

Arresto e interruzione di emergenza sulle macchine (e altri dispositivi di sicurezza)

di **Gianfranco Ceresini**

Pubblicato il
30/04/2012
Aggiornato al:
30/04/2012

1 L'arresto di emergenza nella Direttiva Macchine

Il Dlgs 17/2010, attuazione della direttiva macchine 2006/42/CE, all'articolo 1.2.4.3 detta le prescrizioni riguardanti l'arresto di emergenza sulle macchine. Un dispositivo di arresto d'emergenza comprende un dispositivo di comando specifico collegato al sistema di comando che impartisce un comando di arresto e i componenti o sistemi necessari per arrestare le funzioni pericolose di una macchina il più rapidamente possibile, senza creare ulteriori rischi.

I dispositivi di arresto d'emergenza devono poter consentire all'operatore di arrestare le funzioni pericolose della macchina il più rapidamente possibile nel caso in cui, nonostante si siano adottate altre misure di protezione, si verifichino situazioni o eventi pericolosi. Il dispositivo di arresto d'emergenza non rappresenta una protezione in sé, ragion per cui l'ultima frase del punto 1.2.4.3 della direttiva macchine precisa che i dispositivi di arresto di emergenza devono rappresentare una soluzione di riserva di altre misure di protezione, come i ripari e i dispositivi di protezione, e non sostituirsi ad esse.

Tuttavia, il comando d'arresto d'emergenza deve poter consentire all'operatore di impedire che una situazione pericolosa causi un incidente, o per lo meno di ridurre la gravità delle conseguenze di tale incidente. Un comando di emergenza deve anche poter consentire all'operatore di impedire che la macchina sia danneggiata a causa del malfunzionamento.

Andiamo ora ad esaminare frase per frase ciò che l'articolo 1.2.4.3 dice sulla progettazione ed installazione dei dispositivi di arresto di emergenza.

“La macchina deve essere munita di uno o più dispositivi di arresto di emergenza, che consentano di evitare situazioni di pericolo che rischiano di prodursi nell'imminenza o che si stiano producendo.

Sono escluse da quest'obbligo:

- *le macchine per le quali il dispositivo di arresto di emergenza non può ridurre il rischio, perché non riduce il tempo per ottenere l'arresto normale oppure perché non permette di prendere le misure specifiche che il rischio richiede,*
- *le macchine portatili tenute e/o condotte a mano.”*

Sono previste quindi due eccezioni per cui i dispositivi di arresto di emergenza non sono necessari. Si ha la prima eccezione quando il dispositivo di arresto di emergenza non ridurrebbe il rischio in confronto a un arresto normale. Questo può essere il caso, ad esempio, se non è possibile ottenere

un arresto significativamente più rapido di quanto si potrebbe ottenere con un arresto normale senza creare ulteriori rischi quali, ad esempio, la perdita di stabilità o il rischio di rottura di parti della macchina. Qualora la macchina non sia dotata di comando di arresto d'emergenza, il dispositivo di arresto normale deve essere chiaramente individuabile, ben visibile e rapidamente accessibile in modo da poter essere utilizzato per poter arrestare la macchina in caso di emergenza. La seconda eccezione riguarda le macchine portatili tenute e/o condotte a mano (macchine portate dall'operatore durante l'utilizzo con o senza l'ausilio di un'imbracatura, ad esempio, le macchine alimentate dalla rete elettrica o tramite un motore elettrico a batteria, le macchine pneumatiche e le macchine azionate da un motore a combustione interna).

“Il dispositivo deve:

- comprendere dispositivi di comando chiaramente individuabili, ben visibili e rapidamente accessibili,*
- provocare l'arresto del processo pericoloso nel tempo più breve possibile, senza creare rischi supplementari,*
- quando necessario avviare, o permettere di avviare, alcuni movimenti di salvaguardia.”*

In primo luogo, i dispositivi di arresto d'emergenza devono essere chiaramente individuabili e ben visibili. Questo è un elemento importante, in quanto in una situazione d'emergenza reagire in una frazione di secondo può essere cruciale. Di norma i dispositivi di arresto d'emergenza sono rossi in campo giallo. Secondo, i dispositivi d'arresto d'emergenza devono essere rapidamente accessibili. Questo requisito produce delle conseguenze sulla scelta del tipo di dispositivo di comando e sul numero e sulla posizione dei dispositivi di comando di cui dotare la macchina. Spesso i dispositivi di comando d'emergenza sono azionati a mano e sono del tipo a fungo. Tuttavia, laddove vi sia il rischio che l'operatore possa avere difficoltà a raggiungere il comando di arresto d'emergenza, ad esempio se entrambe le mani sono rimaste intrappolate, potrebbero essere preferibili dispositivi di arresto d'emergenza a pedale o a barra che possono essere azionati da altre parti del corpo. Nel caso di macchine in cui le zone pericolose sono estese in lunghezza, ad esempio su macchine di movimentazione continua come i nastri trasportatori, i comandi di arresto d'emergenza devono poter essere attivati tramite cavi o funi. Poiché i dispositivi di arresto d'emergenza devono essere rapidamente accessibili, il numero e la posizione di tali dispositivi saranno conseguenti alle dimensioni e alla configurazione della macchina, al numero degli operatori, all'ubicazione delle zone di pericolo e alla posizione dei punti di lavoro e di manutenzione. In particolare, potrebbe essere necessario dotare di dispositivi di arresto d'emergenza l'interno delle zone pericolose non visibili all'operatore che avvia la macchina o le zone della macchina in cui potrebbero restare imprigionate delle persone, in modo tale che chiunque sia esposto possa impedire l'avviamento nel caso non possa allontanarsi in tempo dalla zona di pericolo (il comando di emergenza nella zona di pericolo viene richiesto come alternativa, nel caso in cui non fosse possibile far precedere l'avviamento della macchina da un segnale acustico o visivo di avvertimento).



Figura 1 - Dispositivi per l'arresto di emergenza (Allen-Bradley)

Il secondo trattino del paragrafo dell'art. 1.2.4.3 specifica che i dispositivi di arresto d'emergenza devono poter arrestare un processo pericoloso il più rapidamente possibile, senza causare rischi supplementari. I mezzi per soddisfare tale prescrizione dipendono dalle caratteristiche della macchina. In taluni casi, sarà sufficiente un'interruzione immediata dell'alimentazione degli azionatori. Qualora sia necessario un arresto comandato, l'alimentazione degli azionatori può essere mantenuta in fase di arresto, per poi essere interrotta una volta ottenuto l'arresto. In taluni casi, per evitare di creare ulteriori rischi, può essere necessario mantenere l'alimentazione di taluni componenti anche dopo l'arresto, ad esempio per evitare la caduta di alcuni elementi della macchina.

Il terzo trattino del paragrafo fa riferimento a casi in cui può essere necessario effettuare azioni diverse dall'arresto della macchina per evitare o eliminare le situazioni pericolose (si tratta di quelle operazioni che la norma CEI EN 60204-1 definisce come avviamento o inserzione di emergenza). Per esempio, una volta arrestata la macchina, può essere necessario aprire o consentire l'apertura di punti in cui potrebbero rimanere imprigionate o agganciate parti del corpo dell'operatore. In tali casi, occorre progettare il dispositivo di arresto d'emergenza in modo che possa azionare automaticamente tale funzione, oppure, almeno, consentirne il controllo. Laddove necessario per mantenere le condizioni di sicurezza, alcune funzioni di sicurezza della macchina non devono essere arrestate (quali, ad esempio, i sistemi di raffreddamento o di estrazione delle polveri).

“Quando si smette di azionare il dispositivo di arresto di emergenza dopo un ordine di arresto, detto ordine deve essere mantenuto da un blocco del dispositivo di arresto di emergenza, sino al suo sblocco; non deve essere possibile ottenere il blocco del dispositivo senza che quest'ultimo generi un ordine di arresto; lo sblocco del dispositivo deve essere possibile soltanto con una apposita manovra e non deve riavviare la macchina, ma soltanto autorizzarne la rimessa in funzione.”

Questo requisito mira a evitare il rischio di avviamento involontario della macchina dopo l'attivazione del dispositivo di arresto d'emergenza. Ci si può conformare a tale requisito dotando la macchina di dispositivi di arresto d'emergenza del tipo "a blocco" che richiedono un'azione specifica determinata per essere sbloccati. Lo sblocco del dispositivo di comando d'emergenza non deve riavviare la macchina, ma solo autorizzarne la rimessa in moto tramite il normale dispositivo di avviamento.

“La funzione di arresto di emergenza deve essere sempre disponibile e operativa a prescindere dalla modalità di funzionamento.”

Questo paragrafo del punto 1.2.4.3 prescrive che la funzione di arresto d'emergenza debba essere sempre disponibile e operativa, a prescindere dal modo di funzionamento.

I dispositivi di arresto di emergenza devono offrire soluzioni di riserva ad altre misure di protezione e non sostituirsi ad esse.

Il dispositivo di arresto d'emergenza non rappresenta una protezione in sé, ma una soluzione di riserva di altre misure di protezione, come i ripari e i dispositivi di protezione, e non sostituirsi ad esse.



Figura 2 – Fungo per l'arresto di emergenza su una linea (Omron)

2 Funzioni di arresto delle macchine - norma CEI EN 60204-1

Malgrado i dispositivi di arresto d'emergenza siano richiesti per qualsiasi tipo di macchina (la Direttiva Macchine, come visto, prevede due eccezioni specifiche) la normativa li considera "apparecchiature di protezione complementari". Poiché non impediscono e non rilevano l'accesso a un pericolo, non sono considerati dispositivi di protezione primari. Sono generalmente usati per proteggere le persone e le macchine solo in caso di pericoli improvvisi ed emergenze. Devono essere robusti, affidabili e immediatamente accessibili e disponibili in tutte le modalità di funzionamento della macchina e in tutte le posizioni in cui possa essere necessario azionarli.

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

- **Categoria 0** - Arresto dovuto all'immediato scollegamento dell'alimentazione degli attuatori della macchina. E' considerato un arresto non controllato. Con l'alimentazione disinserita, l'azione di frenata, che richiede energia, non sarà attiva. Questo consente ai motori di girare liberamente e rallentare fino a fermarsi dopo un certo periodo di tempo. In altri casi, e possibile che i sistemi di fissaggio della macchina depositino del materiale e che l'alimentazione sia necessaria per tenere fermo tale materiale. I sistemi di arresto meccanici, poiché non richiedono alimentazione, possono essere usati anche con un arresto di categoria 0. L'arresto di categoria 0 ha la priorità sugli arresti di categoria 1 o 2.
- **Categoria 1** - Arresto comandato in cui l'alimentazione è disponibile affinché gli attuatori della macchina eseguano l'arresto. Quindi, l'alimentazione viene rimossa dagli attuatori dopo l'arresto. Questa categoria di arresti consente una frenata con alimentazione che provoca l'arresto rapido del movimento pericoloso, successivamente l'alimentazione può essere rimossa dagli attuatori.
- **Categoria 2** - Arresto comandato con alimentazione disponibile per gli attuatori della macchina. La categoria 2 non è generalmente considerata adatta ad un arresto d'emergenza. Un normale arresto di produzione è considerato un arresto di categoria 2.

Queste categorie di arresti devono essere applicate a ciascuna funzione di arresto; nel caso in cui per funzione di arresto si intende l'azione intrapresa dalle parti correlate alla sicurezza del sistema di controllo come reazione a un ingresso, deve essere usata la categoria 0 o 1. Le funzioni di arresto devono avere la precedenza sulle funzioni di avviamento. La scelta della categoria di arresto per ogni funzione di arresto deve essere determinata mediante valutazione dei rischi.

3 Funzioni di arresto (e avvio) di emergenza - norma CEI EN 60204-1

La norma EN 60204-1 (CEI 44-5) nell'allegato D introduce quattro funzioni per le operazioni di emergenza sulle macchine (tabella 1).

Operazione di emergenza	Funzione
<u>Arresto di emergenza</u>	Manovra di emergenza volta ad arrestare un processo o un movimento divenuto pericoloso
<u>Avviamento di emergenza</u>	Manovra di emergenza volta ad avviare un processo o un movimento per rimuovere o evitare una situazione pericolosa
<u>Interruzione di emergenza</u>	Manovra di emergenza volta a interrompere l'alimentazione dell'energia elettrica a tutte le parti o a una parte di un'installazione in cui si verifichi un rischio di scossa elettrica o altri rischi di origine elettrica
<u>Inserzione di emergenza</u>	Manovra di emergenza volta a inserire l'alimentazione elettrica di una parte di un'installazione destinata ad essere utilizzata nelle situazioni di emergenza

Tabella 1 – Funzioni per le operazioni di emergenza

Queste funzioni possono essere frutto solamente di un'azione umana volontaria. In realtà poi la norma (relativa all'equipaggiamento elettrico delle macchine) di queste operazioni di emergenza ne tratta solamente due, ovvero quelle in genere più importanti ai fini della sicurezza, l'interruzione di emergenza e l'arresto di emergenza.

Interruzione di emergenza

In presenza di rischio di scariche elettriche, la funzione di interruzione di emergenza interrompe l'alimentazione di energia a tutto il sistema o a parte di esso. Un'interruzione di emergenza dovrebbe essere prevista dove:

- La protezione dai contatti diretti è stata raggiunta (ad esempio tramite interruttori in ambienti elettrici) solo mediante messa fuori portata o interponendo ostacoli;
- Esiste la possibilità che si verifichino guasti o danni derivanti dall'energia elettrica.

Un'interruzione di emergenza toglie l'energia a disposizione della macchina causando un arresto di Categoria 0. Quando per una macchina non è permesso un arresto di Categoria 0, può essere necessario optare per un'altra tipologia di protezione, es. contro i contatti diretti, di modo che non sia più indispensabile l'interruzione di emergenza.

Questo significa che l'interruzione di emergenza viene utilizzata dove l'analisi dei rischi evidenzia un pericolo dovuto alla tensione elettrica e perciò è richiesta una immediata e completa interruzione della fornitura d'energia.

I dispositivi per l'interruzione di emergenza cadono nel campo di applicazione delle norme europee sotto la Direttiva Bassa Tensione quando non siano impiegati in connessione con le macchine. Quando invece siano impiegati in connessione con le macchine essi cadono, come tutte le altre attrezzature elettriche, esclusivamente nel campo di applicazione della Direttiva Macchine.

Per questa funzione sono necessari dispositivi esterni per l'interruzione dell'alimentazione. L'interruzione dell'alimentazione non può essere ottenuta mediante funzioni basate sui convertitori di frequenza, ad esempio la funzione STO (Safe Torque Off).

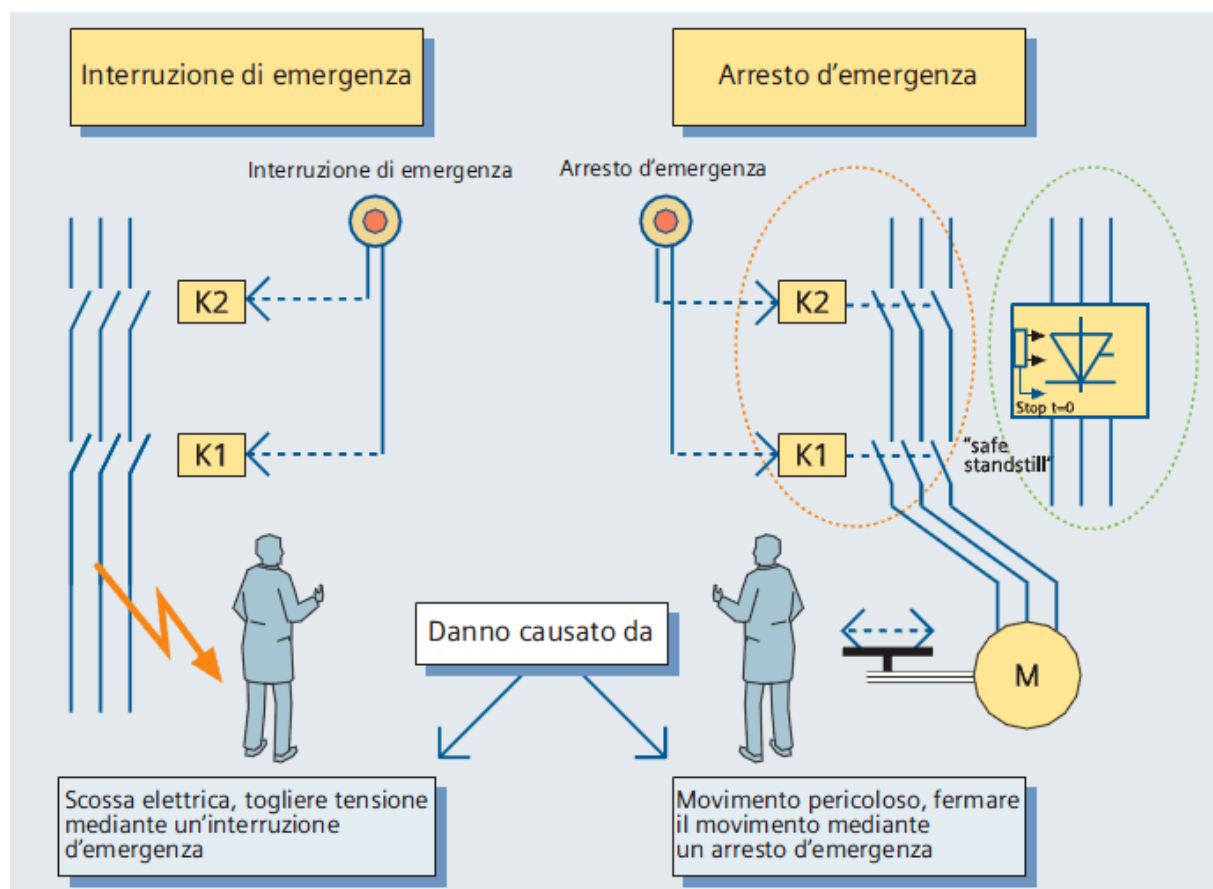


Figura 2 – Differenza tra interruzione di emergenza e arresto di emergenza (Siemens)

Arresto di emergenza

Un arresto di emergenza deve essere impostato in modo tale che, quando viene attivato, il movimento pericoloso della macchina venga interrotto e la macchina non sia in grado di ripartire in modo autonomo in nessuna condizione, neanche dopo il rilascio del dispositivo di arresto di emergenza. Il rilascio del dispositivo di arresto di emergenza permette soltanto la rimessa in funzione della macchina, non il riavvio. L'arresto di emergenza può interrompere il movimento pericoloso mediante l'esecuzione di una delle azioni indicate di seguito:

- decelerazione secondo una rampa ottimale fino all'arresto della macchina;
- utilizzo di una delle due categorie di arresto di emergenza, 0 o 1;
- esecuzione di una sequenza di spegnimento predefinita.

Quando viene eseguito un arresto di emergenza di categoria 0, l'alimentazione del motore viene interrotta immediatamente. Un arresto di emergenza di categoria 0 equivale alla funzione STO (Safe Torque Off), secondo quanto definito nella norma EN 60204-1. Il movimento derivato dal STO è incontrollato e porterà il carico ad arrestarsi in modo libero. Nel caso in cui vi siano altre forze agenti sul carico, è necessario utilizzare un freno.

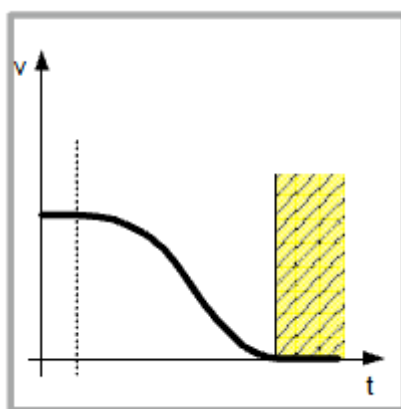


Figura 4 - Funzione di sicurezza Safe Torque Off (categoria 0)

Quando viene eseguito un arresto di emergenza di categoria 1, la macchina viene portata in posizione di fermo mediante una decelerazione controllata della velocità, quindi viene interrotta l'alimentazione. Un arresto di emergenza di categoria 1 equivale alla funzione SS1 (Safe Stop 1), secondo quanto definito nella norma EN 60204-1. La funzione SS1 prevede di verificare che il carico venga decelerato oltre un valore di soglia di decelerazione consentita, ed all'arresto del carico, viene attivata la funzione di STO. Se il carico non segue il valore limite di decelerazione prefissato, il sistema di controllo della sicurezza reagisce imponendo immediatamente il STO. La funzione SS1 prevede in alternativa, l'attivazione di STO con un ritardo prefissato dalla sua attivazione.



Figura 5 - Funzione di sicurezza Safe Stop 1 (categoria 1)

Quando messa in atto, la funzione di arresto di emergenza non deve determinare rischi aggiuntivi né richiedere ulteriori interventi da parte dell'operatore della macchina.

Per gli arresti in caso di pericolo valgono, oltre alle esigenze per l'arresto, anche le seguenti prescrizioni:

- Il comando del dispositivo d'arresto d'emergenza deve avere la priorità assoluta su qualsiasi altro comando in caso di contemporaneità;
- Deve essere interrotta il più velocemente possibile la fornitura di energia a quegli elementi mobili di una macchina che possono causare uno stato di pericolo, o più precisamente delle condizioni di pericolo, senza con questo causare altri pericoli (es. tramite dispositivi di arresto meccanico che non richiedano alcuna interruzione dell'alimentazione esterna, tramite la frenatura in controcorrente in accordo con la Categoria 1 di arresto);
- Il ripristino del dispositivo d'arresto non deve determinare il riavvio.

Poiché il dispositivo d'arresto deve produrre un arresto in Categoria 0 oppure in Categoria 1, la categoria precisa dell'arresto deve essere prestabilita tramite una valutazione dei rischi della macchina.

Fino a poco tempo fa erano necessari componenti elettromeccanici cablati per i circuiti di arresto di emergenza. Grazie alle recenti modifiche apportate a norme come la EN 60204-1, nei circuiti di arresto di emergenza possono essere utilizzati PLC di sicurezza e altre forme di logica elettronica rispondenti ai requisiti di norme come la IEC 61508.

I principi relativi alla progettazione di una funzione di arresto di emergenza sono riportati nella norma UNI EN ISO 13850.

4 Requisiti dell'arresto di emergenza - norma UNI EN ISO 13850

La funzione di arresto di emergenza deve essere disponibile e operativa in qualsiasi istante e deve avere la priorità su tutte le altre funzioni e operazioni in qualsiasi modalità di funzionamento della macchina senza compromettere eventuali comandi destinati a rilasciare le persone intrappolate. Non deve essere possibile per qualsiasi comando di avvio (che sia previsto, non intenzionale o inatteso) rendere operative le funzioni della macchina fermate dall'intervento della funzione di emergenza fino a che la funzione di arresto di emergenza non venga resettata manualmente.

La funzione di arresto di emergenza non deve essere utilizzata come un sostituto delle misure di salvaguardia e delle altre funzioni di sicurezza, ma deve essere progettato per essere utilizzato come misura complementare di protezione. La funzione di arresto di emergenza non deve compromettere l'efficacia dei dispositivi di protezione.

La funzione di arresto di emergenza deve essere progettato in modo che, dopo l'attivazione dell'arresto di emergenza, i movimenti pericolosi e le operazioni della macchina siano fermati in "modo appropriato", senza creare rischi aggiuntivi e senza alcun ulteriore intervento umano. Come già visto nel paragrafo precedente, il "modo appropriato" può includere:

- scelta di un tasso di decelerazione ottimale,
- selezione della categoria di arresto (in base alla valutazione del rischio della macchina)
 - o Categoria di arresto 0: arresto per mezzo di
 - rimozione immediata dell'alimentazione agli attuatori della macchina, o
 - disconnessione meccanica (disinnesto) tra gli elementi pericolosi e gli attuatori di macchina e, se necessario, frenatura.
 - o Categoria di arresto 1: un arresto controllato con l'alimentazione agli attuatori di macchina che rimane a disposizione per raggiungere l'arresto e solo dopo l'arresto avviene il distacco dell'alimentazione. Esempi di distacco dell'alimentazione includono:
 - spegnimento dell'alimentazione ai motori elettrici della macchina, disinnesto degli elementi mobili della macchina dalla fonte di energia meccanica, e blocco dell'alimentazione del fluido agli attuatori idraulici/pneumatici della macchina.
- impiego di una sequenza di arresto prestabilita.

La funzione di arresto di emergenza deve essere progettato in modo che la decisione di utilizzare il dispositivo di arresto di emergenza non richieda all'operatore di considerare gli effetti che ne derivano.

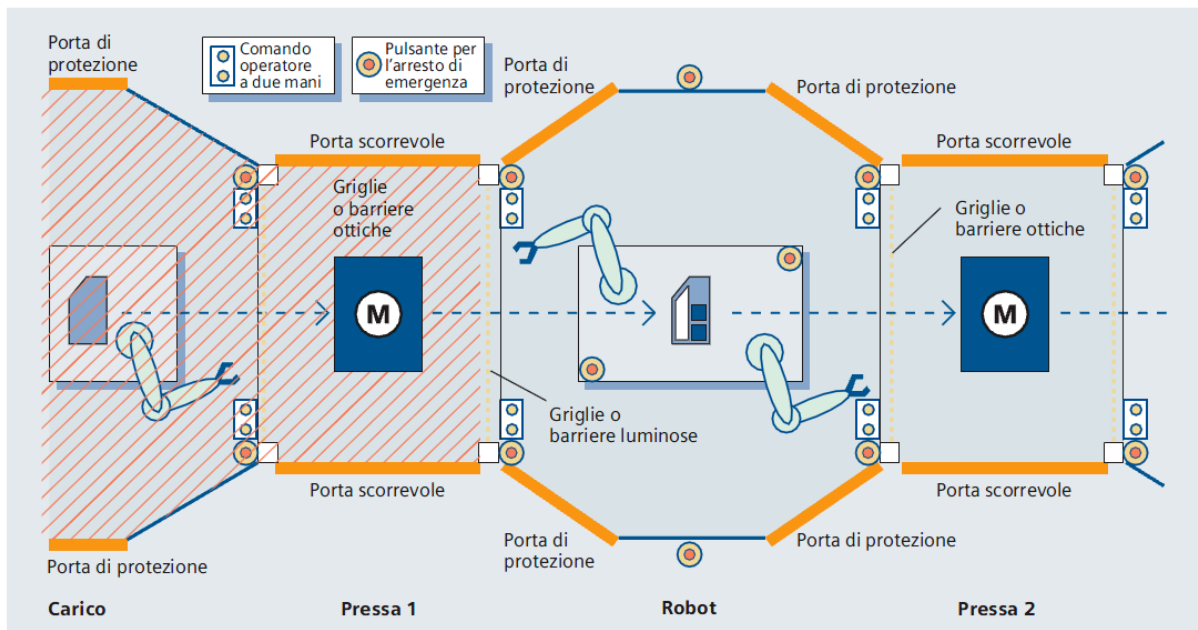


Figura 6 – Esempio di posizionamento dei comandi di emergenza su una macchina (Siemens)

Una volta attivato il funzionamento del dispositivo di arresto di emergenza dopo un comando di arresto di emergenza, l'effetto di questo comando deve essere mantenuto finché non viene resettato manualmente. Il reset deve essere possibile solo nella posizione nella quale è stato avviato il comando di arresto di emergenza. Il reset del comando non deve far ripartire la macchina, ma soltanto autorizzarne la rimessa in funzione. Non deve essere possibile far ripartire la macchina fino a che un reset manuale del dispositivo di arresto di emergenza è stato effettuato in ogni posizione nella quale è stato attivato l'arresto di emergenza.

I dispositivi, i componenti e gli elementi utilizzati per realizzare la funzione di arresto di emergenza sono selezionati, assemblati, collegati e protetti in modo che siano in grado di funzionare correttamente nelle previste condizioni operative e ambientali e tenendo conto:

- della frequenza di funzionamento e della necessità di test periodici, per esempio, nel caso di funzionamento infrequente, e
- degli effetti dovuti, ad esempio, a vibrazioni, urti, temperatura, polvere, corpi estranei, umidità, materiali corrosivi e fluidi.

5 Dispositivi di arresto di emergenza – norme UNI EN 13850 e CEI EN 60204-1

Laddove sussiste il pericolo che un operatore sia messo a rischio da una macchina, occorre che l'accesso al dispositivo di arresto d'emergenza sia facile. Il dispositivo di arresto di emergenza deve essere costantemente in funzione e facilmente disponibile. I pannelli operatore dovrebbero contenere almeno un dispositivo di arresto d'emergenza. Se necessario è possibile utilizzare ulteriori dispositivi di arresto d'emergenza in altre posizioni. Quando viene azionato, il dispositivo di arresto di emergenza deve rimanere in posizione premuta e non deve essere possibile generare il comando di arresto senza tale condizione. Il reset del dispositivo di arresto di emergenza non deve creare una situazione pericolosa. Deve inoltre essere eseguita un'azione separata e deliberata per riavviare la macchina.

I dispositivi utilizzati per l'arresto di emergenza devono essere del tipo ad apertura diretta. Un esempio di applicazione di questo principio è un dispositivo di arresto di emergenza che impiega contatti elettrici con l'azione diretta di apertura ossia in cui la separazione del contatto non dipende dal movimento di una molla.

I dispositivi di arresto di emergenza sono considerati apparecchiature di protezione complementari. Non sono considerati dispositivi di protezione primari perché non impediscono e non rilevano l'accesso a un pericolo.

I dispositivi di arresto d'emergenza hanno varie forme: interruttori a pulsante, interruttori a fune, interruttori a barre, interruttori a maniglie e interruttori a pedale sono esempi dei dispositivi più comunemente diffusi.

Pulsanti di arresto d'emergenza

Il tipo più comune dei dispositivi di arresto di emergenza sono i pulsanti rossi a fungo posti su sfondo giallo che l'operatore preme in caso di emergenza.

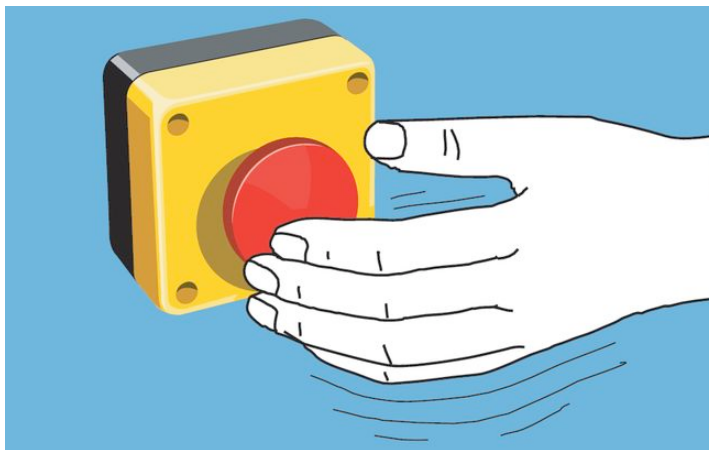


Figura 7 – Comando di emergenza a fungo rosso su fondo giallo (Allen-Bradley)

Devono essere distribuiti strategicamente e in quantità sufficiente intorno alla macchina per garantire che ve ne sia sempre uno a portata di mano nell'area pericolosa. I pulsanti di arresto di emergenza devono essere immediatamente accessibili e disponibili in tutte le modalità di funzionamento della macchina. I pulsanti utilizzati come dispositivi di arresto di emergenza devono essere a fungo (o azionabili con il palmo della mano) e di colore rosso su sfondo giallo. Quando il pulsante viene premuto, i contatti devono cambiare stato non appena il pulsante si blocca in posizione premuta.

Interruttori a fune

Per le macchine quali i nastri trasportatori, spesso risulta più comodo ed efficace usare un dispositivo a fune posto lungo l'area di pericolo (come mostrato in figura 8) come dispositivo di arresto d'emergenza.

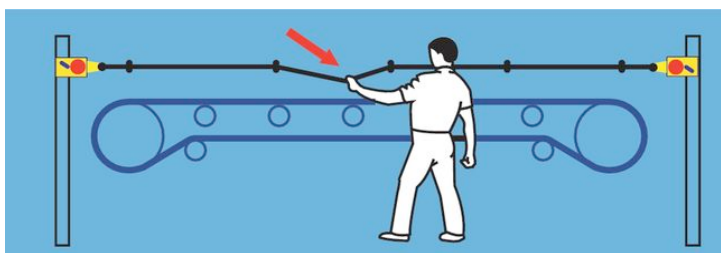


Figura 8 – Interruttore a fune lungo un nastro (Allen-Bradley)

Questi dispositivi usano un cavo d'acciaio collegato all'interruttore di blocco a fune in modo tale che tirando il cavo in qualsiasi punto lungo la sua lunghezza l'interruttore venga attivato e interrompa l'alimentazione della macchina. Gli interruttori a fune devono rilevare sia il tensionamento sul cavo che l'eventuale mancanza di tensionamento. Quest'ultima funzione assicura che il cavo non sia tagliato e, quindi, pronto all'uso.

La distanza del cavo incide sulle prestazioni dell'interruttore. Per brevi distanze, a una estremità è installato l'interruttore di sicurezza e, all'altra estremità, una molla di tensione. Per lunghe distanze, l'interruttore di sicurezza deve essere installato a entrambe le estremità del cavo, in modo da garantire che una singola azione dell'operatore generi un comando di arresto. La forza di trazione necessaria non dovrebbe superare i 200 N o una distanza di 400 mm nel punto centrale tra i due supporti del cavo.

Quando si utilizzano fili o corde, può essere utile per migliorare la loro visibilità, attaccarvi dei marcatori che identifichino la loro funzione

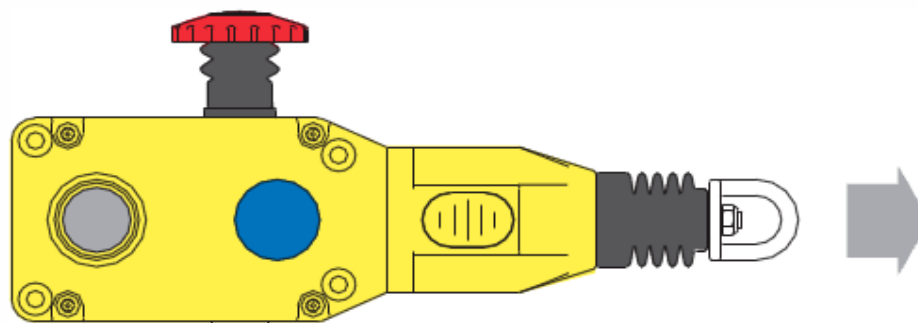


Figura 9 - Comando di emergenza a filo su un nastro e particolare dell'interruttore (Omron)

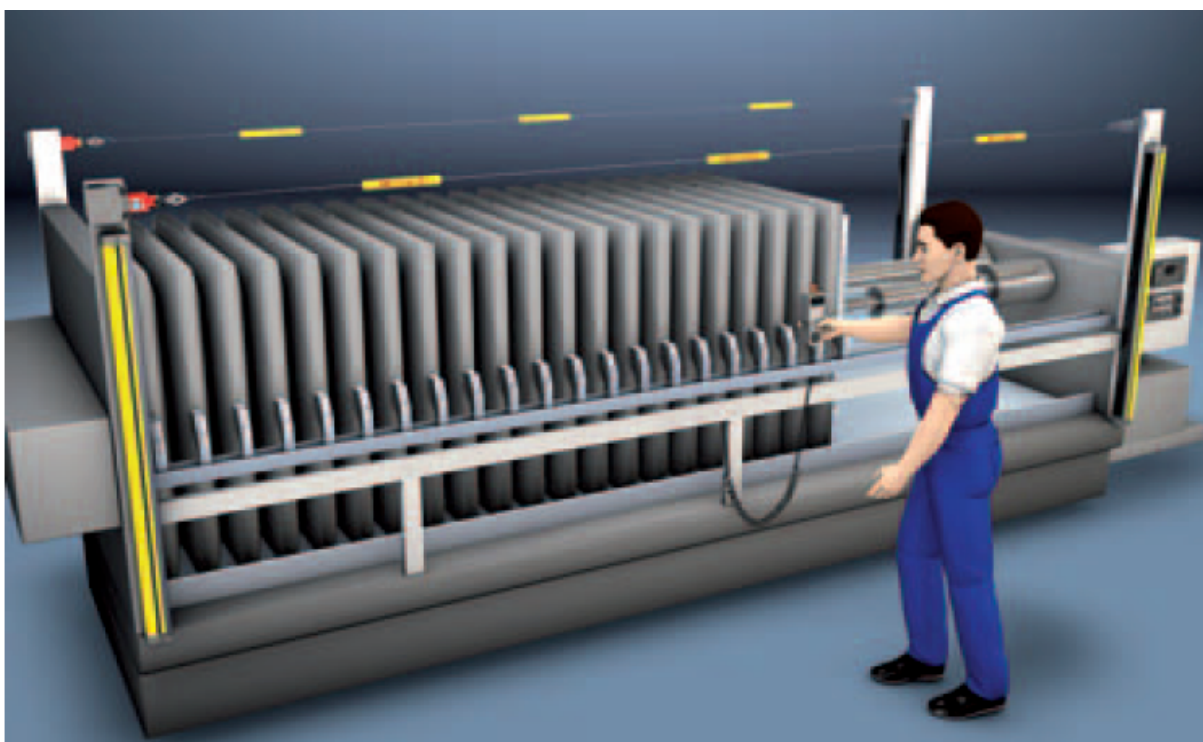


Figura 10 - Interruttore a filo per l'arresto di emergenza (Leuze)

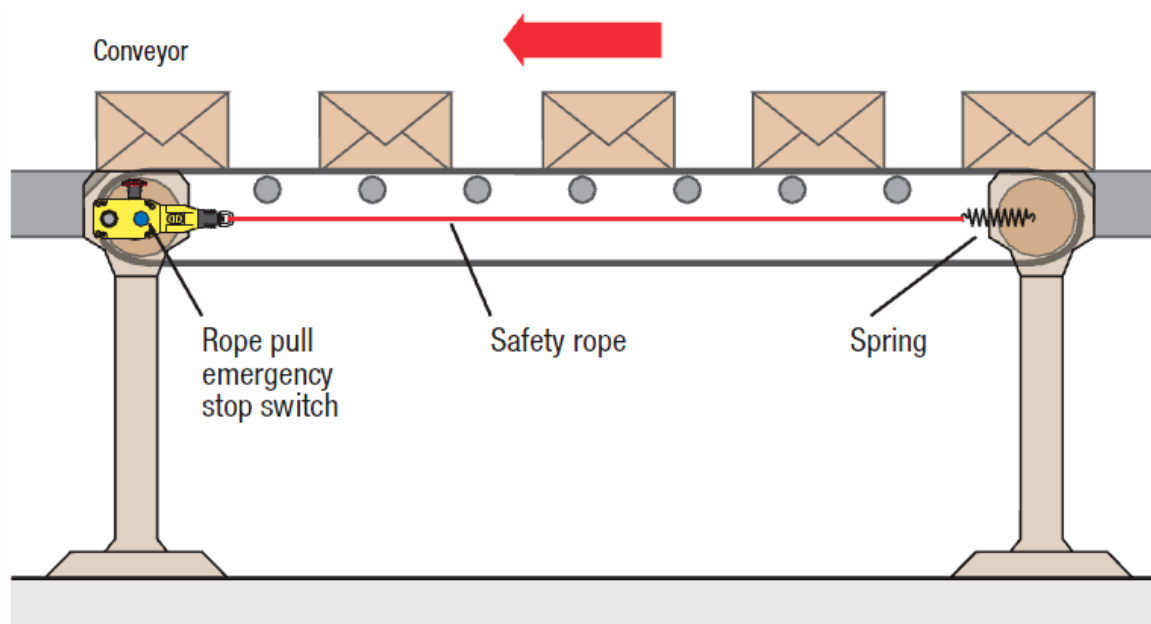


Figura 11 - Esempio di applicazione di un interruttore di emergenza a fune su un nastro trasportatore (Omron)

6 Comandi a due mani

L'uso dei comandi a due mani (chiamati anche comandi bimanuali) è un metodo molto diffuso per evitare l'accesso a una macchina mentre questa si trova in una condizione pericolosa. Per avviare la macchina, occorre azionare contemporaneamente due comandi (entro 0,5 s uno dall'altro). In questo modo, entrambe le mani dell'operatore sono impegnate in una posizione sicura (ossia sui comandi) e non possono quindi essere spostate nell'area pericolosa. I comandi devono essere azionati continuamente finché permane una situazione di pericolo. Quando uno dei comandi viene rilasciato, il funzionamento della macchina deve cessare e, prima che la macchina possa essere riavviata, devono essere rilasciati entrambi i comandi.

Un sistema di controllo a due mani dipende fortemente dalla capacità del sistema di monitoraggio e di controllo di rilevare eventuali guasti, dunque è importante che questo aspetto sia progettato con le specifiche corrette. La prestazione del sistema di sicurezza a due mani è classificata in tipologie dalla norma ISO 13851 (EN 574), correlati alle Categorie ISO 13849-1. I tipi più comunemente usati per la sicurezza delle macchine sono IIIB e IIIC. La tabella che segue mostra la relazione tra i tipi e le categorie di sicurezza.

ESIGENZE	Paragrafo della EN 574	Tipi				
		I	II	III		
				A	B	C
Utilizzo delle due mani (manovra simultanea)	5.1	X	X	X	X	X
Relazione tra segnale d'ingresso e segnale d'uscita	5.2	X	X	X	X	X
Interruzione del segnale d'uscita	5.3	X	X	X	X	X
Prevenzione d'una manovra accidentale	5.4	X	X	X	X	X
Protezione contro le frodi	5.5	X	X	X	X	X
Re-inizializzazione del segnale d'uscita	5.6		X	X	X	X
Manovra sincrona	5.7			X	X	X
Utilizzo della categoria 1 (EN 13849-1)	6.2	X		X		
Utilizzo della categoria 3 (EN 13849-1)	6.3		X		X	
Utilizzo della categoria 4 (EN 13849-1)	6.4					X

Tabella 1 della EN 574.

Tabella 2 – Tipi di controllo a due mani (Norma EN 574)

Le caratteristiche dei diversi tipi si differenziano per la struttura dei pulsanti e i requisiti del sistema di comando, mentre vi sono alcuni principi di base che si applicano a tutte le tipologie (tabella 3).

Requisiti comuni a tutti i comandi a due mani
si dovrà garantire l'uso di entrambe le mani
Il rilascio di uno dei due pulsanti provocherà l'arresto del movimento pericoloso
dovrà essere impedita l'attivazione accidentale
non dovrà essere possibile evitare con facilità la funzione di protezione
non si dovrà consentire che il comando a due mani venga portato all'interno dell'area pericolosa

Tabella 3 – Requisiti per comandi a due mani (Norma EN 574)

La progettazione fisica degli spazi deve impedire l'uso improprio (ad es. utilizzando una mano e un gomito). Ciò è possibile mediante un calcolo delle distanze o l'installazione di schermi. La macchina non deve passare da un ciclo a un altro senza il rilascio e la pressione di entrambi i pulsanti. Questo evita la possibilità che entrambi i pulsanti siano bloccati, lasciando così la macchina in continuo funzionamento. Il rilascio di uno qualsiasi dei pulsanti deve provocare l'arresto della macchina.

L'uso del controllo a due mani deve essere analizzato con attenzione poiché in genere lascia comunque un certo margine di rischio. Il comando a due mani protegge solo la persona che lo usa. L'operatore protetto deve essere in grado di osservare tutta l'area di accesso al pericolo, poiché le altre persone potrebbero non essere protette.

Per la protezione del resto del personale è necessario prevedere altre misure di sicurezza quali ad esempio l'installazione di barriere fotoelettriche.

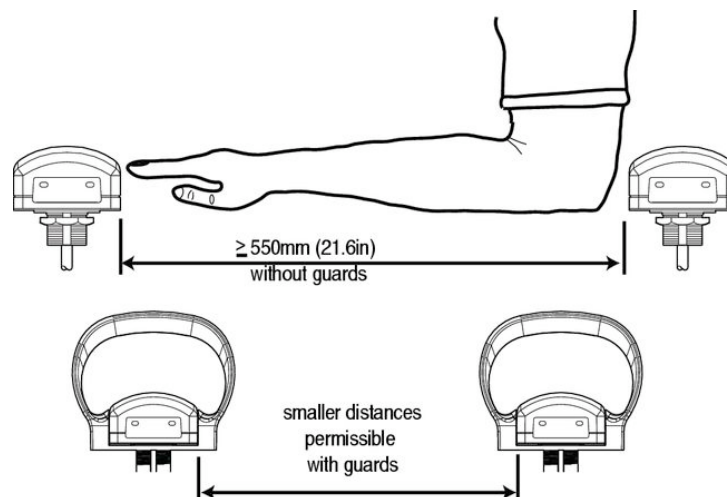


Figura 12 - Esempio di accorciamento della distanza fra i due comandi nel caso di installazione di ripari sui comandi stessi (Allen-Bradley)

La scelta e la progettazione di un tipo di comando a due mani dipenderà dai rischi presenti, dalla valutazione dei rischi, dall'esperienza nell'utilizzo tecnologico e da altri fattori che devono essere specificati per ciascuna applicazione (es. prevenzione manovra accidentale e manomissione).

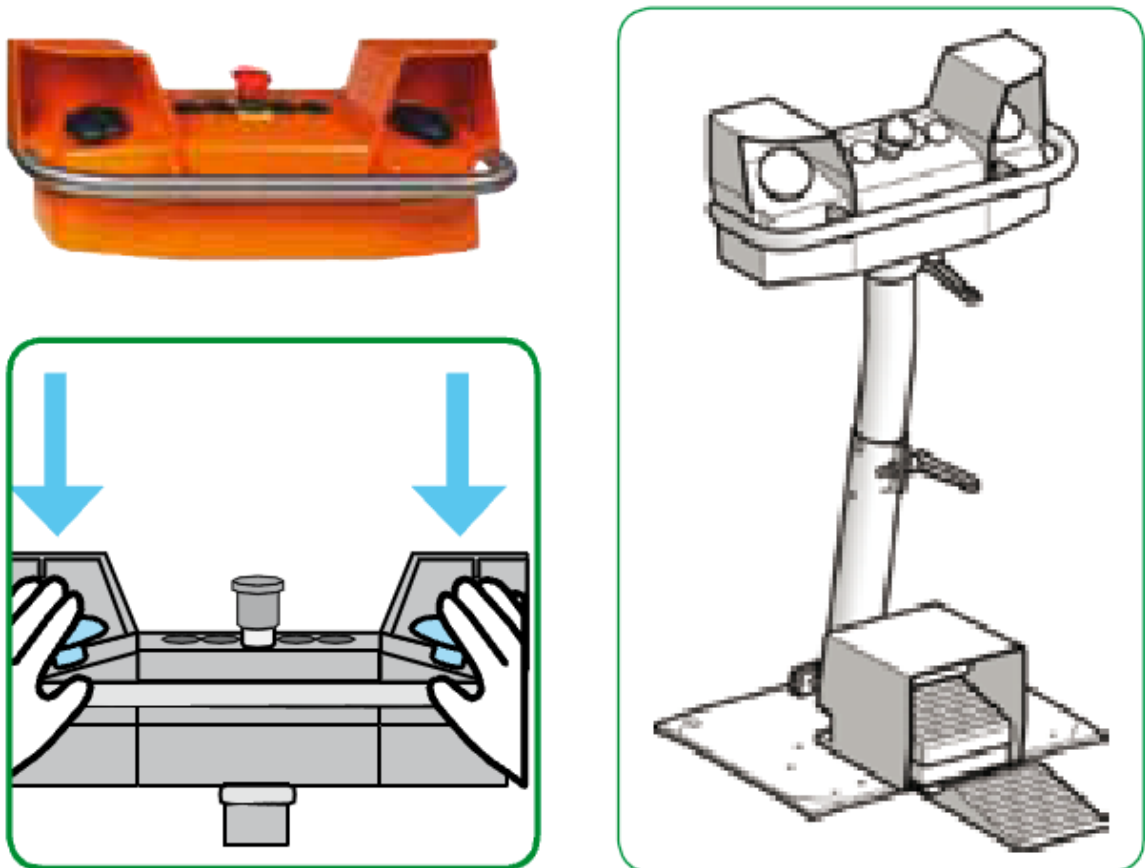


Figura 13 - Esempio di pulpito per comando a due mani (Schneider Electric)

7 Dispositivi di abilitazione (comandi ad azione mantenuta)

I dispositivi di abilitazione sono controlli che permettono a un operatore di entrare in una zona pericolosa (in caso di operazioni di ricerca guasti, manutenzione, messa in servizio, ecc. ad esempio con una manovra ad impulsi) solo premendo e tenendo premuto l'interruttore di abilitazione. I dispositivi di abilitazione sono dotati di interruttori a due o tre posizioni. I tipi a due posizioni sono disattivati quando l'attuatore non è premuto e attivati in caso contrario. Gli interruttori a tre posizioni sono disattivati quando non premuti (posizione 1), attivati quando tenuti in posizione centrale (posizione 2) e disattivati quando premuti oltre la posizione centrale (posizione 3). Inoltre, nel ritorno dalla posizione 3 alla posizione 1, il circuito di uscita non deve chiudersi passando attraverso la posizione 2. In sintesi sono attivati in posizione centrale e disattivati nelle altre due posizioni (rilasciato o completamente premuto). I dispositivi di abilitazione a 3 posizioni sono approvati in ambito industriale e sono pertanto consigliati. Le figure 14 e 15 chiariscono il funzionamento.

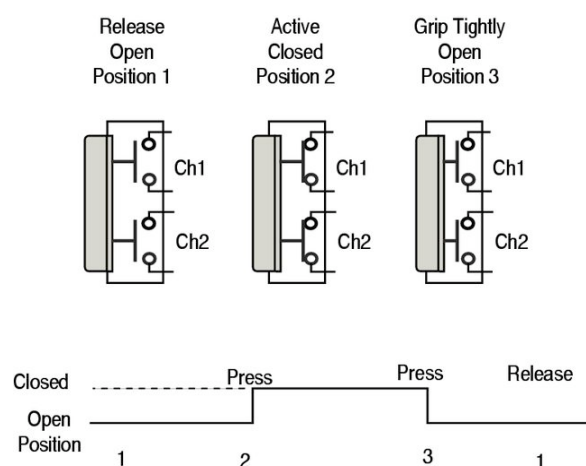


Figura 14 – Dispositivi di abilitazione a tre posizioni (Allen Bradley)

Posizione	Comando	Funzione
1	Non azionato	Off
2	In posizione intermedia (punto di pressione)	Abilitazione
3	Oltre la posizione intermedia	Arresto d'emergenza (off)

Tornando dalla posizione 3 alla posizione 2, non dovrà essere sbloccata la funzione del dispositivo di abilitazione. Se i dispositivi di abilitazione sono dotati di contatti separati nella posizione 3, tali contatti devono essere integrati nel circuito

dell'arresto di emergenza. La protezione dalle manomissioni ha inoltre un'importanza fondamentale per l'utilizzo di dispositivi di abilitazione.

Figura 15 – Principio di funzionamento del dispositivo di abilitazione a 3 posizioni (Sick)

I dispositivi di abilitazione devono essere usati in combinazione con altre funzioni di sicurezza. Un tipico esempio è il controllo del movimento in modalità lenta. Dopo aver attivato la modalità lenta, l'operatore può entrare nella zona di pericolo con il dispositivo di abilitazione. Quando si usa un dispositivo di abilitazione, un segnale deve indicare che il dispositivo di abilitazione è attivo. Solitamente, come dispositivi di abilitazione vengono utilizzati dei pulsanti o degli interruttori a pedale. Come comando supplementare di avvio dei dispositivi di abilitazione vengono utilizzati i joystick (figura 16)..

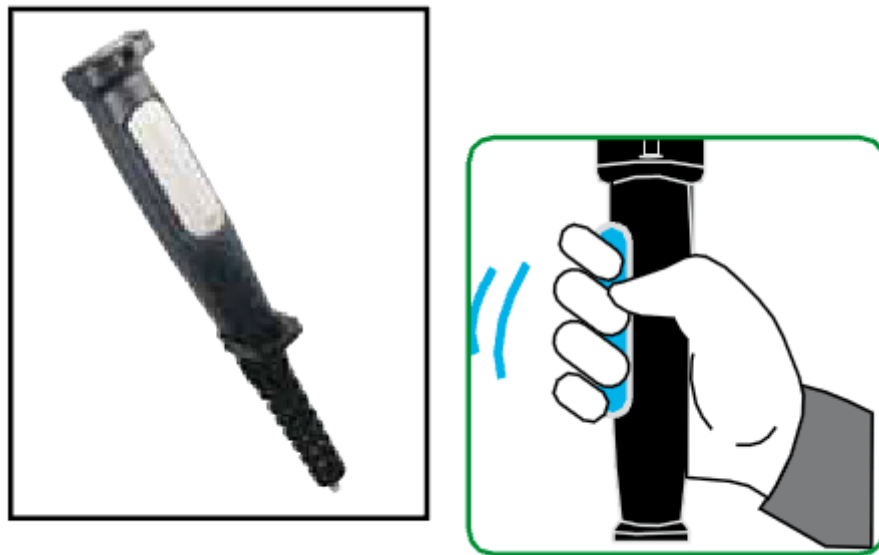


Figura 16 – L'avviamento della macchina non sarà attivato solamente mediante attuazione di un dispositivo di abilitazione. Un movimento sarà invece consentito fino a quando il dispositivo di abilitazione sarà attivato. (Schneider Electric)

8 Protezioni fisse che impediscono l'accesso

Se il pericolo riguarda una parte della macchina a cui non è necessario accedere, questa dovrebbe essere protetta mediante una protezione fissa. Per rimuovere questo tipo di protezioni, dovrebbe essere necessario utilizzare degli utensili. Le protezioni fisse devono essere in grado di 1) far fronte all'ambiente operativo, 2) contenere eventuali pezzi scagliati con violenza e 3) non creare pericoli evitando, ad esempio, la presenza di bordi taglienti.

Le coperture, le recinzioni, le barriere, i deflettori, le porte, ecc. sono ripari fisici. Le coperture e i coperchi impediscono l'accesso da tutti i lati. Le recinzioni vengono generalmente utilizzate per impedire l'accesso a tutta altezza, mentre le barriere possono impedire solamente l'accesso accidentale/inconsapevole al punto pericoloso.

La funzione di sicurezza è fondamentale per la progettazione di ripari fissi. Per esempio, occorre valutare se la protezione deve solamente impedire l'accesso o deve anche trattenere parti/materiali e radiazioni (tabella 4)

Le finestre rappresentano un efficiente mezzo per monitorare le macchine per l'accesso alla parte specifica della macchina. Occorre prestare attenzione alla selezione dei materiali usati, poiché le interazioni chimiche con fluidi di taglio e i raggi ultravioletti o il semplice invecchiamento ne provocano l'usura nel tempo. La dimensione delle aperture deve impedire che l'operatore possa essere esposto al pericolo.

Esempi di materiali espulsi	Esempi di radiazione emessa
Prodotti di fratturazione / scoppio (mole, trapani)	Radiazione termica dal processo o dai prodotti (superfici calde)
Materiali prodotti (polvere, trucioli, argenti, particelle)	Radiazione ottica da laser, IR o fonti UV
Materiali in uscita (olio idraulico, aria compressa, lubrificante, materiali)	Radiazione di particelle o ioni
Parti espulse dopo un guasto di un sistema di bloccaggio o di movimentazione	Forti campi elettromagnetici, dispositivi ad alta frequenza
	Alte tensioni da sistemi di controllo o sistemi per lo scarico di cariche elettrostatiche (tele in carta e plastica)

Tabella 4 – Esempi di elementi pericolosi che un riparo fisso potrebbe dover bloccare

I ripari fissi sono protezioni che non vengono rimosse o aperte molto spesso o che vengono rimosse o aperte solo per interventi di manutenzione. Di conseguenza dovranno essere fissate al telaio della macchina in modo che possano essere sbloccate solamente con degli strumenti (per esempio una chiave). La loro rimozione implicherà un intervento per il quale sono necessari degli strumenti.

Gli elementi di fissaggio devono essere progettati in modo che non possano essere smarriti (per es. viti imperdibili). Gli altri tipi di fissaggio come dispositivi di bloccaggio a sgancio rapido, viti con pomelli, viti zigrinate e dadi ad alette, sono permessi solamente se il riparo fisico è interbloccato.

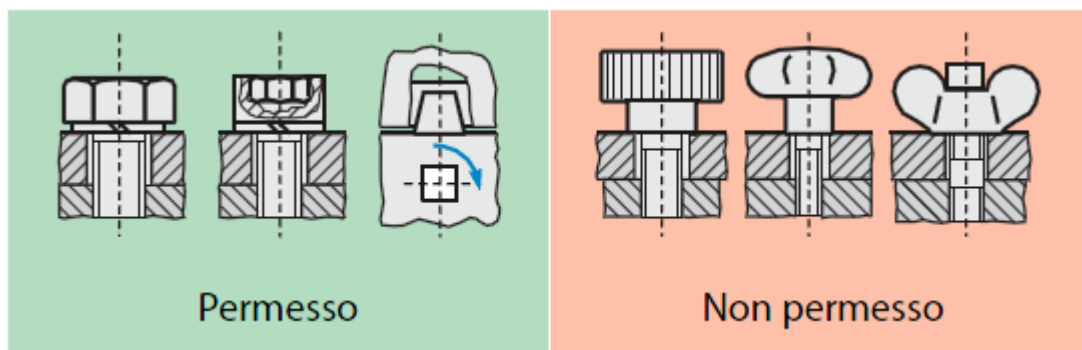


Figura 17 - Esempi di tipo di fissaggi per ripari fissi permessi e non (Sick)

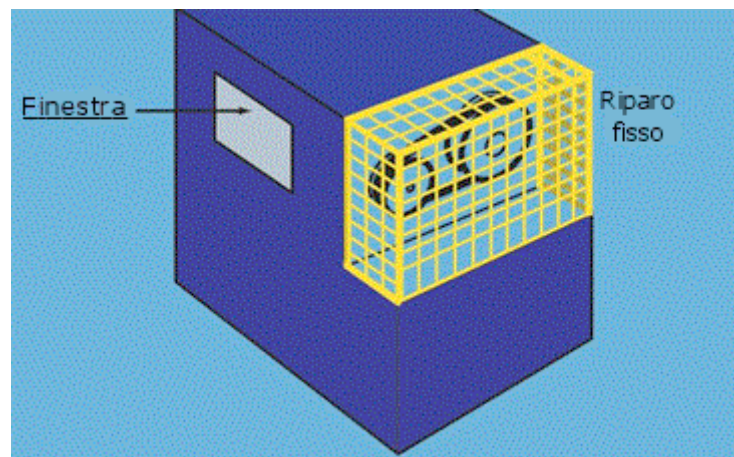


Figura 18 - Esempio di riparo fisso (Allen-Bradley)

I requisiti generali per la progettazione e la costruzione di ripari fissi sono fissati nella norma UNI EN 953.



Fonti

Schneider Electric
Pilz
Omron
Allen-Bradley
Rockwell Automation
Siemens
Sick
Commissione Europea