

UNA SERIE DI PROGRAMMI FORTRAN PER LA RIDUZIONE DELLE  
OSSERVAZIONI FATTE COL WSRT

C.Fanti - C.Lari

IRA 8/75

~~LRA 6/75~~



## 1. INTRODUZIONE

Il presente rapporto interno riguarda una serie di programmi e subroutines FORTRAN utili per la riduzione dei dati ottenuti con il radiotelescopio di Westerbork. Tali programmi e subroutines si applicano solo a brevi osservazioni in differenti angoli orari e non alle sintesi complete. Tale limitazione è dovuta solo a questioni di tempo di calcolo e memorie utilizzate e non a questioni di logica. Infatti una sintesi di 12 ore è sempre riconducibile ad un numero  $n \leq 1440$  di angoli orari differenti.

Per la descrizione ed il funzionamento del radiotelescopio e sintesi si rimanda alle pubblicazioni olandesi.

Si ricorda solo che allo stato attuale il radiotelescopio di Westerbork consiste di 10 antenne fisse equispaziate e due mobili (Figura 1). La combinazione delle due antenne mobili con ciascuna delle 10 fisse dà luogo a 20 interferometri. Per ciascuno di essi si hanno 4 risposte diverse a seconda delle 4 possibili combinazioni dell'orientamento dei dipoli delle due antenne che costituiscono l'interferometro. In generale le quattro risposte (canali) saranno uguali entro il rumore. Solo in caso di sorgenti polarizzate i quattro canali saranno significativamente diversi. La combinazione opportuna dei quattro canali dà luogo ai parametri di Stokes (vedi ITR olandesi) di polarizzazione.

L'output di un interferometro è la trasformata di Fourier della distribuzione di brillantezza della porzione di cielo contenuta entro il diagramma primario della singola antenna. Tale output viene registrato su nastro ogni 30 secondi di tempo sottoforma di coppie (coseno, seno) per ciascuno degli 80 canali che costituiscono un'osservazione.

Per ottenere la distribuzione di brillanza del cielo è necessario perciò antitrasformare l'output del radiotelescopio. Per risparmiare tempo di calcolo e memorie in generale i punti vengono parzialmente mediati (L'effetto di tale mediazione viene descritto nel paragrafo seguente).

In particolare si possono richiedere a Westerbork i dati su scheda delle osservazioni mediate lungo tutto l'arco di tempo che interessa l'osservazione. In questo caso per ogni canale si avrà una sola coppia (coseno, seno) corrispondente alla media di tutti i coseni e di tutti i seni ottenuti durante l'osservazione.

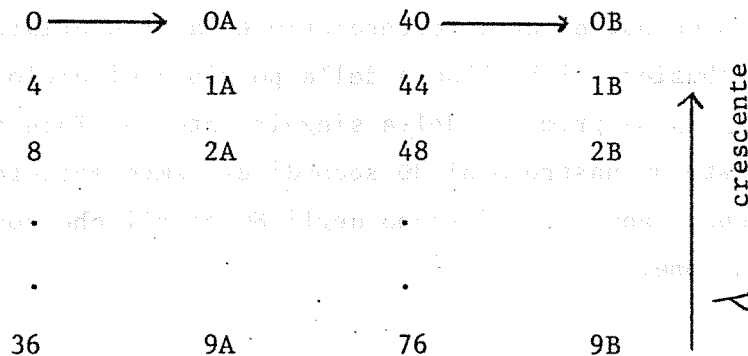
Nella maggior parte dei programmi di ricerca che interessano questo laboratorio l'utilizzo delle schede è sufficientemente buono, per cui, salvo diversa precisazione, nella descrizione delle subroutine e programmi si farà riferimento ad osservazioni su schede.

Ogni scheda contiene:

- a) nome della sorgente;
- b) numero d'ordine dell'interferometro;
- c) componenti U e V della baseline relativa, in lunghezza d'onda;
- d) coppia (coseno, seno) per i quattro canali relativi.

Ogni scheda contiene tre volte la serie b), c), d).

Gli interferometri sono numerati come segue:



Un'osservazione è costituita perciò da 7 schede, o meno, a seconda che tutti e venti gli interferometri siano stati registrati oppure no. Per la lettura di tale rapporto si suppongono note le nozioni elementari di FORTRAN.

Questi programmi funzionano su calcolatore IBM 360/75. I tempi e l'occupazione di memorie indicate si riferiscono quindi a questo tipo di calcolatore. Subroutines e programmi sono caricati su disco residente presso il centro di calcolo del CNEN di Bologna e le modalità di richiamo sono descritte nel presente rapporto.

## 2. EFFETTO DELLA MEDIA DEI PUNTI OSSERVATI

Si prenda in considerazione un caso semplice (Figura 2). Si supponga di avere a che fare con un'osservazione in angolo di posizione medio p.a. =  $90^\circ$  ( $HA = 0^h$ ), cioè con gli interferometri orientati in E-W. Sia  $T = 2t_0$  la durata di tale osservazione. Nell'arco di tempo  $T$  la baseline del singolo interferometro ruota nel cielo per cui ad ogni punto del campionamento ed ad ogni interferometro corrisponde una componente  $U$  ed una componente  $V$  della baseline data da:

$$U(t) = B_\lambda \sin [p.a.(t)] = B_\lambda \cos [HA(t)]$$
$$V(t) = B_\lambda \cos [p.a.(t)] = B_\lambda \sin [HA(t)] \sin \delta$$

dove  $\delta$  è la declinazione a cui è puntato il telescopio e  $B_\lambda$  è la lunghezza della baseline in lunghezza d'onda.

Si consideri ora un punto del cielo  $P$  di coordinate  $(\alpha_0, \delta_0)$  rispetto al centro campo. Se  $A$  è l'ampiezza del segnale in tale punto, la risposta per ogni interferometro al tempo  $-t_0 \leq t \leq t_0$  sarà:

$$f(t) = A e^{-2\pi i (U_\lambda(t)\alpha_0 - V_\lambda(t)\delta_0)}$$

La media su T di tale risposta sarà

$$\bar{f} = \frac{1}{T} \int_{-t_0}^{t_0} f(t) dt = \frac{A}{T} \int_{-t_0}^{t_0} e^{-2\pi i [U_\lambda(t) \alpha_0 - V_\lambda(t) \delta_0]} dt$$

Per la scelta fatta dell'angolo di posizione, si avrà in prima approssimazione:

$$\begin{cases} U_\lambda(t) \approx B_\lambda \\ V_\lambda(t) \approx B_\lambda \cdot HA(t) \cdot \text{sen } \delta = K \cdot B_\lambda \cdot t \cdot \text{sen } \delta \end{cases}$$

dove K dipende dalle unità di misura scelte.

Quindi:

$$\bar{f} = A e^{-2\pi i B_\lambda \alpha_0} \frac{1}{T} \int_{-t_0}^{t_0} e^{+2\pi i K B_\lambda t \delta_0} \cdot \text{sen } \delta dt \quad (1)$$

L'ampiezza media della risposta è cioè quella che si avrebbe per  $HA = 0^h$  moltiplicata per un fattore (integrale a destra nella (1)) che dipende dalla declinazione del punto P (rispetto al centro campo) e dalla lunghezza dell'osservazione. Tale fattore vale:

$$\frac{\text{sen}(2\pi K B_\lambda t_0 \delta_0 \text{sen } \delta)}{2\pi K B_\lambda t_0 \delta_0 \text{sen } \delta} \quad (2)$$

ed è in modulo tanto minore di 1 quanto più grande è il prodotto  $B_\lambda t_0 \delta_0$ ; cioè, a parità di baseline, quanto più la sorgente è lontana dal centro campo e quanto più lungo è il tempo di integrazione. Se nel punto P si trova una sorgente puntiforme la risposta dello strumento nel punto  $HA = 0^h$  è costante a tutte le baselines e quindi il valore  $\bar{f}$  espresso dalla (1) avrà un andamento dato dalla (2). L'effetto della mediatura è quindi quello di simulare un'estensione della sorgente. Se  $t_0$  è espresso in minuti di tempo e  $\delta_0$  in primi d'arco la (2) si scrive:

$$\frac{\text{sen}(7.96 \times 10^{-6} B_{\lambda} t_0 \delta_0 \text{sen} \delta)}{7.96 \times 10^{-6} B_{\lambda} t_0 \delta_0 \text{sen} \delta} \quad (2')$$

Se NP è il numero di punti contenuti nell'osservazione, essendo  $T = 2 t_0 = NP/2$  dalla (2') è possibile stabilire fino a che distanza  $\delta_0$  il fattore di riduzione è inferiore a un valore prefissato.

L'esempio fatto si generalizza facilmente. In particolare per p.a. =  $0^\circ$  (HA =  $6^h$ ) la (2') diventa:

$$\frac{\text{sen}(7.96 \times 10^{-6} B_{\lambda} t_0 \alpha_0)}{7.96 \times 10^{-6} B_{\lambda} t_0 \alpha_0} \quad (3)$$

Di queste relazioni occorre tener conto quando si utilizzano i dati da schede. In tabella 1 sono dati i valori di  $\alpha_0$  per cui la (3) raggiunge il valore  $2/\pi$  nella massima baseline per diversi valori di T e per le 3 frequenze usate a Westerbork. In  $\delta$  valgono gli stessi dati divisi per  $\text{sen} \delta$ .

### 3. SINTESI UNIDIMENSIONALE

Come detto nel paragrafo 1 la distribuzione di brillantezza del cielo in un dato angolo orario è l'antitrasformata di Fourier (F.T.) dell'osservazione lungo quell'angolo orario. Perciò il valore del segnale in un punto del cielo ad una distanza x dal centro campo (c.c.) sarà dato da:

$$\text{TRAS} = \sum_k^N \left[ \cos(2\pi B_k x) \cdot CO_k + \text{sen}(2\pi B_k x) \cdot SI_k \right] \quad (4)$$

dove:

N = numero di interferometri presenti nell'osservazione

$B_k$  = baseline relativa al k-esimo interferometro, in  $\lambda$

$x$  = distanza dal c.c. in radianti

$CO_k, SI_k$  = coppia (coseno, seno) relativa ad ogni interferometro per ogni punto osservato.

Il programma che calcola la sintesi unidimensionale prevede di lavorare solo da schede, per cui  $B_k, CO_k, SI_k$  saranno i valori mediati durante tutta l'osservazione. Prima del calcolo della F.T. è prevista una serie di correzioni alle osservazioni, in base a dati input o a controlli interni. E precisamente:

- a) esclusione (SKIP) di canali non buoni;
- b) correzioni (CORR) di ampiezze e/o fasi di canali.

L'operazione b) è sempre fatta in base a dati input. L'operazione a) è fatta sia con dati input che in base ad un controllo interno. Dopo che le operazioni a) e b) basate sui dati input sono state eseguite, il programma, per ogni interferometro presente, media i canali esistenti (normalmente tutti e quattro) quindi esclude (SKIP) quelli che scartano da tale media più di NSIG (dato input) volte il rumore teorico. Se NP è il numero di punti dell'osservazione il rumore teorico per ogni canale di detta osservazione è assunto uguale a  $(56/\sqrt{NP})$  w.u. <sup>(1)</sup> corrispondente ad un rumore (56) di 1 w.u. su una mappa di  $12^h$ . Bisogna però ricordare che le osservazioni più recenti a 21 cm (dopo il 6/75 ) hanno un rumore circa 2.5 volte inferiore per cui si dovrà tenerne conto nelle riduzioni. Inoltre è possibile dare ai vari interferometri pesi differenti (tapering) mediante dati input. In questo caso per il calcolo della F.T. la parentesi quadra che compare nella (4) verrà moltiplicata da  $w_k$  che rappresenta il valore del peso del k-esimo interferometro. Il programma normalizza i pesi in modo che sia  $\sum w_k = 1$ .

---

(1) 1 w.u. = 5 m.f.u.



La F.T. viene calcolata su 241 punti intorno al c.c. ad un intervallo costante pari a DXX secondi d'arco (dato input).

Per aiutare nell'interpretazione dei dati viene calcolato anche il beam dell'osservazione in esame (ciò permette in particolare di conoscere la forma dei lobi, che cambia da un'osservazione all'altra). Essendo il beam simmetrico intorno al suo massimo ne viene calcolata solo una metà, ma sempre su 241 punti, coprendo così una zona di cielo doppia di quella coperta dall'osservazione.

Il calcolo del beam avviene mediante la:

$$TRBEAM = \sum_k^N \left[ \cos(2\pi B_k x) \cdot w_k \right] \quad (5)$$

L'OUTPUT del programma è su carta e comprende:

- A) andamento della visibilità di frangia e della fase, in funzione della baseline, accompagnati da dati numerici che sono nell'ordine:
  - a) numero d'ordine dell'interferometro
  - b) lunghezza della baseline, in  $\lambda$
  - c) periodo della frangia di interferenza relativa a quella baseline, in primi d'arco.
  - d) ampiezza del segnale in w.u.
  - e) fase del segnale in gradi
  - f) coseno medio dei canali presenti
  - g) numero dei canali mediati
  - h) seno medio dei canali presenti
  - i) numero dei canali mediati
  - l) fase del segnale in frazione di angolo giro;
- B) 241 valori dello F.T. dell'osservazione in w.u. e del beam;

C) Grafico dei 130 valori centrali di cui al punto B. Dato che l'altezza massima del grafico è costante, per la F.T. dell'osservazione viene dato il valore in w.u. (SCALE) di una riga di stampa nel grafico. Gli altri dati riportati in questo display non necessitano di spiegazioni.

Questo programma funziona su un numero illimitato di osservazioni e termina quando non trova più dati da leggere. Le uniche limitazioni sono: tutte le osservazioni devono essere alla stessa frequenza; la F.T. di tutto il gruppo di osservazioni verrà calcolata allo stesso intervallo DXX. Infine il programma prevede di mediare due o più osservazioni consecutive (che debbono naturalmente avere angoli di posizione quasi uguali). In questo caso l'output conterrà la visibilità di frangia delle singole osservazioni e la F.T. media delle stesse.

L'INPUT è schematizzato in tabella 2.

Il contenuto dettagliato delle schede è il seguente:

Scheda tipo 0: valida per tutto il programma.

DXX = intervallo in secondi d'arco fra due punti della F.T.

FREQ = frequenza dell'osservazione, FORMAT (F 5.1, F 7.1).

Scheda tipo 1: MASTER.

A, B = nome della sorgente (di solito nella convenzione di Westerbork);

IOR, MIN, SEC, IG, IP, SS = coordinate del c.c. in ore, minuti e secondi d'arco e gradi, primi e secondi d'arco.

NP = numero di punti dell'osservazione;

NCOR = numero di canali in cui è necessario correggere l'ampiezza e/o la fase (può essere zero);

NSIG = tolleranza in multipli del rumore sulla fluttuazione del valore dei singoli canali rispetto alla loro media;

NW = variabile che indica se tutti gli interferometri hanno peso  
1 (NW = 0) oppure se c'è da applicare un tapering (NW = 1);  
IDATA = data di osservazione come dichiarata da Westerbork.  
FORMAT(2A7, 2I3, F5.1, 2I3, F5.1, 2I4, F5.1, I3, 23X, I5).

Schede tipo 2 : CORR. Esistono solo se NCOR  $\neq$  0 e sono in numero pari  
a NCOR/5 (+1 se NCOR non è multiplo di 5).

- a) NN = numero d'ordine del canale da correggere (da 0 a 79);
- b) CORA = correzione moltiplicativa in ampiezza. Se non c'è correzione CORA = 1;
- c) CORFI = correzione additiva di fase in gradi. Se non c'è correzione CORFI = 0;

a) .....

b) .....

c) ..... per 5 volte

FORMAT((8X, 5(I3, F5.2, F6.1))).

Scheda tipo 3: SKIP. Contiene il numero 1 perforato nelle colonne corrispondenti al numero d'ordine + 1 dei canali da togliere (es. per togliere i canali n. 4, 12, 13 perforare 1 nelle colonne 5, 13, 14);  
FORMAT(80I1).

Scheda tipo 4: PESI. Esiste solo se NW = 1. I pesi sono dati per tutti e 20 gli interferometri in ordine di baseline crescente.  
FORMAT(20 F4.2).

Schede tipo 5: OSSERVAZIONI. Sono le schede provenienti da Westerbork in numero di 7 o meno. Il loro contenuto è descritto nel paragrafo 1.

Schede tipo 6: BIANCHE. Due schede separano due angoli orari successivi.  
Una sola scheda bianca indica che due angoli orari successivi debbono essere mediati.

Il tempo impiegato è approssimativamente di 2 sec. per angolo orario. Questo programma è caricato su disco col nome STRIP. Le schede controllo per il suo utilizzo sono le seguenti:

```
//ABCD JOB (1BXO,RCNR,,5Y,NOME,REGION=12OK,TIME=(...))  
//A EXEC FORTGLG  
//LKED.SYSIN DD DSN=#ORCNR1.STRIP.OBJ,DISP=SHR  
//GO.SYSIN DD *
```

DATI

#### 4. SINTESI BIDIMENSIONALE

Trattandosi di dati su schede e di un numero di osservazioni abbastanza piccolo ( $\leq 10$ ) in generale, il numero dei dati disponibili per un dato campo osservato è sempre limitato ad uno o due centinaia. Inoltre, per quanto discusso nel paragrafo 2, trattandosi di dati mediati non è opportuno sintetizzare campi molto più grandi delle dimensioni specificate in tabella 1. Ciò significa che, complessivamente, il numero di variabili da trattare non è troppo grande, per cui si può calcolare la trasformata di Fourier ordinaria senza raggiungere tempi proibitivamente lunghi. Viceversa con questo metodo non si hanno i problemi tipici della Fast Fourier Transform (indispensabile invece quando le mappe sintetizzate e il numero dei punti osservati sono molto grandi, come avviene nella sintesi di 12 ore). La mappa viene sintetizzata in un reticolo di punti equidistanti. La distanza tra due punti del reticolo è un dato input e sarebbe sufficiente sceglierlo uguale alla semilarghezza a metà potenza del beam. (Intervallo critico). In realtà è consigliabile essere leggermente sovrabbondanti e porre tale distanza uguale ad  $1/3$  della larghezza a metà potenza ( $2/3$  intervallo critico). Il campo così ottenuto è una proiezione piana del cielo perciò le distanze misurate su di esso

non sono rigorosamente distanze angolari. Se  $l$  ed  $m$  sono le distanze in R.A. e declinazione di un punto dal centro campo (c.c.) misurate sulla mappa, le coordinate vere del punto saranno:

$$\begin{cases} \alpha = \arcsen(l/\cos\delta) + \alpha_0 \\ \delta = \arcsen(\sin\delta_0 \cdot \sqrt{l^2 - m^2} / \sin\delta_0 + 2m/\text{tg}\delta_0) \end{cases} \quad (6)$$

dove  $\alpha_0$  e  $\delta_0$  sono le coordinate del c.c. Dalla (6) è possibile valutare fino a che distanza dal c.c. la proiezione piana è soddisfacente. Per la conversione da  $(l, m)$  ad  $(\alpha, \delta)$  si può utilizzare il programma ELEM da terminale TSO. Il campo da studiare può essere sintetizzato intorno ad un centro campo diverso da quello in cui è stato puntato inizialmente il telescopio. Questo permette in particolare di usare simultaneamente osservazioni ottenute con puntamenti del telescopio diversi fra loro (sia di proposito che per errore) purché naturalmente essi non differiscano fra di loro di quantità maggiori di quelle riportate in tabella 1.

Sorgenti puntiformi di flusso e posizione note possono essere sottratte, anche se si trovano fuori del campo sintetizzato. In particolare questo permette di ripulire un campo dai lobi di grating derivanti da una sorgente forte e lontana. Se la sorgente non è rigorosamente puntiforme o se è troppo distante dall'operazione di media (paragrafo 2) la sottrazione non è soddisfacente. E' consigliabile in questo caso decomporre la sorgente in componenti puntiformi (CLEAN) e sottrarre quest'ultime. Infine può essere interessante sintetizzare un campo utilizzando solo le baselines più corte di un certo valore. Questo comporta naturalmente una diminuzione di potere risolutivo, ma permette, viceversa, di ingrandire il campo sintetizzato (aumento dell'intervallo di campionamento) senza aumentare il numero dei punti, con risparmio quindi di tempo e memorie.

Per la sintesi bidimensionale, data la complessità del materiale con cui si ha a che fare, oltre alla sintesi vera e propria, che fornisce la distribuzione di brillantezza del cielo come visto attraverso il telescopio (e che contiene quindi anche i lobi del beam), si dà anche un'interpretazione della mappa ottenuta con la F.T. per mezzo di un beam più semplice (ed in particolare privo di lobi) mediante il procedimento del CLEAN.

Essendo le parti di SINTESI e di CLEAN logicamente distinte se ne discuterà separatamente. Le due parti suddette di riduzione dei dati vengono realizzate con una serie di SUBROUTINES che costituiscono i membri di un data-set partitioned di nome SYNTH. Il modo di utilizzo di tali subroutine verrà descritto nel paragrafo 6. Inoltre esse non sono strettamente legate al programma di sintesi bidimensionale ma possono essere utilizzate in maniera autonoma, come si vedrà da alcuni esempi (paragrafo 8). Le mappe prodotte vengono sempre scritte su data-set su disco e possono essere conservate fino a 35 giorni per utilizzi successivi. In Tabella 3 e Figura 3 sono schematizzate le istruzioni di lettura dei data-sets.

#### 4.1. SINTESI

Oltre a calcolare la mappa bidimensionale di intensità, si possono calcolare le mappe bidimensionali dei parametri di Stokes U, Q e V e di questo si dovrà tenere conto nel leggere la descrizione delle subroutine utilizzate in questa sezione.

A grandi linee il calcolo della sintesi avviene in tre momenti separati logicamente. Essi sono:

- A) 1) Lettura dei dati relativi alle osservazioni e loro eventuale correzione; 2) eventuale sottrazione di sorgenti con posizione e

flusso noti; 3) display della visibilità di frangia (facoltativo); 4) attribuzione di pesi agli interferometri, variabili a seconda dei risultati che si vogliono ottenere. Tutta questa parte di calcolo è gestita dalla subroutine FIRST che, a sua volta gestisce e utilizza, nell'ordine, le subroutines 1) WSRT; 2) SUBTR; 3) VISIB; 4) WEIGHT ( Figura 4).

B) 1) F.T. dei dati che escono dalla FIRST in modo da avere una o due mappe, polarizzate o non. Il reticolo non include lo zero. Cioè i primi punti intorno al c.c. si trovano a  $\pm 1/2$  intervallo di campionamento; 2) display simbolico delle mappe ottenute; 3) display numerico delle mappe ottenute (facoltativo). Questa sezione del calcolo è gestita dalla subroutine MAP che a sua volta utilizza e gestisce, nell'ordine le subroutines 1) TRASF; 2) SIMBL; 3) DISPL (Figura 5).

C) 1) Calcolo del beam bidimensionale su un'area quattro volte più grande della mappa (in realtà essendo il beam simmetrico rispetto al suo massimo se ne calcola solo una metà; nell'utilizzo l'altra metà verrà riprodotta per simmetria); 2) display simbolico; 3) display numerico (facoltativo). Questa sezione è gestita dalla subroutine TBEAM che a sua volta utilizza e gestisce le subroutines 1) TRASF; 2) SIMBL; 3) DISPL. (Figura 6).

#### Parte A

##### Subroutine FIRST [~ 2.5 K: SYNTH (FIRST)]

Gestisce i dati che entreranno nelle subroutines MAP e TBEAM. Oltre ad alcuni calcoli accessori essa legge tre schede che contengono le informazioni utili per la riduzione. Esse sono:

1° scheda:  $FREQ$  = Frequenza dell'osservazione;

$IOR, MIN, SEC, IG, IP, SS$  = coordinate del c.c. intorno a cui si vuole sintetizzare la mappa.

$XYINT$  = intervallo in R.A. fra due punti della mappa, in secondi d'arco. L'intervallo in  $\delta$  viene posto =  $XYINT/\sin \delta$

oppure = XYINT nel caso in cui si operi un taglio in baseline;

BASLIM = massima baseline che si vuole utilizzare. Se non è perforato viene assunto uguale alla massima baseline effettivamente presente nelle osservazioni;

NCOMPO = numero di sorgenti (o componenti) puntiformi da sottrarre;

IRDATE = data in cui si effettua la riduzione (facoltativo);

FORMAT (2X, F7.2, 2I3, F5.1, 2I3, 2F5.1, F8.1, I3, 27X, I6)

2° scheda: MMLO, MMHI, NNLO, NNHI = numero dei punti del reticolo che si vuole sintetizzare rispettivamente in E-W e N-S rispetto al c.c. In generale tali punti includono il centro campo, ma non è indispensabile. La convenzione sui segni è la seguente: segno - indica W e S; segno + indica E e N. Per cui i numeri -10, +10, +5, +15 significano che la mappa è inclusa fra 10 punti a W e 10 punti a E del c.c. e 5 punti a N e 15 punti a N del c.c. Il numero totale dei punti della mappa in E-W deve essere pari.

FORMAT(2X, 4I4).

3° scheda: TAPER, CUN, CDU

Il loro significato è discusso nella subroutine WEIGHT.

FORMAT (F5.1, 2F5.2)

Questa subroutine fornisce un piccolo display su stampa che contiene le caratteristiche essenziali della riduzione in corso.

Subroutine WSRT [~11K, SYNTH(WSRT)]

Legge il pacchetto delle osservazioni e vi applica correzioni di fase e ampiezza e lo SKIP di canali in base a dati su schede, come



descritto in paragrafo 3. Confronta la posizione di puntamento di ogni osservazione con quella del c.c. letta nella FIRST e se le posizioni differiscono, corregge conseguentemente le fasi delle osservazioni. Quindi, a seconda del valore del flag POL, ha due vie da seguire: la mappa da calcolare è una mappa di intensità ordinaria, oppure una mappa di polarizzazione. Nel primo caso media i quattro canali relativi ad ogni interferometro escludendo quelli che scartano troppo (come in paragrafo 3). Se richiesta fa il display della visibilità di frangia di tutte le osservazioni. Nel secondo caso fa le 4 combinazioni lineari dei quattro canali di ogni interferometro, necessarie per ottenere i parametri di Stokes I, V, U, Q. Questo naturalmente solo per quegli interferometri in cui tutti e quattro i canali sono presenti. Diversamente tutto l'interferometro viene escluso. I quattro valori dei parametri di Stokes vengono poi posti in punti successivi dello stesso array unidimensionale. Se richiesto a questo punto si può avere il display della visibilità di frangia della quantità I (intensità). Nel corso della subroutine viene richiesto l'uso di un data-set ad accesso diretto, le cui specifiche però vengono date al di fuori della subroutine. Questa subroutine legge:

1° scheda: VIS = flag che indica se si vuole il display della visibilità di frangia (=T) o no (=F). Nei casi ordinari tale display si può omettere essendo identico a quello delle STRIP;

POL = flag che indica se si vuole seguire la via della polarizzazione (=T) o no (=F);

NTOT = numero totale degli interferometri presenti  $\leq 20$  x (numero angoli orari).

FORMAT ('VISIB =', L1, 'POL =', L1, 'N.INTRF.=', I4)

Schede successive: questo è il pacco delle osservazioni da ridurre. Ogni osservazione costituita da un pacchetto di schede identico a quello descritto nel paragrafo 3, e contenente quindi: MASTER, CORR (solo se NCOR  $\neq$  0), SKIP, PESI (solo se NW = 1), OSSERVAZIONI, 2 BIANCHE (vedi tabella 2). Bisogna notare che, mentre nello STRIP la posizione scritta nella scheda MASTER aveva uno scopo puramente accessorio, qui invece essa rappresenta la posizione a cui è puntato il telescopio durante l'osservazione per cui è necessario che sia rigorosamente corretta. Se per una ragione qualsiasi la posizione scritta sulla MASTER non è esattamente quella di puntamento (leggibile in gradi sui fogli che vengono inviati da Westerbork insieme alle osservazioni) è previsto di poterla correggere mediante le due variabili CX, CY che esprimono, in gradi con 5 decimali esatti, la differenza: (coordinata vera di puntamento) - (coordinata scritta sulla MASTER). Le variabili  $CX = \Delta\alpha$ ,  $CY = \Delta\delta$ , sono perforate fra NW e IDATA. Il formato della MASTER diventa quindi:  
FORMAT (2A7, 2I3, F5.1, 2I3, F5.1, 2I4, F5.1, I3, 3X, 2F9.5, 2X, I5).

Ultima scheda: bianca. Questa scheda segna la fine delle osservazioni relative ad una mappa. Quindi, dopo l'ultimo angolo orario le schede bianche saranno 3 e non 2.

Subroutine SUBTR[ $\sim$  2K, SYNTH (SUBTR)]

Lavora sui dati che escono dalla WSRT. Siano  $A_2(\alpha, \delta)$  il flusso e la posizione della sorgente da sottrarre. Le distanze, proiettate, della sorgente dal c.c. (di coordinate  $\alpha_0, \delta_0$ ) saranno:

$$\begin{cases} \Delta\alpha = \text{sen}(\alpha_0 - \alpha) \times \cos \delta \\ \Delta\delta = (\cos(\delta_0) - \cos(\Delta\alpha) \times \cos \delta) / \text{sen} \delta_0 \end{cases} \quad (7)$$

Se CO, SI è la coppia (coseno, seno) per l'interferometro i-esimo e U, V le componenti della baseline relativa, i valori dopo la sottrazione saranno:

$$\begin{cases} CO^* = CO - Ax \cos[2\pi(U \cdot \Delta\alpha - V \cdot \Delta\delta)] \\ SI^* = SI - Ax \text{sen}[2\pi(U \cdot \Delta\alpha - V \cdot \Delta\delta)] \end{cases} \quad (8)$$

Il calcolo delle (7) e (8) deve essere molto accurato, perciò tali formule vengono calcolate tutte in doppia precisione. La posizione delle sorgenti da sottrarre deve essere nota con una precisione dell'ordine di 1/100 della lunghezza del beam a metà potenza. Questo significa circa 0.1 secondi d'arco a 6 cm.

Effettuata la sottrazione la SUBTR chiama sempre la VISIB per fare il display della visibilità di frangia il che aiuta a vedere se la sottrazione è avvenuta bene in tutti gli angoli orari.

Le schede lette sono NCOMPO e tutte del tipo:

1° scheda: SBA = flusso da sottrarre in m.f.u.;

IOR, MIN, SEC, IG, IP, SET = alfa e delta della sorgente in ore, minuti e secondi, gradi, primi e secondi d'arco.

FORMAT (F7.1, 2I3, F7.3, 2I3, F7.3).

Subroutine VISIB [~ 2.5K, SYNTH (VISIB)]

Dà un grafico su carta dell'andamento dell'ampiezza e fase del segnale in funzione della baseline. Oltre al grafico dà il valore numerico delle seguenti grandezze:

a) numero d'ordine dell'interferometro;

- b) baseline, in  $\lambda$  ;
- c) periodo della frangia di interferenza relativa, in primi d'arco;
- d) ampiezza del segnale in w.ù.;
- e) rumore dell'interferometro calcolato sulla base della relazione  $\sigma = 56/\sqrt{NP \times KP}$  dove NP è il numero di punti dell'osservazione e KP il numero medio di seni e coseni utilizzato per il calcolo dell'ampiezza dell'interferometro in esame;
- f) fase del segnale in gradi;
- g) fase del segnale in frazione di angolo giro;

Non ci sono schede in lettura.

Subroutine WEIGHT [ $\sim 2.5K$ , SYNTH(WEIGHT)]

Questa subroutine permette di attribuire nella F.T. pesi diversi ai vari interferometri in modo da variare il potere risolutivo dello strumento a seconda che interessi mettere in evidenza strutture di bassa o alta brillantezza superficiale. Il potere risolutivo aumenta o diminuisce aumentando o diminuendo il peso delle baselines più lunghe rispetto a quello delle corte. Siano questi i "pesi radiali". Inoltre, dato che le osservazioni non saranno mai distribuite in maniera sufficientemente uniforme in angolo orario, sarà necessario pesare meno, rispetto alle altre, le osservazioni più vicine fra di loro in angolo orario (pesi angolari). Diversamente osservazioni ripetute due o più volte allo stesso angolo orario avrebbero un peso nelle F.T. due o più volte superiore. A causa del rumore questo potrebbe falsare certi risultati, soprattutto in campi complicati.

Il peso radiale dell'i-esimo interferometro si ottiene dal prodotto delle:

$$\begin{cases} W_i = \exp(-\pi^2 B_i^2 \text{TAPER}^2 / \ln 2) \\ W_i = 1 + \text{CUN} \times \sqrt{B_i \times 20 / \text{BMAX}} + \text{CDU} \times (B_i \times 20 / \text{BMAX}) \end{cases} \quad (9)$$

La prima della (9) rappresenta un normale tapering del tipogaussiano. La variabile TAPER (letta nella 3° scheda della FIRST) è la larghezza a metà potenza, espressa in secondi d'arco, della gaussiana con cui si intende convolvere i dati. Questo tapering deprime le baselines lunghe e, anche valori di TAPER dell'ordine della metà del beam teorico sono sufficienti ad abbassare i lobi del beam. Per valori grandi di TAPER, si consiglia di allargare conseguentemente l'intervallo di campionamento dato che punti molti più vicini dell'intervallo critico non aggiungono nulla all'informazione, e sono un'inutile perdita di tempo e memorie. In ogni caso, se BEAM è la larghezza attesa del beam (vedi subroutine BEAM) dovrà essere  $\text{BEAM}/\text{XYINT} \leq 5$ .

L'altra relazione rappresenta, in un certo senso, un antitapering in quanto permette di aumentare il peso delle baselines più lunghe. I coefficienti CUN e CDU vengono letti nella 3° scheda della subroutine FIRST e sono semplicemente numeri. In generale li si assume uguali a 0 o 1. Scelte di valori diversi non cambiano la situazione in maniera significativa. La variabile BMAX rappresenta il valore massimo possibile della baseline per una data osservazione (ed è maggiore o uguale di quella effettivamente presente nelle osservazioni). Dato che al variare della declinazione di puntamento varia l'ellitticità del beam i valori di TAPER e BMAX dovrebbero contenere questa dipendenza da  $\delta$  ed inoltre dovrebbero variare con l'angolo orario. Per ovviare nel calcolo a questo inconveniente si è operata una "compressione" del beam dividendo la componente V delle baselines per il fattore  $\sin \delta$ .

In questo modo si può lavorare su un beam tondo e le (9) possono essere applicate senza problemi. Naturalmente tutti e tre i parametri TAPER, CUN, CDU possono essere posti uguali a zero. In questo caso gli interferometri avranno tutti pesi = 1.

In figura 7 sono dati gli andamenti dei pesi per alcune scelte di valori dei parametri TAPER, CUN, CDU.

I pesi angolari vengono attribuiti nel modo seguente. Siano  $NOS$  le osservazioni effettuate negli angoli di posizione  $PA_1, PA_2, \dots, PA_{NOS}$ . Il peso della  $i$ -esima osservazione sarà dato proporzionale a

$$W_i = PA_{i+1} - PA_{i-1} \quad (10)$$

per  $2 \leq i \leq (NOS - 1)$ . Per i valori estremi si considera:

$$W_1 = PA_2 - (PA_{NOS} - 180^\circ)$$

$$W_{NOS} = (PA_1 + 180^\circ) - PA_{NOS} - 1$$

Nel caso poi che alcuni angoli orari a partire da  $i(i, i+1, \dots, i+m)$  distino uno dal successivo meno di  $180^\circ/2NOS$  la (10) viene sostituita dalla:

$$W_i = W_{i+1} = \dots = W_{i+m} = \left[ (PA_{i+m+1} + PA_{i+m}) - (PA_i + PA_{i-1}) \right] / (m+1) \quad (10')$$

che per  $m = 0$  si riduce appunto alla (10).

Se ad esempio si fanno 4 osservazioni in angoli di posizione  $30^\circ, 40^\circ, 80^\circ, 120^\circ$  i pesi angolari relativi saranno proporzionali a:

$$W_1 = 75$$

$$W_2 = 75$$

$$W_3 = 80$$

$$W_4 = 130$$

Il prodotto delle due funzioni (9) fra di loro e per la (10) (o (10')) e la normalizzazione a 1 di tali prodotti ( $\sum_{i=1}^N W_i = 1$ ) determina i pesi da applicare.

### Parte B

#### Subroutine MAP [ $\sim 3$ K, SYNTH (MAP)]

Questa subroutine organizza i dati in uscita dalla FIRST in un array di fasi e in uno di ampiezze (pesate) e già ridotte di un fattore di scala opportuno, in modo che possano essere direttamente utilizzate dalla TRASF. Queste arrays sono diverse a seconda che si tratti di calcolare una o due mappe e quali. Si ricorda che in uscita dalla WSRT i coseni (e seni) relativi ad I, V, U, Q occupano quattro posizioni contigue di un unico array. La scelta dei coseni (e seni) relativi al parametro di Stokes di cui calcolare la sintesi avverrà quindi attribuendo un valore fra 1 e 4 alla variabile I1 (dato input) nella relazione

$$I1 + 4K \quad (K = 0, 1, 2, \dots) \quad (11)$$

che dà la posizione nell'array dei coseni (e seni) voluti. Precisamente:

I1 = 1    mappa I

I1 = 2    mappa V

I1 = 3    mappa U

I1 = 4    mappa Q

La possibilità di calcolare due mappe si riferisce solo al calcolo di due mappe contigue (I e V oppure U e Q). In questo caso I1 specifica la prima delle due mappe. In lettura si ha la scheda seguente:

1° scheda: DIS = flag che indica se si vuole il display numerico della mappa

(=T) oppure no (=F)

NA = numero dell'unità logica su cui viene scritta provvisoriamente (o su cui si vuole conservare) la mappa. Dovrà essere:

10 per la mappa I

11 per la mappa U e Q accoppiate

12 per la mappa I e V accoppiate

13 per la mappa V

KKJ = parametro che indica se si intendono calcolare una (KKJ = 1) o due mappe (KKJ = 2)

FORMAT ('DISPLAY=' , I1, 'TAPE=' , I2, ' N.MAPS=' I1, ' INIZ=' , I1)

Tenendo conto anche del parametro POL (vedi WSRT) le combinazioni più comuni di POL, KKJ e I1 saranno:

POL = F, KKJ = 1, I1 = 1 mappa intensità ordinaria

POL = T, KKJ = 2, I1 = 1 mappe I e V

POL = T, KKJ = 2, I1 = 3 mappe U e Q

POL = T, KKJ = 1, I1 = 2 mappa V

POL = T, KKJ = 1, I1 = 1 mappa I corrispondente ad una mappa polarizzata (cioè in cui siano stati esclusi quegli interferometri privi di qualche canale).

Subroutine TRASF[~ 4.5 K, SYNTH(TRASF)]

Questa subroutine rappresenta la parte più consistente per quello che riguarda il consumo di tempo di calcolo. Infatti, se I è il numero di interferometri presenti (= 20 x numero di osservazioni) ed M ed N il numero totale di punti della mappa che si vogliono calcolare in E-W e N-S nel generico punto (m, n) la F.T. sarà data da:

$$T(m, n) = \sum_{1}^I A_k e^{-2\pi i [(U_k x_m - V_k y_n) + \varphi_k]} \quad (12)$$

dove  $A_k$ ,  $\varphi_k$ ,  $U_k$ ,  $V_k$  rappresentano rispettivamente ampiezza, fase e componenti della baseline del k-esimo interferometro.  $x_m$ ,  $y_n$  rappresentano le distanze dal c.c. del punto in esame e saranno multipli interi degli intervalli di campionamento. Essendo la  $T(m, n)$  una funzione reale, la (12) si riduce a:

$$\begin{aligned} T(m, n) &= \sum_{1}^I A_k \cos [2\pi (U_k x_m - V_k y_n) + \varphi_k] \\ &= \sum_{1}^I A_k \cos [2\pi (U_k^m \cdot \Delta x - V_k^n \cdot \Delta y) + \varphi_k] \end{aligned} \quad (12')$$



Il che significa che occorre calcolare

$$\begin{aligned} & 5 \times I \times M \times N \text{ moltiplicazioni} + \\ & 3 \times I \times M \times N \text{ somme} + \\ & I \times M \times N \text{ coseni} \end{aligned}$$

senza contare il tempo necessario per il richiamo della memoria delle variabili  $T(m, n)$ ,  $A_k$ ,  $U_k$ ,  $V_k$ . Per ridurre il tempo di calcolo è stato necessario operare alcune semplificazioni.

La variabile  $T$  è definita  $\text{INTEGER} * 2$ , il che consente un notevole risparmio di memorie, senza perdere in sensibilità, in quanto una variabile  $\text{INTEGER} * 2$  può valere fino a  $2^{16} - 1 = 32767$ . Anzi, dato che in generale i campi in esame non conterranno segnali così forti, le ampiezze misurate vengono tutte amplificate per un fattore di scala opportuno in modo da lavorare coi massimi valori possibili. Questo permette di ridurre gli errori dovuti alle approssimazioni di calcolo. Inoltre i calcoli con variabili  $\text{INTEGER}$  sono molto più rapidi che non con variabili floating.

La matrice  $T(m, n)$  è ridotta ad un array  $T(K)$ , con  $K = Mx(n - 1) + m$ , dove  $M$  è la dimensione in E-W della mappa. La moltiplicazione è sostituita da somme, si parte cioè dal valore  $k = 1$ , aggiungendo via via il numero 1.

Anche le moltiplicazioni  $(m \cdot U_k \cdot \Delta x)$  e  $(n \cdot V_k \cdot \Delta y)$  sono sostituite da somme. Il calcolo dei coseni viene effettuato una volta per tutte nelle FIRST calcolando tutti i coseni fra 0 e  $2\pi$  in intervalli di  $2\pi/256$ .

A questo punto il coseno di volta in volta necessario è semplicemente l' $i$ -esimo valore dell'array dei coseni, dove

$$i = \text{MOD} \left\{ \left[ (U_k \cdot m \cdot \Delta x - V_k \cdot n \cdot \Delta y) + \frac{\psi_k}{2\pi} \right], 256 \right\} \quad (13)$$

Se l'abolizione dei coseni è già un guadagno di tempo tuttavia l'operazione MOD è ancora piuttosto lenta. Si è ricorso allora al seguente accorgimento.

Si ricorda che un numero  $\text{INTEGER}$  è costituito di 4 bytes, ciascuno

costituito da 8 bits. Perciò un numero intero si può sempre scrivere come:

$$I = m \times 256^3 + n \times 256^2 + k \times 256 + j$$

essendo  $256 = 2^8$ , con  $m, n, k, e j$  compresi fra 0 e 255. Il resto della divisione di  $I$  per 256 è quindi contenuto nell'ultimo byte a destra della sequenza  $m-n-k-j$  che costituisce il numero. Questa la ragione per cui si calcolano i coseni per multipli di  $2\pi/256$ . La quantità entro parentesi quadra nella (13) è stata approssimata all'intero più vicino (anzi, per non introdurre errori di approssimazione è stata moltiplicata per  $256^2$ ) ed il calcolo della (13) è stato sostituito da un'operazione di "prelievo" del contenuto del byte (che per via della moltiplicazione per  $256^2$  diviene il 3 da destra) che contiene il resto della divisione. Tale operazione occupa un tempo minimo e riduce sensibilmente il tempo di calcolo. Essa avviene con un sistema di "mascherina" schematizzata in Figura 7. Le variabili  $F(K)$ , ( $K = 1, 8$ ),  $F1, F2$  sono definite LOGICAL \* 1, occupano cioè un solo byte.  $IAIP$  e  $IND$  sono INTEGER e rappresentano l'argomento (diviso per  $2\pi$ ) del coseno nella (12') e, rispettivamente il valore di  $i$  nella (13). La variabile  $IAIP$  è posta in EQUIVALENCE con i primi quattro elementi di  $F(K)$ ,  $IND$  è posta in EQUIVALENCE con gli ultimi quattro elementi di  $F(K)$ . Inoltre  $F1$  è posta in EQUIVALENCE con  $F(2)$  e  $F2$  è posta in EQUIVALENCE con  $F(8)$ . Prima dell'inizio del calcolo si pone  $IND = 0$ , ciò significa che tutti e quattro i suoi bytes (e quindi, per l'operazione di EQUIVALENCE anche le variabili  $F(K)$ , per  $K = 5, 6, 7, 8$ ) sono zeri. Il valore  $i$  che si vuole prelevare è contenuto nel 3° byte da destra della variabile  $IAIP$ , e cioè nella  $F(2)$  e quindi nella  $F1$ . Ponendo  $F2 = F1$  si trasferisce tale valore nella  $F(8)$  e cioè nell'ultimo byte della variabile  $IND$ . In  $IND$  viene dunque a trovarsi il valore  $i$  desiderato.

Nel caso si calcolino due mappe simultaneamente, dato che poi vanno anche utilizzate simultaneamente (per lo meno nel caso più comune che si tratti delle U e Q) si è pensato di ridurre il tempo di memorizzazione e richiamo delle memorie compattando, per ogni valore (m, n) le due variabili corrispondenti al punto sulla mappa U e sulla mappa Q (oppure I e V) in un'unica parola INTEGER. Anche questo avviene con un'opportuno gioco di EQUIVALENCE. Le variabili così calcolate vengono scritte sui data-set prestabiliti con il FORMAT (60 A4).

Si ricordi dunque che leggendo un data-set corrispondente ad una mappa doppia con:

FORMAT (60 A4) si legge la copia U, Q (oppure I, V)

(60 (A2,2X)) si leggono le U (oppure I)

(60 (2X, A2)) si leggono le Q (oppure V)

Nel caso di una mappa singola le due parti della parola INTEGER contengono due punti successivi della mappa [(m, n) e (m + 1, n)]. Il data-set va dunque letto con FORMAT (120 A2).

Questa, incidentalmente è la ragione per cui il numero dei punti della mappa in E-W deve essere un numero pari (vedi FIRST).

La TRASF può essere anche utilizzata per il calcolo del beam, purchè le vengano fornite le fasi ed ampiezze in maniera opportuna.

Subroutine SIMBL [~2 K, SYNTH (SIMBL)]

Fa un display a stampa della mappa o mappe calcolate nella TRASF secondo le specifiche date nella MAP. Tale display utilizza una scala di grigi aventi sei toni per i valori positivi e sei per i valori negativi. L'intervallo fra due simboli è fissato uguale al maggiore fra (1/6 del massimo valore assoluto presente nella mappa) e (tre volte il rumore teorico). Questo tipo di display è sempre presente.

Subroutine DISPL [~ 4.5 K, SYNTH(DISPL)]

Questa subroutine viene utilizzata solo se DIS = T nella scheda letta dalla MAP. Essa dà un display numerico, in m.f.u. (o multipli interi) della mappa o mappe calcolate. Elenca inoltre le caratteristiche generali della mappa sintetizzata e le eventuali sorgenti sottratte, dandone le componenti in intervalli sulla mappa, in modo da poterle localizzare facilmente sul display. Dato l'elevato costo della stampa si consiglia di utilizzare questa subroutine solo se è strettamente necessaria. Per esempio, di solito, si può omettere nel calcolo del beam. Se a posteriori l'uso del display numerico si rivela necessario, può essere sempre ottenuto con un programma apposito, come illustrato in paragrafo 8.

Parte C

Subroutine TBEAM [~ 2K, SYNTH (TBEAM)]

E' l'equivalente della MAP salvo che organizza i dati che entrano nella TRASF in modo che venga sintetizzato il beam delle osservazioni. Il beam viene scritto sull'unità logica 9. La larghezza a metà potenza del beam risultante dipende ovviamente dal valore di TAPER e dalla scelta di pesi usati. Per darne una stima approssimata nel caso di pesi tutti uguali vale la formula empirica:

$$\text{BEAM} = (-0.03075 \times \text{TAP}^3 + 0.34125 \times \text{TAP}^2 - 0.1565 \times \text{TAP} + 1.266) \times \text{BEAMT}$$

dove BEAMT è la larghezza nominale del beam (6" a 6 cm, 21", a 21 cm, 50" a 50 cm) e TAP = TAPER/BEAMT. Per pesi crescenti con la baseline (CUN = 0, CDU = 1) il valore dato dalla relazione precedente diminuisce di ~ 40%. Tipicamente (Figura 9).

$$\text{TAP} = 0 \quad \text{BEAM} = 1.27 \times \text{BEAMT}$$

$$\text{TAP} = 1 \quad \text{BEAM} = 1.42 \times \text{BEAMT}$$

$$\text{TAP} = 2 \quad \text{BEAM} = 2.07 \times \text{BEAMT}$$

Per le subroutines TRASF, SIMBL, DISPL vale quanto detto nella parte B.

Si ha una sola scheda in lettura

1° scheda: DIS = flag che indica se si vuole il display numerico (=T) del beam oppure no (=F). Dato il costo consistente della stampa si consiglia di porre DIS = F.

FORMAT ('DISPLAY=',L1)

#### 4.2 CLEAN

La teoria del CLEAN è stata ampiamente illustrata da Högbom<sup>2)</sup>. Essa consiste nel decomporre la distribuzione di brillantezza del cielo come vista dal radiotelescopio in un numero finito di componenti puntiformi, che vengono poi risommate fra di loro usando un fascio più semplice di lunghezza equivalente a quello usato per le osservazioni. Il numero di componenti indipendenti (più distanti dell'intervallo critico) che descrivono la distribuzione di brillantezza osservata non può superare il numero di interferometri presenti ( $\leq 20 \times$  il numero osservazioni). Si tenga presente comunque, che il beam usato nel clean è un beam teorico e non tiene conto quindi degli errori di fase presenti nelle osservazioni. Anche se questi sono ridotti al minimo portano tuttavia a delle differenze fra i valori teorici e quelli veri che, nel caso di sorgenti forti, possono superare il rumore. Quindi in alcuni casi è inutile spingere troppo in profondità il CLEAN. (Figura 10).

Subroutine CLENN [ $\sim 15$  K, SYNTH(CLENN)]

Questa è la parte che gestisce l'operazione di CLEAN vera e propria. In pratica ciò avviene nel modo seguente. In un'area prefissata (non necessariamente grande come tutta la mappa) si cerca il massimo valore assoluto. Nel punto trovato viene sottratta una sorgente puntiforme (beam)

---

2)

Högbom, J.A. 1974, Astron.astrophys.Suppl., 15, 417.

di flusso pari ad una frazione opportuna del valore (positivo o negativo) trovato. Sui valori residui si ricerca un nuovo massimo valore assoluto e si opera una nuova sottrazione. Tale procedimento iterativo termina quando i residui sono inferiori ad un prefissato multiplo del noise o dopo un prefissato numero di iterazioni. Volendo si può far sì che le prime iterazioni riguardino solo flussi  $> 0$ . Si noti che mentre la ricerca delle componenti può avvenire su un'area più ristretta la sottrazione del beam avviene sempre su tutta l'area della sintesi. Questo permette di verificare se il clean dell'area ristretta avviene in maniera soddisfacente, cioè se scompaiono tutti i lobi. Quando l'operazione di ricerca è terminata, nelle posizioni trovate le componenti vengono risommate sui residui utilizzando un beam senza lobi che rende più facile l'interpretazione delle mappe. Allo stato attuale vi sono due possibili beams per la ricostruzione, descritti nelle subroutine BEAM e GAUSS. La mappa ricostruita viene scritta sull'unità logica 15 insieme al beam usato per la ricostruzione. Volendo c'è la possibilità di conservare sull'unità logica 17 il residuo dell'operazione di CLEAN. Questo può essere utile nel caso di mappe particolarmente confuse in cui si vuole fare il CLEAN in fasi successive. In questo caso si applica l'operazione una prima volta alla mappa, e successivamente alle mappe dei residui. Tutte le componenti trovate nelle varie fasi di cleaning vengono conservate sull'unità logica 17 in modo che la ricostruzione della mappa può avvenire tenendo conto di tutte le componenti trovate o solo delle ultime, a scelta. L'uso della subroutine CLENN è sempre accompagnato dall'uso delle SIMBL e DISPL per il display delle mappe ricostruite. Della mappa ricostruita si possono anche fare isofote su carta (subroutine CPLOT) o su plotter (subroutine ISO) (Figura 12).

Attualmente la subroutine CLENN prevede di lavorare solo su mappe singole. Il che significa che, presentandosi la necessità di ridurre mappe di polarizzazione non è possibile seguire la via del calcolo di mappe ac-

coppiate, ma è necessario calcolare le U e Q separatamente (POL = T, KKJ = 1, I1 = 3 per la U ; POL = T, KKJ = 1, I1 = 4 per la Q) ed applicare la CLEAN ad ognuna separatamente. L'input della CLENN è costituito dalle unità logiche 9 (beam) e 10 (mappe sintetizzate o mappe di residui da analizzare). Vi è inoltre una scheda in lettura.

1° scheda: NIT = numero totale di iterazioni (massimo 200).

ITPOS = numero di prime iterazioni positive, può anche essere zero.

TCON = livello dei contorni nelle isofote su carta, in m.f.u.. Se è zero viene scelto uguale ad 1/20 del massimo valore assoluto presente nell'area di ricerca delle componenti. TCON viene confrontato poi con 3 volte il rumore teorico e il più alto dei due valori viene assunto come livello di contorno effettivo.

FMLO, FMHI, FNLO, FNHI = dimensioni dell'area in cui ricercare le componenti da sottrarre. Tali dimensioni sono espresse in intervalli dal c.c.. Dato che il c.c. non coincide con i punti del reticolo tali numeri saranno del tipo n.5. La convenzione dei segni è la solita: (-) per W e S · (+) per E e N. Se sono 0 la ricerca viene effettuata su tutto il campo;

BFLG, PFLG, CFLG = flags che se = T indicano che si vogliono le isofote su carta rispettivamente del beam, della mappa ricostruita, della mappa originale.

GAIN = frazione del flusso trovato che si vuole sottrarre per ogni componente. Se non è perforato si assume uguale a 0.7

ALIM = multiplo del rumore (16) a cui si vuole fermare il processo iterativo di ricerca delle componenti. Se non è perforato si assume uguale a 3.

PUNCH = flag che, se = T, dà le componenti trovate su scheda. In questo caso ricordarsi di mettere nella scheda JOB il numero di

schede perforate.

RS = flag che, se = T, indica che si vogliono conservare i residui.

ALL = flag che, se = T, indica che la ricostruzione avviene utilizzando tutte le componenti trovate. Questo interessa solo nel caso in cui si faccia il CLEAN di una mappa di residui. Se ALL = F la mappa ricostruita contiene solo le ultime componenti trovate.

FORMAT (2I5,F5.1,4F6.1,3L1,2F5.1,1X,L1,' RESID=',L1,' ALL=',L1)

#### Subroutine BEAM-I [ ~ 5 K, SYNTH (BEAM) ]

Questa subroutine lavora sui dati del beam sintetizzato e presente sull'unità logica 9, interpolando fra tutti i punti del massimo principale un polinomio di 8° grado, imponendo che il massimo sia uguale ad 1. Dato che il beam ha un andamento del tipo  $\text{sen}X/X$ , il polinomio in questione conterrà solo le potenze pari di X. Il calcolo di tale beam è accompagnato da un display su carta che elenca i valori dei punti del beam originale utilizzati insieme alle loro distanze dal massimo (in intervalli), i valori del beam ricostruito (ogni 0.25 intervalli) e la semilarghezza a metà potenza del beam ricostruito. In Figura 11 è mostrato l'andamento del beam ricostruito a confronto con i dati sperimentali.

Il beam ricostruito può avere al massimo 20 x 20 punti. Questa è la ragione per cui nella WEIGHT si è posta la limitazione  $\text{BEAM}/\text{XYINT} \leq 5$ .

#### Subroutine BEAM-II [ ~ 5 K, SYNTH (GAUSS) ]

Utilizza i dati del beam sintetizzato per determinare il polinomio di 8° grado che meglio interpola i dati come nella BEAM-I quindi fornisce un beam gaussiano avente una larghezza a metà potenza uguale a quella del po-



linomio che approssima il beam di partenza (Figura 11). Il display su carta è come in BEAM-I. Per valori di TAPER molto grandi ( $\geq 2$  BEAM) si suggerisce l'uso di quest'ultima subroutine per il beam di ricostruzione.

Subroutine CPLOT [7 K, SYNTH(CPLOT)]

Questa subroutine permette di avere le isofote su printer di una qualunque mappa. Queste isofote sono ottenute calcolando mediante interpolazione del 3° ordine 4 punti in E-W e 2 in N-S fra due punti del reticolo originario. Le isofote vengono tracciate ad intervalli di flusso pari a TCON (o a 3 volte il rumore) mediante tre simboli ricorrenti che sono, in ordine di flusso crescente, =, +, \*. Dato che ogni foglio di calcolatore può contenere solo 20 intervalli in E-W, dette mappe occupano di solito molte pagine. Inoltre il processo di interpolazione è estremamente lungo in quanto dipende dal numero totale dei punti della mappa. Il tempo di calcolo diventa perciò consistente non appena le mappe sono abbastanza grandi. Infine queste sono mappe proiettate, perciò lontano dal c.c. le misure di posizione non sono più attendibili. Si suggerisce perciò di utilizzare ogni volta che sia possibile la subroutine ISO, che dà isofote su plotter, molto più maneggevoli, e che, soprattutto, è enormemente più veloce.

Subroutine ISO [40 K, SYNTH (ISO)]

Questa subroutine è in realtà un complesso di 7 subroutines (di cui 4 appartengono alla libreria del CNEN) che realizzano su plotter, le isofote di una qualsiasi delle possibili mappe prodotte dalle subroutines precedentemente descritte (beam, mappe sintetizzate, mappe "cleanate", residui).

Dato che l'output su plotter comporta, nell'organizzazione del laboratorio, la presenza di uno o più nastri, questo implica una notevole diminuzione di priorità nei programmi. Non si consiglia pertanto di usare la subroutine ISO concatenata con il resto del programma. E' preferibile invece, conservare le mappe di cui si vogliono le isofote e plottarle poi

in una seconda fase tutte insieme.

Non c'è limite al numero di mappe che si vogliono plottare.

Si possono plottare sia contorni positivi che negativi, che però vengono disegnati con lo stesso tipo di traccia e quindi non sono immediatamente distinguibili l'uno dall'altro. I primi tre contorni, in multipli del rumore ( $1\sigma$ ) sono dati input. I successivi si ottengono sommando al terzo contorno quantità pari ad  $1/10$  del massimo valore positivo presente nella mappa. A causa di una imperfezione in una delle subroutines di libreria non è possibile disegnare il contorno 0.0.

Qualora si presenti questa necessità si suggerisce di plottare il contorno 0.1. La scala in R.A. e  $\delta$  è un dato input per cui le isofote possono essere disegnate con un ingrandimento a piacere. L'unica limitazione è data dalle dimensioni del plotter ( $\sim 22$  cm. in E-W). L'area da plottare può essere inferiore alle dimensioni della mappa. In ogni caso le dimensioni delle mappe non possono superare  $100 \times 100$  punti. Se una mappa è più grande e non si specifica quale zona interessi, il programma sceglie automaticamente i 1.000 punti totali. La scala in N-S

può essere compressa in modo da realizzare un beam tondo, oppure no

Queste mappe sono proiezioni piane per cui si dà la possibilità di disegnarvi sopra un reticolo di coordinate celesti  $\alpha = \text{cost}$  e  $\delta = \text{cost}$  a cui fare riferimento. Questo reticolo diventa importante nelle mappe grandi, soprattutto a 21 cm. e 50 cm. dove le distorsioni ai bordi diventano sensibili.

La distanza fra due curve  $\alpha = \text{cost}$  è un dato input. Il reticolo non può contenere più di 30 linee in ciascuna delle due coordinate.

Perciò se l'intervallo dato fra due linee  $\alpha = \text{cost}$ . risulta essere troppo piccolo esso viene via via raddoppiato fino a che non è realizzata la condizione suddetta. Posizioni note possono essere disegnate con croci sulla mappa. Le caratteristiche più importanti delle mappe plottate come anche le scale e i livelli di contorno, sono scritte in una didascalia

che accompagna le mappe stesse (Figura 12). Un display su stampa fornisce alcuni dati, fra cui gli estremi in cm. delle linee  $\alpha = \text{cost}$  e i livelli di contorno plottati. L'utilità di tale display è limitata al caso in cui vi siano errori di programma. Per ogni mappa da plottare si ha un data-set di input (che contiene i dati delle mappe) e una scheda.

1° scheda: CLEANF, BEAMF, RESF = flags che se = T indicano rispettivamente che la mappa da plottare è una mappa cleanata, un beam oppure una mappa di residui; se tutti 3 i flags sono = F la mappa è una mappa sintetizzata.

NETF = se = T viene disegnato il reticolo di riferimento

TONDO = se = T le scale in E-W e N-S sono uguali (mappa non compressa)

DX = lunghezza in cm. di 1 secondo d'arco

CON1, CON2, CON3 = valori (positivi o negativi) dei primi tre contorni, in unità di  $\sigma$  del rumore.

MMLO, MMHI, NNLO, NNHI = numero di punti da plottare intorno al centro campo. Valgono le solite definizioni; in particolare: (-) significa W e S; se sono tutti zero viene plottata l'intera mappa (o la parte centrale);

STEP = distanza in secondi di tempo fra le linee  $\alpha = \text{cost}$  del reticolo di riferimento. La distanza fra le linee  $\delta = \text{cost}$ , questa volta in secondi d'arco, vale  $\text{STEP} * 15$ . STEP può venire automaticamente moltiplicato per 2, 4 etc. qualora il primo valore assegnato comporti un numero di linee maggiore di 30;

NPOS = numero di posizioni che si vogliono segnare sulla mappa plottata. DSN(K), K = 1, 3 = nome con cui è stato conservato su disco il data-set contenente la mappa plottata.

FORMAT (5L1, F6.3, 3F5.1, 4I5, F5.1, I3, 14X, 3A4)

2° scheda: IOR, MIN, SEC, IG, IP, SS = coordinate del punto da segnare sulla mappa, in ore, minuti, secondi, gradi, primi, secondi;

HEIGHT = dimensioni della croce in cm. Se è zero si assume HEIGHT = 0.6 cm.

Per ogni plot queste schede sono tante quanto è NPOS.

FORMAT (2I3, F5.1, 2I3, F5.1, F4.1).

#### 4.3. SUBROUTINES AUSILIARIE

##### Subroutine CATA [ 3.5 K, SYNTH (CATA) ]

Questa è una subroutine che può essere usata in connessione con ogni mappa costruita (beam, mappa sintetizzata, mappa cleanata, residui) e fornisce una pagina di stampa contenente le caratteristiche principali della mappa stessa insieme al DSN con cui è caricata su disco. Questo costituisce un utile promemoria per distinguere fra le varie mappe che possono essere state create sullo stesso campo, ma con caratteristiche diverse. Questa subroutine ha come dato input il data-set contenente la mappa che interessa e la scheda:

1° scheda: NA = unità logica su cui è caricata la mappa ( 9 = beam; 10 =  
= mappa sintetizzata; 11 = mappe U-Q accoppiate; 12 = mappe  
I-V accoppiate; 13 = sola mappa V; 15 = mappa cleanata; 17 =  
= residui)

DSN(K), K = 1,3 = nome del data-set su cui è caricata la mappa.  
Questo deve essere esatto perchè non c'è nessun modo di confrontare le variabili DSN con quanto effettivamente scritto sul disco;

IRDATE = data in cui è stata effettuata la riduzione. Anche questa deve essere esatta in quanto dopo 35 giorni i data-set su disco in linea, vengono automaticamente cancellati, salvo aggiornamento della data di creazione.

FORMAT ('TAPE=', I2, ' DSN=', 3A4, ' R.DATE', I7)

##### Subroutine AREA [ ~1.5 K, SYNTH (AREA) ]

Questa subroutine permette di calcolare il flusso integrato contenuto in un'area di dimensioni assegnate. Si applica ovviamente solo a mappe cleanate. Il calcolo del flusso integrato avverrà dividendo la somma dei punti contenuti nella parte di mappa in esame per la somma dei

punti del beam usato per la ricostruzione della mappa. Tale subroutine è stata scritta per essere usata indipendentemente dalle altre in quanto in generale è impossibile conoscere l'area di cui si vuole il flusso totale prima di avere visto la mappa nel suo insieme. Può funzionare su un numero illimitato di mappe. Per ogni mappa si possono calcolare i flussi di zone differerenti. Ogni zona è definita su una scheda input diversa. Le dimensioni della zona possono essere date sia in intervalli che in secondo d'arco rispetto al centro campo. Una scheda con la parola END nelle colonne 78-79-80 segue la fine dell'esame di una stessa mappa. Oltre alle schede, l'input è costituito dal dataset contenente la mappa in esame. L'output non necessita di spiegazioni.

1° scheda: MLO, MHI, NLO, NHI = dimensioni dell'area da misurare, in intervallo rispetto al c.c.. Per il significato delle variabili vedi FIRST.

AW, AE, DS, DN = dimensioni dell'area da misurare, in secondi d'arco, rispetto al c.c.. L'ordine è lo stesso delle variabili precedenti.

DSN(K), K = 1,3 = nome del data-set su cui è caricata la mappa.  
FORMAT (4I5, 4F7.1, 20X, 3A4).

## 5. MAPPE DA NASTRO

Quando si vogliono sintetizzare campi molto grandi rispetto alla durata delle osservazioni, i dati mediati su schede non sono più sufficienti, come discusso in paragrafo 2. Diventa perciò indispensabile utilizzare i dati su nastro. Prima di procedere alla riduzione è necessario preparare i dati da nastro in maniera che vi si possa accedere facilmente. Queste avvengono mediante il programma SYSTEM (descritto in paragrafo 9) che carica su disco, in un data-set per ogni sorgente, tutte le osservazioni ad essa relative. In generale non è necessario utilizzare i punti singolarmente, ma è sufficiente farne medie parziali, utilizzando la formula (3) di paragrafo 2, a seconda delle dimensioni del campo che si vuole sintetizzare.

Tale spezzettatura viene realizzata dalla subroutine SPILT. Inoltre è stato necessario apportare modificazioni minori alle subroutine seguenti: FIRST, WSRT, SUBTR, VISIB, WEIGHT. Le subroutine modificate sono contenute

rispettivamente nei seguenti membri del data-set SYNTH: FIRSA, WSRTAP, SUBTRA, VISITA, WEIGTA. Qui di seguito sono descritti sommariamente i punti in cui queste subroutines differiscono dalle precedenti. Per le questioni più generali ci si riferisce alle analoghe subroutines da scheda. Per le subroutines VISITA e WEIGTA le modifiche fatte rispetto alle corrispondenti subroutines per la riduzione da scheda sono a livello puramente tecnico e non interessano in generale l'utente, salvo sottolineare il fatto che nella WEIGTA i pesi angolari determinati come si è visto per la WEIGHT vengono poi divisi per il numero di spezzettature effettuate in ogni angolo orario. (Figura 13).

Subroutine FIRST [3.5 K, SYNTH (FIRSA)]

Nella prima scheda input fra NCOMPO e IRDATE viene perforata la variabile PRIM che dà in primi la distanza dal centro campo, in E-W, a cui la  $\sin X/X$  (vedi paragrafo 2) diventa uguale a  $2/\pi$  nella massima baseline. In base a questo valore viene calcolato il numero dei punti su cui mediare le osservazioni. Il format della prima scheda diventa quindi:

FORMAT (2X, F7.2, 2I3, F5.1, 2I3, 2F5.1, F8.1, I3, 20X, F5.1, I8)

Subroutine WSRT [~ 11.5 K, SYNTH (WSRTAP)]

Legge il data-set delle osservazioni su nastro (unità logica 18) le corregge in base alle schede input come nella WSRT, e costruisce le combinazioni lineari corrispondenti a I, V, U, Q. Merita sottolineare che, in caso di discrepanza fra le coordinate del c.c. e quelle di puntamento delle osservazioni (quest'ultime contenute sul nastro) la correzione di fase avviene in questa subroutine, punto per punto osservato, prima delle medie parziali. Le schede input sono le stesse che accompagnano, nella WSRT, le schede delle osservazioni (queste ultime ovviamente mancano) e cioè: MASTER, CORR, SKIP, PESI. Le schede CORR e PESI sono presenti solo se NCOR  $\neq$  0 e NW = 1, rispettivamente. Nessuna scheda particolare segna la fine delle osservazioni.

Subroutine SUBTR [~ 4.5 K, SYNTH (SUBTRA)]

Anche questa subroutine agisce prima delle medie parziali in modo che non vi siano problemi di distorsioni ed una sorgente possa essere sottratta ad una distanza qualsiasi dal c.c.. Le schede input sono le stesse che nelle SUBTR.

Subroutine SPLIT [~ 2 K, SYNTH (SPLIT)]

In base alla formula (3) di paragrafo 2 e al valore di PRIM si calcola il numero massimo di punti KK che si possono utilizzare nelle medie parziali. Se il numero di punti di ogni osservazione non è un multiplo di KK, il resto viene ridistribuito tra le spezzettature già realizzate in modo che ciascuna abbia  $KK \circ (KK + 1)$  punti. Il valore di KK viene determinato in base alla massima baseline presente (BASLIM) ed è uguale per tutte le baselines. Anche se questo è in realtà uno spreco di memorie in quanto per baselines minori KK potrebbe essere più grande, tuttavia rende più semplice l'interpretazione del beam che si può sintetizzare.

Le copie (coseno, seno) e le proiezioni (U, V) delle baselines ottenute nella SPLIT sono del tutto equivalenti agli analoghi valori che si trovano su schede e possono essere utilizzati direttamente dalla MAP e TBEAM, senza modifica alcuna.

6. MODALITA' PER L'UTILIZZO STANDARD DELLE SUBROUTINES

Come si è già detto ognuna delle subroutines discusse nei paragrafi precedenti può avere un utilizzo autonomo che verrà discusso ed esemplificato nel paragrafo 8. Qui interessa discutere la maniera di utilizzare dette subroutines per realizzare: a) la sintesi di una mappa; b) del beam ad essa relativo; c) il clean. Ciascuno dei tre punti a), b) e c) produce delle mappe che vengono sempre trascritte su data-set provvisori, che, all'occorrenza, possono essere conservati per un periodo non superiore a 35 giorni.

Nel primo caso si può ridurre un numero illimitato di sorgenti, e per ogni sorgente occorre eseguire il ciclo completo  $a + b + c$ . Nel caso invece si vogliono conservare le mappe ottenute si deve ridurre di una sola sorgente per volta. In compenso le fasi a), b), e c) possono essere eseguite singolarmente. Per esempio se a causa di un errore viene sintetizzata la mappa e non il beam della sorgente, si può realizzare la sola parte b) senza ripetere la parte a). In particolare molto spesso l'operazione di CLEAN avverrà in un tempo successivo alle fasi a) e b) (dopo aver visto le mappe sintetizzate) e potrà essere ripetuta varie volte con specifiche differenti.

La gestione delle varie subroutines è affidata ad un programma principale che fissa i DIMENSION delle variabili che compaiono nelle istruzioni di richiamo delle subroutines, e le loro caratteristiche (REAL, INTEGER, ecc.). Le istruzioni del programma variano a seconda di ciò che si vuole calcolare. In particolare, nel caso in cui si vogliono conservare le mappe si suggerisce di eseguire la sintesi delle mappe e del beam in uno STEP distinto da quello del CLEAN. Questo non solo semplifica l'utilizzo autonomo del CLEAN ma permette, a volte, un certo risparmio di memoria. Oltre al programma è poi necessaria una serie di schede controllo che definiscono i data-set, provvisori o permanenti, che si intende utilizzare in input, output o nel corso del programma.

I due esempi di programmi riportati in tabelle 4 e 5 sono validi sia per dati su schede che per dati su nastro. Le poche differenze esistenti fra il programma per dati su schede e quello per dati su nastro sono messe in evidenza dalle scritture su due colonne del testo del programma. Salvo annotazioni differenti le schede scritte nella colonna di sinistra sono comuni alle due versioni; quelle a destra valgono per la versione da nastro. Per comodità la composizione del pacchetto dei dati su schede che accompagnano il programma è riassunto in tabella 6. Nel caso di mappe da nastro i dati relativi alle osservazioni (MASTER, CORP, SKIP) per ogni data debbono essere nello stesso ordine con cui sono caricate su disco le osservazioni dal programma SYSTEM.



Nelle tabelle 4 e 5 si definisce:

M = MMHI - MMLO (+1): numero totale di punti della mappa in E-W.

N = NNHI-NNLO (+1): numero totale dei punti delle mappe in N-S

NP: numero dei punti della osservazione più lunga

NOS: numero degli angoli orari presenti nella mappa

NNOS: numero di angoli orari ottenuti in seguito alle spezzettature

MAX =  $\max \left[ (NNOS \times 20), NP \right]$ . Raramente MAX = NP ma è opportuno verificarlo sempre.

NC: massimo numero di spezzettature effettuate su ogni angolo orario.

Nel caso in cui si vogliono ridurre più sorgenti simultaneamente alle variabili suddette occorre attribuire i valori massimi.

Si noti che:

l'istruzione CALL MAP può apparire più volte nello stesso programma; ricordare che ogni volta che compare questa istruzione occorre mettere la scheda dati ad essa relativa;

l'istruzione CALL CATA dopo la fabbricazione di una mappa è facoltativa ma se compare nel programma richiede una scheda in lettura;

l'istruzione CALL TBEAM deve seguire l'ultima delle CALL MAP.

la scheda INCLUDE richiama dal data-set SYNTH i membri contenenti le subroutines che interessano la parte di calcolo svolta. Ciascuna delle subroutines FIRST, MAP, TBEAM e CLENN gestisce a sua volta un gruppo di subroutines.

I nomi dei membri del data-set SYNTH contenenti dette subroutines devono comparire nella scheda INCLUDE anche se alcune delle subroutines non vengono di fatto usate. Ad esempio i nomi SUBTR e VISIB devono essere sempre presenti insieme a FIRST anche se poi non si fanno sottrazioni o se non si fa il display delle visibilità di frangia;

se nella fase CLEAN si vuole fare la ricostruzione col beam gaussiano nella scheda INCLUDE occorre metter GAUSS anzichè BEAM;

### 7. OCCUPAZIONE DI MEMORIA E TEMPI IMPIEGATI.

Il calcolo della memoria occupata dal programma si realizza, in maniera approssimativa, sommando a 60 K, che servono per l'input/output e per subroutines interne:

- a) l'occupazione in K delle subroutines che figurano nella scheda INCLUDE
- b) DIMENSION x 2/1024 per le variabili INTEGER x 2
- c) DIMENSION x 4/1024 per le altre variabili.

Le variabili poste in EQUIVALENCE verranno contate una volta sola.

La REGION di un JOB va di 40 K in 40 K per cui può essere utile rinunciare a qualche punto di una mappa se questo permette di diminuire la REGION di un JOB. Nel caso di due JOB STEP la REGION è data dalla maggiore delle occupazioni di memoria dei due step.

Il tempo impiegato per la sintesi nel caso di mappe singole o del beam è approssimativamente di  $(6.5 \times 10^{-6} \times M \times N \times \text{NNTOT})^3$  sec. Il tempo impiegato per il CLEAN senza isofote su carta ( $3.5 \times 10^{-5} \times M \times N \times \text{numero componenti trovate}$ ) sec. Se l'area di ricerca è più piccola il tempo cala un pò. Il tempo impiegato dalle isofote su carta è  $(2 \times 10^{-3} \times M \times N)$  sec. In caso di mappe molto grandi si sconsiglia vivamente l'uso delle isofote su carta.

L'utilizzo delle osservazioni su nastro comporta tempi maggiori e anche un impiego maggiore di memorie dovute all'utilizzo di buffers per la lettura da nastro. Una statistica accurata non è ancora stata fatta e ognuno può regolarsi empiricamente leggendo i tempi e le occupazioni di memoria data dal calcolatore stesso. In via indicativa sono dati in tabella 7 i tempi e le memorie per alcune configurazioni standard con 100 interferometri e 30 componenti nel clean.

### 8. UTILIZZO AUTONOMO DELLE SUBROUTINES

Di alcune delle subroutines precedentemente discusse è utile conoscere

---

3) NNTOT = numero di interferometri presenti dopo le spezzettature.

il modo di utilizzo disgiunto dal programma di sintesi o di CLEAN. In particolare esse sono la DISPL, la CATA, la ISO, le CPLOT, la AREA. Per esse viene dato un esempio di programma per utilizzarle. Verranno inoltre date le specifiche delle BEAM e WEIGHT nel caso che l'utente voglia usare per la ricostruzione delle mappe un beam diverso dai due disponibili o una ricetta di pesi differenti da quelle contenute nella WEIGHT.

```
//DISPL JOB (1BXO,RCNR,,5,,,,0),FANTI,CLASS=D,REGION=120K,
```

```
// TIME=(,20)
```

```
//A EXEC FORTGCLG
```

```
//FORT.SYSIN DD *
```

```
    DIMENSION PPA(NOS),XX(M)
```

```
    INTEGER*2 IBB(KKJ*M*N)
```

```
    LONGM=M
```

```
    LONGN=N
```

```
    READ(5,1)NA,KKJ
```

```
1  FORMAT(2I3)
```

```
    READ(NA,2)MMLO,MMHI,NNLO,NNHI,NCOMPO
```

```
2  FORMAT(68X,4A4,4X,A4)
```

```
    IF(NCOMPO.EQ.0) GO TO 3
```

```
    DO 4 N=1,NCOMPO
```

```
4  READ(NA,5)
```

```
5  FORMAT(1X)
```

```
3  NN=LONGM*LONGN*KKJ
```

```
    READ(NA,6) (IBB(J),J=1,NN)
```

```
6  FORMAT(120A2)
```

```
    X1=MMHI-0.5
```

```
IF(MMHI.LT.0) X1=X1+1
YO=NNHI-0.5
IF(NNHI.LT.0) YO=YO+1
CALL DISPL(LONGM, LONGN, KKJ, NA, IBB, PPA, XX, X1, YO)
STOP
END
//LKED.SYSIN DD DSN=#ORCNR1.SYNTH.OBJ(DISPL), DISP=SHR
//GO.FTNAFOO1 DD DSN=#ORCNR1.NOME1.NOME2, DISP=OLD
//GO.SYSIN DD *
```

Scheda contenente NA e KKJ

Note: Se la mappa di cui fare il display è doppia, la subroutine DISPL si occupa di fare il display di entrambe. Per il significato di NA KKJ vedere subroutine MAP. Se si vuol fare il display di un beam:

```
NA=9
KKJ=1
X1=-0.5
YO=Nx0.5-0.5
```

Ricordare che N in un beam è doppio che nella mappa corrispondente. Il DSN nella GO.FTNAFOO1 ..... è il nome del data-set su cui è conservata la mappa di cui si vuole fare il display.

```
//CATA JOB (1BXO,RCNR,2,,,,0),FANTI,CLASS=D,REGION=12OK,
// TIME=(,10)
//A EXEC FORTGCLG
//FORT.SYSIN DD *
    DIMENSION PPA(NOS)
    CALL CATA(PPA)
    STOP
    END
//LKED.SYSIN DD DSN=#ORCNR1.SYNTH.OBJ(CATA), DISP=SHR
//GO.FTNAFOO1 DD DSN=#ORCNR1.NOME1.NOME2, DISP=OLD
```

Scheda descritta nella subroutine CATA.

Note: Per il valore da attribuire a NA si ricorda che:

NA = 9 beam  
NA = 10 mappa I  
NA = 11 mappe U - Q  
NA = 12 mappe I - V  
NA = 13 mappa V  
NA = 15 mappa ricostruita  
NA = 17 mappa residui

Il DSN nella //GO.FTNAFOO1 è il nome del data-set contenente la mappa di cui si vuole lo specchietto riassuntivo.

```
//ISO JOB (1BXO,RCNR,,3),FANTI,CLASS=...,REGION=...K,TIME=(...,...)
/*SETUP          ROB...(nome del nastro su cui va caricato il plot)
//A EXEC FORTGCLG,TIME=(...,...)
//FORT.SYSIN DD *
    DIMENSION T(M1,N1)
    INTEGER*2 PROVI(MxN)
    LM=M1
    LN=N1
    CALL ISO(LM,LN,T,PROVI)
    STOP
    END
//LKED.SYSIN DD DSN=#ORCNR1.SYNTH.OBJ(ISO),DISP=SHR
//          DD DSN=#ORCNR1.L1.OBJ(PLCAL),DISP=SHR
//GO.PLOTTAPE DD UNIT=TAPE,DISP=(,KEEP),DSN=NAME,LABEL=(,NL),
// VOL=SER=ROB...
//GO.FTO9FOO1 DD DSN=#ORCNR1.NAME1.NAME2,DISP=OLD
```

```
//GO.FT09F002 DD DSN=.....
```

```
.....  
//GO.SYSIN DD *
```

Una scheda per ogni mappa plottata: (vedi subroutine ISO).

Note: Questa subroutine può plottare un numero illimitato di mappe. M e N sono le dimensioni della mappa più grande utilizzata; M1 e N1 sono le massime dimensioni che si intende plottare (M1 x N1 = 10000).

```
//CPLOT JOB (1BXO,RCNR,,7,,,,0),FANTI,CLASS=..,REGION=...K,
```

```
// TIME=(...)
```

```
//A EXEC FORTGCLG,TIME=(...)
```

```
//FORT.SYSIN DD *
```

```
    DIMENSION BNAME(4)
```

```
    INTEGER*2 T(M,N),ITT(MxN)
```

```
    EQUIVALENCE (T(1,1),ITT(1))
```

```
    READ(9,1)BNAME,SCALE,MMLO,MMHI,NNLO,NNHI,NCOMPO,IBM
```

```
1  FORMAT(4A4,44X,4X,4A4,4X,2A4)
```

```
    IF(IBM.EQ.1) READ(9,2)
```

```
    IF(NCOMPO.EQ.0) GO TO 3
```

```
2  FORMAT(1X)
```

```
    DO 4 N=1,NCOMPO
```

```
4  READ (9,2)
```

```
3  LM=M
```

```
    LN=N
```

```
NN=LM*LN
READ(9,5) (ITT(I),I=1,NNN)
5 FORMAT(120A2)
READ(5,6) TCON
6 FORMAT(F6.1)
KLO=2
KHI=LM-1
KLU=2
KHU=LN-1
MC=MMHI
NC=NNHI
SCALA=SCALE*2
CALL CPLOT(BNAME,T,MC,NC,KLO,KHI,KLU,KHU,TCON,SCALA,LM)
STOP
END
//LKED.SYSIN DD DSN=#ORCNR1.SYNTH.OBJ(CPLOT),DISP=SHR
//GO.FTO9FOO1 DD DSN=#ORCNR1.NOME1.NOME2,DISP=OLD
//GO.SYSIN DD *
```

Scheda contenente TCON.

Note: TCON in m.f.u. è il livello di contorno delle isofote; il DSN è il nome del data-set contenente la mappa di cui si vogliono fare le isofote su carta.

```
//AREA JOB (1BXO,RCNR,,3),FANTI,CLASS=D,REGION=12OK,TIME=(,20)
//A EXEC FORTGCLG
//FORT.SYSIN DD *
    DIMENSION PPA(NOS)
    INTEGER*2 ITT(MxN),CB(20,20)
    CALL AREA(ITT,PPA,CB)
    STOP
    END
//LKED.SYSIN DD DSN=#ORCNR1.SYNTH.OBJ(AREA),DISP=SHR
//GO.FTO9FOO1 DD DSN=#ORCNR1.NAME1.NAME2,DISP=OLD
//GO.FTO9FOO2 DD DSN=.....
.....
//GO.SYSIN DD *
```

Una scheda per ogni area che si vuole calcolare (vedi subroutine AREA)

Note: questo programma si applica solo a mappe ricostruite dopo il CLEAN. Il programma può calcolare molte aree sulla stessa mappa senza dover rileggere il data-set che la contiene. Il DSN è il nome del data-set contenente la mappa che interessa.

Seguono ora le specifiche fondamentali delle subroutines BEAM e WEIGHT.

```
SUBROUTINE BEAM(CB,IB,TAPER,BEAMT,XYINT,M,N)
INTEGER*2 IB(2xMxN),CB(20,20)
.....
```

CB = beam calcolato dalla subroutine;

IB = beam prodotto dalla sintesi

TAPER = vedi FIRST

BEAMT = larghezza nominale del beam di partenza a metà potenza (6" a 6 cm., ecc) (ed eventualmente semilarghezza a metà potenza del beam calcolato)

XYINT = vedi FIRST

M,N = dimensioni della mappa sintetizzata in E-W e N-S



I dati di interesse della subroutine sono tutti contenuti nel data-set che contiene il beam sintetizzato, o sono ricavabili da questo (vedi tabella 2)

```
SUBROUTINE WEIGHT(BASEM,BASE,WT,WE,PPA,IOSS,NOMAX,CUN,CDU,NOS,  
UP,VP,TAPER,RADI,SCLV,SIG,SCONST,PMIN)  
DIMENSION BASE(20xNOS),WT(20xNOS),PPA( 2xNOS),IOSS(20xNOS),  
1 WE(2xNOS),UP(20xNOS),VP(20xNOS),SIG(20xNOS)  
.....
```

BASEM = massima baseline possibile ( $\geq$  massima baseline presente)

PPA = angoli di posizione in gradi

IOSS = numero d'ordine delle osservazioni

NOMAX = numero totale degli interferometri

CUN,CDU,TAPER = vedi FIRST

NOS = numero delle osservazioni

UP,VP = componenti della baseline

RADI = coefficiente per passare da secondi d'arco a radianti

SCLV = coefficiente di arrotondamento del beam

SIG = rumore del singolo interferometro

SCONST = ~~fattore di scala per porre UP e VP nelle unità opportune per~~  
la TRASF

Questi primi dati sono tutti forniti dalla FIRST.

$$BASE = \sqrt{(UP)^2 + (VP * SCLV)^2} = \text{baseline}$$

WT = pesi calcolati dalla subroutine

WE = pesi angolari calcolati dalla subroutine

PMIN = rumore su tutta la mappa (3 $\sigma$ ) calcolato tenendo conto dei pesi.

## 9.SYSTEM

Questo programma è preliminare alla riduzione da nastro delle mappe, e serve per estrarre dai nastri, dove esse sono contenute in maniera disordinata, e caricare su disco, tutte le osservazioni relative ad una data sorgente. I nastri di partenza contengono le osservazioni delle sorgenti divise per blocchi di ore, quindi per estrarre i dati relativi ad una sorgente è sufficiente leggere un solo file anziché tutto il nastro. Tuttavia, dato che il tempo di lettura è dell'ordine di un minuto, si consiglia, quando possibile di preparare più sorgenti alla volta. Per ogni sorgente viene data una scheda input contenente il nome della sorgente e le coordinate a cui si presume sia stato puntato il telescopio durante le osservazioni. Può succedere che non tutte le osservazioni siano state fatte con lo stesso puntamento, per ciò è necessario dichiarare (con un dato input) la tolleranza in  $\alpha$  e  $\delta$  entro la quale le osservazioni su nastro si possono attribuire alla stessa sorgente. Convieni che questa tolleranza sia la più larga possibile, compatibilmente con la densità nel cielo delle sorgenti da esaminare, in modo da non perdere nessuna osservazione fatta eventualmente con un puntamento sbagliato. Inoltre essa varia con la frequenza di osservazione. L'output su carta contiene le posizioni intorno alle quali sono state cercate le osservazioni, e l'elenco delle osservazioni trovate, per ogni sorgente, accompagnate da alcuni dati utili, incluse le differenze in  $\alpha$  e  $\delta$  tra la posizione data in input e il puntamento vero del telescopio all'atto dell'osservazione.

Il programma può esaminare più files per volta e può ridurre fino a 10 sorgenti con 10 osservazioni per volta. Il programma è caricato su disco col nome SYSTEM e lo si richiama mediante le seguenti schede:

```
//ABCD JOB (1BXO,RCNR,,5),NOME,REGION=12OK,TIME=(...)  
//A EXEC FORTGLG  
//LKED.SYSIN DD DSN=#ORCNR1.SYSTEM.OBJ,DISP=SHR  
//GO.FT09FO01 DD DISP=(,PASS),DSN=&&CIC,UNIT=SYSDA,  
// SPACE=(928,(80xNOSxNSOR))
```

#### COMMENTI CONCLUSIVI

Questa serie di programmi, partendo da un programma gentilmente fornito da R.Ekers, sono stati scritti utilizzando l'esperienza ed i suggerimenti di coloro nel gruppo che di fatto hanno avuto la necessità di utilizzarli. Questi programmi non possono essere considerati definitivi in nessuna maniera, in quanto solo il loro uso dirà se e come modificarli per le esigenze future. Ogni commento costruttivo o proposta di collaborazione nell'ampliarli e migliorarli sarà più che ben accetta.

Chiunque può chiedere copie su schede di questo programma e farne l'utilizzo che meglio crede. Per modificare invece la versione di uso comune è necessario accordarsi con gli autori del presente rapporto interno.

Le modifiche ai programmi o nuove sezioni di essi verranno inviate periodicamente agli utenti mediante fogli di aggiornamento, alla maniera degli ITR olandesi.

#### RINGRAZIAMENTI

Gli autori desiderano ringraziare il Sig.L.Baldeschi per l'accurata preparazione dei grafici e la Sig.P.Greiger per la battitura a macchina del testo.

```
//GO.FT10FO01 DD DSN=.....,LABEL=.....,UNIT=TAPE,VOL=SER=.....,  
// DISP=(OLD,PASS)  
.....  
//GO.FT10Fnfiles DD .....  
//GO.FT11FO01 DD DSN=#ORCNR1.NAME1.NAME2,VOL=SER=POOLO4,UNIT=POOL,  
// SPACE=(TRK,(20,2),RLSE),DISP=(,CATLG),  
// DCB=(LRECL=928,RECFM=FB,BLKSIZE=12064)  
.....  
//GO.FTnsor DD .....  
//GO.SYSIN DD *
```

DATI

NOS e NSOR sono il numero di osservazioni per sorgenti ed il numero di sorgenti. Le FT11 sono tante quante sono le sorgenti in esame. La FT10 contiene invece i dati relativi al nastro su cui sono le osservazioni disordinate. I dati sono costituiti da:

1° scheda: RAIN, DECINT = tolleranza sul puntamento in gradi con 5 cifre decimali.

NFILES = numero di files da leggere sul nastro contenente le osservazioni.

FORMAT (2 F10.3, I5).

2° scheda: NOM(J), J = 1,2 = nome della sorgente. Il primo carattere è un punto. Questo nome sostituisce quello con cui è stata fatta l'osservazione che quindi può essere cambiata.

IOR, MIN, SEC, IG, IP, SIC = coordinate presunte di puntamento in ore, minuti, secondi, gradi, primi secondi. Queste schede sono tante quante sono le sorgenti da elaborare.

FORMAT( 4X,2A4,I4,I3,F5.1,2I3,F5.1)

Tabella 1 . Dimensioni dei campi sintetizzabili da schede

T(min)	$\nu = 5000 \text{ MHz}$ $\max B_{\lambda} = 24000\lambda$	$\nu = 1420 \text{ MHz}$ $\max B_{\lambda} = 6800\lambda$	$\nu = 600 \text{ MHz}$ $\max B_{\lambda} = 2900\lambda$
10	$\pm 1.64$	$\pm 5.8$	$\pm 13.6$
20	$\pm 0.82$	$\pm 2.9$	$\pm 6.8$
30	$\pm 0.55$	$\pm 1.9$	$\pm 4.5$

Tabella 2. Schema dati input programma STRIP

=====	
Scheda tipo 0 -	GENERALE
=====	
Scheda tipo 1 -	MASTER
Scheda tipo 2 -	CORR (solo se NCOR ≠ 0)
Scheda tipo 3 -	SKIP
Scheda tipo 4 -	PESI (solo se NW = 1)
Schede tipo 5 -	OSSERVAZIONI
Schede tipo 6 -	BIANCA (1 oppure 2)
Scheda tipo 1 -	MASTER
Schede tipo 2 -	CORR (solo se NCOR ≠ 0)
.....	

LEGENDA TABELLA 3

NAME(K),K=1,4 = nome della sorgente ;  
FREQ = frequenza di osservazione;  
XYINT,DECINT = intervallo di campionamento in R.A. e in  $\delta$   
TAPER,CUN,CDU = coefficienti dei pesi ;  
BEAMT = larghezza nominale del beam a metà potenza (6" a 6cm,  
ecc.) nel caso del beam e della mappa sintetizzata; semi-  
larghezza a metà potenza del beam usato per la ricostru-  
zione nel caso della mappa ricostruita;  
RA,DEC = coordinate del c.c. in gradi;  
SCALE = coefficiente per passare dalle unità arbitrarie alle w.u.;  
PMIN = rumore sulla mappa in w.u. ( $3\sigma$ );  
MMLO,MMHI,NNLO,NNHI = dimensioni della mappa sintetizzata;  
NOS = numero delle osservazioni;  
NCOMPO = numero di sorgenti sottratte (nel caso del beam NCOMPO=0)  
IBM = parametro che distingue le mappe sintetizzate e i beams  
(IBM = 0) dalle altre possibili mappe (IBM = 1) ;  
BASLIM = massima baseline presente nelle osservazioni;  
PPA(I),I=1,NOS = angoli di posizione presenti ,in gradi;  
FMLO,FMHI,FNLO,FNHI = dimensioni dell'area di ricerca del CLEAN;  
GAIN = frazione di flusso sottratto nel CLEAN;  
ALIM = flusso limite per la ricerca di componenti nel CLEAN in  
unità di  $\sigma$  ;  
RESI = parametro che indica se la mappa è una mappa di residui  
(RESI = 1) ;  
SBA = flusso delle sorgenti sottratte alla mappa in m.f.u.;  
SBX,SBY,IOR,MIN,SEC,IG,IP,SET = posizione delle sorgenti sottrat-  
te in gradi e in ore,minuti,secondi,gradi,primi,secondi;  
IB(I),I=1,NNN = valori della mappa in unita arbitrarie. Se  $a_{mn}$   
è il generico elemento della matrice che rappresenta

Tabella 3. Istruzioni di lettura dei data-sets contenenti le  
 mappe sintetizzate

---

```

DIMENSION NAME(4),PPA(NOS),ICOM(200),JCOM(200),TCOM(200)
REAL*8 RA,DEC,SBX,SBY
INTEGER*2 IB(M*N),CB(20,20)
NNN=M*N
READ(NA,1) NAME,FREQ,XYINT,DECINT,TAPER,CUN,CDU,BEAMT,
-1 RA,DEC,SCALE,PMIN,MMLO,MMHI,NNLO,NNHI,NOS,
2 NCOMPO,IBM,BASLIM,(PPA(i),i=1,NOS)
1 FORMAT(11A4,2A8,45A4)
IF(IBM.EQ.1) READ(NA,1)FMLO,FMHI,FNLO,FNHI,GAIN,ALIM,RESI
IF(NCOMPO.EQ.0) GO TO 2
DO 3 N=1,NCOMPO
3 READ(NA,4) SBA,SBX,SBY,IOR,MIN,SEC,IG,IP,SET
4 FORMAT(A4,2A8,6A4)
2 READ(NA,5) (IB(I),I=1,NNN)
IF(IBM.EQ.0) GO TO 99
5 FORMAT(120 A2)
IF(RESI.EQ.0) GO TO 6
READ(NA,7) ITUR,(ICOM(i),JCOM(i),TCOM(i),i=1,ITUR)
7 FORMAT(60A4)
GO TO 99
6 READ(NA,5)((CB(N,J),J=1,20),N=1,20)
99 CONTINUE
.....

```



la mappa (m per le righe, n per le colonne) la sequenza  
contenuta in IB è:  $a_{11}, a_{12}, a_{13}, \dots, a_{1N}, a_{21}, a_{22}, \dots, a_{2N},$   
 $\dots, a_{M1}, a_{M2}, \dots, a_{MN}$ . Nel caso di mappe accoppiate si

dovrà cambiare opportunamente l'ordine di lettura. Se

RESI=1 gli IB rappresentano i residui del CLEAN ;

ITUR = numero di componenti trovate dal CLEAN;

ICOM, JCOM, TCOM = posizione delle componenti in intervalli  
rispetto al c.c. e flusso in unità arbitrarie;

CB = valori del beam usato per la ricostruzione e normalizzato  
a 32000;

Tabella 4. Calcolo simultaneo della mappa di intensità e di polarizzazione di una sorgente  
 con "CLEAN" applicato alla sola mappa intensità

```

/NOME JOB (IBXO,RCNR,,n,,,,,0),FANTI,REGION=...K,CLASS=,TIME=(.....),
/ COND=(0,NE)
//A EXEC FORPGCLG,N1='&&C1',TIME=...
/FOPT.SYSIN DD *

DEFINE FILE 14(20xNOS+4,14,U,IBM)
INTEGER*2 IBB(2xMxN)
manca
DIMENSION SIG(20xNOS),SII(80xNOS),COO(80xNOS)
1,UP(20xNOS),VP(20xNOS),WT(20xNOS),BASE(20xNOS),PHAI(20xNOS)
2,PHA2(20xNOS),KEY(20xNOS),VDATA(40xNOS)
3,NAME(4),AT(M),XX(M),IBT(M),C(64),IB(MxN),PPA(2xNOS),WE(2xNOS),
4,KAD(80xNOS),IOSS(20xNOS+1)
manca
manca
EQUIVALENCE (IB(1),IBB(1))
CALL FIRST(C,SIG,SII,COO,UP,VP,WT,PMIN,NOMAX,MMLO,MMHI,NNLO,
1,NNHI,BASE,KAD,KEY,NAME,PPA,WE,IOSS)
manca
CALL MAP(NOMAX,SII,MMLO,MMHI,COO,NNLO,MMHI,C,WT,VDATA,
1,PHAI,PHA2,NAME,IB,IBB,AT,UP,VP,PMIN,XX,IBT)
CALL CATA(PPA)
CALL MAP(..... idem )
CALL CATA(PPA)
CALL TBEAM(NOMAX,PHAI,PHA2,MMLO,MMHI,NNBO,NNHI,C,WT,UP,VP,IB,PPA,
1,IBB,NAME,AT,PMIN,XX,IBT)
CALL CAT(A(PPA)
STOP
END

```

```

//A EXEC FORPGCLG,N1='&&C1',N2='&&C2',N3='&&C3',TIME=...
DEFINE FILE 14(80xNOS+4,NP+8,U,IBM)
INTEGER*2 NNP(NOS),SI(NP),CO(NP)
DIMENSION SIG(MAX),SII(4xMAX),COO(4xMAX)
1,UP(20xNOS),VP(20xNOS),WT(20xNOS),BASE(20xNOS),PHAI(20xNOS)
2,PHA2(20xNOS),KEY(20xNOS),VDATA(40xNOS)
manca
4,NCUT(20xNOS),VD(20xNC),KKE(20xNC),PH(20xNC),SIGH(20xNC),BAZ(20xNC
5),COP(4xNP),SIP(4xNP),DCOR(NP)
1,NNHI,BASE,KEY,NAME,PPA,WE,NCUT,NNP,DCOR,SI,CO,VD,KKE,PH,SIGH,
2,BAZ,COP,SIP)

```

```

/LKED.PIP DD DSN=#ORCNRL.SYNTH.OBJ,DISP=SHR
/LKED.SYSIN DD *
INCLUDE PIP(FIRST,WSRF,SUBTR,WEIGHT,VISIB,
MAP,TRASF,SIMBL,DISPL,TBEAM,CATA)
/GO.FT09FOO1 DD DSN=#ORCNRL.NOMEL.NOME2,VOL=SER=POOL03,
/ UNIT=POOL,SPACE=(TRK,(1,1),RLSE),DISP=(,CATLG),
/ DCB=(LRECL=240,RECFM=FB,BLKSIZE=2400)
/GO.FT10FOO1 DD DSN=#ORCNRL.NOME3,NOME4,.....
/ UNIT=POOL, .....
/ DCB=4 .....
/GO.FT11FOO1 DD DSN=#ORCNRL.NOME5,NOME6, .....
/ UNIT=POOL, .....
/ DCB=( .....
/GO.FT14FOO1 DD DISP=(,PASS),DSN=&&CIC,UNIT=SYSDA,
/ SPACE=(60,(20xNOS+4))
manca
/GO.SYSIN DD *
*****
D A T I
*****
/B EXEC FORTGCLG,STEP=2,TIME=...
/FORT.SYSIN DD *
INTEGERx2 IBB(2xMxN),B(M,2xN),T(M,N),ITT(MxN)
DIMENSION PPA(NOS),AT(M),XX(M),IBT(M)
EQUIVALENCE (IBB(1),B(1,1)),(ITT(1),T(1,1))
LONGM=M
CALL CLENN (B,T,LONGM,AT,PPA,IBB,ITT,IBT,XX)
CALL CATA(PPA)
STOP
END

```

col.72 X

INCLUDE PIP(FIRSTA,WSRTAP,SUBTRA,WEIGTA,VISITA,SPLIT)

col.72 X

// SPACE=( [NP+8] x4,(80xNOS+4))

//GO.FT16FOO1 DD DSN=#ORCNRL.NOME.SORGENTE,DISP=OLD

//LKED.PIP DD DSN=#ORCNRL.SYNTH.OBJ,DISP=SHR

//LKED.SYSIN DD \*

INCLUDE PIP(CIENN, BEAM, CPIOT, SIMBL, DISPL, CATA)

//GO.FT09F001 DD DSN=#ORCNRL.NOME1,NOME2,DISP=OLD

//GO.FT10F001 DD DSN=#ORCNRL.NOME3,NOME4,DISP=OLD

//GO.FT15F001 DD DSN=#ORCNRL.NOME7,NOME8,VOL=SER=POOL03,

// UNIT=POOL, .....

// DCB=( .....

//GO.SYSIN DD \*

\*\*\*\*\*  
D A T I  
\*\*\*\*\*

Tabella 6. Schema riassuntivo dei dati su scheda

	<pre>FREQ,IOR,MIN,SEC,IG,IP,SS,XYINT,BASLIM,NCOMPO,(PRIM),IRDATE FORMAT(2X,F7.2,2I3,F5.1,2I3,2F5.1,F8;1,I3,<sup>25x</sup>[20X,F5.1],I8</pre>
	<pre>MMLO,MMHI,NNLO,NNHI FORMAT(2X,4I4)</pre>
	<pre>TAPER,CUN,CDU FORMAT(F5.1,2F5.2)</pre>
	<pre>VIS,POL,NTOT FORMAT('VISIB=',L1,'PDL=',L1,'N.INTERF.',I4)</pre>
FIRST	<p>Pacchetto delle osservazioni e schede ad esse relative (vedi tabella 2). Se le osservazioni sono su nastro questo pacchetto è costituito solamente da: MASTER, CORR, SKIP, PESI per ogni angolo orario. Ricordare che la MASTER può contenere una correzione di puntamento. (vedi WSRT)</p>
	<pre>SBA,IOR,MIN,SEC,IG,IP,SET (tante quanto è NCOMPO) FORMAT(F7.1,2I3,F7.3,2I3,F7.3)</pre>
MAP	<pre>DIS,NA,KKJ,I1 (tante volte quante sono le CALL MAP eventualmente                 alternate con le schede della subroutine CATA ) FORMAT('DISPLAY=',L1,'TAPE=',I2,' N.MAPS=',I1,' INIZ=',I1)</pre>
CATA	<pre>NA?(DSN(K),K=1,3),IRDATE FORMAT('TAPE=',I2,' DSN=',3A4,' R.DATE',I7)</pre>
TBEAM	<pre>BIS FORMAT('DISPLAY=',L1)</pre>
CLENN	<pre>NIT,ITPOS,TCON,FMLO,FMHI,FNLO,FNHI,BELG?PFLG,CFLG,GAIN, ALIM,PUNCH,RS,ALL FORMAT(2I5,F5.1,4F6.1,3L1,2F5.1,1X,L1,' RESID=',L1,' ALL=',L1)</pre>

N.B. Per ogni subroutine chiamata devono esistere le schede ad essa relative e l'ordine deve essere rigorosamente quello delle subroutines utilizzate.

Tabella 5. Riduzione simultanea di NS sorgenti (incluso il clean, senza conservazione dei data-sets, e con realizzazione di mappe di dimensioni variabili)

Tabella 5. (continue)

```
//NOME JOB( ... come in tabella 4
//A EXEC ... " "
//FORT.SYSIN DD *
DEFINE FILE " "
INTEGER*2 IBB(2xMxN),B(M,2xN),T(M,N),ITP(MxM)
[INTEGER*2 NNP(NOS),SI(NP),CO(NP) solo da nastro]
DIMENSION LM(NS), poi come in tabella 4
EQUIVALENCE (IB(1),IBB(1)),(IBB(1),B(1,1)),(ITP(1),T(1,1))
DATA LDAI4,LM/M1,M2/NS/,MNS/
DO 1 N=1,NS
REWIND 1
REWIND 9
REWIND 10
REWIND 15
CALL FIRST ... come in tabella 4
CALL MAP " "
CALL CATA " "
CALL TCALL TBEAM " "
LONGM=LM(N)
CALL CLENN ... come in tabella 4
1 CALL CATA " "
STOP
END
//LKED.PIP ... come in tabella 4
//LKED.SYSIN DD *
```

```
INCLUDE PIP(FIRST,WSRT,SUBPR,WEIGHT,VISIB,MAP,TRASF,SIMBL,DISPL,
TBEAM,CATA,CLENN,BEAM)
( Da nastro si usano la FIRSTA, ecc. come in tabella 4 )
//GO.FT09FOO1 DD DSN=#ORCNRL1.NOME1.NOME2.VOL=SER=POOL03,
// UNIT=POOL,SPACE=(TRK,(1,1),RISE),DISP=NEW,
// DCB=(LRECL=240,TRCFM=FB,BKSIZE=2400)
//GO.FT10FOO1 DD DSN=#ORCNRL1.NOME3.NOME4, .....
// UNIT=POOL .....
// DCB=( .....
//GO.FT15FOO1 DD DSN=#ORCNRL1.NOME5.NOME6, ;:;.....
// UNIT=POOL .....
// DCB=( .....
//GO.FT11FOO1 come in tabella 4
//GO.FT18FOO1 DD DSN=#ORCNRL1.NOME.SORG,DISP=OLD
//GO.FT18FOO2 .....
.....
//GO.FT18FONS ..... solo da nastro
//GO.SYSIN DD *
```

\*\*\*\*\*  
PACCO DATI RIPETUTO NS VOLTE  
\*\*\*\*\*

Tabella 7. Tempi impiegati ed occupazione di memorie per alcune configurazioni standard( 100 interferometri e 30 componenti nel "clean")

Dimensioni mappa	Beam+Mappa	Clean+isofote
60x60	7 sec , 160K	(3.8 + 7.2) sec , 120K
120x120	28 sec , 200K	(15.2 +28.8) sec , 200K
240x120	56 sec , 240K	(30.4 +77.6) sec , 280K

Ai tempi riportati in tabella occorre aggiungere circa 2 secondi a ciascuna delle due colonne, indipendentemente dalle dimensioni della mappa. Per un numero di interferometri diverso da 100 o per un numero di componenti diverso da 30 occorre scalare i tempi come spiegato in paragrafo 7.

## DIDASCALIE DELLE FIGURE

- Figura 1 - Schema del Radiotelescopio di Westerbork.
- Figura 2 - Schema per il calcolo dell'effetto della media dei punti.
- Figura 3 - Schema a blocchi per la lettura dei data-set contenenti le mappe o beam.
- Figura 4 - Schema a blocchi della subroutine FIRST.
- Figura 5 - Schema a blocchi della subroutine MAP.
- Figura 6 - Schema a blocchi della subroutine TBEAM.
- Figura 7 - Andamento dei pesi radiali in caso di TAPER uguale alla larghezza nominale del beam.
- Figura 8 - Mascherina utilizzata nelle subroutine TRASF.
- Figura 9 - Andamento empirico della H.P.B.W. del beam in funzione di  $TAP = TAPER / (\text{Beam nominale})$ .
- Figura 10 - Schema a blocchi della subroutine CLENN.
- Figura 11 - Beam di ricostruzione polinominale (circoli) o gaussiano (triangoli) nel caso di  $TAP = 1$ . I punti pieni sono i valori del beam di partenza.
- Figura 12 - Esempio di isofote.
- Figura 13 - Schema a blocchi della subroutine FIRST nel caso di lettura da nastro.



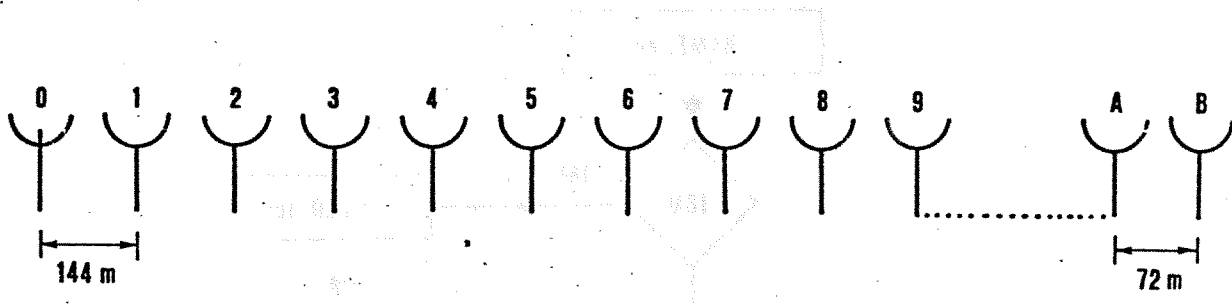


FIG. 1

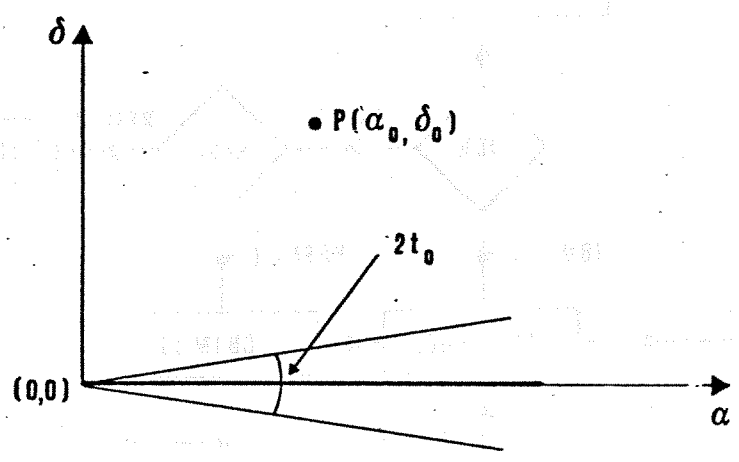


FIG. 2

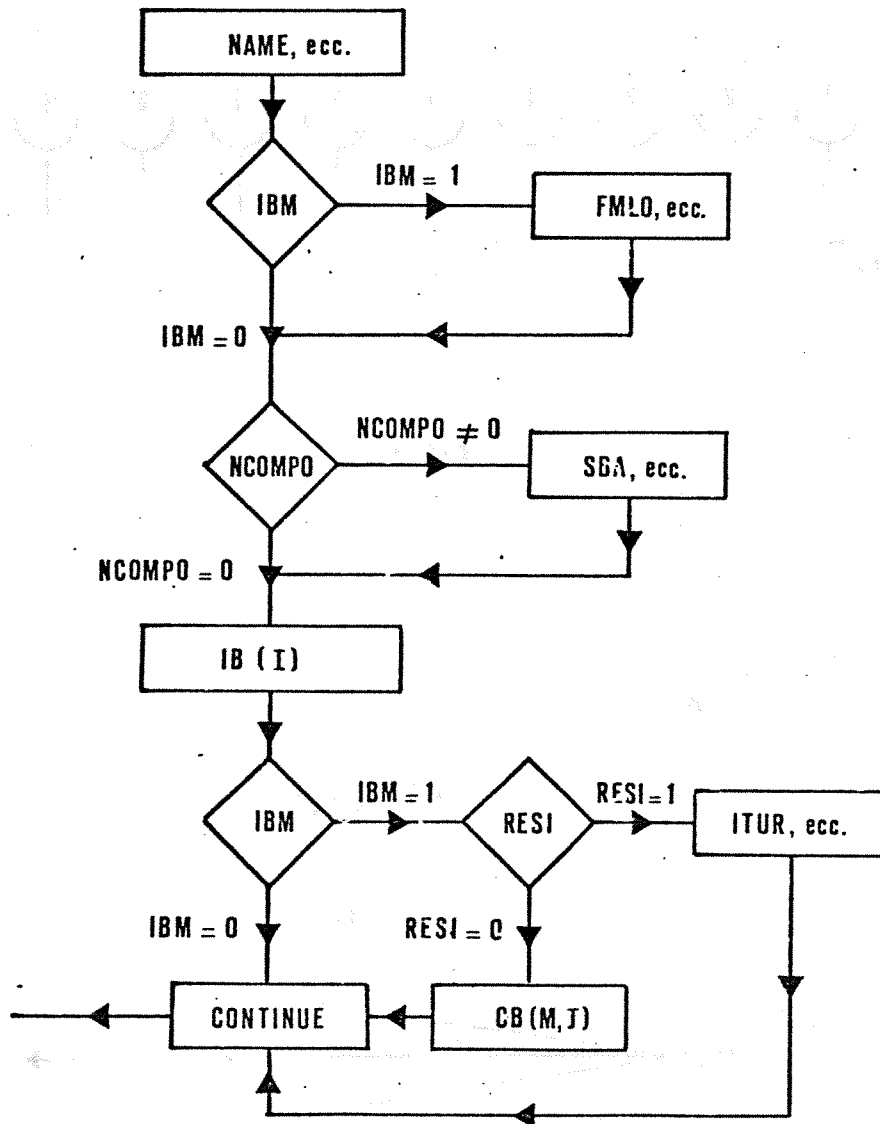


FIG. 3

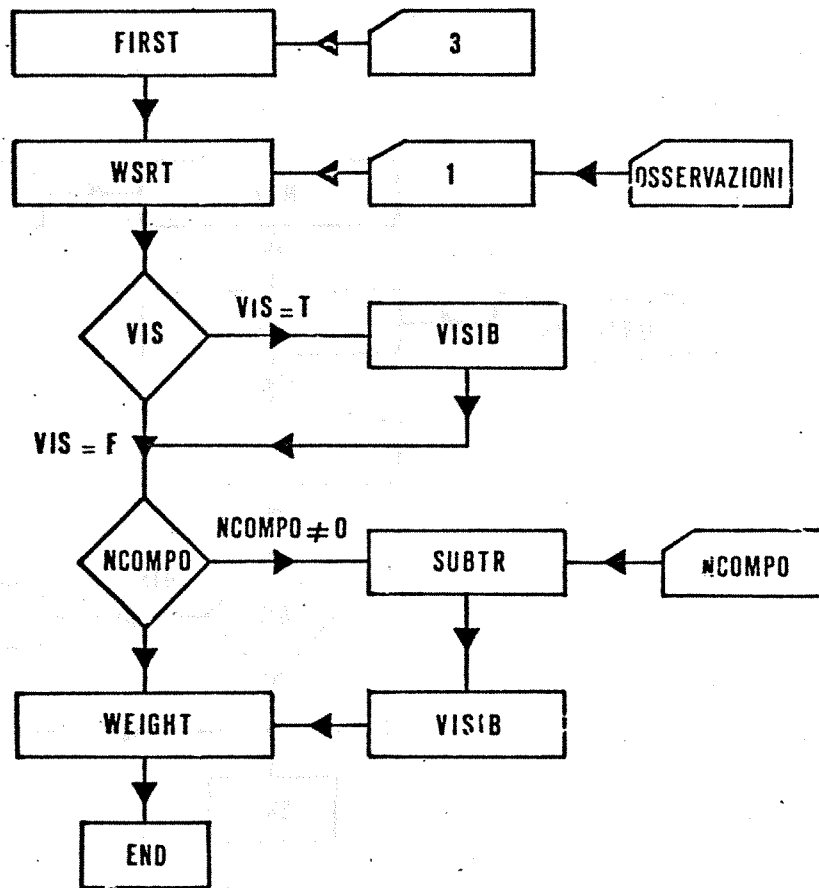


FIG. 4

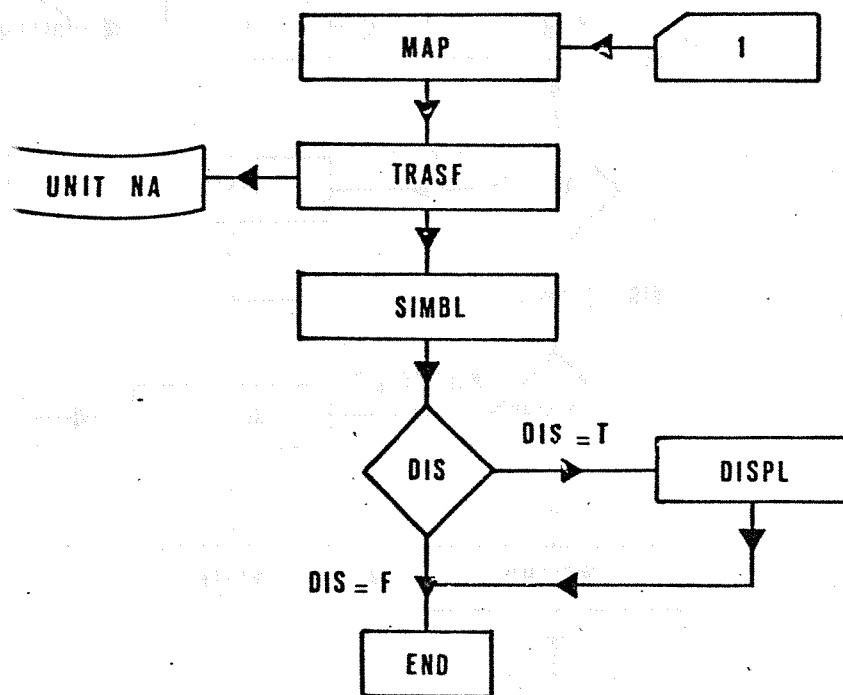


FIG. 5

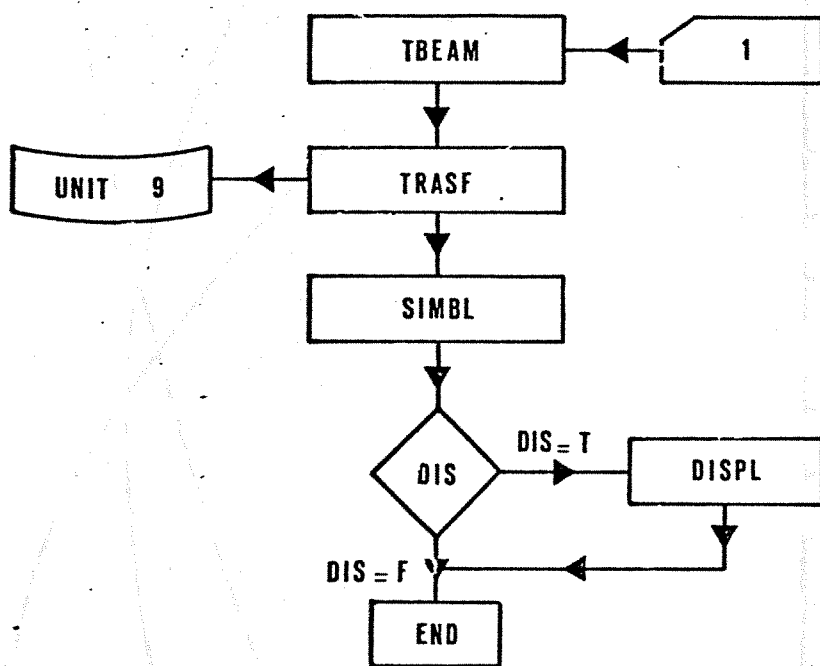


FIG. 6

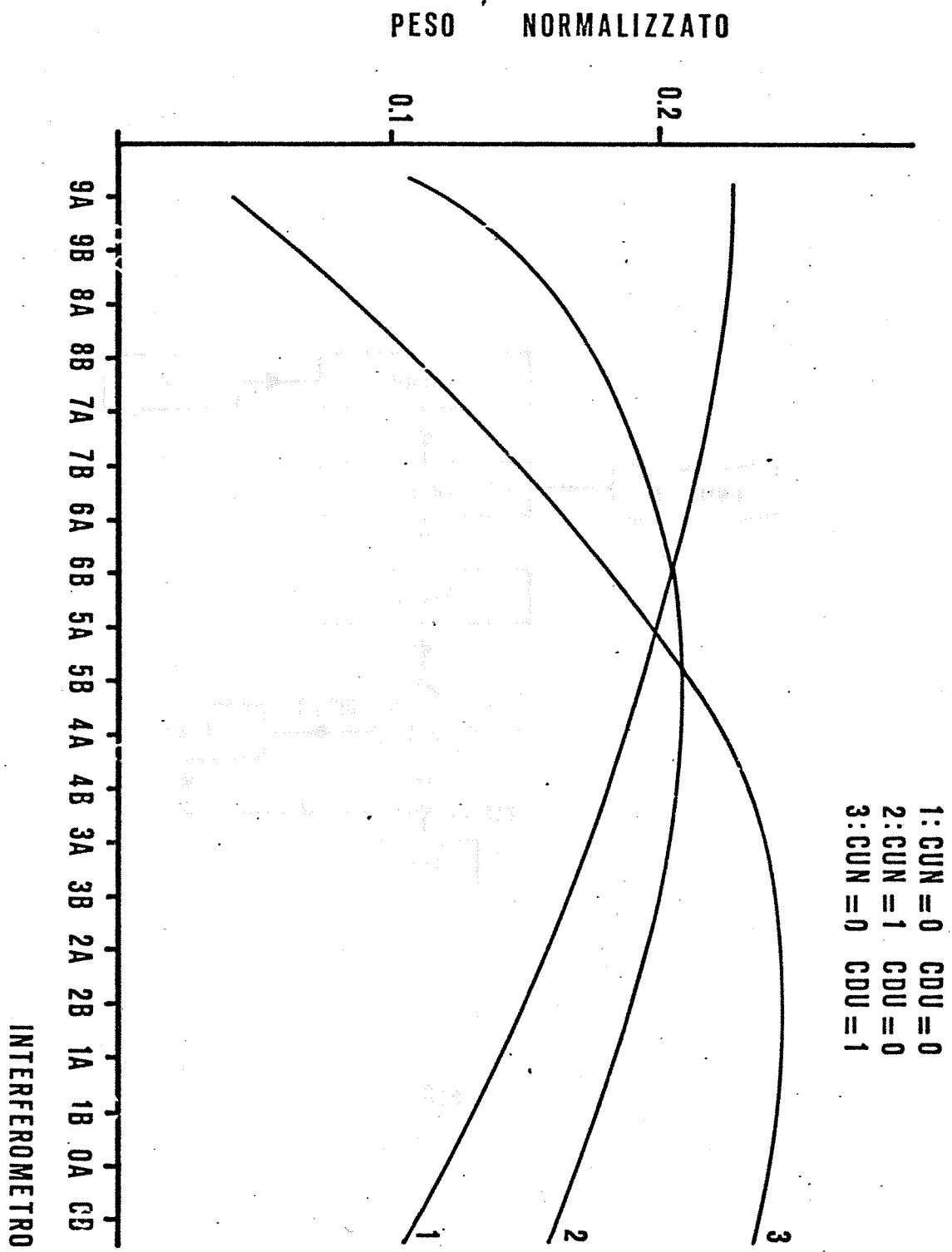


FIG. 7

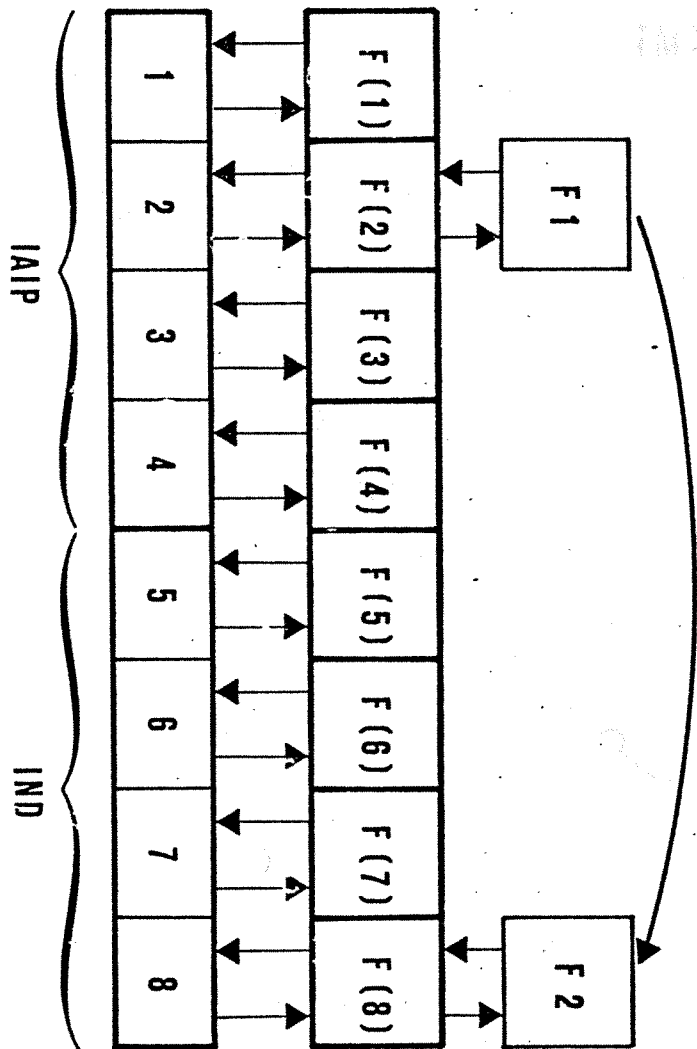


FIG. 8

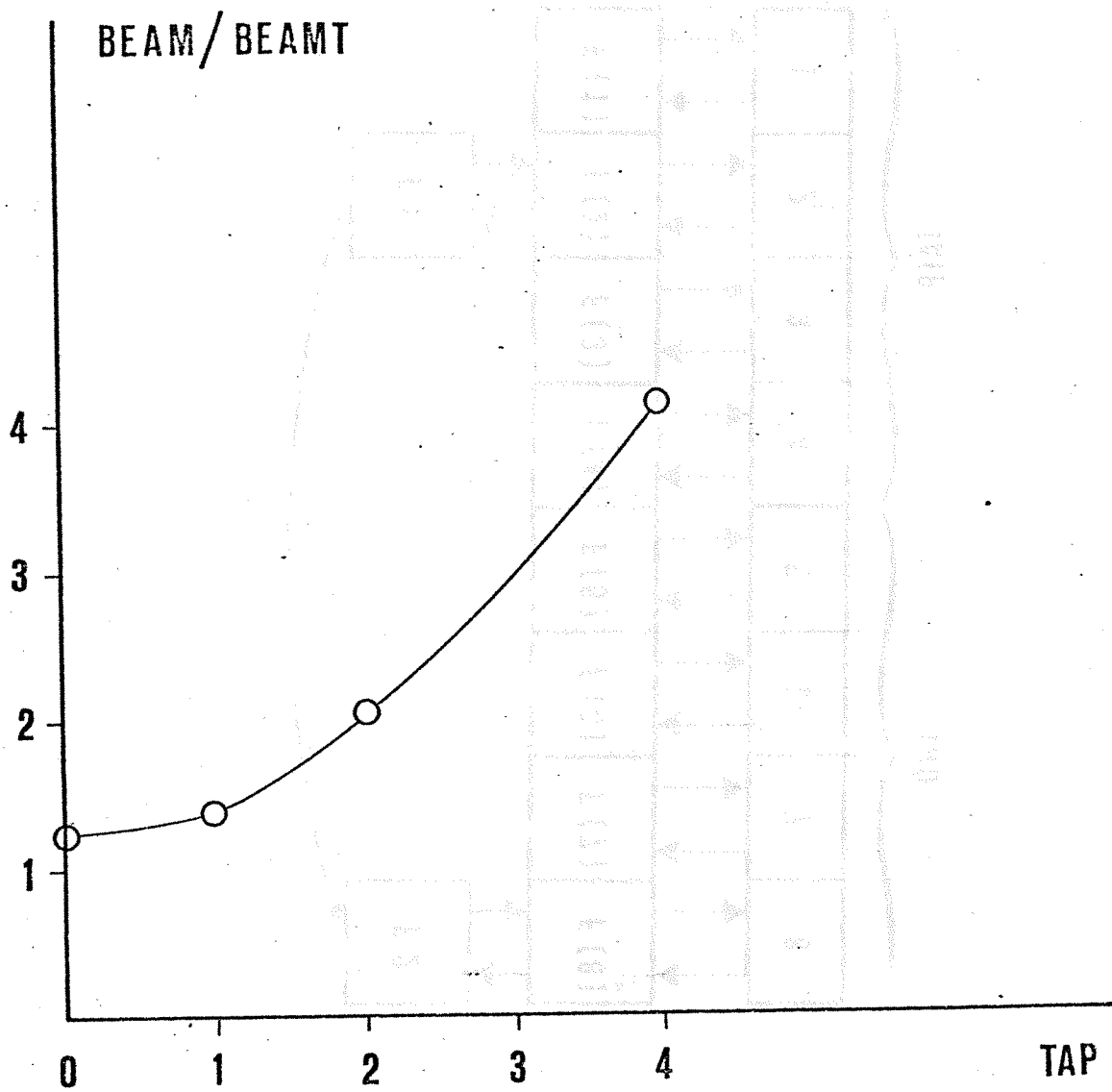


FIG. 9



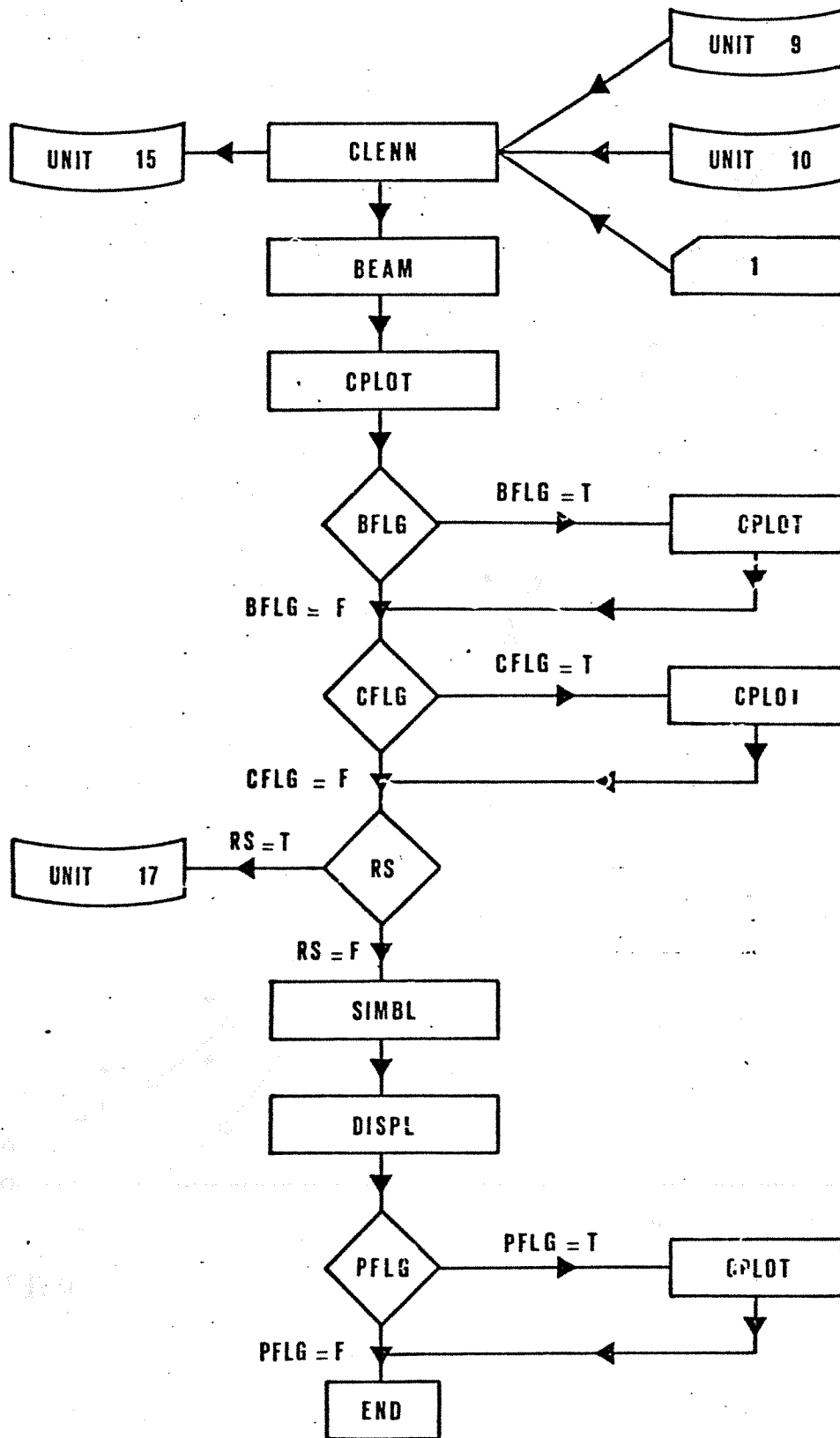


FIG. 10

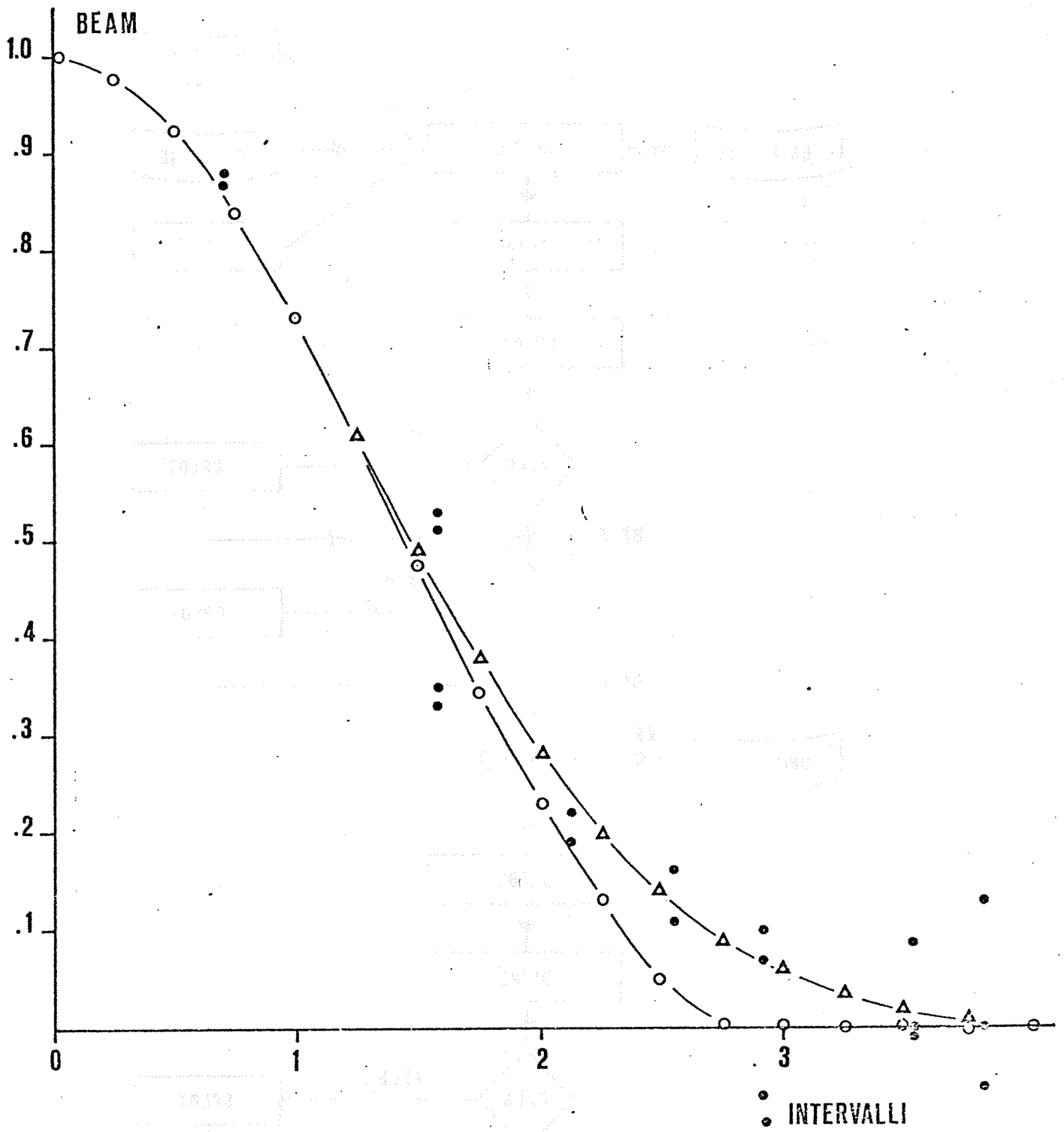
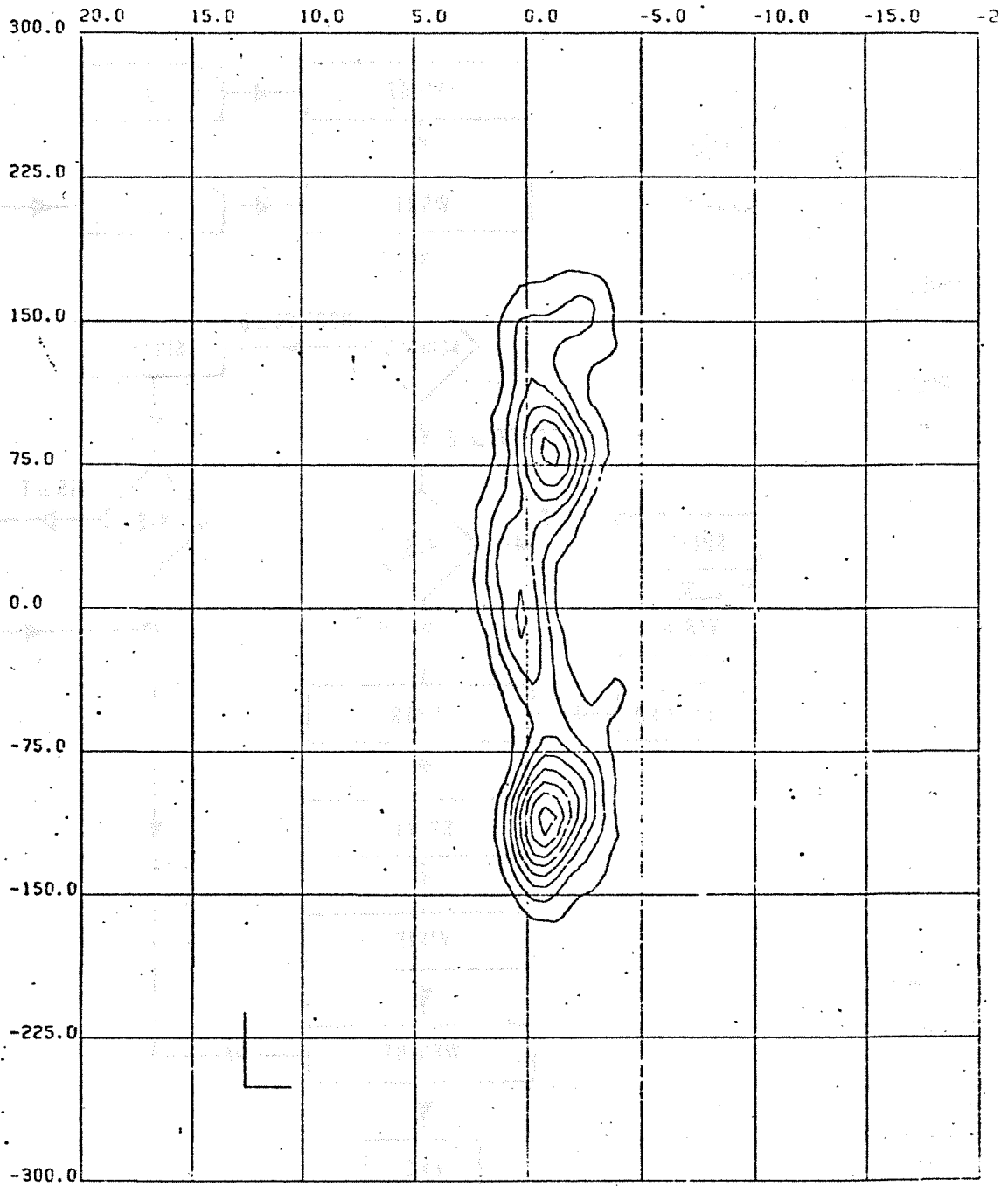


FIG. 11



WS49.222939

22 29 7.6 39 6 4.0 SMAX=190.8M.F.U.

1 CM= 30.0 (R.A.) 30.0 (DEC) ARCSEC

CONT.LEV.= ( 5.0 10.0 15.0 +5 )XR.M.S.

TAPER= 24.0 BEAM= ( 24.9X39.5) NOISE (1XR.M.S.)= 0.9 W.U.

DSN=B222939.C16

0. SUBTR.

×CLEAN×

FIG. 12

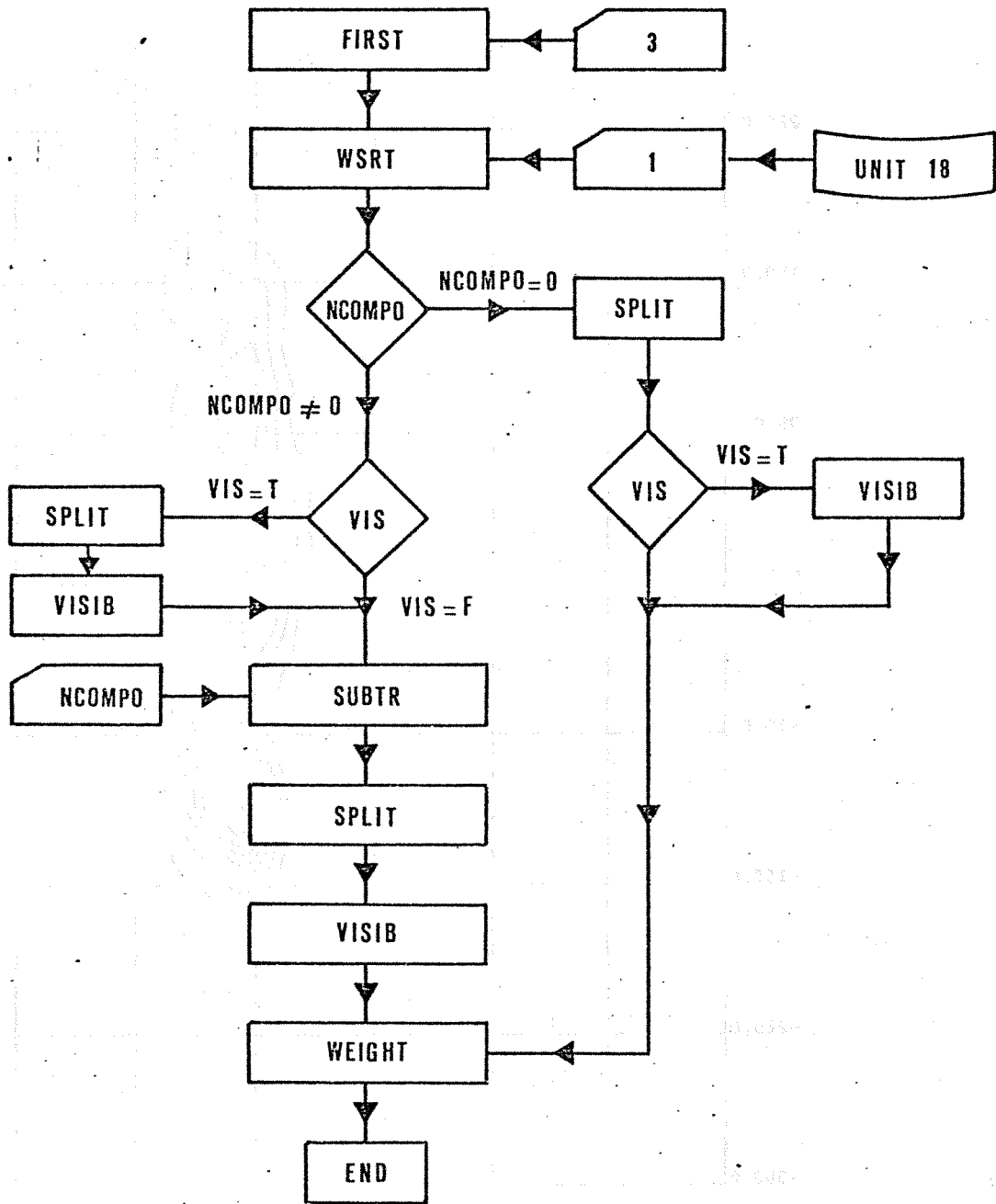


FIG. 13

## INDICE ANALITICO

AREA	33,45
BEAM (gaussiano)	29,45
BEAM (polinomio)	29,45
CATA	33,41
CLEAN	26
CLENN	26
Coordinate proiettate	10
CPLOT	30,43
DISPL	25,40
FIRST	12,35
H.P.B.W	25
ISO	30,42
MAP	20
Mappe da nastro	34
Mascherina	23
Media delle osservazioni	3
Occupazione memorie	39
Pesi angolari	19
Pesi radiali	19
SIMBL	24
Sintesi bidimensionale	9
Sintesi unidimensionale	4
SPLIT	36
STRIP	
SUBTR	15,36
SYSTEM	47
TBEAM	25
Tapering	17
Tempi impiegati	39
TRASF	21

Utilizzo autonomo delle subroutines

39

Utilizzo standard

36

VISIB

16,35

WEIGHT

17,35,46

WSRT

13,35

"Una serie di programmi Fortran per la riduzione delle osservazioni fatte con il WSRT" (Variazioni ed aggiunte (15/11/76))

P.12 - riga 20: (Figura 6). Esistono due versioni della TBEAM che permettono di calcolare un beam centrato su un punto del reticolo (TBEAM 2) oppure no (TBEAM). Si userà l'una o l'altra a seconda del tipo di CLEAN che si deve applicare.

P.24 - ultima riga: ...presente. Questo display non funziona se il numero dei punti in E-W è  $> 240$ . In quest'ultimo caso occorre modificare la subroutine.

P.27 - riga 27: (Figura 12). Esiste una seconda versione della CLENN (CLENN 3) che è il 30-40% più veloce dell'altra. La differenza consiste nel fatto che nella ricerca del massimo valore assoluto la CLENN media i punti delle mappe 4 a 4, la CLENN 3 no. Per usarla è quindi necessario aver calcolato un beam centrato (TBEAM2) e usare anche per la ricostruzione un beam centrato (GAUSS2). Anche le modalità di richiamo delle subroutine sono leggermente diverse. In particolare l'output è indistinguibile nei due casi, salvo il fatto che il beam di ricostruzione ha  $21 \times 21 = 441$  punti anziché  $20 \times 20 = 400$  e di questo si deve tenere conto nell'uso di programmi successivi, come il programma AREA.

P.29: la subroutine BEAM-I (polinomio) è scritta solo per il beam non centrato. Non è molto buona (il beam non va a zero bene) per cui si consiglia la BEAM-II (gaussiana).

P.31 riga 11: ...0.1. Si possono anche tracciare le isofote a contorni costanti in m.f.u. a partire da un dato contorno anch'esso in m.f.u. La scala....

P.31 - riga 15: sostituire "100 x 100 punti" con "i 10000 punti totali"

P.31 - riga-17: sostituire "totali" con "centrali". In particolare riduce quella delle due dimensioni che supera i 100 punti, in maniera che il numero totale sia  $< 10000$ . Se entrambe le dimensioni superano i 100 vengono ridotte entrambe.

P.31 - riga 23: ...sensibili. Quando non si disegna il reticolo vengono comunque segnate sulla cornice delle mappe le marche di  $\alpha$  e  $\delta$ .

P.32 - riga 11: riferimento. Se =F vengono segnate le marche in  $\alpha$  e  $\delta$ .

P.32 - riga 15: rumore. Vengono ignorati se si segue la via dei contorni equidistanti.

P.32 - riga 20: riferimento  $\delta$  delle marche di tempo in  $\alpha$ .

P.32 - riga 21: STEP\*15 per il reticolo,  $\delta$ (STEP/4) primi per le marche.

P.32 - riga 24: CONO, TCON = contorno di partenza e intervallo fra due contorni in  
bis m.f.u.

Se TCON = 0 sceglie l'altra via - FLET = altezza in cm delle lettere sulla cornice. Se non è perforato si assume = 0,3 cm.

P.32 - riga 27: FORMAT (....., I3, 2F5.1, F4.1, 3A4)

P.33 - riga 26: assegnate. Essa calcola anche il baricentro, i diametri massimo e minimo della distribuzione, e li deconvolve per l'effetto del beam e dà l'angolo di posizione del diametro maggiore. I dettagli di calcolo sono descritti in un rapporto separato.

P.34 - riga 11 bis: Schedo 0 (valida per tutto il JOB): LM = distingue se le mappe sono state create con la CLENN (LM = 0) o con la CLENN 3 (LM=441) FORMAT (I3).

P.34 - riga 17: preceduti. Quando si vogliono usare queste deve essere MLO = 1000.



Subroutine NOISE.

Questa subroutine fa la statistica dei punti della mappa cleanate e ne determina lo scarto quadratico medio. Per fare questo elimina via via i punti che scartano più di  $3\sigma$  eliminando così dal calcolo le sorgenti e gli eventuali lobi di grating presenti nella mappa. Il valore di  $\sigma$  che si ottiene rappresenta così la combinazione del rumore vero e proprio e della confusione, ed è quindi il valore a cui riferirsi per stabilire la attendibilità di una detezione. L'output fornisce anche l'istogramma dei dati sperimentali (\*) e la curva teorica (+) che li approssima. L'intervallo in flusso fra due punti dell'istogramma è un dato input (DFL). Per utilizzare tale subroutine è necessario eseguire il programma seguente, dove MAX è il numero di mappe che si vogliono analizzare. Seguendo la traccia di tale programma è facile vedere come le subroutine NOISE può essere eseguita nello stesso step del CLEAN.

```
0001      DIMENSION NAME(4)
0002      INTEGER*2 IT(M*MAX)
0003      READ(5,8)DFL
0004      DO 3 K=1,MAX
0005      READ(9,1)NAME,SCALE,MMLD,MMHI,NNLO,NNHI,NS
0006      WRITE(6,4)NAME,SCALE,MMLD,MMHI,NNLO,NNHI,NS
0007      1 FORMAT(4A4,44X,A4,4X,4A4,4X,A4)
0008      4 FORMAT(5X,4A4,F8.1,5I5)
0009      M=MMHI-MMLD
0010      IF(MMLO.GT.0.OR.MMHI.LT.0) M=M+1
0011      N=NNHI-NNLO
0012      IF(NNLO.GT.0.OR.NNHI.LT.0) N=N+1
0013      NNN=M*N
0014      READ(9,1)
0015      IF(NS.EQ.0) GO TO 6
0016      DO 7 N=1,NS
0017      7 READ(9,1)
0018      6 READ(9,2)((IT(I),I=1,NNN)
0019      2 FORMAT(120A2)
0020      8 FORMAT(F6,1)
0021      CALL NOISE(NNN,IT,SCALE,DFL)
0022      5 READ(9,1,END=3)
0023      GO TO 5
0024      3 CONTINUE
0025      STOP
0026      END
```

```
||LKED.SYSIN DD DSM=#ORCMR1.SYNTH.OBJ(NOISE),
||DISP=SHR
```

```
||GO.FTO9F001 DD DSM=#ORCMR1.NAM1.NAM2,DISP=OLD
```

```
||GO.FTO9EMAX DD - - -
```

```
||GO.SYSIN DD *
select output to DFI
```

P.34 - riga 17 bis: ALEV = livello, in unità di  $\epsilon$  sopra il quale prendere in considerazione i punti che si utilizzeranno nel calcolo.  
Se non è specificato è = -3.

P.34 - riga 19: FORMAT (4F6.1, 4F7.1, F5.1, 11X, 3A4).

P.40 - riga 18: , NCOMPO, IBM.

P.40 - riga 18 bis: IF (IBM. EQ.1) READ (NA, 5).

P.45 - riga 5 bis e: READ(5,1) LM

seguenti.

IF(LM.EQ.0) LM = 400

1 FORMAT (13)

CALL AREA (ITT, PPA, CB, LM)

### TABELLA 3

Sostituire: CB(20,20) con CB(21, 21) quando la mappa è stata ottenuta ed CLENN3

Togliere: NNN = M \* N

Aggiungere (dopo 4 FORMAT):

M = MMHI-MMLO

IF(MMLO . GT.0.OR.MMHI.LT.0) M = M+1

N = NNHI - NNLO

IF(NNLO.GT.0.OR.NNHI.LT.0)N=N+1

NNN = M \* N

Sostituire nell'istruzione 6 READ, 20 con 21 quando la mappa è stata ottenuta con il CLENN3.

### TABELLA 4

Variazioni necessarie nel caso in cui si usi la CLENN3:

I° STEP: sostituire TBEAM2 a TBEAM nella scheda INCLUDE;

II°STEP: togliere B e T dalla scheda INTEGER \* 2, togliere la scheda EQUIVALENCE;  
modificare come segue la CALL CLENN ; CALL CLENN (LONGM, AT, PPA, IBB, ITT  
IBT, XX) Sostituire GAUSS2 a BEAM nella scheda INCLUDE.

In ogni caso la scheda INCLUDE conterrà la parola GAUSS in luogo di BEAM se si fa la ricostruzione con un beam gaussiano.