

Soluzioni e funzioni di sicurezza delle macchine e le norme di riferimento

A photograph of two men in a factory setting. The man on the left is wearing a white shirt and a yellow high-visibility vest. The man on the right is wearing a dark blue suit jacket, a white shirt, and glasses. They are both looking at a tablet computer held by the man in the suit. The background shows industrial machinery and a factory floor.

Pierluca Bruna
Product Expert

CT 44 CEI - UNI/CT 042/SC 01/GL 01

Soluzioni e funzioni di sicurezza delle macchine e le norme di riferimento

La sicurezza delle macchine e le norme tecniche applicabili:

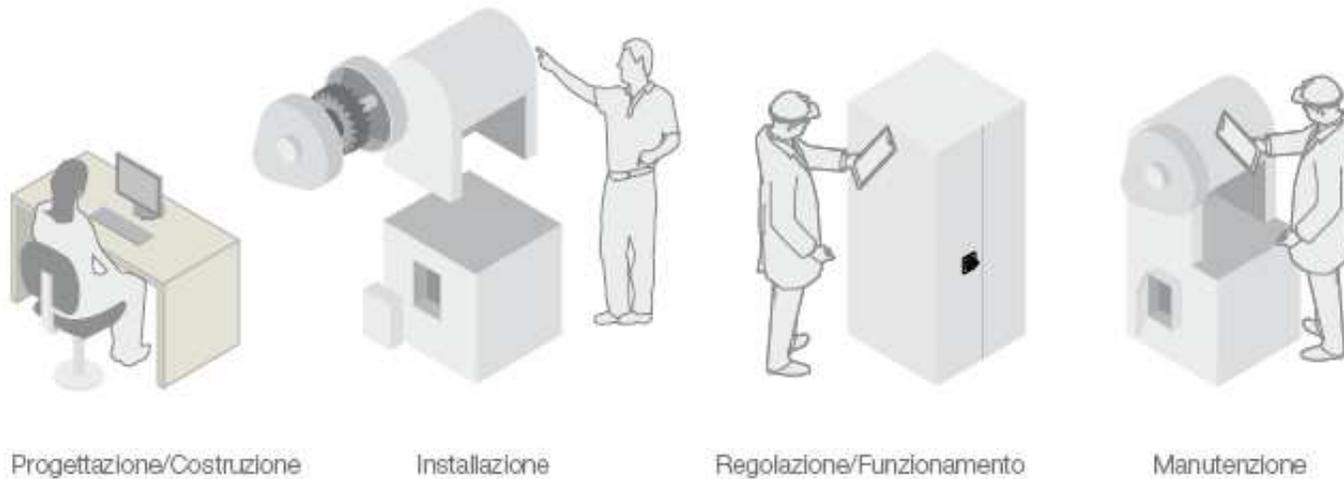
- **La Direttiva Macchine 2006/42/CE e le norme armonizzate**
- **Le funzioni di sicurezza e le soluzioni Preventa**



La sicurezza sul lavoro

La sicurezza deve essere implementata a partire dalla progettazione e deve riguardare tutto il ciclo di vita di una macchina:

progettazione, costruzione, installazione, regolazione, funzionamento, manutenzione e rottamazione.



La sicurezza sul lavoro

Evitare incidenti sul lavoro:

Oltre **all'obbligo morale** di evitare danni alle persone, la normativa specifica impone macchine sicure: la DIRETTIVA MACCHINE

Esistono poi valide **ragioni economiche**:

- I costi evidenti, quali ad esempio l'assenza per malattia del personale infortunato, cause legali, macchine bloccate e perdita di produzione
- Altri costi: l'aumento dei premi assicurativi, la perdita di clienti e della reputazione dell'azienda

La sicurezza sul lavoro

Per garantire la sicurezza delle persone e la libera circolazione delle merci vengono emanate **le Direttive Europee**

Devono essere recepite e trasposte in leggi nazionali



La sicurezza delle macchine

Le Direttive Europee

La **Direttiva Sociale 89/655/CE** sull'uso delle attrezzature da lavoro è rivolta agli utilizzatori delle macchine ed è rispettata utilizzando macchine e macchinari conformi alle norme

Riguarda l'utilizzo di tutte le attrezzature da lavoro, compresi macchinari di sollevamento e attrezzature mobili, in tutti i luoghi di lavoro. Le attrezzature di lavoro devono essere adatte all'uso e garantire la sicurezza nel tempo, attraverso una corretta manutenzione

In Italia il riferimento legislativo per il datore di lavoro è la **81/2008**



La sicurezza delle macchine

La Direttiva Macchine 2006/42/CE

- La Direttiva Macchine si applica alle macchine, alle quasi macchine ed ai **componenti di sicurezza**:
 - Dispositivi di protezione per rilevare la presenza di persone
 - Blocchi logici per assicurare funzioni di sicurezza
 - Dispositivi di arresto di emergenza
 - Dispositivi di comando a due mani
- **Obbligo di:**
 - Marcatura CE,
 - Dichiarazione di conformità
 - Manuale di uso e manutenzione
 - Fascicolo tecnico



La sicurezza delle macchine

La Direttiva Macchine 2006/42/CE

- Nella Comunità Europea e' entrata in vigore il 1 gennaio 2010
- Rispetto alla precedente Direttiva 98/37 c'e' maggior attenzione alle "quasi macchine", alle macchine non complete
- Cambia la procedura di certificazione delle macchine "qualità totale", per i macchinari che fanno parte dell'allegato IV



La sicurezza delle macchine

La Direttiva Macchine 2006/42/CE

- E' necessario inserire il nome di chi custodisce il fascicolo tecnico sulla Dichiarazione di conformità
- C'è un nuovo concetto di “uso scorretto ragionevolmente prevedibile”
- Introduce le sanzioni amministrative per il fabbricante

La sicurezza delle macchine

La responsabilità del costruttore

- I costruttori che immettono le macchine sul mercato europeo devono adeguarsi alle disposizioni previste dalla Direttiva Macchine
- Per **“immissione sul mercato”** si intende anche il caso di un’azienda che fornisce un macchinario a se stessa, per costruire o modificare macchine per proprio uso personale o ancora l’importazione di macchine nell’ambito della Comunità Europea

La sicurezza delle macchine

La responsabilità dell'utilizzatore

- Spetta agli utilizzatori accertarsi che le nuove macchine acquistate abbiano la marcatura CE e siano accompagnate da una Dichiarazione di Conformità alla Direttiva.
- Le macchine devono essere utilizzate secondo le istruzioni del fabbricante.
- Le macchine esistenti in servizio prima dell'entrata in vigore della Direttiva Macchine sono tenute a garantire la conformità alle regolamentazioni della Direttiva sull'Uso delle Attrezzature di Lavoro (Direttiva Sociale).

Sicurezza Macchine, Direttiva e normative

- Conformità alla Direttiva Macchine obbligatoria per i costruttori

- Nuova Direttiva per le macchine



- Conformità alle norme armonizzate europee

- Nuove norme armonizzate



La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate

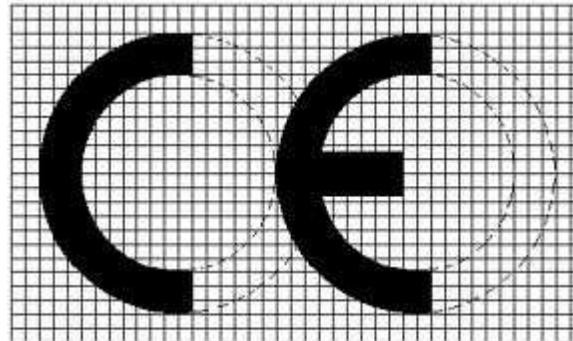
- Con il termine **“norma”** si intende una **specifica tecnica** approvata da un ente normativo riconosciuto a svolgere questa attività di normazione
- Una norma diventa armonizzata quando viene pubblicata negli Stati membri della comunità

CEI **ISO** **IEC**

La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate e presunzione di conformità

- **Un prodotto costruito in conformità ad una norma armonizzata** europea (EN), il cui riferimento è stato pubblicato nella Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea per una specifica Direttiva e che risponde ad uno o più dei requisiti essenziali di sicurezza e di tutela della salute, **è presunto conforme** ai requisiti essenziali di tale Direttiva

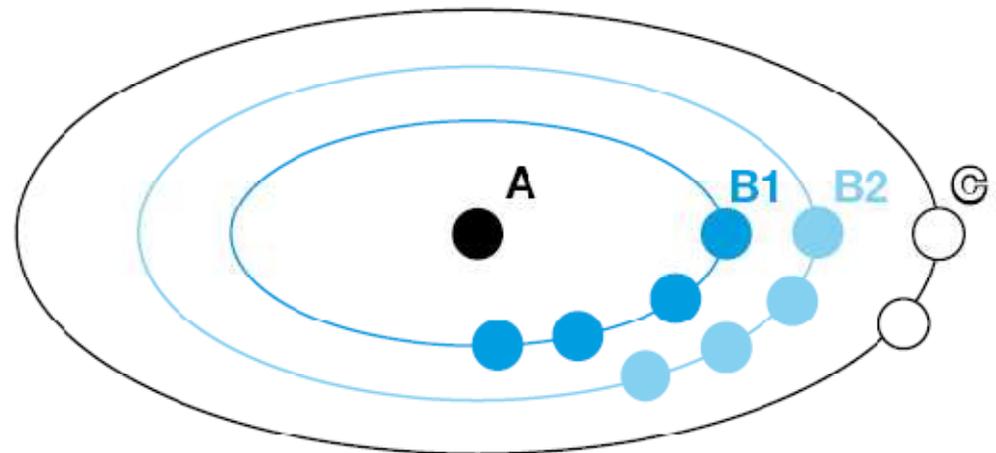


La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate e presunzione di conformità

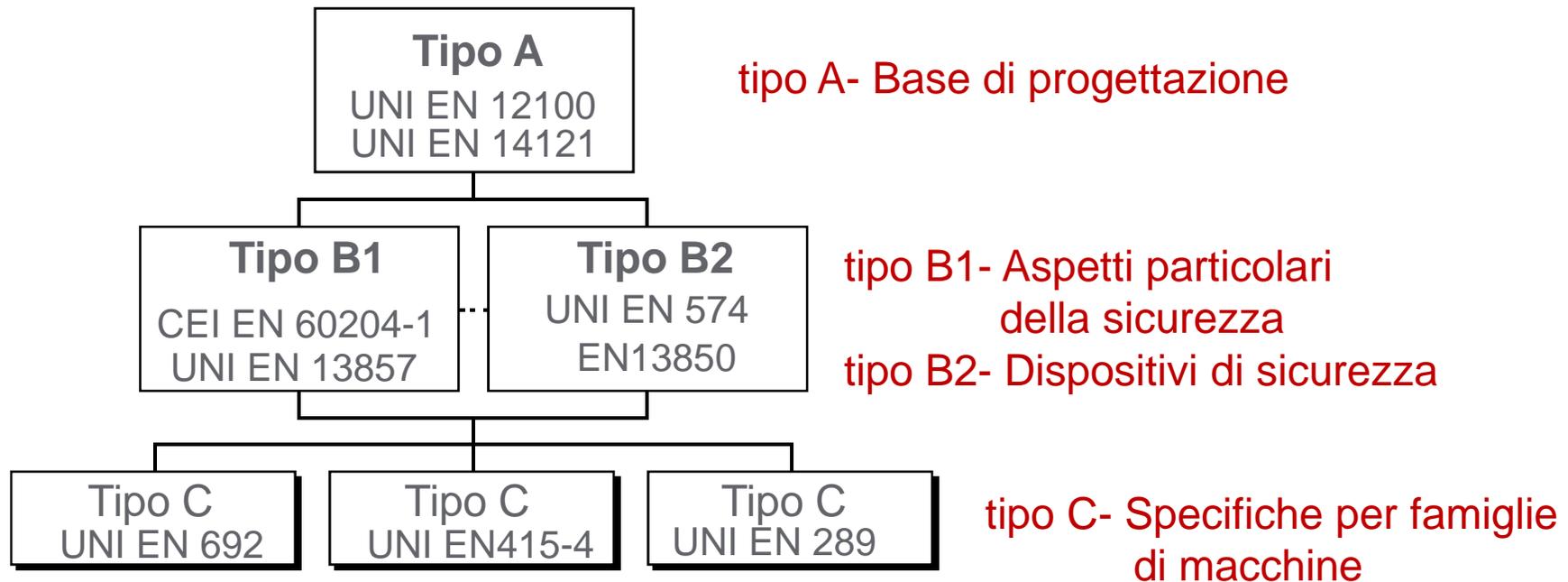
Le norme armonizzate in materia di Sicurezza Macchine si dividono in tre tipi come qui di seguito descritto:

Norme di tipo A B e C



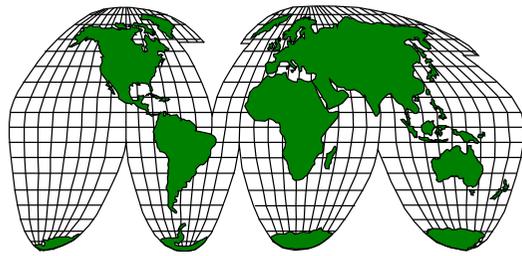
La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate: la struttura



La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate



IEC e ISO nel mondo

EN in Europa



CEI e UNI in Italia

La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate e l'analisi del rischio

Perché una macchina possa essere ritenuta sicura è necessario valutare i rischi presenti nel suo utilizzo

La strategia di valutazione e riduzione dei rischi si realizza con la norma **EN/ISO 12100**

Lo scopo della norma è di fornire ai progettisti una struttura generale ed una linea guida per consentire di produrre macchine che siano sicure per l'uso previsto

La norma definisce la **terminologia e la metodologia per la sicurezza**

La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate e l'analisi del rischio EN/ISO 12100

Identificare i rischi

Il rischio è la combinazione della probabilità che accada l'incidente e la gravità del danno

I pericoli da tenere in considerazione includono la possibilità di **intrappolamento**, **schiacciamento**, **taglio** con attrezzi e utensili, con bordi e spigoli vivi della macchina o con dei materiali lavorati



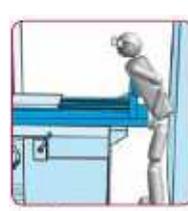
Foratura, perforazione, puntura, trancistura, taglio



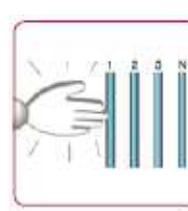
Impigliamento, trascinarsi e intrappolamento



Urto



Schiacciamento



Folgorazione



Emissione di sostanze pericolose



Scottature

La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate e l'analisi del rischio EN/ISO 12100

Riduzione del rischio

E' necessario valutare l'uso scorretto ragionevolmente prevedibile della macchina, compresa la possibilità di utilizzo di una macchina da parte di personale inesperto; non solo gli operatori ma anche il personale addetto alle pulizie, alla sicurezza o il pubblico

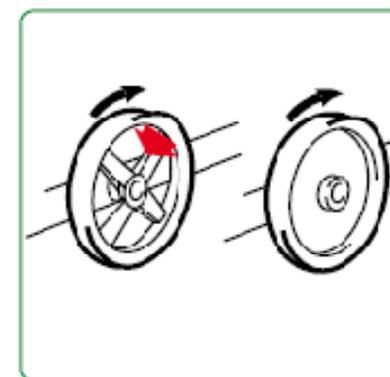
Questo compatibilmente con ogni singola realtà economica aziendale; **le norme utilizzano termini quali “ragionevole”** per indicare che potrebbe esistere la possibilità che alcuni rischi non siano eliminabili

La sicurezza delle macchine

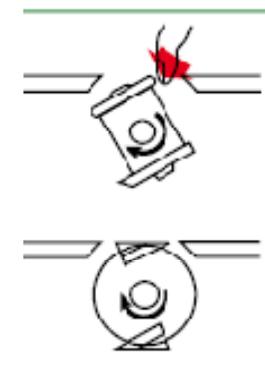
Le norme armonizzate e l'analisi del rischio EN/ISO 12100

Alcuni rischi possono essere evitati adottando una **costruzione sicura** eliminando cioè all'origine il rischio

- Sostituire le pulegge a raggi con dischi lisci consente di ridurre i rischi di taglio



- Eliminare bordi e spigoli taglienti, angoli o sporgenze consente di evitare tagli ed ecchimosi.

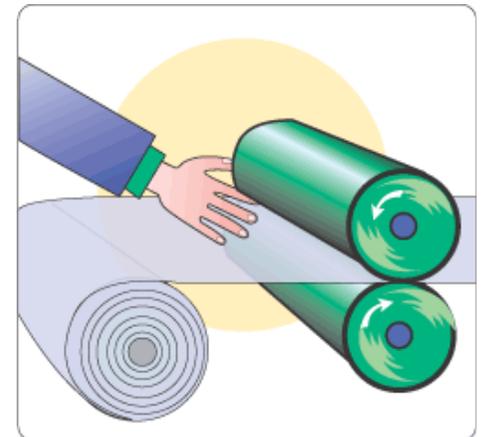


La sicurezza delle macchine

Le norme armonizzate e l'analisi del rischio EN/ISO 12100

Alcuni rischi possono essere evitati adottando una **costruzione sicura** eliminando cioè all'origine il rischio:

- L'automazione di alcune operazioni di carico della macchina
- L'aumento delle distanze minime dalla macchina può evitare lo schiacciamento di parti del corpo
- La limitazione di forze, velocità e pressioni può ridurre il rischio di lesioni
- L'utilizzare solventi non infiammabili per la pulizia si prevengono rischi di incendio



La sicurezza delle macchine

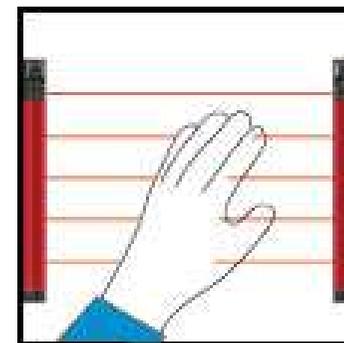
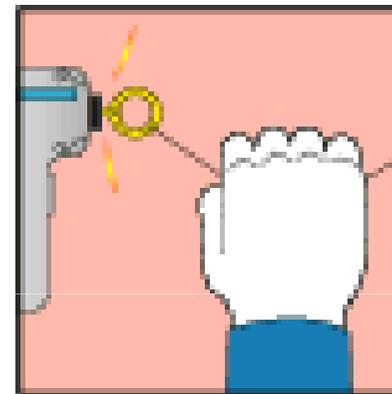
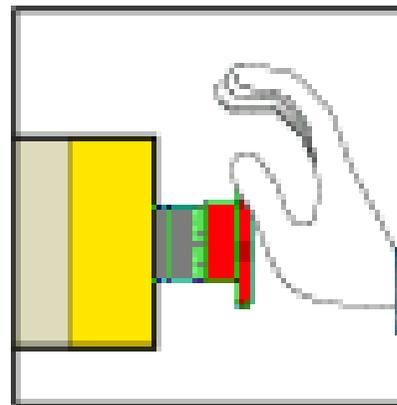
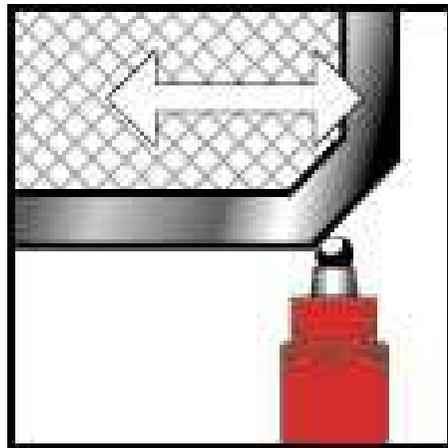
Le norme armonizzate e l'analisi del rischio EN/ISO 12100

E' necessario ricorrere alle **misure tecniche di sicurezza e dispositivi di protezione aggiuntivi** se non è possibile la costruzione conforme a principi della progettazione sicura

Le misure tecniche di sicurezza devono impedire a chiunque l'accesso o il contatto involontario con un elemento pericoloso, oppure ridurre il rischio portandolo ad uno stato sicuro prima che la persona possa entrare in contatto con esso

Queste possono prevedere ad esempio l'installazione di ripari fissi o mobili, barriere di sicurezza, tappeti per evitare avviamenti inattesi, ecc.

Le funzioni di sicurezza per le macchine



Le funzioni di sicurezza per le macchine

Elementi mobili di trasmissione

I ripari progettati per proteggere le persone dai pericoli creati dagli elementi mobili di trasmissione devono essere:

ripari fissi

ripari mobili interbloccati

Se si prevedono interventi frequenti, dovrebbe essere scelta quest'ultima soluzione



Le funzioni di sicurezza per le macchine

Elementi mobili che partecipano alla lavorazione

I ripari o i dispositivi di protezione progettati per proteggere le persone dai pericoli creati dagli elementi mobili che partecipano alla lavorazione devono essere:

- **ripari fissi**
- **ripari mobili interbloccati**
- **dispositivi di protezione**
(barriere, comando a due mani ecc)



Le funzioni di sicurezza per le macchine

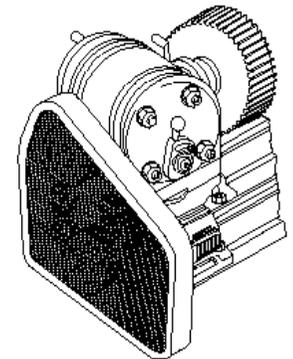
I ripari fissi

Devono essere di costruzione robusta e fissati in modo solidale
Il fissaggio dei ripari fissi deve essere ottenuto con sistemi che richiedono l'uso di utensili per la loro apertura o smontaggio

I sistemi di fissaggio devono rimanere attaccati ai ripari o alla macchina quando i ripari sono rimossi.

Se possibile, i ripari non devono poter rimanere al loro posto in mancanza di fissaggio.

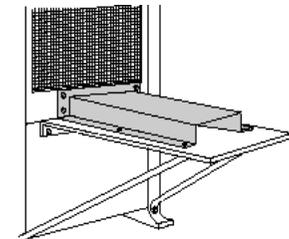
Non devono provocare pericoli supplementari, non devono essere facilmente elusi o resi inefficaci



Le funzioni di sicurezza per le macchine

I ripari fissi

La [UNI EN 953](#) “Requisiti generali per la progettazione e costruzione di ripari fissi e mobili”



La [UNI EN 13857](#) “Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di zone pericolose con gli arti inferiori e superiori”

La [UNI EN 349](#) “Spazi minimi per evitare lo schiacciamento di parti del corpo”

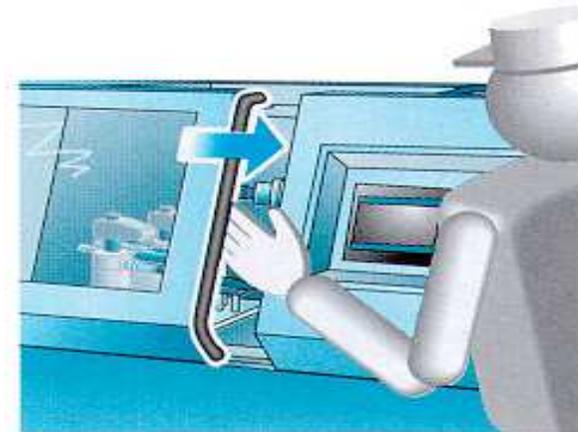
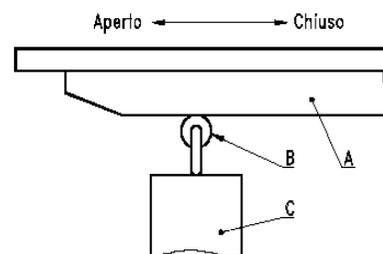


Le funzioni di sicurezza per le macchine

I ripari mobili interbloccati:

Per quanto possibile restare uniti alla macchina quando siano aperti, essere progettati e costruiti in modo che la loro regolazione richieda un intervento volontario

I ripari mobili interbloccati devono essere associati ad un **dispositivo di interblocco** che impedisca l'avviamento di funzioni pericolose della macchina con il riparo aperto



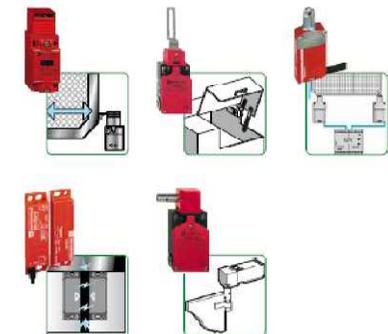
Le funzioni di sicurezza per le macchine

I ripari mobili

La ISO 14119 “Safety of machinery - Interlocking devices associated with guards - Principles for design and selection” riporta i principi di concezione e scelta dei dispositivi di interblocco delle protezioni:

Table 1 — Overview of interlocking devices

Actuation principle examples		Actuator examples		Type	Examples: see Annex ^a
Mechanical	Physical contact/ force	Uncoded	Rotary cam	Type 1	A.1
			Linear cam		A.2, A.4
			Hinge		A.3
		Coded	Tongue (-shaped actuator)	Type 2	B.1
Trapped-key	B.2				
Non- contact	Inductive	Uncoded	Suitable ferric metal	Type 3	C
	Magnetic		Magnet, solenoid		
	Capacitive		Any suitable object		
	Ultrasonic		Any suitable object		
	Optic	Any suitable object	Type 4	D.1	
	Magnetic	Coded magnet			
	RFID	Coded RFID tag			
	Optic	Optically coded tag			
^a Examples of other interlocking devices are given in Annex E .					



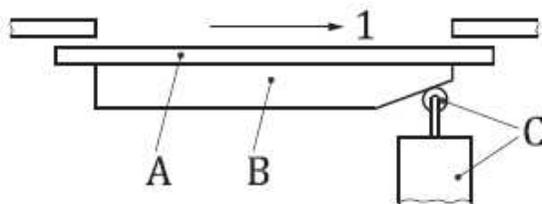
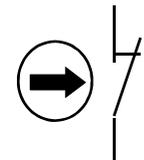
Le funzioni di sicurezza per le macchine

La ISO 14119 – Dispositivi di tipo I

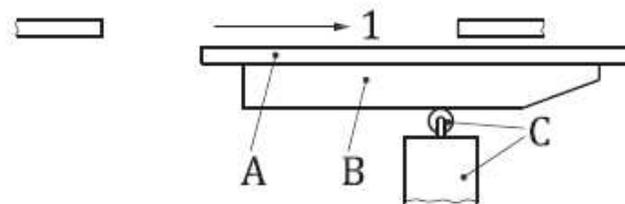
I ripari mobili: FINECORS

La UNI EN 1088 riporta:

- organi di comando ad **azione meccanica positiva**
- camme d'azionamento positivo (manovra positiva d'apertura)



a) Movable guard closed



b) Movable guard not closed



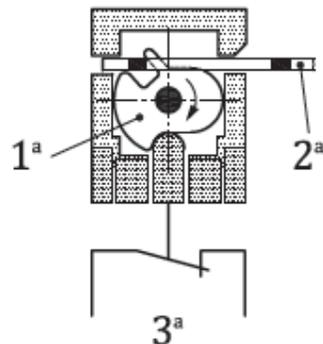
Le funzioni di sicurezza per le macchine

La ISO 14119 – Dispositivi di tipo II

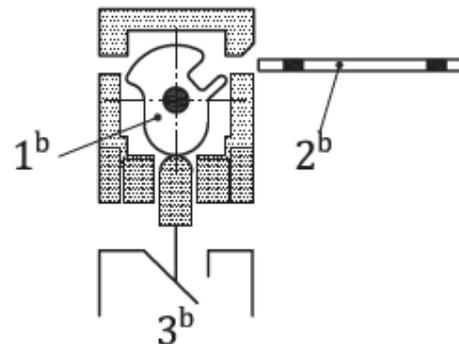
I ripari mobili: INTERRUTTORI DI SICUREZZA AD AZIONATORE

Il dispositivo comprende:

- Un elemento di interruzione del circuito (D)
- Un meccanismo che, quando viene azionato, causa l'apertura e chiusura dell'elemento di interruzione del circuito



a) Protecteur mobile fermé



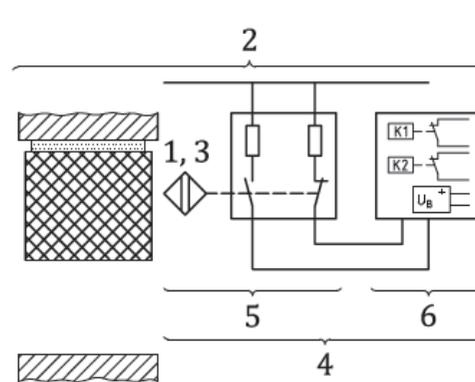
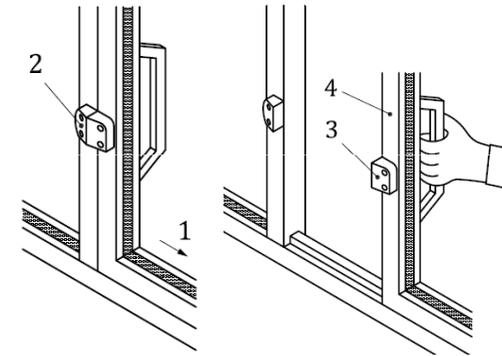
b) Protecteur mobile non fermé

Le funzioni di sicurezza per le macchine

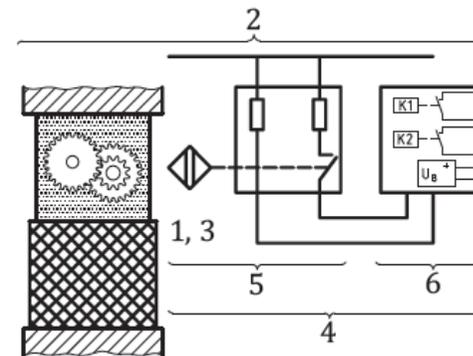
La ISO 14119 – Dispositivi di tipo IV

I ripari mobili: I SENSORI MAGNETICI DI SICUREZZA

- sono sensori codificati a tecnologia reed
- sono controllati da un modulo di sicurezza



a) Protecteur mobile fermé



b) Protecteur mobile non fermé

Le funzioni di sicurezza per le macchine

La ISO 14119

I ripari mobili

Precauzioni di montaggio e fissaggio dei finecorsa ed interruttori di sicurezza

Il supporto ed il fissaggio deve garantire il corretto funzionamento del sensore nel tempo ed impedire l'allentamento spontaneo

I sensori di posizione non devono essere utilizzati come arresti meccanici e devono essere protetti da danneggiamenti esterni prevedibili



Le funzioni di sicurezza per le macchine

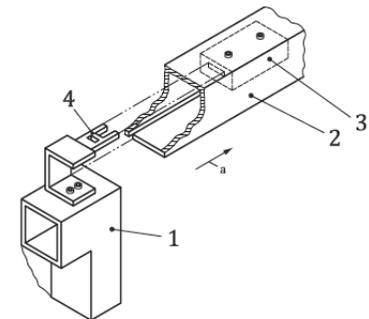
La ISO 14119

I ripari mobili

Precauzioni di montaggio e fissaggio dei dispositivi di controllo

Minimizzare la neutralizzazione attraverso:

- un montaggio permanente dell'azionatore al riparo (es. saldatura, rivettatura, viti “antisvito”)
- attraverso il montaggio di ostacolo fisico o schermatura che impedisca l'introduzione di attuatori sciolti, non collegati al riparo mobile



a) Dispositif de verrouillage de type 2

Le funzioni di sicurezza per le macchine

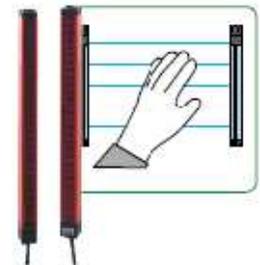
Le barriere di sicurezza

Barriere fotoelettriche di sicurezza per il rilevamento degli accessi alle zone pericolose

Rilevamento dita (14 mm), mani (30 mm) o corpo (piu' fasci)

Sono utilizzate nelle applicazioni di movimentazione materiali, confezionamento e imballaggio, nastri trasportatori, immagazzinaggio ecc.

L'assenza di porte o schermi di protezione facilita l'accesso e riduce i tempi necessari alle operazioni di carico, ispezione o regolazione



Le funzioni di sicurezza per le macchine

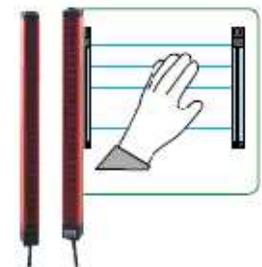
Le barriere di sicurezza

Barriere fotoelettriche di sicurezza per il rilevamento degli accessi alle zone pericolose

Rilevamento dita (14 mm), mani (30 mm) o corpo (piu' fasci)

Sono utilizzate nelle applicazioni di movimentazione materiali, confezionamento e imballaggio, nastri trasportatori, immagazzinaggio ecc.

L'assenza di porte o schermi di protezione facilita l'accesso e riduce i tempi necessari alle operazioni di carico, ispezione o regolazione



Le funzioni di sicurezza per le macchine

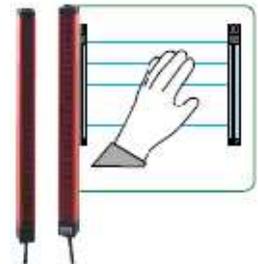
Le barriere di sicurezza

Calcolo della distanza minima per l'installazione

La distanza minima tra il dispositivo di attivazione e il pericolo causato dalla macchina (area pericolosa) deve essere calcolata con la formula generale seguente, tratta dalla ISO 13855:

$$S = (K \times T) + C$$

- S è la distanza minima, in millimetri, tra il pericolo e la barriera
- T è il tempo di arresto
- K è un parametro, in millimetri al secondo (2 000 mm/s.)
- C è la distanza supplementare



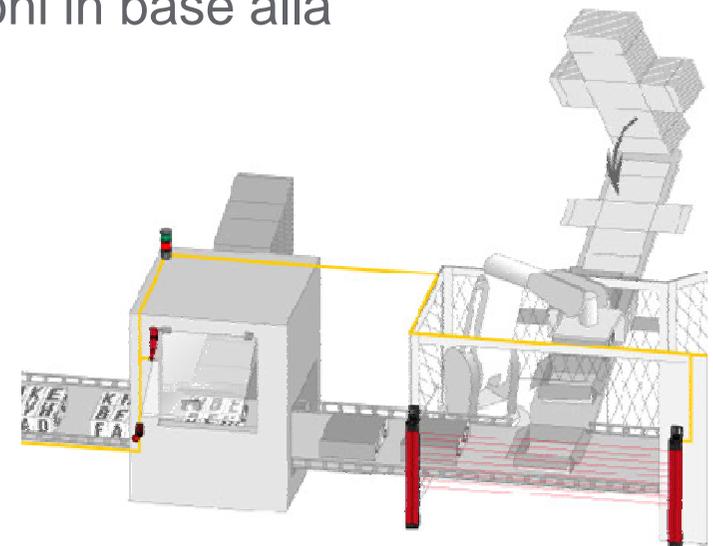
Le funzioni di sicurezza per le macchine

Le barriere di sicurezza

La [EN 61496-1 e 2](#) “Requisiti barriere di sicurezza”

La [EN 62046](#) “ Applicazione e distanze di installazione delle barriere di sicurezza”

La [EN 13855](#) “Posizionamento delle protezioni in base alla velocità di approccio del corpo umano”



Le funzioni di sicurezza per le macchine

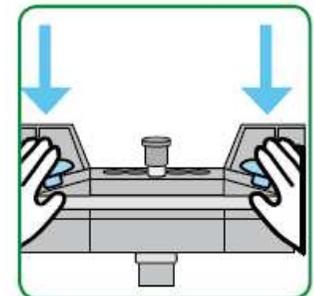
Pulpito di comando a due mani

Evitano all'operatore l'accesso ad una macchina mentre questa si trova in una condizione pericolosa (es. comando presse).

Il comando a due mani protegge solo la persona che lo usa

L'operatore protetto deve essere in grado di osservare tutta l'area di accesso al pericolo

Per la protezione del resto del personale è necessario prevedere altre misure di sicurezza

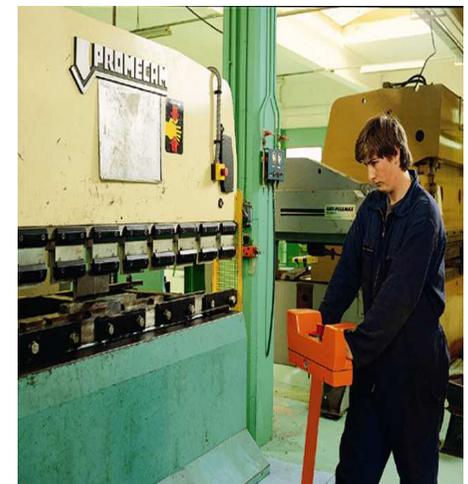


Le funzioni di sicurezza per le macchine

Pulpito di comando a due mani

La **EN 574** “Requisiti della funzione comando a due mani”

La **EN 13855** “Posizionamento delle protezioni in base alla velocità di approccio del corpo umano”



Le funzioni di sicurezza per le macchine

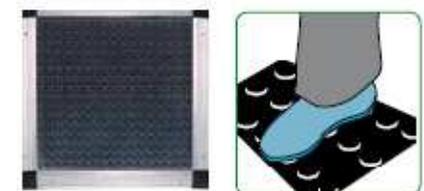
Tappeti di sicurezza sensibili alla pressione

Rilevamento della presenza dell'operatore nell'area pericolosa

La pressione esercitata sul tappeto rileva l'operatore e interrompe il movimento pericoloso della macchina

Sono utilizzati per proteggere l'area intorno alla macchina, impedendo movimenti pericolosi se l'operatore si avvicina alla zona pericolosa

Applicazione su aree robotizzate, macchine lavorazione legno



Le funzioni di sicurezza per le macchine

L'arresto d'emergenza

E' una misura di protezione complementare, nonostante la sua presenza sia su tutte le macchine

Non impedisce e non rileva l'accesso ad un pericolo, è generalmente usata per proteggere le persone e le macchine solo in caso di pericoli improvvisi ed emergenze.

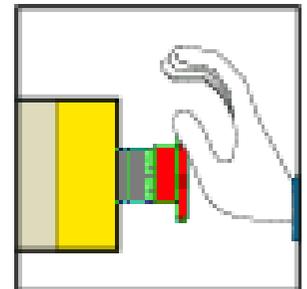
Devono essere robusti, affidabili e immediatamente accessibili e disponibili in tutte le modalità di funzionamento della macchina e in tutte le posizioni in cui possa essere necessario azionarli

Le funzioni di sicurezza per le macchine

L'arresto d'emergenza

La norma EN/IEC 60204-1 suddivide gli arresti in tre categorie:

- Categoria 0: arresto con immediata apertura dell'alimentazione degli attuatori della macchina (arresti non controllati)
- Categoria 1: arresto con alimentazione disponibile affinché gli attuatori della macchina eseguano l'arresto; l'alimentazione viene rimossa dopo l'arresto
- Categoria 2: arresto comandato con alimentazione disponibile per gli attuatori della macchina, anche dopo l'arresto. La Categoria 2 non è generalmente considerata adatta ad un arresto d'emergenza



Le funzioni di sicurezza per le macchine

L'arresto d'emergenza

- La EN 60204-1 elenca le prescrizioni per i dispositivi di comando
- Gli arresti d'emergenza devono essere conformi alla norma EN/IEC 60947-5-5



Tabella 3

Colore	Significato	Spiegazione	Esempi d'applicazione
ROSSO	Emergenza	Azionare in caso di condizione pericolosa o emergenza	Arresto d'emergenza. Inizio della funzione d'emergenza
GIALLO	Anormale	Azionare in caso di condizione anormale	Intervento per sopprimere una condizione anormale. Intervento per riavviare un ciclo automatico interrotto.
VERDE	Normale	Azionare per avviare una condizione normale	
BLU	Obbligatorio	Azionare in caso di condizione che richiede un'azione obbligatoria	Funzione di ripristino
BIANCO	Non viene attribuito nessun significato specifico	Per l'avvio generale delle funzioni ad eccezione dell'arresto d'emergenza (vedere anche la nota)	Avvio (preferenziale)
GRIGIO			Arresto
NERO			Avvio Arresto (preferenziale)

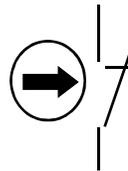
Nota: Quando viene usato un mezzo supplementare di codifica (p.es. forma, posizione, struttura) per l'identificazione degli attuatori a pulsante, lo stesso colore Bianco, Grigio o Nero può essere usato per varie funzioni (p.es. Bianco per gli attuatori di avvio e arresto).

Le funzioni di sicurezza per le macchine

L'arresto d'emergenza

La EN 13850 riporta i principi di progettazione e gli aspetti funzionali:

- La funzione arresto d'emergenza deve essere disponibile ed operante in qualsiasi momento, indipendentemente dal modo operativo
- Il dispositivo di comando ed il relativo attuatore devono operare secondo il principio dell'azione meccanica positiva



Le funzioni di sicurezza per le macchine

Monitoraggio delle funzioni di protezione

I segnali emessi dai dispositivi di sicurezza in campo vengono monitorati da componenti quali moduli di sicurezza, configuratori e safety PLC

La scelta di un dispositivo logico dipende da molti fattori tra i quali il numero di ingressi da elaborare, la complessità delle funzioni di sicurezza e dal **livello di Performance Level e SIL** del sistema di comando



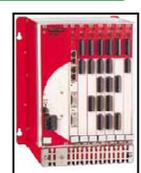
Modulo di sicurezza



Configuratore di sicurezza



PLC di sicurezza compatto

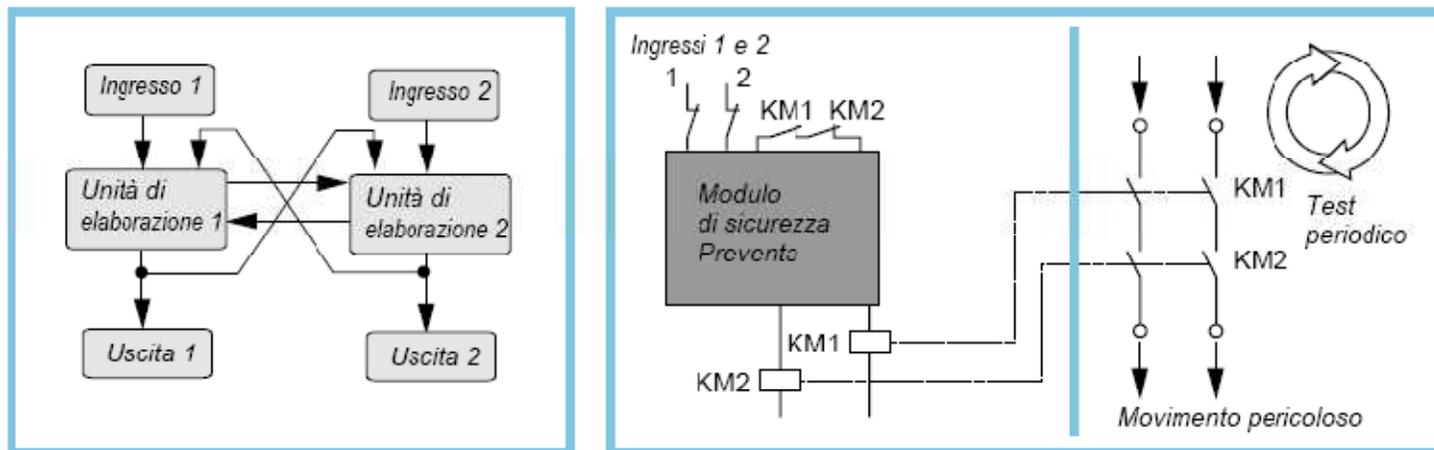


PLC di sicurezza modulare

Le funzioni di sicurezza per le macchine

Monitoraggio delle funzioni di protezione

I dispositivi logici sono impiegati per controllare le funzioni di sicurezza della macchina (Fault Tolerance e Diagnostic Coverage) e rispondere alle normative EN 13849-1 e EN 62061



La sicurezza delle macchine

I principi generali di progettazione EN/ISO 954-1

La norma era in scadenza a fine 2009 ed è stata ritirata definitivamente il 12/2011

Due nuove normative sostituiscono la EN 954-1

- EN 13849-1 - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza, principi generali per la progettazione
- CEI EN 62061 - Sicurezza funzionale dei sistemi di comando e controllo elettrici, elettronici ed elettronici programmabili correlati alla sicurezza

La normativa Sicurezza Macchine

ISO 13849-1

La nuova norma ha un'approccio di tipo probabilistico, definisce cinque livelli di prestazione (PL):

Il Performance Level e' la capacità della funzione di garantire la prestazione assegnatagli:

prospetto 3 Livelli di prestazione (PL)

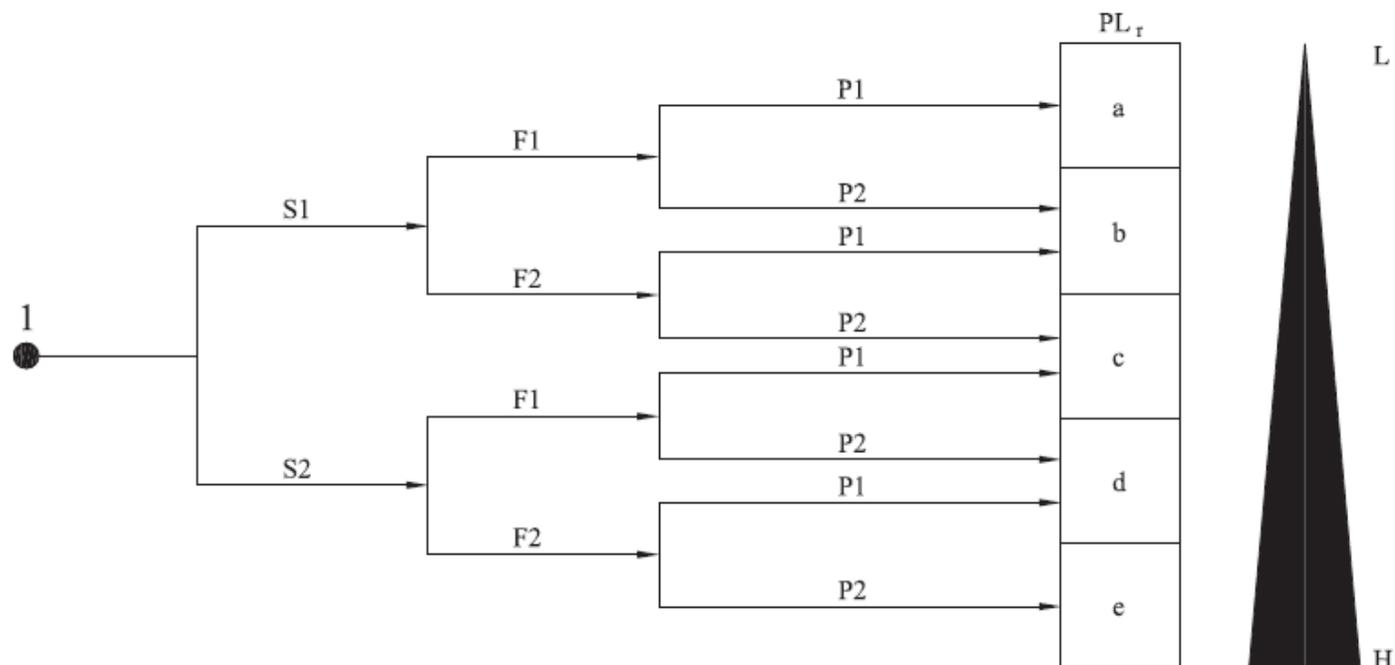
PL	Probabilità media di guasto pericoloso per ora 1/h
a	$\geq 10^{-5}$ fino a $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 \times 10^{-6}$ fino a $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ fino a $< 3 \times 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ fino a $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ fino a $< 10^{-7}$

Nota Oltre alla probabilità media di guasto pericoloso per ora, anche altre misure sono necessarie per raggiungere il PL.

Grafico del rischio per determinare il PL_r richiesto per la funzione di sicurezza

Legenda

- 1 Punto iniziale per la valutazione del contributo della funzione di sicurezza alla riduzione del rischio
 - L Basso contributo alla riduzione del rischio
 - H Elevato contributo alla riduzione del rischio
 - PL_r Livello di prestazione richiesto
- Parametri di rischio:
- S Gravità della lesione
 - S1 Leggera (lesione generalmente reversibile)
 - S2 Grave (lesione generalmente irreversibile o morte)
 - F Frequenza e/o esposizione al pericolo
 - F1 Da rara a infrequente e/o tempo di esposizione breve
 - F2 Da frequente a continua e/o tempo di esposizione lungo
 - P Possibilità di evitare il pericolo o limitare il danno
 - P1 Possibile in condizioni specifiche
 - P2 Scarsamente possibile



La normativa Sicurezza Macchine

ISO 13849-1

Il Performance Level del sistema di comando dipende:

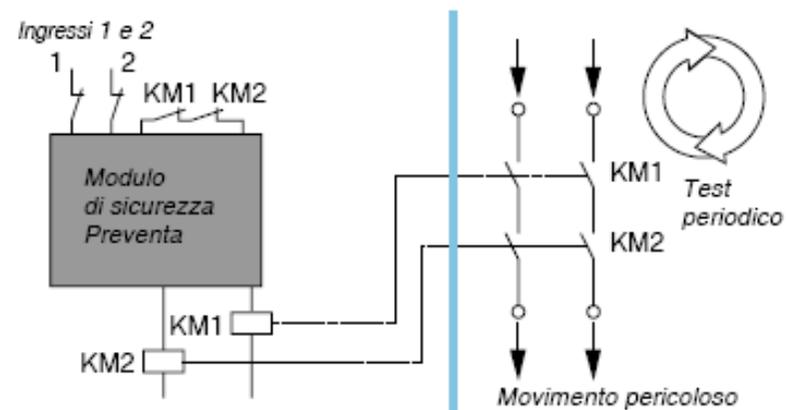
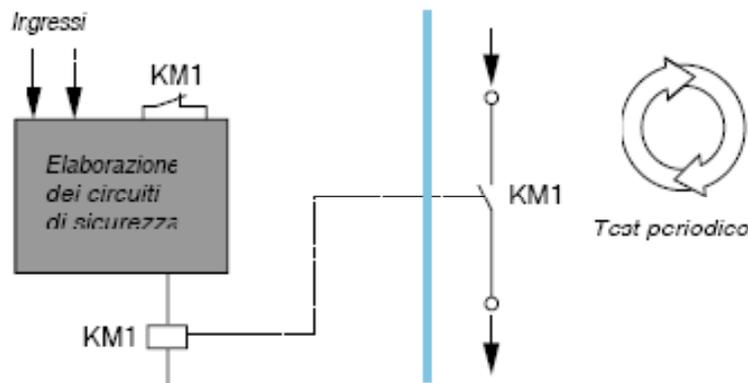
- Struttura del sistema (Categoria)
- Affidabilità dei componenti (MTTF)
- Capacità di rilevamento dei guasti (DC)
- Guasto di causa comune (CCF)

La normativa Sicurezza Macchine

ISO 13849-1

Il Performance Level dipende:

- Struttura del sistema: categoria di appartenenza B,1,2,3 o 4 - test ciclico ridondanza



La normativa Sicurezza Macchine

ISO 13849-1

Tempo medio al guasto pericoloso (MTTF)

Mean Time to Dangerous Failure - Affidabilità del componente tempo medio di operazione del sistema senza difetto pericoloso esistono tre livelli:

prospetto 5 Tempo medio al guasto pericoloso di ogni canale (MTTF_d)

MTTF _d	
Denotazione di ogni canale	Intervallo di ogni canale
Basso	3 anni ≤ MTTF _d < 10 anni
Medio	10 anni ≤ MTTF _d < 30 anni
Alto	30 anni ≤ MTTF _d ≤ 100 anni

Nota 1 La scelta degli intervalli del MTTF_d di ogni canale si basa sulle frequenze di guasto riscontrate sul campo allo stato dell'arte, che formano una specie di scala logaritmica adatta alla scala logaritmica del PL. Non si prevede di trovare un valore MTTF_d di ogni canale minore di tre anni per SRP/CS reali poiché ciò significherebbe che dopo un anno circa il 30% di tutti i sistemi sul mercato subirebbe guasti e necessiterebbe di essere sostituito. Un valore MTTF_d di ogni canale maggiore di 100 anni non è accettabile poiché le SRP/CS per rischi elevati non dovrebbero dipendere unicamente dall'affidabilità dei componenti. Per rafforzare le SRP/CS contro i guasti sistematici e casuali, si dovrebbero richiedere mezzi aggiuntivi come ridondanza e prove. Per la fattibilità, il numero di intervalli è limitato a tre. La limitazione del valore MTTF_d di ogni canale a un massimo di 100 anni si riferisce al singolo canale della SRP/CS che svolge la funzione di sicurezza. Valori MTTF_d superiori possono essere utilizzati per singoli componenti (vedere prospetto D.1).

Nota 2 Si assume che i limiti indicati del presente prospetto abbiano un'accuratezza del 5%.

La normativa Sicurezza Macchine

ISO 13849-1

Copertura Diagnostica (DC)

Diagnostic Coverage - Capacità di rilevamento dei guasti: rapporto tra la probabilità di rilevamento dei difetti pericolosi e il totale dei difetti pericolosi del sistema

prospetto 6 Copertura diagnostica (DC)

Denotazione	DC	Intervallo
Nessuna		$DC < 60\%$
Bassa		$60\% \leq DC < 90\%$
Media		$90\% \leq DC < 99\%$
Alta		$99\% \leq DC$

Nota 1 Per le SRP/CS che consistono di diverse parti si utilizza un valore medio DC_{avg} per DC nella figura 5, punto 6 ed E.2.

Nota 2 La scelta degli intervalli della DC si basa sui valori chiave del 60%, 90% e 99% stabiliti anche in altre norme (per esempio IEC 61508) concernenti la copertura diagnostica delle prove. Le indagini mostrano che $(1 - DC)$ invece della DC stessa è una misura caratteristica dell'efficacia della prova. $(1 - DC)$ per i valori chiave del 60%, 90% e 99% forma una specie di scala logaritmica adatta alla scala logaritmica del PL. Un valore della DC minore del 60% ha solo un lieve effetto sull'affidabilità del sistema sottoposto a prova ed è pertanto denominato "nessuna". Un valore della DC maggiore del 99% per i sistemi complessi è molto difficile da raggiungere. Per la fattibilità, il numero di intervalli è limitato a quattro. Si assume che i limiti indicati del presente prospetto abbiano un'accuratezza del 5%.

N°	Misure contro i CCF	Punteggio
1	Separazione/ Segregazione	
	Separazione fisica tra i percorsi dei segnali: separazione in cablaggi/tubazioni, spazi sufficienti e distanze di scorrimento sulle schede di circuiti stampati.	15
2	Diversità	
	Si utilizzano tecnologie/progettazione o principi fisici diversi, per esempio: elettronica programmabile nel primo canale e secondo canale cablato, tipo di attuazione, pressione e temperatura. Misurazione di distanza e pressione, digitale e analogica. Componenti di fabbricanti diversi	20
3	Progettazione/applicazione/esperienza	
3.1	Protezione contro eccesso di tensione, potenza, corrente, ecc.	15
3.2	Utilizzo di componenti ben provati	5
4	Valutazione/analisi	
	Si tiene conto dei risultati dell'analisi delle modalità e degli effetti dei guasti per evitare guasti da causa comune nella progettazione?	5
5	Competenza/formazione	
	Formazione di progettisti/responsabili della manutenzione alla comprensione di cause e conseguenze dei guasti da causa comune	5
6	Ambiente	
6.1	Prevenzione della contaminazione e compatibilità elettromagnetica (EMC) contro i CCF in conformità alle norme appropriate. Sistemi fluidici: filtrazione del mezzo in pressione, prevenzione dell'assorbimento di sporco, scarico dell'aria compressa, per esempio in conformità ai requisiti del fabbricante del componente concernenti la purezza del mezzo in pressione. Sistemi elettrici: controllo dell'immunità elettromagnetica del sistema, per esempio come specificato nelle norme pertinenti, rispetto ai CCF Per i sistemi fluidici ed elettrici combinati, si dovrebbero considerare entrambi gli aspetti.	25
6.2	Altri influssi Considerazione dei requisiti sull'immunità a tutti gli influssi ambientali pertinenti come temperatura, urti, vibrazioni, umidità (per esempio come specificato nelle norme pertinenti).	10
	Totale	[massimo conseguibile 100]

La normativa Sicurezza Macchine

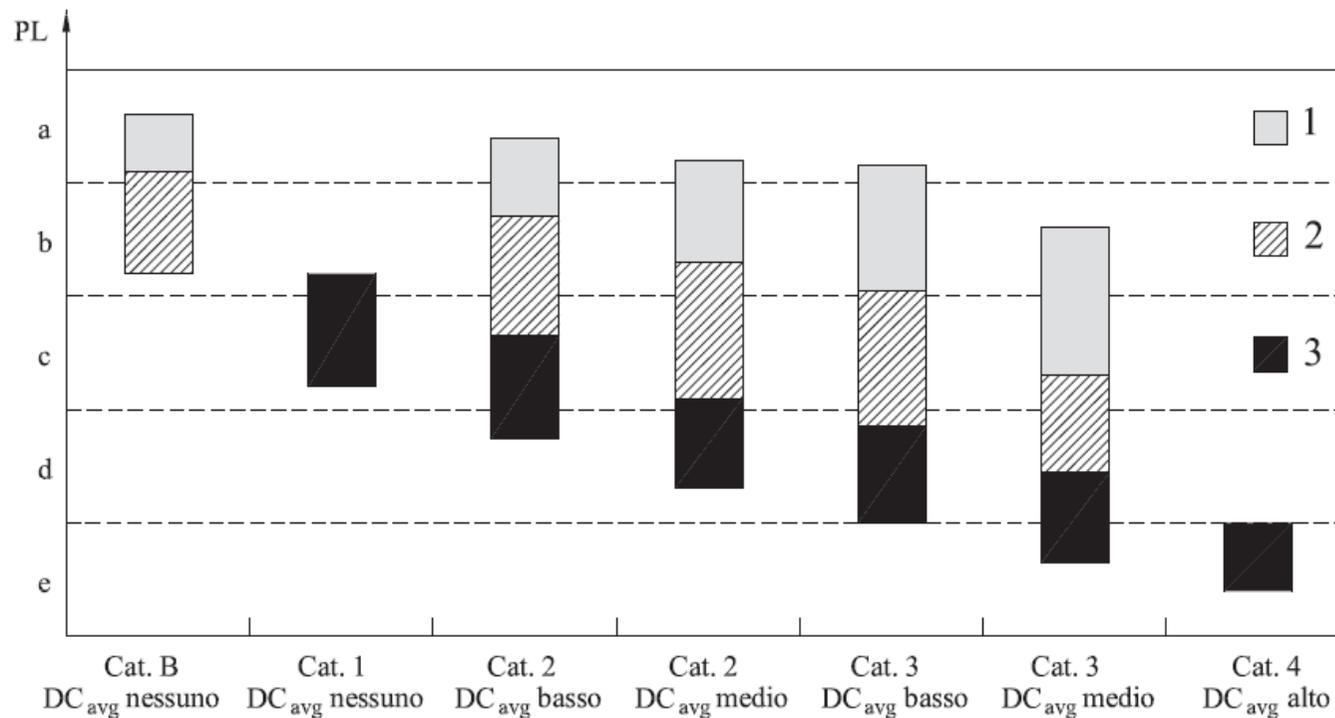
ISO 13849-1

Verifica del Performance Level

figura 5 Rapporto tra categorie, DC_{avg} , $MTTF_d$ di ogni canale e PL

Legenda

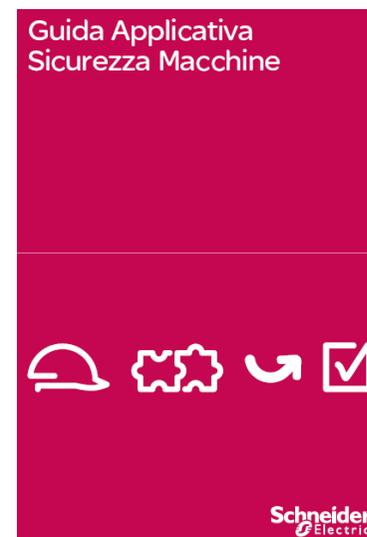
- PL Livello di prestazione
- 1 $MTTF_d$ di ogni canale = basso
- 2 $MTTF_d$ di ogni canale = medio
- 3 $MTTF_d$ di ogni canale = alto



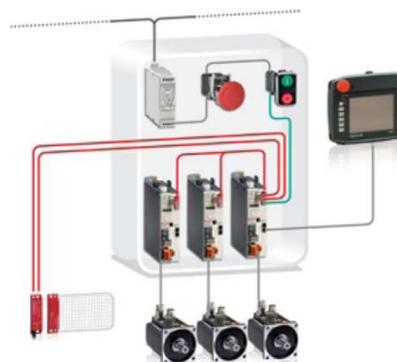
Sicurezza Macchine, i supporti

Schneider Electric ha realizzato una serie di strumenti di supporto per il progettista della macchina e per gli addetti della sicurezza

Guida Applicativa Sicurezza Macchine



Safety Chain Solutions

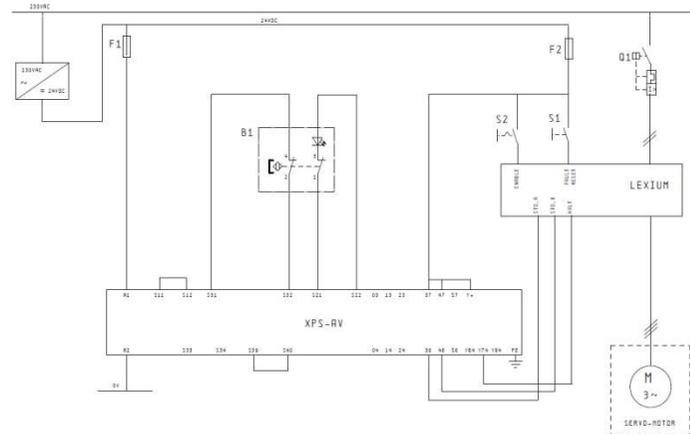
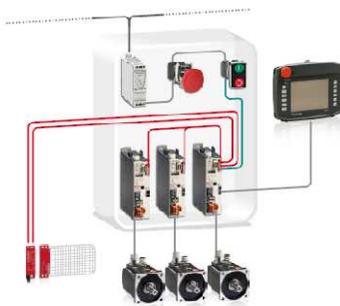


Safety Chain Solutions

- **The concept:**

- Una combinazione di prodotti per realizzare la funzione di sicurezza, uno schema di principio certificato che permette di ridurre i tempi di progettazione ed eliminare i costi di certificazione al costruttore

Safe Stop 1 (PL e, SIL 3)



Cycle time (s)	30
Number of hours' operation per day (h)	12
Number of days' operation per year	220
Number of operations per year (n _{op})	316800

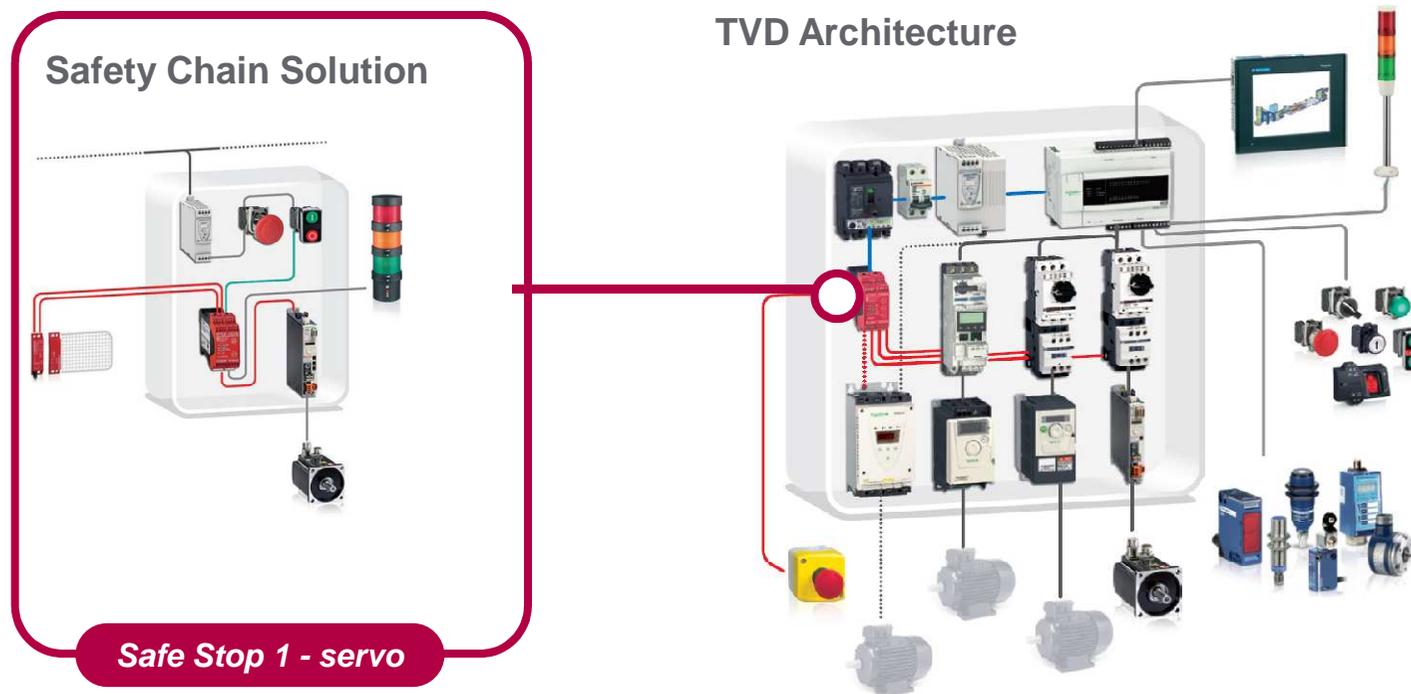
		Values	
		Channel 1	Channel 2
Input (magnetic switch) XCS	B1 ₀ (operations)	80 000 000	80 000 000
	TTT ₀ (years)	100	100
	MTTF ₀ (years)	1578.3	1578.3
	MTTF ₀ resulting (years)	100	100
	PFF ₀ resulting (1/h)	2.47 x 10 ⁻⁴	2.47 x 10 ⁻⁴
Logic (safety module) XPSAV	DC (%)	0	0
	PFF ₁ (1/h)	7.95 x 10 ⁻⁴	7.95 x 10 ⁻⁴
Output (actuator) LXM32 servo-driver	MTTF ₂ (years)	1400	1400
	DC (%)	80	80
	PFF ₂ (1/h)	1 x 10 ⁻³	1 x 10 ⁻³
Safety function	MTTF _{sc}	30.1 (high)	
	DC _{sc}	88.3 (medium)	
	PFF _{sc} resulting (1/h)	3.38 x 10 ⁻²	
	PL attained	e	
	SIL attained	3	



Il progetto "Safety Chain Solution" è incluso nella documentazione tecnica della macchina

Safety Chain Solutions

- **Completamente allineato con l'approccio TVDA:**
 - Risposta ai bisogni del cliente, complementari con le architetture di automazione



Safety Chain Solutions

- E' semplice identificare il progetto d'interesse con il safety selector:
 - Disponibile sul sito internet Schneider Electric

1. What is the performance level required (PLr *) of the safety function on your machine ?
> ---- Choose your answer ----

2. What type of control of access to hazardous zones do you use ?
> ---- Choose your answer ----

3. How many different safety functions do you have on each machine ?
> ---- Choose your answer ----

4. Do you use an I/O field bus in your machine?
> ---- Choose your answer ----

5. What category of safety stop do you need? **
> ---- Choose your answer ----

All results

Safe Stop 0

Back to Safety Chain configurator See result like a list

→ Per saperne di più

**Posso stampare
e salvare come
PDF l'intero file
includerlo nella
documentazione
macchina**

Safety Chain Solutions

- Quali progetti a disposizione nel settore di sicurezza?

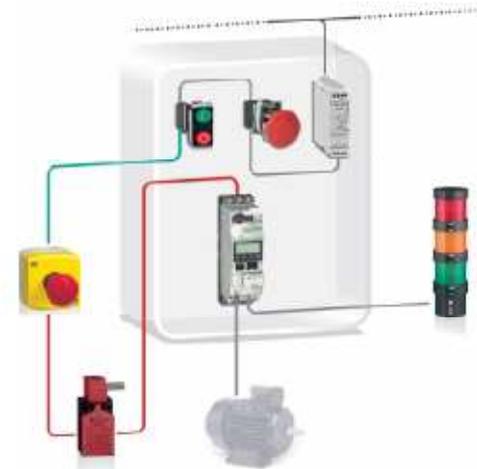
Applicazione: Macchine Utensili e simili a bassa inerzia



Safety Chain Solution – Safe torque off

PL c, SIL 1

Simplicity and efficiency made by well-tries components



Controllo cancello/emergenza,
arresto istantaneo

Safety Chain Solutions

- Quali progetti a disposizione nel settore di sicurezza?

Applicazione: Macchine packaging e similare con accesso frequente alla zona pericolosa



Safety Chain Solution – Magnetic switches

PL e, SIL 3

High diagnostic level with an optimized implementation

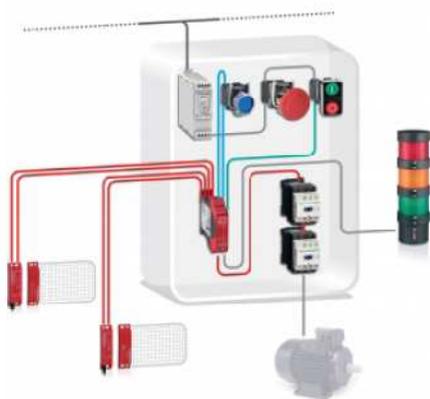


Controllo cancello/emergenza,
arresto istantaneo

Compact Optimized Machine



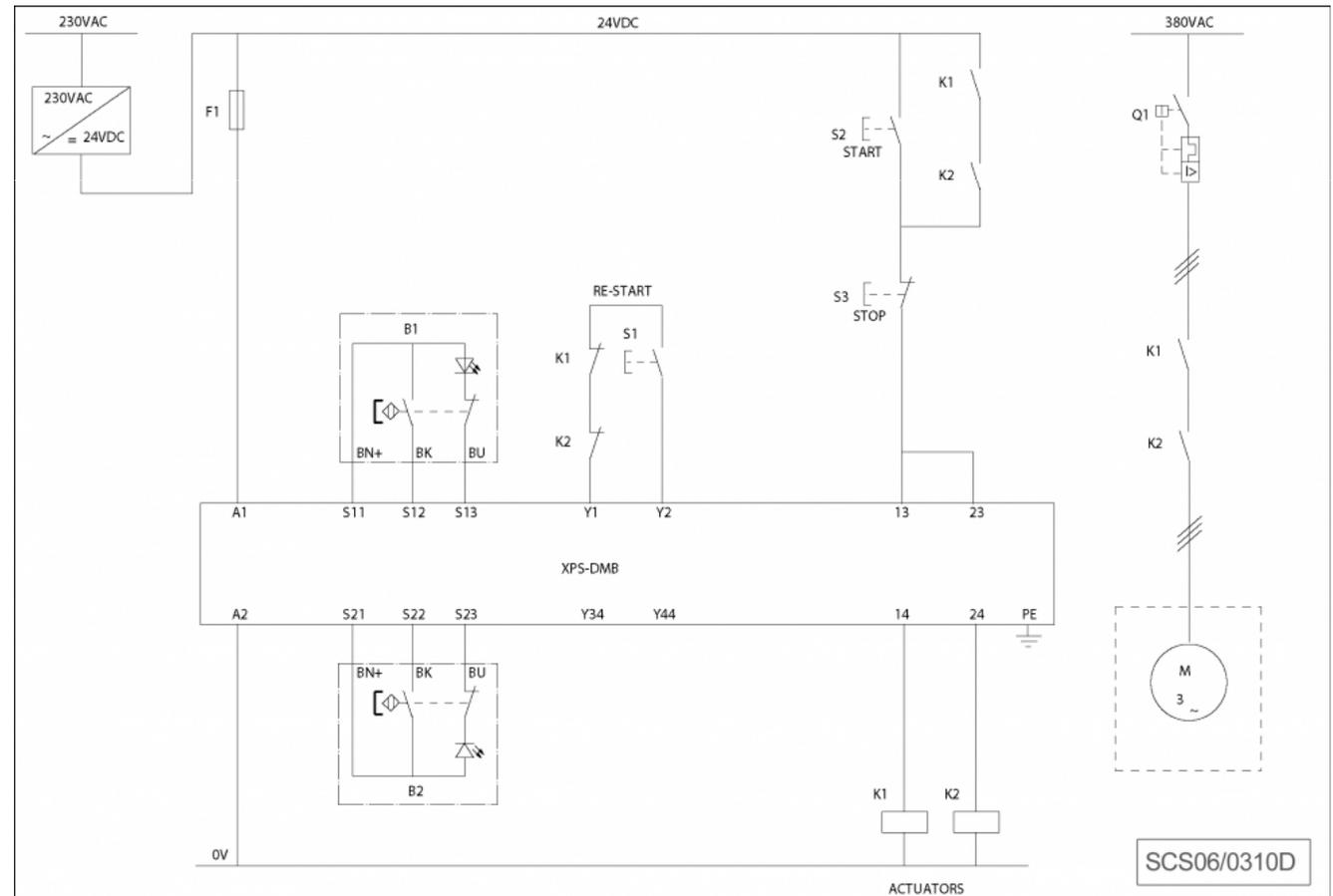
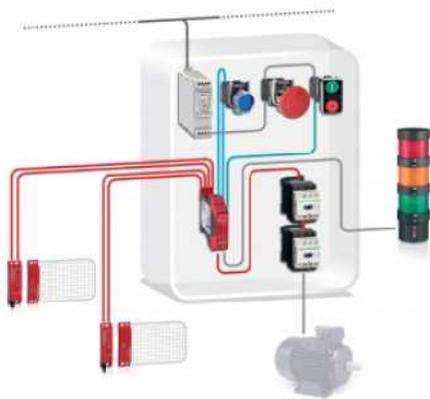
- > Le due protezioni mobili della macchina sono controllate da sensori di sicurezza per l'arresto immediato della macchina
- > L'apertura della protezione viene rilevata dall'interruttore magnetico di sicurezza
- > I due interruttori XCSDMP sono controllati dal modulo di sicurezza XPSDMB (NC + NO di ogni sensore)
- > L'apertura di una protezione provoca la disattivazione delle uscite di sicurezza del modulo e la l'apertura dei due contattori K1 e K2 (arresto categoria 0 IEC 60204 -1)



Compact Optimized Machine



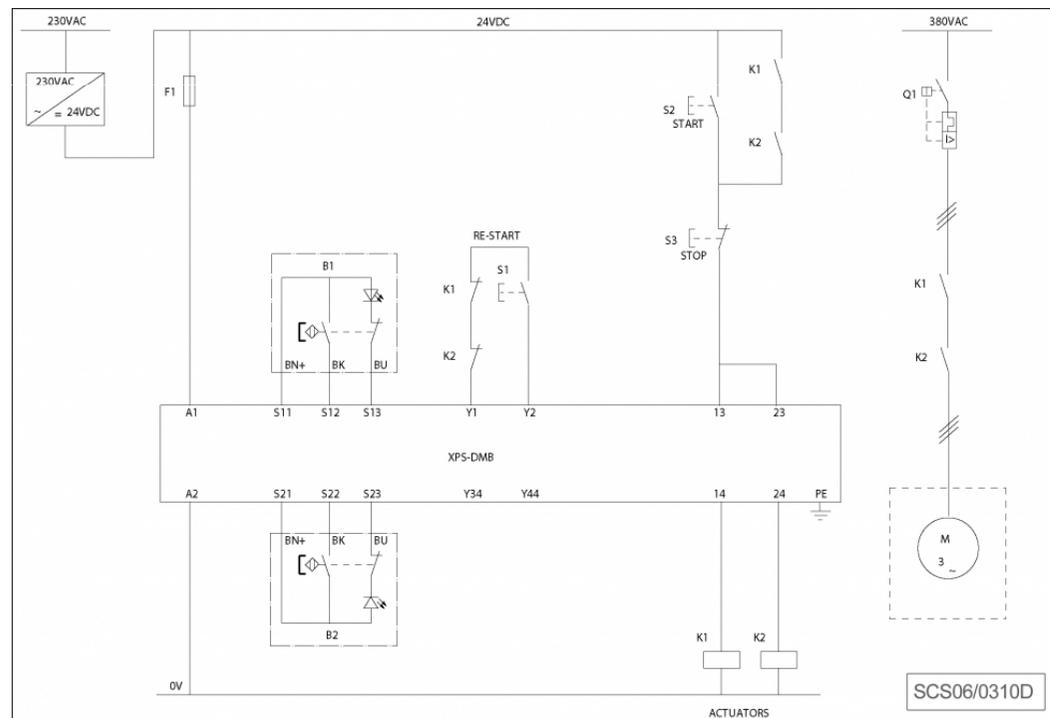
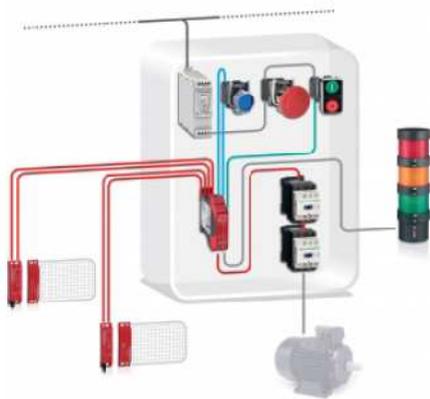
- I contattori sono monitorati dal modulo di sicurezza, viene controllato il contatto mirror del contattore per verificare la saldatura “DC alto”



Compact Optimized Machine



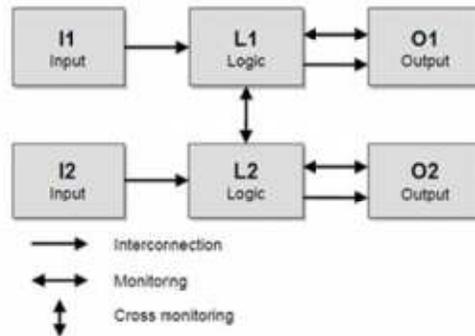
- La funzione di sicurezza utilizza la ridondanza: per mezzo di due contatti ridondanti (interruttore magnetico) e doppio dispositivo (per il contattore) “categoria 3 o 4”



Compact Optimized Machine



Calcolo del Performance Level



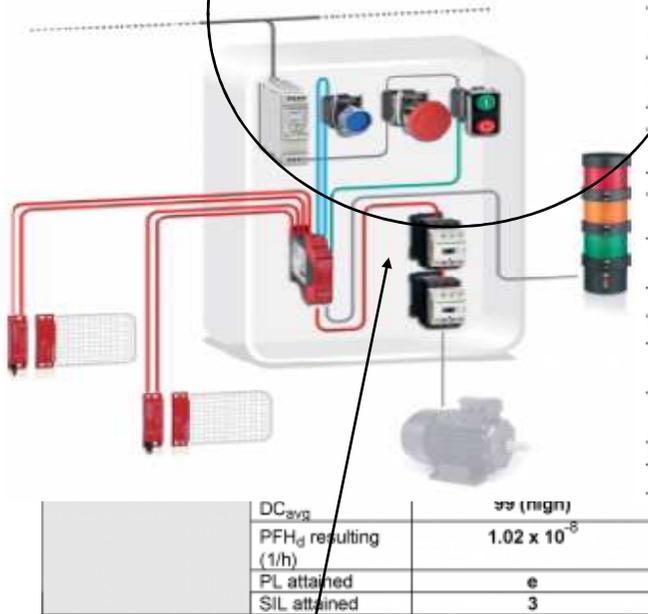
- > Ne consegue un'architettura di categoria 4 (due canali ridondanti con autocontrollo) per ogni blocco funzionale
- > Ipotizziamo che le protezioni siano aperte ogni 5 minuti, durante i 220 giorni lavorativi all'anno e per 12 ore al giorno
Risultano 31.680 le operazioni all'anno

Compact Optimized Machine



Cycle time (s)	300
Number of hours' operation per day (h)	12
Number of days' operation per year	220
Number of operations per year (n_{op})	31680

		Values	
		Channel 1	Channel 2
Input (magnetic switch)	B10 _d (operations)	50 000 000	50 000 000
XCS	T10d (years)	1578	1578



	DC _{avg}	τ (min)
		1.02×10^{-8}
	PFH _d resulting (1/h)	
	PL attained	e
	SIL attained	3

Calcolo del Performance Level

➤ Calcoliamo l'MTTFd dell'INPUT, basandoci sul B10d dell'interruttore magnetico 50.000.000 di manovre. MTTFd diventa 15782.8 anni per ciascun canale

➤ Il PFHd dell'input risulta $9,05 \times 10^{-9}$

Compact Optimized Machine



Calcolo del Performance Level

Cycle time (s)	300
Number of hours' operation per day (h)	12
Number of days' operation per year	220
Number of operations per year (n_{op})	31680

		Values	
		Channel 1	Channel 2
Input (magnetic switch) XCS	B10 _d (operations)	50 000 000	50 000 000
	T10 _d (years)	1578	1578
	MTTF _d (years)	15782.8	15782.8
	MTTF _d resulting (years)	2500	2500
	PFH _d resulting (1/h)	9.05×10^{-10}	9.05×10^{-10}
	DC (%)	99	99
	Logic (safety module) XPSDMB	PFH _d (1/h)	3.92×10^{-9}
Output (actuator) LC1	B10 (operations)	1 000 000	1 000 000
	% dangerous failure	73	73
	B10 _d (operations)	1 369 863	1 369 863
	T10 _d (years)	43	43
	MTTF _d (years)	432.4	432.4
	MTTF _d resulting (years)	432.4	432.4
	PFH _d resulting (1/h)	5.35×10^{-9}	5.35×10^{-9}
Safety function	DC (%)	99	99
	MTTF _{dc}	67.8 (high)	
	DC _{avg}	99 (high)	
	PFH _d resulting (1/h)	1.02×10^{-8}	
	PL attained	e	
SIL attained	3		

➤ Per la **LOGICA** il valore **PFH_d** è 3.92×10^{-9} indicato da Schneider Electric per il modulo di sicurezza XPSDMB

➤ Per il blocco d'**USCITA** (contattori K1-K2), il valore di B10 è 1.000.000 cicli, B10d diventa 1.369.863 operazioni (73% guasti pericolosi) MTTFd 432,4 anni ed il relativo **PFH_d = $5,35 \times 10^{-9}$**

Compact Optimized Machine



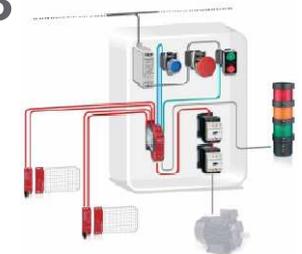
Cycle time (s)	300
Number of hours' operation per day (h)	12
Number of days' operation per year	220
Number of operations per year (n_{op})	31680

Calcolo del Performance Level

		Values	
		Channel 1	Channel 2
Input (magnetic switch) XCS	B10 _d (operations)	50 000 000	50 000 000
	T10 _d (years)	1578	1578
	MTTF _d (years)	15782.8	15782.8
	MTTF _d resulting (years)	2500	2500
	PFH _d resulting (1/h)	9.05×10^{-10}	9.05×10^{-10}
	DC (%)	99	99
Logic (safety module) XPSDMB	PFH _d (1/h)	3.92×10^{-9}	3.92×10^{-9}
Output (actuator) LC1	B10 (operations)	1 000 000	1 000 000
	% dangerous failure	73	73
	B10 _d (operations)	1 369 863	1 369 863
	T10 _d (years)	43	43
	MTTF _d (years)	432.4	432.4
	MTTF _d resulting (years)	432.4	432.4
	PFH _d resulting (1/h)	5.35×10^{-9}	5.35×10^{-9}
	DC (%)	99	99
Safety function	MTTF _{dc}	67.8 (high)	
	DC _{avg}	99 (high)	
	PFH _d resulting (1/h)	1.02×10^{-8}	
	PL attained	e	
	SIL attained	3	

➤ **Misure contro guasti causa comune** deve raggiungere almeno il 65 punti: separazione (15), la diversità (20), protezione contro le sovratensioni (15) e le condizioni ambientali (25 +10)

➤ **Il PFHd risultante della safety function** diventa $1,02 \times 10^{-8}$ **PL e SIL e 3**



Safety Chain Solutions

- Quali progetti a disposizione nel settore di sicurezza?

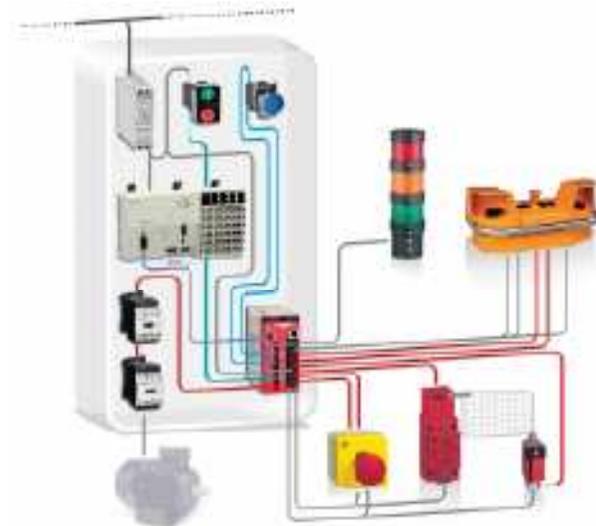
Applicazione: presse, lavorazioni materie plastiche, macchine complesse



Safety Chain Solution – Multifunction - Safe guard

PL e, SIL 3

Complex machine applications using a centralized safety device



Controllo cancello/emergenza/comando a due mani, arresto in categoria 0

Safety Chain Solutions

- Quali progetti a disposizione nel settore di sicurezza?

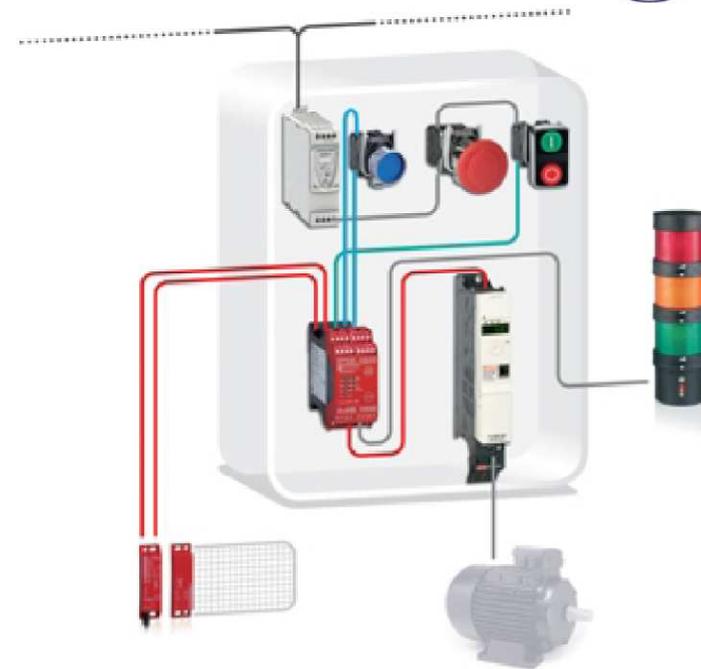
Applicazione: Macchine per il tessile, packaging, automatiche, alta velocità



Safety Chain Solution – Safe Stop 1 – Drive high performance

PL e, SIL 3

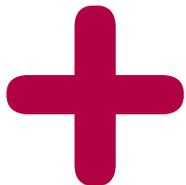
Safety integrated devices for an easier chain configuration



Controllo cancelli/emergenza,
arresto in categoria 1 con drive

Safety Chain Solutions

Benefits



- > Ridurre i tempi ed i costi di progettazione del nostro cliente per la sicurezza
- > Proporre una soluzione certificata e garantita dal piu' importante ente notificato europeo
- > Offrire al nostro cliente un unico fornitore per la componentistica sicurezza macchine



Approved
safety chain
solutions to
achieve the
safety level
required



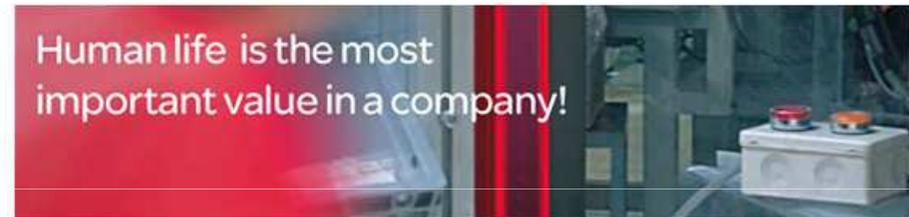
La Safety Chain solution copre l'80% delle applicazioni sulle macchine medio-piccole!

Su www.schneider-electric.it in Automazione e Controllo Approfondimenti Sicurezza Macchine



Safety Chain Solutions,
La Guida Applicativa
Sicurezza Macchine ed
Easy Safe Calculator
gli strumenti necessari
per rispondere alla nuova
normativa macchine

Sicurezza macchine



Nuove macchine - la Direttiva Macchine europea

[Approfondisci](#) ▼

Aiutarvi a raggiungere facilmente, nel rispetto degli standard, il livello di sicurezza richiesto per le vostre macchine

[Approfondisci](#) ▲

Non aspettate oltre a implementare i nuovi standard funzionali, siamo qui per guidarvi passo per passo

Guida Applicativa Sicurezza Macchine



La Guida analizza la nuova normativa relativa ai SIL ed ai Performance Level delle macchine con esempi applicativi reali di calcolo

Seleziona la soluzione di sicurezza appropriata



Le soluzioni per la catena di sicurezza di Schneider Electric, approvate dal TÜV, per raggiungere il livello di sicurezza richiesto

Valuta la sicurezza della tua macchina con Easy Safe Calculator



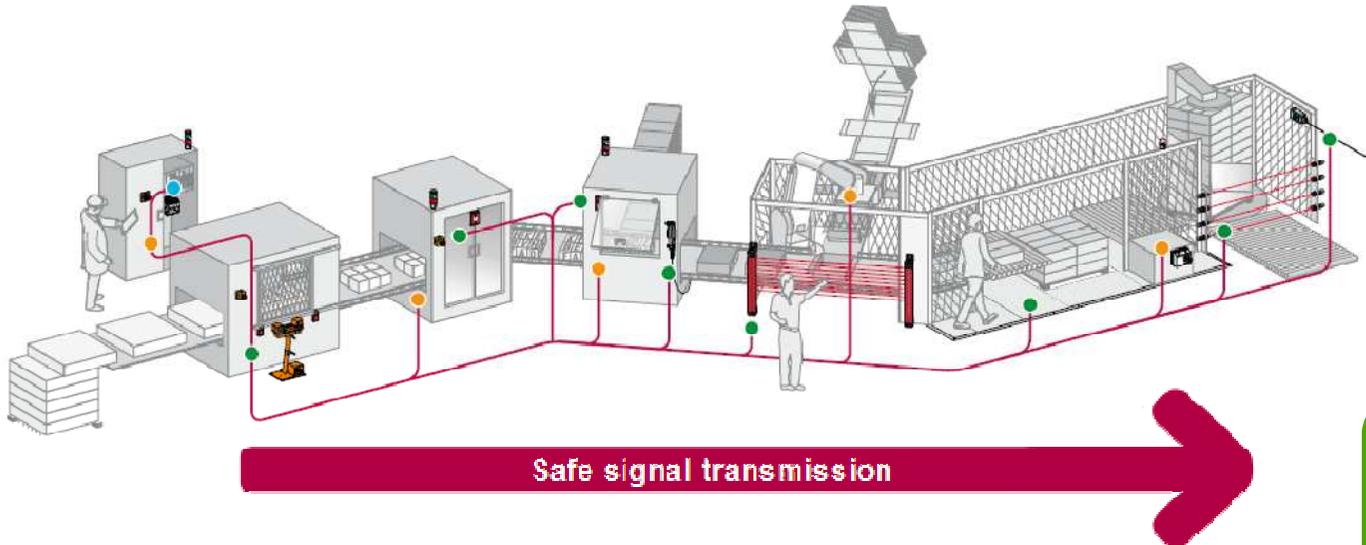
Strumento software di assistenza per una facile applicazione della norma EN ISO 13849-1 sui sistemi di controllo

Sicurezza per tutto il ciclo di vita delle macchine

[Approfondisci](#) ▼

Preventa: un unico fornitore per la catena della sicurezza

MachineStruxure™
The NEXT generation



Rilevamento e dialogo

- Interruttori di sicurezza, barriere di sicurezza, tappeti di sicurezza, comando a due mani, comando ad azione mantenuta e pulsantiere arresto d'emergenza



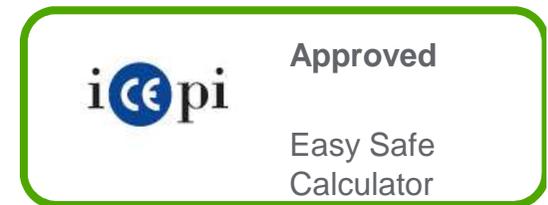
Elaborazione

- Moduli, configuratori e PLC di sicurezza



Arresto macchina

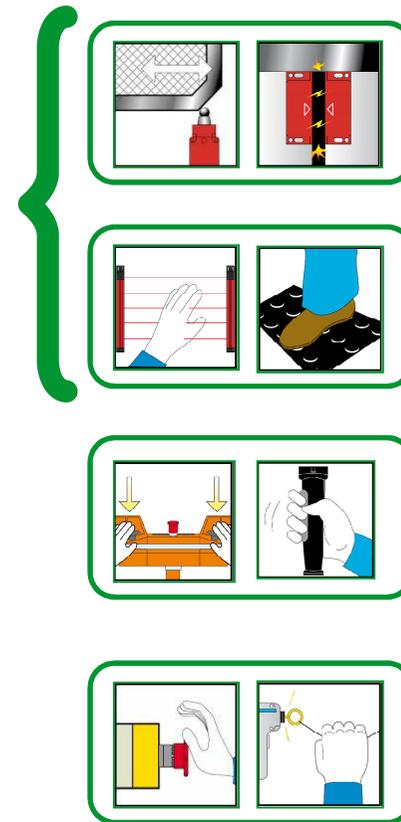
- Contattori, drives e servodrive e sezionatori di sicurezza



Prevenzione

Rilevamento e Dialogo in sicurezza

- > **Controllo accesso nelle zone pericolose:**
Rilevamento apertura protezione mobile
Rilevamento presenza (senza protezioni fisiche)
- > **Start, Stop e Comando** ad azione mantenuta per i movimenti pericolosi
- > **Misure generiche di protezione – Arresto di emergenza**



Preventa

Arresto e comando in sicurezza

- > **Contattori:**
Arresto immediato dei movimenti pericolosi
- > **Drives e Servodrive:**
Controllo in sicurezza dell'arresto del movimento pericoloso
- > **Sezionatori di sicurezza:**
Per arrestare ed isolare i motori dall'alimentazione elettrica



Preventa: Elaborazione in sicurezza

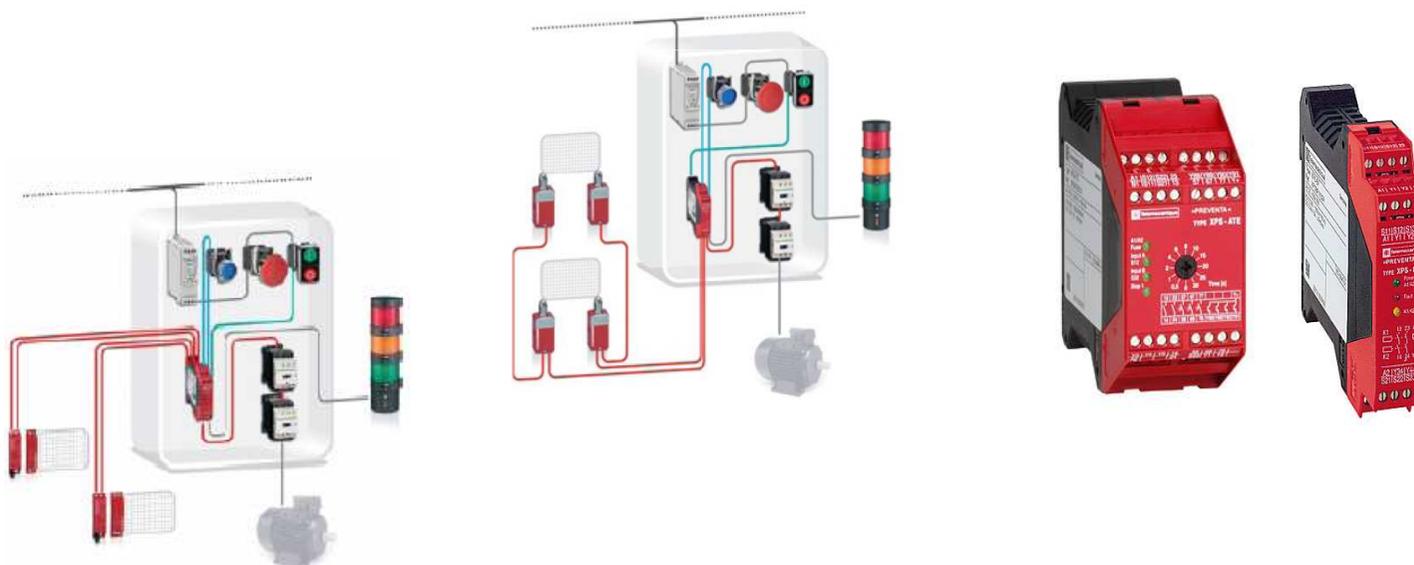


Preventa relè: XPS moduli sicurezza

Offerta completa per gestire in modo semplice le funzioni di sicurezza sulle macchine

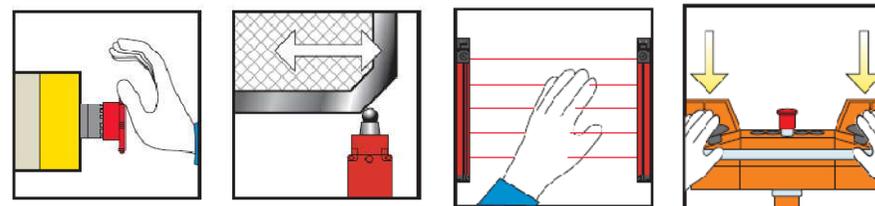
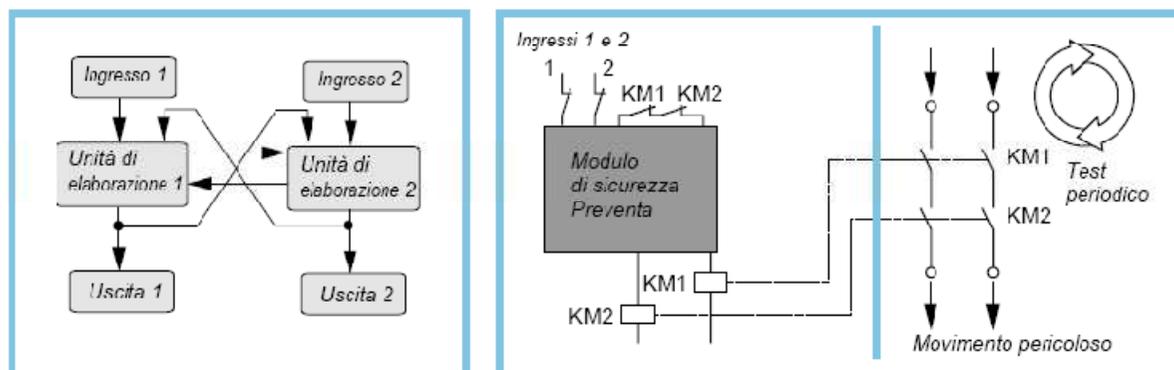


MachineStruxure™
The NEXT
generation



Preventa relè: XPS moduli sicurezza

E' impiegato per controllare le funzioni di sicurezza e garantisce il Fault Tolerance (ridondanza) e Diagnostic Coverage (autocontrollo)



Preventa relè: XPS moduli sicurezza

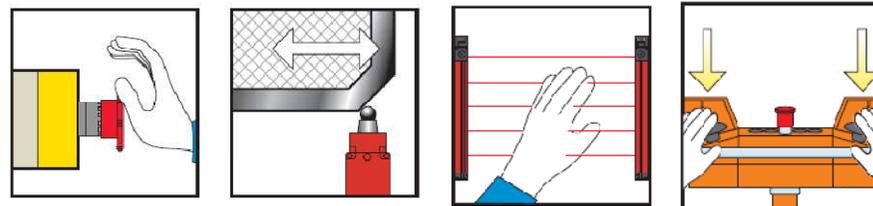
Come si sceglie un modulo di sicurezza?

In base alla categoria e PL da raggiungere

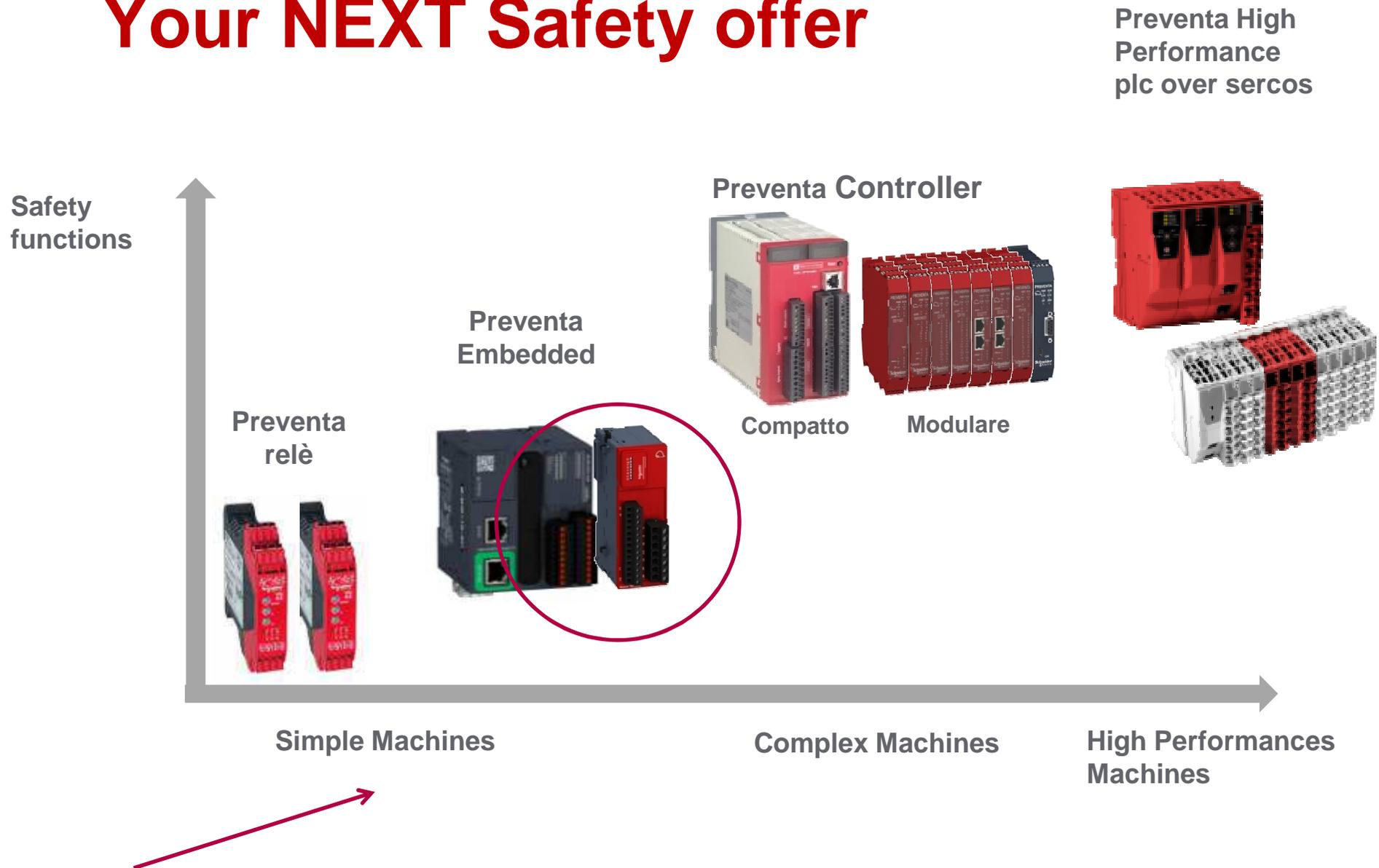
In base alla funzione di sicurezza da controllare

In base alle uscite necessarie

XPS-AF	
Nennspannung:	24V _{AC} (<5VA), 24V _{DC} (<5W)
Max. Schaltspannung:	230V _{AC} , 24V _{DC}
Reaktionszeit:	≤20ms (Klemmen S11-S12, S21-S22), ≤60ms (Klemmen A1-A2)
Kategorie	4
DC	99%
MTTF _D	243 Jahre
Ergebnis:	Performance Level e



Preventa: Your NEXT Safety offer



Preventa embedded: TM3 safety



Integrazione dei Preventa su bus TM3:
XPSAC-XPSAF-XPSAFL-XPSAK



Preventa embedded: TM3 safety

MachineStruxure™
The NEXT
generation



Unica soluzione sul mercato!

- Diagnostica integrata sul plc, risparmio nel cablaggio
- Integrazione nella configurazione hardware plc e in SoM Software
- Certificazione TUV: SIL 3 - PL e

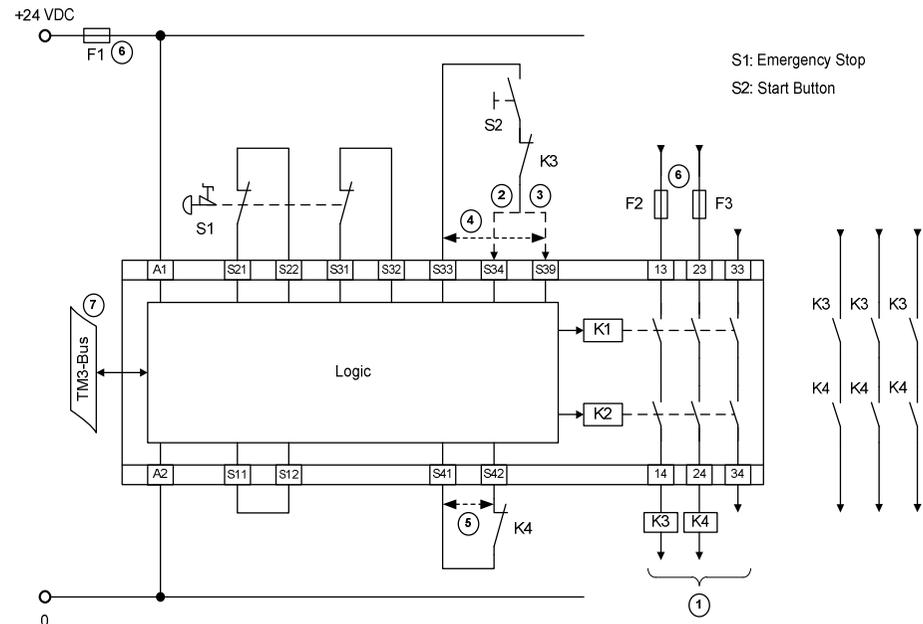


TM3SAC5R TM3SAC5RG	TM3SAF5R TM3SAF5RG	TM3SAFL5R TM3SAFL5RG	TM3SAK6R TM3SAK6RG
<i>XPS AC (emergenza e ripari) architettura in cat 3 -</i>	<i>XPS AF (emergenza e ripari) architettura in cat 4</i>	<i>XPS AFL (emergenza, ripari e barriere) architettura in cat 3</i>	<i>XPSAK (emergenza, ripari , barriere, tappeti di sicurezza) architettura in cat 4</i>

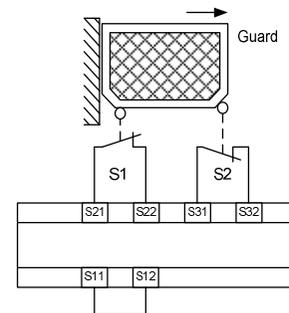
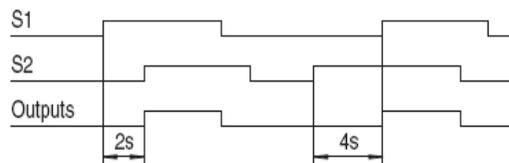
Preventa embedded: TM3 safety

I moduli di sicurezza integrati TM3

Circuito d'ingresso e schema di collegamento TM3SAK*

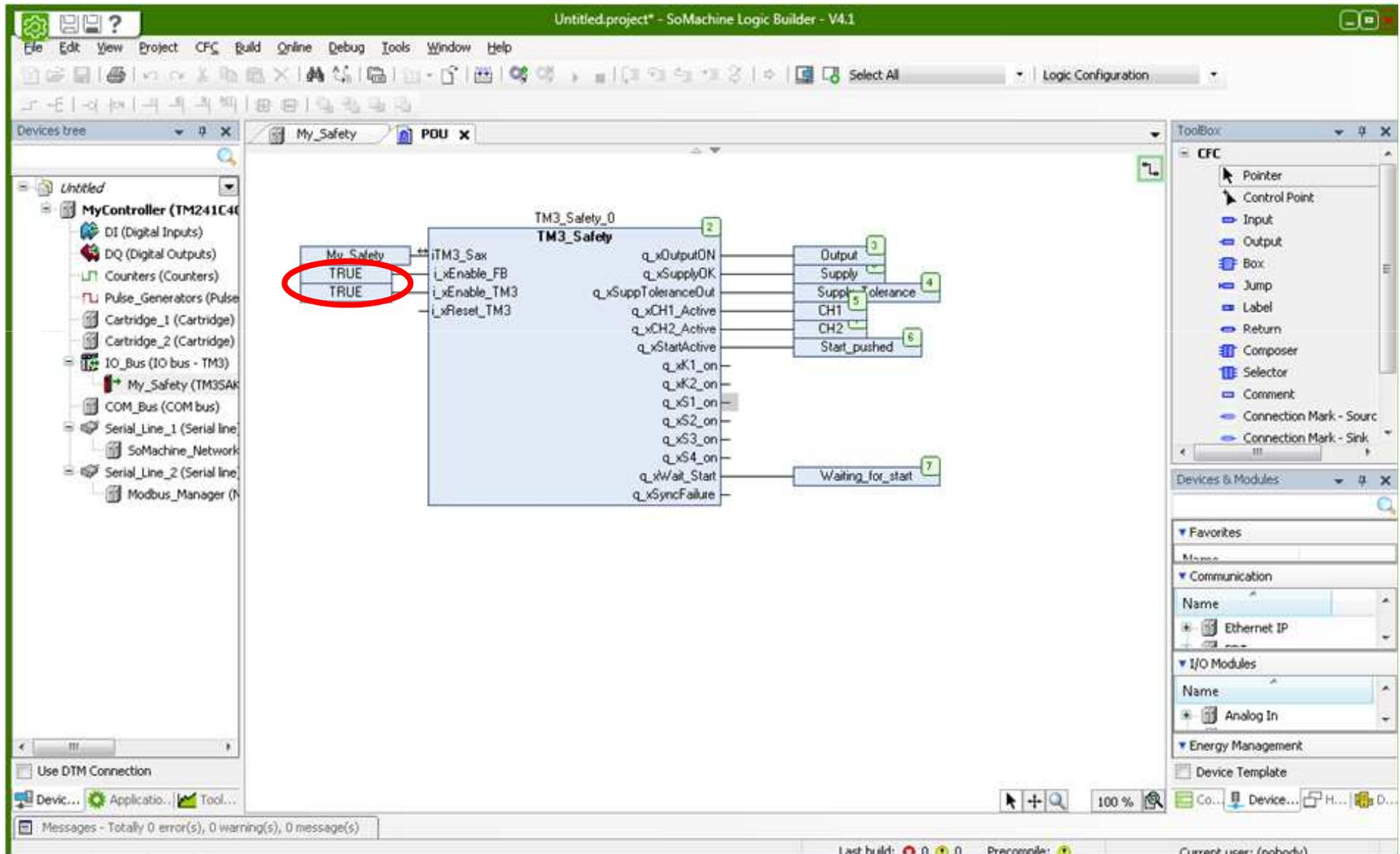


SyncOn = 1



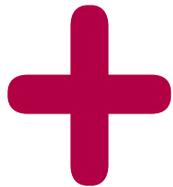
- ① Safety Outputs
- ② Monitored Start S33-S34
- ③ Non-Monitored Start S33-S39
- ④ Automatic Start, when S33-S39 jumpered
- ⑤ 2nd EDM channel, to be jumpered if not used
- ⑥ For fuse rating see data sheet

Preventa embedded: TM3 safety



Preventa embedded: TM3 safety

Benefits:



- > **Integrazione completa hardware e software in SoMachine**
- > **Soluzione certificata e validata SIL2 e SIL 3 dal TUV**
- > **Unica soluzione sul mercato, completa l'offerta Preventa**



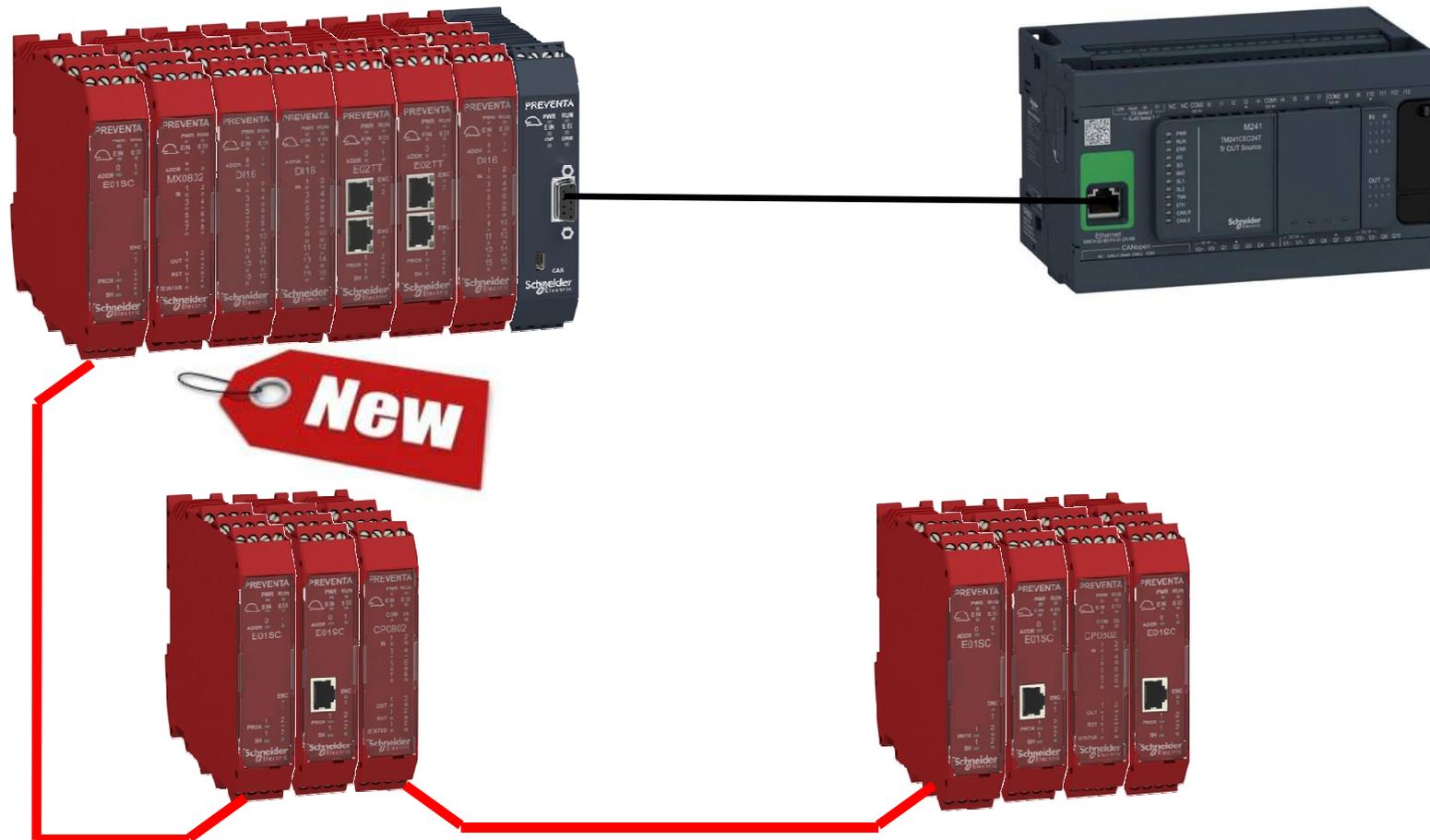
Preventa embedded per la gestione di 1-2 funzioni di sicurezza sulle macchine

Preventa: Your NEXT Safety offer



Preventa controller modulare: XPSMCM

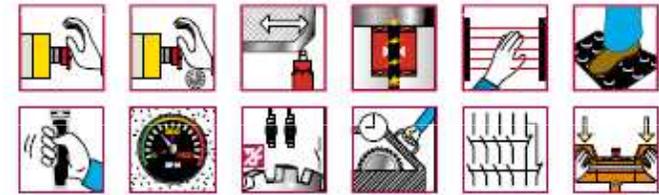
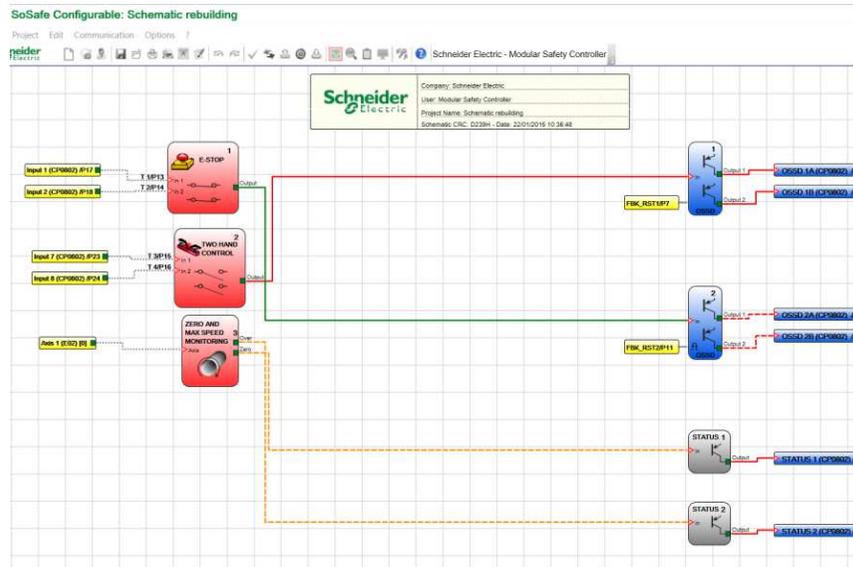
MachineStruxure™
The NEXT
generation



Preventa controller modulare: XPSMCM

le esigenze macchina

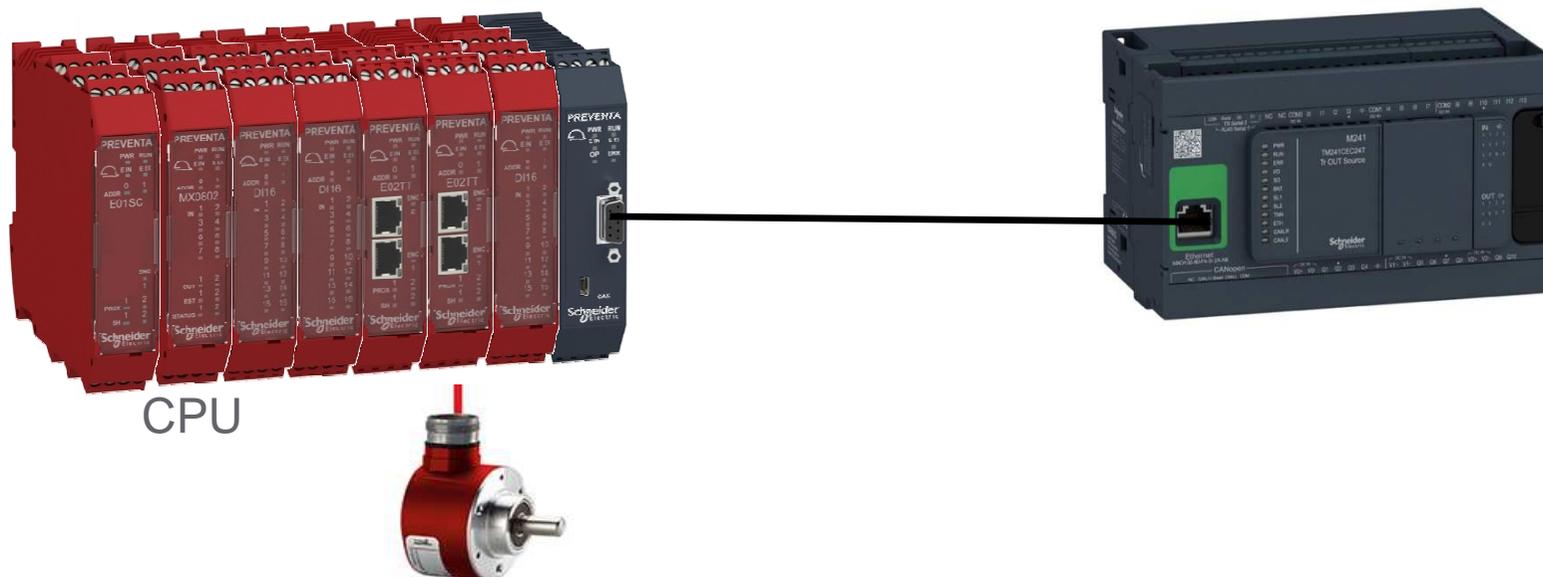
- Flessibilità e Selettività delle safety functions, creare isole remotate



Preventa controller modulare: XPSMCM

le esigenze macchina

- Integrazione della safety nell'automazione macchina, bus di comunicazione
- La gestione di nuove funzionalità (es.SLS,STO,SS1)





Preventa controller modulare: XPSMCM

CPU Controllore modulare:

- Modulo base con 8 Inputs 2 Outputs
- Configurazione via USB/mini USB port
- Opzione memory card



Configurazioni realizzabili:

- Max 128 Inputs/ 16 Outputs safety/ 26 Outputs no Safety
- Max 14 moduli per CPU
- Max 4 moduli della stessa tipologia per CPU



Preventa controller modulare: XPSMCM

Tipologia moduli di espansione I/O

- Moduli ingresso: 8 o 16 inputs
- Moduli uscita: 2 o 4 outputs a relè o statiche
- Moduli speciali controllo encoder:
 - Zero speed control, Speed range, Maximum speed and Direction
 - Encoder types: TTL, HTL, Sin/Cos
- Moduli misti e controllo tappeti

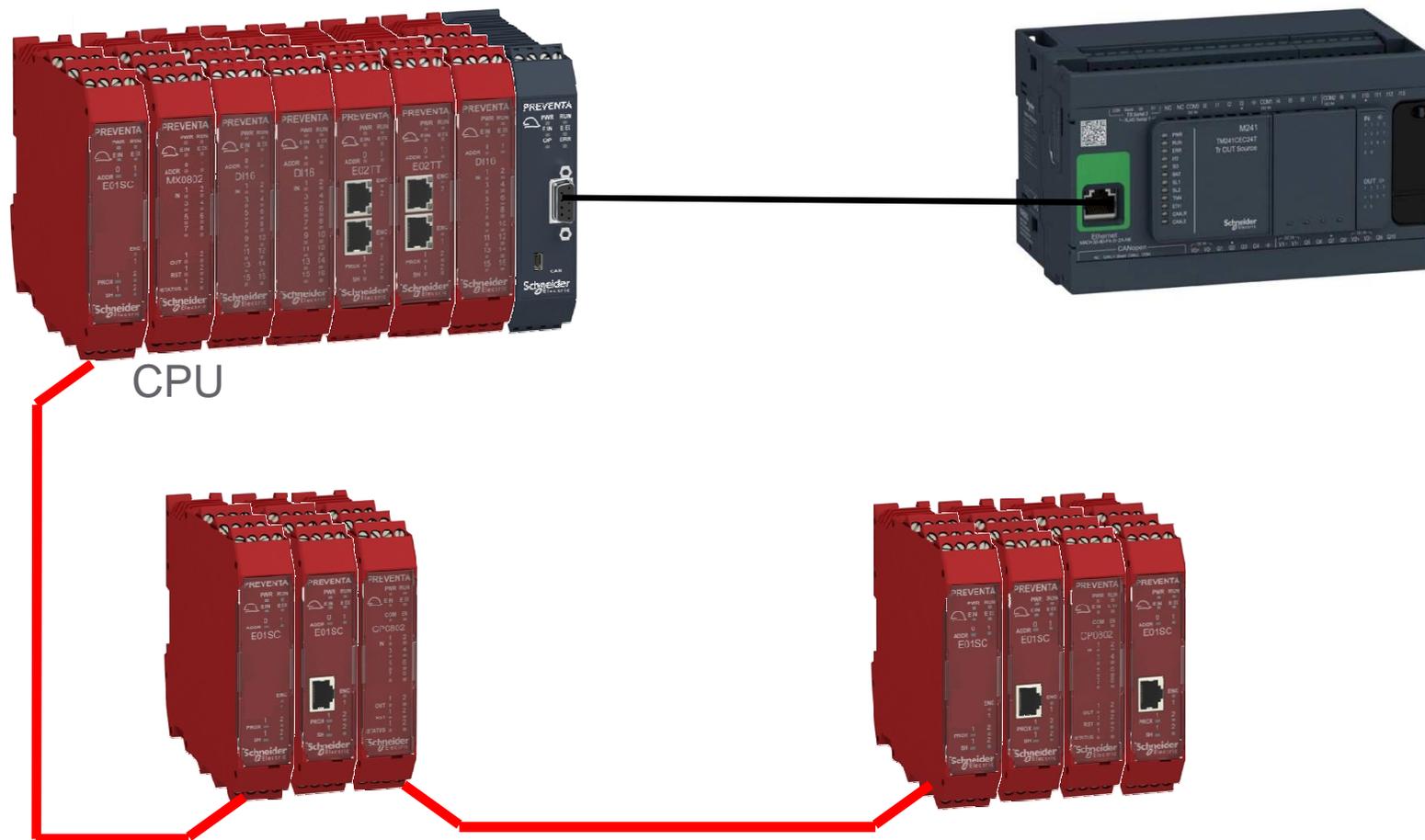




Preventa controller modulare: XPSMCM

Caratteristiche

Si possono realizzare isole remote (max 6, lungh.250 mt.)





Preventa controller modulare: XPSMCM

Software SoSafeConfigurable

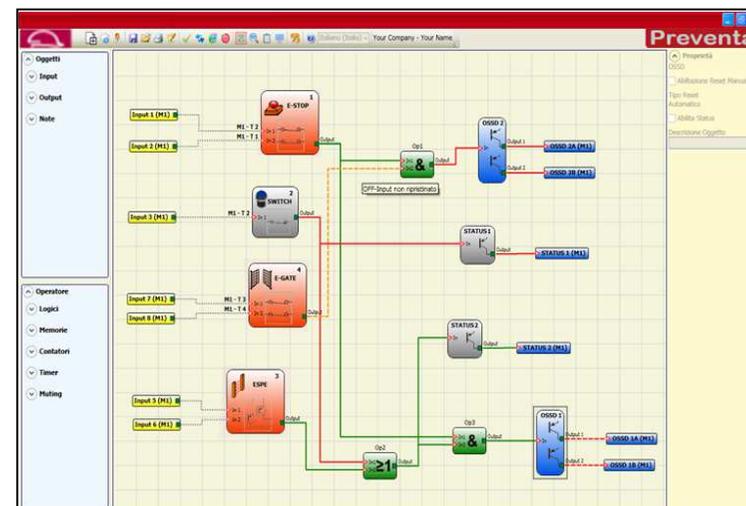
Linguaggio FBD

Semplicità di utilizzo della libreria con le funzioni certificate
FBD per interfacciare le emergenze su piu' CPU safety

Interfaccia grafica facile ed intuitiva disponibile in:

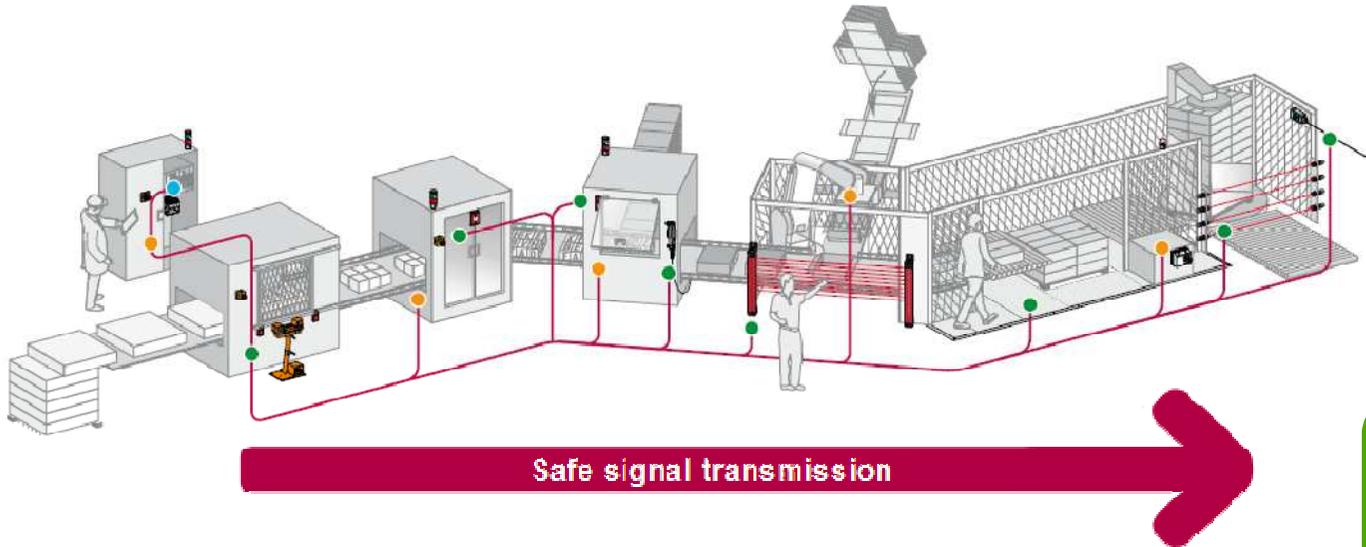
Italiano, Inglese, Tedesco, Fracese,
Spagnolo, Cinese e Giapponese

Disponibile l'help on-line



Preventa: un unico fornitore per la catena della sicurezza

MachineStruxure™
The NEXT generation



Rilevamento e dialogo

- Interruttori di sicurezza, barriere di sicurezza, tappeti di sicurezza, comando a due mani, comando ad azione mantenuta e pulsantiere arresto d'emergenza



Elaborazione

- Moduli, configuratori e PLC di sicurezza

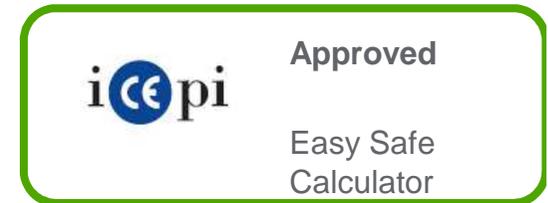


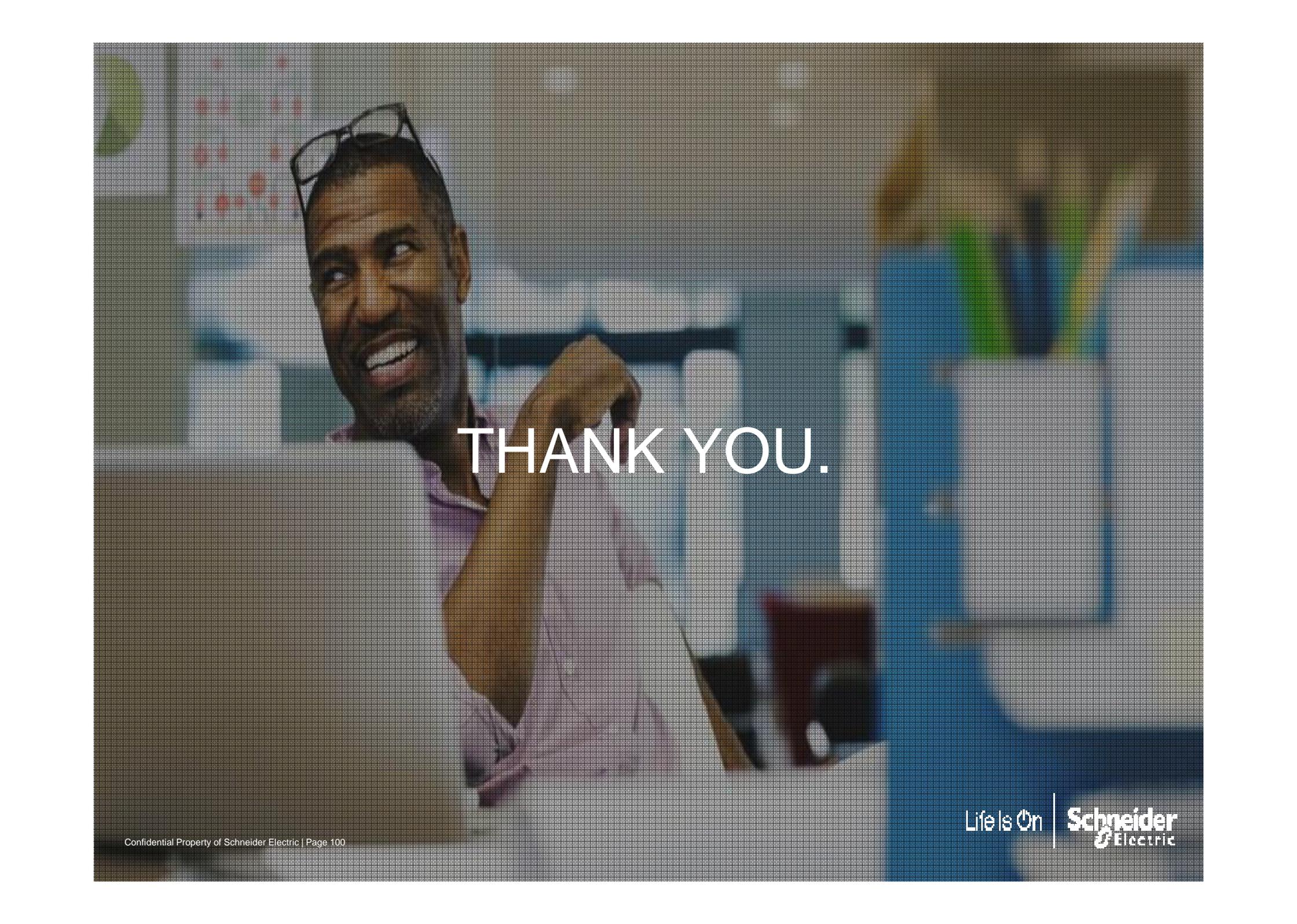
Arresto macchina

- Contattori, drives e servodrive e sezionatori di sicurezza



Safe signal transmission





THANK YOU.