

• 15W0102A300 •

SINUS PENTA PENTA MARINE IRIS BLUE

FUNZIONE SAFE TORQUE OFF - Manuale applicativo -

Emesso il 21/04/2021
R.01

Italiano

- Il presente manuale costituisce parte integrante ed essenziale del prodotto. Leggere attentamente le avvertenze contenute in esso in quanto forniscono importanti indicazioni riguardanti la sicurezza d'uso e di manutenzione.
- Questa macchina dovrà essere destinata al solo uso per il quale è stata espressamente concepita. Ogni altro uso è da considerarsi improprio e quindi pericoloso. Il Costruttore non può essere considerato responsabile per eventuali danni causati da usi impropri, erronei ed irragionevoli.
- Enertronica Santerno S.p.A. si ritiene responsabile del prodotto nella sua configurazione originale.
- Qualsiasi intervento che alteri la struttura o il ciclo di funzionamento del prodotto deve essere eseguito o autorizzato da Enertronica Santerno S.p.A..
- Enertronica Santerno S.p.A. non si ritiene responsabile delle conseguenze derivate dall'utilizzo di ricambi non originali.
- Enertronica Santerno S.p.A. si riserva di apportare eventuali modifiche tecniche sul presente manuale e sul prodotto senza obbligo di preavviso. Qualora vengano rilevati errori tipografici o di altro genere, le correzioni saranno incluse nelle nuove versioni del manuale.
- Proprietà riservata – Riproduzione vietata. Enertronica Santerno S.p.A. tutela i propri diritti sui disegni e sui cataloghi a termine di legge.



Enertronica Santerno S.p.A.
Via della Concia, 7 - 40023 Castel Guelfo (BO) Italia
Tel. +39 0542 489711 - Fax +39 0542 489722
enertronicasanterno.it info@santerno.com

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	4
1.1. GENERALITÀ.....	4
1.2. CAMPO DI APPLICAZIONE.....	8
2. SCHEDA DI COMANDO ES927	11
3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	13
3.1. STRUTTURA DEL SISTEMA	13
3.2. DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO	13
4. DIAGNOSTICA	14
5. VALIDAZIONE DELLA FUNZIONE STO	18
5.1. REPORT DEI TEST DI ACCETTAZIONE.....	18
5.2. PERSONE AUTORIZZATE	18
5.3. ESECUZIONE DEL TEST DI ACCETTAZIONE	18
6. MESSA IN SERVIZIO, MANUTENZIONE E SMANTELLAMENTO, SMALTIMENTO, TRACCIABILITÀ GUASTI E DIAGNOSTICA.....	20
6.1. MESSA IN SERVIZIO.....	20
6.2. MANUTENZIONE.....	20
6.3. SMANTELLAMENTO	20
6.4. SMALTIMENTO	20
6.5. MESSAGGI DI ALLARME GENERATI DALL'INVERTER.....	21
7. COMPONENTI PER LE APPLICAZIONI STO	22
7.1. SCHEDA ES927.....	22
7.1.1. CONDIZIONI AMBIENTALI DI INSTALLAZIONE, IMMAGAZZINAMENTO E TRASPORTO.....	22
7.2. RELÈ DI SICUREZZA CONSIGLIATO PER L'APPLICAZIONE STO	23
7.3. PULSANTE DI EMERGENZA CONSIGLIATO PER L'APPLICAZIONE STO.....	23
7.4. INTERRUPTORE CONSIGLIATO PER LA PREVENZIONE DI FUNZIONI DI AVVIAMENTO INDESIDERATO IMPLEMENTATE CON LA FUNZIONE STO.....	23
7.5. CAVO SUGGERITO PER APPLICAZIONE STO.....	23
8. SPECIFICHE RELATIVE ALLA FUNZIONE STO.....	24
8.1. SPECIFICHE RELATIVE AGLI STANDARD DI SICUREZZA.....	24
9. TERMINI E ABBREVIAZIONI	25

Indice delle Figure

Figura 1 – Alcuni modelli compatti di Sinus Penta	5
Figura 2 – Esempio di installazione di un Sinus Penta S64/S70	6
Figura 3 – Esempio di installazione di un Sinus Penta S74	7
Figura 4 – Esempio di installazione di un Sinus Penta S75/S80	7
Figura 5 – Esempio di uno schema della funzione STO con il relè di sicurezza PILZ PNOZ X3 per la rimozione sicura dell'alimentazione.....	8
Figura 6 – Esempio di schema elettrico della funzione STO con un pulsante di arresto di emergenza	9
Figura 7 – Vista dall'alto della scheda ES927	11
Figura 8 – Vista frontale delle morsettiere della scheda ES927	12
Figura 9 – LED e display della scheda ES927	12
Figura 10 – Funzione STO integrata negli inverter	13

1. Introduzione

1.1. Generalità

Il presente manuale descrive le modalità di applicazione della funzione di sicurezza Safety Torque Off (STO) implementata sugli inverter Santerno della linea Sinus Penta, Penta Marine e Iris Blue dotati della nuova scheda di comando ES927.

Tramite diverse modalità di controllo, gli inverter della linea Sinus Penta, Penta Marine e Iris Blue regolano i valori di velocità e coppia di motori asincroni trifase e di motori in CC a magneti permanenti. Le modalità di controllo sono personalizzabili e consentono di ottenere le migliori prestazioni in termini di regolazione fine e risparmio energetico per le più disparate applicazioni industriali.

La funzione Safe Torque Off (STO) integrata negli inverter Santerno è un particolare metodo di controllo definito nella clausola 4.2.2.2 della norma EN 61800-5-2 (2007-10), precisamente:

“4.2.2.2 Safe Torque Off (STO)

L'alimentazione, che può causare la rotazione (o il movimento in caso di motore lineare) non è applicata al motore. Il PDS(SR) (Power Drive System Safety-Related) non fornisce al motore l'energia in grado di generare una coppia (o una forza in caso di motore lineare).

NOTA 1 Tale funzione di sicurezza corrisponde a un arresto incontrollato, conforme alla categoria di arresto 0 della IEC 60204-1.

NOTA 2 Tale funzione di sicurezza può essere utilizzata quando è prescritto il sezionamento dell'alimentazione al circuito di potenza per evitare un avvio imprevisto.

NOTA 3 In circostanze nelle quali sono presenti influenze esterne (per esempio, caduta di carichi sospesi) possono essere necessarie ulteriori misure (per esempio freni meccanici) per evitare i pericoli.

NOTA 4 I mezzi elettronici e i contattori non sono adeguati per la protezione dalla elettrocuzione e possono essere necessarie ulteriori misure di isolamento.”

La funzione STO consente di arrestare il motore in modo sicuro a seguito di una richiesta proveniente da un dispositivo esterno. La funzione STO rimuove l'alimentazione dal motore disabilitando i comandi PWM dalla CPU ai driver degli IGBT.

La funzione STO può essere impiegata anche per prevenire l'arresto incontrollato del motore.

La funzione STO implementata sugli inverter Sinus Penta, Penta Marine e Iris Blue è una funzione hardware totalmente indipendente dal software e dalla CPU dell'inverter. Il firmware dell'inverter implementa solo le funzioni diagnostiche non critiche relative alla funzione STO.

In caso di influenze esterne (come il sollevamento/discisa di un carico) possono essere necessarie misure aggiuntive (per esempio freni meccanici) per prevenire eventuali pericoli.



ATTENZIONE

La funzione Safe Torque Off non interrompe l'erogazione della tensione di rete e non esclude i circuiti ausiliari dell'inverter. È pertanto necessario isolare elettricamente l'impianto prima di eseguire interventi di manutenzione sulle parti elettriche dell'inverter o del motore.



NOTA

La funzione Safe Torque Off può essere utilizzata per l'arresto di emergenza dell'inverter. Durante il funzionamento normale, si raccomanda di non arrestare l'inverter con la funzione Safe Torque Off. Se l'inverter viene arrestato mediante la funzione Safe Torque Off, il motore si arresterà in folle. Se tale condizione non è accettabile perché genera pericolo, le macchine e l'inverter devono essere arrestate mediante l'apposita modalità di arresto.



NOTA

Nota relativa agli inverter che controllano motori a magneti permanenti in caso di malfunzionamento di più semiconduttori di potenza IGBT: Data la possibile presenza di tensione DC in uscita in caso di malfunzionamento di più IGBT, nonostante l'attivazione della funzione Safe Torque Off, l'impianto dove sono installati gli inverter può generare una coppia di allineamento che determina una rotazione massima dell'albero motore di $180/p$ gradi (dove p è il numero della coppia di poli).

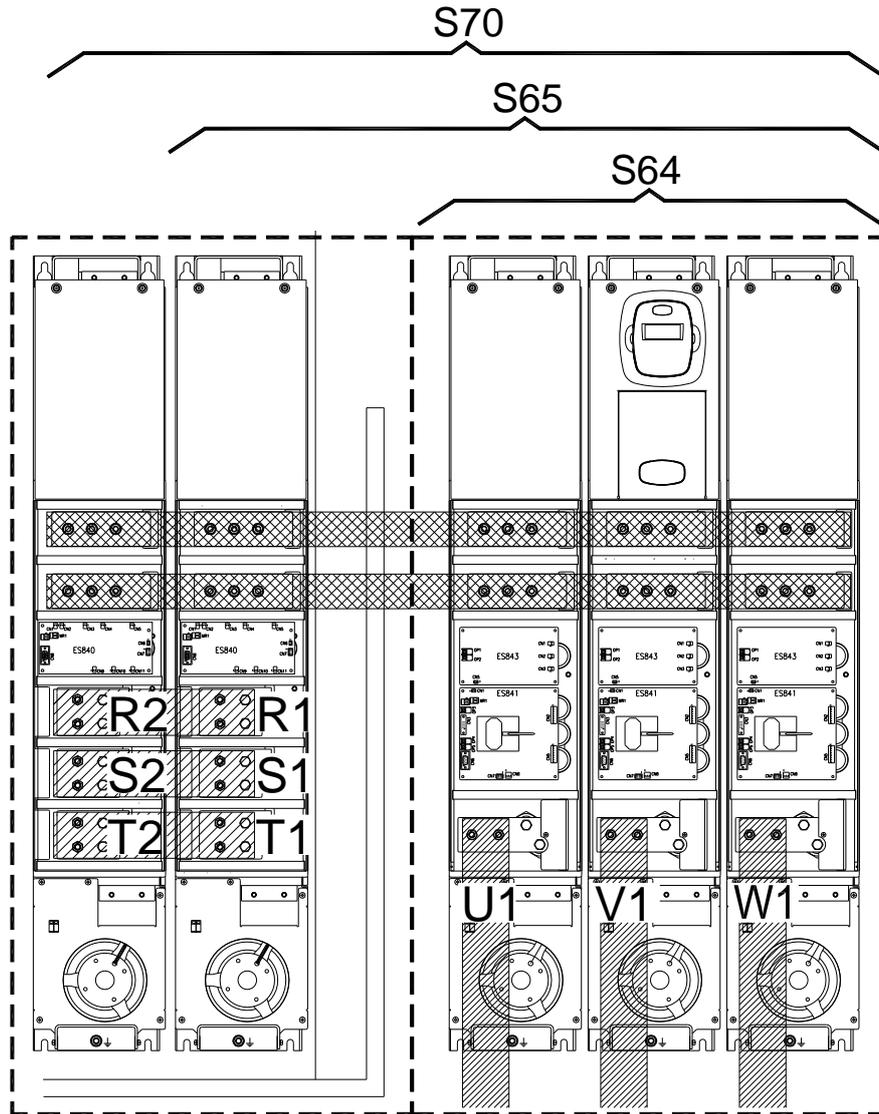
La Figura 1 (inverter compatto) e la Figura 2, Figura 3, Figura 4 (inverter modulari) mostrano le diverse taglie e modelli degli inverter della linea Sinus Penta.

La linea di prodotti Penta Marine e Iris Blue hanno le stesse dimensioni e le stesse caratteristiche estetiche della linea Sinus Penta; le uniche differenze sono le funzioni di comando e la selezione dei componenti di conversione di potenza, ottimizzati per i diversi target di mercato.

Il presente manuale descrive le tre linee di prodotto, che hanno in comune la stessa scheda di comando ES927 con la funzione STO implementata esclusivamente a livello hardware nei componenti della scheda stessa.

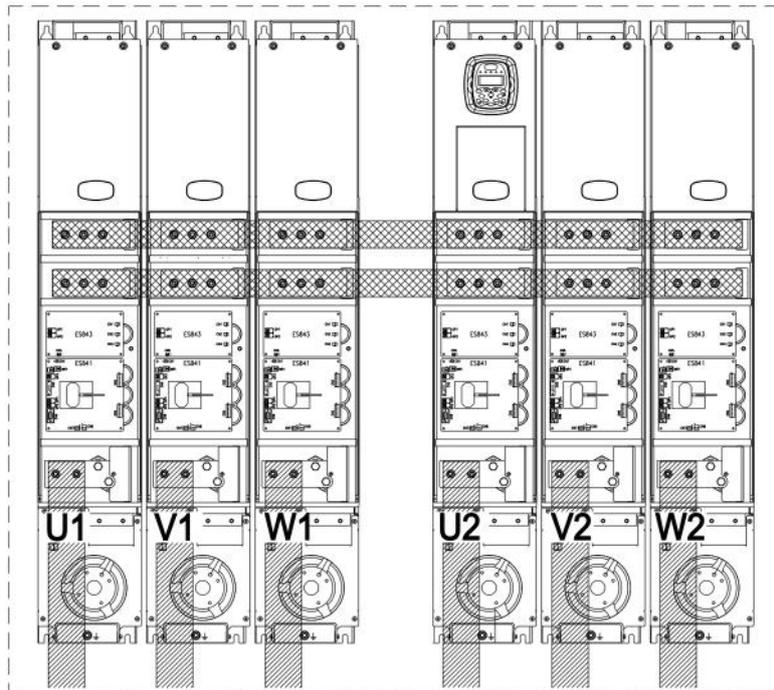


Figura 1 – Alcuni modelli compatti di Sinus Penta



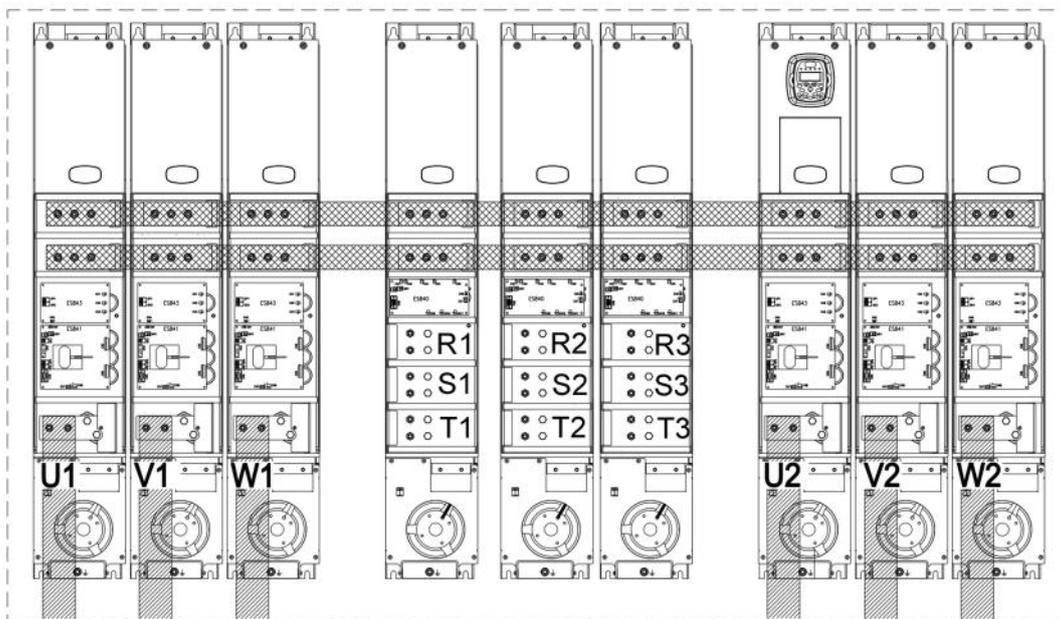
P000650-B

Figura 2 – Esempio di installazione di un Sinus Penta S64/S70



P000945-0

Figura 3 – Esempio di installazione di un Sinus Penta S74



P000944-0

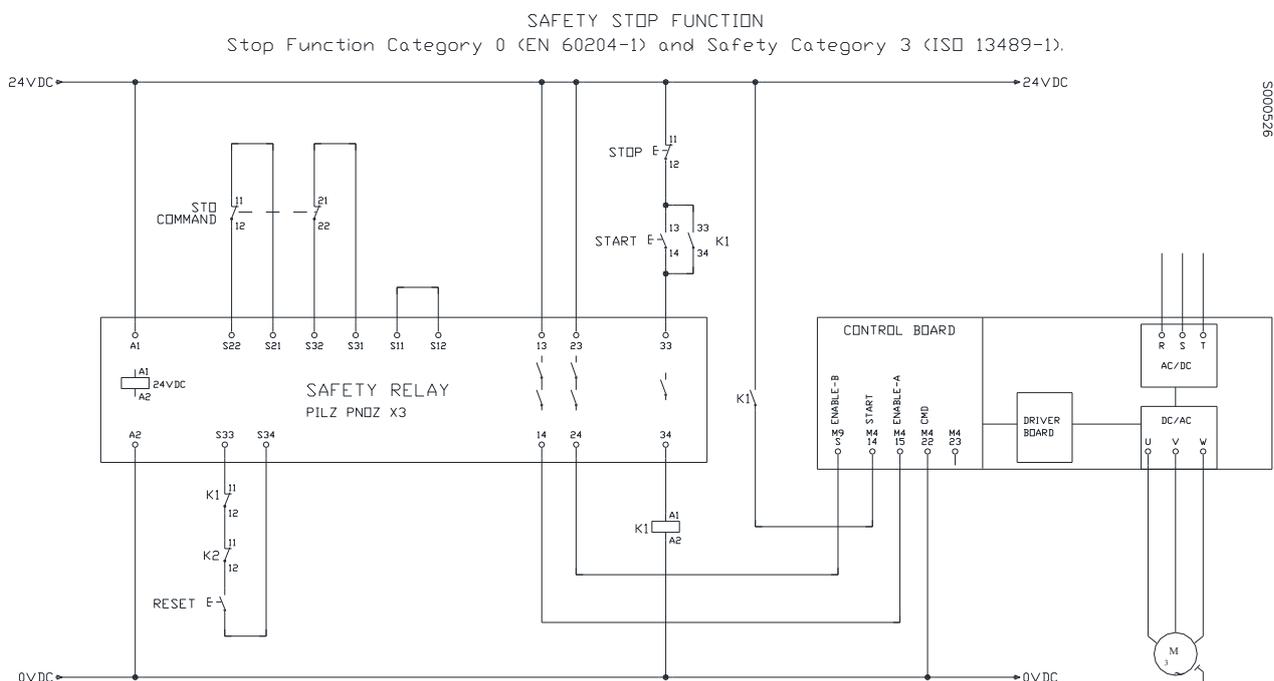
Figura 4 – Esempio di installazione di un Sinus Penta S75/S80
(la taglia S75 include due moduli alimentatore)

1.2. Campo di applicazione

Gli inverter Santerno supportano la funzione Safe Torque Off (STO) conformemente agli standard EN 61800-5-2:2007, EN ISO 13849-1:2008, EN 61508:2010.

La funzione STO può essere utilizzata per rimuovere l'alimentazione al fine di evitare l'avvio indesiderato del motore. La funzione disabilita la tensione di comando dei semiconduttori di potenza in uscita all'inverter, impedendo che l'inverter generi la tensione necessaria per la rotazione del motore (vedi schema riportato di seguito). La funzione STO consente pertanto di eseguire interventi di breve durata (pulizia) e/o di manutenzione sulle parti meccaniche senza che sia necessario rimuovere l'alimentazione dell'inverter.

La Figura 5 mostra un esempio di schema della funzione STO con relè di sicurezza PILZ PNOZ X3 per la rimozione sicura dell'alimentazione.



Connection drawing of Safety Relay and Drive.
Start/Stop Command through push-buttons.

Figura 5 – Esempio di uno schema della funzione STO con il relè di sicurezza PILZ PNOZ X3 per la rimozione sicura dell'alimentazione

Il funzionamento del circuito è descritto di seguito.

Il comando di Start/Stop è allocato a pulsanti dedicati.

Quando il circuito di comando della funzione STO è attivato, per il relè di sicurezza PILZ PNOZ X3:
I circuiti di ingresso S21-S22 e S31-S32 sono aperti;
Le uscite istantanee 13-14 e 23-24 si aprono.

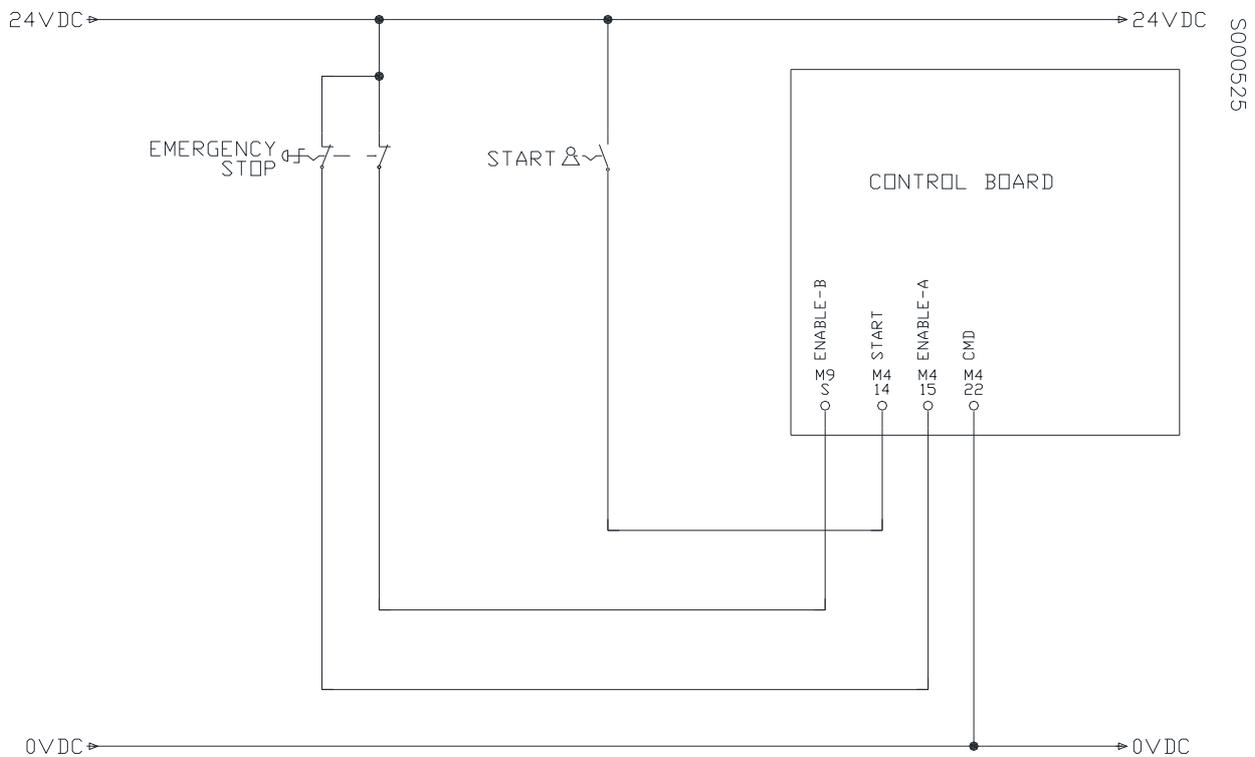
Nel contempo, la funzione Safe Torque Off si attiva sull'inverter, poiché i contatti ENABLE-A (pin 15) e ENABLE-B (pin S) sono diseccitati, rimuovendo la tensione di uscita al motore. Il motore si arresterà in folle. Il tempo necessario per l'arresto completo del motore dipende dall'inerzia del carico.

Il relè di sicurezza viene resettato disattivando il pulsante di arresto di emergenza e premendo il pulsante di reset: i contatti 13-14 e 23-24 si chiudono e viene ridata alimentazione 24Vdc agli ingressi ENABLE-A e ENABLE-B dell'inverter.

La funzione Safe Torque Off viene disattivata sull'inverter e viene ridata tensione di uscita al motore. Il motore si avvia dopo aver ricevuto il comando di start inviato tramite il pulsante START.

I contatti di uscita a relè dell'inverter possono essere configurati con una delle funzioni software disponibili per la segnalazione remota, incluso lo stato degli ingressi di ENABLE. Poiché i circuiti del relè di uscita sono su un unico canale hardware, e poiché l'attivazione della funzione software è programmabile dall'utente, questa non può essere considerata come un'indicazione di stato sicura. Pertanto, la conferma dell'attivazione della funzione STO non può essere ottenuta in maniera sicura dal contatto del relè di uscita dell'inverter.

La Figura 6 mostra un esempio più semplice, dove entrambi i contatti ENABLE-A e ENABLE-B sono controllati direttamente da un interruttore di emergenza a due contatti.



Connection drawing of EMERGENCY SWITCH AND START-STOP COMMAND.

Figura 6 – Esempio di schema elettrico della funzione STO con un pulsante di arresto di emergenza

Il circuito funziona in modo semplice ed è simile a quanto illustrato nell'esempio precedente.

In entrambi i casi, i circuiti di comando ENABLE-A e ENABLE-B devono essere posati con molta attenzione sui cavi, evitando che possibili danni all'isolante del cavo causino l'eccitazione accidentale del circuito.

In particolare, in caso di lunghe tratte si consiglia l'utilizzo di cavi di segnale schermati. La schermatura va collegata al circuito 0Vdc. Il morsetto '0', oltre al morsetto 'S' e al morsetto "22", devono essere utilizzati per collegare lo schermo del cavo al circuito 0Vdc/CMD.

Se il cavo schermato è separato, il cortocircuito tra la schermatura e il conduttore interno disecciterà il circuito di ENABLE interessando garantendo l'attivazione della funzione STO.



ATTENZIONE

La funzione Safe Torque Off non interrompe l'erogazione della tensione di rete e non esclude i circuiti ausiliari dell'inverter. È pertanto necessario isolare elettricamente l'impianto prima di eseguire interventi di manutenzione sulle parti elettriche dell'inverter o del motore.



NOTA

La funzione Safe Torque Off può essere utilizzata per l'arresto di emergenza dell'inverter. Durante il funzionamento normale, si raccomanda di non arrestare l'inverter con la funzione Safe Torque Off. Se l'inverter viene arrestato mediante la funzione Safe Torque Off, verrà generato un allarme e l'inverter si arresterà in folle. Se tale condizione non è accettabile perché genera pericolo, le macchine e l'inverter devono essere arrestate mediante l'apposita modalità di arresto.



NOTA

Nota relativa agli inverter che controllano motori a magneti permanenti in caso di malfunzionamento di più semiconduttori di potenza IGBT: Data la possibile presenza di tensione DC in uscita in caso di malfunzionamento di più IGBT, nonostante l'attivazione della funzione Safe Torque Off, l'impianto dove sono installati gli inverter può generare una coppia di allineamento che determina una rotazione massima dell'albero motore di 180/p gradi (dove p è il numero della coppia di poli).



NOTA

Si raccomanda di provvedere due percorsi separati per i conduttori dei segnali di ingresso ENABLE-A e ENABLE-B all'inverter, in modo da evitare malfunzionamenti che possono causare la disattivazione indesiderata della funzione STO.

2. SCHEDA DI COMANDO ES927

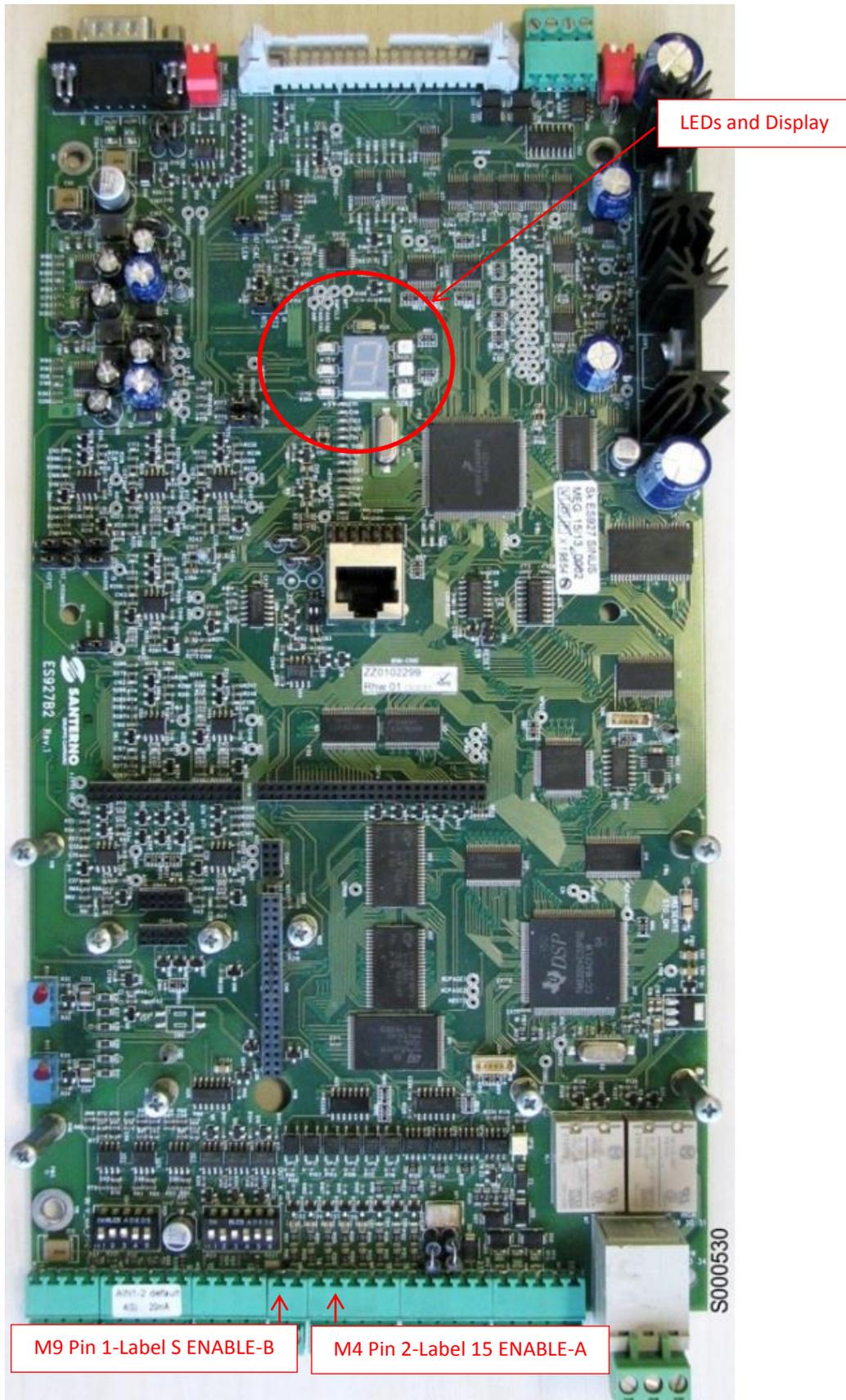


Figura 7 – Vista dall'alto della scheda ES927



Figura 8 – Vista frontale delle morsettiere della scheda ES927

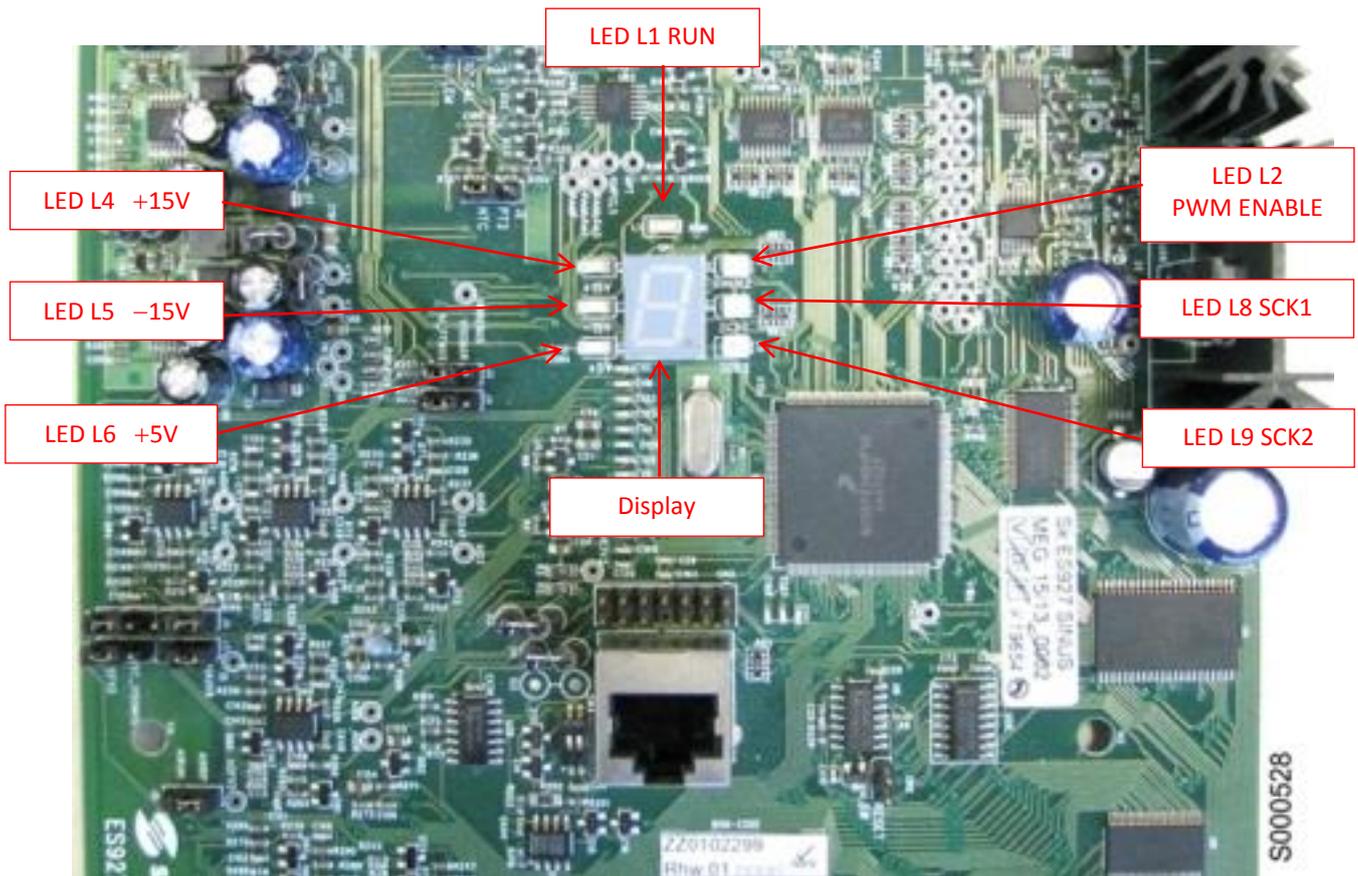


Figura 9 – LED e display della scheda ES927

La stessa scheda di comando ES927 è montata su tutti gli inverter della serie Sinus Penta, Penta Marine e Iris Blue.

La Figura 7, la Figura 8 e la Figura 9 mostrano i componenti relativi alla funzione STO.

In particolare, la Figura 7 mostra il display di stato dei morsetti e la posizione dei terminali ENABLE-A ed ENABLE-B, mentre la Figura 8 e la Figura 9 mostrano i dettagli dei morsetti e dei LED di stato.

La procedura di test diagnostico, descritta ai paragrafi seguenti, si riferisce a tali LED di stato.

3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

3.1. Struttura del sistema

La funzione STO è implementata nella scheda CPU e LOGICA DI CONTROLLO ES927.

Quando entrambi gli ingressi STO sono eccitati, la funzione STO è in standby e l'inverter funziona normalmente. La funzione STO è attiva (motore in arresto) quando uno dei due ingressi è diseccitato: se almeno uno degli ingressi STO è diseccitato, la funzione STO è attiva e arresta l'inverter, che può essere riavviato soltanto dopo aver alimentato gli ingressi STO e resettato eventuali allarmi attivi.



ATTENZIONE

La funzione STO è una funzione hardware su due canali. Per ottenere un livello di protezione nominale garantito dalla scheda ES927, entrambi i contatti ENABLE-A e ENABLE-B devono essere diseccitati per l'attivazione della funzione STO.

3.2. Descrizione del funzionamento

L'arresto del motore si ottiene tagliando i segnali PWM dalla CPU ai driver IGBT. Tale taglio si ottiene con due buffer a 3 stati collegati in serie: entrambi i buffer devono essere abilitati per consentire il trasferimento dei segnali PWM agli IGBT.

I segnali di Enable (ENABLE-A e ENABLE-B) provengono dai due canali separati che processano la richiesta esterna in maniera indipendente.

Il motore può funzionare solo se entrambi i canali inviano il segnale di Enable; se uno dei due segnali di Enable è rimosso, il motore si arresta.

La Figura 10 mostra lo schema a blocchi dell'integrazione della funzione STO negli inverter Sinus Penta, Penta Marine e Iris Blue.

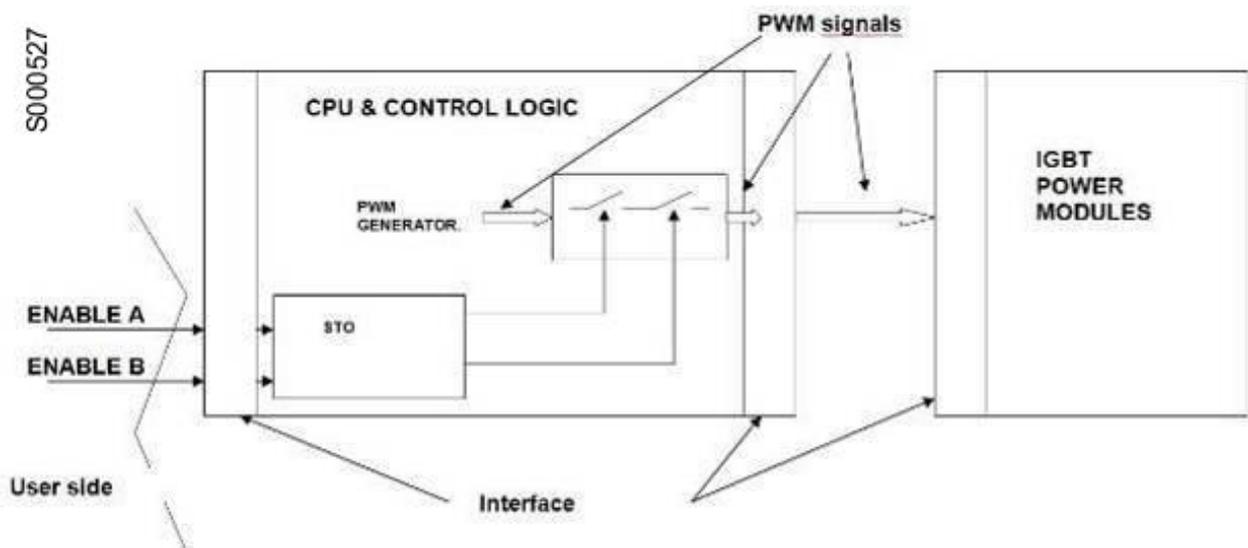


Figura 10 – Funzione STO integrata negli inverter

La funzione STO elude i segnali della logica PWM per la scheda di comando ES927, di conseguenza è totalmente indipendente dalla taglia di potenza dell'inverter.

4. DIAGNOSTICA

La funzione STO è una funzione a due canali con architettura 1oo2 secondo la nomenclatura IEC 61508-6. Ciò significa che sono necessari test diagnostici per validare la funzione STO e verificare periodicamente l'integrità delle parti hardware.

I due test diagnostici, che operano a livelli diversi e con tempistiche diverse, si basano sulla logica di controllo della coerenza e tre LED di stato.

I due test diagnostici sono:

Test di prova periodico DT01 (relativo ai LED L8 e L9 "System OK")

Test di prova periodico DT02 (relativo al LED L2 "PWM Enable")

Come specificato nelle descrizioni seguenti, il test diagnostico DT01-DT02 deve essere eseguito dall'utente con intervalli inferiori o uguali a 12 mesi.

A tal scopo occorre rimuovere, se presente, il display/keypad dalla parte frontale dell'inverter e verificare lo stato dei LED diagnostici visibili attraverso la finestrella trasparente.

Per il test diagnostico occorre eccitare e diseccitare uno per volta i comandi ENABLE-A e ENABLE-B. Il circuito applicativo dell'inverter deve quindi essere adatto a questo tipo di funzionamento. Il modo più semplice per operare in tal senso consiste nell'installazione di interruttori o pulsanti, preferibilmente accessibili dal solo personale addetto alla manutenzione, applicati in serie ai due fili dei comandi ENABLE-A e ENABLE-B.

Un altro controllo continuo della coerenza è eseguito dalla scheda CPU sotto controllo firmware. Si tratta di un'ulteriore verifica dei segnali relativi alla funzione STO. In caso di risultato negativo, interviene l'allarme A140. In tal caso, l'inverter si blocca. Questo test è indipendente dallo stato dell'inverter e non richiede alcuna operazione da parte dell'utente. L'allarme A140 è descritto nel paragrafo 6.5 Messaggi di allarme generati dall'inverter.

Test di prova periodico DT01 (LED L8 e L9 "System OK")

Interessa solo le parti hardware.

Comprende 4 fasi.

Controllo visivo dei LED L8 e L9 "System OK".

Intervallo del test di prova: un anno.



NOTA

Questo circuito del test di prova è integrato nella scheda ES927 per prevenire guasti latenti.

Sulla scheda ES927 è implementato un circuito di prova con gate logici ridondanti e il test periodico è attivato da un comando esterno. Il controllo è eseguito con l'attivazione della funzione STO (attivando cioè i componenti esterni per la diseccitazione di almeno uno dei segnali di ingresso della funzione STO).

Il circuito diagnostico legge lo stato dei segnali di comando presenti nei due canali del circuito della funzione STO e, quando il test è attivo, la logica di combinazione restituisce "true" solo se tutti i segnali di comando in entrambi i canali sono corretti. In tal caso, entrambi i LED L8 e L9 "System OK" sono accesi.

In particolare, quando la funzione STO è attivata, il circuito di prova verifica la congruenza di tutti i segnali PWM attraverso i buffer di uscita ed è in grado di rilevare guasti relativi a tali componenti.

Il circuito di prova DT01 consta di 4 fasi:

Fase 1	<p>L'inverter funziona con la coppia motrice applicata al motore. Tale condizione si ottiene eccitando entrambi i segnali di ingresso della funzione STO (ENABLE-A e ENABLE-B) e la trasmissione dei comandi PWM dal Microcontrollore ai driver degli IGBT.</p> <p>ATTENZIONE: La velocità e la coppia applicate durante questa fase devono rispettare le condizioni di funzionamento accettabili dell'applicazione nella quale è installato l'inverter.</p>
Fase 1 Risultato parziale	<p>Nessun risultato richiesto: questa condizione si basa sul codice FW e sono necessari solo componenti hardware per l'esecuzione di questo test diagnostico.</p>
Fase 2	<p>Attivazione della funzione STO, pertanto al motore non viene applicata alcuna coppia motrice. Tale condizione si ottiene diseccitando uno dei segnali di ingresso della funzione (ENABLE-A).</p>
Fase 2 Risultato parziale	<p>Risultato del test PASS: i LED L8 e L9 "System OK" sono ACCESI. Entrambi i LED L8 e L9 "System OK" sono ACCESI solo se tutti i segnali PWM interni e intermedi sono mantenuti al livello logico corretto corrispondente all'attivazione della funzione STO.</p> <p>Risultato del test FAIL: i LED L8 e/o L9 "System OK" sono SPENTI. Se almeno uno dei segnali PWM interni e intermedi non sono al livello logico corretto o se almeno uno dei componenti relativi NON funziona correttamente, uno o entrambi i LED L8 e L9 "System OK" sono SPENTI.</p>
Fase 3	<p>L'inverter funziona nuovamente con la coppia motrice applicata al motore. Tale condizione si ottiene eccitando nuovamente il segnale di ingresso STO aperto durante la Fase 2 (ENABLE-A) e la trasmissione dei comandi PWM dal microcontrollore ai driver IGBT.</p> <p>ATTENZIONE: La velocità e la coppia applicate durante questa fase devono rispettare le condizioni di funzionamento accettabili dell'applicazione nella quale è installato l'inverter.</p>
Fase 3 Risultato parziale	<p>Nessun risultato richiesto: questa condizione si basa sul codice FW e sono necessari solo componenti hardware per l'esecuzione di questo test diagnostico. Stessa condizione della Fase 1.</p>
Fase 4	<p>Attivazione della funzione STO, pertanto al motore non viene applicata alcuna coppia motrice. Tale condizione si ottiene diseccitando l'altro segnale di ingresso della funzione STO (ENABLE-B).</p>
Fase 4 Risultato parziale	<p>Risultato del test PASS: i LED L8 e L9 "System OK" sono ACCESI. Stessa condizione della Fase 2.</p> <p>Risultato del test FAIL: i LED L8 e/o L9 "System OK" sono SPENTI. Stessa condizione della Fase 2.</p>

Tutte le fasi del test devono dare come risultato PASS.

Misura da adottare in caso di risultato del test FAIL:

La scheda ES927 è danneggiata → Obbligatorio sostituire la scheda.

Test di prova periodico DT02 (LED "PWM Enable" L2)

Basato su componenti hardware e sul firmware.
Eseguito in 4 fasi.
Risultato visibile dal LED di stato "PWM Enable" L2.
Intervallo del test: un anno.



NOTA

Questo circuito di prova è integrato nella scheda ES927 per prevenire guasti latenti.

Il circuito di prova con gate logici ridondanti legge i comandi di Enable dedicati ai buffer dei segnali PWM inseriti nei due canali del circuito della funzione STO.
Il comando di Enable dei buffer dei segnali PWM è inoltre condizionato dallo stato del firmware dell'inverter. Il firmware ha una capacità di azione limitata per la disattivazione dei comandi del buffer di Enable, ma non ha limiti nell'abilitare tali comandi quando la funzione STO è attiva.
Il firmware deve quindi essere congruente per portare a termine con successo le Fasi 1 e 3 che richiedono la trasmissione dei comandi PWM dal microcontrollore ai driver IGBT.

Il test di prova periodico DT02 consta di 4 fasi:

Fase 1	<p>L'inverter funziona con la coppia motrice applicata al motore. Tale condizione si ottiene eccitando entrambi i segnali di ingresso della funzione STO (ENABLE-A e ENABLE-B) e la trasmissione dei comandi PWM dal Microcontrollore ai driver degli IGBT.</p> <p>ATTENZIONE: La velocità e la coppia applicate durante questa fase devono rispettare le condizioni di funzionamento accettabili dell'applicazione nella quale è installato l'inverter.</p>
Fase 1 Risultato parziale	<p>Risultato del test PASS: il LED L2 "PWM Enable" è ACCESO. Il LED L2 "PWM Enable" è ACCESO se tutti i segnali di Enable del buffer sono al livello logico corretto e tutti i relativi componenti funzionano correttamente.</p> <p>Risultato del test FAIL: il LED L2 "PWM Enable" è SPENTO. Se almeno uno dei segnali di Enable del buffer presenta il livello logico corretto o almeno uno dei relativi componenti NON funziona correttamente, il LED "PWM Enable" L2 è SPENTO.</p>
Fase 2	<p>Attivazione della funzione STO, pertanto al motore non viene applicata alcuna coppia motrice. Tale condizione si ottiene diseccitando uno dei segnali di ingresso della funzione (ENABLE-A).</p>
Fase 2 Risultato parziale	<p>Risultato del test PASS: LED L2 "PWM Enable" è SPENTO. Se la configurazione del livello logico del segnale Enable del buffer è corretta e tutti i relativi componenti funzionano correttamente, il LED L2 "PWM Enable" è SPENTO.</p> <p>Risultato del test FAIL: il LED L2 "PWM Enable" è ACCESO. Se la configurazione del livello logico del segnale Enable del buffer non è corretta e uno dei relativi componenti non funziona correttamente, il LED L2 "PWM Enable" resta ACCESO.</p>
Fase 3	<p>L'inverter funziona nuovamente con la coppia motrice applicata al motore. Tale condizione si ottiene eccitando nuovamente il segnale di ingresso STO aperto durante la Fase 2 (ENABLE-A) e la trasmissione dei comandi PWM dal microcontrollore ai driver IGBT.</p> <p>ATTENZIONE: La velocità e la coppia applicate durante questa fase devono rispettare le condizioni di funzionamento accettabili dell'applicazione nella quale è installato l'inverter.</p>
Fase 3 Risultato parziale	<p>Risultato del test PASS: il LED L2 "PWM Enable" è ACCESO. Stessa condizione della Fase 1.</p> <p>Risultato del test FAIL: Il LED L2 "PWM Enable" è SPENTO. Stessa condizione della Fase 1.</p>
Fase 4	<p>Attivazione della funzione STO, pertanto al motore non viene applicata alcuna coppia motrice. Tale condizione si ottiene diseccitando l'altro segnale di ingresso della funzione STO (ENABLE-B).</p>
Fase 4 Risultato parziale	<p>Risultato del test PASS: il LED L2 "PWM Enable" è SPENTO. Stessa condizione della Fase 2.</p> <p>Risultato del test FAIL: il LED L2 "PWM Enable" è ACCESO. Stessa condizione della Fase 2.</p>

Tutte le fasi del test devono dare come risultato PASS.

Misura da adottare in caso di risultato del test FAIL:

La scheda ES927 è danneggiata → Obbligatorio sostituire la scheda.

5. VALIDAZIONE DELLA FUNZIONE STO

Le norme di sicurezza EN IEC 62061 ed EN ISO 13849 richiedono la validazione della funzione di sicurezza da parte dell'assemblatore finale mediante un test di accettazione.

Il test di accettazione deve essere eseguito:

Al primo avviamento (messa in servizio) della funzione di sicurezza o al momento dell'installazione di una nuova unità inverter in sostituzione a una esistente,

Al momento del test di prova annuale della funzione di sicurezza,

In seguito a qualsiasi modifica (collegamento, componenti, ecc.) della funzione di sicurezza,

In seguito a qualsiasi modifica correlata alla scheda di comando ES927 dell'inverter,

In seguito ad attività di manutenzione dei dispositivi dedicati alla funzione di sicurezza,

In seguito a ogni risultato di test FAIL durante la procedura del test di accettazione della funzione STO e al successivo smantellamento della scheda ES927 danneggiata e alla sostituzione con una nuova scheda.

5.1. Report dei test di accettazione

I report dei test di accettazione debitamente firmati devono essere riportati sul manuale istruzioni dell'apparecchiatura nella quale è installato l'inverter. Il report deve includere la documentazione per le attività di start up e i risultati del test, i riferimenti ai report dei test falliti e alla risoluzione dei problemi. Tutti i nuovi test di validazione effettuati oltre il test annuale in seguito a modifiche, interventi di manutenzione e smantellamento devono essere riportati nel manuale istruzioni dell'apparecchiatura nella quale è installato l'inverter.

Il paragrafo 5.3 Esecuzione del test di accettazione include i modelli della Check List del test di accettazione della funzione STO da usare come guida per la redazione di un test report.

5.2. Persone autorizzate

Il test di accettazione della funzione di sicurezza deve essere eseguito da una persona autorizzata con adeguata esperienza e conoscenza della funzione stessa. Il test deve essere documentato e firmato dalla persona autorizzata.

5.3. Esecuzione del test di accettazione

Il test di accettazione prevede che l'inverter lavori con la coppia motrice applicata al motore.

Il modello di test deve essere incluso nel manuale istruzioni dell'apparecchiatura nella quale è installato l'inverter.



ATTENZIONE

La velocità e la coppia applicate durante questa fase devono rispettare le condizioni di funzionamento accettabili dell'applicazione nella quale è installato l'inverter.



ATTENZIONE

La funzione Safe Torque Off non interrompe l'erogazione della tensione di rete e non esclude i circuiti ausiliari dell'inverter. È pertanto necessario isolare elettricamente l'impianto prima di eseguire interventi di manutenzione sulle parti elettriche dell'inverter o del motore.



NOTA

La funzione Safe Torque Off può essere utilizzata per l'arresto di emergenza dell'inverter. Durante il funzionamento normale, si raccomanda di non arrestare l'inverter con la funzione Safe Torque Off. Se l'inverter viene arrestato mediante la funzione Safe Torque Off, verrà generato un allarme e l'inverter si arresterà in folle. Se tale condizione non è accettabile perché genera pericolo, le macchine e l'inverter devono essere arrestate mediante l'apposita modalità di arresto.



NOTA

Nota relativa agli inverter che controllano motori a magneti permanenti in caso di malfunzionamento di più semiconduttori di potenza IGBT:

Data la possibile presenza di tensione DC in uscita in caso di malfunzionamento di più IGBT, nonostante l'attivazione della funzione Safe Torque Off, l'impianto dove sono installati gli inverter può generare una coppia di allineamento che determina una rotazione massima dell'albero motore di 180/p gradi (dove p è il numero della coppia di poli).

CHECK LIST per il test di accettazione della funzione STO		
Motivo dell'esecuzione dei test di accettazione della funzione STO:		
<input type="checkbox"/>	Primo start-up (messa in servizio) della funzione di sicurezza o dell'installazione di un nuova unità inverter in sostituzione a una esistente.	
<input type="checkbox"/>	Al momento di ciascun test funzionale annuale della funzione di sicurezza.	
<input type="checkbox"/>	In seguito a qualsiasi modifica (collegamento, componenti, ecc.) sulla funzione di sicurezza.	
<input type="checkbox"/>	In seguito a qualsiasi modifica correlata alla scheda di comando ES927 dell'inverter.	
<input type="checkbox"/>	In seguito ad attività di manutenzione sulla funzione di sicurezza.	
<input type="checkbox"/>	In seguito a ogni risultato di test FAIL durante la procedura del test di accettazione della funzione STO e il successivo smantellamento della scheda ES927 danneggiata e la sostituzione con una nuova scheda.	
Fasi del test di accettazione e check list		
<input type="checkbox"/>	Assicurarsi che l'inverter possa essere avviato e arrestato liberamente durante il test di accettazione.	
<input type="checkbox"/>	Arrestare l'inverter (se in marcia), rimuovere l'alimentazione e isolare l'inverter dalla linea di alimentazione mediante un sezionatore.	
<input type="checkbox"/>	Verificare che i collegamenti del circuito della funzione STO siano corretti facendo riferimento allo schema elettrico.	
<input type="checkbox"/>	Verificare che il nucleo e la schermatura (se presente) dei cavi di ingresso della funzione STO siano collegati correttamente (vedi la Guida all'installazione dell'inverter).	
<input type="checkbox"/>	Chiudere il sezionatore e alimentare l'inverter.	
Test della funzione STO come specificato dalla procedura DT01: <u>Test di prova periodico DT01 (stato dei LED L8 e L9 "System OK")</u>		
<input type="checkbox"/>	DT01 Risultato del test PASS	
<input type="checkbox"/>	DT01 Risultato del test FAIL: <i>la scheda ES927 è danneggiata → OBBLIGATORIO smantellamento della scheda danneggiata e sostituzione con una nuova: riavviare la funzione STO.</i>	
Testare il funzionamento della funzione STO come indicato nella procedura DT02: <u>Test di prova periodico DT02 (LED L2 "Enable")</u>		
<input type="checkbox"/>	DT02 Risultato del test PASS	
<input type="checkbox"/>	DT02 Risultato del test FAIL: <i>la scheda ES927 è danneggiata → OBBLIGATORIO smantellamento della scheda danneggiata e sostituzione con una nuova: riavviare la funzione STO.</i>	
<input type="checkbox"/>	Se la scheda ES927 è danneggiata, è OBBLIGATORIO procedere con lo smantellamento della scheda e la sostituzione con una nuova: riavviare la funzione STO.	
<input type="checkbox"/>	Le schede ES927 danneggiate devono essere inviate al Servizio Assistenza di Enertronica Santerno S.p.A. per l'analisi e lo smaltimento. In caso di malfunzionamenti che interessano anche la funzione STO, contattare Enertronica Santerno S.p.A.	
<input type="checkbox"/>	Riavviare l'inverter e verificare che il motore funzioni correttamente.	
<input type="checkbox"/>	La funzione STO è sicura e validata.	
<input type="checkbox"/>	Compilare e firmare il Test report di accettazione per l'accettazione e la validazione della funzione STO.	
Data	Nome dell'operatore	Firma

6. MESSA IN SERVIZIO, MANUTENZIONE E SMANTELLAMENTO, SMALTIMENTO, TRACCIABILITÀ GUASTI E DIAGNOSTICA

6.1. Messa in servizio

I test di accettazione per la funzione STO descritti al paragrafo 5 VALIDAZIONE DELLA FUNZIONE sono specifici per il primo avviamento (messa in servizio) della funzione.

I test di accettazione eseguiti per la messa in servizio devono essere riportati nel manuale istruzioni dell'apparecchiatura nella quale è installato l'inverter.

6.2. Manutenzione

I test di accettazione per la funzione STO descritti al paragrafo 5 VALIDAZIONE DELLA FUNZIONE sono inclusi nella manutenzione ordinaria dell'apparecchiatura dove è installato l'inverter.

I test di accettazione eseguiti per gli interventi di manutenzione devono essere riportati nel manuale istruzioni dell'apparecchiatura nella quale è installato l'inverter.

I morsetti di ingresso destinati alla funzione STO non richiedono alcun intervento di manutenzione. Per la manutenzione dell'inverter fare riferimento alle istruzioni riportate nella Guida all'Installazione dell'inverter stesso.

6.3. Smantellamento

Nel caso in cui occorra sostituire la scheda ES927 o i cavi all'interno del modulo, testare la funzionalità della nuova scheda ES927 in base alla Check List per il test di accettazione della funzione STO.

Se la scheda ES927 è danneggiata, è OBBLIGATORIO procedere con lo smantellamento della scheda e la sostituzione con una nuova: riavviare la funzione STO come descritto nel relativo test di accettazione.

La stima del tempo medio di riparazione è di 8 ore.

Le schede ES927 danneggiate devono essere inviate al Customer Service di Enertronica Santerno S.p.A. per l'analisi e lo smaltimento.

In caso di malfunzionamenti che interessano anche la funzione STO, contattare Enertronica Santerno S.p.A..

I test di accettazione eseguiti per la messa in servizio devono essere riportati nel manuale istruzioni dell'apparecchiatura nella quale è installato l'inverter.

6.4. Smaltimento

Le schede ES927 danneggiate ricevute da Enertronica Santerno S.p.A. sono analizzate, registrate e smaltite conformemente alle disposizioni in vigore.

6.5. Messaggi di allarme generati dall'inverter

Allarme	Causa	Rimedio
A140 "Torque Off not Safe"	Logica hardware interna o errore firmware	Resettare l'allarme. Se l'allarme persiste, la scheda ES927 è danneggiata → OBBLIGATORIO smantellare e sostituire la scheda. Una volta sostituita la scheda, è necessario ripetere la validazione della funzione STO.

7. COMPONENTI PER LE APPLICAZIONI STO

7.1. Scheda ES927

Dimensioni: 285 x 150 x 43 mm (H x L x P)

Peso: 0.360 kg

Per la scheda ES927 valgono le stesse condizioni ambientali di ogni scheda montata sui prodotti della serie Sinus Penta, Iris Blue e Penta Marine.

Fare riferimento alla Guida all'Installazione di tali prodotti.

7.1.1. Condizioni ambientali di installazione, immagazzinamento e trasporto

Le schede elettroniche installate negli inverter prodotti da Enertronica Santerno S.p.A. sono tropicalizzate per garantire un migliore isolamento tra le piste con tensione nominale diversa e una maggiore durata di vita dei componenti. Tuttavia occorre rispettare scrupolosamente le prescrizioni di seguito riportate:

Temperatura ambiente di funzionamento	-10°C ÷ +55°C A seconda del modello di inverter e della classe di applicazione, può essere necessario applicare un derating del 2% della corrente nominale per ogni grado oltre le temperature riportate.
Temperatura ambiente di immagazzinamento e trasporto	-25°C ÷ + 70°C
Luogo di installazione	Grado di inquinamento 2 o migliore (secondo EN 61800-5-1). Non installare esposto alla luce diretta del sole, in presenza di polveri conduttive, di gas corrosivi, di vibrazioni, di spruzzi o gocciolamenti d'acqua nel caso in cui il grado di protezione non lo consenta, in ambienti salini.
Altitudine	Max altitudine di installazione 2000 m s.l.m. Per installazioni ad altitudini superiori e fino a 4000 m si prega di contattare Enertronica Santerno S.p.A.. Oltre i 1000 m, declassare dell'1% la corrente nominale per ogni 100m.
Umidità ambiente di funzionamento	Dal 5% a 95%, da 1g/m ³ a 29g/m ³ , senza condensa o formazione di ghiaccio (classe 3k3 secondo EN 50178).
Umidità ambiente di immagazzinamento	Dal 5% a 95%, da 1g/m ³ a 29g/m ³ , senza condensa o formazione di ghiaccio (classe 1k3 secondo EN 50178).
Umidità ambiente durante il trasporto	Massimo 95%, fino a 60g/m ³ , una leggera formazione di condensa può verificarsi con l'apparecchiatura non in funzione (classe 2k3 secondo EN 50178).
Pressione atmosferica di funzionamento e di stoccaggio	Da 86 a 106 kPa (classi 3k3 e 1k4 secondo EN 50178).
Pressione atmosferica durante il trasporto	Da 70 a 106 kPa (classe 2k3 secondo EN 50178).



ATTENZIONE

Poiché le condizioni ambientali influenzano pesantemente la vita prevista dell'inverter non installare l'inverter in locali che non rispettino le condizioni ambientali riportate.



ATTENZIONE

Il trasporto dell'apparecchiatura va effettuato sempre con l'imballaggio originale.

7.2. Relè di sicurezza consigliato per l'applicazione STO

Requisiti generali	IEC 61508 e/o EN/ISO 13849-1
Tipo	Relè di sicurezza
Esempio	Marca PILZ – Codice PNOZ X3. 10P
Conformità	SILCL 3 secondo EN 62061 e PL secondo EN ISO 13849-1

7.3. Pulsante di emergenza consigliato per l'applicazione STO

Tipo	Pulsante a fungo di emergenza
Esempio	Marca New Elfin – Codice 020PTFASRK+020GE02

7.4. Interruttore consigliato per la prevenzione di funzioni di avviamento indesiderato implementate con la funzione STO

Tipo	Selettore lucchettabile con indicazione affidabile e chiara delle posizioni
Esempio	Marca Kraus & Naimer – Codice DH11 A291-600, FT22-V+S0V845/A11/D11.

7.5. Cavo suggerito per applicazione STO

Tipo	Bassa tensione, 2 x 2 x 0.75 mm ² (AWG19) Doppino schermato intrecciato
Lunghezza massima	25 m tra ingressi STO (ENABLE-A e ENABLE-B) e il contatto dedicato
Esempio	Marca HELUKABEL – Codice Li YCY TP 2x2x0.75 mm ² Doppino schermato intrecciato
	Marca TE.CO. – Codice 27265 O.R. PMXX (2x2x0.75) Doppino schermato intrecciato

8. SPECIFICHE RELATIVE ALLA FUNZIONE STO

8.1. Specifiche relative agli standard di sicurezza

Di seguito si riportano gli standard di sicurezza IEC 61508, EN 61800-5-2, EN/ISO 13849-1.
I dati riportati si applicano a tutte le taglie degli inverter Sinus Penta, Iris Blue e Penta Marine.

IEC 61508					EN/ISO 13849		
SIL	PFH _G	HFT	SFF	DC	Categoria	PL	CCF
3	2.383 x 10 ⁻⁹	1	98.43 %	78.51 %	3	d	75

Massimo tempo di reazione di sicurezza alla domanda:	1.86 ms
Massimo tempo di reazione di sicurezza al rilevamento di un guasto:	8.60 ms

9. TERMINI E ABBREVIAZIONI

Secondo EN 61508-6, Tabella B.1:

Abbreviazione	Termine (unità)
T1	Intervallo test di prova (ora)
MTTR	Tempo medio di ripristino (ora)
DC	Copertura diagnostica (espressa come frazione di un'equazione o come tasso percentuale)
β	Frazione di guasti non rilevati che presentano la medesima causa (espressa come frazione di un'equazione o come tasso percentuale)
β_D	Frazione di guasti rilevati che presentano la medesima causa (espressa come frazione di un'equazione o come tasso percentuale)
λ	Tasso di guasto (all'ora) di un canale in un sottosistema
PFH_G	Probabilità di guasto orario in un determinato gruppo di canali
λ_D	Tasso di guasti pericolosi (all'ora) di un canale in un sottosistema, pari a 0.5λ
λ_{DD}	Tasso di guasti pericolosi rilevati (all'ora) di un canale in un sottosistema (somma di tutti i tassi di guasti pericolosi nel canale del sottosistema)
λ_{DU}	Tasso di guasti pericolosi non rilevati (all'ora) di un canale in un sottosistema (somma di tutti i tassi di guasti pericolosi non rilevati nel canale del sottosistema)
λ_{SD}	Tasso di guasti rilevati sicuri (orari) di un canale in un sottosistema (somma di tutti i tassi di guasti sicuri rilevati nel canale del sottosistema)
λ_{SU}	Tasso di guasti sicuri non rilevati (orari) di un canale in un sottosistema (somma di tutti i tassi di guasti sicuri non rilevati nel canale del sottosistema)
t_{CE}	Tempo medio di inattività del canale (orario) per architetture 1oo1, 1oo2, 2oo2 e 2oo3 (tempo di inattività combinato per tutti i componenti nel canale del sottosistema)