

RADIOTELESCOPIO DI NOTO
LA STAZIONE TEMPO & FREQUENZA

Descrizione generale

G. Nicotra, G. Tuccari

Rapporto tecnico IRA 293/00

INTRODUZIONE

La tecnica di osservazione radioastronomica VLBI (Very Long Baseline Interferometry), basa il principio di funzionamento sull'osservazione contemporanea con più antenne della stessa sorgente celeste.

Il risultato di tali osservazioni, per ogni stazione osservante, è ottenuto dalla ricezione, conversione e registrazione di dati su nastri magnetici del segnale a radiofrequenza ricevuto.

La tecnica VLBI usa tutte le stazioni osservanti per creare un unico strumento chiamato interferometro con il quale è possibile ricavare l'informazione dalla relazione di fase dei segnali tra tutte le linee di base (baseline) formate fra le antenne osservanti.

Per ottenere i risultati voluti è assolutamente necessario che tutta la strumentazione utilizzata nella catena di ricezione e conversione dei segnali, utilizzi lo stesso riferimento di frequenza e che tale riferimento abbia la più alta stabilità di fase possibile.

Tutte le stazioni osservanti devono inoltre essere sincronizzate tra loro rispetto ad un riferimento comune UTC (Universal Time Coordinate) conosciuto con la precisione migliore possibile dell'ordine del micro secondo ($1 \cdot 10^{-6}$ sec).

Per queste fondamentali esigenze, ogni stazione osservante è dotata di una sala di T&F (Time & Frequency) nella quale risiedono gli strumenti necessari a garantire la fornitura continua dei segnali di riferimento di tempo e di frequenza a tutte le utenze.

La gestione, i controlli giornalieri, le manutenzioni periodiche e l'up-grade dei sistemi in uso, garantiscono un funzionamento sicuro, affidabile e costante nel tempo.

La stazione Radioastronomica di Noto (SR) è operativa dal 1989.

La T&F, presente fin dalle origini, ha subito negli anni trasformazioni, migliorie, sostituzioni ed inserimenti di nuovi strumenti, quali:

- progettazione ed installazione di sistemi condizionanti autonomi ad elevata stabilità
- aggiornamento di software per l'acquisizione dei dati giornalieri
- sostituzione e conversione a nuovo standard dei ricevitori di tempo, da Loran-C a GPS
- realizzazione ed installazione di distributori per 5MHz e 1PPS (Technical Report IRA n.222/96)

Con tale documento si intende dare una descrizione attuale della stazione con lo scopo di rendere note le variazioni avvenute nel corso dei primi dieci anni di attività della stazione.

LA STAZIONE T&F

La sala Time & Frequency della stazione radioastronomica di Noto è ubicata in un ambiente a circa 8 metri di distanza dalla sala di controllo antenna e dal terminale di acquisizione dati, vi si accede dal corridoio principale e all'interno di tale ambiente una seconda stanza ricavata sul lato sinistro di circa 6 m², ospita l'oscillatore primario di stazione (H-Maser).

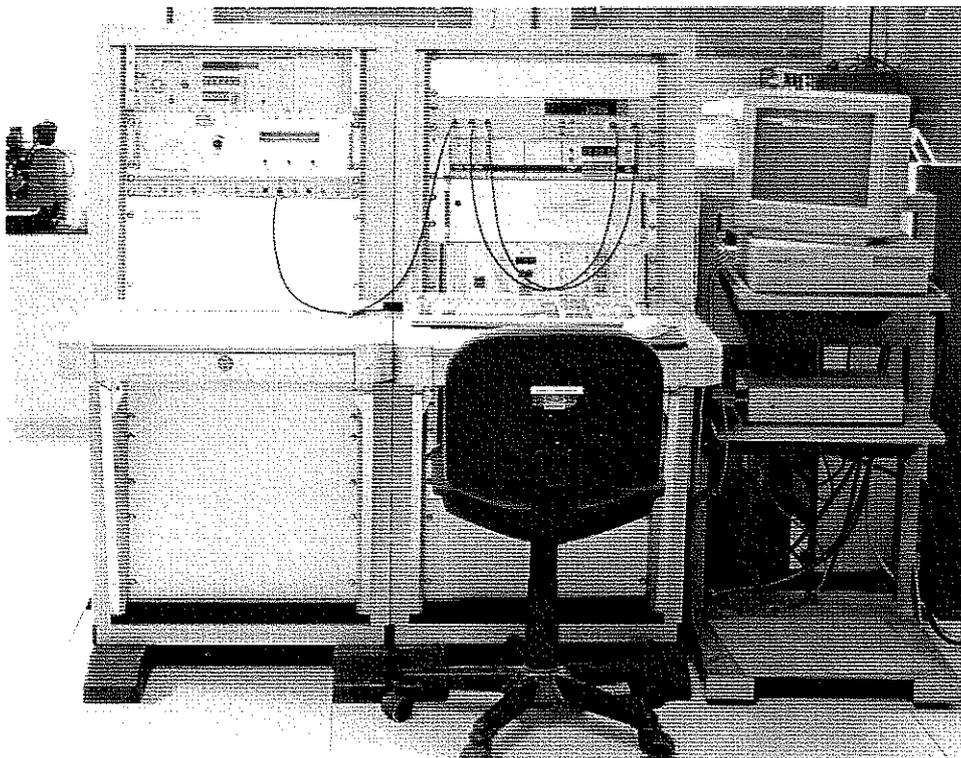


Fig. Consolle di controllo e PC per letture giornaliere

Al centro della sala è stata ubicata una consolle che ospita il resto della strumentazione necessaria.

Nella T&F distinguiamo i seguenti componenti e strumenti principali:

- Oscillatore Standard primario H-Maser Oscilloquartz EFOS-5
- Parameter monitor per EFOS-5
- Clock monitor OSA CLOCK per EFOS-5
- Oscillatore Standard secondario Rubidio Rohde & Schwarz
- Clock monitor per Rubidio Rohde & Schwarz
- Ripetitore rubidio
- GPS Timing receiver n.1 TAC (Totally Accurate Clock)
- GPS Timing receiver n.2 Track System model 9000

- Counter HP 53131A
- Ricevitore di tempo ora codificata RAI Solari
- Distributore di segnali 5 MHz e 1PPS n.1
- Distributore di segnali 5 MHz e 1PPS n.2
- Sistema di condizionamento autonomo

H-MASER EFOS-5

L'oscillatore primario di stazione è un Hydrogen Maser, esso garantisce la stabilità dei segnali campione generati, distribuiti alla strumentazione e comunque richiesti dalla tecnica VLBI.

L' H-Maser costituisce uno standard primario di frequenza, e per tempi di integrazione di segnali compresi fra 0 e 1000 sec, tipici del VLBI, ha la più alta stabilità di fase di qualunque altro oscillatore conosciuto.

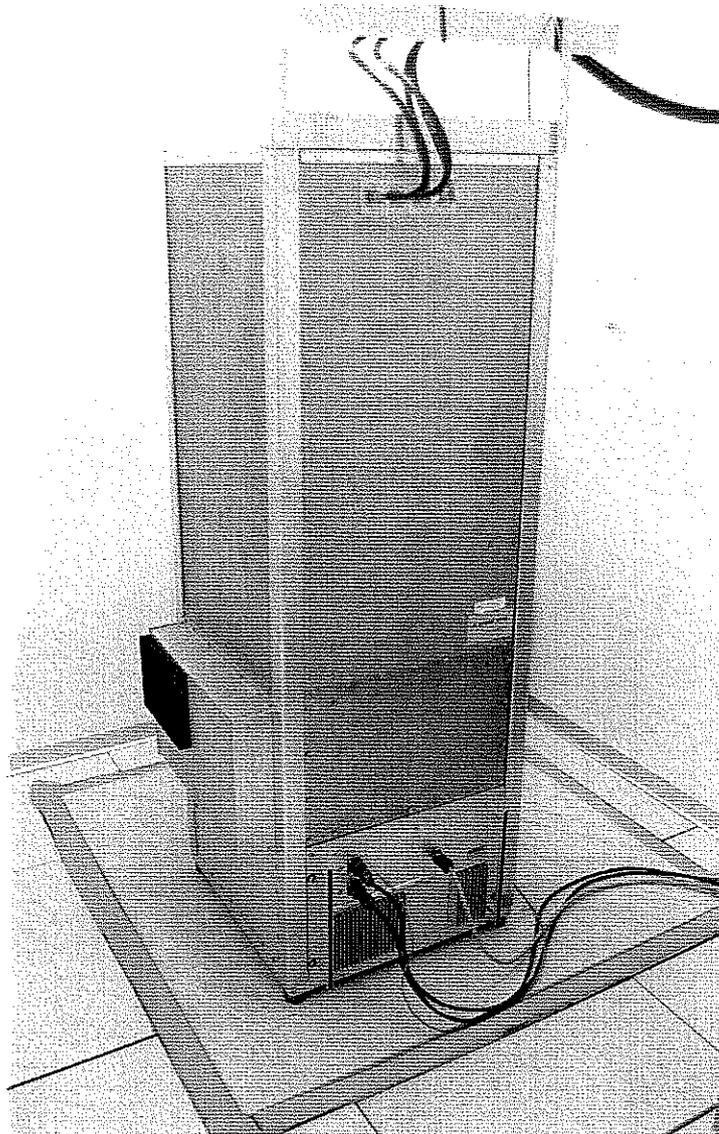


Fig. Hydrogen Maser EFOS-5

Basa il principio di funzionamento sulla sintonia di una cavità risonante sulla frequenza di emissione di una riga dell'Idrogeno quando atomi di tale gas vengono stimolati attraverso un campo elettromagnetico esterno.

Per realizzare tale principio fisico, vengono mantenuti all'interno di una ampolla di quarzo atomi di idrogeno a bassa pressione controllati da una valvola al palladio, l'ampolla di quarzo si trova all'interno della cavità risonante, la quale controlla lo stato di eccitazione degli atomi di idrogeno attraverso un oscillatore di potenza esterno.

Lo strumento in dotazione al radiotelescopio di Noto è di costruzione Svizzera (Oscilloquartz SA, Neuchatel - CH) e si presenta come un parallelepipedo di dimensioni 50x50x150 cm e pesa 200 kg.

Originariamente è stato alloggiato su una base antivibrazioni appositamente realizzata costituita da una vasca in cemento armato di circa 1 m² profonda 50 cm riempita di sabbia fine fino all'orlo sulla quale è stata poggiata un monolite in marmo di dimensioni simili a quelle della vasca.

Tale sistema ha permesso di isolare meccanicamente il punto di appoggio della macchina rispetto al resto della pavimentazione calpestabile che nel caso dei nostri laboratori risulta sospesa e quindi soggetta a vibrazioni indesiderate che possono influenzare il funzionamento dello strumento.

Notoriamente per macchine di questo di questo tipo, la variazione della temperatura ambientale costituisce un elemento fondamentale per garantire la stabilità di frequenza dichiarata. Per tale motivo, la piccola stanza dedicata ad ospitare il Maser è stata inoltre resa indipendente dal condizionamento centrale installando un climatizzatore dedicato e appositamente studiato per controllare l'ambiente entro +/- 0.5 gradi.

Il Maser viene alimentato attraverso una linea del gruppo statico di continuità che alimenta in cascata una serie di batterie tampone in modo da garantire la presenza di alimentazione anche nell'ipotesi, non rara, di mancanza del gruppo di continuità.

Le batterie tampone sono del tipo al piombo per bassa corrente di scarica e lunga durata (almeno 10 anni).

La macchina fornisce 4 uscite su connettore di tipo "N" :

- 1) 5.000000 MHz 13 dBm su 50 Ohm
- 2) 5.000000 MHz 13 dBm su 50 Ohm
- 3) 180.000000 MHz 13dBm su 50 Ohm
- 4) 1440.000000 MHz 13 dBm su 50 Ohm

La prima uscita a 5 MHz attraverso un cavo coassiale del tipo CELLFLEX LCF 1/2 Cu2Y viene inviata in Vertex room dove risiedono i ricevitori.

Tale linea veniva in passato utilizzata per la sincronizzazione degli Oscillatori Locali dei ricevitori, non è attualmente utilizzata e resta disponibile per impieghi futuri.

Nel cavo coassiale utilizzato per trasferire il segnale ed a circa 10 metri dal maser, è stato inserito un disaccoppiatore, per isolare il resto della linea dal maser stesso.

La seconda linea a 5 MHz attraverso cavo coassiale del tipo RG 214 viene inviata al clock module Il quale provvede a generare tutti i segnali necessari da distribuire alla strumentazione di stazione.

La terza e la quarta uscita rispettivamente a 180 e 1440 MHz vengono utilizzate esclusivamente per occasionali controlli o confronti con altri oscillatori (Maser, Rubidio, Quarzo).

Queste uscite non vengono distribuite e non hanno un punto di prelievo al di fuori della stanza, ma vengono recuperate ogni qualvolta se ne richiede l'uso.

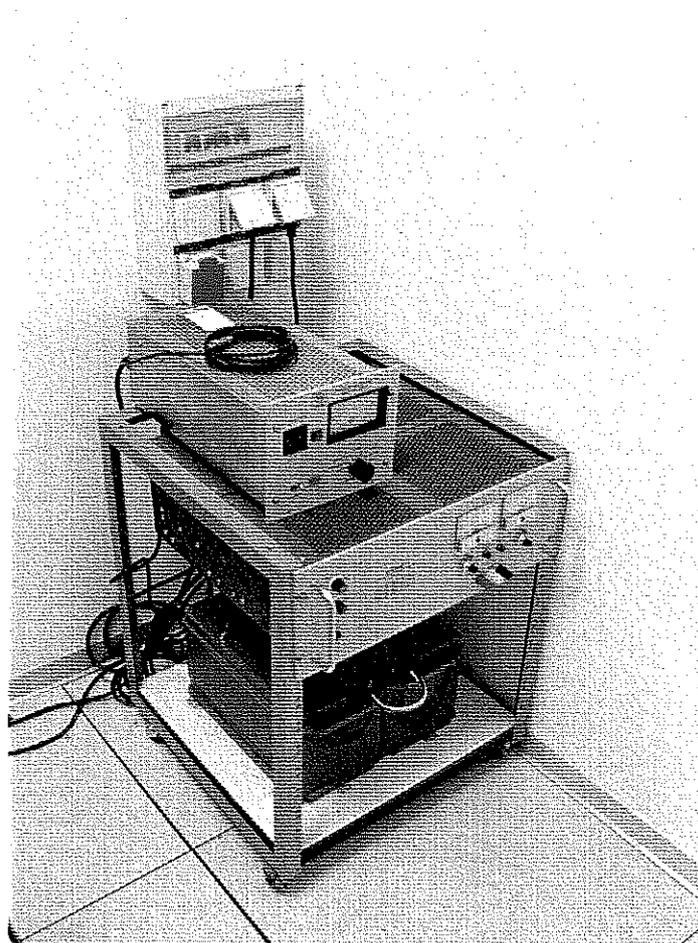


Fig. Alimentatore e batterie tampone per EFOS-5

Monitor parameter per EFOS-5

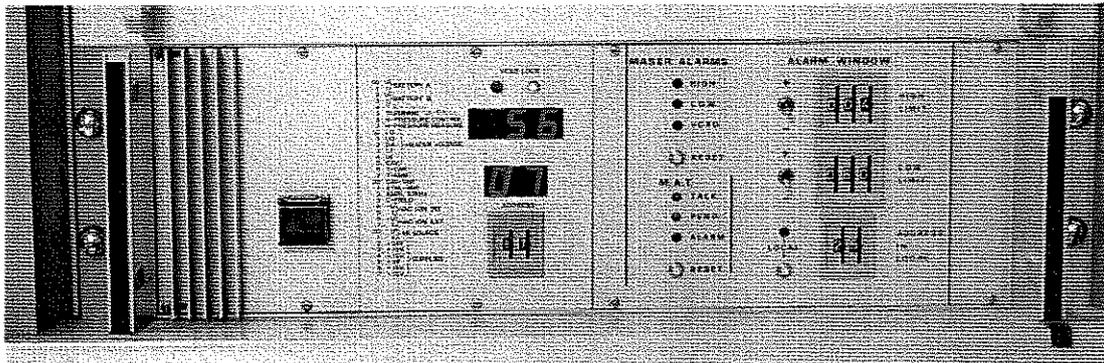


Fig. Monitor parameters

Il monitor parameters è uno strumento che permette di verificare i parametri di controllo del Maser. E' posto sulla consolle e collegato al Maser attraverso un cavo multipolare munito di connettori a "D" a 9 poli agli estremi.

Sul pannello anteriore, due dip-switch rotativi permettono di impostare il numero del canale corrispondente al valore che si desidera controllare e sul display se ne legge il valore relativo.

Si riportano di seguito i parametri controllati ed i corrispondenti canali di lettura:

Ch	Par.	Ch	Par.	Ch	Par.	Ch	Par.
00	U Batt. A	10	LO (Heater)	20	CAV. VAR.	30	U (RF SOURCE)
01	I Batt. A	11	UO (Heater)	21	XTAL. VAR.	31	I (RF SOURCE)
02	U Batt. B	12	DA (Heater)	22	AMPL. 5.7KHz	32	+24V
03	I Batt. B	13	LI (Heater)	23	C-FIELD	33	+15V
04	Temp. Source	14	UI (Heater)	24	U (VAC ION INT)	34	-15V
05	T-Pirani	15	CAV (Heater)	25	I (VAC ION INT)	35	+ 5V
06	H-press. Cont.	16	T-CAV (Ref.T0)	26	U(VAC ION EXT)	36	+15V
07	H-Press. Meas.	17	T-AMB(Ref.25 C)	27	I (VAC ION EXT)	37	-15V

Clock module OSA-CLOCK per EFOS-5

Tale modulo è presente nella consolle di controllo. Esso riceve in ingresso la 5 MHz proveniente dal Maser e provvede a generare il 1PPS (1 Picco Per Secondo). Tale 1PPS è messo a disposizione su un connettore di tipo BNC sul pannello posteriore dello strumento ed ha un'ampiezza di 5V TTL.

Con il 1PPS generato, provvede inoltre a fornire un conteggio di tipo orario su 24 ore attraverso un display a 6 cifre posto sul pannello frontale.

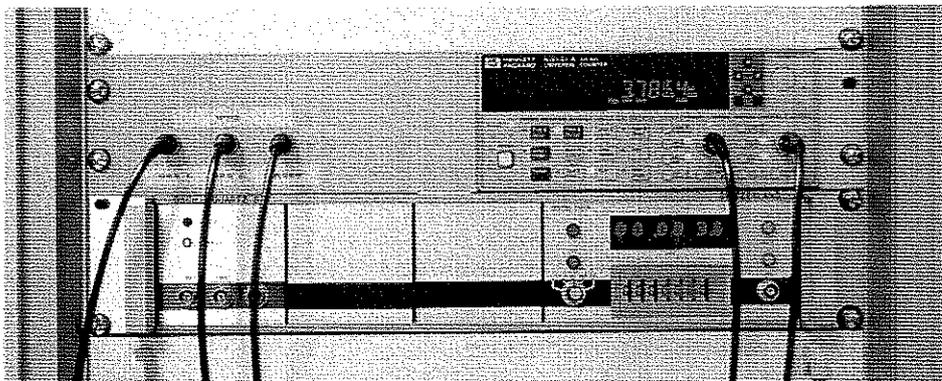


Fig. Counter HP per ricevitore GPS TAC e OSA CLOCK

Un periodometro presente all'interno dello stesso strumento mostra i valori di differenza fra l'1PPS da esso generato e l'1pps di riferimento proveniente dal Timing Receiver.

Lo stesso modulo provvede a generare le tre frequenze standard 1, 5, e 10 MHz sincronizzate in fase con quella generata dal Maser. Tali uscite sono presenti su connettori di tipo BNC sul pannello posteriore dello strumento.

L'uscita a 1 MHz non è attualmente utilizzata e resta disponibile sullo stesso strumento, le uscite a 5 e 10 MHz unitamente al 1PPS vengono inviate attraverso cavi coassiali di tipo RG223 ad un primo distributore posto sulla parte posteriore della consolle, il quale provvede a generare 5 uscite identiche e isolate tra di loro dei tre segnali.

Oscillatore Standard secondario Rubidio Rohde & Schwarz

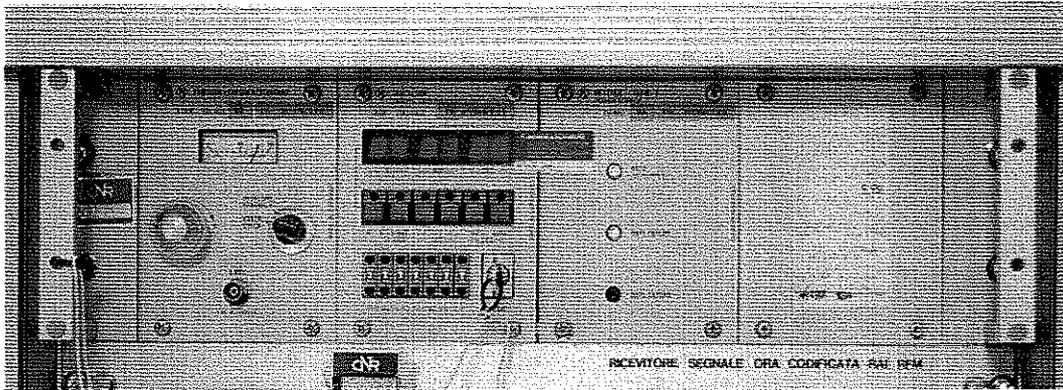


Fig. Oscillatore Atomico Rubidio con clock module e battery back-up module

Il Rubidio è un secondo oscillatore atomico che provvede a generare un campione di frequenza ultra stabile, la sua stabilità è però inferiore a quella del Maser ad idrogeno di almeno 3 ordini di grandezza ($3 \cdot 10^{-11}$).

La sua funzione è fondamentale per diverse ragioni:

- 1) Costituisce l'oscillatore di riserva, in determinate condizioni e possibile utilizzare la frequenza da esso generata per le osservazioni VLBI fino a circa 5GHz di frequenza di cielo.
- 2) E' l'oscillatore minimo necessario per stabilire dei confronti diretti con il Maser e poter determinare se tutto è funzionante correttamente. Con un oscillatore di livello inferiore, sarebbe impossibile stabilire se la mancanza di coerenza di fase dei segnali a confronto è dovuta alla cattiva qualità dell'oscillatore utilizzato o da problemi al Maser.
- 3) La sua uscita oraria è utilizzata per sincronizzare l'orario dei computer di guida e puntamento della parabola.

Lo strumento è costituito da quattro elementi :

- l'oscillatore
- il modulo di clock
- le batterie tampone
- un ripetitore del display remoto

L'oscillatore posto sulla consolle di controllo provvede a fornire su connettori di tipo BNC un segnale a frequenza di 5MHz con ampiezza di 1Vrms, sinusoidale su 100 Ohm sul pannello anteriore e un segnale a frequenza di 5MHz e di ampiezza 1Vrms, sinusoidale su 50 Ohm sul pannello posteriore.

Il clock module è un orologio che usa come riferimento di frequenza la 5MHz generata dall'oscillatore. Oltre all'ora, conta il numero del giorno dell'anno e tiene conto degli anni bisestili.

Il 1PPS generato è disponibile come output sul pannello posteriore del modulo e viene normalmente utilizzato per confronto con l'1PPS.UTC dei GPS Timing receiver o distribuito come segnale di riserva.

Tale modulo inoltre ha un'uscita dati con codifica BCD su connettore multipolare , che attraverso un flat cable a 37 poli trasferisce i dati relativi al giorno dell'anno, ora, minuti, secondi ad un ripetitore opportunamente piazzato fra la strumentazione del terminale VLBA.

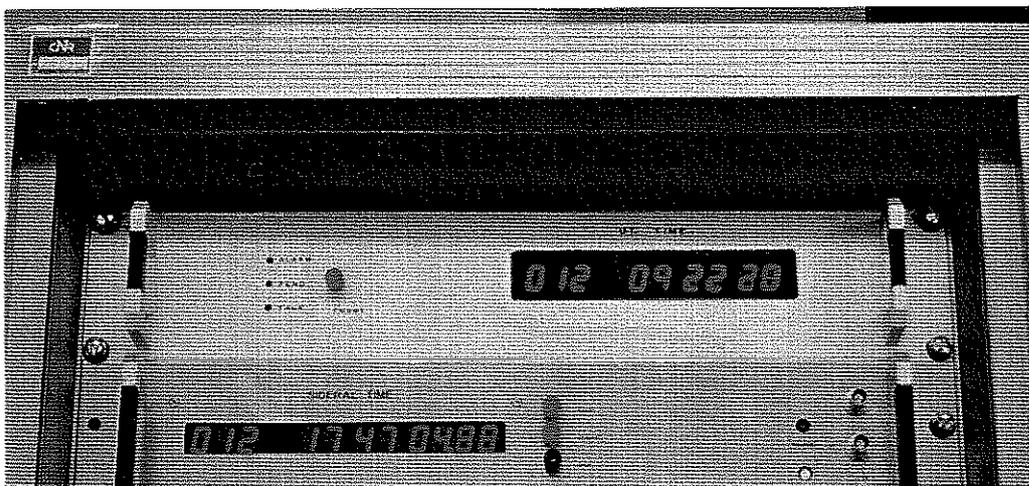


Fig. Ripetitore del Rubidio

Lo strumento viene alimentato attraverso il gruppo statico di continuità ma nonostante ciò si provvede a fornire alimentazione per mezzo di un modulo di battery back-up.

GPS (Global Position System) Timing Receivers

Come in precedenza accennato, nella tecnica VLBI il riferimento di tempo comune fra tutte le stazioni e l'UTC (Universal Time Coordinate) cioè l'ora comune definita tale su tutti i punti della Terra.

Per poter ottenere il riferimento di tempo i vari radiotelescopi, compreso quello di Noto, utilizzano degli appositi ricevitori di tempo appositamente costruiti per fornire un 1PPS più vicino possibile all'UTC. I moderni ricevitori di tempo sfruttano i segnali della catena di satelliti GPS messi in orbita intorno alla Terra per il calcolo del posizionamento.

Partendo dal presupposto di conoscere esattamente la posizione dalla quale si ricevono i segnali GPS questi ricevitori sono in grado fornire il 1PPS con la precisione tipica del sistema di +/- 1u-secondo dall'UTC.

A Noto sono in uso attualmente due ricevitori di tempo GPS.

Il primo è ubicato sulla consolle di controllo, si tratta di un TAC (Totally Accurate Clock) che fornisce lo stesso 1PPS su due connettori di tipo BNC, uno sul pannello anteriore ed uno su quello posteriore della scatola che lo contiene.

Ad esso è collegata, tramite un cavo a coassiale a bassissima perdita (LDF2-50A) dalla lunghezza di circa 70 mt. , un'antenna amplificata tipica per ricezioni GPS opportunamente protetta dagli agenti atmosferici all'interno di una scatola stagna, trasparente alle onde elettromagnetiche e fissata sulla base in prossimità delle antenne per la ricezione dei radiodisturbi.

Il ricevitore è alimentato attraverso un alimentatore stabilizzato esterno collegato al gruppo di continuità.

Il controllo ed il set-up dell'apparecchio avviene mediante l'uso di un software (TAC32) appositamente sviluppato per tale strumento che permette di verificarne la normale attività.

La comunicazione avviene mediante una linea di tipo seriale che connette lo strumento con un Personal Computer presente nella stessa stanza.

L'uscita 1PPS posteriore del GPS è collegata al counter HP 53131A che misura continuamente la differenza di tempo esistente fra il 1PPS del GPS e l'1PPS del Maser.

Il counter è a sua volta collegato, mediante una porta parallela IEEE488 ad un PC dedicato esclusivamente ad effettuare una lettura giornaliera della differenza di tempo misurata e generare i file dati di archivio necessari.

L'uscita 1PPS anteriore, invece è collegata all'OSA CLOCK che esegue lo stesso tipo di misura ma questa non viene archiviata.

Il software per il controllo e la lettura dei valori dal counter HP 53131A è stato sviluppato localmente, e necessita, per funzionare, di un computer poco potente (attualmente il programma viene eseguito su PC286) con l'aggiunta di una scheda parallela di tipo IEEE488.

Il programma provvede ad impostare lo strumento di lettura, calcola la data Giuliana, esegue la lettura, genera un file di archivio generale, genera un file di archivio dedicato pronto per essere messo a disposizione della comunità EVN, si pone in attesa dell'ora per la successiva lettura.

Di seguito alcuni esempi di dati di archivio.

File C:\AT-GPIB\C\GPS\gps.log

Jan.2000				
Date	h m s	MJD	Δt	rms
01/01/00	11:54:00	51544.496	-3.002	0.039
01/02/00	11:54:00	51545.496	-3.047	0.020
01/03/00	11:54:00	51546.496	-3.077	0.029
01/04/00	11:54:00	51547.496	-3.197	0.024
01/05/00	11:54:00	51548.496	-3.295	0.029
01/06/00	11:54:00	51549.496	-3.363	0.026
01/07/00	11:54:00	51550.496	-3.446	0.028
01/08/00	11:54:00	51551.496	-3.542	0.016
01/09/00	11:54:00	51552.496	-3.644	0.025
01/10/00	11:54:00	51553.496	-3.731	0.033

Tab. File di archivio generale prodotto dal programma GPS_N.EXE

File C:\AT-GPIB\C\GPS\gpsc.log

Jan.2000				
MJD	Δt	rms	Receiver	
51544.496	-3.482	0.039	GPSN2	
51545.496	-3.527	0.020	GPSN2	
51546.496	-3.557	0.029	GPSN2	
51547.496	-3.677	0.024	GPSN2	
51548.496	-3.775	0.029	GPSN2	
51549.496	-3.843	0.026	GPSN2	
51550.496	-3.926	0.028	GPSN2	
51551.496	-4.022	0.016	GPSN2	
51552.496	-4.124	0.025	GPSN2	
51553.496	-4.211	0.033	GPSN2	

Tab. File di archivio dedicato prodotto dal programma GPS_N.EXE

In Appendice A il listato sorgente del programma.

In Appendice D ed E esempi di grafico dei valori

Il secondo GPS Timing Receiver è un apparecchio di tipo commerciale prodotto dalla TRAK SYSTEMS.

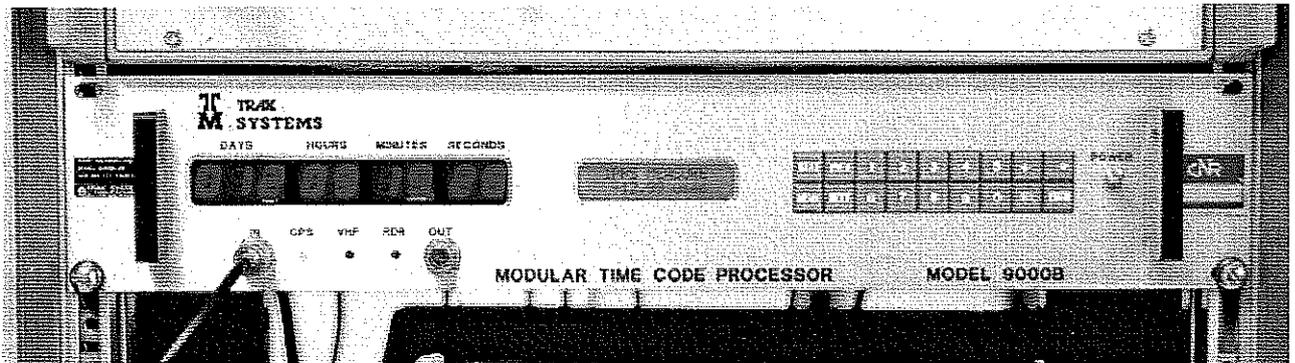


Fig. Ricevitore di tempo GPS Track Systems Mod.9000

Ha il vantaggio di essere un unico oggetto che non necessita di programmi esterni o computers per il controllo ed ha incorporata la funzione di periodometro. Tutti i parametri si impostano e si controllano attraverso una tastiera ed un display presenti sul pannello frontale dello strumento.

Sul retro dello strumento troviamo, su connettori di tipo BNC, l'uscita 1PPS, l'ingresso di antenna e l'ingresso di riferimento esterno, su connettore standard una porta IEEE488.

Tale strumento si trova attualmente piazzato in sala comando fra la strumentazione del terminale VLBA, le sue caratteristiche specifiche sono simili al GPS TAC, ma esso si presta meglio ad essere integrato fra la strumentazione in comunicazione con il programmi di controllo dell'antenna e delle schedulazioni.

Ricevitore di tempo ora codificata RAI Solari

Il ricevitore di tempo Solari è un orologio in grado di mostrare ore, minuti, secondi, giorno della settimana, mese e ora solare / estiva.

Possiede due uscite su connettori BNC 1PPS e 1PPM oltre ad un ingresso per l'antenna.

Questo strumento riceve continuamente il segnale RAI di radiodiffusione nella banda FM 88-100 MHz in una delle frequenze assegnate alla area servita, a periodi più o meno costanti di circa un'ora, viene trasmesso un segnale codificato ad audiofrequenza che contiene tutte le informazioni di sincronizzazione dell'orologio.

La stabilità e l'accuratezza del riferimento di tempo prodotta da tale strumento è molto scadente e non può essere utilizzata in alcun modo per impieghi VLBI.

La sua presenza è giustificata dal fatto che in assenza di qualunque altro strumento, si è comunque in grado di conoscere l'UTC con una di precisione di circa 10 milli secondi che costituisce una buona base di partenza per la sincronizzazione del resto della strumentazione in caso di restart della stazione T&F.

Le uscite 1PPS e 1PPM restano comunque sempre disponibili per eventuali impieghi di laboratorio.

LA DISTRIBUZIONE

La distribuzione dei segnali di riferimento 5MHz, 10MHz e 1PPS, avviene mediante l'uso di distributori di segnale appositamente progettati e realizzati presso i nostri laboratori.

In origine l'impianto prevedeva un distributore di segnali con n.5 uscite per segnale.

Le esigenze via via crescenti da parte di strumentazione che utilizza un riferimento esterno di frequenza hanno richiesto la realizzazione di un secondo distributore, nel quale vengono moltiplicati solamente la 5MHz e l'1PPS.

Per maggiori informazioni relative alle caratteristiche di questo secondo distributore si fa riferimento al Rapporto Interno I.R.A. n.222/96.

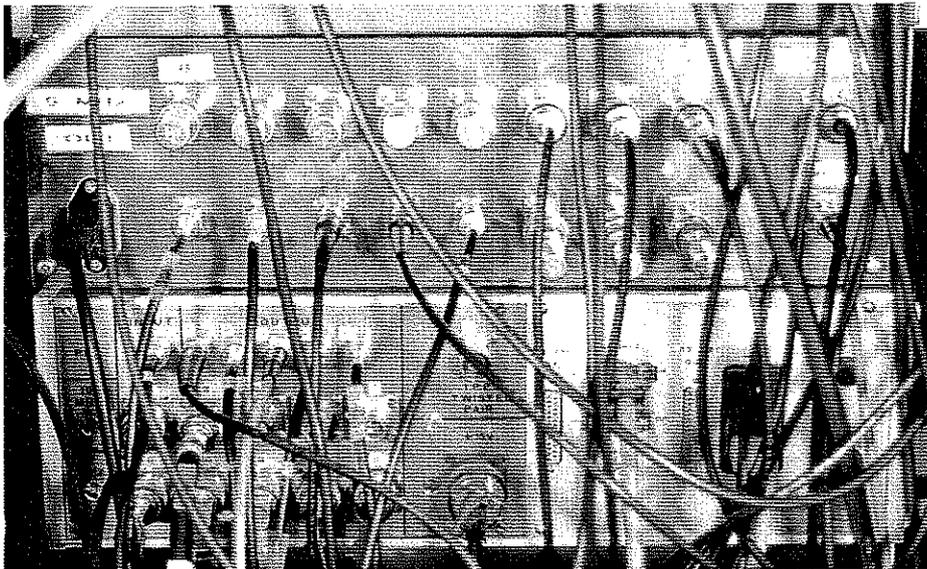


Fig. Distributori di segnali di riferimento 5MHz , 10MHz e 1PPS

IL SISTEMA DI CONDIZIONAMENTO AUTONOMO

Per garantire le ottimali condizioni di funzionamento dell' H-Maser, è stato realizzato un sistema di condizionamento autonomo che rende climaticamente indipendente la stanza che ospita l'oscillatore atomico.

In origine tale ambiente veniva condizionato dal sistema generale, ma ciò si è rivelato inadatto per più motivi:

- a) Le escursioni termiche fra il giorno e la notte erano troppo ampie, (circa ± 3 C) si notava una dipendenza con la variazione della temperatura esterna nelle due condizioni.
- b) Le escursioni termiche fra l'estate e l'inverno erano troppo ampie (circa ± 4 C) si notava una dipendenza della temperatura esterna nelle due condizioni.
- c) Ogni stop per qualunque manutenzione ai condizionatori, provocava uno shock termico all'oscillatore.

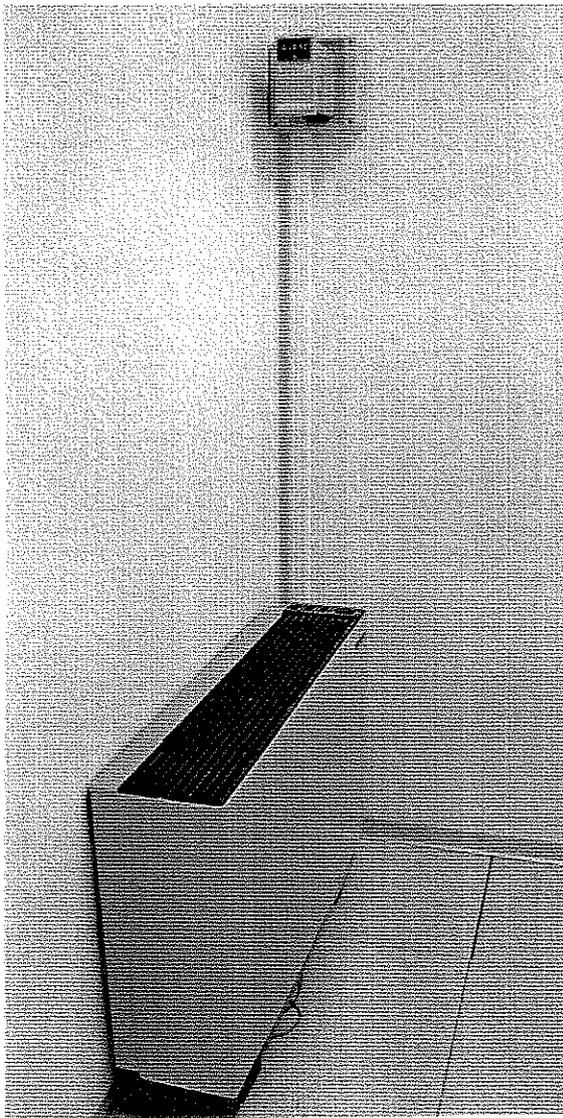


Fig. Fan coil e controllo Satchwell

- d) La temperatura alla quale si era costretti a mantenere l'oscillatore era mediamente troppo alta (circa 24 C) e principalmente adatta al soggiorno del personale di stazione.

Il sistema condizionante appositamente progettato e realizzato da una ditta esterna competente, prevede l'utilizzo di uno scambiatore di aria fan coil da 60m³ l'ora il quale viene alimentato da un flusso variabile di acqua refrigerata regolata da una valvola a tre vie a sua volta controllata da un programmatore elettronico.

L'acqua refrigerata viene generata remotamente da un chiller che raffredda l'acqua fino alla temperatura di 11 \pm 2C ed alimenta un serbatoio coibentato da 200 litri. Le dimensioni del serbatoio sono tali da funzionare da condensatore termico nei confronti del flusso circolante e quindi a stabilizzare la temperatura dell'acqua in circolo.

L'impianto così realizzato garantisce ormai da anni massima stabilità della temperatura in ambiente,

(circa +/- 0.25 C) in ogni condizione. Esso inoltre si è rivelato di buona affidabilità considerato il basso numero di interventi richiesti per il suo normale funzionamento in circa 9 anni di attività.

APPENDICE A

Listato del programma GPS_N.C

```

#include <stdio.h>
#include <decl.h>
#include <time.h>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>
#include <string.h>
FILE *tlog,*rlog,*dlog;
int bd,nvolte,nintegr;
double f,i1,i2,i3,i4,i5;
unsigned int i,j;
unsigned long int k;
unsigned char rd[13],rdummy[2],buf[20],rdp[1];
double dayf,hr,min,sec,hrf,trend,oldsum;
double
yearf,monthf,ird2,ird[1000],jrd[1000],irsum,frgps,frd,irsum2,irms,djul;
main()
{
/* find tm structure pointer */
struct tm *ptr;
time_t t;
/* HPIB initialization */
bd=ibfind("DEV3");
ibwrt (bd,"*rst",4);
ibwrt (bd,":inp1:coup dc",13);
ibwrt (bd,":inp2:coup dc",13);
ibwrt (bd,":inp1:imp 50",12);
ibwrt (bd,":inp2:imp 50",12);
ibwrt (bd,":inp1:att 1",11);
ibwrt (bd,":inp2:att 1",11);
ibwrt (bd,":conf:tint",10);
ibwrt (bd,":even1:lev 2",12);
ibwrt (bd,":even2:lev 2",12);
ibwrt (bd,":read?",6);
ibrd(bd,rd,12);
ibrd(bd,rdummy,1);
ibwrt (bd,":init:cont on",14);
/* write time header on log file */
start:
hrf=0;
oldsum=irsum;
irsum=0;
irsum2=0;
frd=0.480; /* ritardo cavo + risincronizzazione formatter */
tlog=fopen("gps.log","a");
rlog=fopen("gpsc.log","a");
dlog=fopen("gpsd.log","w");
printf("\t\tAttende le 11:54:00 UT per le misure GPS\n");
while(hrf!=11.9){
t=time(NULL);
ptr=localtime(&t);
strftime(buf,20,"%Y",ptr);
yearf=atof(buf);
strftime(buf,20,"%m",ptr);
monthf=atof(buf);
strftime(buf,20,"%d",ptr);
dayf=atof(buf);
strftime(buf,20,"%H",ptr);
hr=atof(buf);
strftime(buf,20,"%M",ptr);
min=atof(buf);
strftime(buf,20,"%S",ptr);
sec=atof(buf);
hrf=hr+(min/60)+(sec/3600);
dayf=dayf+(hrf/24);
}
/* write time header on screen */
nvolte=20;
nintegr=60;
for(i=1;i<=nvolte;i++){
for(j=1;j<=nintegr;j++){
ibwrt (bd,":read?",6);
ibrd(bd,rd,12);
/*printf("%s\n",rd);*/
ibrd(bd,rdummy,1);
jrd[j]=atof(rd);
ird[i]=ird[i]+jrd[j];}
ird[i]=ird[i]/nintegr;
printf(".");
fprintf(dlog,"%f\n",ird[i]*1e6);
irsum=irsum+ird[i];}
irsum=irsum/nvolte;
printf("\n");
for(i=1;i<=nvolte;i++){irsum2=irsum2+(irsum-ird[i])*(irsum-ird[i]);}
irms=sqrt(irsum2/(nvolte-1));
irms=irms*1e6;irsum=irsum*1e6;
if((monthf==1)||(monthf==2)){ yearf=yearf-1;monthf=monthf+12;}
f=modf(365.25*yearf,&i1);
f=modf(30.6001*(monthf+1),&i2);
f=modf((yearf/100),&i3);
f=modf((yearf/100),&i4);
f=modf(i4/4,&i5);
djul=2+i1+i2-i3+i5+1720994.5-2400000-0.5;
djul=djul+dayf;
strftime(buf,20,"%x %X",ptr);
/* calcola il ritardo Formatter - GPS aggiungendo una quantita' fissa pari
a frd */
frgps=irsum+frd;
trend=irsum-oldsum;
printf("%s %5.3f %2.3f %1.3f\n",buf,djul,-irsum,irms);
ibwrt (bd,":init:cont on",14);
fprintf(tlog,"%s %5.3f %2.3f %1.3f\n",buf,djul,-irsum,irms);
fprintf(rlog,"%5.3f %2.3f %1.3f GPSN1\n",djul,-frgps,irms);
fclose(tlog);
fclose(rlog);
fclose(dlog);
goto start;
}

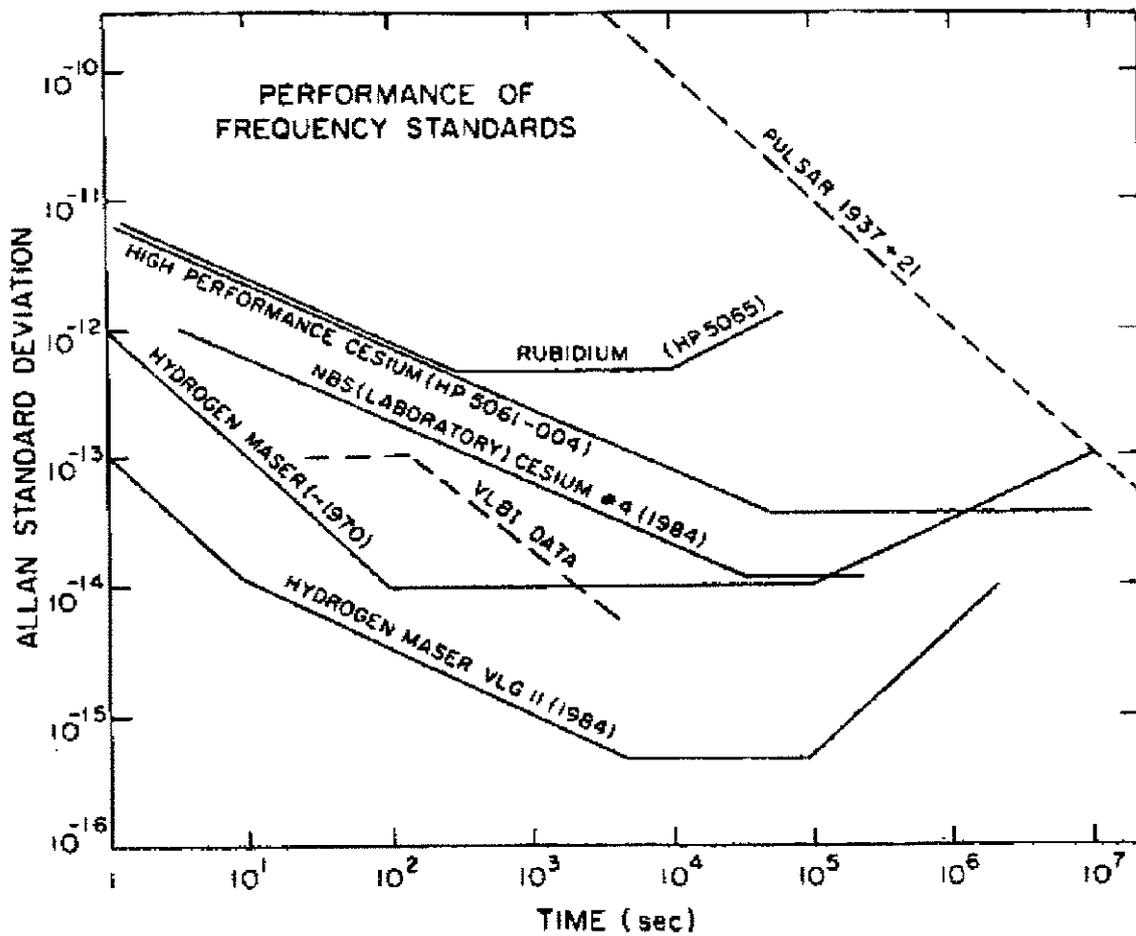
```

APPENDICE B

La figura seguente mostra il confronto tra diversi tipi di standard di frequenza della stabilità di fase in funzione del tempo di integrazione.

Tale misura è chiamata Varianza di Allan ed è un indice della qualità di un oscillatore.

Nella figura è riportato il campo di tempi entro il quale opera il VLBI .



APPENDICE C

MASER-H EFOS 5

General:

Size	500 x 500 x 1500 mm
Weight	200 Kg
Power consumption	< 100 watts, 22 - 30 VDC (from external batteries)
Main power	22 - 30 VDC 100 watts nominal 200 watts max. start -up

Outputs:

- a) 5 MHZ 1.0 VRMS in 50 Ohm
- b) 5 MHZ 1.0 VRMS in 50 Ohm
- c) 180 MHz output level > +2dBm
- d) 1440 MHz output level > 0dBm

Stability:

- $2 * 10^{-13}$ T = 1 sec.
- $2 * 10^{-14}$ T = 10 sec.
- $7 * 10^{-15}$ T = 10^2 sec.
- $3 * 10^{-15}$ T = 10^3 sec.
- $7 * 10^{-16}$ T = 10^4 sec.

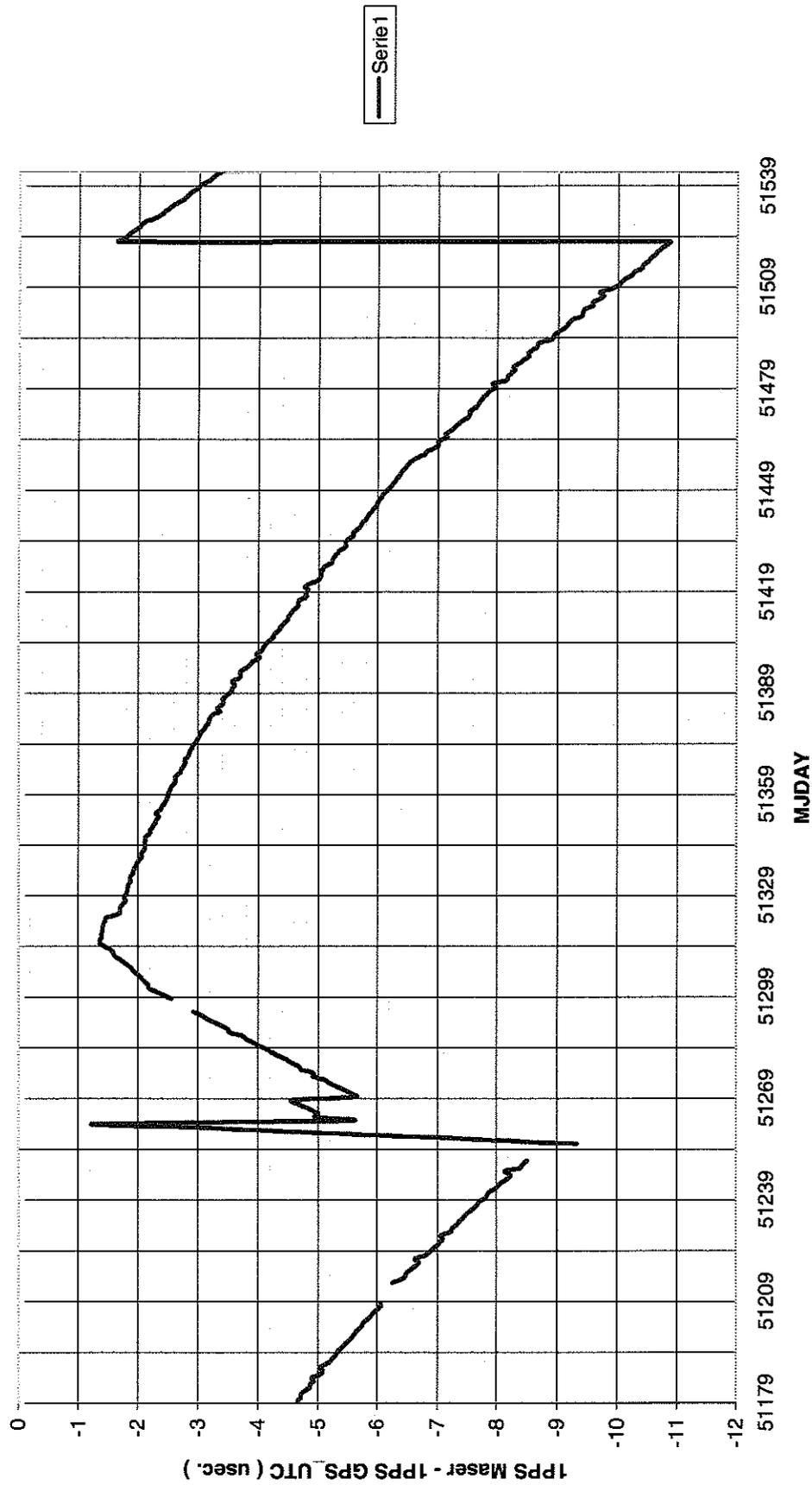
Temperature effects:

$$\Delta f / f \text{ per } ^\circ\text{C} < 1 \times 10^{-13} / 1 ^\circ\text{C}$$

APPENDICE D

Esempio di grafico dei valori di ΔT tra l'IPPS generato dal H-Maser e l'IPPS ricevuto attraverso il ricevitore GPS, relativo all'anno 1999.

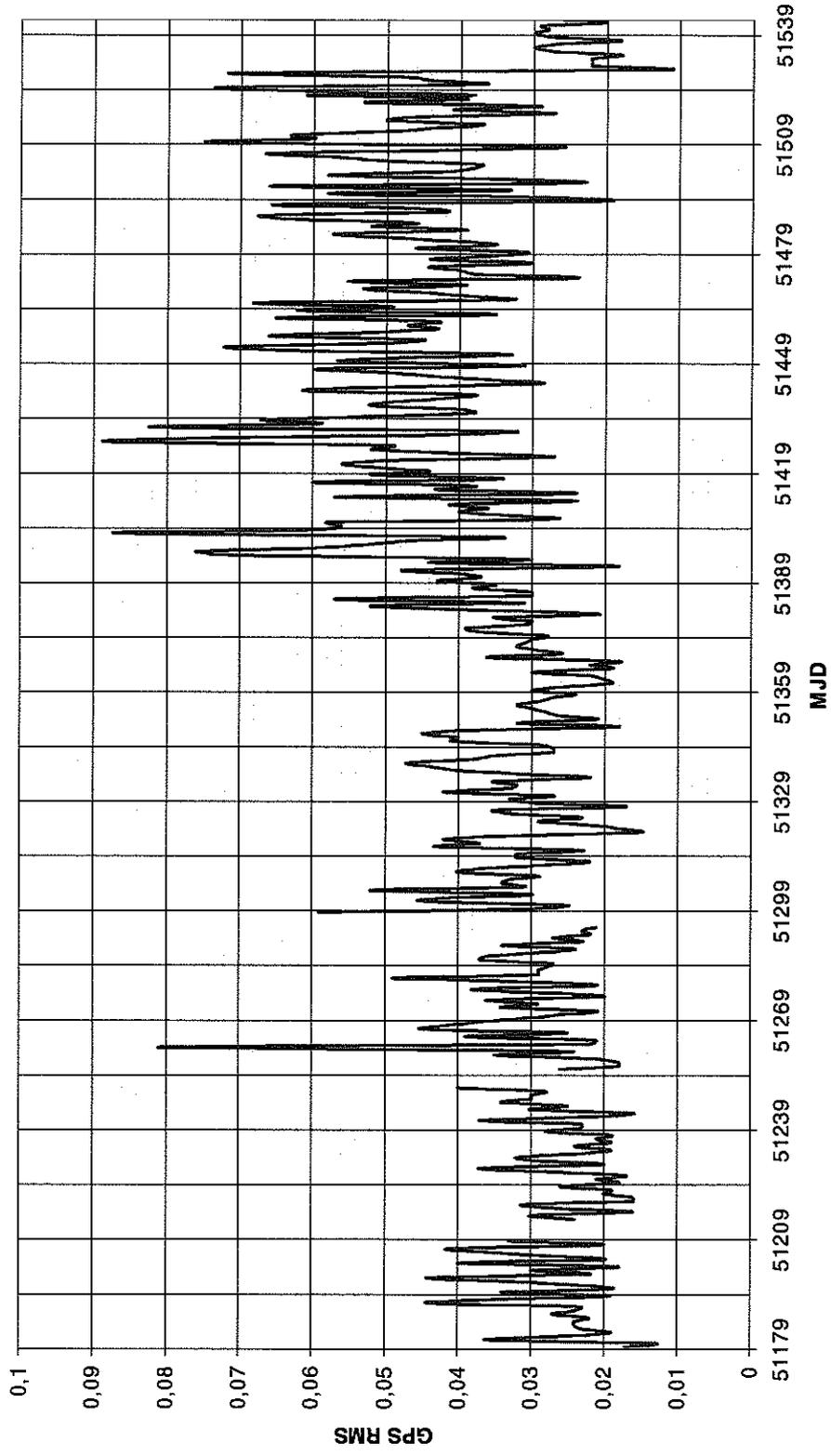
GPSC Table - Year 1999 -



APPENDICE E

Esempio di grafico dei valori di RMS dei dati GPS relativo all'anno 1999

GPS DATA RMS - Year 1999 -



NOTO VLBI T&F SYSTEM

