

Un Sampler Complesso ad 1-bit

G. Tuccari, L. Nicotra, G. Nicotra

Rapporto Tecnico 250/97

RAPPORTO INTERNO

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

ISTITUTO DI RADIOASTRONOMIA

Via P. Gobetti, 101 - 40129 BOLOGNA (Italy)

1. Introduzione

E' in corso di sviluppo un polarimetro digitale per la stazione radioastronomica di Noto. Con tale strumento sara` possibile determinare i parametri di Stokes in osservazioni di radiosorgenti polarizzate ed inoltre sara` utilizzabile in numerose attivita` di carattere tecnologico, quali la determinazione della polarizzazione strumentale dei ricevitori, la determinazione del grado di coerenza nelle diverse sezioni della catena di acquisizione.

Lo strumento utilizza come sezione analogica il terminale di acquisizione VLBA e utilizza porzioni di banda ampie 8 MHz, cosi` come fornite dalle uscite dei videoconverter in Upper Side Band o Lower Side Band. Coppie di tali bande provenienti dalle polarizzazione circolari opposte dei ricevitori, opportunamente calibrate, consentono la determinazione delle caratteristiche polarimetriche dei segnali ricevuti.

L'intero sistema di acquisizione VLBI, dall'antenna al dato campionato, e` tale da mantenere la coerenza di fase al suo interno in ogni sezione, per ragioni tipicamente VLBI. Tale coerenza e` mantenuta in assoluto oltre che relativamente al sistema locale, con la migliore stabilita` possibile per consentire il funzionamento di un interferometro ad elementi non connessi. Percorsi diversi, polarizzatori diversi, elettronica diversa determinano sfasamenti diversi nelle porzioni di banda che costituiscono le componenti di polarizzazione circolare sinistra e destra. Anche a parita` di segnale entrante nel sistema, perfettamente allineato in fase, l'uscita di due canali presenta uno sfasamento diverso. La determinazione di tale sfasamento strumentale e` pertanto parte della calibrazione dello strumento e richiede di lavorare con un sistema operante nel dominio complesso. Inoltre l'informazione stessa da estrarre e` di natura complessa in quanto le fasi di arrivo delle due componenti di polarizzazione caratterizzano la natura stessa della polarizzazione.

Il polarimetro e` di tipo digitale, e utilizza due schede di correlazione descritte in altro documento in preparazione.

Il sistema che si colloca tra la sezione analogica del terminale VLBA e la sezione prettamente digitale del polarimetro stesso deve presentare le caratteristiche di campionare il segnale e produrre di questo la versione a due componenti in quadratura di fase. Pertanto per ogni coppia di canali a doppia polarizzazione da analizzare, dovra` essere realizzata la correlazione nelle sue componenti coseno e seno.

Per svolgere questo compito è stato sviluppato un apposito sampler che adatta le uscite frontali dei base band converter del terminale VLBA alle schede di correlazione complessa del polarimetro. Questi segnali si presentano con livello 10 dB inferiore rispetto alle uscite per i sampler del terminale, e per tale ragione congiuntamente al metodo di ottenere i segnali sfasati di 90 gradi, che attenua significativamente i segnali, sono utilizzati amplificatori di livello in testa agli squadratori e campionatori.

2. Descrizione Circuitale

Lo schema a blocchi di figura 1 riassume le funzioni svolte dal circuito di campionamento. La sezione coseno è instradata direttamente al campionatore che fornisce su livelli ECL il segnale campionato a 1 bit, mentre la sezione seno per operare correttamente ha bisogno di segnali di livello superiore, poiché per operare riduce l'ampiezza in modo rilevante. Quindi è inserito un amplificatore che porta all'ingresso del campionatore i livelli necessari per potere il sampler operare correttamente. La sezione finale riporta i livelli ECL forniti dai sampler a livelli TTL, ovvero quelli utilizzati dalle schede di correlazione.

La fig. 2 riporta lo schema di una sezione del sampler complesso. La parte coseno campiona direttamente il segnale proveniente dall'esterno con il AD96685/87BQ. Questo è in grado di fornire la versione ECL differenziale a 1-bit di segnali che superano una soglia di offset di circa 20 mV. E può pertanto essere utilizzato direttamente.

Nella sezione seno il segnale viene sfasato di 90 gradi dal circuito RC. Il comportamento del filtro passa-alto è infatti tale per cui la regione in cui l'attenuazione è molto rilevante, è anche la regione in cui i segnali sono sfasati di 90 gradi. Ciò potrebbe risultare deleterio nel caso in cui l'ampiezza fosse importante, ma nel nostro caso, ciò da rispettare è che tale ampiezza superi la soglia di lavoro dei campionatori. Infatti l'informazione su questa verrebbe comunque persa, mantenendosi quella relativa al segno. Il risultato è tale per cui, a detrimento di una zona iniziale di banda, si ottiene una rilevante percentuale di banda sfasata di 90 gradi, operando con un filtro la cui frequenza di taglio risulti ben superiore al massimo segnale su cui si opera. Il metodo è inusuale, ma in un caso come questo, utile. La figura 2 riporta lo schema della sezione che produce la versione ad 1-bit delle due componenti in quadratura del segnale.

La grande attenuazione apportata dal filtro necessita di essere in parte compensata per minimizzare la porzione bassa di banda che non verrà utilizzata dai sampler. Infatti è proprio a frequenza più bassa che si ha la maggiore attenuazione. Per tale funzione un amplificatore è inserito in testa.

La figura 3 riporta lo schema elettrico dei campionatori riferito ad una scheda. Tale scheda comprende 6 campionatori complessi e di tali schede nel polarimetro ne sono presenti due. Le sei sezioni sono identiche e ne descriviamo una. Il segnale proveniente dai Base-Band-Converters è prelevato dalle uscite Upper-Side-Band e Lower-Side-Band dei pannelli frontali; la potenza è pari a -10dBm, ovvero $V_{eff}=70mV$. Il primo stadio della sezione amplificatrice guadagna nella banda di interesse circa 15 in tensione e fornisce pertanto un segnale $V_{eff}=1V$ su circa 100ohm. L'amplificatore usato è Harris HA5023. Il segnale viene inviato alla sezione coseno per il campionamento e ad un ulteriore stadio di amplificazione di guadagno 5. Il filtro presente

SCHEDA #3						
	J1	J2	J3	J5	J6	J7
BBC#	9	A	B	C	E	F
SSB	U	U	U	U	U	U
	OUT1-2	OUT3-4	OUT5-6	OUT7-8	OUT9-A	OUTB-C
Cos/Sin	C	C	C	C	C	C

SCHEDA #4						
	J1	J2	J3	J5	J6	J7
BBC#	9	A	B	C	E	F
SSB	L	L	L	L	L	L
	OUT1-2	OUT3-4	OUT5-6	OUT7-8	OUT9-A	OUTB-C
Cos/Sin	C	C	C	C	C	C

La Fig. 4 mostra l'andamento teorico dello sfasatore a 90 gradi. Nella parte superiore e' rappresentata la fase, la porzione inferiore riporta l'attenuazione tra ingresso e uscita, entrambi i dati in funzione della frequenza del segnale in ingresso. Lo sfasamento previsto in uscita nel range fino a 8 MHz prevede una variazione da 90 a 82 gradi circa. Nei prototipi da noi provati e misurati, lo sfasamento reale tra le sezioni coseno e seno presenta anche una componente di ritardo di gruppo che sommata al reale sfasamento fornisce uno sfasamento totale in funzione della frequenza che si estende da 93 a 85 gradi circa. Tale range puo` essere ottimizzato con la scelta della capacita` C della sezione seno.

La Fig. 5 riporta le stesse caratteristiche di sfasamento e attenuazione della sezione coseno.

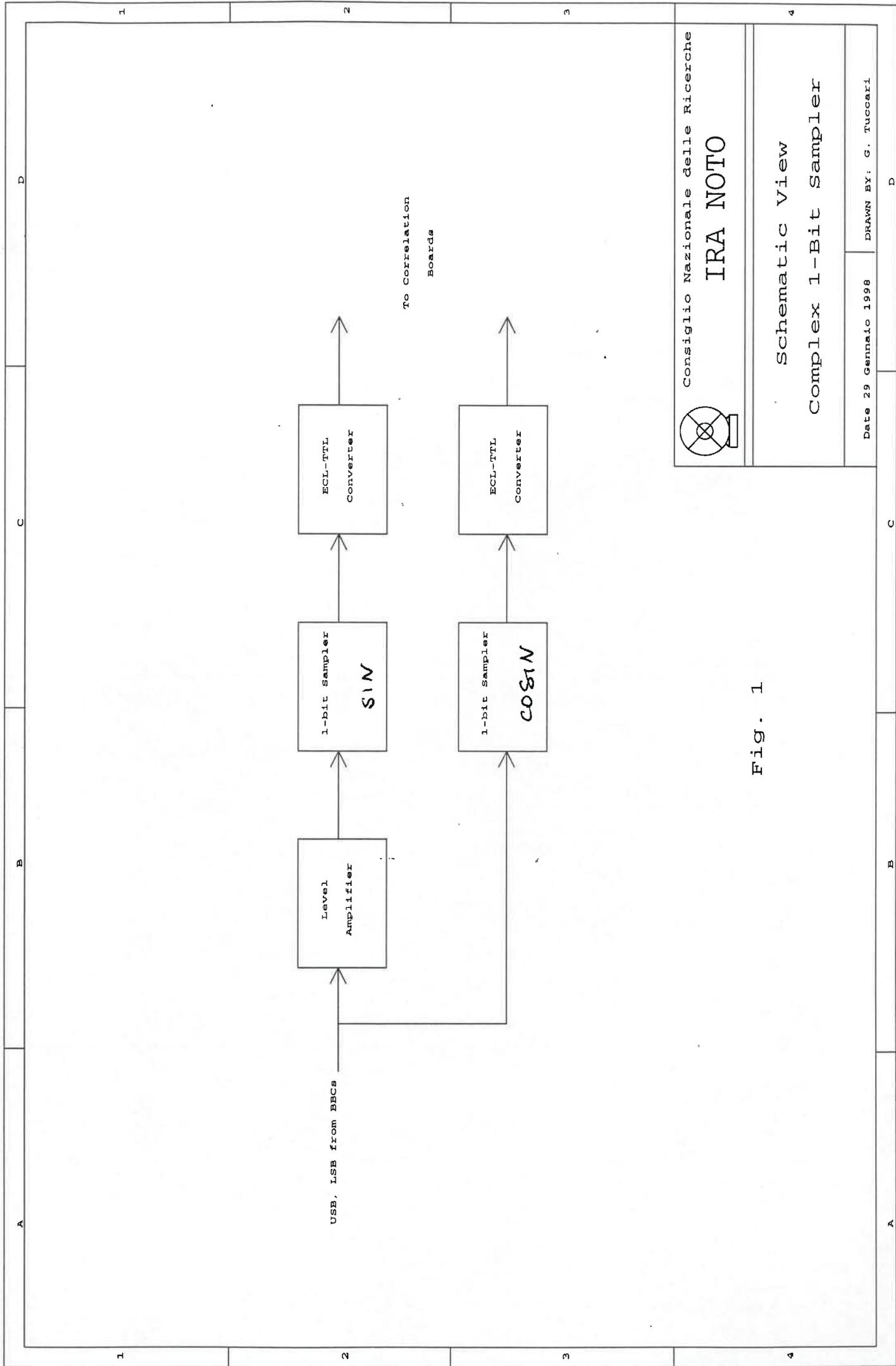


Fig. 1



Consiglio Nazionale delle Ricerche

IRA NOTO

Schematic View
Complex 1-Bit Sampler

Date 29 Gennaio 1998

DRAWN BY: G. Tuccari

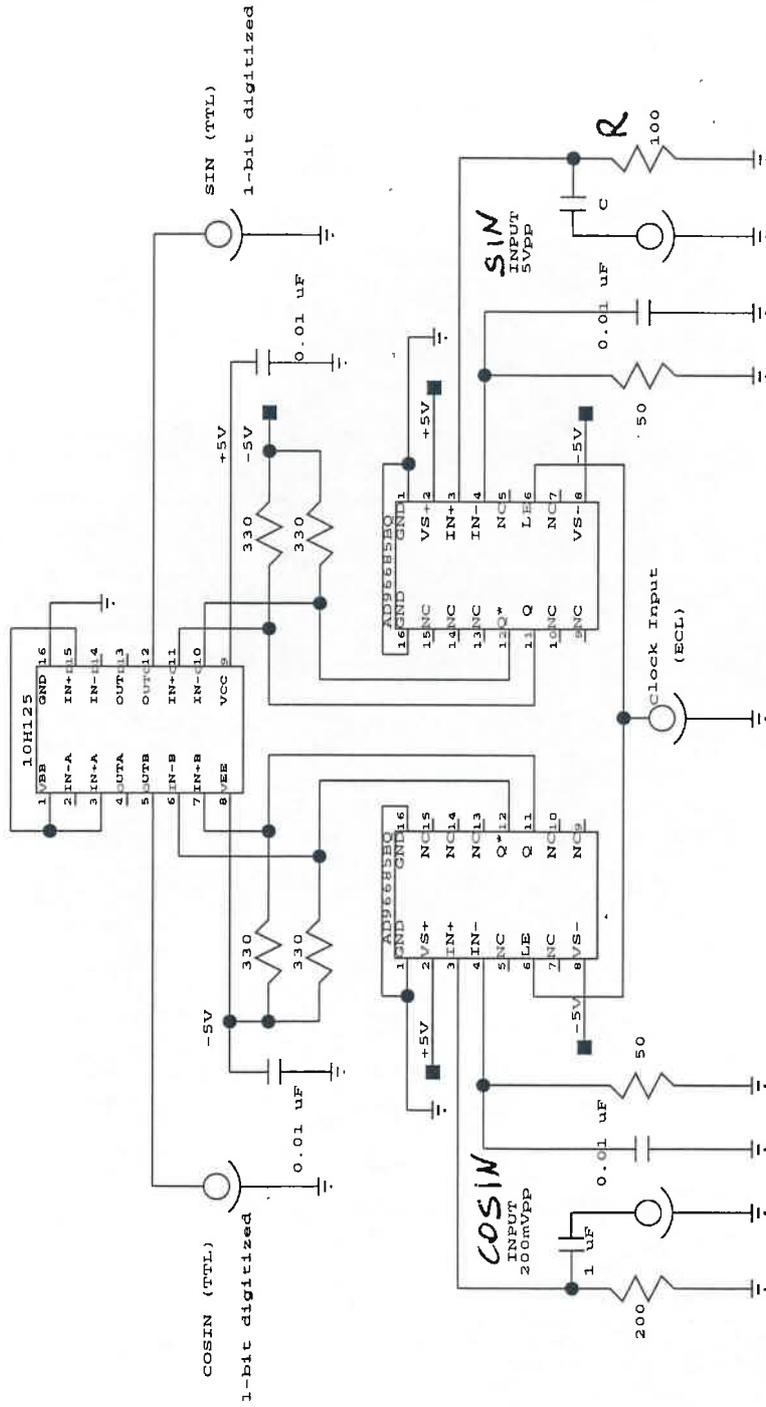
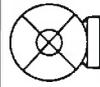


Fig. 2



Consiglio Nazionale delle Ricerche

IRA NOTO

1-Bit Complex
Sampler - Digitizer

Date: November 30, 1997

DRAWN BY: G. Tuccari

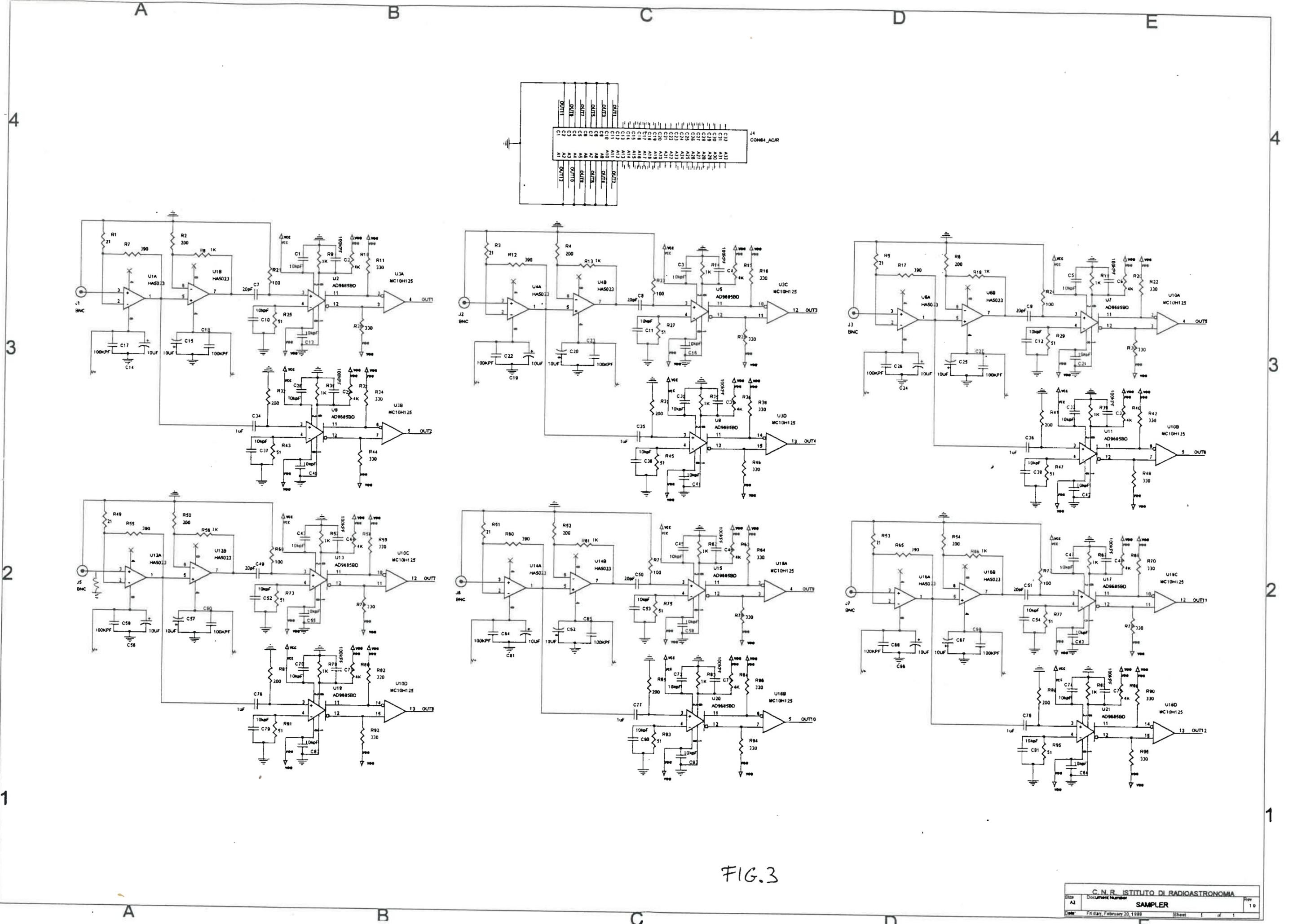


FIG.3

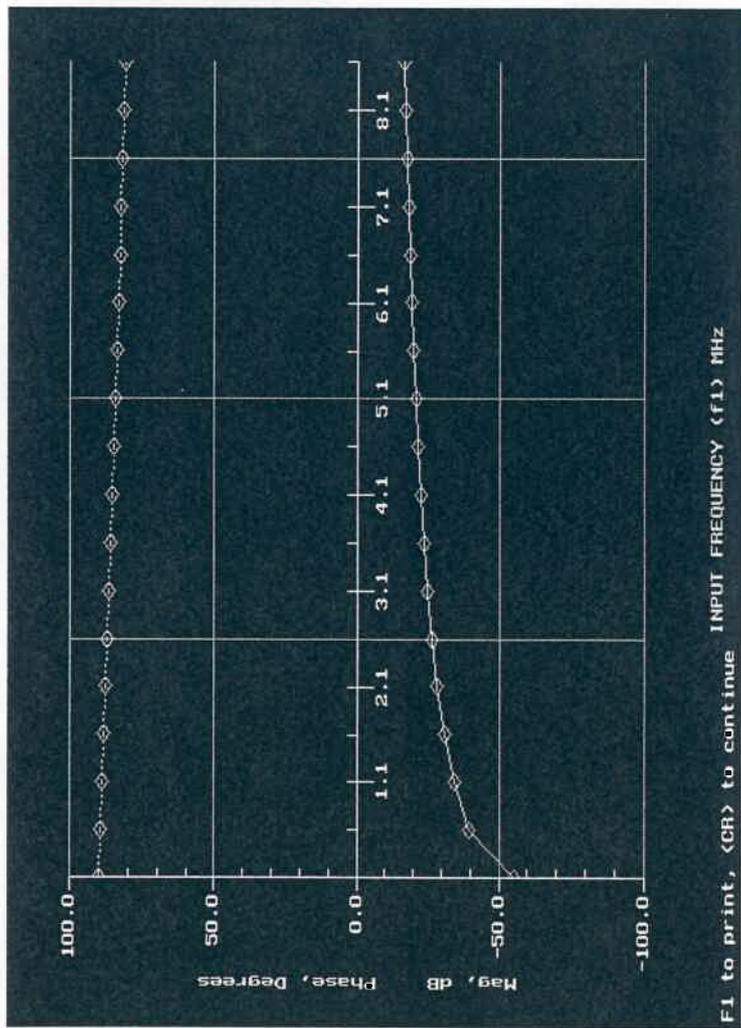


FIG. 4

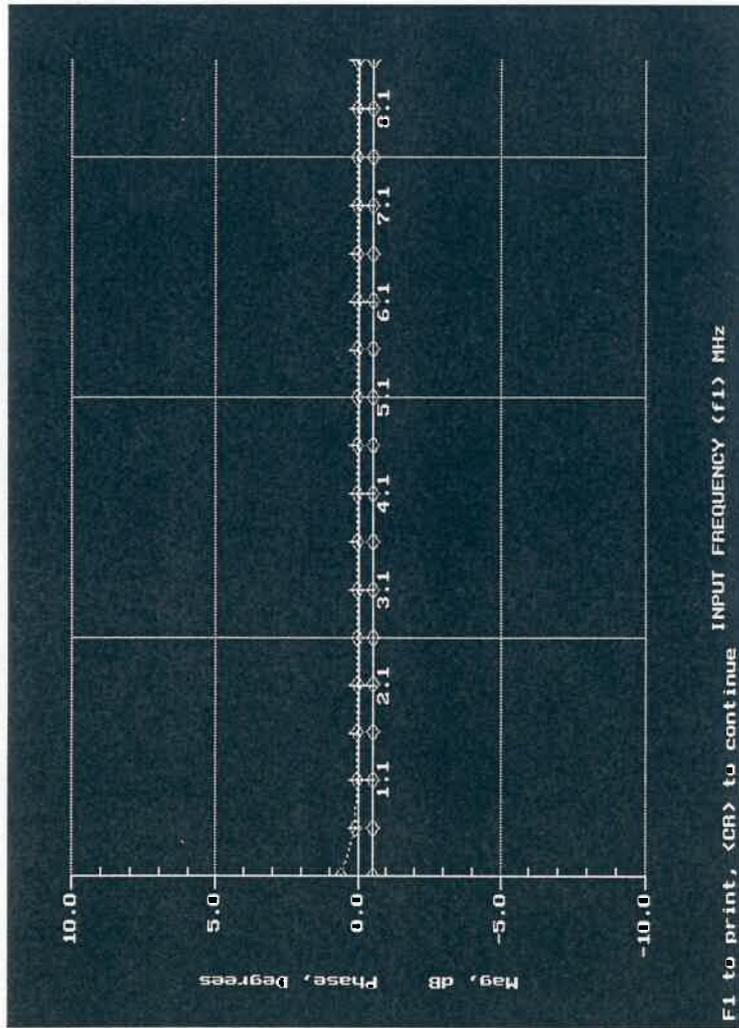


FIG. 5