

### 6.36 Tecniche di sicurezza

Quando la determinazione dei rischi mostra che una macchina o un processo comportano un rischio di lesione, il pericolo deve essere eliminato o limitato: il modo dipende dal tipo di macchina e dalla natura del pericolo. In altre parole, è necessario impedire qualunque accesso alle parti pertinenti mentre queste si trovano in una condizione pericolosa.

La miglior misura di protezione consiste in un dispositivo o in un sistema che fornisca la massima protezione con il minor ostacolo al normale funzionamento della macchina.

È importante che siano considerati tutti gli aspetti della macchina, in quanto l'esperienza insegna che un sistema difficile da utilizzare, ha maggiori probabilità che sia rimosso o escluso.

Per ottenere tale risultato, la scelta deve riguardare la prevenzione dell'accesso durante il movimento pericoloso, oppure la prevenzione del movimento pericolo durante l'accesso.

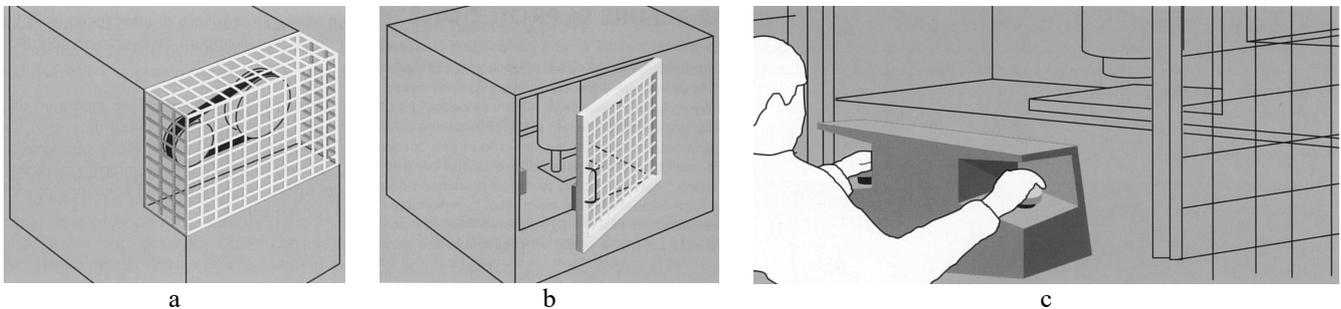
Di seguito vengono mostrati alcuni esempi di dispositivi utilizzati a tale scopo.

**Prevenzione all'accesso.** Se la parte pericolosa è ubicata in una parte del macchinario alla quale non è richiesto l'accesso, essa dovrebbe essere protetta permanentemente con ripari fissi di recinzione (v. fig. 6.376a).

Nei casi in cui è richiesto l'accesso, occorre la presenza di un riparo mobile (apribile) che sia interbloccato con la sorgente di alimentazione della parte pericolosa: in questo modo si assicura che, ogniqualvolta la porta del riparo non è chiusa, l'alimentazione alla parte pericolosa (per esempio, motore elettrico) è interrotta (v. fig. 6.376b). Questo approccio comporta l'utilizzo di un interruttore di interblocco installato sulla porta del riparo. Il comando della sorgente di alimentazione alla parte pericolosa è istradato attraverso la sezione di commutazione dell'unità (per esempio, contattori). La sorgente di alimentazione è generalmente elettrica, ma potrebbe anche essere pneumatica o idraulica. Quando il movimento (apertura) della porta del riparo viene rilevato, l'interruttore di interblocco isola l'alimentazione alla parte pericolosa direttamente oppure attraverso un contattore (o valvola).

Alcuni interruttori di interblocco comprendono inoltre un dispositivo di blocco che mantiene chiusa la porta del riparo senza rilasciarla finché la macchina non si trova in una condizione sicura. Per molte applicazioni, la combinazione di un riparo mobile e di un interruttore di interblocco, con o senza il blocco del riparo, rappresenta una soluzione affidabile ed economicamente conveniente.

Esistono altri modi per impedire l'accesso quando la macchina si trova in una condizione pericolosa. Una di queste è rappresentata dall'uso di unità di comando a due mani, comuni in certi tipi di macchinari (v. fig. 6.376c).



**Fig. 6.376** - Misure di protezione: a) Ripari fissi di recinzione - b) Ripari mobili con interruttori di interblocco - c) Unità di comando a due mani (AB).

Per mettere in funzione la macchina, occorre infatti agire contemporaneamente su due pulsanti di avviamento. In questo modo si ha la certezza che entrambe le mani dell'operatore sono impegnate in una posizione sicura (ovvero sui comandi) e che quindi non possono trovarsi in un'area pericolosa.

Da notare, però, che questo tipo di misura protegge unicamente l'operatore e non assicura alcuna protezione ad altri componenti del personale.

Un sistema di comando a due mani dipende molto dall'integrità del suo sistema di comando e di monitoraggio al fine del rilevamento di qualsiasi guasto; quindi, è fondamentale che questo aspetto sia progettato correttamente. L'uso di questo sistema deve impedire il funzionamento improprio (per esempio mediante una mano e un gomito). La macchina non dovrebbe passare da un ciclo all'altro senza il rilascio e la pressione di entrambi i pulsanti. In questo modo si evita che entrambi i pulsanti possano essere bloccati e che, quindi, la macchina sia lasciata funzionare continuamente.

Il rilascio di un pulsante deve provocare l'arresto della macchina. L'impiego di un'unità di comando a due mani dovrebbe essere considerata con attenzione in quanto, generalmente, rimane una certa componente di rischio.

Queste unità di comando si rivelano tuttavia molto utili in applicazioni quali i dispositivi per la regolazione e la marcia ad impulsi, in quanto possono essere utilizzate in combinazione con altri tipi di dispositivi di protezione.

**Prevenzione dal movimento pericolosa.** Quando si accede frequentemente a un'area, un riparo fisico a volte pone limiti eccessivi per il caricamento o la regolazione delle parti. In questa situazione, occorre la presenza di un dispositivo che impedisca il movimento pericoloso e che consenta al contempo un accesso senza restrizioni mediante il rilevamento della presenza dell'operatore e il conseguente invio di un segnale di arresto.

Le barriere fotoelettriche emettono una "barriera" composta da fasci luminosi infrarossi innocui di fronte all'area di pericolo (v. fig. 6.377a). Quando uno qualsiasi dei fasci luminosi è interrotto, il circuito di controllo della barriera invia un segnale di arresto alla macchina. Il posizionamento di una barriera fotoelettrica è definito dalle norme.

Le barriere fotoelettriche sono estremamente versatili e possono proteggere aree della larghezza di molti metri. Mediante l'uso di specchi, i fasci luminosi possono essere deviate attorno ad angoli in modo da recintare la macchina. Queste unità sono disponibili con diverse spaziature dei fasci luminosi e ciò le rende idonee per riparare molte applicazioni: dall'intero perimetro per robot industriali al punto di accesso per alcuni tipi di pressa.

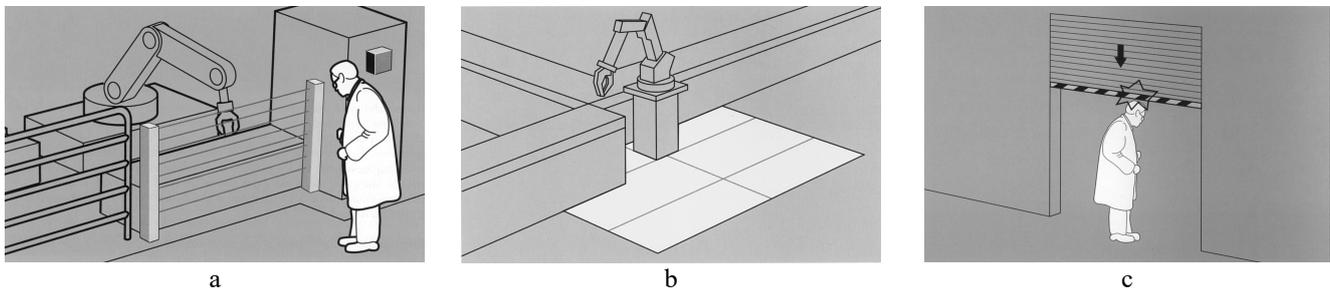
Le pedane di sicurezza sensibili alla pressione (v. fig. 6.377b) sono dispositivi utilizzati per proteggere un'area di pavimento attorno alla macchina. Pedane interconnesse vengano poste secondo un certo schema attorno all'area pericolosa e sarà sufficiente qualsiasi pressione (per esempio un passo dell'operatore) per fare sì che il controllore delle pedane invii un segnale di arresto alla macchina.

Le pedane sensibili alla pressione sono spesso utilizzate in un'area recintata in cui si trovano varie macchine, come celle di fabbricazione o robot flessibili. Qualora sia richiesto l'accesso alla cella (per esempio, per manutenzione), esse impediscono il movimento pericoloso se l'operatore si allontana dall'area sicura.

Anche in questo caso le norme forniscono le indicazioni necessarie per il loro uso, in particolare per le dimensioni e il posizionamento.

Le gomme per bordi sensibili alla pressione sono costituite da bandelle flessibili che possono essere applicate al bordo di una parte mobile, come il piano di una macchina o una porta azionata elettricamente, che può comportare il pericolo di schiacciamento o troncamento (v. fig. 6.377c).

Se la parte mobile colpisce l'operatore (o viceversa), la gomma flessibile sensibile alla pressione invia un segnale di arresto alla sorgente di alimentazione. Inoltre, le gomme sensibili possono essere utilizzate per proteggere macchinari ove esista il rischio di rimanere impigliati. Se l'operatore rimane impigliato ed è trascinato dalla macchina, viene spinto sulla gomma sensibile, attivando così la sua funzione di commutazione.



**Fig. 6.377** - Misure di protezione: a) Barriere fotoelettriche - b) Pedane di sicurezza sensibili alla pressione - c) Gomme per bordi sensibili alla pressione (AB).

Le barriere fotoelettriche, le pedane e le gomme sensibili per bordi possono essere classificate come "dispositivi di sicurezza". In altre parole, esse non limitano l'accesso, ma lo "rilevano" solamente. Il loro funzionamento si basa interamente sulla capacità di rilevare e di provvedere alla commutazione; ai fini della sicurezza, pertanto, è fondamentale che il comando del loro circuito di controllo sia affidabile.

Inoltre, questi dispositivi devono essere impiegati unicamente nelle applicazioni corrette. In generale, essi sono adatti solo per le macchine che si arrestano immediatamente dopo l'interruzione dell'alimentazione. Affinché un operatore possa camminare o raggiungere direttamente l'area pericolosa, è necessario che il tempo di arresto del meccanismo sia minore di quello impiegato dall'operatore per raggiungere la parte pericolosa dopo avere attivato il dispositivo.

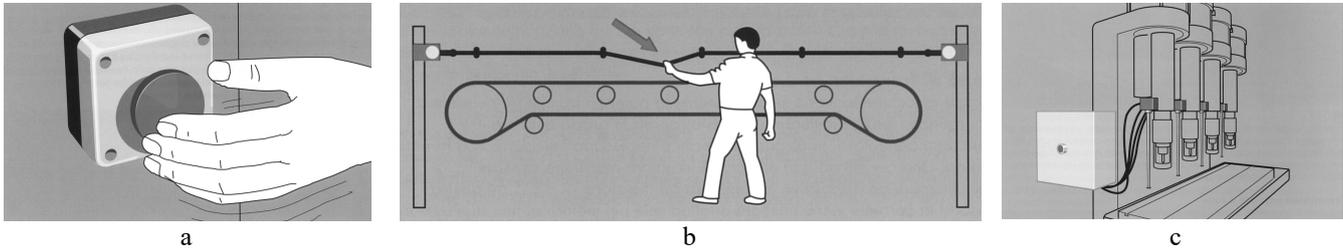
**Arresti di emergenza.** Ovunque esista il rischio che un operatore possa avere dei problemi con una macchina. Deve essere presente un'attrezzatura che consenta il rapido accesso a un dispositivo di arresto di emergenza,.

I pulsanti di arresto di emergenza (v. fig. 6.378a) rappresentano il modo più comune di soddisfare questo requisito, che l'operatore può premere in caso di emergenza. Questi pulsanti devono essere posizionati in quantità sufficiente nei punti strategici attorno alla macchina in modo che ve ne sia sempre uno raggiungibile in un punto pericoloso.

Per macchinari quali i nastri trasportatori ecc., risulta spesso più conveniente ed efficace utilizzare un dispositivo a fune lungo l'area del pericolo (v. fig. 6.378b). Questi dispositivi impiegano una fune di acciaio

collegata a interruttori a trazione asserviti in modo che la trazione esercitata sulla fune determini l'attivazione dell'interruttore e il sezionamento dell'alimentazione della macchina (per esempio, diseccitazione dei contattori).

Altre varianti includono interruttori ad antenna telescopica (v. fig. 6.378c), nei quali la flessione dell'antenna determina l'azionamento dell'interruttore e la conseguente interruzione dell'alimentazione alla macchina. Questi interruttori sono più comunemente utilizzati come dispositivi di sicurezza in macchinari quali i trapani a colonna. L'interruttore è installato sul trapano e l'antenna viene allungata in basso a fianco della punta dello stesso. Qualora l'operatore rimanesse impigliato nel trapano, verrebbe portato contro l'antenna che, a sua volta, azionerebbe l'interruttore.



**Fig. 6.378** - Misure di protezione: a) Pulsanti di arresto di emergenza - b) Interruttori azionati a fune - c) Interruttori telescopici di sicurezza (AB).

Da notare che alcune macchine tolgono semplicemente l'alimentazione al circuito di potenza tramite un pulsante di emergenza, senza effettuare un arresto rapido in grado di prevenire situazioni pericolose. In alcuni casi è necessario introdurre una frenata rapida. Uno dei modi più efficaci di frenatura della macchina consiste nell'utilizzare un dispositivo di frenatura in DC. Con questo metodo, la corrente continua è iniettata direttamente nel motore al fine di effettuare una frenata rapida. Una volta fermato il motore, la corrente continua viene tolta.

Di seguito vengono mostrati alcuni dispositivi di protezione. Uno dei tipi di dispositivi di protezione più importanti è un interruttore di interblocco di sicurezza che è in grado di togliere l'alimentazione alla parte pericolosa in caso di apertura del riparo.

Nel caso in cui venga aperto il riparo, l'alimentazione è isolata, garantendo così la sicurezza della macchina quando l'operatore ha la necessità di accedere alla zona pericolosa.

Esistono numerose tipologie di interruttore di interblocco, ciascuna con proprie caratteristiche.

L'importante è avere la certezza che il dispositivo scelto sia corretto per l'applicazione a cui è destinato. Di seguito verranno illustrate una serie di possibili soluzioni che consentono di effettuare la scelta più appropriata del dispositivo da utilizzare.

Innanzitutto occorre conoscere i requisiti e le caratteristiche generali che rendono idonei i dispositivi per funzioni di interblocco.

**Norme.** La norma europea EN ISO14119 "Dispositivi di interblocco associati ai ripari" costituisce la guida a questi dispositivi. L'uso di questa norma è previsto in combinazione con la norma EN 60947-5-1 per gli interruttori elettromeccanici e con la norma EN 60947-5-3 per gli interruttori magnetici e di prossimità.

**Affidabilità.** Un interruttore di interblocco deve funzionare in modo sicuro anche in condizioni estreme e se usato senza troppi riguardi. Il meccanismo operativo deve essere il più semplice possibile e tutti i materiali impiegati per la sua costruzione devono essere della migliore qualità. L'esecuzione deve garantire un basso livello di usura dei suoi componenti. Inoltre, il meccanismo deve essere contenuto in una robusta custodia sigillata.

**Livello di sicurezza.** Il livello di sicurezza di un interruttore di interblocco dipende dalla sua capacità di resistere a tentativi di eludere il meccanismo. Un interruttore di interblocco deve essere progettato in modo da non potere essere facilmente eluso. In base alla probabilità che si verifichi una manomissione, deve corrispondere una maggiore difficoltà di esclusione del sistema o dell'interruttore.

Gli interruttori sono disponibili con vari livelli di sicurezza: qualora sia richiesto un elevato grado di sicurezza, è più pratico ottenerlo attraverso un'opportuna installazione. Per esempio, se l'interruttore è montato come mostrato nella fig. 6.379a, con un binario di copertura, non sarà in alcun modo accessibile con la porta del riparo aperta.

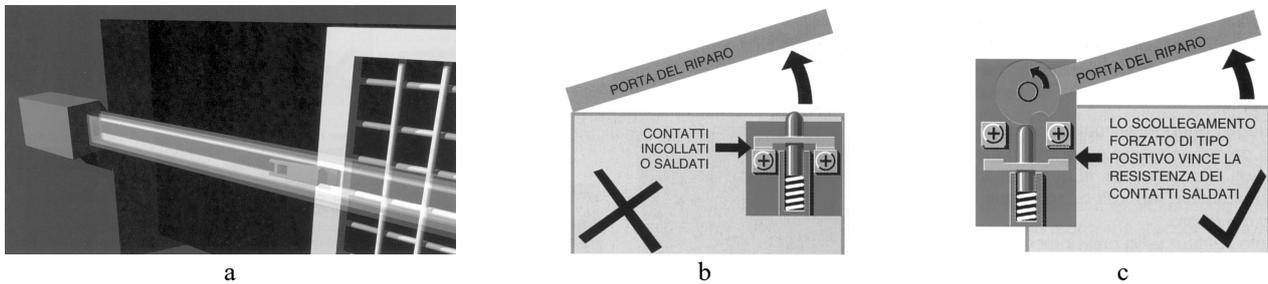
**Funzionamento di tipo positivo (chiamato anche funzionamento diretto).** La norma EN ISO 12100-2 spiega che se un componente meccanico mobile sposta inevitabilmente un altro componente con il suo movimento, per contatto diretto o attraverso elementi rigidi, tali componenti si definiscono come connessi in modo positivo.

Con interruttori di interblocco singoli di tipo meccanico, all'apertura del riparo il movimento dello stesso dovrebbe essere collegato in modo positivo ai contatti dell'interruttore associati alla sicurezza. In questo modo si garantisce che i contatti siano fisicamente separati o "scollegati in modo forzato" mediante il movimento del riparo.

L'interruttore **non** dovrebbe solo contare sulla pressione della molla per l'apertura dei contatti, in quanto la forza da essa esercitata potrebbe non essere sufficiente a vincere l'opposizione presentata dai contatti incollati o

saldati. Inoltre, esiste la possibilità che l'interruttore non funzioni in caso di pericolo se la molla si rompe e non vi sono altri mezzi per assicurare l'apertura dei contatti.

Nella fig. 6.379b è mostrato un tipico sistema con funzionamento di tipo negativo (o meglio non positivo). Non esiste alcun collegamento diretto fra la porta del riparo e i contatti di sicurezza e quindi il sistema si affida esclusivamente alla pressione della molla per l'apertura dei contatti.

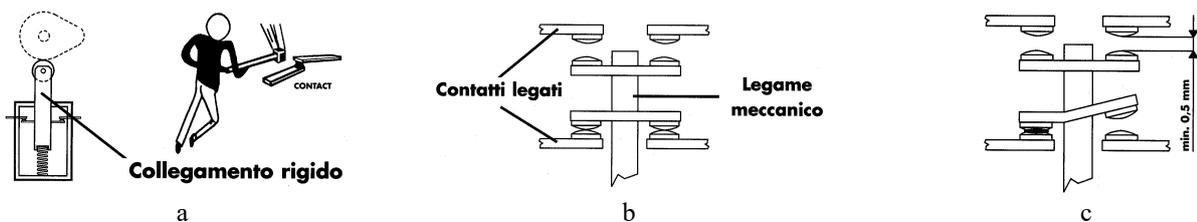


**Fig. 6.379** - a) Interruttore di interblocco con binario di copertura - b) Contatto con funzionamento di tipo negativo - c) Contatto con funzionamento di tipo positivo (AB).

In caso di rottura della molla, o di saldatura o incollatura dei contatti, il sistema non funzionerà in caso di pericolo e pertanto non è accettabile. Questo tipo di sistema può essere facilmente eluso premendo il perno mentre il riparo è aperto. Un'eventualità ancora peggiore è che l'interruttore possa essere azionato accidentalmente da un operatore che si sporge su o all'interno di una macchina mentre il riparo è aperto. In alcune applicazioni può essere accettabile utilizzare un interruttore con funzionamento di tipo negativo in combinazione con un dispositivo di tipo positivo.

Nella fig. 6.379c è mostrato un esempio semplice di funzionamento di tipo positivo che assicura la separazione forzata dei contatti. Una camma è montata sulla cerniera della porta del riparo in modo da azionare direttamente i contatti ogniqualvolta la porta venga aperta. La pressione esercitata dalla molla può solamente chiudere i contatti quando il riparo è completamente chiuso. L'eventuale rottura della molla si tradurrà semplicemente nella messa in sicurezza la macchina.

Il legame meccanico garantisce che, in qualsiasi condizione di esercizio, i contatti in apertura (NC) ed il contatto in chiusura (NO) non si chiudano mai contemporaneamente anche in caso di guasto. Infatti, anche nella situazione estrema di saldatura di un contatto NC, risulta fisicamente impossibile, al contatto NO, raggiungere la posizione di chiusura (v. fig. 6.380).



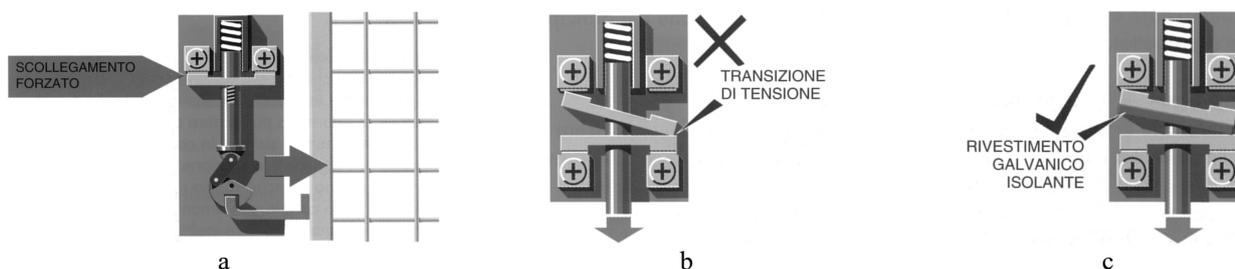
**Fig. 6.380** - a) Manovra positiva di apertura di contatti elettromeccanici - b) Collegamento meccanico rigido in presenza di contatti in commutazione - c) Esempio di guasto (saldatura dei contatti), da notare che i contatti non possono chiudersi contemporaneamente (ERSCE).

Il principio del funzionamento di tipo positivo mostrato nella fig. 6.379c è utilizzato negli interruttori di interblocco di sicurezza ovunque sia pertinente. Inoltre, il loro uso improprio è evitato chiudendo il blocchetto contatti e la camma in una robusta e salda recinzione. Questo significa che la camma e il blocchetto contatti non possono essere separati ed è quindi impossibile by-passare l'interruttore ricavando un'altra scanalatura nella camma.

Questo principio è ulteriormente adattato agli interruttori di interblocco azionati a chiave, come mostrato nella fig. 6.381a. Tali dispositivi sono ampiamente utilizzati in quanto si installano facilmente sul bordo di apertura del riparo e possono essere montati su porte di riparo scorrevoli, incernierate e rimovibili. La chiave di azionamento è montata sulla porta del riparo in modo che quando è aperta provoca lo scollegamento forzato dei contatti. Il meccanismo dell'interruttore è installato in una recinzione e il principio di attuazione a chiave è progettato per resistere alla manomissione.

Per i dispositivi non meccanici (per esempio, interruttori magnetici), non esiste generalmente contatto fisico fra l'interruttore e il metodo attuativo. Pertanto, il funzionamento di tipo positivo non può essere utilizzato come metodo per assicurare la commutazione e, quindi, occorre adottarne altri, come spiegato in seguito.

Negli interruttori dotati di due blocchetti di contatti, è richiesto un rivestimento galvanico isolante nel caso in cui i contatti possano toccarsi con le rispettive parti posteriori, per saldatura o incollatura dei contatti stessi (v. fig. 6.381b e fig. 6.381c).



**Fig. 6.381** - a) Interruttore di interblocco azionati a chiave - b) Contatti senza rivestimento galvanico - c) Contatti con rivestimento galvanico (AB).

Dopo aver esaminato le soluzioni costruttive interne degli elementi di commutazione, si vedranno ora le possibilità di impiego di questi concetti applicati agli schemi di impianti per la protezione delle macchine.

Esistono sostanzialmente tre modalità di funzionamento:

- negativo;
- positivo;
- combinato.

Il funzionamento in modo negativo (funzionamento in logica negativa) è schematizzato nella fig. 6.382a a sinistra (per esempio, macchina in marcia, macchina abilitata) e nella fig. 6.382a a destra (per esempio, macchina ferma, macchina disabilitata).

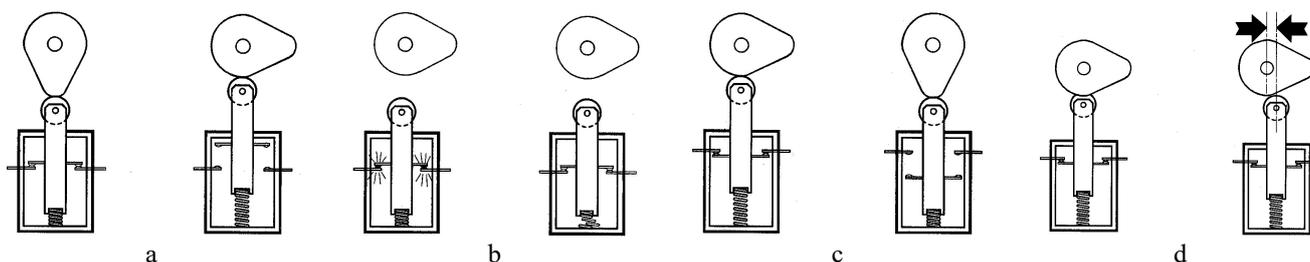
Da notare che nel caso di guasti interni all'apparecchiatura (per esempio, interruttore di posizione, finecorsa), quali possono essere l'incollaggio tra i contatti o la rottura della molla di ritorno, la macchina continua a funzionare anche quando l'organo di comando non aziona il dispositivo di commutazione elettrica (v. fig. 6.382b).

Il sistema di protezione che opera in logica positiva, descritto in fig. 6.382c a sinistra (macchina in marcia) e nella fig. 6.382c a destra (macchina ferma), garantisce un più alto livello di sicurezza, in quanto esso non è influenzato dai guasti interni descritti in precedenza.

Quando nel circuito di sicurezza è previsto un solo rilevatore (per esempio, finecorsa di sicurezza), è consigliabile installarne uno che funzioni in logica positiva.

Tuttavia, esistono dei guasti, come l'usura della rotella di azionamento oppure il non perfetto allineamento della camma di comando (v. fig. 6.382d), che risultano ugualmente pericolosi, in quanto permettono il funzionamento della macchina in condizioni non previste dal ciclo di lavoro normale. In questi casi, una corretta manutenzione preventiva è in genere sufficiente per evitare i guasti schematizzati nella fig. 6.382d.

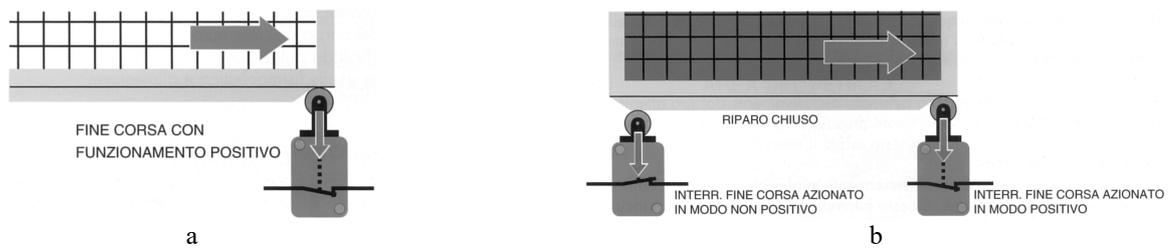
Nel caso di funzionamento in logica negativa, invece, i guasti sono interni e quindi difficili da rilevare.



**Fig. 6.382** - a) Funzionamento negativo di un contatto - b) Esempio di guasto in un contatto funzionante in modo negativo - c) Funzionamento positivo di un contatto - d) Esempio di errato funzionamento di un contatto funzionante in modo positivo dovuto al cattivo azionamento (ERSCE).

Si può ricorrere allora al modo combinato descritto nella fig. 6.383b che consente di superare anche il limite posto dai guasti che mandano in crisi il funzionamento in logica positiva.

Si associano i due modi visti precedentemente utilizzando un rilevatore che opera in logica positiva ed uno che funziona in logica negativa, questo consente di evitare i rischi determinati dai guasti sui due dispositivi di commutazione. Si riesce in questo modo ad ottenere il massimo grado di sicurezza rispetto a quello garantito dalla sola logica positiva e a maggior ragione da quella fornita dalla logica negativa.



**Fig. 6.383** - a) Esempio di funzionamento di un contatto in modo positivo - b) Funzionamento combinato di due contatti (AB).

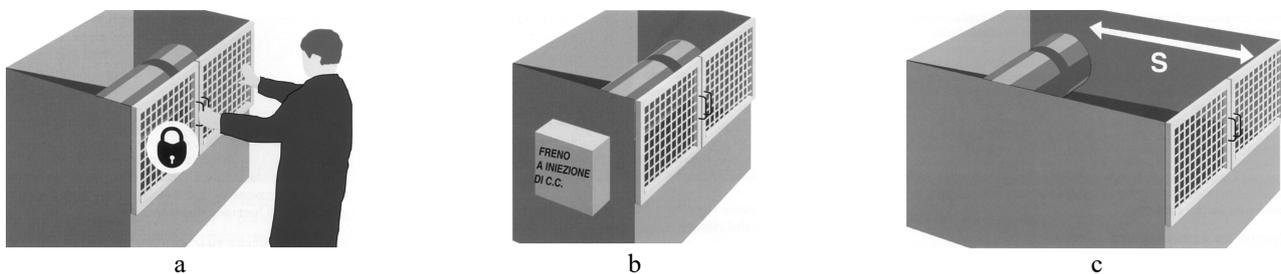
Per progettare un impianto con certe caratteristiche di sicurezza vengono utilizzate svariate tecniche. Dei vari metodi tra i più diffusi è l'interblocco. In questo caso un interruttore di interblocco è fissato al riparo per riserverne il movimento e per aprire i contatti quando quest'ultimo non è completamente chiuso. I contatti sono collegati attraverso un circuito di controllo all'elemento principale di comando della sorgente del pericolo (contattore).

Questi dispositivi possono essere senza blocco del riparo oppure con blocco del riparo.

Nel caso in cui l'interblocco avvenga senza il blocco del riparo, l'accesso non è limitato e la porta del riparo può essere aperta in qualunque momento; ma non appena è aperta, l'interruttore seziona l'alimentazione dalla parte pericolosa attraverso il circuito di controllo del contattore. Se il pericolo cessa immediatamente, allora i requisiti sono soddisfatti in quanto l'operatore non può raggiungere le parti mentre sono pericolose.

Se il pericolo non cessa immediatamente, esiste la possibilità che un operatore possa raggiungere le suddette parti mentre "si stanno fermando" e cioè quando sono ancora pericolose. Al fine di evitare questa situazione inaccettabile, esistono tre alternative:

- 1) utilizzare un dispositivo di interblocco con blocco del riparo in modo da impedire l'apertura di quest'ultimo prima che il pericolo sia cessato (v. fig. 6.384a);
- 2) installare un dispositivo di frenatura per ottenere un arresto rapido (v. fig. 6.384b);
- 3) il tempo necessario all'operatore per raggiungere la parte pericolosa deve essere maggiore del tempo impiegato dalla macchina per arrestarsi (v. fig. 6.384c).



**Fig. 6.384** - Esempi di applicazione di interruttori di interblocco senza blocco del riparo: a) Blocco mediante serratura - b) Utilizzo di un dispositivo di frenatura per ottenere un arresto rapido - c) Distanza di sicurezza  $S$  che separa la parte pericolosa dalla porta del riparo.

I dispositivi di interblocco sprovvisti di blocco del riparo possono essere di tipo ad azionamento meccanico o ad azionamento senza contatto.

Con i dispositivi ad azionamento meccanico la porta del riparo è collegata meccanicamente ai contatti del circuito di controllo dell'interruttore con funzionamento di tipo positivo.

Possono essere del tipo ad azionamento a chiave, dove la "chiave" di attivazione montata sul riparo apre o chiude i contatti attraverso il meccanismo interno (v. fig. 6.385a). La chiave e il meccanismo sono progettati in modo da impedire che l'interruttore possa essere facilmente eluso. Si tratta di dispositivi semplici da installare e molto affidabili. Essi possono essere impiegati in ripari scorrevoli, incernierati o sollevati e, grazie alla loro versatilità, sono uno dei tipi più diffusi di interruttori di interblocco.

Occorre che la chiave installata sul riparo rimanga ragionevolmente ben allineata al foro di ingresso del corpo dell'interruttore. Gli interruttori azionati a chiave possono rivelarsi difficili da pulire accuratamente e ciò può costituire un problema in industrie come quelle farmaceutica e alimentare.

I dispositivi ad azionamento a cerniera (v. fig. 6.385b) sono montati sopra il perno di articolazione di un riparo incernierato. L'apertura del riparo è provocata da un meccanismo con funzionamento positivo che agisce sui contatti del circuito di controllo. Quando sono installati correttamente, questi tipi di interruttori sono ideali per la maggior parte delle porte incernierate dei ripari in cui si ha accesso all'asse della cerniera. Essi sono in grado di

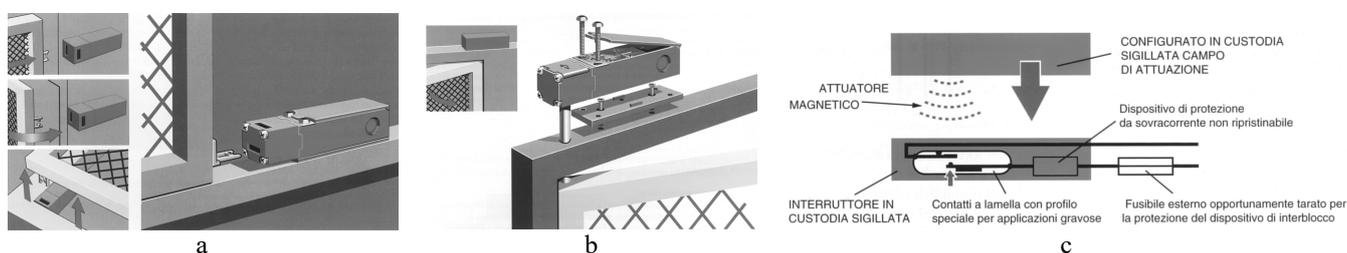
isolare il circuito di controllo entro  $3^\circ$  del movimento del riparo ed è estremamente difficile by-passarli senza smontare il riparo.

Nel caso di porte particolarmente larghe, occorre fare attenzione, perché un movimento angolare di soli  $3^\circ$  può comunque tradursi in un significativo varco di passaggio nelle porte. Inoltre, è importante assicurarsi che un riparo pesante non trasferisca sollecitazioni eccessive sull'alberino di azionamento dell'interruttore.

L'azionamento a camma, come mostrato nella fig. 6.383a, è spesso rappresentato da un interruttore di finecorsa con azionamento positivo e da una camma lineare o rotante. Questo interruttore è generalmente impiegato su ripari scorrevoli: quando il riparo viene aperto, la camma spinge il perno verso il basso per aprire i contatti del circuito di controllo. La semplicità del sistema consente di ottenere un interruttore affidabile e di piccole dimensioni.

Non può essere impiegato nei ripari sollevabili. È estremamente importante che il perno dell'interruttore possa estendersi solo quando il riparo è completamente chiuso. Per questo è necessario montare degli arresti per limitare il movimento del riparo in entrambe le direzioni.

Occorre costruire una camma con un profilo idoneo che operi entro le tolleranze definite. La camma montata sul riparo non deve mai separarsi dall'interruttore, in quanto ciò provocherebbe la chiusura dei contatti di quest'ultimo. Questo sistema può essere soggetto a rotture, dovute in modo particolare alla presenza di materiali abrasivi o di camme con profilo inadatto. Per ottenere un maggior grado di sicurezza, è opportuno utilizzare due interruttori, come mostrato nella fig. 6.383b.



**Fig. 6.385** - Interruttori di interblocco: a) Ad azionamento a chiave - b) Ad azionamento a cerniera - c) Ad azionamento senza contatto (AB).

Qualora l'azionamento avvenga senza contatto meccanico, gli interruttori di prossimità magnetici hanno la porta del riparo collegata ai contatti del circuito di controllo dell'interruttore mediante un campo magnetico. Al fine di rendere questi dispositivi idonei ai servizi di interblocco, essi devono contenere dei miglioramenti che ne assicurano un funzionamento soddisfacente.

Poiché non offrono il vantaggio di un vero funzionamento meccanico positivo, essi devono garantire in un altro modo che non possano guastarsi in una condizione pericolosa. Questa sicurezza viene ottenuta mediante alcune tecniche. In particolare possono utilizzare componenti speciali che impediscano la probabilità che si verifichi la saldatura dei contatti dovuta ad una sovracorrente. Nella fig. 6.385c viene mostrato come il suddetto rischio è eliminato dal dispositivo di protezione da sovracorrente non ripristinabile.

È importante che questi interruttori siano azionati esclusivamente dall'attuatore previsto. Questo significa, per esempio, che i comuni dispositivi di prossimità induttivi non sono adatti.

Il livello di sicurezza può essere ulteriormente migliorato mediante la codifica dell'interruttore e del suo attuatore.

Questi dispositivi senza contatto sono disponibili in versioni completamente sigillate, caratteristica che li rende ideali per applicazioni in cui è richiesto un alto livello di igiene in quanto possono essere puliti a pressione e non presentano punti in cui si deposita lo sporco. Essi sono estremamente facili da installare e hanno una considerevole tolleranza operativa, il che significa che accettano in una certa misura l'usura del riparo e la deformazione continuando a funzionare correttamente.

Gli interruttori di prossimità magnetici, nelle versioni più sofisticate, presentano un principio di codifica elettronica: hanno due "canali" di commutazione separati e distinti e sono disponibili con un'unità di comando che esegue il monitoraggio di un massimo di sei serie di sensori con possibilità di controllo dei contattori e del cablaggio (v. fig. 6.386a).

Per quanto riguarda i tipi più semplici di attuazione, dato che la sicurezza costituisce un aspetto rilevante, può risultare necessario installarli come mostrato nella fig. 6.383b, in modo però che non sia possibile accedervi con il riparo aperto. È importante, soprattutto per i tipi non codificati, che non siano soggetti all'interferenza esterna di campi magnetici su cui si basa il loro principio di funzionamento.

Gli interruttori di interblocco con blocco del riparo sono adatti a macchine con caratteristiche di arresto per inerzia, ma possono assicurare un consistente aumento del livello di protezione nella maggior parte delle macchine.

Essi interbloccano la sorgente di alimentazione della parte pericolosa con il movimento del riparo e, inoltre, impediscono l'apertura di quest'ultimo finché non vi sono le condizioni di sicurezza per farlo.

Possono essere del tipo condizionato oppure incondizionato.

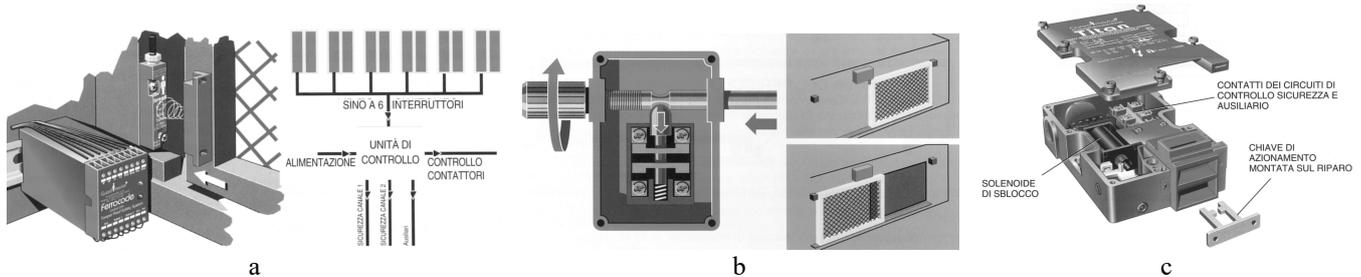
Gli interruttori con blocco incondizionato sono azionati manualmente e il riparo può essere aperto in qualsiasi momento.

L'utilizzo di una maniglia o di un pomello di sblocco del riparo (v. fig. 6.386b) assicura anch'esso l'apertura dei contatti del circuito di controllo. L'apertura completa può richiedere circa 20 s.

Questi dispositivi sono semplici da installare e sono estremamente robusti e affidabili. L'interruttore con perno ad azionamento ritardato è adatto principalmente per i ripari scorrevoli.

Il tempo di arresto della parte pericolosa protetta deve essere prevedibile e non deve essere possibile arretrare il perno prima che il pericolo sia cessato.

L'estensione del perno in posizione bloccata deve essere consentita solo quando il riparo è completamente chiuso; quindi, occorrerà installare dei fermi per limitare la corsa della porta del riparo.



**Fig. 6.386** - a) Interruttori di interblocco con azionamento senza contatto con unità di comando e di monitoraggio - b) Interruttore con blocco del riparo incondizionato - c) Interruttore con sblocco del riparo condizionato. Si noti il solenoide di sblocco (AB).

Nei dispositivi con sblocco del riparo condizionato, il riparo può essere unicamente aperto al ricevimento di un segnale che informi quanto segue:

- il contattore è diseccitato;
- è trascorso un intervallo di tempo reimpostato, oppure il movimento pericoloso è cessato.

Questi segnali provengono generalmente dai contatti ausiliari del contattore e da un temporizzatore esente da guasti.

Essi interbloccano la sorgente di alimentazione della parte pericolosa con il movimento del riparo e, inoltre, impediscono l'apertura di quest'ultimo finché non vi sono le condizioni di sicurezza per farlo.

Poiché per lo sblocco è richiesto un segnale generato esternamente, questi dispositivi risultano particolarmente adatti a essere utilizzati con PLC o altre apparecchiature programmabili elettroniche.

In generale, il tipo di dispositivo di interblocco per queste applicazioni è un interruttore di blocco azionato da un solenoide, come mostrato nella fig. 6.386c.

Quando è azionato il dispositivo di blocco, in seguito allo spostamento della protezione, si generano due tipi di informazione:

- **protezione aperta**, il dispositivo di blocco produce un ordine di arresto;
- **protezione chiusa**, il dispositivo di blocco autorizza l'avviamento della macchina. La chiusura della protezione non può da sola provocare la messa in funzione della macchina.

È possibile realizzare il circuito con due livelli di sicurezza.

Qualora si scelga un dispositivo di blocco composto da un solo fincorsa meccanico azionato in modo positivo e dotato di un contatto a manovra positiva di apertura, si otterrà un certo grado di sicurezza.

Nel caso invece si debba avere un maggiore grado di sicurezza, la normativa impone un dispositivo di blocco composto da due fincorsa a comando meccanico, che funzionino in modo negativo e in modo positivo secondo lo schema riportato nella fig. 6.387a.

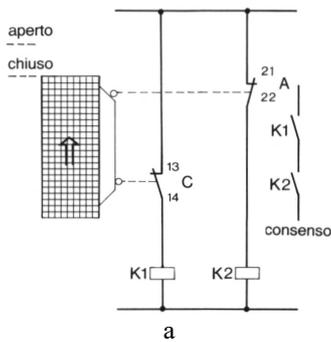
Nella fig. 6.388 sono riportati alcune tecniche circuitali aventi funzioni legate alla sicurezza.

Un altro esempio di applicazione dei concetti visti precedentemente è quello relativo all'arresto di emergenza.

Infatti, ogni macchina deve essere dotata di uno o più dispositivi di arresto d'emergenza, facilmente identificabili e rapidamente accessibili.

Devono essere in grado di provocare l'arresto del processo pericoloso, qualunque sia il tipo di funzionamento, nel più breve tempo possibile.

L'arresto di emergenza può eventualmente sganciare o consentire lo sganciamento di alcuni movimenti di protezione, ma in nessun caso potrà essere sostituito da una protezione o da un qualsiasi altro dispositivo di protezione.



### Dispositivi di emergenza

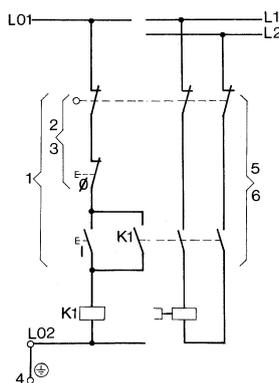
#### Interruttore per l'arresto di emergenza.

- Apertura positiva dei contatti principali tramite elementi ad azione meccanica diretta.
- Utilizzato prevalentemente come interruttore principale, quindi limitato alla categoria di arresto 0.

#### Pulsante di arresto di emergenza.

- Pulsante a fungo a pressione, fune a strappo, interruttore con comando a pedale, ecc. con apertura positiva dei contatti.
- Provvedimenti necessari per la protezione in caso di guasti sulle macchine.

**Fig. 6.387** - a) Esempio di uso di un contatto in apertura e uno in chiusura su un dispositivo di protezione mobile - b) Caratteristiche dei dispositivi di emergenza secondo la norma EN 60204-1.



### Legenda:

- 1) funzioni di interruzione (per esempio i contatti) connesse alla fase non messa a terra dell'alimentazione dei circuiti di comando;
- 2) arresto mediante interruzione dell'energia (sicuro a rottura di filo);
- 3) uso dei componenti con contatti ad apertura positiva (da non confondere con apertura garantita);
- 4) collegamento di protezione equipotenziale del circuito di comando;
- 5) progetto del circuito in modo da ridurre le possibilità di guasti che possono provocare conseguenze indesiderate (in questo esempio viene usata l'interruzione contemporanea a mezzo contattori e finecorsa);
- 6) interruzione su tutti i conduttori del dispositivo che viene azionato.

**Fig. 6.388** - Uso di tecniche circuitali e componenti sperimentati per le funzioni di sicurezza.

Vi sono tre categorie di arresto:

- **arresto di categoria 0**, arresto mediante interruzione immediata dell'alimentazione sugli azionatori (per esempio, motori elettrici);
- **arresto di categoria 1**, arresto controllato mantenendo l'alimentazione sugli azionatori per ottenere l'arresto della macchina e, quindi, l'interruzione della corrente ad arresto avvenuto;
- **arresto di categoria 2**, arresto controllato mantenendo l'alimentazione sugli azionatori.

**Ogni macchina deve essere dotata di un arresto di categoria 0.** L'arresto d'emergenza deve funzionare come un arresto di categoria 0 e 1.

Un arresto di categoria 0 utilizzato per una funzione di arresto d'emergenza deve essere realizzato solo con componenti elettromeccanici cablati.

Questa funzione non deve dipendere da una logica elettronica, né da una trasmissione di ordine tramite rete e neppure da un collegamento di comunicazione.

Una funzione di arresto di categoria 1, utilizzata per una funzione di arresto d'emergenza, impone l'interruzione della corrente agli azionatori per mezzo di componenti elettromeccanici cablati.

L'arresto d'emergenza è composto da un apparecchio di comando e da un organo di servizio che funziona in base al principio dell'azione meccanica positiva (logica positiva).

I contatti dei dispositivi di arresto d'emergenza devono essere a manovra positiva di apertura.

Dopo esser stato azionato, il pulsante di arresto d'emergenza resta bloccato. Una manovra specifica consentirà il suo sblocco senza tuttavia provocare il riavviamento della macchina.

I segnali tra le apparecchiature di controllo elettroniche (per esempio, PLC) e i dispositivi digitali di ingresso e di uscita devono rispondere ai requisiti specifici rappresentati nella fig. 6.390.

L'equipaggiamento per i comandi elettronici deve ricevere energia dall'alimentazione della macchina, che avviene solitamente tramite un alimentatore, collegato a valle dell'interruttore generale.

Se per il mantenimento di una memoria di programma è necessario che ci sia sempre tensione, si può derivare l'alimentazione prima dell'interruttore generale, ma in questo caso bisogna prevedere le opportune protezioni.

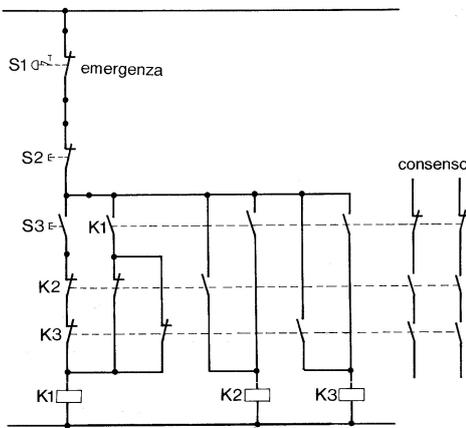
Per l'utilizzo delle funzioni di sicurezza, l'impiego di apparecchiature elettroniche come i PLC è limitato; in particolare:

- per funzioni di emergenza in categoria 0 (arresto mediante sospensione dell'energia);
- per funzioni di emergenza in categoria 1 (arresto controllato); in questo caso bisogna sempre preferire componenti elettromeccanici cablati.

Se comunque è necessario utilizzare un PLC, esso deve fornire una protezione, in caso di guasto, equivalente a quella di un equipaggiamento elettromeccanico con funzioni di sicurezza.

Ultimamente si è affermata un'architettura ibrida. L'impianto viene comandato da un PLC, mentre per le funzioni di sicurezza sono utilizzati circuiti con componenti elettromeccanici.

La fig. 6.389 mostra una combinazione di sicurezza che dà il consenso ai circuiti della fig. 6.390.



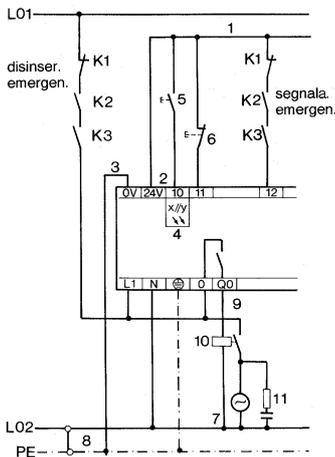
Nello schema riportato a sinistra se il contattore K1 si guasta, si determina l'impossibilità di dare i necessari consensi per il funzionamento della macchina da controllare. Il circuito utilizza altri due contattori (K2 e K3) i quali, insieme a K1, vanno a formare una combinazione di sicurezza che, se è soddisfatta, genera il consenso.

Infatti, ogni qualvolta si preme S3, il circuito esegue automaticamente una sequenza che consente l'autocontrollo dei componenti del circuito; superata questa fase, se tutto è funzionante, la combinazione di sicurezza risulta chiusa, fornendo il consenso desiderato. Lo schema consente di abilitare per esempio due circuiti funzionanti a 230 V AC e 24 V DC, semplicemente premendo il pulsante di predisposizione S3; la disabilitazione, invece, può avvenire mediante il pulsante di arresto S2 oppure col pulsante di emergenza S1.

FASE	PULSANTE S3	CONSENSO
MESSA IN TENSIONE DEL CIRCUITO	APERTO	NON PRESENTE
CHIUSURA PULSANTE S3 ECCITAZIONE K1 (FASE TRANSITORIA)	CHIUSO	NON PRESENTE
ECCITAZIONE CONTATTORI K1, K2 E K3 (FASE TRANSITORIA)	CHIUSO	NON PRESENTE
COMPLETAMENTO FASE TRANSIT. K1 DISECCITATO, K2 K3 ECCITATI	CHIUSO	PRESENTE

FASI OPERATIVE PER L'AUTOCONTROLLO DEL CIRCUITO DI SICUREZZA

Fig. 6.389 - Combinazione elettromeccanica di sicurezza coordinata con il circuito di fig. 6.390.



Legenda:

- 1) un lato degli ingressi di ciascun componente (per esempio, i sensori) deve essere collegato ad una fase della tensione di alimentazione;
- 2) l'altro lato dei componenti in ingresso deve essere collegato al relativo morsetto di ingresso del PLC;
- 3) nel funzionamento in impianti messi a terra, l'altra fase del circuito di alimentazione degli ingressi deve essere collegata al circuito di protezione mediante il terminale comune di alimentazione;
- 4) il circuito d'ingresso deve essere separato dal circuito interno del PLC tramite l'utilizzo di optoisolatori;
- 5) i componenti d'ingresso, utilizzati per dare comandi di inserzione, devono essere contatti normalmente aperti;
- 6) i comandi di disinserzione per i quali è richiesta la sicurezza contro le rotture del conduttore devono essere realizzati con contatti normalmente chiusi;
- 7) un lato di ogni carico in uscita deve essere collegato alla fase comune dell'alimentazione di uscita;
- 8) durante il funzionamento, questo conduttore deve essere collegato a sua volta a quello di protezione;
- 9) ogni uscita o circuito di uscita deve essere collegato ad un solo dispositivo di uscita;
- 10) il comando di carichi induttivi deve essere realizzato in modo corrispondente alle raccomandazioni del costruttore del PLC;
- 11) la soppressione delle interferenze deve essere prevista sui motori che vengono azionati e fermati quando il PLC è alimentato.

Fig. 6.390 - Esempio di collegamento degli ingressi e delle uscite di un PLC e del circuito di sicurezza di fig. 6.389.

Di seguito sono riportati alcuni esempi che presentano, su alcune macchine utensili, le misure di sicurezza che è necessario adottare per il loro uso.

**Fresatrici universali a comando manuale** (v. fig. 6.391a). La tab. 6.42 riporta le misure di protezione dai pericoli di natura meccanica per le fresatrici universali a mensola o banco fisso, con carico e scarico manuale del pezzo e bloccaggio manuale del pezzo.

La protezione è in genere realizzata sui tre lati accessibili della tavola su cui è montata la fresatrice.

L'apertura dello schermo interbloccato deve arrestare i movimenti pericolosi in categoria di arresto 0 o 1 e non deve essere possibile avviare gli stessi finché il riparo rimane aperto.

Per garantire un arresto rapido, peraltro richiesto anche ai fini di interventi di emergenza, è necessario che i movimenti siano adeguatamente frenati.

**Fresatrici a controllo numerico** (v. fig. 6.391b). La tab. 6.43 riporta invece le misure di protezione meccanica per le fresatrici (o alesatrici) di dimensioni medie/grandi a controllo numerico, con dispositivi automatici di movimentazione del pezzo, dispositivi di evacuazione trucioli ed eventuali piattaforme operative elevabili.

Le protezioni devono racchiudere l'intera area di lavoro durante l'uso normale della macchina.

Quando non è possibile adottare questa soluzione (a causa delle dimensioni della macchina), si possono adottare combinazioni di varie misure di sicurezza, per esempio cabina per l'operatore e protezioni perimetrali/dispositivi di protezione (barriere fotoelettriche, pedane sensibili alla pressione, ecc.) per la protezione delle altre persone esposte.

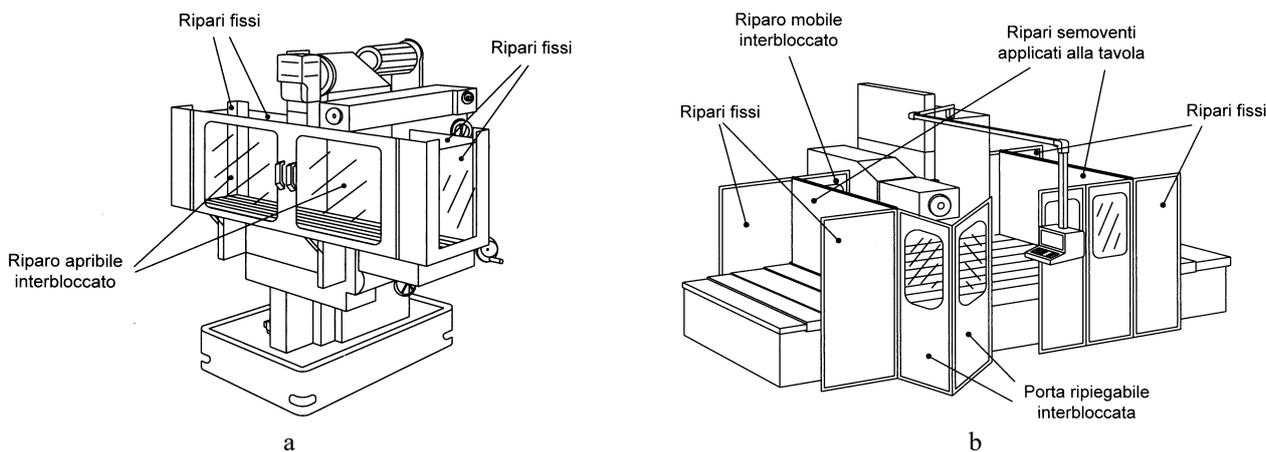


Fig. 6.391 - a) Fresatrice verticale a comando manuale - b) Fresatrice a controllo numerico di grandi dimensioni del tipo a tavola mobile con zona di lavoro completamente chiusa.

Anche in questo caso l'apertura dello schermo interbloccato deve arrestare i movimenti pericolosi in categoria di arresto 0 o 1 e non deve essere possibile avviare gli stessi finché il riparo rimane aperto. Inoltre, per garantire un arresto rapido è necessario che i movimenti siano adeguatamente frenati.

Rischi	Localizzazione	Misure di sicurezza
Impigliamento, urto, trascinamento, schiacciamento	Mandrino e tavola	Protezione con ripari fissi (eventualmente regolabili) e/o con ripari mobili interbloccati al circuito di comando e controllo. Tali ripari devono evitare il contatto accidentale con il mandrino e l'utensile. L'interblocco deve essere ad azione positiva. Non essendo, in generale, possibile segregare completamente la zona di lavoro, devono essere adottati dispositivi di comando che permettono di intervenire rapidamente nei casi di emergenza. Adeguate istruzioni per l'uso.
	Volantini di manovra	Adozione di volantini ad anima piena e senza impugnatura, oppure con molle di espulsione o con disinnesto automatico (e impossibilità di innesto) del volantino in caso di ritorno rapido.
	Elementi di trasmissione	Segregazione all'interno di un involucro o nell'incastellatura della fresatrice. Se devono essere accessibili per operazioni normali, l'accesso deve avvenire tramite ripari interbloccati. Gli interblocchi devono essere ad azione positiva.
Proiezione dell'utensile o di sue parti	Area di lavoro	Adeguate progettazione del dispositivo/sistema di fissaggio.
Proiezione del truciolo, di frammenti dell'utensile o del refrigerante	Area di lavoro	Protezione con ripari fissi (eventualmente regolabili) e/o con ripari mobili interbloccati al circuito di comando e controllo. Tali ripari devono essere in grado di resistere alla proiezione del truciolo o di frammenti dell'utensile.
Taglio o puntura	Utensile	Adeguate istruzioni per l'uso.
Scivolamento	Pedane di lavoro	Uso di pedane antiscivolamento. Adeguate istruzioni per l'uso.

Tab. 6.42 - Analisi dei rischi meccanici e relative misure di sicurezza per fresatrici universali a comando manuale.

Rischi	Localizzazione	Misure di sicurezza
Impigliamento, urto, trascinamento, schiacciamento	Area di lavoro	Protezione tramite ripari fissi e/o ripari mobili interbloccati al circuito di comando e controllo. Gli interblocchi devono essere ad azione positiva. A causa dei vari modi di funzionamento normalmente previsti, dalla complessità delle operazioni e della necessità di operare talvolta con ripari aperti e macchina in movimento, devono essere adottati dispositivi di comando che permettono di intervenire rapidamente in caso di emergenza. Adeguate istruzioni per l'uso.
	Piattaforma elevabile	Protezione tramite distanze di sicurezza o ripari fissi (e/o mobili) per prevenire il raggiungimento della zona pericolosa dalla piattaforma.
	Dispositivo automatico di movimentazione dei pezzi	La postazione di carico/scarico del pezzo deve essere situata al di fuori della zona di lavoro. L'accesso ai movimenti pericolosi deve essere impedito da ripari fissi e/o ripari mobili interbloccati, oppure i movimenti pericolosi devono essere fermati o inibiti da dispositivi di protezione (per esempio, barriere fotoelettriche). A protezione disattivate, eventuali movimenti devono essere possibili solo tramite comandi a due mani o dispositivi ad impulsi per movimenti limitati.
	Dispositivo di raccolta ed evacuazione trucioli	Segregazione dei movimenti pericolosi tramite ripari fissi o con ripari mobili interbloccati con il sistema di comando e controllo qualora vi sia necessità di accesso frequente. A ripari aperti eventuali movimenti devono essere possibili solo tramite comandi ad azione mantenuta.
Proiezione dell'utensile o di sue parti	Area di lavoro	Adeguate progettazione del dispositivo/sistema di fissaggio.
Proiezione del truciolo, di frammenti dell'utensile o del refrigerante	Area di lavoro	Protezione tramite ripari fissi e/o ripari mobili interbloccati al circuito di comando e controllo. Tali ripari devono essere in grado di resistere alla proiezione del truciolo o di frammenti dell'utensile.
	Piattaforma elevabile	Protezione contro la proiezione di trucioli, frammenti di utensile e refrigerante.
Taglio o puntura	Utensile	Adeguate istruzioni per l'uso.
Intrappolamento	Area di movimentazione degli assi	Mezzi per permettere il movimento degli assi in condizioni di emergenza.
Caduta	Piattaforma, a elevabile	Prevedere protezioni contro la caduta e adeguati mezzi per l'accesso.
Scivolamento	Pedane di lavoro	Uso di pedane antiscivolamento. Adeguate istruzioni per l'uso.

Tab. 6.43 - Analisi dei rischi meccanici e relative misure di sicurezza per fresatrici a controllo numerico.

**Torni orizzontali a comando manuale** (v. fig. 6.392a). La tab. 6.44 riporta le misure di protezione meccanica per i torni orizzontali di dimensioni piccole/medie, con carico e scarico manuale del pezzo, movimento manuale della contropunta e serraggio manuale del dispositivo di fissaggio del pezzo.

Anche per i torni orizzontali a comando manuale l'apertura dello schermo interbloccato deve arrestare i movimenti pericolosi in categoria di arresto 0 o 1 e non deve essere possibile avviare gli stessi finché il riparo rimane aperto e per garantire un arresto rapido è necessario che i movimenti siano adeguatamente frenati.

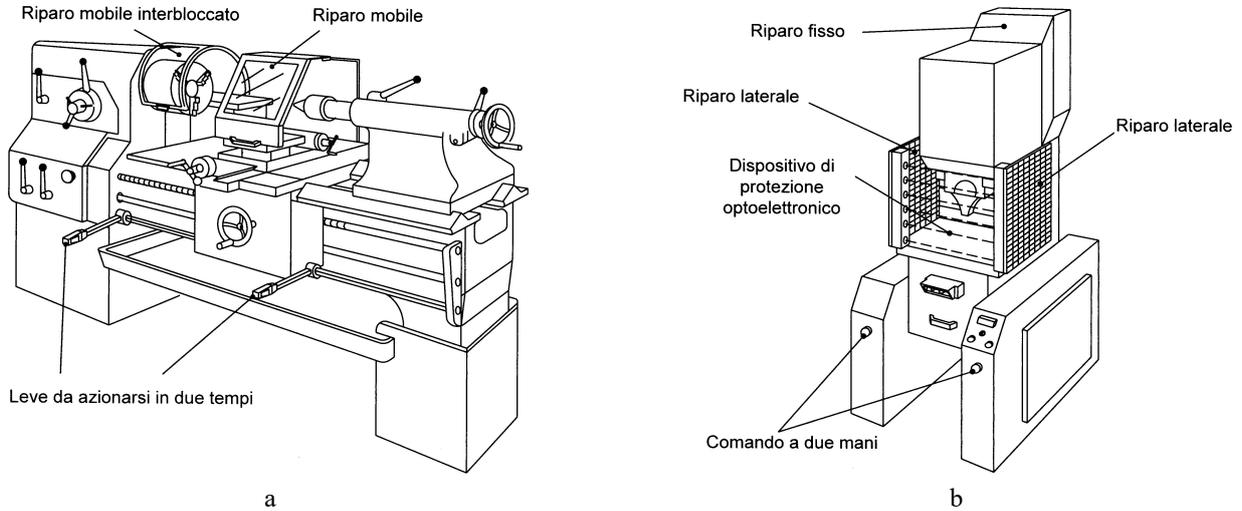


Fig. 6.392 - a) Tornio orizzontale a comando manuale - b) Pressa meccanica con innesto a frizione.

Rischi	Localizzazione	Misure di sicurezza
Impigliamento, urto, trascinamento, schiacciamento	Mandrino	Protezione tramite ripari fissi e/o mobili interbloccati al circuito di comando e controllo. Tali ripari devono evitare il contatto accidentale con il dispositivo di fissaggio del pezzo in rotazione. L'interblocco deve essere ad azione positiva. Adeguate istruzioni per l'uso.
	Carro portautensile	Uso di schermi ribaltabili, scorrevoli o spostabili. Questi schermi possono essere posti sul carro portautensili o possono essere spostabili; in ogni caso, non è necessario siano interbloccati al sistema di comando. Adeguate istruzioni per l'uso.
	Pezzo in lavorazione	Non essendo, in generale, possibile proteggere le persone dal contatto con il pezzo in rotazione, devono essere adottati dispositivi di comando che permettono di intervenire rapidamente nei casi di emergenza. Adeguate istruzioni per l'uso.
	Contropunta	Finecorsa di blocco o altre disposizioni atte ad impedire la caduta della contropunta.
	Vite e barra conduttrice	Se facilmente accessibili e dotate di velocità elevata devono essere protette, per esempio con custodie a cannocchiale o a soffietto.
	Volantini di manovra	Adozione di volantini ad anima piena e senza impugnatura, oppure con molle di espulsione o con disinnesto automatico (e impossibilità di innesto) del volante in caso di ritorno rapido.
Elementi di trasmissione	Segregazione all'interno di un involucro o nell'incastellatura del tornio. Se devono essere accessibili per operazioni normali, l'accesso deve avvenire tramite ripari interbloccati. Gli interblocchi devono essere ad azione positiva. Adeguate istruzioni per l'uso.	
Proiezione del dispositivo di fissaggio del pezzo al mandrino o di sue parti	Area di lavoro	Adeguate progettazione e costruzione del dispositivo di fissaggio e del naso del mandrino.
Proiezione del pezzo	Area di lavoro	Adeguate progettazione e costruzione dei dispositivi di fissaggio del pezzo (piattaforma e contropunta).
Proiezione del truciolo, di frammenti dell'utensile o del refrigerante	Area di lavoro	Parte frontale: uso di schermi ribaltabili, scorrevoli o spostabili, in grado di resistere alla proiezioni del truciolo o di un frammento dell'utensile; questi schermi possono essere posti sul carro portautensili o possono essere spostabili; in ogni caso non è necessario siano interbloccati al sistema di comando. Parte posteriore: uso di ripari che si estendono per l'intera lunghezza dell'area di lavoro.
Taglio o puntura	Utensile	Adeguate istruzioni per l'uso.
Scivolamento	Pedane di lavoro	Raccolta del liquido refrigerante in apposito serbatoio. Uso di pedane antiscivolamento. Adeguate istruzioni per l'uso.

Tab. 6.44 - Analisi dei rischi meccanici e relative misure di sicurezza per torni orizzontali.

**Presse** (v. fig. 6.392b). La tab. 6.45 riporta i principali rischi che presentano le presse meccaniche per la lavorazione a freddo del metallo e con funzionamento a ciclo singolo, azionate con innesto a frizione.

I ripari interbloccati con bloccaggio del riparo devono:

- essere conformi alla norma EN ISO 14120;
- impedire l'accesso alla zona protetta, finché la slitta non è a riposo nella corretta posizione di arresto (l'apertura ritardata può essere realizzata con temporizzazione o rivelatore di moto);
- impedire l'avviamento della corsa fino a quando il riparo non è chiuso;
- essere realizzati con dispositivi di interblocco conformi alla norma EN ISO 14119 e con sistemi ridondanti e monitorati.

Se i ripari mobili sono destinati ad essere aperti solo per la registrazione stampi o la manutenzione, per l'interblocco deve essere utilizzato almeno un interruttore ad apertura positiva e l'interfacciamento con i sistemi di comando non deve basarsi su un solo relè.

I ripari interbloccati con apertura anticipata devono:

- essere conformi alla norma EN ISO 14120;
- impedire l'avviamento della corsa fino a quando il riparo non è chiuso;
- essere dotati del bloccaggio del riparo per impedire l'apertura dello stesso finché non sia cessato qualsiasi movimento pericoloso nell'area degli stampi (in questo caso durante la fase non pericolosa, tipicamente la corsa di apertura, l'interblocco del riparo viene inibito), oppure devono essere progettati e realizzati in modo da impedire che la zona pericolosa possa essere raggiunta prima dell'arresto del movimento pericoloso;
- essere realizzati con dispositivi di interblocco conformi alla norma EN ISO 14119 e con sistemi ridondanti e monitorati.

Rischi	Localizzazione	Misure di sicurezza
Pericoli di natura meccanica: schiacciamento; cesoiamento; taglio o sezionamento; impigliamento; trascinarsi o intrappolamento; urto.	Area degli stampi. Zona fra punzone e matrice. Slitta. Cuscini. Estrattori pezzi. Ripari.	Uso di una delle seguenti misure di sicurezza (o di una loro combinazione): <ul style="list-style-type: none"> <li>• ripari fissi;</li> <li>• ripari interbloccati con bloccaggio del riparo;</li> <li>• ripari interbloccati con apertura anticipata;</li> <li>• sistema di protezione elettrosensibile con dispositivo di protezione attivo optoelettronico;</li> <li>• comando a due mani.</li> </ul>
	Parti mobili di impianti elettrici, idraulici e pneumatici. Motore e organi di trasmissione. Dispositivi meccanici di movimentazione.	Uso di una delle seguenti misure di sicurezza: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ripari fissi, quando è richiesto l'accesso non più di una volta per turno di lavoro;</li> <li>• ripari mobili interbloccati, quando è richiesto un accesso frequente, ovvero più di una volta per turno di lavoro;</li> <li>• ripari mobili interbloccati con bloccaggi del riparo quando è richiesto un accesso frequente e se il tempo di arresto del movimento pericoloso è superiore al tempo necessario per il raggiungimento della zona pericolosa.</li> </ul>
Proiezione degli oggetti	Zona in cui possono essere proiettate parti della macchina, dei pezzi in lavorazione e degli stampi.	Adeguate progettazioni della macchina e degli stampi. Se necessario, la macchina può essere dotata di ripari atti a resistere all'eventuale proiezione di frammenti del pezzo in lavorazione o dello stampo.
Eiezione di un fluido ad alta pressione	Zona in cui sono presenti impianti idraulici.	Adeguate progettazioni, costruzioni e installazioni degli impianti idraulici.
Scivolamento, inciampo e caduta	Qualsiasi postazione di lavoro sopraelevata. Zona di calpestio attorno alla pressa.	Zone sopraelevate con parapetti e con arresto al piede. Mezzi di accesso sicuro.
Pericolo di natura elettrica	Equipaggiamento elettrico. Parti messe in tensione a causa di guasti nell'equipaggiamento elettrico.	Applicazione della norma EN 60204-1.
Pericolo di natura termica	Freni, frizioni, parti dell'impianto idraulico.	Schermatura o isolamento delle parti accessibili con temperature elevate.
Rumore	Qualsiasi area attorno alla pressa nella quale le capacità uditive sono soggette a rischio.	Adozione di tecniche per la riduzione del rumore.
Vibrazioni	Parti della pressa dove tale rischio è presente, per esempio le postazioni di lavoro.	Adeguate progettazioni della macchina
Pericoli generati da materiali e sostanze trattate o scaricate dalla macchina	Impianti idraulici; impianti pneumatici e loro comandi; materiali tossici in lavorazione.	Se necessario (per esempio nel caso di lavorazione di/con materiali tossici), adozione di sistemi di aspirazione e abbattimento fumi, polveri, gas.
Pericoli di incendio o di esplosione	Impianti di ventilazione e di aspirazione polveri.	Adeguate progettazioni delle parti che possono provocare tali pericoli.
Pericoli provocati dall'inosservanza dei principi ergonomici in fase di progettazione della macchina	La posizione di lavoro ed i comandi per gli operatori ed i manutentori interessati alla movimentazione degli stampi.	Adeguate posizioni, forme e collocazioni dei dispositivi di comando, controllo e regolazione. Rispetto dell'uso dei colori e dei sensi di manovra dei dispositivi di comando. Adeguate illuminazioni della zona di lavoro.

**Tab. 6.45** - Analisi dei rischi meccanici e relative misure di sicurezza per presse meccaniche con innesto a pressione.

I sistemi di protezione elettrosensibili che utilizzano dispositivi di protezione attivi opto-elettronici (interruttori fotoelettrici) devono:

- essere di tipo 4, in conformità alla norma EN 61496-1;
- permettere l'accesso alla zona pericolosa solo attraverso il campo di intercettazione;
- evitare che una persona possa sostare fra la cortina e la zona pericolosa senza che la sua presenza sia intercettata;
- impedire l'avvio di movimenti pericolosi, quando una parte del corpo è presente nel campo di intercettazione;
- prevedere un dispositivo di ripristino per ogni campo di intercettazione, situato in modo da avere una chiara visione della zona pericolosa;
- impedire che la zona pericolosa sia raggiunta con gli arti superiori senza che i fasci siano intercettati.

I comandi a due mani, se usati per la protezione durante il funzionamento normale della pressa, devono essere conformi alle norme, in modo da garantire:

- la contemporaneità di azionamento dei due attuatori entro un tempo non superiore a 0,5 s;
- la necessità di rilasciare ambedue gli attuatori per attivare un nuovo comando, dopo un arresto provocato dal rilascio di un attuatore;
- la rispondenza alla norma EN ISO 14120.

I comandi a due mani devono essere in numero uguale a quello degli operatori indicati sul selettore del modo di funzionamento.

Quando una pressa deve essere utilizzata nel modo operativo del ciclo singolo, deve essere installato un dispositivo anti-ripetitore. Questo dispositivo deve impedire l'inizio di una seconda corsa anche se l'organo di comando viene mantenuto azionato (per esempio, un pulsante). Una nuova corsa deve richiedere il rilascio dell'organo di comando ed un suo nuovo azionamento.