



**ISTITUTO NAZIONALE DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE FOR ASTROPHYSICS**

OSSERVATORIO ASTRONOMIC DI BOLOGNA



Telescopio "Gian Domenico Cassini" di 152 cm di diametro della stazione osservativa di Loiano (Bologna)

Manuale d'uso

**- Fascicolo tecnico -
Allegato 6**

ULTIMA REV.	DATA	REDATTO DA	FIRMA
1.0	25/09/2015	Italo Foppiani	

Revisioni del documento

DATA	REV.	PARAGRAFI INTERESSATI	AUTORI
25/09/2015	1	Prima emissione	IF

Autori

IF: Italo Foppiani.

Acronimi e abbreviazioni

PLC	Programmable Logic Controller (controllori logici programmabili)
DC	Direct Current, corrente continua
STEP	Stepper, passo-passo
PC	Personal Computer

Sommario

Revisioni del documento	2
Acronimi e abbreviazioni	2
1 Contenuto	4
2 Simboli	4
3 Personale autorizzato a manovrare il telescopio	4
4 Introduzione	5
5 Caratteristiche generali del sistema di controllo	7
6 Accensione, spegnimento ed arresto di emergenza	10
7 Movimenti veloci del telescopio (motori DC)	13
7.1 Movimenti veloci manuali	13
7.1 Movimenti veloci automatici / remoti.....	15
8 Movimenti lenti del telescopio	17
9 Puntamento automatico ed inseguimento	18
10 Gestione di errori e allarmi	20
11 Controllo del portellone della cupola	25
11.1 Controllo del portellone in modalità manuale.....	27
11.1 Controllo del portellone in modalità automatica.....	28
11.2 Ricarica delle batterie.....	29
12 Controllo della rotazione della cupola	31

1 Contenuto

Il contenuto di questo documento riguarda le operazioni basilari di uso del telescopio (accensione, spegnimento, abilitazioni ecc.) mentre la descrizione dell'interfaccia utente principale (PC di supervisione e controllo) e del suo utilizzo per effettuare osservazioni astronomiche sono demandate a documenti dedicati.

Tutte le operazioni di manutenzione (elettrica o meccanica o ottica) non sono oggetto del presente manuale.

2 Simboli

I simboli impiegati nel manuale sono:



Simbolo di attenzione
Indica precauzioni di sicurezza e di impiego



Simbolo di divieto
Indica divieti di sicurezza e di impiego



Simbolo di obbligo
Indica obblighi di sicurezza e di impiego



Simbolo di spunta
Indica necessità di verificare quanto indicato.

3 Personale autorizzato a manovrare il telescopio



L'elenco del personale autorizzato a manovrare il telescopio nonché le norme di accesso all'edificio, sono riportate nel documento denominato "Regolamento interno per i dipendenti e gli utenti della stazione osservativa di Loiano".

Il personale interno autorizzato è in possesso di una chiave strettamente personale che permette l'accensione del sistema di controllo del telescopio e della cupola come descritto nel paragrafo 6.

In futuro potrà essere autorizzato a manovrare il telescopio anche personale esterno dopo un opportuno addestramento le cui modalità saranno individuate dai responsabili della struttura, eventualmente in collaborazione coi responsabili della sicurezza, e saranno descritte in appositi documenti.

4 Introduzione

Il telescopio, la consolle e la maggior parte dei controlli manuali del telescopio e della cupola sono ubicati nel locale cupola al secondo piano dell'edificio come mostrato in figura 4.1 e in figura 4.2. La porta di accesso al locale cupola è mostrata in figura 7.3. La postazione principale di controllo del telescopio e degli strumenti, mostrata in figura 4.3, è invece ubicata nella stanza di controllo al primo piano dell'edificio.

Il pianale posto al di sotto del telescopio, su cui è collocata la consolle, è mobile in altezza in modo da permettere di raggiungere l'oculare del telescopio per diverse altezze dello stesso.

Al secondo piano dell'edificio è collocata anche la porta di accesso al ballatoio esterno della cupola mostrata in figura 11.1.



La manovra del pianale mobile è riservata al personale autorizzato.

L'accesso al ballatoio esterno della cupola è riservato al personale autorizzato.

L'accesso al secondo piano dell'edificio è riservato al personale autorizzato. Persone non autorizzate possono accedervi solo se accompagnate.

Si faccia riferimento al documento “*Regolamento interno per i dipendenti e gli utenti della stazione osservativa di Loiano*” per la regolamentazione completa degli accessi all'edificio e per la manovra del pianale mobile.



Figura 4.1 Viste del telescopio nel locale cupola. Destra: sono visibili le racchette per il controllo manuale del fuoco, dei movimenti lenti (STEP motors) e del pianale mobile.

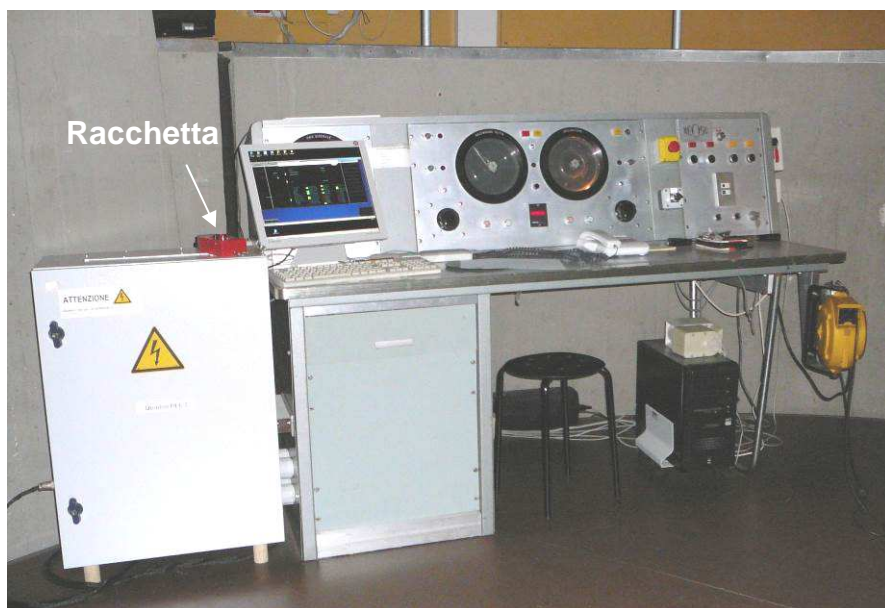


Figura 4.2 Consolle e racchetta dei movimenti veloci del telescopio nel locale cupola.

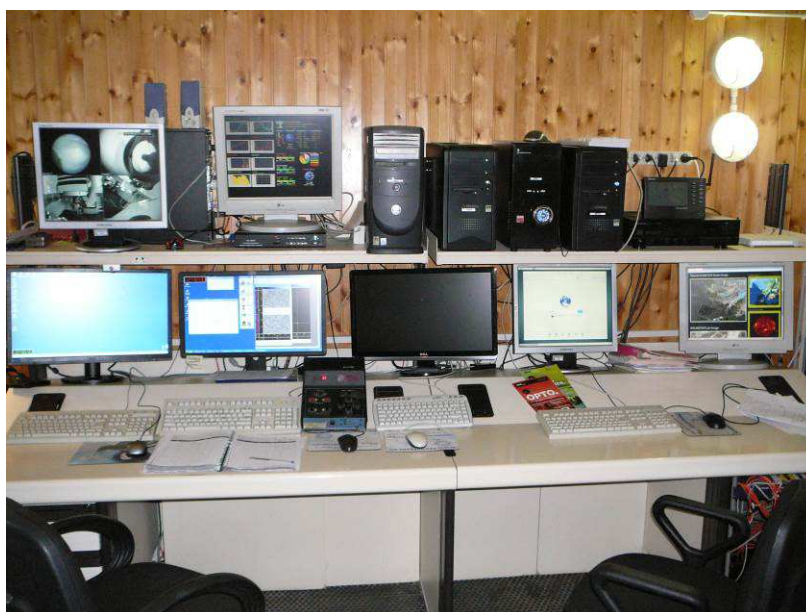


Figura 4.3 Postazione di controllo principale nella stanza di controllo al primo piano dell'edificio.

5 Caratteristiche generali del sistema di controllo

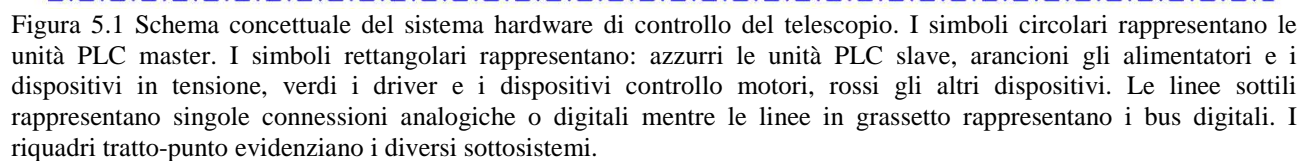
Il sistema di controllo di basso livello del telescopio e della cupola è basato su PLC per applicazioni industriali mentre l'interfaccia utente principale è basata su di una workstation commerciale. In figura 5.1 è mostrato lo schema concettuale del sistema di controllo del telescopio e sono evidenziati, con contorni tratto-punto, i sottosistemi principali:

- PC di supervisione e controllo (PC): workstation che svolge la funzione di interfaccia utente principale ed elabora i calcoli matematici complessi come la precessione, la trasformazione delle coordinate e il modello di puntamento; questa workstation è collegata tramite una porta seriale RS232 al sistema di controllo di basso livello; questa workstation è collocata nella stanza di controllo al primo piano dell'edificio;
- sottosistema di controllo principale (main PLC, mPLC): costituisce il cuore del sistema di basso livello che gestisce il puntamento del telescopio tramite due encoder assoluti SSI, i motori DC per i movimenti veloci (macroscopici) e i motori a STEP per i movimenti fini (velocità impercettibili);
- sottosistema di sicurezza (safety PLC, sPLC): controlla, in ridondanza con mPLC, accelerazione, velocità e posizione del telescopio tramite una coppia di encoder incrementali A/B il cui valore è mantenuto nella memoria ritentiva anche a sistema spento in modo da costituire un riferimento assoluto;
- sottosistema di comunicazione e servizi (communication PLC, cPLC): gestisce la comunicazione tra il PC, mPLC, il pannello di interfaccia utente (dPLC) e il sistema di controllo del portellone (hPLC) inoltre controlla una serie di funzioni di supporto del telescopio (focheggiamento, protezione dello specchio, ecc.) e della cupola (rotazione, apertura e chiusura portellone);
- sottosistema di interfaccia utente secondaria (display PLC, dPLC) non ancora implementato: fornisce una interfaccia utente di emergenza e di gestione di funzioni speciali di basso livello;
- sottosistema di controllo del portellone della cupola (hatch PLC, hPLC): gestisce l'apertura e la chiusura del portellone della cupola grazie all'alimentazione a batteria e a un accumulatore idraulico.

Le unità PLC master, rappresentate nello schema con simboli di forma circolare, sono il centro di elaborazione di ogni sottosistema ad eccezione del PC di supervisione.

I sottosistemi mPLC e sPLC controllano tutti i parametri significativi del telescopio ma soprattutto controllano, indipendentemente e parallelamente, il puntamento per evitare anomalie di movimento e collisioni con le strutture dell'edificio. In caso di problemi viene generato un evento definito di ERRORE o di ALLARME a seconda che sia generato da mPLC o da sPLC rispettivamente. Viene definito allarme un evento di sPLC in quanto questo sottosistema è dedicato al controllo di un insieme ristretto di parametri critici e in generale non dovrebbe intervenire in quanto dovrebbe essere anticipato dall'intervento di mPLC.

Il programma di interfaccia utente principale può essere avviato dal link denominato “Guida” presente sul desktop del PC di supervisione e controllo. Dalla finestra principale, mostrata in figura 5.2 a sinistra, possono essere aperte le finestre che permettono di accedere alle diverse funzionalità dell'interfaccia ma prima di ogni altra operazione deve essere stabilito il collegamento verso i PLC attraverso il pulsante “Connect to PLC”. Si vedano i documenti dedicati per una descrizione dettagliata della interfaccia utente e del suo utilizzo.



Nella finestra “Data from PLC” (figura 5.2, destra) sono visualizzate le tre variabili di sistema che definiscono lo stato del sistema (Code), il sottostato (SubCode) e l’allarme (Alarm Code). Il primo definisce in ogni istante lo stato operativo del sistema di controllo come riportato in tabella 5.1 mentre il codice di sottostato assume un significato specifico che dipende dallo stato principale. Il codice di allarme, invece, assume il valore 0 durante l’inizializzazione del sistema, il valore 1 in assenza di allarmi e valori maggiori di 1, specifici per ogni tipo di evento, in caso di allarmi. Si faccia riferimento al paragrafo 10 per maggiori dettagli sugli stati di errore e di allarme.

Tabella 5.1 Codici di stato del sistema

VALORE	STATO
0	Initialization
1	Disabled
2	Idle (telescopio fermo)
3	Tracking
4	Pointing
5	Manual moving
6	Error
7	Alarm
8	Park

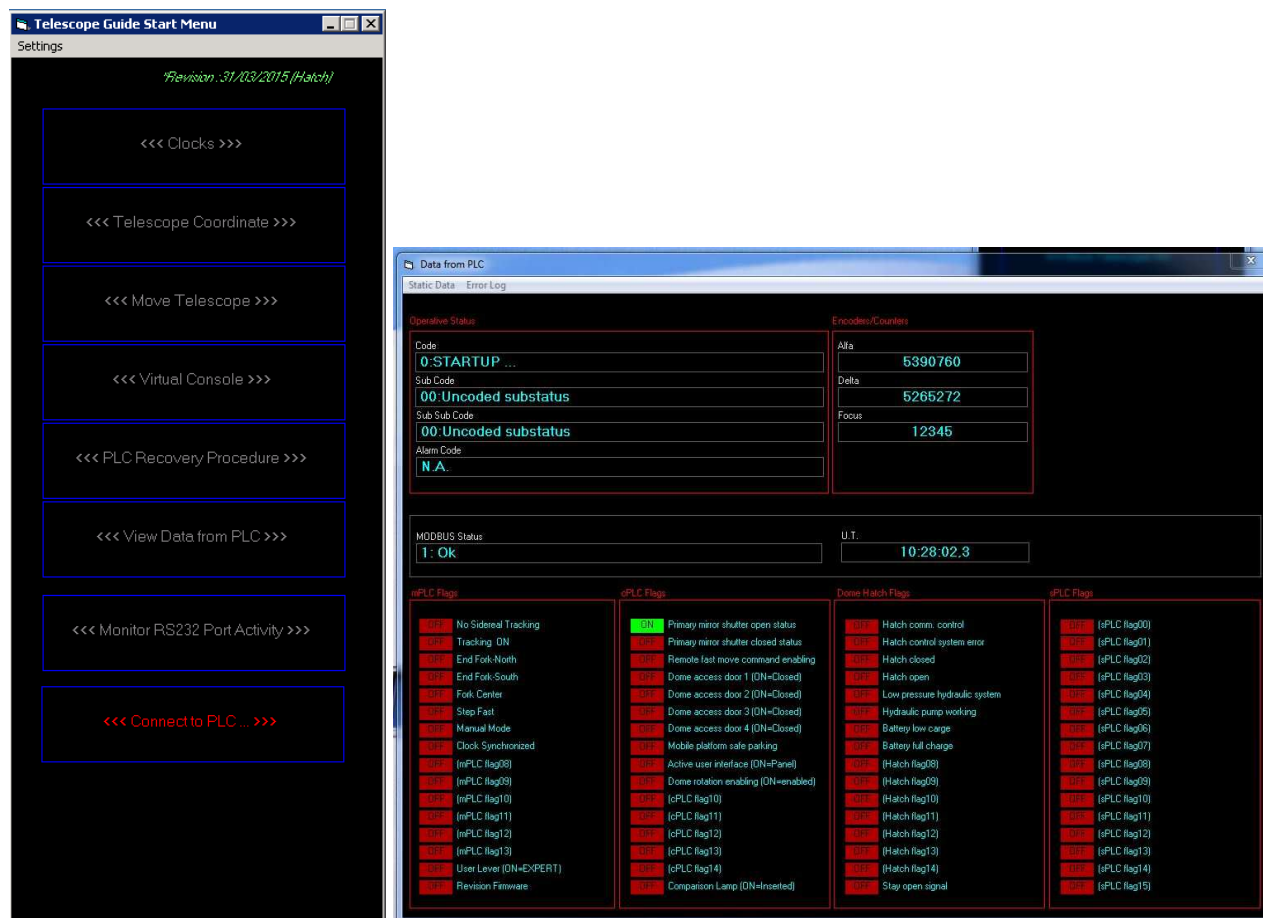


Figura 5.2 Sinistra: finestra principale del programma di interfaccia utente. Destra: esempio della finestra “Data from PLC”.

6 Accensione, spegnimento ed arresto di emergenza

Il personale abilitato ad operare il telescopio è in possesso di una chiave strettamente personale che permette l'accensione del sistema di controllo tramite l'interruttore a chiave presente sulla consolle nel locale cupola e mostrata in figura 6.1.



Figura 6.1 Sinistra: chiave di accensione e interruttore a fungo utilizzato per lo spegnimento normale e di emergenza dalla consolle; destra: interruttore a fungo nella stanza di controllo utilizzato solo per lo spegnimento di emergenza.

La chiave di accensione controlla l'alimentazione di:

- sistema di controllo del telescopio, ad eccezione del PC di supervisione, cioè i quadri PLC 1, 2 e 3 e la consolle;
- i due inverter che azionano i motori per la rotazione della cupola;
- le prese poste sul ballatoio interno del locale cupola e adibite all'alimentazione del sistema idraulico del portellone e del quadro PLC del Portellone.

Il quadro PLC del Portellone è provvisto di alimentazione a batteria in modo da operare anche quando le spine di alimentazione sono scollegate per consentire la rotazione della cupola. Nel paragrafo 11 sono spiegate in dettaglio le procedure per l'accensione e spegnimento di questo quadro e per la ricarica delle relative batterie.



Lo spegnimento di emergenza di tutti i sistemi è controllata dai due interruttori a fungo collocati in console e nella stanza di controllo (figura 6.1).

In caso di emergenza sarà quindi sufficiente premere uno dei due interruttori per togliere l'alimentazione elettrica di rete al sistema.



Grazie all'alimentazione a batterie, il quadro PLC di controllo del portellone può azionare la chiusura del portellone della cupola anche in assenza dell'alimentazione di rete; l'unico modo per inibire questo movimento è selezionare il controllo manuale del portellone grazie alla apposita chiave sulla pulsantiera del portellone (paragrafo 11).

Entrambi gli interruttori a fungo devono essere armati (cioè riportati nella posizione non premuti) per poter ripristinare l'alimentazione elettrica con l'apposita chiave.

La normale procedura di spegnimento prevede l'azionamento dell'interruttore a fungo in consolle.



L'interruttore a fungo nella sala di controllo è riservato per un uso di emergenza

Il sistema di alimentazione è configurato in modo tale da sganciarsi automaticamente in seguito ad un interruzione, anche solo momentanea, della alimentazione di rete. In questo modo il sistema non potrà rimanere erroneamente acceso al ripristinarsi dell'alimentazione di rete e allo stesso tempo sarà salvaguardato da molteplici commutazioni ravvicinate della alimentazione che potrebbero danneggiare gli apparati elettrici ed elettronici.



Il sistema di controllo del telescopio deve essere spento prima di togliere l'alimentazione elettrica all'edificio o al piano della cupola per interventi di manutenzione

Il sistema deve essere spento prima di togliere l'alimentazione elettrica all'edificio o al piano della cupola per evitare l'intervento dello sgancio automatico che comporta una rapida commutazione dell'alimentazione che, per quanto possibile, è meglio evitare.



Se all'accensione del sistema si verificasse la condizione di allarme n. 16 o n. 17 (paragrafo 10, tabella 10.2) significa che i controlli di coerenza dei valori di inizializzazione degli encoder incrementali non sono andati a buon fine.



In tal caso è necessario verificare IMMEDIATAMENTE il regolare funzionamento del sistema di controllo del puntamento.

Gli encoder incrementali A/B sono utilizzati dal sottosistema sPLC per rivelare la posizione del telescopio. Per rendere assoluti questi riferimenti, i loro valori sono memorizzati nella memoria permanente in modo da essere confrontati all'accensione coi valori degli encoder assoluti SSI utilizzati dal sottosistema mPLC. In caso di discordanza viene generato un allarme ed è necessario verificare immediatamente il regolare funzionamento del sistema di controllo del puntamento. **Questa verifica richiede l'esecuzione della seguente procedura:**



- 1. Ripristino del sistema dalla condizione di allarme (paragrafo 10)**
- 2. Movimento con controllo manuale del telescopio fino ai limiti est, ovest, nord e sud e verifica dell'arresto automatico nei pressi dei limiti.**



ATTENZIONE: prestare la massima attenzione e cautela in quanto l'arresto automatico in prossimità dei limiti del puntamento potrebbe non essere funzionante (adottare quindi velocità molto basse nei pressi dei limiti)



Nel caso in cui l'arresto automatico nei pressi dei limiti non funzionasse oppure si verificassero un arresto precoce, il sistema dovrà essere considerato non funzionante e il telescopio dovrà essere messo FUORI SERVIZIO.

Nel caso invece non si riscontrino anomalie il telescopio potrà essere utilizzato normalmente (l'allarme è stato probabilmente dovuto ad uno spostamento manuale del telescopio col sistema di controllo spento).



E' vitato spostare il telescopio a viva forza o per mezzo di attrezzi esterni, specialmente quando il sistema di controllo è spento.

7 Movimenti veloci del telescopio (motori DC)



I movimenti veloci del telescopio interessano un volume di spazio in cui possono essere presenti persone.



Nel caso siano presenti persone nel locale cupola, i movimenti veloci possono essere azionati solo manualmente dal personale autorizzato che ha la responsabilità di avvisare i presenti e di vigilare sulla loro sicurezza.



I movimenti veloci del telescopio (motori DC) comportano il pericolo di collisione della la montatura o degli strumenti con le strutture dell'edificio o con il pianale mobile.



Solo il personale autorizzato può azionare manualmente i movimenti veloci del telescopio e deve vigilare che non avvengano collisioni del telescopio o della strumentazione con le strutture dell'edificio o col pianale mobile o con ostacoli posti su di esso

7.1 Movimenti veloci manuali

L'azionamento manuale dei movimenti veloci può avvenire tramite la racchetta o le manopole in consolle nel locale cupola (figura 4.2). La racchetta può essere utilizzata solo quando le manopole sono disabilitate. La racchetta (figura 7.1) presenta quattro pulsanti per le quattro direzioni (Est, Ovest, Nord e Sud) e un interruttore per la selezione della velocità tra due preimpostate. Pur trattandosi di movimenti veloci, le velocità impostate sono comunque molto basse ed utili soprattutto in fase di raffinamento del puntamento.



Figura 7.1 Racchetta dei movimenti veloci

Le velocità più alte sono controllate dalle due manopole in consolle (figura 7.2) che permettono di selezionare una velocità qualsiasi fino a quella massima ammessa. Queste manopole devono

essere abilitate tramite l'interruttore visibile in figura 7.2 prima di poter essere utilizzate. L'attivazione dell'interruttore comporta anche che:

- la relativa spia viene accesa;
- la forcella dei movimenti lenti dell'asse Delta viene riportata al centro della sua corsa (paragrafo 8);
- il telescopio è posto in modalità manuale;
- le racchette dei movimenti veloci e dei movimenti lenti (paragrafo 8) vengono disabilitate.

Quando il telescopio è in modalità manuale non vengono eseguiti i comandi impartiti dal PC di supervisione e controllo (compreso il puntamento): per riabilitare il controllo da PC, le manopole devono essere disabilitate (spia spenta) e non devono essere azionate le racchette (né quella dei movimenti veloci né quella dei movimenti lenti).



Figura 7.2 Manopole in consolle (locale cupola) per il controllo dei movimenti veloci del telescopio. Al centro in alto è visibile il selettore di abilitazione delle manopole e la relativa spia. Sopra le manopole sono visibili i selettori delle due direzioni per ogni asse.

Il sistema esegue automaticamente le opportune rampe di accelerazione e decelerazione per raggiungere le velocità impostate per mezzo delle manopole senza sollecitare eccessivamente gli organi meccanici.



Le rampe automatiche comportano un sensibile ritardo tra il comando e l'attuazione dei movimenti di cui bisogna tenere conto in fase di arresto in prossimità di persone o del pianale mobile o di ostacoli posti su di esso



Durante l'azionamento manuale dei movimenti veloci è responsabilità dell'operatore evitare collisioni del telescopio e della strumentazione con persone o strutture dell'edificio o col pianale mobile o con ostacoli posti su di esso

La velocità massima del telescopio viene ridotta automaticamente all'avvicinarsi ai limiti di puntamento fino ad azzerarsi sui limiti stessi.

7.1 Movimenti veloci automatici / remoti



L'azionamento automatico e/o remoto dei movimenti veloci può avvenire solo in assenza di persone nel locale cupola e solo previa **ABILITAZIONE MANUALE DA PARTE DEL PERSONALE AUTORIZZATO CHE CONFERMI L'ASSENZA DI PERSONE O DI OSTACOLI.**

L'abilitazione avviene grazie ad un pulsante posto all'esterno delle porte d'accesso alla cupola (figura 7.3) che viene premuto dall'operatore autorizzato dopo aver eseguito le seguenti operazioni:



1. **verifica che non vi siano persone in cupola;**
2. **verifica che non vi siano oggetti ingombranti nel raggio d'azione del telescopio;**
3. verifica che il pianale mobile sia parcheggiato nella posizione di sicurezza delimitata dalle segnalazioni presenti sulla parete sud del vano del pianale;
4. chiusura di tutte le porte di accesso alla cupola (oltre alle tre lato ovest visibili in figura 7.3 anche la quarta lato est).

I sensori posti sul pianale mobile e sulle porte permettono la verifica automatica delle condizioni 3 e 4 da parte del sistema di controllo, mentre **LA VERIFICA DELL'ASSENZA DI PERSONE E DI CORPI INGOMBRANTI È RESPONSABILITÀ DELL'OPERATORE (punti 1 e 2).**

Quando i movimenti automatici/remoti sono abilitati, viene attivato il segnalatore lampeggiante giallo posto sopra la porta di accesso alla cupola (figura 7.3).



Figura 7.3 Porte di accesso alla cupola al secondo piano dell'edificio, pulsante di abilitazione dei movimenti automatici/remoti e segnalatore lampeggiante di abilitazione attivata.

Nel caso il sistema riveli l'apertura di una delle porte di accesso al locale cupola, l'abilitazione dei movimenti automatici/remoti decade automaticamente.

Per garantire la massima affidabilità, lo stato delle porte e del pianale mobile è controllato ridondantemente da mPLC, cPLC e sPLC che si scambiano segnali hardware e software di abilitazione reciproca.

Quando i movimenti veloci automatici/remoti sono disabilitati, sPLC controlla che la velocità dei movimenti del telescopio sia sempre tanto bassa da essere riconducibile ai soli motori a STEP (velocità impercettibile). Nel caso venga rivelata una velocità maggiore, sPLC passa allo stato di allarme e arresta il telescopio.

8 Movimenti lenti del telescopio

I movimenti lenti del telescopio (motori a STEP) non costituiscono un pericolo per le persone eventualmente presenti in cupola in quanto avvengono a velocità impercettibili. L'azionamento di questi movimenti in modo automatico/remoto è quindi sempre abilitato.



Solo il personale autorizzato può azionare manualmente i movimenti lenti del telescopio e deve vigilare che non avvengano collisioni del telescopio o della strumentazione con le strutture dell'edificio o col pianale mobile o con ostacoli posti su di esso.

Il controllo manuale dei movimenti lenti viene disabilitato quando è attivo il controllo manuale dei movimenti veloci, cioè quando le manopole in consolle sono abilitate o quando è azionata la racchetta dei movimenti veloci.



Figura 8.1 Azionamento manuale dei movimenti lenti: racchetta nel locale cupola (sinistra) e pulsantiera nella sala di controllo (destra).

L'azionamento manuale dei movimenti lenti può avvenire tramite la racchetta posta nel locale cupola o la pulsantiera posta nella sala di controllo (figura 8.1). Entrambe presentano quattro pulsanti per le quattro direzioni (Est, Ovest, Nord e Sud) e un interruttore per la selezione della velocità tra due preimpostate.



Quando la pulsantiera o la racchetta non vengono utilizzate, il selettore della velocità deve essere posto su "lenti" per permetterne il regolare funzionamento del sistema.

L'azionamento manuale dei movimenti lenti forza il telescopio in modalità manuale nella quale non vengono eseguiti i comandi impartiti dal PC di supervisione e controllo (compreso il puntamento).

I movimenti lenti di rotazione attorno all'asse di Declinazione (Delta) sono limitati ad una escursione massima di $\pm 1,5^\circ$ dalle caratteristiche meccaniche del sistema che trasferisce il moto del motore a STEP al telescopio. I movimenti lenti di rotazione attorno all'asse polare non sono invece limitati in alcun modo.

9 Puntamento automatico ed inseguimento

Il puntamento automatico del telescopio viene gestito tramite l'interfaccia del PC di supervisione e controllo (si faccia riferimento allo specifico documento) ma coinvolge i movimenti veloci del telescopio se e solo se i movimenti automatici/remoti sono abilitati (paragrafo 7.1). Inoltre lo strumento BFOSC deve essere orientato con la telecamera posizionata verso nord (come in figura 4.1, destra). In altre parole quando viene lanciato il comando di puntamento i possibili scenari sono due:

1. se i movimenti veloci automatici/remoti sono abilitati e lo strumento BFOSC è orientato con la telecamera posizionata verso nord, vengono azionati automaticamente prima i movimenti veloci e dopo quelli lenti per portare il telescopio al puntamento desiderato ed iniziare l'inseguimento;
2. se i movimenti veloci automatici/remoti NON sono abilitati oppure lo strumento BFOSC NON è orientato con la telecamera posizionata verso nord, vengono azionati automaticamente solo i movimenti lenti per portare il telescopio al puntamento desiderato ed iniziare l'inseguimento; questo richiede che il telescopio sia preventivamente azionato manualmente e portato in prossimità dell'obbiettivo per mezzo dei movimenti veloci in quanto altrimenti potrebbero essere necessari tempi assai lunghi o potrebbe essere esaurita la corsa dei movimenti lenti nell'asse di Declinazione che è limitata a soli $\pm 1,5^\circ$.

Se durante il puntamento automatico vengono azionati i comandi manuali del telescopio (sia dei movimenti veloci che di quelli lenti), il puntamento viene interrotto, vengono eseguiti i comandi manuali e il telescopio passa allo stato "inattivo" (Idle) al termine delle operazioni manuali.

Quando il telescopio è in modalità di inseguimento (Tracking) bisogna prestare attenzione ai seguenti avvisi e prescrizioni.



Le osservazioni astronomiche possono durare diverse ore: il seppur lento movimento di inseguimento può comportare uno spostamento notevole del telescopio.



L'operatore deve assicurarsi che non avvengano collisioni tra il telescopio o gli strumenti e il pianale mobile o eventuali ostacoli presenti su di esso a seguito dell'inseguimento del cielo durante le osservazioni.



Nel caso in cui fosse montato sul telescopio uno strumento diverso dallo strumento BFOSC o che lo stesso fosse ruotato rispetto all'orientamento usuale con la telecamera posizionata verso nord (come in figura 4.2, destra), l'operatore deve prestare attenzione che non avvengano collisioni tra lo strumento e le strutture dell'edificio a seguito dell'inseguimento del cielo durante le osservazioni.

Non possono avvenire collisioni tra la superficie del pianale mobile e il telescopio o lo strumento BFOSC se il pianale si trova nella posizione di parcheggio di sicurezza, delimitata dalle segnalazioni presenti sulla parete sud del vano del pianale, o al di sotto della stessa. Sono tuttavia possibili collisioni con eventuali ostacoli presenti sul pianale.

Una volta raggiunti i limi della zona di puntamento ammessa, il telescopio viene bloccato automaticamente dal sistema di controllo.

Se durante l'inseguimento vengono azionati i comandi manuali dei movimenti lenti, il telescopio esegue questi comandi e torna nello stato di inseguimento.

Infine, ogniqualvolta vengono azionati i comandi manuali dei movimenti veloci, viene interrotto l'inseguimento, la forcella dei movimenti lenti dell'asse di Declinazione viene riportata automaticamente al centro della sua corsa e il telescopio passa allo stato "inattivo" (Idle) al termine delle operazioni manuali.

10 Gestione di errori e allarmi

Come già anticipato, i sottosistemi mPLC e sPLC controllano tutti i parametri significativi del telescopio e generano eventi definiti di ERRORE o di ALLARME a seconda che siano generati dal primo o dal secondo rispettivamente. In generale il sottosistema sPLC controlla un insieme ristretto di parametri critici e il suo intervento dovrebbe essere anticipato da mPLC.

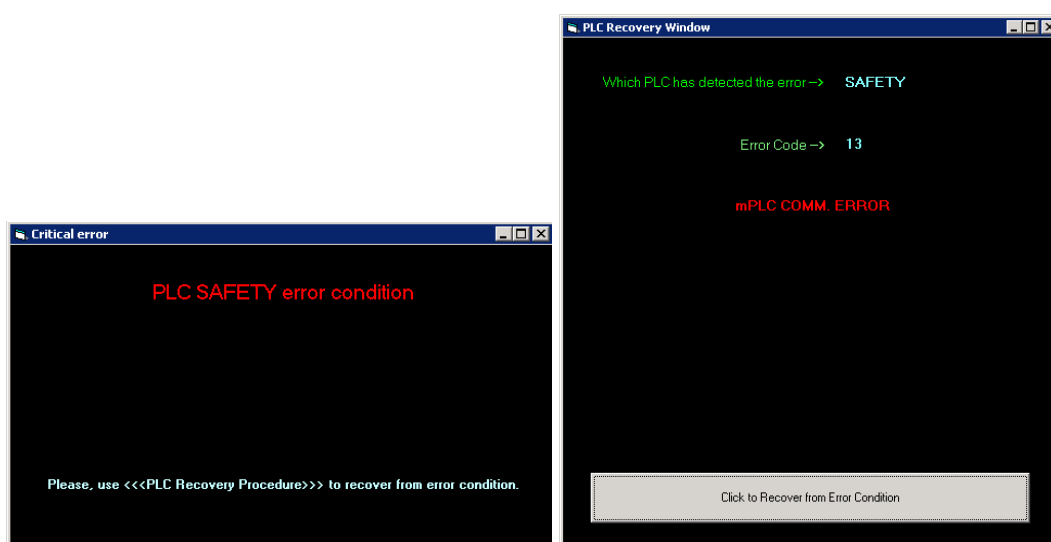


Figura 10.1 Sinistra: esempio di finestra di allarme. Destra: finestra “PLC Recovery procedure”.

In caso di errore o allarme, l’interfaccia principale sul PC di supervisione e controllo mostra una finestra di avvertimento (Figura 10.1, sinistra) e l’operatore può visualizzare i dettagli dell’evento nella finestra “PLC Recovery procedure” (Figura 10.1, destra) attivabile col bottone omonimo nella finestra principale dell’interfaccia (figura 5.2, sinistra). Gli stessi dettagli sono visibili anche nella finestra “Data from PLC” (figura 5.2, destra), prestando attenzione che:

- in caso di ERRORE il codice di stato del sistema assume il valore 6 (tabella 5.1), il codice di sottostato assume il valore specifico dell’evento come da tabella 10.1 e il codice di allarme assume il valore 0 o 1 (cioè nessun allarme è attivo);
- in caso di ALLARME il codice di stato del sistema assume il valore 7 (tabella 5.1) il codice di sottostato non ha alcun significato e il codice di allarme assume un valore maggiore di 1 in accordo col tipo di allarme come riportato in tabella 10.2.



In caso di errore o di allarme l’operatore deve verificare le cause dell’evento come dalle tabelle di seguito e, se possibile, deve porvi rimedio prima di attivare il ripristino del sistema tramite la finestra “PLC Recovery procedure”.

Nel caso particolare di un errore o allarme per sconfinamento del puntamento al di fuori della regione ammessa, i messaggi visualizzati nella finestra “PLC Recovery procedure” permetteranno all’operatore di riportare manualmente il telescopio all’interno dell’area permessa. In particolare l’operatore dovrà:



1. **riabilitare i movimenti manuali;**
2. **manovrare il telescopio utilizzando solamente la racchetta dei movimenti veloci (in cupola) per tornare all’interno dei limiti ammessi.**



ATTENZIONE: prestare la massima attenzione e cautela in quanto i sistemi automatici di controllo del puntamento saranno disabilitati e sarà RESPONSABILITÀ DELL'OPERATORE EVITARE COLLISIONI TRA IL TELESCOPIO O GLI STRUMENTI E LE STRUTTURE DELL'EDIFICIO O IL PIANALE MOBILE O ALTRI OSTACOLI

Non appena il puntamento rientrerà entro i limiti consentiti, un apposito messaggio sarà mostrato nella finestra "PLC Recovery procedure" e l'operatore potrà riattivare il normale funzionamento del sistema.

Tabella 10.1 Codici di sotto-stato del sistema (bySubSysStat) valevoli nello stato di ERRORE (bySysStat= 6)

VALUE	SUBSTATUS
1	Alfa axis: DC motor current NOT coherent with tabulated reference value (see log on the PLC)
2	Delta axis: DC motor current NOT coherent with tabulated reference value (see log on the PLC)
3	Fast movements (DC motors) Paddle error
4	
5	DC drivers power supply or clutches, brakes and stators power supply failure
6	Alfa axis: Clutch, Brake or DC motor stator failure (Voltage not present)
7	Alfa axis: analog command sent to the DC driver NOT coherent with the set value
8	Air pressure too low
9	Slaves Initialization Failure
10	Alfa axis: error signal from DC driver
11	Delta axis: Clutch, Brake or DC motor stator failure (Voltage not present)
12	Delta axis: analog command sent to the DC driver NOT coherent with reference value
13	Delta axis: error signal from DC driver
14	Manual movements commands (paddles and/or velocity knobs) not at 0 at startup.
15	Alfa axis measured velocity above limit
16	Alfa axis measured acceleration above limit
17	Delta axis measured velocity above limit
18	Delta axis measured acceleration above limit
20	Boundary error: system outside allowed area
21	Recovering from boundary error: system outside allowed area and manual moving enabled WITHOUT position control (both sPLC and mPLC controls disabled)
22	Recovering from boundary error: manual moving enabled WITHOUT position control, system inside allowed area (checked by mPLC, sPLC controls are disabled)
23	Pointing error: Pointing status (bySysStat = 4) invalid bySubSysStat code
24	Tracking stopped close to the boundaries of the allowed pointing region.
28	Alfa axis: actual velocity NOT coherent with the set value
29	Delta axis: actual velocity NOT coherent with the set value
30	mPLC WatchDog triggered by main program (PLC_PRG) timeout. Power down required.
31	mPLC WatchDog triggered by exception: integer division by zero. Power down required.
32	mPLC WatchDog triggered by exception: float division by zero. Power down required.
33	mPLC WatchDog triggered by exception: hardware error. Power down required.
34	mPLC WatchDog triggered by exception: illegal instruction. Power down required.
35	mPLC WatchDog triggered by exception: floating point invalid operation.

	Power down required.
36	mPLC WatchDog triggered by exception: kernel error. Power down required.
37	mPLC WatchDog triggered by exception: out of memory. Power down require.
40	Pointing error: target outside boundaries
41	Pointing error: path to target not found either directly or through Zenith. Manual movement or intermediate pointing required.
42	Pointing error: byPathChk POU returned invalid code (checking path to target)
43	Pointing error: byPathChk POU returned invalid code (checking path to Zenith)
44	Pointing error: target outside boundaries (error found checking path from Zenith to target)
45	Pointing error: path from Zenith to target not found. Manual movement or intermediate pointing required
46	Pointing error: byPathChk POU returned invalid code (checking path from Zenith to target)
47	Pointing error: path to Zenith for parking not found . Manual movement or intermediate pointing required.
48	Pointing error: byPathChk POU returned invalid code (checking path to Zenith for parking)
49	Pointing error: parking status (bySysStat = 8) invalid bySubSysStat code
50	Connection lost between mPLC and sPLC or between mPLC and slave modules involved in DC motors control
51	Manual movements commands (paddles and/or velocity knobs) not at 0 during recovery procedure.
52	PointingError: target too close and system unable to offset. Manual movement or intermediate pointing required.

Tabella 10.2 Codici di allarme valevoli nello stato di ALLARME (bySysStat= 7)

VALUE	SUBSTATUS
0	initialization
1	mPLC enabled and system running
2	Fast movement detected without mobile platform in safe parking position
3	Fast movement detected while NOT enabled (dome access doors open or platform not in safe parking position or enabling button not activated)
4	Stop button
5	HA not inside limit in table of $HA=f(\Delta)$
6	Δ not inside limit in table of $De=f(HA)$
7	HA velocity above limit (pointing, tracking = 1/10 of pointing, brakes disengaged $5 \cdot v_{point}$)
8	Δ velocity above limit (pointing, tracking = 1/10 of pointing, brakes disengaged $5 \cdot v_{point}$)
9	HA acceleration above limit (pointing, , brakes disengaged $8 \cdot v_{point}$)
10	Δ acceleration above limit (pointing, , brakes disengaged $8 \cdot v_{point}$)
11	Discrepancy encoder HA
12	Discrepancy encoder Δ
13	mPLC communication error
14	Idle state and velocity not 0
15	Stop request from mPLC
16	HA axis Encoders discrepancy at startup (DE axis not checked)
17	DE axis Encoders discrepancy at startup

11 Controllo del portellone della cupola



La rotazione della cupola o l'apertura del portellone rappresentano un rischio per le persone presenti sul ballatoio esterno della cupola



L'accesso al ballatoio esterno è riservato al personale autorizzato



La rotazione della cupola e l'apertura del portellone possono avvenire solo quando non sono presenti persone sul ballatoio esterno.

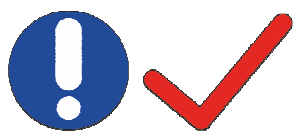
L'accesso al ballatoio esterno è sorvegliato da una fotocellula che in caso di rilevamento di passaggio attiva un segnalatore luminoso rosso (figura 11.1) e disabilita il consenso alla rotazione della cupola e all'apertura del portellone. Il segnale di consenso, la fotocellula e il segnale luminoso sono gestiti dal quadro elettrico posto di fianco alla porta di accesso al ballatoio esterno (figura 11.1). Un interruttore posto nel quadro permette di riarmare il consenso alla rotazione e all'apertura e spegnere il segnalatore. Questo riarmo può essere eseguito solo manualmente ed è riservato al personale autorizzato.



Figura 11.1 Porta di accesso al ballatoio esterno, quadro di consenso rotazione cupola e apertura portellone, interruttore di riarmo consenso rotazione/apertura e segnalatore luminoso di presenza persone sul ballatoio esterno.



Solo il personale abilitato può riarmare il consenso alla rotazione della cupola e alla apertura del portellone.



Il personale autorizzato ha la responsabilità di assicurarsi che nessuno sia presente sul ballatoio prima di riarmare manualmente il segnale di consenso alla rotazione e all'apertura tramite l'apposito interruttore visibile in figura 11.1.

L'apertura del portellone della cupola può avvenire solo ed unicamente quando:



1. sono inserite le spine di alimentazione nelle prese dedicate disposte lungo il ballatoio interno della cupola
2. è attivo il segnale di consenso alla rotazione della cupola e all'apertura del portellone.

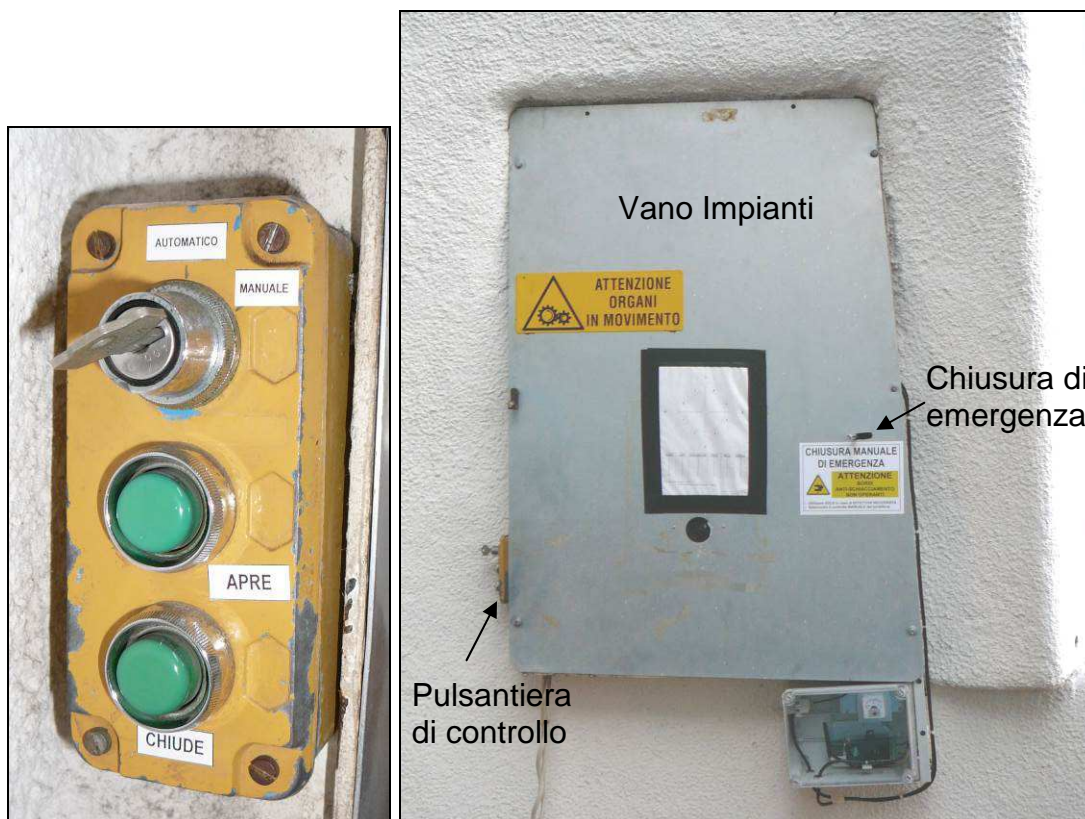


Figura 11.2 Sinistra: pulsantiera di controllo del portellone con chiave di selezione della modalità di controllo (alto), pulsante di apertura (centro) e pulsante di chiusura (basso). Destra: pannello di copertura del vano impianti della cupola con pulsantiera di controllo e leva di chiusura di emergenza.

L'apertura e la chiusura del portellone della cupola possono essere controllate in modalità manuale o automatica a seconda dalla impostazione della chiave presente sulla pulsantiera di controllo del portellone mostrata in figura 11.2.

Sul portellone sono installati due bordi anti-schiacciamento attivi (figura 11.3) che, se premuti, inibiscono la chiusura del portellone. L'eventuale funzione di interblocco dipende dalla modalità manuale o automatica di controllo.

In caso di emergenza (cioè malfunzionamento degli apparati elettrici ed elettronici) la chiusura del portellone può essere azionata manualmente tramite la leva presente sul pannello di copertura del vano impianti della cupola (figura 11.2). In caso di azionamento di questa leva, però, i bordi anti-schiacciamento non sono operanti.



Figura 11.3 Bordi anti-schiacciamento installati sul portellone



L'azionamento della leva di chiusura manuale di emergenza è RISERVATO AD UN USO STRETTAMENTE DI EMERGENZA in caso di anomalia degli altri sistemi di chiusura.



In caso di chiusura con leva manuale di emergenza deve essere prestata la massima attenzione in quanto i bordi anti-schiacciamento non sono operanti.



In caso di chiusura con leva manuale di emergenza, la chiave di controllo del portellone deve essere commutata sulla modalità manuale.

11.1 Controllo del portellone in modalità manuale



Solo il personale autorizzato può azionare il controllo manuale del portellone ed ha la responsabilità di avvisare i presenti e di vigilare sulla loro sicurezza.

In questa modalità il controllo del portellone avviene unicamente tramite i due pulsanti a bordo della pulsantiera (figura 11.2). Questi pulsanti richiedono di essere mantenuti premuti per mantenere i comandi attivi (pulsanti a uomo presente).

L'apertura può avvenire solo quando:

1. sono inserite le spine di alimentazione nelle prese dedicate lungo il ballatoio interno;
2. è attivo il segnale di consenso alla rotazione e all'apertura.

La chiusura del portellone può essere sempre attivata grazie alla alimentazione a batterie del sistema di controllo del portellone.

Nel caso fosse presente un ostacolo nell'apertura del portellone entro l'altezza sorvegliata dai bordi anti-schiacciamento (figura 11.3), la chiusura verrebbe interrotta non appena i bordi fossero premuti. Per proseguire la chiusura sarebbe quindi necessario rimuovere l'ostacolo. Nessuna funzione di interblocco della chiusura è prevista in modalità manuale.

In modalità manuale il sistema di controllo del portellone è spento per preservare la carica delle batterie.

11.1 Controllo del portellone in modalità automatica

In modalità automatica i pulsanti manuali sono disabilitati ed è possibile controllare lo stato del portellone solo dal PC di supervisione e controllo tramite i comandi nella finestra “Virtual Console” attivabile col bottone omonimo nella finestra principale del programma (figura 5.2, sinistra).

In modalità automatica il sistema di controllo del portellone (hPLC) è in funzione ed è collegato via radio (wireless) al sottosistema cPLC e, tramite questo, al PC.



A causa delle caratteristiche del collegamento wireless e della gestione della comunicazione, alcuni comandi o segnali possono subire un ritardo anche di diverse decine di secondi

Il controllo remoto del portellone prevede la possibilità di aprirlo, chiuderlo e di rilevare il suo stato e lo stato dei sistemi idraulici e elettrici. Quando, infatti, non è disponibile l'alimentazione di rete, perché le prese di alimentazione sono disinserite per permettere la rotazione della cupola, la chiusura del portellone è garantita dalle batterie di alimentazione del sistema di controllo e dall'olio in pressione all'interno dell'accumulatore idraulico. Lo stato di carica della batteria e la pressione dell'accumulatore sono quindi informazioni cruciali che devono essere disponibili in remoto per mantenere sotto controllo la capacità di chiudere il portellone in qualsiasi momento (specialmente in caso di maltempo).

L'accumulatore idraulico viene ricaricato dalla pompa quando è presente l'alimentazione elettrica trifase e il pressostato di minima pressione viene attivato. L'apertura del portellone è consentita solo in presenza della alimentazione trifase ed è inibita mentre la pompa è in funzione affinché l'accumulatore risulti carico a portellone aperto.

I comandi che possono essere impartiti da remoto al portellone sono:

- apertura: entro alcuni secondi dall'abilitazione del comando dall'interfaccia di controllo del PC, viene attivato il segnale di “Stay Open” che indica che il comando di apertura è attivo ma l'apertura vera e propria può essere seguita anche con un ritardo di 15 secondi;
- chiusura: il comando viene eseguito entro circa 3 secondi da quando viene impartito dall'interfaccia del PC e contemporaneamente viene disattivato il segnale di “Stay Open”.

Per garantire la sicurezza del telescopio in caso di malfunzionamento del sistema di controllo o in mancanza della alimentazione elettrica di rete, il comando di apertura inviato a hPLC è strutturato come un segnale a onda quadrata con semiperiodo di 8 secondi (segnale modulato).



Se hPLC rivela una inattività prolungata del sistema di controllo, cioè non rivela nessuna commutazione del segnale di comando per 30 secondi (TimeOut), avvia la chiusura automatica del portellone.

L'apertura del portellone può avvenire solo quando:

1. sono inserite le spine di alimentazione nelle prese dedicate lungo il ballatoio interno;
2. è attivo il segnale di consenso alla rotazione e all'apertura.

Attualmente l'apertura richiede, quindi, la presenza di un operatore in cupola per inserire prima e disinserire dopo le spine di alimentazione del portellone dalle prese sul ballatoio. Il comando remoto potrà essere di particolare utilità se in futuro sarà installato un sistema a contatti striscianti per l'alimentazione trifase della pompa idraulica in modo da eliminare le operazioni manuali.

I segnali di stato ricevuti dal portellone e visualizzati sull'interfaccia del PC di controllo sono:

- portellone chiuso: questa informazione è disponibile in tempo reale;
- portellone aperto: questa informazione può essere affetta da un ritardo fino a 20 secondi;

- pompa dell'impianto idraulico in funzione: questa informazione è disponibile solo con portellone aperto e può essere affetta da un ritardo fino a 20 secondi;
- batterie di alimentazione scariche: questa informazione può essere affetta da un ritardo fino a 10 secondi;
- batterie di alimentazione completamente cariche: questa informazione può essere affetta da un ritardo fino a 30 secondi;
- pressione bassa dell'impianto idraulico (accumulatore scarico) questa informazione può essere affetta da un ritardo fino a 20 secondi;
- interblocco di chiusura attivato dai bordi anti-schiacciamento: questa informazione può essere affetta da un ritardo fino a 30 secondi;
- sistema hPLC correttamente funzionante: questa informazione può essere affetta da un ritardo fino a 50 secondi.

Lo stato chiuso del portellone è desunto direttamente dagli interruttori di finecorsa, senza l'elaborazione da parte del master hPLC, in quanto l'affidabilità di questa informazione è cruciale per la salvaguardia del telescopio, specialmente in caso maltempo.

Il segnale di “sistema di controllo del portellone correttamente funzionante” è a sua volta strutturato come un segnale modulato trasmesso da hPLC verso cPLC in modo che l'assenza prolungata di commutazione indichi un malfunzionamento.



Se durante la chiusura comandata dall'operatore vengono attivati i bordi anti-schiacciamento, hPLC disattiva la chiusura come funzione di interblocco: anche se i bordi anti-schiacciamento vengono disattivati, la chiusura del portellone non viene ripresa automaticamente.

Per disattivare l'interblocco e riattivare la chiusura da remoto l'operatore deve:



1. attivare il comando di apertura (indipendentemente dal fatto che cupola si possa realmente aprire in quanto, in generale, mancherà l'alimentazione trifase alla cupola);
2. attendere circa 50s;
3. riattivare il comando di chiusura.

Solo nel caso in cui i bordi anti-schiacciamento fossero attivati durante una chiusura automatica per TimeOut, cioè a seguito della mancanza di attività del segnale di comando dell'apertura, il sistema di controllo del portellone tenterebbe automaticamente di disattivare l'interblocco per due volte a distanza di 10s, cioè riattiverebbe automaticamente la chiusura per due volte. Se durante entrambi i tentativi i bordi anti-schiacciamento risultassero ancora attivati, l'interblocco diventerebbe definitivo e potrebbe essere sbloccato da remoto solo come descritto sopra.

In ogni caso di attivazione dell'interblocco di chiusura è comunque possibile passare al comando manuale del portellone e procedere alla chiusura manuale una volta rimossa la causa dell'attivazione dei bordi anti-schiacciamento.

11.2 Ricarica delle batterie

Il dimensionamento delle batterie di alimentazione del sistema di controllo del portellone è tale da consentire di operare per tutta la notte e di ricaricarle durante il giorno. In particolare le batterie devono essere ricaricate quando la tensione fornita scende al di sotto dei 25Vdc mentre sono da considerarsi cariche a tensioni uguali o superiori. Lo stato di carica può essere controllato tramite il voltmetro posto nell'alloggiamento con coperchio trasparente collocato al di sotto del pannello di copertura del vano impianti della cupola (figura 11.4). Il voltmetro è attivo solo nella modalità di

controllo remoto perché nella modalità manuale il sistema di controllo del portellone è completamente spento (voltmetro incluso) per preservare la carica delle batterie.

Le batterie possono essere ricaricate semplicemente innestando le spine di alimentazione del portellone nelle prese dedicate lungo il ballatoio interno della cupola e accendendo il sistema di controllo del telescopio. La lettura della tensione erogata dalle batterie non è, però, attendibile mentre sono sotto carica ma solo quando non lo sono, cioè quando le spine di alimentazione del portellone sono disinserite o il sistema di controllo del telescopio è spento.



Le batterie devono essere ricaricate quando la tensione fornita scende al di sotto dei 25Vdc.



Se la tensione delle batterie scende al di sotto dei 22Vdc non è garantito il funzionamento del sistema di controllo del portellone.



Figura 11.4 Alloggiamento del ricetrasmittitore wireless per il controllo remoto del portellone(3), del voltmetro analogico (2) e dell'avvisatore acustico-ottico(1.)

12 Controllo della rotazione della cupola



La rotazione della cupola o l'apertura del portellone rappresentano un rischio per le persone presenti sul ballatoio esterno della cupola



L'accesso al ballatoio esterno è riservato al personale autorizzato



La rotazione della cupola e l'apertura del portellone possono avvenire solo quando non sono presenti persone sul ballatoio esterno.



Solo il personale autorizzato può azionare la rotazione della cupola e ha la responsabilità di avvisare i presenti e di vigilare sulla loro sicurezza.

Affinché sia possibile azionare la rotazione della cupola, è necessario che:



1. il sistema di controllo del telescopio e della cupola sia acceso;
2. le spine di alimentazione del portellone siano disinserite dalle prese dedicate disposte lungo il ballatoio interno della cupola;
3. il segnale di abilitazione alla rotazione sia attivo.

Nel caso fossero presenti persone sul ballatoio esterno della cupola, il segnale di abilitazione della rotazione sarebbe disabilitato per ragioni di sicurezza. Questo segnale è gestito secondo le modalità descritte nel paragrafo 11.

La rotazione della cupola può essere comandata dalla interfaccia del PC di supervisione o tramite i pulsanti manuali sulla consolle nel locale cupola. Nel caso di comandi concomitanti quelli manuali hanno la precedenza e disattivano quelli da PC.