



## ISO 13849-1:2023

### Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 1: Principi generali di progettazione

#### Prefazione

L'ISO (International Organization for Standardization) è una federazione mondiale di enti di normazione nazionali (enti membri dell'ISO). Il lavoro di preparazione degli standard internazionali viene normalmente svolto dai comitati tecnici ISO. Ogni organismo membro interessato a un argomento per il quale è stato istituito un comitato tecnico ha il diritto di essere rappresentato in tale comitato. Anche le organizzazioni internazionali, governative e non, in collegamento con l'ISO, partecipano ai lavori. L'ISO collabora strettamente con la Commissione Elettrotecnica Internazionale (IEC) su tutte le questioni di standardizzazione elettrotecnica.

Le procedure utilizzate per lo sviluppo di questo documento e quelle previste per la sua ulteriore manutenzione sono descritte nelle Direttive ISO/IEC, parte 1. In particolare, è opportuno ricordare i diversi criteri di approvazione necessari per i vari tipi di documenti ISO. Questo documento è stato redatto in conformità alle regole editoriali delle Direttive ISO/IEC, Parte 2 ([vedi www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

Si richiama l'attenzione sulla possibilità che alcuni elementi del presente documento siano oggetto di diritti di brevetto. L'ISO non è responsabile dell'identificazione di tali diritti di brevetto. I dettagli di eventuali diritti di brevetto identificati durante lo sviluppo del documento saranno riportati nell'Introduzione e/o nell'elenco ISO delle dichiarazioni di brevetto ricevute (vedere [www.iso.org/patents](http://www.iso.org/patents)).

I nomi commerciali utilizzati nel presente documento sono informazioni fornite per comodità degli utenti e non costituiscono un'approvazione.

Per una spiegazione della natura volontaria delle norme, del significato dei termini e delle espressioni specifiche dell'ISO relative alla valutazione della conformità, nonché per informazioni sull'adesione dell'ISO ai principi dell'Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC) in materia di barriere tecniche al commercio (TBT), si veda [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Questo documento è stato preparato dal Comitato Tecnico ISO/TC 199, *Sicurezza delle macchine*, in collaborazione con il Comitato Tecnico Europeo di Standardizzazione (CEN) CEN/TC 114, *Sicurezza delle macchine*, in conformità con l'Accordo sulla cooperazione tecnica tra ISO e CEN (Accordo di Vienna).

Questa quarta edizione annulla e sostituisce la terza edizione (ISO 13849-1:2015), che è stata tecnicamente rivista.

Le principali modifiche sono le seguenti:

- - l'intero documento è stato riorganizzato per seguire meglio il processo di progettazione e sviluppo dei sistemi di controllo;
- - nuova [clausola 4](#) sulla raccomandazione per la valutazione dei rischi;
- - la specifica delle funzioni di sicurezza ([clausola 5](#) aggiornata);
- - combinazione di più sottosistemi (aggiornato nella [clausola 6](#));
- - nuova [clausola 7](#) sui requisiti di sicurezza del software;
- - nuova [clausola 9](#) sugli aspetti ergonomici della progettazione;
- - convalida (aggiornata la [clausola 8](#) e spostata alla [clausola 10](#));
- - nuovo [G.5](#) sulla gestione della sicurezza funzionale;

- - nuovo [allegato L](#) sull'immunità alle interferenze elettromagnetiche (EMI);
- - nuovo [Allegato M](#) con informazioni aggiuntive per la specifica dei requisiti di sicurezza;
- - nuovo [allegato N](#) sulle misure di prevenzione degli errori per la progettazione di software di sicurezza;
- - nuovo [Allegato O](#) con i valori di sicurezza dei componenti o delle parti dei sistemi di controllo.

Un elenco di tutti i componenti della serie ISO 13849 è disponibile sul sito web dell'ISO.

Eventuali commenti o domande su questo documento devono essere rivolti all'ente di normazione nazionale dell'utente. A

L'elenco completo di questi organismi è disponibile sul sito [www.iso.org/members.html](http://www.iso.org/members.html).

## Introduzione

La struttura degli standard di sicurezza nel settore delle macchine è la seguente:

- a) Le norme di tipo A (norme di base) forniscono concetti di base, principi di progettazione e aspetti generali che possono essere applicati alle macchine.
- b) Le norme di tipo B (norme di sicurezza generiche) riguardano uno o più aspetti della sicurezza o uno o più tipi di protezioni che possono essere utilizzate per un'ampia gamma di macchine:
  - - norme di tipo B1 su particolari aspetti della sicurezza (ad esempio, distanze di sicurezza, temperatura superficiale, rumore);
  - - standard di tipo B2 sulle protezioni (ad esempio, comandi a due mani, dispositivi di interblocco, dispositivi sensibili alla pressione, protezioni).
- c) Gli standard di tipo C (standard di sicurezza delle macchine) riguardano i requisiti di sicurezza dettagliati per una particolare macchina o gruppo di macchine.

Il presente documento è uno standard di tipo B1 come definito nella norma [ISO 12100:2010](#).

La prima edizione di questo documento è stata pubblicata nel 1999 sulla base della norma EN 954-1:1996 (norma ritirata). La seconda edizione è stata rivista nel 2006 e la terza edizione nel 2015.

Il presente documento è rilevante, in particolare, per i seguenti gruppi di stakeholder in materia di sicurezza delle macchine:

- - produttori di macchine (piccole, medie e grandi imprese);
- - organismi per la salute e la sicurezza (autorità di regolamentazione, organizzazioni per la prevenzione degli infortuni, sorveglianza del mercato).

Altri possono essere influenzati dal livello di sicurezza delle macchine raggiunto con i mezzi del documento:

- - utenti/datori di lavoro di macchine (piccole, medie e grandi imprese);
- - utenti/dipendenti della macchina (ad esempio, i sindacati);
- - fornitori di servizi, ad esempio per la manutenzione (piccole, medie e grandi imprese);
- - consumatori (cioè macchine destinate all'uso da parte dei consumatori).

Ai gruppi di stakeholder sopra citati è stata data la possibilità di partecipare al processo di redazione del presente documento.

Inoltre, questo documento è destinato agli enti di standardizzazione che elaborano norme di tipo C, come definito nella norma [ISO 12100:2010](#).

I requisiti del presente documento possono essere integrati o modificati da uno standard di tipo C.

Per le macchine che rientrano nel campo di applicazione di una norma di tipo C e che sono state progettate e costruite secondo i requisiti di tale norma, i requisiti di tale norma di tipo C hanno la precedenza.

NOTA 1 Gli esempi e la base della maggior parte dei contenuti si basano su macchine stazionarie in applicazioni di fabbrica. Tuttavia, non sono escluse altre macchine. Il presente documento è stato redatto senza considerare se determinate macchine (ad esempio, macchine mobili) abbiano requisiti specifici. Tuttavia, questo documento è destinato a essere utilizzato in molte industrie di macchine e come base per gli sviluppatori di norme di tipo C, per quanto applicabile.

Il presente documento intende fornire una guida a coloro che sono coinvolti nella progettazione e nella valutazione dei sistemi di controllo e a coloro che preparano gli standard di tipo B2 o di tipo C.

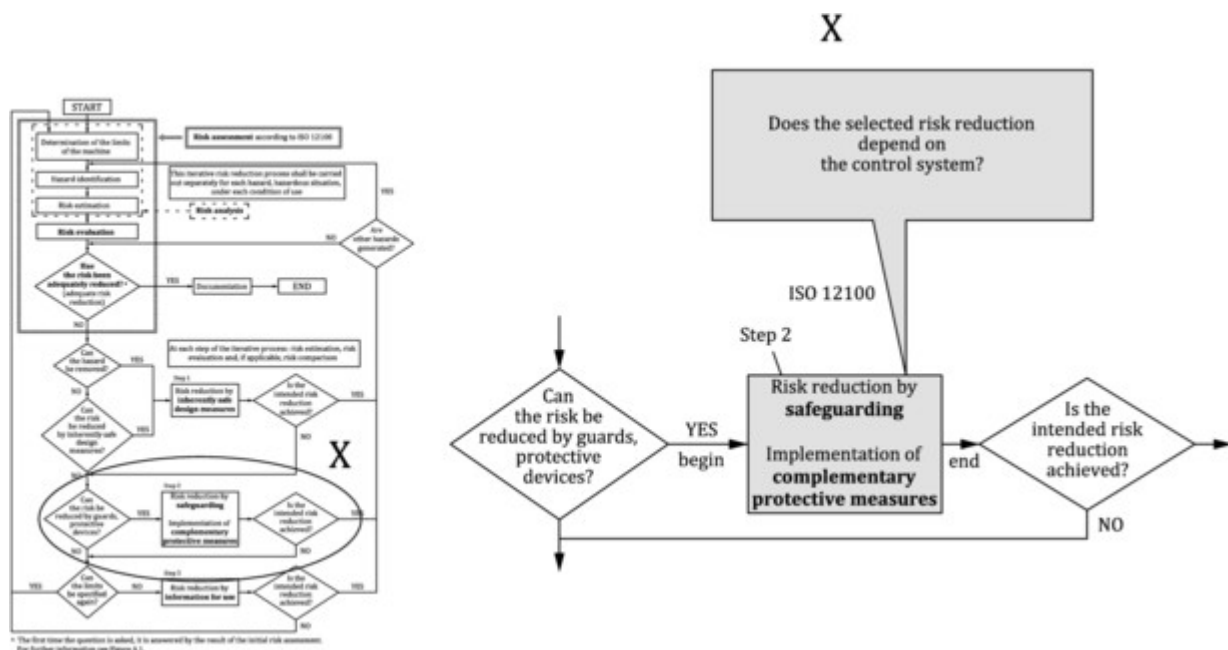
La riduzione del rischio secondo la ISO 12100:2010, Clausola 6, si ottiene applicando, nella seguente sequenza, misure di progettazione intrinsecamente sicure, misure di salvaguardia e/o di riduzione del rischio complementari e informazioni per l'uso. Il progettista può ridurre i rischi mediante misure di riduzione del rischio che possono avere funzioni di sicurezza. Le parti dei sistemi di controllo delle macchine destinate a svolgere funzioni di sicurezza sono chiamate parti dei sistemi di controllo correlate alla sicurezza (SRP/CS). Possono essere costituite da hardware o da una combinazione di hardware e software e possono essere separate dal sistema di controllo della macchina o esserne parte integrante. Oltre a implementare funzioni di sicurezza, gli SRP/CS possono anche implementare funzioni operative.

La norma ISO 12100:2010 è utilizzata per la valutazione del rischio della macchina. L'Allegato A del presente documento può essere utilizzato per la determinazione del livello di prestazione richiesto ( $PL_r$ ) di una funzione di sicurezza eseguita dall'SRP/CS, qualora il suo  $PL_r$  non sia specificato nella norma di tipo C applicabile. Il presente documento è rilevante per le funzioni di sicurezza dell'SRP/CS utilizzate per affrontare i rischi nei casi in cui la valutazione dei rischi condotta in conformità con la norma di tipo C non sia stata effettuata. ISO 12100:2010 stabilisce che è necessaria una misura di riduzione del rischio che si basa su una funzione di sicurezza (ad esempio, una protezione di interblocco). In questi casi, il sistema di controllo di sicurezza svolge una funzione di sicurezza. Il presente documento deve essere utilizzato per progettare e valutare l'SRP/CS. Solo la parte del sistema di controllo legata alla sicurezza rientra nell'ambito di applicazione del presente documento.

La Figura 1 illustra la relazione tra la ISO 12100:2010 e il presente documento. Per una panoramica dettagliata si veda la Figura 2.

NOTA 2 Per ulteriori informazioni, vedere anche ISO/TR 22100-2:2013.

**Figura 1 - Integrazione di questo documento (ISO 13849-1) nel processo di riduzione del rischio della ISO 12100:2010**



NOTA Basato su ISO/TR 22100-2:2013, Figura 2.

NOTA 3 La Figura 1 mostra dove l'SRP/CS contribuisce al processo di riduzione del rischio della ISO 12100:2010: Fase

2. L'SRP/CS supporta le misure combinate di riduzione del rischio attraverso l'implementazione di funzioni di sicurezza. La capacità delle parti dei sistemi di controllo legate alla sicurezza di svolgere una funzione di sicurezza in condizioni prevedibili è assegnata a uno dei cinque livelli, chiamati livelli di prestazione (PL). Il livello di prestazione richiesto ( $PL_r$ ) per una particolare funzione di sicurezza (a seconda della riduzione del rischio richiesta) sarà determinato dalla stima del rischio.

L'allegato informativo A del presente documento contiene un metodo per la stima del rischio e può essere utilizzato per la determinazione del  $PL_r$  di una funzione di sicurezza svolta dall'SRP/CS. Qualsiasi metodo di stima del rischio presenterà una varianza a causa della natura soggettiva dei criteri di valutazione. Rispetto all'Allegato

A, le norme di tipo C possono avere metodi di stima del rischio più specifici per applicazioni specifiche della macchina.

La frequenza dei guasti pericolosi e della funzione di sicurezza dipende da diversi fattori, tra cui, ma non solo, la struttura dell'hardware e del software, l'entità dei meccanismi di rilevamento dei guasti [copertura diagnostica (DC)], l'affidabilità dei componenti [tempo medio al guasto pericoloso ( $MTTFD$ ), guasto per causa comune (CCF)], il processo di progettazione, le sollecitazioni operative, le condizioni ambientali e le procedure operative.

Per facilitare la progettazione di SRP/CS e la valutazione dei PL raggiunti, questo documento impiega una metodologia basata sulla categorizzazione di architetture con criteri di progettazione specifici (ad esempio  $MTTFD$ ,  $DC_{avg}$ ) e un comportamento specificato in condizioni di guasto. A queste architetture viene assegnato uno dei cinque livelli definiti Categorie B, 1, 2, 3 e 4.

La sicurezza funzionale considera le caratteristiche di guasto degli elementi/componenti che svolgono una funzione di sicurezza. Per ogni funzione di sicurezza, questa caratteristica di guasto è espressa come frequenza di guasto pericoloso all'ora (PFH).

I livelli e le categorie di prestazioni possono essere applicati a SRP/CS, ad esempio:

- - unità di controllo (ad esempio, un'unità logica per le funzioni di controllo, elaborazione dei dati, monitoraggio);
- - dispositivi di protezione elettrosensibili (ad es. barriere fotoelettriche), dispositivi sensibili alla pressione.

I livelli di prestazione possono essere definiti e le categorie determinate per i sottosistemi di SRP/CS utilizzando parti (componenti) di sicurezza, ad esempio:

- - dispositivi di protezione (ad esempio, dispositivi di controllo a due mani, dispositivi di interblocco);
- - elementi di controllo della potenza (ad es. relè, valvole);
- - sensori ed elementi HMI (ad es. sensori di posizione, interruttori di abilitazione).

Le macchine oggetto del presente documento possono essere semplici (ad esempio, piccole macchine da cucina o porte e cancelli automatici) o complesse (ad esempio, macchine per l'imballaggio, macchine da stampa, presse e macchine integrate in un sistema).

Questo documento e la norma IEC 62061 specificano una metodologia e forniscono una guida per la progettazione e l'implementazione dei sistemi di controllo di sicurezza delle macchine.

I requisiti della [clausola 10](#) del presente documento sostituiscono i requisiti della [norma ISO 13849-2:2012](#) (esclusi gli allegati informativi).

## 1 Ambito di applicazione

Questo documento specifica una metodologia e fornisce i relativi requisiti, raccomandazioni e indicazioni per la progettazione e l'integrazione di parti dei sistemi di controllo legate alla sicurezza (SRP/CS) che svolgono funzioni di sicurezza, compresa la progettazione del software.

Il presente documento si applica alle SRP/CS per le modalità di funzionamento a domanda elevata e continua, compresi i relativi sottosistemi, indipendentemente dal tipo di tecnologia e di energia (ad es. elettrica, idraulica, pneumatica e meccanica). Il presente documento non si applica alla modalità di funzionamento a bassa domanda.

NOTA 1 Vedere [3.1.44](#) e la serie IEC 61508 per la modalità di funzionamento a bassa richiesta.

Il presente documento non specifica le funzioni di sicurezza o i livelli di prestazione richiesti ( $P_L$ ) da utilizzare in particolari applicazioni.

NOTA 2 Il presente documento specifica una metodologia per la progettazione di SRP/CS senza considerare se alcune macchine (ad es. macchine mobili) hanno requisiti specifici. Questi requisiti specifici possono essere considerati in una norma di tipo C.

Il presente documento non fornisce requisiti specifici per la progettazione di prodotti/componenti che sono parti di SRP/CS. I requisiti specifici per la progettazione di alcuni componenti di SRP/CS sono coperti dalle norme ISO e IEC applicabili.

Il presente documento non fornisce misure specifiche per gli aspetti della sicurezza (ad esempio, fisica,

informatica e cibernetica).

NOTA 3 Le questioni di sicurezza possono avere un effetto sulle funzioni di sicurezza. Per ulteriori informazioni, consultare ISO/TR 22100-4 e IEC/TR 63074.

## 2 Riferimenti normativi

I seguenti documenti sono citati nel testo in modo che alcuni o tutti i loro contenuti costituiscano requisiti del presente documento. Per i riferimenti datati, si applica solo l'edizione citata. Per i riferimenti non datati, si applica l'ultima edizione del documento citato (compresi gli eventuali emendamenti).

- ISO 12100:2010, *Sicurezza del macchinario - Principi generali di progettazione - Valutazione del rischio e riduzione del rischio*
- ISO 13849-2:2012, *Sicurezza del macchinario - Parti dei sistemi di comando legate alla sicurezza - Parte 2: Convalida*
- ISO 13855:2010, *Sicurezza del macchinario - Posizionamento delle protezioni rispetto alle velocità di avvicinamento di parti del corpo umano*
- ISO 20607:2019, *Sicurezza del macchinario - Manuale di istruzioni - Principi generali di redazione*
- IEC 61508-3:2010, *Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici/elettronici/programmabili elettronici di sicurezza - Parte 3: Requisiti software*
- IEC 62046:2018, *Sicurezza del macchinario - Applicazione di dispositivi di protezione per rilevare la presenza di persone*
- IEC 62061:2021, *Sicurezza del macchinario - Sicurezza funzionale dei sistemi di controllo legati alla sicurezza*
- IEC/IEEE 82079-1:2019, *Preparazione di informazioni per l'uso (istruzioni per l'uso) dei prodotti - Parte 1: Principi e requisiti generali*

## 3 Termini, definizioni, simboli e termini abbreviati

### 3.1 Termini e definizioni

Ai fini del presente documento, si applicano i termini e le definizioni riportati nella [norma ISO 12100:2010](#) e in quanto segue.

ISO e IEC gestiscono banche dati terminologiche da utilizzare per la standardizzazione ai seguenti indirizzi:

- - ISO Piattaforma di navigazione online: disponibile all'indirizzo <https://www.iso.org/obp>
- - IEC Electropedia: disponibile su <https://www.electropedia.org/>

#### 3.1.1

##### **parte di un sistema di controllo legata**

##### **alla sicurezza SRP/CS**

parte di un sistema di controllo che esegue una **funzione di sicurezza** (3.1.27), a partire da uno o più ingressi relativi alla sicurezza fino alla generazione di una o più uscite relative alla sicurezza

Nota 1 alla voce: Le parti relative alla sicurezza di un sistema di controllo iniziano dal punto in cui vengono attivati gli ingressi relativi alla sicurezza (compresi, ad esempio, la camma di azionamento e la rotella dell'interruttore di posizione) e terminano all'uscita degli elementi di controllo della potenza (compresi, ad esempio, i contatti principali di un contattore).

#### 3.1.2

##### **sistema di controllo della macchina**

sistema che risponde a segnali di ingresso provenienti da parti di elementi della macchina, operatori, apparecchiature di controllo esterne o qualsiasi combinazione di questi e genera segnali di uscita che causano il comportamento della macchina nel modo previsto

Nota 1 alla voce: Il sistema di controllo della macchina può utilizzare qualsiasi tecnologia o qualsiasi combinazione di tecnologie diverse (ad esempio, elettrica/elettronica, idraulica, pneumatica e meccanica).

#### 3.1.3

##### **specifiche dei requisiti di sicurezza**

##### **SRS**

specifica contenente i requisiti delle **funzioni di sicurezza** (3.1.27) che devono essere soddisfatti dal sistema di controllo di sicurezza in termini di caratteristiche delle funzioni di sicurezza (requisiti funzionali) e **livelli di prestazione richiesti** ( $P_{LR}$ ) (3.1.6)

[FONTE:IEC 61508-4:2010, 3.5.11, modificato - Sono state incluse informazioni dalla IEC 61508-4:2010, 3.5.12].

### 3.1.4

#### categoria

classificazione del **sottosistema** (3.1.45) rispetto alla sua resistenza ai **guasti** (3.1.8) e al conseguente comportamento in condizioni di guasto, ottenuto grazie alla disposizione strutturale delle parti, al rilevamento dei guasti e/o alla loro affidabilità

### 3.1.5

#### livello di

#### prestazione PL

livello discreto utilizzato per specificare la capacità delle *parti dei sistemi di controllo legate alla sicurezza* (SRP/CS) (3.1.1) di svolgere una **funzione di sicurezza** (3.1.27) in condizioni prevedibili

Nota 1 alla voce: Vedere 6.1 per una panoramica generale del livello di prestazione. 3.1.6

#### livello di prestazione

#### richiesto $P_{LR}$

**livello di prestazione** (3.1.5) necessario per ottenere la riduzione del **rischio** (3.1.19) richiesta per ogni **funzione di sicurezza** (3.1.27)

Nota 1 alla voce: Vedere 5.3 e la Figura A.1 per ulteriori informazioni sul livello di prestazione richiesto ( $P_{LR}$ ).

### 3.1.7

#### livello di integrità della

#### sicurezza SIL

livello discreto (uno su quattro possibili) per specificare i requisiti di integrità della sicurezza delle **funzioni di sicurezza** (3.1.27) da assegnare ai sistemi connessi alla sicurezza, dove il livello di integrità della sicurezza 4 ha il massimo livello di integrità della sicurezza e il livello di integrità della sicurezza 1 ha il minimo.

Nota 1 alla voce: In questo documento vengono presi in considerazione solo i livelli da SIL 1 a SIL 3.

[FONTE:IEC 61508-4:2010, 3.5.8, modificato - "assegnato a sistemi correlati alla sicurezza" è stato aggiunto a definizione, le NOTE sono state eliminate ed è stata aggiunta la nuova nota 1 alla voce].

### 3.1.8

#### difetto

condizione anomala che può causare una riduzione o la perdita della capacità di un'unità funzionale di svolgere una funzione richiesta

Nota 1 alla voce: Un guasto è spesso il risultato di un **guasto** (3.1.10) dell'elemento stesso, ma può esistere anche senza un guasto precedente.

Nota 2 alla voce: In questo documento, per "guasto" si intende un guasto casuale o un guasto causato da un'**avaria sistematica** (3.1.14).

[FONTE:IEC 60050-192:2015, modificata - La nota 2 della voce è stata modificata].



### 3.1.9

#### esclusione dei guasti

l'esclusione di alcuni **guasti** (3.1.8) all'interno di una parte del sistema di controllo legata alla sicurezza (SRP/CS), se tale esclusione può essere giustificata dalla probabilità trascurabile di tali guasti

### 3.1.10

#### fallimento

interruzione della capacità di un dispositivo di eseguire una funzione

richiesta Nota 1 alla voce: Dopo un guasto, il dispositivo presenta

un'**anomalia** (3.1.8).

Nota 2 alla voce: Il "guasto" è un evento, distinto dal "guasto", che è uno stato.

Nota 3 alla voce: I guasti che influiscono solo sulla disponibilità del processo sotto controllo non rientrano nell'ambito del presente documento.

[FONTE:IEC 60050-192:2015, modificata - La nota 3 della voce è stata modificata].

### 3.1.11

#### guasto permanente

**guasto** (3.1.8) di un elemento che persiste fino all'esecuzione di un'azione di manutenzione correttiva [FONTE:IEC 60050-192:2015].

### 3.1.12

#### guasto pericoloso

**guasto** (3.1.10) di un elemento e/o **sottosistema** (3.1.45) e/o sistema che partecipa all'attuazione della **funzione di sicurezza** (3.1.27) che:

- a) impedisce a una funzione di sicurezza di operare quando richiesto (modalità a richiesta) o provoca il malfunzionamento di una funzione di sicurezza (modalità continua) in modo tale che la macchina/il macchinario si trovi in uno stato pericoloso o potenzialmente pericoloso; oppure
- b) diminuisce la probabilità che la funzione di sicurezza operi correttamente quando richiesto

[FONTE:IEC 61508-4:2010, 3.6.7, modificato - "EUC" è stato sostituito da "macchina/macchinario"].

### 3.1.13

#### guasto causa comune

#### CCF

**guasto** (3.1.10) che è il risultato di uno o più eventi che causano guasti simultanei di due o più **canali** separati (3.1.47) in un **sottosistema** a canali multipli (3.1.45), con conseguente guasto di una **funzione di sicurezza** (3.1.27)

Nota 1 alla voce: I guasti di causa comune non sono identici ai guasti di modo comune (vedere [ISO 12100:2010, 3.36](#)).

[FONTE:IEC 61508-4:2010, 3.6.10, modificato - "guasto del sistema" è stato modificato in "guasto di una funzione di sicurezza". È stata aggiunta la nota 1 alla voce].

### 3.1.14

#### fallimento sistematico

**guasto** (3.1.10) legato in modo deterministico a una causa certa, che può essere eliminata solo con una modifica della progettazione o del processo di fabbricazione, delle procedure operative, della documentazione o di altri fattori rilevanti

Nota 1 alla voce: La manutenzione correttiva senza modifiche di solito non elimina la causa del guasto. Nota

2 alla voce: Un guasto sistematico può essere indotto simulando la causa del guasto.

Nota 3 alla voce: Esempi di cause di fallimenti sistematici includono l'errore umano in

- - la *specificazione dei requisiti di sicurezza (SRS)* (3.1.3),
- - la progettazione, la fabbricazione, l'installazione e il funzionamento dell'hardware,
- - la progettazione e l'implementazione del software, e
- - specificare in modo inadeguato le condizioni ambientali.

[SOURCE:IEC 60050-192:2015]

### 3.1.15

#### muting

sospensione automatica temporanea di una o più funzioni di sicurezza (3.1.27) da parte dell'SRP/CS [FONTE: IEC 61496-1:2020, 3.16].

### 3.1.16

#### danno

lesioni fisiche o danni alla salute

[FONTE:ISO 12100:2010, 3.5].

### 3.1.17

#### pericolo

potenziale fonte di danno (3.1.16)

Nota 1 alla voce: Il termine "pericolo" può essere qualificato per definirne l'origine (ad esempio, pericolo meccanico, pericolo elettrico) o la natura del danno potenziale (ad esempio, pericolo di scosse elettriche, pericolo di taglio, pericolo di tossicità e pericolo di incendio).

Nota 2 alla voce: Il pericolo previsto da questa definizione è:

- - è permanentemente presente durante l'uso previsto della macchina (ad esempio movimento di elementi mobili pericolosi, arco elettrico durante una fase di saldatura, postura scorretta, emissione di rumore, temperatura elevata); oppure
- - possono comparire inaspettatamente (ad esempio, esplosione, rischio di schiacciamento come conseguenza di un avvio involontario/imprevisto, espulsione come conseguenza di una rottura, caduta come conseguenza di un'accelerazione/decelerazione).

[FONTE:ISO 12100:2010, 3.6, modificato - La nota 3 alla voce è stata eliminata].

### 3.1.18

#### situazione pericolosa

circostanza in cui una persona è esposta ad almeno un pericolo (3.1.17)

Nota 1 alla voce: L'esposizione può provocare danni (3.1.16) immediatamente o nel corso di un periodo di tempo. [FONTE: ISO 12100:2010, 3.10].

### 3.1.19

#### rischio

combinazione della probabilità di accadimento del danno (3.1.16) e della gravità di tale danno

[FONTE:ISO 12100:2010, 3.12].

### 3.1.20

#### **rischio residuo**

**rischio** (3.1.19) rimanente dopo l'adozione delle *misure di riduzione del rischio (misure di protezione)*

(3.1.22) Nota 1 alla voce: Vedi [Figura 3](#).

[FONTE:ISO 12100:2010, 3.13, modificato - La nota 1 alla voce è stata modificata].

### 3.1.21

#### **valutazione del rischio**

processo complessivo che comprende l'**analisi del rischio** (3.1.23) e la **valutazione del rischio** (3.1.24) [FONTE:ISO 12100:2010, 3.17].

### 3.1.22

#### **Misura di riduzione del rischio Misura di protezione**

azione o mezzo per eliminare i **pericoli** (3.1.17) o ridurre i **rischi** (3.1.19)

ESEMPIO:

Progettazione intrinsecamente sicura; dispositivi di protezione; dispositivi di protezione individuale; informazioni per l'uso e l'installazione; organizzazione del lavoro; formazione; applicazione dei dispositivi; supervisione.

[FONTE:Guida ISO/IEC 51:2014, 3.13]

### 3.1.23

#### **analisi del rischio**

combinazione di specificazione dei limiti della macchina, identificazione dei **pericoli** (3.1.17) e stima dei **rischi** (3.1.19).

[FONTE: ISO 12100:2010, 3.15].

### 3.1.24

#### **valutazione del rischio**

giudizio, sulla base dell'**analisi del rischio** (3.1.23), sul raggiungimento degli obiettivi di riduzione del rischio

[FONTE: ISO 12100:2010, 3.16].

### 3.1.25

#### **uso previsto della macchina**

utilizzo di una macchina in conformità alle informazioni fornite nelle istruzioni per l'uso

[FONTE:ISO 12100:2010, 3.23].

### 3.1.26

#### **uso improprio ragionevolmente prevedibile**

l'uso di una macchina in un modo non previsto dal progettista, ma che può derivare da un comportamento umano facilmente prevedibile

[FONTE: ISO 12100:2010, 3.24].

### 3.1.27

## funzione di sicurezza

funzione di una macchina il cui **guasto** (3.1.10) può comportare un aumento immediato **del/i rischio/i** (3.1.19)

Nota 1 alla voce: Una funzione di sicurezza è una funzione implementata da una parte del sistema di controllo legata alla sicurezza, necessaria per raggiungere o mantenere uno stato sicuro per la macchina, in relazione a uno specifico evento pericoloso.

[FONTE:ISO 12100:2010, 3.30, modificato - è stata aggiunta la nota 1 alla voce].

### 3.1.28

#### sottofunzione

parte di una **funzione di sicurezza** (3.1.27) il cui **guasto** (3.1.10) provoca un guasto della funzione di sicurezza

Nota 1 alla voce: Una sottofunzione è una funzione implementata da un **sottosistema** (3.1.45) della parte relativa alla sicurezza di un sistema di controllo (SRP/CS). Vedere anche la norma IEC 61800-5-2:2016.

ESEMPIO:

Le sottofunzioni secondo la norma IEC 61800-5-2 sono, ad esempio, Safe Torque Off (STO), Safe Stop 1 (SS1). Vedere [Figura 6](#).

### 3.1.29

#### monitoraggio

misura diagnostica che rileva uno stato e lo confronta con il valore previsto

Nota 1 alla voce: Il monitoraggio è realizzato con i seguenti metodi, ad esempio **controllo di plausibilità** (3.1.52), **monitoraggio** diretto, indiretto o **incrociato** (3.1.30) (cfr. [allegato E](#)), stimolo di prova ciclico.

### 3.1.30

#### monitoraggio incrociato

misura diagnostica che controlla la plausibilità dei segnali ridondanti in entrambi i **canali** (3.1.47) di un **sottosistema** ridondante (3.1.45)

### 3.1.31

#### sistema elettronico programmabile

##### Sistema PE

sistema per il controllo, la protezione o il **monitoraggio** (3.1.29) basato su uno o più dispositivi elettronici programmabili, compresi tutti gli elementi del sistema quali alimentatori, sensori e altri dispositivi di ingresso, autostrade di dati e altri percorsi di comunicazione, attuatori e altri dispositivi di uscita

[FONTE: IEC 61508-4:2010, 3.3.1].

### 3.1.32

#### tempo medio al guasto pericoloso

MTTFD

aspettativa del tempo medio al guasto pericoloso

Nota 1 alla voce: Nel caso di elementi con una distribuzione esponenziale dei tempi di funzionamento fino al guasto pericoloso (cioè un tasso di guasto costante) il  $MTTFD$  è numericamente uguale al reciproco del tasso di guasto pericoloso.

[FONTE:IEC 62061:2021, 3.2.38, modificato - La nota 1 alla voce è stata modificata].

### 3.1.33

#### MTBF

### **tempo medio tra i guasti**

valore atteso del tempo di funzionamento tra **guasti** consecutivi (3.1.10)

#### **3.1.34**

### **CDR**

### **rapporto di fallimenti pericolosi**

frazione del tasso di **guasto** complessivo (3.1.10) di un elemento che può provocare un **guasto pericoloso** (3.1.12)

#### **3.1.35**

### **copertura**

### **diagnostica DC**

misura dell'efficacia della diagnostica, che è determinata come rapporto tra il tasso di **guasto** (3.1.10) delle **avarie pericolose** rilevate (3.1.12) e il tasso di guasto delle avarie pericolose totali

Nota 1 alla voce: La copertura diagnostica può riguardare l'intero sistema di sicurezza o parti di esso. Ad esempio, la copertura diagnostica può riguardare sensori e/o sistemi logici e/o elementi di controllo dell'alimentazione.

#### **3.1.36**

### **tempo di missione**

$T_M$

periodo di tempo che copre l'uso previsto di una parte di un sistema di controllo legata alla sicurezza (SRP/CS)

#### **3.1.37**

### **tasso di prova**

$r_t$

frequenza dei test per l'individuazione dei **guasti** (3.1.8) in una parte del sistema di controllo legata alla sicurezza (SRP/CS) Nota 1 alla voce: La frequenza dei test è utilizzata anche come valore reciproco dell'intervallo dei test diagnostici.

#### **3.1.38**

### **tasso di domanda**

$r_d$

frequenza delle richieste per una **funzione di sicurezza** (3.1.27) che deve essere eseguita dalla parte di un sistema di controllo legata alla sicurezza (SRP/CS)

#### **3.1.39**

### **linguaggio a variabilità**

### **limitata LVL**

tipo di linguaggio che fornisce la capacità di combinare funzioni di libreria predefinite e specifiche per l'applicazione per implementare le *specifiche dei requisiti di sicurezza* (**SRS**) (3.1.3)

Nota 1 alla voce: Un LVL fornisce una stretta corrispondenza funzionale con le funzioni richieste per realizzare l'applicazione.

Nota 2 alla voce: Esempi tipici di LVL sono riportati nella norma IEC 61131-3. Essi comprendono il diagramma ladder, il diagramma a blocchi funzionali e il diagramma funzionale sequenziale. Gli elenchi

di istruzioni e il testo strutturato non sono considerati LVL.

Nota 3 alla voce: Esempio tipico di sistemi che utilizzano LVL: controllore logico programmabile (PLC) configurato per il controllo della macchina.

[SOURCE:IEC 62061: 2021, 3.2.62]

### 3.1.40

#### linguaggio a variabilità

##### completa FVL

tipo di linguaggio che offre la possibilità di implementare un'ampia varietà di funzioni e applicazioni: Un esempio tipico di sistemi che utilizzano il FVL sono i computer di uso generale.

Nota 2 alla voce: L'FVL si trova normalmente nel software embedded ed è raramente utilizzato nel software applicativo.

Nota 3 alla voce: Gli esempi di FVL includono: Ada, C, Pascal, Instruction List, linguaggi assembler, C++, Java, SQL.

[SOURCE:IEC 62061: 2021, 3.2.61]

### 3.1.41

#### software applicativo per la sicurezza

##### SRASW

software specifico per l'applicazione e generalmente contenente sequenze logiche, limiti ed espressioni che controllano gli ingressi, le uscite, i calcoli e le decisioni appropriate necessarie per soddisfare i requisiti della parte del sistema di controllo relativa alla sicurezza (SRP/CS)

### 3.1.42

#### software incorporato legato alla

##### sicurezza SRESW

software che fa parte del sistema fornito dal produttore e che non è destinato a essere modificato dall'utente finale

Nota 1 alla voce: Il software incorporato viene anche chiamato firmware o software di sistema. Vedere **linguaggio di variabilità completa (FVL) (3.1.40)**.

[SOURCE:IEC 61511-1:2016, 3.2.76.2]

### 3.1.43

#### modalità ad alta richiesta o continua

modalità di funzionamento in cui la frequenza delle richieste a una parte del sistema di controllo legata alla sicurezza (SRP/CS) di svolgere la sua **funzione di sicurezza** (3.1.27) è superiore a una all'anno o la funzione di sicurezza mantiene la macchina in uno stato di sicurezza come parte del funzionamento normale

[FONTE: IEC 61508-4:2010, 3.5.16].

### 3.1.44

#### modalità a bassa domanda

modalità di funzionamento in cui la frequenza delle richieste alla parte di un sistema di controllo legata alla sicurezza (SRP/CS) di svolgere la sua **funzione di sicurezza** (3.1.27) non è superiore a una volta all'anno

Nota 1 alla voce: La modalità a bassa richiesta non è trattata in questo documento. Per ulteriori dettagli, vedere la [clausola 1](#). [FONTE:IEC 61508-4:2010, 3.5.16, modificato - La nota 1 alla voce è stata modificata].

### 3.1.45

## sottosistema

entità che risulta da una decomposizione di primo livello di una parte di un sistema di controllo legata alla sicurezza (SRP/CS) e il cui **guasto pericoloso** (3.1.12) comporta un guasto pericoloso di una **funzione di sicurezza** (3.1.27)

Nota 1 alla voce: La specifica del sottosistema include il suo ruolo nella funzione di sicurezza e la sua interfaccia con gli altri sottosistemi dell'SRP/CS.

Nota 2 alla voce: Un sottosistema può far parte di uno o più SRP/CS, ad esempio la stessa combinazione di contattori può essere utilizzata per diseccitare un motore in caso di rilevamento di una persona in un'area pericolosa e anche in caso di apertura di una protezione di sicurezza.

### 3.1.46

#### elemento del sottosistema

parte di un **sottosistema** (3.1.45) comprendente un singolo componente o un qualsiasi gruppo di componenti

Nota 1 alla voce: Un elemento del sottosistema può comprendere hardware o una combinazione di hardware e software. Ai fini del presente documento, i componenti solo software non sono considerati elementi del sottosistema.

Nota 2 alla voce: Per i valori relativi alla sicurezza dei componenti o delle parti dei sistemi di controllo, vedere l'[Allegato O](#).

### 3.1.47

#### canale

elemento o gruppo di elementi che implementano in modo indipendente una **funzione di sicurezza**

(3.1.27) o una parte di essa Nota 1 alla voce: Il canale può essere un canale funzionale o un canale di test.

[FONTE:IEC 61508-4:2010, 3.3.6, modificato - "o una parte di esso" è stato aggiunto alla definizione e alla Nota 1 è stato aggiunto alla voce].

### 3.1.48

#### modalità operativa

modalità di funzionamento di una macchina (ad esempio, automatica, manuale, di manutenzione) per selezionare le funzioni predefinite della macchina e le misure di sicurezza relative a tali funzioni

Nota 1 alla voce: Per ogni specifica modalità operativa, vengono implementate le relative **funzioni di sicurezza** (3.1.27) e/o le **misure di riduzione del rischio** (3.1.22).

Nota 2 alla voce: La modalità operativa non è di per sé una funzione della macchina. Le funzioni (comprese quelle di sicurezza) riassunte in una modalità operativa possono essere utilizzate solo quando è stata attivata quella particolare modalità operativa.

### 3.1.49

#### principio di sicurezza ben collaudato

principio che in passato si è dimostrato efficace nella progettazione o nell'integrazione dei sistemi di controllo legati alla sicurezza, per evitare o controllare i **guasti** critici (3.1.8) o i **malfunzionamenti** (3.1.10) che possono influenzare le prestazioni del sistema.

una **funzione di sicurezza** (3.1.27)

Nota 1 alla voce: I principi di sicurezza di nuova concezione possono essere considerati equivalenti a quelli già sperimentati solo se vengono verificati con metodi che ne dimostrino l'idoneità e l'affidabilità per le applicazioni di sicurezza.

Nota 2 alla voce: I principi di sicurezza ben collaudati sono efficaci non solo contro i guasti hardware casuali, ma anche contro i **guasti sistematici** (3.1.14) che possono insinuarsi nel prodotto in qualche momento del suo ciclo di vita, ad esempio i guasti che si verificano durante la progettazione, l'integrazione, la modifica o il



deterioramento del prodotto.

Nota 3 alla voce: Le tabelle A.2, B.2, C.2 e D.2 della norma ISO 13849-2:2012 trattano principi di sicurezza ben collaudati per diverse tecnologie.

### 3.1.50

#### **componente ben collaudato**

componente utilizzato con successo in applicazioni di sicurezza

Nota 1 alla voce: Vedere 6.1.11 per i requisiti e la [norma ISO 13849-2:2012](#) per un elenco di componenti riconosciuti e collaudati.

### 3.1.51

#### **test dinamico**

esecuzione del software o dell'hardware operativo, o di entrambi, in modo controllato e sistematico, in modo da dimostrare la presenza del comportamento richiesto e l'assenza di comportamenti indesiderati

Nota 1 alla voce: Il test fallisce se il **monitoraggio** (3.1.29) non ha rilevato la modifica come previsto.

Nota 2 alla voce: L'uso di impulsi di prova è una tecnologia comune dei test dinamici ed è ampiamente utilizzata per rilevare cortocircuiti o interruzioni nei percorsi dei segnali o malfunzionamenti.

### 3.1.52

#### **controllo di plausibilità**

misura diagnostica che consiste nel **monitorare** (3.1.29) che lo stato di un ingresso (uscita) corrisponda allo stato del sistema o di altri ingressi (uscite)

### 3.1.53

#### **verifica**

conferma, attraverso la fornitura di prove oggettive, che i requisiti specificati sono stati soddisfatti

Nota 1 alla voce: L'evidenza oggettiva necessaria per una verifica può essere il risultato di un'ispezione o di altre forme di determinazione, come l'esecuzione di calcoli alternativi o l'esame di documenti.

Nota 2 alla voce: Le attività svolte per la verifica sono talvolta chiamate processo di qualificazione.

Nota 3 alla voce: Il termine "verificato" viene utilizzato per indicare lo stato corrispondente.

[FONTE:ISO 9000:2015, 3.8.12]

### 3.1.54

#### **convalida**

conferma, tramite esame e fornitura di prove oggettive, che i requisiti particolari per un uso specifico previsto sono soddisfatti

Nota 1 alla voce: L'evidenza oggettiva necessaria per la convalida è il risultato di un test o di un'altra forma di determinazione, come l'esecuzione di calcoli alternativi o l'esame di documenti.

Nota 2 alla voce: Il termine "convalidato" è utilizzato per indicare lo stato

corrispondente. Nota 3 alla voce: Le condizioni di utilizzo per la convalida possono

essere reali o simulate. [FONTE: IEC 61508-4:2010, 3.8.2].

### 3.1.55

#### **persona esperta**

persona con una formazione, un'istruzione e un'esperienza tali da consentirle di percepire i **rischi** (3.1.19) e di evitare i **pericoli** (3.1.17) associati all'attrezzatura in questione

Nota 1 alla voce: Nella valutazione della formazione professionale possono essere presi in considerazione diversi anni di pratica nel settore tecnico pertinente.

[FONTE:ISO 14990-1:2016, 3.5.4, modificato - "l'elettricità" è stata sostituita da "l'apparecchiatura pertinente" in  
è stata aggiunta la definizione e la nota 1 alla voce].

### **3.1.56**

#### **scatola nera**

dispositivo, sistema o oggetto che può essere visto solo in termini di input e output

### **3.1.57**

#### **scatola grigia**

dispositivo, sistema o oggetto di cui si conoscono alcune funzioni interne

Nota 1 alla voce: La terza via per il test funzionale è la "scatola bianca", in cui tutte le funzioni interne sono note.

### **3.1.58**

#### **frequenza media di un guasto pericoloso per ora PFH**

frequenza media di un guasto pericoloso di una **parte di un sistema di controllo (SRP/CS)**  
**correlata alla sicurezza** (3.1.1) per eseguire la funzione di sicurezza specificata in un  
determinato periodo di tempo

[FONTE:IEC 61508-4:2010, 3.6.19, modificato - "un E/E/PE" è stato eliminato].

## 3.2 Simboli e termini abbreviati

**Tabella 1 - Simboli e termini abbreviati**

<b>Simbolo o termine abbreviato</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Sottoclausola o sezione</b>
a, b, c, d, e	denotazione dei livelli di prestazione	Tabella K.1
AOPD	dispositivo di protezione optoelettronico attivo (ad es. barriera fotoelettrica)	Allegato H
B, 1, 2, 3, 4	denotazione delle categorie	Tabella 5
$B_{10D}$	numero di cicli fino a quando il 10% dei componenti si guasta in modo pericoloso (per i componenti con usura meccanica)	Allegato C
Cat.	categoria	3.1.4
CC	convertitore di corrente	Allegato I
CCF	causa comune di guasto	3.1.13
DC	copertura diagnostica	3.1.35
$DC_{avg}$	copertura diagnostica media	E.2
EMI	interferenze elettromagnetiche	F.3.6.1
ETA	analisi dell'albero degli eventi	10.3.2
F, F1, F2	frequenza e/o tempi di esposizione al pericolo	A.3.2
FB	blocco funzione	Allegato J
FVL	linguaggio della variabilità completa	3.1.40
FMEA	analisi delle modalità di guasto e degli effetti	6.1.5

Simbolo o termine abbreviato	Descrizione	Sottoclausola o sezione
FMECA	modalità di guasto, effetti e analisi delle criticità	10.3.2
FTA	analisi dell'albero dei guasti	10.3.2
$F_D(t)$	funzione di distribuzione cumulata	C.4.3
HFT	tolleranza ai guasti hardware	6.1
I, I1, I2	dispositivo di input, ad esempio un sensore	6.1
i, j	indice per il conteggio	Allegato D
I/O	ingressi/uscite	Tabella E.1
$i_m$	mezzi di interconnessione	Figure 7, 8, 9, 10
K1A, K1B	contattori	Allegato I
L, L1, L2	logica	6.1
LVL	linguaggio a variabilità limitata	3.1.39
$\lambda_D$	tasso di guasto pericoloso di un componente	Allegato C
M	motore	Allegato I
MTTF	tempo medio al fallimento	Allegato C
$MTTF_D$	tempo medio al guasto pericoloso	3.1.32
MTTR	tempo medio di ripristino	Allegato D

Simbolo o termine abbreviato	Descrizione	Sottoclausola o sezione
$n, N, \tilde{N}$	numero di articoli	6.2, D.1
$N_{low}$	numero di sottosistemi con $P_{Llow}$ in una combinazione di sottosistemi	6.2
$n_{op}$	numero medio di operazioni annuali	Allegato C
O, O1, O2, OTE	dispositivo di uscita, uscita dell'apparecchiatura di prova, ad esempio elementi di controllo dell'alimentazione	6.1
P, P1, P2	possibilità di evitare o limitare il danno	A.3.3
Sistema PE	sistema elettronico programmabile	3.1.31, Allegato H
PFH	frequenza media di un guasto pericoloso per ora	3.1.58, Tabella 2, Tabella K.1
PL	livello di prestazione	3.1.5
PLC	controllore logico programmabile	Allegato I
$P_{Llow}$	livello di prestazione più basso di un sottosistema in una combinazione di sottosistemi	6.2
$P_{Lr}$	livello di prestazione richiesto	3.1.6
$r_d$	tasso di domanda	3.1.38
$r_t$	tasso di prova	3.1.37
CDR	rapporto di fallimenti pericolosi	3.1.34
RS	sensore di rotazione	Allegato I
S, S1, S2	gravità della lesione	A.3.1

Simbolo o termine abbreviato	Descrizione	Sottoclausola o sezione
SB	sottosistema	Figure 13, H.1, H.2
SOS	arresto operativo sicuro	5.2.2.2
SS2	fermata sicura 2	5.2.2.2
SW1A, SW1B, SW2	interruttori di posizione	Allegato I
SIL	livello di integrità della sicurezza	3.1.7, clausola 6
SLS	velocità limitata in modo sicuro	Tabella 3
SRASW	software applicativo per la sicurezza	3.1.41
SRESW	software incorporato per la sicurezza	3.1.42
SRP/CS	parte di un sistema di controllo legata alla sicurezza	3.1.1
SRS	Specifiche dei requisiti di sicurezza	3.1.3
STO	coppia sicura disattivata	Tabelle 3 e N.2
TE	apparecchiature di prova	6.1
TM	tempo di missione	3.1.36
T10D	tempo medio prima che il 10 % dei componenti si guasti pericolosamente	Allegato C

## Bibliografia

- [1] Guida ISO/IEC 51:2014, *Aspetti della sicurezza - Linee guida per la loro inclusione nelle norme*
- [2] ISO 4413:2010, *Potenza idraulica - Regole generali e requisiti di sicurezza per i sistemi e i loro componenti*
- [3] ISO 4414:2010, *Potenza fluido pneumatica - Regole generali e requisiti di sicurezza per i sistemi e i loro componenti*
- [4] ISO 7731:2003, *Ergonomia - Segnali di pericolo per aree pubbliche e di lavoro - Segnali acustici di pericolo*
- [5] ISO 8573-1, *Aria compressa - Parte 1: Contaminanti e classi di purezza*
- [6] ISO 9000:2015, *Sistemi di gestione della qualità - Fondamenti e vocabolario*
- [7] ISO 9001:2015, *Sistemi di gestione della qualità - Requisiti*
- [8] ISO 9241-210, *Ergonomia dell'interazione uomo-sistema - Parte 210: Progettazione centrata sull'uomo per sistemi interattivi*
- [9] ISO 10218-1:2011, *Robot e dispositivi robotici - Requisiti di sicurezza per robot industriali - Parte 1: Robot*
- [10] ISO 10218-2, *Robot e dispositivi robotici - Requisiti di sicurezza per robot industriali - Parte 2: Sistemi robotici e integrazione*
- [11] ISO 11161:2007, *Sicurezza del macchinario - Sistemi di produzione integrati - Requisiti di base*
- [12] ISO 11428:1996, *Ergonomia - Segnali visivi di pericolo - Requisiti generali, progettazione e prove*
- [13] ISO 11429:1996, *Ergonomia - Sistema di segnali acustici e visivi di pericolo e di informazione*
- [14] ISO 13850:2015, *Sicurezza del macchinario - Funzione di arresto di emergenza - Principi di progettazione*
- [15] ISO 13851, *Sicurezza del macchinario - Dispositivi di comando a due mani - Principi di progettazione e selezione*
- [16] ISO 13856-1, *Sicurezza del macchinario - Dispositivi di protezione sensibili alla pressione - Parte 1: Principi generali per la progettazione e il collaudo dei tappeti e dei pavimenti sensibili alla pressione*
- [17] ISO 13856-2, *Sicurezza del macchinario - Dispositivi di protezione sensibili alla pressione - Parte 2: Principi generali per la progettazione e il collaudo di bordi e barre sensibili alla pressione*
- [18] ISO 14118:2017, *Sicurezza del macchinario - Prevenzione dell'avviamento inatteso*
- [19] ISO 14119:2013, *Sicurezza del macchinario - Dispositivi di interblocco associati ai ripari - Principi di progettazione e selezione*



- [20] [ISO/TR 14121-2](#), *Sicurezza del macchinario - Valutazione del rischio - Parte 2: Guida pratica ed esempi di metodi*
- [21] [ISO/TS 15066:2016](#), *Robot e dispositivi robotici - Robot collaborativi*
- [22] [ISO 16090-1](#), *Sicurezza delle macchine utensili - Centri di lavoro, fresatrici, macchine transfer - Parte 1: Requisiti di sicurezza*
- [23] [ISO 19973 \(tutte le parti\)](#), *Potenza fluida pneumatica - Valutazione dell'affidabilità dei componenti mediante prove*
- [24] [ISO/TR 22100-2:2013](#), *Sicurezza del macchinario - Relazione con la ISO 12100 - Parte 2: Come la ISO 12100 si riferisce alla ISO 13849-1*
- [25] [ISO/TR 22100-3](#), *Sicurezza del macchinario - Relazione con la norma ISO 12100 - Parte 3: Implementazione dei principi ergonomici negli standard di sicurezza.*
- [26] [ISO/TR 22100-4](#), *Sicurezza del macchinario - Relazione con la ISO 12100 - Parte 4: Guida ai costruttori di macchinari per la considerazione degli aspetti di sicurezza informatica (cyber security) correlati*
- [27] [ISO 23125](#), *Macchine utensili - Sicurezza - Macchine di tornitura*
- [28] [ISO/IEC/IEEE 26512](#), *Ingegneria dei sistemi e del software - Requisiti per gli acquirenti e i fornitori di informazioni per gli utenti*
- [29] [EN 614-1](#), *Sicurezza del macchinario - Principi di progettazione ergonomica - Parte 1: Terminologia e principi generali*
- [30] [EN 1005-3](#), *Sicurezza del macchinario - Prestazione fisica umana - Parte 3: Limiti di forza raccomandati per il funzionamento del macchinario*
- [31] [EN 50178](#), *Apparecchiature elettroniche per l'utilizzo in installazioni di potenza*
- [32] [IEC 60204-1:2016+AMD1:2021](#), *Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine - Parte 1: Requisiti generali*
- [33] [IEC 60447](#), *Principi di base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina (MMI) - Principi di azionamento*
- [34] [IEC 60050-192:2015](#), *Vocabolario elettrotecnico internazionale - Parte 192: Affidabilità*
- [35] [IEC 60529](#), *Gradi di protezione degli involucri (codice IP)*
- [36] [IEC 60812](#), *Tecniche di analisi per l'affidabilità dei sistemi - Procedura per l'analisi della modalità di guasto e degli effetti (FMEA)*
- [37] [IEC 60947 \(tutte le parti\)](#), *Apparecchiature di comando e di controllo a bassa tensione*
- [38] [IEC 60950-1](#), *Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione - Sicurezza - Parte 1: Requisiti generali*

- [39] IEC 61000-1-2, *Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 1-2: Generale - Metodologia per il conseguimento della sicurezza funzionale dei sistemi elettrici ed elettronici, comprese le apparecchiature, in relazione ai fenomeni elettromagnetici*
- [40] IEC 61000-6-2, *Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per ambienti industriali*
- [41] IEC 61000-6-7:2014, *Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 6-7: Norme generiche - Requisiti di immunità per apparecchiature destinate a svolgere funzioni in un sistema di sicurezza (sicurezza funzionale) in ambienti industriali*
- [42] IEC 61025, *Analisi dell'albero dei guasti (FTA)*
- [43] IEC 61078, *Diagrammi a blocchi di affidabilità*
- [44] IEC 61300 (tutte le parti), *Dispositivi di interconnessione in fibra ottica e componenti passivi - Procedure di prova e misurazione di base*
- [45] IEC 61310 (tutte le parti), *Sicurezza del macchinario - Indicazione, marcatura e comando*
- [46] IEC 61131-3:2013, *Controllori programmabili - Parte 3: Linguaggi di programmazione*
- [47] IEC 61310-1:2007, *Sicurezza del macchinario - Indicazione, marcatura e azionamento - Parte 1: Requisiti per segnali visivi, acustici e tattili*
- [48] IEC 61326-3-1, *Apparecchiature elettriche di misura, controllo e laboratorio - Requisiti EMC - Parte 3-1: Requisiti di immunità per sistemi correlati alla sicurezza e per apparecchiature destinate a svolgere funzioni correlate alla sicurezza (sicurezza funzionale) - Applicazioni industriali generali*
- [49] IEC 61496-1:2020, *Sicurezza del macchinario - Dispositivi di protezione elettrosensibili - Parte 1: Requisiti generali e prove*
- [50] IEC 61496-2, *Sicurezza del macchinario - Dispositivi di protezione elettrosensibili - Parte 2: Prescrizioni particolari per apparecchi che utilizzano dispositivi di protezione optoelettronici attivi*
- [51] IEC 61496-3, *Sicurezza del macchinario - Dispositivi di protezione elettrosensibili - Parte 3: Prescrizioni particolari per dispositivi di protezione optoelettronici attivi sensibili alla riflessione diffusa (AOPDDR)*
- [52] IEC 61506, *Misurazione e controllo dei processi industriali - Documentazione del software per i sistemi e le strutture di controllo dei processi*
- [53] IEC 61508-1, *Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici/elettronici/programmabili elettronici legati alla sicurezza - Parte 1: Requisiti generali*
- [54] IEC 61508-2:2010, *Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici/elettronici/programmabili elettronici di sicurezza - Parte 2: Prescrizioni per sistemi elettrici/elettronici/programmabili elettronici di sicurezza sistemi*

- [55] IEC 61508-4:2010, *Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici/elettronici/programmabili elettronici di sicurezza - Parte 4: Definizioni e abbreviazioni*
- [56] IEC 61508-5, *Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici/elettronici/programmabili elettronici legati alla sicurezza - Parte 5: Esempi di metodi per la determinazione dei livelli di integrità della sicurezza*
- [57] IEC 61508-6:2010, *Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici/elettronici/programmabili elettronici di sicurezza - Parte 6: Linee guida per l'applicazione di IEC 61508-2 e IEC 61508-3*
- [58] IEC 61508-7:2010, *Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici/elettronici/programmabili elettronici correlati alla sicurezza - Parte 7: Panoramica di tecniche e misure*
- [59] IEC 61511-1:2016, *Sicurezza funzionale - Sistemi strumentati di sicurezza per il settore dell'industria di processo - Parte 1: Quadro di riferimento, definizioni, requisiti di programmazione di sistemi, hardware e applicazioni*
- [60] IEC 61558-2-16, *Sicurezza dei trasformatori, dei reattori, delle unità di alimentazione e loro combinazioni - Parte 2-16: Prescrizioni e prove particolari per unità di alimentazione a commutazione e trasformatori per unità di alimentazione a commutazione per applicazioni generali*
- [61] IEC 61709,<sup>2</sup> *Componenti elettrici - Affidabilità - Condizioni di riferimento per i tassi di guasto e modelli di sollecitazione per la conversione*
- [62] IEC 61784 (tutte le parti), *Reti di comunicazione industriale - Profili*
- [63] IEC 61800-3, *Azionamenti elettrici a velocità variabile - Parte 3: Prescrizioni EMC e metodi di prova specifici*
- [64] IEC 61800-5-2:2016, *Azionamenti elettrici a velocità variabile - Parte 5-2: Prescrizioni di sicurezza - Funzionale*
- [65] IEC 61810-2-1, *Relè elettromeccanici elementari - Parte 2-1: Affidabilità - Procedura per la verifica dei valori*  
B10
- [66] IEC 61810-3, *Relè elettromeccanici elementari - Parte 3: Relè con contatti a guida forzata (collegati meccanicamente)*
- [67] IEC 62021 (tutte le parti), *Liquidi isolanti - Determinazione dell'acidità*
- [68] IEC 62024 (tutte le parti), *Componenti induttivi ad alta frequenza - Caratteristiche elettriche e metodi di misura*
- [69] IEC 62368-1, *Apparecchiature audio/video per la tecnologia dell'informazione e della comunicazione - Parte 1: Requisiti di sicurezza*
- [70] IEC 62502, *Tecniche di analisi per l'affidabilità - Analisi ad albero degli eventi (ETA)*
- [71] IEC/TR 63074, *Sicurezza del macchinario - Aspetti di sicurezza relativi alla sicurezza funzionale dei sistemi di controllo legati alla sicurezza*

- [72] EN 50495:2010, *Dispositivi di sicurezza richiesti per il funzionamento sicuro delle apparecchiature rispetto ai rischi di esplosione*
- [73] ANSI B11.26:2018 *Sicurezza funzionale delle apparecchiature: Principi generali per la progettazione di sistemi di controllo di sicurezza in base alla norma ISO 13849-1*
- [74] SN 29500 (tutte le parti), *Tassi di guasto dei componenti, Edizione 1999-11, Siemens AG 1999s*
- [75] VDMA 66413, *Sicurezza funzionale - Formato dati universale per i valori relativi alla sicurezza di componenti o parti del sistema di controllo*
- [76] VDMA 24584:2020, *Funzioni di sicurezza dei sistemi meccanici regolamentati e non regolamentati (fluidi)*
- [77] Goble W.M., *Valutazione della sicurezza e affidabilità dei sistemi di controllo. Terza edizione: 2010 (ISBN-101934394807)*
- [78] IFA-Report 2/2017e, *Functional safety of machine controls - Application of ISO 13849*, German Social Accident Insurance (DGUV), giugno 2009, ISBN 978-3-88383-793-2, scaricabile gratuitamente nel sito web di IFA.  
Internet: [www.dguv.de/ifa/13849e](http://www.dguv.de/ifa/13849e)
- [79] Chinniah Yuvin, (2015) *Analisi e prevenzione degli incidenti gravi e mortali legati alle parti mobili dei macchinari*, Safety Science 75 (2015) 163-173
- [80] Haghghi A., Jocelyn S., Chinniah Y., "Testing and Improving an ISO 14119-Inspired Tool to Prevent Bypassare le protezioni delle macchine industriali"; Safety, volume 6, numero 3, 2020 <https://www.mdpi.com/2313-576X/6/3/42>
- [81] IFA. "Ricettario SISTEMA 6: Definizione delle funzioni di sicurezza: cosa è importante?". (<https://www.dguv.de/webcode.jsp?query=e109249>)
- [82] *Previsione dell'affidabilità delle apparecchiature elettroniche, MIL-HDBK-217E, Notice-2*, Dipartimento della Difesa, Washington, DC, 1995.
- [83] *British Handbook for Reliability Data for Components used in Telecommunication Systems*, British Telecom (HRD5, ultima edizione)
- [84] Standard militare cinese, GJB/Z 299C-2006 *Manuale di previsione dell'affidabilità per apparecchiature elettroniche (versione inglese)*
- [85] *EMC The easy way*, Guida tascabile, pubblicata dalla Division of Switching Devices, Switchboards and Industrial Controls della ZVEI (Associazione tedesca dei produttori elettrici ed elettronici), Francoforte sul Meno, Germania  
[https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Presse\\_und\\_Medien/Publikationen/2008/Januar/EMC-Pocket-Guide-ZVEI-english.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2008/Januar/EMC-Pocket-Guide-ZVEI-english.pdf)

---

<sup>2</sup> Identico a *RDF 2000/Reliability Data Handbook*, UTE C 80-810, Union Technique de l'Electricité et de la Comunicazione.

...

**Fonte: ISO**