo, gli effetti dell'rms della superficie.

d) Per i citati 54 casi, colleziono in Excel i dati di $G_{boresight}$ e ampiezza del 1° lobo laterale.

e) Calcolo lo spill-over e visualizzo i grafici.

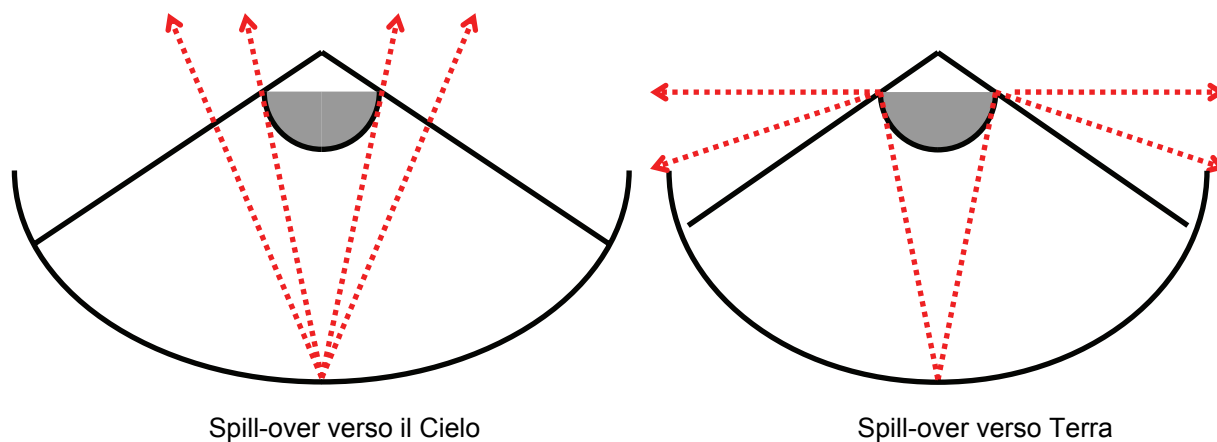
La valutazione dello spill-over totale contempla: il calcolo dello spill-over che esce dal subriflettore e punta il cielo (η_{SpiCielo}), lo spill-over che esce dal paraboloide e punta terra ($\eta_{\text{SpillTerra}}$), non sono invece considerati gli effetti dello spill-over che passa dalle fessure fra i pannelli e che punta verso terra poiché non ho strumenti di calcolo al riguardo, e gli effetti dello spill-over dovuto al rapporto FRONTE/RETRO del Paraboloide poiché sono veramente piccoli ($<$ di 0.01 °K) e di laboriosa computazione.

L'algoritmo adottato è il classico:

$$\eta_{\text{Spi}} := \frac{\int_0^{\theta_0} \text{Fascio} \cdot \sin(\theta) d\theta}{\int_0^{\pi} \text{Fascio} \cdot \sin(\theta) d\theta}$$

Il metodo di calcolo adottato è integrazione discreta utilizzando MS Excel.

Ho assunto che il terreno sia un perfetto corpo nero a 300 °K, che è il caso peggiore.



Si noti che il calcolo del rapporto η / T_{sys} contiene un errore formale, infatti uso $\eta_{\text{RMS}} @ 45^\circ$ di Elevazione rapportato con $T_{\text{sys}} @ 90^\circ$ di Elevazione. Ritengo comunque l'errore trascurabile.

L'esecuzione delle 3 fasi del calcolo, per 54 volte è stato un lavoro che ha impiegato circa 30 h. di data entry e circa 10 min. di tempo CPU su Pentium 133.

I dati sono stati raccolti ed organizzati in 6 files Excel rispettivamente per i casi di illuminazione a **-9.0 dB, -10.5 dB, -12.0 dB, -13.5 dB, -15.0 dB, -16.5 dB**. Ciascun file contiene le analisi di ulteriori 3 casi (flare angle $6^\circ, 8^\circ, 10^\circ$) x 3 casi (4.3 Ghz, 5.05 Ghz, 5.8 Ghz). L'insieme dei dati rappresenta una matrice di $6 \times 3 \times 3$ (6 *Taper* x 3 *Flare* x 3 *Frequenze*); la scelta di suddividerli in 6 files é dovuta unicamente a ragioni di comodità.

Per ciascuno dei 54 casi ho prodotto una tabella di riepilogo con il seguente formato:

Gain REF	63.040
EtaSpCielo	0.920
EtaSpTerra	0.987
Eta il	0.718
EtaRMS	0.993
EtaTot	0.647
oK sp. tot	4.16
1st SideLobe	-22.5

Dove:

Gain REF := Guadagno calcolato con il programma REF .EXE

EtaSpCielo := η_{spCielo}

EtaSpTerra := η_{spTerra}

Eta il := η_{il}

EtaRMS := η_{RMS}

EtaTot := η

oK sp. tot := Temperatura di spill-over totale in °K

1st SideLobe := Ampiezza del primo lobo laterale riferito al lobo principale.

A solo titolo di esempio della quantità di dati si riporta nella pagina seguente uno dei 9 files di Excel:

Validazione

La validazione, ossia il confronto fra il risultato del programma ed il dato misurato sperimentalmente, che porta al riconoscimento dell'accuratezza ovvero a fidarsi del software è un'operazione dovuta in quanto non abbiamo esperienze a proposito dell'uso dei programmi di calcolo delle antenne.

Per validare i software REF.EXE , CORVLA.EXE , HORN.EXE e la routine di calcolo η_{spill} ho messo a confronto il valore dell'efficienza misurata con procedimento astronomico e il dato di efficienza calcolata. Questo confronto si può eseguire solo per il caso dell'Antenna illuminata in Cassegrain da un horn con flare $\theta_f = 10^\circ$ deg. e Taper = -12 dB e Frequenza = 5 GHz questo perché questo caso corrisponde alla attuale situazione.

Efficienza calcolata

EtaTot	0.601
--------	--------------

Efficienza misurata

0.58

(In certe condizioni si è misurato fino a 0.61)

I programmi *Sletten* HORN.EXE e *Catarzi* CORVLA.EXE sono stati validati, per quanto riguarda la direttività del fascio di un horn, in passato, da Mariotti, Morsiani, Zacchioli vedi appendice

La routine di calcolo dello spill-over, scritta da me in MS Excel, restituisce in uscita lo stesso valore di η_{spill} che fornisce il programma *Catarzi* CORVLA.EXE.

Ritengo pertanto che ci sia un ottimo accordo fra misurato e calcolato.

Analisi dei dati:

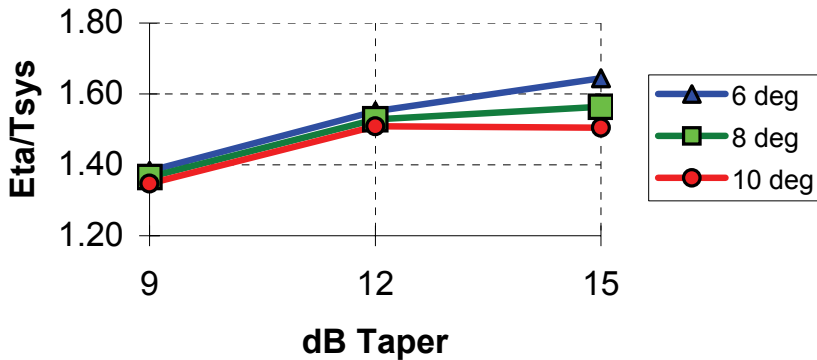
La prima analisi che conviene eseguire è la ricerca dell'angolo di flare ottimale o che promette le migliori prestazioni; per fare ciò ho tracciato gli andamenti dei η / T_{sys} in funzione dell'illuminazione al bordo ed in funzione della frequenza.

La T_{sys} considerata per la prima simulazione è il realistico valore : **$T_{\text{sys}} := 35 \text{ }^\circ\text{K}$**

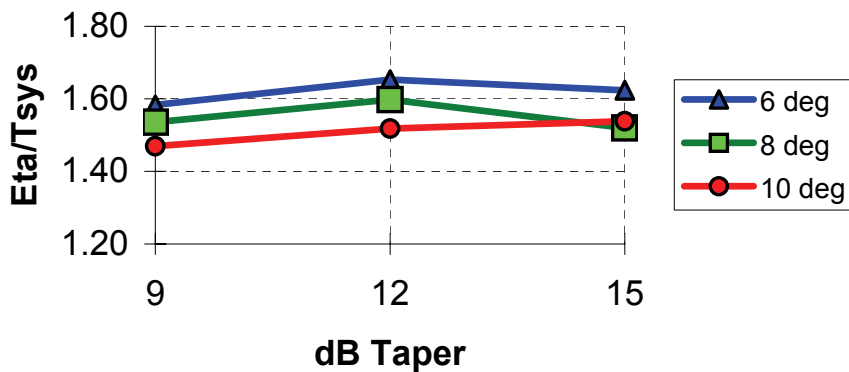
Le simulazioni successive, η / T_{sys} vs. **Taper** η / T_{sys} vs. **Freq.** sono calcolate sia per una **$T_{\text{sys}} := 35 \text{ }^\circ\text{K}$** sia per l'ottimistico valore di **$T_{\text{sys}} := 20 \text{ }^\circ\text{K}$**

☞ Notare che le illuminazioni al bordo (Taper) si intendono come “**nominali al centro banda**” ed è fisiologica una variazione del taper con la frequenza. Ad es. **9 dB** è solo un'etichetta e significa che alla frequenza di 5 GHz avremo -9 dB al bordo subriflettore, lo stesso horn illuminerà circa -7 dB alla frequenza di 4.3 Ghz, così come illuminerà circa -11 dB alla frequenza di 5.8 Ghz; ma in questo testo si continuerà a chiamare questo pattern “**9 dB**”.

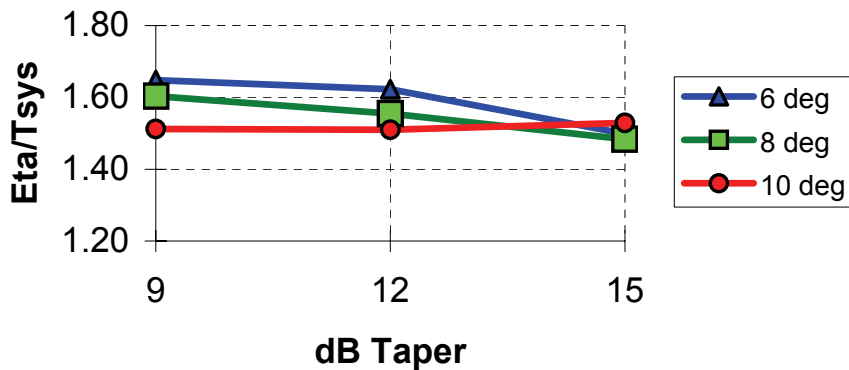
Eta/Tsys vs Taper @ 4.3 GHz



Eta/Tsys vs Taper @ 5.0 GHz



Eta/Tsys vs Taper @ 5.8 GHz



I grafici a fianco mostrano l'andamento di η/T_{sys} (η/T_{sys}) in funzione del Taper al bordo (ipotizzando un ricevitore con 35 °K).

I tre grafici mostrano la simulazione a bordo banda e cenro banda.

È evidente che il migliore rapporto η/T_{sys} lo si ha con un feed-horn con angolo di flare di 6° deg.

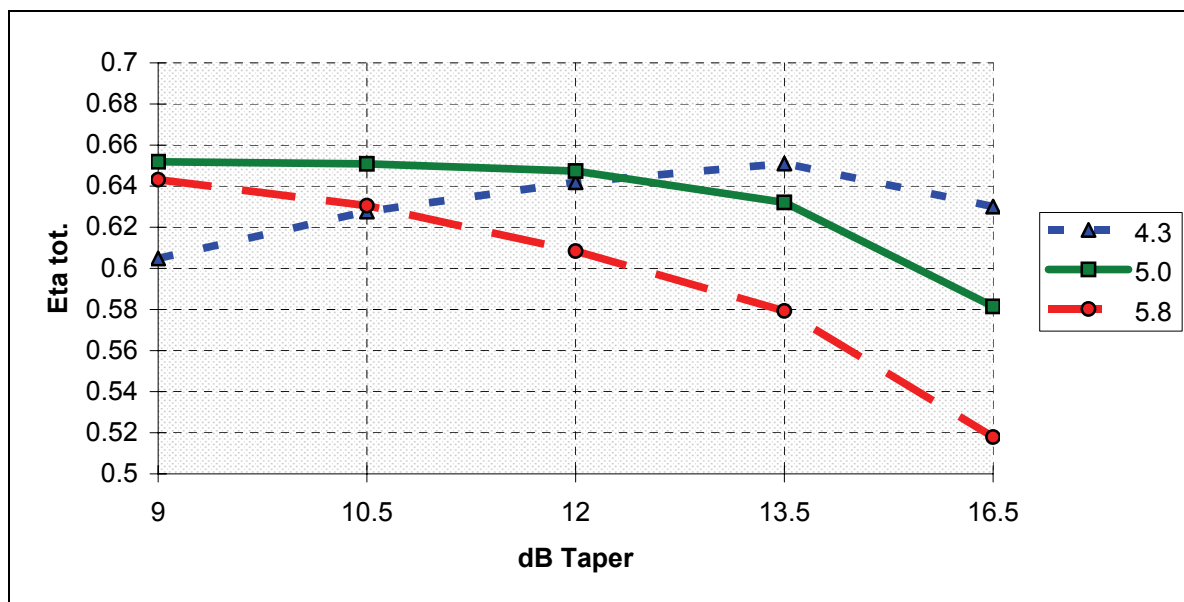
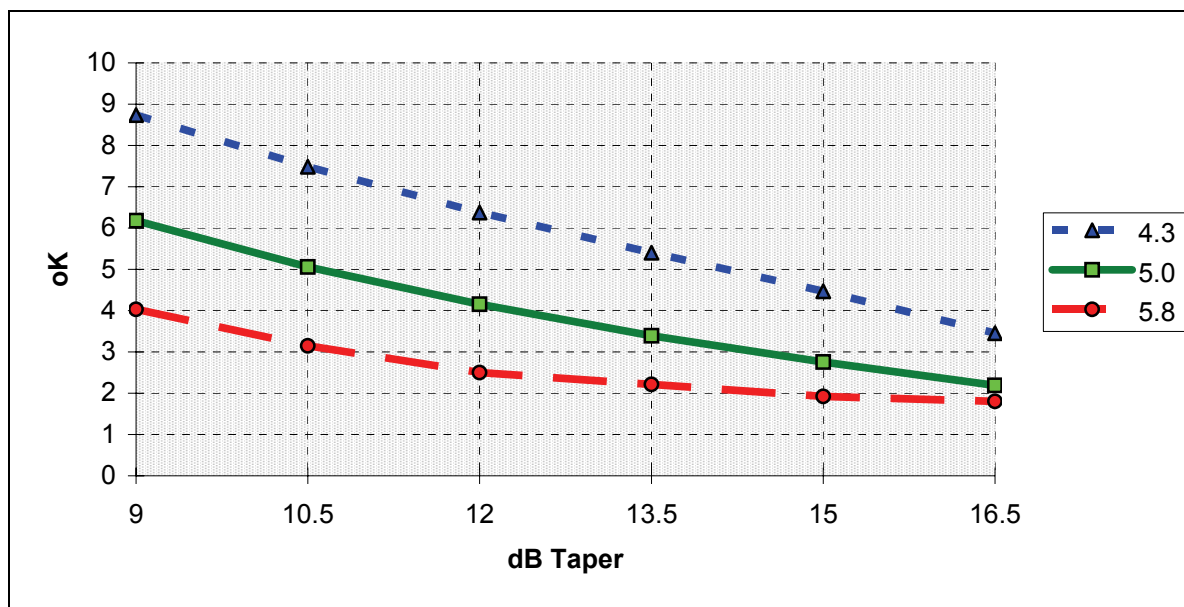
Se si aggiunge il fatto che gli horn con flare piccolo (6° deg. è più piccolo di 10° deg.) hanno il cenro di fase più vicino alla bocca e più invariante con la frequenza, se ne deduce che questi sono da preferirsi.

Notare che il grafico @ 5 Ghz mostra in rosso il η/T_{sys} attuale (10 °deg) ed in blu il η/T_{sys} futuro. Il loro rapporto è maggiore di 1.07 volte.

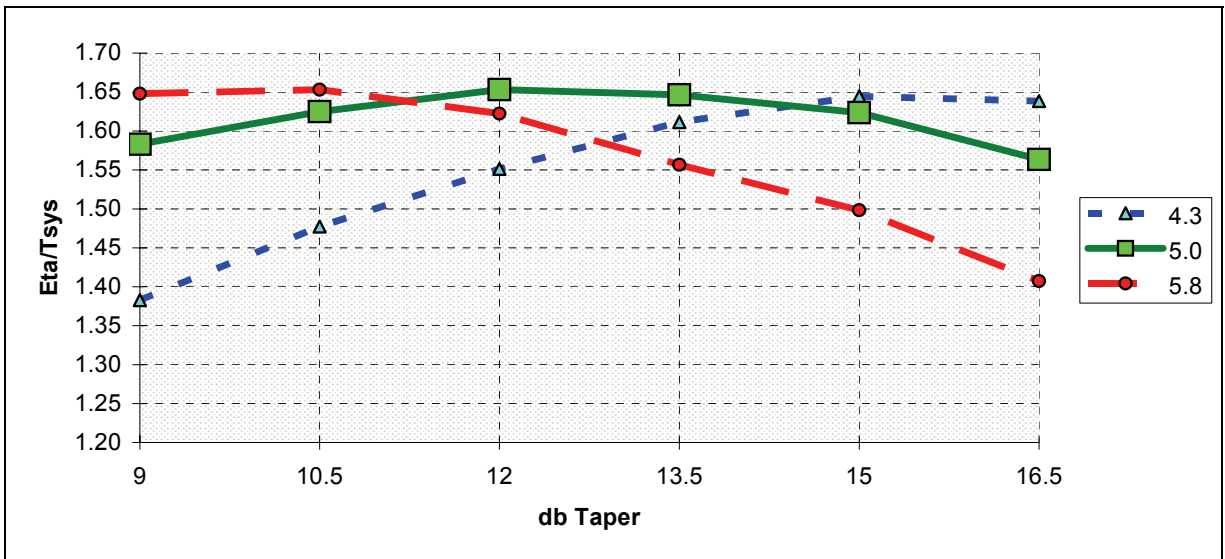
Ovvero, per la sola sostituzione dell'horn con $\theta_f = 10^\circ$ deg con uno con $\theta_f = 6^\circ$ deg, l'efficienza aumenta del 7% .

Le analisi successive verranno pertanto eseguite solo per sistemi che montano un horn con flare $\theta_f = 6^\circ$ deg.

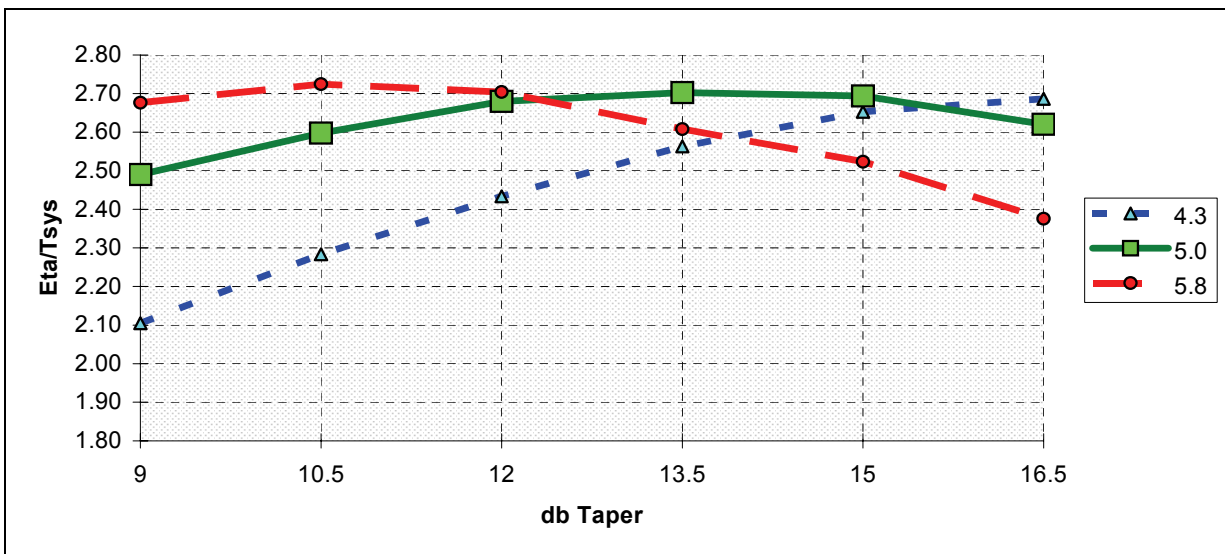
I seguenti grafici mostrano l'andamento dello **spill-over totale** e dell'**efficienza** in funzione del Taper al bordo, con parametro la frequenza, per l'antenna illuminata con horn con flare 6° deg., Elevazione := 45° , rms totale := 0.4mm, horn montato in asse.



Il grafico che segue mostra l'andamento di η/T_{sys} in funzione del Taper al bordo con parametro la frequenza, per l'antenna illuminata con horn con flare 6° deg. per $T_{sys} := 35 \text{ }^\circ\text{K}$, Elevazione = 45° , rms totale := 0.4mm, horn montato in asse.

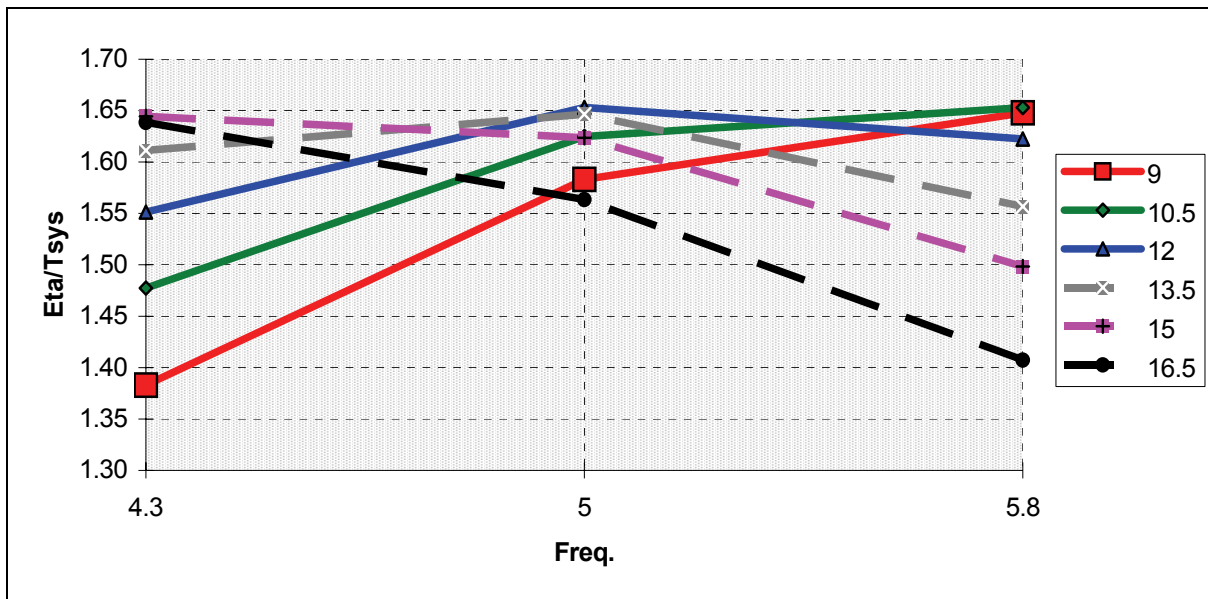


Il grafico che segue mostra l'andamento di η/T_{sys} in funzione del Taper al bordo con parametro la frequenza, per l'antenna illuminata con horn con flare 6° deg. per $T_{sys} := 20 \text{ }^\circ\text{K}$, Elevazione = 45° , rms totale := 0.4mm, horn montato in asse.

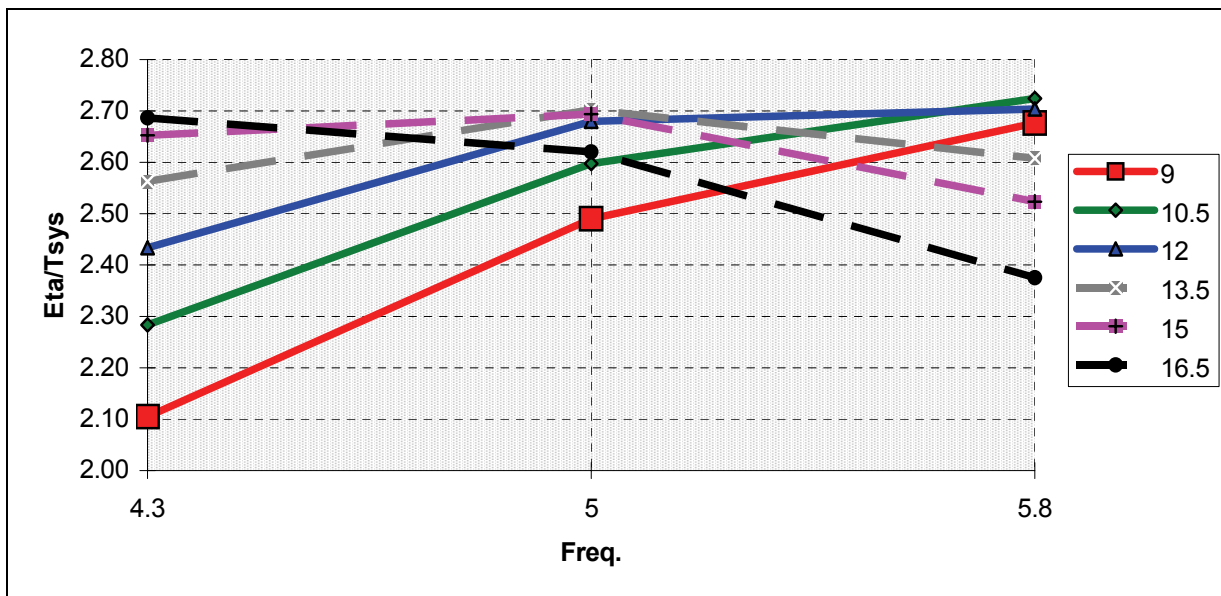


Come si può notare, alla frequenza centrale (5 GHz) il rapporto η/T_{sys} tende a rimanere costante con qualunque Taper. Per le frequenze ai bordi di banda la situazione raggiunge un massimo, per un Taper di compreso fra circa - 12.5 dB e - 13.5 dB al bordo.

Il grafico che segue mostra l'andamento di η/T_{sys} in funzione della Frequenza con parametro il Taper al Bordo, per l'antenna illuminata con horn con flare 6° deg, e $T_{sys} = 35^\circ K$, Elevazione = 45° , rms totale = 0.4mm, horn montato in asse.



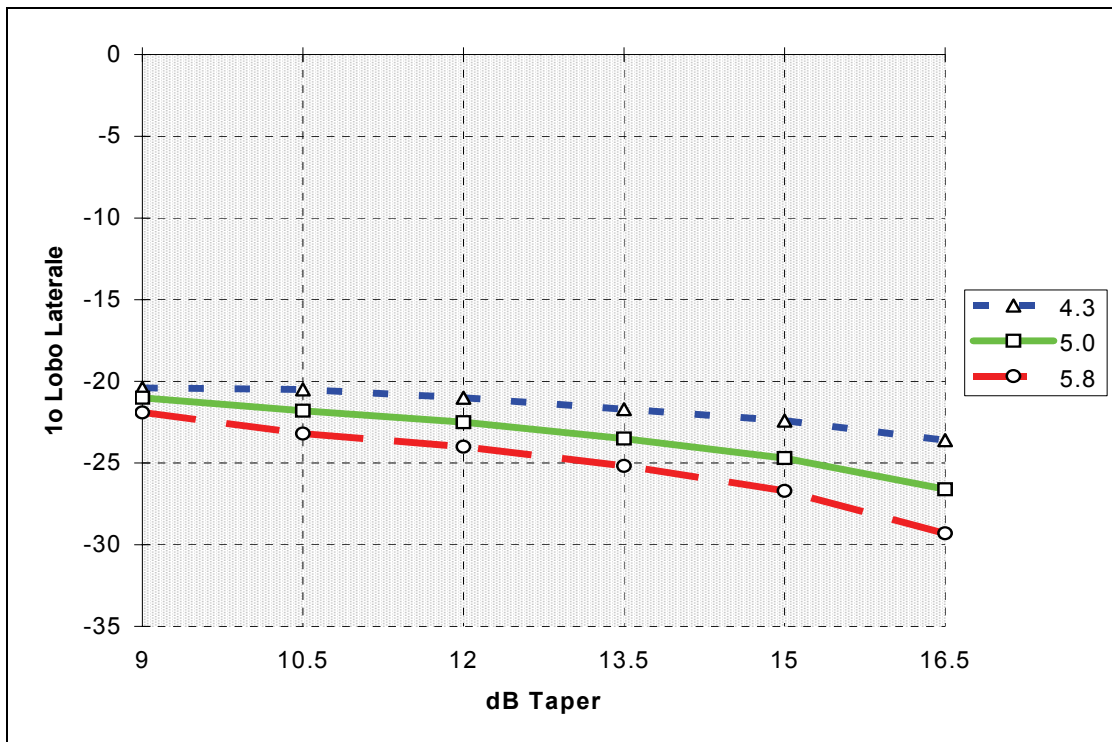
Il grafico che segue mostra l'andamento di η/T_{sys} in funzione della Frequenza con parametro il Taper al Bordo (-9 dB, -12 dB, -15 dB), per l'antenna illuminata con horn con flare 6° deg, e $T_{sys} = 20^\circ K$, Elevazione = 45° , rms totale = 0.4mm, horn montato in asse.



I criteri di lettura dei due precedenti grafici sono: η/T_{sys} deve avere il valore massimo ed essere piatti, o almeno a forma di campana con l'apice sulla frequenza centrale.

Anche in questo grafico, si nota come la scelta di un Taper compreso fra circa -12 dB e -15 dB al Bordo, sia la scelta che garantisce il più alto η/T_{sys} entro la banda di utilizzo.

Nel grafico seguente vengono riportati, per solo scopo conoscitivo, l'ampiezza relativa del primo lobo laterale calcolato in funzione del Taper al bordo, con parametro la frequenza, naturalmente per la sola condizione di illuminazione con horn con flare di 6° deg.



Conclusioni:

Lo scopo di questo rapporto é quella di cercare condizione di illuminazione dell'antenna parabolica di Medicina che porti al massimo il rapporto fra efficienza e Temperatura di sistema (η / T_{sys}).

Sono ben consapevole che agire su parametri come Flare e Taper non può che portare a minimi miglioramenti di η / T_{sys} .

Comunque, la simulazione ha evidenziato i seguenti punti chiave:

L'impiego di horn corrugati con angolo di flare il più piccolo possibile, ad esempio di 6° deg. anziché 10° deg., porta un innalzamento di η / T_{sys} quantificabile in circa 1.07 volte (+7 %)

La scelta del valore del Taper al bordo non deve assolutamente considerarsi critica, i grafici hanno mostrato una certa tolleranza, comunque volendo dettare un valore, il migliore Taper per un horn a 5 GHz é compreso fra -12.0 dB al bordo e -14.0 dB al bordo.

Riferimenti Bibliografici

- [1] Clarricoats and Olver - Corrugated horn for microwave antennas - IEE Electromagnetic waves series 18 pagg 5-8, 97-162
- [2] C. Sletten -Reflector and Lens Antennas: Analysis and Design Using PC's - Software and User's Manual - pag 4-1...4-3
- [3] G. Maccaferri, A. Orfei - Le prestazioni della parabola VLBI di Medicina - R.I. N° IRA 149/91
- [4] G. Grueff, N. Speroni, P.Tomasi, C. Trigilio, G. Umana. - Misure di efficienza d'antenna del radiotelescopio VLBI di Noto - R.I. N° IRA 118/89
- [5] S. Srikant - Gain/Noise Temperature Optimization at Secondary Focus - NRAO - Oct 6, 1992
- [6] S. Srikant - Spillover Noise Temperature Calculation For The Green Bank Clear Aperture Antenna - NRAO - Oct 4, 1989 - GBT Memo 16 - 19
- [7] P. Besso - Comunicazioni private - CSELT
- [8] G. Tofani - Comunicazioni private - Cnr CAISMI

Appendice

MISURA DEL DIAGRAMMA DI RADIAZIONE DI UN HORN CORRUGATO

S. Mariotti, M. Morsiani, G.P. Zacchioli

Prima di commissionare allo CSELT i feed-system, si è presa in considerazione la possibilità di progettare e costruire al nostro interno gli horns.

Per valutare l'impatto di un horn corrugato, conico a banda larga nel sistema antenna, si è reso necessario conoscere i patterns di radiazione CoPolari e CrossPolari all'interno della banda di frequenza di interesse.

Non era ancora chiaro che la variazione, anche notevole, del fascio al variare della frequenza produce una modesta variazione di efficienza. Poiché si riteneva che, per massimizzare l'efficienza, la larghezza del fascio dovesse variare il meno possibile con la frequenza, si è cercato di verificare sperimentalmente che un prototipo dei nostri feed-horn (Arcetri 10.7) avesse una variazione del fascio contenuta o comunque non peggiore di ciò che ci si deve aspettare per natura.

L'andamento naturale della larghezza del fascio con la frequenza è riportato in [1] pag. 108 Fig. 5.11; dove si evince che un horn con flare piccolo ($< 10^\circ$) e bocca grande ($> 8\lambda$) produce un fascio poco variabile con la frequenza.

Per fare ciò è stato necessario misurare il pattern di un horn corrugato a varie frequenze.

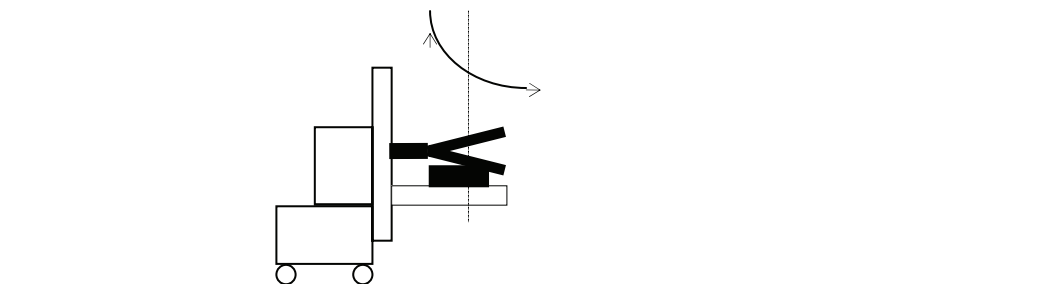
Si è costruito un set-up di misura che: permetteva la rotazione radiale dell'horn (scan angle), permetteva la rotazione assiale (Co-Pol – Cross-Pol), aveva un ridotto contributo di onda riflessa.

A tale scopo, come supporto per l'Horn, è stata usata la piastra rotante dalla fresa, uno strumento estremamente robusto e stabile che permette rotazioni radiali precise, leggibili su di un nonio.

Fra Piastra ed Horn è stata introdotta una "culla" a forma di "V" allo scopo di permettere la rotazione dell'horn stesso attorno al proprio asse.

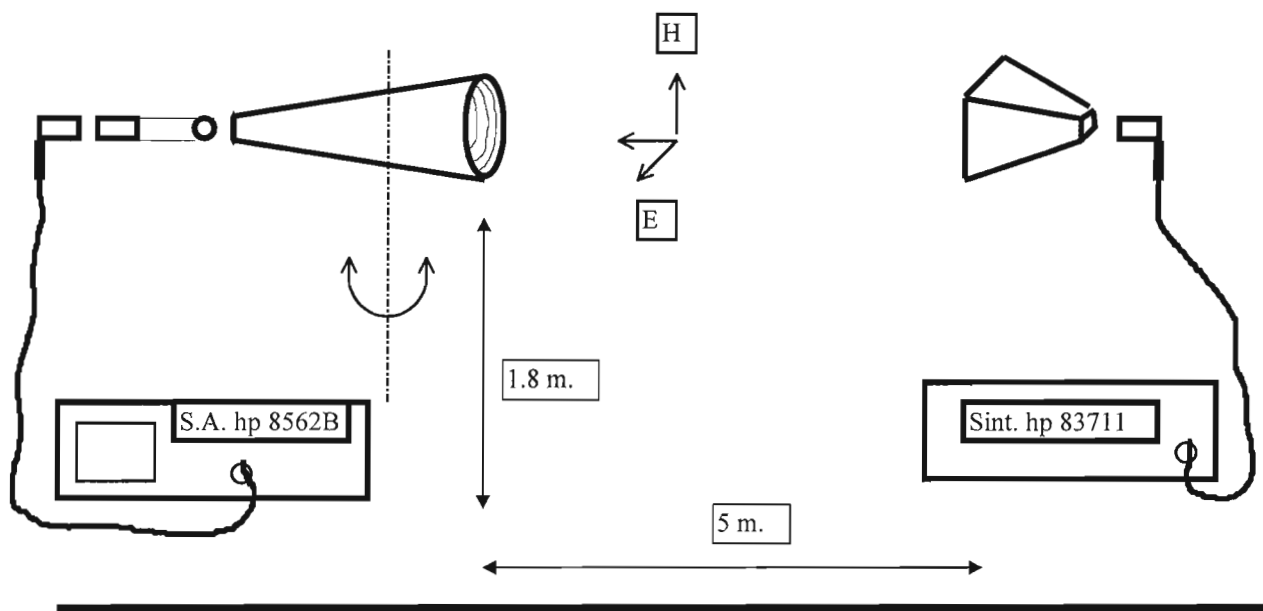
Gli Horn sono stati piazzati distanti fra loro oltre limite del campo vicino ($2D^2/\lambda$) e alti circa 1.8 m. da terra per minimizzare le riflessioni. Per sostenere la piastra rotante e l'horn è stato usato il muletto.

Vedi schematizzazione

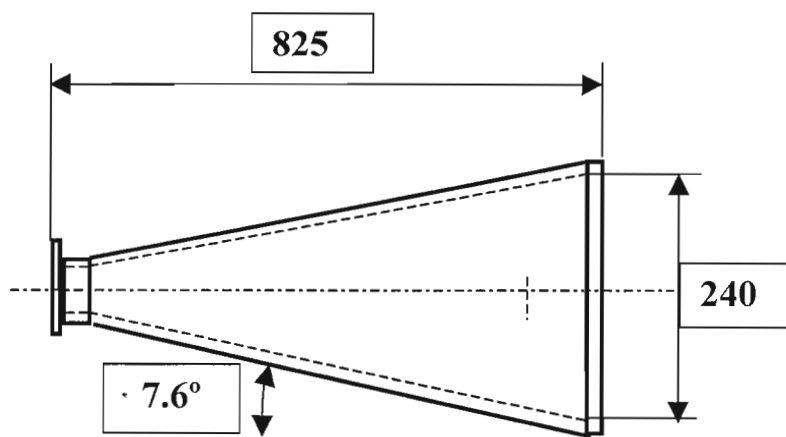


Il trasmettitore era composto da un sintetizzatore hp83711B ed uno Standard Horn in guida WR90.

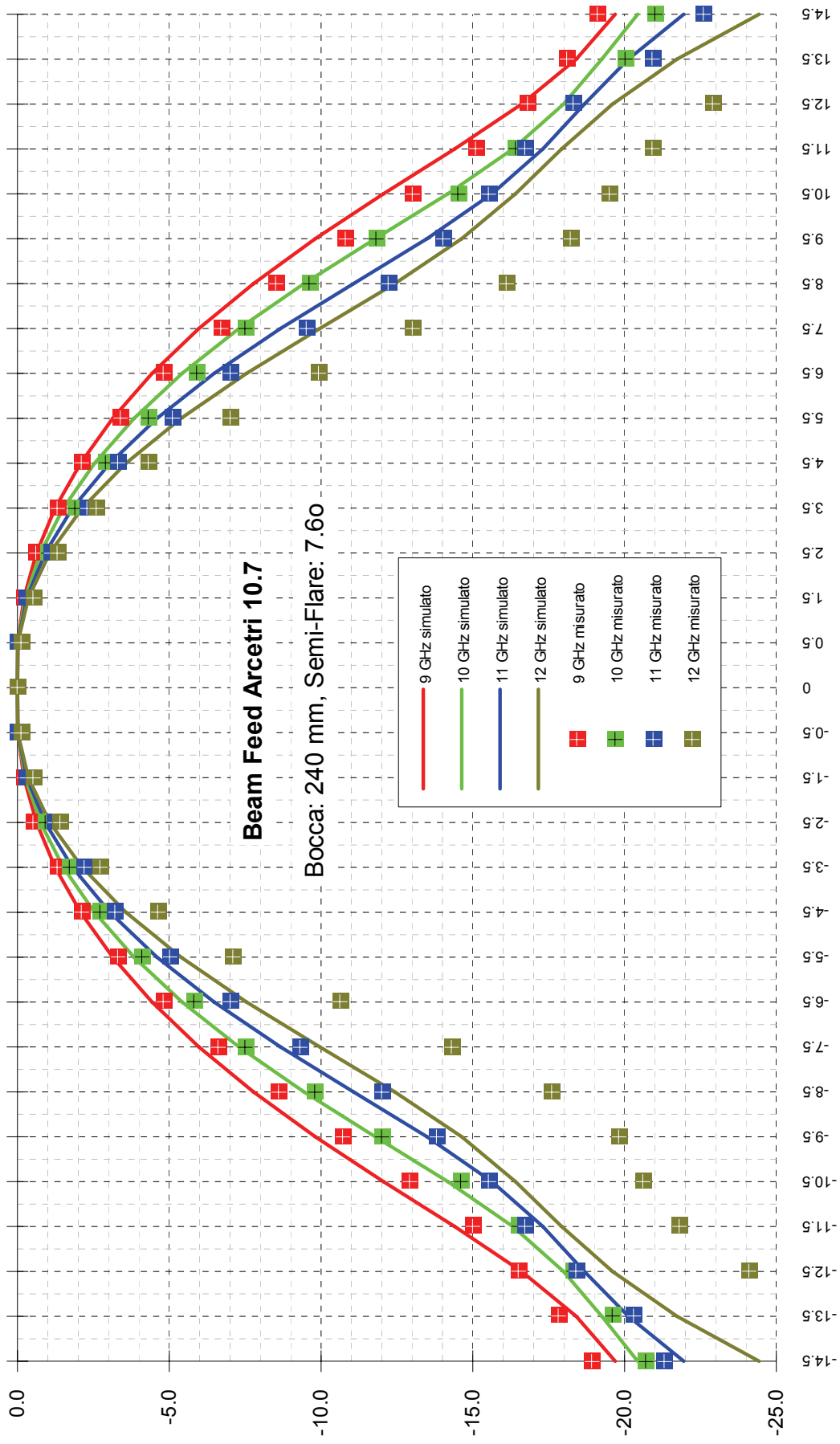
Il ricevitore era composto dall'horn sotto test, transizioni Tondo > Rettangolare > Coax , e analizzatore di spettro hp 8562B.



Le dimensioni dell'horn sotto test erano le seguenti:

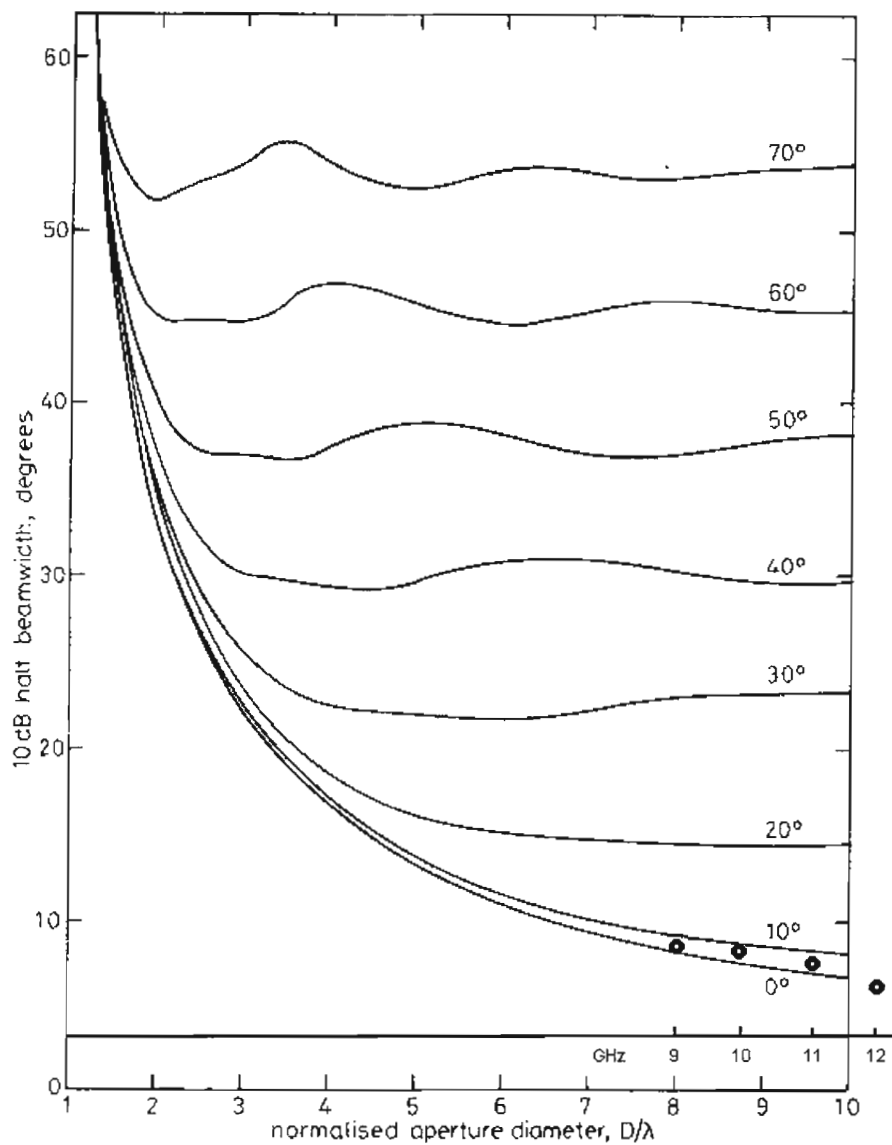


Frequenza centrale: 10.7 GHz.



Il grafico della pagina precedente mostra i pattern misurati e, per confronto e per validazione, i pattern simulati con i programmi CORVLA . EXE e HORNS . EXE

Mentre nel prossimo grafico sono riportati i beam del feed sotto test confrontati con la curva normalizzata mostrata in [1] pag. 108.



— 10 dB half beamwidth against normalised aperture diameter

Il grafico mostra i pattern misurati e, per confronto e per validazione, i pattern simulati con i programmi CORVLA . EXE e HORNS . EXE

Risultati CoPolar:

Come si può notare dal grafico, a 9 Ghz, 10 Ghz, 11 Ghz, c'è accordo pressoché totale fra misurato e simulato.

A 12 Ghz il pattern misurato è notevolmente più stretto del simulato.

Risultati CrossPolar:

La misura di cross-pol si deve considerare fallita, in quanto:

- si è notata una forte dipendenza del valore misurato di cross-pol dal tipo di transizione tondo>rettangolare utilizzata,
- la curva di cross-pol non era, come ci si sarebbe aspettato, a forma di cardioide, bensì a forma di campana,
- la dinamica degli strumenti era al limite,
- la riflettività del terreno non era trascurabile.

