



Piano mirato di prevenzione nel settore metalmeccanico

CRITERI DI SCELTA DEI SISTEMI DI PROTEZIONE DEGLI ORGANI MOBILI E DI LAVORO DELLE MACCHINE

- **CRITERI DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO**
- **CATEGORIE DI SICUREZZA PER CIRCUITI DI COMANDO (ELETTRICI / IDRAULICI / PNEUMATICI)**
- **CRITERI DI SCELTA DEI RIPARI E TIPOLOGIA DEI DISPOSITIVI DI INTERBLOCCO**

Ing. Andrea Caridi
Servizio Prevenzione e Sicurezza
Ambienti di Lavoro

Brescia, 18 e 22 ottobre 2019

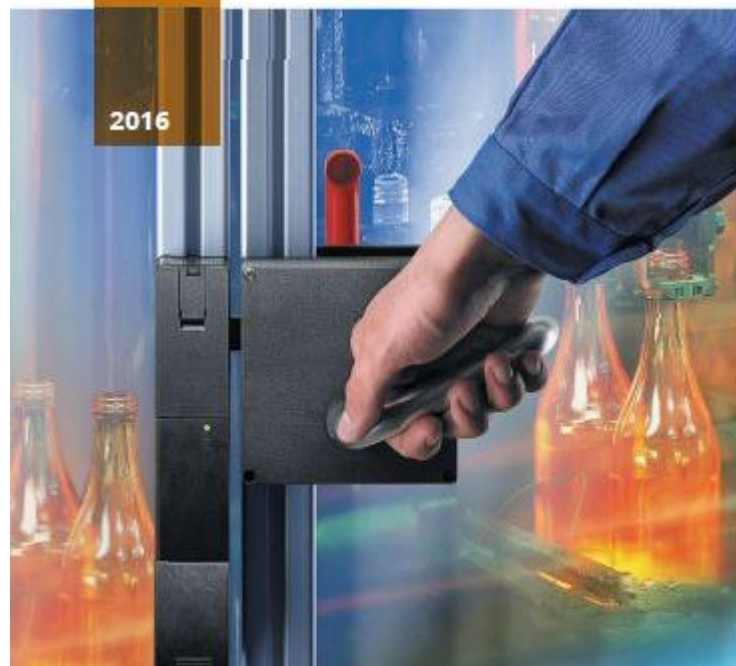


IL *DEFEATING* DI UN DISPOSITIVO DI INTERBLOCCO ASSOCIATO AI RIPARI

INAIL

Norma EN ISO 14119:2013. Caso studio

2016

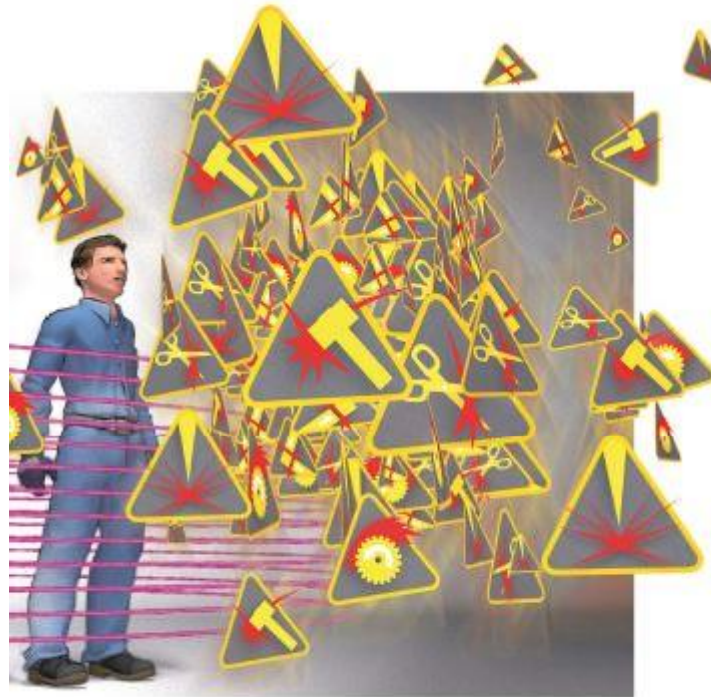


INAIL

I SISTEMI DI COMANDO DELLE
MACCHINE SECONDO LE NORME
EN ISO 13849-1 E EN ISO 13849-2

2017





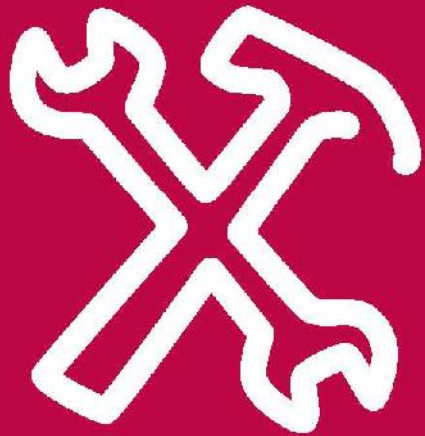
Sécurité des machines
Prévention des risques mécaniques

Le Norme Tecniche Europee





Analisi del rischio

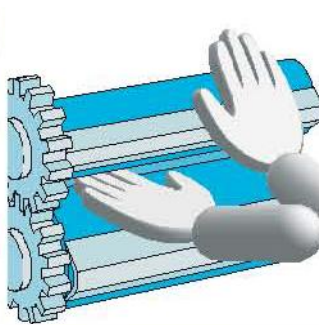


Individuazione dei pericoli

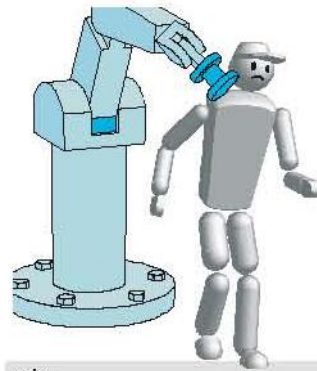
Pericoli meccanici



perforazione, taglio, tranciatura, frattura, sezionamento



addentatura, avvolgimento, trascinarsi, imprigionamento

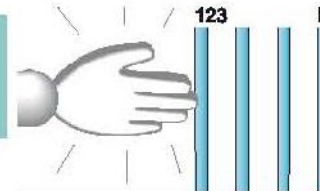


urto



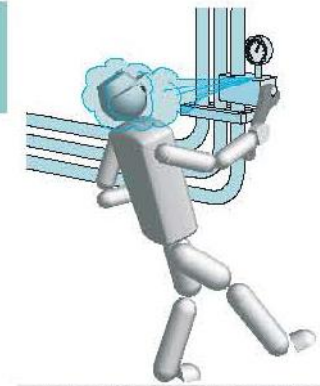
schiacciamento

Pericoli elettrici

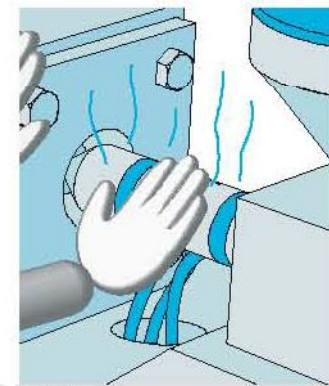


elettrizzazione, elettrocuzione

Pericoli fisico-chimici



fuoriuscita di sostanze pericolose



bruciature

Elementi costitutivi del rischio EN 14121-1 ex en 1050

Rischio
legato
al pericolo
potenziale

=

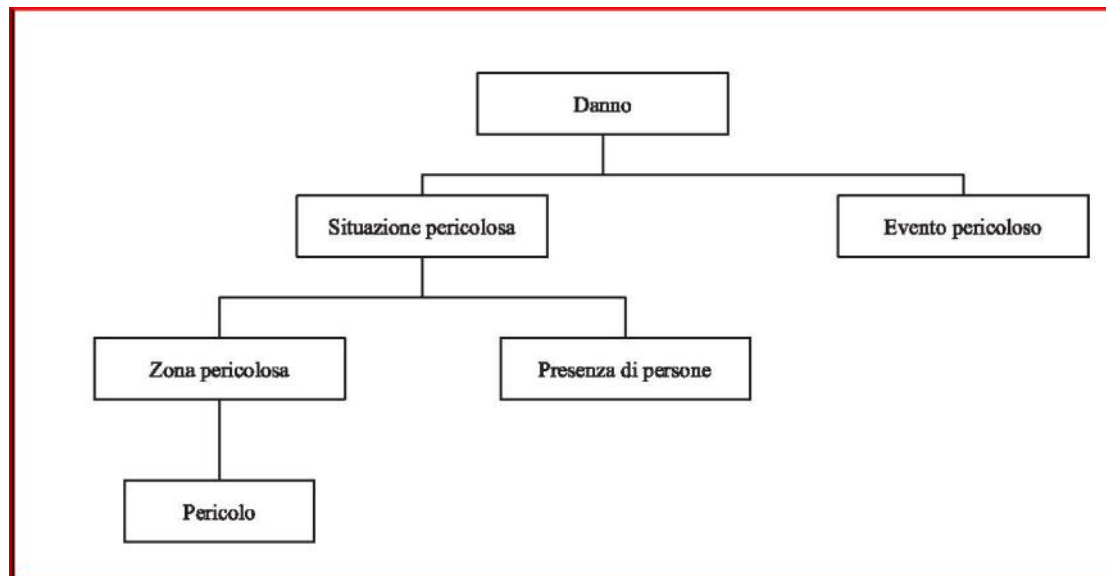
Gravità
del
danno
potenziale

X

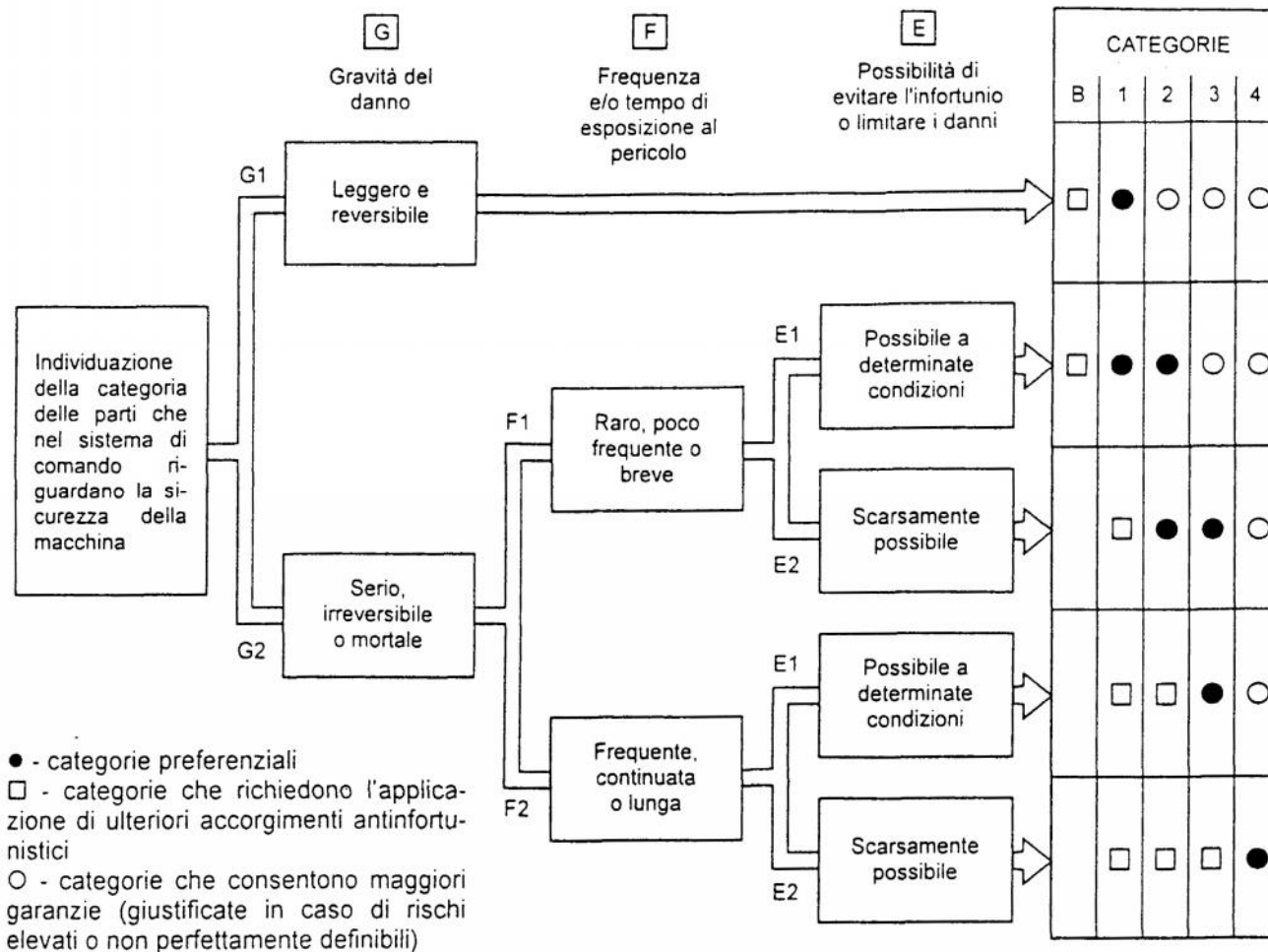
Probabilità
che si
verifichi
l'evento
pericoloso

Frequenza e durata
di esposizione al
pericolo

Possibilità di evitare
o limitare la probabilità
che si verifichi
l'evento pericoloso



Individuazione delle categorie dei sistemi di comando – EN 954



Esempio di schema per l'individuazione delle categorie di sicurezza in grado di ridurre i rischi residui

Procedimento pratico che consente:

- Di definire il grado di rischio su una macchina, in funzione dei fattori precedentemente stimati: S, F, P.
- Di scegliere una categoria del sistema di comando appropriata (categorie B, 1, 2, 3 o 4)

S Risultato dell'incidente

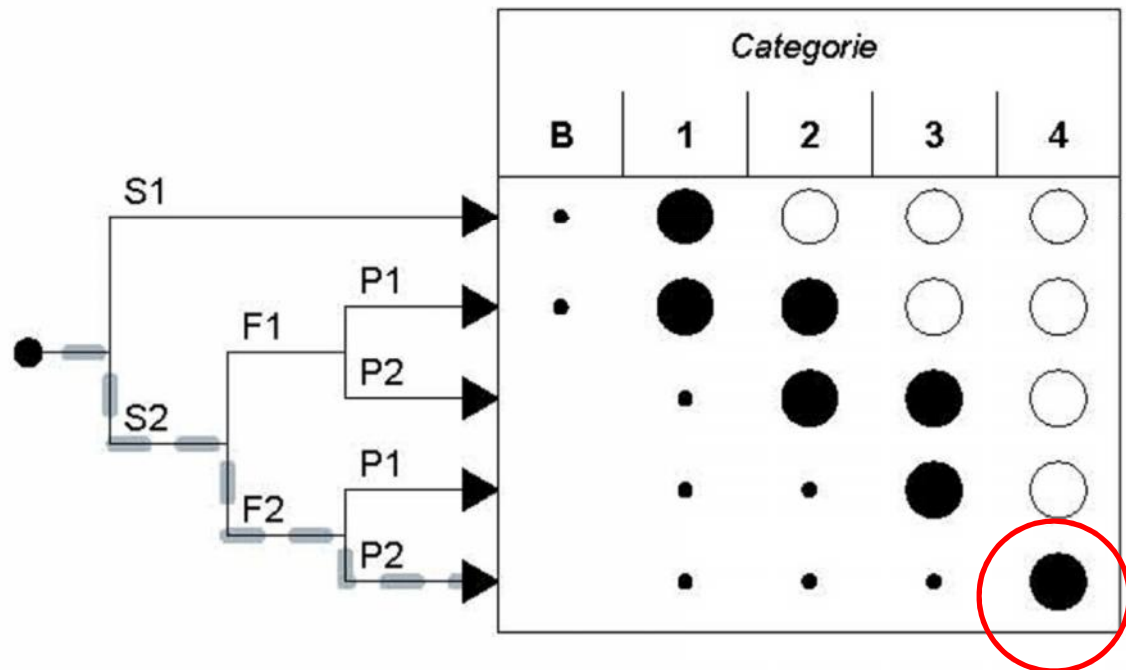
S2 Lesione seria ed irreversibile

F Presenza nella zona pericolosa

F2 Da spesso a permanente

P Possibilità di prevenzione dell'incidente

P2 Quasi impossibile



— — La stima del rischio impone la scelta della categoria 4 del sistema di comando

Sicurezza funzionale





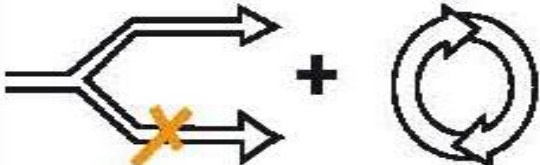
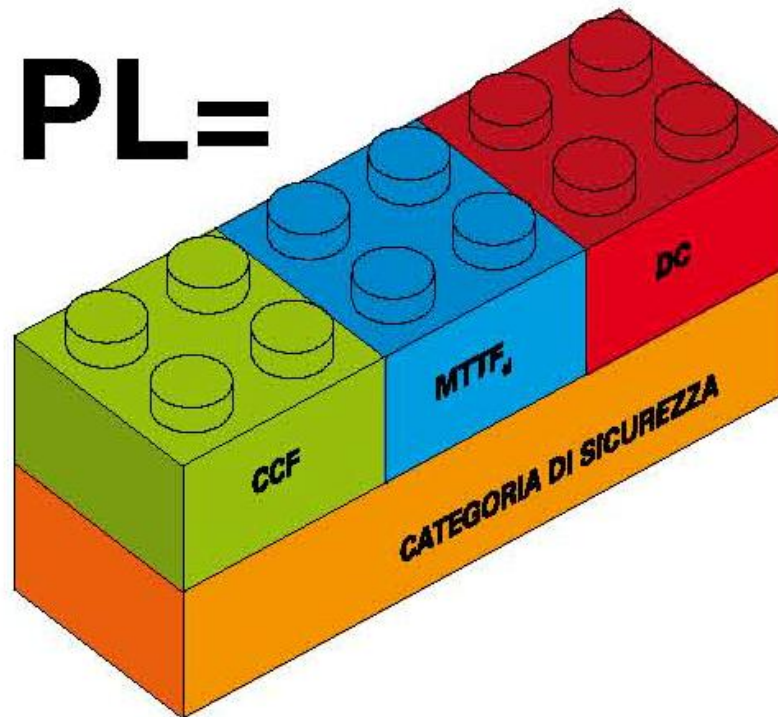
	Comportamento del sistema	Principi per ottenere la sicurezza
B	Un guasto può portare ad una perdita della funzione di sicurezza.	Scelta del componente adatto
1	Stesso risultato di B ma con l'esigenza di una maggior affidabilità della funzione di sicurezza.	Scelta del componente adatto
2	Un guasto può portare ad una perdita della funzione di sicurezza tra due ispezioni periodiche; questa perdita viene rilevata dal controllo (ad ogni test).	Autocontrollo 
3	Se il guasto è unico, la funzione di sicurezza è sempre garantita. Possono essere rilevati solo alcuni guasti. L'accumulo di guasti non rilevati può portare alla perdita della funzione di sicurezza.	Ridondanza 
4	Quando si verificano dei guasti la funzione di sicurezza è sempre garantita. I guasti verranno rilevati in tempo per non perdere la funzione di sicurezza.	Ridondanza + autocontrollo 

Tabella dei requisiti per categoria secondo la norma EN 954-1

Cat	Elenco dei requisiti	Comportamento del sistema	Principi per la sicurezza
B	Le parti rilevanti per la sicurezza dei sistemi di controllo e/o le loro attrezzature di protezione, nonché le loro componenti devono essere progettate, costruite, selezionate e combinate in ottemperanza alle norme pertinenti in modo da poter resistere agli influssi previsti.	Il verificarsi di un errore può portare alla perdita della funzione di sicurezza.	Caratterizzato principalmente dalla selezione dei componenti
1	Si applicano i requisiti della categoria B. Devono essere usati dei componenti ben provati e dei principi di sicurezza ben provati.	Il verificarsi di un errore può portare alla perdita della funzione di sicurezza però la probabilità del verificarsi di un errore è inferiore a quello della categoria B.	
2	Si applicano i requisiti della categoria B e l'uso di principi di sicurezza ben provati. La funzione di sicurezza deve essere controllata a adeguati intervalli di tempo dal sistema di controllo o almeno ad ogni accensione della macchina e prima di qualsiasi situazione pericolosa.	Il verificarsi di un errore può portare alla perdita della funzione di sicurezza fra i controlli. La perdita della funzione di sicurezza viene rilevata dal controllo.	Caratterizzato principalmente dalla struttura
3	Si applicano i requisiti della categoria B e l'uso di principi di sicurezza ben provati. Le parti rilevanti per la sicurezza devono essere progettate in modo che: - un singolo errore in una di queste parti non porti alla perdita della funzione di sicurezza. - laddove ragionevolmente fattibile il singolo errore venga rilevato.	Quando si verifica un singolo errore la funzione di sicurezza viene sempre svolta. Non tutti gli errori vengono rilevati. L'accumulo di errori non rilevati può portare alla perdita della funzione di sicurezza.	
4	Si applicano i requisiti della categoria B e l'uso di principi di sicurezza ben provati. Le parti rilevanti per la sicurezza devono essere progettate in modo tale che: - un singolo errore in una di queste parti non porti alla perdita della funzione di sicurezza. - il singolo errore venga rilevato nel momento o prima della successiva richiesta della funzione di sicurezza. Se questo non è possibile allora l'accumulo di errori non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza.	Quando si verificano gli errori la funzione di sicurezza viene svolta sempre. Gli errori vengono rilevati in tempo per evitare la perdita della funzione di sicurezza.	

Valutazione del livello di prestazione PL_r Performance Level Required (EN ISO 13849-1)



Valutazione del livello di prestazione

Performance Level Required (EN ISO 13849-1)

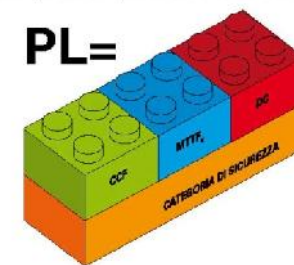
I principali parametri da considerare per determinare il livello di prestazione PL di un circuito di comando, per una funzione di sicurezza, sono i seguenti.

a) Il Tempo medio al guasto pericoloso (MTTFd : Mean Time To dangerous Failure).

b) La copertura diagnostica (DC: Diagnostic Coverage): indica la completezza del monitoraggio del circuito di comando, o di una sua parte, previsto per i guasti pericolosi.

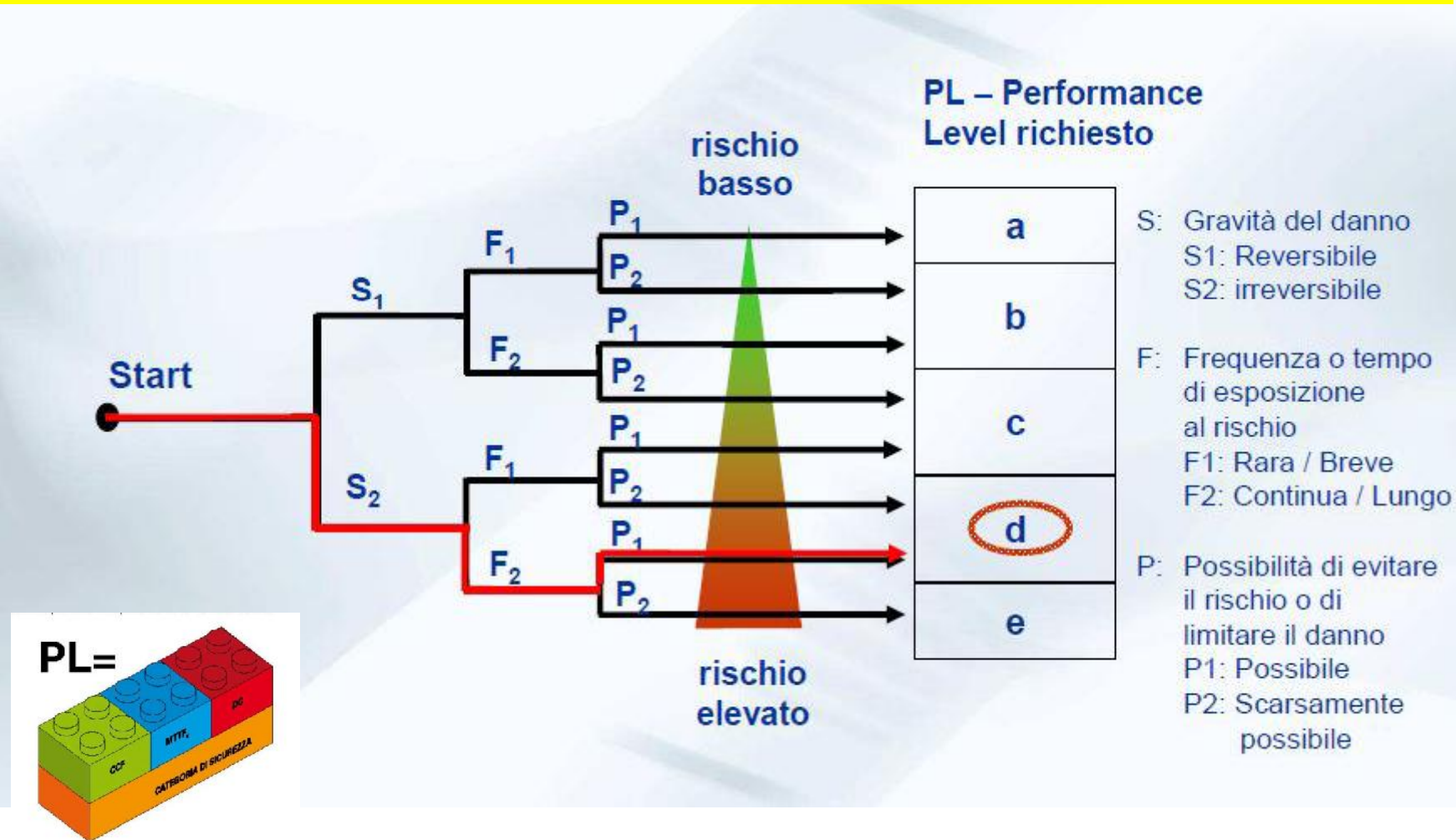
c) I Guasti di causa comune (CCF:Common Cause Failures)

d) La categoria di sicurezza.



Valutazione del livello di prestazione PL_r (EN ISO 13849-1)

La categoria di sicurezza



Valutazione del livello di prestazione PL_r (EN ISO 13849-1) MTTFd (Mean Time To Dangerous Failure)

MTTFd (Mean Time To Dangerous Failure) Tempo medio al guasto pericoloso
Il tempo medio al guasto pericoloso MTTFd rappresenta il tempo medio di funzionamento di un componente o di un circuito di comando, a partire dall'istante in cui questo ha ripreso a funzionare dopo un guasto pericoloso e la successiva riparazione, fino all'istante di un successivo guasto.

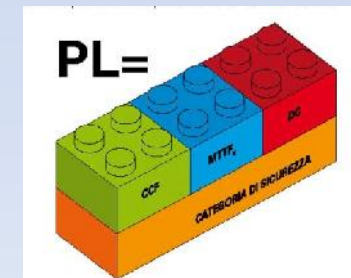
Questo parametro cerca di definire la bontà qualitativa dei componenti del sistema definendone la vita media prima del **guasto pericoloso** (si noti bene che non si tratta di un guasto generico) espressa in anni.

In pratica il calcolo dell'MTTFd si basa sui valori numerici forniti dai costruttori dei singoli componenti che formano il sistema.

Nel caso di mancanza di dati la norma fornisce dei valori in apposite tabelle di riferimento (allegato C della EN ISO 13849-1).

Il parametro MTTFd per un circuito di comando è considerato:

basso, se è compreso tra 3 e 10 anni;
medio, se è compreso tra 10 e 30 anni;
alto, se è compreso tra 30 e 100 anni .



Valutazione del livello di prestazione PL_r (EN ISO 13849-1) CCF (Common Cause Failures - Guasti di causa comune)

Nel caso di sistemi di categoria 2, 3, o 4 per il calcolo del PL è necessaria anche la valutazione di eventuali cause di guasto comune o CCF che possono inficiare la ridondanza dei sistemi.

La valutazione viene fatta mediante una check-list di controllo (allegato F della EN ISO 13849-1) che, in base al tipo di soluzioni adottate contro le cause di guasto comune, fornisce un punteggio da 0 a 100. Il valore minimo ammesso per le categorie 2,3 e 4 è di 65 punti.

Si è in presenza di una causa comune di guasto (CCF: Common Cause Failure) quando un evento produce il guasto contemporaneo di più elementi; ad esempio un disturbo elettromagnetico, una sovratensione, un urto meccanico, etc..

In alcuni casi, la causa comune di guasto è di non facile individuazione e necessita di un'accurata valutazione non solo dei circuiti di comando con funzioni di sicurezza, ma di quella parte dell'equipaggiamento elettrico che può avere influenza su tali circuiti.

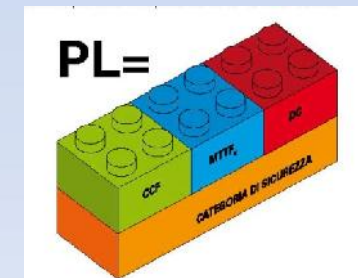


TABELLA 8: QUANTIFICAZIONE DELLE MISURE CONTRO I MALFUNZIONAMENTI DI CAUSA COMUNE (CCF)

Misure contro i CCF		Valore
1	Separazione/segregazione	
	Separazione fisica tra i percorsi dei segnali, ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> - separazione nel percorso dei cavi/tubature; - rilevamento di cortocircuiti o circuiti aperti nei cavi con test dinamici; - sufficienti distanze in aria e superficiali sulle schede dei circuiti stampati. 	15
2	Diversità	
	Sono utilizzati differenti tecnologie/progetti o principi fisici, ad esempio: <ul style="list-style-type: none"> - attivazione della funzione di sicurezza diversa per ogni canale (ad es.: elettronica o elettronica programmabile su uno ed elettromeccanica sull'altro); - misurazione analogica e digitale delle variabili (ad es.: distanze, pressioni, temperature) - componenti di costruttori diversi. 	20
3	Progetto/applicazione/esperienza	
3.1	Protezione contro sovratensioni, sovracorrenti, sovrappressioni, sovratemperatures, ecc.	15
3.2	Uso di componenti ben provati.	5
4	Valutazione/analisi	
	Per ogni SRP/CS è condotta una FMEA i cui risultati sono utilizzati per evitare CCF nel progetto.	5
5	Competenza/addestramento	
	Addestramento dei progettisti per comprendere le cause e le conseguenze dei CCF.	5
6	Misure contro le influenze ambientali	
6.1	Protezione dei sistemi elettrici/elettronici dalla contaminazione (polvere, liquidi, sporco) e dai disturbi elettromagnetici, secondo quanto riportato nelle norme applicabili. Conformità ai requisiti del costruttore per la purezza del fluido da pressurizzare (filtri del fluido, misure per impedire l'ingresso dello sporco e per lo spurgo dei gas), per i sistemi a fluido. Per i sistemi misti (a fluido ed elettrici) entrambi i criteri devono essere considerati.	25
6.2	Requisiti per l'immunità ad altre influenze ambientali (temperature, urti, vibrazioni, umidità), secondo quanto riportato nelle norme applicabili.	10
Totale massimo raggiungibile		100
Totale raggiunto	Valutazione delle misure contro i CCF^a	
65 o superiore	Misure sufficienti (la frazione di CCF della SRP/CS è minore o uguale al 2%)	
inferiore a 65	Misure insufficienti: ne devono essere scelte di ulteriori	
^a Quando le misure riportate sopra non sono pertinenti, i punti indicati possono essere considerati nel calcolo totale		

Valutazione del livello di prestazione PL_r (EN ISO 13849-1) La copertura diagnostica (DC: Diagnostic Coverage)

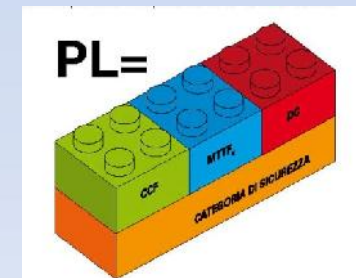
La copertura diagnostica (DC: Diagnostic Coverage) è definita come il rapporto tra il tasso di guasto (pericoloso) degli elementi monitorati e il tasso di guasto (pericoloso) di tutti gli elementi del circuito di sicurezza (monitorati e non monitorati).

Questo parametro cerca di indicare quanto il sistema sia in grado di “autosorvegliare” un eventuale proprio malfunzionamento. In base alla percentuale di guasti pericolosi rilevabili dal sistema si avrà una copertura diagnostica più o meno buona. Il parametro numerico DC è un valore percentuale che si calcola attraverso dei valori forniti in una tabella (allegato E della EN ISO 13849-1) in funzione degli accorgimenti adottati dal costruttore per rilevare le anomalie del proprio circuito.

Poiché in generale sono presenti più accorgimenti nel medesimo circuito per rilevare anomalie diverse, alla fine si andrà a computare un valore medio o DC_{avg} che andrà a ricadere all'interno di quattro fasce.

Sono previsti quattro livelli della copertura diagnostica:

- nullo: inferiore al 60%;
- basso: compreso tra il 60% e il 90% (escluso);
- medio: compreso tra il 90% e il 99% (escluso);
- alto: uguale o superiore al 99%.



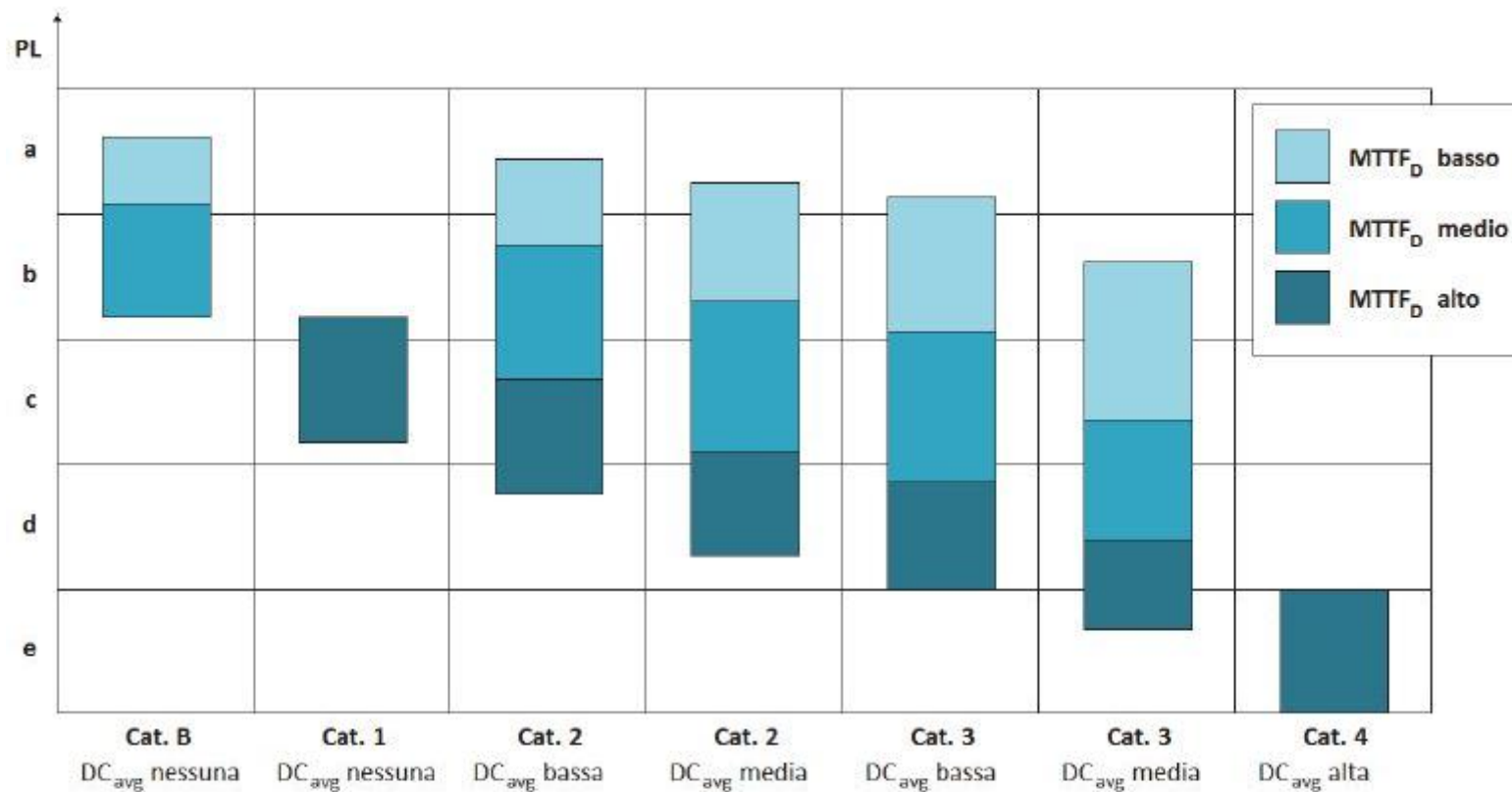
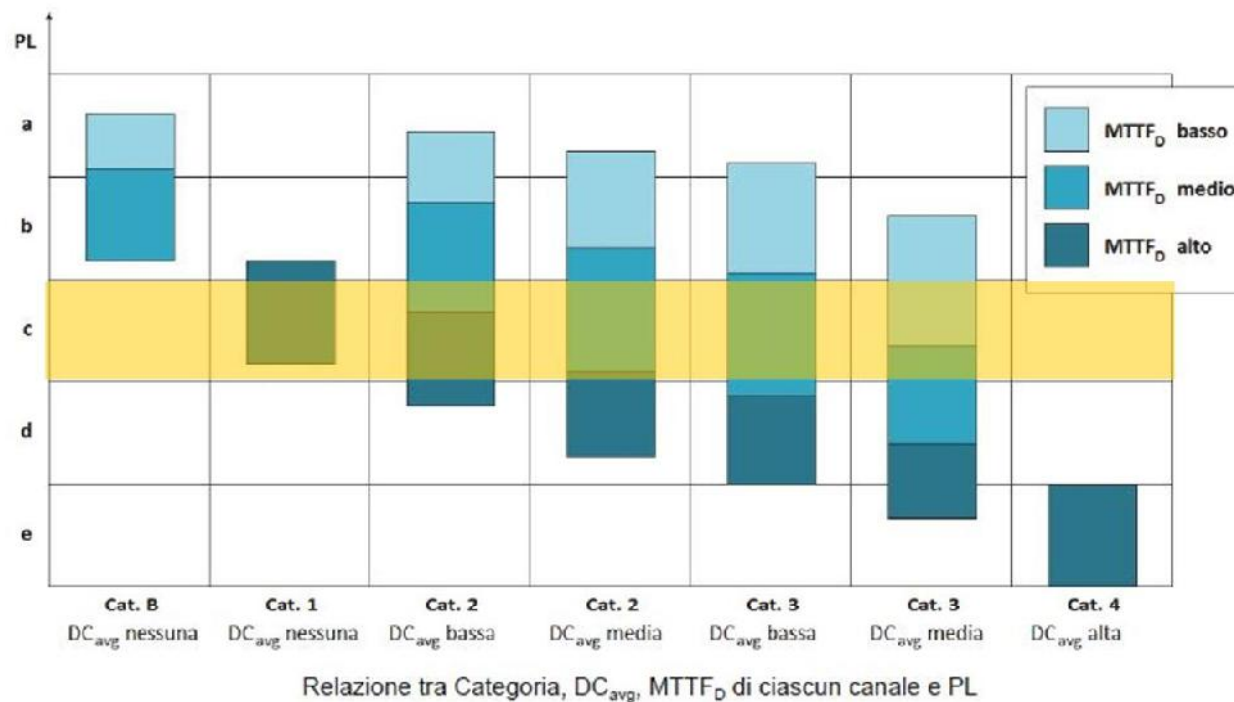


Fig. 10: Relazione tra Categoria, DC_{avg} , MTTFD di ciascun canale e PL

Al termine del progetto di un circuito di comando di una specifica categoria di sicurezza e dopo accurata valutazione dei valori del tempo medio al guasto pericoloso (MTTFd) e della copertura diagnostica (DC), Il progettista deve verificare se Il livello di prestazione (PL), derivato dal suo progetto, non è inferiore a quello stabilito nella fase iniziale e corrispondente ai parametri di rischio previsti nell'attuazione della funzione di sicurezza.



Ad esempio osservando la figura si nota come per ottenere un sistema con **PL pari a "c"** sono possibili tutte le seguenti soluzioni:

1. Sistema in categoria 3 con componenti poco affidabili ($MTTF_D$ =basso) e DC media.
2. Sistema in categoria 3 con componenti affidabili ($MTTF_D$ =medio) e DC bassa.
3. Sistema in categoria 2 con componenti affidabili ($MTTF_D$ =medio) e DC media.
4. Sistema in categoria 2 con componenti affidabili ($MTTF_D$ =medio) e DC bassa.
5. Sistema in categoria 1 con componenti molto affidabili ($MTTF_D$ =alto).

Categoria richiesta dalla EN 954-1:1996	Performance Level richiesto (PLr) e Categoria richiesta secondo EN ISO 13849-1:2006
B	→ b
1	→ c
2	→ d, Categoria 2
3	→ d, Categoria 3
4	→ e, Categoria 4

Nota: Potrebbe essere interessante per un costruttore di macchine non dover ripetere l'analisi dei rischi della macchina ma tentare di riutilizzare quanto già svolto con l'analisi dei rischi della EN 954-1.

Questo in generale non è possibile poiché con la nuova norma è variato il grafico del rischio (vedi figura precedente) e quindi a parità di rischio possono essere cambiati i livelli di funzione di sicurezza richiesta.

L'ente tedesco BGIA nel report 2008/2 sulla EN ISO 13849 suggerisce che, **adottando un approccio del tipo “caso peggiore”, si possa adottare una conversione come nella tabella.**

EN 62061 (CEI 44-16)

LIVELLO DI INTEGRITÀ DELLA SICUREZZA SIL (Safety Integrity Level)

Per i circuiti di comando che devono gestire funzioni di sicurezza si può anche ricorrere alla recente norma armonizzata EN 62061 (CEI 44-16).

Questa norma si riferisce **a circuiti di comando elettrici, elettronici ed elettronici programmabili i quali costituiscono un caso particolare degli argomenti trattati dalle norme EN 954-1 e EN ISO 13849-1.**

Queste ultime si riferiscono, infatti, a circuiti di comando non soltanto con organi attuatori di potenza di tipo elettrico (ad esempio, motori elettrici comandati da contattori o altri dispositivi elettromeccanici equivalenti), ma anche con organi attuatori che utilizzano tipi di energia diversa da quella elettrica, ad esempio pistoni oleoidraulici o pneumatici comandati da elettrovalvole.

LIVELLO DI INTEGRITÀ DELLA SICUREZZA SIL (Safety Integrity Level)

PL EN ISO 13849-1	a	b	c	d	e	
SIL EN 62061 - IEC 61508	-	1	2	3	(4)	
PFH_d	10^{-4}	10^{-5}	3×10^{-6}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}
Un guasto pericoloso ogni n° anni	~1	~10	~40	~100	~1000	~10000

Livello di integrità della sicurezza	Probabilità di un errore pericoloso all'ora (PFH _D)
3	≥ da 10^{-8} a $< 10^{-7}$
2	≥ da 10^{-7} a $< 10^{-6}$
1	≥ da 10^{-6} a $< 10^{-5}$

PFH_D (Probability of dangerous Failure per Hour).

Esempi pratici di applicazione



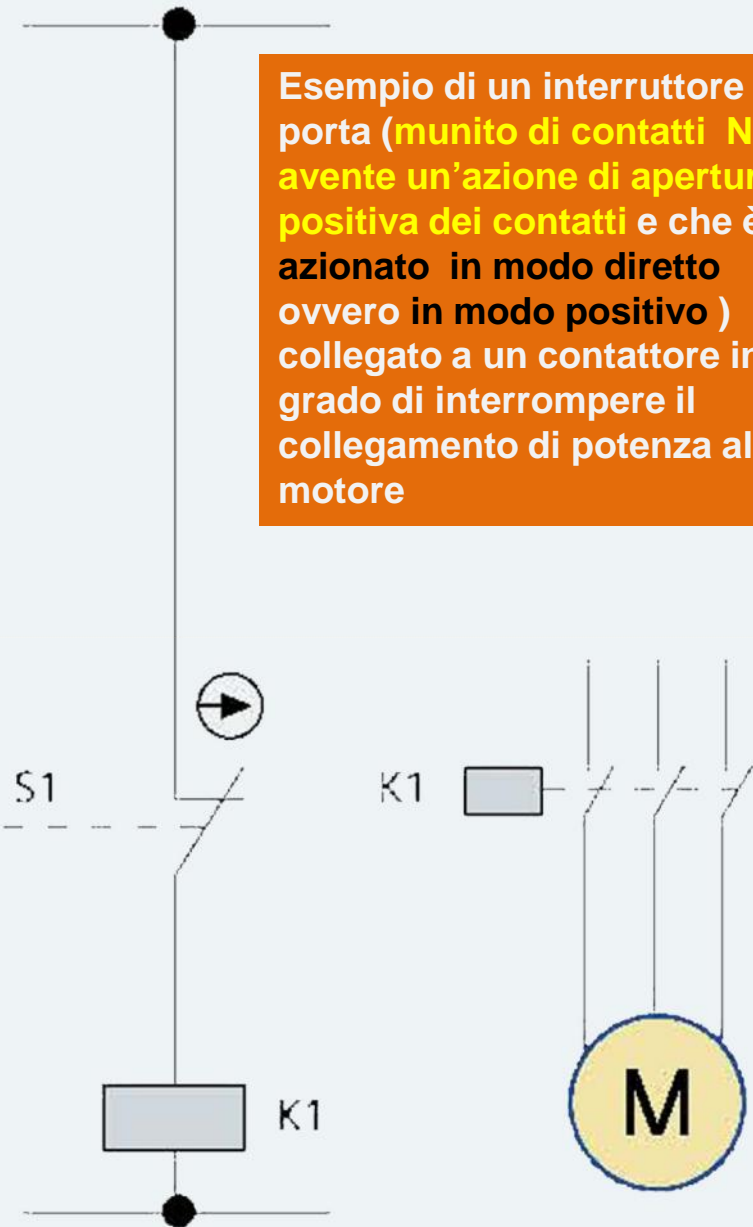
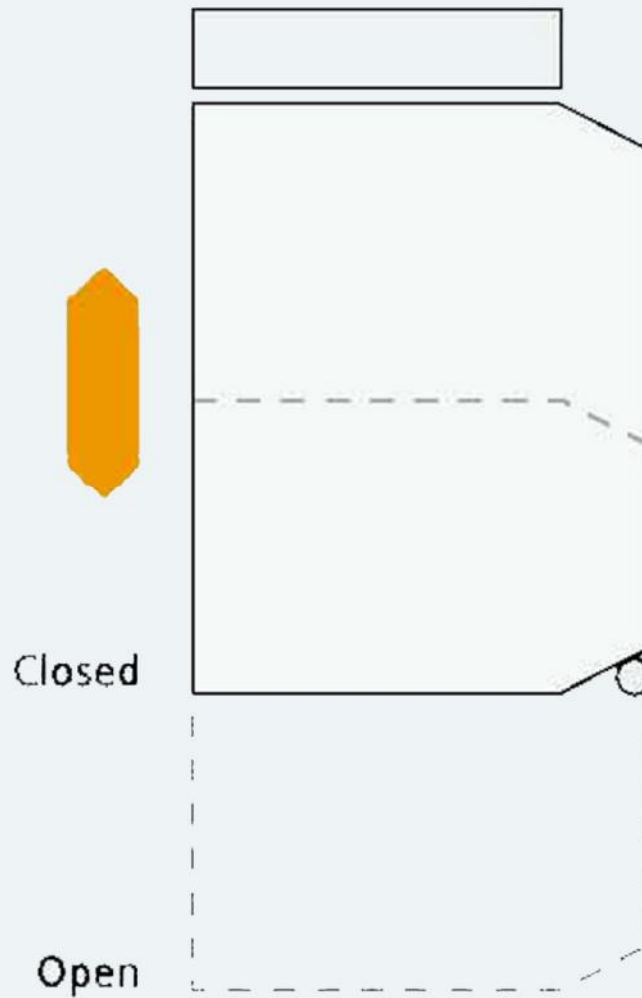
**Circuiti elettrici; idraulici e pneumatici secondo le
categorie indicate dalla norma EN 954**

CATEGORIA 1



Categorie dei sistemi di comando	Base principale della sicurezza	Esigenze del sistema di comando	Comportamento in caso di difetto
B	Selezione dei componenti conformi alle norme relative	Controllo eseguito secondo le regole d'arte in materia	Possibile perdita della funzione di sicurezza
1	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Utilizzo di componenti e principi di sicurezza provati	Possibile perdita della funzione di sicurezza con minor probabilità e quindi con maggior affidabilità che in B
2	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Test per ciclo. La periodicità del test deve essere adatta alla macchina e all'applicazione utilizzata	Difetto rilevato ad ogni test
3	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere se possibile rilevato	Funzione di sicurezza garantita, tranne nel caso di accumulo di più difetti
4	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere rilevato al momento o prima del futuro intervento della funzione di sicurezza Una serie di difetti non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza	Funzione di sicurezza sempre garantita

CAT. 1



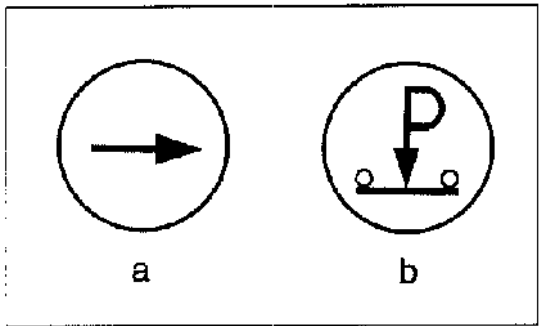
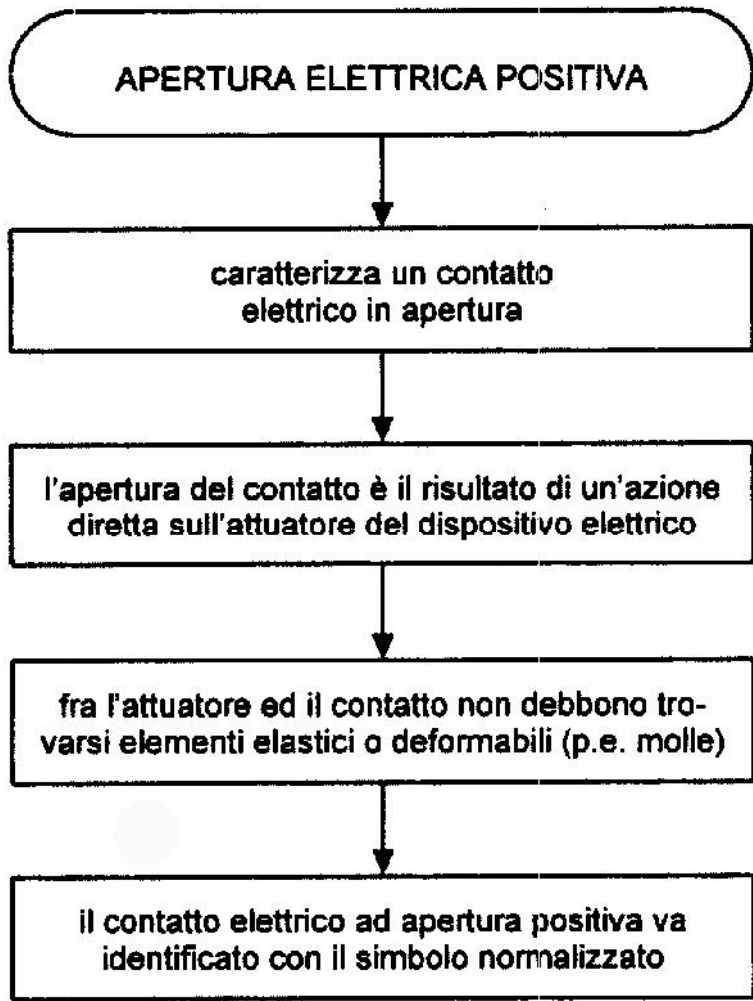
Esempio di un interruttore di porta (munito di contatti NC avente un'azione di apertura positiva dei contatti e che è azionato in modo diretto ovvero in modo positivo) collegato a un contattore in grado di interrompere il collegamento di potenza al motore



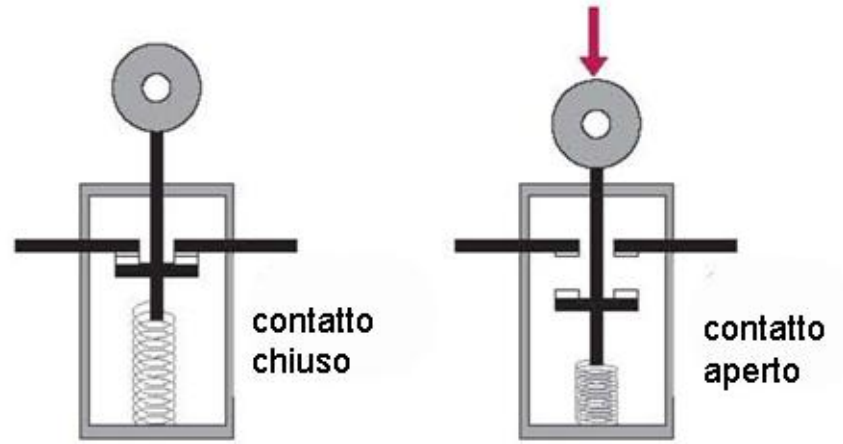
OPERAZIONE DI APERTURA POSITIVA DI UN ELEMENTO DI CONTATTO

Raggiungimento della separazione dei contatti come risultato diretto di un movimento specifico dell'attuatore tramite elementi non elastici (per esempio, non dipendenti da molle).

Cfr. punto 2.2 del capitolo 3 "Prescrizioni speciali per ausiliari di comando con operazione di apertura positiva" della EN 60947-5-1:1991



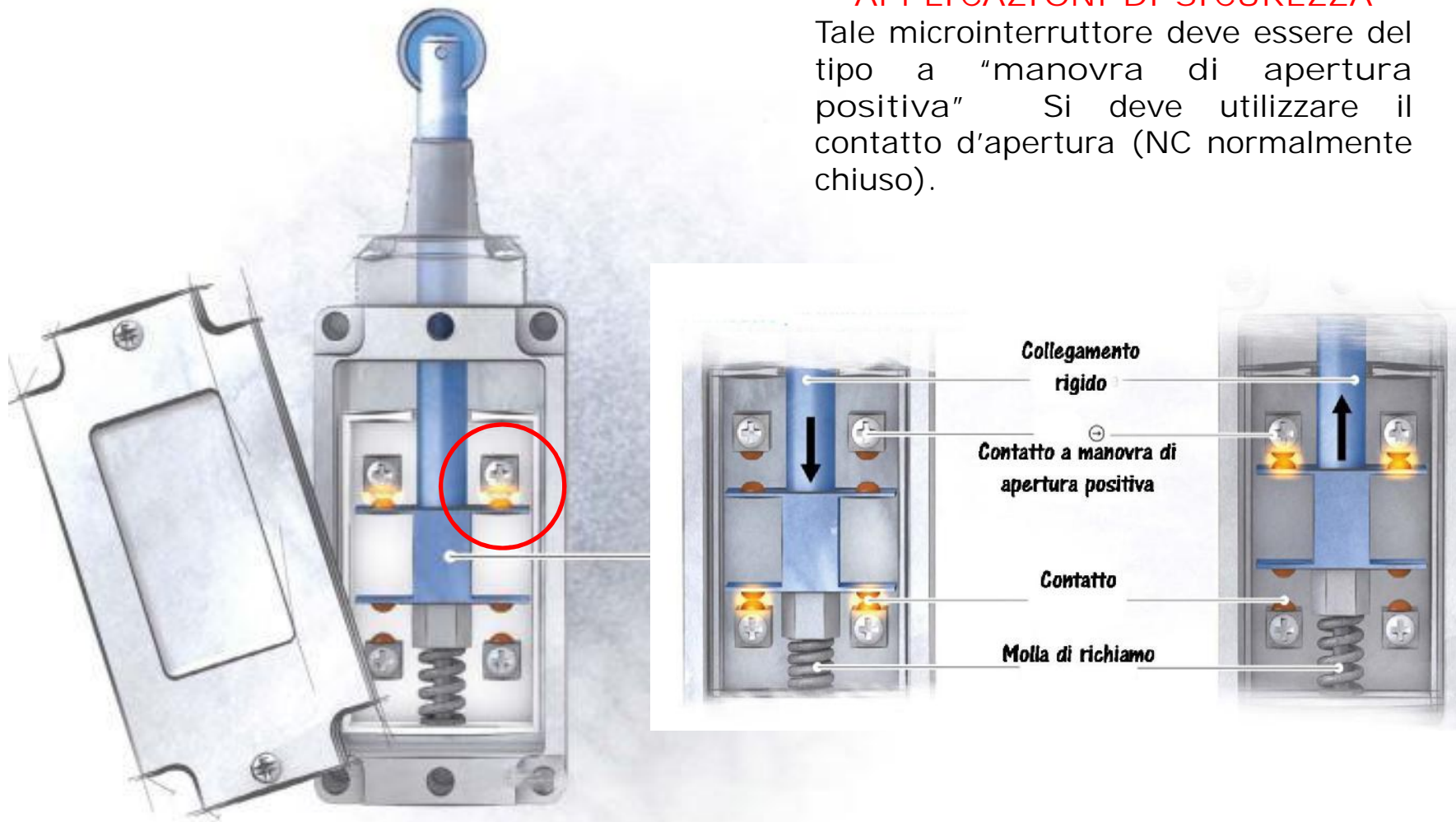
Simboli che identificano la conformità di un comando ad apertura positiva alla Norma CEI EN 60947-5-1 (a), oppure alla Norma BG-GS-ET-15 (b).



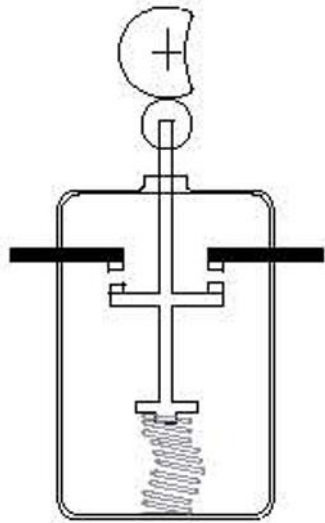
contatto a manovra di apertura positiva

MICROINTERRUTTORI PER APPLICAZIONI DI SICUREZZA

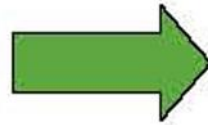
Tale microinterruttore deve essere del tipo a “manovra di apertura positiva” Si deve utilizzare il contatto d’apertura (NC normalmente chiuso).



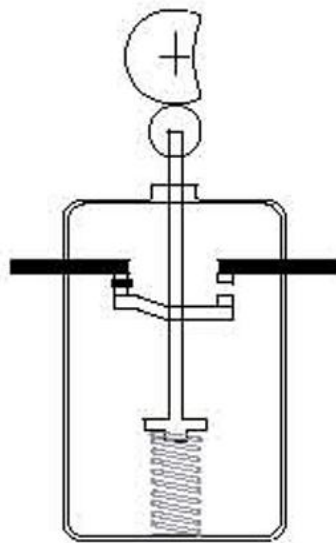
“apertura positiva”: nessun collegamento elastico tra i contatti mobili e l’elemento sul quale viene applicata la forza di azionamento.



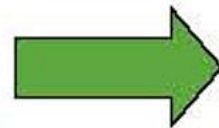
Molla
danneggiata



Macchina
ferma



Contatti
incollati



Macchina
ferma

Con il modo positivo i guasti interni del componente (molla guasta o incollaggio dei contatti) consentono comunque l'apertura dei contatti e l'arresto della macchina



MODALITA' DI AZIONAMENTO DEI RIPARI

UNI EN 1088:2008 - Pagina 21

6.2.1 Dispositivi di interblocco che comprendono un singolo interruttore di posizione a comando meccanico

6.2.1.1 L'interruttore di posizione deve essere azionato in modo positivo (vedere punto 3.5 della EN 292-2:1991 e punti 3.6 e 5.1 della presente norma).

6.2.1.2 Il contatto di apertura dell'interruttore di posizione deve essere del tipo "operazione di apertura positiva" (**azionamento diretto – EN ISO 14119**) in conformità con il capitolo 3 "Prescrizioni speciali per ausiliari di comando con operazione di apertura positiva" della EN 60947-5-1:1991 (vedere anche punto 3.7 della presente norma).

Vedere gli esempi nelle appendici A, B.

UTILIZZO DEGLI INTERRUTTORI NELLE APPLICAZIONI DI SICUREZZA

Quando è impiegato un solo interruttore per svolgere funzioni di sicurezza, esso deve essere azionato in modo positivo, cioè ad **AZIONE MECCANICA DIRETTA**

Tale microinterruttore, su unico, deve essere del tipo ad "apertura positiva" Si deve, poi, utilizzare il contatto d'apertura (NC normalmente chiuso).

AZIONE MECCANICA DIRETTA



RIPARO APERTO
MICRO ATTIVATO

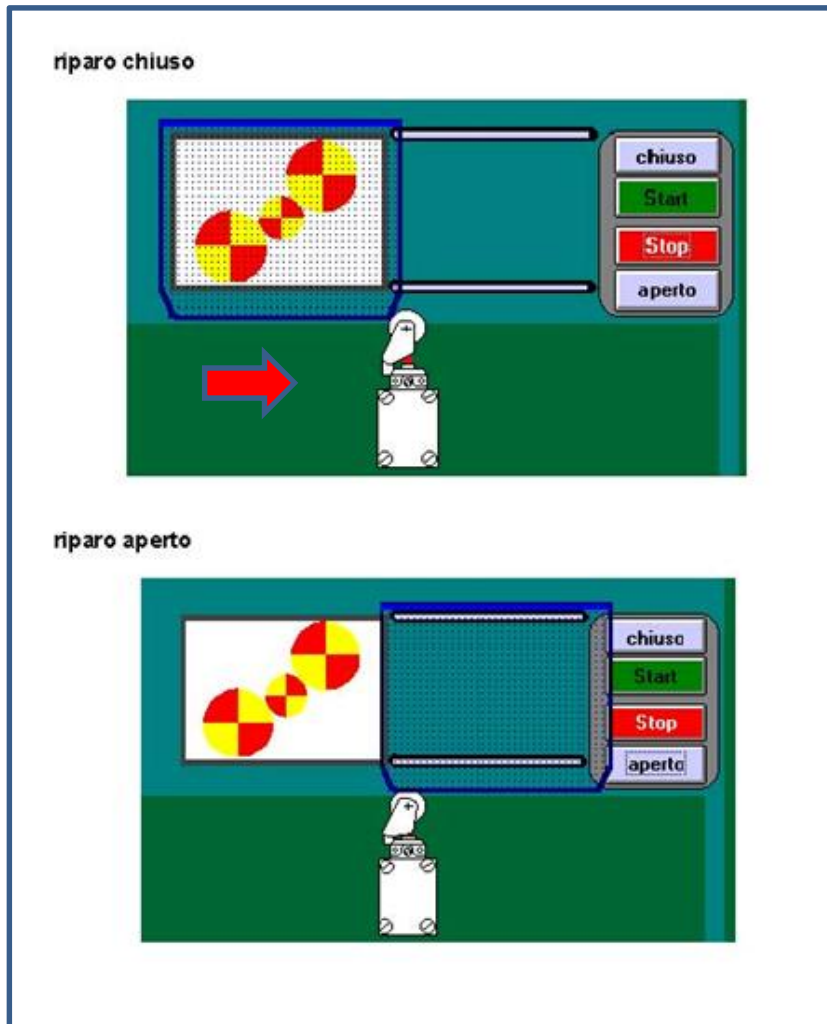
RIPARO CHIUSO
MICRO RILASCIATO

RIPARO APERTO
MICRO ATTIVATO

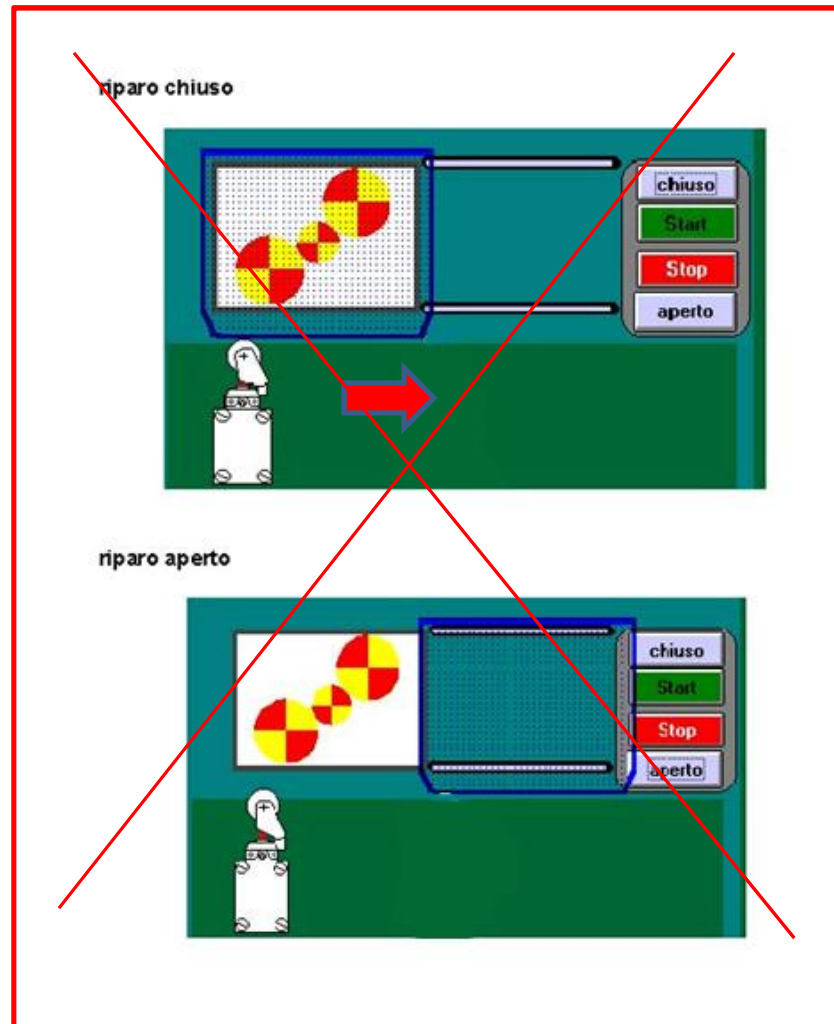
RIPARO CHIUSO
MICRO RILASCIATO

L'azionamento diretto è una prima misura, in favore della sicurezza, contro guasti o manomissioni. Rende i primi meno probabili e/o meno gravosi come conseguenze. Aumenta le difficoltà di porre in atto manomissioni o azionamenti intempestivi.

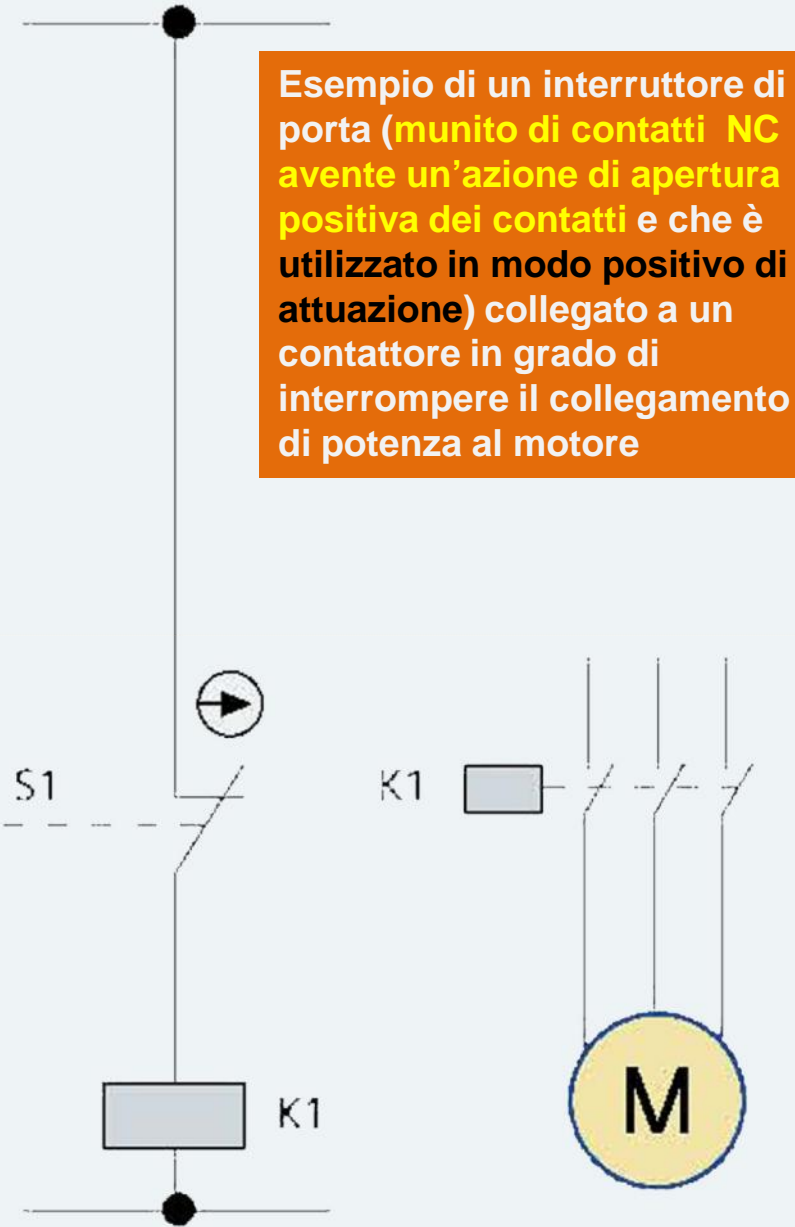
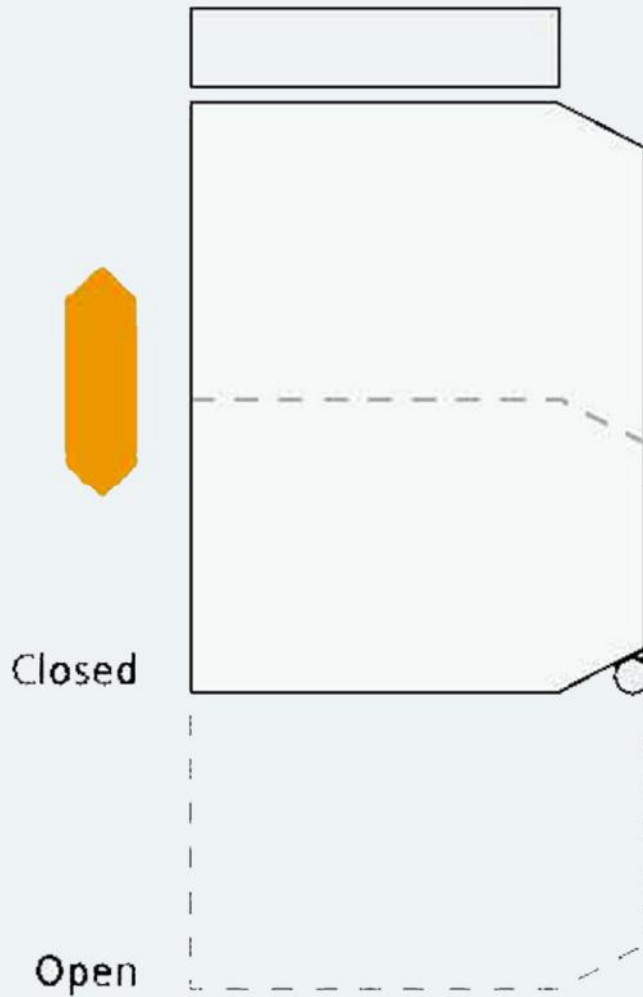
Esempio di azionamento del sensore in modo diretto (ovvero positivo)



Esempio di azionamento del sensore in modo non diretto (ovvero non positivo)



CAT. 1



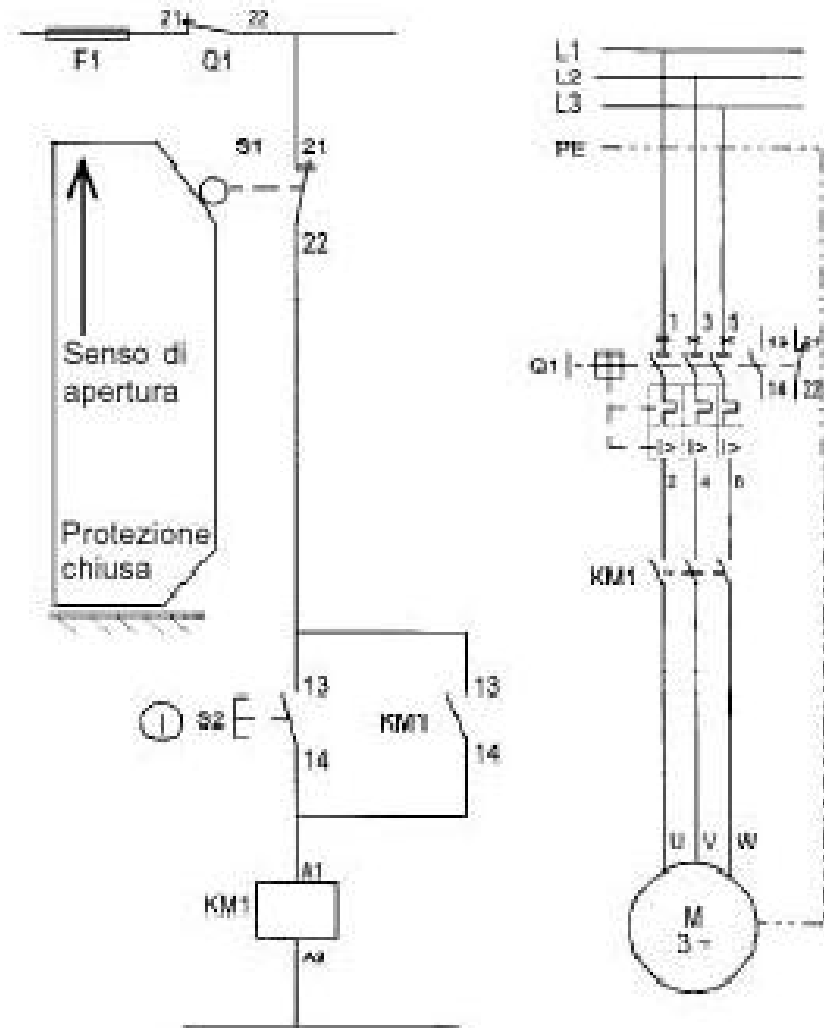
Esempio di un interruttore di porta (munito di contatti NC avente un'azione di apertura positiva dei contatti e che è utilizzato in modo positivo di attuazione) collegato a un contattore in grado di interrompere il collegamento di potenza al motore

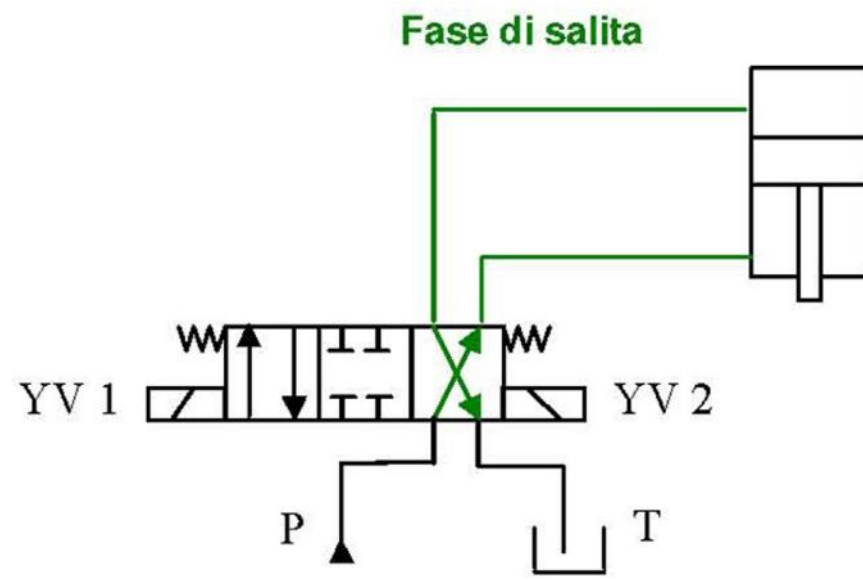
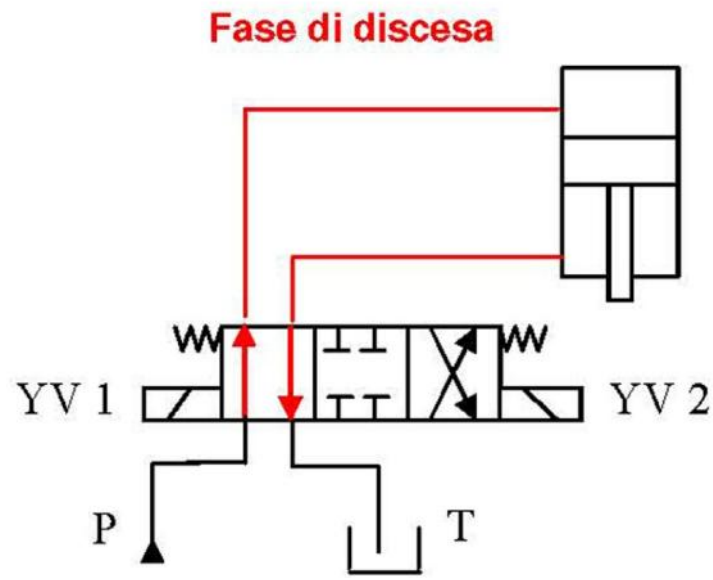
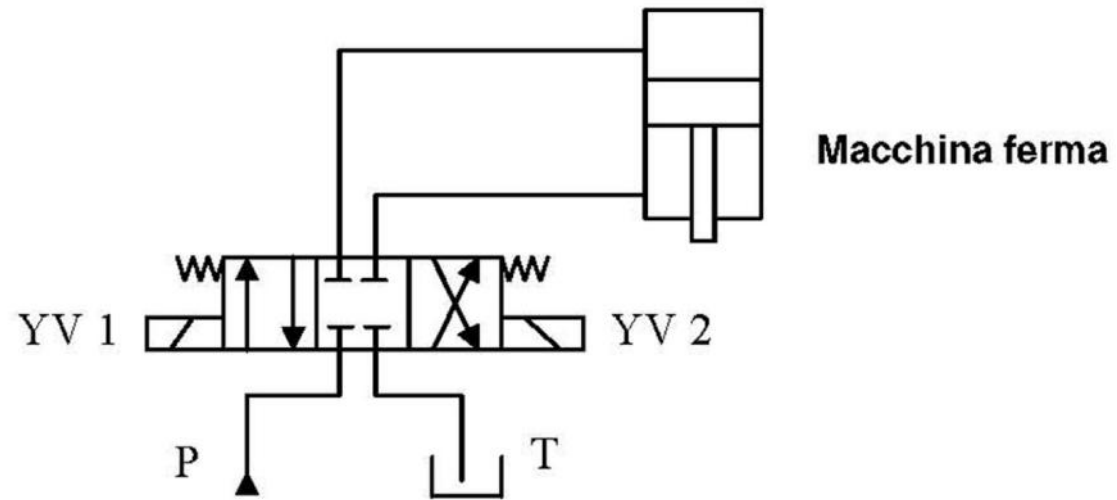
Controllo di una protezione - categoria 1 secondo EN 954-1

La categoria 1 prescrive che i componenti impiegati siano affidabili, concepiti per svolgere funzioni di sicurezza ed i circuiti rispettino i principi base della sicurezza oltre alla conformità alle regole dell'arte.

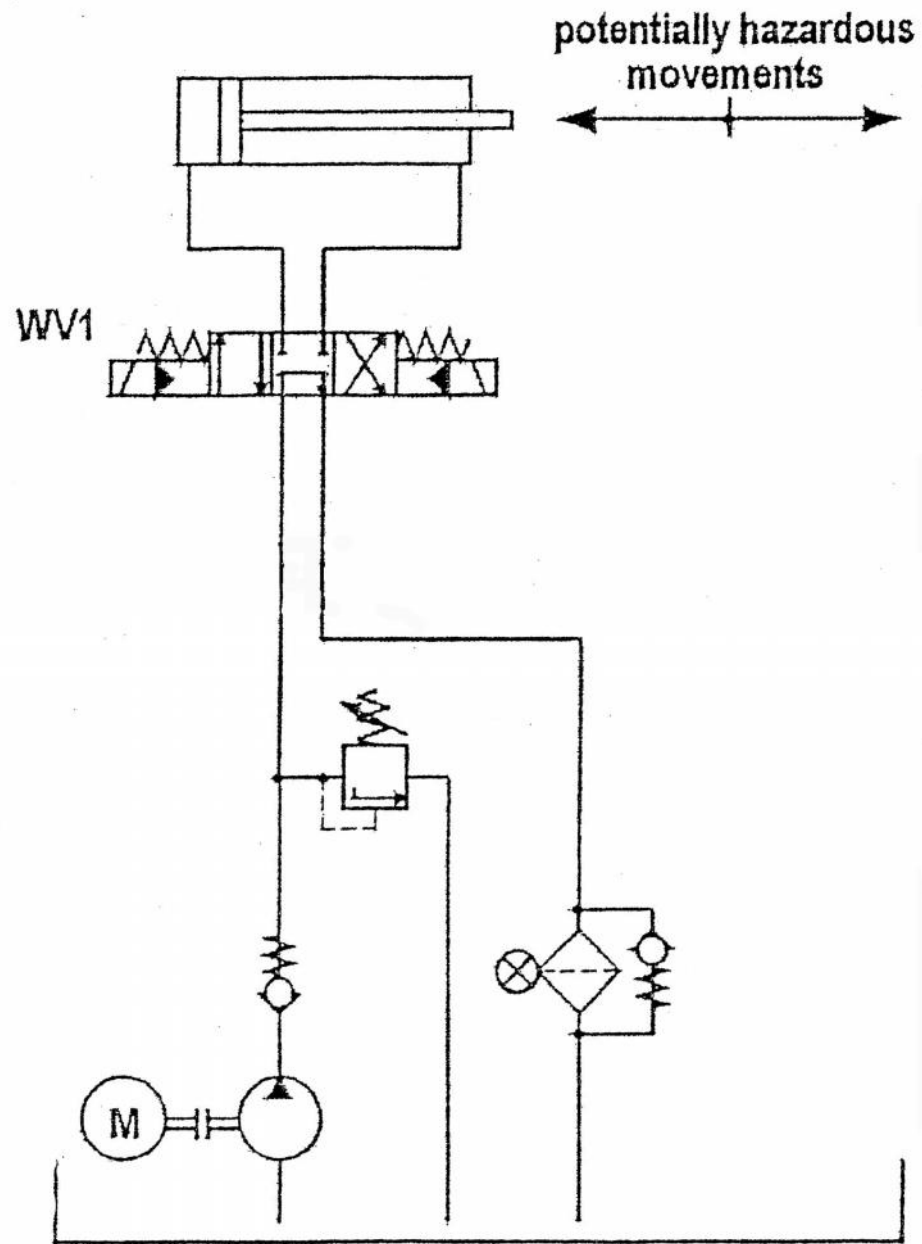
il finecorsa cui è affidato il controllo della protezione impiega un contatto ad apertura positiva e quindi garantisce l'interruzione del circuito anche nell'eventualità di sua saldatura.

Il pulsante S2 permette l'avvio od il riavvio del movimento pericoloso (azione volontaria) ed è escluso quindi un avviamento intempestivo o automatico.





CAT. 1

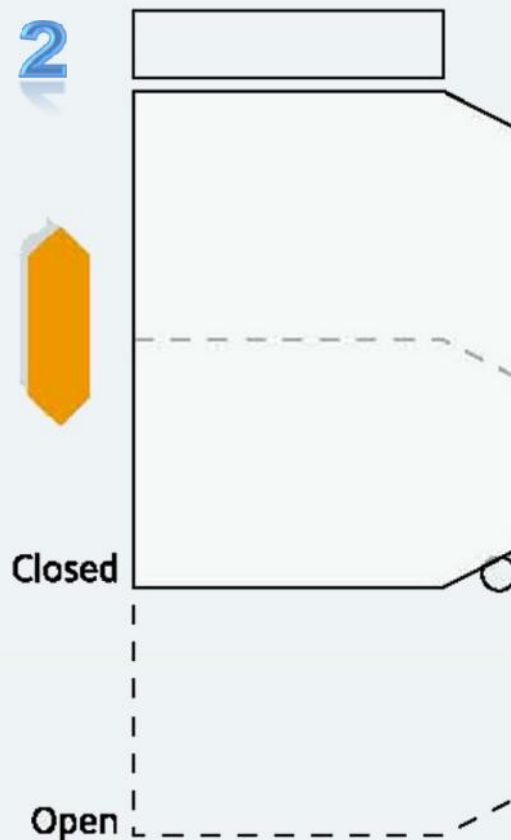


CATEGORIA 2



Categorie dei sistemi di comando	Base principale della sicurezza	Esigenze del sistema di comando	Comportamento in caso di difetto
B	Selezione dei componenti conformi alle norme relative	Controllo eseguito secondo le regole d'arte in materia	Possibile perdita della funzione di sicurezza
1	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Utilizzo di componenti e principi di sicurezza provati	Possibile perdita della funzione di sicurezza con minor probabilità e quindi con maggior affidabilità che in B
2	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Test per ciclo. La periodicità del test deve essere adatta alla macchina e all'applicazione utilizzata	Difetto rilevato ad ogni test
3	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere se possibile rilevato	Funzione di sicurezza garantita, tranne nel caso di accumulo di più difetti
4	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere rilevato al momento o prima del futuro intervento della funzione di sicurezza Una serie di difetti non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza	Funzione di sicurezza sempre garantita

CAT. 2

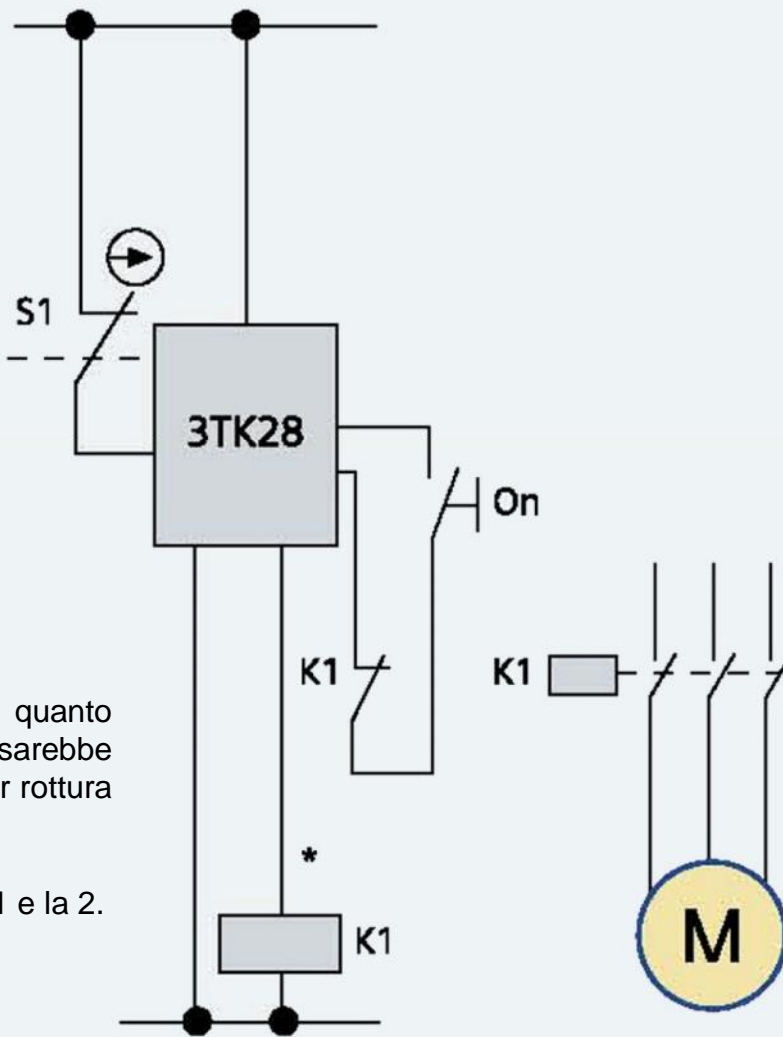


Il circuito d'ingresso è in categoria 1; mentre quello in uscita è in categoria 2 (singolo canale autocontrollato).
Il controllo di funzionalità del contattore di potenza K1 è utile per fronteggiare un possibile "incollamento" dei contatti (verificandosi il quale il dispositivo non è in grado di arrestare il motore all'atto in cui viene aperto il riparo).

Il controllo sul microinterruttore è invece pleonastico, in quanto equipaggiato con un contatto ad apertura positiva, sarebbe sufficiente a garantire il sezionamento (se necessario, per rottura forzata) del circuito di alimentazione della bobina di K1.

Il sistema è classificato in una categoria compresa fra la 1 e la 2.

* Positively-driven



Controllo di una protezione - categoria 2 secondo EN 954-1

Le prescrizioni della categoria 2 si basano sulla maggiore affidabilità del sistema.

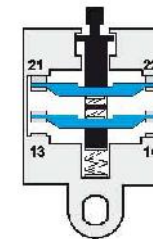
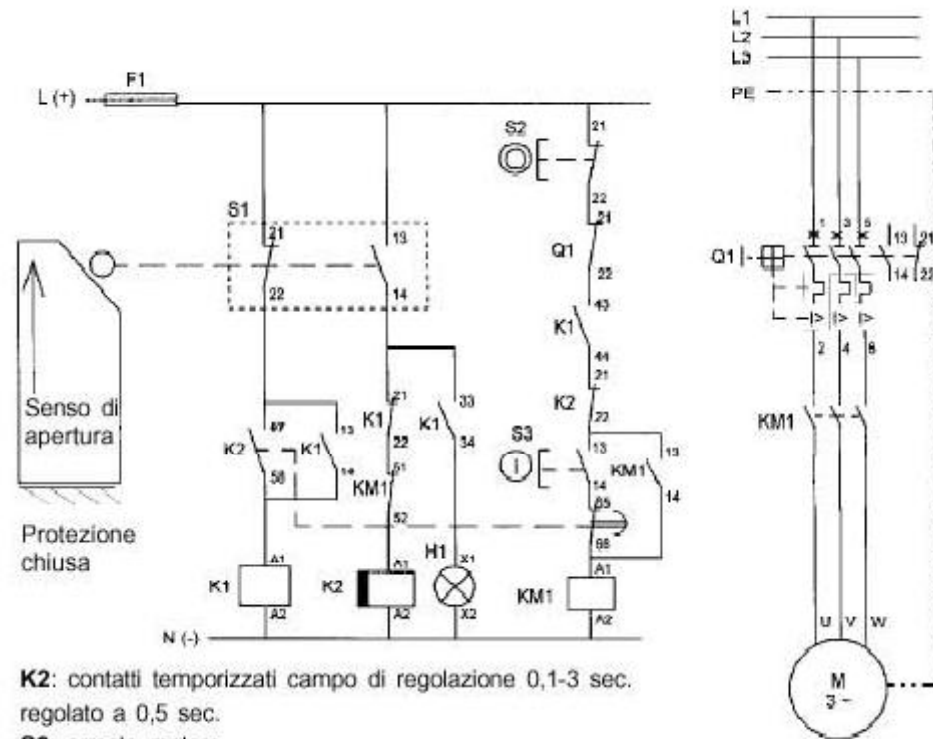
In tal caso, oltre a quanto richiesto nella categoria precedente, bisognerà prevedere un periodico controllo del sistema di sicurezza ad appropriati intervalli di tempo.

La periodicità del test deve essere adeguata alle funzionalità della macchina in quanto un guasto può pregiudicare la funzione di sicurezza e, tra un test e l'altro, non sarebbe rilevato.

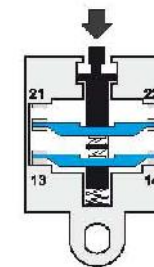
È opportuno quindi eseguire un controllo almeno prima d'ogni avviamento dei movimenti pericolosi.

Lo schema è un esempio di come ottemperare alle prescrizioni. Per attivare K1 e di conseguenza KM1 è necessario un ciclo di apertura/chiusura della protezione e dunque un test del sistema.

La lampada H segnala il difetto di K1 all'atto dell'apertura della protezione.

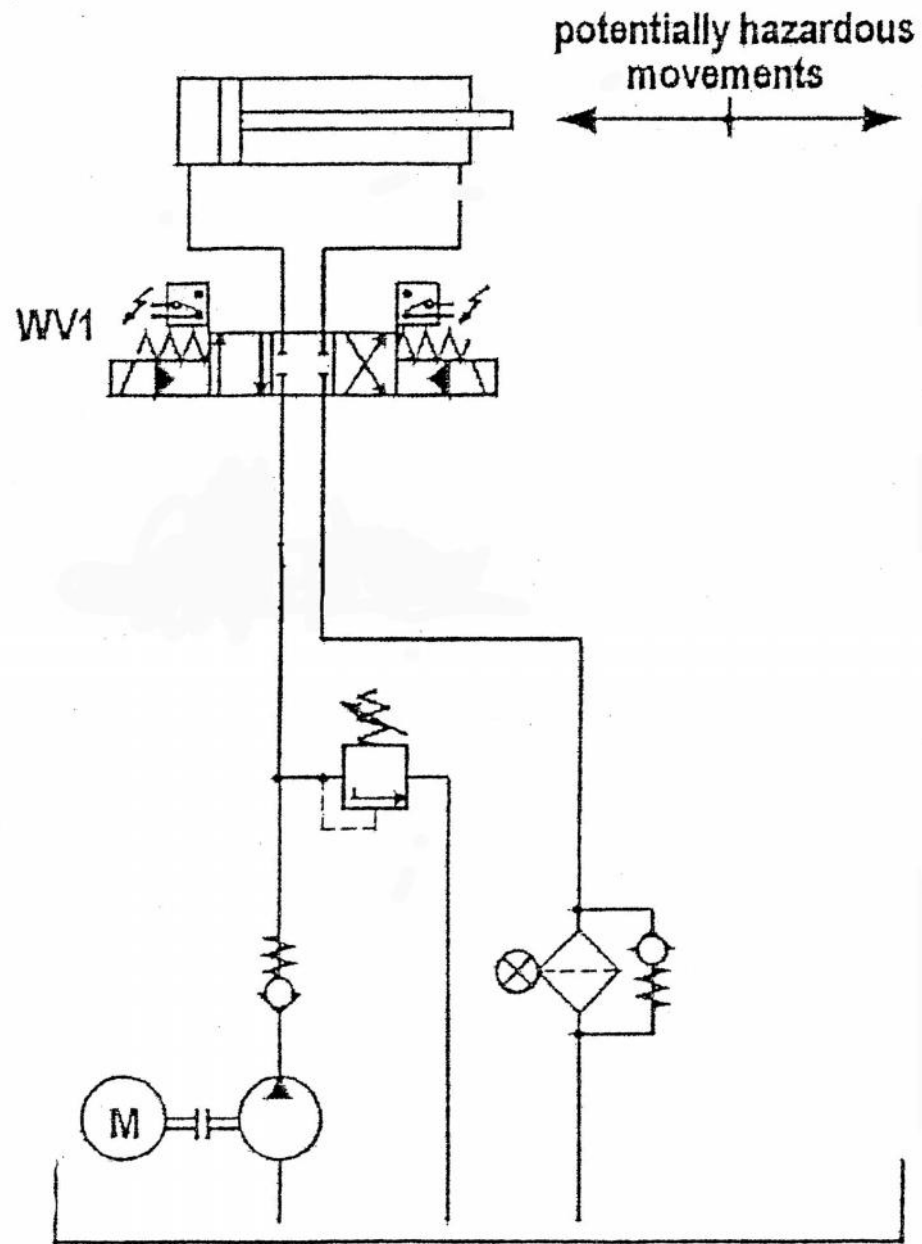


Posizione diseccitazione



Posizione eccitazione

CAT. 2

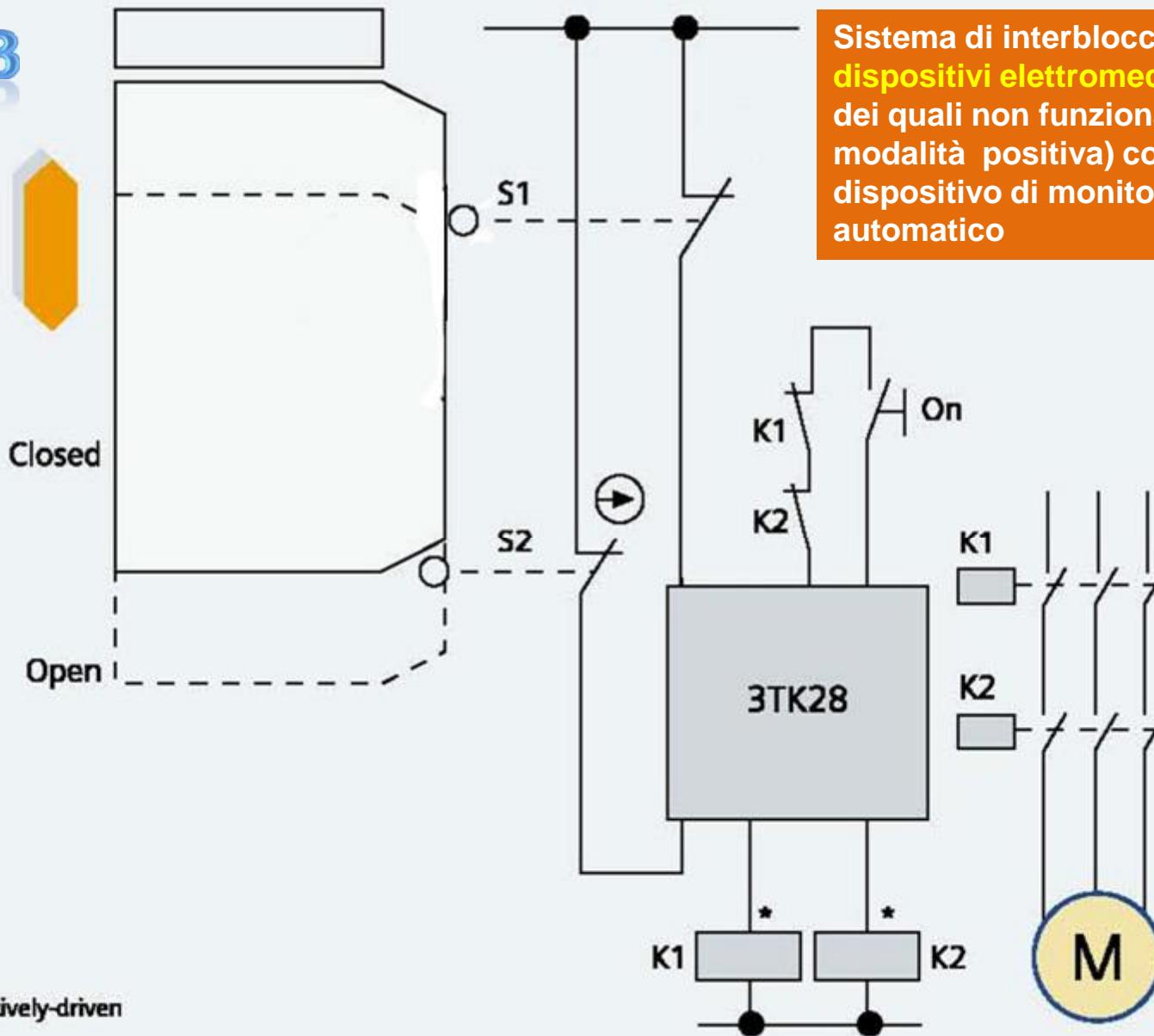


CATEGORIA 3



Categorie dei sistemi di comando	Base principale della sicurezza	Esigenze del sistema di comando	Comportamento in caso di difetto
B	Selezione dei componenti conformi alle norme relative	Controllo eseguito secondo le regole d'arte in materia	Possibile perdita della funzione di sicurezza
1	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Utilizzo di componenti e principi di sicurezza provati	Possibile perdita della funzione di sicurezza con minor probabilità e quindi con maggior affidabilità che in B
2	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Test per ciclo. La periodicità del test deve essere adatta alla macchina e all'applicazione utilizzata	Difetto rilevato ad ogni test
3	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere se possibile rilevato	Funzione di sicurezza garantita, tranne nel caso di accumulo di più difetti
4	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere rilevato al momento o prima del futuro intervento della funzione di sicurezza Una serie di difetti non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza	Funzione di sicurezza sempre garantita

CAT. 3



Sistema di interblocco con due dispositivi elettromeccanici (uno dei quali non funzionante a modalità positiva) collegati ad un dispositivo di monitoraggio automatico

* Positively-driven

Controllo di una protezione - categoria 3 secondo EN 954-1

Nei sistemi di comando in categoria 3 è prescritto che un singolo guasto non deve condurre alla perdita della funzione di sicurezza e, se possibile, questo guasto deve essere rilevato.

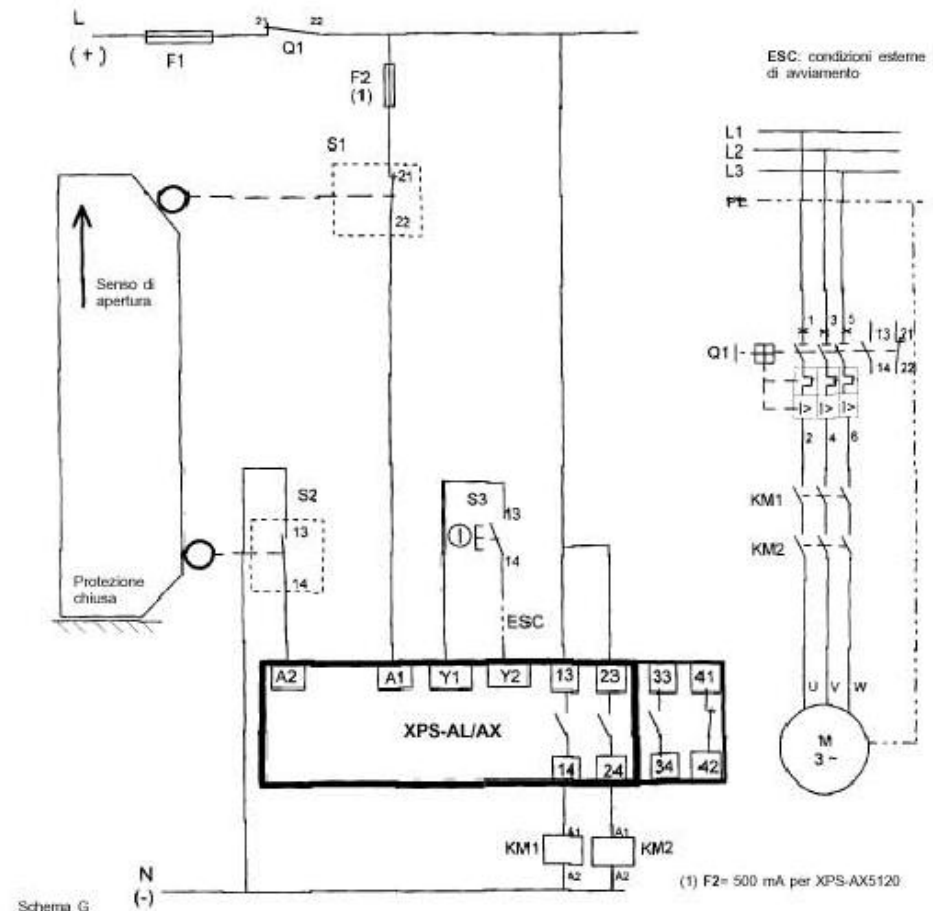
Bisogna porre attenzione nel verificare la possibilità di difetti di modo comune perché l'accumulo di singoli guasti non rilevati potrebbe far perdere la funzione di sicurezza. Questa possibilità è tollerata dalla norma ma è bene verificare che non sia facile che l'evento si manifesti con le ovvie gravi conseguenze.

Ridondanza (duplicazione dei componenti o circuiti) con i due sensori ed i due circuiti di comando dei movimenti pericolosi controllati da un modulo di sicurezza.

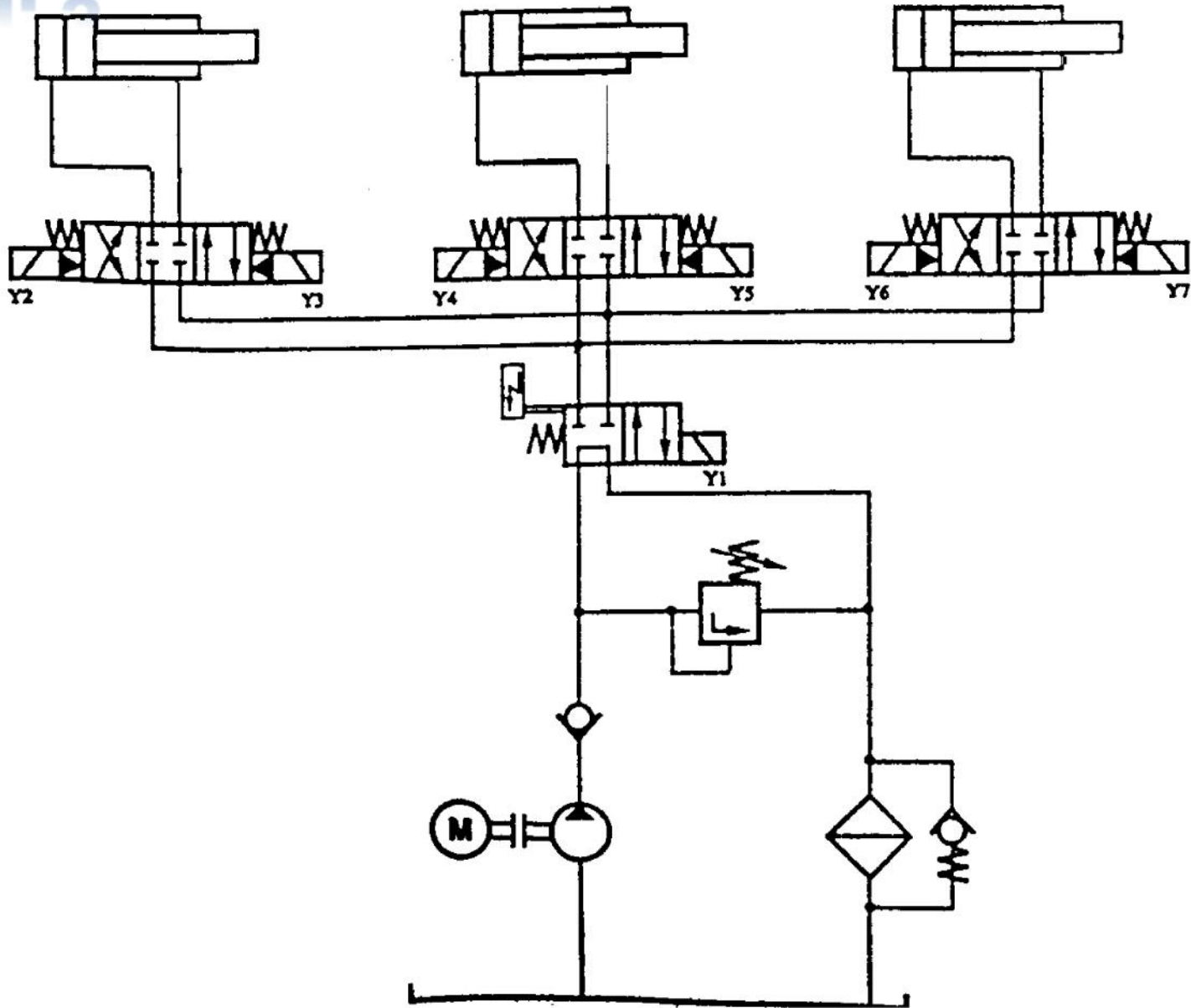
Abbiamo la certezza di interrompere il movimento pericoloso, anche se una parte del circuito non rispondesse al comando, e di aver segnalazione di eventuali guasti. Questa soluzione non rileva tutti i difetti possibili, ad esempio la mancata apertura del contatto 13-14, ma evita l'accumularsi di guasti di modo comune.

Il difetto del contatto potrebbe essere provocato dalla rottura delle molle che ne comandano l'apertura; ma questo guasto può presentarsi, prevalentemente, solo dopo un elevato numero di manovre.

Poiché tale evento è prevedibile per usura normale dei componenti, una soluzione può consistere nell'indicare chiaramente, nel manuale macchina, con quale frequenza verificare il funzionamento del prodotto, e con quale cadenza comunque sostituirlo.



CAT. 3



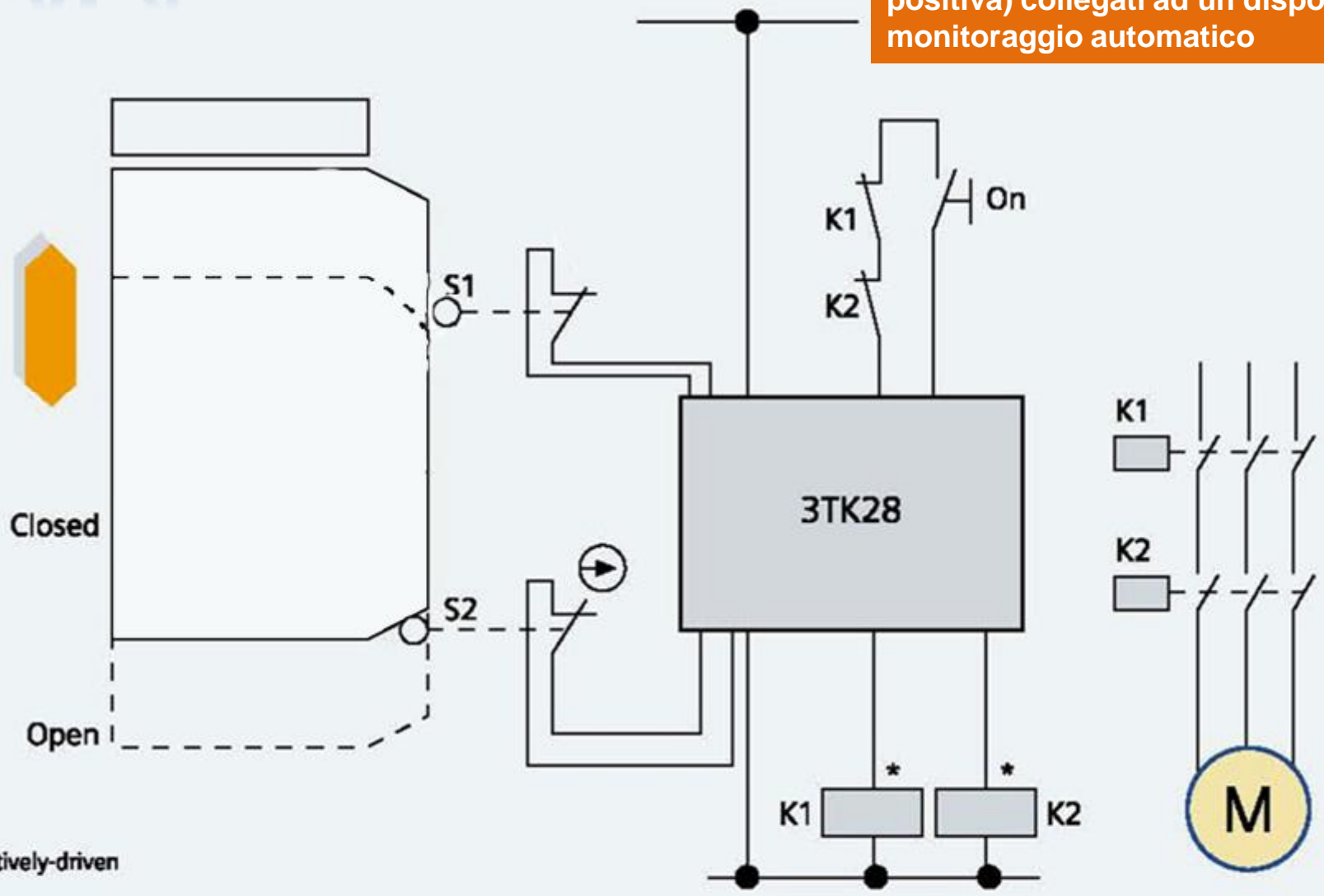
CATEGORIA 4



Categorie dei sistemi di comando	Base principale della sicurezza	Esigenze del sistema di comando	Comportamento in caso di difetto
B	Selezione dei componenti conformi alle norme relative	Controllo eseguito secondo le regole d'arte in materia	Possibile perdita della funzione di sicurezza
1	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Utilizzo di componenti e principi di sicurezza provati	Possibile perdita della funzione di sicurezza con minor probabilità e quindi con maggior affidabilità che in B
2	Selezione dei componenti e dei principi di sicurezza	Test per ciclo. La periodicità del test deve essere adatta alla macchina e all'applicazione utilizzata	Difetto rilevato ad ogni test
3	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere se possibile rilevato	Funzione di sicurezza garantita, tranne nel caso di accumulo di più difetti
4	Struttura dei circuiti di sicurezza	Un difetto unico non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza. Il difetto deve essere rilevato al momento o prima del futuro intervento della funzione di sicurezza Una serie di difetti non deve portare alla perdita della funzione di sicurezza	Funzione di sicurezza sempre garantita

CAT. 4

Sistema di interblocco con due dispositivi elettromeccanici (uno dei quali non funzionante a modalità positiva) collegati ad un dispositivo di monitoraggio automatico



* Positively-driven

Interblocco su un riparo realizzato con due finecorsa autocontrollati

Controllo di una protezione - categoria 4 secondo EN 954-1

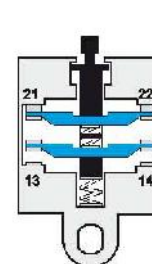
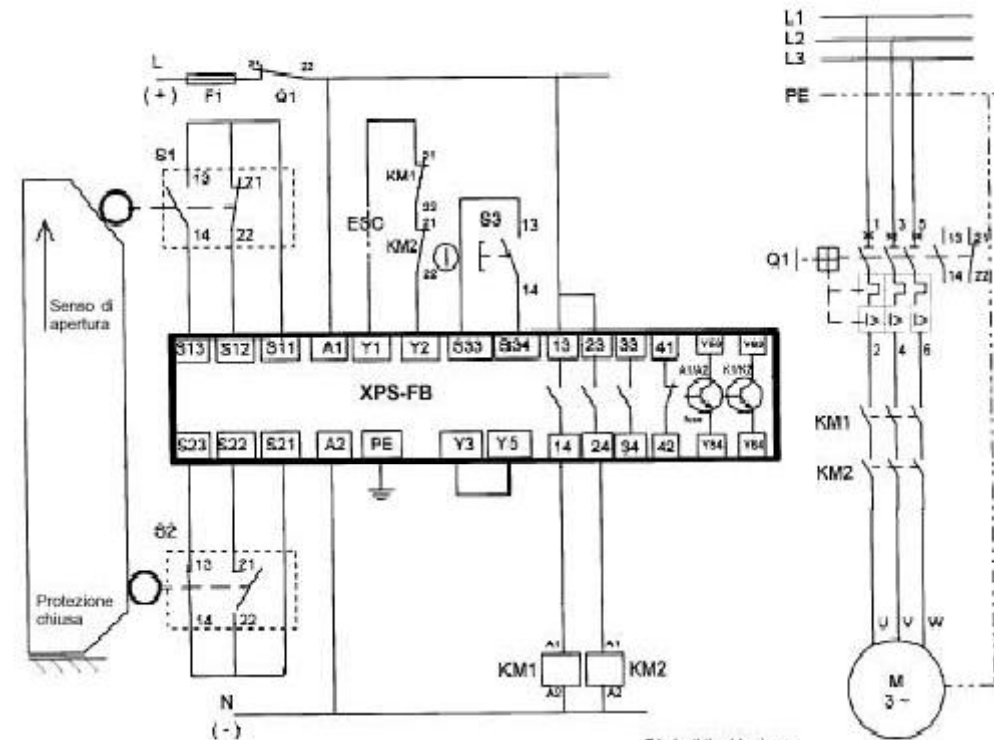
I sistemi di comando in categoria 4 sono simili ai precedenti ma la verifica del sistema, per rilevare eventuali guasti, deve essere metodica.

Tale rilevazione deve avvenire appena si presenti il malfunzionamento o alla riattivazione del circuito di sicurezza dopo un suo intervento; in ogni caso né il guasto singolo né una serie di difetti può pregiudicare il funzionamento del sistema.

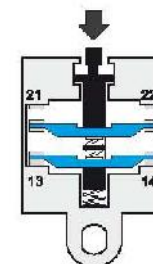
Nello schema abbiamo una protezione mobile controllata da due finecorsa a loro volta collegati ad un modulo di sicurezza specifico per questa funzione; il sistema prevede le seguenti verifiche: riarmo manuale con test del pulsante di reset, ciclo obbligatorio di apertura-chiusura della protezione per controllare il sistema finecorsa-modulo, ridondanza dei circuiti di comando e potenza.

Con questo schema s'ottiene una sicurezza totale contro difetti o manomissioni; il modulo infatti, nel ciclo test, verifica la contemporanea commutazione dei contatti dei finecorsa (1500 ms) rendendo improbabili i tentativi, deliberati o accidentali, di frode delle protezioni.

Le ridondanze, interna ed esterna, mettono al riparo dalle conseguenze dei guasti singoli e l'autocontrollo assicura l'immediata segnalazione dei difetti. Il test del pulsante di riarmo, infine, garantisce contro il suo incollaggio, poiché, se ciò avvenisse, la conseguenza sarebbe un pericoloso avviamento automatico intempestivo.



Posizione diseccitazione



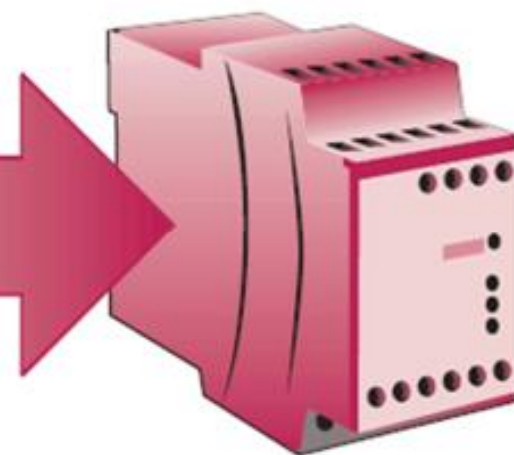
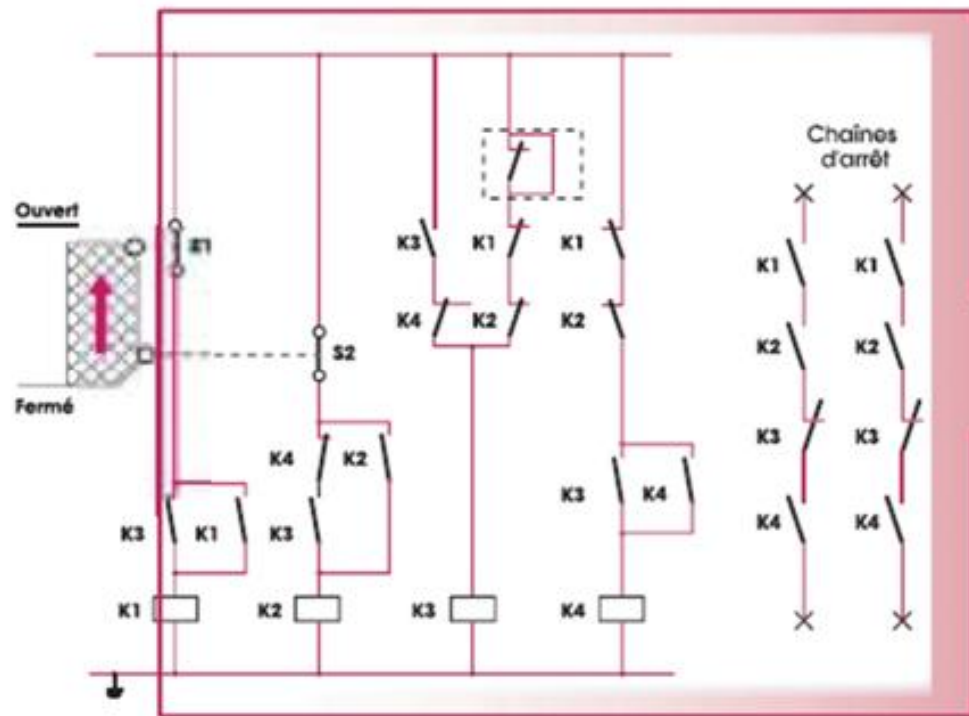
Posizione eccitazione

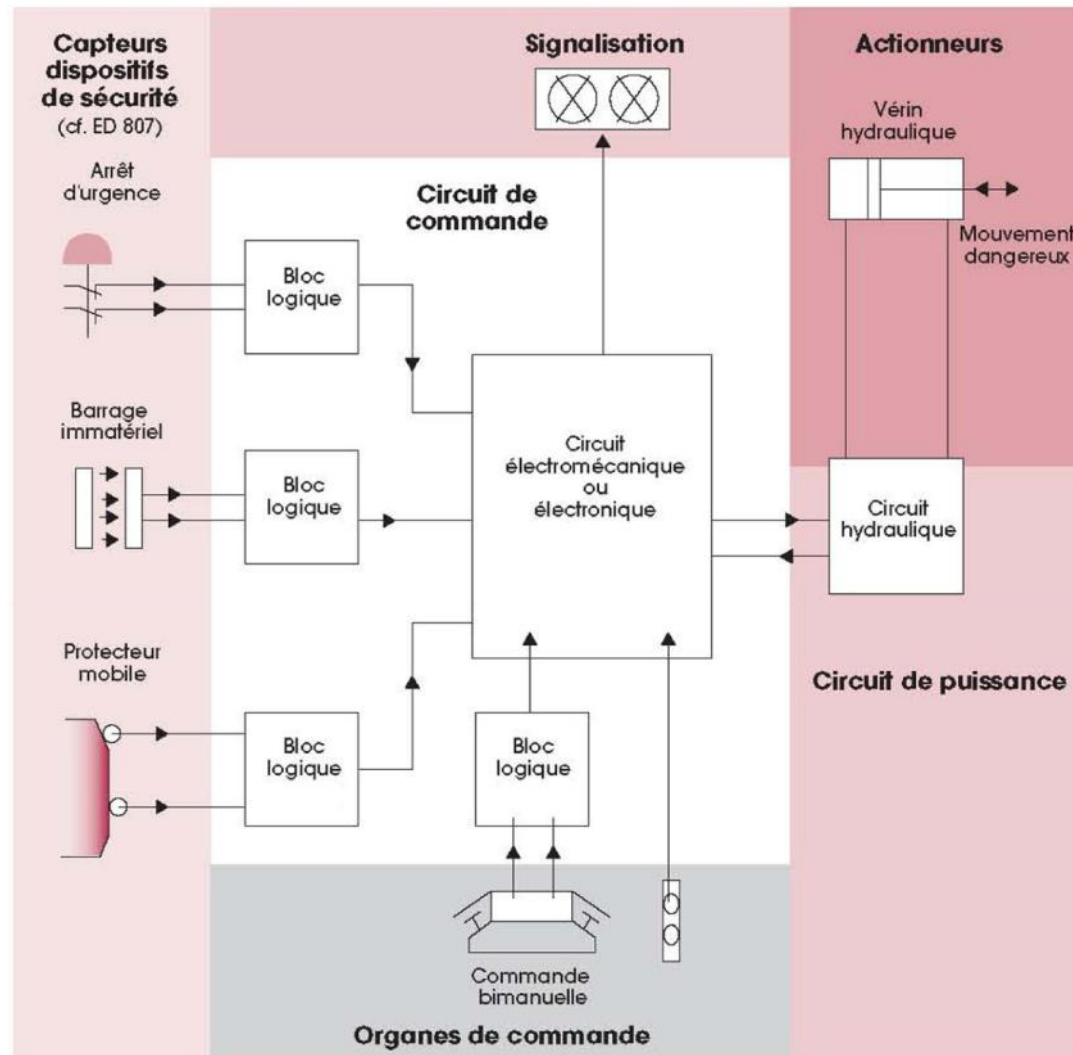


Detecting

Evaluating

Responding





- ◇ Le mouvement dangereux est commandé par la commande bimanuelle.
- ◇ La protection de l'opérateur est assurée par un barrage immatériel et un protecteur mobile.
- ◇ La machine comporte un arrêt d'urgence.

Figure 21 ■ Illustration de l'utilisation de blocs logiques de sécurité.

Controllo arresto d'emergenza

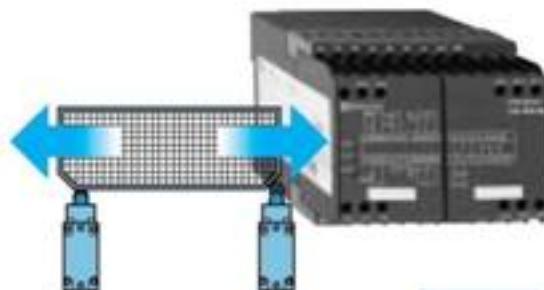


XPS-AC



XPS-AV

Controllo finecorsa



XPS-FB

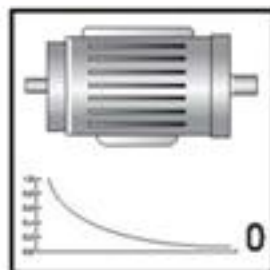
Controllo comando a due mani



XPS-BF



Controllo velocità nulla



XPS-VN



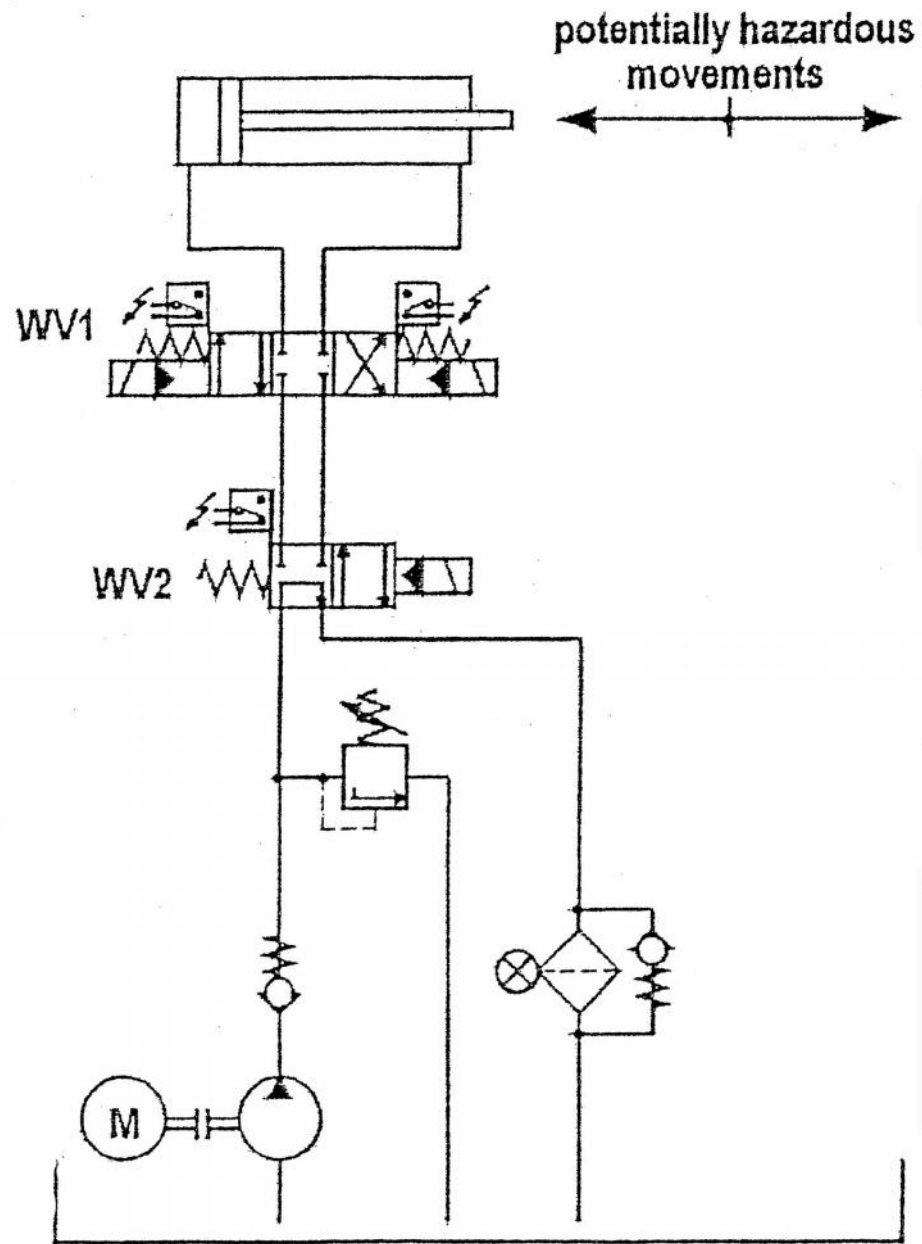
Controllo barriera di sicurezza



XPS-AK



CAT. 4



prospetto 2 **Requisiti di protezione dell'operatore per utensili per diverse modalità di funzionamento - Modalità di produzione: ciclo singolo, alimentazione o rimozione manuale**

Sistema di sicurezza per l'operatore (Nota 1)	Inizio ciclo	Funzione di avvio e arresto (Nota 2)		Opzione di silenzamento (Nota 3)	Osservazioni
		El.	Idr.		
Utensili schermati	Qualsiasi	S	S	No	Vedere punti 5.3.4 e 5.3.9
Reclinazione fissa	Qualsiasi	S	S	No	Vedere punti 5.3.4 e 5.3.10
Riparo interbloccato con bloccaggio del riparo	Qualsiasi escluso il riparo stesso	R & M (vedere osservazione)	S & M	No	Vedere punti 5.3.11 e 5.3.13 In alternativa a R & M può essere previsto il bloccaggio motorizzato diretto del circuito idraulico (vedere punto 5.4.1.6 e figura D.2) Vedere punti 5.3.11, 5.3.13 e 5.3.17
Riparo interbloccato senza bloccaggio del riparo	Qualsiasi escluso il riparo stesso	R & M	R & M	No	Vedere punti 5.3.11, 5.3.12 e 5.3.13
Riparo con comando dell'avviamento con bloccaggio del riparo	Il riparo stesso	R & M	S & M	No	Vedere punti 5.3.11, 5.3.12 e 5.3.13
Riparo con comando dell'avviamento senza bloccaggio del riparo	Il riparo stesso	R & M	R & M	No	Vedere punti 5.3.11, 5.3.12, 5.3.13 e 5.3.17
Riparo interbloccato ad apertura precoce	Qualsiasi	R & M	R & M	Si	Ricorso ad una distanza di sicurezza appropriata (vedere punto 5.3.17) o di un bloccaggio del riparo che intervenga durante il movimento pericoloso degli utensili (vedere punti 5.3.13 e 5.3.14)
ESPE utilizzante AOPD	Qualsiasi, ma vedere le osservazioni 2 e 3	R & M	R & M	Si	Vedere punto 5.3.15. 1. Ricorso ad una appropriata distanza di sicurezza (vedere 5.3.17); 2. Nei casi in cui tra gli utensili vi sia uno spazio sufficientemente ampio da potervi accedere interamente, deve essere previsto un dispositivo separato di inizio corsa; 3. Restrizioni con interruzione singola o doppia (vedere punto 5.3.15 g)]
Dispositivo di comando a due mani	Dispositivo di comando a due mani	R & M	R & M	Si	Vedere punto 5.3.16 Ricorso ad una appropriata distanza di sicurezza (vedere punto 5.3.17)
Dispositivo di comando ad azione mantenuta e velocità lenta di chiusura	Dispositivo di comando ad azione mantenuta	S	S	Si	1. Principalmente per messa a punto utensili (vedere punto 5.5); 2. Velocità lenta massima di chiusura: 10 mm/s (vedere punto 5.3.16)
SIMBOLI a) El. = elettrico; b) Idr. = idraulico; c) M = monitoraggio (vedere punto 3.12); d) R = ridondanza (vedere punto 3.17); e) S = sistema singolo. Nota 1 Per la messa a punto di utensili, vedere punto 5.5. Nota 2 Vedere punto 5.4.1 per gli obiettivi del sistema di comando. Nota 3 Vedere punto 5.4.2.					

Requisiti di protezione dell'operatore per utensili per diverse modalità di funzionamento - Modalità di produzione: ciclo singolo, alimentazione o rimozione manuale

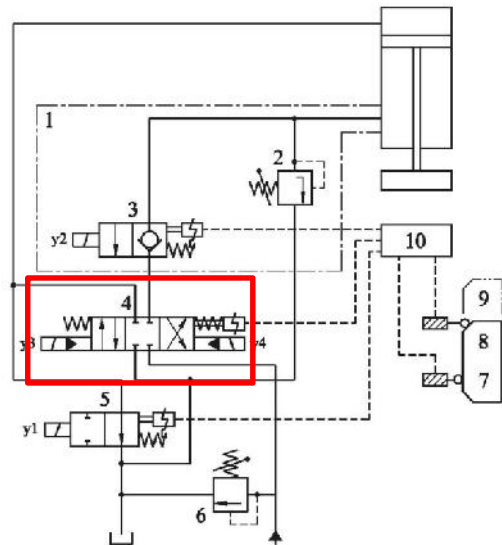
Sistema di sicurezza per l'operatore (Nota 1)	Inizio ciclo	Funzione di avvio e arresto (Nota 2)		Opzione di silenziamento (Nota 3)	Osservazioni
		El.	Idr.		
Utensili schermati	Qualsiasi	S	S	No	Vedere punti 5.3.4 e 5.3.9
Recinzione fissa	Qualsiasi	S	S	No	Vedere punti 5.3.4 e 5.3.10
Riparo interbloccato con bloccaggio del riparo	Qualsiasi escluso il riparo stesso	R & M (vedere osservazione)	S & M	No	Vedere punti 5.3.11 e 5.3.13 In alternativa a R & M può essere previsto il bloccaggio motorizzato diretto del circuito
Riparo interbloccato senza bloccaggio del riparo	Qualsiasi escluso il riparo stesso	R & M	R & M	No	Idraulico (vedere punto 5.4.1.6 e figura D.2) Vedere punti 5.3.11, 5.3.13 e 5.3.17
Riparo con comando dell'avviamento con bloccaggio del riparo	Il riparo stesso	R & M	S & M	No	Vedere punti 5.3.11, 5.3.12 e 5.3.13
Riparo con comando dell'avviamento senza bloccaggio del riparo	Il riparo stesso	R & M	R & M	No	Vedere punti 5.3.11, 5.3.12, 5.3.13 e 5.3.17
Riparo interbloccato ad apertura precoce	Qualsiasi	R & M	R & M	Sì	Ricorso ad una distanza di sicurezza appropriata (vedere punto 5.3.17) o di un bloccaggio del riparo che intervenga durante il movimento pericoloso degli utensili (vedere punti 5.3.13 e 5.3.14)
ESPE utilizzante ACPD	Qualsiasi, ma vedere le osservazioni 2 e 3	R & M	R & M	Sì	Vedere punto 5.3.15. 1. Ricorso ad una appropriata distanza di sicurezza (vedere 5.3.17);

La norma europea prevede la possibilità di installare apparecchi di protezione elettrosensibili (Electro Sensitive Protective Equipment), che utilizzano dispositivi di protezione optoelettronici attivi (Active Optoelectronic Protective Devices), in forma di barriere ottiche multiraggio a protezione della zona stampi.

figura D.1

Esempio di un circuito idraulico di comando ridondante e monitorato per una pressa a corsa verso il basso (H & M nei prospetti 2, 3 e 4) (la ridondanza ed il monitoraggio nel circuito elettrico non sono mostrati)
Legenda:

- 1 I componenti in questo involucro dovrebbero, se possibile, essere montati direttamente sul fondo del cilindro per eliminare le tubazioni (vedere punto 5.2.1.3.b)
- 2 Valvola di protezione del cilindro tarata e sigillata a $p \geq P_{max} + 10\%$ (vedere punto 5.2.4.4)
- 3 Valvola idraulica di ritenuta - monitorata
- 4 Valvola di controllo direzionale - monitorata
- 5 Valvola di sicurezza - monitorata
- 6 Valvola di protezione del sistema - tarata a $P_{max} - p < P_{max} + 10\%$ (vedere punto 5.2.4.3)
- 7 Riparo
- 8 Chiuso
- 9 Aperto
- 10 Comando macchina



**Disegno
errato !**

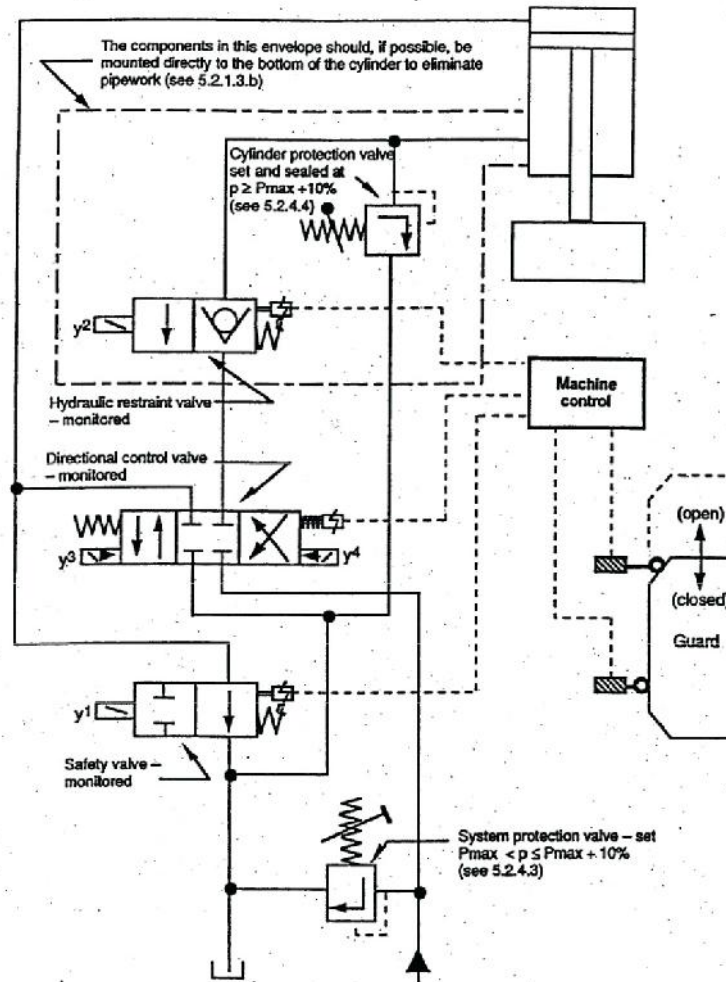


Figure D.1 — Example of a redundant and monitored hydraulic control circuit for a downstroking press (R & M in tables 2, 3 and 4) (redundancy and monitoring in the electrical circuit not shown)

Un primo canale è costituito dal distributore direzionale a centri chiusi. Nello stato di riposo questo impedisce l'innalzamento di pressione e blocca il flusso dell'olio dalla camera anulare verso lo scarico (anticaduta).

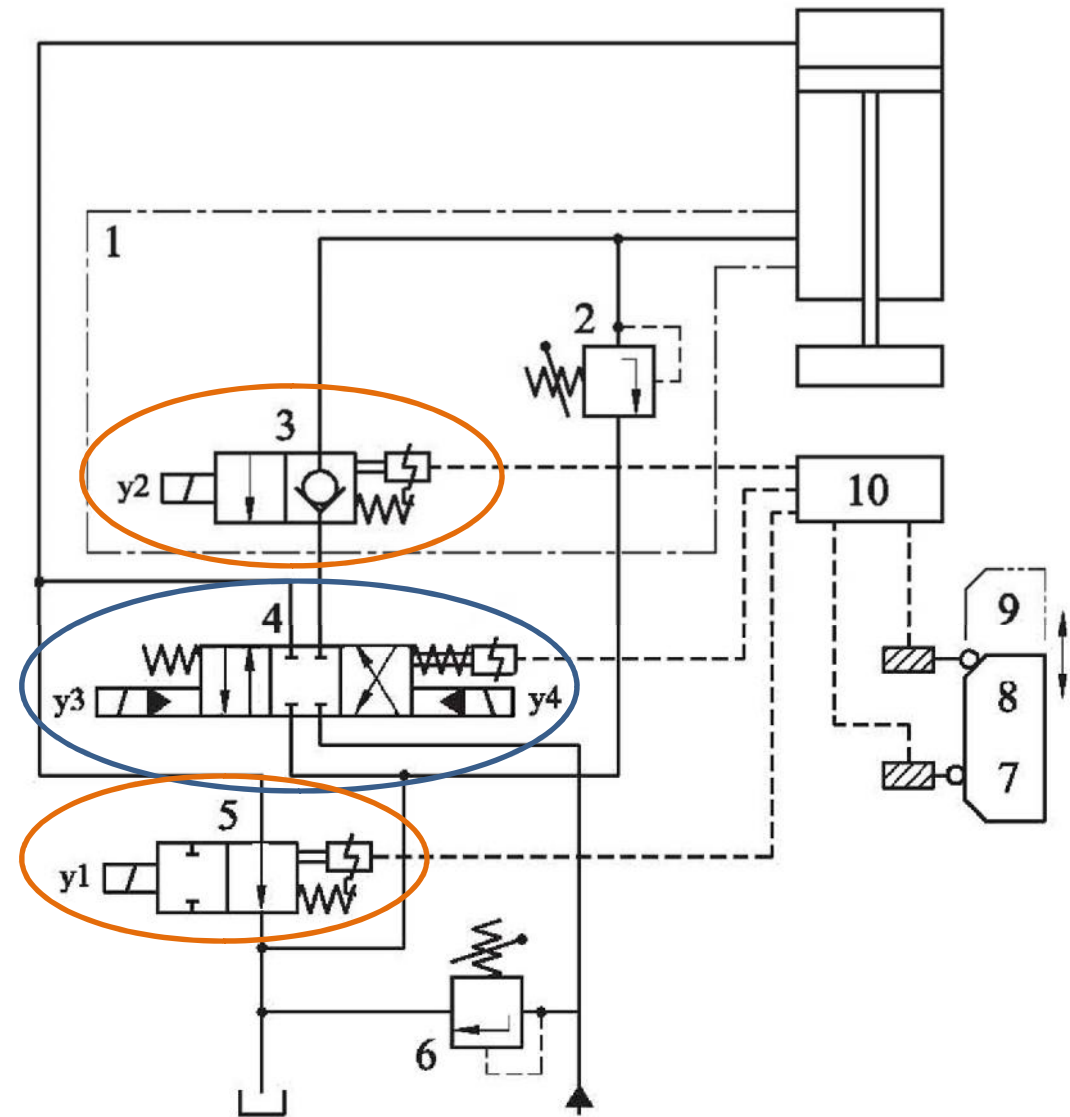
Il secondo canale è costituito dalla valvola di ritegno (3), la quale funge da anticaduta, abbinata all'intervento della valvola di messa a scarico della parte superiore del cilindro (5).

La ridondanza svolta dai due canali fa sì che il singolo guasto non comporti la perdita della funzione di sicurezza.

Il corretto funzionamento delle valvole deve essere verificato ad ogni ciclo tramite i relativi sensori di monitoraggio.

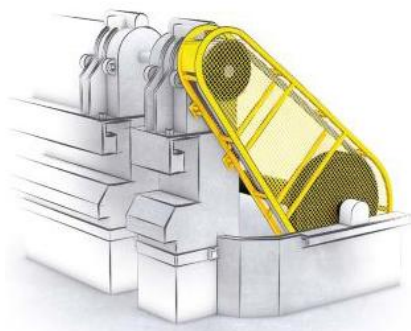
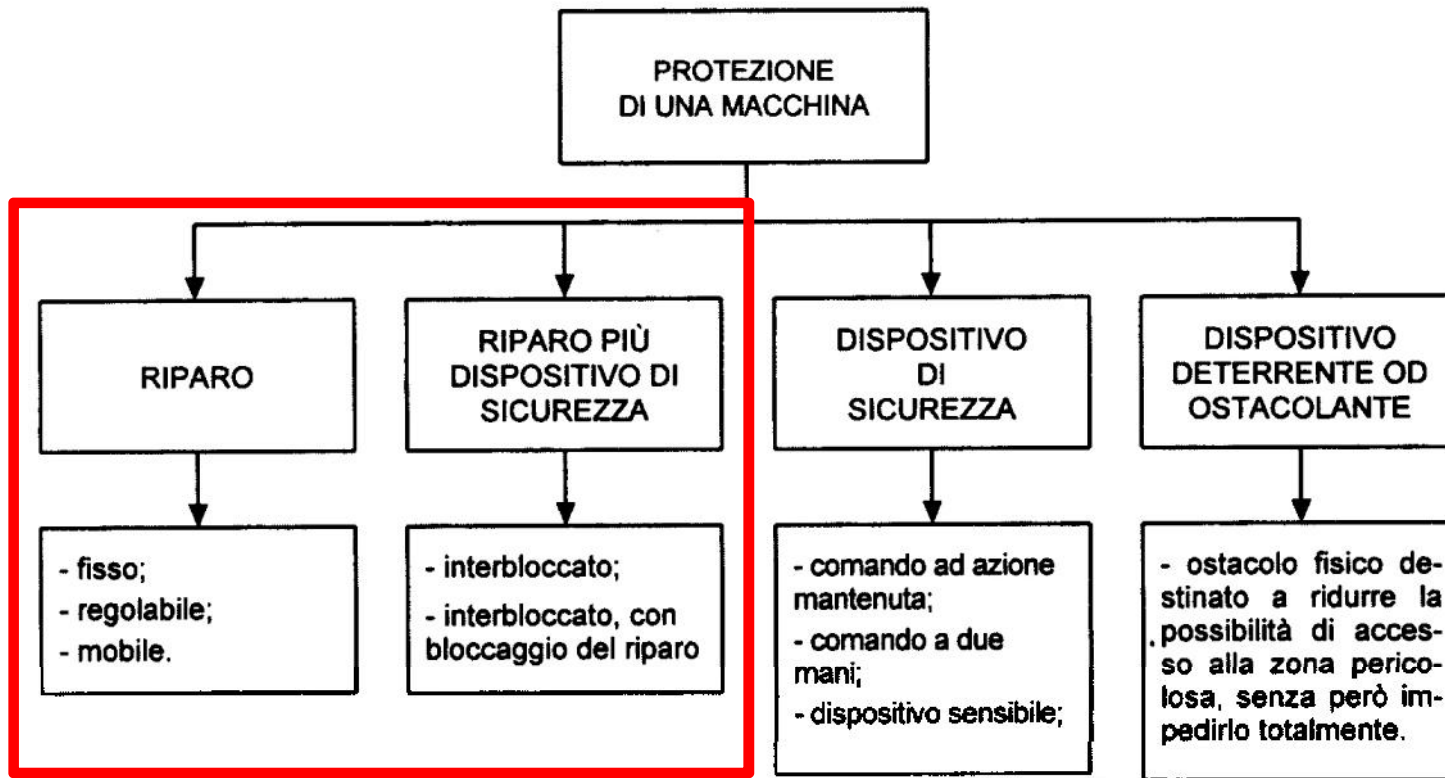
Il circuito di comando deve allora agire sui solenoidi attraverso un doppio canale monitorato.

Un modo per realizzare questa interfaccia con un comando a pedale è ad esempio l'uso di un modulo di controllo di sicurezza a due canali con controllo del feedback delle uscite



SCELTA DEI RIPARI



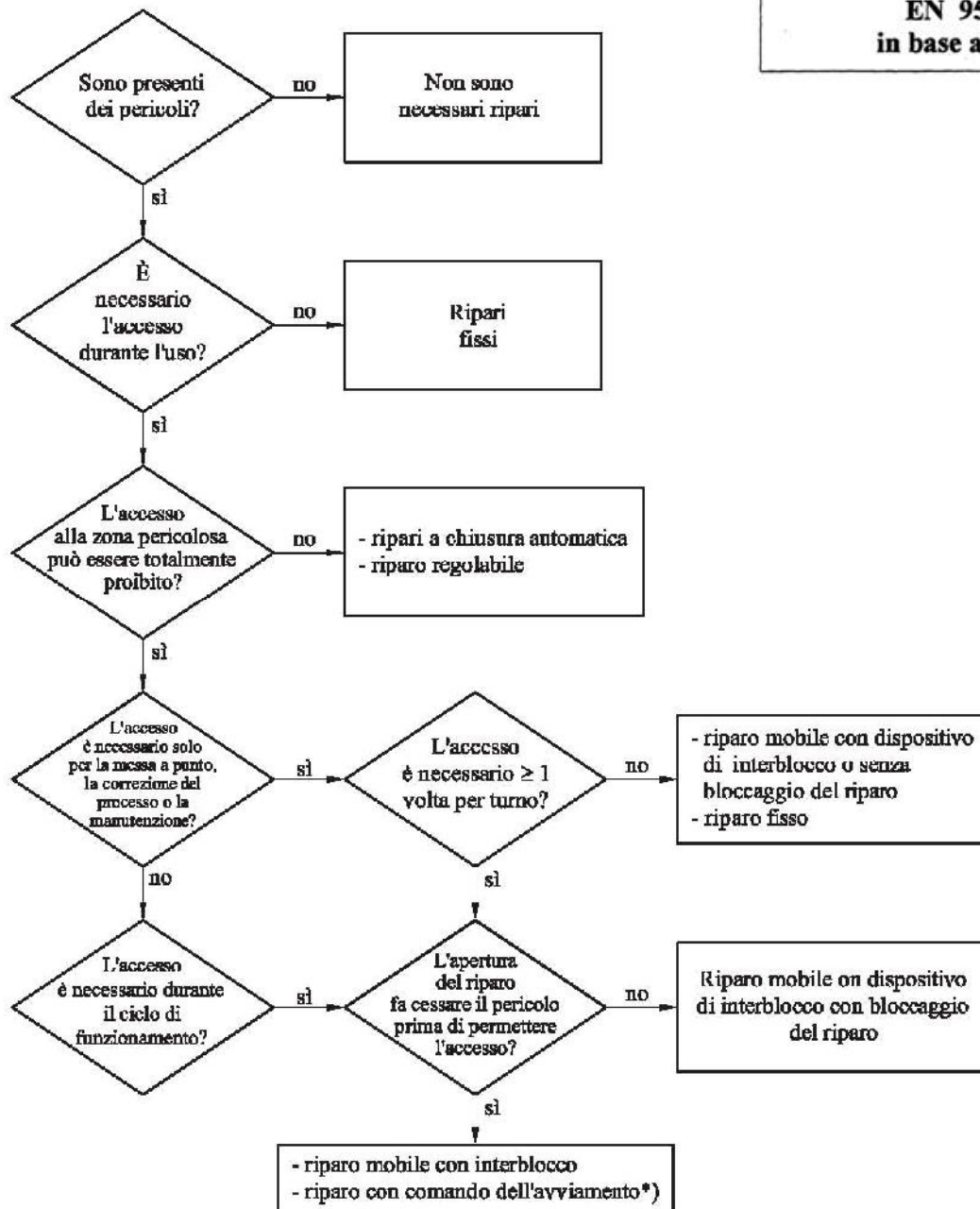


SCELTA DI UN RIPARO PER LA PROTEZIONE DI ORGANI LAVORATORI MOBILI



RIPARO FISSO	NO	NO	SI
RIPARO MOBILE INTERBLOCCATO	NO	SI	SI
RIPARO MOBILE INTERBLOCCATO CON BLOCCAGGIO DEL RIPARO	SI	SI	SI

**EN 953 Scelta del riparo
in base alle necessità di accesso**



**Decreto del Presidente della Repubblica no. 459 del 24 luglio 1996
Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE,
93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni
degli Stati membri relative alle macchine.**

1.4 Caratteristiche richieste per le protezioni ed i dispositivi di protezione

1.4.1. Requisiti generali

Le protezioni e i dispositivi di protezione:

- devono essere di costruzione robusta,
- non devono provocare rischi supplementari,
- non devono essere facilmente elusi o resi inefficaci,
- **devono essere situati ad una distanza sufficiente dalla zona pericolosa,**
- non devono limitare più del necessario l'osservazione del ciclo di lavoro,
- devono permettere gli interventi indispensabili per l'installazione e/o la sostituzione degli attrezzi nonché per i lavori di manutenzione, limitando però l'accesso soltanto al settore in cui deve essere effettuato il lavoro e se possibile, senza smontare la protezione o il dispositivo di protezione.

1.4.2. Requisiti particolari per le protezioni

1.4.2.1. Protezioni fisse

Le protezioni fisse devono essere fissate solidamente.

Il loro fissaggio deve essere ottenuto con sistemi che richiedono l'uso di utensili per la loro apertura.

Per quanto possibile, esse non devono poter rimanere al loro posto in mancanza dei loro mezzi di fissaggio.

1.4.2.2. Protezioni mobili (A = bloccate; B = interbloccate)

A. Le protezioni mobili del tipo A devono:

- per quanto possibile, restare unite alla macchina quando siano aperte;
- essere munite di un dispositivo di bloccaggio che impedisca l'avviamento degli elementi mobili sino a quando esse consentono l'accesso a detti elementi e inserisca l'arresto non appena esse non sono pi in posizione di chiusura.

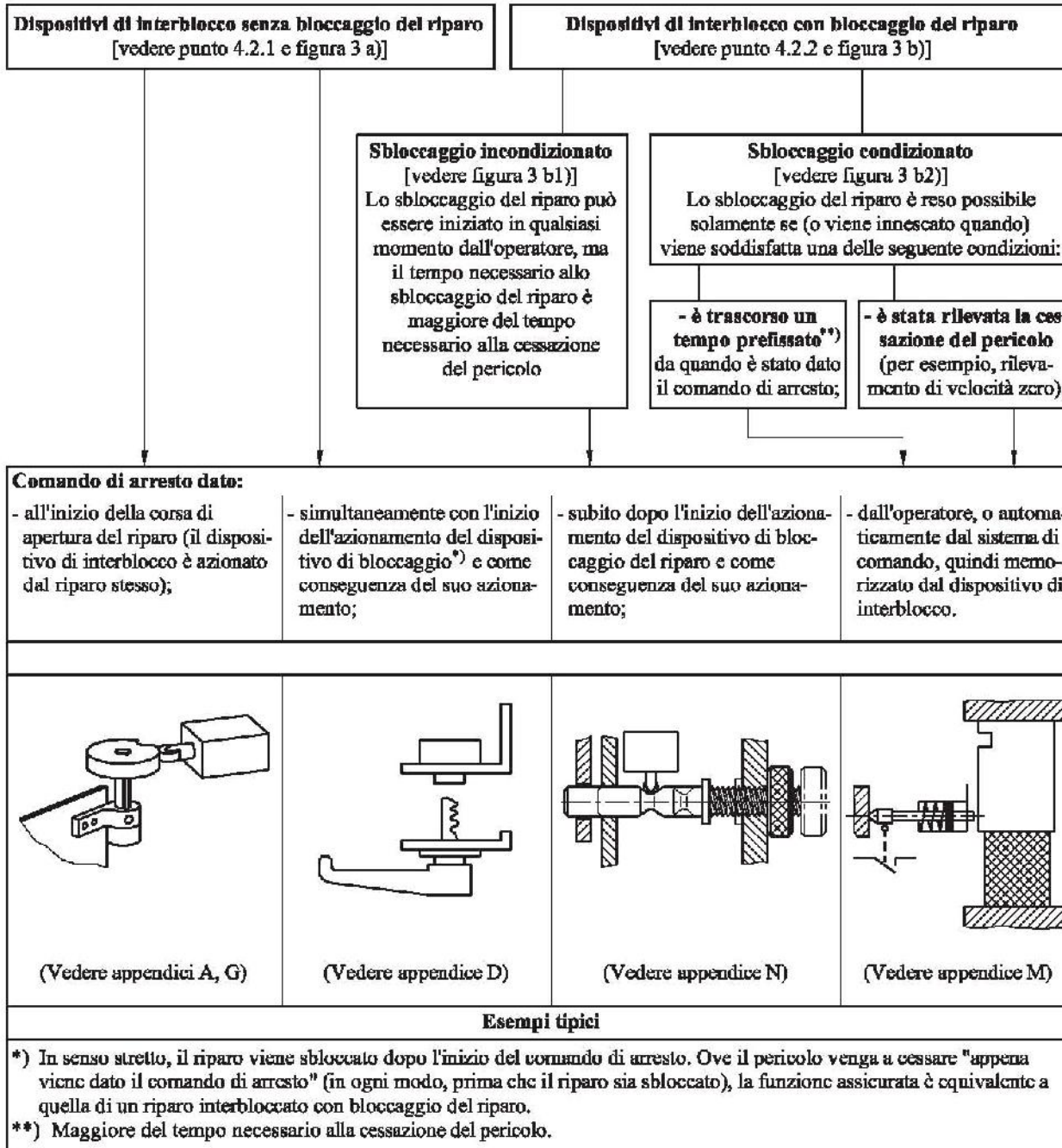
B. Le protezioni mobili del tipo B devono essere progettate ed inserite nel sistema di comando in modo che:

- la messa in moto degli elementi mobili non sia possibile fin tanto che l'operatore puó raggiungerli,
- la persona esposta non possa accedere agli elementi mobili in movimento,
- la loro regolazione richieda un intervento volontario, ad esempio, l'uso di un attrezzo, di una chiave, ecc.,
- la mancanza o il mancato funzionamento di uno dei loro elementi impedisca l'avviamento o provochi l'arresto degli elementi mobili,
- un ostacolo di natura adeguata garantisca una protezione in caso di rischio di proiezione.

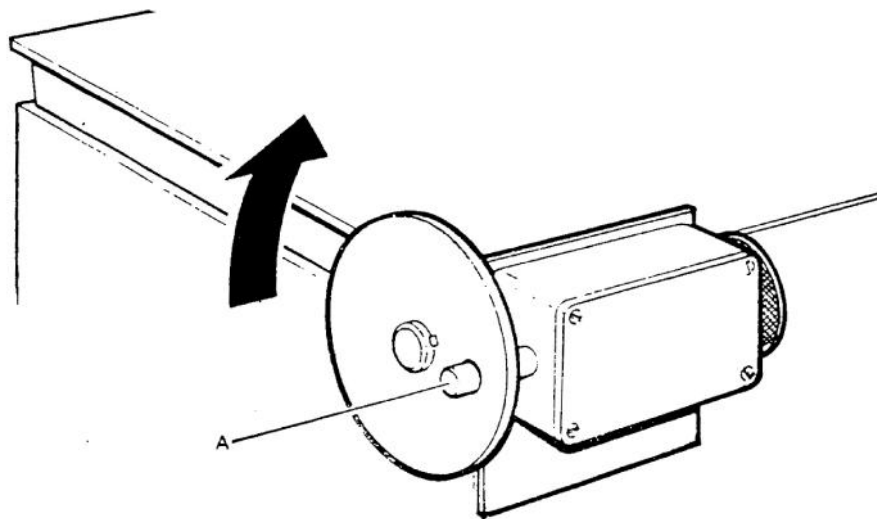
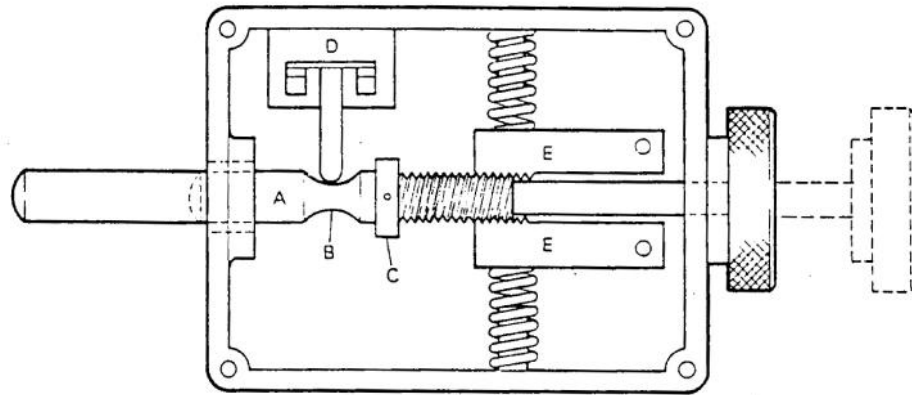
1.4.2.3. Protezioni regolabili che limitano l'accesso

Le protezioni regolabili che limitano l'accesso alle parti degli elementi mobili indispensabili alla lavorazione devono:

- potersi regolare manualmente o automaticamente a seconda del tipo di lavorazione da eseguire;
- potersi regolare facilmente senza l'uso di un attrezzo;
- ridurre per quanto possibile il rischio di proiezione.



Dispositivo di interblocco con dispositivo di bloccaggio del riparo, (con un sistema di ritardo azionato a mano)



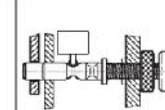
Dispositivi di interblocco con bloccaggio del riparo

Sbloccaggio incondizionato

Lo sbloccaggio del riparo può essere iniziato in qualsiasi momento dall'operatore, ma il tempo necessario allo sbloccaggio del riparo è maggiore del tempo necessario alla cessazione del pericolo.

Comando di arresto dato:

- subito dopo l'inizio dell'azionamento del dispositivo di bloccaggio del riparo e come conseguenza del suo azionamento.

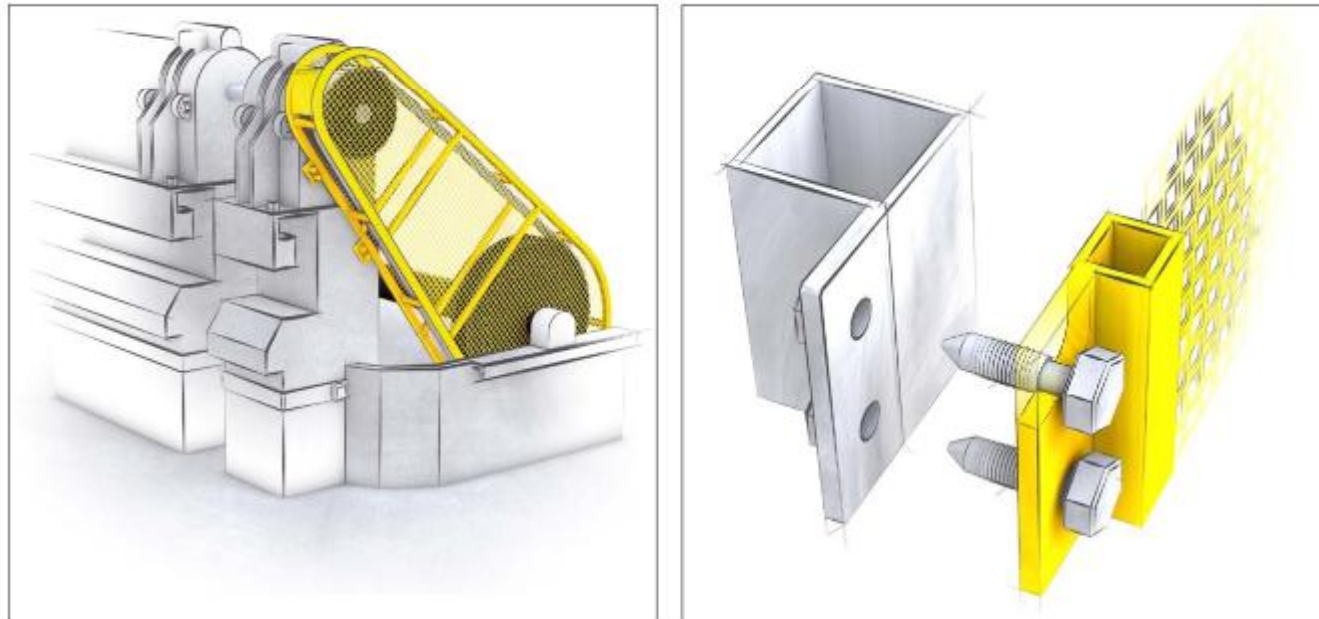


Il perno filettato viene ruotato a mano [sbloccaggio incondizionato]. Il tempo trascorso tra l'apertura dell'interruttore e il rilascio del riparo viene determinato in modo tale che sia maggiore del tempo necessario ad arrestare le funzioni pericolose.

Riparo fisso

I ripari fissi, se da un lato richiedono d'essere tenuti in posizione con più viti o bulloni, per la cui rimozione è necessario l'impiego di un attrezzo, dall'altro non debbono comportare un eccessivo tempo di rimozione (pena l'eventualità che qualcuno si "dimentichi" di rimontare alcuni o tutti gli elementi di fissaggio).

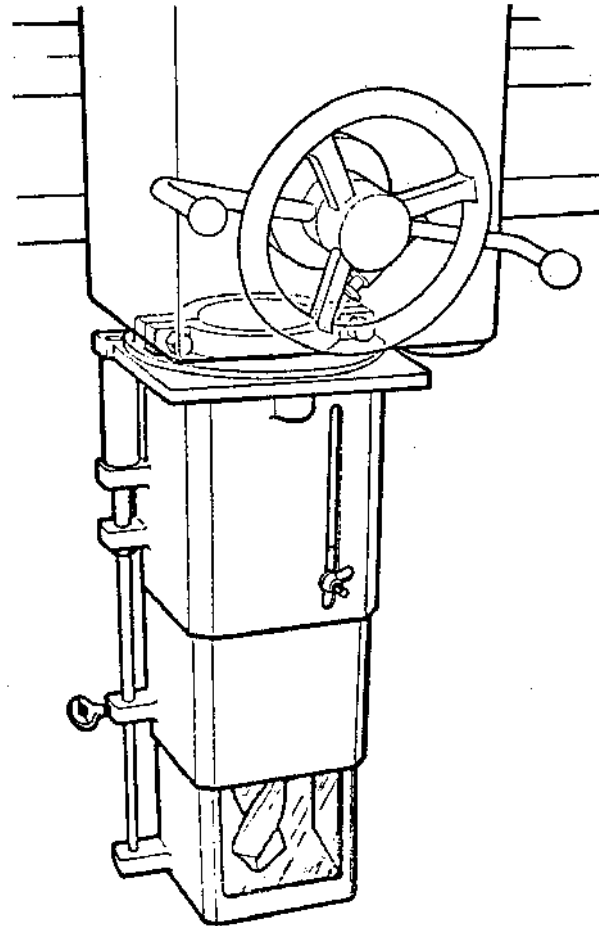
E' bene limitare l'impiego dei ripari fissi alla protezione degli organi di trasmissione del moto. Ed anche in questi casi occorre avere cura di garantire un minimo di visibilità degli organi interni, utilizzando grigliati o schermi trasparenti.



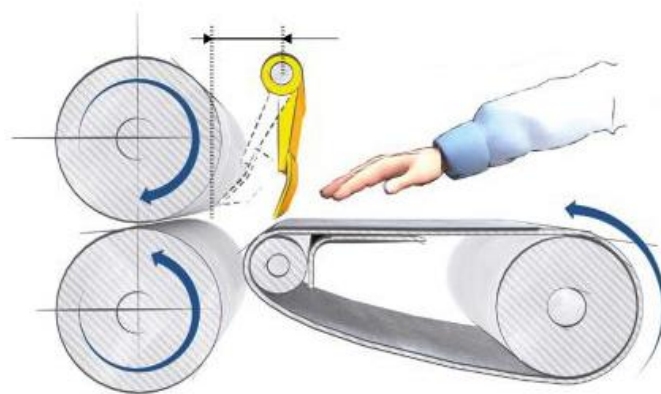
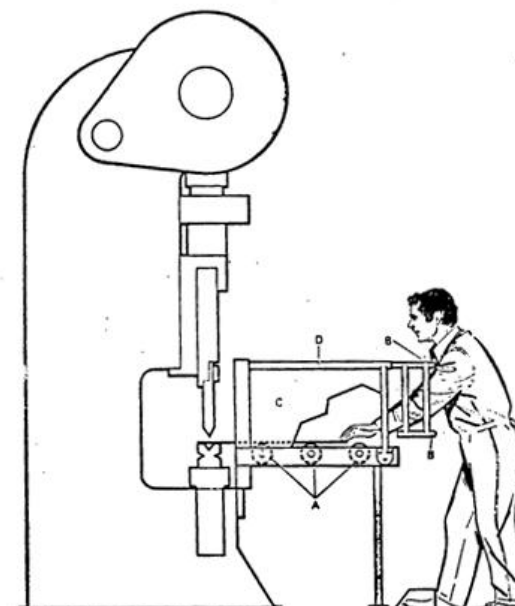
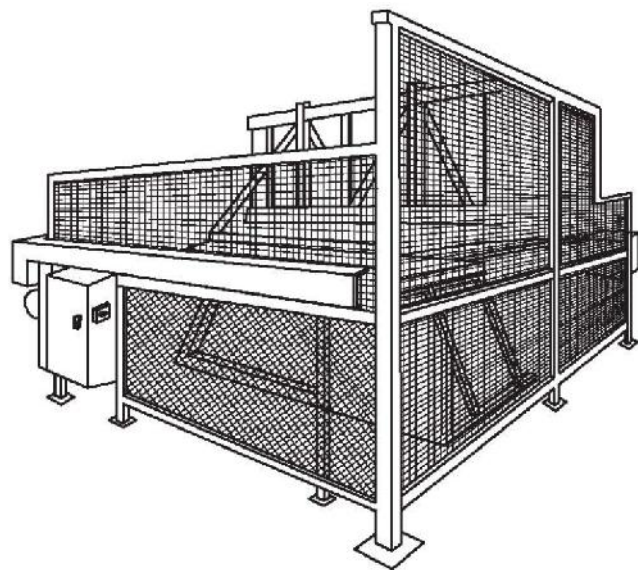
Riparo a richiusura automatica



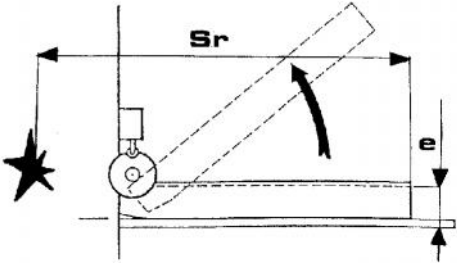
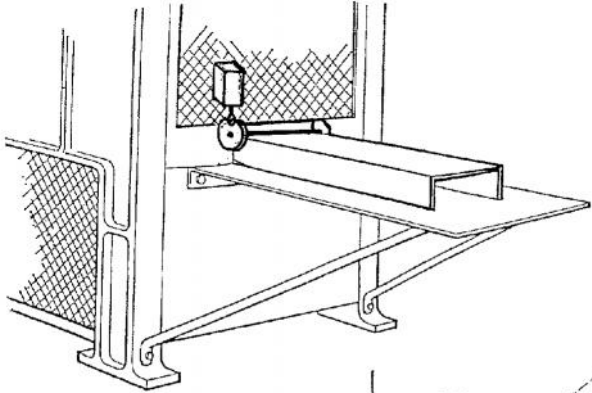
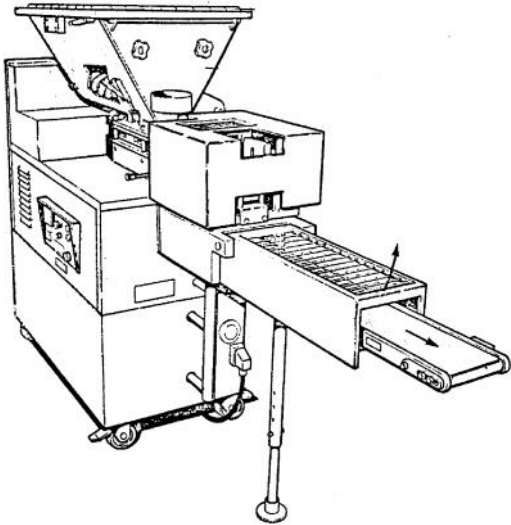
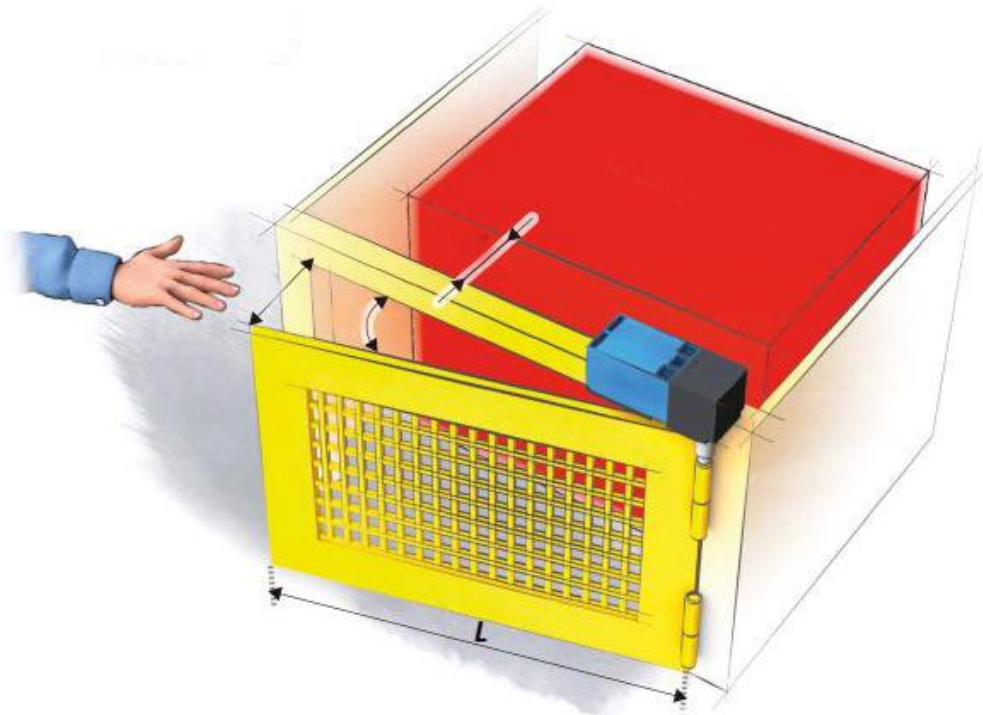
Riparo a registrabile



Barriere distanziatrici (fisse o interbloccate)

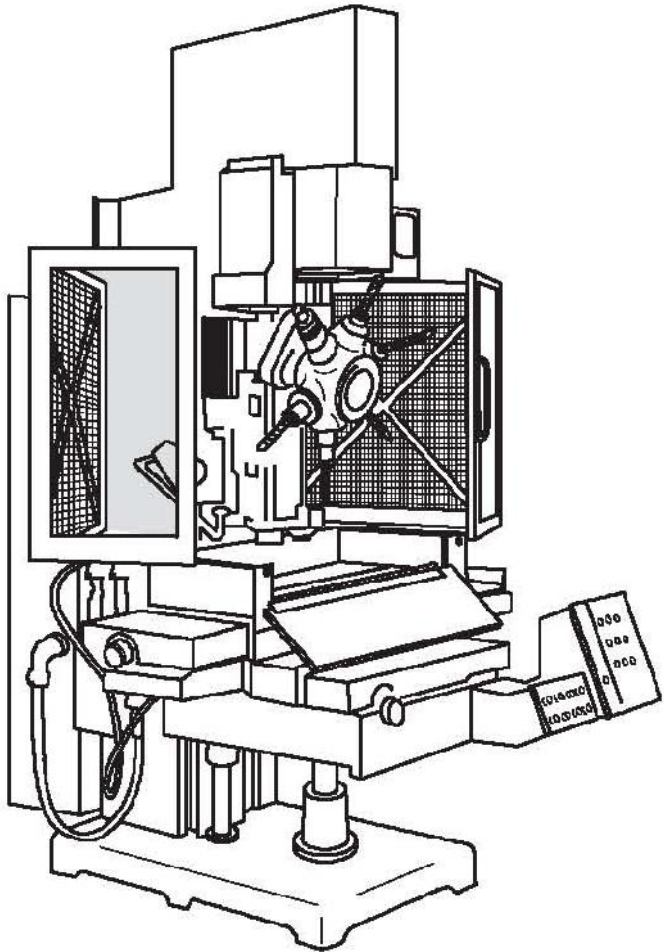


Riparo mobile interbloccato

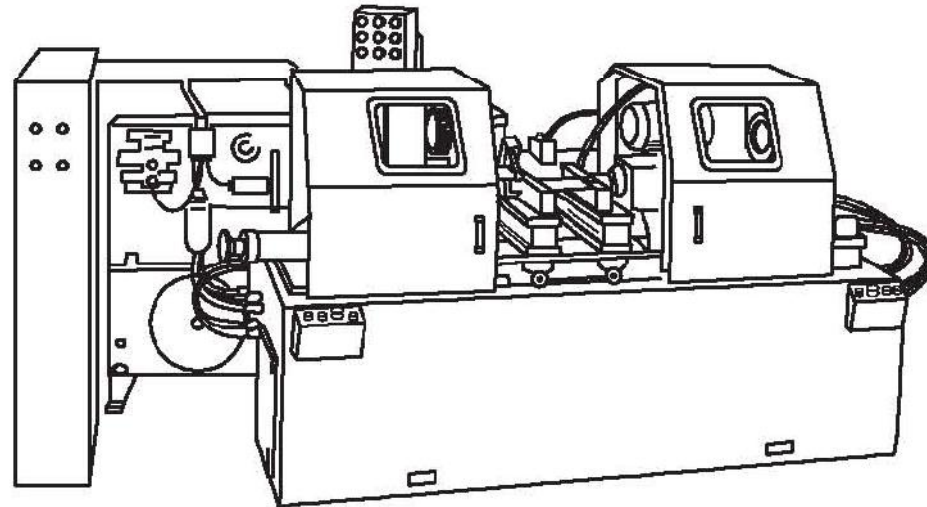


Riparo mobile interbloccato (con bloccaggio o meno del riparo)

La presenza del blocco meccanico è una necessità nei casi in cui vi è una certa inerzia nell'arresto completo delle parti mobili pericolose o allorché si intende evitare che l'operatore possa aprire il riparo in momenti del ciclo lavorativo che comporterebbero difficoltà nella successiva rimessa in fase della macchina.



incernierato

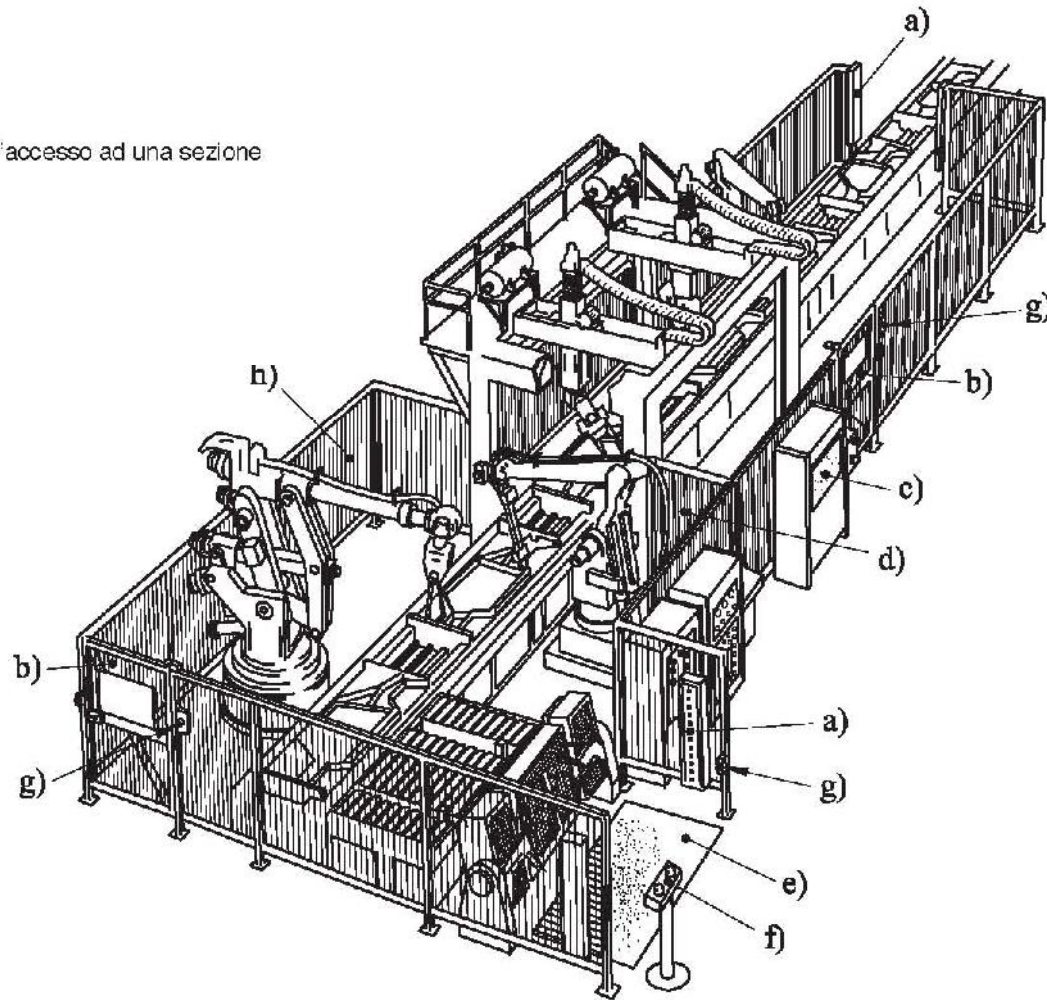


scorrevole

Esempio di combinazione di ripari diversi e di ripari con altri dispositivi di protezione

Legenda

- a) Barriera fotoelettrica
- b) Riparo interbloccato
- c) Armadio elettrico
- d) Recinzione interna che consente solo l'accesso ad una sezione
- e) Tappeto sensibile alla pressione
- f) Dispositivo di comando a due mani
- g) Attuatore del ripristino
- h) Barriera distanziatrice

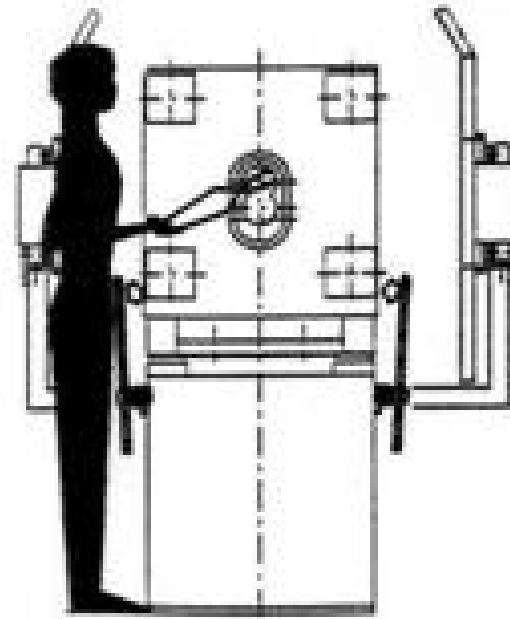
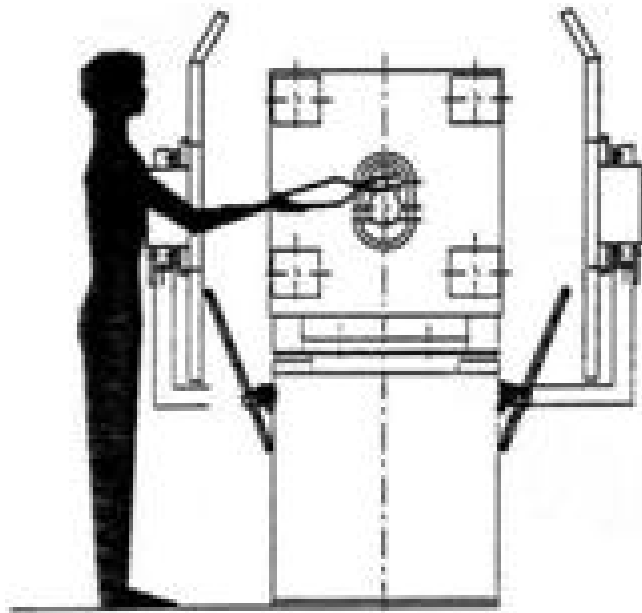


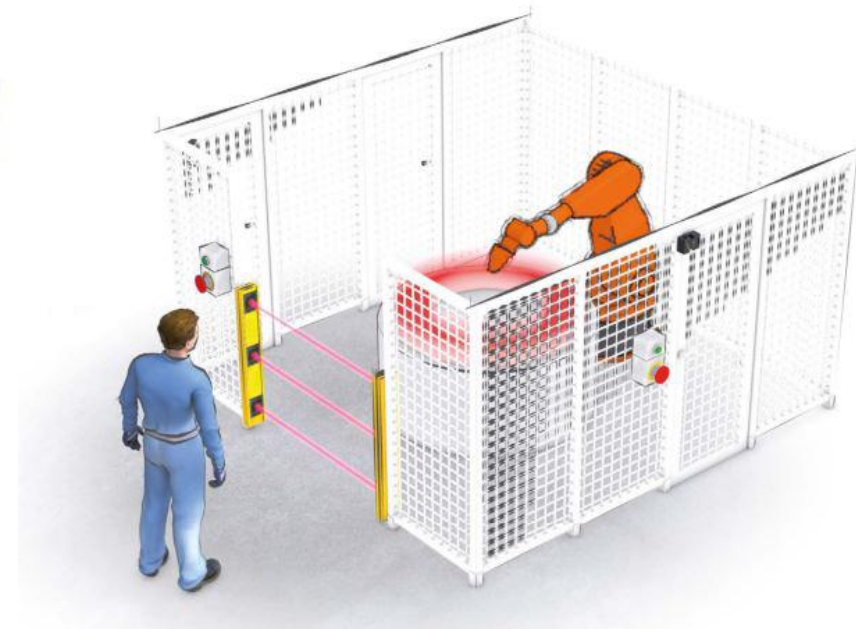
Barriera mobile a movimento automatico
(con costola sensibile agli ostacoli)



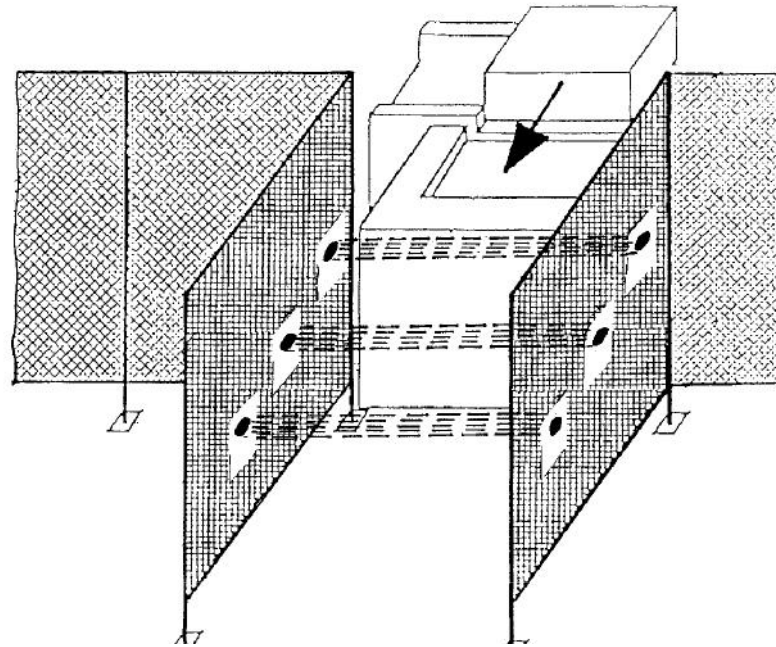
SE IL RIPARO NON E' DOTATO DI UN DISPOSITIVO CHE NE PROVOCA AUTOMATICAMENTE LA RIAPERTURA NON SI DEVONO SUPERARE I VALORI N° 1

	VALORE 1	VALORE 2
FORZA MASSIMA APPLICABILE A PARTI DEL CORPO	75 N	150 N
ENERGIA CINETICA MAX DELLA PARTE MOBILE	4 J	10 J
PRESSIONE MASSIMA DI CONTATTO	50 N/cm ²	





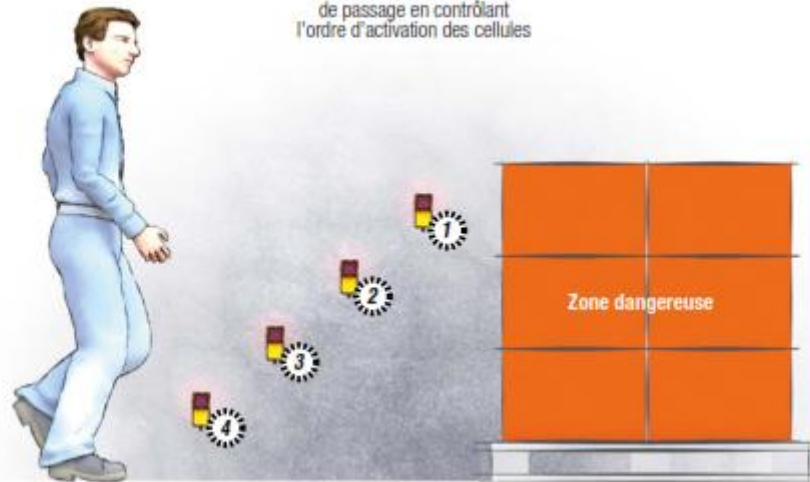
E' possibilità di installare apparecchi di protezione elettrosensibili (Electro Sensitive Protective Equipment), che utilizzano dispositivi di protezione optoelettronici attivi (Active Opto-electronic Protective Devices), per esempio in forma di barriere ottiche multiraggio a protezione della zona di lavoro.



Avance du personnel →

Contrôle d'accès sélectif:
discrimination du sens
de passage en contrôlant
l'ordre d'activation des cellules

← Sortie des palettes



DISTANZE DI SICUREZZA



NORMA
EUROPEA

Sicurezza del macchinario
**Distanze di sicurezza per impedire il raggiungimento di
zone pericolose con gli arti superiori e inferiori**

UNI EN ISO
13857

MAGGIO 2008

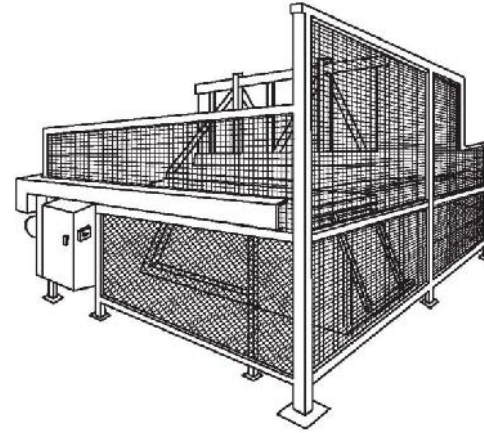
subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not
identifying any or all such patent rights.

This document supersedes EN 294:1992, EN 811:1996.

This document has been prepared under a mandate given
Commission and the European Free Trade Association,

Dimensionamento dei ripari e limiti di accessibilità

Utilizzando i dati antropometrici standard è possibile procedere ad un dimensionamento dei ripari in relazione alle distanze di sicurezza, per impedire alle persone il raggiungimento delle zone o delle parti pericolose.



Body part	Safety distance r	Illustration
Hand from root of finger to fingertip	mm ≥ 120	
Hand from wrist to fingertip	≥ 230	
Arm from elbow to fingertip	≥ 550	
Arm from arm-pit to fingertip	≥ 850	

Figure 123. Safety distances for reaching round

tab. 3 Reaching around with limitation of movement
 Dimensions in millimetres

Limitation of movement	Safety distance, s	Illustration
Limitation of movement only at shoulder and ampit	≥ 850	
Arm supported up to elbow	≥ 550	
Arm supported up to wrist	≥ 230	
Arm and hand supported up to knuckle joint	≥ 130	

A Range of movement of arm
 s_1 Radial safety distance.
 s_2 This is either the diameter of a round opening, or the side of a square opening, or the width of a slot opening.

Accessibilità attraverso un riparo

La presenza sul riparo di aperture di forma regolare (circolari, quadrate od a feritoia) consente il passaggio sempre più in profondità degli arti superiori, man mano che l'apertura è ampia.

Di conseguenza la fonte di pericolo deve essere sempre più distanziata.

Le correlazioni fra le dimensioni delle aperture e le distanze minime di sicurezza a cui va posizionato il riparo rispetto al pericolo sono riportate nelle tabelle della norma

Partie du corps	Illustration	Ouverture e (mm)	Distances de sécurité sr (mm)		
			Fente	Carré	Rond
Extrémité du doigt		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
		$6 < e \leq 8$		≥ 15	≥ 5
Doigt jusqu'à l'articulation à la base du doigt ou de la main		$6 < e \leq 8$	≥ 20		
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$		≥ 120	≥ 120
		$30 < e \leq 40$		≥ 200	≥ 120
Bras jusqu'à l'articulation de l'épaule		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^*$		
		$30 < e \leq 40$	≥ 850		
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

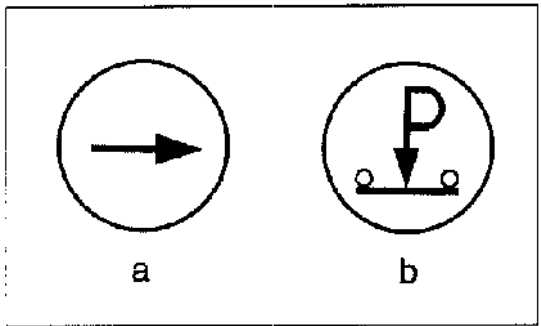
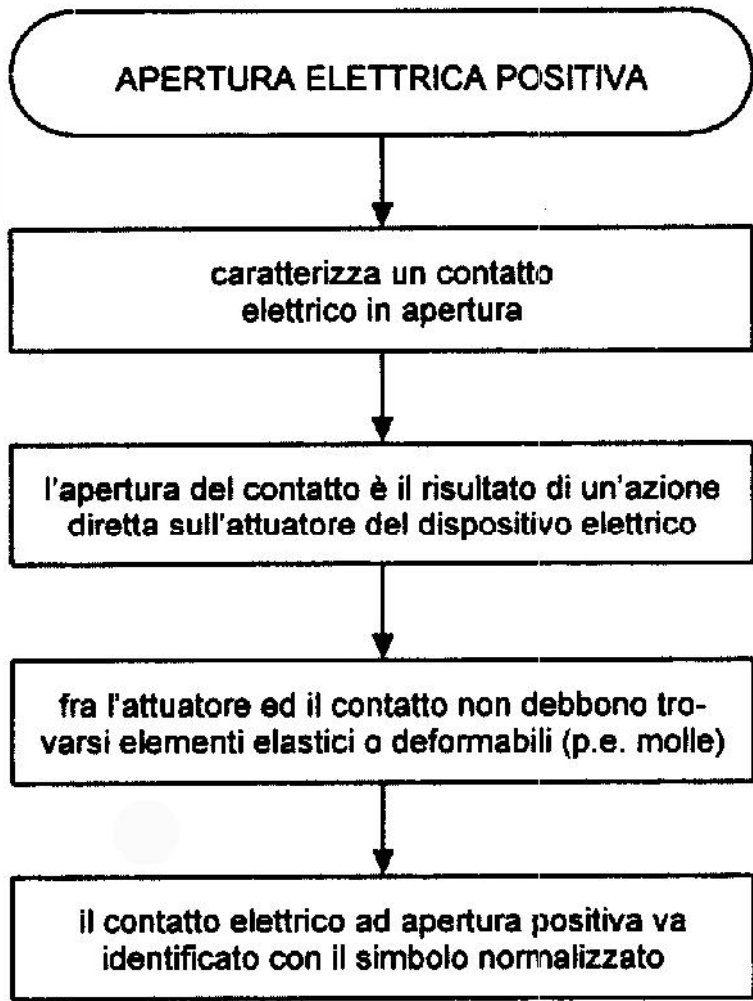
USO DEI MICROINTERRUTTORI NELLE FUNZIONI DI SICUREZZA



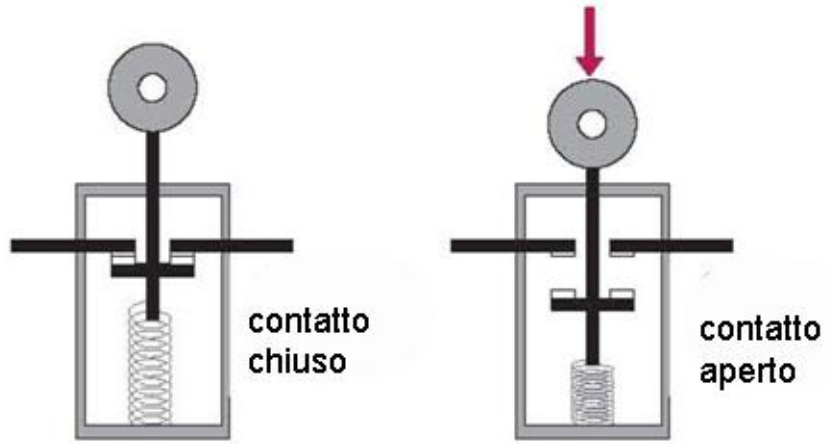
OPERAZIONE DI APERTURA POSITIVA DI UN ELEMENTO DI CONTATTO

Raggiungimento della separazione dei contatti come risultato diretto di un movimento specifico dell'attuatore tramite elementi non elastici (per esempio, non dipendenti da molle).

Cfr. punto 2.2 del capitolo 3 "Prescrizioni speciali per ausiliari di comando con operazione di apertura positiva" della EN 60947-5-1:1991



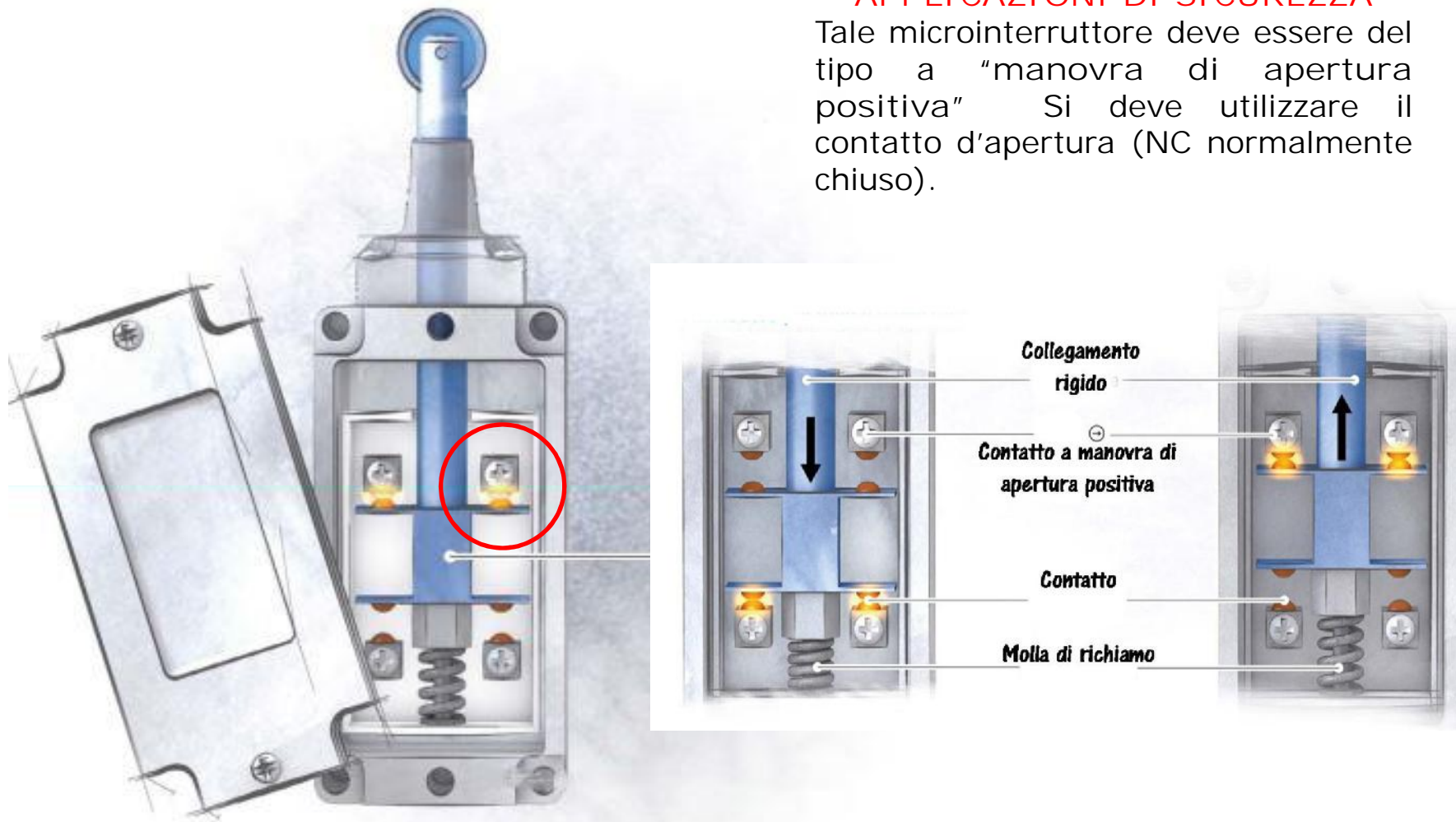
Simboli che identificano la conformità di un comando ad apertura positiva alla Norma CEI EN 60947-5-1 (a), oppure alla Norma BG-GS-ET-15 (b).



contatto a manovra di apertura positiva

MICROINTERRUTTORI PER APPLICAZIONI DI SICUREZZA

Tale microinterruttore deve essere del tipo a “manovra di apertura positiva” Si deve utilizzare il contatto d’apertura (NC normalmente chiuso).



“apertura positiva”: nessun collegamento elastico tra i contatti mobili e l’elemento sul quale viene applicata la forza di azionamento.

UTILIZZO DEGLI INTERRUTTORI NELLE APPLICAZIONI DI SICUREZZA

Quando è impiegato un solo interruttore per svolgere funzioni di sicurezza, esso deve essere azionato in modo positivo, cioè ad **AZIONE MECCANICA DIRETTA**

Tale microinterruttore, su unico, deve essere del tipo ad "apertura positiva" Si deve, poi, utilizzare il contatto d'apertura (NC normalmente chiuso).

AZIONE MECCANICA DIRETTA

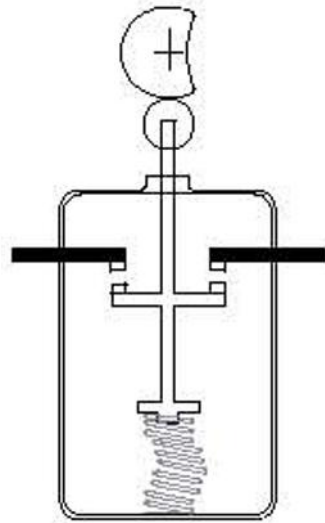


RIPARO APERTO
MICRO ATTIVATO

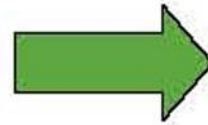
RIPARO CHIUSO
MICRO RILASCIATO

RIPARO APERTO
MICRO ATTIVATO

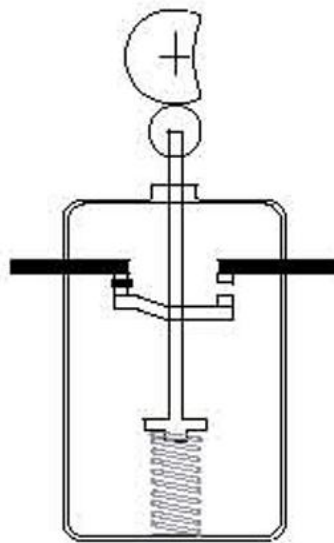
RIPARO CHIUSO
MICRO RILASCIATO



Molla
danneggiata



Macchina
ferma



Contatti
incollati



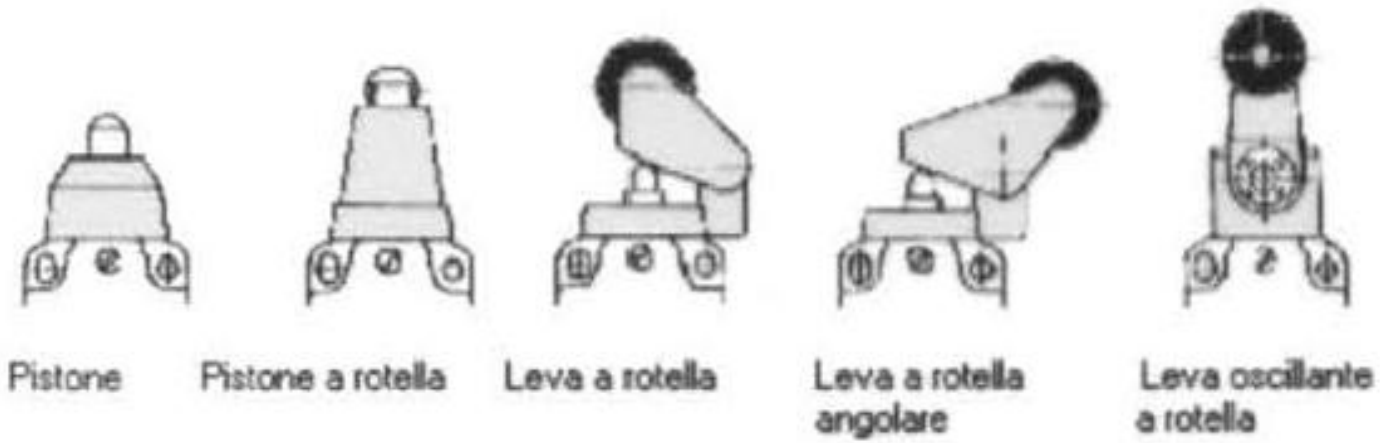
Macchina
ferma

Con il modo positivo i guasti interni del componente (molla guasta o incollaggio dei contatti) consentono comunque l'apertura dei contatti e l'arresto della macchina

TIPOLOGIA ED IMPIEGO DEI MICROINTERRUTTORI



Esempio di forme dei sensori

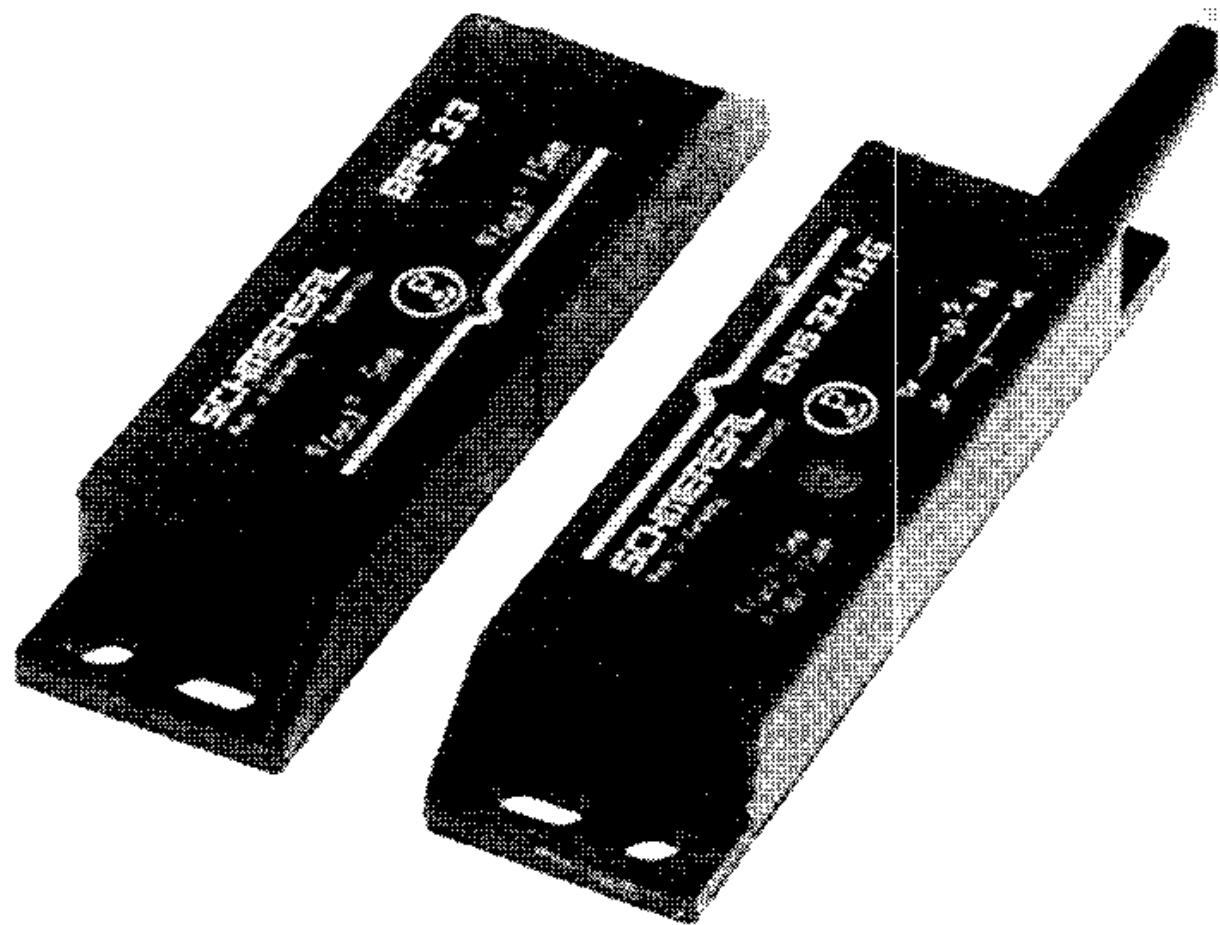


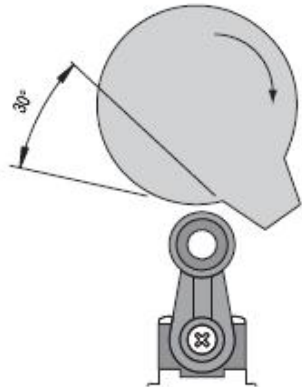
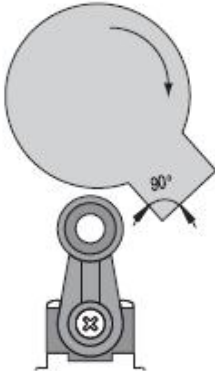
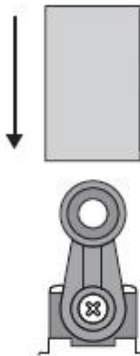
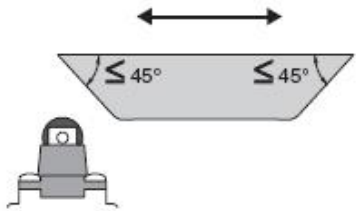
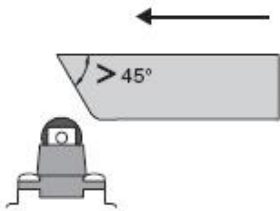
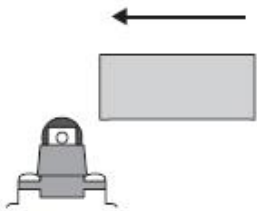
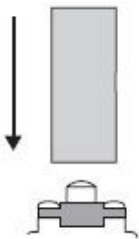
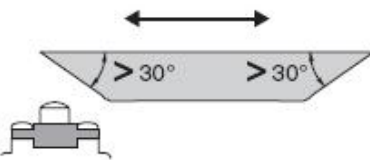
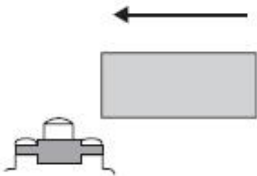
Esempi di azionatori sugli interruttori di posizione



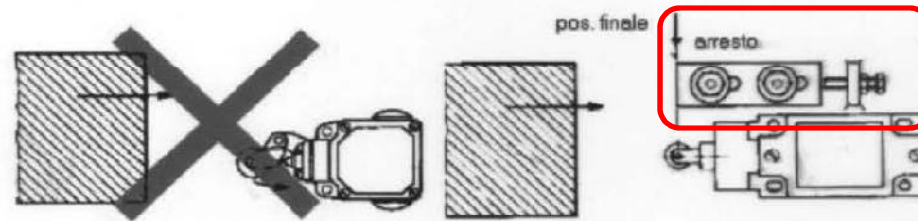
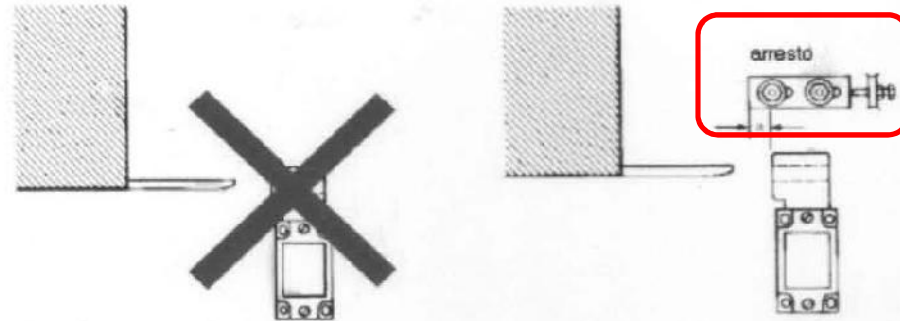




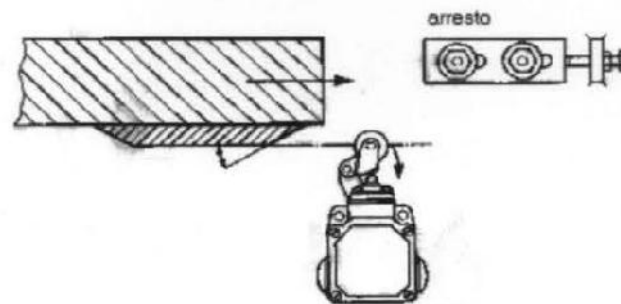


Applicazione consigliata	Applicazione da evitare Applicazione possibile ma con sollecitazioni meccaniche all'interuttore superiori al previsto, durata meccanica non garantita	Applicazione vietata
		
		
		

I dispositivi di bloccaggio vanno sistemati in modo che nell'urto non siano danneggiati o superati. Non devono venire usati come arresto meccanico



Esempio per evitare la possibilità di oltrecorsa



MODALITA' DI AZIONAMENTO DEI RIPARI



MODALITA' DI AZIONAMENTO DEI RIPARI

Norma UNI EN 1088:1997 - Pagina 21

6.2.1 Dispositivi di interblocco che comprendono un singolo interruttore di posizione a comando meccanico

6.2.1.1 L'interruttore di posizione deve essere azionato in modo positivo (vedere punto 3.5 della EN 292-2:1991 e punti 3.6 e 5.1 della presente norma).

6.2.1.2 Il contatto di apertura dell'interruttore di posizione deve essere del tipo "operazione di apertura positiva" in conformità con il capitolo 3 "Prescrizioni speciali per ausiliari di comando con operazione di apertura positiva" della EN 60947-5-1:1991 (vedere anche punto 3.7 della presente norma).

Vedere gli esempi nelle appendici A, B.

La UNI EN 1088:2008 è stata poi sostituita dalla EN ISO 14119

UTILIZZO DEGLI INTERRUTTORI NELLE APPLICAZIONI DI SICUREZZA

Quando è impiegato un solo interruttore per svolgere funzioni di sicurezza, esso deve essere azionato in modo positivo, cioè ad **AZIONE MECCANICA DIRETTA**

Tale microinterruttore, su unico, deve essere del tipo ad "apertura positiva" Si deve, poi, utilizzare il contatto d'apertura (NC normalmente chiuso).

AZIONE MECCANICA DIRETTA



RIPARO APERTO
MICRO ATTIVATO

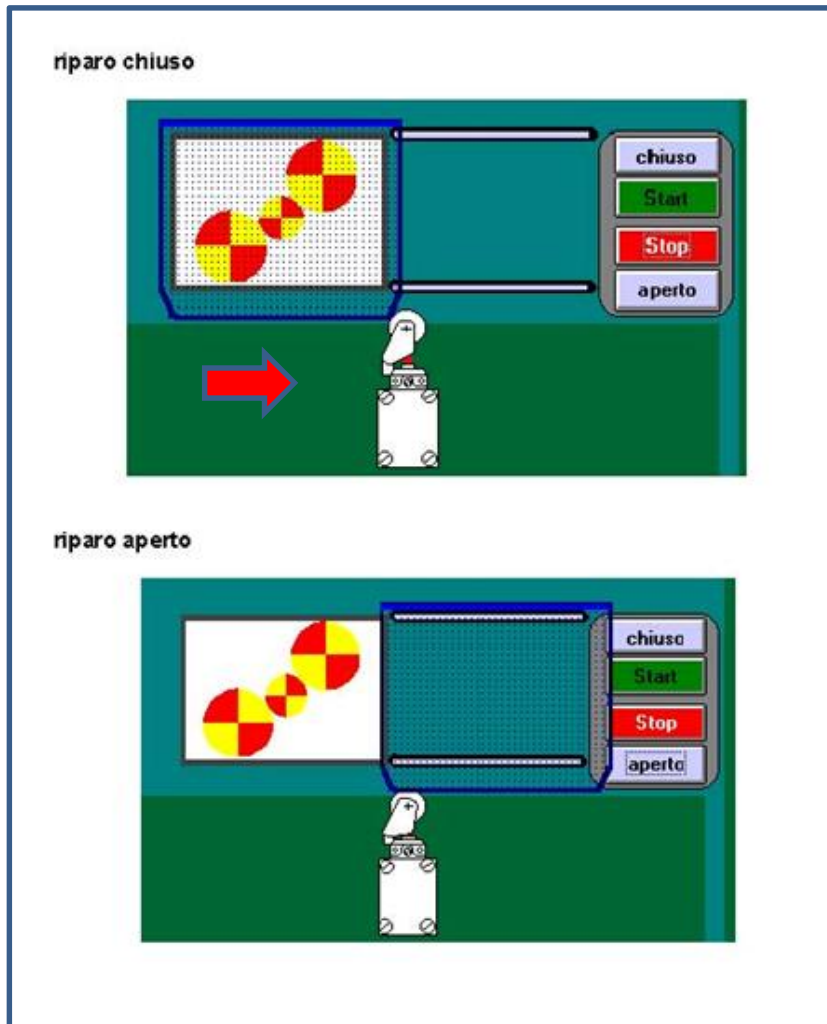
RIPARO CHIUSO
MICRO RILASCIATO

RIPARO APERTO
MICRO ATTIVATO

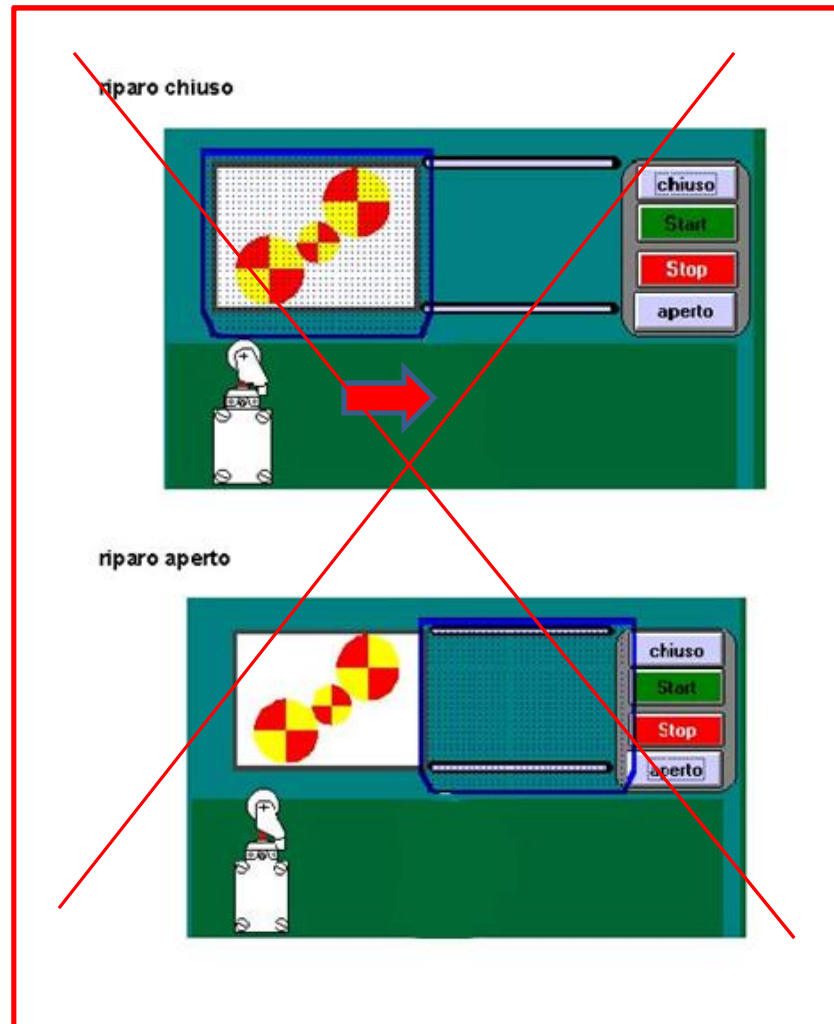
RIPARO CHIUSO
MICRO RILASCIATO

L'azionamento diretto è una prima misura, in favore della sicurezza, contro guasti o manomissioni. Rende i primi meno probabili e/o meno gravosi come conseguenze. Aumenta le difficoltà di porre in atto manomissioni o azionamenti intempestivi.

Esempio di azionamento del sensore in modo diretto (ovvero positivo)

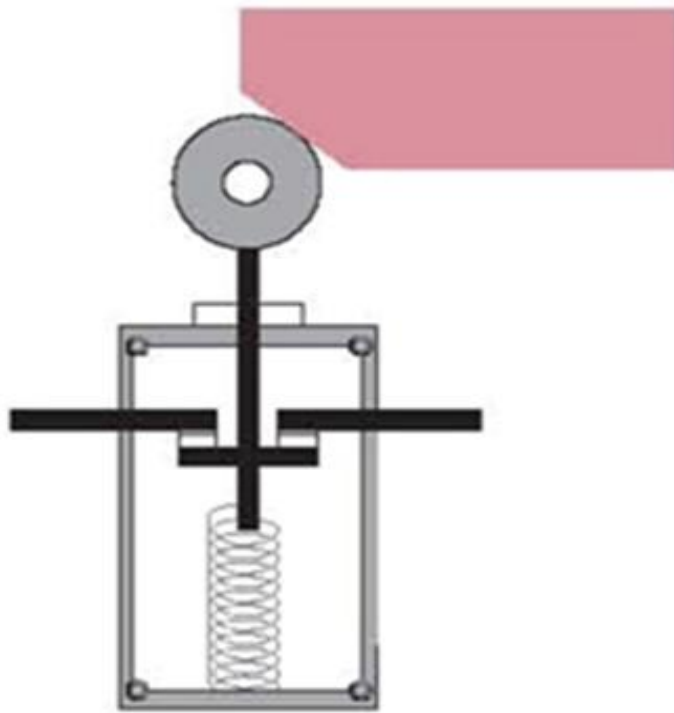


Esempio di azionamento del sensore in modo non diretto (ovvero non positivo)

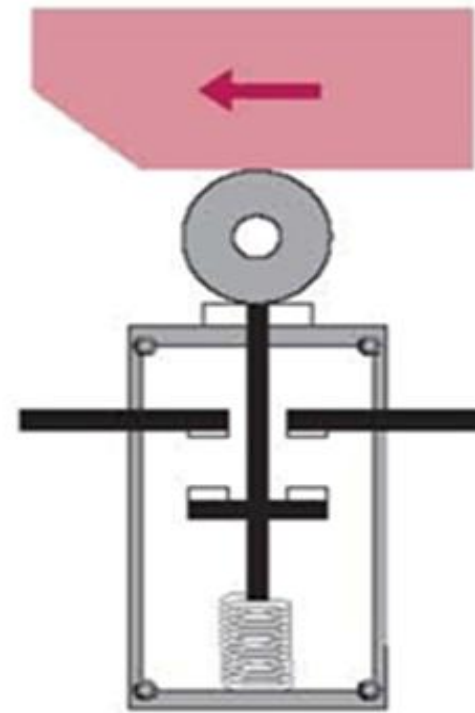


Modalità d'azionamento di un sensore di sicurezza destinato a rilevare la posizione del riparo

Modalità azionam.	Posizione del riparo	Azionamento		Funzionamento
		camme rotativa	camme lineare	
POSITIVA DIRETTA	CHIUSO			La molla antagonista mantiene l'attuatore del sensore nella posizione di riposo. Il contatto elettrico è chiuso.
	APERTO (non completamente chiuso)			La camme aziona l'attuatore vincendo la forza della molla antagonista. Il contatto elettrico è aperto.
NON POSITIVA NON DIRETTA	CHIUSO			La camme aziona l'attuatore del sensore vincendo la forza della molla antagonista. Il controllo elettrico è chiuso.
	APERTO (non completamente chiuso)			La molla antagonista mantiene l'attuatore nella posizione di riposo. Il contatto elettrico è aperto.



riparo chiuso

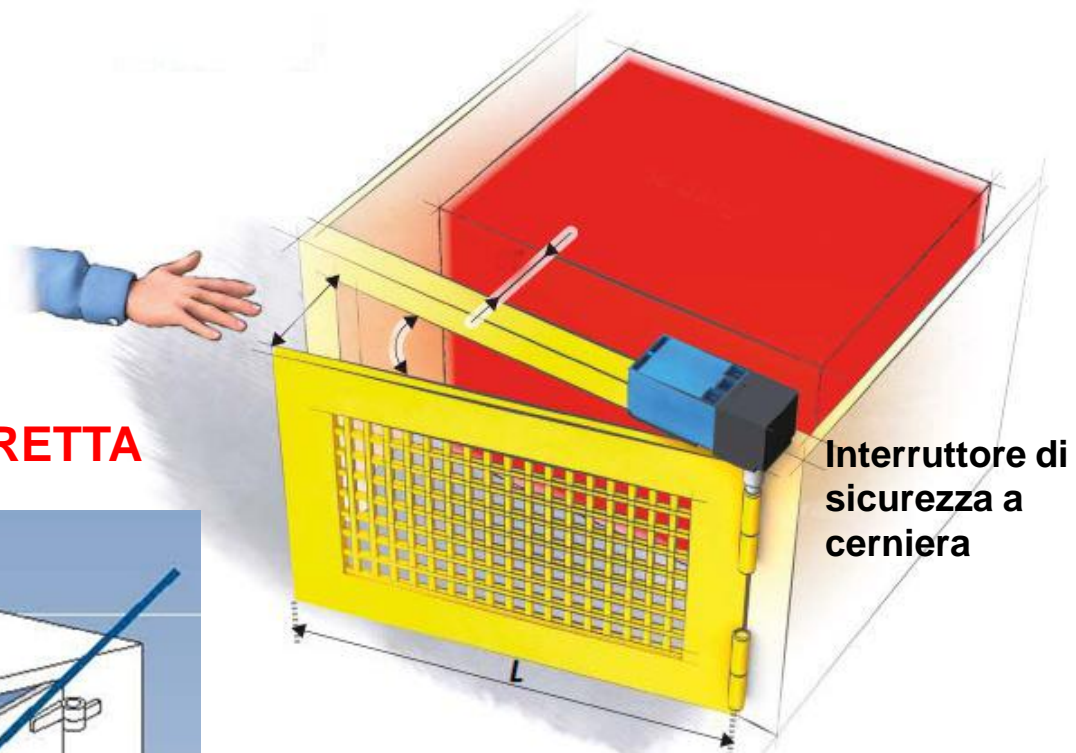
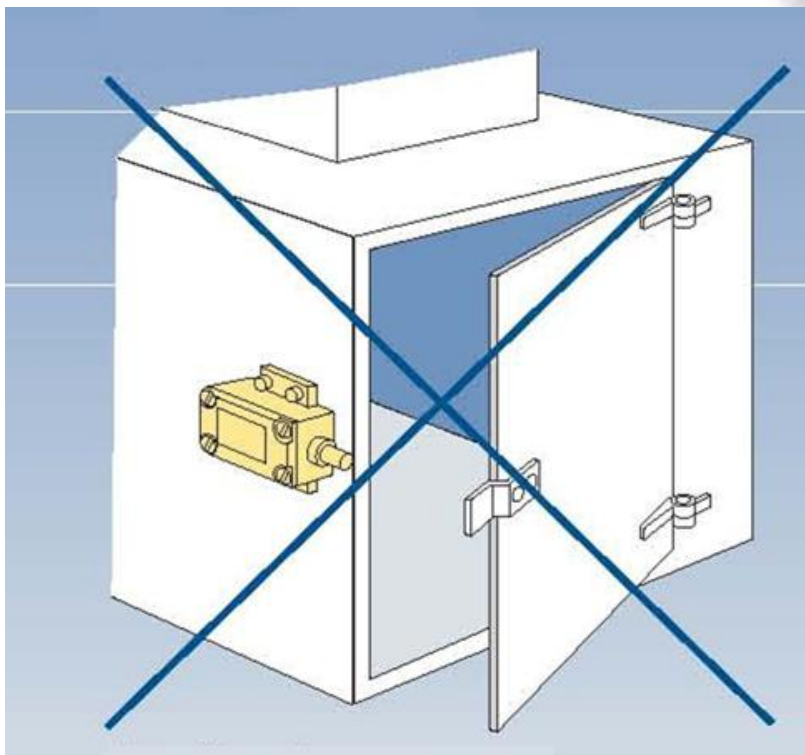


riparo aperto

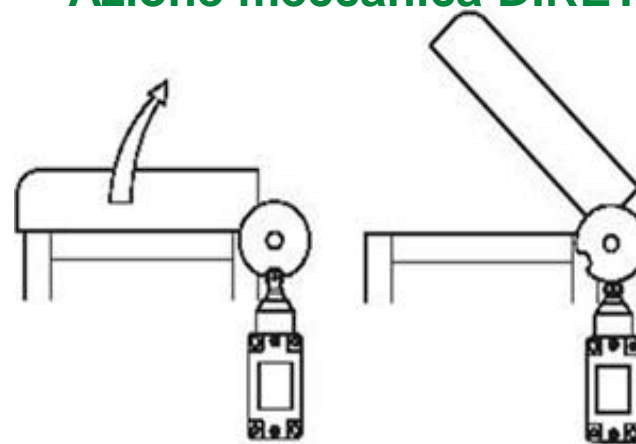
interruttore di posizione azionato in modo positivo

Azione meccanica DIRETTA

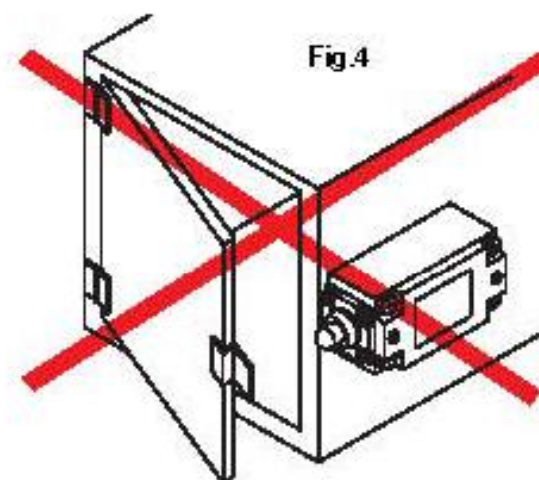
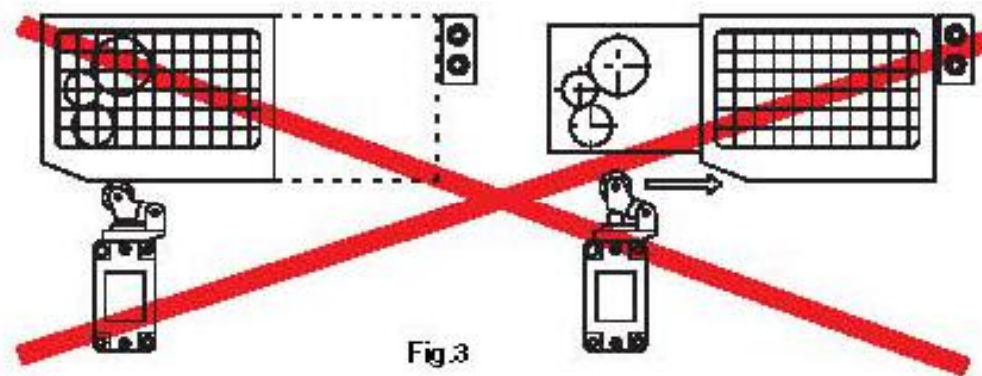
Azione meccanica NON DIRETTA



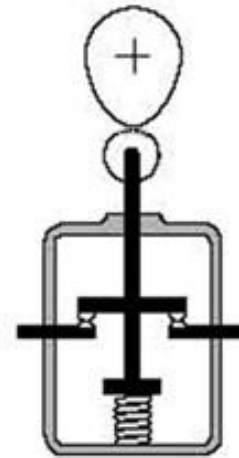
Azione meccanica DIRETTA



Questi interruttori **non devono mai essere applicati in rilascio** (Fig. 3 e 4) o **azionati tramite un collegamento non rigido** (es. una molla).



**Identificazione
dei componenti
non adatti ai circuiti
di sicurezza**



**Azione meccanica
NON DIRETTA**

Contatto azionamento non positivo

**Identificazione
dei guasti
dei componenti
in grado
di compromettere
la sicurezza**

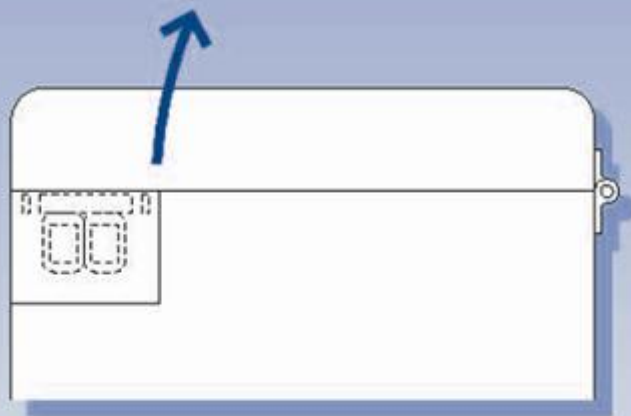


**Azione meccanica
NON DIRETTA**

Molla rotta, contatti saldati:
la macchina continua a funzionare

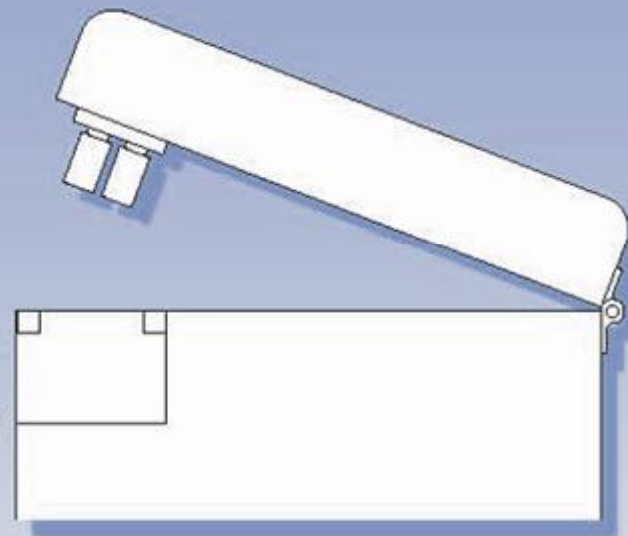


Posizione
di prote-
zione



Contatti di sicurezza chiusi

Posizione
di prote-
zione non
attiva

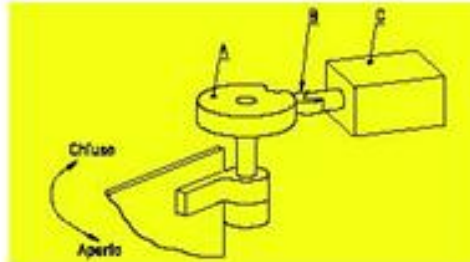


Contatti di sicurezza aperti

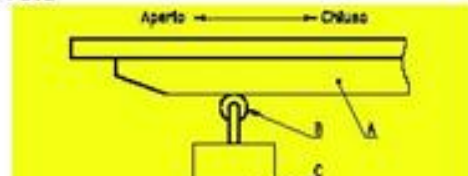
DISPOSITIVO DI INTERBLOCCO COMANDATO DAL RIPARO CON UN SOLO SENSORE DI POSIZIONE COMANDATO A CAMMA

Un singolo sensore, comandato in modo positivo, sorveglia la posizione del riparo

Con un riparo girevole



Con un riparo scorrevole



Vantaggi

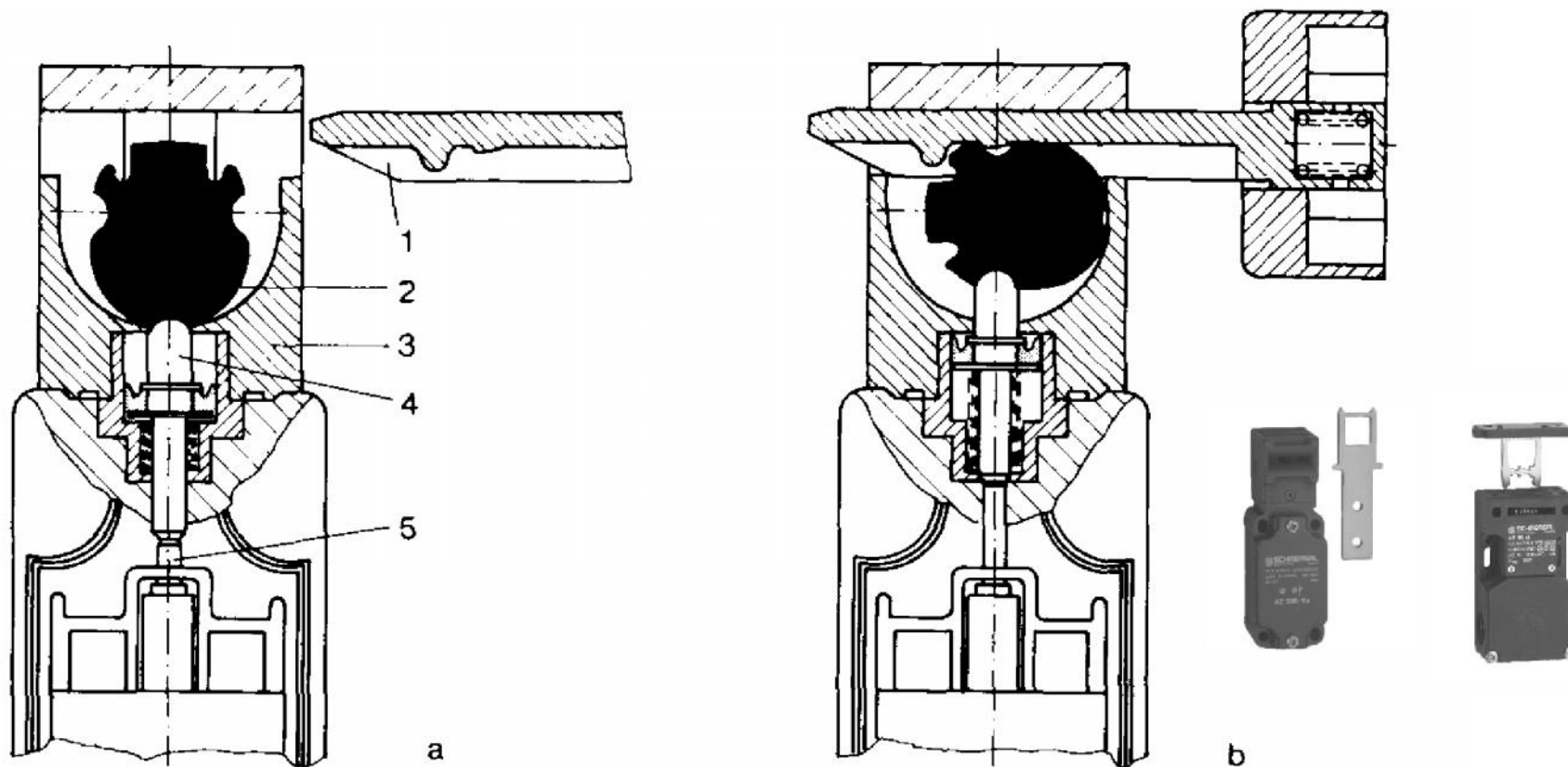
- Azione meccanica positiva della camma (A) sull'attuatore (B) del sensore di posizione (C).
- Impossibile da neutralizzare azionando manualmente l'attuatore senza muovere la camma o il sensore.

Svantaggio

- Guasto pericoloso in caso di:
 - consumo, rottura, ecc. che causano un cattivo funzionamento dell'attuatore;
 - sregolazione tra il sensore e la camma.

Osservazioni

- Dato che l'assenza del riparo non è rilevata, è essenziale che il riparo non possa essere rimosso senza attrezzi.



a - attuatore interno azionato;

b - attuatore interno a riposo.

Particolare della torretta di azionamento di un finecorsa a linguetta sagomata.



Interruttori con comando a chiavetta

La progettazione dell'interruttore, e in particolare della combinazione chiavetta/meccanismo di commutazione, deve evitare la possibilità di "neutralizzare facilmente" minimizzando la possibilità di attuazione mediante attrezzi e oggetti diversi dalla chiavetta.

Nota Per la definizione di "neutralizzare facilmente" vedere punto 5.7.1.

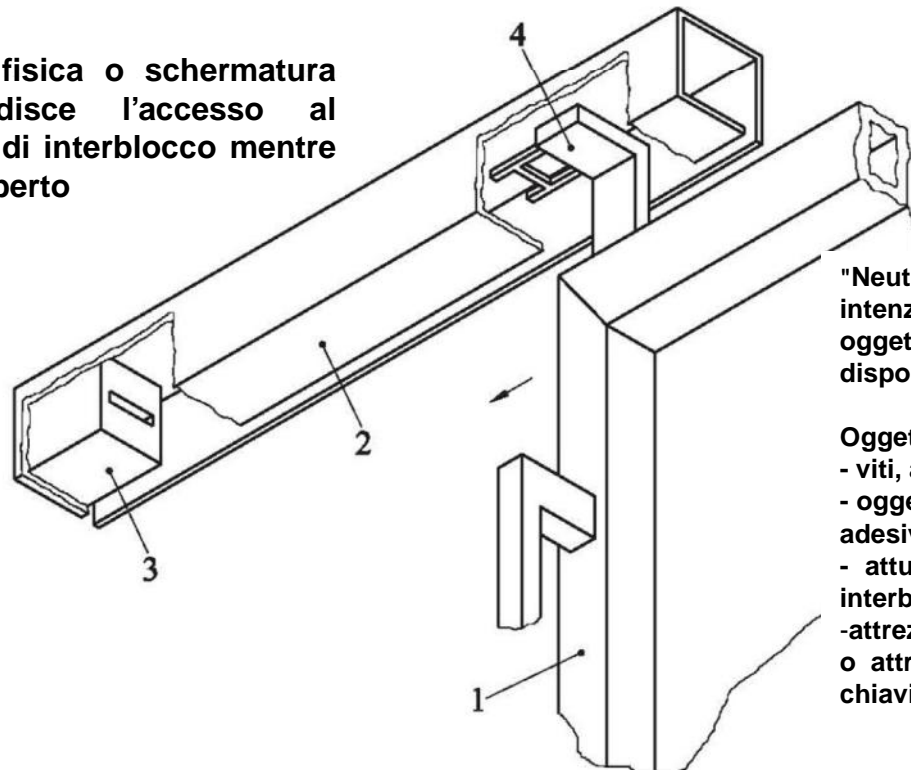
Per rendere più difficile la neutralizzazione mediante attuatori separati o smontati, oltre ai requisiti specificati al punto 5.7.1, l'insieme dell'attuatore deve essere costruito in modo tale da resistere allo smontaggio, per esempio mediante saldatura, rivettatura, viti unidirezionali, colla, teste di vite forate.

figura 5 **Esempio di protezione contro la neutralizzazione di un interruttore con comando a chiavetta**

Legenda

- 1 Riparo scorrevole (aperto)
- 2 Copertura (fissa)
- 3 Interruttore
- 4 Chiavetta

ostruzione fisica o schermatura che impedisce l'accesso al dispositivo di interblocco mentre il riparo è aperto



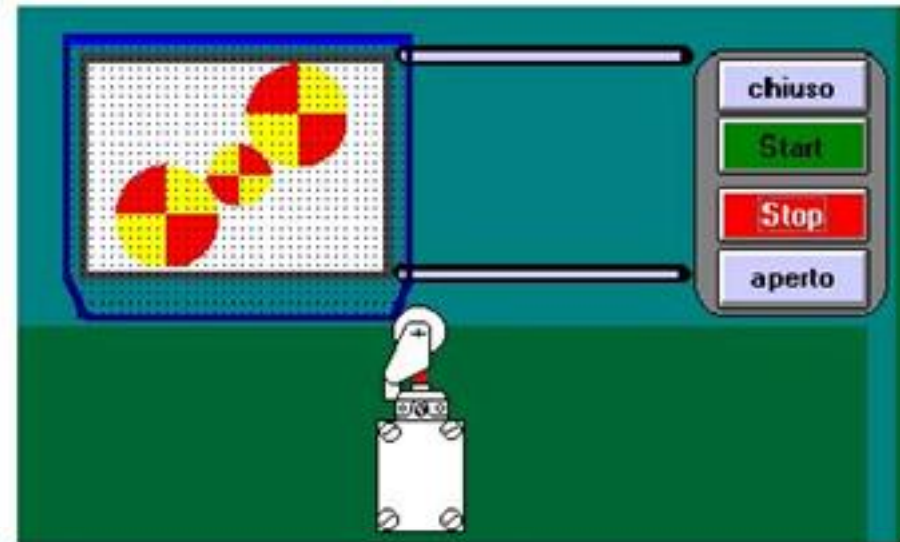
"Neutralizzare facilmente" significa "operazione intenzionale eseguita manualmente o con un oggetto facilmente disponibile per neutralizzare un dispositivo di interblocco".

Oggetti facilmente disponibili possono essere:

- viti, aghi, pezzi di lamierino;
- oggetti di uso comune come chiavi, monete, nastro adesivo, corda e filo metallico;
- attuatori o chiavi di riserva per i dispositivi di interblocco a chiave;
- attrezzi necessari per l'uso previsto della macchina o attrezzi d'uso comune (per esempio, cacciavite, chiavi, chiavi esagonali e pinze).

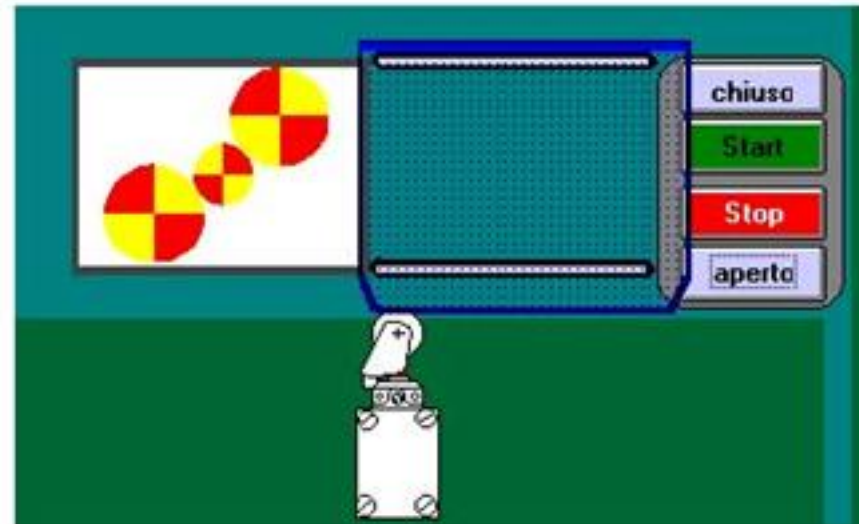
esempi di azionamento del sensore di posizione in modo positivo:

riparo chiuso



Quando viene impiegato un solo sensore per generare un comando di arresto, esso deve essere attivato in modo positivo cioè **ad azionamento diretto.**

riparo aperto



Il primo sensore viene attivato in modo positivo cioè **ad azionamento diretto**.

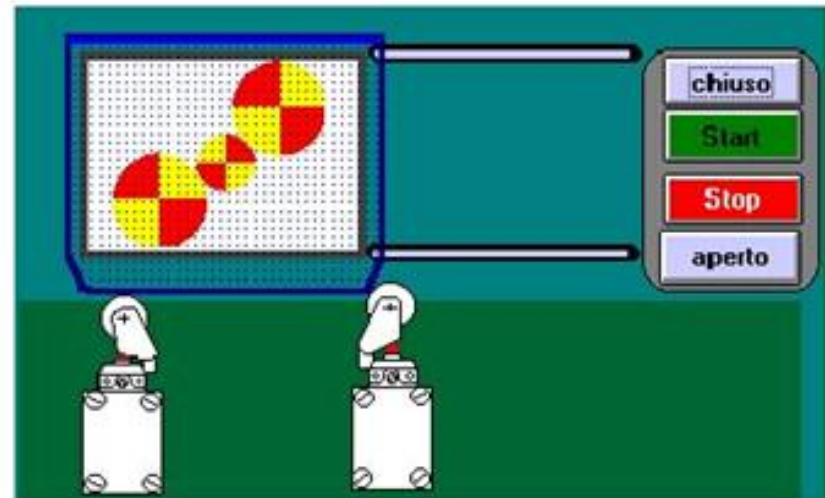
L'azione meccanica **non diretta** è consentita solamente per un secondo microinterruttore, per evitare guasti determinati dalla stessa causa.

Vantaggi

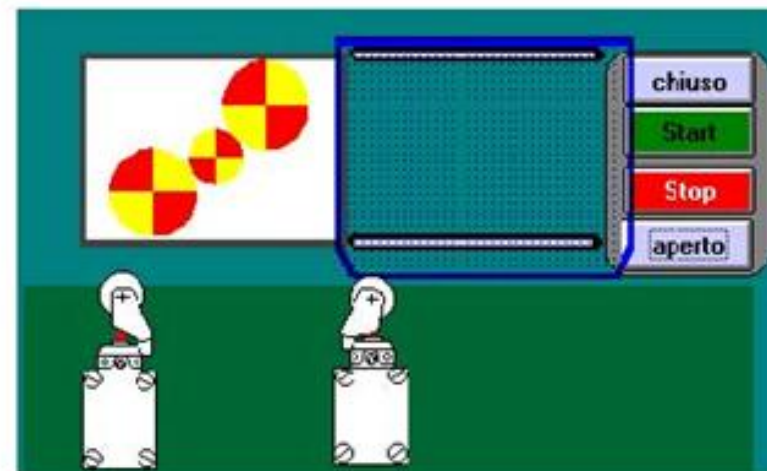
- La duplicazione dei sensori evita guasti pericolosi in caso di guasto singolo.
- La diversificazione dei componenti ridondanti riduce il rischio di guasti determinati dalla stessa causa.
- Il sensore comandato in modo non positivo rileva l'assenza del riparo.

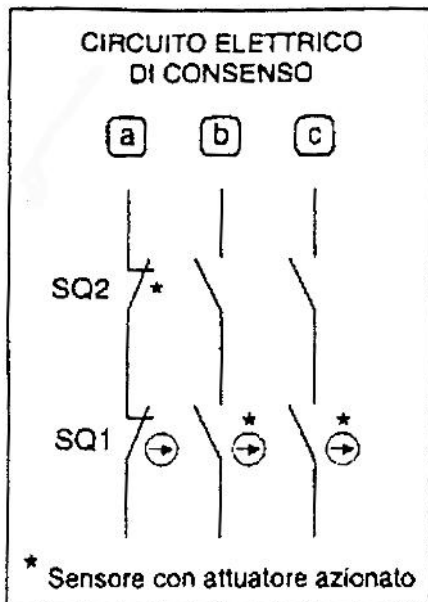
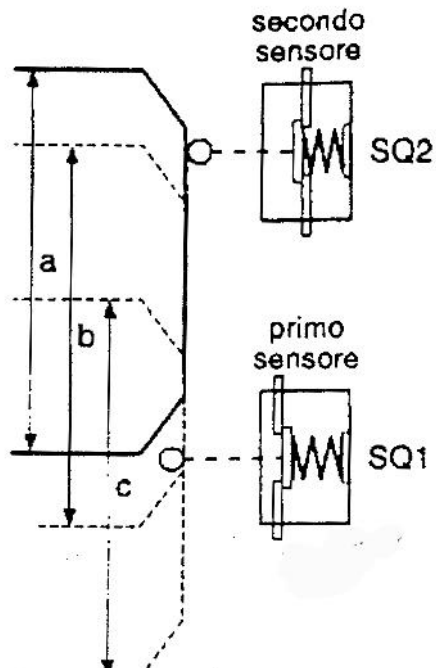
esempi di azionamento dei sensori di posizione in modo positivo e non positivo

riparo chiuso



riparo aperto





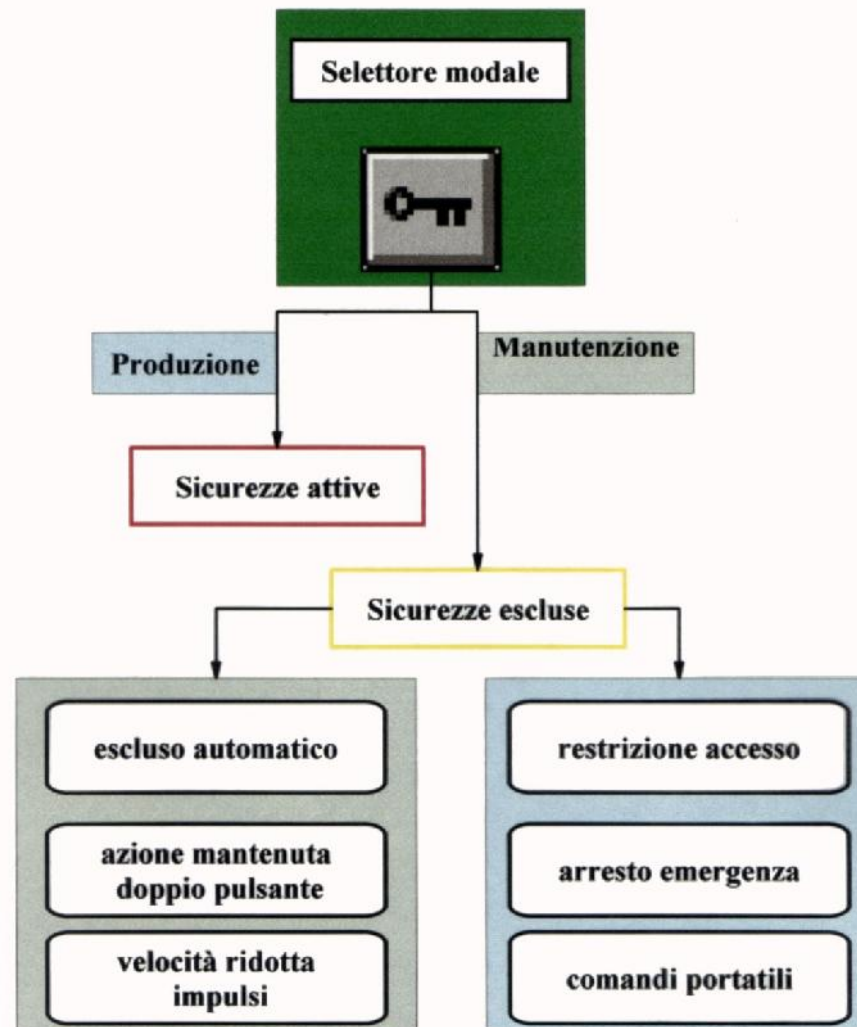
Rif. fig.	Stato del riparo	Primo sensore	Secondo sensore
a	Chiuso	- Non azionato - Contatti chiusi - Consenso ai movimenti pericolosi	- Azionato - Contatti chiusi - Consenso ai movimenti pericolosi
b	Fase iniziale di apertura	- Azionato - Contatti forzati ad aprirsi - Tolto il consenso ai movimenti pericolosi	- Rilasciato - Contatti si aprono - Tolto il consenso ai movimenti pericolosi
c	Aperto	- Azionato - Contatti aperti - Manca il consenso ai movimenti pericolosi	- Non azionato - Contatti aperti - Manca il consenso ai movimenti pericolosi

Il funzionamento corretto dei due sensori deve essere controllato almeno una volta durante ogni ciclo di movimento del riparo. In caso di guasto l'avviamento di tutti gli ulteriori movimenti pericolosi dev'essere impedito automaticamente.

MODALITA' DI FUNZIONAMENTO A SICUREZZE SOSPESE



EN 292 Modi di comando per manutenzione, regolazione



MODALITÀ DI FUNZIONAMENTO A SICUREZZE SOSPENSE

Condizioni antinfortunistiche minime da garantire su una macchina funzionante con dispositivi di protezione neutralizzati

- 1) Comando di selezione della modalità sottoposto ad un blocco a chiave o ad un codice di accesso (per esempio una *password*).
- 2) Esclusione del comando automatico (vale a dire impartito direttamente da sensori o consecuzioni logiche).
- 3) Padronanza assoluta, da parte dell'operatore che si espone al pericolo, degli elementi sui quali agisce. Esclusione, quindi, degli altri posti di comando (fatta eccezione per i comandi di arresto d'emergenza).
- 4) Comandi manuali realizzabili solo tramite azione mantenuta sui pulsanti o sui selettori con ritorno a molla.
- 5) Inibizione del comando diretto da parte dei sensori (finecorsa, proximity, fotocellule ecc.).
- 6) Funzionamento in condizioni di "sicurezza migliorata" delle parti mobili pericolose; vale a dire, per esempio: a velocità ridotta; a forza ridotta; a intermittenza ecc.

NORMA TECNICA

CEI EN 60204-1:1998-04

Pagina 46 di 122

9.2.4

Suspension of safeguarding

Where it is necessary to suspend safeguarding, (e.g. for setting or maintenance purposes), a mode selection device or means capable of being secured (e.g. locked) in the desired mode shall be provided so as to prevent automatic operation. In addition, one or more of the following means should be provided:

- initiation of motion by a hold-to-run device or by a similar control device;
- a portable control station (e.g. pendant) with an emergency stop device and, where appropriate, an enabling device. Where a portable station is in use, motion may be initiated only from that station;
- limitation of the speed or the power of motion;
- limitation of the range of motion.

Sospensione delle misure di sicurezza

Se è necessario sospendere le misure di sicurezza (ad es. per necessità di regolazione o manutenzione) deve essere previsto un dispositivo di selezione del modo o un mezzo in grado di essere bloccato (ad es. mediante chiave) nel modo desiderato per impedire il funzionamento automatico. Inoltre, si devono prendere una o più delle seguenti misure:

- inizio del movimento mediante dispositivo di comando ad azione mantenuta o equivalente;
- una postazione di comando portatile (per es. pensile) con un dispositivo di arresto di emergenza e, se necessario, un dispositivo di consenso. Se è in uso una postazione portatile, la partenza può essere comandata solo da questa postazione;
- limitazione della velocità o della potenza di movimento;
- limitazione dell'ampiezza del movimento.

Norma Italiana

CEI EN 60204-1

La seguente Norma è identica a: EN 60204-1:2006-06.

<i>Data Pubblicazione</i>	<i>Edizione</i>
2006-09	Quarta
<i>Classificazione</i>	<i>Asciutto</i>
44-5	8492

TITOLO

Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine

9.2.4 Sospensione delle funzioni di sicurezza e/o delle misure di protezione

Se è necessario sospendere le funzioni di sicurezza e/o le misure di protezione (per es., per necessità di regolazione o manutenzione), la protezione deve essere assicurata mediante:

- disabilitazione di tutte le altre modalità di funzionamento (comando); e
- altri mezzi relativi (vedere 4.11.9 della ISO 12100-2: 2003) che possono comprendere, per es., una o più delle misure seguenti:
 - inizio del movimento mediante dispositivo di comando ad azione mantenuta o equivalente;
 - postazione di comando portatile con un dispositivo di arresto di emergenza e, se necessario, un dispositivo di consenso. Se è in uso una postazione portatile, la partenza può essere comandata solo da tale postazione;
 - postazione di comando senza fili con un dispositivo per avviare le funzioni di arresto, in conformità a 9.2.7.3, e, se necessario, un dispositivo di consenso. Se è in uso una postazione senza fili, la partenza può essere comandata solo da tale postazione;
 - limitazione della velocità o della potenza di movimento;
 - limitazione dell'ampiezza del movimento.

sizione del selettore, oppure con un indicatore luminoso o con un display.

9.2.4 **Sospensione delle misure di sicurezza**

In base alla valutazione del rischio il costruttore della macchina definisce la zona pericolosa e le protezioni da adottare per ridurre o eliminare i rischi evidenziati; tali protezioni dovranno rimanere attive nei vari modi di funzionamento.

Esistono però situazioni in cui è indispensabile accedere alla zona pericolosa con le protezioni parzialmente escluse e le parti mobili della macchina in movimento; casi tipici sono alcune operazioni di manutenzione, regolazione, messa a punto, collaudo, ecc. In questi casi devono essere adottate misure alternative di sicurezza e devono essere fornite opportune istruzioni nel manuale di istruzione, evidenziando, ad esempio, la necessità che l'intervento sia eseguito da



persona qualificata oppure da personale addestrato ed autorizzato nell'esecuzione di questi interventi o, se del caso, da personale addestrato e supervisionato da persona qualificata.

Le misure alternative di sicurezza consistono nel:

- vincolare la selezione di tale modo di funzionamento a mezzi che limitino l'accesso a taluni operatori (ad es. selettore a chiave, codici di accesso, ecc.) e che permettano di bloccare il modo di funzionamento prescelto;
- impedire il funzionamento in automatico della macchina.

Inoltre, tali movimenti:

- devono poter essere comandati solo tramite dispositivi di comando che necessitano un'azione continua, ad es. comandi ad azione mantenuta, comandi di consenso, comandi a due mani (vedere anche i punti 9.2.5.6, 9.2.5.7, 9.2.5.8);
- devono poter avvenire solo in condizioni di sicurezza migliorate, ad es. a velocità ridotta, a potenza ridotta, a movimenti limitati, ecc., onde impedire le lavorazioni normali di produzione e permettere all'operatore di reagire prontamente alle eventuali situazioni di pericolo che possono venire a determinarsi;
- non devono poter essere attivati se possono creare situazioni di pericolo dovute ad azioni sui sensori interni della macchina (ad esempio, quando l'azione su di un sensore comporta l'avvio inatteso di movimenti pericolosi di parti della macchina).

In aggiunta a quanto sopra, l'operatore deve avere la padronanza del funzionamento degli elementi sui quali agisce; ciò può richiedere l'uso di postazioni di comando portatili dotate di pulsanti di emergenza.

**Decreto del Presidente della Repubblica no. 459 del 24 luglio 1996
Regolamento per l'attuazione delle direttive 89/392/CEE, 91/368/CEE,
93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli
Stati membri relative alle macchine.**

1.2.5. Selettore modale di funzionamento

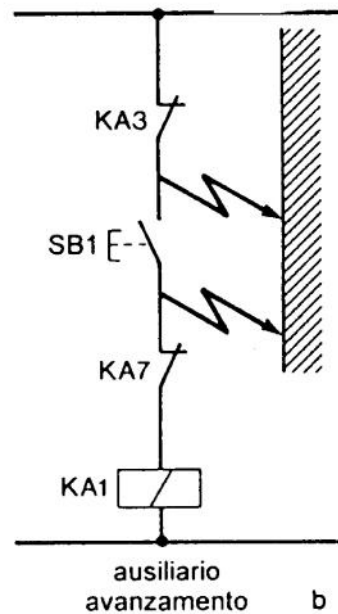
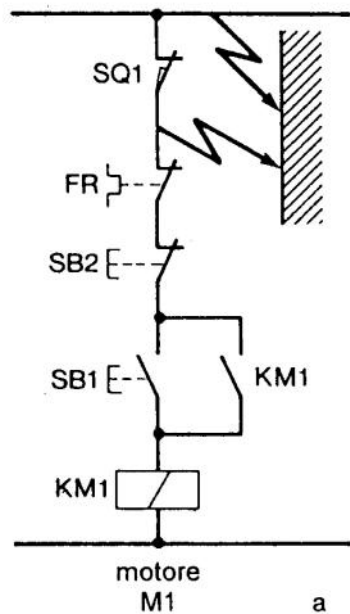
Il modo di comando selezionato deve avere la priorità su tutti gli altri sistemi di comando, salvo l'arresto di emergenza. Se la macchina é stata progettata e costruita per consentire il funzionamento o il comando multimodale e presenta diversi livelli di sicurezza (ad esempio: per consentire la regolazione, la manutenzione, l'ispezione, ecc.), essa deve essere equipaggiata di un selettore modale che possa essere bloccato in ciascuna posizione di funzionamento. A ciascuna posizione del selettore corrisponderà un solo modo di comando o di funzionamento. Il selettore può esseresostituito da altri mezzi di selezione che consentano di limitare l'utilizzazione di talune funzioni della macchina ad alcune categorie di operatori (ad esempio: codici di accesso a talune funzioni di comandi numerici, ecc.).

Se per alcune operazioni la macchina deve poter funzionare con i dispositivi di protezione neutralizzati, il selettore modale deve simultaneamente:

- escludere il comando automatico,**
- autorizzare i movimenti soltanto mediante dispositivi di comando che necessitano un'azione continuata,**
- autorizzare il funzionamento degli elementi mobili pericolosi soltanto in condizioni di sicurezza migliorate (ad esempio, velocità ridotta, sforzo ridotto, a intermittenza o altre disposizioni adeguate) evitando i rischi derivanti dalle sequenze collegate;**
- vietare qualsiasi movimento che potrebbe presentare un pericolo, se volontariamente o involontariamente agisse sui sensori interni della macchina. Inoltre al posto di manovra, l'operatore deve avere la padronanza del funzionamento degli elementi sui quali agisce.**

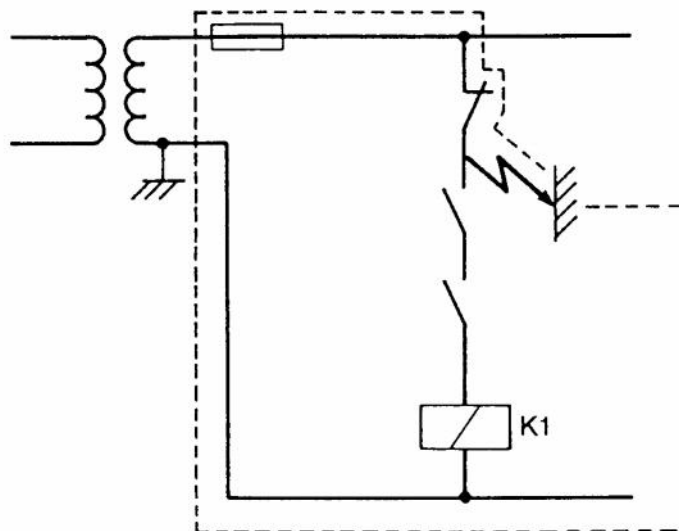
AVVIAMENTI INTEMPESTIVI GUASTI A MASSA





Due guasti provocano la circolazione di corrente nella bobina – il contattore si eccita spontaneamente

Esempi di doppi guasti a massa che producono l'inibizione di una sicurezza (a) o il comando intempestivo di un contattore (b).



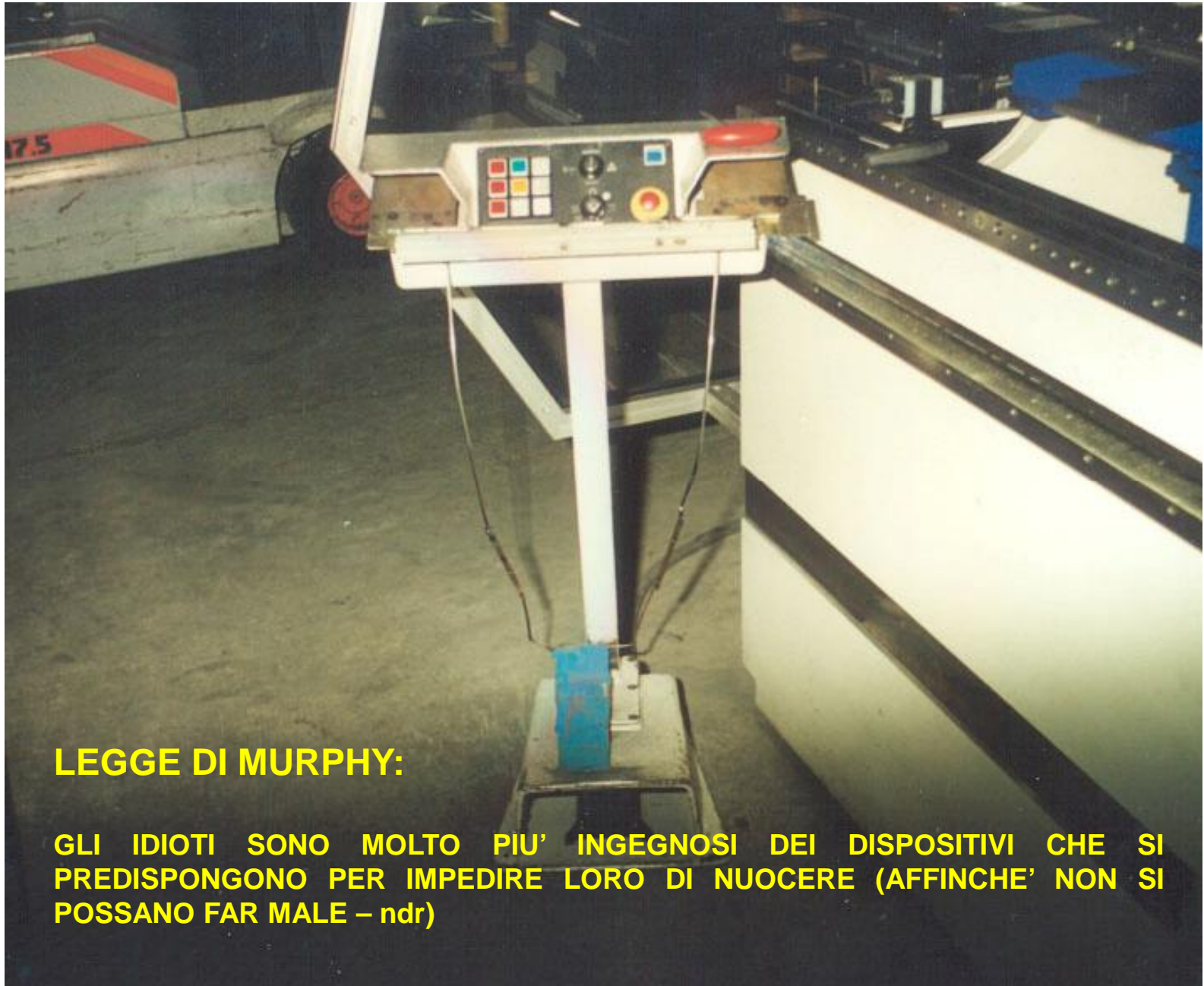
Se una polarità del circuito comandi è collegata all'impianto di protezione equipotenziale ogni eventuale guasto a massa si produce un cortocircuito.

Circuito protetto: il primo guasto provoca un corto-circuito con intervento del fusibile che mette fuori servizio il circuito

Tutte le bobine del circuito devono essere connesse direttamente al polo a massa

ASPETTI FILOSOFICI LEGATI ALLA SICUREZZA SUL LAVORO





LEGGE DI MURPHY:

GLI IDIOTI SONO MOLTO PIU' INGEGNOSI DEI DISPOSITIVI CHE SI PREDISPONGONO PER IMPEDIRE LORO DI NUOCERE (AFFINCHE' NON SI POSSANO FAR MALE – ndr)