Relazione sulle operazioni prioritarie diurne da eseguire al telescopio 152cm

R.Gualandi[1], S.Bernabei[1], A. De Blasi[1]

1. *Osservatorio Astronomico di Bologna, Via Ranzani n°1 40126 Bologna, Italy*

REP 04-2001-03

INDICE

1. **Manutenzione CCD**
   - 1.1. **Procedure per eseguire il vuoto al CCD**
   - 1.2. **Procedure di REFILLING del CCD**
2. **Procedure per la messa a punto dello spettrografo Bfosc**
3. **Test da eseguire sui CCD**
4. **Procedure di Flat Field**
5. **Trasferimento e archiviazione dati**
   - 5.1. **Rete locale**
6. **Bilanciamento Telescopio**

1. Manutenzione CCD

1.1. Procedura per eseguire il VUOTO al CCD

E' necessario rifare il vuoto all'interno del dewar del CCD ogni qualvolta è installato il Bfosc al telescopio dopo un lungo periodo di inutilizzo, oppure se si è sostituito il sensore CCD. Si può anche verificare la necessità di eseguite questa operazione quando il CCD non riesce a mantenersi in temperatura per il tempo prestabilito: questo è infatti un indice che il vuoto al suo interno inizia a degradarsi. Il valore di vuoto ottimale è di 10^{-6}

Questa operazione può essere effettuata per mezzo di una delle due pompe a vuoto disponibili: una pompa rotativa a diffusione e una pompa molecolare.

La pompa rotativa, situata al primo piano, necessita dello smontaggio del dewar dal Bfosc per motivi di ingombro. La procedura di utilizzo della pompa, è la seguente:

Si parte a pompa ferma con tutti i rubinetti chiusi.

- Aprire il rubinetto del prevuoto per circa 15 min (aspettando che si scaldi il fornello della pompa a diffusione).
  Verificare che il flusso dell'acqua nella tubazione di raffreddamento sia abbondante.
- Chiudere il prevuoto e aprire il preliminare
- Raggiunto un vuoto minimo di 6×10^{-3} chiudere il preliminare e aprire il prevuoto
- Aprire dopo qualche minuto il rubinetto d'alto vuoto ed infine quello del dewar.

Se la pompa utilizzata è quella molecolare, la procedura di vuoto si può eseguire direttamente in cupola evitando lo smontaggio del CCD. La procedura è semplicissima: si avvia la pompa tramite il pulsante START, raggiunto all'interno del tubo di collegamento al dewar un vuoto vicino a 10^{-6} si deve aprire il rubinetto della vacuum valve.

Si mantiene il CCD collegato alla pompa per circa una giornata per raggiungere un vuoto sufficiente ad un buon utilizzo (circa 10^{-6} atm).

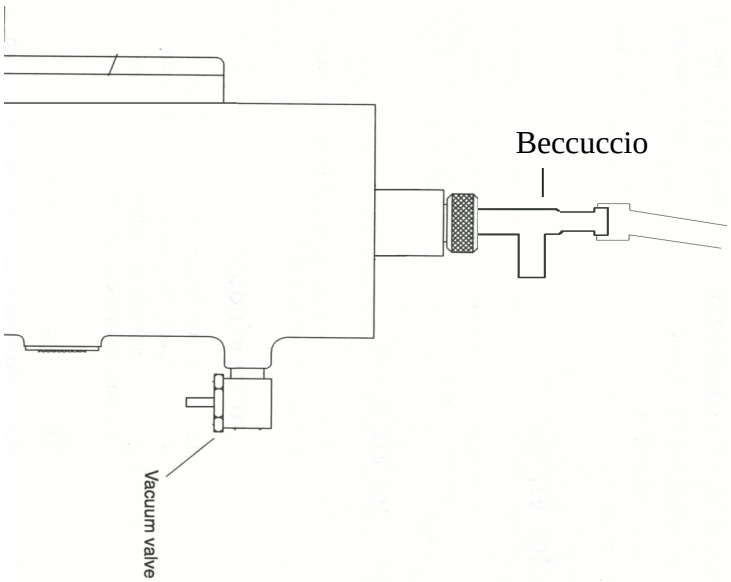
1.2. Procedura di REFILLING del CCD

Il refilling di azoto liquido deve essere effettuato per il CCD EEV ogni $10 \div 13$ ore, per il CCD THOMSON 1024x1024 ogni $8 \div 11$ ore e per il CCD LORAL ogni $7 \div 9$ ore. La differenza di durata della carica dipende dal periodo dell'anno (nel periodo estivo, per le più alte temperature, il tempo che intercorre tra un refilling e l'altro è minore) e dalla bontà del vuoto all'interno del dewar.

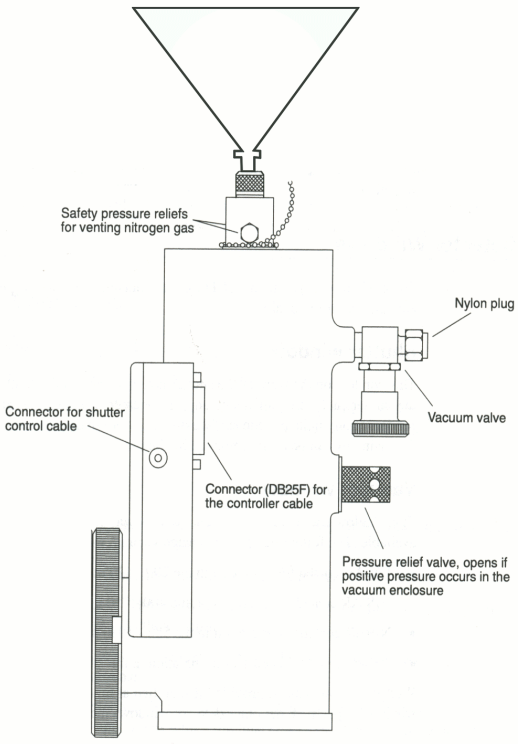
Per la propria sicurezza questa procedura deve essere effettuata indossando un paio di guanti e gli occhiali in dotazione.

La ricarica per il Loral e il Thomson si realizza tramite un tubo snodato collegato ad una bombola di azoto liquido, che viene inserito all'interno del dewar tramite un apposito beccuccio. Il tempo necessario per effettuare la ricarica è di circa 7 min. La fuoriuscita di azoto liquido dal beccuccio indica che il dewar è stato ricaricato.

Occorre fare molta attenzione quando si toglie il beccuccio dal dewar, per possibili fuoriuscite improvvise di azoto liquido, a causa dello sbalzo termico provocato dal contatto del guanto con il beccuccio.



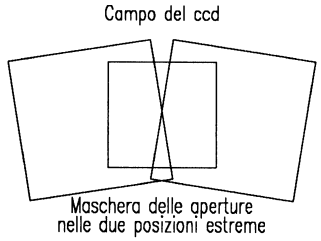
Per il CCD EEV il refilling è attualmente più complesso; per prima cosa si riempie con azoto liquido un termos da campeggio e successivamente si travasa il liquido all'interno del dewar utilizzando un imbuto.
Si capisce che il dewar e stato ricaricato quando l'azoto liquido inizia a fuoriuscire abbondantemente alla base dell'imbuto.
Questa operazione è particolarmente pericolosa visto che si è direttamente a contatto con azoto liquido, è fondamentale adottare le poche risorse di sicurezza in dotazione.



2. Procedure per la messa a punto dello spettrografo BFOSC

Queste operazioni sono da svolgersi prevalentemente di giorno ed esclusivamente dal **personale autorizzato**.

Centraggi del CCD
Questa operazione va effettuata ogni volta che si installa il Bfosc sul piano focale del telescopio.
Prima operazione da eseguire è il centraggio del sensore rispetto all'asse ottico dello strumento. Tale centraggio è relativo sia alla posizione X-Y del detector che alla sua rotazione rispetto al banco ottico.
Il campo del CCD viene alternativamente coperto da una posizione vuota della maschera delle aperture:



Questa è centrata sull'asse ottico dello strumento, quindi la posizione del bordo della maschera, spostata della stessa quantità a destra e a sinistra e misurata alla stessa altezza, definisce un eventuale spostamento del centro del CCD rispetto all'asse ottico. Inoltre, la misura dell'inclinazione dei due bordi della maschera permette di definire una eventuale rotazione del CCD rispetto al piano di simmetria X-Y del banco ottico. L'angolo di rotazione può essere determinato in maniera più semplicemente acquisendo un'immagine di una stella mentre viene spostata in una direzione cardinale.
L'operazione di rotazione è resa possibile dalla flangia di bloccaggio del CCD allo strumento.

MESSA A FUOCO DELLA CAMERA
Il fuoco della camera dello spettrografo si esegue utilizzando le due maschere di Hartman nel fascio parallelo ed il pin-hole nella ruota delle aperture. La camera deve essere fuocheggiata sulla ruota delle aperture. A tale scopo, si prendono due immagini del pin-hole prima con una e poi con l'altra maschera di Hartman. Se la camera è fuori fuoco i valori in ascissa dei centri del pin-hole non saranno coincidenti nelle due immagini, ma risulteranno spostati di una certa quantità, tanto più alta quanto maggiore è lo sfuocamento. Prendendo una serie di immagini attorno alla posizione di fuoco e fittando i punti con una relazione lineare, si ottiene il valore di fuoco per il quale i centri dell'immagini di pin-hole sono coincidenti.
Utilizzando il wedge, se montato sulla ruota dei grism, è possibile ottenere questa misura acquisendo una sola immagine, ma è opportuno avere precedentemente calibrato il wedge rispetto al fuocheggiamento con le maschere.
Per calibrare il wedge, si esegue una semplice procedura: una volta ottenuta la posizione di fuoco tramite le maschere, si prendono altre immagini con il wedge attorno alla posizione di fuoco (tipicamente 5). Da queste, come fatto precedentemente, si deriva per quale valore di fuoco le immagini del wedge sono esattamente allineate.

ALLINEAMENTI DELLE FENDITURE
Ad ogni installazione del Bfosc sul piano focale e ad ogni cambio di fenditure, queste ultime vanno allineate con le righe (colonne) del CCD. Se il CCD è stato precedentemente allineato correttamente per quanto riguarda la rotazione rispetto al piano X-Y del banco ottico, il montaggio meccanico stesso delle aperture è di una precisione sufficiente a garantire un errore di parallelismo che può essere corretto agendo sul micro-posizionamento software della ruota delle aperture (tipicamente qualche centinaio di passi dell'encoder della ruota).
Per eseguire questo allineamento si prende una immagine della fenditura con una sorgente luminosa di fondo, tipicamente si utilizza la cupola illuminata dalla lampada di flat-field. Si misura quindi il centro della fenditura ai due estremi e si calcola di quanti gradi è inclinata la fenditura. Si agisce

quindi sulla ruota delle aperture spostandola della stessa quantità, in gradi, nella direzione opportuna, sapendo che gli step totali della ruota sono 320000.

ALLINEAMENTO DELLA RUOTA GRISMS

La ruota porta grism richiede un allineamento più complesso di quello delle aperture. I grisms, infatti, necessitano di una doppia regolazione. La prima è la regolazione meccanica del grism stesso rispetto al suo supporto nella ruota ed è la regolazione più grossolana. La seconda è la regolazione fine che si esegue con la rotazione software della ruota. In primo luogo si inserisce la maschera di pin-hole nella ruota delle aperture per ottenere uno spettro. Infatti, è necessario avere uno spettro sottile, per misurare esattamente l'allineamento (al posto del pin-hole si può utilizzare una maschera di cartone nero con al centro un piccolo foro ~1-2 mm di diametro). Si prende una esposizione per ogni grism che si intende allineare e si misura l'angolo di cui lo spettro è inclinato. Questo angolo va tradotto come per le aperture in step del motore.

CAMBIO FILTRI

Per cambiare i filtri dalla apposita ruota, come ad esempio se si effettua il passaggio dalla configurazione Johnson a quella Gunn, è necessario smontare il filtro che si vuole sostituire dal suo supporto che deve essere utilizzato poi per il nuovo elemento da installare.

Questa operazione è molto delicata e deve essere effettuata dal personale autorizzato. Occorre utilizzare sempre guanti in lattice, per evitare che le dita vadano a contatto con il filtro, e maneggiare gli elementi con la massima cura.

Sarebbe preferibile non dover eseguire questa operazione sui supporti per evitare il rischio di danneggiare i filtri.

Per evitare questo basterebbe avere un numero di supporti-portafiltri uguale al numero dei filtri disponibili.

N.B. Il numero di step calcolato per allineare le fenditure e i grisms, deve essere aggiunto o sottratto al valore presente nel riquadro **position** del rispettivo elemento, nella finestra attivata dal pannello Bfosc "cliccando" sulla voce **Edit.**.

3. Test da eseguire sui CCD

Misura rapida del guadagno

Si definisce **guadagno** o **fattore di conversione** del CCD, in elettroni per ADU, il **rapporto** tra i **conteggi medi** in una immagine e la loro **varianza**, causata dallo Shot-noise. Questo numero dovrebbe essere molto stabile per ogni CCD e può essere determinato in modo semplice.

Poiché la variazione nei conteggi fra i pixel di una singola immagine può essere dovuta sia a variazioni di sensibilità come a variazioni date da shot-noise, è necessario eliminare l'effetto di variazioni della sensibilità.

Per fare questo è sufficiente acquisire due flat field nelle stesse condizioni di illuminazione, con una sorgente luminosa il più possibile stabile durante le esposizioni. Il valore medio dei conteggi in ogni immagine dovrebbe essere una frazione significativa del range numerico disponibile dal convertitore. Questo assicura che la differenza di valore nei dati sia dominata dallo shot-noise e non dal read-out noise del CCD.

Per esempio, se si usa un convertitore a 15 bit, si dovrebbe acquisire un flat field con almeno 8000 conteggi (ADU) di media. Sottraendo le due immagini di flat field fra loro, si ottiene una immagine la cui varianza pixel-to-pixel non dipende da variazioni di sensibilità sul CCD, e che è due volte la varianza di uno dei due frames di input causata dallo shot-noise nel segnale.

Calcolo del rumore di lettura

Il rumore di lettura del CCD è il prodotto del guadagno moltiplicato la deviazione standard dell'output del CCD quando non è presente alcun segnale.

Quindi il rumore di lettura del CCD, espresso in elettroni per pixel, può essere misurato prendendo una immagine di bias, calcolandone la varianza e moltiplicando quest'ultima per il fattore di conversione.

Non è necessario usare l'intera area del CCD per eseguire questa procedura. Una zona del CCD ragionevolmente pulita dal punto di vista cosmetico delle dimensioni di 150x150 pixel è sufficiente allo scopo, fatto salvo che sia sempre la medesima area ad essere utilizzata e che sia libera da eventi spuri quali raggi cosmici.

Test di linearità del CCD

La linearità di risposta di un CCD si misura graficando la media dei valori di una immagine contro il segnale di input. Normalmente si grafica al posto del segnale di input, il tempo di esposizione, assumendo che il segnale della sorgente di calibrazione sia costante.

Va notato come in generale sia difficile ottenere una precisa curva di linearità. La curva di trasferimento è sensibile solo a variazioni dell'intensità luminosa fra due immagini ottenute con un identico tempo di esposizione. Se il livello di esposizione non cambia fra le due immagini, allora lo shot-noise è funzione del solo livello di esposizione.

La curva di linearità richiede che il livello di intensità resti costante durante tutto il test e che solo il tempo di integrazione cambi. Qualsiasi variazione di intensità dell'illuminazione contaminerà la curva e comprometterà la qualità delle misure.

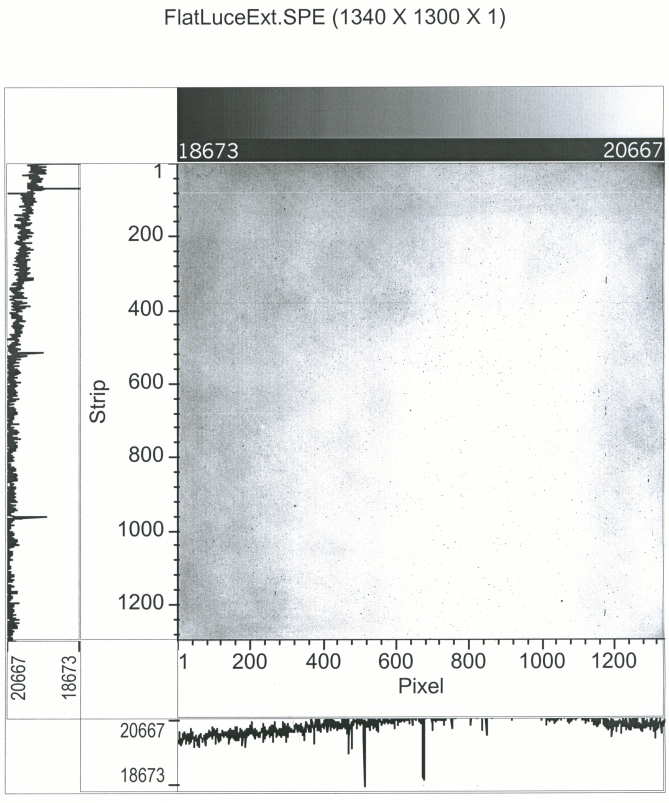
Per eseguire al meglio le procedure indicate nei paragrafi 2 e 3 occorre avere la conoscenza di alcuni pacchetti di riduzione dati presenti in IRAF o in programmi analoghi.

4. Procedure di Flat Field

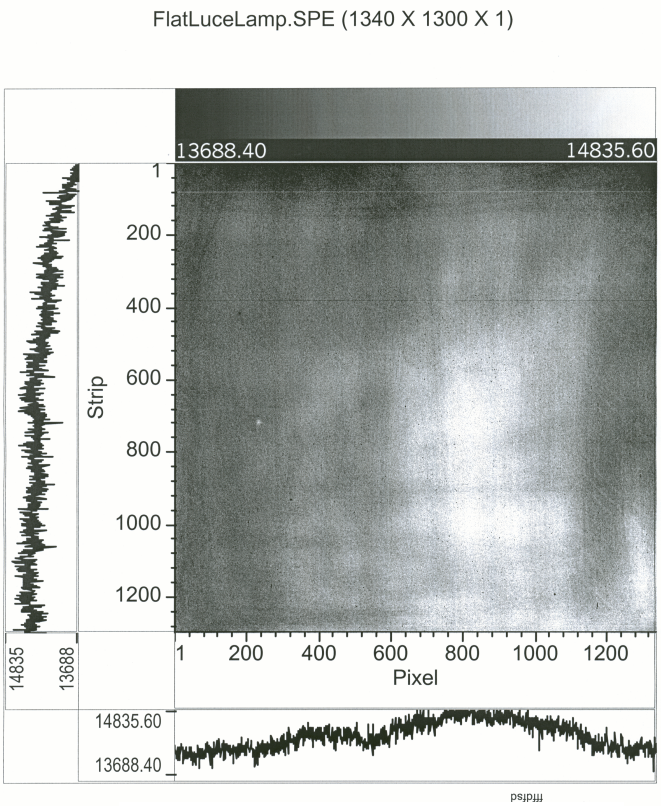
L'operazione di flat field è utilizzata per correggere le eventuali disomogeneità di risposta dei vari pixel componenti il CCD, nonché l'effetto di vignettature e di depositi di granelli di polvere presenti sulle ottiche. Essa consiste nella ripresa di una superficie uniformemente illuminata, che serve per evidenziare tali difetti.
La correzione vera e propria richiede la normalizzazione dell'immagine astronomica con l'immagine di flat field.
I Flat Field vengono eseguiti puntando il telescopio verso una posizione della cupola illuminata il più possibile uniformemente dalle lampade o dalla luce solare.
Per l'acquisizione del flat field occorre utilizzare lo strumento nella stessa configurazione che si utilizza per la ripresa dell'oggetto in esame.

Flat Field per le immagini

E' preferibile eseguire i Flat per l'imaging illuminando la cupola con la luce solare, aprendo 10 – 20 cm il portellone della cupola. In questo modo si riesce ad illuminare in maniera uniforme la porzione di cupola su cui si punta il telescopio per l'acquisizione dei Flat. Tuttavia in questo modo si possono ottenere dei flat non costanti in intensità perché la sorgente luminosa non è costante nel tempo (basta, infatti, il passaggio di una nuvola per variare i conteggi del flat).
Se a causa delle condizioni atmosferiche non si può aprire la cupola si utilizzano le lampade, però queste pur avendo il vantaggio di un'intensità luminosa costante, spesso non consentono un'illuminazione uniforme della superficie interna della cupola.
Per migliorare questo inconveniente sarebbe opportuno fissare delle lampade regolabili in intensità che non creino ombre nella zona puntata dal telescopio.



Flat field acquisito utilizzando la luce solare esterna



Flat field acquisito utilizzando le lampade interne

Flat Field per spettri

I flat field per gli spettri vengono acquisiti utilizzando come sorgente luminosa la lampada alogena presente in cupola. L'inconveniente nell'utilizzo di questa lampada è l'impossibilità di variare la sua intensità, questo implica una eccessiva illuminazione per alcuni tipi di grism, oppure una scarsa per quelli ad echelle. Per questo motivo a volte si devono eseguire flat filed con tempi di esposizione troppo brevi (5÷6 sec) o troppo lunghi (3 min).

Un grosso handicap che si ha sulle nostre attuali procedure di flat field è l'impossibilità di riprodurre in giorni successivi le identiche condizioni di illuminazione.

I frame ottenuti per fare i Flat Field devono avere una certa intensità media che si può facilmente controllare analizzando l'istogramma degli stessi. Questo valore medio deve essere compreso tra il 40% e il 60% della dinamica di digitalizzazione dell'oggetto osservato.
E' chiaro che per ottenere una giusta intensità media occorre fare delle prove sul campo, poiché essa dipende da parecchi fattori (metodo utilizzato, illuminazione del cielo, sensibilità del CCD, tipo di oggetto osservato, ecc.). Si tratta quindi di una operazione per cui non si possono prestabilire dei criteri, ma occorre adottare soluzioni che variano da caso a caso.

5. Trasferimento e archiviazione dati

Le immagini in formato FITS acquisite, vengono temporaneamente registrate nella direttory **Fits** presente sul PC PRINCE. Normalmente i frames sono mantenuti in questo direttorio fino al termine del turno osservativo dell'astronomo presente, dopo di che, vengono trasferiti su CD ROM oppure, se richiesto, su nastro DAT.
Per effettuare il trasferimento occorre innanzitutto inviare le immagini tramite FTP verso il PC SIRIO (dove è installata l'unità di masterizzazione) nella direttory AREA_MASTERIZZAZIONE, qui le immagini verranno "parcheggiate" prima di essere copiate, tramite il programma **XCDROAST,** su CDROM.
Poiché il sistema operativo che gestisce il PC SIRIO è linux, l'operazione di FTP richiede la conoscenza dello USER NAME e PASSWORD della macchina , da richiedere al personale di cupola autorizzato.

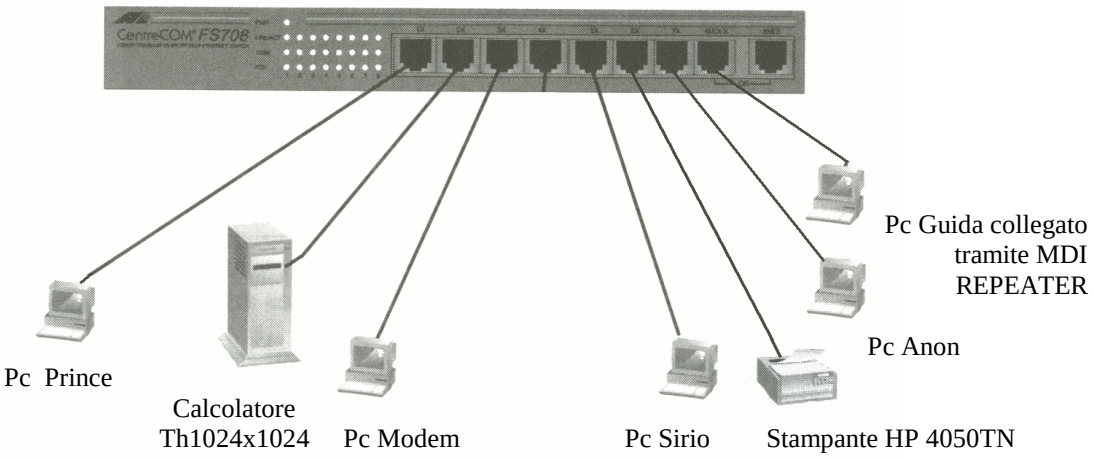
I frames vengono anche copiati in un sottodirettorio (ARCHIVIO) per essere in seguito masterizzati in duplice copia per l'archivio di Loiano e di Bologna.
Il cd d'archivio viene creato quando lo spazio disco, occupato delle immagini presenti, è di circa 600 Mb.

5.1. Rete locale

Tutti i PC presenti a Loiano sono in rete in rete tra loro, tramite un **Fast Ethernet Swich AT-FS708**.

Description AT-FS708
Eight auto-negotiating 10/100 Mbps twisted pair RJ45 ports
Port 8 MDI and Port 8 MDI-X
Total bandwidth of 800 Mbps
Internal power supply

Di seguito è riportato lo schema della rete:

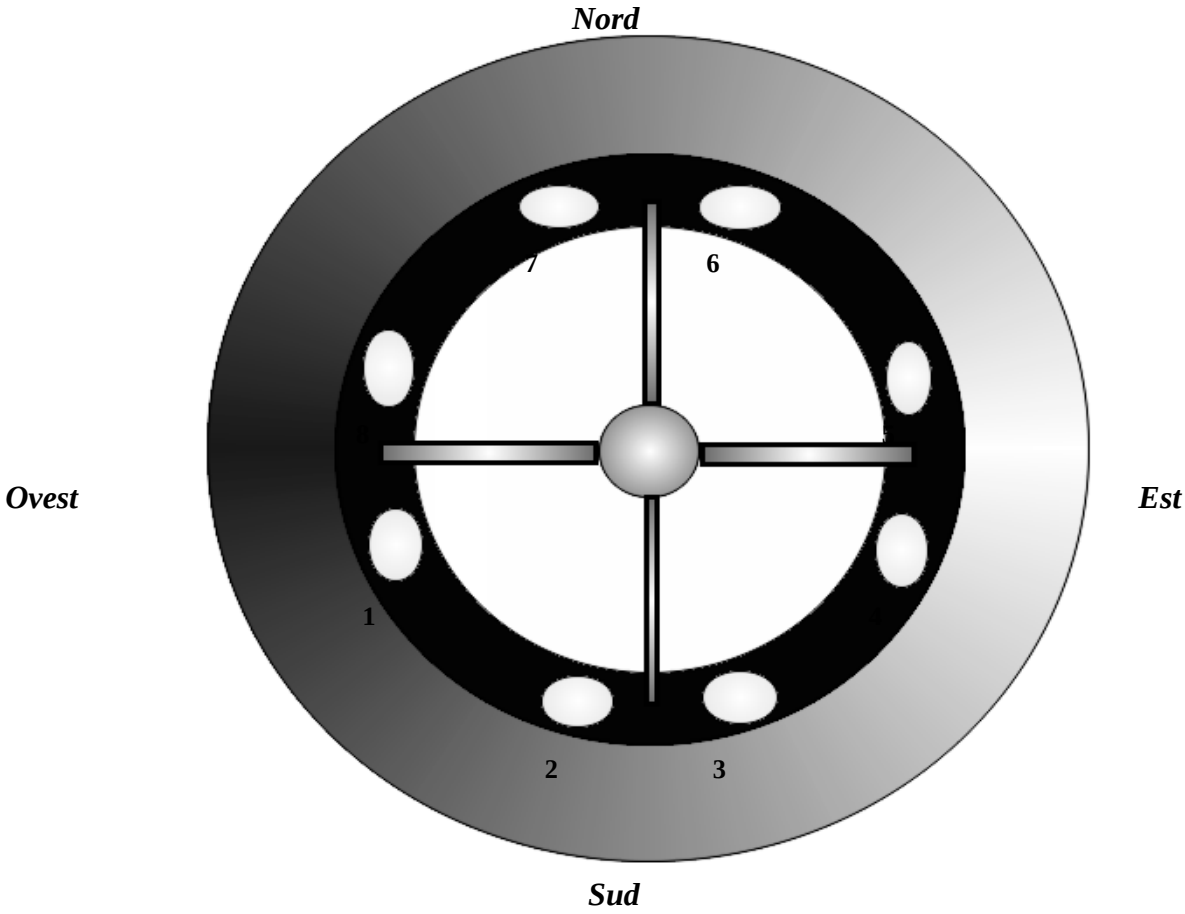


Oltre alla gestione e alla manutenzione talvolta, a discrezione del personale, occorre operare riparazioni sui Pc stessi o sulla rete, a causa di anomalie tecniche (es. surriscaldamento delle apparecchiature, bloccaggio della ventola di raffreddamento, installazioni di componenti hardware, ecc.) ed errori umani (spegnimento non corretto, configurazioni errate di file di sistema, installazione di software, ecc.)

6. Bilanciamento Telescopio

Se si esegue un cambio strumenti occorre ribilanciare il telescopio aggiungendo o togliendo peso in testa e nel contrappeso del telescopio.

Lo schema delle piastre da aggiungere in testa al telescopio è il seguente:



FORO N°	N°dischi EEV	N° dischi EEV + BICANALE	N°Dischi RCA	N° dischi LORAL
1	3	4	1	4
2	3	2	3	3
3	3	3	2	4
4	3	4	1	3
5	3	4	1	4
6	3	3	2	3
7	3	3	2	4
8	4	4	1	3

Con la configurazione strumentale EEV+BICANALE nel contrappeso sono installate tutte le piastre di bilanciamento disponibili, per gli alti strumenti si dovranno togliere un numero di piastre che varia da un massimo di 7 a un minimo di 2 a seconda dei casi.

Lo schema sopra riportato è indicativo perché il bilanciamento dipende da vari fattori non sempre riproducibili. E’ quindi opportuno controllare manualmente il bilanciamento alfa e delta, sbloccando il freni dei due motori con le apposite chiavi. Questa operazione deve essere il più precisa possibile per ottimizzare l’inseguimento e il puntamento del telescopio, abbassando così anche i rischi (dovuti ai momenti) durante lo spostamento del telescopio.