



## Rapporti Tecnici INAF INAF Technical Reports

<b>Number</b>	289
<b>Publication Year</b>	2024
<b>Acceptance in OA@INAF</b>	2024-02-13T09:52:43Z
<b>Title</b>	Circuiti di automazione e controllo remoto per la cupola del telescopio APT2
<b>Authors</b>	MARTINETTI, Eugenio, MICCICHE', Antonio, NICOTRA, Gaetano, BELLASSAI, Giancarlo, BRUNO, Pietro Giuseppe, LETO, Giuseppe, SANCHEZ CASTELAN, Ricardo Zanmar
<b>Affiliation of first author</b>	O.A. Catania
<b>Handle</b>	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12386/34749">http://hdl.handle.net/20.500.12386/34749</a> , <a href="https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/289">https://doi.org/10.20371/INAF/TechRep/289</a>

# **Circuiti di automazione e controllo remoto per la cupola del telescopio APT2.**

*Caratteristiche di progetto e interventi di adeguamento del controllo locale e remoto della cupola, ai fini del progetto di robotizzazione del telescopio APT2 della stazione M. G. Fracastoro (Serra la Nave, Etna Sud).*

Ver. 2.8a



## **Circuiti di automazione e controllo remoto per la cupola del telescopio APT2.**

### **Introduzione.**

APT2 (Automatic Photoelectric Telescope 2) è il telescopio robotico di seconda generazione installato presso la sede M.G. Fracastoro e dedicato al monitoraggio fotometrico di sorgenti astronomiche per mezzo di immagini CCD.

I telescopi robotici con la loro capacità di effettuare monitoraggio su lungo termine di sorgenti astronomiche e di effettuare un numero elevato di puntamenti per notte rappresentano una fonte essenziale di dati per svariate ricerche astronomiche. In anni recenti questo genere di base dati di lungo termine è espressamente richiesto in ricerche che vengono effettuate con satelliti o grandi telescopi da terra che, non potendo dedicare molto tempo ai singoli progetti, sono in grado di individuare fenomeni ed eventi importanti ma hanno difficoltà a raccogliere dati sufficienti per la descrizione di parametri di attività o dinamici che invece necessitano lunghi periodi di osservazione per essere ben descritti. Per questa ragione è divenuta rilevante la pressione per lo sviluppo e il miglioramento di sistemi robotici.

Per ottenere la modalità di funzionamento robotico di APT2 è stato necessario integrare il telescopio, la cupola, gli apparati di monitoraggio ambientale all'interno di un unico ecosistema costituito da controlli, azionamenti e sensori sotto il controllo di un software che esegue le funzioni necessarie allo strumento per operare in autonomia lungo l'intero arco della notte di osservazione.

L'attività osservativa del telescopio robotico, quindi viene gestita da una programma che possiede la capacità di elaborare le informazioni che raccoglie e, in tempo reale, reagire e generare le azioni necessarie.

La cupola, intendendo con questo termine il complesso delle sue parti meccaniche, azionamenti elettrici, controlli e fine corsa in questo ecosistema ha un ruolo cruciale e deve essere sotto il pieno controllo del robot APT2.

*Esposizione delle caratteristiche di progetto e degli interventi effettuati per il controllo, locale e remoto, della cupola del telescopio APT2.*

### **Descrizione della cupola.**

La copertura del telescopio APT2 è stata realizzata con due semi-cupole di tipo "clam shell" (ovvero a gusci retrattili) in modo da permettere, in apertura, la visione completa del cielo assicurando anche la totale libertà di movimento per il telescopio.

IN figura 1 è visibile l'edificio con la suddetta cupola in posizione aperta.



Fig. 1 Edificio APT 3X

Ogni semi-cupola è composta da sette settori di copertura, realizzati in struttura portante in acciaio e rivestimento in alluminio, ed incernierati lungo due assi orizzontali opposti; ogni settore scorre a fianco all'altro (con il primo trainante) sostenendo il successivo a cascata durante la movimentazione. A cupola aperta, i quattordici settori poggiano sulla struttura dell'edificio e sono pertanto a riposo e privi di energia potenziale.

Nella figura 2 è possibile vedere i settori di una semi cupola fissati ai loro supporti che ne permettono la rotazione lungo l'asse E-W.




Fig. 2. Particolare dei settori di una semi-cupola

La chiusura della cupola avviene movimentando le due semi-cupole e facendo convergere verso il vertice superiore i due settori principali che fungono da traino per tutti gli altri.

Al raggiungimento dell'apice le due semi-cupole combaciano perimetralmente e una chiusura di sicurezza garantisce ulteriormente la posizione di stasi.

La movimentazione della cupola è ottenuta per mezzo di quattro motori trifase, due per ogni semi-cupola, che comandano la rotazione degli assi orizzontali opposti su cui sono attestati, in posizione fissa per ciascun lato, i primi segmenti. La demoltiplica della movimentazione è ottenuta per mezzo di gruppi di riduttori a ruota dentata e vite senza fine per ciascun motore.

Per garantire una variazione graduale di velocità in avvio e arresto, l'energia elettrica ai motori viene fornita attraverso dei dispositivi elettronici di azionamento (di produzione *Lenze*) che, alimentati da una linea a 220V, generano una tensione trifase a frequenza e fase variabile. Il controllo di tali azionamenti viene quindi eseguito attraverso delle linee di comando in bassa tensione.

La figura 3 schematizza la disposizione dei due gusci della cupola ed i relativi motoriduttori rappresentati con il simbolo  .

Possiamo quindi definire:

2 semi-cupole: Nord e Sud;

4 Motoriduttori: NW, NE, SW, SE;

8 Finecorsa (sulle semi cupole) che riconoscono la posizione di aperto o chiuso per ogni lato degli assi e che pertanto sono :

ONW, CNW, ONE, CNE, OSW, CSW, OSE, CSE

Dove "O" sta per "Open" e "C" sta per "Closed"

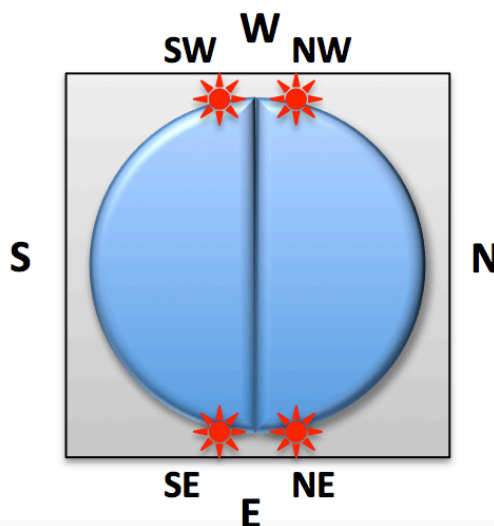


Fig. 3. Struttura delle semi-cupole e relative motorizzazioni

Quando la cupola è in posizione di chiusura, al fine di garantire un maggiore grado di sicurezza, sono stati inseriti due blocchi di aggancio reciproco idonei ad evitare che il cedimento accidentale di uno degli elementi meccanici o di trazione possa causare una apertura non prevista.

Due perni nella parte sommitale della semi-cupola Sud vengono spinti per impegnare i due ganci corrispondenti nella semi-cupola Nord. Il movimento è ottenuto per mezzo di due attuatori lineari e viene registrato da due appositi *switches* di fine corsa. Altri due *switches* segnalano la chiusura delle due semi-cupole.

Nella figura 4 un attuatore lineare, il perno ad esso collegato e gli *switches*.

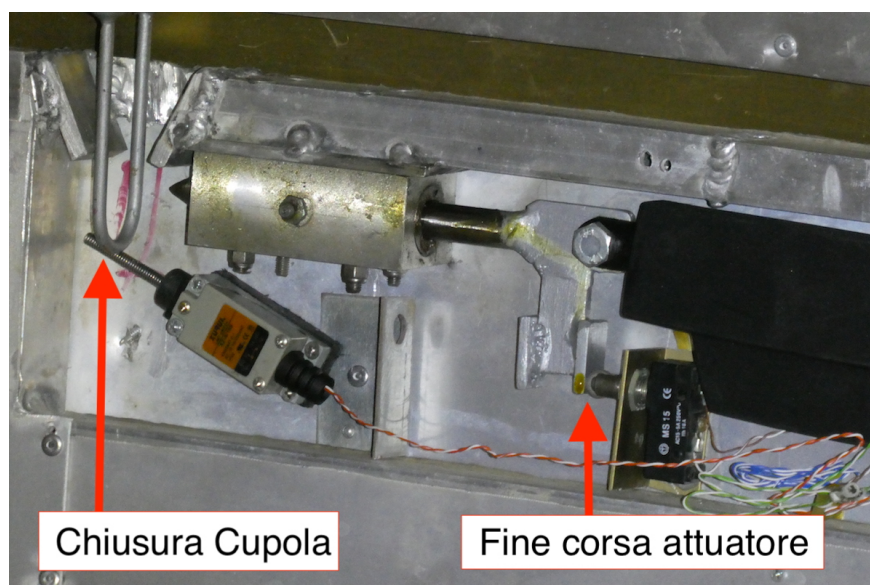


Fig. 4. Sensori di sicurezza.

## Criteri di progetto.

Tutti i segnali di comando o di *feedback* vengono generati da componenti elettromeccanici; si è volutamente scelto di non inserire elettronica attiva (sia essa logica cablata o PLC) perché, sensibile alle scariche atmosferiche, avrebbe compromesso la affidabilità complessiva del sistema.

Trattandosi di una logica estremamente semplice, la sola combinazione di contatti permette di realizzare logiche AND e OR atti a garantire la rispondenza alle esigenze di sicurezza del sistema (figura 5).

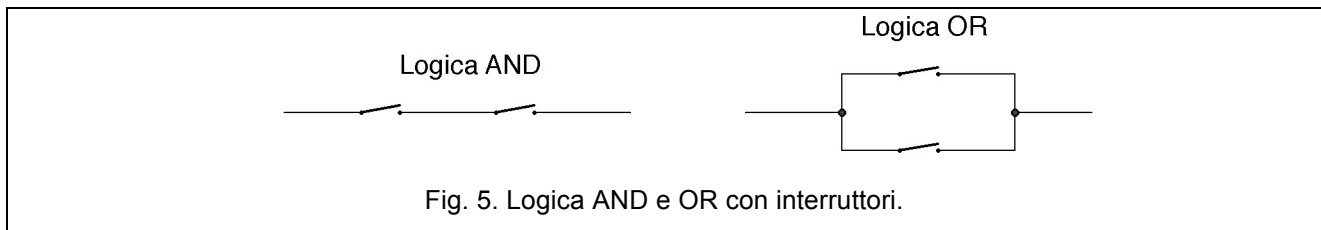
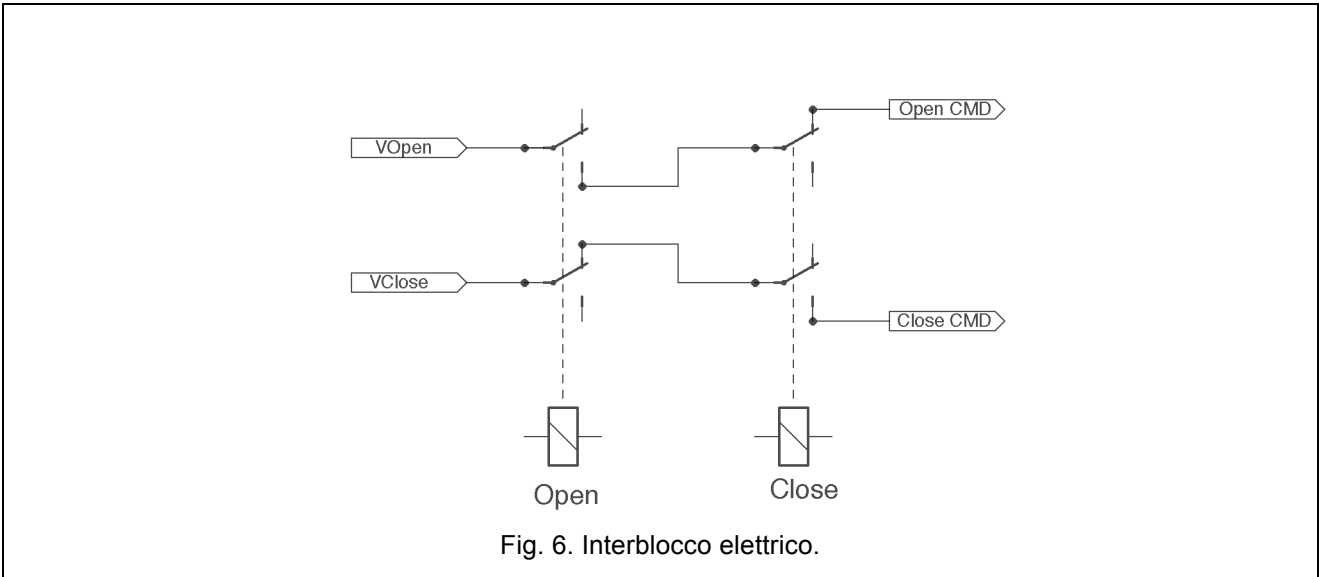


Fig. 5. Logica AND e OR con interruttori.

Il trattamento di segnali di comando verso delle bobine di relè comporta un flusso di corrente dell'ordine del milliAmpere e garantisce pertanto un adeguato livello di *wetting current* per i contatti dei dispositivi.

Vengono quindi definiti dei criteri di priorità sui comandi da impartire:

- 1) le semi-cupole possono essere movimentate solo se la chiusura di sicurezza è disinserita. I due contatti (normalmente aperti) dei sensori di fine corsa sono posti in serie e solo se entrambi sono chiusi (quando cioè entrambi gli attuatori hanno completato la corsa in apertura) sarà possibile operare sui movimenti della cupola.
- 2) Gli attuatori dei blocchi possono essere azionati solo se la cupola è chiusa. I due contatti (normalmente aperti) dei sensori di chiusura cupola sono posti in serie e solo se entrambi sono chiusi (cioè quando le due semi-cupole sono a contatto) sarà possibile operare sugli attuatori.
- 3) In caso di pioggia la cupola deve essere immediatamente chiusa attraverso un circuito di comando automatico.
- 4) Non possono essere inviati comandi contraddittori. Ciò può essere ottenuto a livello meccanico con dei dispositivi che hanno già un interblocco meccanico laddove i segnali di apertura o chiusura avvengono muovendo il comando in versi opposti. Ciononostante viene inserito un interblocco elettrico verso i circuiti di comando per migliorare la sicurezza del sistema. Lo schema elettrico è illustrato nella figura 6.



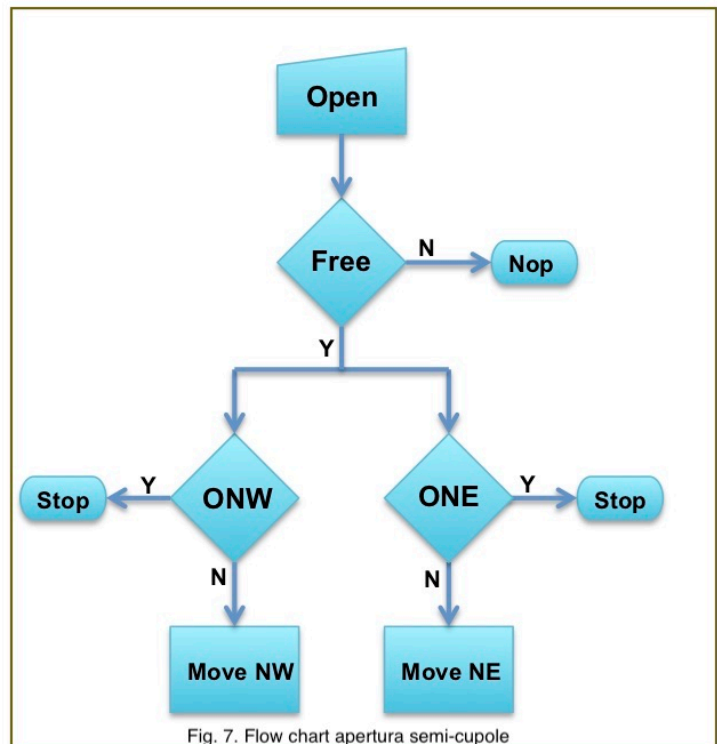
Come accennato in precedenza, su ogni asse delle semi-cupole sono stati installati degli *switches* di fine corsa per le condizioni da aperto e chiuso. Questi contatti, normalmente chiusi, vengono aperti quando la meccanica raggiunge la condizione richiesta. Ognuno di questi sensori si trova in serie al relativo comando. I due motori delle semi-cupole vengono comandati simultaneamente, ma possono raggiungere la fine corsa in tempi diversi.

Un sensore di pioggia agisce sul comando di chiusura delle cupole bypassando tutta la logica di comando.

Il comando di apertura delle cupole quindi (dove *free* è la condizione in cui la cupola è libera dai blocchi) avviene secondo il processo descritto nel flow chart illustrato in figura 7.

Si hanno quindi otto linee di comando:

- Open Nord Est – intercettata da ONE
- Open Nord West – intercettata da ONW
- Open Sud Est – intercettata da OSE
- Open Sud West – intercettata da OSW
- Close Nord Est – intercettata da CNE
- Close Nord West – intercettata da CNW
- Close Sud Est – intercettata da CSE
- Close Sud West – intercettata da CSW



Convergeno, in coppia, le linee dei motori Est e West su un unico comando si hanno quattro condizioni:

- Open Nord
- Open Sud
- Close Nord
- Close Sud

### **Descrizione schema elettrico.**

Con riferimento allo schema elettrico "APT2-Lenze" a pagina 22, vengono rappresentati come blocchi unici i quattro azionamenti ed i relativi motori. Questi generano una loro linea in bassa tensione per i controlli. Nel circuito è rappresentata con VNE, VNW, VSE, VSW.

Si è scelto pertanto di lasciare elettricamente separati questi quattro circuiti di controllo e convergere i comandi in due sezioni di uno stesso relè. Ogni azionamento richiede che la propria tensione di controllo venga inviata ad un ingresso per la rotazione in senso orario oppure ad un secondo ingresso per il senso anti-orario. La tensione di controllo deve inoltre essere inviata ad un ingresso di "Enable" per abilitare il movimento dei motori. Tali ingressi (ENE, ENW, ESE, ESW) sono abilitati da due relè (Nord e Sud) che vengono controllati dal circuito di protezione descritto più avanti.

In figura 8 la collocazione degli azionamenti sulla parete Nord dell'edificio.



Fig. 8. Azionamenti Lenze

Lo schema elettrico "APT2-Dome", a pagina 23, rappresenta la circuitazione di comando manuale e remoto delle semi-cupole.

Una linea a 220 Vac viene inviata permanentemente ad un alimentatore da 24Vdc di tipologia adeguata al servizio continuo. La bassa tensione consente di attivare, all'avvio, il circuito di "marcia-arresto" che alimenta (attraverso il contattore K1 ed il relè K2) i circuiti a tensione di rete degli azionamenti dei motori e i rimanenti circuiti in bassa tensione.

In linea con il criterio di priorità 1 descritto prima, la tensione a 24Vdc viene inviata agli *switches* S1 e S2 sui finecorsa dei blocchi della cupola. Le movimentazioni della cupola potranno essere eseguite solo se entrambi i contatti sono chiusi: quando i perni hanno compiuto l'intera corsa di disimpegno della cupola.

In linea con il criterio di priorità 2, gli *switches* S3 e S4, posizionati sui sensori di cupola chiusa, permettono la movimentazione dei perni di blocco cupola. A cupola aperta non è possibile movimentare i perni di blocco.

L'apertura e chiusura degli attuatori può essere comandata manualmente dal selettore a chiave T3 che alimenta i relè K8 e K9. L'interblocco meccanico è garantito dalla tipologia stessa del dispositivo di comando che, dalla posizione di riposo, può essere ruotato in due posizioni opposte. La circuitazione dei relè comandati, comunque, non eroga corrente in caso di simultanea eccitazione dei due relè.

Il selettore a chiave T1, che alimenta i relè K3 e K4, consente il comando manuale di apertura o chiusura della cupola Nord.

Il selettore a chiave T2, che alimenta i relè K5 e K6, consente il comando manuale di apertura o chiusura della cupola Sud.

In linea con il criterio di priorità 3, dai contatti (normalmente aperti) del sensore di pioggia viene alimentato il relè K7 che, bypassando le linee di comando manuale, eccita i relè K4 e K6 comandando le due cupole in chiusura. I relè rimangono attivati per tutto il tempo in cui permane il segnale di pioggia inibendo quindi l'apertura della cupola.

In linea con il criterio di priorità 4, le tensioni di comando per apertura e chiusura, si incrociano sui contatti NC dei relè opposti prima di andare verso la linea desiderata.

Si realizza così un interblocco elettrico: in caso di attivazione simultanea dei due relè, non viene inviato alcun comando agli azionamenti.

In figura 9 il cablaggio del quadro elettrico e la disposizione dei componenti.

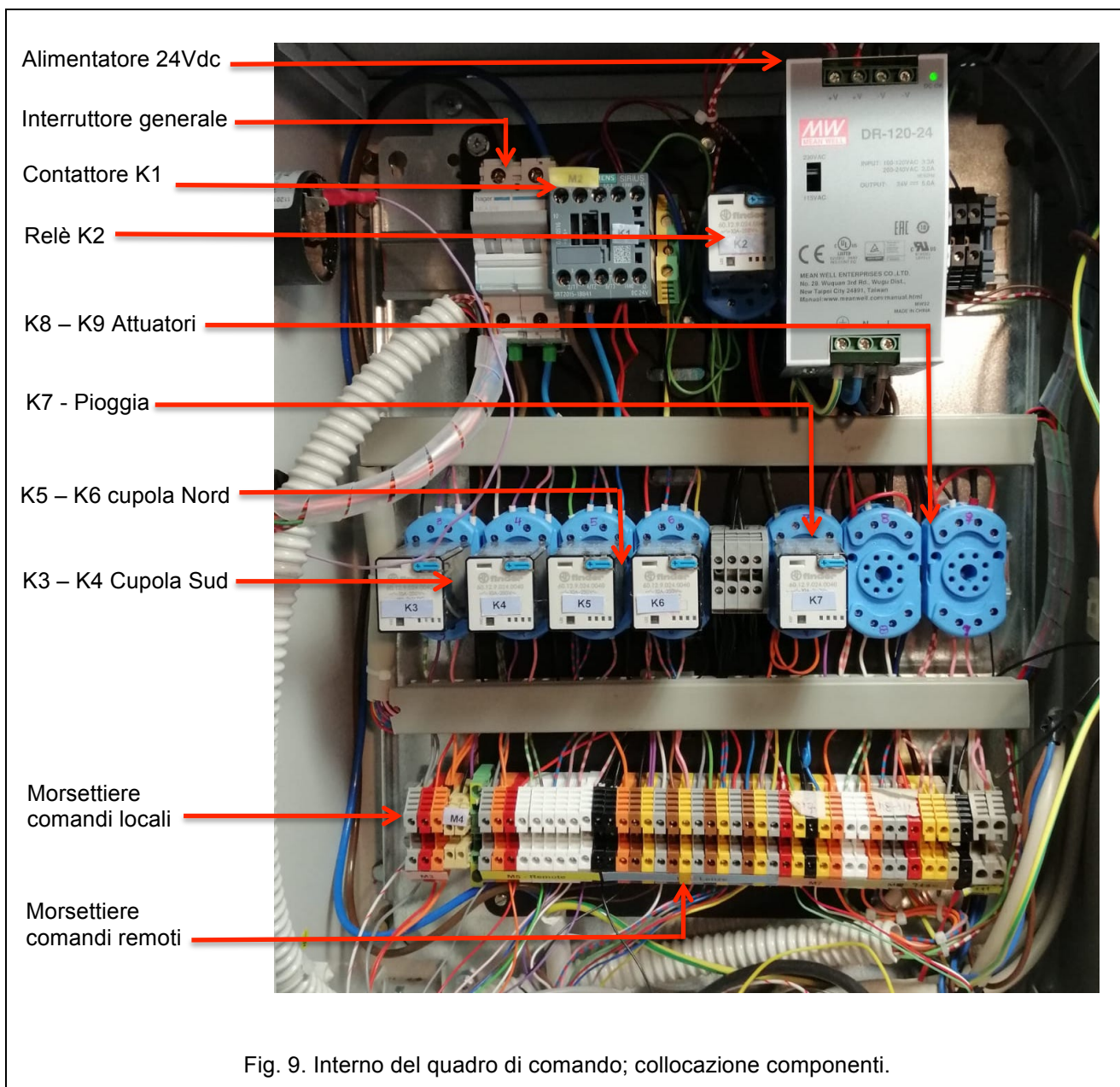


Fig. 9. Interno del quadro di comando; collocazione componenti.

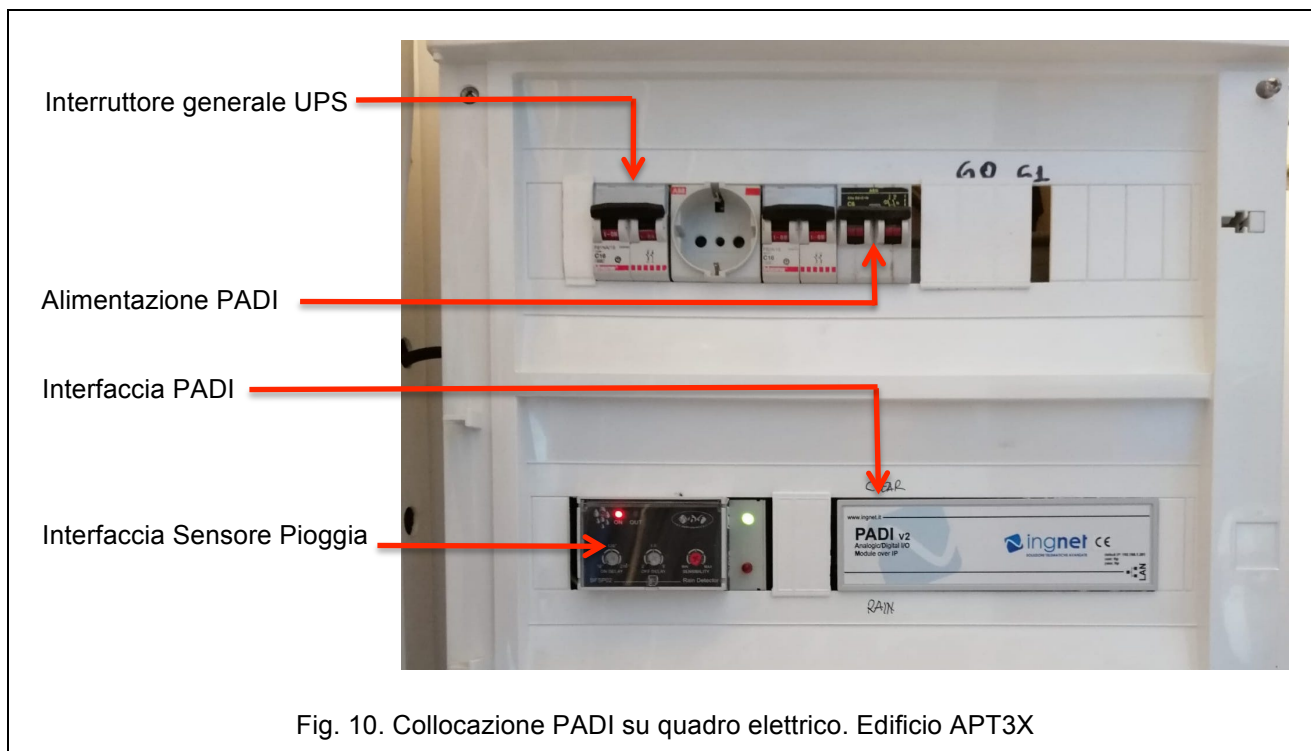
I relè sono stati montati su zoccoli DIN in modo da permetterne la sostituzione in caso di guasto. In tabella i componenti del circuito, con i codici costruttore e catalogo RS.

Riferimento	Tipologia	Codice Costruttore	Codice RS
PSU	Power Supply Unit 24 V dc	Mean Well DR-120-24	282-502
T1 –T3	Selettori a chiave	Serie RS PRO 188-1167	188-1167
K1	Contattore 3 x 7 A - 24 V c.c.	Siemens 3RT2015-1BB41	706-1077
K2 – K9	Relè monostabile DPDT 24V	Finder 60.12.9.024.0040	350-591
K2 – K9	Zoccolo per relè serie 60.12	Finder 90.22SMA	253-4022
M1.1 – M11.4	Morsetti DIN	RS PRO	501-803

## Controllo remoto.

Tutte le linee di comando, filtrate dalle condizioni di vincolo, sono ridotte a semplici stati logici. Il quadro elettrico di controllo manuale è interfacciato con un dispositivo di controllo remoto. Viene scelta una scheda "Internet of Things" che permette il controllo remoto di otto linee relè e di otto ingressi digitali attraverso la rete TCP/IP.

Da una indagine di mercato si è scelto di impiegare una scheda prodotta dalla INgNet denominata PADI (vedi figura 10).



La PADI è accessibile da remoto con protocollo **https** (con ingresso protetto da *username* e *password*) e risponde all'utente con una pagina web.

La scheda può anche essere facilmente interfacciata ed integrata con qualsiasi software sviluppato su qualsiasi sistema operativo; il software può essere scritto con qualsiasi linguaggio di programmazione che permetta di utilizzare le API su protocollo HTTP messe a disposizione dal *firmware* a bordo della scheda.

Per maggiori dettagli si rimanda al manuale d'uso della scheda stessa, fornito dalla ditta costruttrice.

In figura 11, la videata dei comandi presentati sulla pagina web e da usare in emergenza.



Fig. 11. Pannello di controllo remoto per la cupola

Le uscite relè possono essere programmate per avere uno stato temporizzato; pertanto i comandi di blocco/sblocco dei perni vengono mantenuti per 10 secondi mentre quelli di apertura/chiusura durano 60 secondi. Sono tempi che coprono abbondantemente la corsa dei motori. La persistenza del comando oltre il tempo necessario non è nociva in quanto i sensori di fine corsa provvedono ad arrestare i motori in ogni condizione.

Sono quindi dedicati sei canali di uscita per: Apertura Nord, Chiusura Nord, Apertura Sud, Chiusura Sud, Apertura Blocchi e Chiusura Blocchi.

Altri due canali di uscita relè controllano l'accensione e lo spegnimento del quadro di comando e pertanto degli azionamenti *Lenze*.

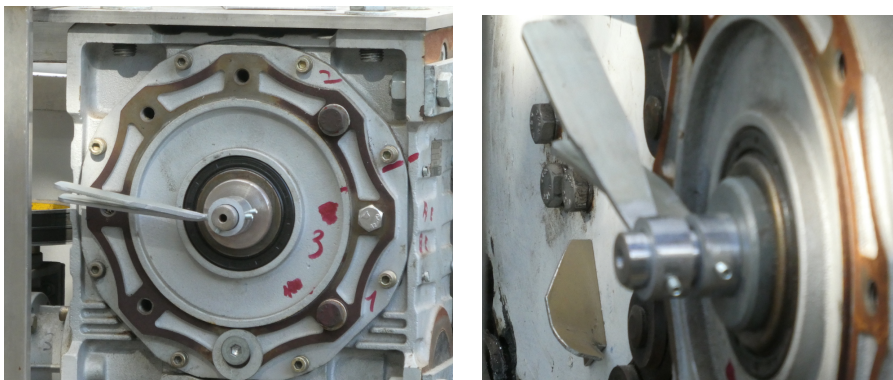


Fig. 12. Bracci meccanici per il rilevamento della posizione delle semi-cupole.

Degli otto ingressi digitali, uno è dedicato a rilevare l'accensione del quadro comando. Sulla meccanica che aziona i settori delle semi-cupole sono stati installati degli ulteriori sensori di fine corsa, indipendenti da quelli del circuito di controllo (vedi figura 12). Le quattro condizioni delle semi-cupole (Nord Aperta, Nord Chiusa, Sud Aperta e Sud Chiusa) vengono lette da quattro ingressi del dispositivo di controllo remoto. Vengono infine rilevati gli stati dei fine corsa dei blocchi e quello del sensore di pioggia. Lo schema elettrico allegato "PADI-Wiring" a pagina 24, illustra le connessioni tra interfaccia PADI e il quadro elettrico di comando.

### **Circuito di sicurezza.**

Il comando simultaneo di rotazione degli assi delle semi-cupole, per mezzo dei motori indipendenti tra loro, presuppone che siano distribuite equamente le coppie per la movimentazione. Esiste però la possibilità che i due motori non ruotino alla stessa velocità per motivi accidentali. In tale ipotesi non risulterebbero allineati gli ancoraggi dei segmenti ai due lati delle semi-cupole, provocando rotazioni/torsioni non previste.

Il pericolo di una torsione oltre il limite di elasticità della struttura può essere rilevato inserendo una protezione elettronica adeguata.

Per ogni motoriduttore delle quattro zone di potenza è stato installato un trasduttore di posizione a potenziometro; pertanto la posizione dell'asse viene convertita in una tensione proporzionale alla sua rotazione. Le quattro tensioni così ottenute vengono confrontate in coppia (previa opportuna calibrazione) tra i rami opposti delle semi-cupole. La posizione del braccio NE viene comparata con quella di NW; analogamente SE viene comparata con SW. Un circuito elettronico esegue in tempo reale le comparazioni e se rileva una differenza di potenziale superiore ad un livello di soglia critica interviene sul circuito di *Enable* fermando i motori interessati. Lo schema a blocchi è visibile in figura 19.

Lo schema elettrico allegato "APT2 – Sincronizzazione Cupole a pagina 25, illustra il circuito impiegato per la protezione.

La scheda di controllo riceve due coppie di tensioni potenziometriche, una per ciascuna semi-cupola, da quattro potenziometri di precisione.

I potenziometri sono installati sull'asse dei penultimi riduttori per sfruttare meglio la demoltiplica relativa alla corsa che qui è di oltre 250° (vedi figura 13). Vengono così rilevate con continuità le posizioni, per tutta la rotazione di circa 85°, tra le posizioni delle semi-cupole dallo stato di completamente chiusa a completamente aperta.



Fig. 13. Potenzimetri installati sui riduttori delle semi-cupole.

Ogni coppia di tensioni generata, viene utilizzata in un comparatore di tensione di tipo LM339 per creare una finestra di intervento simmetrica e regolabile al di fuori della quale interviene un relè a contatti. Il contatto di ogni relè, viene utilizzato per inibire il consenso di *Enable* degli azionamenti, bloccando quindi il movimento della semi-cupola relativa. La tensione prodotta da ogni potenziometro è pari a circa 0.06 V/grado di rotazione dell'asse della semi-cupola.

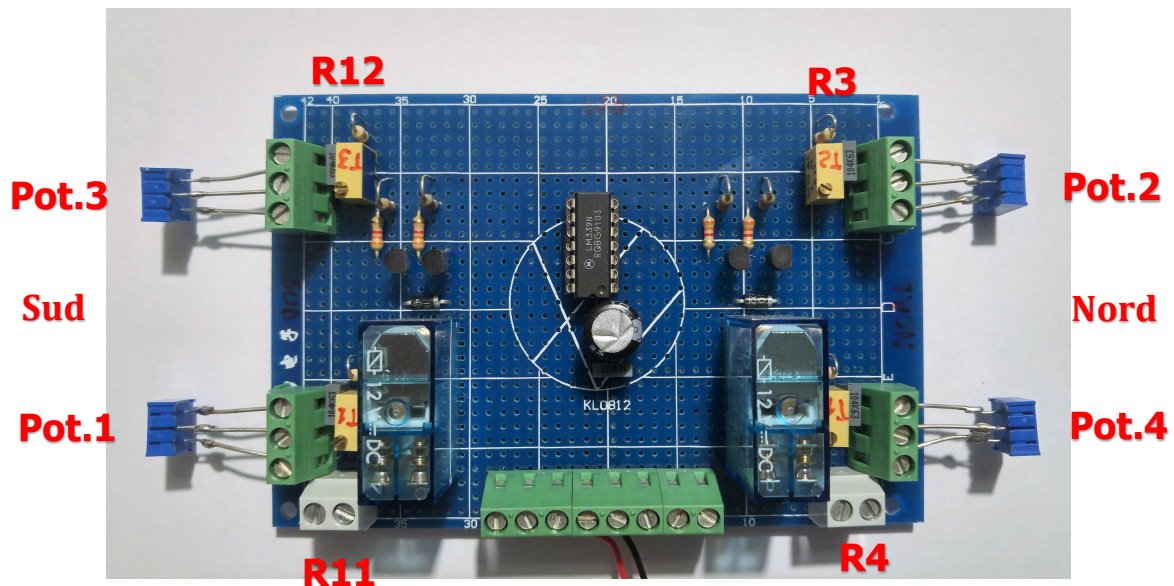
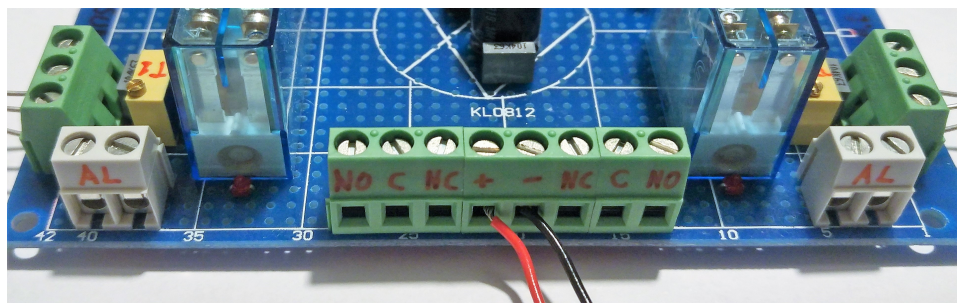


Fig. 14. Scheda di controllo sicurezza.

I potenziometri sono stati installati meccanicamente e messi a registro per disporre di una tensione potenziometrica di uscita variabile tra circa +0.5 V (cupola chiusa) e +11.5 V (cupola aperta) quando essi vengono alimentati tra +12V e GND .



**Allarme Sud**

**+12V gnd**

**Allarme Nord**

Fig. 15. Cablaggio scheda di sicurezza.

La posizione dei potenziometri è indicata in figura 16 in corrispondenza di ogni motoriduttore che aziona il movimento di ogni semi-cupola. Il loro cablaggio sulla scheda è visibile in figura 14 e 15.

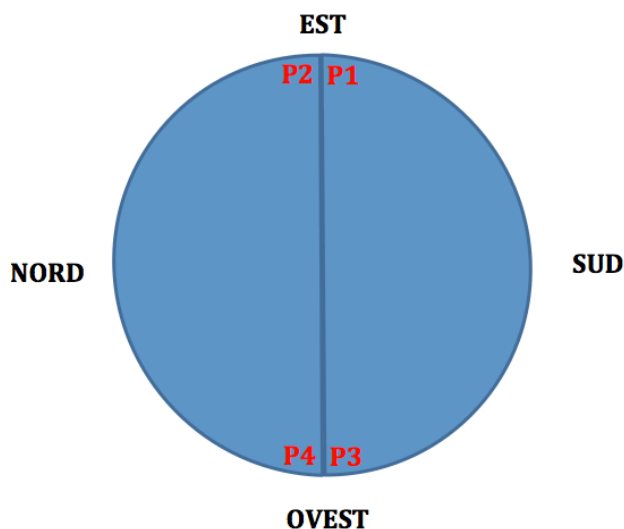


Fig. 16. Posizione dei potenziometri rispetto all'edificio.

Ogni potenziometro risulta collegato ad un cavo tripolare a conduttori colorati.

Lo schema indica l'associazione di ogni conduttore con la posizione del corrispondente pin del potenziometro considerando di osservare questi in back view.

- P1 = Giallo (+), Bianco (W), Marrone (GND)
- P3 = Giallo (+), Bianco (W), Marrone (GND)
- P2 = Rosso (+), Verde (W), Blu (GND)
- P4 = Rosso (+), Verde (W), Blu (GND)



Sulla scheda sono presenti due indicatori luminosi (led) che indicano il lato sul quale è avvenuto un eventuale intervento e due uscite a +12V di allarme, per il collegamento di sirene o dispositivi di segnalazione supplementari.

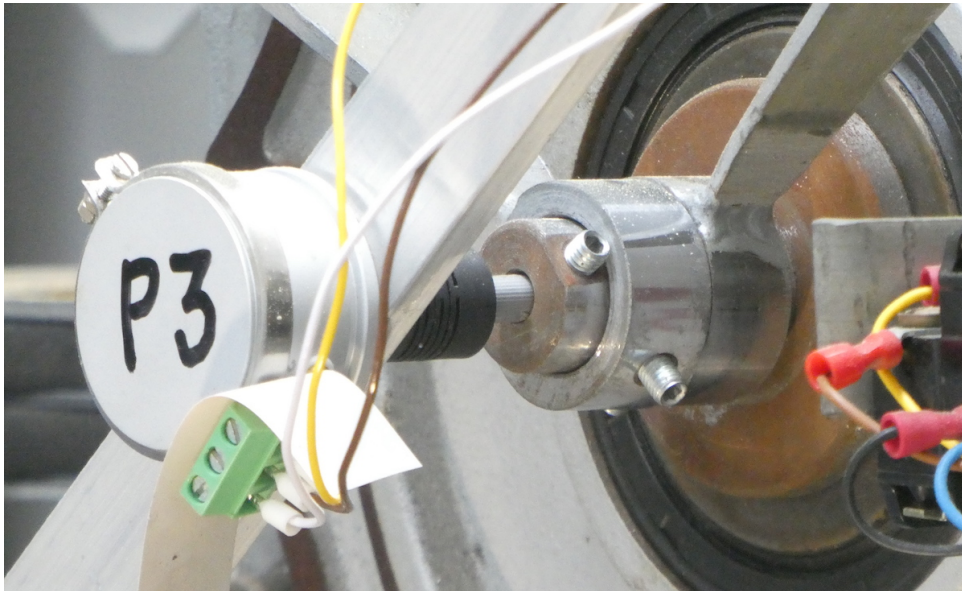


Fig. 17. Particolare del montaggio di un potenziometro

### **Procedura di regolazione per una finestra di intervento bilanciata.**

La procedura di regolazione può essere eseguita in laboratorio sostituendo le coppie di potenziometri P1, P3 e P2, P4 con potenziometri di test da 1KOhm che simulano il funzionamento di quelli reali, oppure direttamente sul sistema seguendo la procedura di seguito descritta.

Si interviene sui trimmer presenti sulla scheda R3 ed R4 per la semi-cupola lato nord e R11 ed R12 per quella lato sud. La posizione dei trimmer è visibile in figura 14.

La differenza di tensione impostata su entrambe le coppie di potenziometri crea una finestra bilanciata che produce una variazione di tensione di circa 60mV/grado di rotazione, per cui se per esempio si vuole intervenire a bloccare il sistema quando ogni potenziometro eccede per oltre 5 gradi (sia in un verso che nell'altro) dalla sua posizione nominale, bisogna tener conto di regolare per una differenza pari a circa 0.3V.

### **Semi cupola lato sud (potenziometri P1 e P3)**

- regolare P1 per avere al pin 10 dell'LM339 una tensione arbitraria di riferimento per esempio 4.00V
- regolare P3 per avere al pin 8 una tensione uguale a quella di riferimento +- 0.02V
- regolare il trimmer R11 per avere sul pin 9 una tensione pari a quella di riferimento meno la differenza che si vuole impostare. Per una differenza di 0.3V, regolare quindi per 3.7V +-0.02V
- analogamente regolare R12 per avere sul pin 11 lo stesso valore di tensione di 3.7V.

### **Semi cupola lato nord (potenziometri P2 e P4)**

- regolare P2 per avere al pin 6 dell'LM339 una tensione arbitraria di riferimento (per esempio 4.00V)
- regolare P4 per avere al pin 4 una tensione uguale a quella di riferimento +- 0.02V
- regolare il trimmer R3 per avere sul pin 5 una tensione pari a quella di riferimento meno la differenza che si vuole impostare. Per una differenza di 0.3V, regolare quindi per 3.7V +-0.02V
- analogamente regolare R4 per avere sul pin 7 lo stesso valore di tensione di 3.7V.

### **Strumenti analogici di indicazione di disallineamento.**

La tensione proveniente dalle coppie dei potenziometri viene convertita in corrente ed inviata in coppia a due microamperometri a zero centrale; uno per ogni semi-cupola. La posizione degli strumenti è visibile in figura 18.

Alla fine della taratura dell'elettronica, si dispone permanentemente di una segnalazione della differenza di angolo durante tutto il percorso delle semi-cupole. Tale indicazione va monitorata durante le movimentazioni manuali sulle cupole e può servire come diagnostica per gli interventi di manutenzione.

Se la tensione (e quindi l'angolo) delle movimentazioni di Est coincidono con la tensione di West la lancetta dello strumento rimane sullo zero. Un avanzamento maggiore dal lato Est comporterà una deflessione della lancetta verso destra. Analogamente la lancetta segnalerà a sinistra un avanzamento maggiore dal lato West. La sensibilità degli strumenti è regolata per avere un lancetta a fondo-scala per un errore di  $10^{\circ}$  nella posizione della cupola. La protezione invece interviene per uno sbilanciamento di  $5^{\circ}$ .



Fig. 18. Strumenti indicatori di sbilanciamento

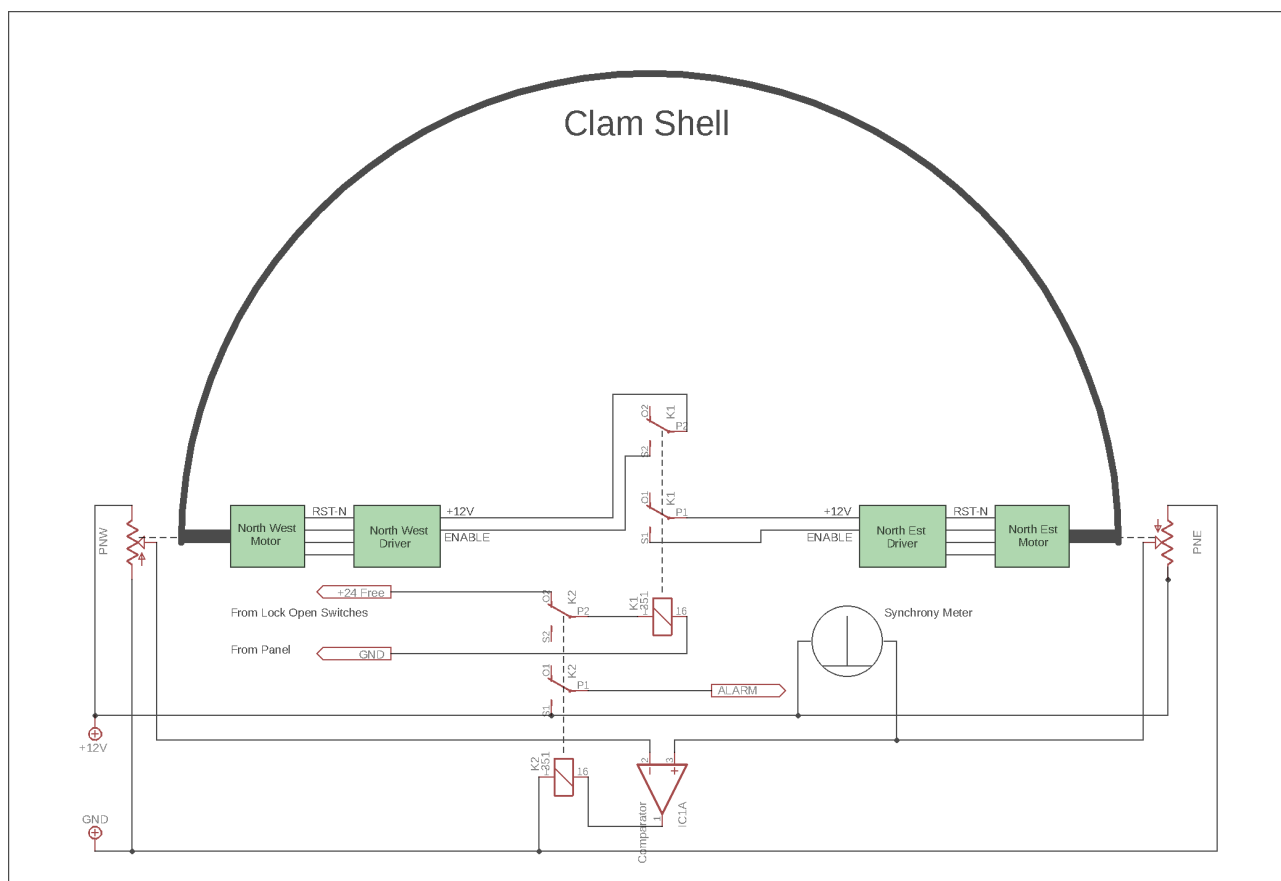


Fig. 19. Schema di principio del circuito di controllo di disallineamento (per una semi cupola).

## **Circuito di protezione per pioggia e relativa auto accensione.**

Presso l'edificio si trova installato un sensore di pioggia di tipo BFSP02 della BF Elettronica Srl. La collocazione della sua centralina presso il quadro elettrico è visibile in figura 10 a pagina 12. In allegato a pagina 27 il suo *datasheet*.

Il sensore genera un segnale elettrico in presenza di pioggia e/o neve. Tale segnale viene utilizzato per l'attivazione di un sistema di sicurezza per la chiusura automatica della cupola. L'intervento avviene sul quadro di comando per mezzo del relè K7 (vedi fig. 9 a pagina 11) che consente di chiudere simultaneamente le due semi cupole.

L'accensione del pannello elettrico di controllo avviene attraverso un sistema a relè ad auto aggancio. La pressione sul pulsante di "start" alimenta (da una linea a 24V) il relè K2 ed il relativo contattore K1 che servono ad alimentare tutti i circuiti della cupola. Il sistema di auto aggancio può essere interrotto da una apertura nella catena di emergenza, dal pulsante di stop e infine dalla mancanza di energia elettrica. Questo serve a proteggere i dispositivi elettronici da bruschi sbalzi di tensione al ritorno della corrente elettrica.

Nel caso in cui questa interruzione in presenza di pioggia dovesse avvenire durante un ciclo di osservazioni e il software di controllo non dovesse rilevare l'evento, un circuito elettronico con un temporizzatore provvederà a generare impulsi di start verso la linea di K2 sin quando il quadro non verrà nuovamente acceso e la cupola verrà chiusa automaticamente.

Lo schema elettrico allegato "APT2 – Autostart" a pagina 26, illustra il circuito impiegato.

I due opto-isolatori OK1 e OK2 servono a rivelare rispettivamente l'apertura della cupola e la mancanza di alimentazione (dovuta ad interruzione di energia) del pannello di comando; entrambe le condizioni forzano OFF il temporizzatore. Il circuito viene alimentato da una tensione condizionata dalla presenza dell'allarme per pioggia. In questo caso pertanto (pioggia **e** cupola aperta **e** pannello spento) il temporizzatore inizia a generare impulsi di START ad intervalli di 1 secondo sino all'accensione del pannello.

## **Considerazioni finali.**

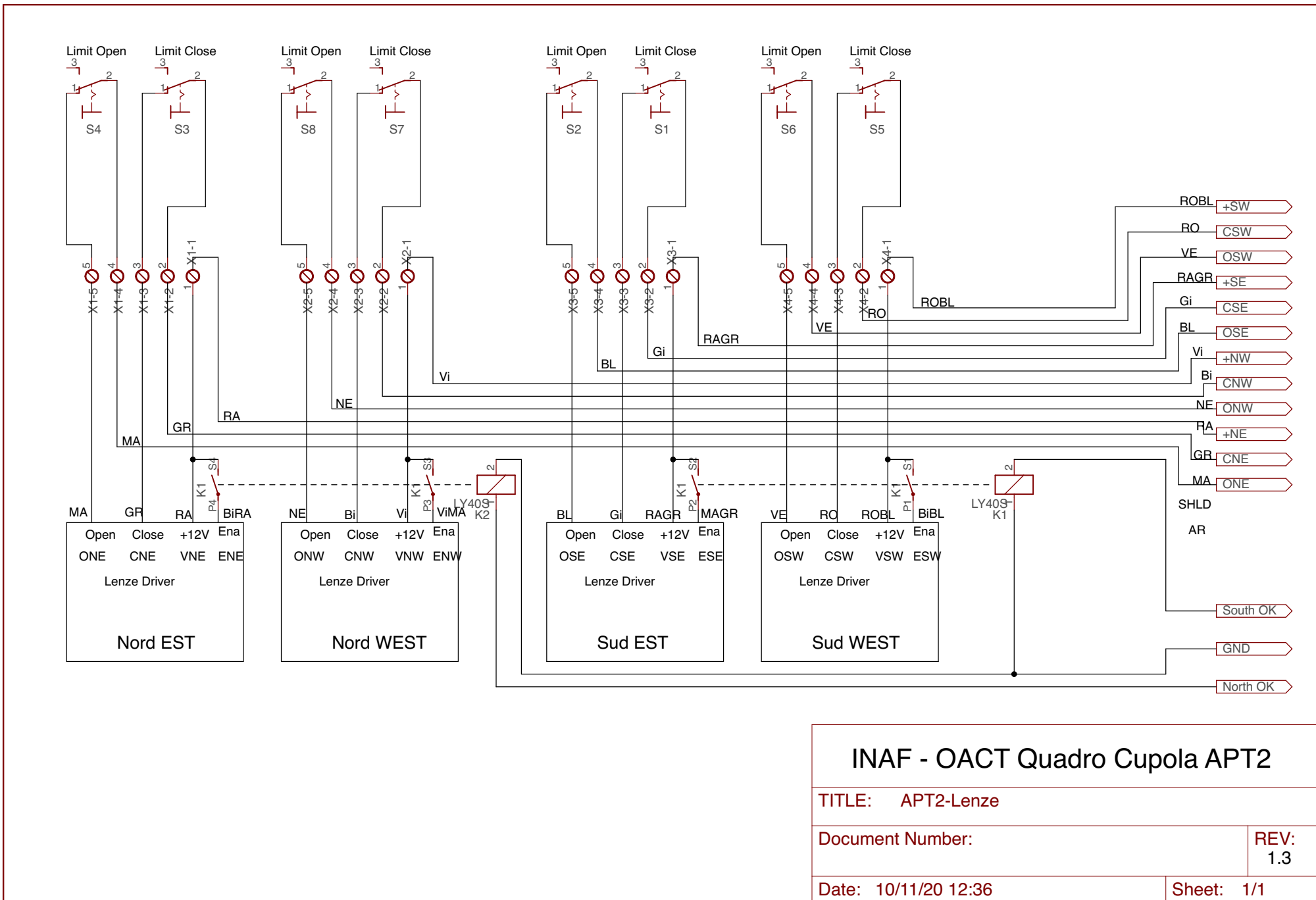
Durante lo sviluppo del sistema APT2 è stato implementato il controllo cupola sempre meglio in modo da garantirne sempre più il pieno controllo.

Le migliorie descritte in questo documento rappresentano un passo avanti nella gestione del complesso sistema APT2 dopo la conclusione del primo periodo, di circa 10 anni di attività.

Nel suoi primi 10 anni di attività APT2 ha avuto *downtime* per cause tecniche per circa il 10% del suo tempo di operazione, questo era già un notevole successo ottenuto sulla base della esperienza maturata nello sviluppo del precedente APT1 e al miglioramento della tecnologia disponibile. Con gli sviluppi qui descritti, ed altri descritti in documenti ancora in sviluppo, si ritiene di potere migliorare ulteriormente la affidabilità del componente "cupola" e nel complesso di APT2 e, di conseguenza, diminuire ulteriormente la probabilità dei problemi tecnici aspettati e il *downtime*.

## **Ringraziamenti:**

- Massimo Miraglia;
- Giovanni Occhipinti;
- Stefano Sardone.



## INAF - OACT Quadro Cupola APT2

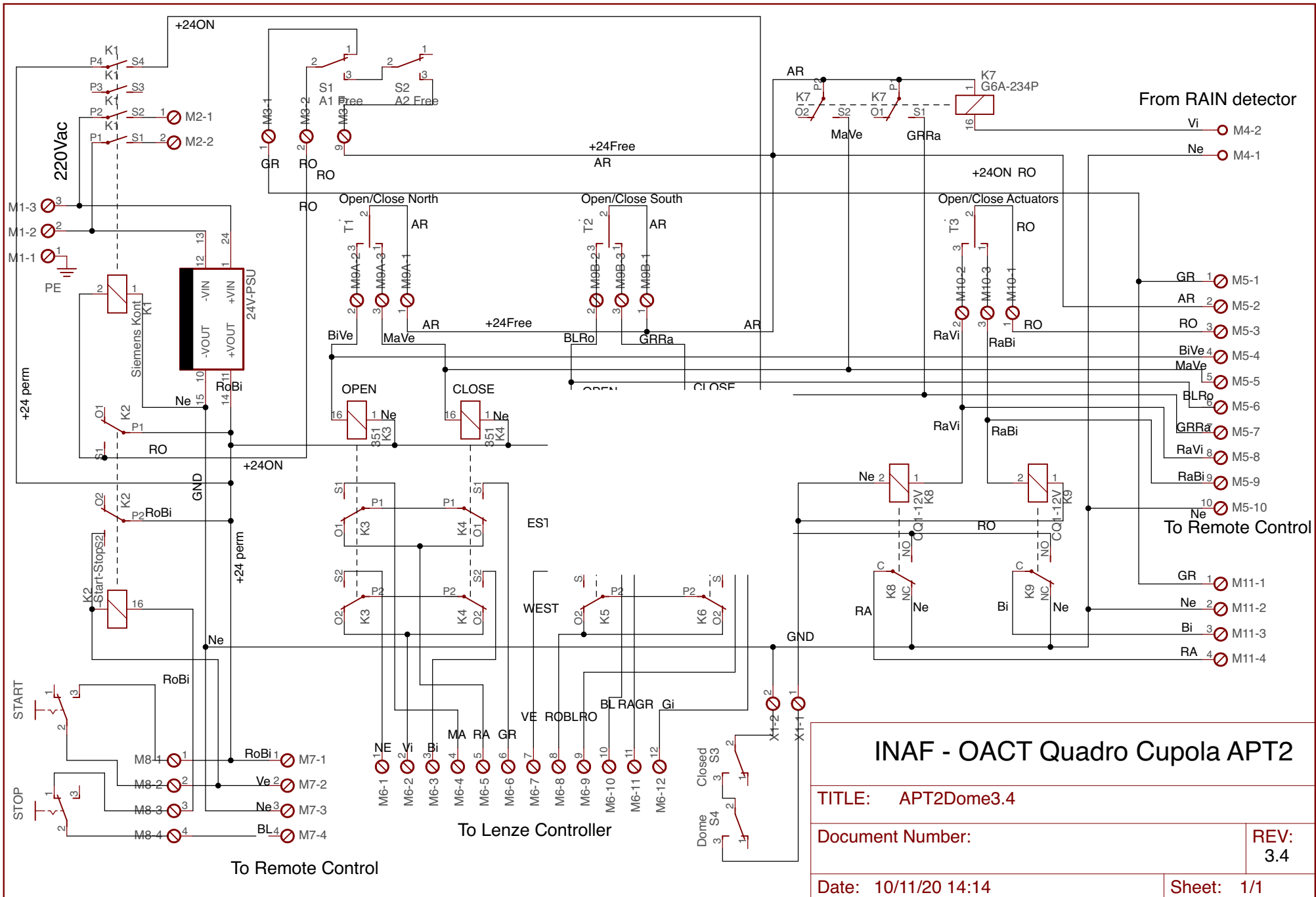
TITLE: APT2-Lenze

Document Number:

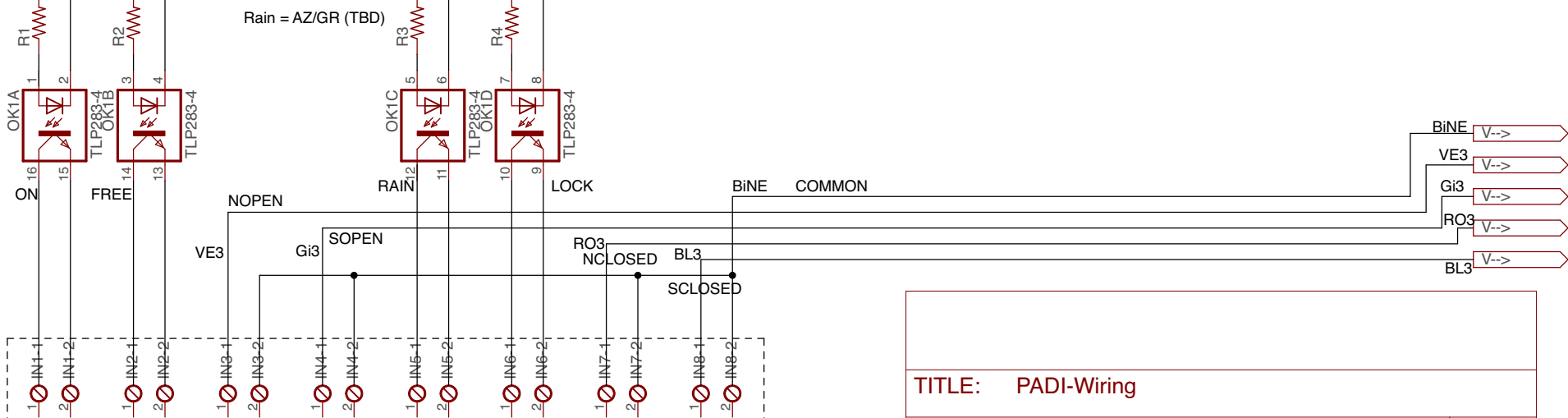
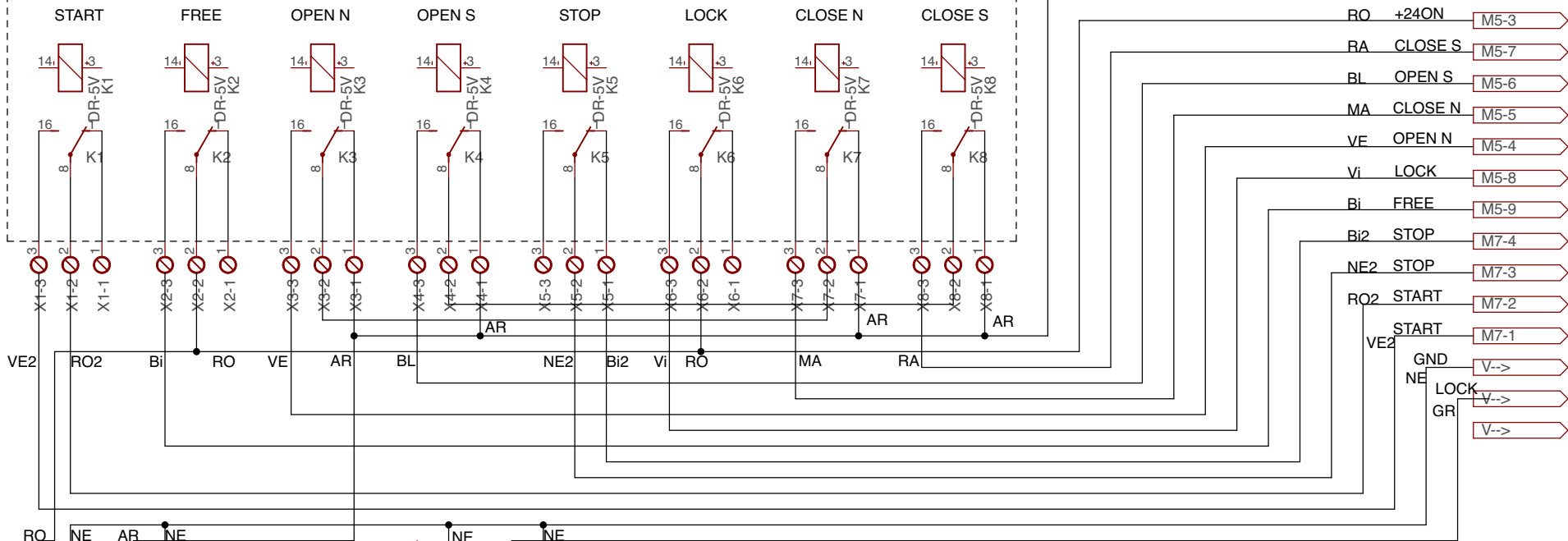
REV:  
1.3

Date: 10/11/20 12:36

Sheet: 1/1



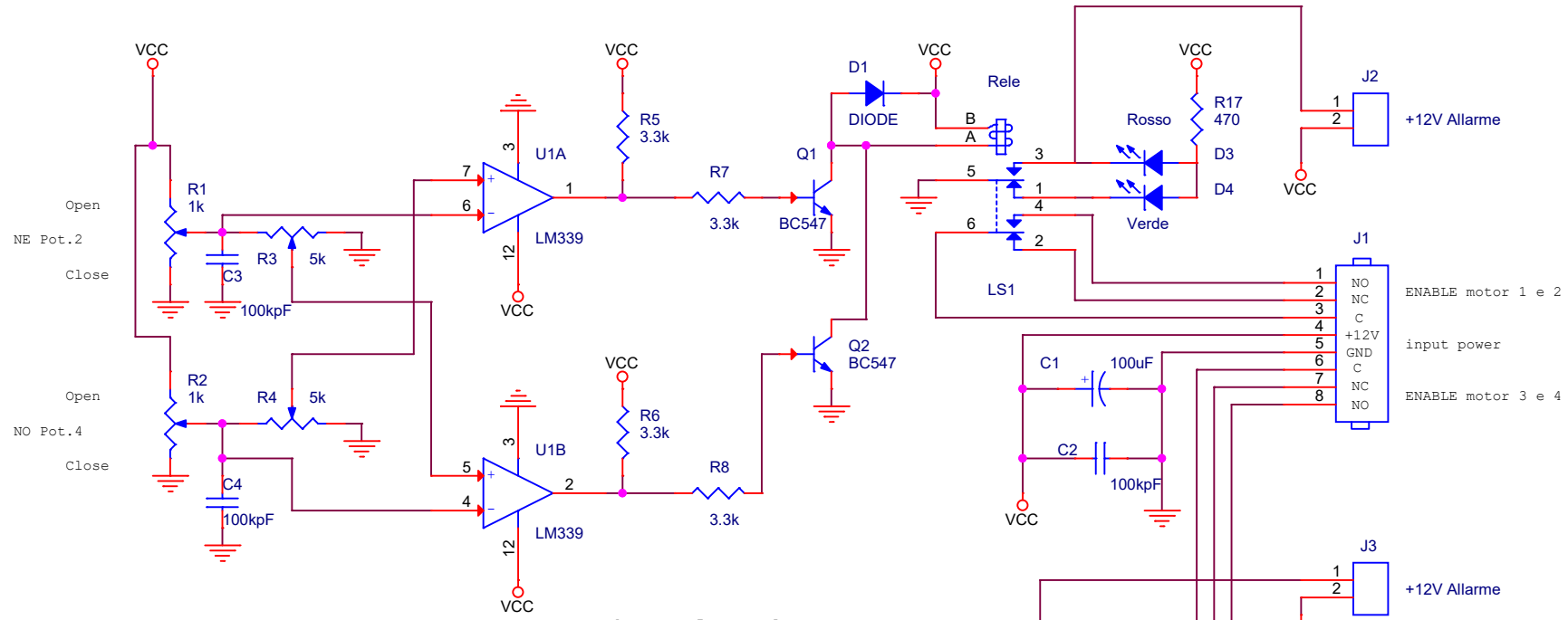
**PADI Digital Out**



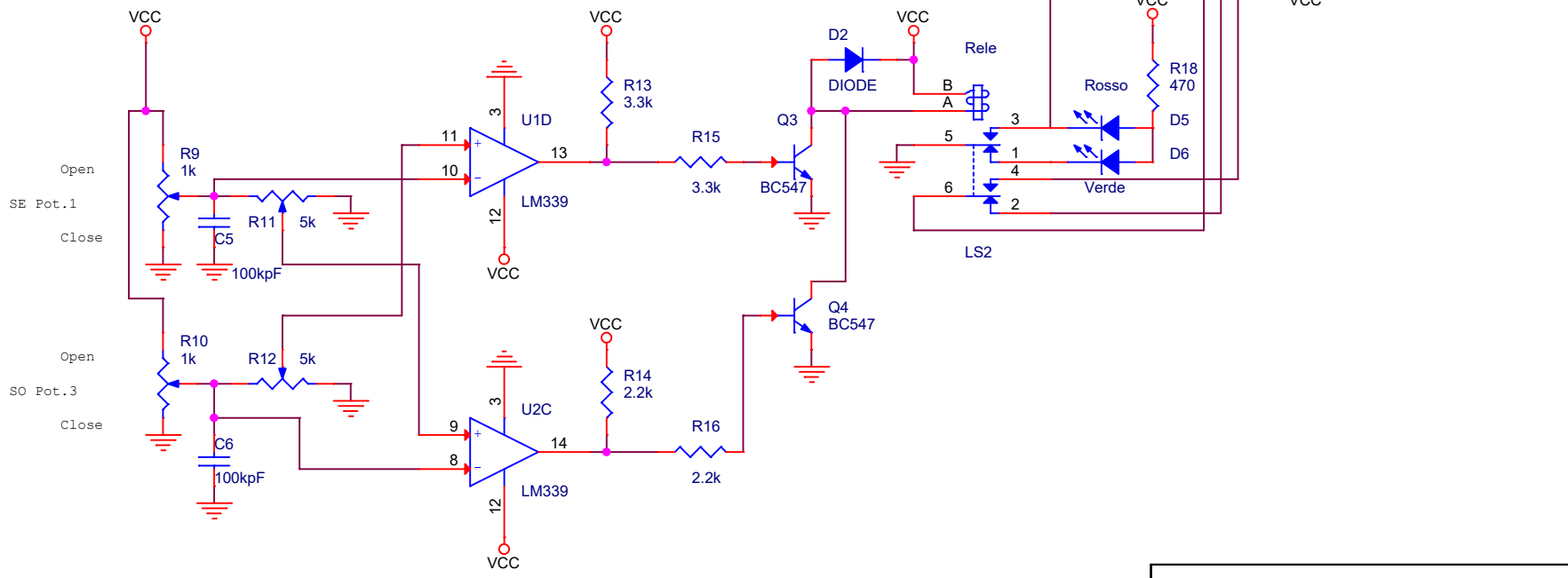
**PADI Digital IN**

TITLE: PADI-Wiring	
Document Number:	REV: 1.4
Date: 11/11/20 14:36	Sheet: 1/1

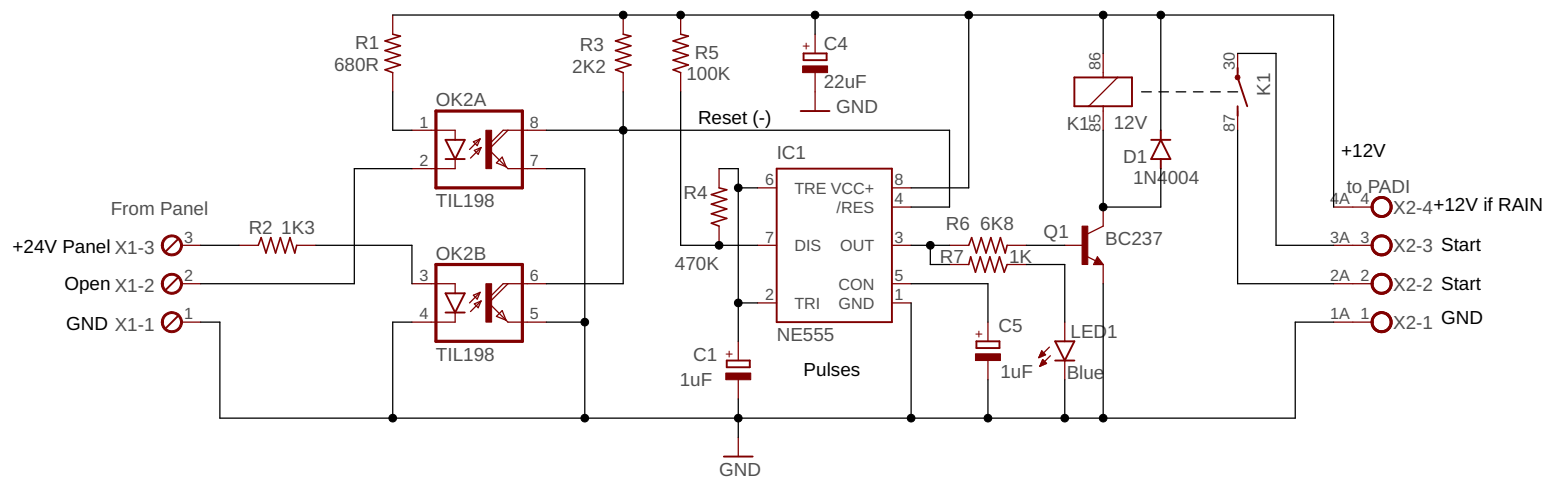
### Semi Copola Nord



### Semi Copola Sud



Title			
APT2 - controllo di sicurezza posizione cupola			
Size	Document Number	Pag. 25	Rev 1.0
A4	1.0		
Date:	Wednesday, November 25, 2020	Sheet	1 of 1



## APT2 - Dome Automation

Autostart if (Rain+Open+Off)

TITLE: Rain-Start

Document Number:

Pag. 26

REV:  
1.1

Date: 08/01/2024 11:07

Sheet: 1/1

## ▶ **BF30, sensore pioggia mod. BFSP02.**



### ● **DESCRIZIONE:**

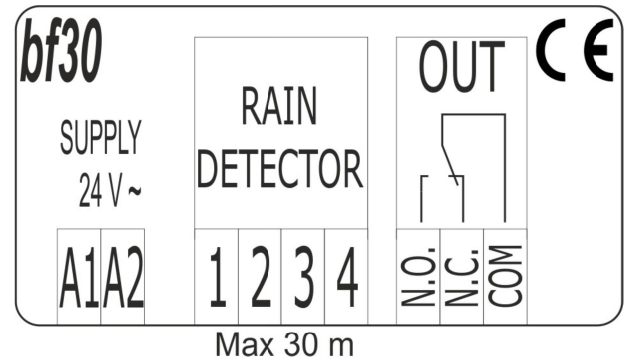
BF30 consente di rilevare la caduta di pioggia attraverso una sonda esterna riscaldata internamente e collegata alla centralina attraverso quattro fili. In uscita viene fornito un contatto in scambio privo di tensione che si aziona in caso di pioggia. La centralina, montata in contenitore modulare, permette la regolazione dei tempi di ritardo sull'azionamento dell'uscita, sul disinserimento dell'uscita e la regolazione della sensibilità della sonda esterna. Sul pannello frontale sono inseriti anche tre led che visualizzano la presenza di alimentazione, lo stato dell'uscita e la presenza di pioggia. La sonda esterna è dotata di un led che indica la corretta alimentazione, ed è corredata di staffa di fissaggio in acciaio inox per l'installazione della sonda sia su superficie verticale che orizzontale.

### ● **CARATTERISTICHE TECNICHE:**

Alimentazione	24V ±10% 50Hz
Consumo	6VA
Tipo installazione	Montaggio su guida DIN
Grado di Protezione	Strumento IP20 / Sonda IP65
Ritardo attivazione uscita	10 – 210 secondi
Ritardo disattivazione uscita	2 – 5 minuti
Uscite	1 relay in scambio, portata 3A
Ingressi	sonda rilevazione pioggia
Tipo connessioni	Morsetti 2,5 mm <sup>2</sup>
Visualizzazione	3 led sul pannello frontale
Condizioni ambientali	0-45 °C con umidità 0-90%



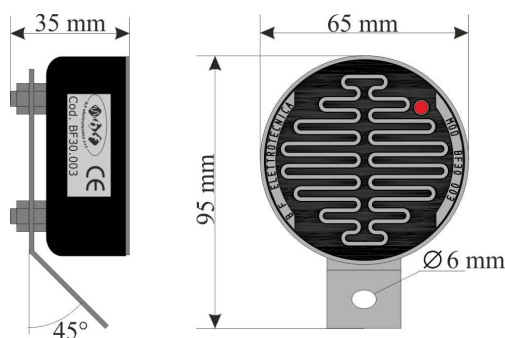
### ● **SCHEMA:**



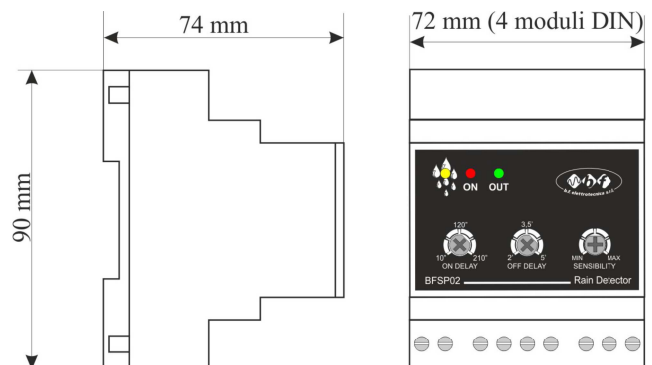
### ● **APPLICAZIONI:**

- ✓ Automazione serre, finestre o tende motorizzate
- ✓ Impianti prima pioggia – Segnalazioni stradali

### ● **DIMENSIONI SONDA BF30.003:**



### ● **DIMENSIONI STRUMENTO:**



### ● **CODICI DI IDENTIFICAZIONE:**

<b>BF30.001</b>	<b>Sensore pioggia mod. BFSP02 completo di sonda esterna.</b>
-----------------	---------------------------------------------------------------