

Norma italiana

Settembre 1994

UNINFO	Robot industriali di manipolazione Sicurezza	UNI EN 775
--------	---	---------------

Manipulating industrial robots - Safety

La Presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 775 (edizione ottobre 1992) in lingua italiana. Essa è stata tradotta dall'UNI.

La norma europea EN 775 ha lo status di norma nazionale.

La corrispondenza tra le norme citate al punto "Riferimenti normativi" e le norme italiane è la seguente:

ISO/TR 8373:1988=UNI 9919:1992

Le norme europee EN 292-1 e EN 292-2, citate nella notifica di adozione, sono state recepite, in lingua italiana, come UNI EN 292/1 e UNI EN 292/2.

NORMA EUROPEA**EN 775**Prima edizione
Ottobre 1992

CDU 621.865.8:614.8:62-78

Descrittori: meccanica, manipolatori, robot industriali, prevenzione degli infortuni, sicurezza, progetto, specifiche dell'equipaggiamento, dispositivi di comando, dispositivo di sicurezza; programmazione: elaboratori, prove prestazionali, manutenzione, installazione, utilizzo, riparazioni

Robot industriali di manipolazione
Sicurezza
(ISO 10218:1992 modificata)

La presente norma europea è stata approvata dal CEN il 14 ottobre 1992. I membri del CEN sono tenuti ad attenersi alle Regole Comuni del CEN/CENELEC che definiscono le modalità secondo le quali deve essere attribuito lo status di norma nazionale alla norma europea, senza apportarvi modifiche.

Gli elenchi aggiornati ed i riferimenti bibliografici relativi alle norme nazionali corrispondenti possono essere ottenuti tramite richiesta alla Segreteria Centrale del CEN oppure ai membri del CEN.

La presente norma europea è emanata dal CEN in tre versioni ufficiali (inglese, francese e tedesca). Traduzioni nella propria lingua nazionale, fatte sotto la propria responsabilità da membri del CEN e notificate alla Segreteria Centrale del CEN, hanno il medesimo status delle versioni ufficiali.

I membri del CEN sono gli Organismi nazionali di normazione dei seguenti Paesi: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Spagna, Svezia e Svizzera.

CEN**COMITATO EUROPEO DI NORMAZIONE**

European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung

Segreteria Centrale: rue de Stassart. 36 - B-1050 Bruxelles

Premessa

La presente norma europea è stata elaborata a fronte di un mandato conferito al CEN dalla Commissione delle Comunità Europee e l'associazione Europea per il libero scambio e si basa sui requisiti essenziali della(e) Direttiva(e) CEE.

Nel 1991, l'ISO/DIS 10218 è stato sottoposto alla procedura CEN del questionario preliminare. In seguito al risultato di questa procedura, e al risultato dell'indagine GEN/BTS2 AH6 di conformità tra i requisiti essenziali di igiene e sicurezza nell'Appendice 1 della Direttiva Macchine (89/392/CEE) e i requisiti di sicurezza nella ISO 10218, il CEN BTS2 (con la Risoluzione 8/1992) convenne di sottoporre al voto formare la ISO 10218:1992. modificata con varianti comuni.

Il documento è stato approvato e, in conformità alle Regole Comuni CEN/CENELEC, i seguenti Paesi sono tenuti ad adottare questa norma europea: Austria, Belgio, Danimarca, Finlandia. Francia. Germania. Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Lussemburgo, Norvegia, Paesi Bassi, Portogallo, Regno Unito, Spagna, Svezia e Svizzera.

Alla presente norma europea. deve essere attribuito lo status di norma nazionale. o mediante la pubblicazione di un testo identico o mediante notifica di adozione, entro aprile 1993, e le norme nazionali in contrasto devono essere ritirate entro aprile 1993.

Notifica di adozione

Il testo della norma internazionale ISO 10218:1992 è stato approvato dai CEN come norma europea con le modifiche e comuni concordate come di seguito riportate.

- In aggiunta ai requisiti dati nella ISO 10218:1992, per la sicurezza dei robot industriali di manipolazione si applicano la EN 292-1 e la EN 292-2.
- Quando le definizioni date nella ISO 10218:1992 differiscono dalla EN 292-1, si devono applicare le definizioni della EN 292-1. I seguenti termini hanno differenti definizioni:

Termine	Punto della definizione nella:	
	ISO 10218	EN 292-1
Dispositivo di abilitazione	3.2.3	3.23.2
Barriera	3.2.4	3.22
Pericolo	3.2.5	3.5
Comando di adozione mantenuta	3.2.7	3.23.3
Interblocco	3.2.8	3.23.1
Dispositivo di rilevazione della presenza	3.2.15	3.23.5
Entità di rischio	3.2.19	3.7
Messa in sicurezza	3.2.24	3.19

- La strategia per la selezione delle misure di sicurezza nella EN 292-1 (5) deve essere sovrapposta ai requisiti della ISO 10218 in 4.2.3.
- Il concetto di bloccaggio e cartello di segnalazione come definito nella ISO 10218 (3.2.10) non deve essere usato. Invece del requisito per l'isolamento della fonte di alimentazione per mezzo di bloccaggio e cartello di segnalazione, in 5.4 della ISO 10218, si devono applicare i requisiti della EN 292-2 (6.2.2) per l'isolamento e la dissipazione di energia.
- Il(l) fabbricante(i) deve (devono) progettare e deve (devono) fornire le istruzioni per il robot e il sistema robotico, in maniera che questi possano essere usati in modo sicuro (come descritto in 8 e 9).

Introduzione alla norma europea

La ISO 10218 non è stata scritta tenendo conto di tutte le considerazioni della Direttiva Macchine e delle norme europee di tipo A e B pubblicate o allo studio. Tuttavia, nella presente norma europea sono state introdotte le modifiche comuni (vedere notifica di adozione).

Si deve sottolineare che la presente norma riguarda i requisiti per il solo robot e i sistemi robotici. Quando un robot è usato come parte di una installazione complessa, e normalmente provvisto di attrezzo o dispositivo e interagisce con un altro macchinario. Questa norma non riguarda la sicurezza degli attrezzi o dispositivi o l'entità di rischio generate dall'uso dei robot in tali installazioni.

NORMA EUROPEA**EN 775****Robot industriali di manipolazione
Sicurezza****S O M M A R I O**

INTRODUZIONE	7
1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	8
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	8
3. DEFINIZIONI	8
3.1. TERMINI GENERALI	8
3.2. TERMINI SPECIFICI	8
4. CONSIDERAZIONI GENERALI	11
4.1. GENERALITÀ	11
4.2. ANALISI DI SICUREZZA	11
4.2.1. SORGENTI DI PERICOLO	12
4.2.2. VALUTAZIONE DELL'ENTITÀ DI RISCHIO	12
4.2.3. STRATEGIA DI SICUREZZA PER LA SELEZIONE DEI PROVVEDIMENTI DI SICUREZZA	13
5. REQUISITI GENERALI DI PROGETTAZIONE	13
5.1. SICUREZZA IN CASO DI GUASTO	13
5.2. EQUIPAGGIAMENTO ELETTRICO	13
5.3. ALIMENTAZIONE DI POTENZA	13
5.4. ISOLAMENTO DALLE SORGENTI DI ENERGIA	13
6. PROGETTAZIONE E COSTRUZIONE DEL ROBOT	14
6.1. GENERALITÀ	14
6.2. ASPETTI ERGONOMICI	14
6.3. ASPETTI MECCANICI	14

6.3.1.	GENERALITÀ	14
6.3.2.	LIMITAZIONE DELLO SPAZIO DI MOVIMENTO	14
6.3.3.	COPERTURE E RECINZIONI	15
6.3.4.	TRASPORTO	15
6.3.5.	PROVVEDIMENTI PER MONTAGGIO	15
6.4.	ASPETTI DI COMANDO	15
6.4.1.	SISTEMAZIONE DEL PANNELLO (DI COMANDO)	15
6.4.2.	ARRESTO DI EMERGENZA	15
6.4.3.	ARRESTO DI SICUREZZA	15
6.4.4.	CONNETTORI ELETTRICI	15
6.4.5.	UNITÀ PORTATILE	16
6.4.6.	DISPOSITIVO DI ABILITAZIONE	16
6.5.	DISPOSIZIONI PER ROBOT CON PROGRAMMAZIONE DEL MOVIMENTO DEL BRACCIO	16
6.6.	DISPOSIZIONI PER IL MOVIMENTO DI EMERGENZA	16
6.7.	SORGENTI DI ALIMENTAZIONE	17
6.8.	ENERGIA IMMAGAZZINATA	17
6.9.	INTERFERENZA(E)	17
6.10.	DISPOSITIVI PER LA SELEZIONE DELLE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO	17
6.11.	REQUISITI PER LA DOCUMENTAZIONE	17
7.	PROGETTO E MESSA IN SICUREZZA DEL SISTEMA ROBOTICO	17
7.1.	GENERALITÀ	17
7.2.	PROGETTO	18
7.2.1.	GENERALITÀ	18
7.2.2.	SPAZIO PROTETTO	18
7.2.3.	DISPOSIZIONE FISICA DEL SISTEMA ROBOTICO	18
7.2.4.	INTERRUZIONE (DEL FUNZIONAMENTO)	19
7.2.5.	ARRESTO D'EMERGENZA	19
7.2.6.	COMANDO DA POSTAZIONI REMOTE	19
7.3.	PROTEZIONI	19
7.3.1.	RIPARI	19
7.3.2.	DISPOSITIVI RILEVATORI DI PRESENZA	20
7.4.	MEZZI D'ALLARME	20
7.4.1.	BARRIERA D'ALLARME	20
7.4.2.	SEGNALI D'ALLARME	20
7.5.	PROCEDURE DI LAVORO IN SICUREZZA	20
7.6.	RIPRISTINO DELLE PROTEZIONI	21
7.7.	REQUISITI PER LA DOCUMENTAZIONE	21
8.	USO E ATTENZIONI	21
8.1.	GENERALITÀ	21
8.2.	FUNZIONAMENTO AUTOMATICO (NORMALE)	21
8.3.	PROGRAMMAZIONE	21
8.3.1.	PRIMA DELLA PROGRAMMAZIONE	21
8.3.2.	DURANTE LA PROGRAMMAZIONE	22
8.3.3.	RIPRISTINO DEL FUNZIONAMENTO AUTOMATICO	22
8.4.	PROGRAMMAZIONE DEI DATI	22
8.5.	VERIFICA DEL PROGRAMMA	22
8.6.	LOCALIZZAZIONE DEL GUASTO	23

8.7. MANUTENZIONE	23
<u>9. INSTALLAZIONE, MESSA IN SERVIZIO E PROVA FUNZIONALE</u>	<u>24</u>
9.1. GENERALITÀ	24
9.2. INSTALLAZIONE	24
9.3. MESSA IN SERVIZIO E PROVA FUNZIONARE	24
9.3.1. DESIGNAZIONE DELLO SPAZIO RISTRETTO	24
9.3.2. RESTRIZIONI PER IL PERSONALE	24
9.3.3. SICUREZZA E VERIFICA DI FUNZIONAMENTO	24
9.3.4. PROCEDURE DI RIAVVIAMENTO DEL SISTEMA ROBOTICO	25
<u>10. DOCUMENTAZIONE</u>	<u>25</u>
10.1. DOCUMENTAZIONE DEL ROBOT DA FORNIRE DA PARTE DEL COSTRUTTORE DEL ROBOT	25
10.2. DOCUMENTAZIONE DEL SISTEMA ROBOTICO DA FORNIRE DA PARTE DEL COSTRUTTORE DEL SISTEMA ROBOTICO	26
<u>11. ADDESTRAMENTO</u>	<u>26</u>
<u>APPENDICE A</u>	<u>27</u>
<u>SCHEMA RAPPRESENTATIVO DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI DI UN SISTEMA ROBOTICO</u>	<u>27</u>

Introduzione

La presente norma è stata elaborata nella consapevolezza dei particolari pericoli presenti nei sistemi automatici di fabbricazione che comprendono robot industriali di manipolazione.

I pericoli sono ben noti ma frequentemente le fonti di pericolo sono tipiche di un particolare sistema robotico. Il numero e i tipi di pericolo sono connessi direttamente alla natura del processo di automazione e alla complessità dell'installazione.

Le entità di rischio associate a questo pericolo variano con il tipo di robot usato e la sua applicazione, le modalità seguite nell'installazione, programmazione, funzionamento e manutenzione.

Nella consapevolezza della natura variabile dei pericoli derivanti dall'applicazione dei robot industriali, la presente norma fornisce una guida per l'affermazione della sicurezza in fase di progetto e di fabbricazione dei robot. Poiché la sicurezza nell'applicazione dei robot industriali è influenzata dal progetto e

dall'applicazione del particolare sistema robotico, uno scopo supplementare, ma di uguale importanza, è di fornire linee guida per la protezione del personale durante l'installazione, la prova funzionale, la programmazione, il funzionamento, la manutenzione e la riparazione dei robot e dei sistemi robotici.

1. Scopo e campo di applicazione

La presente norma fornisce una guida sulle considerazioni di utilizzo, sicurezza per la progettazione, costruzione, programmazione, funzionamento, riparazione e manutenzione dei robot industriali di manipolazione e dei sistemi robotici come definiti in 3. Non si applica ad altri tipi di robot sebbene i principi di sicurezza della presente norma possano essere utilizzati per altri tipi.

Nota - Ai fini della presente norma, il termine "robot" indica robot industriale di manipolazione.

Per sistemi comprendenti più robot e/o l'equipaggiamento associato di movimentazione dei materiali o robot mobili, la Presente norma può essere usata per la parte di sistema robotico dell'equipaggiamento.

2. Riferimenti normativi

Le norme sottoindicate contengono disposizioni valide anche per la presente norma, in quanto in essa espressamente richiamate.

Al momento della pubblicazione della presente norma erano in vigore le edizioni sottoindicate. Tutte le norme sono soggette a revisione. pertanto gli interessati che stabiliscono accordi sulla base della presente norma sono invitati a verificare la possibilità di applicare le edizioni più recenti delle norme richiamate. I membri dell'ISO e dell'IEC posseggono gli elenchi delle norme internazionali in vigore.

IEC 204-1 ¹	Equipaggiamento elettrico per macchine industriali - Requisiti generali
ISO 6385:1981	Principi ergonomici di progettazione dei sistemi di lavoro
ISO/TR 8373:1988	Robot industriali di manipolazione - Vocabolario
ISO 9946:1991	Robot industriali di manipolazione - Presentazione delle caratteristiche

3. Definizioni

Ai fini della presente norma, si applicano le seguenti definizioni.

3.1. Termini generali

3.1.1. persona: Ogni singolo individuo.

3.1.2. personale: Persone specificatamente impiegate e addestrate nell'uso e sorveglianza di un sistema robotico.

3.2. Termini specifici

Nota - i termini che si riferiscono alla ISO/TR 8373 sono stati ripresi esattamente da quel documento.

3.2.1. assi principali del braccio: Insieme interconnesso di articolazioni e giunti motorizzati comprendente elementi di forma longitudinale. che sorregge, posiziona e orienta il polso e/o il dispositivo di estremità. (ISO/TR 8373:1988. 3.21)

¹in fase di pubblicazione (Revisione della IEC 204-1:1981).

- 3.2.2. modo automatico:** *Modo operativo* in cui il sistema di comando del robot può funzionare conformemente al *programma del compito*. [ISO/TR 8373:1988. 5.3.8.1]
- 3.2.3. dispositivo di abilitazione:** Dispositivo a funzionamento manuale destinato a consentire il movimento del robot solamente mentre il dispositivo è tenuto in una posizione predeterminata.
- 3.2.4. riparo:** Elemento della macchina usato in modo specifico per fornire protezione per mezzo di una barriera fisica. In funzione della sua costruzione, un riparo può essere chiamato cuffia di protezione, schermo di copertura, recinzione, porta, riparo di chiusura, barriera, ecc..
- 3.2.5. pericolo:** Situazione che può ingenerare una lesione o danno alla salute.
- 3.2.6. movimento/condizione di pericolo:** Movimento/condizione del robot o sistema robotico che può provocare lesione alle persone
- 3.2.7. comando ad azione mantenuta:** Comando che permette movimenti esclusivamente durante l'azionamento manuale del comando e che provoca l'interruzione di tali movimenti appena esso è rilasciato.
- 3.2.8. dispositivo di interblocco (di protezione):** Montaggio che interconnette un riparo(i) o dispositivo(i) al comando del robot e/o al sistema di alimentazione del robot e dell'equipaggiamento allo stesso associato.
- 3.2.9. comando locale:** Stato del robot in cui esso è messo in funzione dal pannello di comando dell'impianto del sistema robotico o dalla unità portatile di addestramento.
- 3.2.10. bloccaggio/cartello di segnalazione:** Collocazione di un bloccaggio e/o di un cartello di segnalazione sul dispositivo di isolamento dell'energia (per esempio, dispositivo di disinserimento) nella posizione di "CHIUSO" o "APERTO" indicante che il dispositivo di isolamento dell'energia o l'equipaggiamento da comandare non devono essere messi in funzione fino alla rimozione del bloccaggio/cartello di segnalazione.
- 3.2.11. robot industriale di manipolazione:** Manipolatore a molteplici *gradi di libertà*, comandato automaticamente. riprogrammabile, multiscopo, fisso o mobile, destinato ad applicazioni di automazione industriale.
- Nota - *Qui di seguito vi è una spiegazione dei termini utilizzati nella definizione:*
- *riprogrammabile: i movimenti programmati o le funzioni ausiliarie possono essere variati senza modifiche fisiche;*
 - *multiscopo: può essere adattato a una diversa applicazione per mezzo di modifiche fisiche;*
 - *per modifiche fisiche s'intendono le modifiche nella struttura meccanica o nel sistema di comando ad eccezione del cambio di cassette di programmazione, ROMs, ecc.*
- [ISO/TR 8373: 1988, 2.3]
- 3.2.12. modo manuale:** Modo operativo in cui il robot può essere azionato, per esempio, mediante pulsante o leva di comando ("*joystick*"), e che esclude il funzionamento automatico.
- 3.2.13. spazio massimo:** Spazio che può essere coperto dalle parti in movimento del robot, come definito dal costruttore, più lo spazio che può essere coperto dai dispositivo di estremità e dal pezzo in lavorazione (vedere fig. 1 1).
- 3.2.14. unità portatile addestramento:** Un'unità tenuta manualmente, collegata al sistema ai comando. con la quale si può programmare (o muovere) un robot.
[ISO/TR 8373:1988. 5.8]
- 3.2.15. dispositivo rilevatore di presenza:** Dispositivo che ha uno spazio o campo sensibile che rileverà ogni intrusione in quello spazio o campo.

Nota - *I dispositivi rilevatori di presenza comprendono, ma non sono limitati ad essi, barriere luminose, campi elettromagnetici, dispositivi sensibili alla pressione, dispositivo a ultrasuoni e a raggi infrarossi e sistemi di trattamento delle immagini.*

3.2.16. programmatore: Persona qualificata incaricata di preparare il *programma del compito*. [ISO/TR 8373:1988, 2.9]

3.2.17. velocità ridotta: Singola velocità selezionabile indicata dal fornitore del robot che limita automaticamente la velocità del robot a quella voluta perché il personale disponga di tempo sufficiente o per sottrarsi a movimenti pericolosi o per fermare il robot.

3.2.18. spazio ristretto: Parte di *spazio massimo* definita dai limitatori di corsa che stabiliscono i limiti da non superare nel caso di ogni prevedibile malfunzionamento del *sistema robotico* (vedere fig. 1)

Nota - *Il massimo spostamento che il robot può realizzare dopo l'intervento dei limitatori di corsa deve servire come base per definire lo spazio ristretto.* [ISO/TR 8373:1988. 4.5.3]

3.2.19. rischio: Combinazione di probabilità che si verifichi una lesione e il grado di lesione.

3.2.20. sistema robotico: Un sistema robotico comprende:

- il robot ("hardware" e "software") costituito dal *manipolatore*, mobile o no, dall'alimentazione di potenza e dal sistema di comando:
- *il dispositivo (i) di estremità:*
- ogni equipaggiamento, dispositivo, o sensore, necessario al robot per eseguire il suo compito: ciascuna interfaccia di comunicazione che fa funzionare e governa il robot, equipaggiamento, o sensori, allorché questi dispositivi periferici siano gestiti dal sistema di comando del robot.

[ISO/TR 8373:1988, 2.6]

3.2.21. procedura di lavoro in sicurezza: Procedura specificata che ha lo scopo di ridurre la possibilità di lesione nell'esecuzione di un compito assegnato.

3.2.22. protezione: Riparo o dispositivo destinato a proteggere le persone rispetto a un punto o area pericolosa.

3.2.23. spazio protetto: Spazio delimitato dalle protezioni (fig. 1).
Nota - *Lo spazio protetto comprende lo spazio ristretto.*

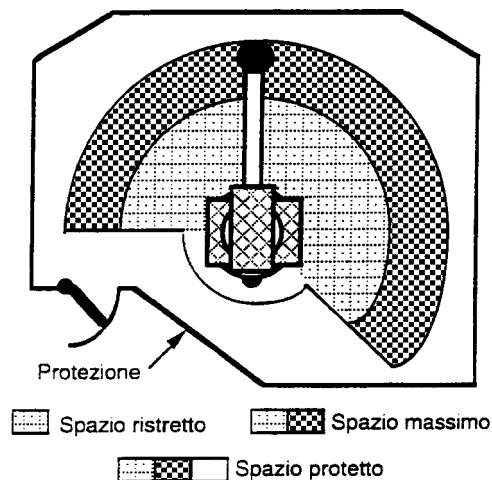


Fig. 1 – Esempio di spazio ristretto e spazio protetto

- 3.2.24. messa in sicurezza:** Metodi per la protezione della(e) persona(e) usando ripari, dispositivi e procedure di lavoro in sicurezza.
- 3.2.25. localizzazione (ricerca] del guasto:** Azione per determinare metodicamente la ragione per cui un sistema robotico ha sbagliato nell'eseguire il compito o funzione previsti.

4. Considerazioni generali

4.1. Generalità

È riconosciuto che le caratteristiche operazionali dei robot possono essere significativamente differenti da quelle di altre macchine ed equipaggiamento. I robot sono capaci di movimenti ad alta energia in un grande volume attorno alla base dei robot. La caratteristica e l'avvio del movimento del braccio dei robot sono difficili da prevedere e possono cambiare a causa di variabili del prodotto e delle condizioni ambientali.

Al Personale di manutenzione e di programmazione è a volte richiesto di essere all'interno dello spazio ristretto mentre la potenza è disponibile agli azionamenti della macchina. Lo spazio ristretto del robot può sovrapporsi a una porzione dello spazio ristretto di altri robot o alle zone di lavoro di altre macchine industriali e relativo equipaggiamento. Questo può dar luogo a pericoli di urto, intrappolamento, o di proiezione di oggetti rilasciati dalla pinza.

Il tipo di robot, la sua applicazione e la sua relazione con altre macchine industriali e relativo equipaggiamento influenzeranno il progetto e la selezione dei metodi di messa in sicurezza. Questi necessitano di essere adattati al lavoro in atto e di consentire, ove necessario, la programmazione per addestramento, la messa a punto, la manutenzione, la verifica del programma e le operazioni di localizzazione del guasto che devono essere eseguite in sicurezza. Molte installazioni richiederanno un contatto ravvicinato per tale lavoro.

I metodi scelti dovrebbero essere adeguati ai pericoli che sono associati alla installazione robotica. Prima della progettazione o selezione di metodi adeguati di messa in sicurezza, sarà necessario identificare i pericoli e valutare le entità associate di rischio.

I provvedimenti tecnici per la prevenzione degli infortuni sono basati su due principi fondamentali:

- l'assenza di persone nello spazio protetto durante il funzionamento automatico;
- l'eliminazione dei pericoli o almeno la loro riduzione durante gli interventi (per esempio: addestramento, verifica del programma) nello spazio protetto.

L'osservanza di questi principi implica parecchie azioni:

- la creazione di uno spazio protetto e di uno spazio ristretto;
- un progetto del sistema robotico tale da consentire l'esecuzione del massimo numero di compiti dall'esterno dello spazio protetto;
- l'approntamento di mezzi di sicurezza sostitutivi nei caso di interventi all'interno dello spazio protetto.

4.2. Analisi di sicurezza

Per eseguire una analisi di sicurezza, è necessario:

- definire i compiti richiesti per le applicazioni prevedibili includendo una valutazione della necessità di accesso o contatto ravvicinato;
- identificare le fonti di pericolo includendo i modi di guasto e rottura associati a ciascun compito (vedere 4.2.1);
- valutare e accertare i rischi (vedere 4.2.2);
- considerare le strategie di sicurezza che minimizzano i rischi a un livello accettabile (vedere 4.2.3);
- selezionare i metodi di messa in sicurezza conformi al compito richiesto e al livello accettabile del rischio (vedere 7.3. 7.4 e 7.5);

- valutare i livelli raggiunti di sicurezza complessiva per mezzo dei provvedimenti relativi e garantire che questi livelli siano accettabili (vedere 4.2.3).

4.2.1. Sorgenti di pericolo

I pericoli possono sorgere dallo stesso sistema robotico, dalla sua associazione ad altro equipaggiamento, o dall'interazione di persone con il sistema robotico. Esempi di sorgenti di pericolo sono (ma non sono limitate ad esse):

1. rotture o guasti di
 - a) mezzi di protezione per esempio: dispositivi, circuiti, componenti) compresa la loro rimozione o smontaggio;
 - b) sorgenti di alimentazione o mezzi di distribuzione;
 - c) circuiti, dispositivi, o componenti di comando;
2. componenti meccanici in movimento che provocano intrappolamento o schiacciamento
 - a) individualmente (di per se stessi);
 - b) congiuntamente ad altre parti del sistema robotico o ad altro equipaggiamento nell'area di lavoro;
3. energia immagazzinata
 - a) in parti in movimento;
 - b) in componenti elettrici o olio/idraulici e pneumatici;
4. sorgenti di potenza
 - a) elettriche;
 - b) idrauliche;
 - c) pneumatiche;
5. ambienti, materiali, o condizioni pericolose
 - a) esplosivi o combustibili;
 - b) corrosivi o aggressivi;
 - c) radioattivi;
 - d) temperature estremamente alte o basse;
6. rumore (acustica);
7. interferenze
 - a) elettromagnetiche, elettrostatiche, radio frequenze;
 - b) vibrazioni, urti;
8. errori umani di:
 - a) progetto, sviluppo e fabbricazione comprese le considerazioni ergonomiche;
 - b) installazione e messa in servizio comprendendovi accesso, illuminazione e rumore;
 - c) prova funzionale;
 - d) applicazione e uso;
 - e) programmazione e verifica del programma;
 - f) messa a punto compresi presa/manipolazione e attrezzaggio del lavoro;
 - g) localizzazione del guasto e manutenzione;
 - h) procedure di lavoro in sicurezza;
9. movimentazione, manipolazione o ripristino del sistema robotico a componenti associati.

4.2.2. Valutazione dell'entità di rischio

La dimensione, capacità e velocità dei robot variano in modo rilevante. In più, vi sono molte potenziali applicazioni differenti dei robot. Di conseguenza, vi saranno pericoli differenti e differenti livelli dell'entità di rischio. Le entità di rischio durante l'installazione, programmazione, funzionamento, uso, localizzazione del guasto e manutenzione del sistema robotico deve essere valutata.

Particolare attenzione dovrebbe essere posta alla necessità di contatto ravvicinato al robot quando agli azionamenti del robot è disponibile la potenza. La necessità di contatto ravvicinato è ammessa in alcune circostanze eccezionali e il sistema robotico deve essere predisposto per la progettazione e l'applicazione di protezioni appropriate. Dovrebbe essere prestata particolare attenzione al fatto che la posizione finale del robot dopo una fermata di emergenza non può essere determinata in modo adeguato a causa dell'energia cinetica implicata.

4.2.3. Strategia di sicurezza per la selezione dei provvedimenti di sicurezza

I provvedimenti di sicurezza sono una combinazione dei provvedimenti introdotti nello stadio di progetto e di quei provvedimenti obbligati la cui attuazione compete all'utilizzatore.

Nel progetto e nello sviluppo del sistema robotico, conservando un livello accettabile di prestazione, la sicurezza deve rappresentare la considerazione prioritaria. Dove questo non è possibile, la messa in sicurezza deve essere considerata in modo tale che sia preservata la flessibilità del sistema robotico nella sua applicazione. La messa in sicurezza comprende l'uso di protezioni, mezzi di avvertimento e procedure di lavoro in sicurezza (vedere 7.3, 7.4 e 7.5).

5. Requisiti generali di progettazione

5.1. Sicurezza in caso di guasto

Il sistema robotico deve essere progettato, costruito e attrezzato così che nel caso di un prevedibile guasto di qualche singolo componente elettrico, elettronico, meccanico, pneumatico o idraulico, non ne siano influenzate le funzioni di sicurezza o se lo sono, il sistema robotico sia lasciato in una condizione di sicurezza. Le funzioni di sicurezza comprendono, ma non sono limitate a:

- limitazione dell'ampiezza del movimento;
- fermata di emergenza e sicurezza;
- velocità ridotta;
- interblocco di protezione.

Si devono applicare i requisiti della Pubblicazione IEC 204-1 riguardanti le funzioni di comando in caso di rottura.

5.2. Equipaggiamento elettrico

L'applicazione dell'equipaggiamento elettrico del robot e del sistema robotico deve essere conforme alla Pubblicazione IEC 204-1.

5.3. Alimentazione di potenza

I requisiti dell'alimentazione e della messa a terra devono corrispondere alle specifiche del fabbricante.

5.4. Isolamento dalle sorgenti di energia

Ciascun sistema robotico deve avere mezzi per isolare ciascuna delle sue sorgenti di energia. Questi mezzi devono essere collocati in modo tale che nessuna persona venga esposta ai pericoli e devono avere la possibilità di bloccaggio/cartello di segnalazione. (Per i requisiti relativi al dispositivo d'interruzione dell'alimentazione elettrica, vedere la Pubblicazione IEC 204-1).

6. Progettazione e costruzione del robot

6.1. Generalità

Il fabbricante del robot deve progettare e costruire i robot seguendo i principi descritti nel presente punto e in 5.

6.2. Aspetti ergonomici

L'adozione di provvedimenti e dati ergonomici contribuisce al miglioramento del livello di sicurezza rendendo la realizzazione del compito più facile e diminuendo il numero di errori umani durante gli interventi (per esempio, riparazione, manutenzione, controllo, programmazione, funzionamento).

Si applicano i seguenti requisiti:

- Il progetto degli elementi del robot sui quali è previsto l'intervento dell'uomo, deve tenere in debito conto le caratteristiche umane quali le dimensioni, postura, resistenza e movimenti (ISO 6385).
- Le interfacce uomo-macchina (compresi i dispositivi di funzionamento e di programmazione, le unità di segnalazione come i dispositivi portatili di comando, i pannelli di comando, i terminali dell'elaboratore e le configurazioni sotto guida software da programmi utente) devono essere progettati e adattati per minimizzare la difficoltà per il singolo utilizzatore.
- Devono essere fornite informazioni appropriate quali la chiara indicazione dei modi di lavoro del robot e la visualizzazione dei motivi di arresti non programmati del robot.

6.3. Aspetti meccanici

6.3.1. Generalità

Ogni qualvolta sia praticabile, i pericoli che derivano dalle parti in movimento del robot devono essere eliminati nel progetto iniziale. Se essi non possono essere eliminati, devono essere inserite protezioni appropriate come parte del progetto, e se questo non è praticabile, devono essere create le condizioni per incorporare le protezioni in uno stadio successivo.

6.3.2. Limitazione dello spazio di movimento

Il progetto del robot non deve ostacolare la predisposizione ai mezzi per la limitazione dello spazio di movimento degli assi primari. Quando per l'uso previsto dal progetto è richiesto un metodo di limitazione dello spazio di movimento, esso deve essere conforme ad uno dei seguenti criteri:

- Possono essere predisposti dei fermi meccanici. Questi dovrebbero essere regolabili, e devono essere in grado di fermare il robot in ogni posizione regolata quando lo stesso sta portando il suo carico nominale alla massima velocità.
- Possono essere predisposti metodi alternativi di limitazione dello spazio di movimento solamente se questi sono progettati, costruiti e installati per raggiungere lo stesso livello di sicurezza dei fermi meccanici. Questo può comprendere l'uso dell'unità di governo del robot e di interruttori di limitazione in conformità alla Pubblicazione IEC 204-1.

6.3.3. Coperture e recinzioni

L'equipaggiamento elettrico, idraulico, ecc. che costituisce un pericolo deve essere provvisto di coperture o recinzioni fisse. Durante il funzionamento del robot non deve esserne richiesto l'accesso. La rimozione delle coperture e recinzioni fisse deve richiedere l'uso di un utensile.

6.3.4. Trasporto

Quando richiesto devono essere forniti ganci, golfari, ecc. per il trasporto. Essi devono essere ubicati in modo che, se usati appropriatamente, durante il trasporto venga eliminato il movimento non intenzionale. Sul robot dovrebbe essere marcato il peso di spedizione.

6.3.5. Provvedimenti per montaggio

Devono essere forniti mezzi per montare solidamente il robot affinché ne sia consentito il funzionamento stabile in tutte le condizioni di funzionamento progettate.

6.4. Aspetti di comando

6.4.1. Sistemazione del pannello (di comando)

I dispositivi di attuazione del comando devono essere sistemati, identificati e protetti contro il funzionamento inintenzionale o accidentale in conformità alla Pubblicazione IEC 204-1.

6.4.2. Arresto di emergenza

I dispositivi di arresto d'emergenza a comando manuale devono essere conformi alla Pubblicazione IEC 204-1. Ciascun robot deve essere predisposto per il collegamento di dispositivi esterni di arresto di emergenza, protezioni o interblocchi al circuito di arresto d'emergenza.

Prima che possa essere dato inizio a un qualsiasi movimento del robot, deve essere necessario ripristinare manualmente il circuito di arresto di emergenza. Il ripristino del circuito di arresto di emergenza di per sé non deve dare avvio ad alcun movimento. Allorché una disfunzione nell'alimentazione o un arresto di emergenza provochi la perdita di logica o di stati di memoria, prima che si possa dare inizio al funzionamento, deve essere eseguita la sequenza di ripristino della logica o della memoria.

6.4.3. Arresto di sicurezza

Ogni robot, quando è munito di un circuito di arresto di sicurezza, deve essere predisposto per il collegamento di protezioni e interblocchi a questo circuito. Prima che possa essere avviato un qualsiasi movimento del robot, deve essere necessario ripristinare l'alimentazione agli azionamenti della macchina. Il ripristino dell'alimentazione agli azionamenti della macchina di per sé non deve attivare alcuna funzione operativa (vedere Pubblicazione IEC 204-1:-.9.2.2, categoria 1).

6.4.4. Connettori elettrici

I connettori elettrici usati su robot che se male accoppiati possono provocare dei movimenti pericolosi, devono essere rinchiusi o etichettati. I connettori elettrici che potrebbero provocare il movimento pericoloso del robot qualora venissero disgiunti o distaccati, devono essere progettati e fabbricati così da proteggerli contro un loro scollegamento non intenzionale.

6.4.5. Unità portatile

Quando viene fornita un'unità portatile, si devono applicare i seguenti requisiti di progettazione:

- a) l'unità portatile deve essere progettata seguendo i principi ergonomici noti (vedere 6.2) cosicché essa possa essere usata in modo affidabile mentre viene spostata;
- b) per tutto il tempo in cui l'unità portatile viene usata nello spazio protetto, non deve essere possibile commutare il robot in funzionamento automatico;
- c) l'unità portatile deve avere un dispositivo di arresto d'emergenza;
- d) un'unità portatile destinata ad avviare il movimento del robot da parte di personale che si trova entro lo spazio protetto, deve essere provvista di dispositivo(i) di comando ad azione mantenuta;
- e) il comando del robot deve essere progettato cosicché quando il robot è posto sotto comando da unità portatile, ogni movimento del robot deve essere avviato solo dall'unità portatile;
- f) tutto il movimento del robot che viene avviato dall'unità portatile, deve possedere una velocità non maggiore di quella ridotta. Cosa costituisca una velocità ridotta accettabile dipenderà dalle forze esercitate dal robot e dall'uso del robot (per esempio: planimetria dell'installazione). La velocità ridotta non dovrebbe essere maggiore di 250 mm/s misurati all'interfaccia meccanica.

Eccezioni a f): Quando è richiesta una velocità maggiore della velocità ridotta (per esempio: per la verifica di un programma del compito) questo deve richiedere una azione deliberata dell'operatore (per esempio, con un interruttore a chiave) per selezionare tale metodo di funzionamento. Il moto del robot deve essere avviato solo usando il dispositivo(i) ad azione mantenuta e da un dispositivo di abilitazione mentre il personale si trova all'interno dello spazio protetto (vedere 6.4.6).

6.4.6. Dispositivo di abilitazione

Quando un dispositivo di abilitazione è fornito come parte del sistema robotico, esso deve essere progettato per consentire il movimento del robot o altre funzioni solamente in una posizione. In ogni altra posizione, il movimento o le funzioni pericolose devono essere inibite in modo sicuro. Il solo funzionamento del dispositivo non deve avviare il movimento o le funzioni pericolose.

Quando è richiesto un dispositivo di abilitazione (per esempio, per il movimento del robot a una velocità maggiore della velocità ridotta), esso deve essere collegato all'arresto di sicurezza o altro circuito di arresto con un livello di sicurezza equivalente.

Il dispositivo di abilitazione può essere disattivato, per progetto, quando:

- o non vi sono persone entro lo spazio protetto;
- o il movimento del robot avviene a una velocità non maggiore di quella ridotta.

Il dispositivo di abilitazione può far parte dell'unità portatile o può essere un dispositivo separato.

6.5. Disposizioni per robot con programmazione del movimento del braccio

Per robot che sono programmati conducendo manualmente il braccio, devono essere adottati provvedimenti per interrompere l'alimentazione in modo sicuro durante la programmazione e il controbilanciamento quando richiesto.

6.6. Disposizioni per il movimento di emergenza

Devono essere forniti mezzi per la movimentazione degli assi del robot in caso di emergenza. Tali mezzi sono, per esempio:

1. con esclusione della forza motrice:
 - a) valvole di sfogo per depressurizzare i sistemi sotto pressione;
 - b) rilascio manuale dei freni azionati da forza motrice a condizione che esista il controbilanciamento;

2. in presenza della forza motrice
 - a) dispositivo di comando manuale degli azionamenti/valvole pilotate da forza motrice.
 - b) dispositivo di comando per l'avvio dei movimenti in opposizione.

6.7. Sorgenti di alimentazione

I robot devono essere progettati e costruiti in modo tale che perdita, ripristino o variazione nelle sorgenti di energia non darà luogo a movimenti pericolosi del robot.

6.8. Energia immagazzinata

Devono essere forniti mezzi per il rilascio controllato dell'energia immagazzinata. Questa sorgente di energia può presentarsi sotto forma di accumulatori di fluidi in pressione, condensatori, molle, contrappesi e volani, senza esserne limitata a questi. Su ciascuna sorgente di energia immagazzinata deve essere apposta una etichetta appropriata.

6.9. Interferenza(e)

Il progetto e la costruzione del robot devono basarsi su pratiche di buona costruzione per minimizzare gli effetti di interferenza(e) che possono influenzare la sicurezza. Queste possono comprendere l'interferenza elettromagnetica (MI - ElectroMagnetic Interference), la scarica elettrostatica (ESD - ElectroStatic Discharge), l'interferenza di radiofrequenza (RFI - Radio Frequency Interference), calore, luce, vibrazione, ecc..

Nota - Le disposizioni per i requisiti e le prove di interferenza si trovano nella Pubblicazione IEC 204- 1.

6.10. Dispositivi per la selezione delle condizioni di funzionamento

Devono essere forniti dispositivi che assicurino la selezione non ambigua delle condizioni di funzionamento. Questi dispositivi devono anche indicare la condizione di funzionamento selezionata. La selezione di condizioni di funzionamento differenti non deve, in quanto tale, provocare il movimento del robot o l'avvio di altre funzioni.

Quando lo stato di sicurezza delle protezioni viene sospesa a causa della selezione delle condizioni di funzionamento (per esempio, per la messa a punto, l'addestramento, la verifica del programma), questo dovrebbe essere possibile solo quando i dispositivi per la selezione delle condizioni di funzionamento siano resi sicuri (per esempio, selezione mediante chiave).

Il funzionamento automatico (normale) deve essere impedito durante la sospensione delle protezioni e il movimento del robot deve essere a velocità ridotta [vedere 6.4.5 f) per le eccezioni].

6.11. Requisiti per la documentazione

Per i requisiti relativi alla documentazione di pertinenza del costruttore del robot, vedere 10.1.

7. Progetto e messa in sicurezza del sistema robotico

7.1. Generalità

Il fornitore/costruttore del sistema robotico deve progettare e costruire i sistemi robotici in conformità ai principi descritti nel presente punto e in 5.

7.2. Progetto

7.2.1. Generalità

Il sistema robotico deve essere progettato in conformità alle specifiche del fabbricante cosicché il personale che presiede al funzionamento, programmazione e manutenzione del sistema possa essere adeguatamente protetto. Tutte le condizioni ambientali devono essere valutate per assicurare la compatibilità del robot e del sistema robotico con le condizioni di funzionamento previste. Queste condizioni comprendono miscele esplosive, condizioni di corrosione, umidità, polvere, temperatura, interferenza elettromagnetica (EMI), interferenza da radiofrequenza (RFI) e vibrazione, senza essere limitate ad esse.

7.2.2. Spazio protetto

La valutazione dell'entità di rischio deve determinare lo spazio aggiuntivo richiesto attorno allo spazio ristretto per definire lo spazio protetto (vedere fig. 1).

7.2.3. Disposizione fisica del sistema robotico

- 7.2.3.1.** Gli armadi di comando dovrebbero essere installati all'esterno dello spazio protetto. Quando essi vengono installati all'interno dello spazio protetto, devono essere collocati e fissati in modo tale da soddisfare ai requisiti della presente norma riguardanti la sicurezza delle persone presenti nello spazio protetto (vedere anche 7.6 e 8).
- 7.2.3.2.** I sistemi robotici devono essere progettati in modo da evitare l'intrappolamento e la collisione tra le parti in movimento del robot e gli altri oggetti fissi o in movimento. Le configurazioni devono essere progettate in maniera che tra le parti in movimento del robot e gli oggetti nell'ambiente (per esempio: colonne della struttura, travettature del soffitto, recinzioni, conduttori isolati dell'alimentazione) sia disponibile uno spazio sufficiente. Questa regola non si applica al corredo ausiliario destinato all'esecuzione del compito del robot (per esempio, flange di utensili, tavole a dividere, e equipaggiamento di trasporto, torni automatici, centri di lavorazione, presse, macchine di stampaggio a iniezione).
- 7.2.3.3.** Quando dal progetto è richiesta una limitazione dello spazio ristretto, limitando la portata del moto dell'asse principale, devono essere forniti dispositivi di limitazione conformi ai 6.3.2. I dispositivi di limitazione devono essere correttamente sistemati e resi sicuri.
- 7.2.3.4.** I dispositivi di estremità devono essere progettati e costruiti, o protetti, cosicché:
- l'interruzione dell'alimentazione non provochi il rilascio del carico o dia luogo a una condizione pericolosa, e
 - le forze statiche e dinamiche create contemporaneamente dal carico e dal dispositivo di estremità rimangano all'interno della capacità di carico e della risposta dinamica del robot.
- 7.2.3.5.** Quando è previsto che gli addetti eseguano operazioni manuali connesse al robot, quali il carico e lo scarico di parti, questo deve essere preso in considerazione nella predisposizione del sistema robotico, o fornendo dispositivi di carico cosicché l'addetto non possa accedere all'area pericolosa, oppure fornendo protezioni adatte all'attività manuale.

7.2.4. Interruzione (del funzionamento)

L'interruzione (del funzionamento) (esclusione dell'alimentazione) nel sistema robotico o nell'equipaggiamento correlato non deve dar luogo a una condizione di pericolo.

7.2.5. Arresto d'emergenza

Ciascuna stazione dell'operatore del sistema robotico deve avere un dispositivo di arresto di emergenza facilmente accessibile. L'intervento manuale e la procedura di ripristino per riavviare il sistema robotico dopo un arresto di emergenza deve aver luogo all'esterno dello spazio ristretto.

7.2.6. Comando da postazioni remote

Ogni robot che può essere comandato da postazioni remote deve essere fornito di mezzi efficaci che devono eliminare da ogni altra postazione le condizioni pericolose del robot in fase di avvio.

Per i sistemi robotici che possono essere fatti funzionare da una postazione remota (per esempio, su una rete di comunicazione) deve essere fornito un mezzo (per esempio, interruttore a chiave) per assicurare che quando si è in comando locale nessuno dei comandi dalla postazione remota possa dar luogo a condizioni pericolose.

7.3. Protezioni

7.3.1. Ripari

7.3.1.1. Ripari fissi

I ripari fissi devono:

- a) essere costruiti per resistere alle prevedibili sollecitazioni di funzionamento e ambientali;
- b) evitare l'accesso allo spazio protetto tranne che attraverso aperture associate con dispositivo di interblocco o di rilevazione di presenza;
- c) essere fissati in modo permanente in posizione ed essere rimossi solamente con l'ausilio di un utensile;
- d) essere privi di spigoli vivi e sporgenze e non rappresentare essi stessi un pericolo.

7.3.1.2. Ripari interbloccati

- a) L'interblocco e il riparo con cui esso funziona dovrebbero essere progettati, installati e regolati cosicché quando in uso:
 - i) l'interblocco impedisca il funzionamento automatico del sistema robotico fino a che il riparo non sia stato chiuso. La chiusura non deve servire da comando per il riavviamento del funzionamento automatico. Questo deve essere conseguenza di una azione deliberata alla stazione di comando (vedere 7.6), e
 - ii) o il riparo resti chiuso bloccato fino a che la possibilità di lesione dal pericolo sia venuta meno (riparo interbloccato con blocco del riparo), o l'apertura del riparo mentre il sistema robotico sta lavorando fornisce l'istruzione di un arresto o dell'arresto di emergenza (riparo interbloccato).

Quando sia stato attivato un interblocco, deve essere possibile riavviare la macchina dalla posizione di arresto a condizione che questo non crei altri pericoli.

L'interruzione delle sorgenti di alimentazione può essere sufficiente per eliminare il pericolo prima che sia possibile l'accesso. Quando il pericolo non possa essere eliminato immediatamente per interruzione della alimentazione, il sistema d'interblocco avrà la necessità di includere un blocco del riparo e/o un sistema di frenaggio.

Quando si può guadagnare l'accesso dell'intero corpo allo spazio protetto attraverso una porta interbloccata, dovrebbe essere fornito un dispositivo che elimini la chiusura involontaria della porta.

Particolare attenzione dovrebbe essere prestata per assicurare che l'intervento di un interblocco installato per proteggere contro un pericolo specifico (per esempio: arresto di un movimento pericoloso del sistema robotico), non crei un pericolo differente (per esempio: il rilascio di sostanze pericolose nella zona di lavoro).

- b) La scelta di un sistema preferenziale di interblocco per una particolare applicazione deve prendere in considerazione la valutazione dell'entità di rischio (vedere 4.2.2).
- c) Il progetto e la costruzione dei sistemi d'interblocco deve essere conforme a 5.1 della presente norma.

7.3.2. Dispositivi rilevatori di presenza

Ogni qualvolta che i dispositivi sensibili di presenza sono usati per scopi di sicurezza, essi devono essere conformi a quanto di seguito indicato:

- a) un dispositivo rilevatore di presenza deve essere installato e regolato cosicché le persone non possano entrare e avvicinarsi a un'area pericolosa senza attivare il dispositivo o non possano raggiungere lo spazio ristretto prima che le condizioni pericolose siano cessate. Per impedire che le persone eludano il dispositivo, possono essere richieste barriere usate congiuntamente al dispositivo rilevatore di presenza;
- b) il loro funzionamento non deve essere influenzato negativamente da alcuna delle condizioni ambientali per le quali il sistema sia previsto;
- c) allorché un dispositivo rilevatore di presenza sia stato attivato, può essere possibile riavviare il sistema robotico dalla posizione di arresto a condizione che questo non crei altri pericoli;
- d) la ripresa del movimento del robot deve richiedere la rimozione della interruzione del campo sensibile. Questo non deve costituire il comando per riavviare il funzionamento automatico (vedere 7.6).

7.4. Mezzi d'allarme

I seguenti mezzi d'allarme possono essere usati in aggiunta ma non in sostituzione delle protezioni precedentemente descritte in altre parti della presente norma.

7.4.1. Barriera d'allarme

Una barriera d'allarme deve essere costruita e installata in modo da prevenire l'ingresso non intenzionale nello spazio ristretto.

7.4.2. Segnali d'allarme

Un dispositivo di segnalazione d'allarme deve essere costruito e collocato in modo da fornire alle persone una segnalazione visiva o uditiva riconoscibile di un pericolo imminente o presente. Quando sono usati segnali d'allarme sotto forma luminosa, per allertare da pericoli nello spazio ristretto, dispositivi in numero sufficiente devono essere usati e collocati cosicché le luci possano essere viste da tutte le persone nelle vicinanze di quello spazio.

I dispositivi d'allarme sonoro devono avere un suono distintivo di intensità maggiore del livello del rumore ambientale.

7.5. Procedure di lavoro in sicurezza

É riconosciuto che per certe fasi del ciclo di vita del sistema robotico (per esempio: messa in esercizio, modifica del processo, pulizia e manutenzione) può non essere possibile progettare completamente

protezioni appropriate contro qualsiasi pericolo, oppure che certe protezioni possano essere disattivate. In tali condizioni devono essere usate procedure adeguate di lavoro in sicurezza.

7.6. Ripristino delle protezioni

Il ripristino del cancello interbloccato o del campo del dispositivo rilevatore di presenza non deve riattivare il funzionamento automatico. La riattivazione del sistema deve richiedere un'azione deliberata dall'esterno dello spazio protetto. Il dispositivo di riattivazione deve essere collocato in modo che non sia possibile raggiungere lo spazio protetto dall'interno e dovrebbe essere collocato in maniera da offrire una visione dello spazio protetto.

7.7. Requisiti per la documentazione

Per i requisiti della documentazione fornita dal costruttore del sistema robotico, vedere 10.2.

8. Uso e attenzioni

8.1. Generalità

Il presente punto specifica i requisiti di sicurezza durante la programmazione per addestramento, verifica del programma, funzionamento automatico, localizzazione del guasto e manutenzione. L'utilizzatore deve assicurare che i metodi di protezione siano forniti, utilizzati e mantenuti con riferimento ad ogni funzione associata al sistema robotico e in particolare in relazione a personale diverso da quello che utilizza l'unità portatile di addestramento o il dispositivo di abilitazione. L'utilizzatore deve assicurarsi che ogni unità portatile non collegata al comando del robot sia inaccessibile.

8.2. Funzionamento automatico (normale)

Il funzionamento automatico deve essere consentito solamente quando:

- a) le protezioni previste siano presenti e funzionanti;
- b) nessuno del personale sia presente all'interno dello spazio protetto, e
- c) siano seguite appropriate procedure di lavoro in sicurezza.

8.3. Programmazione

Quando possibile, la programmazione deve essere eseguita con tutte le persone all'esterno dello spazio protetto. Quando si rende necessario eseguire la programmazione con personale all'interno dello spazio protetto, l'efficacia di salvaguardia delle protezioni (per esempio: interblocco della porta, dispositivi sensibili di presenza) può essere sospesa per mezzo della selezione delle condizioni di funzionamento in conformità a 6.1 a condizione che vengano forniti mezzi addizionali di protezione come di seguito descritto (quanto segue si applica alla programmazione per addestramento).

8.3.1. Prima della programmazione

Il programmatore deve essere addestrato sul tipo di robot usato nello specifico sistema robotico e deve avere familiarità con le procedure raccomandate di programmazione ivi compresi tutti i metodi di messa in sicurezza. Il programmatore deve verificare visivamente il sistema robotico e lo spazio protetto per

garantirsi che non sussistano condizioni estranee che possono essere causa di pericoli. Quando richiesta per la programmazione, l'unità portatile deve essere provata per accertarne il corretto funzionamento.

Ogni guasto o inconveniente deve essere rimosso prima della programmazione. Dove per la programmazione non è richiesta potenza agli azionamenti del robot, essa deve essere interrotta (dove necessario, i contrappesi devono rimanere attivi).

Prima di entrare nello spazio protetto, il programmatore deve accertarsi che tutte le necessarie protezioni siano presenti e funzionanti. Al programmatore deve essere richiesto di avviare l'operazione di programmazione prima di entrare nello spazio protetto. Non deve essere possibile il funzionamento automatico.

8.3.2. Durante la programmazione

Durante la programmazione, solo al programmatore deve essere consentita la presenza nello spazio protetto e devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- il sistema robotico deve essere sotto comando unicamente da parte del programmatore dentro lo spazio protetto;
- i comandi della pulsantiera devono essere utilizzati come previsto (vedere 6.4.5);
- il sistema robotico non deve rispondere ad alcun comando a distanza o a condizioni che determinerebbero condizioni pericolose;
- il movimento di altro equipaggiamento nello spazio protetto che può rappresentare un pericolo, deve essere o prevenuto oppure messo sotto comando unicamente del programmatore. Quando il robot è sotto il comando del programmatore, deve essere richiesta un'azione deliberata dal parte del programmatore indipendentemente dall'azione di avvio del movimento del robot;
- tutti i dispositivi d'arresto di emergenza del sistema robotico devono rimanere funzionanti.

8.3.3. Ripristino del funzionamento automatico

Il programmatore deve ripristinare, nella loro efficacia originale, le protezioni disattivate prima di attivare il funzionamento automatico del sistema robotico.

8.4. Programmazione dei dati

Dovunque possibile, dovrebbe essere conservata una registrazione dei programmi del compito unitamente alle modifiche apportate. I dati programmati che siano immagazzinati su mezzo portatile (per esempio: di carta, magnetico), quando non utilizzati devono essere conservati in un ambiente adeguatamente protetto.

8.5. Verifica del programma

Quando si rende necessario l'esame visivo della risposta del sistema robotico ai programmi del compito, come parte della procedura di verifica, esso dovrebbe essere condotto con tutte le persone all'esterno dello spazio protetto. Quando è necessario eseguire la verifica del programma con personale all'interno dello spazio protetto, si deve applicare quanto segue:

- a) la verifica del programma deve essere eseguita inizialmente a velocità ridotta. Si devono applicare i requisiti di 8.3, a meno che il comando del movimento richieda solamente un dispositivo ad azione mantenuta oppure di abilitazione;
- b) quando è necessario esaminare il movimento del robot a piena velocità (di funzionamento), si devono applicare i seguenti requisiti:
 - 1) sospensione della velocità ridotta con mezzi che richiedano l'azione deliberata solo da parte del programmatore (per esempio: uso di un selettore a chiave);

- 2) dal personale dentro lo spazio protetto deve essere usato un dispositivo di abilitazione o un dispositivo con un livello equivalente di sicurezza;
- 3) siano fissate le procedure di lavoro in sicurezza per minimizzare l'esposizione del personale al pericolo dentro lo spazio protetto.

8.6. Localizzazione del guasto

La localizzazione del guasto deve essere eseguita dall'esterno dello spazio protetto. Quando ciò non sia praticabile, e il progetto del sistema robotico abbia preso in considerazione la necessità di eseguire la localizzazione del guasto all'interno dello spazio protetto, devono applicarsi i seguenti requisiti:

- il personale responsabile della localizzazione dei guasti è specificatamente autorizzato e addestrato per questa attività;
- il personale che accede allo spazio protetto deve utilizzare un dispositivo di abilitazione per consentire il movimento del robot;
- devono essere determinate le procedure di lavoro in sicurezza per minimizzare l'esposizione del personale ai rischi dentro lo spazio protetto.

8.7. Manutenzione

Il robot o sistema robotico deve avere un programma di ispezione e manutenzione per assicurare il funzionamento continuo in sicurezza del robot o sistema robotico. Il programma d'ispezione e manutenzione deve tener conto delle raccomandazioni del costruttore del robot e del sistema robotico.

- 8.7.1.** Il personale che esegue la manutenzione o riparazioni sul robot o sistemi robotici deve essere addestrato nelle procedure necessarie per eseguire in modo sicuro i compiti richiesti.
- 8.7.2.** Il personale che manutene e ripara i sistemi robotici deve essere protetto dai pericoli.
- 8.7.3.** Se possibile, la manutenzione deve essere eseguita dall'esterno dello spazio protetto dislocando il braccio del robot in una posizione predeterminata. Quando è necessario eseguire la manutenzione dentro lo spazio protetto, la selezione dei mezzi più indicati di protezione descritta in 8.7.3.1 e 8.7.3.2 deve tener presente la valutazione dell'entità del rischio.
 - 8.7.3.1.** Il sistema robotico deve essere disattivato usando una procedura di bloccaggio/cartello di segnalazione.
 - 8.7.3.2.** In alternativa, l'intervento dentro lo spazio protetto quando la potenza è disponibile ai robot, deve rispondere ai seguenti requisiti.
 1. Prima di entrare nello spazio protetto, deve essere applicata la seguente procedura:
 - i) deve essere fatta una ispezione visiva del sistema robotico per determinare se esiste una qualche condizione che sia facilmente causa di malfunzionamenti,
 - ii) se si devono usare i comandi delle pulsantiere, prioritariamente devono essere provate le funzioni prima dell'uso, per assicurarsi del loro corretto funzionamento;
 - iii) se viene rilevato un qualche danno o malfunzionamento, devono essere completati gli interventi correttivi richiesti e la prova deve essere ripetuta prima che il personale entri nello spazio protetto.
 2. Il personale che esegua compiti di manutenzione o di riparazione all'interno dello spazio protetto deve avere il comando totale del robot o del sistema robotico:
 - i) il comando del robot deve essere tolto dalla posizione automatica;
 - ii) il robot non deve obbedire a nessun segnale a distanza;

- iii) tutti i dispositivi d'arresto d'emergenza del sistema robotico devono rimanere in funzione.
- 3. Le protezioni disattivate devono essere ripristinate nella loro efficacia originale prima di attivare il funzionamento automatico del sistema robotico.

9. Installazione, messa in servizio e prova funzionale

9.1. Generalità

Il presente punto contiene le disposizioni e i requisiti per l'installazione e la prova funzionale del sistema robotico prima del suo uso in funzionamento normale.

9.2. Installazione

Il sistema robotico deve essere installato in conformità ai requisiti del costruttore. I metodi di messa in sicurezza devono essere identificati mediante l'analisi del pericolo e la valutazione dell'entità di rischio. Per l'installazione la norma ISO 9946 deve essere consultata come guida addizionale. L'utilizzatore deve prendere visione dei requisiti di sicurezza per assicurarsi che le protezioni adeguate siano applicate e funzionanti prima dell'uso in produzione.

9.3. Messa in servizio e prova funzionale

Il presente punto definisce le procedure che devono essere osservate durante il collaudo del robot e dei sistemi robotici dopo l'installazione o reinstallazione. Si applica altresì ai robot e ai sistemi robotici sottoposti a modifiche (per esempio: cambiamenti nell'hardware o nel software, sostituzione di parti, aggiustaggi) e dopo la manutenzione o le riparazioni che possono influire negativamente sui loro funzionamento.

9.3.1. Designazione dello spazio ristretto

Quando i metodi di messa in sicurezza non sono presenti precedentemente alla messa in servizio e alla prova funzionale, prima di procedere devono essere collocati mezzi provvisori indicanti lo spazio ristretto.

9.3.2. Restrizioni per il personale

Durante la messa in servizio e la prova funzionale, al personale non deve essere consentita la presenza nello spazio protetto fino a che non siano in funzione le protezioni.

9.3.3. Sicurezza e verifica di funzionamento

Per la messa in servizio e la prova del robot e/o del sistema robotico devono essere seguite le istruzioni del costruttore. Una procedura di avvio iniziale deve comprendere quanto segue, senza essere necessariamente limitata a questo.

1. Prima di applicare la potenza, verificare che:
 - a) il robot sia stato montato meccanicamente nel modo appropriato e sia stabile;
 - b) i collegamenti elettrici siano corretti e che la potenza sia rispondente ai limiti specificati (per esempio, di tensione, di frequenza, dei livelli di interferenza);

- c) gli altri impianti (per esempio: dell'acqua, dell'aria, di gas) siano collegati in modo appropriato ed entro i limiti specificati;
 - d) l'equipaggiamento periferico sia collegato in modo appropriato;
 - e) i dispositivi di fine corsa che delimitano lo spazio ristretto (quando utilizzato) siano installati;
 - f) i mezzi di protezione siano applicati;
 - g) l'ambiente fisico sia come specificato (per esempio: livelli d'illuminazione e di rumore, temperatura, umidità, contaminanti atmosferici).
2. Dopo l'applicazione della potenza, verificare che:
- a) l'avvio, l'arresto e i dispositivi di comando del modo di selezione (inclusi gli interruttori di blocco a chiave) funzionino come prefissato;
 - b) ciascun asse si muova e sia limitato come prefissato;
 - c) i circuiti e i dispositivi d'arresto d'emergenza e d'arresto di sicurezza (se presenti) siano funzionanti;
 - d) sia possibile scollegare e isolare le sorgenti esterne di alimentazione;
 - e) gli equipaggiamenti di addestramento e di ripetizione funzionino correttamente;
 - f) le protezioni e gli interblocchi funzionino come prefissato;
 - g) gli altri metodi di protezione siano presenti (per esempio: barriere, dispositivi di avvertimento);
 - h) a velocità ridotta, il robot funzioni in modo appropriato e abbia la capacità di manipolare il prodotto o pezzo di lavoro, e
 - i) in funzionamento automatico (normale), il robot funzioni in modo appropriato e abbia la capacità di eseguire il compito prefissato a velocità e carico nominale.

9.3.4. Procedure di riavviamento del sistema robotico

Una procedura di riavviamento del sistema robotico dopo la manutenzione, riparazione o modifica dell'hardware, del software o del programma del compito, deve comprendere quanto segue, senza essere necessariamente limitato a questo:

- a) verificare tutte le modifiche o le aggiunte all'hardware prima di applicare la potenza;
- b) provare funzionalmente il sistema robotico per l'appropriato funzionamento.

10. Documentazione

10.1. Documentazione del robot da fornire da parte del costruttore del robot

La documentazione del robot deve contenere almeno:

- 1. l'identificazione del robot;
- 2. le caratteristiche del robot in conformità alla ISO 9946;
- 3. le specifiche riguardanti l'ambiente fisico in conformità alla ISO 9946;
- 4. le istruzioni d'installazione in conformità alla ISO 9946;
- 5. le istruzioni per l'uso comprendenti:
 - a) messa in servizio;
 - b) programmazione;
 - c) funzionamento;
 - d) procedura di riavviamento;
 - e) manutenzione.

Queste istruzioni devono comprendere la risposta del robot ai vari comandi e alle differenti condizioni operative, e le misure di sicurezza da adottare per evitare condizioni pericolose.

La documentazione deve informare circa l'addestramento del personale che userà il robot.

10.2. Documentazione del sistema robotico da fornire da parte del costruttore del sistema robotico

La documentazione del sistema robotico deve contenere i documenti di tutte le unità componenti del sistema, con la loro identificazione (per esempio: robot, equipaggiamento associato, protezioni).

Essa deve includere almeno quanto segue:

- a) una chiara, comprensibile descrizione del sistema robotico e della sua installazione, ivi compreso il montaggio e il collegamento alle sorgenti esterne di alimentazione;
- b) una descrizione delle prevedibili condizioni pericolose e di come evitarle;
- c) una descrizione (comprendente i diagrammi d'interconnessione) delle protezioni, delle funzioni interagenti e d'interblocco dei ripari in condizioni pericolose particolarmente con installazioni interagenti;
- d) ogni ulteriore istruzione per l'uso specifico del sistema.

11. Addestramento

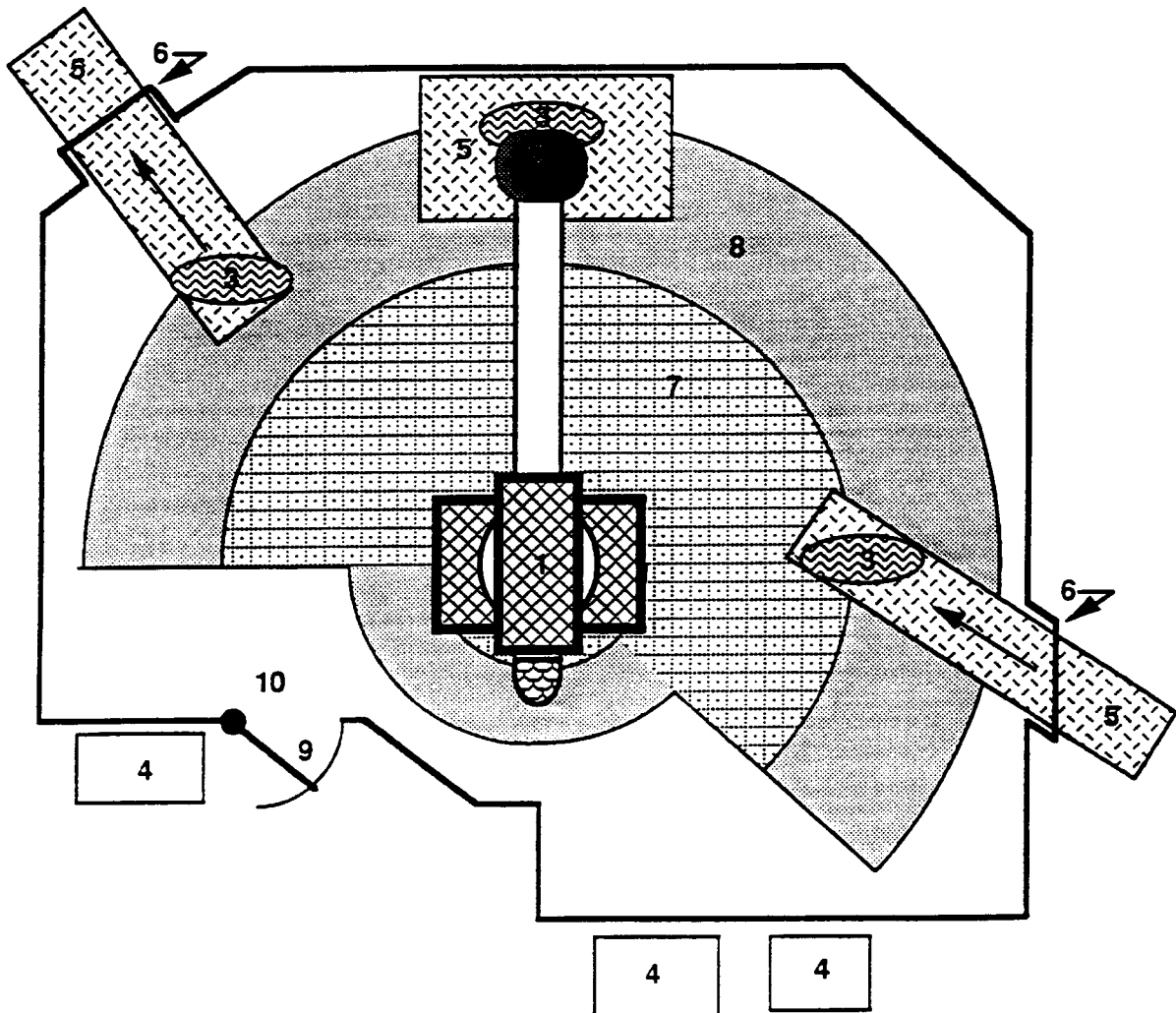
L'utilizzatore deve garantire che il personale che programma, fa funzionare, manutiene o ripara i robot o i sistemi robotici sia adeguatamente addestrato e dimostri competenza nell'adempire alle proprie mansioni in sicurezza. L'addestramento deve comprendere, ma non essere limitato a:

- a) una presa in visione delle procedure unificate di sicurezza applicabili e le raccomandazioni di sicurezza del costruttore(i) del robot e dei progettisti del sistema robotico;
- b) una definizione chiara dei compiti assegnati;
- c) l'identificazione e la spiegazione di tutti i dispositivi di comando e di tutte le loro funzioni usate nell'esecuzione del compito assegnato;
- d) l'identificazione dei pericoli associati al compito assegnato;
- e) il metodo(i) indicato di protezione comprendente le procedure di lavoro in sicurezza rispetto ai pericoli identificati;
- f) il metodo per provare o accertare per altra via il funzionamento corretto delle protezioni e degli interblocchi.

APPENDICE A

(informativa)

Schema rappresentativo degli elementi principali di un sistema robotico



1. Robot
2. Dispositivo di estremità
3. Pezzo di Lavoro
4. Equipaggiamento di comando o di potenza (pannello di controllo, gruppo idraulico)
5. Equipaggiamento associato (per esempio, convogliatore, tavola rotante)
6. Protezione (barriera o dispositivo rilevatore di presenza)
7. Spazio ristretto
8. Spazio massimo
9. Porta interbloccata
10. Dispositivo di interblocco

Robot industriali di manipolazione Sicurezza

(UNI EN 775)

Approvazione del progetto di norma europea EN- **Commissione 184 “Sistemi di automazione industriale e integrazione” dell'UNINFO** (Ente per la normazione nel settore delle tecniche informatiche e loro applicazioni, federato all'UNI - Torino. corso Galileo Ferraris. 93): 28 lug. 1992.

Approvazione della versione in lingua italiana - **“Commissione 184 Sistemi di automazione industriale e integrazione” dell'UNINFO**: 14 set. 1993.

Ratifica - Presidente dell'UNI, delibera del 15 lug. 1994.