

**Sistema di multiplexing dei fasci E-W  
della Croce del Nord**

Bortolotti C., Montebugnoli S., D'Amico N.  
Rapp. Int. IRA  
188/94

File:Rapp1.Doc

## **CONTENUTO**

- Introduzione
- Implementazione dei fasci
- Il Multiplexer
- Realizzazione
- Schema alimentazioni e connessioni
- Caratteristiche del Multiplexer
- Sviluppi Ulteriori
- Realizzazione
- Accorgimenti
- Bibliografia

## INTRODUZIONE

Il ramo E-W del radiotelescopio Croce del Nord, mediante differenti sfasamenti elettrici dei 6 canali IF, è tradizionalmente configurato con tre fasci denominati A, B, e C (Fig. 1). I fasci hanno un'apertura angolare di  $4'$  (FWHM) e sono sfasati di  $4'$  l'uno dall'altro. Usando come riferimento il fascio B puntato sul meridiano, A e C sono quindi in anticipo e in ritardo di  $4'$ . Così, registrando i tre fasci si ottengono tre transiti consecutivi di una stessa sorgente. Commutando opportunamente i fasci si può ottenere invece un aumento del tempo effettivo di esposizione.

Nel caso di osservazioni di pulsar per esempio, la commutazione dei tre fasci consente di integrare coerentemente gli impulsi per un tempo pari a tre volte il normale transito al meridiano. Si può migliorare ulteriormente l'esposizione e ridurre il ripple di 3dB, utilizzando altri due fasci intermedi A/1 e B/1, come schematizzato in Fig.2.

Questa soluzione fu adottata nel 1988 in una prima versione sperimentale del sistema pulsar. In questa nota tecnica se ne descrivono le caratteristiche funzionali e i dettagli costruttivi.

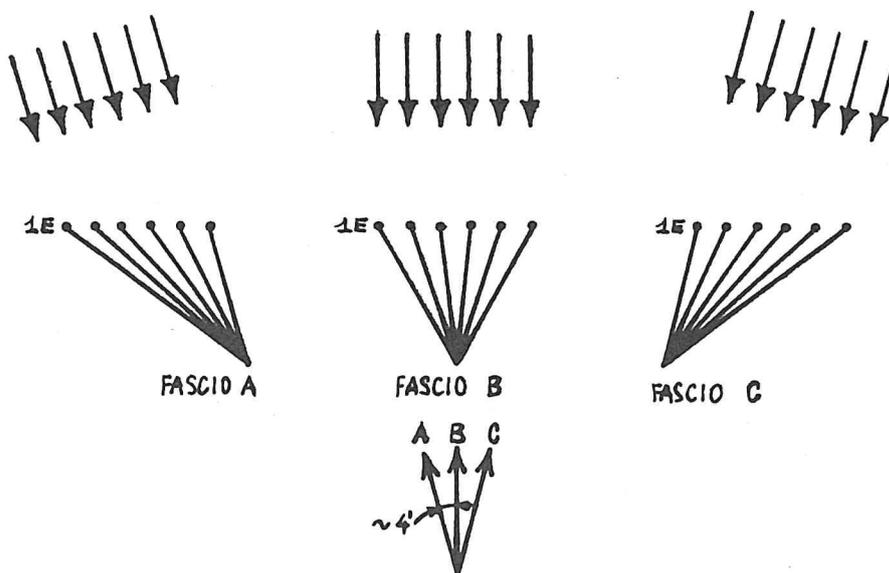


Fig. 1

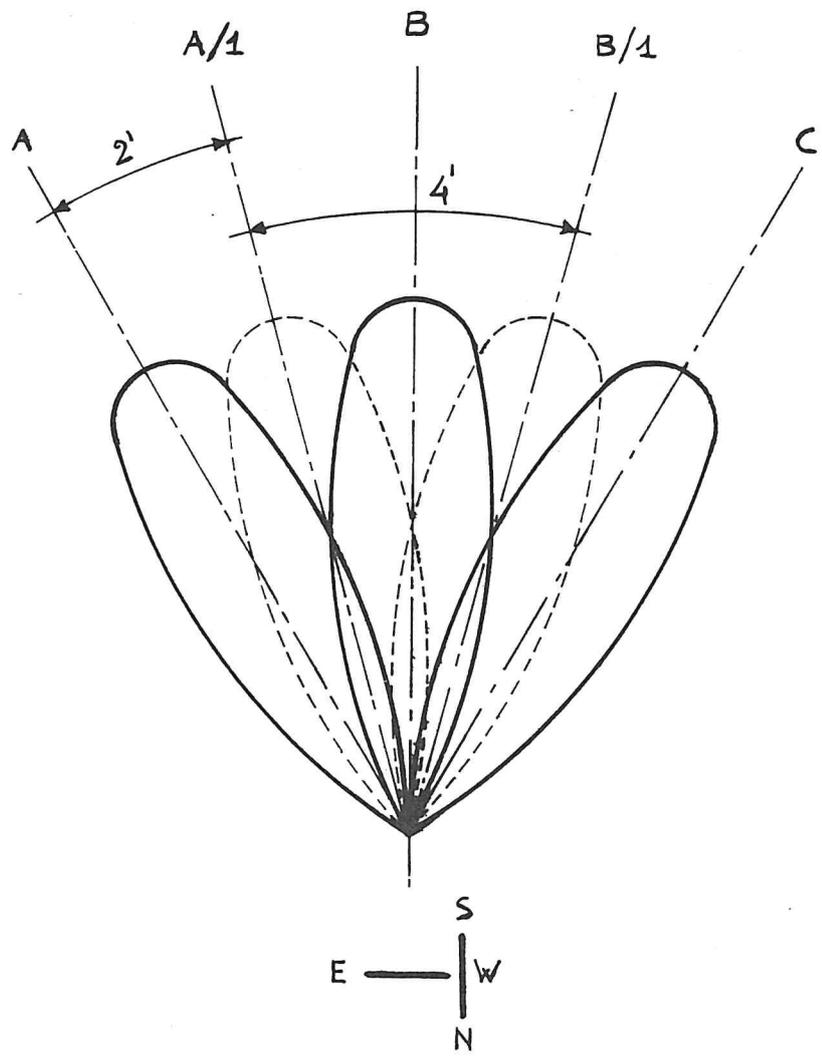


Fig. 2

## IMPLEMENTAZIONE DEI FASCI

La lunghezza degli spezzoni di cavo RG9 per la formazione dei nuovi fasci e' stata ricavata empiricamente. Sono stati misurati gli spezzoni utilizzati per i fasci A e C i cui valori sono i seguenti:

6E	lunghezza cm	151 (+660)
5E	" "	702
4E	" "	591
3E	" "	482
2E	" "	372
1E	" "	262

Gli spezzoni dei fasci A e B sono in sostanza definiti da gradiente di circa 110 cm per canale. La lunghezza degli spezzoni costituenti il fascio A/1 e del fascio B/1 e' stata ricavata adottando un gradiente pari a meta' cioe' circa 55 cm. In questo caso il valore utilizzato per la "lunghezza iniziale" e' 150 cm

Così' la tabella per gli spezzoni di cavo per i fasci A/1 e B/1 e' la seguente:

6E	lunghezza cm	475
5E	" "	370
4E	" "	315
3E	" "	260
2E	" "	205
1E	" "	150

Il cablaggio e' stato facilitato dalla disponibilita' di due uscite per ogni divisore di canale, e dal recupero di due sommatori (x8) con il relativo ingresso marca di rumore per calibrazione, e due amplificatori IF che permettono una successiva distribuzione del segnale dei nuovi fasci.

## **IL MULTIPLEXER**

Il multiplexer consente la commutazione dei fasci E-W (e di un fascio N-S, fascio H) con controllo remoto. Per la sua realizzazione sono stati impiegati diodi PIN. Questa tecnica e' stata preferita a quella dei rele' coassiali, perche' garantisce un maggior numero di operazioni, non da' problemi legati alla meccanica, ha una maggiore velocita' di commutazione, e' piu' ripetibile, e piu' indicata per la commutazione di piccole potenze.

## REALIZZAZIONE

Il circuito del multiplexer (Fig.3 ) e' stato realizzato interamente all'interno di un contenitore metallico, ed ogni singolo stadio e' schermato da quelli adiacenti.

Il segnale di ingresso di ogni canale e' caricato con una resistenza di 50 ohm, cosi' da non disadattare il circuito a monte nel caso in cui il canale corrispondente non venga selezionato. Il segnale arriva quindi ad un diodo PIN HP5082-3080 che effettua lo switch del canale. Il valore della corrente di conduzione di 13/14 mA, e' coerente con le specifiche della casa, ed e' utilizzabile per pilotare un led per il controllo visuale del canale attivo. Il circuito viene abilitato remotamente da calcolatore mediante un'apposita interfaccia che consente anche il corretto funzionamento del multiplexer. Nel circuito e' inserita una porta logica TTL 7407 con un pull-up di 4.7 kohm, che consente di mandare il canale in conduzione mettendo a massa il segnale di pilotaggio.

Le uscite dei sei stadi cosi' configurati sono collegate in parallelo all'ingresso di un buffer LH-0033 che ha una impedenza di ingresso sufficientemente elevata da non caricare il circuito a monte. L'impedenza di uscita del buffer (2 ohm) viene riportata a valori caratteristici di adattamento inserendo in serie una resistenza di 47 ohm.

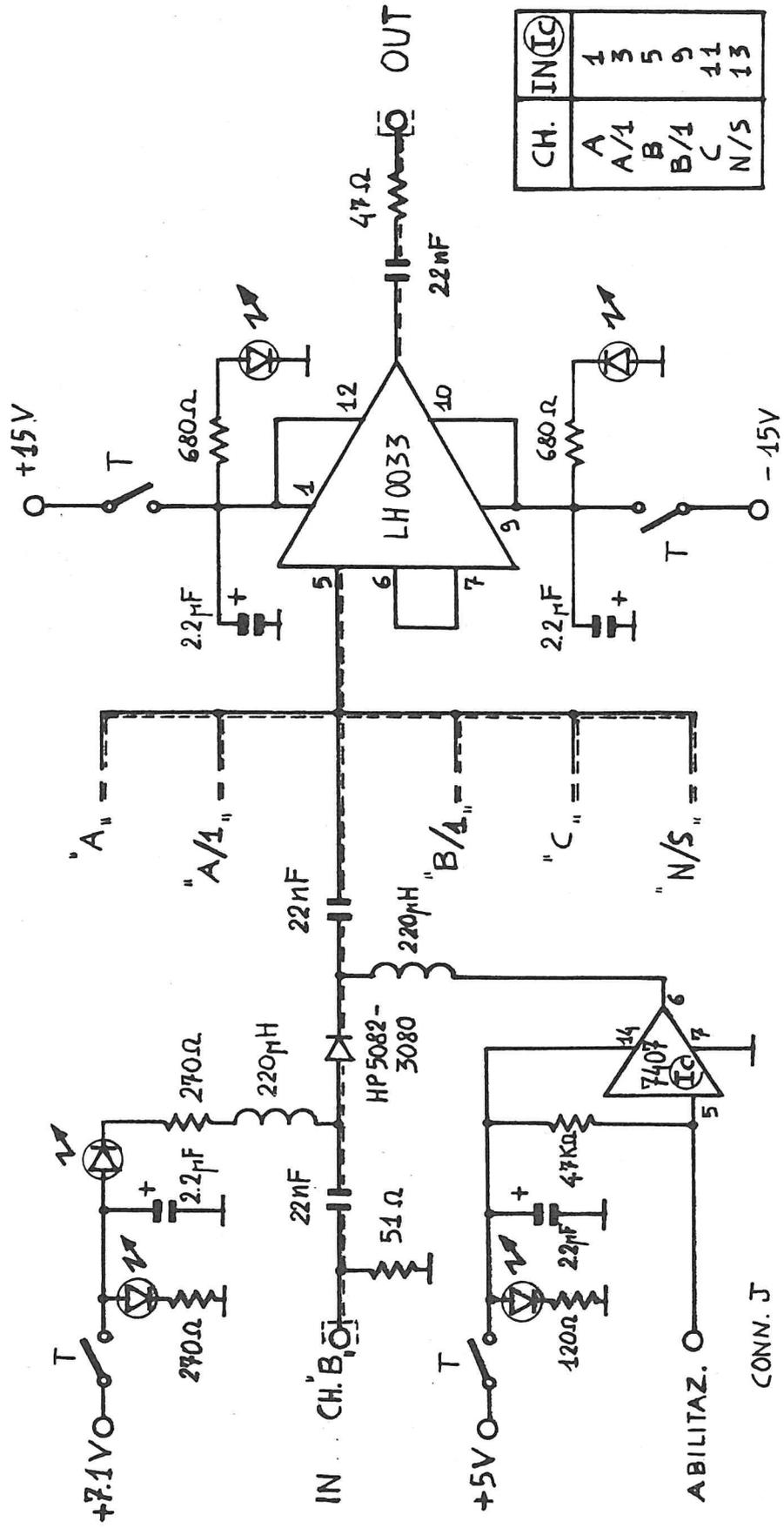
Il tutto e' sistemato in un contenitore rack 19" alto due unita' standard (Fig. 4). Le alimentazioni sono fornite esternamente da un apposito alimentatore multiplo. Si tratta di un alimentatore tampone a cui sono state apportate alcune modifiche. Esso fornisce:

+5 V	TTL
+7.1 V	switch
+15 V	buffer
-15 V	buffer

## SCHEMA ALIMENTAZIONI E CONNESSIONI

Nelle pagine seguenti sono allegati gli schemi e le liste relative alla piedinatura dei connettori di alimentazione e di abilitazione.

### 30 MHz MULTIPLEXER

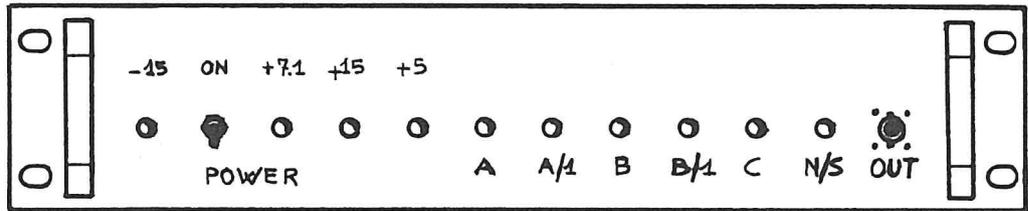


CH.	IN	IC
A	1	
A/4	3	
B	5	
B/4	9	
C	11	
N/S	13	

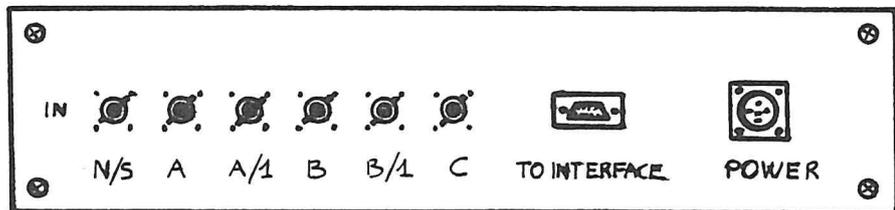
Fig. 3

CONN. J

# RACK 30 MHz MULTIPLEXER



VISTA ANTERIORE



VISTA POSTERIORE

Fig. 4

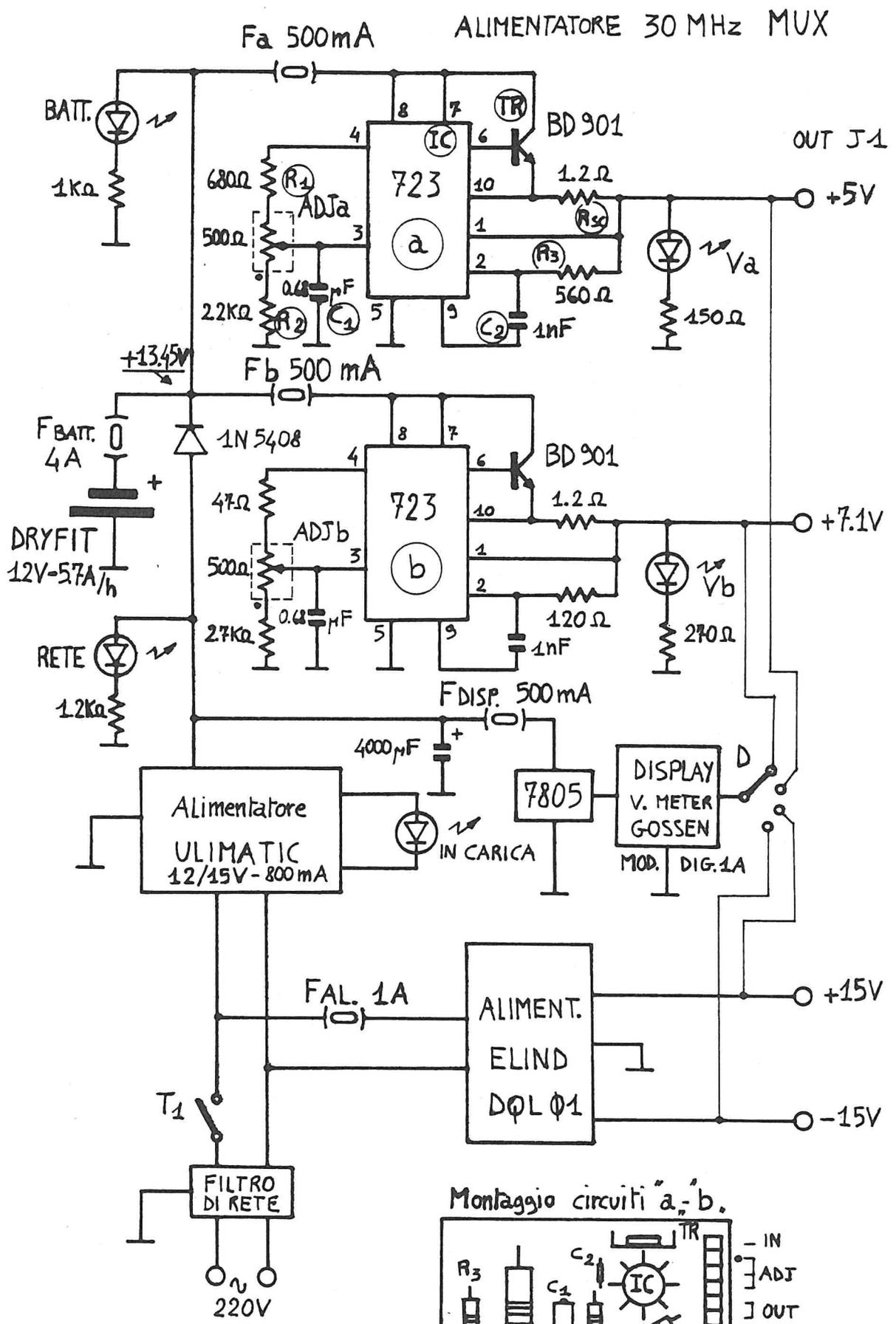


Fig. 5



## CARATTERISTICHE DEL MULTIPLEXER

Ovviamente le prove eseguite su questo multiplexer riguardano l'intorno della banda di media frequenza utilizzata nel radiotelescopio, ossia 30 MHz +/- 1 MHz. Tutte le prove sono state effettuate con ingressi ed uscite adattate.

La perdita di inserzione di un canale risulta essere di 7 dB, di cui solo 1 dB è reale, in quanto già per costruzione il circuito perde 6 dB.

La non linearità della banda di 2 MHz misura 0.1 dB.

Il disaccoppiamento tra un canale in conduzione ed uno non in conduzione misura circa 55 dB.

Il disaccoppiamento tra due canali non in conduzione risulta essere elevatissimo, non misurabile con la strumentazione a disposizione.

Il disaccoppiamento tra ingresso/uscita con nessun canale in conduzione risulta essere circa 40 dB.

L'adattamento di ingresso di un canale non selezionato misura 38 dB di Return Loss.

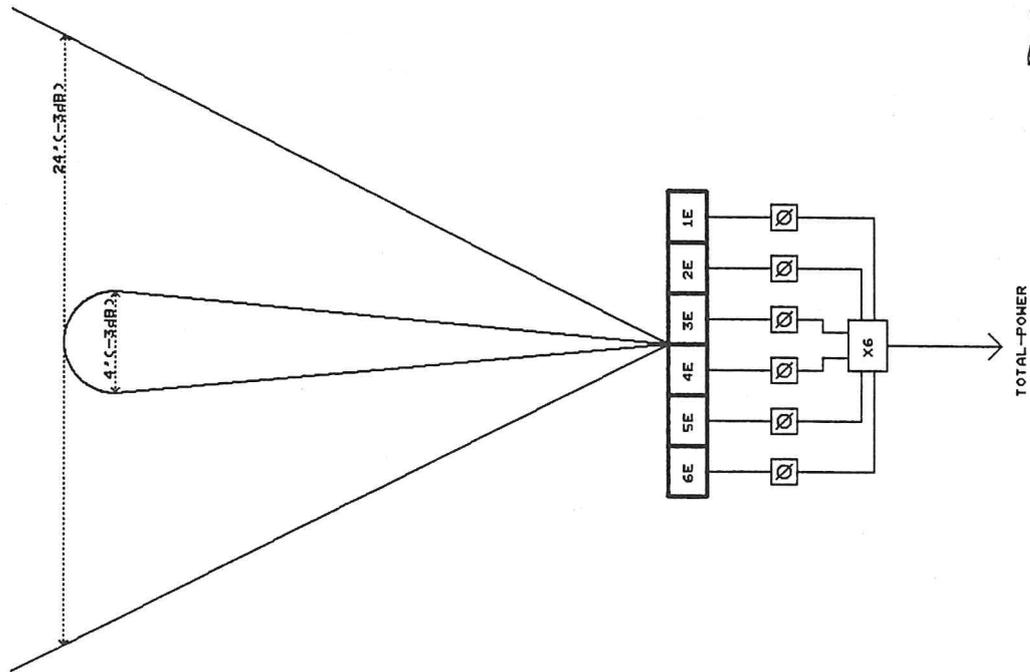
L'adattamento di ingresso di un canale selezionato misura circa 19 dB di Return Loss.

Il fatto di avere una perdita di inserzione alta nel nostro caso non crea problemi, in quanto si dispone di segnali di ingresso in eccedenza di livello; infatti l'uscita viene ulteriormente attenuata, anche per motivi di adattamento.

## **SVILUPPI ULTERIORI**

Il sistema, dopo un certo periodo di buon funzionamento, e` stato sostituito dal sistema tracking descritto qui di seguito.

Come naturale evoluzione del multiplexer appena descritto, si e` realizzato un sistema di tracking "continuo" che sfrutta come rotatori di fase i vecchi inseguitori di frangia della Croce. Il sistema cosi` realizzato e` rappresentato in Fig 6. La formazione del fascio avviene impostando le dovute fasi negli sfasatori in questione tramite una apposita routines inserita nei programmi di osservazione. Il range di tracking e` comunque limitato al fascio di un canale singolo E/W e cioe` circa 24 primi



TOTAL-POWER

FIG. 6

## REALIZZAZIONE .

Il blocco principale per la realizzazione di questo progetto e` costituito dagli sfasatori a 30 MHz a cui viene richiesta una notevole velocita` di commutazione, garantita solo da switches RF allo stato solido. Ne sono necessari uno per ogni canale E/W, (anche se in realta` 5 sarebbero sufficienti) quindi occorrono 6 sfasatori gestibili remotamente da calcolatore, con una risoluzione in fase di almeno 1/64 di angolo giro.

Come detto in precedenza, per tali sfasatori si sono utilizzati i rotatori di frangia usati per il rallentamento della frangia di interferenza in una precedente configurazione strumentale della Croce.

Lo schema complessivo della realizzazione e` rappresentato in Fig.7. Il segnale di ogni canale e` prelevato dal relativo distributore I.F. a banda larga.e viene portato al rotatore di fase, per essere successivamente sommato agli altri. Tutti i cavi coassiali impiegati per le connessioni di cui sopra, sono stati accuratamente calibrati. Mediante opportune calibrazioni astronomiche (programma Widecal) si risale al valore di fase residuo di ogni canale, valore relativo alla formazione del fascio sul meridiano. Tramite il rotatore di fase e` cosi` possibile impostare istante per istante le fasi opportune per la realizzazione del puntamento elettrico richiesto del fascio E/W.

All' uscita del rotatore si e` inserito un divisore X3 per potere prelevare segnali di controllo. Con la opportuna fase, i 6 segnali relativi ai 6 canali E/W vengono poi sommati. Il segnale cosi` ottenuto viene amplificato, per sopperire alle varie perdite, e reso disponibile mediante un divisore x3.

Per il comando della decodifica a bordo di ogni rotatore, si sono utilizzate due porte del CIO-Port Extenderdel sistema PULSAR.:

- W6 per l'indirizzamento dei rotatori (A0.....A2)
- W7 per il dati relativi alle fasi impostate (D0.....D5) come schematizzato in Fig.8 ove e` presente anche una tabella identificativa dei rotatori rispetto gli indirizzi.

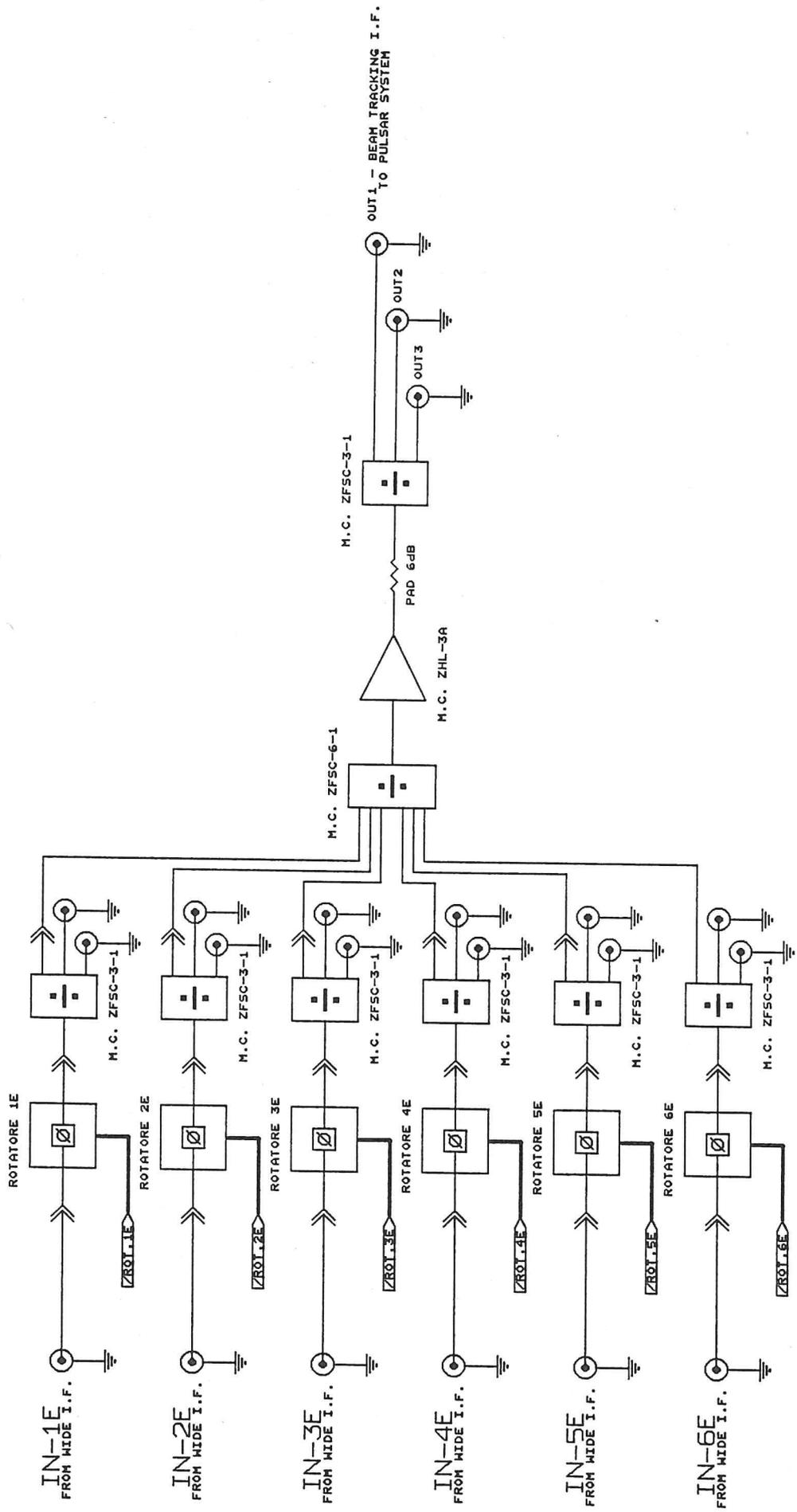


FIG. 7

ADDRESS, AD. A2	ROTATORE DI FASE
0	4 E
1	2 E
2	6 E
3	1 E
4	5 E
5	3 E

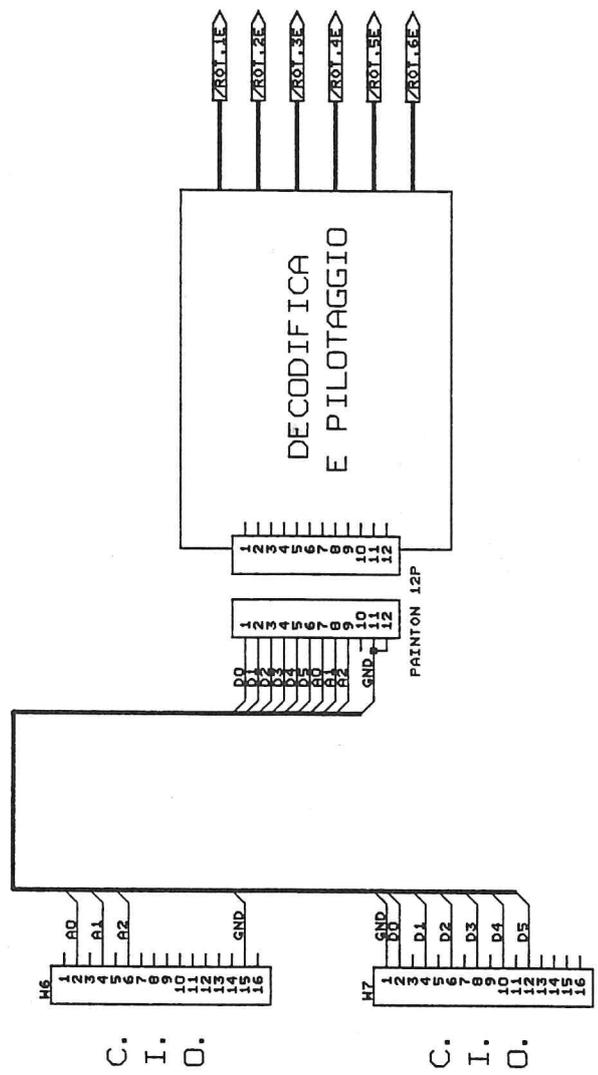


FIG 8

## **ACCORGIMENTI**

Per potere utilizzare nel modo migliore i suddetti rotatori di fase, si sono rese necessarie alcune tarature di fase e di ampiezza, questo per minimizzare i salti di livello nel passaggio da una configurazione di fase ad un'altra. Sono tuttavia rimaste alcune minime differenze non compensabili in questo specifico e datato sfasatore. La progettazione di sfasatori con switches allo stato solido e step di fase in tecnologia Strip-Line, sarà presa in considerazione quanto prima.

## **BIBLIOGRAFIA**

"ALTA FREQUENZA" - Il nuovo sistema di acquisizione dei dati operante al radiotelescopio CROCE del NORD - (Ficarra, Lari, Magaroli, Minarelli, Perugini, Rizzi, Bentivogli, Colla, Gallerani, Gandolfi, Micheloni, Tomassetti)