

**UN DISTRIBUTORE DI 1 PPS E 5 MHZ  
PER LA STAZIONE DI NOTO**

G. Casa G. Nicotra G. Tuccari

Rapporto Tecnico IRA n. 222/96

## INDICE

- Introduzione
- Descrizione schemi elettrici
- Alimentazioni
- Realizzazione pratica
- Elenco componenti
- Taratura e caratteristiche
- Descrizione componenti
- Bibliografia

## INTRODUZIONE

La stazione radioastronomica di Noto attualmente dispone di due distributori di segnali (1PPS e 5 MHz) in grado di servire cinque utenze ognuno (terminali Mark II, Mark III, VLBA, videoconverter, ecc.). Tale numero risulta limitato per il cresciuto numero di strumentazione che richiede i riferimenti di frequenza e tempo. Si è così pensato di realizzare dei nuovi distributori di segnali ad 8 uscite (sia per 1PPS che per la 5 MHz), che ripetessero o migliorassero le caratteristiche tecniche dei precedenti. E' stato quindi eseguito uno studio di progetto per tale strumento, una ricerca di mercato per i componenti da utilizzare ed infine la realizzazione dell'apparato.

I segnali 1PPS e 5 MHz sono segnali particolarmente importanti per il corretto funzionamento della stazione; il primo consiste in un segnale logico impulsivo di breve durata (circa 80 nanosecondi) che viene ripetuto ogni secondo. Tale impulso costituisce un riferimento temporale utilizzato per la sincronizzazione delle apparecchiature in quanto è legato, con un ritardo noto, al Universal Time (UT) e viene generato a partire da un riferimento di frequenza prodotto da un orologio atomico (Maser a idrogeno).

Il segnale di 5 MHz consiste in un'onda sinusoidale di tale frequenza ottenuto anch'esso dal Maser a idrogeno. Tale riferimento di frequenza, tramite anelli ad aggancio di fase (PPL, phase locked loop), viene utilizzato per generare una serie di segnali a frequenza diversa legati in fase a questo e utilizzati in diversi punti della catena di acquisizione VLBI o per scopi di laboratorio.

## DESCRIZIONE SCHEMI ELETTRICI

Lo schema rappresentato in figura 1, prende il nome di "5 MHz Distributor". Lo schema è di facile lettura. Il segnale d'ingresso è costituito da un segnale a frequenza costante proveniente dal Maser\_H; questo segnale viene preamplificato da un primo stadio costituito dall'integrato U1 (il MAV11 è un amplificatore invertente a larga banda contenente due transistor in configurazione darlington), filtrato da appositi filtri (passo basso con frequenza di taglio 5 MHz) posti all'esterno del circuito stampato e giunge all'ingresso di uno splitter, ove viene ripartito in 8 parti uguali. Quindi nuovamente amplificato e filtrato produce 8 uscite indipendenti.

Il MAV11 per un corretto funzionamento deve essere opportunamente polarizzato in quanto comprende una rete di resistenze in modo da stabilizzare il punto di funzionamento dei transistor. La stabilizzazione per variazioni di temperatura necessita di una resistenza esterna (resistenza di collettore) che funge da limitatrice di corrente e da polarizzazione alla rete interna. Per il calcolo di tale resistenza si è utilizzata la seguente relazione:

$$R_c = (V_{cc} - V_d) / I_d$$

dove  $V_{cc}$  = è la tensione di alimentazione,

$V_d$  = è la tensione di lavoro dell'integrato (circa 5.5 V),

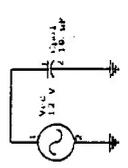
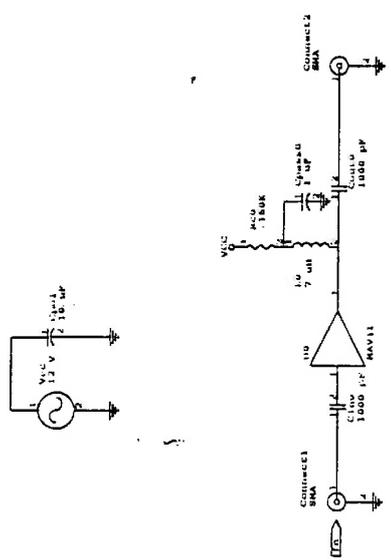
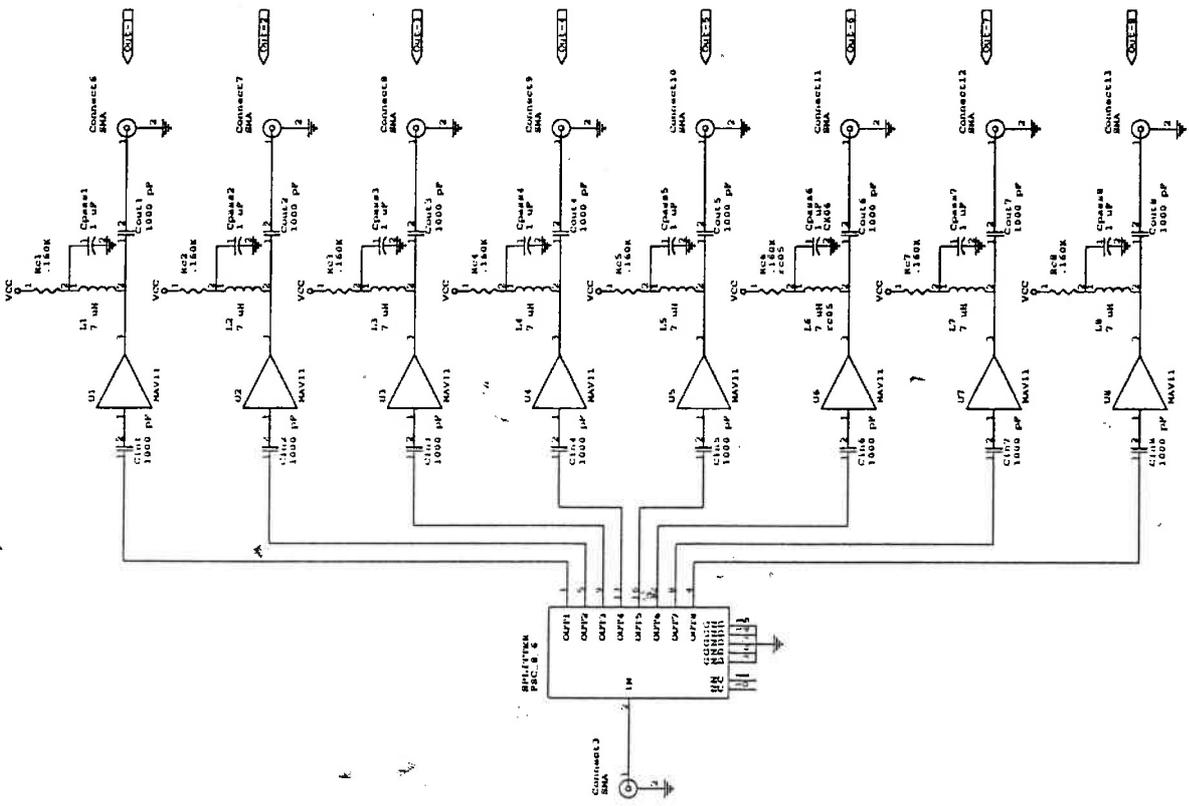
$I_d$  = è la corrente circolante nell'integrato,

Fissata la corrente  $I_d$  pari a 40 mA (il dispositivo fornisce fino a 60 mA) e la tensione di alimentazione  $V_{cc}$  (la tensione di alimentazione è fornita da una batteria tampone al piombo) si calcola il valore della resistenza di collettore  $R_c$ .

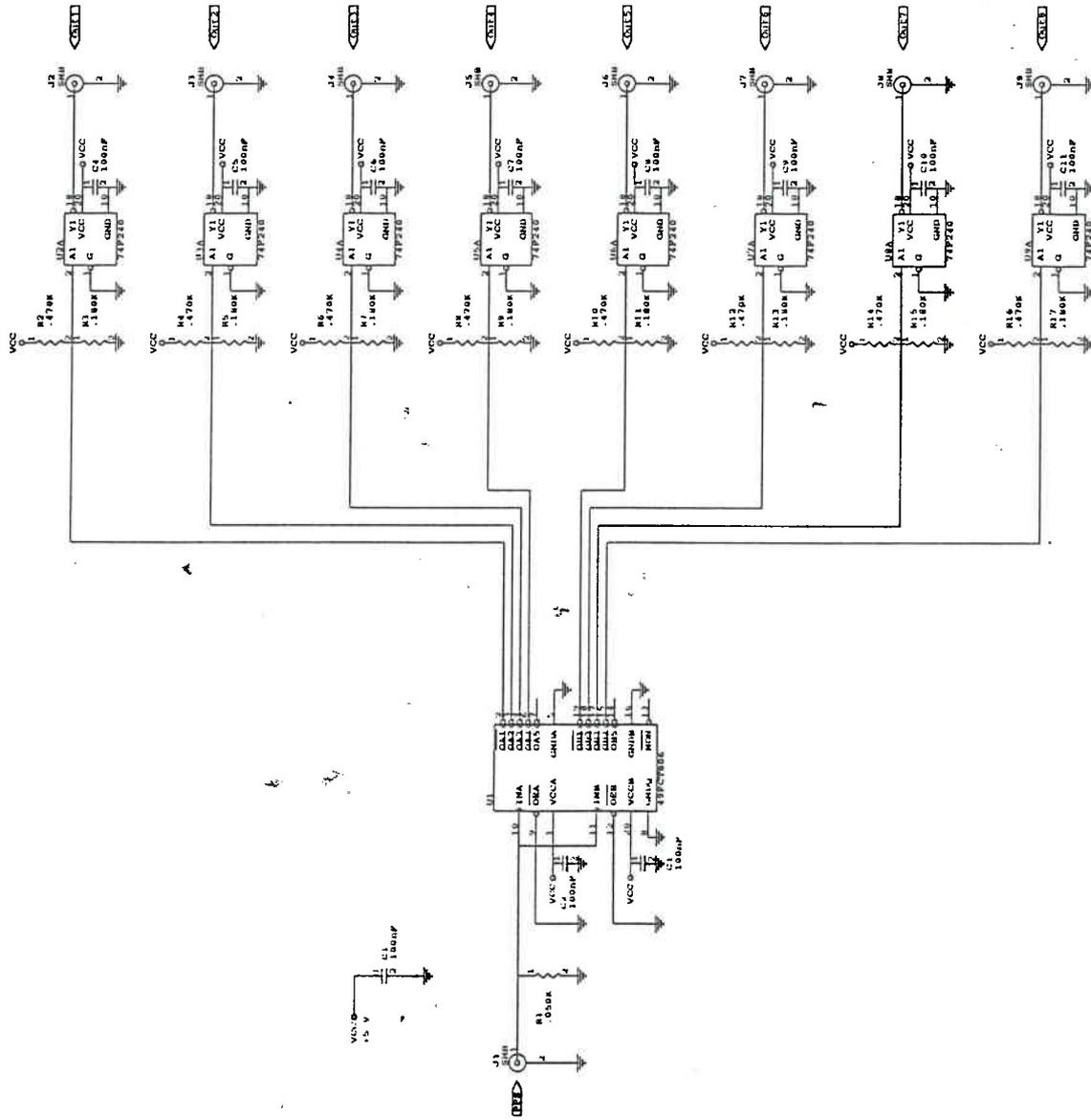
$$R_c = (13.8 - 5.5) \text{ Volt} / 0.040 \text{ Ampere} = 207.5 \Omega$$

Approssimando al più vicino valore commerciale  $R_c = 220 \Omega$ , si ottiene quindi una corrente pari circa 37 mA e una potenza dissipata dalla resistenza pari a 313 mW. Ogni blocco di amplificazione è opportunamente polarizzato e vi sono presenti dei condensatori di blocco utilizzati per isolare gli ingressi e le uscite dalla corrente continua della rete di polarizzazione. Vi è un'induttanza connessa

in serie tra la resistenza  $R_c$  e l'uscita dell'amplificatore, utilizzata per isolare il segnale a 5 MHz dall'alimentazione. Il condensatore posto tra induttanza dal lato  $R_c$  e massa e' inserito per aumentare l'isolamento tra RF e alimentazione.



Nella figura 2 è riportato lo schema del "1 PPS Distributor". Da un connettore tipo BNC entra il segnale di ingresso caricato su  $50 \Omega$  che giunge al "BUFFER CLOCK/DRIVER". Questo integrato è un invertente clock/driver invertente, costituito da due parti simmetriche, con doppia alimentazione e due ingressi con 5 uscite per ogni stadio. Nell'applicazione in questione gli ingressi e le alimentazioni sono comuni mentre sono utilizzate solamente otto delle dieci uscite disponibili. Le otto uscite pilotano otto differenti "line drivers". La rete costituita da due resistenze poste in ingresso dei "line-drivers" costituisce un carico di adattamento. Sono stati utilizzati integrati TTL della serie Fast (74F240) per rendere quanto più rapidi possibile i tempi di commutazione. Anche il clock/driver (49FCT806) ha caratteristiche di risposta in frequenza simile alla serie Fast.

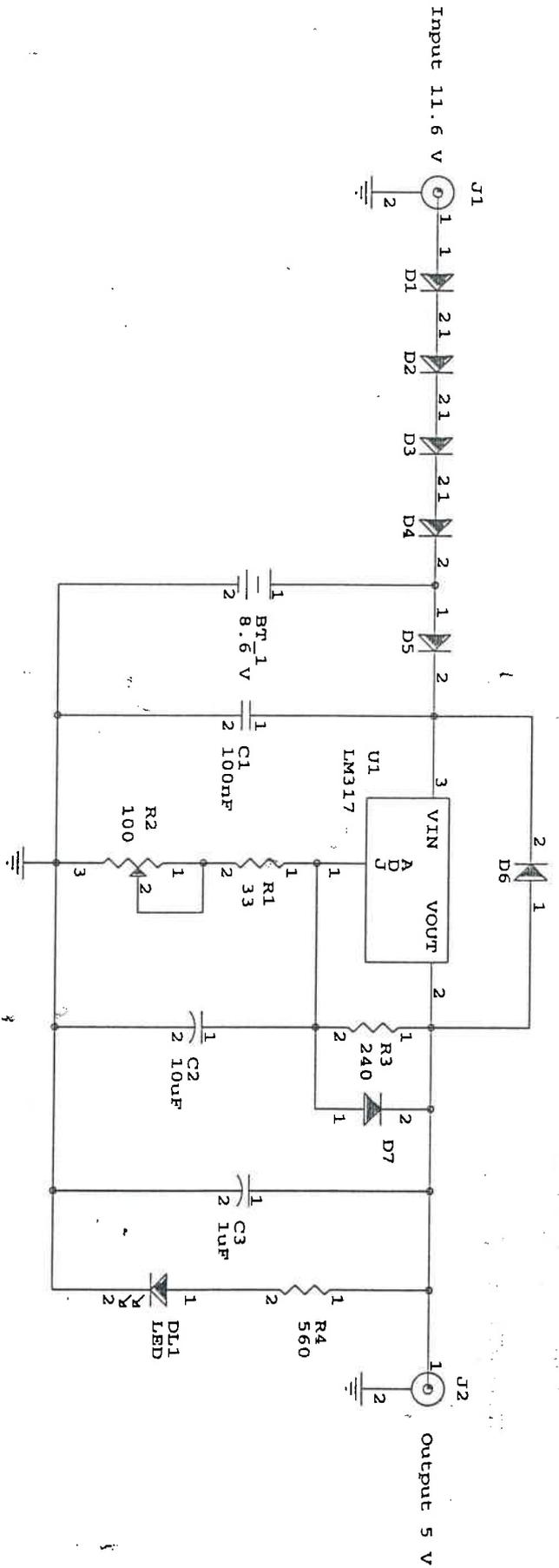


## ALIMENTAZIONI

Per ovviare al problema della mancanza di energia elettrica della rete i due distributori di segnale verranno alimentati da batterie tampone. Per tenere sempre sotto carica le batterie sono stati utilizzati due alimentatori stabilizzati (con protezione in corrente e in temperatura) con tensione di 15 e 12 volt prodotti della ditta ELIND.

L'alimentatore da 15 volt tiene sotto carica la batteria tampone del "5 MHz Distributor". Viene inserito un diodo in serie tra l'alimentatore e la batteria, in modo da abbassare la tensione ai capi di quest'ultima di circa 0.6 volt e da impedire circolazione di corrente nel caso in cui l'alimentatore non fornisca più tensione. La tensione di uscita della batteria è quindi circa 13.8 volt, essendo composta da 6 elementi al piombo (2.2 volt per ogni elemento quando è carica).

Per alimentare il "1PPS Distributor" è stato realizzato un piccolo alimentatore, utilizzando l'integrato stabilizzatore LM317. Lo schema elettrico è in figura 3. La tensione di ingresso di 12 volt è fornita dall'alimentatore stabilizzato della ELIND. Attraverso tre diodi e una resistenza limitatrice di corrente, vengono tenute sotto carica le due batterie al piombo. Quando manca la tensione di rete le batterie alimentano lo stabilizzatore per mezzo del diodo D5 che è in conduzione. In uscita c'è sempre la tensione stabilizzata di 5 volt, occorrente per alimentare il circuito. Ai capi della resistenza R5 è stato inserito un led con un resistenza per evidenziare l'andamento della carica della batteria.



NOTE :

D1 ..D7 = 1N4007

C.N.R. Istituto di Radioastronomia	
Stazione di Noto (SR)	
Size Document Number	REV
A4	1
Date: May 27, 1996	Sheet 1 of 1

## REALIZZAZIONE PRATICA

Tutti i circuiti stampati sono stati realizzati nel laboratorio c.s. della stazione radioastronomica di Noto con la tecnica della fotoincisione.

I master sono stati realizzati con l'apporto di un PC mediante l'utilizzo del software Orcad/SDT per la realizzazione degli schemi elettrici, e del software Orcad/PCB per la realizzazione dei master. Quest'ultimi sono stati stampati con una stampante laser su carta lucida.

Per quanto riguarda il "5 MHz Distributor" sono stati studiati particolari accorgimenti per migliorare le caratteristiche tecniche in termini di adattamento dell'impedenza.

Sono stati utilizzati i principi per la progettazione di circuiti ad alta frequenza, con l'utilizzo di piani di massa tra le due facce e di linee adattate a  $50 \Omega$ . In particolare se lo spessore della linea, la larghezza e la distanza tra il piano di massa sono opportunamente dimensionati, la linea puo` avere un'impedenza controllata in un intervallo del 5%.

Per la realizzazione del "1PPS Distributor" e` stata utilizzata la tecnica di montaggio superficiale (SMD), in quanto il circuito in questione deve avere un rapido fronte di salita (circa 10 nanosecondi, corrispondenti a un picco di frequenza di circa 100 MHz).

Anche questo c.s. e` stato realizzato con doppia faccia, con due piani di massa. La distanza tra le linee e il piano di massa e` stata fissata a 0.7 mm come la larghezza delle piste. Le linee di alimentazione sono poste sul lato saldature. Gli integrati utilizzati (modello DIP) sono stati adattati al montaggio superficiale, mentre gli altri componenti sono del tipo SMD ad esclusione dei connettori. Per collegare l'ingresso e le uscite sono stati utilizzati connettori tipo SMB da c.s., cavetti coassiali con connettori SMB e sul pannello posteriore connettori da pannello tipo SMB/BNC.

## TARATURA E CARATTERISTICHE

Terminato il montaggio sono stati effettuati dei test per controllare il funzionamento e le caratteristiche delle apparecchiature realizzate. Per i test sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

- 1) Oscilloscopio digitale, Le Croy 9450
- 2) Analizzatore di spettro, HP 8569 B
- 3) Generatore di funzioni, HP 3314 A
- 4) Tester, Fluke 79 Series II

### 5MHz distributor: valori forniti dalle uscite.

Ponendo in ingresso del "5 MHz Distributor" un segnale test di 5 MHz abbiamo effettuato le misure sui segnali forniti dalle singole uscite. In segnale test utilizzato è stato prelevato dal generatore di funzioni.

La prova è stata ripetuta utilizzando come segnale di ingresso un'uscita dell'attuale distributore di 5 Mhz. Le caratteristiche di entrambi i segnali di ingresso sono riportati in tabella 1.

I risultati sono confrontabili e visibili in tabella 2.

FUNCTION GENERATOR			5MHz STATION SYNC		
Fond. 5MHz	2arm. 10MHz	3arm. 15MHz	Fond. 5MHz	2arm. 10MHz	3arm. 15MHz
13dBm	-20dBm	-24dBm	13dBm	-29dBm	-34dBm

Tab.1 Caratteristiche dei segnali di ingresso

Uscita	FUNCTION GENERATOR				5MHz STATION SYNC			
	Livello (Vpp)	dBm 5MHz	dBm 10MHz	dBm 15MHz	Livello (Vpp)	dBm 5MHz	dBm 10MHz	dBm 15MHz
V1	3.34	14	-28	-48	3.38	13	-29	-48
V2	3.33	14	-29	-48	3.37	13	-29	-48
V3	3.35	14	-28	-48	3.37	13	-29	-48
V4	3.26	14	-28	-48	3.30	13	-30	-48
V5	3.34	14	-28	-48	3.30	13	-30	-48
V6	3.25	14	-28	-48	3.28	13	-30	-48
V7	3.26	14	-28	-48	3.30	13	-29	-48
V8	3.22	14	-28	-48	3.26	13	-30	-50

Tab.2 Caratteristiche dei segnali di uscita

### 5 MHz distributor - isolamento Out-In

L'isolamento di un dispositivo e' definito come il rapporto fra la potenza di un segnale misurata in ingresso e la potenza del segnale applicata all'uscita. Esso viene anche definito **reverse gain** ed e' un indice di quanto l'uscita influenza l'ingresso, quanto piu' alto e' questo valore tanto migliore sara' la direttivita' del dispositivo, cioe' la differenza fra l'isolamento e il guadagno diretto ( **forward gain** ).

La prova e' stata effettuata connettendo un segnale test su una uscita, mentre le altre sono caricate su 50 ohm. In ingresso si e' letto quindi il livello del segnale che vi e' giunto.

La prova e' stata ripetuta nelle stesse condizioni per tutte le uscite.

In segnale test e' stato fornito dal generatore di funzioni, esso ha le stesse caratteristiche della prova precedente.

In ingresso e' stato misurato sempre il valore di 5.0 mVpp a qualunque uscita sia stato collegato il segnale sinusoidale. Si e' riscontrato quindi un isolamento Out-In di circa 56.5 dB.

## 5 Mhz distributor - isolamento Out-Out

Per questa prova é stato caricato l'ingresso e tutte le uscite con un carico di 50  $\Omega$  ad esclusione di due di queste. Ad una e' stato collegato il segnale test, mentre viene misurata sull'altra uscita il livello di segnale, in modo da appurarne l'isolamento. Tale prova e' stata ripetuta per tutte uscite. Si e' visto che l'isolamento nelle peggiori condizioni non scende mai al di sotto di 37 dB.

Ecco la tabella riassuntiva.

Uscita	Isolamento ( dB )			
V1	-40.6	-40.6	-39.9	-37.3
V2	-40.4	-40.6	-39.9	test
V3	-40.5	-40.6	-37.4	-39.0
V4	-40.5	-40.6	test	-40.0
V5	-40.0	-37.4	-40.0	-40.3
V6	-40.0	test	-40.4	-40.3
V7	-37.4	-39.7	-40.3	-40.3
V8	test	-40.3	-40.3	-40.3

**Tab.3 Isolamento out-out**

N.B. Tutte le misure effettuate con l'oscilloscopio sono realizzate con un'impedenza di ingresso dei canali pari a 50  $\Omega$ .

## 1 PPS distributor

Per quanto riguarda il "1PPS Distributor" il fattore critico di questo circuito è il tempo di salita (rise time, tempo necessario per un impulso per passare dal 10% al 90% del suo valore massimo), esso per esigenze di aggancio temporale, deve essere quanto più rapido possibile.

L'ingresso del distributore di 1PPS è prelevato dall'uscita dell'attuale distributore (uscita 35), questo segnale ha le seguenti caratteristiche:  $V_{min}=36mV$ ;  $V_{max}=2.504V$ ; Width 83 usec; rise time 12.2 nsec; fall time 15.0 nsec.

I valori misurati relativi alle otto uscite sono riportate in tabella 3.

Uscita	Ampiezza $V_{min} - V_{max}$	Rise time ( nsec )	Ampiezza $V_{max} - V_{min}$	Fall time ( nsec )	Durata ( usec )	Ritardo ( nsec )
V1	0.125 - 2.50	6	2.50 - 0.126	4	80	23
V2	0.114 - 2.50	5	2.50 - 0.126	4	80	23
V3	0.150 - 2.50	5	2.50 - 0.126	4	80	23
V4	0.147 - 2.50	5	2.50 - 0.126	4	80	23
V5	0.145 - 2.50	6	2.50 - 0.126	4	80	23
V6	0.124 - 2.50	6	2.50 - 0.126	4	80	23
V7	0.124 - 2.50	5	2.50 - 0.126	4	80	23
V8	0.114 - 2.50	5	2.50 - 0.126	4	80	23

**Tab.3** Caratteristiche del 1PPS

## DESCRIZIONE COMPONENTI

Ecco alcune caratteristiche dei componenti utilizzati:

- 1) MAV11                              fornito dalla Mini Circuit
- 2) SPLITTER                            fornito dalla Mini Circuit
- 3) Filtro passa basso                fornito dalla Mini Circuit
- 4) 49FCT806                          (Buffer/Clock Driver)

Il dispositivo MAV11 e` un'amplificatore a larga banda, le caratteristiche sono le seguenti:

Frequenza di funzionamento: DC - 1000 MHz; Gain (dB) Min 9; Max power (dBm) 16 (1 dB Compression); Noise Figure (dB) 3,8; 3rd Order I.P. (dBm) +30; DC power V = 5,60; I=60 mA; Maximum Power 17.5 dBm.

Lo splitter e` siglato PSC-8, ha un'ingresso e 8 uscite, una frequenza di funzionamento 0,01-10 MHz, un isolamento di circa 40 dB tipico e minimo di circa 23 dB, insertion loss di max 1,1 dB (above 9 dB).

Il filtro passa basso siglato \_lp\_5, ha una frequenza di taglio di 5 MHz, ha una perdita nominale di 3 dB a 6 MHz, una perdita maggiore di 20 dB per un range di 8-20 MHz, mentre ha una perdita maggiore di 40 dB per frequenze da 10 a 200 MHz, dalla funzione dell'insertion loss fornita dal costruttore a 10 MHz  $\checkmark$  circa 45 dB. Ha connettori tipo SMA maschio e femmina.

Il circuito integrato 49FCT806 e` un invertente Buffer/Clock Driver costruito con tecnologia CMOS. Ogni dispositivo consiste di due stadi differenti, e puo` essere alimentato separatamente, ha un controllo 3-state. E' un dispositivo con standard compatibile TTL. Il ritardo garantito tra le 8 uscite risulta pari a 0,7 nsec.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Printed Circuited Board : Design and Technology**

Walter C Bosshart

Tata McGraw-Hill, CEDT Series

### **Manual for the Mark III - 5 MHz Distributor**

Alan E. E. Rogers

Haystack Observatory

### **Il laboratorio per Circuiti Stampati a Noto**

G. Nicotra, G. Tuccari, N. Speroni, L. Nicotra.

Rapporto Interno Ira 152/91