

GUIDA TECNICA

– Componente di Sicurezza Integrata –

MODELLO

Nome Prodotto : Servoazionamento AC

N. Prodotto : Serie MINAS A6 Multi

Emesso il
29 maggio 2020
Sottoposto a revisione il
1 Ott 2020

Unità Operativa Industrial Device Solution, Divisione Industrial Device Business,
Industrial Solutions Company, Panasonic Corporation

7-1-1 Morofuku, Daito-City, Osaka 574-0044, Giappone
Tel : +81-72-871-1212
Fax : +81-72-870-3151

Le specifiche in lingua inglese sono redatte e pubblicate dall'Unità Operativa Industrial Device Solution di Panasonic Corporation.

La traduzione nelle lingue locali europee è offerta esclusivamente per comodità di consultazione e non è stata riletta e approvata ufficialmente.

L'Unità Operativa Industrial Device Solution di Panasonic Corporation non è responsabile per eventuali inconvenienti

causati dall'uso esclusivo delle specifiche tradotte in altre lingue.

Solo le specifiche in inglese hanno valore legale.

Unità Operativa Industrial Device Solution, Divisione Industrial Device Business,
Industrial Solutions Company, Panasonic Corporation

Revisioni

[illegible]

Nota: Il numero di pagina (Pagina) è da intendersi al momento della revisione.

Guida all'Integrazione della Componente di Sicurezza - Serie MINAS A6 Multi

Valida a partire dal

Versione Firmware: V 1.00, Rev 0.05



◆ **NOTA**

- **Se la confezione è priva del manuale dell'utente, contattare immediatamente il fabbricante!**
- **Tenere sempre il manuale a pronta disposizione!**
- **Accertarsi che il manuale presenti tutte le pagine**
- **Il manuale deve provenire esclusivamente dall'editore originale**

Soggetto a modifiche di natura tecnica

I contenuti della presente documentazione sono stati messi insieme con la massima attenzione e corrispondono alle informazioni attualmente in nostro possesso.

Tuttavia, è opportuno tener presente che il presente documento non sempre potrà essere aggiornato in contemporanea con lo sviluppo tecnico dei nostri prodotti.

Le informazioni e le specifiche possono essere modificate in qualsiasi momento. Si prega di verificare che sia la versione più recente.

Indice

1. Informazioni Generali	1-1
1.1 Identificazione.....	1-2
1.2 Finalità del presente documento	1-3
1.3 Struttura delle indicazioni di sicurezza	1-4
1.3.1 Significato delle indicazioni verbali.....	1-4
1.3.2 Indicazioni di sicurezza	1-4
1.4 Reclami per difetti	1-5
1.5 Esclusione di responsabilità.....	1-5
1.6 Marchi.....	1-5
1.7 Documenti correlati	1-5
2. Indicazioni di sicurezza	2-1
2.1 Indicazioni di sicurezza	2-2
2.1.1 Generale.....	2-2
2.1.2 Destinatari	2-2
2.1.3 Destinazione d'uso	2-4
2.1.4 Trasporto e conservazione.....	2-5
2.1.5 Assemblaggio.....	2-5
2.1.6 Alimentazione elettrica	2-6
2.1.7 Note sulle scariche elettrostatiche (ESD)	2-7
2.1.8 Funzionamento.....	2-7
2.2 Definizioni	2-8
3. Descrizione della Componente di Sicurezza.....	3-1
3.1 Descrizione della componente di Sicurezza	3-2
3.2 Specifiche meccaniche	3-3
3.2.1 Elenco e posizionamento delle connessioni	3-3
3.2.2 Etichetta di identificazione.....	3-4
3.2.3 Display con informazioni sulla sicurezza	3-6
3.3 Specifiche tecniche	3-7
3.4 Specifiche encoder	3-10

4.	Collegamento della Componente di Sicurezza	4-1
4.1	Misure di protezione CEM.....	4-2
4.2	Connessioni e cablaggio	4-3
4.2.1	Alimentazione.....	4-3
4.2.1.1	Tensione di alimentazione I/O 24 V DC.....	4-3
4.2.2	Messa a terra	4-3
4.2.3	Assegnazione dei pin nei connettori	4-4
4.2.3.1	Connettore USB (di sicurezza) X8.....	4-4
4.2.3.2	Connettori encoder.....	4-4
4.2.3.3	Connettore di Sicurezza I/O X5	4-6
4.3	Collegamento ingressi digitali sicuri (SDI)	4-7
4.3.1	Controllo degli ingressi digitali con livello HIGH.....	4-8
4.3.2	Controllo degli ingressi digitali con livello LOW	4-10
5.	Funzionalità di sicurezza integrate	5-1
5.1	Funzionalità di sicurezza integrate	5-2
5.2	Architettura tecnologica sicura della componente di sicurezza.....	5-3
5.3	Interfaccia sensori.....	5-4
5.3.1	Specifiche legate alla sicurezza e cablaggi degli ingressi digitali sicuri (SDI)	5-4
5.3.1.1	Diagnostica ingressi digitali sicuri (SDI)	5-4
5.3.1.2	Circuiteria dell'uscita dati di prova (TDO)	5-6
5.3.1.3	Architettura degli ingressi.....	5-7
5.3.2	Specifiche della componente di sicurezza e cablaggi dei sensori di posizione e velocità	5-10
5.3.2.1	Schema generale della componente di sicurezza	5-10
5.3.2.2	Misurazioni diagnostiche generali per l'interfaccia encoder	5-12
5.3.2.3	Tipi e combinazioni di encoder con i rispettivi dati diagnostici.....	5-12
5.3.2.4	Misurazioni diagnostiche specifiche per il tipo di encoder impiegato	5-13
5.3.2.5	Soglie di arresto di sicurezza e sistemi per acquisizione di posizione e velocità dell'encoder	5-13
5.3.2.6	Valutazione di sicurezza dei tipi di encoder e delle loro combinazioni	5-16
5.3.2.7	Configurazione dei sensori	5-17
5.4	Interfaccia attuatore	5-18
5.4.1	Specifiche legate alla sicurezza e cablaggi delle uscite digitali sicure (SDO)	5-18
5.4.1.1	Diagnostica uscite digitali sicure (SDO)	5-18
5.4.1.2	Architettura degli elementi di uscita	5-18
5.4.1.3	Riepilogo dei valori DC legati alle funzioni diagnostiche selezionate	5-20
5.4.2	Specifiche legate alla sicurezza e cablaggi del controllo freno di sicurezza (SBC)....	5-20
5.4.2.1	Diagnostiche del controllo freno di sicurezza (SBC).....	5-20
5.4.2.2	Architettura del controllo freno di sicurezza (SBC).	5-21

5.4.2.3	Riepilogo dei valori DC legati alle funzioni diagnostiche selezionate	5-22
5.4.3	Specifiche legate alla sicurezza e cablaggi del disinserimento coppia (Safety Torque Off o STO).....	5-22
5.4.4	Carico induttivo e capacitivo massimo sulle uscite sicure	5-22
6.	Messa in servizio	6-1
6.1	Informazioni Generali.....	6-2
6.2	Fasi della messa in servizio	6-3
6.3	Modalità operative.....	6-4
6.4	Funzione di reset	6-5
6.4.1	Reset temporizzato	6-5
6.4.2	Attivazione dei reset.....	6-5
7.	Configurazione e Parametrizzazione	7-1
7.1	Configurazione e Parametrizzazione	7-2
8.	Validazione	8-1
8.1	Validazione	8-2
8.2	Validazione di una singola macchina o di un'apparecchiatura.....	8-3
8.2.1	Prerequisiti per l'analisi e la validazione delle misure di sicurezza integrate nei controlli	8-3
8.2.1.1	Progettazione delle funzioni di sicurezza.....	8-3
8.2.1.2	Struttura e input del programma	8-4
8.2.2	Revisione e analisi teorica delle funzioni di sicurezza implementate	8-4
8.2.2.1	Verifica del Livello Prestazionale come da DIN EN ISO 13849-1 e della SIL come da DIN EN 61508	8-4
8.2.2.2	Revisione dell'implementazione di componenti e funzioni pianificate	8-5
8.2.2.3	Determinazione e verifica dei tempi di risposta	8-5
8.2.3	Implementazione pratica della validazione dopo il buon esito della messa in servizio	8-8
8.2.3.1	Report di configurazione	8-9
8.2.3.2	Bloccare la configurazione	8-10
9.	Manutenzione	9-1
9.1	Note di sicurezza per la manutenzione del dispositivo	9-2
9.2	Modifiche alla scheda della componente di sicurezza	9-3
9.3	Sostituzione dei dispositivi	9-4
9.4	Smaltimento.....	9-5

10. Direttive e Norme CE/UE.....	10-1
10.1 Direttive CE/UE.....	10-2
10.2 Norme tecniche.....	10-3
10.2.1 Normativa per la sicurezza funzionale	10-3
10.2.2 Normativa di CEM	10-3
10.2.3 Normativa per la sicurezza elettrica e i requisiti ambientali	10-3

1

Informazioni Generali

1.1 Identificazione

Componente di sicurezza - Serie MINAS A6 Multi

Elemento	Descrizione
Versione Firmware	La Versione del Firmware è specificata dal numero di serie e dal QR Code riportati sulla targhetta del dispositivo.
Versione Hardware	La Versione dell'Hardware è specificata dal numero di serie e dal QR Code riportati sulla targhetta del dispositivo.




1.2 Finalità del presente documento

- La presente documentazione costituisce parte del prodotto e contiene informazioni importanti sull'integrazione, l'uso e la manutenzione del modulo servoazionamento. La programmazione e la parametrizzazione sono illustrate nella guida in linea del software PANATERM for Safety.
- La presente documentazione è destinata a tutte le persone coinvolte nella pianificazione dell'integrazione e dell'installazione, nonché di coloro che eseguono l'assemblaggio, l'installazione, l'utilizzo e la manutenzione del prodotto.
- La presente documentazione deve essere messa a pronta disposizione per la consultazione da parte di tutte le persone sopra menzionate.
- Si prega di accertarsi che le persone responsabili della progettazione, dell'integrazione, dell'applicazione e dell'utilizzo, nonché di coloro che lavorano con il dispositivo sotto la propria responsabilità, abbiano letto e compreso a fondo la presente documentazione.
- In caso di necessità di chiarimenti o di informazioni più approfondite, contattare Panasonic Corporation.
- La copia, la modifica, la divulgazione e ogni altra forma di sfruttamento della documentazione, in tutto o in parte, sono espressamente vietate senza il consenso formale di Panasonic Corporation.

1.3 Struttura delle indicazioni di sicurezza

1.3.1 Significato delle indicazioni verbali

La presente documentazione contiene le indicazioni verbali e i simboli elencati di seguito: Ogni istruzione di sicurezza è composta da combinazione di un'immagine e di un'indicazione verbale. Il simbolo può variare in funzione del tipo di pericolo.

Simbolo	Indicazione verbale	Spiegazione	
	Pericolo	Morte	Questa indicazione verbale dev'essere usata quando possono verificarsi morte e lesioni personali irreversibili in caso di mancata osservanza dell'istruzione.
	Attenzione	Infortunio + Danni materiali	Questa indicazione verbale segnala il rischio di infortunio e danni materiali, inclusi i rischi elevati di lesioni personali, incidenti ed effetti sulla salute.
	Avvertenza		Questa indicazione verbale segnala un pericolo di danni materiali. In aggiunta, esiste un rischio residuo di infortunio.
	Cautela	Danni materiali	Questa indicazione verbale indica il rischio di interruzioni operative e di danno al modulo azionamento o al suo ambiente circostante.
	Nota	Nessun danno	Questa indicazione verbale introduce informazioni e suggerimenti utili per facilitare l'uso e il funzionamento.

 **Pericolo**

 **Avviso**

 **Avvertenza**

1.3.2 Indicazioni di sicurezza

Queste informazioni sulla sicurezza non si applicano a una singola azione, ma al complesso delle azioni in una determinata procedura. Le icone utilizzate indicano la natura generica o specifica del pericolo.

Di seguito riportiamo la struttura formale di un'indicazione di sicurezza:

   Indicazione verbale
Descrizione Sintetica della Fonte di Pericolo <ul style="list-style-type: none"> • Tipo di fonte e pericolo associato. • Possibili conseguenze del mancato rispetto delle indicazioni.

1.4 Reclami per difetti

L'osservanza delle prescrizioni contenute nella presente documentazione è il prerequisito per un utilizzo libero da interruzioni e per l'accettazione dei reclami sui potenziali difetti. Di conseguenza, è obbligatorio leggere la presente documentazione prima di avviare la pianificazione dell'integrazione e/o di iniziare a lavorare con i dispositivi collegati!

Accertarsi che la documentazione sia a pronta disposizione di tutti coloro che sono coinvolti nella pianificazione dell'integrazione e dell'installazione, nonché di coloro che eseguono l'assemblaggio, l'installazione, l'utilizzo e la manutenzione del prodotto e di chi lavora sui dispositivi sotto la propria responsabilità.

1.5 Esclusione di responsabilità

L'osservanza della presente documentazione e delle documentazioni dei prodotti collegati di Panasonic Corporation è il prerequisito di base per un uso sicuro e per ottenere la qualità e le prestazioni descritte nelle specifiche dei prodotti.

Panasonic Corporation non è responsabile per lesioni personali, danni alle cose o perdite finanziarie derivanti dalla mancata osservanza delle prescrizioni contenute nella presente documentazione. Ogni garanzia sui difetti, in questo caso, sarà invalidata.

1.6 Marchi

I nomi dei prodotti menzionati nella presente documentazione sono marchi commerciali o registrati di proprietà dei rispettivi titolari.

1.7 Documenti correlati

È opportuno essere a conoscenza dei seguenti documenti applicabili:

- Guida in linea del software PANATERM for Safety
- Report di configurazione del software PANATERM for Safety. Funge da certificato di prova in fase di validazione.
- Specifiche di riferimento,

Nome documento
REFERENCE SPECIFICATIONS - Power supply module and Driver module - (in lingua inglese)
TECHNICAL REFERENCE - Function Specification - (in lingua inglese)
TECHNICAL REFERENCE - PANATERM for Safety Programming Manual - (in lingua inglese)

(Nota) Consultare il nostro sito Web per i documenti sopra menzionati.

Utilizzare sempre la documentazione pertinente alla versione più recente del software.

In caso di necessità di chiarimenti o di informazioni più approfondite, contattare direttamente l'editore.

2

Indicazioni di sicurezza

2.1 Indicazioni di sicurezza

Le indicazioni di sicurezza fondamentali elencate di seguito hanno lo scopo di evitare infortuni e danni materiali. L'operatore deve assicurarsi che le indicazioni di sicurezza fondamentali siano comprese e rispettate.

Accertarsi che le persone responsabili della progettazione, dell'integrazione, della collocazione e dell'uso, nonché di coloro che lavorano con il dispositivo sotto la propria responsabilità, abbiano letto e compreso a fondo il manuale.

In caso di necessità di chiarimenti o di informazioni più approfondite, contattare direttamente l'editore.

2.1.1 Generale

- Non installare né mettere in servizio dei prodotti danneggiati. Si prega di segnalare immediatamente qualsiasi danno all'impresa che ha gestito il trasporto.
- L'uso improprio, l'installazione o la manutenzione improprie, la rimozione non autorizzata dall'alloggiamento comportano il pericolo di infortuni gravi o danni materiali.
- È possibile consultare informazioni più dettagliate nella documentazione.

2.1.2 Destinatari

- Le persone coinvolte nella progettazione e integrazione dei dispositivi modulari, nonché del loro uso nelle diverse applicazioni, devono possedere le qualifiche necessarie. In genere le qualifiche consistono in una formazione tecnica o accademica nei sistemi elettrici o elettronici, in combinazione con una conoscenza specialistica di leggi, regolamenti, norme e direttive per la protezione delle persone e delle cose durante l'uso di macchine e sistemi.
- Tutti i lavori di installazione, messa in servizio, risoluzione dei problemi e manutenzione devono essere eseguiti da un professionista qualificato in sistemi elettrici (vedi IEC 60364 e CENELEC HD 384, o DIN VDE 0100 e IEC 60664, o DIN VDE 0110 e i regolamenti antinfortunistici nazionali).
- Nelle presenti istruzioni di sicurezza fondamentali, con il termine elettricisti qualificati si indicano persone preparate per la configurazione, l'assemblaggio, la messa in funzione, la programmazione, la parametrizzazione e il funzionamento del prodotto e che possiedono una qualifica professionale corrispondente. In aggiunta, il personale dovrà essere a conoscenza delle leggi e dei regolamenti applicabili sulla sicurezza, in particolare con i requisiti di EN ISO 13849-1 e delle altre norme, direttive e leggi menzionate nella presente documentazione.
- Le persone sopra menzionate devono essere in possesso dell'autorizzazione interna formale a utilizzare, programmare, parametrizzare, etichettare e isolare tutti i dispositivi, i sistemi e i circuiti in conformità alle norme sulle tecnologie di sicurezza.
- Le altre attività in settori come trasporto, magazzino, lavorazione e smaltimento dovranno sempre essere eseguiti da persone debitamente formate.

La tabella a seguire descrive i gruppi di destinatari e le competenze necessarie.

Destinatari	Qualifica	Conoscenze
Installatore	Formazione tecnica (istituto tecnico, laurea in ingegneria o esperienza lavorativa equivalente).	<ul style="list-style-type: none"> • Principi di funzionamento dei controllori logici programmabili (PLC) • Norme di sicurezza • Applicazione • Installazione e validazione dei controlli di sicurezza • Installazione di una struttura di sistema conforme a norme CEM
Elettrotecnico	Formazione in elettrotecnica (secondo gli standard formativi richiesti nel settore)	<ul style="list-style-type: none"> • Norme di sicurezza • Direttive sui cablaggi • Schemi elettrici, • Realizzazione appropriata dei collegamenti elettrici.
Collaudatore	Formazione tecnica (istituto tecnico, laurea in ingegneria o esperienza lavorativa equivalente).	<ul style="list-style-type: none"> • Norme di sicurezza • Principi di funzionamento della macchina o del sistema • Funzioni fondamentali dell'applicazione • Analisi e risoluzione dei problemi del sistema • Impostazione dei controlli • Validazione dei controlli di sicurezza
Tecnico manutentore	Formazione tecnica (istituto tecnico, laurea in ingegneria o esperienza lavorativa equivalente).	<ul style="list-style-type: none"> • Principi di funzionamento dei PLC • Norme di sicurezza • Principi di funzionamento della macchina o del sistema • Diagnostica • Analisi e risoluzione dei guasti e dei problemi del sistema

2.1.3 Destinazione d'uso

La componente di sicurezza è un controllo programmabile per la definizione di funzionalità di sicurezza, monitoraggio sicuro e arresto del modulo azionamento. È stato concepito come un'espansione di sicurezza della serie MINAS A6 Multi e può essere implementato come segue:

- Elaborazione logica per PL e come da EN ISO 13849-1 e per SIL 3 come da EN 61508
- Controllo di sicurezza programmabile a piacimento con programmazione orientata alle funzioni
- Valutazione legata e non legata alla sicurezza dei dati di posizione di più encoder combinati (anche di diverso tipo) per un massimo di 2 assi.
- Presenza di Funzioni di Monitoraggio di Sicurezza (SMF) per il monitoraggio del modulo azionamento e l'arresto del dispositivo.
- Presenza di un'interfaccia appropriata per la programmazione delle funzioni legate alla sicurezza nel dispositivo (PANATERM for Safety).
- Controllo di 4 uscite sicure (2x SDO, 2x SBC)
- Importazione ed elaborazione di 4 ingressi digitali combinatori
- Importazione ed elaborazione di 1 ingresso sicuro non combinatorio

La componente di sicurezza può essere impiegata esclusivamente per i casi d'uso contemplati dalla descrizione tecnica e in conformità con le norme tecniche pertinenti.

La componente di sicurezza può essere messa in funzione solo con dispositivi di terze parti raccomandati e/o consentiti.

La componente di sicurezza è stata sviluppata, realizzata, collaudata e certificata in conformità alle norme e alle direttive applicabili. Di conseguenza, se si rispettano le direttive e le istruzioni di sicurezza fornite, in circostanze ordinarie il prodotto non può comportare pericoli per le cose o le persone.

Non è consentito l'uso della componente di sicurezza per l'installazione in altre macchine se queste non sono state riconosciute come conformi alle leggi e alle direttive locali. Ove applicabile, è necessario rispettare le prescrizioni della Direttiva macchine 2006/42/CE, nonché la Direttiva CEM 2014/30/UE.

I protocolli di prova CEM EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-6, EN 61000-6-2 e EN 61800-3 sono ritenuti fondamentali. Anche la EN 60204-1 deve essere presa in considerazione.



La componente di sicurezza risponde ai requisiti contenuti nell'Allegato IV della Direttiva Macchine 2006/42/CE. Le sue parti sono state sviluppate, progettate e fabbricate in conformità con la Direttiva di cui sopra e con la Direttiva CEM 2014/30/UE.



♦ NOTA

- **La componente di sicurezza è una macchina incompleta ai sensi della Direttiva Macchine e in genere è combinata con una componente di controllo per gli usi non legati alla sicurezza.**
- **Il prodotto non può essere utilizzato senza che siano presenti ulteriori misure di sicurezza, le quali dovranno essere selezionate e messe in funzione dall'integratore del prodotto. È obbligatorio seguire le istruzioni di sicurezza contenute nel presente documento!**



Avvertenza

Direttiva macchine

Ove applicabile, è necessario rispettare le prescrizioni della Direttiva macchine 2006/42/CE, nonché della Direttiva CEM 2014/30/UE!

Devono essere rispettati i dati e le specifiche tecniche per le condizioni di collegamento riportati in etichetta e nella presente documentazione.

2.1.4 Trasporto e conservazione

Attenersi alle istruzioni per eseguire correttamente il trasporto, la conservazione e la movimentazione.

È necessario attenersi alle condizioni climatiche definite nel capitolo “3.3 Specifiche tecniche”.

2.1.5 Assemblaggio

L'assemblaggio, l'installazione e il raffreddamento della parte di sicurezza dovranno essere determinati in funzione delle condizioni di esercizio e ambientali, sulla base dei valori e dei dati di sicurezza indicati a seguire.

I dispositivi devono essere tenuti lontani da esposizioni non ammissibili. Le componenti non devono essere sottoposte a forzature né installate senza rispettare gli spazi previsti per il loro isolamento, in particolar modo durante il trasporto e la movimentazione. Evitare di toccare i componenti elettronici e i contatti.

Questo prodotto contiene componenti sensibili alle cariche elettrostatiche, i quali possono subire facilmente danni da una movimentazione impropria. I componenti elettrici non devono essere danneggiati o distrutti (in alcune circostanze esiste il pericolo di infortunio!).



Posizionamento appropriato

• È espressamente proibito utilizzare questo prodotto nei seguenti contesti lavorativi:

- Uso in aree a rischio di esplosione o incendio
- Uso in siti minerari
- Uso all'aperto
- Uso in spazi umidi o a rischio di spruzzi d'acqua
- Uso in ambienti con forte inquinamento dell'aria
- Uso in ambienti con presenza di oli, acidi, gas, raggi, vapori, polveri ecc. potenzialmente pericolosi
- Uso in implementazioni non stazionarie se questa configurazione può compromettere la sicurezza meccanica in termini di distanze e intervalli.

Per questi scopi è opportuno utilizzare altri prodotti!

• Per lo sviluppo della componente di sicurezza sono state prese in considerazione la norma EN ISO 13849 e altre norme in materia di sicurezza funzionale.



La movimentazione impropria può causare la distruzione della componente di sicurezza o del circuito di comando!

La componente di sicurezza non può essere rimossa neppure dopo esser stata messa fuori tensione. In caso contrario, la componente di sicurezza può subire danni irreversibili, oppure può verificarsi un afflusso di segnali indefiniti in grado di danneggiare il circuito di comando.



◆ NOTA

- È obbligatorio segnalare immediatamente a Panasonic Corporation qualsiasi inconveniente potenzialmente pericoloso legato alle tecnologie di sicurezza. Inoltre è obbligatorio inviare a Panasonic Corporation i prodotti con funzioni di sicurezza che hanno subito un guasto dovuto a un difetto e non considerati riparabili, al fine di condurre un'analisi sugli stessi.
- Panasonic Corporation non si assume e declina ogni responsabilità per i danni indiretti conseguenti a:
 - Mancato rispetto di norme e direttive
 - Modifiche non autorizzate
 - Uso improprio
 - Mancato rispetto delle istruzioni del presente documento

2.1.6 Alimentazione elettrica

Durante il lavoro su dispositivi in tensione, dovranno essere rispettate le norme antinfortunistiche nazionali applicabili (per es. BGV A3).

L'impianto elettrico dovrà essere realizzato in conformità ai regolamenti applicabili (per es. sezioni dei cavi, protezioni e messa a terra). Ulteriori informazioni sono consultabili nella presente documentazione.

Le istruzioni per un'installazione conforme ai requisiti CEM - come schermatura, messa a terra, uso di filtri e disposizione dei cavi - sono consultabili nella documentazione tecnica (Reference Specifications) della serie MINAS A6 Multi. Il fabbricante dell'apparecchiatura o del macchinario è tenuto a rispettare gli intervalli dei valori di sicurezza prescritti dalla legislazione in materia di CEM.

Le misure e gli apparati di sicurezza devono essere conformi ai regolamenti applicabili (per es. EN 60204-1).



Pericolo di infortunio da scosse elettriche

Alimentare il dispositivo esclusivamente da fonti dotate di tensione di bassissima alimentazione di sicurezza (per es. SELV o PELV come da EN 61131-2).

Se si utilizza una fonte di alimentazione SELV, può essere modificata in PELV agendo sull'architettura della componente e sui collegamenti (messa a terra!).

I circuiti di sicurezza a bassissima tensione devono essere sempre messi in sicurezza tramite isolamento dai circuiti con tensioni pericolose.



Rischio d'incendio da guasto di un componente

Accertarsi che nell'installazione definitiva sia presente un'adeguata protezione per l'alimentazione a 24 V DC del circuito di comando! (Ulteriori informazioni in merito sono consultabili nella sezione Tensione di Alimentazione).

2.1.7 Note sulle scariche elettrostatiche (ESD)

Le componenti elettroniche sono note per essere sensibili alle scariche elettrostatiche (Electrostatic Discharge o ESD)

Queste possono essere generate da qualsiasi attività in movimento.

Le ESD possono generarsi da qualsiasi forma di contatto.

La maggioranza delle scariche sono così lievi da non essere percepite. Tuttavia, possono mettere in pericolo o distruggere le componenti elettroniche non protette. Di conseguenza, la movimentazione delle componenti elettroniche esposte è in genere consentita solo se è presente una protezione ESD efficace.

Durante la movimentazione di componenti elettroniche aperte o esposte, osservare le seguenti misure anti-ESD:

- Toccare le componenti elettroniche esposte solo quando è assolutamente necessario. Manipolare le componenti esposte esclusivamente dal bordo della scheda.
- Utilizzare gli appositi bracciali antistatici ESD.
- Utilizzare portadocumenti dotati di precauzioni antistatiche.
- Effettuare dei collegamenti conduttivi tra il dispositivo/sistema, i portadocumenti, i bracciali e il punto di terra.
- Indossare abiti da lavoro in lana ed evitare i materiali sintetici.
- Mantenere l'area di lavoro libera da materiali altamente isolanti (per es. schiume Styrofoam, plastica, nylon...).
- Conservare i dispositivi nella loro confezione originale e rimuoverli solo poco prima dell'installazione.
- Utilizzare una protezione anti-ESD anche con i componenti difettosi.

**Scarica elettrostatica**

Distruzione di componenti elettrici. Basso rischio di infortunio.

Seguire le note sulle ESD.

2.1.8 Funzionamento

L'installazione definitiva nella quale sarà integrato il prodotto, in qualsiasi caso, dovrà essere dotata di un apparato aggiuntivo di monitoraggio e protezione in conformità alle norme di sicurezza, per es. le leggi sulle attrezzature da lavoro e i regolamenti antinfortunistici.

Il fatto che i LED e altri indicatori siano accesi o spenti non può indicare con certezza se il dispositivo è in tensione o è scollegato dalla rete elettrica.

Le funzionalità di sicurezza interne del dispositivo possono causare l'arresto del motore. La risoluzione della causa dell'interruzione oppure un reset può causare l'avvio automatico del modulo azionamento. Se ciò non fosse accettabile per motivi di sicurezza legati alle parti in movimento, scollegare il dispositivo dalla rete elettrica prima della risoluzione dei problemi.

2.2 Definizioni

I termini “sicuro” / “di sicurezza” / “legato/i alla sicurezza” usati nel presente documento si riferiscono alle funzionalità legate alla sicurezza secondo EN ISO 13849-1.

I termini “non sicuro” / “non di sicurezza” indicano le funzioni e le interfacce dati che non soddisfano nella loro interezza i requisiti delle norme menzionate in precedenza.

Il software “PANATERM for Safety” è un’interfaccia di programmazione per questo prodotto.

L’acronimo SMF (“Safe Monitoring Function”, ossia funzione di monitoraggio di sicurezza) è usato per indicare le funzioni di monitoraggio e disattivazione temporanea definite in precedenza, che possono solo essere parametrizzate dall’utente, ma non modificate nella loro filosofia di funzionamento.

3

Descrizione della Componente di Sicurezza

3.1 Descrizione della componente di Sicurezza

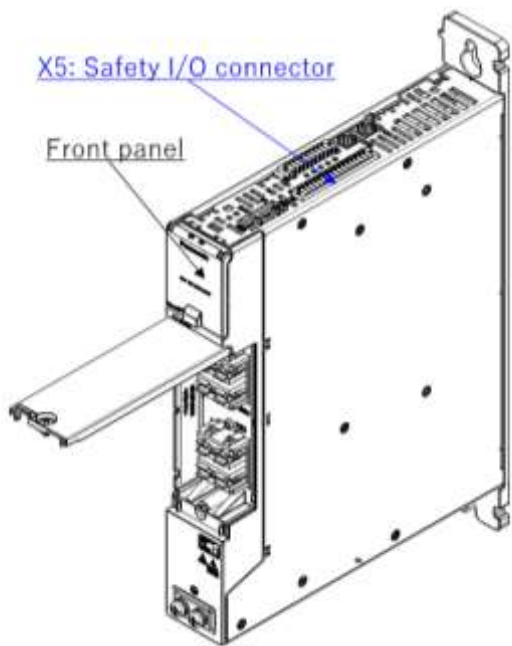
Questo prodotto è un sistema di controllo di sicurezza programmabile che consente la creazione di funzioni legate alla sicurezza e all'arresto di emergenza. È stato concepito come un'espansione di sicurezza della serie MINAS A6 Multi. Il componente presenta le seguenti specifiche di base:

- Elaborazione logica per "PL e" come da EN ISO 13849-1 e per "SIL 3" come da EN 61508.
- Controllo di sicurezza programmabile a piacimento con programmazione orientata alle funzioni
- Valutazione di sicurezza e non di sicurezza dei dati di posizione di encoder diversi o combinazioni di encoder per un massimo di 2 assi.
- Presenza di Funzioni di Monitoraggio di Sicurezza (SMF) per il monitoraggio del modulo azionamento e l'arresto del dispositivo.
- Presenza di un'interfaccia appropriata per la programmazione delle funzioni legate alla sicurezza nel dispositivo (PANATERM for Safety).
- Controllo di 4 uscite sicure (2x SDO, 2x SBC)
- Importazione ed elaborazione di 4 ingressi digitali combinatori
- Importazione ed elaborazione di 1 ingresso digitale sicuro non combinatorio

3.2 Specifiche meccaniche

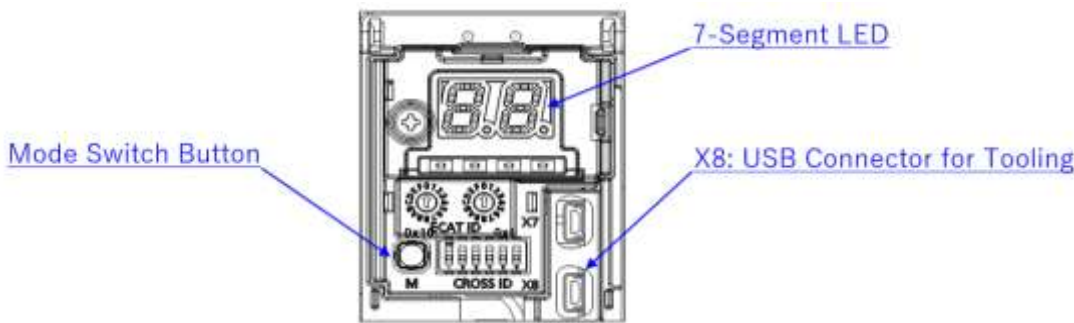
3.2.1 Elenco e posizionamento delle connessioni

■ Vista generale tridimensionale



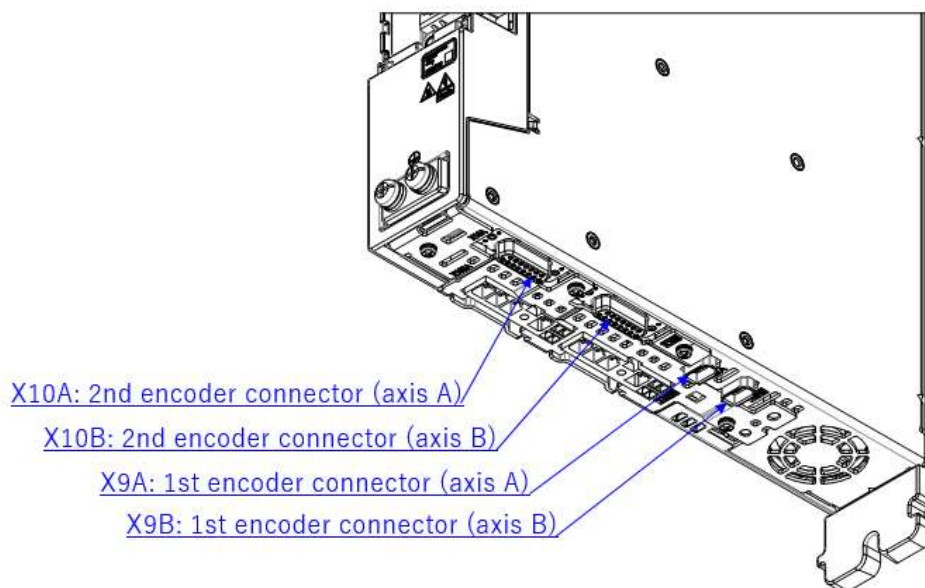
Safety I/O connector	Connettore di Sicurezza I/O
Front panel	Pannello frontale

■ Vista interna del pannello frontale



7-Segment LED	Display a 7 segmenti
Mode Switch Button	Pulsante di Cambio Modalità
USB Connector for Tooling	Connettore USB per Strumentazione

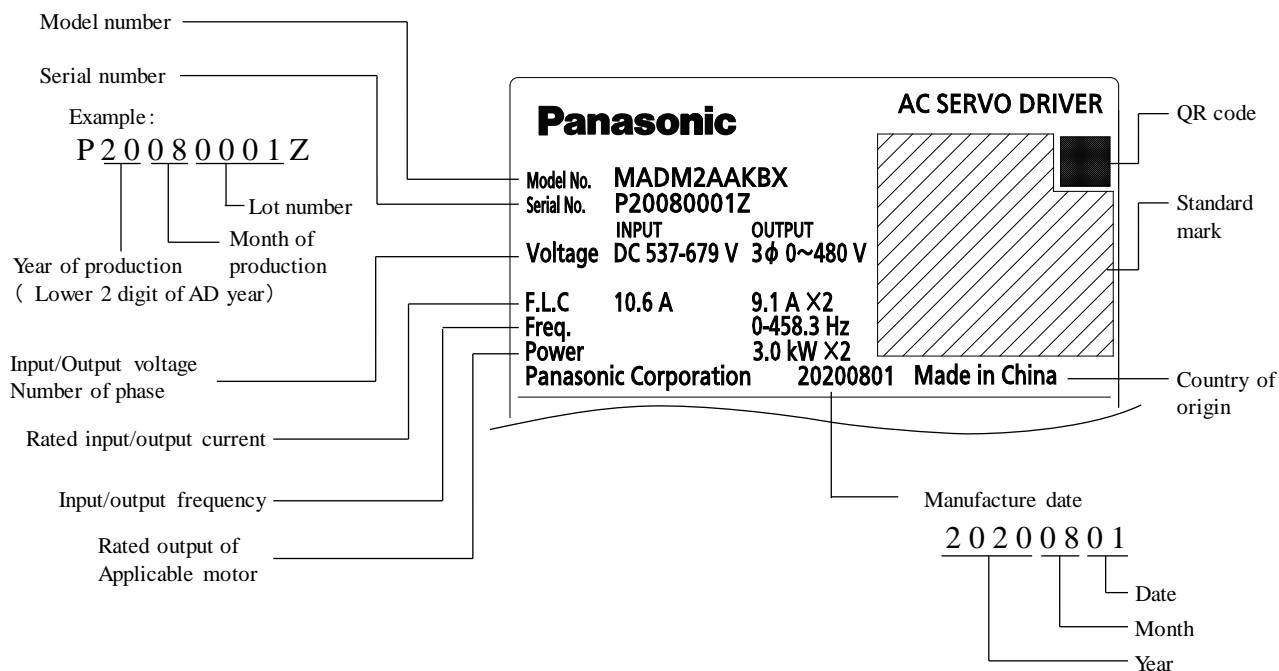
■ Vista dal basso



2nd encoder connector (axis A)	Connettore encoder 2 (asse A)
2nd encoder connector (axis B)	Connettore encoder 2 (asse B)
1st encoder connector (axis A)	Connettore encoder 1 (asse A)
1st encoder connector (axis B)	Connettore encoder 1 (asse B)

3.2.2 Etichetta di identificazione

■ Etichetta del modulo azionamento



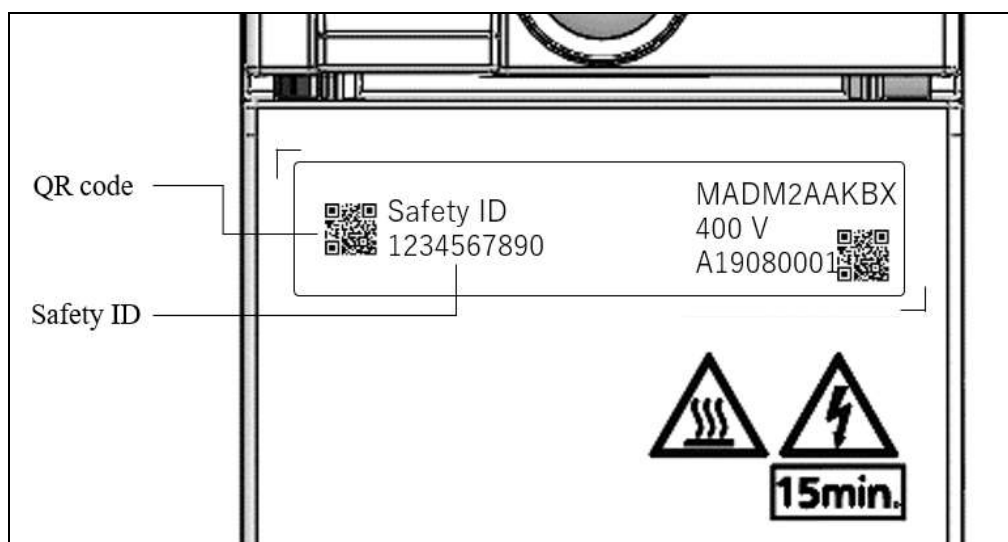
Model number	Numero modello
Serial number	Numero di serie
Example:	Esempio:
Lot number	Numero lotto
Month of manufacture	Mese di costruzione
Year of production (Lower 2 digit of AD year)	Anno di produzione (ultime due cifre anno solare)

Input/output voltage	Tensione di ingresso/uscita
Number of phase	Numero di fasi
Rated input/output current	Corrente nominale in ingresso/uscita
Input/output frequency	Frequenza di ingresso/uscita
Rated output of applicable motor	Potenza nominale del motore applicabile
QR code	QR Code
Standard mark	Marchio di conformità
Country of origin	Paese di origine
Manufacture date	Data di costruzione
Date	Data
Month	Mese
Year	Anno



◆ NOTA

- Le versioni dell'hardware e del firmware sono indicate dal QR Code.



Etichetta con codice Componente di Sicurezza

3.2.3 Display con informazioni sulla sicurezza

Il display a 7 segmenti presente sul pannello frontale è dotato di una modalità per la visualizzazione delle informazioni sulla sicurezza.

▼ Riferimento

Per i dettagli sulle altre modalità del display, consultare il documento Functional Specification (SX-DSV03455).

Tenendo premuto il pulsante di Cambio Modalità per 3 secondi, l'utente può passare dalla modalità informazioni sulla sicurezza alla modalità informazioni sull'azionamento e vice versa.

La modalità informazioni sulla sicurezza mostra diverse informazioni sulla componente di sicurezza del modulo azionamento.

Tenendo premuto il pulsante di Cambio Modalità per 1 secondo, si può scorrere tra i quattro contenuti di visualizzazione elencati a seguire.

Allarme Asse A e Allarme Asse B

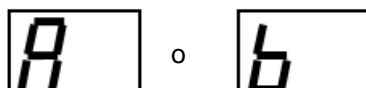
Il display attiva questa sequenza:

Modalità (circa 2[s]) → Nome asse (circa 2[s]) → Codice allarme

Modalità



Nome asse



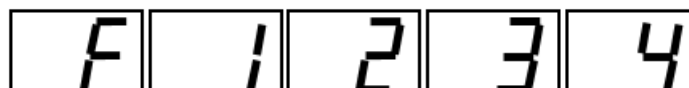
Quando lo stato di sicurezza è normale, il codice allarme mostrato è "4" per circa 2 [s].

Quando si verifica un errore / allarme di sicurezza, il codice di errore / allarme è mostrato una cifra alla volta, seguito da un codice alfabetico a una cifra (F / A / E) che indica il tipo di errore / allarme.

Normale



Codice errore / Codice allarme



▼ Riferimento

Per informazioni sui codici di allarme visualizzati, consultare anche il documento tecnico Manuale di Programmazione di PANATERM for Safety (SX-DSV03508).

3.3 Specifiche tecniche

■ Specifiche di sicurezza

Elemento	Descrizione
SIL massima ottenibile come da EN 61508.	SIL 3
PL massimo ottenibile come da EN ISO 13849.	PL e
PFH / MTTFd / DCavg / Architettura	<p>Modello di sistema, non dipendente dall'encoder (Funzioni di sicurezza interessate: STO, SBC) $PFH = 2,2 \times 10^{-8}$ [1/h] $MTTFd = 172$ [anni] : High $DCavg = 97$ [%]: High</p> <p>Modello di sistema a singolo encoder non di sicurezza (Funzioni di sicurezza interessate: SS1, SLS, SSR, SSM) $PFH = 4,6 \times 10^{-8}$ [1/h] $MTTFd = 109$ [anni] : High $DCavg = 96$ [%]: High</p> <p>Modello di sistema a doppio encoder non di sicurezza (Funzioni di sicurezza interessate: SS1, SLS, SSR, SSM, SS2, SOS, SLI, SDI, SLA, SAR) $PFH = 2,2 \times 10^{-8}$ [1/h] $MTTFd = 94$ [anni] : High $DCavg = 98$ [%]: High</p>
Intervallo tra le Prove di Collaudo (PTI)	20 Anni = ciclo di vita massimo
Momento di avvenuto guasto espresso in secondi o multiplo	> 30 min

■ I/O - Interfacce

Elemento		Descrizione
Ingressi digitali sicuri (combinatori)		4
Ingressi digitali sicuri (non combinatori)		1
Uscite digitali sicure	SDO	2x H/H
	SBC	2x H/L
	STO	2x H/H/H/H
Uscite a impulsi		2
Tipo connessione		Terminale
Lunghezza max cavo di collegamento		20 m

■ Interfacce Encoder (Asse A/B)

Elemento	Descrizione
Encoder 1	Panasonic A6
Encoder 2	ABZ SSI EnDat 2.2 (non di sicurezza) Panasonic Serial Protocol

■ **Dati elettrici**

Elemento		Descrizione
Alimentazione-IO		24 V DC ± 20 % Tipo SELV/PELV
Alimentazione encoder (La corrente è generata internamente dalla componente di sicurezza, in base alla configurazione)		5 V DC -5 % +10 % 8 V DC -5 % +10 % 10 V DC -5 % +10 %
Valori ingressi digitali		24 V DC; Tipo 2 come da EN61131-2
Valori uscite digitali	SDO	24 V DC; 75 mA (Combinazione High/High) 24 V DC; 1500 mA
	SBC	

■ Dati ambientali

Elemento		Descrizione
Temperatura	Umidità	Come da EN 61800-2, IEC 60721-3-2 Classe 2K3 (Temperatura: -25 °C — +70 °C)
	Conservazione	Come da EN 61800-2, IEC 60721-3-2 Classe 1K3 (Temperatura: -20 °C — +65 °C)
	Funzionamento	Come da EN 61800-2, IEC 60721-3-2 Classe 3K3 (Temperatura: +0 °C — +40 °C senza congelamento)
Umidità		20 — 85 % UR (Esercizio / Conservazione, Senza condensa)
Classe climatica		3K3 EN 60721-3
Altitudine		1000 m
Vibrazioni		5,88 m/s ² o inferiore, 10 — 60 Hz
Classe di protezione		I
Categoria sovratensioni		III
Indice di inquinamento		II o I
Indice di protezione		IP20 come da EN 60529 Connettori IP00
CEM		IEC 61800-3 2018 IEC 61800-5-2:2017 EN 61000-6-2:2019
Resistenza alle vibrazioni		Come da EN 61800-5-1 e IEC 60068-2-6

3.4 Specifiche encoder

Le interfacce dell'encoder possono essere configurate come ABZ, SSI, EnDat 2.2, Panasonic Serial Protocol e Panasonic A6.

■ ABZ

Elemento	Descrizione
Alimentazione	5 V DC $\pm 5\%$
Livello fisico	TTL 5V DC
Segnale di misurazione A/B	Traccia con offset di fase di 90 gradi
Frequenza massima dei clock in ingresso	500 kHz
Lunghezza massima cavi	20 m
Tipo connessione	D-SUB 15 pol

■ SSI

Elemento	Descrizione
Alimentazione	5 V DC $\pm 5\%$ 8 V DC $\pm 5\%$ 10 V DC $\pm 5\%$
Interfaccia dati	Synchronous Serial Interface (SSI)
Lunghezza frame	12 — 32 Bit (configurabile)
Lunghezza dati	12 — 32 Bit (configurabile)
Formato dati	Binario e Codice Gray
Livello fisico	Compatibile con RS-422
Modalità operativa	Master Mode
Frequenza di clock	Configurabile: 125, 250, 500, 1000, 2000 kHz
Lunghezza massima cavi	20 m
Tipo connessione	D-SUB 15 pol

■ EnDat 2.2

Elemento	Descrizione
Alimentazione	5 V DC $\pm 5\%$ 8 V DC $\pm 5\%$ 10 V DC $\pm 5\%$
Interfaccia dati	Digital RS485 (half duplex)
Tipi encoder	LC415FS, EQI1131FS SSI ROQ425 (non di sicurezza)
Protocollo Encoder	Protocollo EnDat 2.2
Ciclo di polling EnDat Master, di Sicurezza	1 ms
Ciclo di polling EnDat Master, Non di Sicurezza	62,5 μ s
Tempo di reazione della funzione di sicurezza	4 ms
Lunghezza max cavi	20 m
Frequenza di clock	4 MHz
Lunghezza massima cavi	20 m
Tipo connessione	D-SUB 15 pol

■ Panasonic A6

Elemento	Descrizione
Alimentazione	5 V DC $\pm 5\%$
Protocollo Encoder	Protocollo Panasonic
Risoluzione per Giro	23 Bit
Risoluzione Multi-Giro	16 Bit
Lunghezza massima cavi	50 m

■ Panasonic Serial Protocol

Elemento	Descrizione
Alimentazione	5 V DC ± 5 %
Protocollo Encoder	Protocollo Panasonic
Valori di posizione assoluti	48 Bit
Lunghezza massima cavi	20 m
Tipo connessione	SUB-D 15 pol

4

Collegamento della Componente di Sicurezza

4.1 Misure di protezione CEM

È necessario garantire il mantenimento delle specifiche ambientali e delle misure di protezione CEM, anche per le componenti elettroniche circostanti alla componente di sicurezza.

In aggiunta, nelle istruzioni di installazione e funzionamento dell'impianto completo, è necessario inserire delle osservazioni sull'installazione e i cablaggi conformi alle norme sulla CEM.

■ Si dovrà prestare particolare attenzione a quanto segue:

Poiché la componente di sicurezza è concepita per usi industriali, le norme CEM EN 61800-3 e EN 61326-3-1 sono applicabili e fondamentali. Si presume che la compatibilità elettromagnetica dell'intero sistema sia garantita utilizzando le precauzioni standard e conformi alle specifiche. Le misure elencate di seguito garantiscono l'uso corretto della componente di sicurezza:

- Posizionare le linee di segnale e i cavi provenienti dai convertitori in tracce separate. La distanza tra le tracce dev'essere almeno di 10 mm.
- Per l'alimentazione dei motori, nelle vicinanze del modulo azionamento dovranno essere utilizzati esclusivamente cavi di alimentazione schermati.
- Accertarsi che i convertitori in prossimità della componente di sicurezza siano installati in conformità alle norme CEM. Prestare particolare attenzione al passaggio dei cavi e alla qualità delle schermature dei cavi di alimentazione dei motori, nonché al collegamento della resistenza di frenatura.
- Tutte le protezioni in prossimità della componente di sicurezza dovranno essere dotate di un elemento soppressore appropriato.
- Utilizzare cavi schermati nei cablaggi di controllo diretti alla componente di sicurezza.
- È obbligatorio posizionare la schermatura per l'alimentazione dell'encoder su entrambi i lati del corpo macchina.



◆ NOTA

- Il corretto funzionamento della componente in relazione alle influenze CEM delle componenti circostanti dovrà essere certificato per mezzo delle prove previste nell'ambito della certificazione dell'impianto completo.
- Nelle istruzioni di installazione e funzionamento dell'impianto completo, è necessario inserire delle osservazioni sull'installazione e i cablaggi conformi alle norme sulla CEM.

4.2 Connessioni e cablaggio

Cautela

La manipolazione impropria può causare danni al modulo azionamento.

Mettere fuori tensione e scollegare tutti i cavi di interfaccia prima degli interventi di montaggio, installazione e manutenzione.

■ **Specifiche cablaggi**

Il tipo, il diametro e il materiale dei cablaggi sono determinati dalla scheda tecnica del fabbricante delle spine, dai regolamenti nazionali e internazionali in materia di impiantistica, dal tipo e dalla dimensione delle protezioni per i cablaggi e delle componenti da collegare.

Per i cavi intrecciati si raccomanda l'utilizzo di terminazioni a filo.

4.2.1 Alimentazione

4.2.1.1 Tensione di alimentazione I/O 24 V DC

Avviso

Perdita delle funzionalità di sicurezza e / o rischio di infortunio dovuto alle alte tensioni

Alimentare il dispositivo esclusivamente da fonti dotate di tensione di bassissima alimentazione di sicurezza (per es. SELV o PELV come da EN 61131-2).

Se si utilizza una fonte di alimentazione SELV, può essere modificata in PELV agendo sull'architettura della componente e sui collegamenti (messa a terra!).

I circuiti di sicurezza a bassissima tensione devono essere sempre messi in sicurezza tramite isolamento dai circuiti con tensioni pericolose.

Cautela

In merito alla tensione di alimentazione I/O a 24 V DC, accertarsi che in caso di guasto la tensione massima non possa superare i 60 V.

La componente di sicurezza richiede una tensione di alimentazione I/O di 24 V DC.

Nominale	Tolleranza	
	Minimo	Massimo
24 V DC	19,2 V DC	28,8 V DC

(Nota) Le tolleranze minime e massime della tensione di alimentazione I/O 24 V DC devono essere rispettate scrupolosamente.

4.2.2 Messa a terra

Questo prodotto richiede un collegamento a un punto di terra appropriato per funzionare in sicurezza.

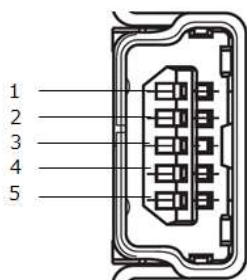
I morsetti a vite per la messa a terra possono essere trovati sulla scatola del modulo azionamento.

Una volta completate le procedure di installazione, dovrà essere condotto il collaudo della funzione di messa a terra con le componenti collegate in conformità alle rispettive norme nazionali.

4.2.3 Assegnazione dei pin nei connettori

4.2.3.1 Connettore USB (di sicurezza) X8

■ Assegnazione dei pin dei terminali



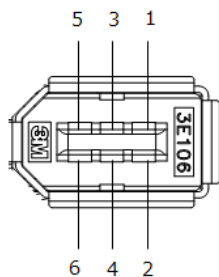
N. Pin	Simbolo	Polarità	Descrizione
1	VBUS	-	VBUS
2	D-	IN/OUT	Terminale segnale USB
3	D+	IN/OUT	Terminale segnale USB
4	-	-	Riservato al fabbricante
5	GND	-	Terra segnale

(Note) Il tipo di connettore è USB mini-B.

4.2.3.2 Connettori encoder

Connettore Encoder 1 X9 (X9A, X9B)

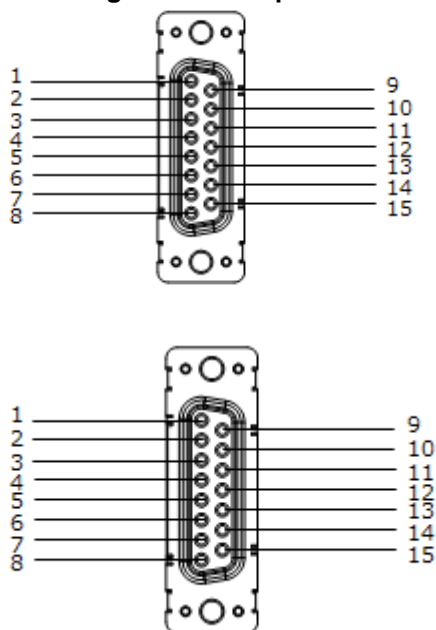
■ Assegnazione dei pin dei terminali



N. Pin	Simbolo	Polarità	Descrizione
1	E5V	-	Alimentazione uscita Encoder 1
2	E0V	-	Terra Encoder 1
3	-	-	-
4	-	-	-
5	PS	IN/OUT	Ingresso/uscita segnale Encoder 1 non-invertente
6	/PS	IN/OUT	Ingresso/uscita segnale Encoder 1 invertente
Corpo metallico	FG	-	Massa corpo macchina

Connettore Encoder 2 X10 (X10A, X10B)

■ Assegnazione dei pin dei terminali



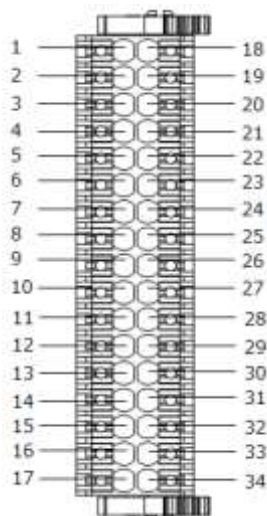
N. Pin	Simbolo	Polarità	Descrizione
1	EX5V	-	Uscita alimentazione Encoder 2 (Panasonic / ABZ)
2	EX0V	-	Terra Encoder 2
3	EXPS	IN/OUT	Ingresso/uscita seriale segnale non-invertente
4	/EXPS	IN/OUT	Ingresso/uscita seriale segnale invertente
5	EXA	IN	Ingresso/uscita segnale fase A non-invertente
6	/EXA	IN	Ingresso segnale fase A invertente
7	EXB	IN	Ingresso segnale fase B non-invertente
8	/EXB	IN	Ingresso segnale fase B invertente
9	EXZ	IN	Ingresso segnale fase Z non-invertente
10	/EXZ	IN	Ingresso segnale fase Z invertente
11	DATA	IN/OUT	Ingresso/uscita segnale seriale non-invertente (EnDat 2.2 / SSI)
12	/DATA	IN/OUT	Ingresso/uscita segnale seriale invertente (EnDat 2.2 / SSI)
13	CLK	OUT	Ingresso/uscita segnale di clock non-invertente (EnDat 2.2 / SSI)
14	/CLK	OUT	Ingresso/uscita segnale di clock invertente (EnDat 2.2 / SSI)
15	EVDD	-	Uscita alimentazione Encoder 2 (EnDat 2.2 / SSI)

(Nota 1) Il connettore X10A è per l'asse A e il connettore X10B è per l'asse B.

(Nota 2) L'assegnazione dei pin dei terminali è comune per gli assi A e B.

4.2.3.3 Connettore di Sicurezza I/O X5

■ Assegnazione dei pin dei terminali



N. Pin	Simbolo	Polarità	Descrizione
1	FG	-	Massa corpo macchina
2	BRKO1-	OUT	Uscita freno di sicurezza 1-
3	BRKO1+	OUT	Uscita freno di sicurezza 1+
4	SDO2A	OUT	Uscita sicura 2A
5	SDO1A	OUT	Uscita sicura 1A
6	NC	-	*NON collegare.
7	NC	-	*NON collegare.
8	NC	-	*NON collegare.
9	NC	-	*NON collegare.
10	PULSA	OUT	Uscita a impulsi diagnostica
11	SDIN	IN	Ingressi digitali sicuri non combinatori
12	SDI4A	IN	Ingresso digitale sicuro combinatorio 4A
13	SDI3A	IN	Ingresso digitale sicuro combinatorio 3A
14	SDI2A	IN	Ingresso digitale sicuro combinatorio 2A
15	SDI1A	IN	Ingresso digitale sicuro combinatorio 1A
16	COMA	-	Ingresso sicuro "Common" A
17	EX24V	-	Alimentazione esterna +24 V di sicurezza
18	FG	-	Massa corpo macchina
19	BRKO2-	OUT	Uscita freno di sicurezza 2-
20	BRKO2+	OUT	Uscita freno di sicurezza 2+
21	SDO2B	OUT	Uscita di sicurezza 2B
22	SDO1B	OUT	Uscita di sicurezza 1B
23	NC	-	*NON collegare.
23	NC	-	*NON collegare.
24	NC	-	*NON collegare.
25	NC	-	*NON collegare.
26	NC	-	*NON collegare.
27	PULSB	OUT	Uscita a impulsi diagnostica
28	GND	-	Terra segnale
29	SDI4B	IN	Ingresso digitale sicuro combinatorio 4B
30	SDI3B	IN	Ingresso digitale sicuro combinatorio 3B
31	SDI2B	IN	Ingresso digitale sicuro combinatorio 2B
32	SDI1B	IN	Ingresso digitale sicuro combinatorio 1B
33	COMB	-	Ingresso sicuro "Common" B
34	EXGND	-	Terra esterno

4.3 Collegamento ingressi digitali sicuri (SDI)

La componente di sicurezza è dotata di 4 ingressi digitali sicuri combinatori e 1 non combinatorio. Gli ingressi combinatori (SDI1A/SDI1B, SDI2A/SDI2B, SDI3A/SDI3B e SDI4A/SDI4B) sono concepiti per una configurazione ridondante e sono adatti alla connessione con segnali a due canali, con o senza impulsi e collegamenti incrociati. Gli ingressi non combinatori SDIN1 possono essere usati singolarmente e sono adatti alla connessione a segnali monocanale, con o senza clocking e collegamenti incrociati.

I segnali collegati devono avere un livello "High" di 24 V DC (+11 V DC... +30 V DC) e un livello "Low" di -3 V DC... +5 V DC, Tipo 2 come da EN61131-2. Gli ingressi sono dotati di filtri interni.

Una funzione diagnostica interna al dispositivo testa ciclicamente il corretto funzionamento degli ingressi, incluso il filtro in ingresso. Il rilevamento di un guasto mette la componente di sicurezza in stato di allarme. In contemporanea, tutte le uscite della componente di sicurezza sono rese passive.

In aggiunta agli ingressi segnale, la componente di sicurezza offre due uscite di clock P1 e P2. Le uscite di clock commutano le uscite a 24 V DC.



Main-cycle	Ciclo principale
Sub-cycle	Sottociclo
Takt	Takt

Le uscite di clock sono destinate esclusivamente al monitoraggio degli ingressi digitali e non possono essere utilizzate per le altre funzioni nell'applicazione.

Le uscite di clock sono specificate per una corrente massima di 250 mA.

In aggiunta, le uscite OSSD possono essere collegate agli ingressi digitali senza restrizioni.

Ogni ingresso della componente di sicurezza può essere configurato singolarmente per le seguenti fonti di segnale:

- L'ingresso è assegnato al clock P1.
- L'ingresso è assegnato al clock P2.
- L'ingresso è assegnato alla corrente continua a 24 V DC



♦ NOTA

- In caso di utilizzo monocanale degli ingressi, il livello di sicurezza ottenibile è limitato a "SIL 2" e "PL d" se la funzionalità di sicurezza è richiesta a intervalli regolari.

- L'uso sicuro degli ingressi può essere attuato solo in combinazione con le uscite a impulsi.
- Se non si usano le uscite di clock, dovranno essere presenti misure esterne (in particolare una disposizione adeguata dei cavi) per impedire un eventuale cortocircuito nei cablaggi esterni tra i diversi ingressi e la tensione di alimentazione della componente di sicurezza.

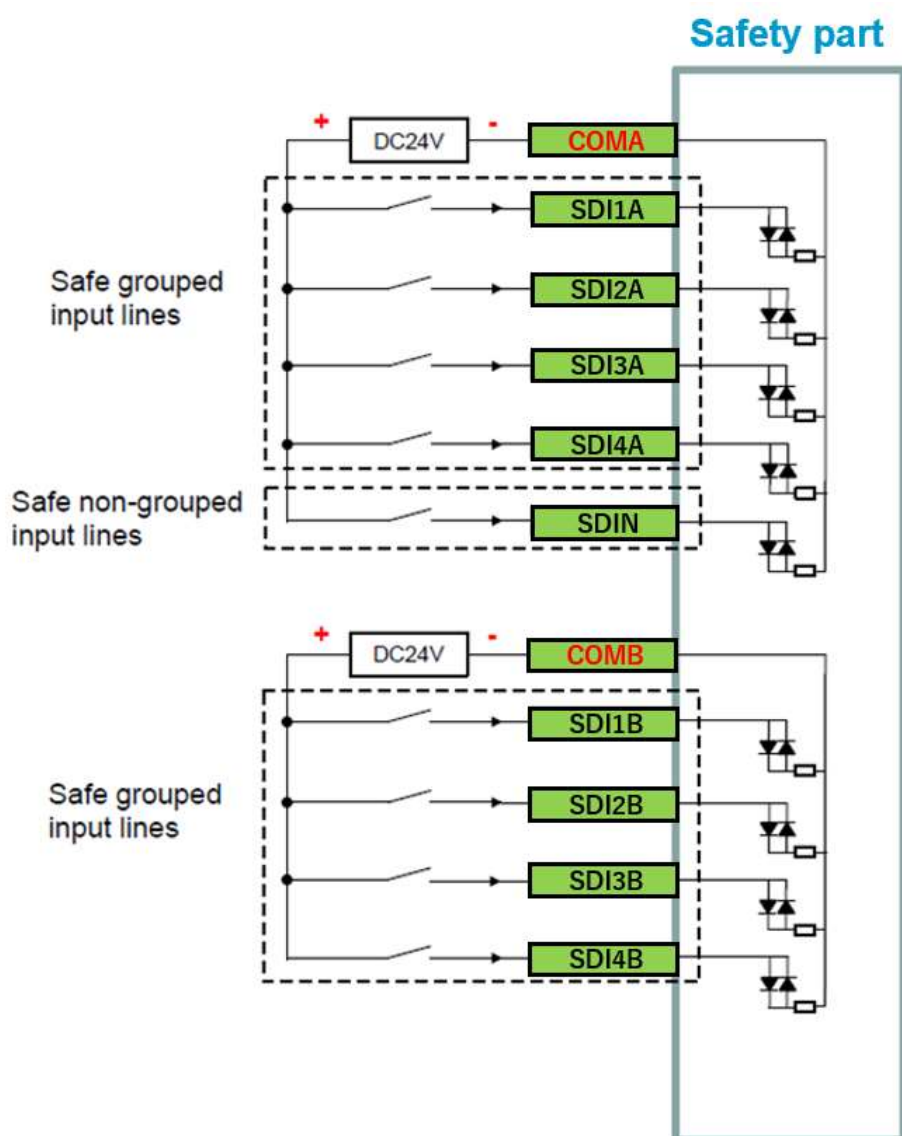
4.3.1 Controllo degli ingressi digitali con livello HIGH

Gli ingressi della componente di sicurezza possono essere controllati con un livello HIGH (24 V/P1/P2) oppure con un livello LOW (0 V).

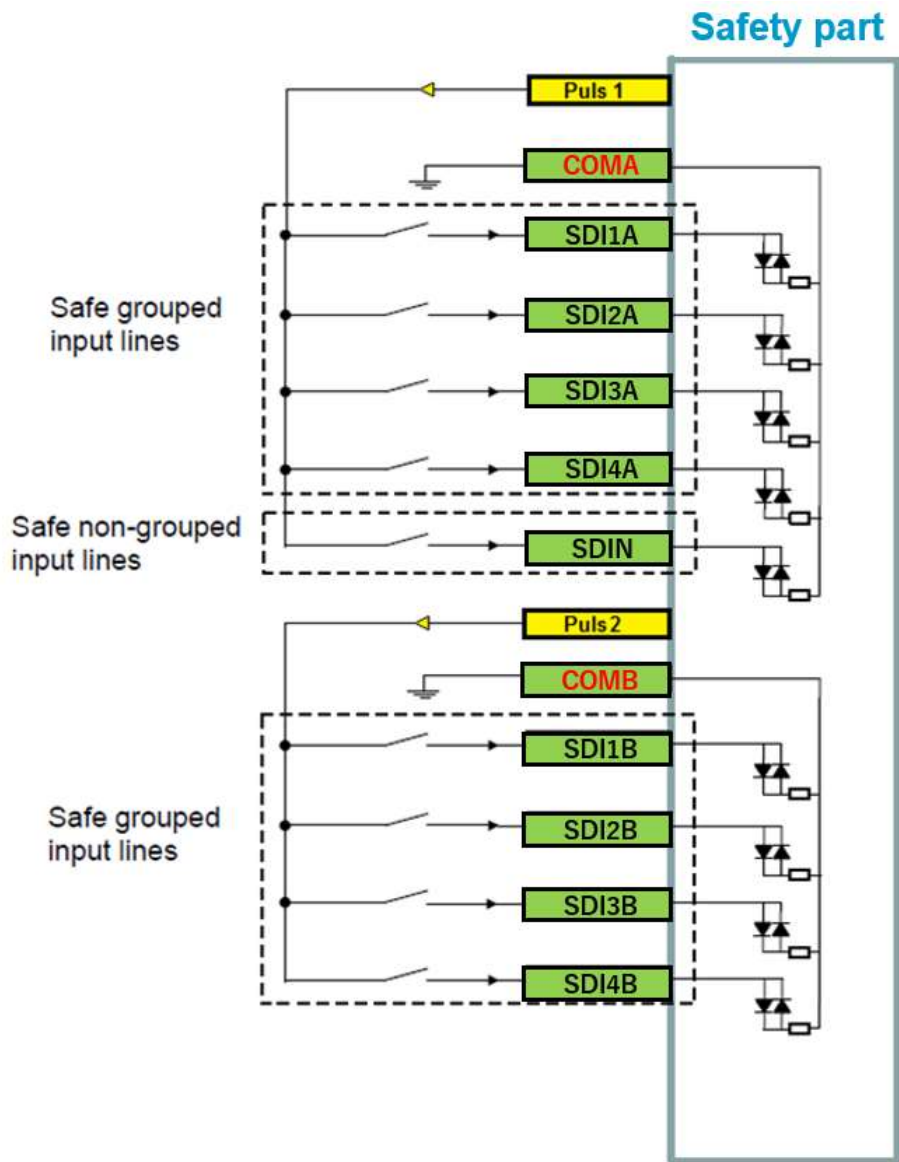
Per il controllo degli ingressi della componente di sicurezza con livello HIGH (24 V/P1/P2), il segnale a 0 V (GNDSUIN) è collegato al connettore "Common".

I segnali collegati agli ingressi digitali devono avere un livello "High" di 24 V DC (+11 V DC... +30 DC V) e un livello "Low" di -3 V DC... +5 V DC, Tipo 2 come da EN61131-2.

Collegamento sink (24 V DC)



Safety part	Componente di sicurezza
Safe grouped input lines	Linee ingresso combinatorie sicure
Safe non-grouped input lines	Linee ingresso non combinatorie sicure
Safe grouped input lines	Linee ingresso combinatorie sicure

Collegamento source (Puls 1 / Puls 2)

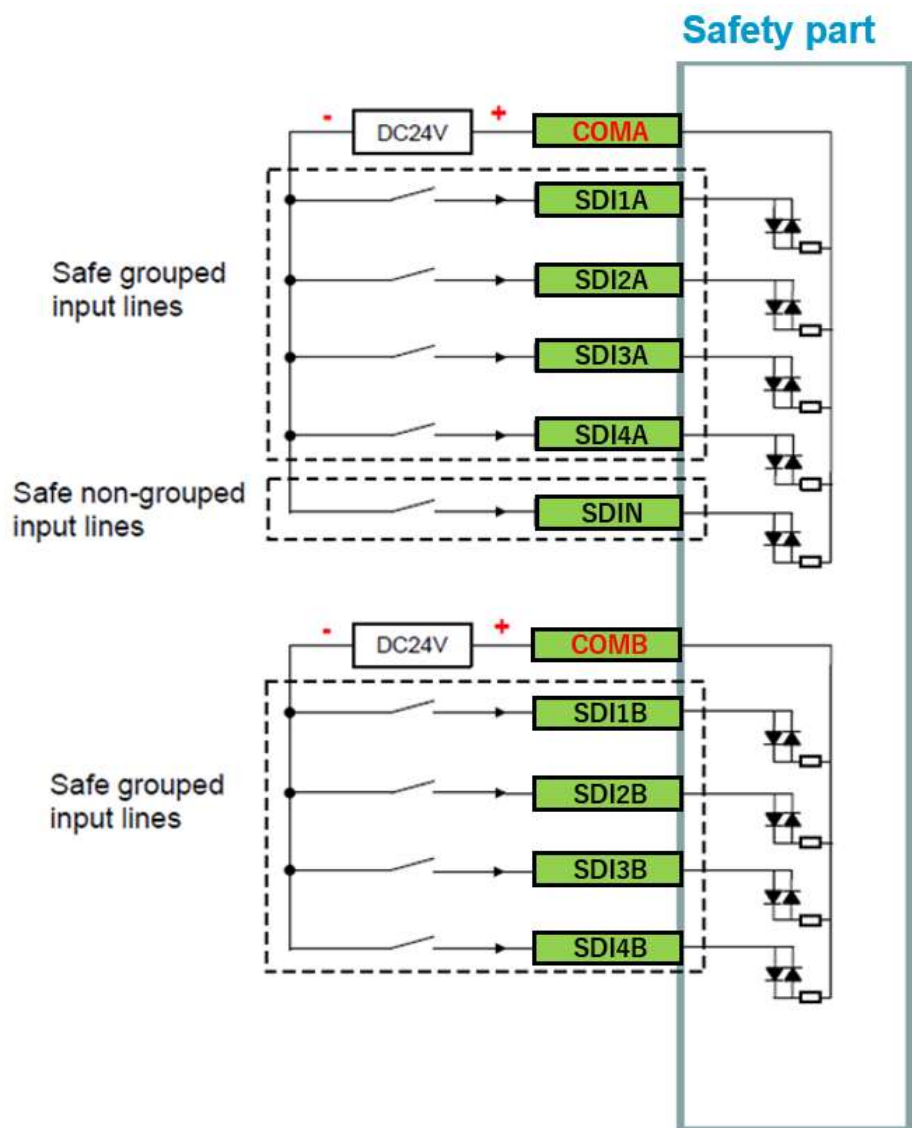
Safety part	Componente di sicurezza
Puls 1	Puls 1
Safe grouped input lines	Linee ingresso combinatorie sicure
Safe non-grouped input lines	Linee ingresso non combinatorie sicure
Puls 2	Puls 2
Safe grouped input lines	Linee ingresso combinatorie sicure

4.3.2 Controllo degli ingressi digitali con livello LOW

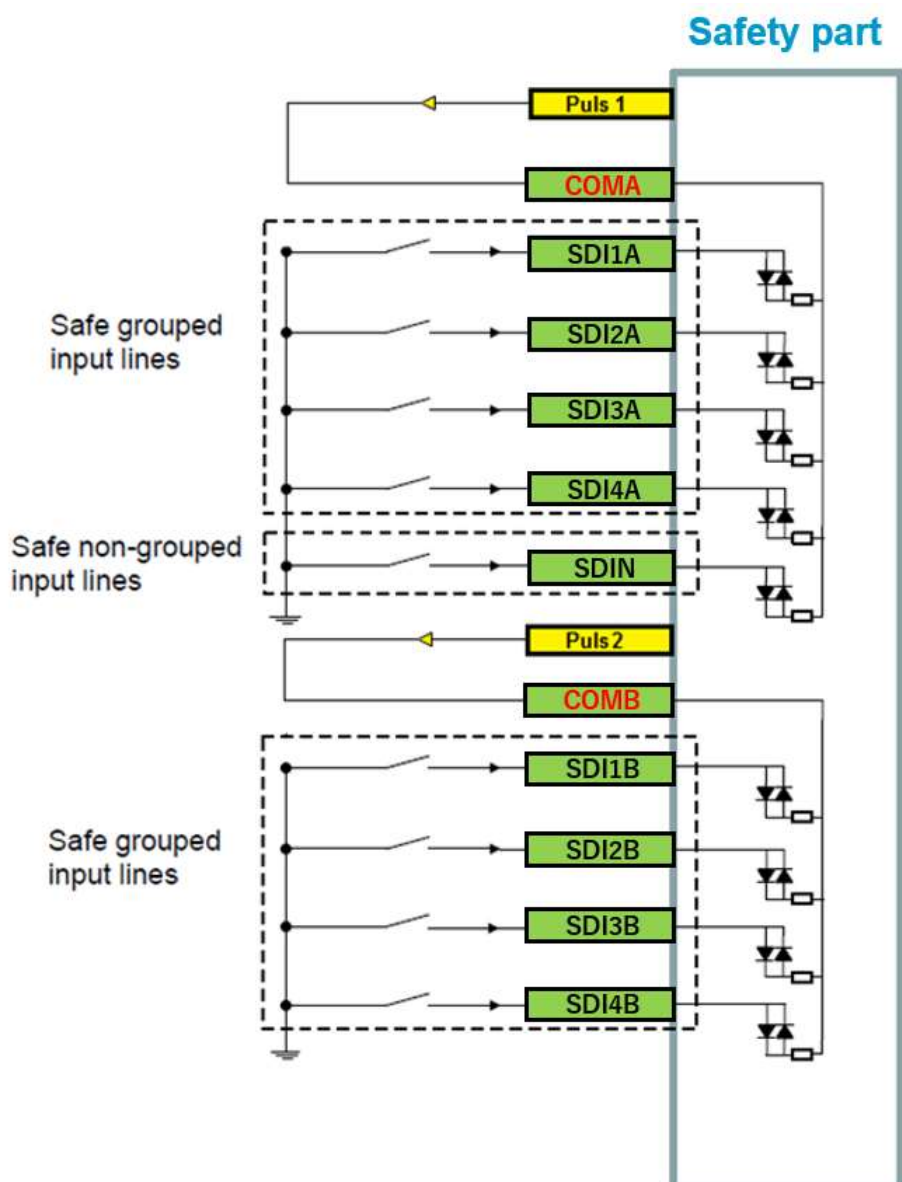
Per il controllo degli ingressi della parte di sicurezza con livello LOW (0 V), il segnale P1 o P2 a 24 V è collegato al connettore "Common"

I segnali collegati al connettore "Common" devono avere un livello "High" di 24 V DC (+11 V DC... +30 DC V) e un livello "Low" di -3 V DC... +5 V DC, Tipo 2 come da EN61131-2.

Collegamento sink (24 V DC)



Safety part	Componente di sicurezza
Safe grouped input lines	Linee ingresso combinatorie sicure
Safe non-grouped input lines	Linee ingresso non combinatorie sicure
Safe grouped input lines	Linee ingresso combinatorie sicure

Collegamento sink (Puls 1 / Puls 2)

Safety part	Componente di sicurezza
Puls 1	Puls 1
Safe grouped input lines	Linee ingresso combinatorie sicure
Safe non-grouped input lines	Linee ingresso non combinatorie sicure
Puls 2	Puls 2
Safe grouped input lines	Linee ingresso combinatorie sicure

5

Funzionalità di sicurezza integrate

5.1 Funzionalità di sicurezza integrate

Le tecnologie di sicurezza del prodotto descritte di seguito soddisfano i seguenti requisiti di sicurezza:

- Livello Prestazionale “PL e” come da EN ISO 13849-1
- SIL 3 come da IEC 61508

Per una progettazione della sicurezza di un intero impianto che utilizzi questo prodotto, l'utente dovrà avere cura di preparare ulteriori documentazioni che non sono oggetto di discussione del presente documento.

Si prega di stabilire i requisiti applicabili sulla base delle norme di riferimento.



◆ NOTA

- **La prove di certificazione UE è stata condotta regolarmente. Una copia della certificazione di prova UE può essere richiesta a Panasonic Corporation.**

Il capitolo a seguire descrive l'architettura e la struttura fondamentale del controllo di sicurezza integrato nella componente di sicurezza.

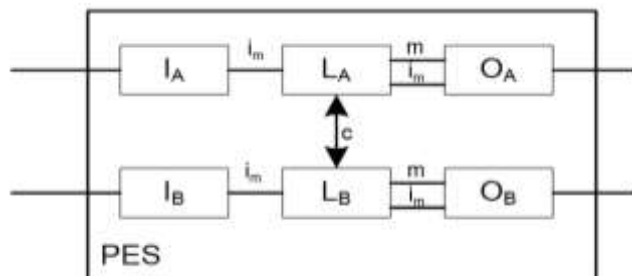
Nei casi in cui è possibile il collegamento tra i sensori e la componente di sicurezza, le opzioni di collegamento sono descritte nel presente manuale.

Le categorie di sicurezza e il Livello Prestazionale (PL) massimo ottenibile possono essere determinati in funzione dei collegamenti e delle diagnostiche utilizzate.

5.2 Architettura tecnologica sicura della componente di sicurezza

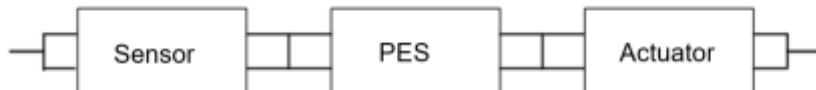
La disposizione interna di questo prodotto consiste in due canali separati che conducono un confronto tra i rispettivi risultati. Dei meccanismi diagnostici sofisticati sono presenti su ognuno dei due canali per il riconoscimento dei guasti.

In termini di architettura e funzionalità, la disposizione corrisponde alla categoria 4 di EN ISO 13849-1.



PES	
(SEP)	: Sistema Elettronico Programmabile
I _A	: Canale Ingresso A
I _B	: Canale Ingresso B
L _A	: Canale Logica A
L _B	: Canale Logica B
O _A	: Canale Uscita A
O _B	: Canale Uscita B
c	: Confronto incrociato
m	: monitoraggio
i _m	: mezzi di collegamento

L'architettura generale presenta la seguente disposizione:



Doppia lettura delle informazioni in ingresso (mediante sensore o ingresso digitale) e diagnostica a confronto incrociato.

Le funzionalità di sicurezza specifiche di ciascun componente (sensore, attuatore) sono consultabili nelle rispettive documentazioni tecniche.

Per la valutazione della sicurezza dell'intero sistema, possono essere utilizzate le caratteristiche di sicurezza della componente di sicurezza (SEP, cfr. Capitolo "3.3 Specifiche tecniche").



♦ NOTA

- Quando si utilizzano più sensori di varie funzioni, devono essere considerati come collegati in serie per la valutazione della sicurezza dell'intero sistema. Su questo argomento è possibile consultare il documento BGIA-Report 02/2008 "Functional Safety of Machine Controls – Application of EN ISO 13849".
- In merito all'esclusione dei guasti, consultare i valori nelle tabelle riportate in Appendice alla Sezione D di EN ISO 13849-2.
- Gli esempi descritti nel presente manuale e la rispettiva architettura sono pertinenti all'assegnazione di una categoria come da EN ISO 13849-1. Il Performance Level massimo ottenibile come da EN ISO 13849-1 dipende dai seguenti aspetti dei componenti esterni:
 - Struttura (semplice o ridondante)
 - Misure contro i Guasti da Causa Comune (CCF)
 - Copertura diagnostica (DCavg)
 - Tempo medio ai guasti (pericolosi) (MTTFd) di un canale.

5.3 Interfaccia sensori

5.3.1 Specifiche legate alla sicurezza e cablaggi degli ingressi digitali sicuri (SDI)

La componente di sicurezza è dotata di canali di elaborazione dei segnali totalmente ridondanti per ogni ingresso sicuro.

In aggiunta è possibile implementare delle misure su ciascuno per ottenere i valori di copertura diagnostica (DC) più elevati possibili. La categoria di sicurezza e il Livello Prestazionale (PL) massimi ottenibili sono determinati come da EN ISO 13849-1.

5.3.1.1 Diagnostica ingressi digitali sicuri (SDI)

La componente di sicurezza offre funzionalità diagnostiche complete per il sottosistema ingressi.

Queste sono eseguite di continuo oppure a comando (confronto incrociato, test di circuito incrociato, 2 o più canali sensori con monitoraggio temporale, prova di avvio).

Le interruzioni nei cavi dei sensori portano al passaggio a uno stato sicuro (principio di sicurezza comprovato come da EN ISO 13849-2)

Funzioni diagnostiche Interne

Elemento	Descrizione
Confronto incrociato	Gli ingressi sicuri della componente di sicurezza sono organizzati internamente in due canali. Lo stato dei segnali in ingresso è sottoposto a un confronto incrociato continuo. Solo nel caso di un segnale High in entrambi i sottosistemi di ingresso la SDI sarà valutata come "High", altrimenti sarà valutata come "Low".
Prova Dinamica dei Valori di Soglia	Le soglie di riconoscimento del livello High sono testate ciclicamente a una frequenza elevata. Se non si raggiunge la soglia stabilita, la componente di sicurezza passa in modalità sicura (allarme modulo).
Prova Dinamica della Capacità di Commutazione dello Switc	La capacità di commutazione del componente di ingresso a livello Low è testata per tutti gli ingressi sicuri con una frequenza elevata. Se si verifica un problema, la componente di sicurezza passa in modalità sicura (allarme modulo).

Diagnostica parametrizzabile della circuiteria esterna

Elemento	Descrizione
Test di guasto incrociato (Nota)	La componente di sicurezza è dotata di due uscite dati di prova (TDO), ognuna delle quali è contraddistinta da una particolare etichettatura. Per la prova di guasto incrociato, gli organi di commutazione dei controllori digitali devono essere collegati alle uscite dati di prova della componente di sicurezza. L'etichettatura riporta il segnale di livello High dei sensori ed è testata dalla componente di sicurezza. Attraverso la prova delle etichettature, è possibile individuare i guasti incrociati nei cablaggi esterni, confrontando il segnale High e gli SDI con le diverse TDO. Se gli ingressi sono configurati in ridondanza, è consigliabile variare le TDO.

Nota

Il test di guasto incrociato non riconosce:

- Cavo in corto su un contatto del sensore
- Cortocircuito diretto tra le TDO e lo SDI stesso

Elemento	Descrizione
Prova di avvio dopo l'Accensione del prodotto	Ogni volta che si accende questo prodotto dev'essere lanciato un test del sensore a livello segnale Low (=definizione di Stato Sicuro), e.g., per esempio con l'attivazione del pulsante di arresto di un dispositivo di interblocco dopo che l'apparecchiatura è avviata. [Vantaggio] Riconoscimento dei guasti che si verificano durante le interruzioni del funzionamento.
Confronto dei Contatti Multipolari senza Monitoraggio Temporale	Quando si usano sensori ridondanti in più di uno SDI, tutti i sensori devono essere impostati sui parametri predefiniti in modo che il risultato in uscita sia valutato come High.
Confronto dei Contatti Multipolari con Monitoraggio Temporale	Lo stesso test menzionato in precedenza, ma con un ulteriore monitoraggio dei segnali di ingresso, verificandone la corrispondenza ai livelli definiti entro una finestra temporale di 3 s. Se si verificano discrepanze oltre i 3 s, il controllo di sicurezza passa in stato sicuro. [Vantaggio] Si può rilevare immediatamente un contatto difettoso e il valore DC aumenta.

Elemento	Descrizione
Test con Interazione Manuale	<p>È anche possibile forzare la componente a eseguire dei test regolari dell'applicazione, cosa che potrebbe richiedere interazioni manuali da parte dell'utente. Per esempio, è possibile utilizzare dei timer per il monitoraggio temporale dei cambiamenti di segnale, cosa possibile esclusivamente attraverso un test manuale nel quale, allo scadere del timer, la macchina è spenta automaticamente. Anche questi test lanciati dal controllore ("campionamento dinamico forzato") possono essere utilizzati nella valutazione della DC.</p> <p>Un esempio è l'apertura della porta di sicurezza almeno una volta per turno per testare il funzionamento del sensore. Se non è possibile aprire la porta entro il tempo stabilito, il timer scade e la componente di sicurezza passa in modalità sicura.</p>

Di conseguenza, per la valutazione della sicurezza dell'intero sistema, è possibile usare le seguenti diagnostiche per i sensori in ingresso:

○: Uso possibile, x: Uso non possibile

Elemento di ingresso caratteristico	Prove Parametrizzate / di Funzionamento				DC [%]	Definizione della misura	Osservazioni
	Test di guasto incrociato	Con monitoraggio temporale	Test di avvio	Test ciclico con sistema in funzione			
Monocanale	-	-	○	○	>60	Impulso di prova ciclico mediante modifica dinamica dei segnali di ingresso.	È necessaria una frequenza di test sufficientemente elevata.
	x	-	-	-	90	Impulso di prova ciclico mediante modifica dinamica dei segnali di ingresso.	Valido solo se l'assegnazione degli impulsi è attiva
	x	-	○	○	90 — 99	Impulso di prova ciclico mediante modifica dinamica dei segnali di ingresso.	Il Valore DC dipende dalla frequenza del Test di Avvio/Ciclico DC = 90 Test solo a intervalli > 4 Settimane DC = 99 Test almeno una volta al giorno e richiesta 100 volte superiore
A due canali	-	-	-	-	90	Confronto incrociato dei segnali di ingresso con prova dinamica in caso di impossibilità di rilevamento dei guasti incrociati (per es. con più ingressi e uscite)	Durante l'eliminazione degli errori è possibile ottenere un DC massimo = 99
	-	-	○	○	90 — 99	Impulso di prova ciclico mediante modifica dinamica dei segnali di ingresso.	Il Valore DC dipende dalla frequenza del Test di Avvio/Ciclico
	x	-	-	-	99	Confronto incrociato tra i segnali di ingresso con i risultati immediati e intermedi nella logica (L) nonché controllo dell'esecuzione del programma logico e temporale, rilevamento dei guasti statici e dei cortocircuiti (con più ingressi / uscite)	Valido solo se l'assegnazione degli impulsi è attiva
	-	x	-	-	99	Verifica di attendibilità, per esempio mediante uso di contatti aperti e chiusi = confronto tra segnali non equivalenti degli elementi di ingresso	Valido solo se combinato con la funzione di monitoraggio del tempo di attività per l'elemento di ingresso

5.3.1.2 Circuiteria dell'uscita dati di prova (TDO)

In aggiunta agli ingressi binari SDIx, la componente di sicurezza è dotata di due uscite dati (uscite clock) TDOx. Le uscite dati sono uscite a 24 V DC con commutazione, destinate esclusivamente al monitoraggio degli ingressi binari.

Le uscite dati non possono essere utilizzate per altre funzioni all'interno dell'applicazione.

Le uscite dati non possono essere sottoposte a una corrente netta superiore a 250 mA.



◆ **NOTA**

Se non è previsto l'uso di impulsi, le uscite binarie possono essere cablate come segue:

- **In modalità monocanale, è possibile realizzare strutture di sensori con auto-monitoraggio fino alla Categoria 2 e pertanto si può ottenere un Livello Prestazionale come da EN ISO 13849-1.**
- **In presenza di sensori a due canali e senza un test di funzionamento entro 24 ore, è possibile realizzare strutture fino alla Categoria 3 e pertanto è possibile raggiungere un Livello Prestazionale corrispondente come da EN ISO 13849-1.**
- **In presenza di sensori a due canali e con un test di funzionamento entro 24 ore, è possibile realizzare strutture fino alla Categoria 4 e pertanto è possibile raggiungere un Livello Prestazionale corrispondente come da EN ISO 13849-1.**
- **Accertarsi che siano adottate misure esterne (in particolare una disposizione adeguata dei cavi) per impedire un eventuale cortocircuito nei cablaggi esterni tra i diversi ingressi e la tensione di alimentazione della componente di sicurezza.**

Ogni ingresso binario della componente di sicurezza può essere configurato singolarmente per le seguenti fonti di segnale:

- L'ingresso binario è assegnato a Pulse TDO1
- L'ingresso binario è assegnato a Pulse TDO2
- L'ingresso binario è assegnato alla corrente continua a 24V DC.



◆ **NOTA**

- **Si consiglia di alternare l'assegnazione degli impulsi agli ingressi.**

5.3.1.3 Architettura degli ingressi

Questo capitolo descrive l'architettura interna degli ingressi. Gli ingressi digitali sicuri sono disposti in maniera totalmente ridonante a eccezione dei terminali di ingresso.



♦ NOTA

- Per condurre una valutazione di sicurezza sul “Sistema Sensori” devono essere impiegati i dati (MTTFD, tassi FIT) forniti dal fabbricante.
- I valori DC riportati in tabella devono essere usati su base prudenziale e le condizioni vincolanti (vedi tabella alla voce “Osservazioni”) devono essere mantenute.
- L'eliminazione degli errori è consentita in conformità alle norme applicabili. Le condizioni vincolanti dovranno essere mantenute come da valori stabiliti.
- Se è necessario implementare più sistemi sensori per il funzionamento corretto di una singola funzione di sicurezza, i rispettivi valori dei componenti dovranno essere combinati correttamente sulla base della procedura selezionata.

Per riconoscere un guasto incrociato in un determinato segnale, è possibile interconnettere le tensioni a impulso interne del dispositivo agli ingressi binari.

È possibile utilizzare gli ingressi binari singolarmente o combinati in gruppi, in funzione del Livello Prestazionale desiderato. Per questa finalità, l'interfaccia del software PANATERM for Safety offre diversi elementi di ingresso predefiniti (cfr. il manuale di programmazione alla sezione “Input Modules”).

La componente di sicurezza è dotata di percorsi di elaborazione dei segnali totalmente separati per ogni ingresso digitale sicuro (SDI).

Gli ingressi digitali sono disposti in maniera totalmente ridonante a eccezione dei terminali di ingresso elettromeccanici. I dettagli per la classificazione, i valori DC e i PL e SIL ottenibili sono elencati a seguire.

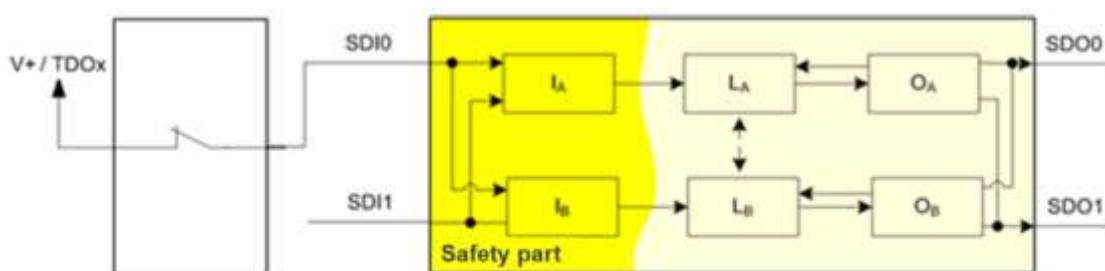
La componente di sicurezza offre funzionalità diagnostiche complete per il sottosistema ingressi in modo da ottenere i valori DC più elevati possibili (Diagnostic Coverage = livello di copertura diagnostica). La diagnostica è condotta continuamente e può essere avviata a discrezione (monitoraggio dei guasti incrociati con riconoscimento impulsi). Per la valutazione della sicurezza dell'intero sistema, è possibile utilizzare i valori DC per il sistema sensori in ingresso specificati nella sezione “Valori Diagnostici”.



♦ NOTA

- Negli esempi a seguire, è dato per scontato che gli organi di commutazione utilizzati siano stati scelti in funzione dei Livelli Prestazionali desiderati come da EN ISO 13849-1 e abbiano ottenuto un'autorizzazione di sicurezza per il caso d'uso specifico.

Sensore Monocanale e Uso di 1 SDI



Safety part

Componente di sicurezza

Quando si utilizza un sensore monocanale con gli impulsi, è possibile rilevare i seguenti guasti:

- Cortocircuito nella tensione di alimentazione 24 V DC
- Cortocircuito 0 V DC
- Rottura del cavo (lo stato sicuro consiste nell'interruzione dell'alimentazione!)

Tuttavia, è opportuno evitare qualsiasi cavo in corto tra le due connessioni tra i sensori, poiché non sarà possibile rilevarlo!

Dato il carattere monocanale dell'organo di commutazione / sensore, è necessario prevedere l'esclusione dei guasti in caso di un suo malfunzionamento. A questo proposito è consentito usare interruttori ad apertura positiva dotati di azionatori adeguatamente vincolati.

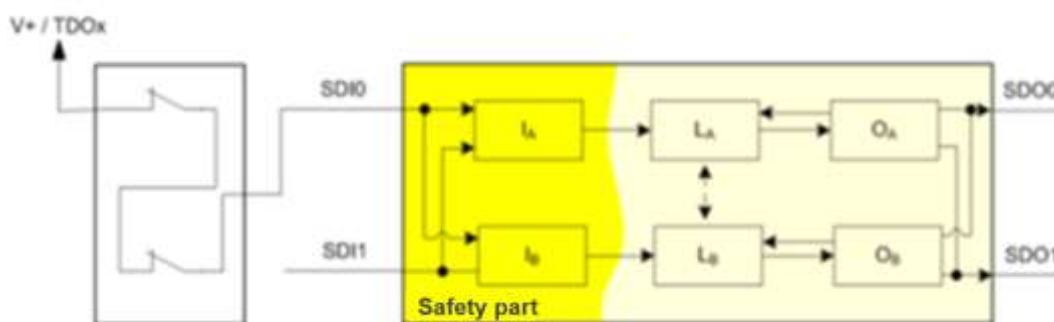
Un'alternativa equivalente è un collegamento in serie di 2 organi di commutazione con la corrispondente esclusione di un doppio guasto. Questa disposizione è attuabile, per esempio, con le uscite sicure di un dispositivo di monitoraggio elettronico (barriera fotoelettrica, tappeto sensibile) con funzione di arresto interno a doppio canale.



♦ NOTA

- È possibile ottenere un livello "PL d" o più elevato (come da EN ISO 13849-1) se si può escludere il corto tra un ingresso e l'uscita a impulsi associata, nonché il corto tra le connessioni dei sensori. È opportuno tener presente che l'interruttore, in caso di guasto, dovrà risultare chiuso come da EN 60947-5-1. In aggiunta, il sensore dovrà essere attivato a intervalli regolari e la funzione di sicurezza dovrà essere attivata. L'esclusione dei guasti è ottenibile come da EN ISO 13849-2. In caso di utilizzo monocanale degli ingressi, il livello di sicurezza ottenibile è limitato a "SIL 2" e "PL d" se la funzionalità di sicurezza è attivata a intervalli regolari.
- Un collegamento in serie di 2 organi di commutazione, con esclusione dei guasti, richiede un test di idoneità sulla base del livello di sicurezza stabilito per questo elemento. Consultare le regole applicabili della Direttiva Macchine 2006/42/CE.
- Per i sensori monocanale, l'uso sicuro degli ingressi può essere attuato solo in combinazione con le uscite a impulsi.

Sensore a due Canali in Serie e Uso di 1 SDI



Safety part

Componente di sicurezza

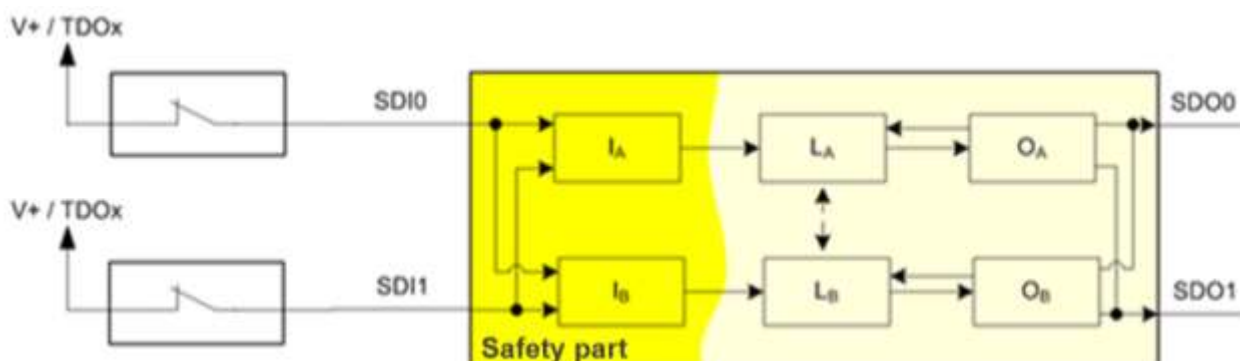
Collegamento in serie di elementi in ingresso a due canali (Cat. 4, tolleranza ai guasti 1) con DC da bassa a media mediante elaborazione del segnale su due canali e diagnostica mediante test ciclico.



♦ NOTA

- Il cablaggio in monocanale impone l'esclusione dei guasti, poiché può condurre al guasto di entrambi i contatti del sensore!
- Esclusione di un corto tra i due contatti del sensore
- Esclusione del guasto meccanico di un attuatore condiviso da entrambi i contatti dei sensori. Pertanto alcune norme sui prodotti, per es. le porte di sicurezza, richiedono espressamente l'uso di meccanismi di bloccaggio indipendenti!

2 Sensori / Sensore a Due Canali e Uso di 2 SDI



Safety part

Componente di sicurezza

Il rilevamento dei guasti è possibile, come minimo, su richiesta. Il valore DC rientra nella fascia media e può essere portato a livello alto con l'uso di test ciclici (test di avvio, test di funzionamento / organizzazione) in funzione della frequenza di test.

Sono rilevati i seguenti guasti:

- Cortocircuito nella tensione di alimentazione 24 V DC
- Cortocircuito 0 V DC
- Tutti i collegamenti incrociati
- Rottura del cavo (lo stato sicuro consiste nell'interruzione dell'alimentazione!)

Per le applicazioni legate alla sicurezza, devono essere usati solo i contatti N.C.

Si può ottenere un livello "PL d" come da EN ISO 13849-1 mediante l'uso di sensori / organi di commutazione dotati di esclusione dei guasti in seguito alla mancata apertura dei contatti degli interruttori. A questo proposito è consentito usare interruttori ad apertura positiva dotati di azionatori adeguatamente vincolati. È consentito anche l'uso di sensori con contatti di uscita dotati di auto-controllo.

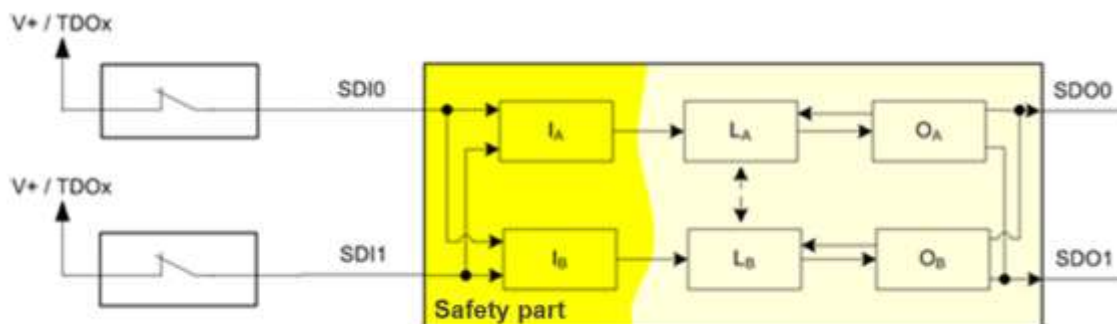
È possibile ottenere un livello "PL e" come da EN ISO 13849-1 utilizzando sensori o elementi di ingresso ridondanti, con un MTTFd sufficientemente elevato in relazione al tempo, monitoraggio dell'attendibilità, insieme a una dinamicità sufficientemente elevata delle condizioni di commutazione = prove dinamiche.



♦ NOTA

- È possibile ottenere un livello "PL d" o più elevato come da EN ISO 13849-1 usando organi di commutazione / sensori con contatti normalmente chiusi e ad azione meccanica positiva come da EN 60947-5-1
- È consentito l'uso di dispositivi nei quali è possibile l'esclusione dei guasti multipli degli elementi di commutazione per il livello di sicurezza desiderato. Consultare le regole applicabili della Direttiva Macchine 2006/42/CE.

2 Sensori / Sensore a due canali e uso di 2 SDI in combinazione con Monitoraggio Temporale e Impulsi di Prova



Safety part

Componente di sicurezza

È possibile rilevare tutti i guasti incrociati, nonché le connessioni a 24 V DC e 0 V DC, mediante l'uso di due segnali di clock indipendenti sullo stesso sensore.

Per le applicazioni legate alla sicurezza, devono essere usati solo i contatti N.C.

Si può ottenere un livello "PL d" o più elevato come da EN ISO 13849-1 mediante l'uso di sensori / organi di commutazione dotati di esclusione dei guasti in seguito alla mancata apertura dei contatti degli interruttori. A questo proposito è consentito usare interruttori ad apertura positiva dotati di azionatori adeguatamente vincolati. È consentito anche l'uso di sensori con contatti di uscita dotati di auto-controllo.



♦ NOTA

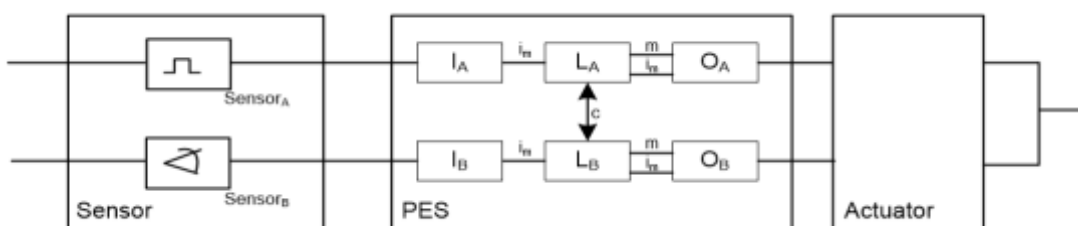
- È possibile ottenere un livello "PL d" o più elevato (come da EN ISO 13849-1) con l'uso di organi di comunicazione / sensori ad azione meccanica positiva.
- È possibile ottenere un livello "PL d" o più elevato come da EN ISO 13849-1 se si utilizzano due sensori indipendenti dotati dei rispettivi azionatori.
- Se la catena di azionamento contiene elementi in comune, sarà necessaria l'esclusione dei guasti. Dovranno essere rispettate le restrizioni e i criteri previsti da EN ISO 13849-1.

5.3.2 Specifiche della componente di sicurezza e cablaggi dei sensori di posizione e velocità

5.3.2.1 Schema generale della componente di sicurezza

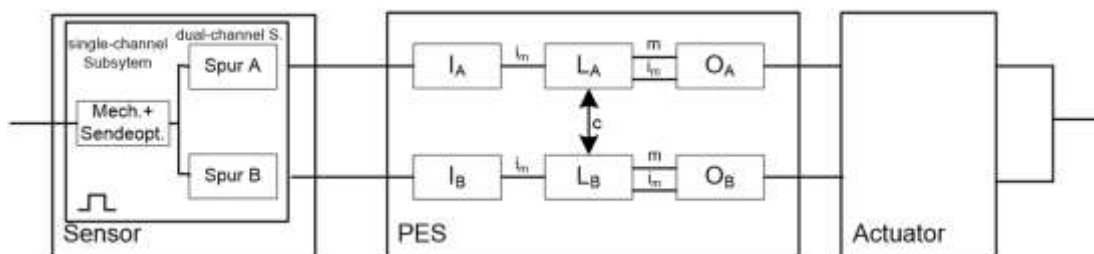
La componente di sicurezza è dotata di interfacce per encoder esterne ed interne, atte al collegamento degli encoder incrementali, digitali e assoluti più diffusi nel settore. È possibile ottenere diversi livelli di sicurezza sulla base del tipo e della combinazione degli encoder. A seguire si riportano le analisi di sistema per ciascun sottosistema:

■ Sistema sensori a due canali con elaborazione dei segnali indipendente, diagnostica mediante confronto incrociato nel SEP



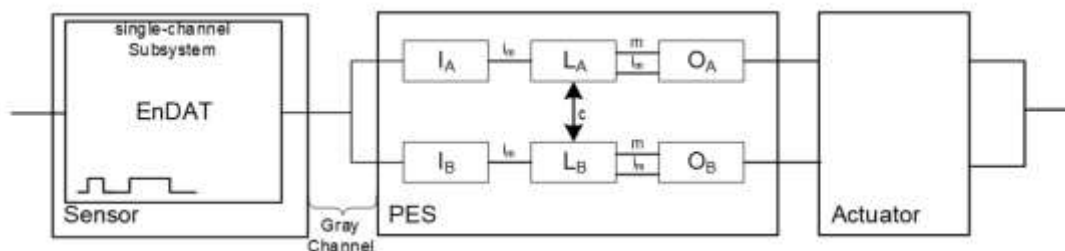
Sensor	Sensore
PES	PES (SEP)
Actuator	Attuatore

- **Sistema sensori con sottosistema monocanale e a due canali (per es. encoder incrementale) Diagnostica mediante elaborazione indipendente dei segnali su due canali e confronto incrociato nel SEP, con ulteriori diagnostiche specifiche.**



Single-channel subsystem	sottosistema monocanale
Dual-channel S.	S. a due canali
Sensor	Sensore
PES	PES (SEP)
Actuator	Attuatore

- **Sistema sensori con sottosistema monocanale (per es. EnDat 2.2, encoder Panasonic) Diagnostica mediante elaborazione indipendente dei segnali su due canali e confronto incrociato nel SEP, con ulteriori diagnostiche specifiche.**



Single-channel subsystem	sottosistema monocanale
Sensor	Sensore
Gray channel	Canale Gray
PES	PES (SEP)
Actuator	Attuatore



♦ NOTA

- Per condurre una valutazione di sicurezza sul “Sistema Sensori” devono essere impiegati i dati (MTTFD, tassi FIT) e il valore DC forniti dal fabbricante. Per gli encoder digitali sicuri (EnDat 2.2, Panasonic), il valore del PFH indicato dal fabbricante dovrà essere usato per la valutazione del sistema encoder.

5.3.2.2 Misurazioni diagnostiche generali per l'interfaccia encoder

Per il rilevamento dei guasti nel sistema sensori, sono state implementate una serie di misurazioni diagnostiche nella componente di sicurezza, variabili in base ai tipi e alle combinazioni degli encoder selezionati. L'attivazione avviene automaticamente con la selezione del tipo di encoder.

In linea generale, le misurazioni diagnostiche possono essere classificate sulla base del tipo e dell'efficacia:

Misurazione	DC [%]	Osservazioni	Uso
Confronto incrociato tra i segnali di ingresso con i risultati immediati e intermedi nella logica (L) nonché controllo dell'esecuzione del programma logico e temporale, rilevamento dei guasti statici e dei cortocircuiti (con più ingressi / uscite)	99	Da usare esclusivamente per: <ul style="list-style-type: none"> Sistemi sensori a due canali (due sensori indipendenti), sottosistema a doppio canale dei sensori monocanale Diagnostica per i sottosistemi monocanale e a due canali di sistemi sensori speciali (SIN/COS-Encoder) Funzionamento dinamico / senza controllo in stato di fermo 	Controllo dei sistemi sensori a due canali e del sottosistema sensori corrispondente durante il funzionamento dinamico Non usare per il controllo in stato di fermo!
Confronto incrociato dei segnali in ingresso senza prova dinamica	80 — 95	Il valore DC varia in funzione della frequenza dello stato dinamico (stato di fermo o movimento) e della qualità della misurazione. (80 — 90 % per gli encoder incrementali, 95 % per encoder SIN/COS e digitali)	Controllo dei sistemi sensori a due canali e del sottosistema corrispondente per il funzionamento non dinamico. Da usare specialmente per il controllo in stato di fermo!
Controllo di alcune caratteristiche del sensore (tempo di risposta, gamma di segnali analogici come resistenza elettrica e capacità)	60	Diagnostica delle caratteristiche specifiche del sensore	Controllo del sottosistema monocanale nei sistemi sensori monocanale

5.3.2.3 Tipi e combinazioni di encoder con i rispettivi dati diagnostici

Come da SIL secondo EN 61508 e PL in conformità a EN ISO 13849-1, sono necessari due sistemi encoder indipendenti e disaccoppiati.

Encoder 1	Encoder 2	Direzione sicura	Velocità sicura	Posizione assoluta sicura	Esclusione dei guasti	DC [%]		
						Sottosistema monocanale	Sottosistema a due canali - dinamico	Sottosistema a due canali - non dinamico
NC	NC	-	-	-		-	-	-
Panasonic A6	NC	✓	✓	✓	Esclusione dei guasti: Rottura albero meccanico, necessario accoppiamento fisico encoder-albero	90	99	90 — 95
Panasonic A6	Panasonic - altri produttori	✓	✓	✓		-	99	90 — 95
	ABZ	✓	✓	✓		-	99	90 — 95
	SSI	✓	✓	✓		-	99	90 — 95
	EnDat 2.2 (non di sicurezza)	✓	✓	✓		-	99	90 — 95

5.3.2.4 Misurazioni diagnostiche specifiche per il tipo di encoder impiegato

	Tipo di encoder				
	Interfaccia X10A/X10B				Interfaccia X9A/X9B
	Panasonic altri mod.	ABZ	SSI	EnDat 2.2 (non di sicurezza)	Panasonic A6
Controllo tensione di alimentazione	✓	✓	✓	✓	✓
Test di attendibilità segnale di posizione MPUA/MPUB	✓	✓	✓	✓	✓
Test di attendibilità segnale di velocità MPUA/MPUB	✓	✓	✓	✓	✓
Confronto tra i valori grezzi encoder MPUA / MPUB	✓			✓	✓
Diagnostica encoder secondo il manuale di sicurezza corrispondente	✓			✓	✓
Controllo del livello di differenza					
Controllo dei quadranti consentiti					
Controllo del segnale contatore separato per tracce A / B					
Controllo attendibilità SIN/COS					
Controllo livello segnale in ingresso					
Controllo frequenza clock			✓		

5.3.2.5 Soglie di arresto di sicurezza e sistemi per acquisizione di posizione e velocità dell'encoder

I test di attendibilità sono una misurazione basilare condotta sui valori effettivi di posizione e velocità della componente di sicurezza tra i due canali di misurazione A e B, confrontandoli con delle soglie parametrizzabili.

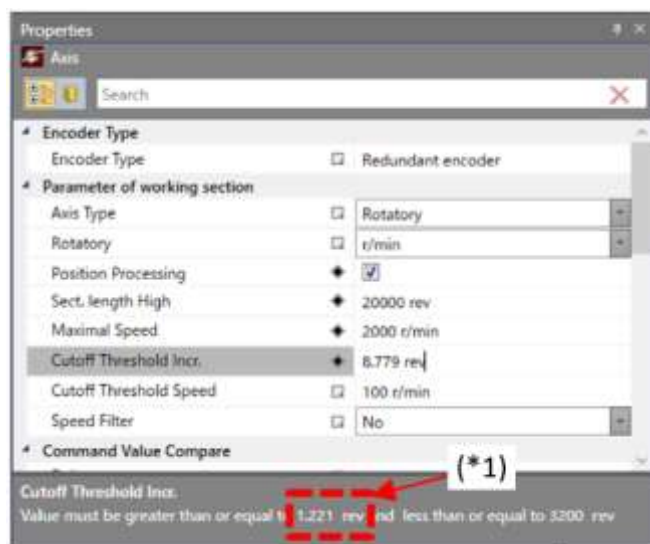
■ Cutoff Threshold Incr. (Valore di soglia incrementale d'arresto)

La soglia minima incrementale descrive la variazione di posizione accettabile tra i due canali di elaborazione A e B, espressa nell'unità di misura corrispondente. L'utente dovrà agire su questo parametro con molta attenzione e impostare un valore appropriato per la sua applicazione. L'intervallo di questa soglia minima incrementale dovrà tenere conto di un piccolo scostamento nella componente di sicurezza, come definito nel manuale di PANATERM for Safety. Il piccolo scostamento nella componente di sicurezza è dovuto alla normalizzazione della posizione volta a evitare calcoli in virgola mobile nella CPU e l'allungamento dei tempi di diagnostica.

Lo scostamento dipende dai parametri Sect. length High e encoder Resolution etc. e il suo valore è mostrato alla voce Cutoff Threshold Incr. Indicata dalla cornice tratteggiata (*1) nell'immagine sottostante.

L'utente dovrà tenere conto dello scostamento durante l'impostazione del valore Cutoff Threshold Incr.

- Per esempio, se lo scostamento è pari a 1.221 giri (riv) e la deviazione meccanica ammissibile è 10 giri, il valore di Cutoff Threshold Incr. può essere regolato a 8779 giri.



Valore dello scostamento per Cutoff Threshold Incr.

Cutoff Threshold Incr.	Cutoff Threshold Incr. (Valore di soglia incrementale d'arresto)
Value must be greater than or equal to 1.221 rev and less than or equal to 3200 rev	Il valore dev'essere maggiore o uguale a 1.221 giri e minore o uguale a 3200 giri.

■ Cutoff Threshold Speed (soglia minima di velocità)

La soglia minima di velocità descrive la variazione di velocità ammissibile tra i due canali di acquisizione A e B.

Le funzionalità diagnostiche sono disponibili nella finestra di dialogo SCOPE dello strumento di parametrizzazione, dal quale è possibile determinare i valori dei parametri ottimali per l'applicazione.

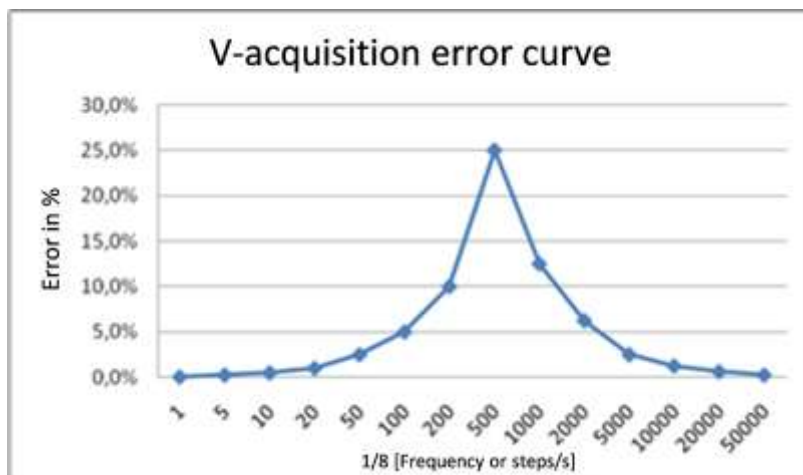


◆ NOTA

- La velocità e l'accelerazione sono valori acquisiti con una risoluzione digitale minima. Questo aspetto limita la capacità di acquisizione di velocità e accelerazione a valori minimi e definisce l'ampiezza del passo per i valori immessi.

■ Risoluzione velocità

La velocità è acquisita mediante una procedura di misurazione della frequenza a 4 kHz o 4000 passi/s; al di sotto della frequenza in questione si usa una procedura di misurazione temporale. Ciò si traduce nella curva dell'errore di acquisizione sottostante:



Error in %	Errore in %
V-acquisition error curve	Curva di errore nell'acquisizione di V
1/8 [Frequency or steps/s]	1/8 [Frequenza o passi/s]

! Note di sicurezza

- L'errore può essere ottimizzato mediante la selezione di una risoluzione dei sensori più appropriata per il singolo caso d'uso.
- Per le applicazioni a risoluzione e/o varianza temporale del segnale di campionamento limitate, le funzioni di controllo possono essere rese più efficienti per mezzo di un filtro per valori medi. L'interferenza digitale proveniente dai sensori può essere "attenuata" utilizzando un filtro per valori medi. Tuttavia, questa soluzione comporta un aumento del tempo di risposta dell'intero sistema.
- Il filtro può essere regolato tra 0 e 64 a incrementi da 8. L'unità di misura è "ms". Per la determinazione del tempo di risposta dell'intero sistema, i tempi del filtro dovranno essere aggiunti ai tempi di risposta predefiniti della componente di sicurezza.
- Per condurre una valutazione di sicurezza sul "Sistema Sensori" devono essere impiegati i dati (MTTFD, tassi FIT) forniti dal fabbricante.
- Se il fabbricante impone delle diagnostiche specifiche per mantenere costanti i dati caratteristici relativi alla sicurezza, questi dovranno essere testati rispetto all'encoder selezionato, come da tabella "Misurazioni diagnostiche specifiche per i sensori di posizione e velocità" riportata in precedenza. Se sussistono dubbi, è necessario contattare il fabbricante per chiarimenti.
- I valori DC riportati in tabella devono essere usati su base prudenziale e le condizioni vincolanti devono essere mantenute.
- Per determinare il valore DC delle funzioni di sicurezza con controllo in stato di fermo, è necessario valutare la frequenza dello stato dinamico. Si può assumere, come valore indicativo, che il DC equivalga a 90%.
- L'eliminazione degli errori è consentita in conformità alle norme applicabili. Le condizioni vincolanti dovranno essere mantenute come da valori stabiliti.
- Se è necessario implementare più sistemi sensori per il funzionamento corretto di una singola funzione di sicurezza, i rispettivi valori dei componenti dovranno essere combinati correttamente sulla base della procedura selezionata. Questa considerazione è valida anche per la combinazione di sensori digitali e analogici (per es. velocità sicura ridotta in caso di apertura porta di sicurezza = contatto porta + encoder per acquisizione velocità).
- Mediante una selezione appropriata della risoluzione del sistema sensori, si può ottenere una tolleranza sufficientemente ridotta in relazione a ciascuna soglia delle singole funzioni di sicurezza.
- Quando si utilizza il filtro in ingresso dall'encoder, durante la valutazione della funzione di sicurezza dovrà essere preso in considerazione il tempo di risposta.

5.3.2.6 Valutazione di sicurezza dei tipi di encoder e delle loro combinazioni

Considerando la presenza delle funzioni di monitoraggio implementate nel modulo MDSMD, non vi sono requisiti particolari da rispettare nella disposizione interna delle componenti elettroniche dell'encoder, vale a dire che di norma è possibile usare encoder standard.

In generale, è necessario condurre una valutazione di sicurezza della disposizione generale. A tal fine, dovranno essere usate le informazioni del fabbricante sull'encoder (FIT, MTTF) nonché i valori DC come da tabelle nella sezione DC Sensori/Ingressi Digitali.

Quando si utilizzano encoder singoli, le prescrizioni di EN ISO 13849-1 richiedono la presenza di almeno un'esclusione dei guasti per la catena di azionamento meccanico e per il componente monocanale sotto osservazione. Dovranno essere consultate anche le prescrizioni di 5.3.2.

Il Livello Prestazionale "PL d" o più elevato come da EN ISO 13849-1 è generalmente ottenuto dalla combinazione di due encoder con tecnologie sostanzialmente diverse e di un collegamento meccanico separato.

L'uso di un encoder compatto con disposizione interna a due canali e con una tecnologia diversa è comunque idoneo per gli usi che richiedono un livello massimo di "PL e" come da EN ISO 13849-1, prendendo tuttavia in considerazione le specifiche esclusioni dei guasti necessarie e la loro ammissibilità. Di norma sarebbe necessario utilizzare encoder dotati di caratteristiche di sicurezza comprovate, il cui livello di sicurezza corrisponda almeno al minimo richiesto.

Note di sicurezza

- Devono essere osservate le prescrizioni in materia di CEM come protezioni ecc.
- È consentito l'uso di encoder standard o di una combinazione di encoder standard. Una disposizione generale dell'impianto che include encoder, ulteriori sensori / organi di commutazione per l'attivazione della funzione di sicurezza, la componente di sicurezza e il canale di arresto dovrà essere sottoposta a una valutazione della sicurezza. Per la determinazione del livello di sicurezza ottenuto sarà necessario considerare, tra le altre cose, i dati forniti dal fabbricante (FIT, MTTF) e i valori DC elencati in 5.3.2.
- Se è previsto l'uso di un solo encoder, è necessaria l'esclusione dei guasti per una rottura dell'albero o di un guasto nel collegamento meccanico all'encoder. Pertanto è necessario adottare misure appropriate, per es. un'installazione ad azione meccanica positiva dell'encoder utilizzando una chiavetta o una spina di bloccaggio. Dovranno essere prese in considerazione le raccomandazioni del fabbricante, i requisiti di EN ISO 13849-1 e l'ammissibilità dell'esclusione dei guasti.
- In caso di configurazioni a encoder singolo, è preferibile utilizzare encoder con funzionalità di sicurezza comprovate. Il livello di sicurezza dell'encoder in questione dovrà corrispondere, come minimo, al livello di sicurezza desiderato della configurazione generale. Dovranno essere rispettate le osservazioni del fabbricante in merito alle misure di diagnostica, alle giunzioni meccaniche e alla tensione di alimentazione.
- Encoder SIN/COS: La disposizione interna del sistema sensori deve prevedere che la generazione dei segnali in uscita sulle due tracce sia indipendente e che sia possibile escludere i guasti da causa comune (CCF). In aggiunta sarà necessario testare la disposizione meccanica, per es. il fissaggio del disco dell'encoder all'albero. È preferibile utilizzare encoder con funzionalità di sicurezza comprovate.
- Se si usano encoder compatti con struttura interna a doppio canale, per es. SSI + incrementale/SinCos, dovranno essere prese in considerazione le raccomandazioni del fabbricante su caratteristiche legate alla sicurezza, misure diagnostiche, accoppiamento meccanico e misurazioni della tensione di alimentazione. Il livello di sicurezza dell'encoder dovrà corrispondere, come minimo, al livello di sicurezza desiderato della configurazione generale. È preferibile utilizzare encoder con funzionalità di sicurezza comprovate.
- Per un'elaborazione attiva della posizione conforme a un livello massimo SIL3 come da EN61508 e "PL e" come da EN ISO 13849-1, dovrà essere utilizzato un encoder assoluto in almeno una delle due interfacce.
- Nel caso si stiano utilizzando due sensori equivalenti, è opportuno notare che il sensore con la risoluzione più elevata sarà configurato come Sensore 1 (Sensore di processo) e quello con la risoluzione più bassa come Sensore 2 (sensore di riferimento).

Il modulo MDSMD rileva i seguenti guasti generali:

- Cortocircuito tra le linee di segnale legate alla sicurezza
- Interruzioni delle linee di segnale legate alla sicurezza
- Blocco su 0 o 1 su una o tutte le linee di segnale legate alla sicurezza

Ogni tipo di encoder prevede l'assegnazione di ulteriori funzioni diagnostiche specifiche per il rilevamento dei guasti del sistema encoder esterno. Ciascuna misura diagnostica, insieme alle condizioni vincolanti, è descritta nell'elenco dei singoli tipi di encoder.



Note di sicurezza

- Le misure diagnostiche presentano intrinsecamente delle tolleranze derivanti dall'inesattezza delle misurazioni. Di queste tolleranze si dovrà tener conto nella valutazione di sicurezza.
- Le condizioni vincolanti per ciascuna delle misure diagnostiche possono essere parametrizzabili o fisse. Le coperture diagnostiche (DC) risultanti devono essere valutate in funzione dell'applicazione e tenute in considerazione nella valutazione di sicurezza generale.



Cautela

- Gli encoder non devono essere collegati o scollegati mentre sono in funzione. I componenti elettrici dell'interfaccia dell'encoder potrebbero andare incontro a distruzione.
- Mettere fuori tensione l'encoder collegato e il prodotto prima di collegare o scollegare i connettori all'encoder.
- Se gli encoder sono di terze parti, prestare attenzione a scollegare l'alimentazione esterna (per es. convertitore).
- Per i segnali di dati e di clock e le tracce A e B, è necessario utilizzare cavi intrecciati per la trasmissione dei segnali come da RS485. Al momento della scelta della sezione del cavo, si devono prendere in considerazione il consumo di corrente dell'encoder e la lunghezza del cavo nell'installazione.

5.3.2.7 Configurazione dei sensori

Le variabili in ingresso più importanti per le funzioni di monitoraggio della componente di sicurezza sono la posizione, la velocità e l'accelerazione. Queste sono generate dai sistemi sensori collegati in modalità a due canali. Per ottenere il livello "PL e" come da EN ISO 13849-1 è richiesta un'architettura corrispondente alla categoria 4, ossia acquisizione continua a doppio canale con elevata copertura diagnostica. Per quanto riguarda gli elementi monocanale (per es. collegamento meccanico del sensore / encoder con un solo albero/attacco, l'esclusione dei guasti può essere definita come da EN ISO 13849-2. Per ottenere il livello "PL d" come da EN ISO 13849-1, è possibile lavorare con una copertura diagnostica ridotta. Tenendo conto delle esclusioni dei guasti ammissibili secondo EN ISO 13849-2, in alcune circostanze potrebbero bastare dei semplici sensori (solo controllo della velocità).

La configurazione sicura della componente di sicurezza deve essere stabilita in base all'uso del controllo di sicurezza nell'applicazione.

Questi dati di configurazione sono creati nello strumento di configurazione in dotazione (PANATERM for Safety) o attraverso la modifica dei file di configurazione. Per informazioni più dettagliate sulla configurazione, consultare la documentazione allegata allo strumento di configurazione in dotazione.

5.4 Interfaccia attuatore

5.4.1 Specifiche legate alla sicurezza e cablaggi delle uscite digitali sicure (SDO)

La componente di sicurezza è dotata di due uscite sicure a semiconduttore ridondanti (SDO). Le uscite a semiconduttore sono disposte in una struttura a due canali e ad azionamento positivo. La categoria di sicurezza e il Livello Prestazionale (PL) massimi ottenibili sono determinati come da EN ISO 13849-1.

5.4.1.1 Diagnostica uscite digitali sicure (SDO)

La componente di sicurezza offre funzionalità diagnostiche complete per il circuito di arresto. Alcune funzioni diagnostiche includono anche le componenti esterne del canale di arresto. I valori DC sono variabili in base all'uso delle funzionalità diagnostiche in questione.

Funzioni Diagnostiche Interne

Elemento	Descrizione
Lettura Trasversale delle SDO	Gli SDO della componente di sicurezza sono organizzati internamente in canali doppi. Lo stato dei segnali in uscita è sottoposto a un confronto incrociato continuo. L'SDO è impostata a livello High (Alto) solo quando entrambi i sottosistemi di uscita sono a livello High, altrimenti resta a livello Low (Basso).
Test Ciclico della Capacità di Arresto dell'SDO	In stato di attivazione, il corretto funzionamento delle SDO è testato con impulsi ciclici, con l'uscita impostata sul valore Low per un tempo di prova < 500 µs.

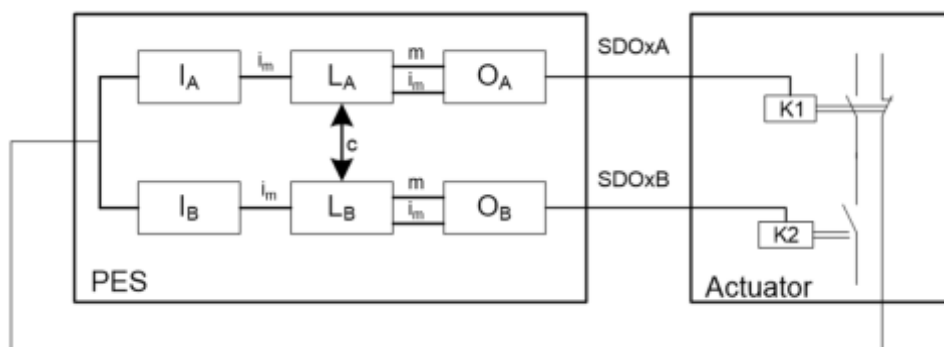
Diagnostica dei Cablaggi Esterni (Parametrizzabile)

Elemento	Descrizione
Monitoraggio dei Dispositivi Esterni (EDM)	Si tratta di una funzionalità per il monitoraggio della posizione dell'interruttore dei dispositivi esterni (attuatori). Lo stato dell'attuatore è letto dai suoi contatti ausiliari (di protezione) nel controllo di sicurezza, per cui è necessario che l'attuatore sia dotato di contatti ad azione positiva. Se il circuito di feedback è chiuso, l'attivazione dell'applicazione sicura è consentita solo tramite la funzione EDM. Per esempio, se i contatti principali sono saldati a un unico contattore, l'apertura del contatto ausiliario nel circuito di feedback è garantita dal contatto ad azione positiva, consentendo così il rilevamento del guasto. Per aumentare i valori di DC, si consiglia di dotare il contatto ausiliario di una TDO con segnale a impulsi di prova. È possibile eseguire un test sull'EDM solo con l'attuatore disattivato. Per ottenere un Livello Prestazionale "PL d" e una categoria di sicurezza 3, nonché per SIL 2 e HFT 1, la procedura di arresto dovrà essere eseguita almeno ogni 12 mesi. Per ottenere un livello "PL e" e una categoria di sicurezza 3, la procedura di arresto dovrà essere eseguita come minimo ogni mese.

5.4.1.2 Architettura degli elementi di uscita

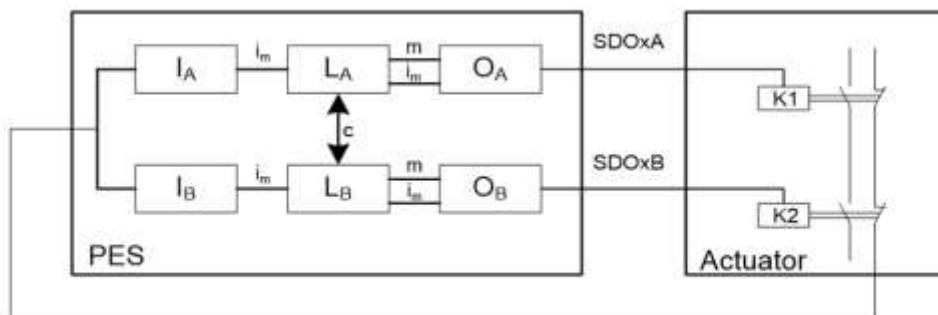
Questo capitolo descrive l'architettura interna delle uscite. Le uscite digitali sicure sono disposte in modo ridondante e la SDO è impostata solo a livello High quando entrambi i canali trasmettono il segnale di abilitazione. Nelle descrizioni a seguire l'attuatore sarà esemplificato da un contattore (o relè).

- **Componente di sicurezza con uscita e attuatore a due canali e una diagnostica come minimo monocanale**



PES	PES (SEP)
Actuator	Attuatore

■ Componente di sicurezza con uscita e attuatore a due canali e diagnostica a due canali



PES	PES (SEP)
Actuator	Attuatore

Una funzione diagnostica interna al dispositivo verifica ciclicamente il corretto funzionamento delle uscite digitali in stato di attività. Nel test di attendibilità, l'uscita binaria è impostata al suo valore inverso per il tempo di prova ($< 500 \mu s$), ossia ogni uscita è impostata per breve tempo a 0 V DC.

Al rilevamento di un guasto, la componente di sicurezza passa in modalità allarme/guasto.

La componente di sicurezza è dotata di percorsi di elaborazione dei segnali totalmente separati per ogni uscita sicura.

La componente di sicurezza offre funzionalità diagnostiche complete per il sottosistema uscite in modo da ottenere i valori DC più elevati possibili. È importante tener presente che organi di commutazione come relé, contattori ecc. devono essere inclusi nel circuito di arresto per reggere ai sovraccarichi.

Per la valutazione della sicurezza dell'intero sistema, è possibile utilizzare i valori DC per il sistema sensori in uscita specificati nella sezione "Valori Diagnostici".



◆ NOTA

- La capacità in uscita massima di ogni uscita binaria dovrà essere presa in considerazione.
- Per le applicazioni legate alla sicurezza, è possibile usare solo organi di commutazione esterni con una corrente minima di dispersione $> 0,5 \text{ mA}$.

5.4.1.3 Riepilogo dei valori DC legati alle funzioni diagnostiche selezionate

Misurazione	DC [%]	Osservazioni	Uso
Monitoraggio delle uscite su un canale senza prova dinamica	0 — 90	DC dipendente dalla frequenza di commutazione Uso di elementi per incremento della capacità (relé o contattori esterni), efficaci solo se collegati con la funzione di lettura del contatto di commutazione	Monitoraggio di uscite/attuatori elettromeccanici, pneumatici o idraulici
Canale di arresto ridondante con monitoraggio di uno degli elementi del modulo azionamento	90	Uso di elementi per incremento della capacità di commutazione (relé o contattori esterni), efficaci solo se collegati con la funzione di rilettura dei contatti di commutazione	Monitoraggio delle uscite configurate direttamente come circuiti di sicurezza o Monitoraggio dei circuiti di sicurezza dotati di elementi per incrementare la capacità di commutazione o valvole di controllo pneumatiche / idrauliche collegate alla funzione di rilettura del loro stato di commutazione
Confronto incrociato tra i segnali di ingresso con i risultati immediati e intermedi nella logica (L) nonché controllo dell'esecuzione del programma logico e temporale, rilevamento dei guasti statici e dei cortocircuiti (con più ingressi / uscite)	99	Uso di elementi per incremento della capacità di commutazione (relé o contattori esterni), efficaci solo se collegati con la funzione di rilettura dei contatti di commutazione Per le applicazioni che richiedono più frequentemente l'arresto di sicurezza, i test dovranno essere condotti a intervalli brevi, per es. all'inizio di ogni turno o una volta la settimana. A ogni modo, dev'essere condotto almeno un test a cadenza annuale.	Monitoraggio delle uscite configurate direttamente come circuiti di sicurezza o Monitoraggio dei circuiti di sicurezza dotati di elementi per incrementare la capacità di commutazione o valvole di controllo pneumatiche / idrauliche collegate alla funzione di rilettura del loro stato di commutazione

5.4.2 Specifiche legate alla sicurezza e cablaggi del controllo freno di sicurezza (SBC)

Per controllare il freno, la componente di sicurezza è dotata di un'uscita sicura ridondante a semiconduttori (SBC) per ogni asse. L'uscita SBC è strutturata a doppio canale e consiste in una combinazione High/Low.

La categoria di sicurezza e il Livello Prestazionale (PL) massimi ottenibili sono determinati come da EN ISO 13849-1.

5.4.2.1 Diagnostiche del controllo freno di sicurezza (SBC).

Il controllo di sicurezza della componente offre funzionalità diagnostiche complete per il circuito di arresto. Alcune funzioni diagnostiche includono anche le componenti esterne del canale di arresto.

I valori DC sono variabili in base all'uso delle funzionalità diagnostiche in questione.

Funzioni Diagnostiche Interne

Elemento	Descrizione
Lettura Trasversale del Segnale Uscita SBC	L'SBC della componente di sicurezza è organizzato internamente in canali doppi. Lo stato dei segnali in uscita è sottoposto a un confronto incrociato continuo. L'SBC è attivato solo quando entrambi i sottosistemi di uscita sono a livello High, altrimenti resta inattivo.
Test Ciclico della Capacità di Arresto dell'SBC	In stato di attività, l'SBC è testato per il funzionamento corretto con un impulso di prova ciclico, atto a eseguire il test sull'uscita in stato di inattività per un tempo di prova < 500 µs.

Diagnostica dei Cablaggi Esterni (Parametrizzabile)

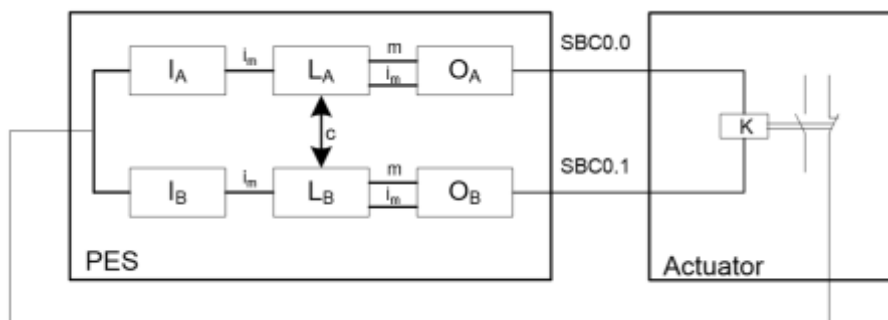
Elemento	Descrizione
Monitoraggio dei Dispositivi Esterni (EDM)	Si tratta di una funzionalità per il monitoraggio della posizione dell'interruttore dei dispositivi esterni (attuatori). Lo stato dell'attuatore è letto dai suoi contatti ausiliari (di protezione) nel controllo di sicurezza, per cui è necessario che l'attuatore sia dotato di contatti ad azione positiva. Se il circuito di feedback è chiuso, l'attivazione dell'applicazione sicura è consentita solo tramite la funzione EDM. Per esempio, se i contatti principali sono saldati a un unico contactore, l'apertura del contatto ausiliario nel circuito di feedback è garantita dal contatto ad azione positiva, consentendo così il rilevamento del guasto. Per aumentare i valori di DC, si consiglia di dotare il contatto ausiliario di una TDO con segnale a impulsi di prova. È possibile eseguire un test sull'EDM solo con l'attuatore disattivato. Per ottenere un Livello Prestazionale "PL d" e una categoria di sicurezza 3, nonché per SIL 2 e HFT 1, la procedura di arresto dovrà essere eseguita almeno ogni 12 mesi. Per ottenere un livello "PL e" e una categoria di sicurezza 3, la procedura di arresto dovrà essere eseguita come minimo ogni mese.

5.4.2.2 Architettura del controllo freno di sicurezza (SBC).

Questo capitolo descrive l'architettura interna delle uscite. L'SBC ha una struttura ridondante e consiste in una combinazione High/Low. L'uscita è attivata solo quando entrambi i canali inviano il segnale di abilitazione.

Nelle descrizioni a seguire l'attuatore sarà esemplificato da un contattore (o relè). Se si intende usare un attuatore a due canali, è opportuno adottare la configurazione SDOxA / SDOxB descritta in "5.4.1.2 Architettura degli elementi di uscita".

■ Componente di sicurezza con uscita a due canali e un attuatore con diagnostica monocanale



PES	PES (SEP)
Actuator	Attuatore

Una funzione diagnostica interna al dispositivo verifica ciclicamente il corretto funzionamento delle uscite SBC in stato di attività. Nel test di attendibilità, l'uscita binaria è impostata al suo valore inverso per il tempo di prova ($< 500 \mu s$), ossia è testata la capacità di arresto di ogni uscita.

Al rilevamento di un guasto, la componente di sicurezza passa in modalità allarme/guasto.

La componente di sicurezza è dotata di canali di elaborazione dei segnali totalmente separati per ogni uscita sicura.

La componente di sicurezza offre funzionalità diagnostiche complete per il sottosistema uscite in modo da ottenere i valori DC più elevati possibili. È importante tener presente che organi di commutazione come relé, contattori ecc. devono essere inclusi nel circuito di arresto per reggere ai sovraccarichi.

Per la valutazione della sicurezza dell'intero sistema, è possibile utilizzare i valori DC per il sistema sensori in uscita specificati nella sezione "Valori Diagnostici".



♦ NOTA

- La capacità in uscita massima di ogni uscita binaria dovrà essere presa in considerazione.
- Per le applicazioni legate alla sicurezza, è possibile usare solo organi di commutazione esterni con una corrente minima di dispersione $> 0,5 \text{ mA}$.

Note di sicurezza

- Le uscite High-Side e Low-Side dell'SBC non possono essere usate separatamente per scopi legati alla sicurezza. L'uso per scopi legati alla sicurezza è consentito solo in combinazioni tra High-Side e Low-Side.

5.4.2.3 Riepilogo dei valori DC legati alle funzioni diagnostiche selezionate

Misurazione	DC [%]	Osservazioni	Uso
Monitoraggio delle uscite su un canale senza prova dinamica	0 — 90	DC dipendente dalla frequenza di commutazione Uso di elementi per incremento della capacità di commutazione (relé o contattori esterni), efficaci solo se collegati con la funzione di rilettura dei contatti di commutazione	Monitoraggio di uscite/attuatori elettromeccanici, pneumatici o idraulici
Canale di arresto ridondante con monitoraggio di uno degli elementi del modulo azionamento	90	Uso di elementi per incremento della capacità di commutazione (relé o contattori esterni), efficaci solo se collegati con la funzione di rilettura dei contatti di commutazione	Monitoraggio delle uscite configurate direttamente come circuiti di sicurezza o Monitoraggio dei circuiti di sicurezza dotati di elementi per incrementare la capacità di commutazione o valvole di controllo pneumatiche / idrauliche collegate alla funzione di rilettura del loro stato di commutazione
Confronto incrociato tra i segnali di ingresso con i risultati immediati e intermedi nella logica (L) nonché controllo dell'esecuzione del programma logico e temporale, rilevamento dei guasti statici e dei cortocircuiti (con più ingressi / uscite)	99	Uso di elementi per incremento della capacità di commutazione (relé o contattori esterni), efficaci solo se collegati con la funzione di rilettura dei contatti di commutazione Per le applicazioni che richiedono più frequentemente l'arresto di sicurezza, i test dovranno essere condotti a intervalli brevi, per es. all'inizio di ogni turno o una volta la settimana. A ogni modo, dev'essere condotto almeno un test a cadenza annuale.	Monitoraggio delle uscite configurate direttamente come circuiti di sicurezza o Monitoraggio dei circuiti di sicurezza dotati di elementi per incrementare la capacità di commutazione o valvole di controllo pneumatiche / idrauliche collegate alla funzione di rilettura del loro stato di commutazione

5.4.3 Specifiche legate alla sicurezza e cablaggi del disinserimento coppia (Safety Torque Off o STO)

Per l'inibizione di sicurezza, la componente di sicurezza è dotata di un'uscita sicura ridondante a semiconduttori. È disponibile un'uscita STO per ogni asse. L'uscita STO è strutturata a doppio canale e consiste in una combinazione 2x High/High.

La funzione di sicurezza STO garantisce l'inibizione della coppia motore e impedisce gli avvii indesiderati.

La categoria di sicurezza e il Livello Prestazionale (PL) massimi ottenibili sono determinati come da EN ISO 13849-1.

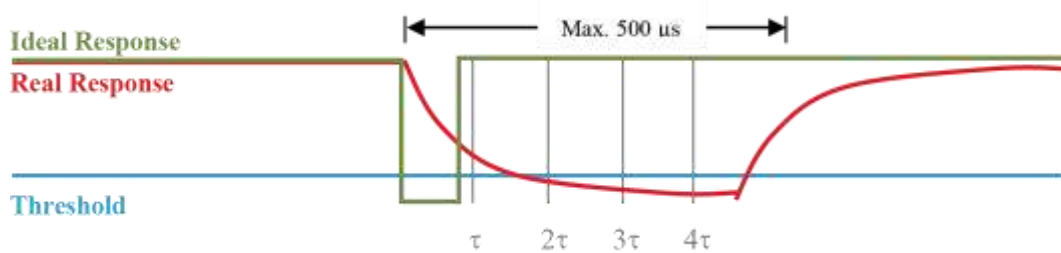
5.4.4 Carico induttivo e capacitivo massimo sulle uscite sicure

Le uscite sicure della componente di sicurezza sono di tipo OSSD. Ciò significa che le uscite sono ciclicamente disattivate per eseguire dei test e determinarne lo stato.

Il test della capacità di arresto prevede i seguenti criteri / funzioni:

- Dopo la disattivazione dell'uscita, la tensione di uscita può raggiungere max 5,6 V.
- Il livello di tensione consentito dev'essere raggiunto entro e non oltre 500 µs.
- Se si raggiunge il livello di tensione consentito, il test è considerato superato e l'uscita è riattivata senza ulteriori attese.
- Se non si raggiunge il livello di tensione consentito neanche superati i 500 µs, si attiva un allarme e le diverse uscite sicure (a due canali!) sono disattivate.

Lo schema a seguire mostra la risposta ideale (curva verde) ed effettiva (curva rossa).



Ideal Response	Risposta ideale
Real Response	Risposta effettiva
Threshold	Soglia

Per la determinazione della capacità o dell'induttanza massime ammissibili, dovrà essere presa in considerazione la costante di tempo τ delle componenti reali RC ed RL dell'uscita.

Questa componente RC e RL comporta la seguente curva di scarica:

Il livello di tensione max. 5,6V è raggiunto in sicurezza dopo $3t$.

Applicabile anche:

$$3t \leq 350 \mu s$$

$$t \leq 100 \mu s$$

In questo contesto

$$t = R.C = \frac{L}{R}$$

il carico capacitivo o induttivo massimo, in relazione al loro carico resistivo, è determinato:

$$C_{max} = \frac{t}{R} = \frac{10^{-4}}{R} \quad \text{and} \quad L_{max} = t.R = 10^{-4}R$$

I valori tipici per la capacità C sono $C=20 \text{ nF}$, mentre per l'induttanza $L = 100 \text{ mH}$.

6

Messa in servizio

6.1 Informazioni Generali

I prerequisiti per il buon esito della messa in servizio sono:

- Lo sviluppo corretto del sistema.
- L'assemblaggio corretto e completo di tutti i componenti.
- Il cablaggio corretto e completo di tutti i componenti.
- Un ambiente di programmazione completo e dotato di tutti gli strumenti di configurazione necessari.
- Chiavetta USB di licenza (password) per il software di programmazione PANATERM for Safety
- Presa visione, conoscenza e comprensione dei manuali di installazione e di programmazione di tutti i componenti utilizzati.



Avvertenza

Lavori in tensione

Distruzione di componenti elettrici / rischio di infortunio dovuto a scosse elettriche.

- Eseguire i lavori di cablaggio solo rivolgendosi a personale qualificato e rispettando le istruzioni di sicurezza.
- Verificare i cablaggi e l'isolamento prima di mettere le apparecchiature in tensione.

6.2 Fasi della messa in servizio

Accertarsi che le fasi a seguire siano condotte correttamente e adattate all'applicazione:

- Installazione del prodotto
- Cablaggi
- Assegnazione dei terminali e passaggio dei cavi
- Arresto di sicurezza
- Impedire l'avviamento accidentale del motore con le misure del caso.
- Prendere le ulteriori misure necessarie in funzione dell'applicazione prevista per non mettere in pericolo le persone e le macchine.
- Mettere in tensione l'impianto e, ove applicabile, attivare la tensione I/O 24 V DC
- Parametrizzare i dispositivi in base all'applicazione
- Se del caso, configurare i collegamenti dei bus di campo in base all'applicazione
- Eseguire la procedura di validazione (vedi capitolo "Validazione").
- Creare un report di configurazione.



Avvertenza

Prima che l'impianto sia messo in servizio e divenga operativo, dovrà essere condotta una procedura di validazione (vedi "8 Validazione").

6.3 Modalità operative

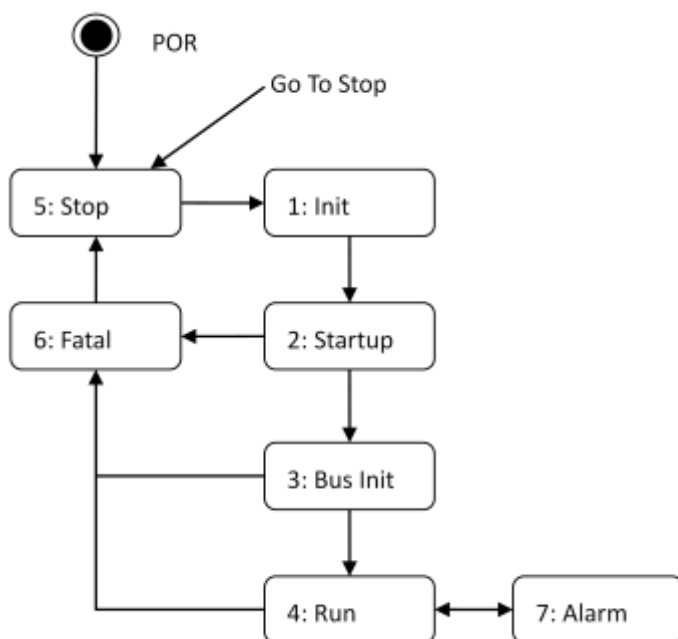
Gli stati elencati di seguito sono inoltrati alla componente di controllo del servo per la diagnosi (mostrata sul display a LED frontale 7-SEG) dopo ogni nuovo avviamento libero da guasti della componente di sicurezza.

N. Stato	7-SEG	Nome stato	Descrizione
"1"	"1"	INIT	Inizializzazione delle MPU e del sistema operativo (OS). Tutte le uscite sono disattivate - Stato sicuro.
"2"	"2"	STARTUP	Inizializzazione dell'applicazione utente. Tutte le uscite sono disattivate - Stato sicuro.
"3"	"3"	BUS INIT	Inizializzazione del bus di campo. Tutte le uscite sono disattivate - Stato sicuro.
"4"	"4"	RUN	Il sistema è in stato di esercizio (RUN). Normale funzionamento del sistema. Tutte le uscite sono commutate sulla base dello stato logico attuale.
"5"	"5"	STOP	Il sistema è in stato di STOP. In stato di arresto è possibile caricare dall'esterno i parametri e i dati di programmazione. Tutte le uscite sono disattivate - Stato sicuro.
"6"	"F"	FATAL	Il sistema è in stato di errore irreversibile (FATAL). Tutte le uscite sono disattivate - Stato sicuro. Il guasto può essere ripristinato solo riattivando l'alimentazione della componente di sicurezza.
"7"	"A"	ALARM	Il sistema è in stato di allarme (ALARM). Tutte le uscite sono disattivate - Stato sicuro.
	"E"	MUTED ALARM	Il sistema indica uno stato di allarme ECS-, ICS- o ACS-, ma resta in stato di RUN.

■ Stato Macchina Generale (MSM)

Lo stato macchina generale (Main State Machine o MSM) è lo stato generale del dispositivo che determina il funzionamento di ciascuna funzione della componente di sicurezza.

L'utente può consultarlo dai dati diagnostici (Strumenti e display a LED del modulo azionamento).



Go to Stop: La transizione allo stato di Stop comandata dall'utente (mediante gli strumenti appositi) è possibile in qualsiasi stato

6.4 Funzione di reset

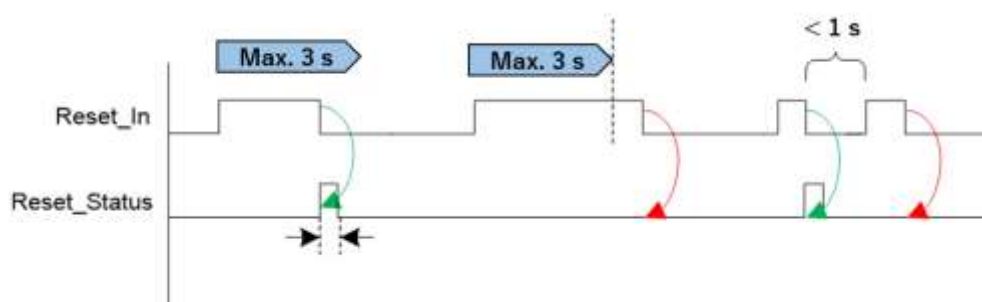
La funzione di reset può essere sia una funzione di avvio dopo il ritorno in tensione (reset generale) sia dovuta a uno stato/allarme (reset interno). Quest'ultimo è attivato dal bus (CoE). La tabella a seguire riepiloga le funzioni di reset e i rispettivi effetti.

Tipo di reset	Elemento attivante	Nota
Reset generale	Ritorno in tensione / avvio apparecchiatura	Funzione di reset dopo un arresto generale e l'avvio del dispositivo.
Reset interno	Ingresso per reset	Attivazione del reset interno mediante configurazione di un ingresso per reset
	CoE	Attivazione del reset interno da CoE
	Reset Modulo Servoazionamento	Attivazione del reset interno dal modulo servoazionamento

6.4.1 Reset temporizzato

L'ingresso di reset è sottoposto a monitoraggio temporale in modalità "RUN" per avviare il reset interno. Un reset interno è attivato quando la curva dell'ingresso di reset scende fino a $4\text{ ms} < T < 3000\text{ ms}$ tra la traiettoria ascendente e quella discendente.

L'intervallo tra 2 segnali di reset è soggetto a monitoraggio temporale. È possibile eseguire un secondo reset una volta trascorso un dato periodo di tempo ($\geq 1\text{ s}$) dal primo reset.



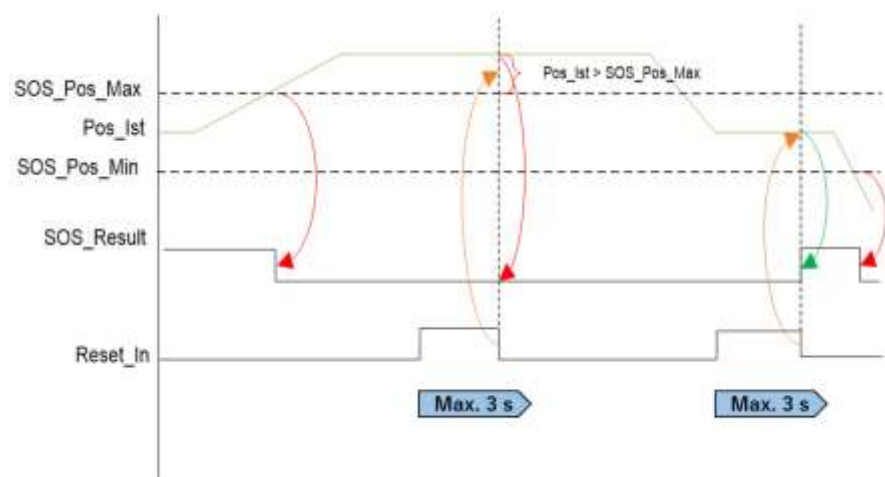
6.4.2 Attivazione dei reset

Unità funzionale	Reset generale	Reset interno	Funzione
Errore irreversibile	✓		Reset guasto
Allarme	✓	✓	Reset allarme
Funzioni di monitoraggio	✓	✓	Reset di una funzione di monitoraggio richiesta
Flip-Flop	✓	✓	Stato = Reset
Timer	✓	✓	Timer = 0

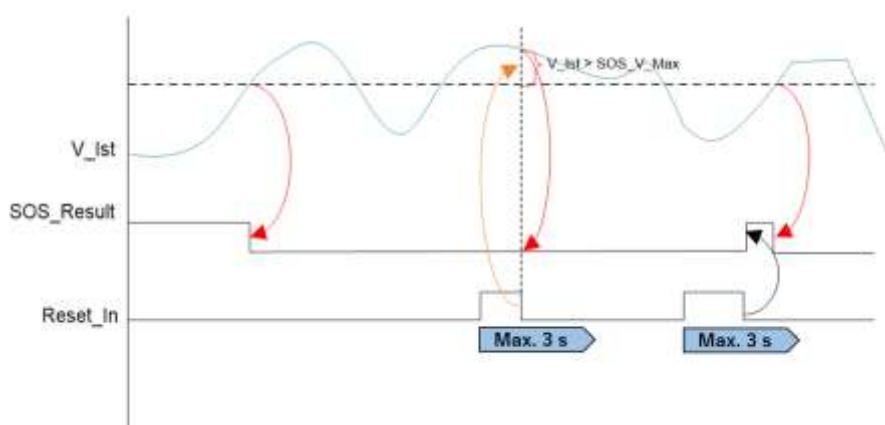
Il reset causa il ripristino dello stato della funzione di monitoraggio.

- Il ripristino di una SMF (Funzione di monitoraggio di sicurezza) i cui valori di processo continuano a superare i limiti parametrizzati non porta alla modifica dello stato dell'uscita della SMF.
- Funzioni temporizzate - i timer attivano il reset dello stato delle uscite della funzione di monitoraggio. Una reazione si verifica solo dopo un ulteriore monitoraggio dei valori limite parametrizzati.

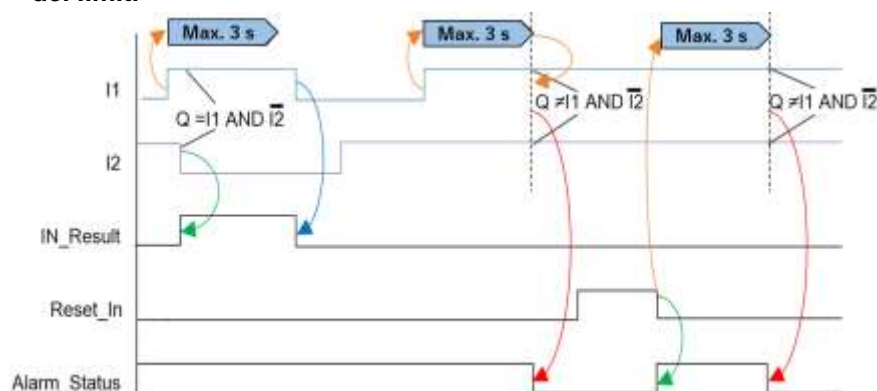
- **Valore corrente (posizione) oltre i limiti parametrizzati → nessun cambiamento di stato delle uscite in seguito al reset in condizione di allarme**



- **Valore corrente (velocità) superiore ai limiti parametrizzati → nessun cambiamento di stato delle uscite in seguito al reset in condizione di allarme**



- **Funzione temporizzata → reset di stato dell'uscita, reazione in seguito al monitoraggio continuo dei limiti**



⚠ Note di sicurezza

- Per le funzioni temporizzate, per es. monitoraggio temporale dei segnali di ingresso complementari, si esegue il reset della condizione delle uscite; ciò non sarà rilevato come un guasto fino all'ulteriore superamento del limite (di tempo).
- Per evitare gli usi impropri, per es. l'attivazione ripetuta della funzione di reset per evitare una condizione di allarme, la programmazione del PLC dovrà includere, ove appropriato, una misura adeguata allo scopo.

7

Configurazione e Parametrizzazione

7.1 Configurazione e Parametrizzazione

La componente di sicurezza è configurabile in funzione dell'elaborazione delle funzioni legate alla sicurezza. Questi dati di configurazione sono creati dallo strumento di configurazione in dotazione (PANATERM for Safety) o attraverso la modifica dei file di configurazione e contengono le impostazioni di dispositivo, encoder, assi, sezioni di test e l'interconnessione delle funzioni di sicurezza nella logica (programma PLC).

I dati di configurazione sono inviati da PANATERM for Safety alla componente di sicurezza, che li archivia come configurazione standard in una memoria flash non volatile.

Per informazioni più dettagliate sulla configurazione, consultare la documentazione allegata allo strumento di configurazione in dotazione.



◆ NOTA

Validazione Funzionale

- **Per garantire che la componente di sicurezza sia attiva e libera da guasti, dovrà essere condotto un test delle funzioni di sicurezza almeno una volta l'anno. Per questa finalità, gli elementi utilizzati nella parametrizzazione (ingressi, uscite, funzioni di monitoraggio ed elementi logici) dovranno essere testati in termini di funzionamento e capacità di arresto.**

8

Validazione

8.1 Validazione

Ogni singola funzione di sicurezza implementata dev'essere validata per garantirne il funzionamento corretto e l'affidabilità.

La validazione delle funzioni di sicurezza dovrà essere condotta in misura sufficiente a garantire la corretta implementazione delle misure pianificate per la riduzione del rischio. È possibile consultare per riferimento, tra le diverse norme applicabili, gli standard EN ISO 13849-2 o DIN EN 61508. Di conseguenza, la validazione in funzione dei livelli ottenibili in conformità alle linee guida descritte di seguito dovrebbe includere:

- Validazione della funzione di sicurezza nello strumento di programmazione.
- Ulteriore validazione della funzione di sicurezza nella macchina assemblata.
- Conduzione di prove funzionali delle misure diagnostiche e degli arresti in caso di guasto.
- Implementazione delle misure di rilevamento dei guasti, la corretta disposizione dei cablaggi anche sulla macchina.

La validazione dei controlli di sicurezza dovrebbe includere, ove appropriato, un'analisi dettagliata e una simulazione dei guasti, in aggiunta al collaudo funzionale.

L'analisi dovrebbe essere condotta all'inizio del processo di progettazione per individuare con tempestività i problemi.

L'ambito delle analisi e dei test da svolgere in fase di validazione dipende dalla complessità del controllo e del suo collegamento alla macchina o all'impianto.

È opportuno creare un verbale di validazione che ne descriva le fasi. In funzione della complessità del controllo o della macchina da testare, il verbale dovrebbe includere le seguenti informazioni:

- Requisiti per la conduzione della validazione
- Condizioni ambientali e operative della validazione
- Principi di sicurezza fondamentali e comprovati utilizzati, la cui implementazione dovrà essere validata.
- Componenti comprovate - specifiche e validazione degli usi
- Considerazione ed esclusione dei guasti
- Analisi e test utilizzati
- Funzione di sicurezza del controllore o della macchina - descrizione funzionale e procedure di test

Per garantire il corretto funzionamento dei controlli legati alla sicurezza dopo la messa in servizio e la validazione, oltre che per garantire la sicurezza, è necessario condurre regolarmente la manutenzione e la verifica per mezzo di un calendario di prove. La tempistica delle prove dovrà essere inclusa nel piano di validazione.

Nei Capitoli a seguire si illustreranno le differenze tra la validazione delle macchine progettate dagli utenti e quella delle macchine prodotte in serie. Su questo punto è opportuno notare che:

- La validazione di un prototipo di una macchina prodotta in serie segue principi e procedure identiche alla validazione di una singola macchina o apparecchiatura.

8.2 Validazione di una singola macchina o di un'apparecchiatura

8.2.1 Prerequisiti per l'analisi e la validazione delle misure di sicurezza integrate nei controlli

Per un'analisi adeguata dell'implementazione delle misure di sicurezza nei controlli, è obbligatorio valutare la pianificazione e la documentazione sulla base delle quali sono definiti i requisiti di sicurezza. Di conseguenza, nel capitolo a seguire saranno descritte le linee guida e le analisi da condurre.

L'analisi richiede una conoscenza approfondita dei principi di funzionamento e della portata delle funzionalità diagnostiche svolte dal controllo, delle categorie ottenibili con la configurazione scelta, la precisione di rilevamento e la tolleranza ai guasti, nonché i tempi di risposta e la loro dipendenza da altri parametri. Tutti questi aspetti sono descritti nelle sezioni corrispondenti del manuale.

8.2.1.1 Progettazione delle funzioni di sicurezza

L'analisi delle funzioni di sicurezza implementate dipende dal tipo e dal metodo di progettazione, dalla struttura della programmazione e dalla gestione degli ingressi della componente di sicurezza di un controllo. Le funzioni di sicurezza dovrebbero essere assegnate con chiarezza e limitate alla destinazione d'uso specifica. Dovranno essere descritti esaurientemente in fase di progettazione, in particolare:

- I parametri di attivazione (per es. selezione di un determinato tipo di modulo azionamento, attivazione dell'arresto di emergenza, porta di accesso aperta, barriera fotoelettrica richiesta ecc.), i quali dovranno essere specificati con chiarezza
- Le funzioni di monitoraggio standard utilizzate dovranno essere citate includendo i loro parametri (per es. SLS con soglia di arresto, SOS e rispettive soglie di risposta ecc.)

In aggiunta, le componenti delle apparecchiature legate alla sicurezza specificate in fase di progetto, nonché le loro caratteristiche, dovranno essere documentate a sufficienza per la successiva fase di revisione. In particolare, dovranno essere documentati:

- Tipo e portata dei componenti di controllo previsti (per es. componente di sicurezza in stand-alone).
- Finalità, tipo e caratteristiche dei dispositivi di controllo e degli indicatori di posizione e condizione (per es. cambio modalità, arresto di emergenza a due canali, finecorsa singolo o a due canali, ecc.)
- Tipo e caratteristiche dei sensori speciali (per es. sensori di velocità e/o posizione, struttura monocanale o a due canali delle acquisizioni, risoluzione e parametri di configurazione)
- Infine, durante la pianificazione, dovranno essere analizzate le possibilità di guasto delle componenti legate alla sicurezza, insieme alle diagnostiche e alle contromisure corrispondenti. Le diagnostiche e le contromisure possono essere progettate nell'applicazione attraverso le funzioni di programmazione corrispondenti, nonché utilizzando le funzionalità diagnostiche del controllo di sicurezza. In merito a guasti e diagnostica, si dovrà prestare particolare attenzione a:
 - Guasti degli organi di commutazione nei dispositivi di controllo o degli indicatori di posizione e nelle diagnostiche corrispondenti (per es. arresto di emergenza a due canali con monitoraggio, ecc.)
 - Cortocircuiti nei cablaggi delle periferiche e diagnostica corrispondente (per es. uso degli impulsi, interruttori complementari)
 - Guasti nei sistemi di rilevamento speciali come sensori di velocità e posizione e diagnostica corrispondente (per es. struttura di acquisizione, diagnostica eseguita dai controlli e rispettive designazioni)

8.2.1.2 Struttura e input del programma

Una programmazione strutturata e un codice efficace sono essenziali per il buon esito della validazione finale. Il software PANATERM for Safety è stato sviluppato appositamente per i controlli di sicurezza e offre una piattaforma di programmazione eccellente, con la possibilità di creare il codice in maniera strutturata, chiara e personalizzata per la funzione di sicurezza.

Si consiglia vivamente di utilizzare un layout “a foglio” (tipo Excel), nonché un’assegnazione funzionale. Per garantire una buona leggibilità e facilitare la revisione, è opportuno osservare le seguenti regole:

- La programmazione dovrà essere pianificata prima della compilazione effettiva e le funzioni logiche dovrebbero essere descritte esaurientemente in fase di progettazione (per es. tabella di verità ecc.)
- Durante la compilazione sarà necessario garantire una buona leggibilità: le linee di collegamento verso le funzioni logiche e gli altri segnali dovranno essere opportunamente separate, impedendone il più possibile la sovrapposizione.
- Le componenti attivate dovranno essere identificate con la loro abbreviazione e accompagnate da una descrizione funzionale nel diagramma di cablaggio.
- La pre-elaborazione del segnale, in caso di applicazioni multiple, dovrà essere immessa in pagine separate con un’identificazione chiara dei segnali.
- Le funzioni di sicurezza e le rispettive attivazioni dovranno essere illustrate con cura, ove possibile con un layout a foglio. I fogli dovranno essere denominati in modo appropriato sulla base della funzione di sicurezza pertinente.
- Allo stesso modo, i canali di arresto richiamati da più funzioni di sicurezza devono essere descritti su fogli separati e identificati con chiarezza.

8.2.2 Revisione e analisi teorica delle funzioni di sicurezza implementate

Una volta completata la pianificazione e la programmazione delle funzioni di sicurezza, si consiglia di condurre una verifica e un’analisi teoriche delle misure di sicurezza prima della messa in servizio. Se durante la messa in servizio saranno effettuate delle modifiche o saranno aggiunte funzionalità, questa revisione dovrà essere ripetuta iterativamente sulla base delle condizioni effettive e della procedura. La revisione e l’analisi si articolano in:

- Verifica del Livello Prestazionale ottenuto come da EN ISO 13849-1 e della SIL ottenuta come da EN EN 61508.
- Verifica della corretta implementazione delle disposizioni per le componenti utilizzate e delle rispettive diagnostiche dei guasti.
- Verifica della corretta implementazione delle funzioni logiche e delle funzioni di sicurezza a norma.
- Analisi dei tempi di risposta ottenibili e successiva verifica sulla base delle disposizioni di progetto.

8.2.2.1 Verifica del Livello Prestazionale come da DIN EN ISO 13849-1 e della SIL come da DIN EN 61508

Una volta ultimata la pianificazione, si dovrà determinare se il Livello Prestazionale richiesto (“PL r”) e la SIL determinati durante la procedura di valutazione del rischio siano ottenute per il sistema e le componenti selezionate, considerando le loro caratteristiche e le diagnostiche da utilizzare per ciascuna funzionalità di sicurezza.



♦ NOTA

- Per la validazione del Livello Prestazione e della SIL ottenuti, sarà necessario utilizzare i parametri di sicurezza specificati nella manualistica delle componenti (PFH e Category, idoneità per SIL ecc.).
- Per le categorie definite e le strutture legate alla sicurezza, nonché per la classificazione delle diagnostiche disponibili ed effettivamente utilizzate nei controlli di sicurezza, sarà necessario fare riferimento ai dati del manuale.
- La determinazione effettiva del PL e della SIL dovrà essere effettuata secondo le disposizioni contenute nelle norme di riferimento. Le norme applicabili sono specificate espressamente di seguito.

Le persone incaricate di condurre la revisione in questione dovranno essere competenti nelle procedure di calcolo e nei loro principi fondamentali.

Per la verifica del Livello Prestazionale come da EN ISO 13849-1, si consiglia di eseguire la verifica teorica utilizzando lo strumento software gratuito SISTEMA.

8.2.2.2 Revisione dell'implementazione di componenti e funzioni pianificate

Una volta completata l'immissione, le componenti, le funzioni logiche e le funzioni del controllo di sicurezza devono essere testate per verificare l'aderenza ai criteri fondamentali e la completezza. Si consiglia di eseguire questa operazione su una copia cartacea del programma. Se il programma è stato immesso in maniera strutturata ed è stato articolato in parti separate (come sopra descritto), la revisione potrà essere condotta con semplicità e chiarezza. Nel caso in cui in fase di revisione non può essere determinata un'assegnazione chiara, sarà necessario apportare correzioni al programma e inserire ulteriori articolazioni. Ciò risulterà utile anche in seguito, durante la fase di revisione pratica della funzionalità progettata.

8.2.2.3 Determinazione e verifica dei tempi di risposta

Il tempo di risposta è una caratteristica legata alla sicurezza di grande importanza e dev'essere preso in considerazione per qualsiasi applicazione o funzione di sicurezza specifica per l'applicazione. Nel capitolo a seguire si elencano i tempi di risposta delle singole funzioni, insieme alla loro potenziale dipendenza da altri parametri. Se queste voci non sono sufficienti per una data applicazione, la temporizzazione dovrà essere validata in confronto alla temporizzazione teorica attraverso misurazioni separate. Ciò risulta particolarmente importante se si usano funzioni di filtro.



Compromissione significativa della sicurezza in caso di definizione errata dei tempi di risposta

I tempi di risposta devono essere determinati per la funzione di sicurezza di ciascuna applicazione e devono essere confrontati con i valori correnti sulla base dei dati a seguire.

Dovrà essere esercitata particolare cautela nell'utilizzo delle funzioni filtro. Il tempo di risposta può dilatarsi significativamente in base alla lunghezza e al tempo del filtro, cosa che dev'essere presa in considerazione durante la progettazione delle funzioni di sicurezza.

Per attività particolarmente critiche è opportuno validare il tempo di risposta tramite misurazioni.

In seguito a un allarme / all'avvio del dispositivo o a un reset del guasto, in determinate circostanze e sulla base della programmazione dell'applicazione, le uscite possono diventare attive per l'intera durata del tempo di risposta. Ciò dovrà essere preso in considerazione durante la pianificazione delle funzioni di sicurezza.

Tempi di risposta nel funzionamento standard

Il tempo di ciclo della componente di sicurezza è fondamentale per il calcolo dei tempi di risposta.

Corrisponde a **T cycle = 4 ms**.

I tempi di risposta elencati a seguire corrispondono alla durata massima per ogni caso d'uso specifico nella componente di sicurezza.

In funzione del singolo caso d'uso, si dovranno aggiungere ulteriori tempi di risposta di sensori e attuatori specifici per l'applicazione per raggiungere la durata complessiva.

Funzione	Tempo di risposta [ms] (Nota 2)	Spiegazione
Attivazione dell'uscita digitale dall'ingresso digitale	8	Lettura delle informazioni in ingresso e commutazione dell'uscita (informazioni in uscita).
Disattivazione dell'uscita digitale dall'ingresso digitale	8	Lettura delle informazioni in ingresso e disattivazione dell'uscita (informazioni in uscita).
Attivazione di una funzione di monitoraggio dal segnale ENABLE con conseguente arresto dell'uscita digitale	12 (Nota 1)	Attivazione di una funzione di monitoraggio attraverso il segnale ENABLE.
Risposta da una funzione di monitoraggio già attivata, inclusa l'elaborazione del PLC per la posizione e la velocità sull'uscita di-	12 (Nota 1)	Quando una funzione di monitoraggio è attivata da ENABLE, il modulo richiede un ciclo per calcolare il valore corrente della velocità. Nel ciclo successivo, dopo il calcolo, l'informazione è

Funzione	Tempo di risposta [ms] (Nota 2)	Spiegazione
gitale		elaborata dal PLC e riportata: l'implementazione della logica porta (per esempio) alla commutazione di un'uscita.
Valore filtro medio (per le impostazioni vedi la finestra di dialogo Encoder in PANA-TERM for Safety)	0 — 32	Tempo di esecuzione medio complessivo. Questo tempo di esecuzione incide solo sulle funzioni di monitoraggio legate a posizione / velocità / accelerazione, ma non sull'elaborazione logica.

(Nota 1) Quando si utilizza un calcolo della media, dovrà essere aggiunto il tempo di risposta.

(Nota 2) Questo tempo di risposta indica solo il tempo di calcolo della CPU. Il tempo di risposta effettivo dagli ingressi digitali sicuri alle uscite non deve superare i 2 ms.

Per es. Il tempo di risposta massimo della STO è 10 ms (= 8 ms + 2ms).

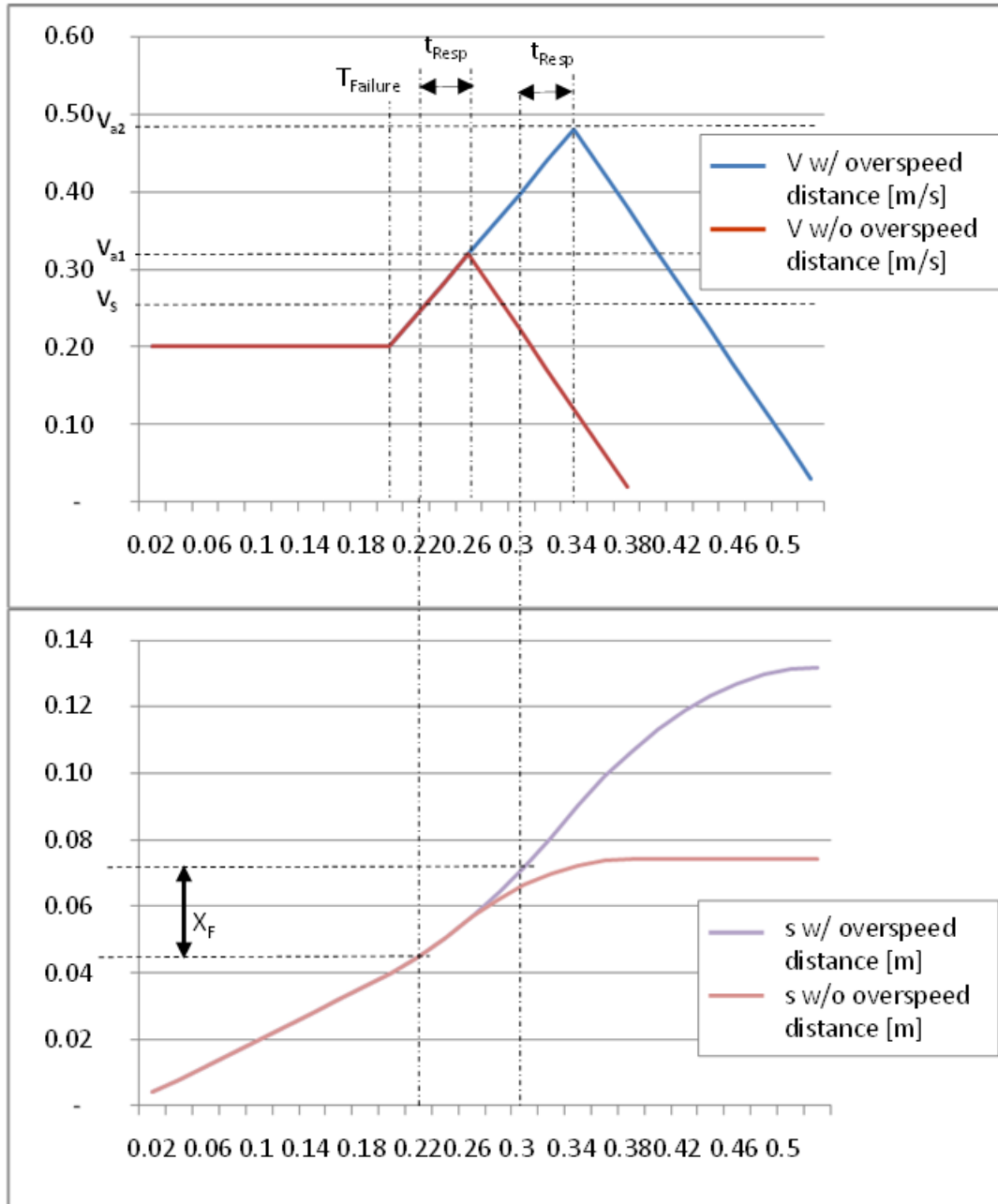
Tempi di risposta agli errori nel monitoraggio della distanza

Per il calcolo del caso peggiore, è opportuno utilizzare l'espressione a seguire:

Velocità del sistema al momento del campionamento	$V(t)$
Velocità del sistema alla risposta della componente di sicurezza	V_A
Soglia di monitoraggio (SLS o SCA)	$V_S = \text{costante per ogni } t$
Valore filtro parametrizzato	$X_F = \text{costante per ogni } t$
Accelerazione massima possibile dell'applicazione	$a_F = \text{costante per ogni } t$
Ritardo dopo l'arresto	$a_V = \text{costante per ogni } t$
Tempo di campionamento per il verificarsi di un caso peggiore	T_{Failure}
Tempo di risposta della componente di sicurezza	t_{Resp}

Nel considerare il caso peggiore, si presume che il modulo azionamento si muova alla velocità iniziale V_K , esattamente alla soglia parametrizzata V_0 , per poi accelerare al valore massimo possibile a_0 .

■ **Schema 1: Risposta del modulo azionamento con e senza distanza di sovravelocità**



V w/ overspeed distance [m/s]	V c/ distanza di sovravelocità [m/s]
V w/o overspeed distance [m/s]	V s/ distanza di sovravelocità [m/s]
s w/ overspeed distance [m/s]	s c/ distanza di sovravelocità [m/s]
s w/o overspeed distance [m/s]	s s/ distanza di sovravelocità [m/s]

Per le curve **V** e **s** senza distanza di sovravelocità, sussistono le seguenti relazioni:

Parametro	Metodo di calcolo	Nota
t_{Resp}	Valore del tempo di risposta della componente di sicurezza + ritardo nella catena di arresto esterna	Ritardo nella catena di arresto esterna da relé / contattore, dati del fabbricante del freno, ecc.
a_F, a_V	n.a.	Stima dall'applicazione
V_{a1}	$= V_s + a_F \cdot t_{Resp}$	

Per le curve **V** e **s** con distanza di sovravelocità, sussistono le seguenti relazioni:

Parametro	Metodo di calcolo	Nota
t_{Resp}	Valore del tempo di risposta della componente di sicurezza + ritardo nella catena di arresto esterna	Ritardo nella catena di arresto esterna da relé / contattore, dati del fabbricante del freno, ecc.
a_F, a_V	n.a.	Stima dall'applicazione
V_{a2}	$= a_F * t_{\text{Resp}} + (V_{S2} + 2 * a_F * X_F)^{1/2}$	



♦ NOTA

- **L'azione del filtro incrementa la soglia di velocità impostata V_a di una quantità ΔV_{Filter} . Per l'applicazione sarà necessario prendere in considerazione i nuovi valori del tempo di risposta ($T_{\text{Resp}} = T_{\text{safety part}} + T_{\text{Filter}}$) nonché la velocità conseguente all'arresto da parte della componente di sicurezza.**

8.2.3 Implementazione pratica della validazione dopo il buon esito della messa in servizio

Per garantire il corretto funzionamento di tutte le funzioni di sicurezza implementate, una volta che l'utente avrà completato l'implementazione, la messa in servizio e la parametrizzazione, sarà necessario condurre una verifica dei parametri e dei collegamenti logici e compilare la documentazione corrispondente. Queste procedure possono essere eseguite con la massima efficienza mediante il software PANATERM for Safety e la funzionalità "Configuration Report" (Report di Configurazione).

Come accennato in precedenza, la validazione delle funzioni di sicurezza dovrebbe essere pianificata in sede di progetto. È possibile utilizzare il report di validazione di PANATERM for Safety, ma è anche necessario comprendere le singole caratteristiche legate alla sicurezza della componente di sicurezza.

La progettazione della componente di sicurezza si basa su alcuni presupposti essenziali:

- I dati di parametrizzazione e il codice del programma del PLC memorizzati nella memoria flash della componente di sicurezza non sono modificabili. I test a regime e le etichettature corrispondenti danno gli stessi risultati nel corso delle misurazioni di base.
- La correttezza di una configurazione non può essere verificata dalla componente di sicurezza. Di conseguenza, la parametrizzazione dei sensori, i valori di soglia e i valori limite dovranno essere testati in fase di validazione con gli strumenti e le procedure necessarie.
- È necessario l'intervento di una figura professionale esperta per garantire la correttezza della parametrizzazione.
- Dopo il buon esito della messa in servizio, l'utente dovrà certificare che le specifiche corrispondano ai dati del report di configurazione e ai parametri della componente di sicurezza.
- I valori parametrizzati per la sezione di test, i sensori e le funzioni di monitoraggio devono essere riesaminati singolarmente dall'utente mediante un test di funzionamento e successivamente sottoposti a validazione e documentazione.
- Le funzioni del PLC programmate dall'utente devono essere adeguatamente verificate, validate e documentate. A questo proposito, si raccomanda che le disposizioni di progetto siano sottoposte a una verifica in corso d'opera e siano impiegate in fase di programmazione, così da consentire il collaudo sul campo della componente di sicurezza.

8.2.3.1 Report di configurazione

Si raccomanda espressamente di eseguire la validazione del modulo di sicurezza per mezzo di un report di configurazione generabile da PANATERM for Safety. In alternativa, è possibile compilare un report di validazione personalizzato che documenti le validazioni elencate di seguito.

Struttura del report di configurazione

Il report di configurazione contiene i seguenti dati:

- Un'intestazione nella quale sono immessi i dati generali del progetto, nonché alcuni campi di verifica selezionati (vedi descrizione a seguire).
- Documentazione della programmazione logica basata su un elenco di istruzioni (codice PLC)
- Elenco degli ingressi e delle uscite utilizzate e rispettiva parametrizzazione
- Tutte le funzioni di monitoraggio utilizzate e i rispettivi parametri

Creare un report di configurazione

Il report di configurazione è compilato direttamente attraverso la lettura dei codici e dei parametri programmati nel dispositivo. Di conseguenza, il report può essere generato solo quando il dispositivo è connesso a PANATERM for Safety.

Il richiamo della funzione per generare il report di validazione avviene dalla finestra di dialogo del software di parametrizzazione PANATERM for Safety ed è possibile solo se è attivo un collegamento a una componente di sicurezza.

I dati necessari per il report sono trasmessi dal dispositivo connesso e trasformati in formato leggibile in un documento PDF. La posizione del documento salvato può essere decisa dall'utente al momento della creazione.

Eventuali modifiche ai campi possono essere apportate direttamente nel documento PDF. La validazione può essere documentata con la stampa del report di configurazione.

Compilare il report di configurazione

Il report di configurazione dev'essere compilato come segue:

- Compilare i dati specifici per l'apparecchiatura nel campo "Header" (Intestazione). Questi dati sono immessi a scopo informativo, ma dovranno essere adattati, in termini di portata e contenuti, in base al collaudatore o al destinatario.
- Le singole funzioni e i dati da verificare contengono diversi campi da compilare, per es. con un segno di spunta o una "X", per determinare l'esito del test o della verifica.
- Verificare e documentare che i dati immessi nell'intestazione (numero di matricola, tipo dispositivo, CRC, configurazione) siano identici ai dati del modulo
- Validare la programmazione logica del PLC e accertarsi che la funzionalità eseguita corrisponda esattamente alle specifiche.
- Nei campi relativi a ingressi e uscite, verificare che ogni voce corrisponda al collegamento effettivo alla componente di sicurezza.
- Verificare in quale misura tutte le funzioni di sicurezza (per es. SLS, SCA ecc.) corrispondano ai parametri definiti in sede di progettazione.



♦ NOTA

- Per creare e validare il report di configurazione sarà necessario caricare i dati di programmazione e di parametrizzazione corretti.
- Tutti i parametri e le istruzioni del programma dovranno essere validati per l'apparecchiatura o la macchina e confermati nel report di configurazione.
- Il collaudatore dovrà validare tutti i dati contemplati nel report di configurazione esaminando adeguatamente tutti i valori limite impostati nelle funzioni di monitoraggio in uso.

- **L'elenco delle istruzioni del PLC dev'essere incluso principalmente a scopo di documentazione. La correttezza della programmazione dovrà essere verificata in primo luogo mediante una simulazione appropriata delle funzioni logiche. Una verifica basata sull'elenco delle istruzioni del PLC richiede conoscenze specialistiche ed è opportuno eseguirla solo quando non è possibile ricorrere alla simulazione.**
- **L'esecuzione pratica della validazione di sicurezza dovrà essere effettuata direttamente presso la macchina o le apparecchiature interessate. La validazione richiede, come minimo, l'uso dei documenti elencati a seguire:**
 - **Manuale di uso e manutenzione della macchina o delle apparecchiature con relative avvertenze**
 - **Diagramma di cablaggio/circuiteria del sistema generale di controllo**
 - **Documentazione di progetto della componente di sicurezza come descritta in precedenza.**
 - **Report di configurazione in formato elettronico o cartaceo**

L'esecuzione effettiva dovrebbe essere condotta sulla base delle direttive a seguire:

- (1) Le componenti collegate come dispositivi di controllo, sensori e attuatori devono essere esaminati per verificare che i collegamenti siano corretti. Questa verifica dovrà essere effettuata in primo luogo mediante l'attivazione o la stimolazione dei sensori e controllando l'indicatore di stato della componente di sicurezza.
- (2) È necessario eseguire un controllo delle funzioni diagnostiche, per es. mettendo in corto un impulso per verificarne l'assegnazione ecc.
- (3) Ove le funzioni legate alla sicurezza prevedano l'uso dei dati sulla velocità e/o la posizione, sarà necessario in primo luogo accertarsi che le acquisizioni dei dati siano precise. Questo test può essere effettuato attraverso le funzioni diagnostiche disponibili in PANATERM for Safety per la velocità e la posizione. Nella procedura sarà necessario un dispositivo adatto per verificare la velocità e la posizione indicate. Questo test è un requisito essenziale, pertanto dovrà essere condotto fisicamente e non può essere sostituito da una verifica teorica.
- (4) Si raccomanda inoltre di condurre un test diagnostico sul sensore di posizione o velocità. Per fare ciò, sarà necessario scollegare un sensore o una linea di sensori.
- (5) Le funzioni logiche dovranno essere verificate in rapporto alle disposizioni di progetto. La procedura prevede in primo luogo la stimolazione corrispondente degli ingressi ecc. e la conseguente verifica degli effetti (per es. attivazione di una funzione di monitoraggio o disattivazione di un'uscita).
- (6) I parametri di configurazione delle funzioni di monitoraggio non devono essere testati solo in rapporto alle disposizioni di progetto, ma anche osservandone la risposta al superamento dei limiti parametrizzati.

8.2.3.2 Bloccare la configurazione

Il blocco della configurazione è la fase finale della validazione. Bloccare significa confermare l'esito positivo della validazione, pertanto il blocco dovrà essere effettuato esclusivamente in questa circostanza.

Il blocco può essere effettuato mediante il software di comando (PANATERM for Safety).

9

Manutenzione

9.1 Note di sicurezza per la manutenzione del dispositivo



Note di Sicurezza per la Manutenzione del Dispositivo

Se il dispositivo è malfunzionante, dovrà essere riparato o sostituito da un fornitore di assistenza professionale autorizzato dall'Unità Operativa Industrial Device Solution di Panasonic Corporation.

Le manipolazioni del dispositivo di altra natura potrebbero comportare la perdita della garanzia.

9.2 Modifiche alla scheda della componente di sicurezza

- Le modifiche all'hardware sono riservate esclusivamente al fabbricante.
- Le modifiche al firmware (aggiornamenti) sono riservate esclusivamente al fabbricante.
- Le modifiche ai parametri del firmware sono riservate esclusivamente al fabbricante.
- Le riparazioni devono essere eseguite esclusivamente dal fabbricante.



♦ **NOTA**

- **Tutte le autorizzazioni in materia di sicurezza e tutte le garanzie perdono validità se l'utente manomette l'interno dell'apparecchiatura (per es. sostituzione di componenti o saldature)**

9.3 Sostituzione dei dispositivi

Al momento della sostituzione della componente di sicurezza, il nuovo modulo dovrà essere configurato con i dati di progetto corrispondenti.

Il CRC (controllo di ridondanza ciclico) dovrà essere identico prima e dopo la sostituzione.

Se si intende modificare il progetto o non è possibile recuperare i dati dalla vecchia componente di sicurezza, dovrà essere condotta una nuova procedura di approvazione / validazione.

Per una sostituzione corretta è necessario utilizzare il software di programmazione PANATERM for Safety.

9.4 Smaltimento

Attenersi alle normative nazionali per lo smaltimento dei dispositivi elettrici.

Il simbolo del bidone della spazzatura barrato significa che i dispositivi elettrici ed elettronici, insieme ai loro accessori, devono essere smaltiti separatamente dai rifiuti domestici.

I materiali possono essere riutilizzati come da rispettiva etichetta. Il riuso, il riciclo dei materiali o altre forme di riciclo dei dispositivi obsoleti contribuiscono in maniera considerevole alla protezione dell'ambiente.



Smaltire le singole parti separatamente in base alla loro composizione e alle normative nazionali in materia, per esempio:

- Rifiuti elettronici
- Rottami metallici
- Metalli
- Rame

10

Direttive e Norme CE/UE

10.1 Direttive CE/UE

Le direttive UE/CE a seguire sono dichiarate applicabili allo sviluppo, il funzionamento e la validazione:

Direttiva 2006/42/CE	Direttiva macchine
Direttiva 2014/35/UE	Direttiva bassa tensione
Direttiva 2011/65/UE	Direttiva RoHS

10.2 Norme tecniche

Le seguenti norme europee non legalmente vincolanti sono utilizzate per la validazione della conformità alle direttive del sistema.

10.2.1 Normativa per la sicurezza funzionale

Norma	Titolo	Edizione
IEC 61508	Parte 1-7: Sicurezza funzionale dei sistemi di sicurezza elettrici / elettronici / elettronici programmabili	2010
EN ISO 13849-1	Sicurezza delle macchine - Componenti di sicurezza dei sistemi di controllo - Parte 1: Principi generali di progettazione	2015
EN ISO 13849-2	Sicurezza delle macchine - Componenti di sicurezza dei sistemi di controllo - Parte 1: Validazione	2012
EN ISO 13850	Sicurezza delle macchine - Componenti di sicurezza dei sistemi di controllo - Parte 1: Validazione	2012
EN 62061	Sicurezza delle macchine - Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici ed elettronici programmabili correlati alla sicurezza.	2015
EN 61800-5-1	Azionamenti elettrici a velocità variabile. Parte 5-1: Prescrizioni di sicurezza - Sicurezza elettrica, termica ed energetica	2007 + A1:2016
EN 61800-5-2	Azionamenti elettrici a velocità variabile - Parte 5-2: Requisiti di sicurezza funzionale.	2017
EN ISO 12100	Sicurezza delle macchine - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio	2011 + A1:2013
EN 60204-1	Sicurezza delle macchine - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Requisiti generali	2019

10.2.2 Normativa di CEM

Norma	Titolo	Edizione
EN 61800-3	Azionamenti elettrici a velocità variabile - Parte 3: Requisiti di compatibilità elettromagnetica e metodi di prova specifici.	2018
EN 61000-6-2	Compatibilità elettromagnetica (CEM) - Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali	2019

10.2.3 Normativa per la sicurezza elettrica e i requisiti ambientali

Norma	Titolo	Edizione
EN 50178	Apparecchiature elettroniche da utilizzare in installazioni elettriche	1997
EN 61800-2	Azionamenti elettrici a velocità variabile - Parte 2: Requisiti generali – Definizioni per il dimensionamento dei sistemi di azionamento in corrente alternata a bassa tensione a velocità variabile	2015
EN 60721-3-1	Classificazione delle condizioni ambientali - Parte 3: Classificazione di gruppi di parametri ambientali e della loro gravità - Sezione 1: Conservazione	2018
EN 60721-3-2	Classificazione delle condizioni ambientali - Parte 3: Classificazione di gruppi di parametri ambientali e della loro gravità - Sezione 2: Trasporto	2018
EN 60721-3-3	Classificazione delle condizioni ambientali - Parte 3: Classificazione di gruppi di parametri ambientali e della loro gravità - Sezione 3: Uso in posizione fissa in luoghi riparati dalle intemperie	2019
EN 61131-2	Controllori programmabili - Parte 2: Requisiti e test delle apparecchiature	2008
EN 60664-1	Coordinamento dell'isolamento per gli apparecchi nei sistemi a bassa tensione - Parte 1: Principi, requisiti e prove	2008
EN 60529	Gradi di protezione degli alloggiamenti (Codice IP)	2014 + A1:2017 + A2:2019