

Sicurezza: tra tecnologia e normativa



“Tecnica di azionamento di sicurezza”. La sola definizione implica una stretta connessione tra componenti di azionamento standard e di sicurezza quando si implementa questo tipo di funzione. L’attuale stato dell’arte della tecnologia prevede che l’azionamento venga gestito da un componente non di sicurezza. Il componente di sicurezza garantisce che il movimento stesso non generi pericoli potenziali, ad esempio durante la fase di impostazione. Se l’azionamento dovesse accelerare improvvisamente, ad esempio a causa di un errato segnale dell’encoder, il componente di sicurezza dovrebbe considerarlo non valido e interrompere in sicurezza l’alimentazione al motore. Il principio operativo quindi è il seguente: un componente di sicurezza controlla il movimento, e un componente standard viene disattivato in sicurezza in caso di anomalia. Tuttavia, isolare un azionamento dalla propria fonte di alimentazione elettrica non significa necessariamente raggiun-

gere una condizione di sicurezza. Gli esempi più tipici sono i carichi sospesi o le masse inerziali in movimento. In questi casi è importante cercare di arrestare l’azionamento nella maniera più controllata possibile, e raggiungere una condizione di sicurezza utilizzando freni meccanici. Le funzioni di azionamento di sicurezza si dividono in tre categorie: funzioni di arresto di sicurezza, funzioni per il controllo dei movimenti in sicurezza, e altre funzioni di sicurezza.

La norma Din Iec 61800-5-2 riguarda i sistemi di azionamento elettrici con velocità impostabili. La sezione 5-2, “Requisiti di sicurezza-requisiti funzionali”, si occupa della gamma di funzioni di sicurezza e fornisce alcune definizioni (tabella).

Diversi modi di interpretare il concetto di safe motion

Le soluzioni proposte dai diversi produttori di componenti sono solitamente realizzate su misu-

La sicurezza è un tema più che mai sentito dai costruttori di macchine. Il problema per l’utente è trovare la soluzione adatta alla propria applicazione.

Come è possibile implementare le funzioni di sicurezza e allo stesso tempo includerle nell’impianto o nella soluzione di sicurezza globale prevista per il macchinario?

Funzione	Descrizione	Funzioni di arresto	Controllo dinamico	Altro
STO	Safe Torque Off Stop non controllato secondo lec 60204-1, Categoria 0			
SSI	Safe Stop 1 Stop controllato con disabilitazione secondo lec 60204-1, Categoria 1	•		
SS2	Safe Stop 2 Stop controllato secondo lec 60204-1, Categoria 2, quando si è sotto una certa velocità, si attiva la funzione Sos.	•		
SOS	Safe Operating Stop Controllo motore fermo: previene ripartenze inaspettate del motore sotto tensione.	•		
SLS	Safely-Limited Speed Controllo che non si superi una certa soglia di velocità.		•	
SLT	Safely-Limited Torque Controllo che non si superi una determinata coppia del motore.		•	
SLP	Safely-Limited Position Controllo che il motore non esca da certi limiti di posizione preimpostati.		•	
SLI	Safely-Limited Increment Controllo che il motore non si muova al di fuori da un certo range dalla posizione attuale.		•	
SDI	Safe Direction Controllo che il motore si muova nella direzione voluta.		•	
SMT	Safe Motor Temperatur Controllo che la temperatura motore non superi un certo limite.			•
SBC	Safe Brake Control Questa funzione fornisce una uscita di sicurezza per il controllo di freni esterni.			•
SBT	Safe Brake Test Test ciclico di funzionamento di un freno elettromagnetico. (Funzione non compresa in Din lec 61800-5-2)			•
SCA	Safe Cam Fornisce un'uscita sicura che indica se il motore si trova entro un certo range di posizioni.			•
SSM	Safe Speed Monitor Fornisce un'uscita sicura che indica se il motore si muove al di sotto di una certa velocità.			•

Tabella
Funzioni di sicurezza secondo
Din lec 61800-5-2, tranne Sbt.

anomalie. Sostanzialmente, è possibile distinguere tra: movimenti singoli indipendenti (per esempio azionamento principale con velocità costante o azionamento con posizionamento semplice, figura 1); movimenti dipendenti conformi al principio master-slave (motion control, figura 2); movimenti risultanti da movimenti singoli dipendenti (NC, robotica, figura 3).

La tipologia drive/control dell'azionamento interessato influenza la soluzione di sicurezza da implementare per la macchina. Il movimento nello spazio va gestito in modo diverso rispetto ad un movimento singolo lineare.

Nelle applicazioni di motion control, gli assi sincroni dipendono sempre da un asse principale (master), sia esso reale o virtuale. Spesso non è possibile interrompere il flusso dei materiali in lavorazione, perciò non è opportuno arrestare i singoli assi in modo sordinato in caso di anomalia o durante il passaggio da una modalità operativa ad un'altra.

Allo stesso modo, deve essere possibile garantire un corretto riavvio della macchina senza perdita di sincronismo. Sono pertanto necessarie soluzioni globali, che garantiscano all'utilizzatore il valore aggiunto di una maggiore produttività grazie all'impiego strettamente connesso di componenti di sicurezza e componenti relativi all'azionamento.

I movimenti risultanti da più assi coordinati, ad esempio il Tcp (Tool center point) di un robot, richiedono un approccio diverso in relazione al controllo del movimento in sicurezza. Se in questo caso si utilizzasse una tecnica di sicurezza non coordinata fra gli assi, le eventuali limitazioni di velocità e posizione dei singoli assi non impedirebbero

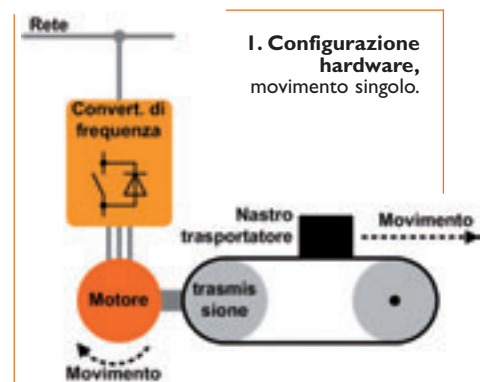
ra per specifiche applicazioni e ne rispecchiano le relative caratteristiche.

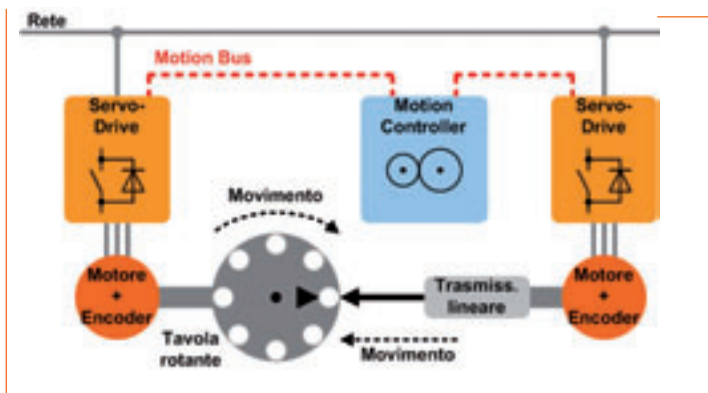
Il termine safe motion viene interpretato in maniera diversa a seconda della prospettiva. I produttori di azionamenti solitamente per safe motion intendono azionamenti con dispositivi di sicurezza integrati, mentre i produttori di sistemi di controllo associano il termine a soluzioni di sicurezza esterne. Considerando la cosa in termini analitici, è possibile stabilire che il termine safe motion si riferisce solo in prima istanza all'implementazione di un movimento sicuro. L'aggettivo sicuro viene analizza-

to in termini di sicurezza funzionale nelle relative norme per la sicurezza delle macchine (EN 61508 e EN Iso 13849-1).

Aspetti relativi al movimento

Il processo di produzione o del macchinario determinano il tipo di movimento e come questo viene generato. Questi movimenti possono essere implementati da dispositivi o con requisiti diversi a seconda del loro scopo; è necessario diversificare anche il modo in cui essi vengono arrestati in caso di





2. Configurazione hardware, motion control.

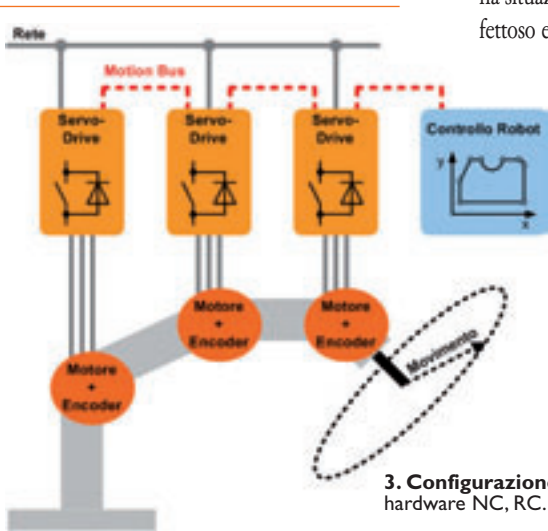
necessariamente un movimento generico pericoloso (principio di sovrapposizione). Allo stesso modo, un controllo di sicurezza fatto direttamente sul movimento del Tcp del robot non significa necessariamente che ogni singola velocità si trovi in un'area sicura.

Un altro aspetto è la dinamica del movimento: quanto devono essere elevate le prestazioni dinamiche, e quanto è veloce il movimento pericoloso? L'applicazione e la dinamica determinano la velocità di reazione richiesta dal dispositivo di sicurezza. Servo-motori dall'elevata dinamica sono in grado di raggiungere la coppia massima in pochi milisecondi.

Se tra attuatore e mano c'è una distanza ridotta, ad esempio, lo spazio in cui poter far fronte ad eventuali situazioni pericolose è minimo; il solo raggiungimento della coppia potrebbe infatti provocare pericolo di schiacciamento.

Dispositivi di sicurezza esterni o integrati

L'impiego di componenti esterni per implementare le funzioni di sicurezza è pratica nota e diffusa,



3. Configurazione hardware NC, RC.

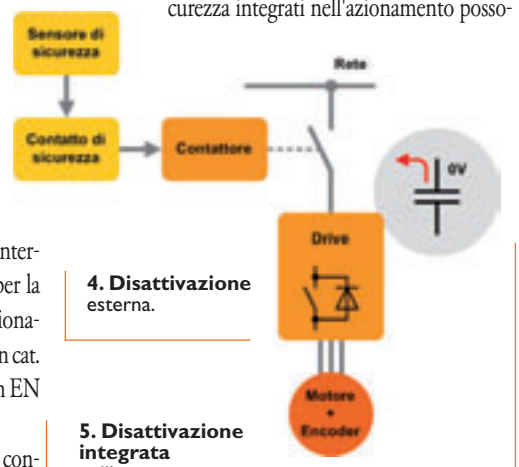
e verrà utilizzata a ragione anche nei prossimi anni. Il compito principale delle funzioni di azionamento di sicurezza è la disattivazione sicura delle fonti di alimentazione (energia elettrica) del macchinario. Gli svantaggi di una soluzione esterna sono sufficientemente conosciuti: cablaggio supplementare, lunghi tempi di reazione, contatori addizionali e scarico del circuito intermedio. Il dispositivo di sicurezza integrato per la disabilitazione dello stadio di uscita dell'azionamento solitamente consente la disattivazione in cat. 3 secondo Din EN 954-1 o Sil 2 secondo Din EN 61508 (figure 4 e 5).

Ma oggi, se si considerano le funzioni per il controllo dell'azionamento di sicurezza, è possibile identificare anche soluzioni esterne e integrate. I segnali sono necessari per stabilire se un movimento sia conforme a specifici valori limite; questi segnali devono consentire un feedback chiaro e preciso del movimento dell'attuatore.

La veridicità dei segnali del sensore deve essere verificata in modo da controllare il movimento in maniera sicura. Ad esempio, potrebbe verificarsi una situazione critica se l'encoder rotativo fosse difettoso e non fosse in grado di trasmettere un segnale mentre il motore è alimentato e sta accelerando. Una possibile soluzione sarebbe quella di individuare il difetto per mezzo di un secondo encoder. In questo caso, un componente di sicurezza dovrebbe controllare entrambi gli encoder e garantire che l'impianto passi in stato sicuro in caso di anomalie.

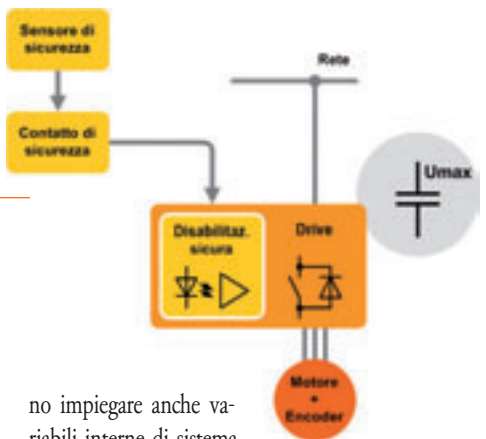
Gli encoder rotativi solitamente sono dotati di diversi signal track grazie ai quali sono in grado di individuare la direzione o posizioni definite, ad esempio durante un gi-

ro completo. Questi segnali possono essere utilizzati anche per verificarne la veridicità tramite confronto, evitando l'impiego di un secondo encoder. Se un componente di sicurezza viene utilizzato per la valutazione parallela dei segnali di un encoder, è possibile implementare il controllo dell'azionamento di sicurezza come soluzione esterna. Tuttavia, è necessario tenere in considerazione che il volume del cablaggio è notevolmente elevato. Il vantaggio di questa soluzione è il fatto che gli impianti esistenti possono essere rimodernati in modo molto semplice (figura 6). Oltre ai segnali dell'encoder rotativo disponibili, i dispositivi di sicurezza integrati nell'azionamento posso-



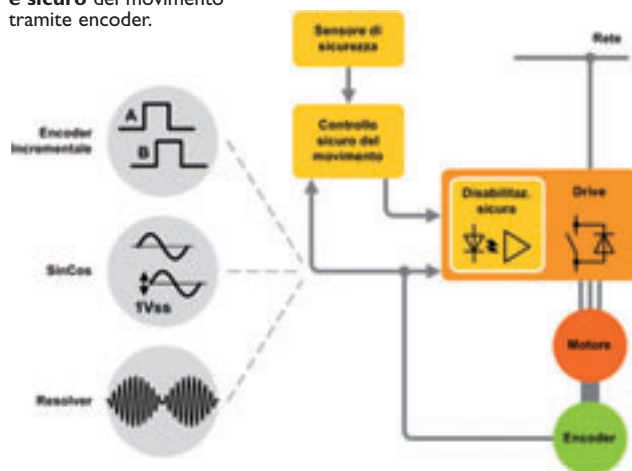
4. Disattivazione esterna.

5. Disattivazione integrata nell'azionamento.



no impiegare anche variabili interne di sistema quali ad es. la tensione ai terminali, l'Emf (Electro magnetic frequency) o le correnti motore per il rilevamento in sicurezza dei movimenti. Oltre ad un cablaggio notevolmente contenuto, la soluzione integrata offre l'ulteriore vantaggio di un più rapido tempo di reazione alle anomalie e ai guasti. Inoltre, l'accesso alle variabili interne del sistema consente l'implementazione di funzioni di sicurezza supplementari (per esempio SlT, Safe limited torque), cosa difficilmente realizzabile tramite una soluzione esterna.

6. Controllo esterno e sicuro del movimento tramite encoder.



controllo, dei dati in sicurezza da una postazione centralizzata. Nel caso di movimenti dipendenti o risultanti di movimenti coordinati, la sicurezza centralizzata rappresenta un'alternativa interessante per il futuro. I costi per asse sono ridotti, e la valutazione a livello centralizzato consente alla macchina di operare in maniera più efficiente e con maggiore flessibilità.

blata punto-punto limita drasticamente l'efficacia di una soluzione di sicurezza centralizzata. Un'alternativa è rappresentata dagli encoder motore o dai path encoder con collegamento Ethernet e un bus di sicurezza. Sono attualmente disponibili sul mercato anche i dual encoder.

Questi dispositivi sono ideali per funzioni di sicurezza che monitorino la posizione assoluta. Grazie alla struttura rigida e ridondante a doppio canale, è possibile anche raggiungere il Sil 3 secondo Din EN 61508. Oltre ad un sistema ottico, ad esempio, è possibile utilizzare anche un sensore magnetico. In termini di costi, però, questa soluzione porta ad un aumento doppio o triplo rispetto a una soluzione con encoder non di sicurezza.

Un approccio totalmente nuovo è rappresentato dalla possibilità di controllare i movimenti risultanti tramite l'elaborazione sicura delle immagini. In questo modo è possibile separare decisamente il controllo del movimento e l'elettronica relativa all'azionamento. In particolare per quanto riguarda le applicazioni di robotica, il risultato è una flessibilità pressoché illimitata nella definizione delle zone da controllare e dei profili relativi alla velocità. Sistemi di visione di sicurezza come SafetyEye, per esempio, sono in grado di rilevare singoli movimenti pericolosi e violazioni di zone controllate. Il controllo tramite sistemi di visione di sicurezza è in grado di ridurre drasticamente il numero dei componenti di sicurezza, in particolare per le applicazioni di robotica in combinazione con ripari mobili o dispositivi di protezione elettrosensibili.

Sicurezza centralizzata o decentralizzata

Attualmente il mercato propone all'utilizzatore due possibili topologie nel settore della tecnica di controllo: un sistema di controllo dalle prestazioni elevate (per esempio Ipc con soft Plc) viene collegato ai dispositivi di campo direttamente tramite un bus molto veloce che controlla un intero impianto a livello centralizzato; un impianto viene organizzato in celle, ognuna delle quali è in grado di operare indipendentemente grazie al proprio sistema operativo.

Questi sistemi di controllo decentralizzati sono interconnessi per mezzo di un bus grazie ad un sistema di controllo master.

In futuro, i sistemi di controllo distribuiti saranno in grado di eliminare la barriera che separa i due mondi. Un programma centralizzato potrà essere distribuito tramite diversi sistemi di controllo, praticamente a piacimento. Le configurazioni hardware possono variare, ma la visione centralizzata dell'impianto viene mantenuta. Ciò che vale per i sistemi di controllo standard si può applicare anche alla tecnica della sicurezza. Bus di sicurezza veloci basati su Ethernet, come per esempio SafetyNet p, consentono di realizzare topologie centralizzate, decentralizzate e distribuite. Gli aspetti dell'azionamento di sicurezza descritti in precedenza si riferivano tutti ad azionamenti singoli: il dispositivo di sicurezza era o integrato nel convertitore, oppure assegnato direttamente ad un asse azionato per mezzo di un dispositivo esterno. Dal punto di vista della sicurezza, pertanto, si trattava di una soluzione decentralizzata. I bus di sicurezza veloci basati su Ethernet permettono una valutazione, e quindi un

Sicurezza delle macchine

Il punto fondamentale è quali siano le misure necessarie per la riduzione del rischio in relazione a una specifica applicazione. Per esempio, i dispositivi elettrosensibili di protezione quali barriere fotoelettriche o scanner laser e i dispositivi di sicurezza localizzati quali un comando bimanuale sono collegati ad un dispositivo di controllo di sicurezza. Le funzioni dell'azionamento di sicurezza si attivano tramite le uscite di questo dispositivo di controllo (ad es. sistemi programmabili di controllo e di sicurezza). Nel caso di applicazioni semplici e di piccola entità, pertanto, ha senso integrare i dispositivi di controllo di sicurezza nell'azionamento e connettere i sensori di sicurezza direttamente al convertitore.

Nel caso di applicazioni più complesse, invece, è preferibile utilizzare un dispositivo di controllo di sicurezza separato, configurabile o programmabile, proprio a causa del numero limitato di interfacce esterne.

Si aprono nuovi orizzonti

Naturalmente è interessante considerare gli sviluppi futuri che siamo in grado di anticipare per il settore del safe motion. Gli encoder di sicurezza sono tra i dispositivi chiave attualmente in fase di progettazione e sviluppo, in particolare se si considera che un encoder difettoso può provocare molte situazioni pericolose. Grazie al suo encoder standard specificamente realizzato e al relativo IC di verifica, l'interfaccia per encoder rotativo EnDat 2.2 rappresenta un sistema encoder di sicurezza che consente di implementare applicazioni fino alla cat. 3 della Din EN 954. Una semplice connessione ca-

Cosa dire

Lo sviluppo delle soluzioni di safe motion è solamente all'inizio. Se utilizzati in combinazione con bus di sicurezza basati su Ethernet, i nuovi e complessi sistemi di sicurezza a sensori (per esempio telecamere o encoder rotativi) aprono nuovi orizzonti per il controllo pluridimensionale del movimento. L'utilizzo di componenti integrati o di componenti di sicurezza esterni sarà comunque ancora giustificato in futuro.

Nel caso di soluzioni esterne, gli svantaggi descritti nel presente articolo, tra cui il cablaggio più esteso e tempi di reazione più lunghi, verranno rapidamente eliminati grazie alla comunicazione bus più rapida e sicura, e a sistemi di controllo di sicurezza dalle prestazioni più elevate.

L. Lazzaro, product specialist Pmc Pilz.

readerservice.it n. 89