

**Distribuzione del tempo UTC a reti di PC
per scopi radioastronomici e generali**

R. Ambrosini, G. Maccaferri, A. Maccaferri

IRA 291/99

Sommario

Nella recente fase di progetto del radiotelescopio SRT si è presentato di nuovo il problema della distribuzione del Tempo Coordinato Universale (UTC) ai calcolatori che gestiscono tutte le procedure connesse alle osservazioni radioastronomiche. Le presenti note si riferiscono ad un semplice metodo per risolvere il problema, che utilizza o solo software “freeware” ovvero anche l’impulso 1PPS, peraltro già disponibile nelle nostre stazioni.

Introduzione

I requisiti di sincronizzazione delle procedure, che per mettono di effettuare diversi tipi di osservazioni radioastronomiche, possono essere anche molto diversi, a seconda dell’applicazione specifica.

All’estremo inferiore di poche centinaia di nanosecondi si colloca la misura del cosiddetto “Clock Offset VLBI”: una stima così accurata di questo valore permette attualmente di procedere alla correlazione dei dati VLBI in modo automatico, riducendo in modo drastico i tempi della procedura di ricerca della massima ampiezza di frangia.

Ad un livello intermedio di accuratezza si trova il puntamento dell’antenna radioastronomica: alla più alta frequenza di lavoro di 100GHz, la conoscenza della correzione istantanea per il moto reale di rotazione terrestre (tempo UT1) entro ± 15 millisecondi è infatti adeguata (un ventesimo del fascio d’antenna, rispetto al massimo rate siderale, ovvero con $\text{dec}=0$). Questo impone anche la conoscenza della differenza UTC-UT1, in quanto essa può ammontare fino a ± 500 ms, ma che possiamo dedurre in anticipo dai bollettini di IERS, ottenibili via rete.

Ad un livello decisamente diverso, tipicamente di un secondo, si trovano tutte le applicazioni di tipo generale che richiedono una conoscenza del tempo solo a fini di archiviazione (Log). In questa categoria cadono anche tutte le applicazioni di monitoraggio e controllo dell’antenna come, ad esempio, il posizionamento dei pannelli della superficie attiva dello specchio primario, lettura dei sensori di temperatura, etc.

Infine l’acquisizione dati, a seconda della frequenza di osservazione e del tipo di ricerca, assumerà valori differenti, ma compresi fra quelli precedenti.

A tutti i moderni campioni atomici di frequenza viene associato un modulo orologio che ricava, per divisione di frequenza, un impulso con periodo di un secondo (1PPS = 1 Picco Per Secondo), che poi distribuisce a tutti gli utenti della stazione. La sincronizzazione dell’impulso con UTC viene poi generalmente ottenuta mediante un ricevitore GPS. Nel Laboratorio Tempo e Frequenza di Medicina presso la parabola VLBI utilizziamo un modulo Motorola Oncore VP (o

la sua nuova versione UT+) sotto controllo di un programma dedicato al timing chiamato TAC32 della CNS system.

L'impulso 1PPS fornito dal modulo GPS ha una accuratezza di sincronizzazione che, sul singolo impulso, può essere quantizzata in poche centinaia di nanosecondi (anche in presenza di Selective Availability e Anti Spoofing).

Questo segnale rappresenta la sincronizzazione "hardware" per tutti gli utilizzatori avanzati, che tuttavia necessitano di un'ulteriore informazione fondamentale per conoscere il tempo UTC: la "stringa" di testo che identifica l'anno, il mese, il giorno, l'ora, il minuto ed il secondo da associare al particolare 1PPS utilizzato per la sincronizzazione.

Di qui la evidente la necessità di un sistema automatico di lettura del Tempo UTC, la cui implementazione più semplice su ogni calcolatore della stazione appare via la rete (locale) di interconnessione, già esistente per lo scambio di files ed altre risorse.

Molte sono le controindicazioni all'utilizzo di tale supporto: innanzitutto la sua natura seriale asincrona ed a ritardo di propagazione variabile a seconda dell'instradamento e del volume di traffico. Qualora tuttavia si dimostrasse che l'errore di sincronizzazione risultasse comunque inferiore all'amiguità del 1PPS (+/- 500ms), tale sistema potrebbe soddisfare sia i requisiti delle applicazioni avanzate ed al tempo stesso di tutte quelle generali.

Un'alternativa infine potrebbe anche essere quella di acquisire dalla porta seriale del modulo GPS una delle stringhe @@.... e da questa ricavare la stringa di tempo, ma in questo caso si richiede un'ulteriore elaborazione del segnale.

Time server SNTP primari con moduli GPS interrogati via Internet

Da circa un mese sono in funzione, in fase sperimentale, tre ricevitori GPS, a suo tempo dotati di un'interfaccia [1] che ne permette il controllo mediante programmi dedicati al "timing". Attualmente usiamo TAC32Plus che fornisce anche la funzionalità come Time Server, secondo il protocollo SNTP.

Un sistema è installato nel nostro Istituto (Area CNR-BO) , uno presso il Dipartimento di Fisica, nel Laboratorio di Fisica I, il terzo presso il Laboratorio Tempo e Frequenza del radiotelescopio VLBI di Medicina.

Dopo varie prove abbiamo potuto verificare che il miglior programma "client" per l'interrogazione del server sembra essere Dimension 4, scaricabile gratuitamente dal sito Internet dell'autore:

<http://www.accessone.com/~thinkman/dimension4/index.htm>

Dopo la decompressione con un programma tipo WINZIP del file originale chiamato **d4time41.zip** (dimensione 150Kb), si ottiene l'installazione cliccando il pulsante destro sul file D4.inf, e quindi scegliendo INSTALL dal menu che compare.

Con un doppio click sull'eseguibile **D4.exe**, appare il pannello del programma, con al centro la finestra su cui effettuare la scelta della stazione preferita da cui ottenere il segnale di Tempo (Time Server, TS).

Per attivare l'interrogazione del nuovo server si deve cliccare OK. Le ultime due righe riportano i risultati dell'ultima sincronizzazione (entità della correzione, 'epoca dell'applicazione) e lo stato corrente (in attesa della prossima sincronizzazione = sleeping, in attesa di risposta dal TS = waiting o messaggio di errore) .

Nel nostro caso intenderemo utilizzare il server solo all'interno della nostra stazione, ma per controlli incrociati e ridondanza, in questa fase di prova, abbiamo voluto anche interrogare altri siti, sparsi in tutto il mondo.

Il file SERVER.DAT contiene una lista di Time Server che può essere aggiornata con nuovi indirizzi, da inserire nel campo server (prima colonna), sia in formato numerico assoluto IP o letterale (Internet), dopo aver premuto il tasto ADD.

La prima considerazione nell'uso di questo programma è che si perde un fattore circa **un milione** nel trasferimento della sincronizzazione dal ricevitore GPS verso la rete e l'utente finale, in quanto si passa dalla centinaia di nanosecondi precedentemente dichiarata a poco più di una centinaia di millisecondi.

Va poi aggiunto che il programma D4, mediante il protocollo SNTP, riesce ad effettuare una buona compensazione del ritardo inserito dalla rete. Da un lato infatti non si notano macroscopiche differenze fra Time Servers localizzati in continenti diversi, ma soprattutto viene sottratto il ritardo reale medio, anche di parecchie centinaia di millisecondi, come mostrato dal risultato del comando PING verso uno qualsiasi di quei siti.

Per quanto riguarda le prove incrociate effettuate a tutt'oggi fra i suddetti tre siti compresi nell'area di Bologna non hanno mai mostrato discrepanze maggiori di 180ms e quest'ultimo valore è stato osservato una volta sola. Anche i confronti con le stazioni estere forniscono risultati analoghi: con una certa frequenza tuttavia si osservano anche discrepanze molto maggiori (diversi percorsi di instradamento?).

Per adesso non è possibile estrarre in un file la misura dell'errore di sincronizzazione, per cui non è possibile quantizzare con una distribuzione reale ed una deviazione standard la stima precedente.

I Time Server attualmente in funzione sono:

UTclock.bo.infn.it (IP 131.154.11.213)

LabTF.ira.bo.cnr.it (IP 192.167.189.37)

Conclusioni

Le prove qui riportate mostrano come l'installazione di un Time Server primario agganciato ad un modulo ricevitore GPS possa rivelarsi utile e vantaggioso in applicazioni radioastronomiche.

Questo sistema non vuole sostituire integralmente sistemi di co/decodifica standard, come quello IRIG-B proposto anche per SRT, ma vuole semplicemente essere una comoda alternativa, non solo per tutte le applicazioni di uso generale, ma anche per quelle piu' sofisticate, in quanto fornisce il complemento adeguato per risolvere l'ambiguita' associata alla distribuzione del 1PPS.

Il programma TAC32plus inoltre è in grado di fornire una gestione automatica della registrazione dei "clock offset" necessari per le osservazioni VLBI, tramite il controllo via (una seconda) porta seriale di un contatore universale, tipo HP53131A. I file possono essere letti dal Field System (Linux) tramite Samba.

Vogliamo qui infine ricordare che, presso le nostre stazioni VLBI, non distribuiamo il segnale 1PPS generato dal ricevitore GPS, bensì quello derivato dal Maser-H tramite il modulo orologio.

In questo modo rendiamo indipendenti tutti gli utenti dalle instabilità a corto termine tipiche del sistema GPS (in particolare di quelle generate dai moduli Motorola) [2]. A fronte dell'enorme effetto filtrante dovuto al campione atomico, non si hanno conseguenze di sorta, perché è nostra cura mantenerne controllata la marcia in frequenza, tramite i suddetti clock offset, che sono sempre stati mantenuti a valori di gran lunga inferiori a quelli di sincronizzazione temporale finora dichiarati.

Referenze

- [1] R. Ambrosini, G. Maccaferri, M. Roma, A. Maccaferri, A. Scalambra, "Extremely accurate timing with a new interface for the Motorola GPS modules", Internal Report, IRA 273/99, January 1999.
- [2] M. Caporaloni, R. Ambrosini "GPS and Timing: didactic applications on how to choose the best clock", European Journal of Physics, Volume 20, Number 4, July 99, pp.243-252, also selected as a Featured Article, in the free access Internet homepage of the Journal of Physics, at <http://www.iop.org/Journals/ej>