

DAS DEFEATING EINER VERRIEGELUNGSEINRICHTUNG IN VERBINDUNG MIT SCHUTZVORRICHTUNGEN

INAIL

Die Norm EN ISO 14119:2013. Fallstudie

2016

2016

Norma EN ISO 14119:2013. Caso studio

INAIL

IL DEFEATING DI UN DISPOSITIVO DI
INTERBLOCCO ASSOCIATO AI RIPARI



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

INAIL

Norma EN ISO 14119:2013. Caso studio

2016

Pubblicazione realizzata da

Inail

Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

Autori

Luciano Di Donato¹, Laura Tomassini¹, Alessandra Ferraro¹, Giuseppe Piegari²,
Paolo Capelli³, Stefano Lugli³, Bruno Maiocchi⁴, Nicola Delussu⁵, Tiziano Ficcadenti⁵,
Massimo Rizzati⁵, Alessandro Muni⁶

Collaborazioni

Alessio Di Filippo¹

¹ Inail, Dipartimento innovazione tecnologica e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici

² Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali

³ UCIMA (Unione Costruttori Italiani Macchine Automatiche per il Confezionamento e l'Imballaggio)

⁴ FEDERMACCHINE

⁵ Gruppo Interregionale Macchine e Impianti

⁶ Schmersal Italia

Traduzione a cura di

Schmersal Italia

Coordinatore gruppo di lavoro

Luciano Di Donato¹

per informazioni

Inail - Dipartimento innovazioni tecnologiche
e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici
via Roberto Ferruzzi, 38/40 - 00143 Roma
dit@inail.it
www.inail.it

© 2016 Inail

isbn 978-88-7484-519-4

Gli autori hanno la piena responsabilità delle opinioni espresse nelle pubblicazioni, che non vanno intese come posizioni ufficiali dell'Inail.

Distribuita gratuitamente. Vietata la vendita e la riproduzione con qualsiasi mezzo. È consentita solo la citazione con l'indicazione della fonte.

La riproduzione di parti delle UNI EN 14119:2013 e UNI EN ISO 13849-1:2016 è stata autorizzata da UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione

Tipolitografia Inail - Milano, dicembre 2016

Indice

Introduzione	5
Definizioni	8
Il campo di applicazione	8
La struttura della EN 14119	9
Il nuovo principio di classificazione dei dispositivi di interblocco	10
Interblocchi con livelli di codifica: basso - medio - alto	14
Principi di un riparo interbloccato con funzioni di bloccaggio	15
Requisiti di un sistema di bloccaggio di sicurezza	16
 Holding force (forza di tenuta) dei dispositivi di bloccaggio	17
<i>Defeating</i> mediante azioni ragionevolmente prevedibili	20
<i>Defeating</i> - misure aggiuntive	22
I fattori ambientali nella scelta di un interblocco	23
Ulteriori caratteristiche dei dispositivi di interblocco	24
L'interblocco magnetico	24
Valutazione dei guasti	26
Prevenzione dei guasti in modo comune	28
Il mascheramento	29

Caso studio	30
Bibliografia	34
Appendice 1 - La tecnologia RFID (Radio - Frequency IDentification)	35
Appendice 2 - L'immissione sul mercato e la messa in servizio di un dispositivo di interblocco	38

Introduzione

Il documento è nato da una collaborazione tra Inail (Laboratorio macchine ed attrezzature di lavoro del Dit, Dipartimento innovazioni tecnologiche e sicurezza degli impianti, prodotti e insediamenti antropici), Ministero del Lavoro, Gruppo Interregionale macchine e impianti, Federmacchine, UNI, UCIMA, Schmersal Italia S.p.A., con l'intento di approfondire un argomento di grande rilevanza sociale e prevenzionale quale il *defeating* ovvero la neutralizzazione di un dispositivo con funzioni di sicurezza per macchine ed attrezzature di lavoro. La norma EN ISO 14119:2013 "Sicurezza del macchinario. Dispositivi di interblocco associati ai ripari. Principi di progettazione e scelta" fornisce delle indicazioni per la minimizzazione della possibilità di neutralizzazione in modo ragionevolmente prevedibile di detti dispositivi e definisce la neutralizzazione come l'azione che rende non funzionante o bypassa il dispositivo di interblocco, facendo sì che una macchina sia utilizzata in modo non previsto dal fabbricante o senza le necessarie misure di sicurezza.

La neutralizzazione può configurarsi come un uso scorretto ragionevolmente prevedibile se riconducibile ad una non puntuale applicazione del principio di integrazione della sicurezza prescritto dalla direttiva macchine 2006/42/CE. I confini tra i comportamenti che si configurano come uso scorretto piuttosto che come uso scorretto ragionevolmente prevedibile sono largamente dibattuti.

La norma EN ISO 12100:2010 "Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio", fornisce alcune tipologie esemplificative di uso scorretto o di comportamento umano facilmente prevedibile da prendere in considerazione nella valutazione dei rischi, tra cui la scelta del comportamento derivante dall'adozione della "*linea di minor resistenza*" nell'esecuzione di un compito e il comportamento risultante da pressioni per tenere la macchina in esercizio in tutte le circostanze.

Si ricorda che la sospensione della funzione di sicurezza di un dispositivo non è in assoluto vietata purché prevista e in tali casi si parla di condizioni di utilizzo a **sicurezza sospesa ma con situazione di controllo del comando migliorato** (ad esempio dispositivi di comando ad azione mantenuta, per spostamenti limitati,). Si ricorre a dette condizioni di utilizzo laddove si ha l'esigenza di eseguire alcune azioni di regolazione e di manutenzione con parti della macchina alimentate e/o in moto.

La neutralizzazione dei dispositivi di sicurezza quali i dispositivi di interblocco associati ai ripari derivante da un uso scorretto o da un uso scorretto ragionevolmente prevedibile, riveste una vera piaga sociale che si traduce in infortuni gravi e mortali che coinvolgono direttamente i lavoratori, gli installatori e i manutentori che operano sulle macchine. I datori di lavoro risultano anch'essi fortemente coinvolti in quanto soggetti incaricati a prendere le misure necessarie affinché i rischi connessi all'uso delle attrezzature di lavoro siano ridotti al minimo e a impedire che le stesse attrezzature possano essere utilizzate per operazioni e secondo condizioni per le quali non sono adatte. Questa attività in carico al datore di lavoro¹, si espleta sin dalle fasi di scelta del prodotto macchina/attrezzatura di lavoro che deve essere idonea ai fini della salute e sicurezza ed adeguata al lavoro da svolgere o adatta a tali scopi. Inoltre il datore di lavoro deve mettere a disposizione dei lavoratori macchine/attrezzature di lavoro conformi alle specifiche disposizioni legislative e regolamentari di recepimento delle direttive comunitarie di prodotto oppure conformi ai requisiti generali di sicurezza di cui all'allegato V del d.lgs. 81/08. In quest'ultimo caso, ovvero macchine non marcate CE, diventa essenziale, tenendo conto della vetustà del prodotto, una adeguata valutazione ed analisi del rischio della macchina con l'obiettivo di stabilire se i dispositivi di sicurezza (quali anche gli interblocchi), sono ancora efficienti. Ancora il datore di lavoro ha l'obbligo, in caso di riparazione, di trasformazione o di manutenzione di incaricare lavoratori qualificati a svolgere in maniera specifica tali compiti². Detti obblighi devono tenere conto dell'evoluzione dello stato dell'arte.

La neutralizzazione può avvenire mediante una manomissione o mediante una manipolazione o mediante un'elusione (vedere le definizioni nell'apposita sezione del presente documento), azioni che comportano un bypass completo dei dispositivi di sicurezza ma che talvolta implicano conseguenze diverse, in funzione delle scelte progettuali operate, sia sulla severità degli eventi incidentali sia sulla responsabilità dei soggetti coinvolti.

L'uso scorretto ragionevolmente prevedibile deve essere tenuto in considerazione dal fabbricante in sede di progettazione e di costruzione della macchina, nonché all'atto della redazione delle istruzioni come richiesto dal punto 1.1.2c dell'allegato I del d.lgs. 17/10. Tale mancata rispondenza al requisito della direttiva macchine sopra citato investe direttamente le responsabilità del fabbricante della stessa in quanto, attraverso le scelte operate, può incentivare ad utilizzare la macchina in modo difforme da quanto previsto dallo stesso fabbricante nelle istruzioni d'uso. Il documento proposto affronta le criticità sopra evidenziate con riferimento ai dispositivi di interblocco associati ai ripari con o senza bloccaggio del riparo.

Il documento nei suoi contenuti rappresenta una guida alla lettura dei principali cambiamenti che la norma EN ISO 14119:2013 "Sicurezza del macchinario.

1 Comma 1 e 2 art 71 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.

2 Lettere f, g, art. 20 e art. 24 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.

Dispositivi di interblocco associati ai ripari. Principi di progettazione e scelta”, ha introdotto rispetto alla previgente EN 1088:2007 che è rimasta in vigore fino al 30 aprile 2015.

La nuova stesura della norma mette in evidenza la necessità che il normatore ha recepito di rendere sempre più difficili, mediante la scelta e la progettazione dei dispositivi in oggetto, la rimozione o la modifica senza autorizzazione dei dispositivi di sicurezza³ fornendo ai fabbricanti le indicazioni necessarie in linea con lo stato dell’arte.

I principali cambiamenti introdotti, su cui ci soffermeremo nel presente documento, sono:

- la nuova classificazione e relativa definizione di quattro differenti tipi di interblocco;
- la nuova scomposizione in elementi dei dispositivi di interblocco e valutazione delle problematiche connesse al singolo elemento;
- la minimizzazione delle possibilità di “neutralizzazione in un modo ragionevolmente prevedibile” in fase di progettazione e le misure per minimizzarne la possibilità di accadimento;
- le considerazioni sulle condizioni ambientali per la scelta del dispositivo di interblocco;
- il dimensionamento ed il posizionamento dei dispositivi di interblocco con funzione di blocco in base alla forza di tenuta;
- le funzioni supplementari di sbloccaggio.

3 Lettera f art. 20 del d.lgs. 81/08 e s.m.i.

Definizioni

La pubblicazione intende dunque valorizzare gli strumenti forniti dalla norma EN ISO 14119:2013 per la minimizzazione della possibilità di *defeating* ragionevolmente prevedibile del dispositivo di sicurezza, sia esso derivante da una manomissione che da una manipolazione o ancora da un'elusione.

La norma EN ISO 14119:2013 definisce il *defeating* ovvero la neutralizzazione quell'azione che porta al non funzionamento o al bypass del dispositivo di interblocco, facendo sì che una macchina è utilizzata in modo non previsto dal fabbricante o senza le necessarie misure di sicurezza.

Comunemente dette azioni sono qualificate come manomissioni, manipolazioni, elusioni che possono configurarsi come usi scorretti o usi scorretti ragionevolmente prevedibili. Di seguito si riportano delle definizioni, valide esclusivamente ai fini del presente documento:

Manomissione: un'azione operata all'interno del dispositivo per modificarne il comportamento funzionale (es. modifica del software di funzionamento);

Manipolazione: un'azione operata prevalentemente sul dispositivo di sicurezza facilmente rilevabile ad es. mediante una verifica dell'attrezzatura (es. nastro adesivo su interblocco);

Elusione: un'azione che rende inefficaci i dispositivi di sicurezza senza operare sugli stessi (es. operatore che riesce a raggiungere la zona di pericolo senza aprire il riparo interbloccato).

Il campo di applicazione

Prima di entrare nel dettaglio delle novità introdotte con la nuova stesura della norma, è importante sottolineare che lo scopo e il campo di applicazione, pur aggiornando i riferimenti normativi, risultano sostanzialmente invariati: la norma EN ISO 14119:2013 (che ha sostituito la norma EN 1088:1997+A1:2007) specifica i principi per la progettazione e la scelta dei dispositivi di interblocco associati ai ripari, indipendentemente dalla natura della fonte di energia e copre le parti dei ripari che azionano i dispositivi di interblocco. I requisiti per i ripari che proteggono le persone dai pericoli di natura meccanica sono trattati dalla ISO 14120:2015⁴ mentre l'elaborazione del segnale dal dispositivo di interblocco per l'arresto e l'immobilizzazione della macchina è trattato dalla ISO 13849 -1 o IEC 62061.

La UNI EN 1088:1997+A1:2007 forniva anche i requisiti riferiti in modo specifico ai dispositivi di interblocco elettrici, mentre la EN 14119:2013 tratta le diverse tipologie di interblocco ad oggi esistenti⁵.

4 La norma EN ISO 14120:2014 "Sicurezza del macchinario - Ripari - Requisiti generali per la progettazione e la costruzione di ripari fissi e mobili" che ha sostituito la norma EN 953:2009.

5 La norma tratta anche parte dei requisiti dei sistemi a chiave intrappolate *trappedkeysystems*.

La struttura della EN 14119

La norma è strutturata in modo da fornire inizialmente una classificazione dei dispositivi di interblocco associati ai ripari descrivendone i principi operativi e le forme tipiche.

Successivamente vengono specificati i requisiti per la progettazione e l'installazione dei dispositivi di interblocco con o senza bloccaggio del riparo, trattando nello specifico:

- il montaggio e fissaggio degli interruttori di posizione (facendo attenzione tra l'altro a prevedere i necessari mezzi di accesso per la manutenzione per evitare pericolose neutralizzazioni ragionevolmente prevedibili),
- il montaggio e fissaggio degli attuatori,
- la modalità di attuazione dei dispositivi di interblocco,
- l'interfaccia ai sistemi di comando,
- l'eventuale funzione di stop meccanico che l'interblocco può avere.

Vengono inoltre forniti i requisiti aggiuntivi dei dispositivi di bloccaggio dei ripari (meccanico e elettromagnetico) e il monitoraggio del bloccaggio, introducendo i **nuovi** punti, che vedremo nello specifico più avanti, sulla definizione della *holding force* (forza di tenuta) dei dispositivi di bloccaggio e sull'introduzione di eventuali funzioni di rilascio del bloccaggio del riparo che possono essere previste dal fabbricante.

Si ricorda che alla luce della nuova direttiva macchine 2006/42/CE, la scelta di associare ad un riparo un dispositivo di interblocco che abbia o meno le caratteristiche di bloccaggio del riparo, dipende esclusivamente dal risultato della valutazione del rischio, e non dal fatto che gli interblocchi siano associati a ripari destinati a proteggere da elementi mobili di trasmissione piuttosto che da elementi che partecipano alla lavorazione.

La norma guida inoltre alla scelta dei dispositivi di interblocco che deve tenere in considerazione anche:

- la probabilità di *failure* (fallimento: guasto, non intervento, altro) del dispositivo stesso;
- il rapporto tra il tempo di arresto del sistema e il tempo di accesso (calcolabile attraverso le indicazioni fornite dalla EN 13855:2010) - se questo rapporto è minore di uno, la norma richiede di inserire un bloccaggio del riparo;

- i requisiti PL (*Performance Level*) o SIL (*Safety Integrity Level*) per le funzioni di sicurezza⁶,
- considerazioni sulle condizioni ambientali.

Sono quindi fornite delle indicazioni per minimizzare le possibilità di neutralizzazione ovvero *defeating* dei dispositivi in oggetto e di cui saranno messi in luce gli aspetti e gli impatti del cambiamento.

Infine, sono affrontati i requisiti dei dispositivi di controllo. Questo punto è stato inserito ex -novo e tiene conto delle novità introdotte dalla norma ISO 13849 -1 nonché della IEC 62061.

Il nuovo principio di classificazione dei dispositivi di interblocco

Il dispositivo di interblocco è un dispositivo che ha peculiarmente la funzione di monitoraggio della posizione del riparo, ma può anche essere utilizzato nel controllo di altre funzioni (ad es. controllo dell'arresto dei movimenti pericolosi della macchina) e ne esistono in commercio molte tipologie sia dal punto di vista della tecnologia utilizzata sia dal punto di vista del principio di funzionamento. La norma tratta i requisiti delle varie tipologie di interblocco proponendone una nuova classificazione, in particolare adottando una schematizzazione a tre "elementi" ovvero:

- attuatore,
- sistema di azionamento,
- sistema di uscita.

6 Vedasi l'approfondimento dell'appendice 2.

Esempi di principi di azionamento		Esempi di attuatori		Tipo	Esempi: vedere Allegato ^a
Meccanico	Contatto fisico/ forza	Non codificato	Camma	Tipo 1	A.1
			Camma lineare		A.2, A.4
			Cerniera		A.3
		Codificato	Chiave (attuatore separato)	Tipo 2	B.1
Chiave intrappolata	B.2				
Senza contatto	Induttivo	Non codificato	Adeguato materiale ferroso	Tipo 3	C
	Magnetico		Magnete, solenoide		
	Capacitivo		Qualsiasi oggetto adeguato		
	Ultrasuoni		Qualsiasi oggetto adeguato		
	Ottico		Qualsiasi oggetto adeguato		
	Magnetico	Codificato	Magnete codificato	Tipo 4	D.1
	RFID		Tag RFID codificato		D.2
	Ottico		Tag ottico codificato		-

^a L'allegato E fornisce esempi di altri dispositivi di interblocco.

Figura 1: Tabella 1 della EN 14119:2013 – Panoramica dei dispositivi di interblocco⁷

Ogni elemento ha diverse problematiche da considerare e vanno valutate singolarmente in base alle problematiche e ai criteri dettati dalla EN -ISO 13849 -1 o dal IEC 62061:2005.

A seconda del principio di azionamento (meccanico o senza contatto) e della tipologia di attuatore (con codifica o senza) sono stati definiti i quattro tipi di dispositivo di interblocco e questa classificazione sarà di riferimento per le indicazioni e i requisiti dettagliati nella norma.

Tipo 1: dispositivo di interblocco con un interruttore di posizione attuato meccanicamente con un attuatore non codificato

Tipo 2: dispositivo di interblocco con un interruttore di posizione attuato meccanicamente con un attuatore codificato

7 Libera traduzione a cura dell'autore.

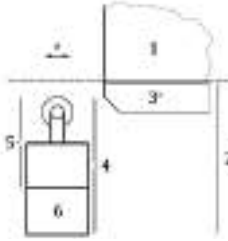

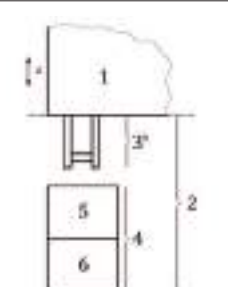

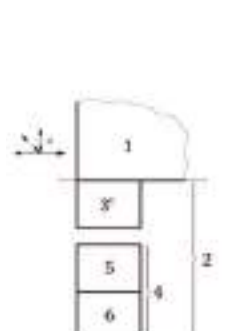



Tipo 3: dispositivo di interblocco con un interruttore di posizione attuato senza contatto con un attuatore non codificato

Tipo 4: dispositivo di interblocco con un interruttore di posizione attuato senza contatto con un attuatore codificato

Occorre ribadire che la numerazione non esprime un livello di sicurezza dell'interblocco.

Di seguito si propone una tabella riassuntiva delle principali caratteristiche dei diversi tipi di interblocco riportando affianco la schematizzazione proposta dalla norma e delle immagini degli stessi.

Figura 2: La nuova classificazione degli interblocchi

<p>TIPO 1</p> <p>Interblocco elettromeccanico senza codifica.</p> <p>Nota: requisito fondamentale apertura obbligata dei contatti ed azionamento positivo</p>	<p>Caratteristiche interblocco elettromeccanico</p> <p>attuatore: usura spostamento/allentamento urti vibrazioni</p> <p>sistema di azionamento usura spostamento/allentamento urti vibrazioni ambiente (polvere, acqua, ecc.)</p>	 <p>Tipo 1 interblocco con azionamento a camma (riparo aperto)</p>	
<p>TIPO 2</p> <p>Interblocco elettromeccanico codificato e azionato tramite attuatore specifico.</p>	<p>sistema di uscita sovracorrenti cortocircuito ambiente configurazione</p>	 <p>Tipo 2 interblocco con azionamento a chiavetta (riparo aperto)</p>	
<p>TIPO 3</p> <p>Interblocco con sensore magnetico, capacitivo, ottico non codificato.</p> <p>Nota: il sensore magnetico deve essere conforme alla norma IEC 60947-5-3 se utilizzato singolarmente</p>	<p>Caratteristiche interblocco elettronico e magnetico</p> <p>attuatore nessun problema meccanico</p> <p>sistema di azionamento nessun problema meccanico</p> <p>sistema di uscita sovracorrenti/cortocircuito (magnetici)</p>	 <p>Tipo 3 o 4 interblocco con azionamento senza contatto codificato o non codificato (riparo chiuso)</p>	
<p>TIPO 4</p> <p>Interblocco con sensore magnetico o elettronico codificato.</p> <p>Nota: i sensori magnetici devono essere opportunamente collegati ad idoneo e conforme sistema di uscita</p>	<p>compatibilità elettromagnetica (emc) configurazione conformità (PDF⁸)</p>		

Legenda della schematizzazione del dispositivo di interblocco

1 riparo mobile

2 sistema di interblocco

3 attuatore: parte del dispositivo di interblocco che trasmette lo stato del riparo (APERTO/CHIUSO) al sistema di azionamento (a camma; b chiavetta; c RFID, riflettore o superficie disponibile; d direzione di avvicinamento)

4 interruttore di posizione

5 sistema di azionamento: parte del dispositivo di interblocco che trasmette la posizione dell'attuatore e cambia lo stato del sistema di uscita

6 sistema di uscita: parte del dispositivo di interblocco che indica lo stato del riparo al sistema di comando

8 Vedasi quanto dettagliato nel paragrafo "L'interblocco magnetico".

Interblocchi con livelli di codifica: basso - medio - alto

Un attuatore con codifica è un attuatore che è specificamente progettato (es. mediante forma) per attuare un interruttore di posizione. I livelli di codifica, basso - medio - alto, sono definiti a seconda delle possibili combinazioni degli attuatori e sono stati divisi in tre categorie:



Livelli di codifica:

Basso: possibilità di varianti in codice: 1 ... 9

Medio: possibilità di varianti in codice: 10 ... 1.000

Alto: possibilità di varianti in codice: > 1.000

Figura 3: I livelli di codifica

I dispositivi di interblocco magnetici con codifica non raggiungono livelli di codifica medi o alti per limiti tecnologici, questi livelli sono invece raggiungibili mediante dispositivi di interblocco con attuatore RFID (*Radio Frequency Identification*)⁹.

È evidente che l'utilizzo di interblocchi con codifica elevata o individuale, rappresenta una delle possibili strade per rispondere ai requisiti della EN14119:2013 ma è bene precisare che la norma offre la possibilità di adottare altri sistemi alternativi che, anche se più articolati e quindi meno semplici da realizzare, risultano comunque efficaci richiedendo l'adozione di varie procedure di controllo. Si mette in evidenza che, a valle della valutazione dei rischi, si può ritenere opportuna l'adozione di misure aggiuntive per raggiungere un livello di sicurezza soddisfacente anche per interblocchi con livello di codifica elevato.



Figura 4: Kit di azionatori frequentemente utilizzato per manomettere gli interblocchi di sicurezza dotati di basso livello di codifica

⁹ Vedasi l'approfondimento dell'Appendice 1 sui TAG RFID.

Principi di un riparo interbloccato con funzioni di bloccaggio

Per riparo interbloccato con funzioni di bloccaggio si intende un riparo associato ad un dispositivo di interblocco e un dispositivo di blocco in modo da realizzare, congiuntamente al sistema di comando della macchina, le seguenti funzioni:

- le funzioni pericolose "coperte" dal riparo non possono attivarsi fino a quando il riparo non sia chiuso e bloccato e il riparo deve rimanere chiuso e bloccato finché la funzione pericolosa non sia scomparsa;
- quando il riparo è chiuso e bloccato le funzioni pericolose della macchina coperte dal riparo possono operare ma la chiusura e il bloccaggio del riparo non deve di per se stesso avviare le funzioni pericolose della macchina (ad esempio un pulsante di ripristino e riavvio deve essere previsto).

Il dispositivo di blocco può essere realizzato mediante un dispositivo funzionante meccanicamente (con o senza intervento manuale) ma anche elettromeccanicamente utilizzando il principio *power to lock* (bloccaggio con azionamento positivo) oppure il principio *power to unlock* (sbloccaggio con azionamento positivo).

Nei blocchi elettromagnetici funzionanti esclusivamente con il principio di *power to lock*, qualora vi sia una mancanza di energia elettrica che "aggancia" il riparo con una forza generata da un campo magnetico prodotto da un solenoide (dispositivo di blocco), viene indotta l'immediata caduta della tenuta del riparo e quindi l'accessibilità immediata alla zona di pericolo. Se si utilizza un blocco con azionamento positivo (c.d. a corrente di lavoro), la mancanza di energia fermerebbe drasticamente le funzionalità della macchina a meno che sia previsto il mantenimento dell'alimentazione tramite gruppi di continuità o accumulatori pneumatici/idraulici.

Il principio di *power to unlock* altresì è impiegato più frequentemente qualora vi sia la necessità di proteggere le persone dai rischi derivanti dalle inerzie del movimento pericoloso.

L'impiego della funzione di blocco di un riparo è sempre più utilizzata.

Le applicazioni, che precedentemente erano destinate quasi esclusivamente alla protezione uomo ovvero consenso all'apertura del riparo dopo l'esaurimento delle situazioni pericolose all'interno della macchina/impianto, funzionavano con il principio *power to lock*. Ora, in numerose applicazioni, deve essere considerata, nella scelta del dispositivo e del relativo principio di funzionamento, anche la salvaguardia della macchina e quindi della produzione.

Talvolta si utilizzano applicazioni in cui è adottato un sistema di bloccaggio tale per cui è richiesto all'operatore di azionare un comando di richiesta di fermata che

andrà ad arrestare il ciclo produttivo secondo tempi e modalità atte a evitare/limitare danni alla macchina o alla produzione.

La norma indica due possibilità di progettazione di un riparo con funzione di blocco. La prima è quella in cui all'operatore è consentito di comandare lo sblocco in qualsiasi momento anche detto **sblocco incondizionato**. Al comando di sblocco, il dispositivo di blocco genera un comando di arresto. Questa tipologia è applicabile laddove il tempo di sblocco del riparo sia superiore al tempo di esaurimento delle funzioni pericolose della macchina.

La seconda è quella in cui lo sblocco del riparo è possibile solo quando le funzioni pericolose della macchina sono esaurite. Questo è chiamato **sblocco condizionato**. Si ricorda inoltre che il blocco deve resistere a tutte le sollecitazioni previste nell'utilizzo della macchina come urti, trazioni, torsioni, disallineamenti, vibrazioni, temperature, umidità, polvere e possibili forze dinamiche che si possono generare a causa di rimbalzo del riparo sul dispositivo di bloccaggio in quanto uno degli elementi menzionati potrebbe provocare la rottura del dispositivo, introducendo la possibilità di perdere anche la funzionalità dell'interblocco. Infatti, il dispositivo di bloccaggio è generalmente accoppiato al controllo presenza dello stesso ed è evidente quindi la pesante interazione fra le due funzioni che spesso sono affidate ad un singolo attuatore. La norma specifica che *se la funzione di bloccaggio del riparo e la funzione di interblocco fanno parte dello stesso dispositivo, il livello di sicurezza della funzione di interblocco non deve essere influenzato negativamente dalla funzione di bloccaggio a protezione del processo*.

Requisiti di un sistema di bloccaggio di sicurezza

A differenza della norma EN 1088:2007, molto spazio viene dedicato a questa problematica aggiornata allo stato dell'arte riportando anche i requisiti dei recenti blocchi elettromagnetici. Il dispositivo di blocco deve avere il monitoraggio della forza di tenuta F e abilitare le uscite di sicurezza solamente quando questa rientra nei parametri dichiarati dal costruttore del dispositivo **Fzh**:

- *la forza di tenuta deve essere monitorata per determinare se la specifica forza di bloccaggio è stata raggiunta e mantenuta.*
- *le funzioni pericolose della macchina devono essere possibili solo se il monitoraggio rileva la posizione di riparo chiuso ed il raggiungimento della specificata forza di bloccaggio.*

I blocchi elettromagnetici possono essere facilmente forzati senza provocare danni allo stesso e per questo motivo, se il blocco presenta funzionalità di sicurezza deve, oltre che arrestare immediatamente i movimenti o le situazioni pericolose, dare la possibilità di riavviare le funzioni pericolose dopo un ritardo generato variabile (suggerito da 1 a 10 minuti - simulazione del tempo per la sostituzione del dispositivo forzato), in modo da scoraggiare tale operazione.

La norma prevede delle modalità di rilascio supplementari del dispositivo di blocco, tra cui un rilascio di fuga e sblocco di emergenza.

Laddove sia previsto un accesso dell'operatore nell'area pericolosa col rischio di intrappolamento di quest'ultimo mentre il movimento pericoloso è riavviato dalla chiusura del riparo, è possibile ridurre il suddetto rischio intervenendo con adeguate procedure ma anche dando la possibilità all'operatore di poter uscire dall'area pericolosa, tramite le modalità di sblocco sopra dette.

La funzione di sblocco di fuga, se prevista, dovrà avere la priorità assoluta ed in qualsiasi situazione, provocando l'arresto tempestivo dei movimenti pericolosi della macchina.

Holding force (forza di tenuta) dei dispositivi di bloccaggio

La forza di tenuta F è la forza che un dispositivo di blocco del riparo può sostenere senza essere danneggiato, in modo che non ne sia compromesso un suo ulteriore utilizzo e il riparo non lasci la sua posizione chiusa.

Il fabbricante di un dispositivo di blocco deve assicurare che nella posizione bloccata, il dispositivo resista almeno alla forza di tenuta specificata F che sia minore o uguale alla **Fzh**.

Per ricavare la **Fzh** il fabbricante deve eseguire una prova.

La norma dettaglia le modalità di esecuzione della suddetta prova ed in particolare specifica che il dispositivo di blocco del riparo deve essere fissato su una base come previsto dal fabbricante. La massima forza misurata con questo test sarà la $F1max$ da cui si desumerà la **Fzh** tenendo conto del coefficiente di sicurezza $S = 1,3$.

$$Fzh = F1max / S$$

Quindi la forza **Fzh** è la massima forza sostenibile dal dispositivo di blocco a meno del coefficiente di sicurezza e dovrà essere indicata nelle istruzioni per l'uso.

Ogni riparo ha una sua struttura meccanica, peso e forze da considerare ed inoltre vanno tenute in considerazione anche le situazioni ambientali come polvere, umidità, vibrazioni, urti ecc. Il sistema di bloccaggio deve essere idoneo a sopportare tutti questi elementi sia per quanto riguarda la sua struttura meccanica intrinseca, sia per il relativo posizionamento sul riparo.

Nell'allegato I della norma è presente una tabella (1.1) dove vengono riportate le forze massime statiche sviluppate da un operatore nelle varie situazioni di intervento (e quindi in funzione della direzione della forza, della postura dell'operatore e della modalità di applicazione della forza) per l'apertura di un riparo. Tali valori costituiscono un riferimento, ma ad essi devono essere aggiunte le eventuali forze generate nella specifica applicazione quali ad esempio le caratteristiche di elasticità del riparo, le sollecitazioni dinamiche (urti e vibrazioni), nonché le forze derivanti dalla torsione del riparo dovuta al posizionamento del blocco fuori asse rispetto alla maniglia di apertura (vedere figura 5).

L'installatore del dispositivo di blocco deve opportunamente valutare che la forza a cui questo è soggetto non superi la forza di tenuta **Fzh** indicata dal costruttore.

Il costruttore del dispositivo di bloccaggio deve indicare, tra le caratteristiche tecniche, la forza di tenuta Fzh che deve essere calcolata in base a un test distruttivo a carico del costruttore stesso.

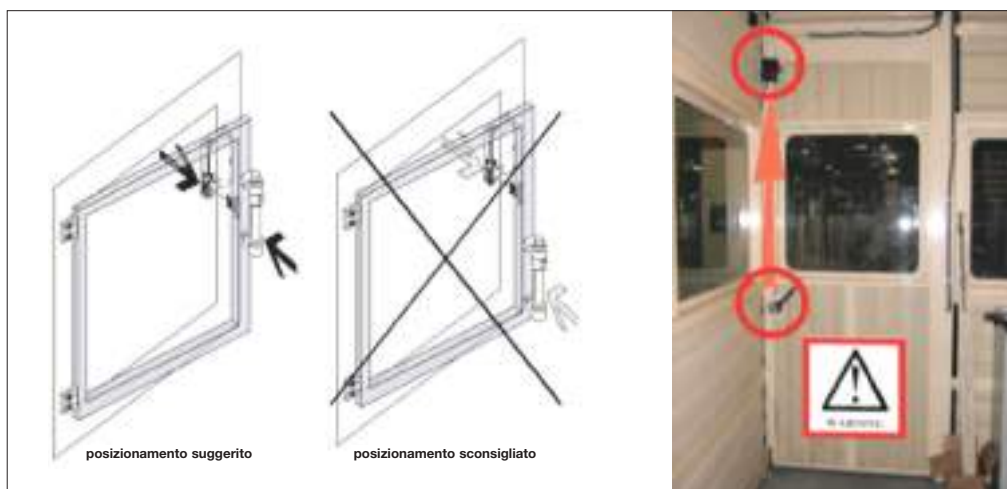





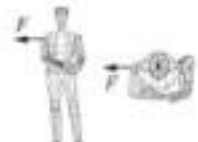



Figura 5: Esempi di installazione del dispositivo di interblocco con blocco non in asse alla maniglia di apertura del riparo

Tabella 1 - Tabella I.1 della norma EN ISO 14119:2013 Esempi delle massime forze statiche¹⁰

Direzione della forza		Postura	Applicazione della forza	Valore della forza N
	Trascinamento orizzontale (tiro)	Seduto	A una sola mano	600
	Sollevamento verticale	In piedi, torso e gambe piegati, piedi paralleli	Impugnature bi-manuali, orizzontali	1400
	Sollevamento verticale	In piedi, libero	Impugnature a una sola mano, orizzontali	1200
	Orizzontale, parallelo al piano di simmetria del corpo in avanti Tiro	Dritto in piedi, piedi paralleli, o in postura di camminata	Impugnature bi-manuali, verticali	1100
	Orizzontale, parallelo al piano di simmetria del corpo in avanti Spinta	In piedi, piedi paralleli, o in postura di camminata	Impugnature bi-manuali, verticali	1300
	Orizzontale, normale al piano di simmetria del corpo verso l'esterno del corpo	In piedi, torso laterale piegato	La spalla preme su un lato su una piastra metallica	1300
	Orizzontale, normale al piano di simmetria del corpo	In piedi, piedi paralleli	Impugnatura a una sola mano, verticale	700

¹⁰ Libera traduzione a cura dell'autore.

Defeating mediante azioni ragionevolmente prevedibili

La più evidente novità introdotta dalla EN ISO 14119:2013 in merito alla minimizzazione della possibilità di *defeating* in modo ragionevolmente prevedibile, consiste nell'indicazione preliminare che viene data ovvero quella di ridurre al minimo l'**interferenza** tra il dispositivo di interblocco e l'operatività della macchina e le altre fasi della vita della stessa, in modo da minimizzare qualsiasi **incentivo** al *defeating* ovvero ad operare qualsiasi azione che lo renda non funzionante o lo bypassi. Il dispositivo di interblocco deve infatti facilitare l'operatività della macchina in particolare durante la manutenzione (ndr fase spesso coinvolta in dinamiche incidentali) e le operazioni di servizio e l'operatività della macchina senza guasti di funzionalità (es. arresto dell'operatività).

La EN ISO 14119:2013 specifica poi i diversi step, sinteticamente rappresentati nel *flowchart* che si riporta in fig. 6, per la minimizzazione delle possibilità di neutralizzazione ragionevolmente prevedibile. Il primo punto è quello che rimanda all'implementazione delle misure di base che fanno riferimento alle indicazioni fornite dalla norma stessa in merito all'installazione e al fissaggio degli interruttori di posizione e degli attuatori, ai modi di attuazione dei dispositivi di interblocco, alle misure di base per evitare la neutralizzazione degli interblocchi elettromagnetici, ai requisiti specifici per la scelta degli interblocchi. La norma evidenzia inoltre che i dispositivi di tipo 3 (dispositivo di interblocco con un interruttore di posizione attuato senza contatto con un attuatore non codificato) non sono adottabili laddove non sia dimostrato dalla valutazione del rischio che non possano essere neutralizzati in modo ragionevolmente prevedibile.

Successivamente la norma richiede di accertarsi se esiste la motivazione alla neutralizzazione in modo ragionevolmente prevedibile, indicando laddove esiste, le misure aggiuntive da implementare. Nell'allegato H la norma fornisce anche una guida alla suddetta valutazione.

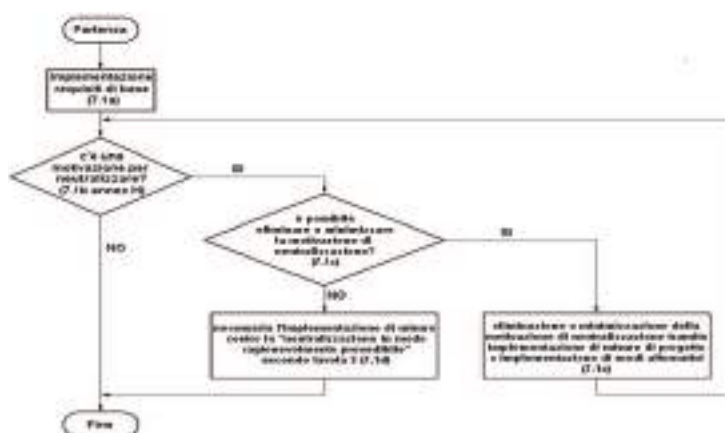


Figura 6: Esempi di installazione del dispositivo di interblocco con blocco non in asse alla maniglia di apertura del riparo¹¹

¹¹ Libera traduzione a cura dell'autore.

In particolare l'Allegato H "Motivi di neutralizzazione di un dispositivo di interblocco" fornisce anche una tabella di esempio per la valutazione di questi motivi delle macchine automatiche (*example for automatic machine tool*). Per essere utilizzato per altre tipologie di macchine deve essere adattato alle caratteristiche della macchina e della produzione in oggetto. Questo metodo di valutazione parte dai seguenti presupposti:

- considerare tutti i modi di funzionamento possibili, le attività e tutti i dispositivi di protezione;
- ogni dispositivo di protezione individuale è preso in considerazione separatamente e, per ogni attività principale, **la persona** che la esegue abitualmente deve rispondere alla seguente domanda: "quali sarebbero i benefici provenienti dalla neutralizzazione del dispositivo di protezione per lavorare sulla macchina?"

L'adozione di modi di funzionamento con campo di operatività ristretta (es. a velocità ridotta, comando ad azione mantenuta insieme a un dispositivo di consenso) ha la duplice funzione di riduzione del rischio e di riduzione della motivazione all'utilizzo di modi di funzionamento automatici.

Defeating - misure aggiuntive

La EN ISO 14119:2013 propone la tabella 3, riportata di seguito, in cui sono indicate le misure aggiuntive sopra già menzionate associate alle tipologie di dispositivi a cui risultano applicabili (R=*recommended measure*) o da applicare (M=*mandatory measure*). Si ribadisce che la norma fornisce delle indicazioni che sono di riferimento dello stato dell'arte e fornisce la presunzione di conformità laddove la stessa sia adottata dal fabbricante, ma comunque la sua adozione è a carattere volontario.

Tabella 2 - Tabella 3 della EN ISO 14119:2013 - Misure aggiuntive contro la neutralizzazione degli interblocchi in funzione della tipologia¹²

Principi e misure	Interblocchi di Tipo 1, esclusi gli interblocchi con sistema a cerniera e di Tipo 3	Interblocchi di Tipo 1, solo con sistema a cerniera	Interblocchi di Tipo 2 e 4 con bassa o media codifica con o senza blocco elettromagnetico	Interblocchi di Tipo 2 e 4 con alta codifica con o senza blocco elettromagnetico	Sistema a chiave bloccata, medio o alto livello di codifica
Montaggio non raggiungibile, vedi 7.2 a) 1)	X		X		
Ostruzione fisica/schermatura, vedi 7.2 a) 2)					
Montaggio in posizione nascosta, vedi 7.2 a) 3)					
Monitoraggio di stato o test ciclico, vedi 7.2 d) 1) i) e ii)					
Fissaggio inviolabile dell'interruttore di posizione e dell'attuatore, vedi 7.2 c)		M			M
Fissaggio inviolabile dell'interruttore di posizione, vedi 7.2 c)		M	M	M	M
Fissaggio inviolabile dell'attuatore, vedi 7.2 c)		M	M	M	M
Interblocco aggiuntivo e test di plausibilità, vedi 7.2 d) 2)	R		R		
X obbligatorio applicare almeno una di queste misure M misura obbligatoria R misure aggiuntive raccomandate (...)					

Per i dispositivi di interblocco con codifica alta sono individuate come misure aggiuntive il fissaggio inviolabile dell'interruttore e/o dell'azionatore. Talvolta un facile accesso al connettore di un interblocco potrebbe configurarsi come un incentivo alla manomissione e la sua probabilità di accadimento difficilmente può essere messa in relazione al livello di codifica dello stesso.

In particolare le misure applicabili raccomandate per prevenire il *defeating* consistono nel:

- monitoraggio dello stato (test di plausibilità) per individuare, durante un ciclo

¹² Libera traduzione a cura dell'autore.

- macchina, un'insolita successione di stati derivanti da una neutralizzazione, ovvero
- inserimento di un test ciclico: richiesta da parte della logica di azionamento di ogni singolo interblocco o comando di stop per verificarne l'efficienza prima dell'avvio della macchina (avvio condizionato dal buon esito del test). Con questo test può essere rilevata dall'operatore la presenza di attuatori inseriti da manutentori e dimenticati negli interblocchi ovvero interblocchi collassati a causa di danneggiamento accidentale, ovvero
 - installazione di un dispositivo di interblocco aggiuntivo (con controllo di coerenza fra i due interblocchi da parte della logica della macchina) la cui neutralizzazione è possibile sono mediante un'azione aggiuntiva (es. montaggio e cablaggio separati, utilizzo di diversi principi di funzionamento).

I fattori ambientali nella scelta di un interblocco

La norma mette in luce come la scelta della tecnologia e della tipologia di dispositivo di interblocco deve tener conto delle condizioni di utilizzo e della destinazione d'uso della macchina. In questa nuova stesura la norma è stata integrata con alcune considerazioni derivanti dalla raccolta di esperienze nell'uso.

Devono essere prese in considerazione le caratteristiche di temperatura, presenza di polveri, vibrazioni e urti, igiene, influenze elettromagnetiche. In figura 7 si osserva un interblocco a chiavetta esposto a severe condizioni ambientali che ne possono compromettere l'operatività.

In particolare la norma si sofferma sull'influenza che la polvere ha sui dispositivi di Tipo 2 in cui l'attuatore è inserito nell'interruttore di posizione che quindi ha un'apertura che consente l'ingresso della polvere. Si ricorda inoltre che il grado di protezione IPXX in accordo alla IEC 60529:2013 riguarda esclusivamente la custodia dell'interblocco. L'inquinamento delle parti meccaniche può causare la degradazione del meccanismo e un guasto pericoloso del dispositivo di blocco.



Figura 7: Interblocco esposto a condizioni ambientali severe

Ulteriori caratteristiche dei dispositivi di interblocco

L'interblocco magnetico

Già la norma EN 1088 puntualizzava che i sensori magnetici, non avendo apertura obbligata dei contatti, risultassero molto vulnerabili a sovratensioni ed extracorrenti. Per questo motivo tali sensori devono essere accoppiati ad una unità di sorveglianza automatica che limiti la corrente sui contatti e controlli la coerenza fra la commutazione del contatto NO rispetto all' NC (diversità nella configurazione necessaria per migliorare la possibilità di rilevamento del singolo guasto in caso di extracorrenti).

La norma EN ISO 14119:2013, con la nuova classificazione che considera la sorveglianza automatica parte integrante dell'interblocco in quanto facente parte del sistema di uscita dello stesso, fornisce i requisiti dell'insieme interblocco - sistema di uscita.

Il medesimo principio di integrazione della sorveglianza automatica nell'interblocco deve essere applicato a tutti i sensori e gli interblocchi di tipo 3 e di tipo 4, fatta esclusione per sensori RFID o altri tipi di sensori che hanno il sistema di uscita nel medesimo involucro del sistema di azionamento ed hanno le uscite di sicurezza diagnosticate in modo da consentire il collegamento in serie senza il declassamento della copertura diagnostica.

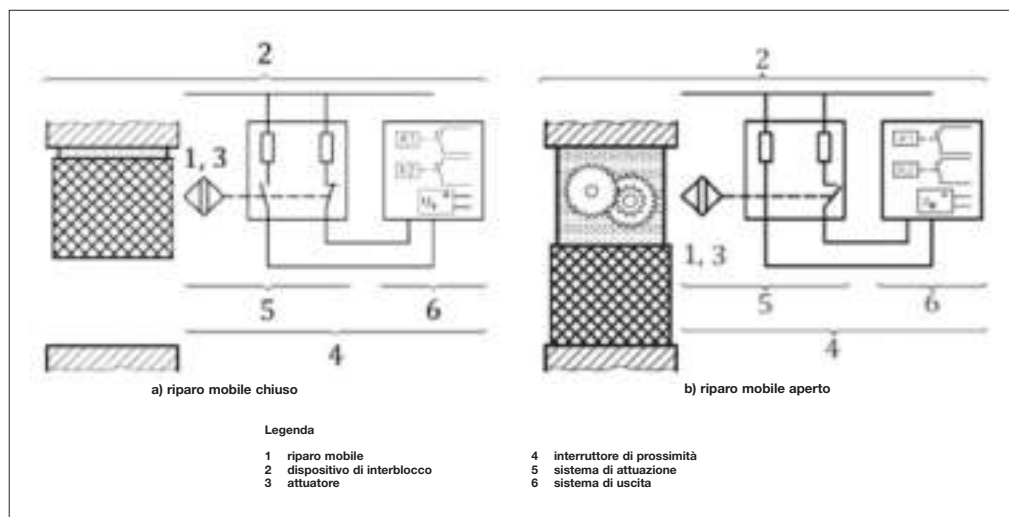
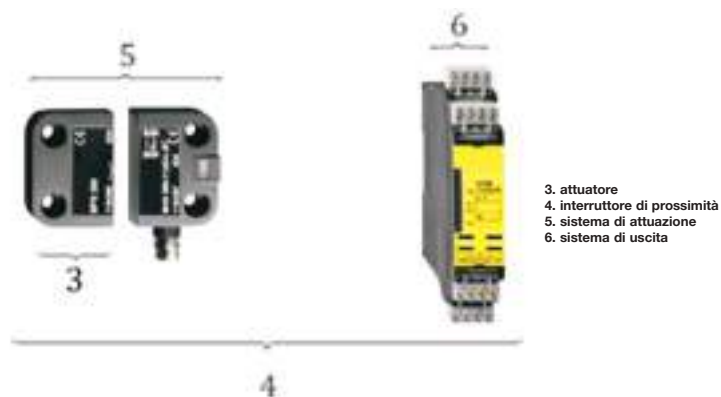


Figura 8: fig. C.1 della norma EN ISO 14119:2013 Dispositivo di interblocco di tipo 3 con interruttore di prossimità attuato mediante attuatore non codificato¹³

13 Libera traduzione a cura dell'autore.

Esempio di sensore magnetico tipo 4 a codifica bassa



OPPURE

Esempio di sensore RFID tipo 4 a codifica alta

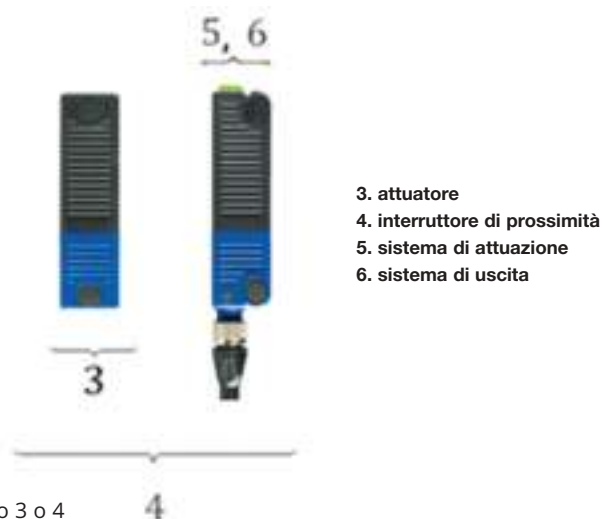


Figura 9: Esempi del sensore di tipo 3 o 4

I dispositivi di interblocco di tipo 3 o 4 comunque, per poter essere utilizzati come singolo interblocco su un riparo, devono, oltre ad ottemperare essi ai requisiti previsti dalla EN ISO 14119:2013, montare dei sensori che rispondano ai requisiti previsti dalla norma IEC 60947 -5 -3¹⁴.

Questo standard IEC infatti prevede una classificazione dei sensori che indica quali devono essere le caratteristiche del sensore di tipo 3 e 4 e in particolare individua i comportamenti sicuri in caso di guasto. Solo se il sensore è conforme alla IEC 60947 -5 -3, l'interblocco può essere impiegato come unico interblocco sul riparo.

¹⁴ IEC 60947-5-3 Apparecchiature a bassa tensione Parte 5-3: Dispositivi per circuiti di comando ed elementi di manovra - Prescrizioni per dispositivi di prossimità con comportamento definito in condizioni di guasto (PDDB)".

Nel caso in cui il fabbricante del sensore abbia scelto di non adottare la norma IEC 60947 -5 -3 e nel caso in cui non esista, per lo stato dell'arte, un dispositivo idoneo all'applicazione particolare, è consentito l'utilizzo di questo sensore come interblocco di sicurezza ma andrà ridonato con altro dispositivo uguale o di tecnologia diversa ed entrambi collegati ad una unità di valorizzazione che effettuerà il controllo di coerenza fra i due sensori e provvederà anche a proteggere i sensori da extracorrenti e cortocircuiti o sovraccarichi. Il tutto dovrà essere dichiarato conforme da chi realizza questa configurazione.

Valutazione dei guasti

La norma fornisce chiare indicazioni in merito all'affidabilità dei sistemi di interblocco e la loro applicabilità in base al livello di prestazione da raggiungere e parte dal seguente presupposto che si configura come stato dell'arte. Se elettricamente può essere escluso un guasto dovuto a cortocircuito nelle canaline o nel quadro di comando e se questo si verifica, facilmente viene riconosciuto in quanto, allo stato dell'arte attuale, la maggior parte delle configurazioni prevedono circuiti ridondanti, viceversa meccanicamente, se viene utilizzato un singolo dispositivo con azionamento meccanico, può verificarsi che il singolo guasto o la somma dei guasti potrebbe portare ad una situazione pericolosa.

Questa possibilità non è tollerata in sistemi di sicurezza che devono raggiungere un livello di prestazione elevato come PL "d" o "e".

Questa problematica è presente in tutti gli interblocchi che hanno un azionamento meccanico come dispositivi con attuatore a leva, a rotella o a chiave. La norma EN ISO 13849 -1 richiede, per questi dispositivi, livelli di prestazione tali per cui siano attuate le esclusioni degli errori (*fault exclusion* - FE) tramite effettivi e frequenti controlli periodici o tramite sorveglianza automatica e che il punteggio raggiunto nella valutazione del guasto in modo comune (CCF¹⁵, *common cause failure*) raggiunga almeno un totale di 60 punti. Se tali parametri non vengono soddisfatti, è necessario l'impiego di dispositivi senza coinvolgimenti meccanici oppure è necessario applicare un secondo interblocco per ogni riparo in modo da realizzare una ridondanza meccanica controllata in coerenza da parte della logica di comando.

Cause tipiche di guasto di interruttori di posizione sono:

- a) Eccessiva usura del sistema di azionamento (es. pistone o rotella) azionato dal riparo
- b) Disallineamento fra attuatore e interruttore di posizione
- c) Inceppamento del sistema di azionamento (stantuffo) rendendo vana la funzione della molla
- d) Urti

¹⁵ Punto 3.1.6 della norma EN ISO 13849-1 "CCF: guasti di differenti elementi, risultanti da un singolo evento, quando questi guasti non sono conseguenti l'uno dell'altro. [IEC 60050-191-am1:1999, 04-23]

NOTA: i guasti di causa comune non devono essere confuse con i guasti di modo comune (vedere ISO 12100-1:2003, 3.34)."



Prevedere un fermo meccanico che eviti che il riparo possa urtare violentemente sull' interblocco causando potenziali guasti o rotture pericolose



Figura 10: rottura accidentale: interblocco a chiavetta danneggiato a causa di ripetuti urti per disallineamento dell'attuatore con il sistema di azionamento



Figura 11: Interblocco RFID tipo 4 a codifica alta

Prevenzione dei guasti in modo comune

La norma fornisce delle indicazioni per la prevenzione dei guasti in modo comune CCF, indicando in linea generale di differenziare la tipologia di interblocchi¹⁶ impiegati piuttosto che la ridondanza degli stessi.

Se sono impiegati due interruttori di posizione ad azionamento meccanico in configurazione opposta (azionamento meccanico diretto ovvero positivo e non diretto ovvero non -positivo) o uno ad azione meccanica diretta ed il secondo non azionato meccanicamente, può essere raggiunto un punteggio pari a 20 per la quantificazione del CCF, secondo la norma EN ISO 13849 -1, usando le misure descritte.

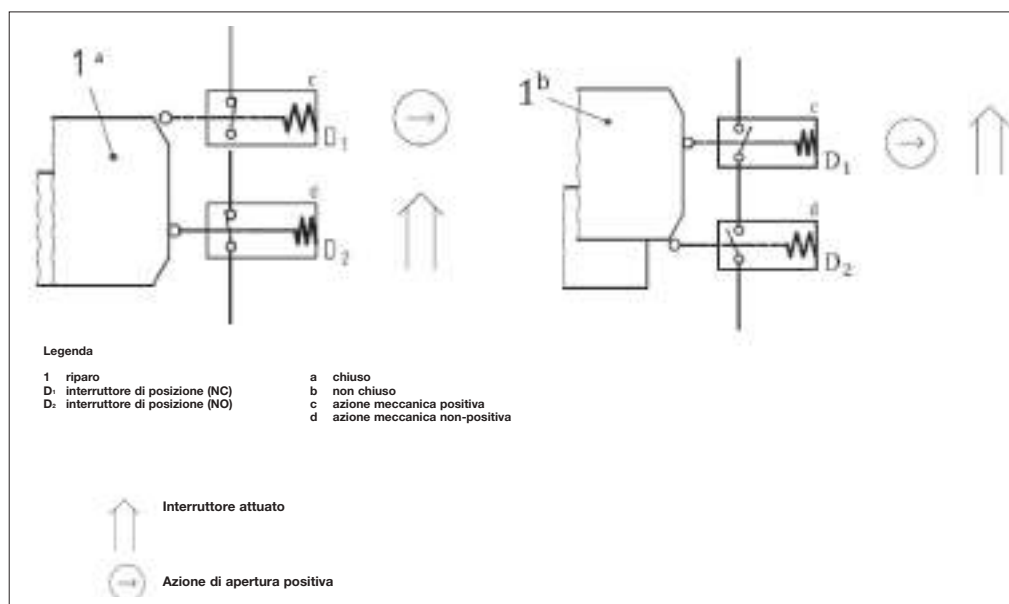


Figura 12: fig.12 della norma 14119:2013 Combinazione di interruttori di tipo 1 ad azione meccanica diretta e non diretta per evitare CCF¹⁷

Sempre un punteggio pari a 20 per il CCF può essere raggiunto da una configurazione con due interblocchi indipendenti, ciascuno dei quali interrompe una fonte di energia differente.

¹⁶ Negli allegati della norma EN ISO 14119:2013 sono trattate le singole tipologie di interblocco, approfondendone le caratteristiche e i limiti nel loro impiego.

¹⁷ Libera traduzione a cura dell'autore.

Esempio: una macchina utilizza componenti idraulici per applicare le necessarie forze per eseguire il processo di produzione, mentre il controllo della macchina è gestito elettricamente/elettronicamente. L'apertura di un riparo mobile interbloccato aziona due interruttori di posizione indipendenti. Il primo interruttore interagisce direttamente con una valvola idraulica che interrompe la pressione; il secondo interruttore interrompe la tensione di controllo che pilota un'altra valvola. In entrambi i casi le valvole interromperanno il movimento pericoloso. Grazie alle differenti tecnologie utilizzate, non si potrà verificare nessun guasto in modo comune che potrebbe accadere in ognuno dei due sistemi.

Le possibili esclusioni degli errori devono essere esaminate separatamente per la meccanica e l'elettronica prendendo in considerazione le condizioni dell'ambiente e le influenze esterne previste.

Inoltre è richiesto che si faccia una corretta selezione sul dispositivo che assicuri che la forza di tenuta dell'eventuale dispositivo di blocco del riparo sia sufficiente a resistere alle forze statiche applicate all'elemento di blocco (perno) e che le forze di taglio sull'elemento di blocco causate dal rimbalzo del riparo, siano impedito. In questo caso l'applicazione dell'esclusione dei guasti per la rottura degli elementi di blocco non necessariamente limitano il PL o SIL per la funzione di blocco del riparo.

Il mascheramento

Un approccio diffuso nella progettazione dei circuiti di sicurezza è il collegamento in serie di dispositivi con contatti a potenziale libero ad esempio più dispositivi di interblocco connessi ad una singola logica di sicurezza che realizza la diagnostica per l'intera funzione di sicurezza.



Sebbene in queste applicazioni nella maggior parte dei casi un singolo guasto non porti alla perdita della funzione di sicurezza e sarà rilevato dalla logica, in pratica si possono riscontrare alcuni problemi: quando i dispositivi di interblocco con contatti ridondanti sono collegati in serie, il rilevamento del singolo guasto di un interblocco può essere mascherato dall'azionamento di qualsiasi altro interblocco non guasto (attraverso la relativa apertura/chiusura del riparo) collegato in serie.

Una guida alla stima della probabilità di mascheramento di un guasto e del massimo DC¹⁸ per gli interruttori di posizione coinvolti è rappresentata dallo **standard ISO/TR 24119 Sicurezza del macchinario. Valutazione del mascheramento di errori dovuti alla connessione in serie di dispositivi di interblocco associati ai ripari con contatti potenzialmente liberi** la cui prima edizione è stata pubblicata il 15 dicembre 2015.

18 Safety of machinery - Evaluation of fault masking serial connection of interlocking devices associated with guards with potential free contacts.

Caso studio

Il presente caso studio si pone l'obiettivo di mettere in evidenza l'approccio individuato dalla norma EN ISO 14119:2013, con particolare riferimento alla neutralizzazione del dispositivo di interblocco in modo ragionevolmente prevedibile, per la prevenzione delle dinamiche incidentali note e maggiormente ricorrenti.

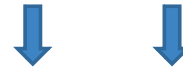
Attrezzatura:	impianto per la realizzazione di blister di materiale termoplastico
Parte interessata dall'evento incidentale:	zona tra la termoformatrice e la stampante: Modalità di accesso alla parte pericolosa della macchina nonostante l'installazione di un micro interruttore con attuatore separato (chiavetta) di sicurezza
	 <p>Figura 13: Manovra di apertura del riparo 1 senza apertura del riparo 2</p>
	<p>L'apertura completa del riparo 1 era condizionata geometricamente alla precedente apertura del riparo 2. L'apertura del riparo 2 bloccava la funzionalità dell'insieme.</p>  <p>Figura 14: Posizione del riparo interbloccato tra termoformatrice e stampante</p>
Dinamica incidentale:	<p>Il riparo in plexiglass interbloccato ed installato sulla macchina a protezione degli elementi mobili della sezione "termoformatrice" è risultato facilmente eludibile dall'operatore. Pur essendo associato al riparo un dispositivo di interblocco ad azionamento meccanico positivo¹⁹, era sempre possibile in considerazione del punto di installazione dello stesso sollevare parzialmente il riparo per mezzo della maniglia ed accedere alle parti pericolose a macchina in movimento senza che il dispositivo di interblocco potesse intervenire. Trattasi di un caso di uso scorretto ragionevolmente prevedibile e quindi riguarda direttamente le problematiche afferenti ai principi di integrazione della sicurezza (Requisito essenziale di salute e sicurezza RES 1.1.2 c)).</p>

19 Azionamento meccanico positivo ovvero movimento di un componente meccanico che deriva inevitabilmente da un altro componente meccanico sia per contatto diretto sia tramite elementi rigidi.

Problematiche emerse	Requisiti richiesti dalla EN ISO 14119:2013	Possibili soluzioni
Montaggio dell'interblocco in una posizione non idonea	I dispositivi di interblocco devono essere installati in maniera adeguatamente robusta in conformità con le istruzioni fornite dal fabbricante e il movimento prodotto da un attuatore meccanico deve rimanere entro i valori operativi specificati per assicurare una corretta operatività.	L'attuatore nel caso in esame, a causa dell'errata installazione, non eseguiva una corsa adeguata alla corretta operatività del dispositivo di interblocco. In particolare, all'atto dell'apertura del riparo su cui l'interblocco è installato.
Progettare per ridurre le possibilità di neutralizzazione	Il dispositivo di interblocco deve interferire il minimo possibile con l'operatività e con le altre fasi della vita della macchina, in modo da ridurre qualsiasi incentivo alla neutralizzazione. È necessario quindi agevolare operatività delle macchine, in particolare durante la manutenzione e le operazioni di servizi.	Nel caso in esame il dispositivo veniva eluso per eseguire un'operazione di ripristino del normale funzionamento della macchina a valle di un inceppamento. L'operatore infatti per liberare l'organo bloccato ha seguito la linea di minor resistenza che consisteva nella manovra illustrata in fig. 13 piuttosto che eseguire il fermo della macchina aprendo i ripari interbloccati.
	Per evitare la neutralizzazione in modo ragionevolmente prevedibile di un dispositivo di interblocco, la norma evidenzia la necessità di garantire che il movimento prodotto da un attuatore meccanico o lo spazio tra il sistema di azionamento e il dispositivo di prossimità rimanga nel range di operatività specificata dell'interruttore di posizione.	Nel caso in esame la corsa dell'attuatore associato al riparo 1 non era eseguita all'atto dell'apertura del riparo.
	Occorre verificare l'esistenza di motivazioni che si configurano come incentivi alla neutralizzazione dei dispositivi di interblocco in modo ragionevolmente prevedibile.	La posizione del dispositivo di interblocco costituiva un incentivo alla neutralizzazione del dispositivo stesso in modo ragionevolmente prevedibile ²⁰ . La condizione che si è verificata è ben evidenziata dall'applicazione della tabella H.2 della norma EN 14119:2013 "Esempi di valutazione della motivazione alla neutralizzazione dei dispositivi di interblocco" al caso studio illustrato.

20 Si ricorda che la norma, qualora il pericolo sussistesse, richiede di implementare delle misure aggiuntive con riferimento alla tabella 3 illustrata nel paragrafo *Defeating* - misure aggiuntive.

Tabella 3 - Applicazione al caso studio della tabella proposta in allegato H dalla norma EN 14119:2013 per la valutazione della motivazione alla neutralizzazione dei dispositivi di interblocco proposta²¹



Attività	Automatico	Attività permessa in questi modi di funzionamento?	Attività possibile senza neutralizzazione?	Più facile/più conveniente	Più veloce, produttività aumentata	Flessibilità, ad es. per pezzi di lavoro più grandi
Avvio						
Prova del programma, corsa di test						
Lavorazione						
Intervento manuale per la rimozione di residui	✔	SI, solo dopo l'intervento dei dispositivi di protezione	SI	✔	✔	
Cambio manuale del pezzo in lavorazione						
Intervento manuale per la risoluzione di problemi						
Controllo/campionamento casuale						
Intervento manuale per misurazione/ rifiniture						
...						
...						

21 Libera traduzione a cura dell'autore



	Maggiore precisione	Migliore visibilità	Migliore udibilità	Minore sforzo fisico	Percorso ridotto	Maggiore libertà di movimento	Migliore flusso di movimento	Evitare l'interruzione
				✓	✓			✓

Bibliografia

- [1] D.lgs. 3 agosto 2009, n. 106, Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- [2] EN ISO 13855:2010, Sicurezza del Macchinario - Posizionamento dei dispositivi di protezione in funzione delle velocità di avvicinamento di parti del corpo
- [3] EN ISO 14119:2013, Sicurezza del macchinario. Dispositivi di interblocco associati ai ripari. Principi di progettazione e scelta
- [4] EN ISO 1088:1998+A1:2007, Sicurezza del macchinario. Dispositivi di interblocco associati ai ripari. Principi di progettazione e scelta
- [5] EN ISO 13849 -1:2015, Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 1: Principi generali per la progettazione
- [6] IEC 62061:2005, + A1:2012 + A2:2015, Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili relativi alla sicurezza
- [7] EN ISO 12100:2010, Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio
- [8] D.lgs. 17/10 Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori.
- [9] EN ISO 14120:2015, Sicurezza del macchinario - Ripari - Requisiti generali per la progettazione e la costruzione di ripari mobili e fissi
- [10] CEI IEC 60947 -5 -3:2013, Apparecchiature a bassa tensione - Part 5 -3: I dispositivi di controllo e di elementi di commutazione - Requisiti per dispositivi di prossimità con comportamento definito in condizioni di guasto (PDDB)
- [11] CEI IEC 60529:2013 Gradi di protezione degli involucri

Appendice 1

La tecnologia RFID (Radio-Frequency IDentification)

La tecnologia RFID si compone di due elementi fondamentali: il TAG ed il READER.

Il **TAG** o transponder a radiofrequenza è di piccole dimensioni, costituito da un circuito integrato (chip) con funzioni di semplice logica di controllo, dotato di memoria, connesso ad un'antenna ed inserito in un contenitore o incorporato in una etichetta di carta, una Smart Card, una chiave o in una cosiddetta "smartlabel". Questa tecnologia risulta assai diffusa anche nell'ambito dell'abbigliamento all'ingrosso e al dettaglio, sia per il riconoscimento che come tecnologia antitaccheggio. La peculiarità di queste etichette consiste nel fatto che la memoria interna è alimentata direttamente ed esclusivamente dal gruppo di lettura/scrittura e può essere sovrascritta innumerevoli volte. Le etichette di identificazione possono essere applicate a tutti i tipi di imballaggio e contenitore, ad esempio: scatole di cartone, bottiglie di vetro, barattoli o sacchetti di plastica.

Il TAG permette la trasmissione di dati a corto raggio senza contatto fisico. I dati contenuti nella memoria del TAG sono limitati ad un codice univoco (identificativo). I TAG o transponder possono essere passivi o attivi.

I TAG passivi hanno dimensioni contenute e basso costo in quanto sono costituiti da una antenna, dalla quale attingono l'energia sufficiente per innescarsi, riconoscere il **reader** e ritrasmettere il suo codice precedentemente memorizzato. Il limite del TAG passivo è la distanza di comunicazione che non può andare oltre al paio di metri.

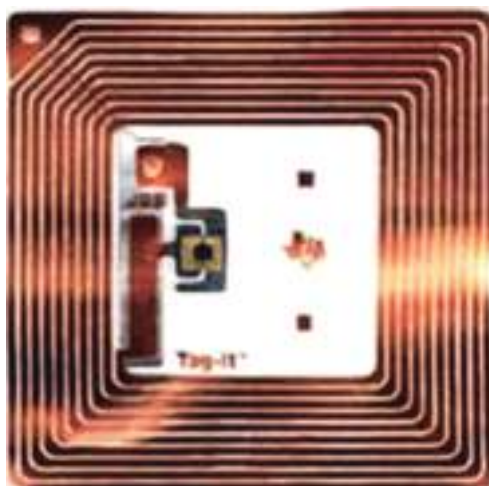


Figura 15: Esempio di TAG passivo

I TAG attivi, invece, essendo alimentati autonomamente da una batteria, hanno maggiori dimensioni, possono trattare una quantità maggiore di dati e arrivano a distanze di comunicazione ragguardevoli (alcune centinaia di metri).

Il **READER**, è un ricetrasmittitore controllato da un microprocessore ed usato per scrivere, interrogare e ricevere le informazioni in risposta provenienti dai TAG.

Il Reader (chiamato anche "interrogator" o "controller" se distinto dalla sua antenna) è l'elemento che, nei sistemi RFID, consente di assumere le informazioni contenute nel TAG. Si tratta di un vero e proprio ricetrasmittitore, governato da un sistema di controllo e spesso connesso in rete con sistemi informatici di gestione per poter ricavare informazioni dall'identificativo trasmesso dai TAG.

Questo infatti, specie nei TAG passivi, è un semplice codice che ha però la particolarità di essere univoco e sempre leggibile, a differenza dei codici a barre i quali devono avere la perfetta visibilità da parte del bar-reader e risultano conseguentemente illeggibili se il codice a barre risulta danneggiato. Entrando quindi in un sistema informativo ed usando un codice univoco come chiave di ricerca, si possono ricavare dettagliate informazioni (anche aggiornate nel tempo) sul particolare oggetto a cui il TAG è associato.

I Reader per TAG attivi sono dei ricetrasmittitori controllati, che possono usare le più diverse tecniche a radiofrequenza. I TAG attivi, ad oggi, sono solo in piccola parte coperti da standard specifici. I Reader per TAG passivi (e semi passivi), invece, devono emettere segnali RF di tipo particolare, in grado di fornire al TAG anche l'energia necessaria per la risposta.

Le bande di frequenze più comunemente usate nella tecnologia RFID sono:

- LF (*Low Frequencies*) 120÷145 kHz. La prima frequenza utilizzata e tuttora in uso frequente;
- HF (*High Frequencies*) 13,56 MHz. È la banda più utilizzata oggi in tutto il mondo;
- UHF (*Ultra High Frequencies*) 865 ÷ 950 MHz. È la "nuova banda" per gli RFID per la logistica;
- UHF alta gamma: 2,4 GHz.

Un tipo particolare di TAG a radiofrequenza è costituito dalle carte elettroniche a microchip senza contatto.

L'impiego principale dei TAG RFID è quello dell'identificazione di oggetti e più in generale della logistica (identificazione di imballaggi, pallet, container e quant'altro lungo la catena di distribuzione).

Recentemente questa tecnologia si è andata ad affermare massicciamente in ambito industriale per la soluzione di problematiche di sicurezza uomo/macchina per quanto riguarda gli interblocchi di sicurezza.

I dispositivi di interblocco che utilizzano come attuatore un TAG RFID codificato rappresentano una soluzione che ben si adatta ad ambienti con polveri, lavaggi e disallineamenti, essendo priva di elementi di contatto o azionamenti meccanici.

Questi sistemi prevedono un "reader" di dimensioni molto contenute, solitamente

te collegato tramite un piccolo connettore e quindi facilmente alloggiabile in qualsiasi tipo di riparo apribile che dia accesso a parti pericolose della macchina. Sulla struttura fissa viene montato solitamente il "reader", sul riparo apribile viene montato il TAG che ha le medesime dimensioni del "reader" ma può essere anche molto più piccolo.

Alla prima alimentazione del READER, viene trasmesso dallo stesso un codice casuale a combinazione al TAG che gli sta di fronte (riparo chiuso). Il TAG, alimentato dallo stesso READER, memorizza tale codice. L'elettronica del TAG abiliterà le sue uscite sicure solamente quando leggerà il codice generato la prima volta (Riparo chiuso: TAG davanti a READER). In alcuni dispositivi, c'è anche la possibilità di riprogrammazione del TAG in caso di sostituzione dello stesso.

Appendice 2

L'immissione sul mercato e la messa in servizio di un dispositivo di interblocco)

I dispositivi di interblocco con o senza bloccaggio del riparo possono essere classificati come:

- parti del sistema di comando della macchina (rif. ISO 13849 -1), o dei dispositivi esclusivamente meccanici, idraulici, pneumatici o elettromeccanici utilizzati come interblocco bloccabile da scomporre (adesso scomposti in azionatore, sistema di azionamento, sistema di uscita, comando di blocco, funzione di blocco) in modo da valutarne l'affidabilità (di ogni elemento) per la conformità al PL secondo ISO 13849 -1. In questa particolare situazione, le due norme ovvero la EN ISO 14119 e la EN 13849 -1 hanno una profonda interazione infatti esse forniscono per il dispositivo di interblocco dei requisiti "complementari" ovvero la EN ISO 14119:2013 fornisce indicazioni per la scelta, valutazione e installazione in funzione dell'applicazione, della forza di tenuta, delle condizioni ambientali e di posizionamento, la EN 13849 -1 entra nel merito della durata, della copertura diagnostica e della configurazione di collegamento del dispositivo di interblocco.
- un subsistema o un elemento di un subsistema di un sistema di controllo elettrico di sicurezza che trova riferimento nella norma IEC 62061:2005 "Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici / elettronici / elettronici programmabili relativi alla sicurezza". Questa norma interagisce in minor misura con la norma EN ISO 14119:2013 ma in ogni caso rimane di fondamentale importanza nel caso si valutino dispositivi di ultima generazione che spesso sono considerati come "safety function" completa (ingresso - logica - uscita) integralmente garantita e certificata dal costruttore stesso del dispositivo. In questo caso, si viene esentati dal dover scomporre il dispositivo nei vari elementi per valutarne l'affidabilità in quanto è un lavoro già svolto dal costruttore del dispositivo (software compreso) e diagnosticate dal dispositivo stesso. Generalmente questi dispositivi sono dichiarati in PL "e" o SIL "3" e garantiscono la sicurezza contro il singolo guasto (cat. 4).

Nella previgente direttiva 98/37/CE il fabbricante di un componente di sicurezza, quale un interblocco con o senza funzioni di bloccaggio, doveva rilasciare una dichiarazione di conformità CE di cui all'Allegato IIC, ma il componente non doveva recare la marcatura CE, indipendentemente dall'iter di valutazione di conformità che si adottava. Nella direttiva 2006/42/CE i componenti di sicurezza²² rientra-

22 c) «componente di sicurezza»: componente:

- 1) destinato ad espletare una funzione di sicurezza;
- 2) immesso sul mercato separatamente;
- 3) il cui guasto ovvero malfunzionamento, mette a repentaglio la sicurezza delle persone;
- 4) che non è indispensabile per lo scopo per cui è stata progettata la macchina o che per tale funzione può essere sostituito con altri componenti.

no invece nella definizione di “macchina” e i fabbricanti degli stessi devono adottare gli iter di valutazione della conformità delle macchine, nonché essere accompagnati dalla dichiarazione CE di conformità di cui all'allegato IIA e recare la marcatura CE ai sensi della Direttiva 2006/42/CE.

Si precisa che ricadono nel campo di applicazione di quest'ultima solo quei componenti di sicurezza destinati ad essere immessi sul mercato separatamente. Pertanto qualora essi siano destinati ad essere incorporati in una macchina costruita dal medesimo fabbricante non necessitano di essere sottoposti alla procedura di immissione sul mercato in quanto la loro conformità alla direttiva è assicurata dalla procedura di immissione sul mercato/messa in servizio della macchina.

Per la stessa ragione, quando il fabbricante fornisce componenti di sicurezza come pezzi di ricambio in sostituzione di componenti di sicurezza originali sulla macchina che ha immesso sul mercato, questi non sono disciplinati dalla direttiva macchine, ovvero non devono essere sottoposti alla procedura di immissione sul mercato e quindi non necessitano né di dichiarazione CE di conformità e né di marcatura CE; queste ultime sono invece richieste se detti componenti sono forniti non dal costruttore originario della macchina. Anche la Direttiva 98/37/CE.

