



Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

Number	57
Publication Year	2020
Acceptance in OA@INAF	2020-11-24T09:25:09Z
Title	SPM (SST Pointing Manager). Un software per automatizzare le osservazioni di "space debris" per il Telescopio Cassini di Loiano.
Authors	BRUNI, IVAN
Affiliation of first author	OAS Bologna
Handle	http://hdl.handle.net/20.500.12386/28503 , http://dx.doi.org/10.20371/INAF/TechRep/57

SPM (SST Pointing Manager)

Un software per automatizzare le osservazioni di “space debris” per il Telescopio Cassini di Loiano

I. Bruni, INAF- OAS Bologna

ivan.bruni@inaf.it

Introduzione

Ad oggi, una parte consistente del lavoro notturno al Telescopio Cassini dell'Osservatorio di Loiano (OAS - INAF Bologna) e' destinato alla fornitura di osservazioni di servizio per il programma *Space Surveillance and Tracking* (SST). Le osservazioni comprendono acquisizioni, tipicamente con tempi di esposizione pari a pochi secondi, di sequenze di immagini (tracce) di satelliti artificiali operativi e fuori servizio. Le effemeridi di visibilità di questi oggetti sono tendenzialmente note a priori e per ottimizzare l'attuazione delle lunghe sequenze di puntamenti e di acquisizioni, (modalita' di lavoro alquanto atipica per uno strumento realizzato negli anni 70 come il Telescopio di Loiano), ho sviluppato il software SST Pointing Manager (*SPM*), integrato nell'interfaccia di puntamento del Telescopio, e modificato il software corrente di acquisizione delle immagini CCD (Princeton Instruments Interface). Per ragioni storiche e di compatibilita' i codici sono stati scritti in Microsoft VB6 su piattaforme Microsoft Windows 7 e XP.

In questo lavoro espongo molto brevemente il funzionamento del programma e ne descrivo le modalita' di utilizzo. E' da sottolineare che l'utente finale di questo "manuale" deve avere un buon livello di confidenza con la gestione tecnica del Telescopio e dello strumento di piano focale BFOSC. I rapporti tecnici di riferimento sono consultabili in rete:

- manuale d'uso di BFOSC
(<http://www.bo.astro.it/wp-content/uploads/2018/11/manuale-BFOSC-2018.pdf>)
- manuale d'uso del Telescopio
(<https://www.oas.inaf.it/wp-content/uploads/2019/02/A6-UsoTelescopio.pdf>)

Come funziona

Il controllo del puntamento del Telescopio e della principale camera CCD dello strumento BFOSC sono attualmente affidati a due programmi tra loro indipendenti ed installati su due macchine differenti ma collegate alla rete locale. Il fine di questo intervento e' quello di realizzare un software di "automatizzazione" delle sessioni osservative che risponde alle esigenze del programma SST.

Il primo passo e' stato quello di creare e definire una comunicazione bidirezionale tra le due macchine in questione sfruttando le proprieta' native di Microsoft VB6 di poter implementare dei socket TCP. Ho basato quindi lo scambio di informazioni su di un socket stream tra un client (la macchina che gestisce la camera CCD, e su cui e' installato il *Princeton Instruments Interface*) ed un server (la macchina che gestisce il puntamento del Telescopio e dove e' stato sviluppato *SPM*).

Dopo aver definito la modalita' di comunicazione via TCP, ho identificato le informazioni essenziali che devono essere scambiate tra server e client per consentire lo svolgimento di una sessione osservativa automatica. La pianificazione dettagliata di quale oggetto puntare, e quando acquisire un'immagine e' affidata ad un file di testo che il server deve leggere inizialmente. In questo file, per ogni oggetto, sono elencati il tempo UT di inizio acquisizione e le coordinate equatoriali precesstate alla data attuale.

Il tempo di esposizione della singola immagine e' impostato manualmente nell'interfaccia di controllo della camera CCD (client) e rimane invariato per tutta la durata della sequenza osservativa. Il tempo con cui e' scandito lo scambio delle informazioni tra il server ed il client e' generato dall'orologio del sistema operativo (Microsoft WinXP) su cui e' installato *SPM* (server) e mantenuto sincronizzato con un servizio NTP pubblico.

In *Figura 1* e' mostrato uno schema che ne descrive il funzionamento.

All'avvio della sequenza di osservazioni, il server esegue il puntamento iniziale alle coordinate indicate nella riga del file di ingresso che l'utente seleziona. Quando il Telescopio e' in movimento si trova nello stato di "*pointing*" mentre quando il puntamento e' terminato con successo entra nello stato di "*tracking*" (moto siderale). Con una frequenza di circa una volta al secondo il client, la macchina che controlla la camera CCD e che si trova nello stato di "*idle*", invia al server la richiesta di poter lanciare una nuova acquisizione.

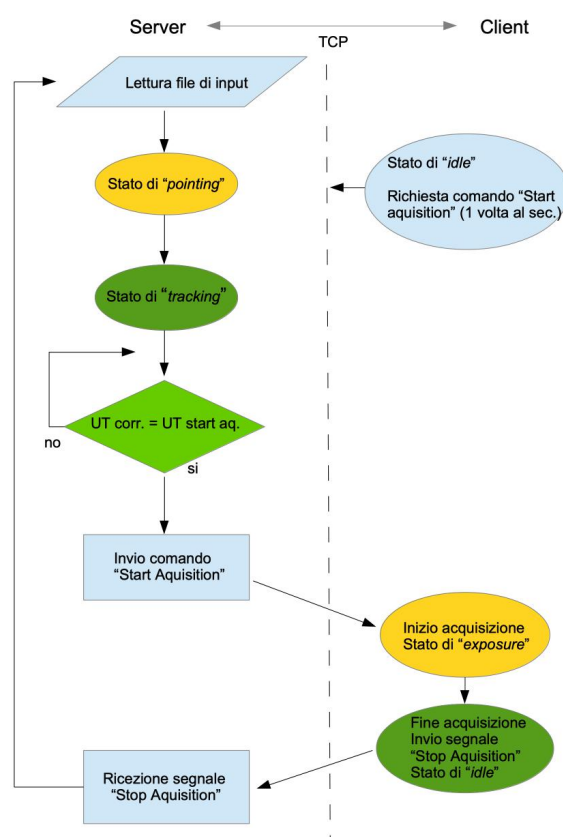


Figura 1

L'acquisizione di una nuova immagine può avvenire solo se sono vere due condizioni: lo stato del Telescopio deve essere di "*tracking*" e il tempo UT corrente deve coincidere con quello pianificato nel file di ingresso. Quando cio' avviene, il server invia il comando di inizio acquisizione al client che riceve ed esegue effettuando la

transizione dello stato della camera CCD da quello di "*idle*" a quello di "*exposure*". Il client mantiene questo ultimo stato per tutta la durata del tempo di acquisizione che e' uguale alla durata del tempo di esposizione più il tempo di read-out della camera CCD (pari a 17 secondi per il formato pieno senza binning sull'immagine). In questo lasso di tempo il client non effettua richieste al server.

Al termine dell'esposizione il client torna allo stato "*idle*", informazione che viene inviata al server e che viene interpretata da questo come comando per effettuare il puntamento del Telescopio definito dalla riga successiva del file di ingresso. La sequenza di puntamenti ed acquisizioni cosi' strutturata continua fin quando l'utente interrompe manualmente la sequenza oppure quando il tempo UT corrente coincide con il tempo UT di fine sequenza impostato nella opportuna maschera di *SPM*.

Preparazione del file di ingresso

Il file di testo di ingresso e' creato dall'utente. E' importante sapere che *SPM* non effettua alcun controllo sugli stati di allarme del Telescopio. Per come e' stato pensato in origine, il Telescopio si può muovere solamente all'interno di una "zona permessa" e per questo motivo la correttezza delle coordinate dei puntamenti deve essere controllata con cura prima di attivare la sequenza.

Nel file di ingresso sono elencati per ogni oggetto i tempi UT di inizio esposizione, le coordinate equatoriali precessate alla data attuale e la stringa identificativa del satellite che verrà inserita nella "header" dell'immagine *fits*. Il nome del file e' "*sst-coo2.txt*" e deve essere copiato nella cartella "*C:/SST-coo/*" della macchina definita come server.

Nelle *Figure 2* e *3* e' mostrato un esempio di come deve essere editato il file di ingresso.

A partire da sinistra, ogni riga contiene: la data dell'osservazione, l'UT di inizio

esposizione (espresso in ore, minuti e secondi), la coordinata AR (espressa in ore, minuti e secondi), la coordinata DEC (espressa in gradi, primi, arcosecondi) ed infine l'identificativo del satellite per la "header" del *fits* file.

Escludendo la stringa della data, tutti i caratteri successivi sono separati da uno spazio. Inoltre non devono essere presenti righe vuote.

Particolare attenzione va prestata sia alla scelta dei tempi UT di inizio esposizione sia alla differenza di tempo UT che intercorre tra il puntamento di un satellite e quello successivo. Dopo il primo puntamento, l'intervallo di tempo che passa tra due comandi di inizio acquisizione su uno stesso oggetto deve tenere conto del tempo necessario al Telescopio per passare dallo stato di "*pointing*" a quello stabile di "*tracking*". Sperimentalmente si e' determinato che non sorgono problemi se questo tempo rimane sopra la soglia dei 120 secondi.

Mentre per garantire il raggiungimento e la stabilita' delle condizioni di inseguimento siderale, la differenza di tempo UT tra il comando di inizio dell'ultima immagine di un satellite e quello di inizio di un nuovo satellite non dovrebbe scendere al di sotto dei 300 secondi. Se non si rispettano queste soglie temporali indicative potrebbe accadere che la sequenza si ferma a causa di incongruenze tra tempi e stati del Telescopio.

```

14/09/20 17 01 00 16 29 14 50 31 08 object1
14/09/20 17 03 00 16 34 51 50 52 27 object1
14/09/20 17 05 00 16 40 28 51 12 47 object1
14/09/20 17 07 00 16 46 10 51 32 06 object1
14/09/20 17 09 00 16 51 58 51 50 22 object1
14/09/20 17 11 00 16 57 51 52 07 33 object1
14/09/20 17 13 00 16 03 50 52 23 38 object1
14/09/20 17 15 00 16 09 53 52 38 33 object1
14/09/20 17 17 00 16 16 01 52 52 17 object1
14/09/20 17 19 00 16 22 14 53 04 49 object1
14/09/20 17 21 00 16 28 31 53 16 06 object1
14/09/20 17 26 00 18 34 51 23 26 08 object2
14/09/20 17 28 00 18 41 16 23 34 51 object2
14/09/20 17 30 00 18 47 43 23 42 16 object2
14/09/20 17 32 00 18 54 14 23 48 14 object2
14/09/20 17 34 00 18 00 47 23 53 03 object2
14/09/20 17 36 00 18 07 22 23 56 23 object2
14/09/20 17 41 00 16 13 58 53 58 19 object3
14/09/20 17 43 00 16 14 36 53 58 51 object3
14/09/20 17 45 00 16 27 14 53 57 58 object3
14/09/20 17 47 00 16 33 53 53 55 40 object3
14/09/20 17 49 00 16 40 31 53 51 57 object3
14/09/20 17 51 00 16 47 09 53 46 48 object3
14/09/20 17 53 00 16 53 45 53 40 14 object3
14/09/20 17 55 00 16 00 14 53 32 15 object3
14/09/20 17 57 00 16 06 52 53 22 51 object3
14/09/20 17 59 00 16 13 23 53 12 03 object3
14/09/20 18 01 00 16 19 50 52 59 52 object3
14/09/20 18 03 00 16 26 14 52 46 19 object3
14/09/20 18 05 16 32 34 52 52 31 25 object3

```

Figura 2

```

14/09/20 18 03 00 16 26 14 52 46 19 object3
14/09/20 18 05 00 16 34 52 52 31 25 object3

```

data	UTstart	AR	DEC	Keyw.
14/09/20	18 03 00	16 26 14	52 46 19	object3
14/09/20	18 05 00	16 34 52	52 31 25	object3

Figura 3

Come si usa

Dall'interfaccia del programma di puntamento del Telescopio (Figura 4) si accede ad SPM (Figura 5) spingendo il bottone "SST Pointing Manager".

Dopo aver preparato il file di ingresso ed averlo copiato nella cartella opportuna, bisogna spingere il pulsante "Load File" (Figura 5) per caricarlo in memoria. Il file viene mostrato nell'interfaccia come in Figura 6.

Il passo successivo e' quello di aprire il programma modificato di gestione della camera CCD residente sul computer di

controllo di BFOSC (Figura 7). Per attivare, o disattivare, la comunicazione TCP tra client e server e' necessario fare un click sulla checkbox "Listen SPM" (Figura 7).

Una volta attivata, il client interroga il server circa una volta al secondo in attesa del comando di inizio esposizione. La comunicazione andra' sempre disabilitata prima di chiudere il programma SPM.



Figura 4

SPM puo' essere usato in modalita' manuale o automatica. In modo manuale non e' necessaria alcuna comunicazione TCP, per cui l'utente puo' selezionare con il mouse una riga del file caricato in memoria (Figura 6) e spingendo il bottone "Click on

list line and MOVE Tel.” il Telescopio si sposta verso le coordinate scritte nel file senza fare uso della canonica maschera di inserimento delle coordinate.

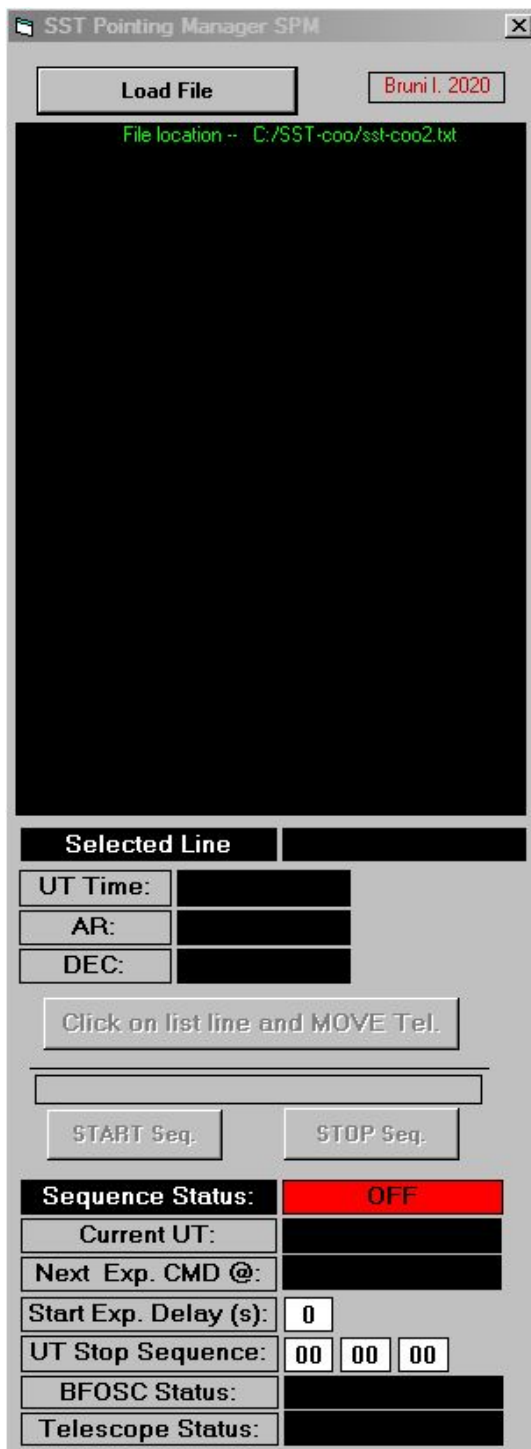


Figura 5

E' l'utente quindi che dovrà comandare manualmente l'acquisizione dell'immagine

dal software di controllo di BFOSC al tempo UT corretto.

Nella modalita' automatica il server ed il client comunicano tra loro ed i puntamenti e le acquisizioni proseguono con le tempistiche descritte nel file di ingresso. Dopo aver caricato il file, si seleziona una riga (corrispondente al primo oggetto da osservare) e si spinge il bottone di inizio sequenza "*START Seq.*" (Figura 8).

Il Telescopio inizialmente in stato di "*pointing*" raggiunge le coordinate pianificate, entra nello stato di "*tracking*" ed attende che il tempo UT corrente visualizzato nella casella "*Current UT*" sia

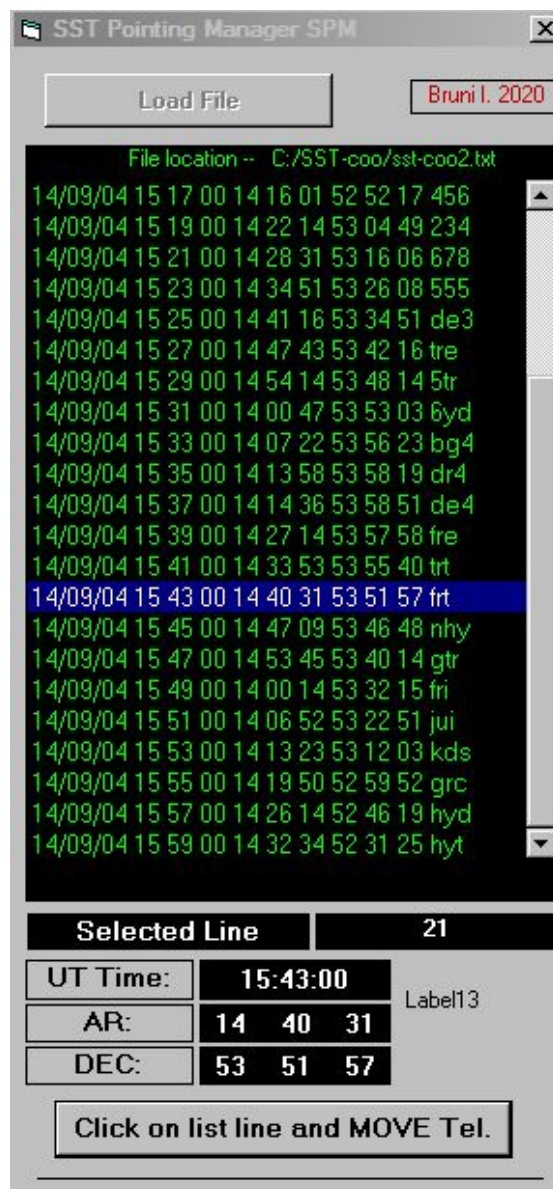


Figura 6

uguale al tempo UT pianificato nel file e visualizzato nella casella "Next Exp. CMD @" (Figura 9). La sequenza automatica puo' essere arrestata in ogni momento spingendo il bottone "STOP Seq." (Figura 8).

Nell'interfaccia SPM vengono visualizzate altre informazioni quali il "Telescope Status" ed il "BFOSC Status" (Figura 9) che indicano lo stato corrente del Telescopio e della camera CCD.

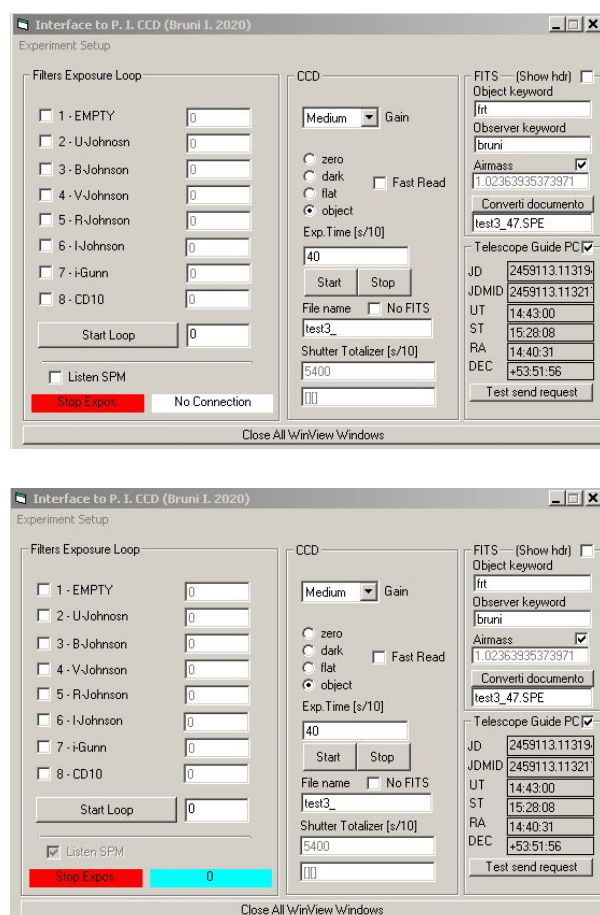


Figura 7

Se al momento del comando di acquisizione dell'immagine successiva il Telescopio non e' nello stato di "tracking" (questo puo' accadere perche' i tempi pianificati tra una immagine e la successiva sono troppo ravvicinati) allora la sequenza viene interrotta, il Telescopio entra nello stato di "Stop" ed appare l'avviso "Timing NOT Consistent" (Figura 10). In questo caso e' bene ricontrollare la frequenza dei tempi del file di ingresso e riattivare la sequenza.

Puo' succedere che la traccia del satellite compaia nel frame CCD in lieve ritardo o anticipo rispetto ai tempi definiti delle effemeridi. Per correggere questo sfasamento e fare in modo che la traccia sia correttamente posizionata all'interno del frame CCD, c'e' la possibilita' di ritardare o

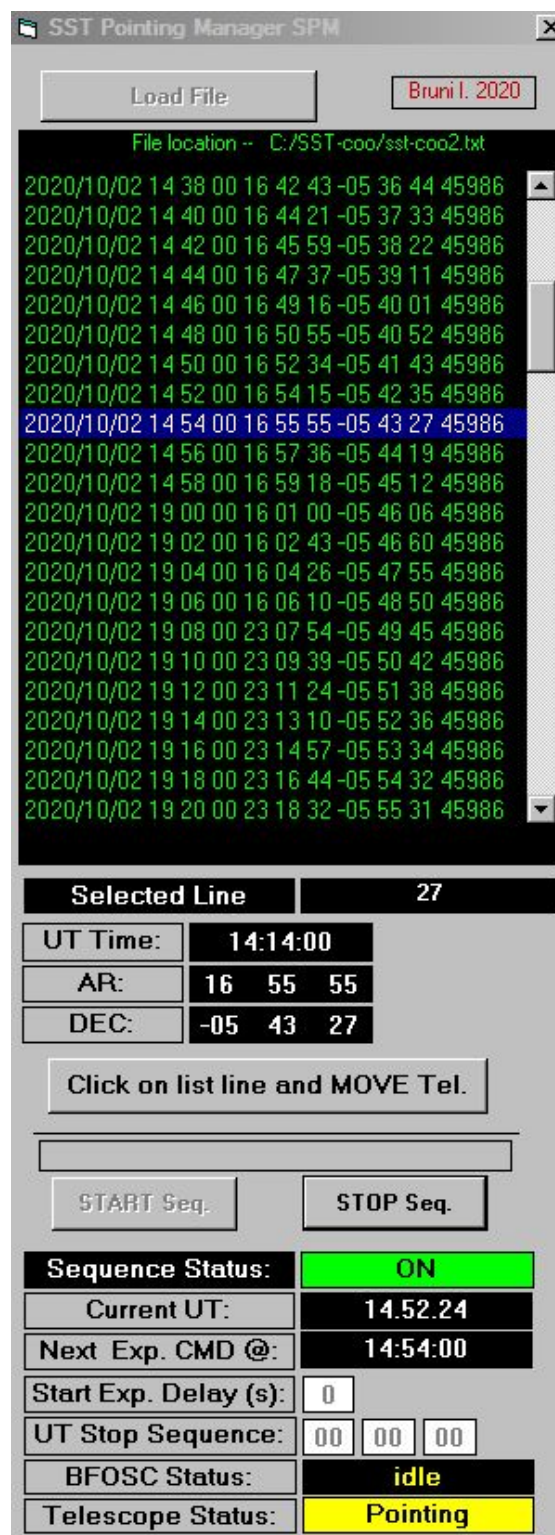


Figura 8

anticipare di qualche secondo il comando di inizio acquisizione. Questo offset temporale lo si imposta nella maschera "Start Exp. Delay" (Figura 9) ed e' espresso in secondi negativi se si vuole anticipare rispetto al tempo UT scritto nel file o positivi per ritardare. Come scritto in precedenza, la sequenza puo' essere fermata in ogni istante con il pulsante "STOP Seq.", tuttavia si puo' impostare un tempo UT programmato di fine sequenza nella maschera "UT Stop Sequence" (espresso in ore, minuti e secondi).

Sequence Status:	ON
Current UT:	14.53.42
Next Exp. CMD @:	14:55:49
Start Exp. Delay (s):	-10
UT Stop Sequence:	14 59 00
BFOSC Status:	idle
Telescope Status:	Pointing

Figura 9

Per essere effettivi, i valori dell "UT Stop Sequence" ed del "Start Exp. Delay" devono essere inseriti nelle maschere prima di spingere il pulsante "START Seq" (non sono modificabili quando la sequenza e' attiva). Il tempo UT di fine sequenza puo' essere impostato come ultima riga del file di ingresso oppure puo' essere un tempo intermedio tra una misura e quella successiva. La cosa importante e' che sia un valore di tempo compreso tra quelli indicati all'interno del file di ingresso.

SST Pointing Manager SPM

Load File

Bruni I. 2020

File location -- C:/SST-coo/sst-coo2.txt

2020/10/02 14 00 00 16 13 14 -00 22 49 45986
2020/10/02 14 02 00 16 14 44 -00 23 29 45986
2020/10/02 14 04 00 16 16 14 -00 24 09 45986
2020/10/02 14 06 00 16 17 44 -00 24 50 45986
2020/10/02 14 08 00 16 19 15 -00 25 31 45986
2020/10/02 14 10 00 16 20 46 -05 26 13 45986
2020/10/02 14 12 00 16 22 17 -05 26 55 45986
2020/10/02 14 14 00 16 23 49 -05 27 38 45986
2020/10/02 14 16 00 16 25 21 -05 28 21 45986
2020/10/02 14 18 00 16 26 54 -05 29 04 45986
2020/10/02 14 20 00 16 28 27 -05 29 48 45986
2020/10/02 14 22 00 16 30 01 -05 30 33 45986
2020/10/02 18 24 00 16 31 34 -05 31 17 45986
2020/10/02 14 26 00 16 33 09 -05 32 03 45986
2020/10/02 14 28 00 16 34 43 -05 32 48 45986
2020/10/02 14 30 00 16 36 18 -05 33 35 45986
2020/10/02 14 32 00 16 37 54 -05 34 21 45986
2020/10/02 14 34 00 16 39 30 -05 35 08 45986
2020/10/02 14 36 00 16 41 06 -05 35 56 45986
2020/10/02 14 38 00 16 42 43 -05 36 44 45986
2020/10/02 14 40 00 16 44 21 -05 37 33 45986
2020/10/02 14 42 00 16 45 59 -05 38 22 45986

Selected Line

1

UT Time:

14:02:00

AR:

16 14 44

DEC:

-00 23 29

Click on list line and MOVE Tel.

Timing NOT Consistent. Abort Seq.

START Seq.

STOP Seq.

Sequence Status:	OFF
Current UT:	14.45.50
Next Exp. CMD @:	14:02:00
Start Exp. Delay (s):	0
UT Stop Sequence:	00 00 00
BFOSC Status:	
Telescope Status:	STOP

Figura 10