

# Ottimizzazione dell'efficienza della parabola di Medicina mediante il controllo automatico del subriflettore

*Giuseppe Maccaferri, Alessandro Orfei*

Gennaio, 1992

IRA 155/92

File: SCUPOS.PUB Formato: VENTURA V. 2.0

R A P P O R T O I N T E R N O

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

**ISTITUTO DI RADIOASTRONOMIA**

c/o ISTITUTO DI FISICA "A. RIGHI"

Via Imerio, 46 - 40126 B O L O G N A (Italy)

# Indice

---

Riassunto . . . . .	1
Introduzione . . . . .	2
Misure sulla posizione del subriflettore . . . . .	5
Controllo automatico del subriflettore . . . . .	8
Il programma CKSCU . . . . .	10
Riferimenti . . . . .	12
Appendice A . . . . .	A - 1

## Riassunto

*Il riallineamento dello specchio primario della parabola VLBI di Medicina, eseguito nell'estate 1989, ha portato l'efficienza a 22 Ghz dal pessimo valore del 14% a quello del 41%, molto più simile a quello riscontrato per l'antenna di Noto. Questo ha stimolato un'analisi globale dell'andamento dell'efficienza in funzione della frequenza di osservazione, analisi che ha portato ad una misura quantitativa accurata dell'influenza che le deformazioni elastiche della struttura esercitano sul guadagno complessivo dello strumento.*

*Le conclusioni raggiunte indicano come il muovere costantemente lo specchio secondario a posizioni opportunamente prestabilite, al variare dell'Elevazione dell'antenna, possa compensare, in parte, le perdite dovute alle deformazioni elastiche.*

*In questo rapporto si descrivono il sistema di controllo del subriflettore ed il programma utilizzato per effettuare, in modo automatico, questi movimenti.*

## Introduzione

Il guadagno di antenna, inteso in senso astronomico, cioè come rapporto Kelvin su Jansky, varia con l'Elevazione della parabola a causa di due fattori principali; l'opacità dell'atmosfera e la deformazione strutturale dell'antenna dovuta alla gravità (si escludono in questa sede le perdite di guadagno dovute ad effetti termici sulla struttura. Tali effetti non ricadono nella categoria delle deformazioni ripetibili e quindi la loro compensazione richiede una trattazione specifica).

Entrambi questi fattori sono sempre più visibili quanto più aumenta la frequenza di osservazione.

In figura 1 è mostrato un grafico che raggruppa le curve di guadagno a diverse frequenze (la scala in ordinata è normalizzata al valore di massimo guadagno, circa ad Elevazione di  $45^\circ$  e in seguito spiegheremo perché). Si può notare come le curve a frequenze elevate (soprattutto 10.7 e 22 GHz) risentano maggiormente degli effetti sopra citati.

Il primo fattore, l'attenuazione del segnale ricevuto da una radiosorgente, si fa sentire principalmente a basse elevazioni, cioè prevalentemente nella parte sinistra delle curve di fig. 1, incidendo poco sulla parte destra, quella per elevazioni superiori a  $45^\circ$ . Esso non è correggibile e non lo si può ridurre se non pensando di portare il telescopio in zone climatiche particolarmente adatte o addirittura al di fuori dell'atmosfera.

L'altro fenomeno, dovuto alla gravità, si manifesta come deformazioni ripetibili, in quanto la struttura, opportunamente progettata, è soggetta a stress gravitazionali che non superano mai il limite elastico.

Esse di fatto alterano la geometria parabolica dello strumento modificandone l'efficienza d'apertura, il puntamento e la lunghezza focale, conseguenze che vanno tutte ad agire sull'efficienza globale.

Per suddividere queste perdite lungo l'intera escursione in Elevazione, l'allineamento della superficie del telescopio viene fatto a  $45^\circ$ , e questa è la ragione per cui qui si ha

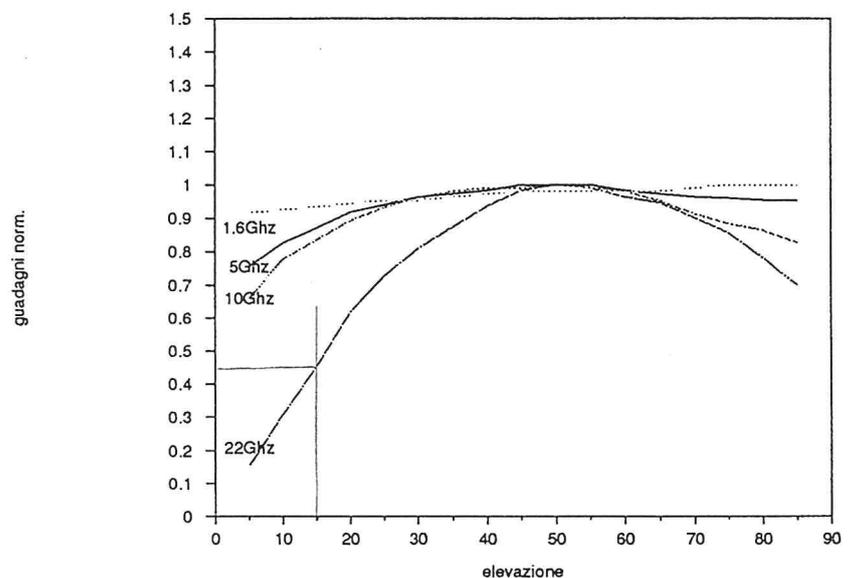


Fig.: 1 Guadagni a diverse freq. senza fuoco. senza fuoco.

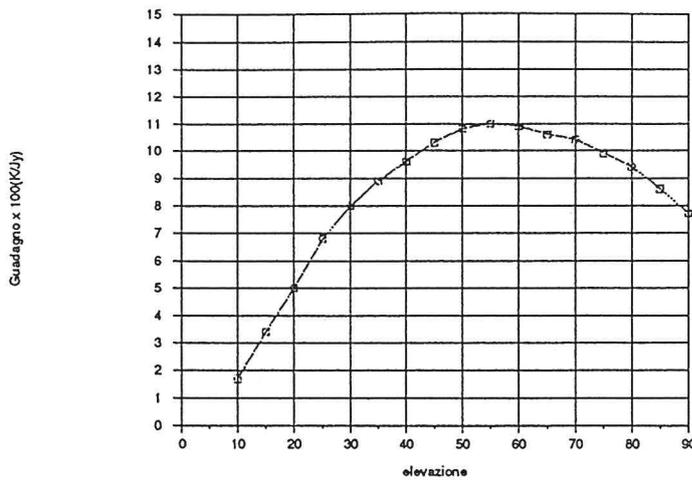


Fig.2: Guadagno a 22 Ghz senza fuocoheggiamento.

solitamente il massimo guadagno d'antenna. Dalla figura 2 si puo' chiaramente notare che partendo dalla Elevazione di  $45^\circ$  e procedendo verso elevazioni via via maggiori, il guadagno scende sensibilmente.

Le deformazioni strutturali che piu' influenzano il guadagno sembrano essere costituite da quelle del quadripode che sostiene lo specchio secondario, e da quelle del "cesto" cioe' dell'intelaiatura

metallica che fa da sostegno ai pannelli riflettenti (l'insieme cesto e pannelli viene identificato col nome di specchio primario). Al diminuire dell'Elevazione il vertice del quadripode flette, ruotando e traslando verso l'interno della parabola, mentre il cesto tende ad aprirsi sul lato inferiore, a chiudersi su quello superiore. La struttura di sostegno dello specchio primario, chiamata alidada, non sembra intervenire in questo gioco. Il peso dello specchio primario e' infatti bilanciato da due grossi contrappesi e questo fa si che l'alidada sia sempre sottoposta allo stesso sforzo, indipendentemente dall'Elevazione.

Come gia' accennato precedentemente, l'insieme di tutte le deformazioni sopra descritte, si concretizza nel disallineamento della superficie dello specchio primario, nella variazione del puntamento del paraboloide e in una variazione della sua lunghezza focale. Queste considerazioni assumono che i profili via via assunti dalla struttura, siano riconducibili ad altrettante strutture paraboliche, (il che non e' esatto, ma costituisce una prima approssimazione) aventi ciascuna un proprio asse ottico, una propria lunghezza focale e un proprio grado di allineamento della superficie. Questa suddivisione fenomenologica ci e' congeniale perche' meglio di altre ci porta a capire come e dove intervenire per compensare queste deformazioni.

Le variazioni della posizione celeste puntata dal telescopio (puntamento), dovute alla deformazione dello specchio primario e alla flessione del quadripode che sostiene quello secondario, vengono gia' compensate con gli 8 parametri che modellano la curva di puntamento teorico. I parametri sono a loro volta ricavati da opportune campagne di calibrazione.

La variazione della lunghezza focale, attribuibile sia alla deformazione dello specchio primario, sia alla variazione assiale della posizione del secondario, non e' stata fino ad ora corretta. Da qui emerge infatti la conclusione, per altro gia' chiaramente indicata nella parte finale del rapporto interno IRA 118/89, (G.Grueff et al. "Misure di efficienza d'antenna del radiotelescopio VLBI di Noto") che occorre realizzare un sistema in grado di posizionare automaticamente il subriflettore alla posizione ottimale per ogni valore di Elevazione. Questa intervento, oggetto del presente rapporto, riduce inoltre la variazione di puntamento la cui compensazione era demandata, in precedenza, ai soli parametri di puntamento.

Infine, per quanto riguarda il disallineamento dello specchio primario gli interventi possibili si riducono ad uno solo, abbastanza impegnativo. Trasformare lo stesso in uno specchio a superficie attiva, cioè mobile, sotto il controllo di un elaboratore, in modo che a qualsiasi valore di Elevazione esso possa essere riportato al profilo parabolico originario.

## Misure sulla posizione del subriflettore

Durante la fase di riallineamento della parabola, sfruttando l'occasione della presenza di un teodolite montato sulla sommità della vertex, solidale con lo specchio primario, e di una cordella metrica opportunamente precaricata, si sono effettuate delle misure di posizione del subriflettore a diverse elevazioni. Più precisamente, per quattro valori di Elevazione ( $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  e  $90^\circ$ ) sono state rilevate le posizioni a cui il subriflettore doveva essere posto affinché avesse lo stesso allineamento e la stessa distanza che originariamente aveva all'Elevazione di  $45^\circ$ , rispetto allo specchio primario.

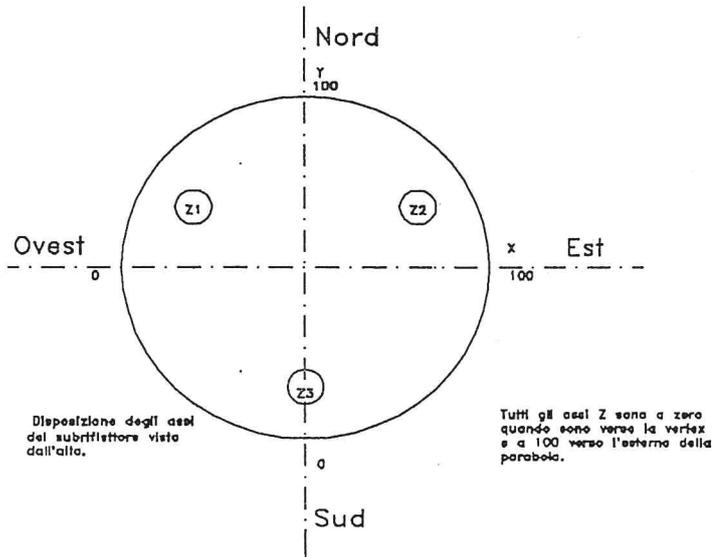


Fig.:3 Disposizione geometrica degli assi del subr.

curve di estrapolazione per gli altri valori in Elevazione.

Basandosi su queste misure, si è proceduto con una campagna di osservazioni astronomiche a diverse frequenze, di sorgenti di media potenza, mirata a stabilire l'esatto andamento del fuoco dal punto di vista radio, inglobando cioè l'insieme specchio primario, subriflettore e ricevitore. Per far ciò, ogni 5 gradi in Elevazione di cammino della sorgente, si posizionavano gli assi del subriflettore ai valori indicati dalle misure ottico-meccaniche. Si massimizzava quindi il puntamento e si variava per gradini la posizione in Z (cioè si traslava il subriflettore lungo quell'asse, senza cioè variare i differenziali fra Z1, Z2 e Z3) in modo da trovare i due punti in cui il segnale ricevuto dalla sorgente risultasse dimezzato.

Per far ciò si è sfruttata la possibilità del nostro subriflettore di potersi muovere indipendentemente su cinque assi distinti; due normali all'asse dello specchio primario e perpendicolari fra loro, chiamati assi X e Y, i restanti tre, orientati parallelamente all'asse Z dello specchio primario e chiamati Z1 Z2 Z3, posti su di una circonferenza avente come centro il centro del subriflettore ed equidistanti tra loro (vedi fig. 3 e 4). Ogni asse è dotato di un sistema di posizionamento con precisione del decimo di millimetro.

I grafici di fig. 5 e 6 riportano l'esito delle misure (simboli) con

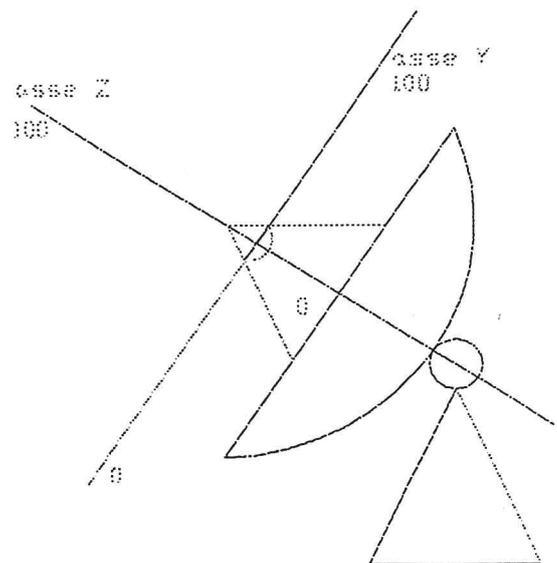


Fig.:4 Assi Y e Z

## Misure sulla posizione del subriflettore

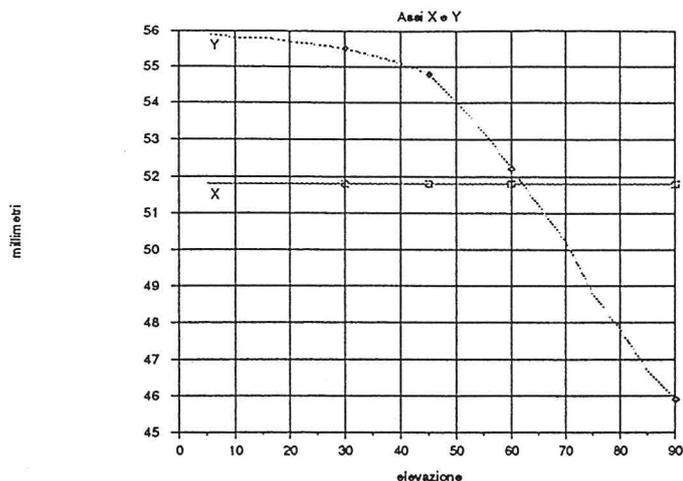


Fig.5: Variazioni degli assi X e Y con l'elevazione

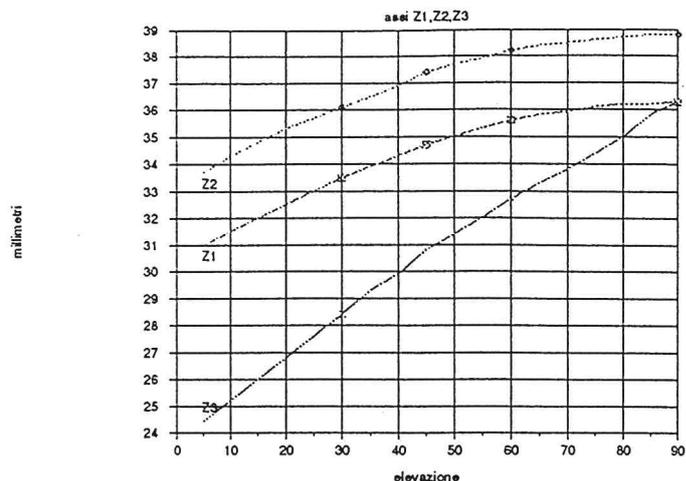
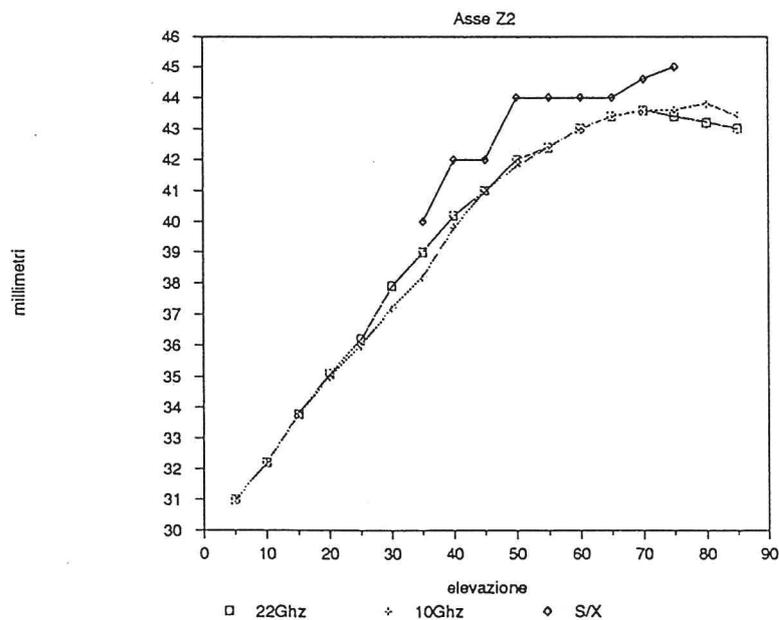


Fig.6: Variazioni sugli assi Z con l'elevazione

Dall'interpolazione di questi si sono ricavati i valori di fuoco elettrico riportati, con riferimento al solo asse Z2, nel grafico di fig. 7. (i differenziali fra gli assi Z non sono stati variati, come pure le curve X e Y)

Fig.7: Andamento di Z2 per il miglior fuoco elettrico.



Le misure sono alquanto coerenti, come dimostra la sovrapposizione della curva ricavata a 10.7 Ghz con quella a 22 Ghz, mentre quella effettuata col ricevitore S/X, sebbene ne ricalchi l'andamento, risulta spostata verso l'alto di poco piu' di 1 mm, ma questo e' dovuto

ad una differenza nel montaggio meccanico dei due trasduttori di posizione.

Da queste misure e' stata anche ricavata la tabella 1, utilizzata nel programma di controllo descritto nel paragrafo seguente.

Tabella 1 Posizione degli assi per il miglior fuoco.

X	Y	Z1	Z2	Z3	Elevazione
51.8	55.9	28.3	31.0	21.7	5
51.8	55.8	29.6	32.4	23.3	10
51.8	55.8	30.8	33.7	24.8	15
51.8	55.7	32.2	35.0	26.5	20
51.8	55.6	33.3	36.0	28.1	25
51.8	55.5	34.8	37.5	29.7	30
51.8	55.3	35.9	38.6	31.3	35
51.8	55.1	37.3	40.0	33.0	40
51.8	54.8	38.4	41.0	34.4	45
51.8	54.0	39.3	42.8	35.7	50
51.8	53.2	39.7	42.4	36.4	55
51.8	52.2	40.4	43.0	37.5	60
51.8	51.2	40.8	43.5	38.3	65
51.8	50.2	41.0	43.6	38.9	70
51.8	48.8	41.2	43.7	39.5	75
51.8	47.8	41.0	43.5	39.8	80
51.8	46.7	41.0	43.5	40.9	85

## Controllo automatico del subriflettore

Analogamente al programma CKACU, che controlla il normale inseguimento dell'antenna, e' stato realizzato il programma CKSCU i cui compiti principali sono:

- controllare il normale funzionamento del subriflettore
- aggiornarne costantemente la posizione quando l'antenna e' in tracking.

L'uso del programma e' alquanto semplice perche' l'interattivita' con l'operatore e' ridotta allo stretto necessario. Anzi, si puo' dire che nelle normali e piu' frequenti condizioni di osservazione non occorre fare nulla, salvo ovviamente nei casi di malfunzionamento. Infatti per tutti i ricevitori in *cassegrain*, quelli cioe' che fanno uso del subriflettore, deve essere utilizzato il controllo automatico del subriflettore. Essendo questa la condizione piu' frequente, si e' predisposto il sistema affinche' il programma venga attivato automaticamente alla partenza dell'HP1000. L'unica operazione che l'operatore deve fare e' controllare che l'SCU (Subreflector Control Unit, ovvero l'elettronica di controllo del subriflettore) sia in *RE-MOTE*, ed abbia il *DRIVE ON* acceso (anche queste dovrebbero essere condizioni standard). In caso contrario, o nel caso che l'SCU sia in uno stato anomalo o di malfunzionamento, il programma lancia un avviso per l'operatore sul terminale *SLU 1* (consolle di sistema), domandando di rimuovere la condizione d'errore. Se lo si ritiene necessario, a questo punto si puo' interrompere il programma.

Nel caso si utilizzi il ricevitore SX, ricevitore posto sul fuoco primario al posto del subriflettore, si fa ugualmente uso di CKSCU, che, in questo caso, provvede ad ottimizzare la posizione del ricevitore muovendolo lungo l'unico asse di controllo di cui dispone, l'asse Z, corrispondente all'asse Z2 dell'SCU. Tutti gli altri sono inesistenti. Quando pero' il ricevitore SX e' utilizzato in esperimenti geodinamici occorre tassativamente lasciarlo fermo ad una posizione prestabilita, attualmente Z2=42.

- *Nota bene: quando si usa il ricevitore SX in esperimenti geodinamici, il programma CKSCU deve essere disattivato, e l'asse Z2 portato a 42 mm.*

In questi due ultimi casi e' richiesto l'intervento dell'operatore, perche' il CKSCU lanciato da HP1000 controlla di default tutti i cinque assi. Pertanto occorre innanzitutto fare dalla consolle FS, sotto il prompt di sistema:

BR, CKSCU  
che interrompe l'attuale esecuzione del programma.

Secondariamente, se ci si prepara per osservazioni geodinamiche, si porta manualmente l'asse Z2 a 42mm, altrimenti si rilancia CKSCU con l'indicazione di controllare il solo asse Z2. Battere quindi da consolle FS sotto il prompt di sistema:

RU, CKSCU, N, N, N, Y, N  
dove ogni parametro dopo CKSCU rappresenta il flag di controllo di ciascun asse

nella sequenza X,Y,Z1,Z2,Z3, e puo' essere Y/y per attivarne il controllo, oppure viceversa N/n (default Y/y).

Durante la sua esecuzione il programma verifica anche la corretta funzionalita' del subriflettore. Quando si presenta un'anomalia o un errore di posizionamento il programma effettua un'annotazione sulla stampante di log (SLU32) attivandone pure l'avvisatore acustico.

Di seguito si riportano due grafici dai quali si puo' vedere la differenza dell'andamento dei guadagni da misure effettuate senza e con il puntamento automatico del subriflettore.

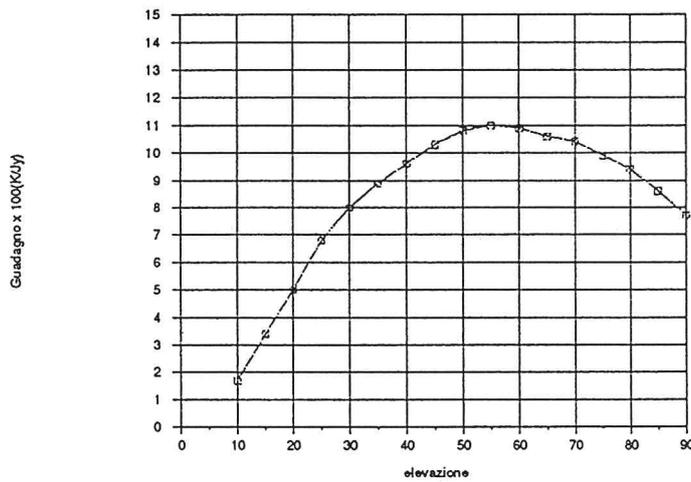


Fig. 8: Guadagno a 22 Ghz senza fuocoautomatico.

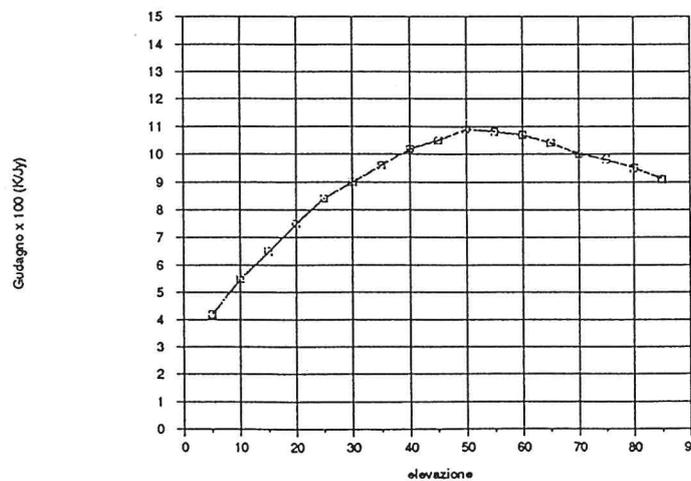


Fig. 9: Guadagno a 22 Ghz con fuocoautomatico.

## Il programma CKSCU

L'algoritmo principale del programma consiste nella determinazione della posizione alla quale il subriflettore deve essere portato, trovata interpolando fra i due punti della matrice piu' vicini alla posizione di Elevazione comandata (vedi tabella 1).

Una volta determinata la posizione corretta, un'apposita routine trasmette le nuove posizioni all'*SCU*, la quale provvede a muovere il subriflettore.

Tutto questo avviene ogni 10 sec. intervallo che e' risultato essere piu' che sufficiente a garantire movimenti dello specchio secondario impercettibili anche nel caso di un futuro ricevitore a 43 Ghz. Questo intervallo permette inoltre di non gravare eccessivamente sull'equilibrio funzionale dell'*HP1000*.

Ogni 10 sec. viene anche effettuato un controllo sulla attuale posizione dello specchio secondario, leggendo la posizione in cui esso si trova e confrontandola con quella alla quale dovrebbe essere. Se la differenza risulta essere, anche per un solo asse, superiore a 0.7 mm (sensibilita' minima a 43 Ghz per movimenti del subr.) e se il flag *IONSOR* (flag indicante se l'antenna e' *on-source* o *off-source*) fosse uguale a 1, allora viene segnalata una condizione d'errore, che consiste nell'attivazione di un allarme acustico e nella stampa sull'*SLU 32* del giorno, dell'ora e delle posizioni comandate e correnti del subriflettore o ricevitore *SX*. In questo modo l'operatore puo' rendersi conto di quale asse si trova fuori dalla posizione corretta.

Un aspetto importante verificato e' che gli spostamenti in Elevazione sono sempre piu' lenti dei rispettivi spostamenti del subriflettore, cio' vale a dire che il subriflettore arriva alla posizione comandata sempre prima dell'antenna.

Come gia' accennato, nella fase iniziale del programma, e solo in quella, viene fatto un controllo sullo stato dell'*SCU*, cioe' viene verificato che essa sia in *REMOTE*, con il *POWER-ON* acceso e il *LEVEL-CORRECTION* spento. Se una di queste condizioni non dovesse sussistere il programma passa il controllo all'operatore, avvisandolo dell'anomalia riscontrata.

Il flow-chart di seguito (fig. 10) illustra per blocchi le varie operazioni eseguite. Infine in appendice A e' possibile trovare il listato completo del programma, scritto in *FORTRAN77*.

Il programma si basa su routines appositamente scritte e contenute nella *HDLIB* (libreria hardware di Medicina).

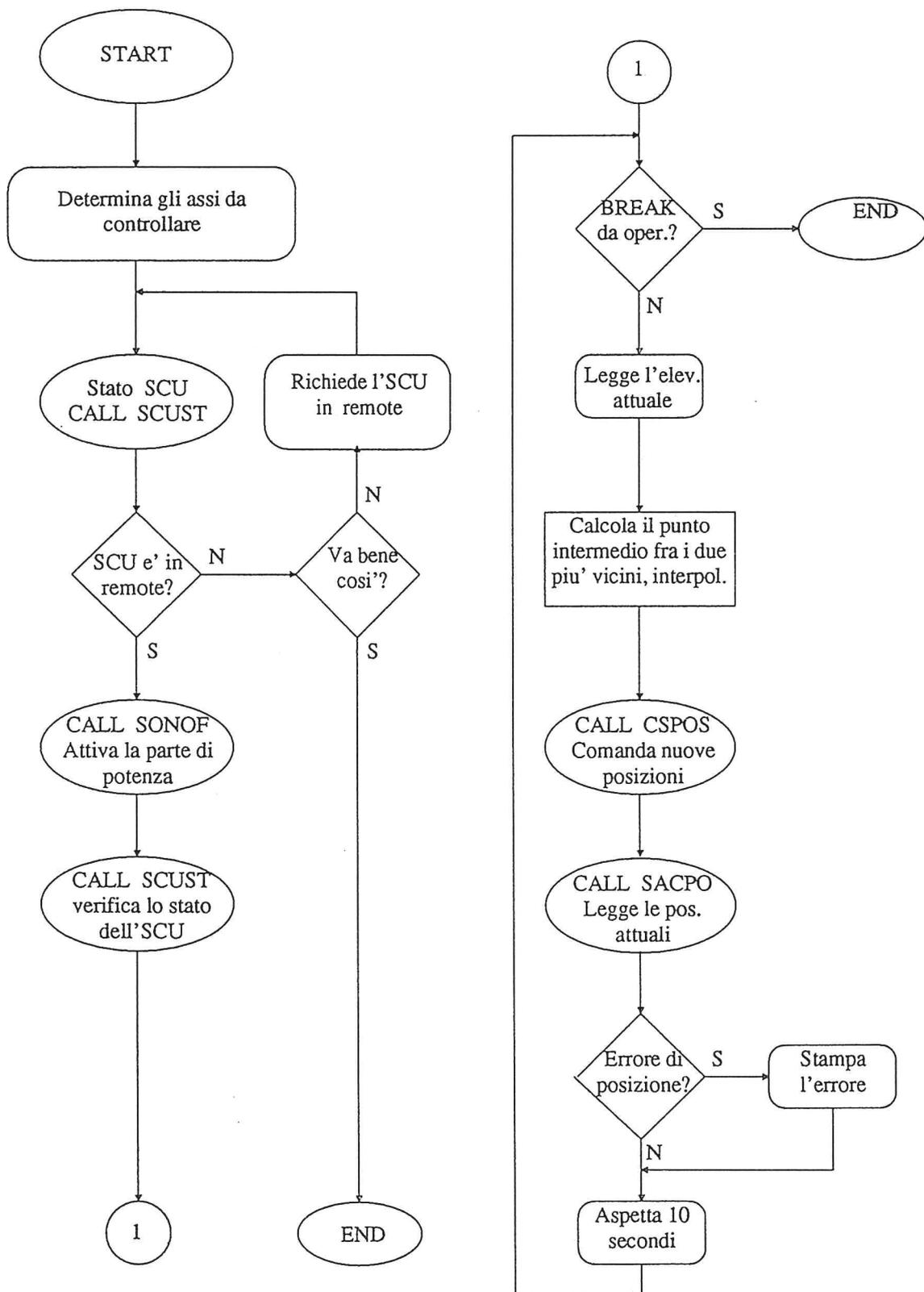


Fig.10 Flow chart del programma CKSCU.

## Riferimenti

- G.Grueff et al. - *Misure di efficienza d' antenna del radiotelescopio VLBI di Noto* IRA 118/89
- G.Grueff et al. - *Misure di efficienza di antenna a 22 Ghz del radiotelescopio VLBI di Medicina* IRA 121/89

## Aggiornamento del programma CKSCU.

In seguito al montaggio e alla messa in funzione del nuovo ricevitore in fuoco primario, funzionante nelle bande S,X,K, e' stato necessario modificare il programma CKSCU affinche' fosse possibile posizionare correttamente questo nuovo ricevitore.

L'incompatibilita' della versione precedente stava nella tabella di posizioni che era contenuta nel sorgente del programma stesso e cioe' non modificabile, a meno di non ricompilare il programma. Il nuovo ricevitore SXX richiede invece, per varie ragioni, l'uso di ben due tabelle diverse, a seconda che si usino i ricevitori SX oppure quello K.

Per soddisfare questa esigenza, e per rendere il programma ancor piu' versatile, si e' pensato di togliere la tabella dal sorgente del programma e portarla in un file (SCUPOS::2), dal quale viene letta alla partenza del programma stesso. In altri file vengono conservate permanentemente le tabelle relative ai diversi ricevitori, dai quali si otterra' poi, mediante semplice copia, il file utilizzato dal programma CKSCU. Questi file sono:

- SCUCAS::2 - per le posizioni del subriflettore, e cioe' con ricevitori in cassegrain
- SCUSXX::2 - per il ricevitore SX in fuoco primario
- SCUKKP::2 - per il ricevitore KK in fuoco primario.

2 Settembre 1992

G. Maccaferri

# Appendice A

Listato del programma &CKSCU:

```
FTN7X,S
$FILES 0,1
PROGRAM CKSCU(3,60),SCU position & control ;1.1307
C
C CKSCU Subreflector position and control by means of measured data.
C
C USAGE CKSCU[,C,C,C,C,C]
C
C where C can be Y/N and means axes to be checked in order
C X,Y,Z1,Z2,Z3. Default Y
C
C PROGRAMMER: A.Orfei, G.Maccaferri 04 Apr. 1990
C
C MODIFICATIONS:
C
C Current Cognizant Programmer: Same as above
C DATE WHO DESCRIPTION
C 910523 GMM Modified for little step SCU movement to linearize fase
C changing.
C
C RESTRICTIONS: RTE 6-VM, hardware conf.
C
C REFERENCES: document cited
C
C CALLING PARAMETERS:
C
C INPUT: IP(5) 'Y' or 'N' specify axes to be controlled.(X,Y,
C Z1,Z2,Z3)Default 'Y'
C
C COMMON BLOCKS USED:
C
$INCLUDE #ANTCM::AN
C
C TO :
C
C FROM:
C IONSOR - Logical. Status of antenna.ONSOURCE= .true.
C AZC - Commanded azimuth
C ELC - Commanded elevation 1/10000 of deg.
C FROM&TO:
C
C EXTERNAL INPUT/OUTPUT:
C
C INPUT VARIABLES: RISP,IP(5),DUMMY
C
C OUTPUT VARIABLES:
C
C SUBROUTINE INTERFACE:
C
```

```

C     CALLED SUBROUTINES: SACPO, CSPOS, SCUST, SONOF, EXEC(6), EXEC(12)
C
C LOCAL VARIABLES:
C
C     DESCRIPTIONS:
C     IP(5)      - Array for runstring parameters.
C     ICHCK(5)   - Array with info on the axes to be checked.
C     SA(5)      - Actual subreflector positions.
C     SC(5)      - Commanded subreflector positions.
C     IA         - Lower SCU pos row near to ELC
C     IB         - Upper SCU pos row near to ELC
C     CEL        - ELC/10000 Commanded elevation in deg.
C
C     SPECIFICATIONS:
C     LOGICAL IFBRK, LOCAL, CABON, LEVON, XLIM, YLIM, Z1LIM, Z2LIM, Z3LIM
C     CHARACTER*1 RISP
C     CHARACTER*10 DUMMY
C     DIMENSION IP(5), ICHCK(5), ONPOS(5), SA(5), SC(5), IAXES(5), IMESG(31)
C
C LOCAL CONSTANTS:
C
C     DESCRIPTIONS:
C     SCUPO(5,17) - Matrix with SCU positions for 5 deg. elev. step.
C
C     SPECIFICATIONS:
C     INTEGER OPLU
C     DIMENSION SCUPO(5,17)
C
C INITIALIZED VALUES:
C
C     Matrix for subreflector position:
C     edit 4 june 1990 for KK rec.
C
C
C     DATA SCUPO/51.8,55.9,28.3,31.0,21.7, ! 5.
C     2      51.8,55.8,29.6,32.4,23.3, ! 10.
C     3      51.8,55.8,30.8,33.7,24.8, ! 15
C     4      51.8,55.7,32.2,35.0,26.5, ! 20
C     5      51.8,55.6,33.3,36.0,28.1, ! 25
C     6      51.8,55.5,34.8,37.5,29.7, ! 30
C     7      51.8,55.3,35.9,38.6,31.3, ! 35
C     8      51.8,55.1,37.3,40.0,33.0, ! 40
C     9      51.8,54.8,38.4,41.0,34.4, ! 45
C     .      51.8,54.0,39.3,42.4,35.7, ! 50
C     1      51.8,53.2,39.7,42.8,36.4, ! 55
C     2      51.8,52.2,40.4,43.0,37.5, ! 60
C     3      51.8,51.2,40.8,43.5,38.3, ! 65
C     4      51.8,50.2,41.0,43.6,38.9, ! 70
C     5      51.8,48.8,41.2,43.7,39.5, ! 75
C     6      51.8,47.8,41.0,43.5,39.8, ! 80
C     7      51.8,46.7,41.0,43.5,40.9/ ! 85
C
C     DATA IAXES/2HX ,2HY ,2HZ1,2HZ2,2HZ3/
C     DATA ICHCK/1HS,1HS,1HS,1HS,1HS/
C     DATA OPLU/1/,FREQ/43000./
C
C
C     --START FROM FLOW CHART--
C
C     INITIALIZING:define a) position resolution,
C                       b) correction EL step
C                       c) axes being controlled
C
C     CALL RMPAR(IP)

```

```

DO 5 I=1,5
  IF (IP(I).EQ.1HN) ICHCK(I)=IP(I)
5  CONTINUE
  RIS=3.E10/(FREQ*1E6)      !RIS is one tenth of lambda;mm
  IATT=0
  ISTEP=5
  IF (IERR.NE.0) GO TO 1000
10  CALL SCUST(LOCAL,CABON,LEVON,XLIM,YLIM,Z1LIM,Z2LIM,Z3LIM)
  IF (.NOT.LOCAL) GO TO 20  ! SKIP IF SCU IS IN REM
  RISP='Y'
60  WRITE(OPLU,*) 'SCU IS IN LOCAL MODE! IS IT OK? [Y/N]'
40  READ(OPLU,30)RISP
30  FORMAT(A)
  IF (RISP.EQ.'N'.OR.RISP.EQ.'Y'.OR.RISP.EQ.'n'.OR.RISP.EQ.'y')
+   GOTO 50
  WRITE(OPLU,('ILLEGAL ENTRY!'))
  GOTO 60
50  IF (RISP.EQ.'N'.OR.RISP.EQ.'n') GOTO 70
  CALL EXEC(6,0,3)      ! Abort program
70  WRITE(OPLU,('PLACE SCU IN REM AND TYPE ANY KEY TO CONTINUE'))
  READ(OPLU,('A'))DUMMY
  ILEV=1HN
20  IF (LEVON) ILEV=1HY
  IPWR=2HON
  CALL SONOF(IPWR,ILEV) !Switch DRIVE CAB. on, and disable LEV. CORR.
  CALL SCUST(LOCAL,CABON,LEVON,XLIM,YLIM,Z1LIM,Z2LIM,Z3LIM)
  IF (CABON) GOTO 90
  WRITE(OPLU,('DRIVE CABINET IS YET ''OFF''!'))
  CALL EXEC(6,0,3)      !Abort program
90  IF (.NOT.LOCAL) GO TO 100
  WRITE(OPLU,('SCU IS YET IN LOCAL MODE!!!'))
  CALL EXEC(6,0,3)      !Abort program
C
C   END INITIALIZING.START PROGRAM HEART
C
100 IF (IFBRK()) GOTO 1200  ! End if a op. break was detected.
  CALL FTIME(IMESG)
  CEL=ELC/10000.
  IF (CEL.LT.5.) CEL=5.
  IF (CEL.GT.85.) CEL=85.
  J=NINT(CEL/5)      !Nearest row to ELC in focus matrix.
  IF ((J*5-CEL).LE.0) THEN
    IA=J      ! Lower point near ELC
    IB=J+1    ! Upper point near ELC
  ELSE
    IA=J-1
    IB=J
  ENDIF
C
C   Keep the row pointer inside the matrix.
C
  IF (IA.GT.16) IA=16
  IF (IA.LT.1) IA=1
  IF (IB.GT.17) IB=17
  IF (IB.LT.2) IB=2
C
C   Iterpolate the SCU position between the two nearest row.
C
  DO 110 I=1,5
    SC(I)=(SCUPO(I,IB)-SCUPO(I,IA))*(CEL-IA*5.)/(5.*(IB-IA))
    .+SCUPO(I,IA)

```

```

110 CONTINUE
C
C Point the SCU to new position.
C
CALL CSPOS(SC,IERR,IERR1)
IF (IERR.NE.0) GOTO 1000
IF (IERR1.NE.0) GOTO 1500
C
C Read SCU actual position.
C
N=0
IERR=1
DO WHILE (IERR.EQ.1.AND.N.LT.3) ! Retry three times on bad comm.
IERR=0
CALL SACPO(SA(1),SA(2),SA(3),SA(4),SA(5),IERR)
N=N+1
END DO
IF (IERR.NE.0) GO TO 1000
C
C Check for the pointing of each enabled axes and, if antenna is on source
C and the difference between comm. and act.position in more then RIS
C enable the alarm procedure.
C
DO 120 I=1,5
IF (ICHCK(I).EQ.1HN.OR.ABS(SC(I)-SA(I)).LE.RIS.OR.(.NOT.IONSOR))
+ GOTO 120
WRITE (32,230)IMESG
230 FORMAT (31A2," SUBREFLECTOR OUT OF POSITION.")
WRITE (32,('(" SCU COMM. POS.:",5F5.1)')SC
WRITE (32,('(" SCU ACT. POS.:",5F5.1)')SA
GOTO 135
120 CONTINUE
135 CALL EXEC(12,0,2,0,-10) ! Self suspension for 10 sec.
GOTO 100
C
C 10. GESTIONE ERRORI
C
1000 WRITE(32,*)'HP-SCU COMMUNICATION FAILED:PLEASE CHECK!'
CALL EXEC(6,0,3) !abort program
STOP
C ON BREAK DETECTION EXIT
1200 STOP
1500 WRITE(32,('(" SUBREFLECTOR COMMANDED POSITION OUT OF RANGE"'))
WRITE(32,1600)SC
1600 FORMAT(" Bad commanded posistion: ",5F5.1)
GOTO 100
END

```