



8

Book sulla NFPA 79 norme elettriche per macchine industriali

(Electrical standard for industrial machinery)

Rockwell
Automation

Rockwell Automation ringrazia per la collaborazione i redattori:
Gino Zampieri, Matteo Marconi e Francesco Corraini.



Tutti i diritti degli autori sono riservati, è vietato riprodurre l'opera o le sue parti,
senza l'autorizzazione degli autori.

Indice

NFPA79 Norme elettriche per macchine industriali

<i>1. Introduzione</i>	12
1.1. Campo di applicazione	14
1.2. Scopo	15
1.3. Esclusioni dal campo di applicazione	15
1.4. Specifici requisiti aggiuntivi oltre a NFPA79	15
<i>2. Bibliografia di riferimento</i>	17
<i>3. Definizioni</i>	19
<i>4. Condizioni generali di funzionamento</i>	20
4.1. Considerazioni generali	20
4.2. Componenti e apparecchiature elettriche	20
<i>5. Morsetti di alimentazione d'ingresso e dispositivi di sezionamento e interruzione</i>	21
5.1. Morsetti dei conduttori di alimentazione in ingresso	21
5.2. Morsetto di terra	22
5.3. Dispositivo di sezionamento (isolamento) dell'alimentazione	22
5.3.1. Generalità	22
5.3.2. Tipo	24
5.3.3. Requisiti	24
5.3.4. Manovra di comando	26
5.3.5. Circuiti esclusi	27
5.4. Dispositivi di interruzione della tensione per prevenire avviamenti imprevisti	28
5.5. Dispositivi di sezionamento (isolamento) dell'equipaggiamento elettrico	29
<i>6. Protezione delle persone: protezione contro la scossa elettrica</i>	31
6.1. Generalità	31

6.2.	Protezione contro i contatti diretti	31
6.2.1.	Protezione mediante isolamento delle parti attive	31
6.2.2.	Protezione mediante involucri	31
6.2.3.	Interblocco sulle carpenterie	32
6.2.4.	Accesso al quadro	33
6.3.	Protezione contro i contatti indiretti	34
6.3.1.	Generalità	34
6.3.2.	Protezione con doppio isolamento	34
6.3.3.	Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione	34
6.4.	Protezione attraverso l'uso di circuiti a bassissima tensione (circuiti PELV)	35
6.4.1.	Requisiti generali	35
6.4.2.	Sorgenti per circuiti PELV	36
6.5.	Protezione contro le tensioni residue	37
7.	<i>Protezione dell'equipaggiamento elettrico</i>	38
7.1.	Generalità	38
7.2.	Protezione contro le sovracorrenti	38
7.2.1.	Generalità	38
7.2.2.	Conduttori di alimentazione	40
7.2.3.	Circuiti di potenza	40
7.2.4.	Protezione dei circuiti di controllo	40
7.2.4.1.	Generalità	40
7.2.4.2.	Protezione dei conduttori dei circuiti di controllo	41
7.2.5.	Prese e conduttori ad esse associate	42
7.2.6.	Circuiti di illuminazione	42
7.2.7.	Trasformatori	43
7.2.8.	Protezione dei conduttori	43

7.2.9. Potere di interruzione di corto circuito	44
7.2.10. Dimensionamento e regolazione dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti	44
7.2.11. Protezione di circuiti resistivi	45
7.2.12. Protezione contro le sovracorrenti sul primario di alimentatori di sistemi elettronici programmabili (plc)	46
7.2.13. Apparecchiature di controllo	46
7.3. Protezione dei motori contro il sovraccarico	46
7.3.1. Generalità	46
7.3.2. Rispristino	46
7.3.3. Protezioni contro il sovraccarico	47
7.4. Protezione contro le temperature anomale	48
7.5. Protezione contro l'interruzione dell'alimentazione o la riduzione di tensione e il successivo ripristino	48
7.5.1. Generalità	48
7.5.2. Protezione con dispositivo di minima tensione	48
7.5.3. Ripristino della tensione	48
7.6. Protezione contro la sovravelocità	49
7.6.1. Protezione contro la sovravelocità del motore	49
7.6.2. Protezione contro la sovravelocità dell'equipaggiamento	49
7.7. Protezione della sequenza delle fasi	49
7.8. Protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica e di manovra	49
7.9. Impianto di rifasamento	50
7.9.1. Protezione da sovracorrente	50
7.9.2. Elementi di scarica	50
7.9.2.1. Tempo di scarica	50

7.9.2.2. Circuito di scarica	50
8. Messa a terra	51
8.1. Generalità	51
8.1.1. Scopo	51
8.1.2. Connessioni	51
8.2. Equipaggiamento del circuito equipotenziale di protezione	51
8.2.1.1. Tenuta al corto del circuito equipotenziale di protezione	51
8.2.1.2. Messa a terra dell'equipaggiamento e morsetti di terra	52
8.2.2. Conduttori e "bonding jumpers" di messa a terra	52
8.2.3. Continuità del circuito equipotenziale di protezione	53
8.2.4. Esclusione dei dispositivi di interruzione	54
8.2.5. Punti di collegamento del conduttore equipotenziale di protezione	55
8.3. Circuiti di controllo	55
8.4. Circuiti di illuminazione	55
9. Circuiti e funzioni di controllo	56
9.1. Circuiti di controllo	56
9.1.1. Alimentazione del circuito di controllo	56
9.2.2. Funzioni di arresto	57
9.2.3. Modi di funzionamento	58
9.2.4. Sospensione delle protezioni e/o delle funzioni di sicurezza	58
9.2.5. Funzionamento	61
9.2.5.1. Generalità	61
9.2.5.2. Start	61
9.2.5.3. Stop	62
9.2.5.4. Operazioni di emergenza (arresto di emergenza e interruzione di emergenza)	62
9.2.5.4.1. Arresto di emergenza	63

9.2.5.4.2. Interruzione di emergenza	66
9.2.5.5. Comandi ad azione mantenuta	66
9.2.5.6. Comando a due mani	67
9.2.5.7. Controllo di abilitazione	67
9.2.7. Comando senza fili	68
9.2.7.4. Comunicazione seriale	69
9.3. Interblocchi di sicurezza	70
9.3.1. Richiusura o riattivazione delle protezioni di interblocco	70
9.3.2. Superamento dei limiti di funzionamento	71
9.3.4. Interblocchi tra operazioni diverse e movimenti contrari	71
9.4. Funzioni di comando in caso di guasto	72
9.4.1. Requisiti generali	72
9.4.2. Protezione contro manovre involontarie dovute a guasti verso terra e interruzioni della tensione di alimentazione	73
9.4.2.2. Interruzione della tensione di alimentazione	74
9.4.3. Sistemi di controllo con apparecchiature programmabili (plc)	74
9.4.3.1. Modifiche del software	75
9.4.3.2. Protezione e salvaguardia della memoria	75
9.4.3.3. Verifica del software	75
9.4.3.4. Applicazioni nell'ambito di funzioni di sicurezza	76
10. Interfaccia operatore e dispositivi di controllo	77
10.1. Generalità	77
10.1.1. Applicabilità	77
10.1.2. Collocazione e montaggio	77
10.1.3. Protezione	78
10.1.4. Sensori di posizione	78
10.1.5. Postazioni di comando portatili e pensili	78

10.1.6. Dispositivi di interfaccia operatore	78
10.1.7. Interruttori a pedale	79
10.2 Pulsanti e dispositivi di interfaccia grafica a colori	79
10.2.1. Pulsanti	79
10.2.2. Colori	80
10.2.2.1. Avviamento	80
10.2.2.2. Arresto	80
10.2.2.3. Arresto di emergenza	80
10.2.2.4. Azione alternativa	80
10.2.2.5. Condizioni anomale	81
10.2.2.6. Pulsanti ad azione mantenuta	81
10.2.2.7. Ripristino	81
10.2.3. Legende	81
10.3. Indicatori luminosi e dispositivi di interfaccia grafica a colori	82
10.3.1. Modalità di impiego	82
10.3.2. Colori	83
10.3.3. Luci intermittenti	83
10.4. Pulsanti luminosi	84
10.5. Dispositivi di comando rotanti	84
10.6. Dispositivi di avviamento	85
10.7. Dispositivi per l'arresto e per l'arresto di emergenza	85
10.7.1. Collocazione e operazioni	85
10.7.2. Tipi	85
10.7.3. Attuatori dell'arresto di emergenza	86
10.7.4. Funzionamento locale del dispositivo di sezionamento dell'alimentazione per effettuare un arresto di emergenza	86
10.8. Dispositivi per l'interruzione di emergenza	87

10.8.1. Collocazione	87
10.8.2. Tipi	87
10.8.4. Attuatori	87
10.8.5. Funzionamento locale del dispositivo di sezionamento dell'alimentazione per effettuare un'interruzione di emergenza	88
10.9. Displays	88
<i>11. Apparecchiature di controllo: ubicazione, montaggio, involucri</i>	89
11.1. Prescrizioni generali	89
11.2. Ubicazione e montaggio	89
11.2.1. Accessibilità e manutenzione	89
11.2.2. Separazione fisica o raggruppamento	90
11.3. Gradi di protezione	91
11.4. Involucri, porte, aperture	92
11.5. Spazi attorno agli armadi e agli scomparti	93
11.6. Dispositivi di controllo montati su macchine	95
<i>12. Conduttori, cavi e corde flessibili</i>	96
12.1. Prescrizioni generali	96
12.2. Conduttori	96
12.2.7. Cavi e conduttori speciali	97
12.3. Isolamento	99
12.4. Marcatura dei cavi	99
12.5. Portata del conduttore	101
12.6. Dimensionamento dei conduttori	104
12.7. Conduttori e cavi per applicazioni flessibili	106
12.8. Corde	107
<i>13. Tecniche di cablaggio</i>	109
13.1. Connessioni e percorsi	109

13.1.1. Prescrizioni generali	109
13.1.2. Percorso dei cavi e dei conduttori	110
13.1.3. Conduttori e circuiti differenti	110
13.1.5. Cavi	111
13.1.6. Corda	112
13.2. Identificazione dei conduttori	113
13.2.1. Prescrizioni generali	113
13.2.2. Identificazione del conduttore dell'equipaggiamento di terra	113
13.2.3. Identificazione del conduttore di terra	114
13.2.4. Identificazione mediante colori	115
13.3. Cablaggio interno agli involucri	115
13.4. Cablaggio esterno agli involucri	116
13.4.1. Prescrizioni generali	116
13.4.2. Condotti esterni	116
13.4.3. Connessioni a elementi mobili della macchina	117
13.4.4. Interconnessione di dispositivi sulla macchina	119
13.4.5. Combinazione presa-spina	119
13.4.6. Smontaggio per il trasporto	120
13.5. Condotti, sistemi di supporto cavi, scatole di connessione e altre scatole	121
13.5.1. Prescrizione generali	121
13.5.2. Percentuale di riempimento delle canalette	122
13.5.3. Condotti rigidi ("rigid conduit") e accessori	122
13.5.4. Tubi protettivi flessibili metallici (Flexible Metal Conduit FMC) e accessori	124
13.5.5. Tubi protettivi flessibili non metallici a tenuta di liquido (LFNC) e accessori	125

13.5.6. Sistemi di canali	126
13.5.7. Vani della macchina e sistemi di canali	127
13.5.8. Scatole di connessione e altre scatole	127
13.5.9. Scatole di connessione del motore	127
13.5.10. Cable trays	128
14. Motori elettrici e attrezzature associate	129
14.1. Prescrizioni generali	129
14.2. Dimensioni del motore	129
14.4. Montaggio del motore e vani del motore	129
14.5. Criteri di selezione	130
14.6. Dispositivi di protezione per i freni meccanici	131
14.7. Freccia di direzione	131
14.8. Marcatura sui motori	131
15. Accessori e illuminazione	136
15.1. Accessori	136
15.2. Illuminazione locale del macchinario e dell'equipaggiamento	138
16. Marcatura e segnali di sicurezza	140
16.1. Prescrizioni generali	140
16.2. Pittogrammi di sicurezza	140
16.4. Targa dati della macchina	142
17. Documentazione tecnica	144
17.1. Generalità	144
17.3. Prescrizioni applicabili a tutti i documenti	145
17.4. Informazioni di base	146
17.5. Diagrammi di installazione	146
17.6. Schema a blocchi e schemi di funzione	147

17.7.	Schemi circuitali	147
17.7.5.	Caratteristiche del circuito	148
17.8.	Manuale di funzionamento	149
17.9	Manuale di manutenzione	149
17.10	Elenco delle parti	150
18.	<i>Prove e verifiche</i>	151
18.1.	Generalità	151
18.2.	Continuità del circuito di protezione di messa a terra	151
18.3.	Prove di resistenza dell'isolamento	152
18.4.	Prove di tensione	152
18.5.	Protezioni contro le tensioni residue	153
18.6.	Prove funzionali	153
18.7.	Ripetizione delle prove	153
19.	<i>Azionamenti e servo motori</i>	155
19.1	Protezione di sovraccarico per servo motori	155
19.2	Protezione di sovratemperatura del motore	155
19.3.	Conduttori di alimentazione dei drives	156
19.4.	Conduttori dei circuiti del motore	156
20.	<i>Allegati</i>	157
20.1.	Tabella conversione sezione cavi AWG/mm2	157
20.2.	Esempi di schemi a standard ANSI/JIC	158
21.	<i>Novità dell'edizione 2012</i>	167

1 Introduzione

Rockwell Automation ha da tempo intrapreso un'importante lavoro teso a diffondere la conoscenza sul mercato delle principali normative nordamericane. L'occhio è rivolto alla quadristica di bassa tensione in particolare a quella dedicata al mercato dei costruttori di macchine industriali, nostro mercato di riferimento. E' in quest'ottica che abbiamo pubblicato una collana di fascicoli tecnici intitolata "Panorama normativo Nordamericano" composta da:

- Fascicolo 1: Mondo normativo (introduzione all'argomento)
- Fascicolo 2: Circuiti di feeder
- Fascicolo 3: Circuiti di branch
- Fascicolo 4: Circuiti di comando e controllo
- Fascicolo 5: Macchine industriali
- Fascicolo 6: Carpenterie, fusibili e protezione differenziale
- Fascicolo 7: Differenze per il mercato canadese

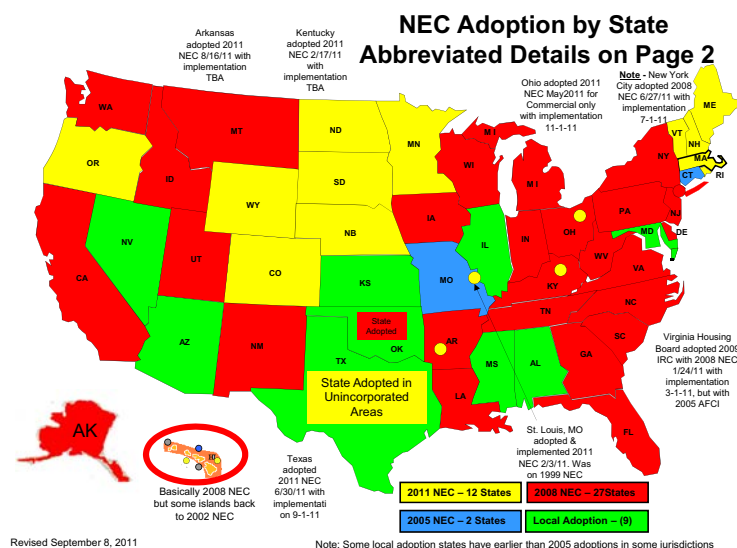
Questi fascicoli si focalizzano sugli "industrial control panels" cioè sulle regole di progettazione e realizzazione dei quadri elettrici di bassa tensione (fino a 600Vac/dc) che non siano di distribuzione o per impieghi particolari come ad es. l' "hazardous location". La normativa di riferimento è la UL508A (Industrial control panels) e il NEC (National Electrical Code o NFPA70) cioè il codice di installazione elettrica statunitense che detta le regole e i principi elettrici di base. Nel fascicolo 5 si introduce la norma NFPA79 solo però limitatamente alla parte che detta le principali regole sui quadri elettrici per macchine industriali. Nell'ultimo fascicolo facciamo un parallelo col mondo canadese, mettendone in evidenza le differenze rispetto agli USA.

Col presente lavoro ci proponiamo di affrontare tutti gli argomenti presenti nella normativa NFPA79. Quindi non solo la quadristica ma anche il bordo macchina e gli aspetti legati al safety. NFPA79 si applica alle parti elettriche delle macchine industriali (industrial machinery). Per la corretta identificazione del campo di applicazione della norma si veda il primo paragrafo (categorie di macchine appartenenti alla famiglia "industrial machinery") del fascicolo 5. L'ente normatore è il National Fire Protection Association (ente federale che si occupa della protezione contro i rischi derivanti da incendi), lo stesso che si occupa della redazione del NEC.

Nel corso del 2007 la NFPA79 è stata profondamente revisionata in alcune sue parti importanti; in particolare sulla parte inerente i cavi del bordo macchina. C'è da sottolineare però che l'edizione 2007 è obbligatoria solo negli Stati degli USA che hanno già recepito l'edizione 2008 del NEC (che comunque ormai rappresentano la stragrande maggioranza), poichè solo nell'edizione del 2008 (art. 670) vi è un esplicito riferimento all'edizione 2007 di NFPA79.

Per conoscere la situazione aggiornata sullo stato di recepimento del NEC nei vari stati, è possibile consultare alcuni siti web tra cui si segnala "nema.org".

L'ultima revisione oggi disponibile su tale sito web risalente al settembre 2011 è qui di seguito riportata:



In allegato anche la tabella a corredo con le informazioni di dettaglio Stato per Stato.

State	Adoption	Implementation	State	Adoption	Implementation
Alabama	Local Adoption	See Adoption Report	Montana	May 2010	7/30/10
Alaska	January 1, 2009	1/1/09	Nebraska	6/9/11	8/27/11
Arizona	Local Adoption	See Adoption Report	Nevada	Local Adoption	See Adoption Report
Arkansas	August 16, 2011	TBA	New Hampshire	June 2011	7/1/11
California	Jan 2010	1/1/2011	New Jersey	4/6/09	10/6/09
Colorado	Jan 24, 2011	7/1/11	New Mexico	5/1/08	7/1/08
Connecticut	Chose to stay 2005	08 Under Review	New York	12/28/09	July 2010
Delaware	June 9, 2009	11/11/09	North Carolina	March 11, 2008	6/1/08
Florida	June 2009	1/1/09	North Dakota	1/1/11	9/1/11
Georgia	November 2008	1/1/09	Ohio	12/14/07	1/1/08
Hawaii	4/16/10	varies	Oklahoma	State & Local Adoption	See Adoption Report
Idaho	8/15/07	7/1/08	Oregon	January 2011	4/1/01
Illinois	Local Adoption	See Adoption Report	Pennsylvania	Ref to IBC - 12/10/09	1/1/10
Indiana	August 2009	9/26/09	Rhode island	Adopted June 20, 2011	8/1/11
Iowa	11/1/08	2/1/09	South Carolina	Accepted 2/25/09	9/1/09
Kansas	Local Adoption	See Adoption Report	South Dakota	6/7/11	7/1/11
Kentucky	February 17, 2011	TBA	Tennessee	December 2008	1/28/09
Louisiana	April 14, 2009	1/1/10	Texas	State & Local Adoption	See Adoption Report
Maine	Adopted July 2011	7/19/11	Utah	Adopted NEC & IRC ?	1/1/09
Maryland	Local Adoption	See Adoption Report	Vermont	7/1/11	7/1/11
Massachusetts	December 8, 2010	1/1/11	Virginia	1/24/11	3/1/11
Michigan	October 2009	12/2/09	Washington		12/31/08
Minnesota	6/17/11	8/1/11	West Virginia	7/1/10	9/1/10
Mississippi	Local Adoption	See Adoption Report	Wisconsin	9/1/08	3/1/09
Missouri	Adopted 05' NEC 5/1/08	2008 NEC not until 5/11'	Wyoming	2/15/11	7/1/11

Và precisato che è in fase di ultimazione la nuova versione del 2012 che introdurrà delle importanti novità riassunte brevemente nell'ultimo capitolo del presente book. Bisogna tener presente che la nuova normativa sarà recepita solo con la nuova edizione del NEC (presumibilmente del 2014) e che di conseguenza fino ad allora la nuova edizione del 2012 non dovrà essere obbligatoriamente rispettata; fino ad allora resta in vigore l'edizione del 2007, salvo diversamente specificato dal committente dell'impianto. Tutte le novità introdotte nell'edizione del 2012, riportate nel testo del book, sono messe in evidenza per distinguerle dal resto.

Struttura del book

Come scritto sopra, col presente lavoro ci proponiamo di illustrare tutti gli argomenti presenti nella normativa NFPA79. NFPA79 è una norma del tutto simile per argomenti alla nostra EN60204 (equipaggiamento elettrico delle macchine industriali) seppur diversa nei contenuti, eccezion fatta per la parte di sicurezza.

Va detto però che, pur rimarcandone le differenze, NFPA79 e EN60204, rappresentano il primo vero tentativo di standardizzazione a livello mondiale sulle normative elettriche legate alla quadristica e al bordo macchina.

Il presente "book" è diviso in 20 capitoli e ricalca fedelmente la struttura della norma. L'obiettivo è proprio quello di fornire al lettore una guida di riferimento completa e ragionata per comprendere tutti gli aspetti contemplati nella norma, dando naturalmente risalto a quelle parti ritenute più importanti

1.1 Campo di applicazione

L'ambito di applicazione della norma in oggetto riguarda gli equipaggiamenti elettrici ed elettronici, gli apparati e i sistemi di controllo di macchine industriali, alimentati ad una tensione nominale massima di 600V, a partire dal punto di connessione all'alimentazione dell'equipaggiamento elettrico della macchina..

Non sono contemplati nella presente norma i requisiti per le applicazioni in ambienti a rischio incendio o esplosione, pertinenti alle cosiddette "Hazardous Location", per le quali si rimanda agli standard specifici.

1.2 Scopo

Questa norma fornisce informazioni dettagliate atte a definire i requisiti di sicurezza sia per le persone che per l' integrità delle strutture.

1.3 Esclusioni dal campo di applicazione

Questa norma non ha valenza retroattiva e non si applica nei seguenti casi:

- (1) Attrezzi fissi o portatili sottoposti ai requisiti emessi da un laboratorio prove riconosciuto dall' autorità competente;
- (2) macchine per impieghi domestici.

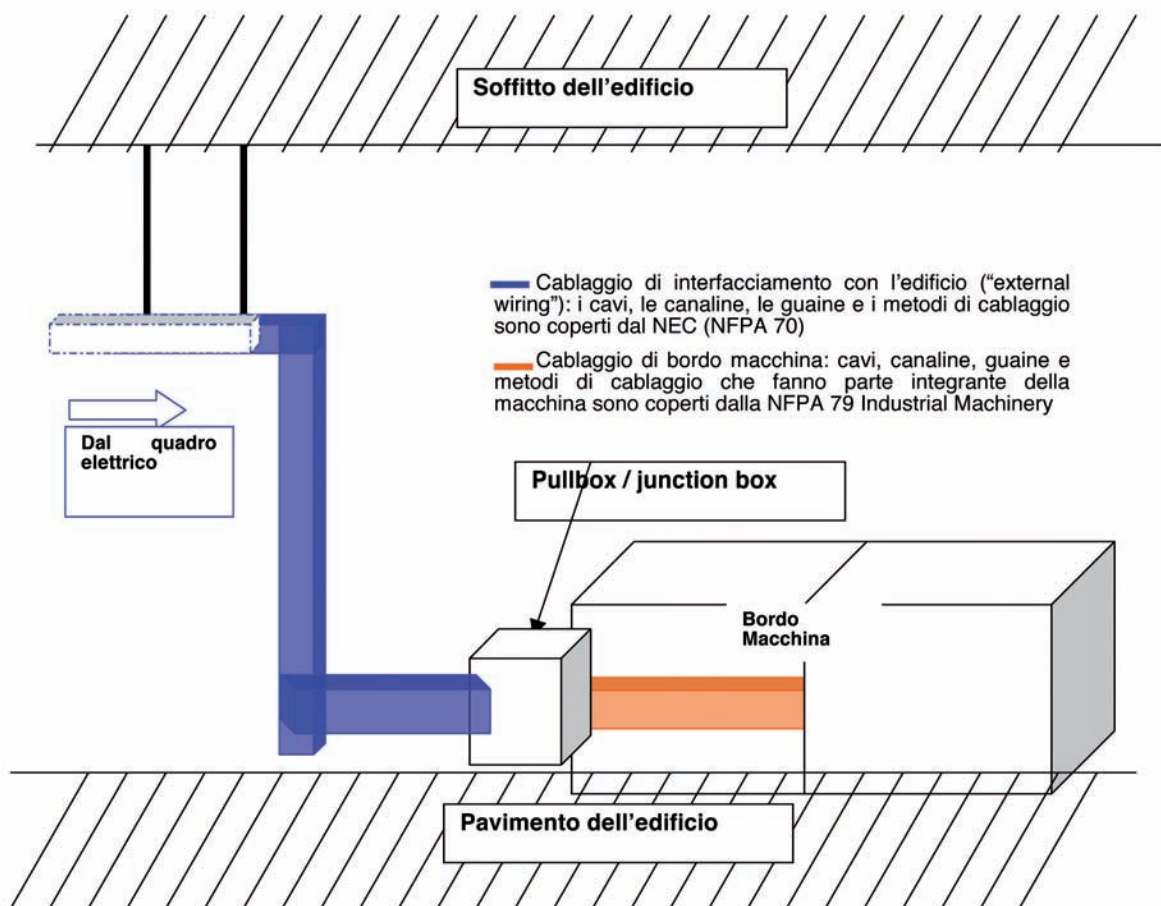
1.4 Specifici requisiti aggiuntivi oltre a NFPA79

Il tipo e l' amperaggio della protezione contro le sovracorrenti dei conduttori di alimentazione della macchina (generale di quadro) deve essere conforme all' articolo 670 del NEC (National Electrical Code o NFPA 70)

Il cablaggio tra diverse macchine di un sistema di produzione industriale è regolato dal NEC

Ricade invece sotto i requisiti di NFPA79 il cablaggio tra i componenti di una stessa macchina che è fornito dal costruttore e che risulta parte integrante della macchina stessa

Di seguito si riporta un esempio di cablaggio di interfacciamento con il "building" ("external wiring") e di cablaggio a bordo macchina ("internal wiring"):



Per tutti gli argomenti non trattati in questa norma si applicano i requisiti della NFPA 70 (NEC)

2 Bibliografia di riferimento

I documenti o loro estratti, elencati in questo capitolo sono stati presi a riferimento e devono essere considerati come parte dei requisiti di questa norma:

In particolare:

2.2 NFPA Publications. National Fire Protection Association, 1 Batterymarch Parck, Quincy, MA 02169-7471.

NFPA 70, *National Electrical Code®*, 2005 edition

NFPA 70E, *Standard for Electrical Safety in the Workplace*, 2004 edition.

e inoltre:

2.3 Other Publications.

2.3.1 ANSI Publications. American National Standards Institute, Inc., 25 West 43rd Street, 4th Floor, New York, NY 10036.

ANSI Z535.4, *Product Safety Signs and Labels*, 2007.

2.3.2 ASTM Publications. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, P. O. Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959.

ASTM B 8, *Standard Specification for Concentric-Lay-Stranded Copper Conductors, Hard, Medium-Hard, or Soft*, 2004.

ASTM B 174, *Standard Specification for Bunch-Stranded Copper Conductors for electrical conductors*, 2002.

ASTM B 286, *Standard Specification for Copper Conductors for use in hookup wire for electronic equipment*, 2002

2.3.3 IEC Publications. International Electrotechnical Commission, 3 rue de Varembe, P.O. Box 131, 1211 Geneva 20, Switzerland.

IEC 60072-1, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*, 1991-03.

IEC 60072-2, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1000 and flange numbers 1180 to 2360*, 1990-12.

2.3.4 IEEE Publications. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Three Park Avenue, 17th Floor, New York, NY 10016-5997.

IEEE 315/315A, *Graphical Symbols for Electrical and Electronics Diagrams (Including Reference Designation Letters)*, 1993.

2.3.5 NEMA Publications. National Electrical Manufacturers Association, 1300 N. 17th Street, Suite 1847, Rosslyn, VA 22209.

NEMA ICS 2, *Industrial Control and Systems: Controllers, Contactors, and Overload Relays Rated 600 Volts*, 2000 (R2004).

NEMA MG-1, *Motors and Generators*, 2003.

NEMA 250, *Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)*, 2003.

2.3.6 UL Publications. Underwriters Laboratories Inc., 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062-2096.

ANSI/UL 50, *Standard for Enclosures for Electrical Equipment*, 2007.

ANSI/UL 508, *Standard for Industrial Control Equipment*, 2010.

UL 508A, *Standard for Industrial Control Panels*, 2001, revised 2010.

ANSI/UL 870, *Standard for Wireways, Auxiliary Gutters and Associated Fitting*, 2008.

ANSI/UL 1063, *Standard for Machine-Tool Wires and Cables*, 2006.

ANSI/UL 1581, *Reference standard for electrical wires, cables and flexible cords 2001*, revised 2009.

2.3.7 U.S. Government Publications. U.S. Government Printing Office, Washington, DC 20402.

Title 29, Code of Federal Regulations, Part 1910.331-335, "Safety-Related Work Practices".

2.3.8 Other Publications.

Merriam-Webster's Collegiate Dictionary, 11th edition, Merriam-Webster, Inc., Springfield, MA, 2003.

2.4 References for Extracts in Mandatory Sections.

NFPA 70, *National Electrical Code*®, 2005 edition.

NFPA 70E, *Standard for Electrical Safety in the Workplace*, 2004 edition.

3 Definizioni

Tra le definizioni degne di nota, riportiamo quella di macchina industriale:

3.3.56 - Industrial Machinery

NFPA 79 la definisce come una macchina (o un gruppo di macchine che lavorano assieme in maniera coordinata) alimentata da una sorgente di energia, non trasportabile manualmente mentre è in funzione, che è usata per trattare/modificare materiale attraverso processi di:

- taglio, sagomatura e realizzazione di forma, compressione;
- tecnologie elettriche, termiche od ottiche;
- laminazione, oppure
- combinazione di questi processi

La macchina può includere l'attrezzatura collegata, quella usata per spostare o lavorare materiale, le strutture fisse, quelle per assemblare/disassemblare, per ispezionare o testare, o per imballare.

L'equipaggiamento elettrico associato, comprese le apparecchiature logiche di controllo (PLC etc.) e i relativi software, insieme con gli attuatori di macchina e i sensori, è considerato parte integrante della macchina. [Rif. NEC art. 70.670.2].

Per ulteriori definizioni vedere il capitolo 3 della norma NFPA79

4 Condizioni generali di funzionamento

4.1 Considerazioni generali.

Questo capitolo descrive i requisiti generali e le condizioni di funzionamento dell'equipaggiamento elettrico della macchina.

I rischi associati ai pericoli derivanti dall'equipaggiamento elettrico saranno considerati, assieme a tutti quelli di altra natura, al fine della valutazione del rischio della macchina.

L'equipaggiamento elettrico della macchina deve soddisfare le prescrizioni di sicurezza previste nella valutazione dei rischi.

4.2 Componenti e apparecchiature elettriche.

Componenti e apparecchiature elettriche devono essere installati ed utilizzati tenendo in considerazione le condizioni di funzionamento, in termini di temperatura ambiente, altitudine, umidità e tensione di alimentazione descritte in questo capitolo e devono inoltre essere impiegate all'interno dei range di funzionamento per cui sono state progettate e considerando ogni eventuale declassamento imposto dal produttore.

Nella tabella seguente sono riassunte le principali condizioni di funzionamento di cui si accennava sopra:

Tensione nominale	Voltage $\pm 10\%$	Vac
	Voltage $\pm 10\%$	Vdc
	Voltage $\pm 15\%$	Vdc da batteria
Fasi (se in ac)	3 ph	
Frequenza nominale	60 $\pm 1\%$	Hz
Corrente di cortocircuito presunta nel punto di alimentazione della macchina		kA rms at ___V
Tipo di messa a terra dell'alimentazione	Grounded Wye "Y" Delta "Δ" Un-grounded	
Temperatura Ambiente di funzionamento	+5 ÷ +40 (41 ÷ 104)	°C (°F)
Temperatura per trasporto e stoccaggio	-25 ÷ +55 (-13 ÷ +131)	°C (°F)
Altezza massima	1000 (3300)	m slm (ft amsl)
Umidità relativa	20 ÷ 95 %	

5 Morsetti di alimentazione d'ingresso e dispositivi di sezionamento e interruzione

5.1 Morsetti dei conduttori di alimentazione in ingresso

Quando possibile, l'equipaggiamento elettrico di una macchina deve essere alimentato da un'unica sorgente di alimentazione. Quando è necessario utilizzare un altro circuito di alimentazione per alcune parti dell' equipaggiamento (es: circuiti elettronici, frizioni elettromagnetiche, dispositivi elettronici funzionanti a tensioni differenti) tale circuito deve essere, per quanto possibile, derivato da apparecchiature (es: trasformatori) che fanno parte dell'equipaggiamento elettrico della macchina.

Quando possibile i conduttori della linea di alimentazione devono essere collegati direttamente al dispositivo di sezionamento dell'alimentazione (sezionatore generale).

Quando si impiega un conduttore di terra, questo deve essere chiaramente identificato nella documentazione tecnica della macchina, (ad es. nel layout di installazione o negli schemi elettrici).

Tutti i morsetti/terminali di ogni linea di alimentazione devono essere identificati in maniera leggibile e conforme alla documentazione tecnica.

Lo spazio a disposizione per la curvatura del cavo tra i morsetti del sezionatore e la parete della carpenteria, non deve essere inferiore a quanto previsto in 430.10(B) di NFPA 70 .

Lo spazio è determinato dalla massima sezione di cavo dei conduttori di alimentazione .Quando lo spazio di curvatura dei cavi si riferisce al caso di più cavi per fase, la sezione dei conduttori e il loro numero deve essere specificato e identificato sugli schemi di connessione.

I conduttori di ogni linea di alimentazione a monte dei sezionatori devono essere separati da tutti gli altri conduttori interni, e dai conduttori di eventuali altre linee di alimentazione, in uno dei modi seguenti:

(1) Installando il sezionatore dell' alimentazione quanto più in alto possibile nella carpenteria (nei limiti di norma), riservando il giusto spazio di curvatura come specificato sopra

(2) Separando i conduttori della linea di alimentazione dagli altri conduttori interni per mezzo di barriere o separatori

Tutte le parti in tensione a monte del sezionatore devono essere protette contro i contatti diretti utilizzando isolamenti o barriere

5.2 Morsetto di terra

Per ogni linea di alimentazione deve essere predisposto un morsetto di terra

5.3 Dispositivo di sezionamento (isolamento) dell'alimentazione



Sezionatore generale fusibilato UL98 serie 194R

5.3.1 Generalità

Su questo argomento si vedano anche le prescrizioni contenute in UL508A e sul NEC, riportate nel paragrafo 1.3 "Il dispositivo di sezionamento" del fascicolo 2 intitolato "Circuiti di feeder" della nostra collana "Panorama normativo nord-americano".

Un dispositivo di sezionamento dell' alimentazione deve essere fornito:

(1) per ciascuna sorgente di alimentazione di una macchina

(2) per linee di alimentazione che sono collegate ad un sistema di alimentazione che può, ad es. essere costituito da cavi conduttori, sbarre conduttrici o collettori, sistemi a cavi flessibili (con bobina di avvolgimento e svolgimento o a festoni)

(3) per ciascuna sorgente di alimentazione a bordo macchina (es: generatori).

Ogni sezionatore deve indicare in maniera chiara e leggibile quando è aperto.

Quando una macchina ha più di una linea di alimentazione, ogni suo sezionatore deve riportare una targhetta con l'indicazione del luogo in cui sono installati tutti gli altri sezionatori

Il dispositivo di sezionamento deve permettere di separare (isolare) l'equipaggiamento elettrico della macchina dall'alimentazione, includendo anche i circuiti di controllo quando necessario (per es: durante lavori sulla macchina).

Circuiti che non richiedono di essere disconnessi dal sezionatore di linea devono essere conformi a quanto prescritto in 5.3.5

I sezionatori, esclusi i sistemi presa/spina, devono essere installati all' interno delle carpenterie dei quadri elettrici o nelle loro immediate vicinanze.

Eccezione: su linee che alimentano macchine da non più di 2Hp di potenza, i sezionatori di alimentazione possono essere montati esternamente, non oltre però i 6 m (20 ft) dal quadro, purchè il sezionatore sia visibile e facilmente accessibile all'operatore

Ogni sezionatore montato all' interno o in prossimità del quadro elettrico deve essere interbloccato con la carpenteria del quadro, in accordo con il paragrafo 6.2.3.

Quando il sezionatore non è adiacente al quadro elettrico , o dove il sezionatore è una combinazione presa/spina, il quadro elettrico deve rispettare il paragrafo 6.2.4 e deve essere dotato di un pittogramma di sicurezza come previsto nel par. 16.2

Quando su un quadro elettrico servono due o più sezionatori di alimentazione, si raccomanda, per quanto possibile, di raggrupparli in un' unica zona; si deve anche ricorrere a interblocchi di sicurezza tra i sezionatori per assicurare corrette sequenze di funzionamento onde evitare possibili condizioni di pericolo e danni alla macchina e alla produzione.

5.3.2 Tipo

Come dispositivo di sezionamento dell' alimentazione deve essere utilizzato una delle seguenti apparecchiature:

- (1) Motor circuit switch (switch disconnecter) listed e con taratura di riferimento in hp
- (2) molded case circuit breaker , listed e omologato per impiego su branch circuit
- (3) molded case switch listed
- (4) instantaneous trip circuit breaker listed
- (5) self-protected combination controller listed
- (6) combinazione presa/spina

5.3.3 Requisiti

Quando il dispositivo di sezionamento dell' alimentazione è uno dei tipi specificati sopra ai punti da 1 a 5 deve rispettare tutte le seguenti prescrizioni:

(1) isolare l'equipaggiamento elettrico dall'alimentazione e avere una sola posizione di aperto (sezionato) e di chiuso. Circuit breakers, molded-case switches e self protected combination motor controllers possono avere una posizione di reset (tripped) intermedia tra OFF (circuito aperto) e ON (circuito chiuso).

(2) avere un mezzo di apertura esterno (es. manovra) che rispetta i requisiti previsti in 5.3.4

Eccezione: interruttori motorizzati non necessitano di essere manovrabili dall'esterno dell'armadio quando ci sono altri dispositivi o mezzi per aprire gli interruttori

(3) essere munito di un sistema permanente che permetta di bloccarlo nella posizione OFF (aperto) ad esempio con un lucchetto, indipendentemente dalla posizione della porta. Con il sezionatore in posizione OFF, deve esserne impossibile la richiusura (posizione ON) locale e anche il suo controllo a distanza.

(4) Sezionare contemporaneamente tutti i conduttori attivi, non collegati a terra,

del circuito di alimentazione.

(5) Essere manovrabile da persone qualificate, indipendentemente dalla posizione della porta senza l'uso di attrezzi o apparecchi.

(6) Avere una portata di corrente adeguata, calcolata secondo i principi esposti nel fascicolo 2 "Circuiti di feeder", della nostra collana "Panorama normativo nordamericano" e con una tensione nominale almeno pari a quella del circuito in cui è installato

(7) Indicare chiaramente la sua posizione di aperto (OFF) o chiuso (ON)

Quando invece il dispositivo di sezionamento è una combinazione presa e spina (punto 6) deve rispettare i requisiti sotto elencati:

(1) Avere un potere di interruzione adeguato o essere interbloccato con un sezionatore omologato per l'interruzione di carico.

Combinazioni presa/spina con portata superiore a 20A o 2hp devono essere omologate (listed) per l'uso di sezionamento (switch-rated)

(2) Essere di tipo adeguato ed installate in modo tale da impedire contatti accidentali con parti in tensione

(3) Avere il contatto di terra anticipato in chiusura e ritardato all'apertura

(4) Le combinazioni prese/spine con portata superiore a 20A, devono essere dotate di un interblocco per impedire la disconnessione accidentale

(5) Essere posizionato in modo facilmente visibile e accessibile dalla postazione dell'operatore

Oltre a questi requisiti, un ulteriore interruttore/sezionatore (switch) deve essere installato sulla macchina per le abituali operazioni di sezionamento ON/OFF dell'alimentazione della macchina.



Circuit breaker UL489 da 2500Amp serie 140U

5.3.4 Manovra di comando

La manovra del dispositivo di sezionamento non deve essere installata più in alto di 2m (6ft e 7in) sopra il piano di servizio. Una piattaforma di lavoro permanente, facilmente accessibile con una scala anche fissa, è da considerarsi come piano di servizio ai fini dell'applicazione di questo requisito.

Tale manovra deve rispondere ai seguenti criteri:

- (1) essere facilmente accessibile con le porte sia aperte che chiuse
- (2) quando installata sul quadro, non declassare il grado di protezione della carpenteria necessario all'applicazione.
- (3) Non essere vincolata alla porta dell'armadio quando questa è aperta.

5.3.5. Circuiti Esclusi

I seguenti circuiti possono non essere interrotti dal dispositivo di sezionamento generale:

- (1) I circuiti di illuminazione che alimentano lampade utilizzate durante le operazioni di manutenzioni o quelle di riparazione
- (2) I circuiti di alimentazione di prese di corrente usate esclusivamente per collegare utensili o equipaggiamenti di riparazione o manutenzione (es. strumenti di misura, personal computer, apparecchiature di test....)
- (3) I circuiti di protezione di minima tensione che sono usati solo per le disinserzioni automatiche in caso di guasto all'alimentazione.
- (4) I circuiti di alimentazione degli equipaggiamenti che devono normalmente restare in tensione per un funzionamento corretto (es. apparecchi di misura per il controllo della temperatura, apparecchi di riscaldamento, dispositivi a memoria di programma (plc).

I circuiti esclusi devono essere provvisti di:

- (1) Un sezionatore, un trasformatore di isolamento e una protezione contro le sovracorrenti montati in un contenitore, adiacente il quadro principale, oppure internamente al quadro principale, posizionati in prossimità del sezionatore principale.
- (2) conduttori di alimentazione, quando interni al quadro elettrico, segregati e non posati in canala assieme ad altri cavi o rinchiusi in conduit (tubo rigido o flessibile) se più lunghi di 460 mm (18 in)
I circuiti di controllo dell'interblocco devono poter essere sezionati presso il quadro elettrico che li alimenta

Quando vi siano dei circuiti non sezionati dall' interruttore principale occorre:

- (1) Posizionare in modo permanente, vicino al dispositivo sezionatore, un pittogramma di sicurezza che indichi che quando il dispositivo è in posizione di aperto non viene tolta tensione a tutte le parti attive .
- (2) Includere nella documentazione di macchina un paragrafo contenente le note di cui in §16.2.

(3) Porre una targa di sicurezza permanente all' interno del quadro elettrico in prossimità di ogni circuito escluso, oppure identificarne i conduttori con colore diverso come precisato in §13.2.



Esempio di pittogramma per circuiti esclusi

5.4 Dispositivi di interruzione della tensione per prevenire avviamenti imprevisti

Devono essere previsti dispositivi di interruzione per la prevenzione di avviamenti imprevisti (es. durante la manutenzione, quando un avviamento della macchina o di parte di essa può causare pericolo...). Tali dispositivi devono avere le seguenti caratteristiche:

- (1) essere adatti all'uso che se ne intende fare
- (2) essere posizionati in modo opportuno
- (3) essere chiaramente identificabili per le loro funzioni e scopi
- (4) essere costruiti in modo da poter essere bloccati nella sola posizione di OFF

In questi casi il sezionamento dell' alimentazione deve essere effettuato utilizzando uno dei seguenti sistemi:

- (1) attraverso dispositivi di sezionamento

(2) attraverso dispositivi supplementari conformi a quanto previsto in §5.3.2 o attraverso un manual motor controller "suitable as motor disconnect" certificato UL508 con le limitazioni indicate in §5.5

(3) attraverso altri dispositivi (es. contattori disattivati da un circuito di controllo) quando si rientri nei casi qui sotto specificati e cioè quando un singolo guasto di uno dei suoi componenti non provochi un avviamento involontario o imprevisto e sempre in presenza delle ulteriori seguenti condizioni:

(1) cambio abituale e ordinario di pezzi di lavoro, attrezzature fisse e utensili che non richiedano operazioni/smontaggi di rilievo sulla macchina

(2) lavoro sull' equipaggiamento elettrico dove sussistano tutte le seguenti condizioni:

(a) non ci sia pericolo di shock elettrico o bruciature

(b) i mezzi di interruzione rimangano efficaci per tutta la durata dei lavori

(c) i lavori siano di lieve entità

(d) non derivi pericolo dal togliere/dare tensione ai circuiti

5.5 Dispositivi di sezionamento (isolamento) dell' equipaggiamento elettrico

Devono essere forniti dispositivi per il sezionamento (isolamento) dell' equipaggiamento elettrico, al fine di consentire l' esecuzione dei lavori in sicurezza.

Il dispositivo generale di sezionamento dell'alimentazione può adempiere a questa funzione nel caso in cui non sia necessario sezionare singole parti del circuito elettrico.

Laddove è necessario lavorare su parti di una macchina in cui è possibile intervenire in maniera circoscritta, deve essere fornito un sezionatore per ciascuna parte che richieda un sezionamento separato

Per questa funzione è possibile utilizzare le seguenti apparecchiature:

(1) quelle descritte al paragrafo 5.3.2

(2) Un manual motor controller marcato "suitable as motor disconnect" , certificato UL508, se installato a valle dell' ultimo dispositivo di protezione contro il cortocircuito (sul Branch)

(3) Dispositivi di isolamento che incorporano sistemi di lockout e siano omologati come dispositivi adatti al sezionamento

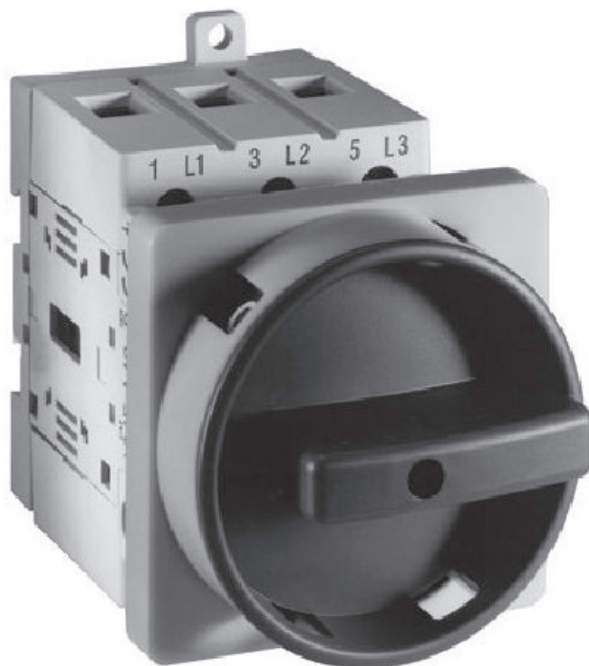
Ogni dispositivo di sezionamento locale, del tipo sopra descritto dovrà avere le seguenti caratteristiche:

(1) essere facilmente accessibile e rispondente ai requisiti posti in §5.3.4

(2) essere ben in vista sulla parte di macchina che seziona

(3) essere facilmente identificabile come un dispositivo di sezionamento e marcato in modo da identificare l' equipaggiamento che è disconnesso.

(4) essere bloccabile nella posizione di OFF, ad eccezione di spine ad innesto.



Sezionatore "locale" UL508 serie 194E "suitable as motor disconnect"

6 Protezione delle persone: protezione contro la scossa elettrica

6.1 Generalità

L'equipaggiamento elettrico deve assicurare la protezione delle persone contro la scossa elettrica derivante da contatto diretto o indiretto e dai pericoli derivanti dall'arc flash (quest'ultima prescrizione è stata introdotta nell'edizione 2012).

6.2 Protezione contro i contatti diretti

Parti attive operanti a tensioni superiori ai 50VAC (espressa in valore efficace rms) o 60VDC devono essere protette contro il contatto diretto.

6.2.1 Protezione mediante isolamento delle parti attive

Le parti attive protette mediante isolamento devono essere completamente ricoperte da un materiale isolante che può essere rimosso solo distruggendolo. Tale isolamento deve essere in grado di sopportare le sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali può essere sottoposto durante le normali condizioni operative. Vernici, smalti, lacche e prodotti simili non sono considerati protezioni contro le scosse elettriche nelle normali condizioni operative.

6.2.2 Protezione mediante involucri

Le carpenterie per i quadri elettrici (enclosures type) e gli eventuali fori praticati sulle stesse (enclosures opening) sono regolamentati da apposite disposizioni contenute in UL 508, UL 508A, UL 50 e NEMA 250. Per una spiegazione esaustiva dell'argomento, si rimanda al fascicolo 5 pagina 15 e seguenti e al fascicolo 6 pagine da 3 a 11, della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".

Eccezione: se la carpenteria non ha un NEMA Type dichiarato, l'idoneità di un involucro per la protezione contro i contatti diretti deve essere valutata utilizzando un "dito di prova" (vedere fig. 6.2.2.1. di NFPA79). Il dito di prova va applicato in ogni apertura della carpenteria, dopo averne tolte tutte le parti che possono essere rimosse senza l'uso di un attrezzo. Il dito di prova non deve toccare parti in tensione in tutte le sue direzioni di movimento.

6.2.3 Interblocco sulle carpenterie

Come descritto nel capitolo 5, ogni dispositivo di sezionamento installato dentro o in prossimità di un quadro elettrico, che contenga parti attive operanti a più di 50 VAC o 60 VDC, deve essere interbloccato meccanicamente e/o elettricamente con le porte della carpenteria, in modo che nessuna delle porte possa essere aperta se prima la tensione non è stata sezionata. Su questo argomento si veda anche il paragrafo 1.3.5 (pagina 17) del fascicolo 2 "Circuiti di feeder" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".



Esempio di interblocco meccanico con chiavistello

Eccezione nr. 1 : se un sezionatore è utilizzato soltanto per i circuiti di illuminazione previsti per la manutenzione, interni al quadro, l'interblocco non è necessario. Si deve però utilizzare una targa di avvertimento che risponda ai requisiti del paragrafo §16.2.4 .

Eccezione nr. 2 : se un sezionatore è utilizzato su circuiti interni al quadro di alimentazione, che alimentano elementi di memoria e la loro logica di supporto (es. plc), aventi bisogno di alimentazione permanente per poter immagazzinare i dati, l'interblocco non è necessario . Si deve però anche in questo caso utilizzare una targa di avvertimento che risponda ai requisiti esposti in §16.2.4 .

E' consentito a persone qualificate l'accesso al quadro senza togliere tensione, purchè rispettino le opportune procedure di lavoro previste

I sistemi di interblocco devono avere i seguenti requisiti:

- (1) essere dotati di un apparecchio o di un attrezzo come specificato dal costruttore dell' interblocco per consentire a personale qualificato di bypassare l' interblocco stesso
- (2) ripristinarsi automaticamente alla richiusura della porta
- (3) Impedire la richiusura del dispositivo di sezionamento mentre la porta dell' armadio è aperta, a meno che si agisca deliberatamente sul bypass dell'interblocco.

6.2.4 Accesso al quadro

Quando una persona qualificata, seguendo appropriate procedure di lavoro, ha bisogno di accedere all' interno di un quadro non dotato di sezionatore,almeno una delle seguenti condizioni deve essere rispettata:

- (1) L'apertura della porta deve essere effettuata tramite l'uso di una chiave o di un attrezzo
- (2) E' ammesso che la porta di un armadio possa essere aperta, senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, e senza il sezionamento delle parti attive , solo quando tutte le stesse sono segregate o protette, in modo tale che sia garantita l'impossibilità di un loro contatto diretto.

Quando è previsto sul quadro un meccanismo di by-pass dell'interblocco, le parti attive montate sull'anta interna della portella,devono essere protette da contatti diretti accidentali o tramite la loro forma intrinseca o applicando barriere/ostacoli in modo che una sfera da 50 mm (2 inch) non possa raggiungerle.

6.3 Protezione contro i contatti indiretti

6.3.1 Generalità

La protezione contro i contatti indiretti è destinata a impedire condizioni pericolose in caso di guasto (es. guasto dell'isolamento tra parti attive e massa).

La protezione contro i contatti indiretti si ottiene applicando:

(1) doppio isolamento oppure

(2) interruzione automatica dell'alimentazione (interruzione di uno o più conduttori, non collegati a terra, su cui interviene automaticamente un dispositivo di protezione in caso di guasto)

6.3.2. Protezione con doppio isolamento

Misure, per prevenire la comparsa di pericolose tensioni di contatto, realizzate per mezzo del doppio isolamento devono essere realizzate come segue:

(1) La protezione per mezzo del doppio isolamento è intesa a impedire la comparsa di tensioni di contatto sulle parti accessibili in caso di guasto all'isolamento principale.

(2) Quando questo sistema è impiegato per impedire il formarsi di una tensione di contatto pericolosa, l'equipaggiamento deve essere omologato (listed) come sistema a doppio isolamento, o equivalente. Quando è utilizzato il doppio isolamento, l'equipaggiamento deve essere appositamente marcato in modo ben visibile.

6.3.3. Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

L'interruzione automatica dell'alimentazione di un circuito da parte di un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti in caso di guasto, è mirata ad impedire la possibilità di esposizione prolungata al pericolo derivante da una

tensione di contatto . Queste misure di protezione includono:

- (1) Collegamento equipotenziale di protezione delle masse (vedi 8.2.3)
- (2) Dispositivi di protezione contro le sovracorrenti per l' interruzione automatica dell' alimentazione in caso di guasto.

Attenzione: nei sistemi ungrounded (senza conduttore di terra ad es. sistema IT) i componenti marcati "slash rating" non garantiscono la protezione contro i contatti indiretti (per approfondimenti si veda anche il cap. 1.2.2. di pagina 11 del fascicolo 2 "circuiti di feeder" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano).

6.4 Protezione attraverso l'uso di circuiti a bassissima tensione (circuiti PELV)

I requisiti del presente paragrafo sono da intendersi come delle condizioni ancora più restrittive rispetto a quelle dei circuiti di comando e controllo (remote control circuit) NEC classe 2 e "low voltage limited energy" previsti da UL508A e NEC (per una loro esaustiva descrizione, si consulti il fascicolo 4 della nostra collana "Panorama normativo nordamericano)

6.4.1 Requisiti Generali

I circuiti PELV servono a proteggere le persone contro le scosse elettriche derivanti da contatti indiretti e da contatti diretti in una zona limitata

I circuiti PELV devono soddisfare tutte le seguenti condizioni:

- (1) La tensione nominale non deve mai superare:
 - (a) 30 VAC (valore efficace rms) o 60 VDC se l'equipaggiamento è normalmente utilizzato in luoghi asciutti e quando non si prevede un'ampia area di contatto tra le parti attive ed il corpo umano oppure

-
- (b) 6 VAC (valore efficace rms) o 15 VDC in tutti gli altri casi
 - (2) un lato del circuito o un punto della sorgente di alimentazione di tale circuito deve essere collegato al circuito equipotenziale di protezione.
 - (3) le parti attive dei circuiti PELV devono essere elettricamente separate dagli altri circuiti attivi. La separazione elettrica non deve essere inferiore a quella prescritta tra il circuito primario e il circuito secondario di un trasformatore di sicurezza.
 - (4) I conduttori di ciascun circuito PELV devono essere fisicamente separati da quelli di ogni altro circuito. Se questa prescrizione non è praticabile, si devono applicare le disposizioni relative all'isolamento indicate in 13.1.3
 - (5) Le combinazioni presa/spina per un circuito PELV devono soddisfare le seguenti condizioni:
 - a) Le spine non devono poter entrare in prese di corrente di altri sistemi a tensione diversa.
 - b) Le prese non devono ricevere le spine di altri sistemi a tensione diversa

6.4.2 Sorgenti per circuiti PELV

La sorgente di un circuito PELV deve essere una delle seguenti:

- (1) Un trasformatore di sicurezza
- (2) Una sorgente di corrente che fornisca un grado di sicurezza equivalente a quello del trasformatore di sicurezza (es. un moto-generatore con avvolgimento che fornisca un isolamento equivalente)
- (3) Una sorgente elettrochimica (per es. una batteria) o altra sorgente non dipendente da un circuito a tensione più elevata (per es. generatore a motore diesel)
- (4) Un alimentatore elettronico conforme alle norme appropriate che specificano le misure da adottare per garantire che, anche in caso di guasto interno, la tensione ai morsetti di uscita non possa superare i valori di 30VAC o 60VDC



Alimentatore switching NEC classe 2 serie 1606

6.5 Protezione contro le tensioni residue

Le parti attive che, dopo l' interruzione dell'alimentazione, mantengono una tensione residua superiore ai 60 V, devono essere scaricate a non oltre 60V entro 5 secondi dall' interruzione dell' alimentazione.

Eccezione Nr. 1 : questa prescrizione non si applica ai componenti aventi una carica immagazzinata minore o uguale a 60 microcoulomb.

Eccezione Nr. 2 : quando questa caratteristica di scarica specificata può interferire con il funzionamento corretto dell'equipaggiamento, deve essere posto un pittogramma di avvertenza , che attiri l' attenzione sui pericoli e che indichi il ritardo richiesto prima che l' involucro possa essere aperto; tale pittogramma deve essere posto in posizione facilmente visibile o nelle immediate vicinanze dell' involucro contenente le capacità.

Nel caso di spine o dispositivi analoghi, la cui estrazione comporta l' esposizione al contatto di conduttori (es. gli spinotti) , il tempo di scarica non deve superare 1s
Eccezione Nr. 1 : questa prescrizione non si applica ai componenti aventi una carica immagazzinata minore o uguale a 60 microcoulomb.

Eccezione Nr. 2 : questa prescrizione non si applica ai conduttori protetti contro i contatti diretti

Le prescrizioni contenute in questo paragrafo sono analoghe a quelle previste da EN60204-1 (par. 6.2.4.)

La nuova edizione del 2012 come protezioni aggiuntive, prescrive quanto già previsto al paragrafo 7.9.2., relativamente alla scarica di componenti capacitivi, aggiungendovi come novità assoluta, anche la prescrizione di utilizzare dei pittogrammi di sicurezza, per avvisare dei pericoli derivanti da arc-flash

7 Protezione dell' equipaggiamento elettrico

7.1 Generalità

Il capitolo 7 riporta le prescrizioni atte a proteggere l' equipaggiamento elettrico contro gli effetti di

- (1) sovracorrenti derivanti da cortocircuito
- (2) sovraccarico e/o perdita di raffreddamento dei motori
- (3) guasti a terra
- (4) sovratensioni di origine atmosferica o dovute a manovra
- (5) temperature anormali
- (6) diminuzione o interruzione della tensione di alimentazione
- (7) velocità eccessiva di macchine o elementi di macchina
- (8) errata sequenza delle fasi

7.2 Protezione contro le sovracorrenti

7.2.1 Generalità

La protezione contro la sovracorrente deve essere prevista quando la corrente in un circuito di una macchina può superare il valore nominale di qualsiasi componente, oppure la portata ammissibile dei conduttori, tenendo conto del valore più basso.

Tutti i dispositivi di protezione devono essere dimensionati e installati considerando i seguenti aspetti:

- (1) La massima corrente di guasto nel punto di installazione
- (2) Il potere di interruzione del dispositivo di protezione

(3) La tensione nominale del sistema di distribuzione

(4) Le caratteristiche del carico e dei circuiti e cioè le correnti normali di funzionamento, quelle di spunto, l'it sopportabile e la massima corrente di picco sopportabile I_p

(5) Il potere di limitazione di corrente del dispositivo di protezione

(6) Il coordinamento delle protezioni

Non si può utilizzare una supplementary protection (ad es. un interruttore modulare UL1077 o un supplementary fuse) al posto di una branch circuit protection come protezione per le sovracorrenti.

Un circuit breaker, un self-protected combination motor controller o un manual motor controller approvato per la protezione di un motor group installation, marcati con uno slash rating, tipo 120/240V oppure 480Y/277V, possono essere utilizzati solo in "solidly grounded circuit" nei quali la tensione nominale tra fase e terra non superi il valore più basso dello slash rating e la tensione nominale tra fase e fase non superi il valore più alto dello slash rating. Quando apparecchiature omologate come slash rating sono installate direttamente sulla linea di alimentazione della macchina, il dato di tensione presente sulla targa del quadro elettrico e della macchina deve essere:

a) lo slash rating riportato per esteso, quando il quadro deve essere connesso alla tensione più grande

b) non superiore al valore più basso dello slash rating.

Quando apparecchi slash rating sono collegati al secondario di un trasformatore che è parte dell' equipaggiamento elettrico della macchina, occorre che il secondario del trasformatore sia messo a terra in modo che ogni tensione fase-fase, e ogni tensione fase-terra, non superino i rispettivi slash rating.

7.2.2 Conduttori di alimentazione

Se non diversamente specificato dall' utilizzatore, il fornitore dell' equipaggiamento elettrico (es quadro elettrico) non è responsabile della fornitura di un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti dei conduttori di alimentazione esterni.

Il fornitore dell' equipaggiamento elettrico deve però riportare nello schema di installazione le indicazioni necessarie alla scelta di tale dispositivo.

7.2.3 Circuiti di potenza

Conduttori di feeder e di Branch devono essere protetti contro le sovracorrenti in accordo alle loro portate, come specificato al paragrafo 12.5. Nei circuiti di alimentazione dei motori, apparecchiature per il rilevamento e l' interruzione di sovracorrenti, scelti in accordo al paragrafo §7.2.10 , devono essere previsti su ogni conduttore di fase non messo a terra. Il conduttore messo a terra non deve essere sezionato a meno che:

- 1) tutti i conduttori messi a terra e quelli non messi a terra aprano con dispositivi aventi polarità non funzionanti in maniera indipendente e
- 2) la protezione contro le sovracorrenti sia anche adatta a proteggere contro il sovraccarico in accordo con le sezioni 430.36 e 430.37 di NFPA 70.

7.2.4 Protezione dei circuiti di controllo

7.2.4.1. Generalità

Un circuito di controllo collegato a valle dei dispositivi di protezione del Branch e di protezione dai guasti a terra, avente la funzione di comandare i carichi collegati

a quel Branch, deve essere protetto contro le sovracorrenti in accordo con § 7.2.4.2. Un tale circuito di controllo così derivato non sarà considerato Branch e potrà essere protetto contro le sovracorrenti sia con supplementary protection (ad es. interruttori modulari UL1077 tipo i nostri 1492-SP) sia con branch-circuit protection. Sulla corretta identificazione dei circuiti di comando e controllo (remote control circuit) e di quelli branch (potenza), si consulti il fascicolo 2 paragrafo 1.1 (“i differenti tipi di circuito” pagina 3) della nostra collana “Panorama normativo nordamericano.

7.2.4.2 Protezione dei conduttori dei circuiti di controllo

I conduttori dei circuiti di controllo (remote control circuit), devono essere protetti contro le sovracorrenti in funzione della loro portata, come specificato in §12.5 a meno che non rientrino nei casi esaminati qui nel seguito.

I conduttori dei circuiti di controllo con sezioni AWG 14, 16 e 18, devono essere protetti da un dispositivo contro le sovracorrenti con taratura non superiore ai 20Amp

I conduttori dei circuiti di controllo, che non escono dalla carpenteria del quadro elettrico, se di sezione AWG14 o superiore, si considerano protetti dai dispositivi di protezione di branch (potenza) contro il cortocircuito e il guasto a terra, quando la corrente nominale del dispositivo di protezione non supera il 400% della portata dei conduttori del circuito di controllo; se di sezione AWG18 quando la corrente nominale del dispositivo non superi i 25A; se di sezione AWG16 quando non superi i 40Amp

I conduttori dei circuiti di controllo che escono dalla carpenteria del quadro elettrico, se di sezione AWG14 o superiore, si considerano protetti dai dispositivi di protezione di branch contro il cortocircuito e il guasto a terra quando la corrente nominale del dispositivo di protezione non supera il 300% della portata dei conduttori del circuito di controllo.

I conduttori dei circuiti di controllo alimentati dal secondario di un trasformatore monofase, con un'unica presa (tensione) al secondario, possono essere protetti dalla protezione contro le sovracorrenti installata al primario del trasformatore, se questa rispetta le indicazioni contenute nel paragrafo §7.2.7 , e non superi il valore

che si ottiene moltiplicando la portata al secondario per il rapporto di trasformazione.

I conduttori del secondario di trasformatori con più prese al secondario non si considerano mai protetti dalla sola protezione al primario. Per maggiori approfondimenti si consulti il fascicolo 4 "Circuiti di comando e controllo" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".

I conduttori del circuito di controllo sono da considerarsi protetti dal dispositivo di protezione posto sul circuito motore, quando l'apertura del circuito di controllo può creare un pericolo (es: circuito di controllo di un mandrino magnetico)

7.2.5 Prese e conduttori ad esse associate

Una protezione contro le sovracorrenti deve essere prevista per i circuiti che alimentano prese generiche destinate fondamentalmente ad alimentare apparecchiature di manutenzione.

Nei conduttori attivi (non messi a terra) di ogni circuito che alimenta una tale presa, deve essere installata una protezione contro le sovracorrenti.

7.2.6 Circuiti di illuminazione

La massima protezione di Branch consentita nei circuiti di illuminazione non deve superare i 15 Amp di portata. Per maggiori approfondimenti consultare il paragrafo 1.10 ("Lighting branch circuit") di pagina 36 del fascicolo 3 "Circuiti di branch" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".

7.2.7 Trasformatori

I trasformatori destinati all'alimentazione di motori, devono essere protetti rispettando l'articolo 430 parte VI di NFPA 70 (NEC). Per tutte le altre applicazioni i trasformatori devono essere protetti rispettando l'articolo 450 parte I di NFPA 70. Al riguardo si consulti il paragrafo 2.4 (protezione di trasformatori e autotrasformatori) riportato a pagina 22 del fascicolo 4 "Circuiti di comando e controllo" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".

7.2.8 Protezione dei conduttori

Un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti deve essere posto nel punto in cui il conduttore da proteggere è connesso all'alimentazione.

Non è richiesta la protezione al verificarsi di tutte le seguenti condizioni:

- a) La portata di corrente del conduttore è almeno uguale a quella richiesta dal carico in accordo con quanto definito in 12.5
- b) Il conduttore da proteggere non è più lungo di 3m (10 ft)
- c) Il conduttore è adeguatamente protetto da possibili danneggiamenti meccanici (ad es. perchè inserito all'interno di involucro o di un tubo)
- d) Il conduttore non si estende al di fuori della carpenteria del quadro elettrico
- e) Il conduttore è cablato all'estremità finale con una protezione tipo un circuit breaker UL489, un branch fuse (fusibile di potenza) o un self protected combination motor controller

2) Non è altresì richiesta la protezione al verificarsi delle condizioni che :

- a) Il conduttore abbia una portata di almeno 1/3 di quella del conduttore da cui è alimentato
- b) Il conduttore sia adeguatamente protetto da possibili danneggiamenti meccanici
- c) Il conduttore non sia più lungo di 7.5 m (25 ft) e all'estremità finale sia collegato ad un circuit breaker o ad un branch fuse

Questi conduttori derivati dagli ingressi del circuito feeder (cosiddetti circuiti di linea) che portano alimentazione ai vari circuiti di branch (utenze), vengono comunemente chiamati "Tap conductor". L'argomento relativo al dimensionamento e alla protezione dei conduttori di tap, è anche trattato nel paragrafo 1.5.4. del fascicolo 2 "Circuiti di feeder" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano" a cui si rimanda il lettore per ulteriori approfondimenti.

7.2.9 Potere di interruzione di corto circuito

Il potere di interruzione nominale di cortocircuito, deve essere almeno pari alla corrente di guasto presunta nel punto di installazione. Nel calcolo della corrente di corto totale è necessario considerare anche il contributo di motori e condensatori.

7.2.10 Dimensionamento e regolazione dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti

Ogni partenza motore e il relativo cablaggio devono essere protetti da un dispositivo di protezione contro il cortocircuito sulla base delle indicazioni del costruttore dei componenti usati nella partenza motore (coordinamento delle protezioni). Nel caso il costruttore non disponga di questi dati, si deve fare riferimento alla tabella 31.1 di UL508A che riporta le taglie massime delle protezioni da utilizzare in funzione della corrente nominale del motore (FLA Full Load Ampere). Per approfondimenti si veda al riguardo il paragrafo 1.3.1.5 del fascicolo 3 "Circuiti di branch" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".



Self protected combination motor controller serie 140M per realizzare, in coordinamento col contattore, partenze motore type E/F

RA dispone di una completissima raccolta di coordinamenti per le partenze motori secondo UL508, consultabile sul sito web ab.com (e cioè sul sito ufficiale Allen Bradley). Non solo. Sul nostro sito web è possibile reperire anche ogni altra tipologia di coordinamento ad es. sugli inverter Power Flex, sui servoazionamenti Kinetix, sui morsetti 1492.... Il modo più semplice per reperire queste informazioni è quello di cliccare nella home page, su "product configuration and selection" e ivi digitare il codice del componente da proteggere ad es. contattore 100-C09, per ottenere le relative tabelle per la protezione attraverso interruttori-salvamotori oppure fusibili.

Per l'installazione e la protezione di gruppi di motori (cosiddetta "Group installation") trattata in questo paragrafo della norma, si rimanda al paragrafo 1.5 (pagina 27) del fascicolo 3 "Circuiti di branch" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".

La nuova edizione del 2012 specificamente prevede come protezione del motore l'utilizzo dei salvamotori "self-protected combination motor controller", accanto ai tradizionali fusibili (branch fuse) e circuit breakers UL 489, come già previsto dalla normativa UL 508A, specificando inoltre che non devono essere usati come protezione per "Motor Group" ma solo su motori singoli. Per una esaustiva trattazione delle partenze motori type E/F, realizzate con questo dispositivo, si rimanda al paragrafo 1.2. del fascicolo 3 "circuiti di branch" della nostra collana panorama normativo nordamericano.

7.2.11 Protezione di circuiti resistivi

Per il dimensionamento e la protezione di elementi riscaldanti a resistenza (heating branch circuit) trattata in questo paragrafo della norma, si rimanda al paragrafo 1.9 (pagina 35) del fascicolo 3 "Circuiti di branch" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".

7.2.12 Protezione contro le sovracorrenti sul primario di alimentatori di sistemi elettronici programmabili (plc)

Gli ingressi degli alimentatori dei plc devono essere protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. La taglia o la grandezza della protezione contro le sovracorrenti deve rispettare le indicazioni del costruttore.

7.2.13 Apparecchiature di controllo

Pulsanti, selettori, sensori e finecorsa non possono essere collegati a circuiti con amperaggio superiore a 10A.

7.3 Protezione dei motori contro i sovraccarichi

7.3.1 Generalità

Protezioni contro il sovraccarico devono essere previste per proteggere ogni motore, ogni partenza motore e ogni conduttore di Branch contro l'eccessivo riscaldamento dovuto a sovraccarico del motore o a un suo blocco all'avviamento. La protezione del motore per sovraccarico deve essere realizzata in accordo con l'articolo 430, parte III, di NFPA 70 (NEC).

7.3.2 Ripristino

Il ripristino della protezione di sovraccarico non deve permettere il riavvio del motore.

Eccezione: Quando la macchina ha un solo motore, di potenza uguale o minore a 2 hp, il dispositivo di ripristino per il sovraccarico, montato sul motore, può riavviare il motore se e solo se la distanza tra tale dispositivo e il pulsante di marcia sia 300mm (12 in) o meno, e un' adeguata targa monitoria sia attaccata o sia nelle vicinanze

7.3.3. Protezioni contro il sovraccarico

Tipologie e numero delle protezioni contro il sovraccarico, si determinano in funzione della tabella 7.3.3. di NFPA79

Non è richiesto un dispositivo per la protezione di sovraccarico dedicato quando tale protezione è realizzata mediante altri mezzi approvati.(per es. integrata nell'inverter)

Nel caso di motori particolari o a funzionamento speciale, ad es. a funzionamento intermittente con elevate frequenze di manovre o che realizzano inversioni rapide, per i quali una protezione esterna contro il sovraccarico sia inefficace, si deve ricorrere ad un dispositivo termico, montato sul motore, che ne controlli la temperatura (termosonde PTC), o che eventualmente controlli sia la temperatura sia la corrente.

Motori che sono parte integrante di un compressore per raffreddamento del tipo ermetico o semiermetico devono essere protetti seguendo le indicazioni del produttore.



Relè elettronico di protezione contro il sovraccarico serie 193-EE

7.4 Protezione contro le temperature anomale

I circuiti di riscaldamento a resistenza o altri circuiti che possono raggiungere o provocare temperature anomale e, di conseguenza, provocare una situazione pericolosa, devono essere muniti di un apposito dispositivo di rilevazione che comandi un' adeguata azione di controllo.

7.5 protezione contro l' interruzione dell' alimentazione o la riduzione di tensione e il successivo ripristino

7.5.1 Generalità

Quando un' interruzione dell' alimentazione o una riduzione di tensione possono causare una condizione pericolosa o un danneggiamento alla macchina o alla produzione, deve essere previsto un dispositivo di protezione di minima tensione, ad es. per spegnere la macchina al raggiungimento di un livello di tensione predeterminato.

7.5.2 Protezione con dispositivo di minima tensione

Quando il funzionamento della macchina consente un'interruzione o una riduzione della tensione per un periodo limitato, è consentito predisporre una protezione di minima tensione ritardata. L'azione del dispositivo di minima tensione non deve interferire con alcuna funzione di arresto della macchina.

7.5.3 Ripristino della tensione

Dopo il ripristino della tensione o dell'alimentazione, deve essere impedito il riavviamento, automatico o involontario della macchina se tale riavviamento può causare una condizione pericolosa.

7.6 Protezione contro la sovravelocità

7.6.1 Protezione contro la sovravelocità del motore

A meno che le caratteristiche intrinseche del motore o della partenza motore o di entrambe, siano tali da limitare adeguatamente la velocità, gli attuatori del motore devono assicurare la protezione contro la sovravelocità quando questa possa provocare condizioni di pericolo.

7.6.2 Protezione contro la sovravelocità dell'equipaggiamento

Quando la velocità sicura di funzionamento dell' equipaggiamento è minore di quella del motore principale, devono essere prese misure per limitare tale velocità.

7.7 Protezione della sequenza delle fasi

Quando una mancanza di fase o una scorretta sequenza della fasi della tensione di alimentazione può causare una condizione pericolosa o un danno alla macchina, deve essere fornita adeguata protezione.

7.8 Protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica e di manovra

Quando necessario devono essere previsti dispositivi di protezione contro gli effetti delle sovratensioni di origine atmosferica o di manovra.

Ove forniti, i dispositivi per l'eliminazione delle sovratensioni di origine atmosferica devono essere collegati conformemente a quanto riportato sul marking (targhetta) del prodotto e sulle istruzioni di installazione.

Ove forniti, i dispositivi per l'eliminazione delle sovratensioni di manovra devono essere collegati tra i terminali dell'equipaggiamento che richiede tale protezione.

7.9 Impianto di rifasamento

7.9.1 Protezione da sovracorrenti

Quando sono installati dei condensatori per il rifasamento dei motori su circuiti con tensione nominale fino a 600V, devono essere previste adeguate protezioni di minima e massima corrente per i conduttori. Tutti i condensatori o gruppi di condensatori, devono essere protetti contro possibili danneggiamenti. Sono ammesse protezioni già integrate negli elementi di rifasamento,

7.9.2. Elementi di scarica

I condensatori devono essere dotati di elementi (resistenze) per scaricare l'energia immagazzinata.

7.9.2.1. Tempo di scarica

La tensione ai capi del condensatore deve essere ridotta ad un valore non superiore a 50V nominali entro 1 minuto, dal momento del sezionamento dalla fonte di energia che lo alimenta.

7.9.2.2. Circuito di scarica

Il circuito di scarica deve essere permanentemente connesso ai terminali del condensatore o del gruppo di rifasamento, oppure fornito di un sistema di connessione automatica che lo collega ai condensatori ogniqualvolta viene rimossa tensione dalla linea di alimentazione principale.

8 Messa a terra

8.1 Generalità

8.1.1 Scopo

Questo capitolo definisce i requisiti per l'impianto di messa a terra e i relativi conduttori.

8.1.2 Connessioni

I conduttori di terra non devono essere connessi al circuito equipotenziale di protezione, eccetto per i sistemi derivati separatamente.

8.2 Equipaggiamento del circuito equipotenziale di protezione

Il circuito equipotenziale di protezione è costituito dalle seguenti parti:

- (1) I terminali del circuito
- (2) Le parti strutturali conduttrici dell'equipaggiamento elettrico e della macchina
- (3) L'equipaggiamento dei conduttori di terra

8.2.1.1 Tenuta al corto del circuito equipotenziale di protezione

Tutte le parti del circuito equipotenziale di protezione devono essere in grado di sopportare il massimo stress sia termico che meccanico che può essere causato da correnti di corto. Tutte le masse degli apparecchi elettrici e della macchina devono essere collegati al circuito di terra.

Eccezione: Per piccole parti quali viti, rivette e targhette sulle quali è impossibile l'instaurarsi di tensioni pericolose, non è richiesta la messa a terra.

8.2.1.2 Messa a terra dell'equipaggiamento e morsetti di terra

La macchina, tutte le masse, materiali e attrezzature che possono essere sotto tensione, devono essere messe a terra. Nel caso di apparecchiature elettriche, montate su pannelli in metallo che si trovano all'interno di armadi non metallici, i pannelli in metallo devono essere messi a terra. Dove specificato dal costruttore, i componenti devono essere collegati al circuito equipotenziale di protezione secondo le istruzioni del costruttore.

Ogni circuito di alimentazione in ingresso, deve essere dotato di un morsetto di terra.

Tutti le parti di cui sopra devono essere collegate al morsetto di terra.

Il morsetto di terra deve poter accogliere un conduttore delle dimensioni specificate in tabella 8.2.2.3.

Il morsetto di terra deve essere identificato con la parola "GROUND", con le lettere "GND" o "GRD", con la lettera "G", con il colore VERDE o con il simbolo di figura 8.2.1.3.4. In aggiunta al marking richiesto, anche le lettere PE sono ammesse per identificare questo terminale.



Figure 8.2.1.3.4 Grounding Symbol.

8.2.2 Conduttori e "bonding jumpers" di messa a terra

I conduttori e i "bonding jumpers" di messa a terra delle attrezzature devono essere identificati in accordo con il paragrafo 13.2. Per "bonding jumpers" si intendono le giunzioni permanenti (ponticelli, barre di connessione....) tra due parti metalliche che assicurano la continuità elettrica del circuito di terra.

I conduttori utilizzati per la messa a terra e per il circuito di protezione equipotenziale" devono essere di rame. Per le indicazioni di installazione si segue quanto indicato nel capitolo 12.

I conduttori e i “bonding jumpers” di messa a terra delle attrezzature possono essere isolati, ricoperti, o nudi (barre) ma devono essere protetti meccanicamente. I conduttori del circuito equipotenziale di protezione (circuito di terra) devono avere una sezione non inferiore a quella indicata nella tabella 8.2.2.3 (qui sotto riportata)

Table 8.2.2.3 Minimum Size of Equipment Grounding Conductors and Bonding Jumpers

Rating or Setting of Automatic Overcurrent Device in Circuit Ahead of the Equipment (Not Exceeding Amperes)	Copper Conductor Size (AWG or kcmil)
10	16
15	14
20	12
30	10
40	10
60	10
100	8
200	6
300	4
400	3
500	2
600	1
800	1/0
1000	2/0
1200	3/0
1600	4/0
2000	250
2500	350
3000	400
4000	500
5000	700
6000	800

8.2.3 Continuità del circuito equipotenziale di protezione

La continuità del circuito di terra deve essere garantita da adeguate connessioni tramite adeguati conduttori.

La rimozione di un dispositivo non deve interrompere la continuità del circuito di terra.

Il collegamento equipotenziale dell'equipaggiamento tramite bulloni o altri mezzi del genere è consentito se vernici e sporcizia vengono rimossi dalla superficie di giunzione e se penetrano in profondità

Canalette, conduttori e supporti per cavi non devono essere utilizzati come terminali di messa a terra

Nel caso in cui i dispositivi elettrici sono montati su porte o piastre deve essere garantita la continuità del circuito di terra.

Dove richiesto un conduttore di protezione deve collegare la porta o copertura conduttiva alla carpenteria o ad un terminale di messa a terra all'interno della carpenteria.

Apparecchiature portatili devono essere messe a terra attraverso conduttori dedicati

8.2.4 Esclusione dei dispositivi di interruzione

La messa a terra del circuito non deve contenere interruttori o dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. Le connessioni tipo presa-spina devono essere dotate di contatto di terra anticipato in chiusura e ritardato in apertura. Tali caratteristiche non sono richieste per connettori o prese-spina interbloccate

8.2.5 Punti di collegamento del conduttore equipotenziale di protezione

Tutti i conduttori di terra devono terminare in conformità a quanto previsto in 13.1. I punti di giunzione dei conduttori di protezione non devono avere altre funzioni.

Il punto di collegamento del conduttore di terra, ad eccezione del terminale del circuito equipotenziale, è identificato dal colore VERDE, dalla combinazione di colori VERDE E GIALLO o dall'uso del simbolo della figura 8.2.1.3.4

8.3 Circuiti di controllo

I circuiti di controllo possono essere messi a terra oppure no. Dove la messa a terra è prevista, il secondario del trasformatore di controllo se è a corrente alternata o dell'alimentatore se è in corrente continua, deve essere messo a terra.

Eccezione n.1: I circuiti di controllo di tipo PELV devono essere messi a terra.

I circuiti di comando senza messa a terra devono essere dotati di un dispositivo di controllo dell'isolamento in grado di indicare un guasto a terra o interrompere il circuito automaticamente dopo un guasto a terra

Eccezione: I circuiti in Class 2 di cui all'articolo 725 di NFPA 70, (National Electrical Code), non richiedono il controllo dell'isolamento.

8.4 Circuiti di illuminazione

I conduttori che alimentano i circuiti di illuminazione della macchina e i circuiti di illuminazione di interno quadro, devono essere messi a terra. I conduttori di terra devono essere identificati in conformità al paragrafo 13.2.

Se il circuito di illuminazione è alimentato da un trasformatore di isolamento dedicato, un terminale del secondario del trasformatore deve essere collegato direttamente al circuito di terra.

Il conduttore di terra, se passa per un porta lampade a vite, deve essere collegato alla vite.

9 Circuiti e funzioni di controllo

La normativa americana NFPA79 per tutti quelli che sono i requisiti dei circuiti di controllo, ricalca quasi alla lettera la normativa europea EN60204-1 (equipaggiamento elettrico a bordo macchina).

Per quanto riguarda poi in particolare gli aspetti legati alla sicurezza, anche la normativa americana, al pari di quella europea, si rifà ai principali standard internazionali ISO12100, ISO13849-1 e IEC62061

9.1 Circuiti di controllo

9.1.1 Alimentazione del circuito di controllo

I circuiti di controllo in corrente alternata devono essere alimentati da trasformatori di controllo; non è ammesso alimentare o derivare circuiti di controllo da autotrasformatori.

Si possono alimentare i circuiti di controllo da prese di tensione di trasformatori di potenza a più avvolgimenti, nel caso che la tensione sull' avvolgimento, da cui si prende alimentazione, non superi 120 VAC e la locale corrente di corto circuito risultante non superi i 1000 A (valore efficace rms)

Esempio:

La corrente di corto circuito al secondario di un trasformatore si può calcolare nel modo seguente:

$$I_{cc \text{ sec}} = I_{sec} * U_n / V_{cc\%}$$

dove,

I_{ccsec} = corrente c.c. secondaria

I_{sec} = corrente secondaria

$V_{cc\%}$ = Tensione di corto circuito in %

Ad esempio, per un trasformatore monofase con primario 480V:

Potenza	Vn (Sec)	Corrente Sec.	vcc%	Vcc	Icc sec.
1000	120	8,33	3,6	4,32	231,48
1000	24	41,67	3,6	0,864	1157,41
2500	120	20,83	2,9	3,48	718,39
3000	120	25,00	2,9	3,48	862,07
4000	120	33,33	2,8	3,36	1190,48

I circuiti di controllo in corrente continua, quando sono collegati al circuito di terra devono essere alimentati in uno dei seguenti modi:

- da un avvolgimento separato di un trasformatore
- da un trasformatore di controllo dedicato
- da un alimentatore DC UL Listed

Pertanto non è consentita l'alimentazione in continua tramite ponte raddrizzatore.

9.2.2 Funzioni di arresto

Le funzioni di arresto operano togliendo tensione ai circuiti principali con priorità rispetto alle funzioni di marcia. Il reset delle funzioni di stop non dovrà determinare l'instaurarsi di alcuna condizione di pericolo.

Le funzioni di arresto si suddividono in tre distinte categorie :

- (1) CATEGORIA 0 è un arresto incontrollato, realizzato togliendo bruscamente l'alimentazione agli attuatori della macchina
- (2) CATEGORIA 1 è un arresto controllato, nel quale si mantiene l'alimentazione di potenza agli attuatori della macchina fino a quando questa si ferma; solo a quel punto viene tolta completamente l'alimentazione
- (3) CATEGORIA 2 è un arresto controllato nel quale, ad arresto completato, viene mantenuta l'alimentazione agli attuatori di macchina



Differenti operatori della pulsanteria 800F

9.2.3 Modi di funzionamento

Ogni macchina può avere uno o più modi di funzionamento (ad es. automatico, manuale, normale, con bypass etc.) determinati dal tipo di macchina e da come è impiegata.

Si deve impedire che la selezione, anche involontaria, di un modo di funzionamento possa generare situazioni di pericolo. Per questo motivo la macchina non può incominciare il suo ciclo di lavoro dopo la sola scelta di un modo di funzionamento: un' ulteriore e separata azione da parte dell' operatore deve essere necessaria per l'avvio della macchina

Le misure di sicurezza e protezione devono sempre rimanere attive in ogni modo di funzionamento della macchina.

Il modo di funzionamento selezionato deve essere indicato e visibile, ad esempio con la posizione di un selettore di modo, con la segnalazione di un indicatore luminoso o con l'indicazione su un display.

9.2.4 sospensione delle protezioni e/o delle funzioni di sicurezza

Se può rendersi necessario sospendere una o più delle protezioni e/o funzioni di sicurezza (ad es. per interventi di manutenzione o regolazione sulla macchina) deve essere possibile operare senza che nel frattempo vengano avviate operazioni automatiche. A tal fine deve essere presente un selettore di modo di funzionamento o mezzo equivalente e deve poter essere bloccato (ad esempio con lucchetto) nella modalità desiderata, in modo da impedire operazioni in automatico. Il circuito di controllo per la sospensione delle protezioni/funzioni di sicurezza deve rispettare gli stessi requisiti di sicurezza delle protezioni/funzioni di sicurezza che va a sospendere.

In aggiunta, uno o più dei seguenti accorgimenti deve essere realizzato:

- inizio del movimento mediante dispositivo di comando ad azione mantenuta o simile
- postazione di comando portatile con un dispositivo di arresto di emergenza e, dove è necessario, un dispositivo di consenso. Se si utilizza una postazione portatile, il movimento può essere comandato solo da quella postazione.
- Limitare la velocità o la potenza del movimento
- Limitare l'escursione/ampiezza del movimento



Relè di sicurezza MSR57P un sistema dedicato al controllo delle velocità per l'accesso alle aree pericolose. La soluzione di controllo Safe-Speed MSR57P permette di monitorare e controllare in piena sicurezza la velocità, consentendo all'operatore di macchina di eseguire, in condizioni sicure, azioni pericolose quali lavori di manutenzione e pulizia senza dover arrestare la macchina. Questo permette di incrementare la produttività.

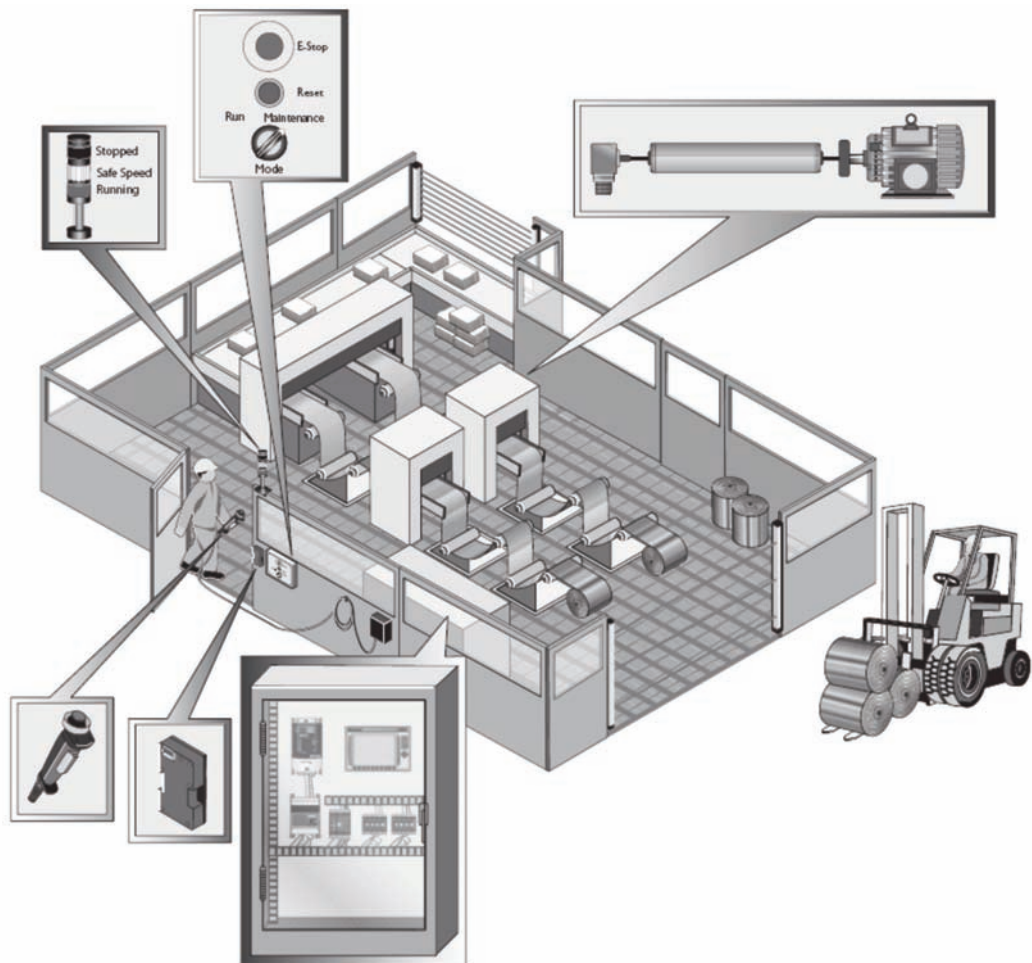
Descrizione applicazione MSR57P

Condizioni di esercizio

- La porta è chiusa e bloccata con un interruttore di sicurezza interbloccato tipo TLS3
- La macchina è in funzione a velocità normale

Condizioni di manutenzione

- al fine di rimuovere una condizione d'inceppamento materiale e/o durante l'avvio, l'operatore deve entrare nella zona pericolosa.
- l'operatore genera una richiesta d'accesso alla zona pericolosa per risolvere il problema
- il modulo di sicurezza MSR57 comanda la diminuzione della velocità fino al valore prefigurato
- una volta che la velocità è uguale o inferiore al valore di velocità limitata, viene comandato lo sblocco della protezione
- se configurato, l'utente accede alla zona pericolosa mantenendo la pressione sul pulsante di comando ad azione mantenuta. In caso contrario la macchina si ferma
- l'operatore esegue la manutenzione della macchina "sotto" velocità controllata
- una volta che la manutenzione è stata completata, l'operatore esce, richiude il riparo, riporta il selettore in posizione di RUN e, resettando la macchina, ritorna a velocità nominale.



9.2.5 Funzionamento

9.2.5.1 Generalità

Le modalità di sicurezza, le protezioni e opportuni interblocchi devono essere previsti per garantire un funzionamento sicuro.

Si devono prevedere misure adeguate per impedire il movimento involontario o inaspettato della macchina dopo ogni suo arresto (per esempio dovuto ad una condizione di sblocco, a un guasto dell'alimentazione, ad una sostituzione della batteria, ad un falso contatto...)

9.2.5.2 Start

L'avviamento di una operazione deve essere possibile solo se tutte le protezioni/funzioni di sicurezza sono presenti e funzionano, ad eccezione delle condizioni previste in 9.2.4

Per quelle macchine in cui, per particolari operazioni, le protezioni/funzioni di sicurezza non possono essere applicate, il comando manuale di tali funzioni sarà eseguibile solo con dispositivi ad azione mantenuta, assieme a dispositivi di consenso, quando previsti.

Devono essere previsti interblocchi adeguati per assicurare corrette sequenze di avviamento

Per macchine che per iniziare il funzionamento richiedono l'impiego di più postazioni di comando, devono essere rispettati i seguenti criteri:

- (1) Ogni postazione deve avere un distinto comando manuale di avviamento
- (2) Tutte le condizioni necessarie per il funzionamento della macchina devono essere soddisfatte
- (3) tutti i dispositivi di comando di avviamento devono essere, a riposo, in posizione "OFF" prima che sia possibile un'operazione di avviamento
- (4) tutti i dispositivi di comando di avviamento devono essere azionati contemporaneamente

9.2.5.3 Stop

Ogni macchina deve essere equipaggiata con almeno un arresto in Categoria 0. Devono essere previsti arresti di Categoria 0, Categoria 1, e/o Categoria 2 dove indicato dalla valutazione di analisi del rischio e dai requisiti di funzionamento della macchina.

I dispositivi di arresto in Categoria 0 e categoria 1 devono poter funzionare indipendentemente dalla scelta del modo di funzionamento della macchina, e quelli di Categoria 0 devono avere la priorità.

La funzione di arresto deve essere realizzata togliendo alimentazione e deve prevalere sulle relative funzioni di avviamento.

Quando richiesto devono essere forniti dei mezzi di connessione per i dispositivi di protezione e di interblocco. Nel caso in cui un dispositivo di protezione o di interblocco provochi un arresto della macchina, può essere necessario segnalare tale condizione alla logica del sistema di controllo. Il ripristino della funzione di arresto non deve determinare alcuna condizione di pericolo.

9.2.5.4 Operazioni di emergenza (arresto di emergenza e interruzione di emergenza)

L'arresto e l'interruzione di emergenza sono misure di protezione complementari e non dei mezzi primari di riduzione del rischio per i pericoli generati dalla macchina quali intrappolamento, schiacciamento, folgorazione, bruciature... (vedere ISO 12100).

Principi per la progettazione dell'arresto di emergenza, compresi gli aspetti funzionali, sono indicati nella ISO 13850. Per un riepilogo delle funzioni di emergenza si veda anche l'allegato E della EN60204.

I requisiti per le operazioni di emergenza sono le seguenti:

(1) le funzioni di arresto di emergenza e di interruzione di emergenza devono essere entrambe avviate da una singola e specifica azione umana.

(2) una volta eseguito il comando sull'attuatore, occorre che l'effetto di tale comando venga mantenuto fino ad un successivo ripristino. Il ripristino del comando non deve riavviare la macchina ma solo permetterne il riavvio

(3) Non deve essere possibile riavviare la macchina fino a quando tutti i comandi di arresto di emergenza non siano stati ripristinati.

9.2.5.4.1 Arresto di emergenza

Le funzioni di arresto di emergenza devono essere progettate per essere attivate con una singola azione umana.

Oltre ai requisiti per l'arresto, l'arresto di emergenza deve rispettare le seguenti prescrizioni:

(1) Deve prevalere su tutte le altre funzioni e operazioni della macchina in qualunque modalità di funzionamento

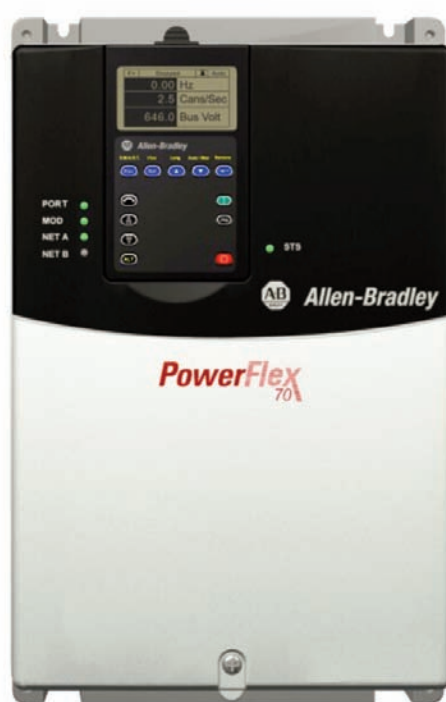
(2) L'alimentazione agli attuatori della macchina che comporti condizioni di pericolo deve essere tolta il più velocemente possibile senza creare ulteriori pericoli (es: prevedendo dei mezzi meccanici di arresto che non richiedano alimentazione esterna, o con una controfrenatura in corrente per realizzare un arresto in Categoria 1)

(3) Il ripristino del comando non deve riavviare la macchina ma solo predisporre il riavvio

L'arresto di emergenza sarà in Categoria 0 o in Categoria 1, da determinarsi in base alla valutazione di rischio della macchina (a questo proposito si veda anche la normativa ANSI B11 TR3 e la ISO TR 14121-2).

Quando si impiega un arresto di emergenza in Categoria 0 o in Categoria 1, la progettazione del circuito (considerando anche i sensori, la logica e gli attuatori) deve tenere conto dei rischi relativi come richiesto in 4.1 e 9.4.1 . Deve essere assicurato che, al termine, sia tolta alimentazione agli attuatori di macchina attraverso componenti elettromeccanici.

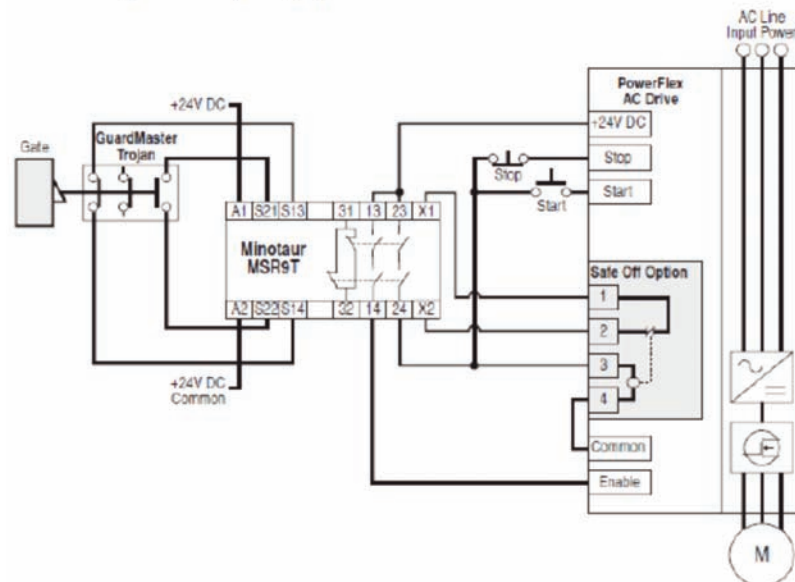
Eccezione: Drive o apparecchiature con uscite allo stato solido (softstarters, contattori statici..), progettati per impieghi inerenti la sicurezza (safety related functions) sono ammessi come apparecchi per il sezionamento finale della potenza purchè progettati secondo standard di sicurezza. Tali standard di sicurezza sono la IEC 61508 e la IEC 61800-5-2 (relevant safety standard)



Inverter della serie Power Flex 70 con funzionalità di safe off (arresto sicuro) integrata. Con questa funzionalità l'inverter integra già dei contatti di potenza a guida forzata da interfacciare con una centralina di sicurezza esterna che ne controlla la funzionalità. Con questa funzionalità non è più necessario utilizzare un contattore elettromeccanico esterno.

Example 1
Safe-Off Connection with Coast-to-Stop Action, Dual Channel

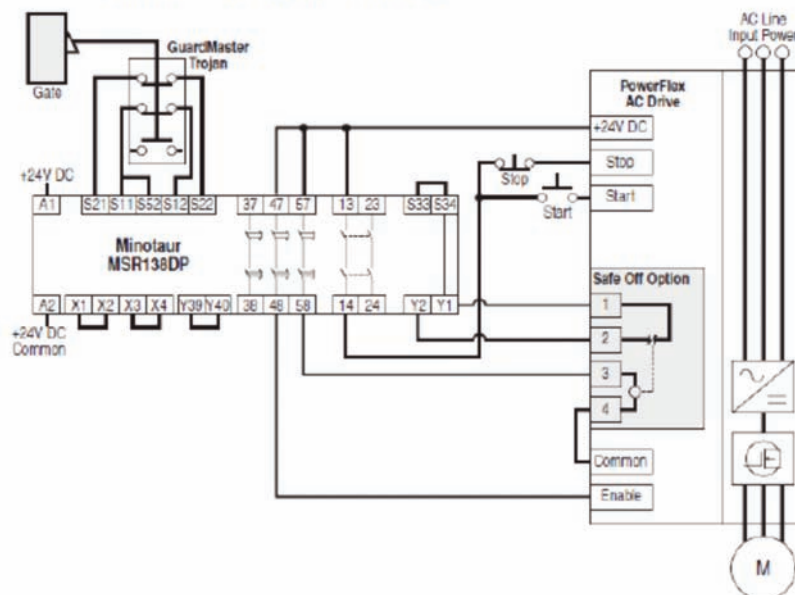
Figure 10 Stop Category 0 – Coast



Schema elettrico di un inverter Power Flex con funzione di safe-off con arresto per inerzia in categoria 0 a doppio canale

Example 2
Safe-Off Connection with Controlled Stop Action, Dual Channel

Figure 11 Stop Category 1 – Controlled



Schema elettrico di un inverter Power Flex con funzione di safe-off con arresto controllato in categoria 1 a doppio canale

9.2.5.4.2 Interruzione di emergenza

Per interruzione di emergenza si intende la manovra attuata direttamente sul circuito principale (di potenza) attraverso dispositivi adatti alla funzione di emergenza. La funzione di interruzione di emergenza deve essere progettata per poter essere attuata attraverso una singola azione umana.

L'interruzione di emergenza è permessa se si presentano le seguenti condizioni:

- (1) la protezione contro i contatti diretti sia effettuata solamente ponendo le parti scoperte fuori portata oppure mediante ostacoli
- (2) esiste la possibilità di altri pericoli o danni provocati dall'elettricità

L' interruzione di emergenza deve essere realizzata interrompendo l'alimentazione della macchina ed effettuando così un arresto in Categoria 0

9.2.5.5 Comandi ad azione mantenuta



Dispositivi di comando ad azione mantenuta serie 440J con funzionalità di Jog e arresto d'emergenza integrate fornibili opzionalmente

I comandi ad azione mantenuta (ad es: funzioni JOG o INCH) richiedono l'attivazione mantenuta dei dispositivi di comando per svolgere l' operazione. Le funzioni JOG o INCH possono operare solo nella modalità manuale. La funzione di marcia indietro-manuale è da considerarsi una funzione JOG . Un'adeguata interfaccia operatore ed un apposito modo di selezione per Jog/Inch devono impedire, finché queste ultime sono in esecuzione, manovre automatiche sulla macchina.

9.2.5.6 Comando a due mani



Pulsanti a sfioramento serie 800Z utilizzati nei dispositivi di comando a due mani

Tutti i sistemi di comando a due mani devono presentare le seguenti caratteristiche:

- (1) essere dotati di due dispositivi di comando, da attivare simultaneamente con entrambe le mani
- (2) l'attivazione dei due dispositivi di comando deve avvenire, l'uno rispetto all'altro, entro un determinato tempo limite non superiore a 0.5 secondi
- (3) quando si supera il tempo limite, entrambi i dispositivi di comando devono essere rilasciati prima di riprovare una nuova operazione di partenza
- (4) per consentire il funzionamento della macchina, i dispositivi di comando devono rimanere entrambi attivati
- (5) in caso di rilascio di uno dei due o di entrambi, la macchina deve arrestarsi immediatamente
- (6) il riavvio della macchina richiede il rilascio di entrambi i dispositivi di comando

Questi requisiti corrispondono a quelli previsti dalla normativa ISO 13851 e della EN 574 per il comando a due mani di tipo III

9.2.5.7 Contollo di abilitazione

La funzione di controllo di abilitazione, che includa l'uso di un dispositivo di abilitazione, quando è attivata consente l'avvio del funzionamento della macchina attraverso un comando separato di avviamento e, quando è disattivata, ferma la macchina impedendone il funzionamento. Un dispositivo di abilitazione deve

essere progettato in modo da permettere il movimento quando attivato, in una sola posizione. In ogni altra posizione il movimento sarà impedito

I comandi di abilitazione devono avere le seguenti caratteristiche:

- (1) essere collegati ad un sistema di arresto in Categoria 0 o in Categoria 1
- (2) essere realizzati rispettando principi ergonomici
- (3) Per i tipi a due posizioni, le funzioni devono essere così definite:
 - (a) La posizione 1 corrisponde alla funzione OFF dello switch (l'attuatore non è azionato)
 - (b) La posizione 2 corrisponde alla funzione di abilitazione (l'attuatore è azionato)
- (4) Per i tipi a tre posizioni, le funzioni devono essere così definite:
 - (a) La posizione 1 corrisponde alla funzione OFF dello switch (l'attuatore non è azionato)
 - (b) La posizione 2 corrisponde alla funzione di abilitazione (l'attuatore è azionato nella sua posizione di mezzo)
 - (c) La posizione 3 corrisponde alla funzione OFF dello switch (l'attuatore è azionato oltre la sua posizione di mezzo)
- (5) Un comando di abilitazione a tre posizioni consente il funzionamento manuale in posizione 3; quando viene spostato dalla posizione 3 alla 2 il funzionamento non sarà abilitato

9.2.7 Comando senza fili

I sistemi di comando con tecniche senza fili (es. onde radio, infrarossi) per trasmettere comandi o segnali tra un sistema di controllo della macchina e una, o più, postazioni di comando dell'operatore devono rispettare i requisiti di questa sezione.

Devono essere forniti mezzi per verificare gli elementi di memoria (come previsto nella nuova edizione del 2012) della postazione di comando dell'operatore.

Si dovranno prevedere, se necessario, mezzi (interruttori a chiave, codici di accesso..) per impedire un uso non autorizzato della postazione di comando dell'operatore.

Ogni postazione di comando dell'operatore dovrà indicare in maniera inequivocabile quale, o quali macchine controlla.

Devono essere forniti mezzi visivi e sonori adeguati per l'indicazione di stato attivo o inattivo come previsto nella nuova edizione del 2012.

Le postazioni di comando senza fili devono comprendere un dispositivo separato e chiaramente identificabile per attivare la funzione di arresto della macchina o di tutte le operazioni che possano causare una condizione di pericolo. Gli attuatori di tale funzione di arresto non devono essere marcati o riportare etichette che li identifichino come dispositivi di arresto di emergenza, nemmeno se la funzione di arresto attivata sulla macchina provocasse sulla macchina una funzione di arresto di emergenza.

Una macchina in cui funzioni critiche di sicurezza siano gestite con apparecchiature senza fili deve avere un sistema che attivi automaticamente l'arresto della macchina e ne impedisca funzionamenti potenzialmente pericolosi nelle situazioni che seguono:

- (1) quando è ricevuto un segnale di arresto
- (2) quando è rilevata un'avaria nel sistema senza fili
- (3) quando, entro un tempo specifico, non è stato rilevato alcun segnale valido

9.2.7.4 Comunicazione seriale

In una macchina dove il controllo di funzioni critiche di sicurezza si basi su una comunicazione seriale di dati, la corretta comunicazione deve essere garantita utilizzando un metodo di rilevamento di errore che sia in grado di operare utilizzando fino a tre bit di errore in qualsiasi sequenza di comando. Il grado di sicurezza del sistema di comunicazione seriale deve essere approvato per avere lo stesso grado di sicurezza dei sistemi elettromeccanici installati rispettando questa normativa

9.3 Interblocchi di sicurezza



Finecorsa a chiave con o senza interblocco della serie Trojan 440K

9.3.1 Richiusura o riattivazione delle protezioni di interblocco

La richiusura o la riattivazione di una protezione con interblocco non deve avviare movimenti o funzionamenti pericolosi della macchina.



Esempio di utilizzo di finecorsa con interblocco di sicurezza. Il dispositivo impedisce l'accesso a zone pericolose se non dopo aver sicuramente eliminato il pericolo; tale è ad es. un finecorsa a chiave con blocco o sblocco elettrico, montato su una portella o su un carter di accesso ad una zona pericolosa

9.3.2 Superamento dei limiti di funzionamento

Quando il superamento di un limite di funzionamento (es. velocità, pressione, posizione) può portare ad una condizione pericolosa, si devono predisporre sistemi per rilevare quando viene superato un prefissato limite e di conseguenza agire con un controllo adeguato.

9.3.4 Interblocchi tra operazioni diverse e movimenti contrari

Tutti i contattori, i relè e gli altri dispositivi di comando che controllano elementi di macchina e che possono provocare una situazione pericolosa quando azionati contemporaneamente (es: quelli che comandano movimenti contrari) devono essere interbloccati per impedire manovre errate.

Contattori e avviatori per motori che comandino movimenti opposti (es. teleinversione per senso di rotazione del motore) devono essere interbloccati sia elettricamente che meccanicamente per impedire la loro azione contemporanea. Relè e solenoidi che sono interbloccati meccanicamente devono essere interbloccati anche elettricamente.



Teleinvertitore serie 104C

Se sulla macchina vi sono, per ragioni di sicurezza o di continuità di funzionamento funzioni interconnesse, occorre sia assicurato il loro adeguato coordina-

mento con opportuni interblocchi. Per un gruppo di macchine che funzionano insieme in modo coordinato, e provviste di più di una unità di comando, devono essere realizzati adeguati sistemi per coordinare e controllare i comandi di tali unità.

Se un guasto all'attuatore del freno meccanico può provocare il funzionamento del freno quando l'attuatore di macchina corrispondente è in tensione e una situazione di pericolo ne può scaturire, è necessario prevedere adeguati interblocchi per togliere alimentazione all'attuatore.

9.4 Funzioni di comando in caso di guasto

9.4.1 Requisiti generali

Quando guasti o disturbi in un equipaggiamento elettrico possono causare una condizione di pericolo o un danno alla macchina o alla produzione, devono essere prese misure adeguate per ridurre al minimo la probabilità che si verifichino tali guasti o disturbi.

I circuiti elettrici di comando (intesi quindi come singoli componenti e loro combinazione) devono raggiungere un adeguato "level of performance" determinato in base alla valutazione di rischio della macchina.

Le IEC 62061, le ISO 13849-1, le ISO 13849-2 e le ANSI B11-TR4, forniscono le prescrizioni alla progettazione dei circuiti elettrici di comando i cui livelli di prestazione di sicurezza sono determinati dall'analisi del rischio della macchina. Misure per ridurre tali rischi includono, ma non sono limitate a:

- 1) dispositivi di protezione sulla macchina (ripari con interblocco, dispositivi di rilevamento presenza....)
- 2) interblocchi di protezione del circuito elettrico
- 3) uso di comprovate tecniche circuitali e componenti di comprovata affidabilità
- 4) azione completa o parziale di ridondanza o diversità
- 5) test di funzionamento

Ulteriori dettagli sulle misure da adottare, sono contenute nell'allegato H della NFPA79 ove sono contenute preziose informazioni su come realizzare la ridondanza e la diversità nei circuiti di controllo.



Il laserscanner di sicurezza ha il compito di proteggere persone e impianti. È stato creato per sorvegliare le aree di pericolo in luoghi chiusi e si presta a:

- proteggere le aree di pericolo
- proteggere i punti di pericolo
- proteggere gli accessi
- proteggere i veicoli

La capacità di rilevamento del dispositivo è tale da non consentire il raggiungimento delle zone pericolose con gli arti. Il laserscanner deve essere posizionato a sufficiente distanza dalla zona pericolosa in modo che gli elementi in movimento si arrestino prima che una persona, che entra all'interno della zona protetta, possa raggiungerli.

9.4.2. Protezione contro manovre involontarie dovute a guasti verso terra e interruzioni della tensione di alimentazione

Qualsiasi guasto verso terra nei circuiti di controllo, non deve causare una partenza involontaria o altro movimento potenzialmente pericoloso, o impedire l'arresto della macchina. La messa a terra del circuito di controllo deve essere realizzata in conformità con le prescrizioni contenute nei paragrafi 8.2 e 8.3

Circuiti di controllo non connessi a terra sono ammessi, purché siano provvisti di un dispositivo di controllo dell'isolamento che, nell'eventualità di un guasto a terra, sia in grado di segnalarlo o di interrompere automaticamente il circuito. Deve essere poi impedito il riavvio della macchina se il guasto verso terra persiste.

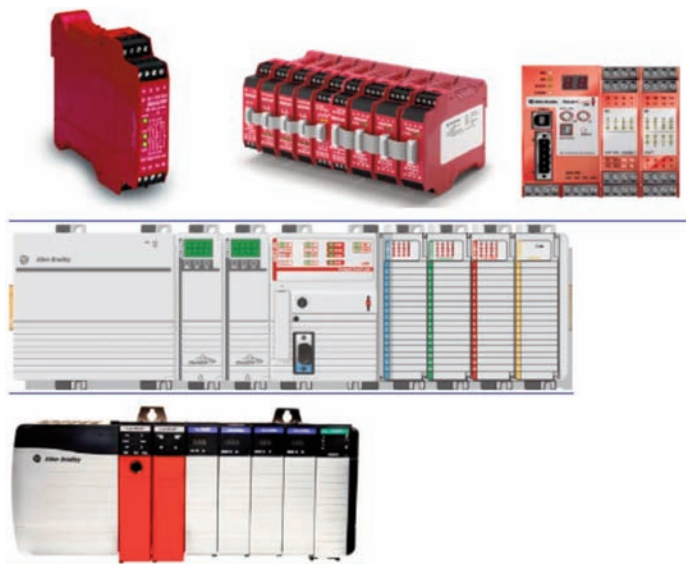
9.4.2.2. Interruzione della tensione di alimentazione

Valgono sempre tutti i requisiti previsti al paragrafo 7.5 (vedere capitolo 7)

Se viene usata una memoria, deve essere assicurato il suo funzionamento durante un'interruzione della tensione di alimentazione (per es. utilizzando una memoria non volatile) in tutti quei casi in cui la perdita di memoria possa portare ad una situazione di pericolo

9.4.3 Sistemi di controllo con apparecchiature programmabili (plc)

Le normative internazionali IEC 62061, ISO 13849-1 e ISO 13849-2, definiscono i requisiti di sicurezza dei circuiti di controllo che includono l'uso di controllori programmabili. IEC 61508 definisce i requisiti che i controllori programmabili di sicurezza devono soddisfare. La IEC 61800-5-2- e la IEC61508 descrivono le linee guida che le funzioni di sicurezza dei drives devono rispettare.



Completa gamma di dispositivi per il controllo dei circuiti di sicurezza: dall'alto verso il basso, da sinistra verso destra centraline di sicurezza serie MSR100, sistema modulare MSR200/300, plc compatto Smart guard, plc modulare Compact Guard Logix e PLC ad alte prestazioni Control Guard Logix. Il plc di sicurezza viene sempre più utilizzato al posto delle tradizionali centraline, negli impianti complessi dove vi è un alto numero di attuatori (contattori) e dispositivi d'ingresso (finecorsa, pulsanti d'emergenza...) e/o dove sono richieste funzionalità avanzate. Caratteristica del plc di sicurezza è quella di essere dotato di una doppia cpu (ridondanza) che si autocontrollano raggiungendo i più alti livelli di sicurezza (performance level 4, SIL 3)

9.4.3.1 Modifiche del software

Sistemi ed apparecchiature elettroniche programmabili devono essere progettati e costruiti in modo che la possibilità di modificare il loro programma di lavoro sia limitata al solo personale autorizzato e richieda un equipaggiamento specifico o altri mezzi per accedere al programma (es: codici di accesso, interruttori a chiave)

Eccezione: Il costruttore della macchina ha il permesso di riservarsi il diritto di non consentire all'utente di modificare il programma.

9.4.3.2. Protezione e salvaguardia della memoria

Devono essere predisposti mezzi adeguati per prevenire alterazioni delle memorie da parte di personale non autorizzato

Una perdita di memoria non deve condurre ad una situazione pericolosa

Gli alimentatori di equipaggiamenti elettronici che richiedono la salvaguardia della memoria, devono essere dotati di una batteria di back up di capacità sufficiente a impedire una perdita di memoria per un periodo di almeno 72 ore.

9.4.3.3. Verifica del software

Equipaggiamenti che usano logiche riprogrammabili, dovranno essere dotati di mezzi adatti per verificare che il software sia conforme con la documentazione del programma

9.4.3.4 Applicazioni nell' ambito di funzioni di sicurezza

I controllori programmabili (plc) per poter essere impiegati per funzioni di sicurezza devono essere omologati (listed) per tale uso

I controllori programmabili che sovrintendono a funzioni di sicurezza devono essere in grado di autocontrollarsi (come previsto nella nuova edizione del 2012) e rispettare tutti i punti seguenti:

(1) in caso di guasto, questo non deve portare alla perdita delle funzioni di sicurezza. Per funzioni di sicurezza si intende la capacità di auto-monitorare e arrestare l' applicazione e cioè

- a) controllare ed eseguire lo spegnimento del sistema in condizioni di sicurezza
- b) impedire operazioni successive fino a che il componente difettoso sia stato riparato
- c) impedire avviamenti intempestivi quando il guasto è stato risolto

(2) realizzare una protezione equivalente a quella di un sistema di controllo che utilizzi componenti elettromeccanici cablati

(3) essere conforme ad una normativa approvata che definisca i requisiti per tali sistemi come menzionato in 9.4.3.

10 Interfaccia operatore e dispositivi di controllo

10.1 Generalità

10.1.1 Applicabilità

Questo capitolo riporta le prescrizioni per i dispositivi montati all'esterno o parzialmente all'esterno degli involucri di comando e controllo.

10.1.2 Collocazione e montaggio

Per quanto possibile, i dispositivi di comando devono essere:

(1) facilmente accessibili

(2) montati in modo tale da minimizzare la possibilità di danneggiamento a causa di attività quali la movimentazione dei materiali.

Gli attuatori dei dispositivi di comando azionati a mano devono essere scelti e installati nel seguente modo:

(1) installati ad un'altezza non inferiore a 0,6m sopra il piano di servizio ed essere facilmente raggiungibili dall'operatore quando si trova nella sua posizione normale di lavoro.

(2) l'operatore non deve venire a trovarsi in una situazione pericolosa quando li manovra.

(3) sia minima la possibilità di una manovra non intenzionale.

I dispositivi di controllo di bordo macchina (per es. finecorsa, freni, solenoidi, sensori...) devono essere installati in un ambiente il più possibile asciutto e pulito a meno che non siano espressamente costruiti per un diverso ambiente. Devono essere protetti contro danneggiamenti di natura meccanica e deve essere evitata la possibilità di azionarli attraverso i normali movimenti della macchina o dell'operatore

Tutti i finecorsa e i sensori devono essere installati in modo tale da evitare che movimenti accidentali della macchina possano danneggiarli.

I solenoidi devono essere montati in modo tale che eventuali liquidi non penetrino all'interno delle parti elettriche

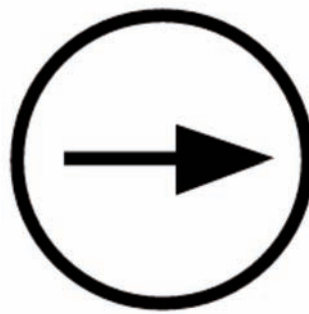
10.1.3 Protezione

Le interfacce operatore, i dispositivi di comando e le custodie devono essere idonei per l'ambiente in cui verranno installati e devono resistere alle sollecitazioni di utilizzo previste.

10.1.4 Sensori di posizione

I sensori di posizione (per es. finecorsa, prossimiti...) devono essere disposti in modo che non possano essere danneggiati in caso di oltrecorsa.

I sensori di posizione utilizzati in circuiti aventi funzioni di sicurezza devono funzionare ad apertura positiva (secondo IEC 60947-5-1) o garantire un'affidabilità equivalente



10.1.5 Postazioni di comando portatili e pensili

Le postazioni di comando portatili o pensili ed i loro dispositivi di comando devono essere scelti e predisposti in maniera tale da minimizzare la possibilità di funzionamenti non intenzionali della macchina.

Le postazioni di comando pensili che sono sospese verticalmente devono essere conformi ai requisiti contenuti in 13.4.2 o 13.5.10.

10.1.6 Dispositivi di interfaccia operatore

I dispositivi di interfaccia operatore devono essere montati in una posizione tale da minimizzare l'esposizione ad olio, liquido di raffreddamento e altri contaminanti.

Devono essere raggiungibili normalmente dall'operatore di macchina e devono essere collocati in modo che l'operatore non sia esposto a pericoli e che risulti improbabile una loro operazione non intenzionale determinata dal normale movimento della macchina, o dall'operatore.

Tutti i pulsanti di avviamento devono essere montati sopra o alla sinistra del pulsante d'arresto a loro associato.

Eccezione: pulsanti di avviamento in serie, come ad esempio pulsanti che operano su punzonatrici.

10.1.7 Interruttori a pedale

Gli interruttori a pedale usati per operazioni in cui l'azionamento accidentale potrebbe creare una situazione di pericolo, devono essere protetti per evitare un azionamento accidentale da caduta di oggetti o da oggetti in movimento.

Eccezione: Gli interruttori a pedale usati per l'arresto di emergenza secondo il paragrafo 10.7.2 non possono essere coperti o incappucciati.

10.2 Pulsanti e dispositivi di interfaccia grafica a colori

10.2.1 Pulsanti

I pulsanti usati per avviare una funzione di arresto devono essere del tipo sporgente o a fungo.

10.2.2 Colori

I pulsanti e le icone (simboli) di avvio dei dispositivi di interfaccia grafica a colori, devono essere conformi al codice colori riportato nei paragrafi seguenti .

10.2.2.1 Avviamento

Il colore preferito per i pulsanti d'avviamento è il VERDE. Sono ammessi il NERO, il GRIGIO e il BIANCO, perchè rappresentano colori non assegnati. Il ROSSO è assolutamente vietato.

10.2.2.2 Arresto

Il colore preferito per i pulsanti d'arresto è il ROSSO. Sono ammessi il NERO, il GRIGIO e il BIANCO. Il VERDE è assolutamente vietato.

10.2.2.3 Arresto d'emergenza

Per il pulsante d'arresto d'emergenza deve essere usato il rosso

10.2.2.4 Azione alternativa

I pulsanti che, quando premuti, agiscono alternativamente come avvio e arresto o come on e off devono essere NERO, BIANCO o GRIGIO. Il ROSSO, il GIALLO o il VERDE non possono essere utilizzati.

10.2.2.5 Condizioni anomale

Per le condizioni anomale, si devono utilizzare pulsanti di colore GIALLO.

10.2.2.6 Pulsanti ad azione mantenuta

I pulsanti che azionano un movimento quando vengono premuti e fermano il movimento quando sono svincolati devono essere NERO, BIANCO, GRIGIO o BLU con preferenza per il NERO.

10.2.2.7 Ripristino

I pulsanti di ripristino devono essere BLU, NERI, BIANCHI o GRIGI eccetto quando funzionano come pulsante d'arresto o disinserzione: in questo caso si deve usare il ROSSO.

10.2.3 Legende

Una legenda (etichetta) deve essere fornita per ogni dispositivo di interfaccia operatore al fine di identificare la sua funzione e deve essere collocata in modo che possa essere facilmente leggibile dall'operatore della macchina dalla posizione di normale funzionamento. Le legende non devono degradarsi e devono essere adatte per l'ambiente in cui lavorano.

Eccezione: i pulsanti di arresto di emergenza non richiedono alcuna legenda purchè soddisfino il requisito posto in 10.7.3.

10.3 Indicatori luminosi e dispositivi di interfaccia grafica a colori



Indicatori luminosi da pannello serie 855P

10.3.1 Modalità d'impiego

Gli indicatori luminosi e i visualizzatori servono per fornire le seguenti informazioni:

(1) segnalazione per attirare l'attenzione dell'operatore o per indicargli di eseguire una determinata manovra. I colori ROSSO, GIALLO, VERDE e BLU sono abitualmente usati per questo scopo.

(2) conferma di un comando o di una condizione o per segnalare la fine di un periodo di cambiamento. I colori BLU e BIANCO sono abitualmente usati per questo scopo. In alcuni casi si può usare anche il colore VERDE.

Gli indicatori luminosi usati come segnalatori di allarme o pericolo, devono poter essere montati con facilità al fine di verificarne agevolmente il corretto funzionamento

10.3.2 Colori

Gli indicatori luminosi e le icone (simboli) dei dispositivi di interfaccia grafica a colori devono essere conformi al codice colore specificato nella seguente tabella



Tabella 10.3.2 Colore degli indicatori luminosi e loro significato rispetto alle condizioni della macchina

Colore	Significati		
	Sicurezza per l'operatore e per l'ambiente	Condizione di processo	Stato dell'equipaggiamento
Rosso	Pericolo	Emergenza	Guasto
Giallo (ambra)	Attenzione	Anormale	Anomalia
Verde	Sicuro	Normale	Normale
Blu	Condizione che richiede una azione mandatoria da parte dell'operatore		
Bianco o grigio o nero	Non viene attribuito nessun significato specifico		

10.3.3 Luci intermittenti

Le luci intermittenti sono autorizzate ad essere impiegate in ciascuno dei seguenti casi:

- (1) per attirare l'attenzione
- (2) per richiedere un'azione immediata
- (3) per indicare una discordanza tra il comando dato e lo stato reale dell'apparecchiatura

(4) per indicare un cambiamento in corso (intermittenza durante il periodo di transizione)

10.4 Pulsanti luminosi

Gli attuatori dei pulsanti luminosi devono essere colorati conformemente al codice della tabella 10.3.2 sopra riportata. Il colore ROSSO per l'attuatore di arresto di emergenza non deve dipendere dalla fonte di illuminazione.

10.5 Dispositivi di comando rotanti

I dispositivi di comando aventi un elemento rotante come i potenziometri e i commutatori devono essere montati in modo da impedire la rotazione della parte fissa. La sola resistenza d'attrito non può essere ritenuta sufficiente.



Torrette luminose serie 855 disponibili in tre versioni: diametro 30mm serie 855D, 50mm serie 855E, 70mm serie 855T

10.6 Dispositivi di avviamento

Gli attuatori utilizzati per produrre una funzione di avviamento o il movimento degli elementi della macchina (per es. cursori, mandrini, elementi trasportatori) devono essere costruiti e montati in modo da minimizzare il rischio di manovre non intenzionali. Gli attuatori del tipo a fungo per i comandi a due mani devono essere conformi al punto 9.2.5.6.

10.7 Dispositivi per l'arresto e per l'arresto di emergenza

10.7.1 Collocazione e operazioni.

I pulsanti di arresto normale e di arresto d'emergenza devono essere facilmente accessibili.

I dispositivi di arresto di emergenza devono essere collocati in ogni postazione di comando dell'operatore e in altri punti operativi nei quali possa essere richiesto un arresto di emergenza.

10.7.2 Tipi

I tipi di dispositivi di arresto di emergenza includono, ma non sono limitati a:

(1) interruttori a pulsante in accordo con quanto specificato sotto e al paragrafo 10.7.3.

(2) interruttori a corda

(3) interruttori a pedale senza protezione meccanica

(4) interruttori a leva

I pulsanti dei dispositivi di arresto di emergenza devono essere del tipo ad auto-ritenuta meccanica e devono avere un funzionamento ad apertura forzata.

Gli interruttori di arresto di emergenza non possono essere interruttori piatti (tipo quelli da incasso a parete) o rappresentazioni grafiche basate su applicazioni software (tipo touch screen)

10.7.3 Attuatori dell'arresto di emergenza

Gli attuatori dei dispositivi di arresto di emergenza devono essere colorati di ROSSO. Lo sfondo immediatamente intorno a pulsanti e agli attuatori utilizzati come dispositivo di arresto di emergenza deve essere colorato di GIALLO. L'attuatore di un dispositivo di arresto di emergenza deve essere del tipo a palmo o a fungo. L'abbinamento di colori ROSSO/GIALLO è riservato esclusivamente per le applicazioni di arresto di emergenza.

10.7.4 Funzionamento locale del dispositivo di sezionamento dell'alimentazione per effettuare un arresto di emergenza.

Il dispositivo di sezionamento dell'alimentazione è autorizzato ad essere azionato localmente per fungere da dispositivo di arresto:

(1) se è facilmente accessibile

(2) se è del tipo descritto nei punti 1, 2, 3 del paragrafo 5.3.2.

Se è utilizzato come un arresto di emergenza deve soddisfare i requisiti di colore previsti al paragrafo 10.7.3

I dispositivi di sezionamento descritti nel punto 5.5.4, se accessibili agli operatori, sono ammessi anche per le funzioni di arresto di emergenza.

10.8 Dispositivi per l'interruzione di emergenza

10.8.1 Collocazione

I dispositivi di interruzione (sezionamento) di emergenza devono essere collocati in base alle necessità dell'applicazione.

10.8.2 Tipi

I dispositivi deputati a svolgere la funzione di interruzione di emergenza includono, ma non sono limitati, a:

(1) interruttori a pulsante

(2) interruttori a corda

L'interruttore azionato da pulsante può essere racchiuso in un involucro a vetro frangibile.

Gli interruttori di interruzione di emergenza non possono essere interruttori piatti (tipo quelli da incasso a parete) o rappresentazioni grafiche basate su applicazioni software (tipo touch screen)

Non deve essere possibile ripristinare il circuito di interruzione di emergenza fino a che il dispositivo di interruzione non sia stato riarmato manualmente.

10.8.4 Attuatori

Gli attuatori dei dispositivi di interruzione di emergenza devono essere colorati di ROSSO. Se esiste uno sfondo immediatamente dietro l'attuatore del dispositivo, esso deve essere colorato di GIALLO.

10.8.5 Funzionamento locale del dispositivo di sezionamento dell'alimentazione per effettuare un'interruzione di emergenza

Nel caso in cui il dispositivo di sezionamento dell'alimentazione debba essere azionato localmente per un'interruzione di emergenza esso deve essere facilmente accessibile e deve soddisfare le prescrizioni sul colore contenute in 10.8.4.

10.9 Displays

Displays (es. pannelli operatore, sistemi di allarme, indicatori luminosi e icone grafiche interattive), devono essere scelti ed installati in modo tale da essere visibili dalla prevista posizione dell'operatore.



Pannello operatore serie Panel View Plus

11 Apparecchiature di controllo: ubicazione, montaggio, involucri

11.1 Prescrizioni generali

Tutte le apparecchiature di controllo devono essere ubicate e montate in modo da facilitare:

- 1) L'accessibilità e la manutenzione dell'apparecchiatura
- 2) La protezione contro influenze e condizioni esterne in cui la macchina è destinata ad operare
- 3) Il funzionamento e la manutenzione della macchina e del suo equipaggiamento associato

La costruzione di involucri (quadri elettrici, cassette...) deve essere conforme a UL508, UL508A, o NEMA250 per involucri metallici e non metallici

La profondità dell'involucro o dello scomparto comprese porte o coperture non deve essere inferiore alla massima profondità degli involucri più le distanze (clearances) elettriche richieste.

Ogni porta che permette l'accesso a parti in tensione operanti a 50 volt AC (valore efficace rms) o 60 volt dc o più deve essere conforme con quanto prescritto in 6.2.3 o 6.2.4

11.2 Ubicazione e montaggio

11.2.1 Accessibilità e manutenzione

Tutte le parti delle apparecchiature di controllo devono essere posizionate e orientate in modo da essere identificate senza che esse o il cablaggio debbano essere spostati.

Le parti che richiedono una verifica o adattamenti per il buon funzionamento o che possono dover essere sostituite, devono essere possibilmente installate in modo che tali azioni siano possibili senza smontare altri equipaggiamenti o parti della macchina (eccetto porte apribili o coperture rimovibili).

Sbarre, conduttori nudi o parti in tensione operanti a 50 volt ac (valore efficace rms) o 60 volt dc o più, dentro un involucro o scomparto devono avere uno spazio d'aria di non meno di 13mm (½pollice) tra loro e le pareti non isolate dell'involucro o scomparto inclusi i raccordi delle guaine. Lo spazio d'aria per porte non isolate dell'involucro non deve essere minore di 25mm (1pollice). Se sono richieste barriere isolanti tra gli involucri di metallo o gli scomparti ed elementi in grado di generare archi elettrici esse devono essere di materiale isolante di tipo autoestinguente e non carbonizzante.

Tutte le apparecchiature di controllo devono essere montate in modo da facilitare le operazioni di manutenzione. Se è necessario uno strumento speciale per rimuovere un dispositivo, tale strumento deve essere fornito.

Viti per fogli di lamiera, rivetti, giunzioni e saldature o materiali di collegamento a massa non devono essere usati per montare componenti alla piastra di fondo.

Eccezione: i rivetti possono essere usati per l'attacco di canaline porta cavi su una piastra, purché la superficie esposta sia smussata

Montature oscillanti o pannelli oscillanti sono permessi, purché l'oscillazione sia maggiore di 110 gradi. Il cablaggio non deve impedire l'oscillazione. Componenti montati su pannelli dietro montature oscillanti devono essere accessibili quando aperti.

Spine e prese di attacco che sono maneggiate durante il normale funzionamento devono essere ubicate e montate in modo da essere facilmente accessibili.

Punti di prova, dove previsti, devono essere montati in modo facilmente accessibili, adeguatamente isolati, e sufficientemente spazati per la connessione di puntali.

11.2.2 Separazione fisica o raggruppamento.

Scomparti di macchine contenenti attrezzatura di controllo devono essere completamente isolate da refrigeranti e serbatoi d'olio. Il compartimento deve essere prontamente accessibile e completamente chiuso.

Gasdotti, tubature o dispositivi (es. elettrovalvole) per il trattamento di aria, gas o liquidi non devono essere ubicati in involucri o scomparti contenenti attrezzature elettriche di controllo, ad eccezione di attrezzatura per dispositivi elettronici di raffreddamento o dispositivi che sono parte integrante di un equipaggiamento listed e separato da adeguate barriere

Dispositivi di controllo montati dentro l'involucro e connessi alla tensione di alimentazione (potenza), o ad entrambe le tensioni di alimentazione e controllo, devono essere raggruppati separatamente da quelli connessi solo alla tensione di controllo

I morsetti devono essere separati in gruppi per circuiti di potenza, circuiti di controllo associati, e altri circuiti di controllo,

I gruppi di morsetti per circuiti di potenza, circuiti di controllo associati, e altri circuiti di controllo, possono essere montati adiacenti, purché siano facilmente identificabili (es. con marcature, con l'uso di grandezze differenti, con l'uso di barriere, con colori)

I componenti che generano calore (es. dissipatore, resistenze di potenza) devono essere ubicati in modo che la temperatura di ogni componente nelle vicinanze rimanga entro i limiti specificati dal produttore del componente.

11.3 Gradi di protezione

La protezione dell'attrezzatura di controllo contro l'ingresso di oggetti solidi e liquidi esterni deve essere adeguata alle influenze esterne sotto le quali la macchina è destinata a operare (es. la posizione, le condizioni dell'ambiente fisico, presenza di polveri, refrigeranti, trucioli....).

I quadri di controllo devono garantire un grado di protezione almeno pari a NEMA Type 1.

La classificazione dei gradi di protezione secondo NEMA non equivale a quella prevista da IEC60529 (IP rating). Per un confronto più dettagliato tra grado di protezione NEMA Type e grado IP, vedere il fascicolo 5 "Macchine Industriali" della nostra collana "Panorama normativo Nordamericano".

11.4 Involucri, porte, aperture

Gli involucri devono essere costruiti usando materiali in grado di resistere a stress meccanici, elettrici, e termici, oltre che agli effetti di umidità e corrosione, presenti nel funzionamento ordinario

Piastre aventi un'area maggiore di 15,484cm² (2400in²) devono essere provviste di supporti in aggiunta ai mezzi di montaggio del pannello

Involucri e piastre devono essere smussati

I fissaggi della porta sugli involucri o compartimenti con apertura porta devono soddisfare le prescrizioni contenute in ANSI/UL 50, ANSI/UL 508, ANSI/UL 508A o NEMA 250.

Una stampa degli schemi elettrici deve essere allegata all'interno o all'esterno della porta dell'involucro (quadro elettrico) . Quando questo non è possibile deve esserci la possibilità di collocarla all'esterno in un punto facilmente identificabile.

I mezzi usati per mantenere il grado di protezione dell'involucro su porte, coperchi e coperture che richiedono apertura o rimozione per operazioni di manutenzione devono essere saldamente fissati o alla porta/copertura o all'involucro e non deteriorarsi in seguito a rimozione o sostituzione della porta o copertura.

Tutte le aperture nell'involucro, incluse quelle verso il piano o verso il pavimento o altre parti della macchina, devono essere chiuse dal fornitore in modo da assicurare la protezione specifica per l'attrezzatura. Le aperture per entrata cavi devono essere facilmente riaperte sul luogo. Un'apertura adatta deve essere permessa alla base dell'involucro in modo che l'umidità dovuta alla condensa possa drenare.

Non sono permesse aperture tra involucri contenenti attrezzatura elettrica e quelli contenenti refrigeranti, fluidi lubrificanti o fluidi idraulici o nei quali olio, altri liquidi, o polvere possono penetrare. Questo requisito non deve essere applicato a dispositivi elettrici specificatamente progettati per operare in olio (es. frizioni elettromagnetiche) o ad attrezzatura elettrica nella quale sono usati refrigeranti.

L'attrezzatura che in operazioni normali o anormali, raggiunge una temperatura superficiale sufficiente a causare un rischio di incendio o effetti nocivi ad un materiale dell'involucro deve essere:

- 1) ubicata dentro un involucro che deve essere in grado di resistere a rischio di incendi o altri effetti nocivi, oppure
- 2) montata e ubicata a distanza sufficiente dall'attrezzatura adiacente in modo da permettere la dissipazione del calore senza creare pericolo oppure
- 3) diversamente schermata da un materiale che può resistere senza rischio di incendio o effetti nocivi al calore emesso dall'attrezzatura.

11.5 Spazi attorno agli armadi e agli scomparti

Intorno a tutti gli armadi e agli scomparti devono essere previsti e preservati spazi sufficienti per l'accesso e il lavoro al fine di garantire la sicurezza.

Lo spazio di lavoro deve permettere l'apertura a 90 gradi delle porte di quadri o scomparti

La profondità dello spazio di lavoro nella direzione d'accesso alle parti in tensione non deve essere minore di quella indicata in tabella 11.5.1.1. Le distanze devono essere misurate dal fronte della cabina o dall'apertura.

Tabella 11.5.1.1 Spazi di lavoro

Tensione nominale verso terra	Distanze minime		
	Condizione 1	Condizione 2	Condizione 3
0—150	914 mm (3ft)	914 mm (3ft)	914 mm (3ft)
151—600	914 mm (3ft)	1,07 m (3 ½ ft)	1,22 m (4ft)

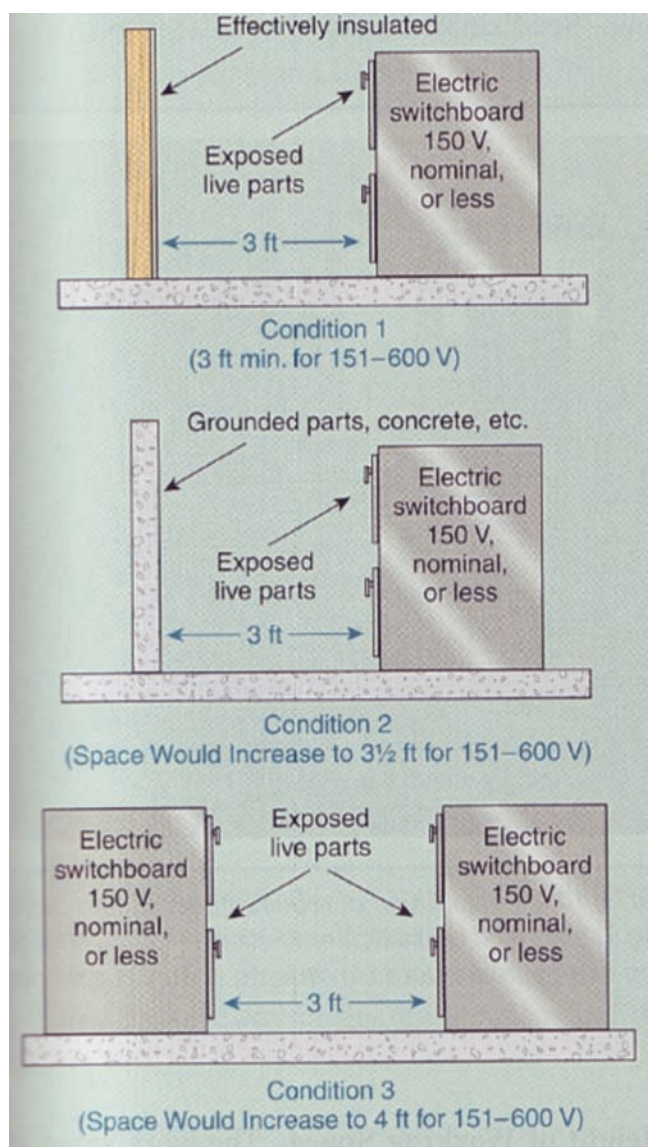
Nota: Le condizioni sono le seguenti

Condizione 1 Parti attive esposte su un lato e nessuna parte attiva o parte a terra sull'altro lato dello spazio di lavoro, o parte attive esposte su entrambi i lati e adeguatamente protette da materiali isolanti.
Cavi e sistemi a barre isolati non superiori a 300V verso terra possono non essere considerati parti attive.

Condizione 2 Parti attive esposte su un lato e una superficie a terra sull'altro lato.
Pareti in cemento, mattoni o piastrelle devono essere considerate come parti collegate a terra.

Condizione 3 Operatore tra parti attive esposte su entrambi i lati dello spazio di lavoro (non protette come indicato in Condizione 1)

Di seguito è riportata un'immagine esplicativa tratta dal NEC2011 Handbook, art.110)



Eccezione 1: lo spazio di lavoro non è richiesto sul retro o sui lati degli armadi o degli scomparti, dove ci sono parti non sostituibili o regolabili e dove tutte le connessioni sono accessibili da altre ubicazioni. Dove è richiesto un accesso posteriore per lavorare su parti deenergizzate sul retro dell'involucro della cabina, deve essere fornito uno spazio minimo orizzontale di 762mm (2½ piedi).

Eccezione 2: con permesso speciale è ammessa l'autorizzazione a profondità di spazi di lavoro di 762mm (2½ pollici) o meno purchè tutte le parti non isolate lavorino con una tensione non maggiore di 50 volt rms ac o 60 volt dc.

La larghezza dello spazio di lavoro di fronte agli armadi e agli scomparti deve essere pari all'ampiezza dell'armadio , o 750mm (2 ½ft), se è più grande.

L'altezza dello spazio di lavoro deve estendersi dal piano ad una altezza di 2.0 m (6 ½ ft). Deve essere fornita almeno un'entrata con spazio sufficiente per l' accesso allo spazio di lavoro

Lo spazio di lavoro richiesto non deve essere usato come magazzino

Porte sulle corsie e per accesso alle aree elettriche operative devono essere larghe almeno 0,7m (2ft 4 in) e alte 2.0m (6 ½ft) , con apertura verso l'esterno, e dotate di mezzi (es. maniglioni antipánico) per consentire l'apertura dall'interno senza l'uso di chiavi o strumenti particolari

11.6 Dispositivi di controllo montati su macchine

Dispositivi di controllo (es. Finecorsa , freni, elettrovalvole, sensori di posizione) devono essere montati in un posto asciutto e pulito, protetti meccanicamente , e devono essere installati in modo che normali movimenti della macchina o dell'operatore non generino operazioni accidentali

Tutti i finecorsa o i sensori di posizione devono essere installati in modo che una extracorsa accidentale della macchina non li danneggi.

12 Conduttori, cavi e corde flessibili

12.1 Prescrizioni generali

Conduttori, cavi e corde flessibili devono essere scelti in modo da poter resistere alle influenze esterne previste. Inoltre devono essere identificati per l'uso a cui sono destinati.

Tutti i conduttori devono essere isolati. Eccezioni ammesse sono le sbarre e i conduttori di terra (con relativi ponticelli)

E' ammesso l'utilizzo di cavi tipo MI, cioè cavi rivestiti di metallo, la loro massima temperatura è di 85°C (185°F) per ambienti secchi e umidi.

Conduttori più piccoli di AWG18, usati per connettere I/O di plc o di controllori statici devono essere di tipo Listed. Nel capitolo 20, tra gli allegati, è riportata la tabella di conversione delle sezioni dei cavi da mm² ad AWG.

I conduttori devono essere compatibili con i morsetti delle apparecchiature a cui vengono collegati e le loro sezioni non devono eccedere i valori raccomandati dai costruttori delle apparecchiature.

12.2 Conduttori

I conduttori devono essere in rame

Eccezione 1: Barre in lega d'alluminio, posizionate internamente all'involucro sono consentite se adeguate per l'applicazione

Eccezione 2: La struttura di metallo della macchina può essere usata come impianto conduttore di terra

Conduttori flessibili da 22 fino a 4/0 AWG e 250 fino a 1000 kcmil devono essere solo di rame flessibile ricotto. I relativi requisiti tecnici devono essere conformi alla tabella 12.2.2.

Eccezione: I conduttori con caratteristiche diverse da quelle specificate in tabella 12.2.2 sono ammessi solo su dispositivi acquistati già completamente cablati (es. avviatori).

Tabella 12.2.2 Caratteristiche del conduttore singolo

Wire Size (AWG or kcmil)	Cross-Sectional Area, Nominal (cm ² /mm ²)	Minimum Number of Strands			
		DC Resistance at 25°C (ohms/1000 ft)	Nonflexing (ASTM Class)	Flexing (ASTM Class)	Constant Flex (ASTM Class/ AWG Size)
22 AWG	640/0.324	17.2	7(')	7(')	19(M/34)
20	1020/0.519	10.7	10(K)	10(K)	26(M/34)
18	1620/0.823	6.77	16(K)	16(K)	41(M/34)
16	2580/1.31	4.26	19(C)	26(K)	65(M/34)
14	4110/2.08	2.68	19(C)	41(K)	41(K/30)
12	6530/3.31	1.68	19(C)	65(K)	65(K/30)
10	10380/5.261	1.060	19(C)	104(K)	104(K/30)
8	16510/8.367	0.6663	19(C)	(-)	(-)
6	26240/13.30	0.4192	19(C)	(-)	(-)
4	41740/21.15	0.2636	19(C)	(-)	(-)
3	52620/26.67	0.2091	19(C)	(-)	(-)
2	66360/33.62	0.1659	19(C)	(-)	(-)
1	83690/42.41	0.1315	19(B)	(-)	(-)
1/0	105600/53.49	0.1042	19(B)	(-)	(-)
2/0	133100/67.43	0.08267	19(B)	(-)	(-)
3/0	167800/85.01	0.06658	19(B)	(-)	(-)
4/0	211600/107.2	0.05200	19(B)	(-)	(-)
250 kcmil	- /127	0.04401	37(B)	(-)	(-)
300	- /152	0.03667	37(B)	(-)	(-)
350	- /177	0.03144	37(B)	(-)	(-)
400	- /203	0.02751	37(B)	(-)	(-)
450	- /228	0.02445	37(B)	(-)	(-)
500	- /253	0.02200	37(B)	(-)	(-)
550	- /279	0.02000	61(B)	(-)	(-)
600	- /304	0.01834	61(B)	(-)	(-)
650	- /329	0.01692	61(B)	(-)	(-)
700	- /355	0.01572	61(B)	(-)	(-)
750	- /380	0.01467	61(B)	(-)	(-)
800	- /405	0.01375	61(B)	(-)	(-)
900	- /456	0.01222	61(B)	(-)	(-)
1000	- /507	0.01101	61(B)	(-)	(-)

Notes:

(B), (C), (K): ASTM Class designation B and C per ASTM B 8; Class designation K per ASTM B 174.

('): A class designation has not been assigned to this conductor but it is designated as 22-7 AWG in ASTM B 286 and is composed of strands 10 mils in diameter (30 AWG).

(-): Nonflexing construction shall be permitted for flexing service per ASTM Class designation B 174, Table 3.

(-): Constant flexing cables are not constructed in these sizes.

Se è richiesta in servizio una flessione costante, i conduttori a trefoli devono conformarsi alla tabella 12.2.2

I conduttori solidi da 24 a 30 AWG possono essere usati all'interno di custodie se non soggetti a flessione.

All'interno di quadri di comando sono permessi assemblati di filo stampato di materiale a fiamma ritardante al posto degli assemblati di conduttori se sono montati in modo tale da minimizzare flessioni o stress.

Quando occorre la schermatura attorno a conduttori a cavi singoli o a multiconduttori, è permesso l'uso di un foglio di schermatura per applicazioni rigide (non flexing application). Una schermatura a treccia deve essere usata in caso di flessioni longitudinali. In applicazioni a flessione torsionale (es. un braccio robotizzato) si richiedono schermature progettate ad hoc. Le schermature devono essere coperte con un rivestimento esterno adeguato all'ambiente. In tutti i casi la schermatura deve fornire una superficie di conduzione continua in presenza di curvatura e flessione.

12.2.7 Cavi e conduttori speciali

E' permesso l'utilizzo anche di altri conduttori e cavi listed

Conduttori speciali come cavi di trasmissione RG -/U sono permessi ove richiesti per il corretto funzionamento dell'impianto.

Non sono permessi conduttori singoli o multipli di tipo AWM

Eccezione: Sono permessi se parte di un listed assembly adatto all'applicazione a cui sono destinati.

NOTA: Nella nuova edizione del 2012 di NFPA79, sono contenute le condizioni di impiego in cui l'AWM può essere utilizzato come "special cable" (vedere par. 12.9. riportato nel capitolo 21).

Sotto è riportato un esempio di cavo AWM con marcatura UR recognized:



Di seguito un esempio di cavo con marcatura UL Listed, tipo TC-ER



Nota bene: ogni tipo di cavo UL listed ha il suo specifico metodo di installazione e cablaggio da seguire come specificato nel NEC. Questo in quanto la NFPA79 tratta solo cavi tipici per macchine la cui lista è riportata nel paragrafo seguente, e non tutte le altre tipologie di cavi. Ad es. il metodo di cablaggio e di posa del cavo TC ("tray cable") è riportato all'interno del NEC.

12.3 Isolamento

L'isolamento di cavi e conduttori deve avere proprietà di non propagazione della fiamma e limiti di temperatura e caratteristiche come nel seguito specificato.

- (1) MTW – Moisture-, Heat-, and Oil-Resistant Thermoplastic
60°C (140°F) Wet Locations
90°C (194°F) Dry Locations
- (2) THHN – Heat-Resistant Thermoplastic
90°C (194°F) Dry Locations
- (3) THW – Moisture-and Heat-Resistant Thermoplastic
75°C (167°F) Dry and Wet Locations
- (4) THWN – Moisture-and Heat-Resistant Thermoplastic
75°C (167°F) Dry and Wet Locations
- (5) RHH - Thermoset
90°C (194°F) Dry Locations
- (6) RHW - Moisture-Resistant Thermoset
75°C (167°F) Dry and Wet Locations
- (7) RHW-2 - Moisture-Resistant Thermoset
90°C (194°F) Dry and Wet Locations
- (8) XHHW - Moisture-Resistant Thermoset
75°C (167°F) Wet Locations
90°C (194°F) Dry Locations
- (9) XHHW-2- Moisture-Resistant Thermoset
90°C (194°F) Dry and Wet Locations

Lo spessore medio e minimo dell'isolamento nelle tipologie A e B deve essere conforme alla tabella 12.3.2

La tipologia B deve avere un rivestimento in nylon applicato direttamente sopra l'isolamento. Il rivestimento deve essere aderente all'isolamento e deve avere spessore minimo come indicato in tabella 12.3.2

12.4 Marcatura dei cavi

Una marcatura indelebile stampata sulla superficie esterna dell'isolamento del tipo A, sulla superficie esterna del rivestimento di nylon del tipo B, sulla superficie esterna dell'isolamento sotto il rivestimento del tipo B (solo se leggibile attraverso

il nylon), o sulla superficie esterna del rivestimento del cavo multi conduttore, deve essere ripetuta ad intervalli di non oltre 610mm (24in).

La marcatura deve includere il nome del produttore o il suo marchio, il tipo di cavo, la tensione nominale e il calibro o la taglia.

Tabella 12.3.2 Spessore dell'isolamento del conduttore singolo (mils)

Wire Size (AWG or kcmil)	A	B
	Average/Minimum	Average/Minimum (Jacket)
22 AWG	30/27	15/13(4)
20	30/27	15/13(4)
18	30/27	15/13(4)
16	30/27	15/13(4)
14	30/27	15/13(4)
12	30/27	15/13(4)
10	30/27	20/18(4)
8	45/40	30/27(5)
6	60/54	30/27(5)
4-2	60/54	40/36(6)
1-4/0	80/72	50/45(7)
250-500 kcmil	95/86	60/54(8)
550-1000	110/99	70/63(9)

A: No outer covering. B: Nylon covering.

Source: UL 1063, Table 1.1, NEC Construction.

Se il conduttore è da 16 a 10 AWG ed è destinato ad uso flessibile, la marcatura deve includere "flexing" o "Classe K"

L'isolamento deve essere sempre adeguato al massimo voltaggio del conduttore.

12.5 Portata del conduttore

La corrente permanente che percorre i conduttori non deve eccedere i valori riportati in tabella 12.5.1 prima che venga applicato un fattore di correzione per la temperatura ambiente o per il numero di conduttori attivi.

I conduttori che alimentano un solo motore devono avere una portata non minore del 125 per cento del valore della corrente a pieno carico del motore.

Conduttori di carichi combinati devono avere una portata non minore del 125 per cento del valore della corrente a pieno carico di tutti i carichi resistivi più il 125 per cento del valore della corrente a pieno carico del motore più grande più la corrente nominale di tutti gli altri motori e carichi connessi. Dove è applicabile una riduzione della portata per la correzione della temperatura ambiente con temperature minori di 30°C o una correzione con conduttori con tre vie conduttrici, i coefficienti devono essere ricavati delle tabelle 12.5.5(a) e tabella 12.5.5(b). Questi coefficienti si applicano ai conduttori di controllo secondo NFPA 70, articolo 725, classe 1, solo se i loro carichi permanenti eccedono il 10% della portata del conduttore.

La grandezza massima di un conduttore selezionato con la tabella 12.5.1 e connesso ad una partenza motore non deve eccedere i valori dati in tabella 12.5.6

Tabella 12.5.1 Portate di corrente riferite a conduttori di rame con isolamento da 60°C (140°F) e 75°C (167°F) con una temperatura ambiente di 30°C (86°F)

Conductor Size (AWG)	Ampacity	
	60°C	75°C
30	—	0.5
28	—	0.8
26	—	1
24	2	2
22	3	3
20	5	5
18	7	7
16	10	10
14	15	15
12	20	20
10	30	30
8	40	50
6	55	65
4	70	85
3	85	100
2	95	115
1	110	130
1/0	125	150
2/0	145	175
3/0	165	200
4/0	195	230
250	215	255
300	240	285
350	260	310
400	280	335
500	320	380
600	355	420
700	385	460
750	400	475
800	410	490
900	435	520
1000	455	545

Notes:

(1) Wire types listed in 12.3.1 shall be permitted to be used at the ampacities listed in this table.

(2) The sources for the ampacities in this table are Table 310.16 of NFPA 70, *National Electrical Code*.

Tabella 12.5.5(a) Coefficienti di correzione in funzione della temperatura ambiente

Ambient Temperature (°C)	Correction Factor 75°C	Ambient Temperature (°F)
21–25	1.05	70–77
26–30	1.00	78–86
31–35	0.94	87–95
36–40	0.88	96–104
41–45	0.82	105–113
46–50	0.75	114–122
51–55	0.67	123–131
56–60	0.58	132–140
61–70	0.33	141–158

Tabella 12.5.5(b) Coefficienti di adeguamento per più di tre conduttori caricati all'interno di canalina o cavo multipolari

Number of Current-Carrying Conductors	Percent of Values in Table 12.5.5(a) as Adjusted for Ambient Temperature if Necessary
4–6	80
7–9	70
10–20	50
21–30	45
31–40	40
41 and above	35

Tabella 12.5.6 Grandezza massima dei conduttori in funzione della grandezza del contattore (motor controller)

Motor Controller Size	Maximum Conductor Size (AWG or kcmil)
00	14 AWG
0	10
1	8
2	4
3	1/0
4	3/0
5	500 kcmil

Note: See NEMA ICS 2, Table 2, 110-1.

12.6 Dimensionamento dei conduttori

Nei circuiti di potenza i conduttori non devono essere più piccoli di 14 AWG a meno che non rientrino in uno dei casi qui sotto riportati.

Conduttori 16 AWG sono permessi se parte di cavi a multiconduttore rivestiti, se a corda flessibile, o se sono conduttori singoli usati in un quadro, purchè rispettino le seguenti condizioni:

1. Circuiti di potenza non-motore da 8 ampere o meno purchè siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- a) Il circuito è protetto in conformità alle prescrizioni del capitolo 7
- b) La protezione di sovracorrente non deve superare i 10 ampere
- c) La protezione di sovracorrente è costituita da uno dei seguenti:
 - I. Un circuit breaker listed e marcato per uso con cavo da 16 AWG
 - II. Un branch fuse listed e marcato per uso con cavo da 16 AWG
 - III. Fusibili Classe CC, Classe J o Classe T

2. In circuiti di comando motore con portata a pieno carico di 8 ampere o meno, purchè tutte le seguenti condizioni siano soddisfatte:

- a) Il circuito è protetto in accordo alle prescrizioni del capitolo 7
- b) Il circuito è dotato di una protezione di sovraccarico Classe 10
- c) La protezione da sovracorrente è costituita da uno dei seguenti:
 - I. Un circuit breaker listed e marcato per uso con cavo da 16 AWG
 - II. Un branch fuse listed e marcato per uso con cavo da 16 AWG
 - III. Fusibili Classe CC, Classe J o Classe T

3. In circuiti di comando motore con portata a pieno carico di 5,5 ampere o meno purchè tutte le seguenti condizioni siano soddisfatte:

- d) Il circuito è protetto in accordo alle prescrizioni del capitolo 7
- e) Il circuito è dotato di una protezione di sovraccarico Classe 20
- f) La protezione di sovracorrente è costituita da uno dei seguenti:
 - IV. Un circuit breaker listed e marcato per uso con cavo da 16 AWG
 - V. Un branch fuse listed e marcato per uso con cavo da 16 AWG
 - VI. Fusibili Classe CC, Classe J o Classe T

Conduttori 18 AWG sono permessi se parte di cavi a multiconduttore rivestiti, se a corda flessibile o se sono conduttori singoli usati in un quadro, purchè rispettino le seguenti condizioni:

1. Se usati in circuiti di potenza non-motore da 5.6 ampere o meno purchè siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- a) Il circuito è protetto in conformità alle prescrizioni del capitolo 7
- b) La protezione di sovracorrente non deve superare i 7 ampere
- c) La protezione di sovracorrente è costituita da uno dei seguenti:
 - I. Un circuit breaker listed e marcato per uso con cavo da 18 AWG
 - II. Un branch fuse listed e marcato per uso con cavo da 18 AWG
 - III. Fusibili Classe CC, Classe J o Classe T

2. In circuiti di comando motore con portata a pieno carico di 5 ampere o meno purchè tutte le seguenti condizioni siano soddisfatte:

- g) Il circuito è protetto in accordo alle prescrizione del capitolo 7
- h) Il circuito è fornito di una protezione di sovraccarico Classe 10
- i) La protezione di sovracorrente è costituita da uno dei seguenti:
 - VII. Un circuit breaker listed e marcato per uso con cavo da 18 AWG
 - VIII. Un branch fuse listed e marcato per uso con cavo da 18 AWG
 - IX. Fusibili Classe CC, Classe J o Classe T

3. In circuiti di comando motore con portata a pieno carico di 3,5 ampere o meno purchè tutte le seguenti condizioni siano soddisfatte:

- j) Il circuito è protetto in accordo alle prescrizioni del capitolo 7
- k) Il circuito è dotato di una protezione di sovraccarico Classe 20
- l) La protezione di sovracorrente è costituita da uno dei seguenti:
 - X. Un circuit breaker listed e marcato per uso con cavo da 18 AWG
 - XI. Un branch fuse listed e marcato per uso con cavo da 18 AWG
 - XII. Fusibili Classe CC, Classe J o Classe T

I conduttori non devono essere minori di 16 AWG nei circuiti di illuminazione e nei circuiti di controllo (remote control circuit) della macchina, o di 18 AWG se sono parte di guaine o assemblati di cavi a multiconduttore.

I conduttori non devono essere minori di 18 AWG nei circuiti di controllo interni a quadri di controllo o stazioni operative.

Conduttori per I/O di controllori elettronici programmabili e di dispositivi di controllo non devono essere minori di quanto permesso nei seguenti punti 1 e 2:

1) Conduttori installati nelle canaline non devono essere minori di 24 AWG

Eccezione: 30 AWG o più possono essere permessi se parte di guaine, assemblati di cavi a multiconduttore o corde.

2) Conduttori installati all'interno di quadri di controllo non devono essere minori di 26 AWG

Eccezione: Conduttori 30 AWG o più possono essere permessi per ponticelli e applicazioni speciali di cablaggio

I conduttori schermati devono essere di rame trefolato ricotto da 25 AWG o più per conduttori singoli usati in sottoassemblaggi, e 22 AWG o più per tutti gli altri usi

12.7 Conduttori e Cavi per applicazioni flessibili

Conduttori e cavi usati in applicazioni flessibili, devono essere scelti in base alla tabella 12.2.2

Eccezione: la nuova edizione 2012 consente l'utilizzo di conduttori e cavi speciali (vedere paragrafo 12.9. riportato nel cap. 21), identificati come adatti per applicazioni flessibili

Cavi per applicazioni gravose devono essere costruiti per resistere a:

1) Abrasioni dovute a manipolazione meccanica e trascinamento lungo superfici ruvide

2) Attorcigliamento dovuto a operazioni senza guide

3) Stress generato da guide a rulli e avvolgimento su batterie di cavi

Il sistema di movimentazione del cavo della macchina deve essere progettato per mantenere il più basso possibile lo stress della trazione del conduttore durante le operazioni della macchina. Lo stress di trazione non deve eccedere le specifiche del produttore.

I cavi da avvolgere su tamburi (vedere tabella 12.7.3) devono essere scelti con conduttori di sezione tale che quando completamente avvolti sul tamburo e alimentati col carico normale, non sia superata la temperatura di lavoro massima ammessa.

Tabella 12.7.3 Coefficienti di declassamento per cavi avvolti su tamburi

Drum Type	Number of Layers of Cable				
	Any Number	1	2	3	4
Cylindrical ventilated	—	0.85	0.65	0.45	0.35
Radial ventilated	0.85	—	—	—	—
Radial nonventilated	0.75	—	—	—	—

Notes:

(1) A radial-type drum is one where spiral layers of cable are accommodated between closely spaced flanges; if fitted with solid flanges, the drum is described as nonventilated, and if the flanges have suitable apertures, as ventilated.

(2) A ventilated cylinder drum is one where the layers of cable are accommodated between widely spaced flanges and the drum and end flanges have suitable ventilating apertures.

(3) It is recommended that the use of derating factors be discussed with the cable and the cable drum manufacturers. This can result in other factors being used.

12.8 Corde

Le corde devono essere adatte per la loro destinazione d'uso ed essere del tipo elencato in tabella 12.8.2. Sono permesse anche altre corde del tipo identificato in NFPA 70 tabella 400.4 che siano parte di un "listed assembly", purchè adatte per la destinazione d'uso a cui sono destinate.

La portata di corrente delle corde non deve eccedere i valori riportati in tabella 12.8.2

† The allowable currents apply to 2-conductor cords and other multi-conductor cords connected to utilization equipment so that only 2 conductors are current carrying.

3 X AWG 18 300V 105°C (UL) Type SJTOW Water resistant

13 Tecniche di cablaggio

13.1 Connessioni e percorsi

13.1.1 Prescrizioni Generali

Tutte le connessioni devono essere assicurate contro l'allentamento accidentale. Fili di bloccaggio, colle o altri composti simili non devono essere usati

I mezzi di connessione devono essere adatti per la sezione e il tipo di conduttori da connettere.

I morsetti per più di un conduttore devono essere identificati.

E' permesso l'utilizzo di un distributore di potenza (power block) progettato per riduzioni di sezione multiple ("tap- conductor") (es. singoli o multipli conduttori in ingresso e multipli conduttori in uscita) e ramificazioni di circuito.

Connessioni saldate sono permesse solo quando i morsetti sono identificati per la saldatura.

Le morsettiere devono essere chiaramente identificate conformemente agli schemi elettrici.

Devono essere forniti mezzi di bloccaggio delle terminazioni dei conduttori quando le loro estremità sono collegate a dispositivi o morsetti che non sono dotati di tali mezzi. A tale scopo non deve essere utilizzata la saldatura.

I conduttori schermati devono essere cablati in modo da evitare la sfrangiatura dei fili e consentire una facile sconnessione.

Le etichette di identificazione devono essere leggibili, permanenti e identificate per l'uso nell'ambiente a cui sono destinate.

Le morsettiere devono essere montate e collegate in modo tale da evitare che i cablaggi interni ed esterni passino sopra i morsetti.

13.1.2 Percorso dei cavi e dei conduttori

Il percorso dei cavi e dei conduttori da un morsetto all'altro deve essere privo di giunzioni o saldature

A connessioni che usano combinazioni di prese e spine con protezione contro la sconnessione accidentale, non si applicano questi requisiti.

Sono permessi connettori precablati. Questi connettori non devono però essere considerati alla stregua di saldature o giunture.

Quando è necessario collegare e scollegare cavi, e questi devono avere una lunghezza supplementare sufficiente a tale scopo.

Le estremità dei cavi devono essere fissate in modo da impedire le sollecitazioni meccaniche sulle estremità dei conduttori.

Il conduttore di messa a terra deve essere messo il più vicino possibile ai conduttori (isolati) attivi corrispondenti, al fine di diminuire l'impedenza dell'anello di guasto.

13.1.3 Conduttori di circuiti differenti.

Conduttori di circuiti diversi possono essere disposti fianco a fianco ed occupare lo stesso condotto (canalina, tubo protettivo), o possono essere posti nello stesso cavo multipolare, purché questa disposizione non pregiudichi il corretto funzionamento dei rispettivi circuiti. Conduttori di circuiti differenti, inclusi potenza, controllo, input/output remoto, segnalazione, e i cavi di comunicazione possono essere disposti nello stesso condotto o cavo multipolare, a condizione che tutti siano isolati per la massima tensione alla quale può essere sottoposto ogni conduttore all'interno dello stesso condotto o cavo multipolare.

Quando tali circuiti operano a tensioni diverse, i conduttori devono essere separati da barriere.

Eccezione: Diversi livelli di tensione di isolamento o di proprietà del conduttore sono consentite nello stesso cavo multipolare, a condizione che il cavo sia stato progettato e testato per la specifica applicazione.

Quando l'apparecchiatura ha due o più sorgenti di alimentazione o due o più mezzi di sezionamento indipendenti, il cablaggio di potenza da ogni dispositivo di disconnessione deve essere disposto in un condotto separato e non deve terminare o passare attraverso scatole di giunzione comuni.

13.1.5 Cavi

Cavi esposti possono essere installati lungo la struttura della macchina.

I cavi devono essere supportati dalla struttura della macchina o dell'equipaggiamento come segue:

1. in modo che il cavo non sia danneggiato dal normale funzionamento della macchina.

2. ogni 305mm (12in) in senso non verticale

Eccezione: la distanza di supporto può essere incrementata fino a 914mm (36in) laddove la struttura del macchinario o del sistema renda impraticabile il supporto ogni 305mm(12in)

3. ogni 914mm (36in) in senso verticale

Eccezione: la distanza di supporto può essere incrementata fino a 2,44m (96in) laddove la struttura del macchinario o del sistema renda impraticabile il supporto ogni 914mm (36in)

4. quando sospesi in aria a una distanza fino a 457mm (18in)

Eccezione: la distanza può essere incrementata fino a 914mm (36in) laddove la struttura del macchinario o del sistema renda impraticabile il supporto ogni 457mm (18in)

I cavi non devono essere supportati da ripari della macchina che possono essere rimossi per l'accesso in fase di manutenzione, ad eccezione dei cavi che sono parte integrante delle protezioni e sono progettati per rimanere sulla protezione quando questa viene rimossa per l'accesso di manutenzione.

Quando supportati dalla struttura della macchina, i cavi devono essere fissati

Eccezione 1: quando i percorsi orizzontali sono parti integranti supportati dal macchinario o dalla struttura del sistema o da un piano o fondo, il fissaggio non è richiesto

Eccezione 2: Quando il percorso è a non più di 45 gradi angolo dall'orizzontale, il fissaggio non è richiesto.

I cavi devono essere fissati con fascette in uno dei seguenti modi:

1. Con fascette a vite

-
2. Con clip di montaggio a pressione
 3. tramite gli elementi strutturali della macchina
 4. Attraverso fori nella struttura della macchina
 5. Con altri metodi ritenuti adatti allo scopo.

I terminali liberi delle fascette devono essere tagliati a raso dopo il fissaggio. Le fascette di tipo riutilizzabile o rilasciabile non possono essere utilizzate.

I cavi soggetti a danneggiamento fisico devono essere protetti come segue:

1. Con percorso di posa alternativo
2. Con barriere aggiuntive
3. Quando supportati da piani, con camminamenti di protezione
4. Mediante installazione in condotto

I raggi di curvatura dei cavi non devono causare stress. Il raggio di curvatura (misurato dal limite interno della curva) non deve essere inferiore a 5 volte il diametro del cavo.

Quando il cavo è usato per una lunghezza maggiore di quella richiesta, l'eccesso di cavo deve essere arrotolato in bobine e la bobina deve essere fissata alla struttura della macchina.

13.1.6 Corda

L'uso di corda deve essere limitato a lunghezze esposte di non più di 15m (50ft).

La corda deve essere installata in accordo con le disposizioni contenute in 13.1.5

La corda può essere utilizzata per connessioni flessibili di pulsantiere pensili. La corda non può supportare il peso di pulsantiere pensili.

Eccezione: corde di tipo listed adatte allo scopo, possono essere usate per sostenere il peso delle pulsantiere pensili.

La corda può essere utilizzata per connessioni di movimenti piccoli o infrequenti.

Le connessioni a parti frequentemente in movimento devono essere fatte con conduttori per posa mobile in accordo con la sezione 12.7.

13.2 Identificazione dei conduttori

13.2.1 Prescrizioni generali

I conduttori devono essere identificati ad ogni estremità mediante numeri, codici alfanumerici, colore (unico o con una o più strisce), o una combinazione di questi, conformemente alla documentazione tecnica.

Laddove i numeri sono usati per identificare conduttori, essi devono essere in caratteri arabi; le lettere devono essere in caratteri latini (maiuscole o minuscole).

13.2.2 Identificazione del conduttore dell'equipaggiamento di terra

Il colore verde con o senza una o più strisce gialle deve essere usato per identificare il conduttore di messa a terra. Questo colore di identificazione deve essere strettamente riservato per il conduttore di messa a terra

Eccezione 1: nei cavi multi-conduttore dove il conduttore di messa a terra non è richiesto, il colore verde può essere utilizzato per un conduttore diverso dal conduttore di messa a terra.

Eccezione 2: nei circuiti di comando e controllo per la messa a terra, è consentito l'uso di un conduttore verde con o senza una o più strisce gialle, o di un conduttore nudo per il collegamento del terminale del trasformatore al terminale di messa a terra del pannello di controllo.

Laddove il conduttore di protezione è identificato dalla sua forma, posizione o costruzione (es. treccia di terra) o laddove il conduttore isolato non sia facilmente accessibile, la codifica colore non è richiesta. I terminali o le porzioni accessibili devono essere chiaramente identificati con il simbolo in figura 8.2.1.3.4 (vedere paragrafo 8.2) o con il colore verde con o senza una o più strisce gialle.

13.2.3 Identificazione del conduttore di terra

Laddove un circuito AC includa un conduttore a terra, questo conduttore deve essere bianco o grigio, lungo tutta la sua lunghezza.

Eccezione: i conduttori a terra in cavi multi-polari devono poter essere permanentemente identificati alla loro estremità mediante una marcatura bianca o con altro mezzo ugualmente efficiente.

L'uso di altri colori per le seguenti applicazioni deve essere come segue:

1. Bianco con striscia blu per circuiti di terra in corrente continua
2. Bianco con striscia arancione per circuiti di terra in corrente continua, che rimangono in tensione quando il sezionatore principale dell'alimentazione è in posizione di "OFF".

Quando è usata l'identificazione mediante colore, le barre di terra devono essere colorate o da una striscia lunga da 15mm a 100mm (0.6in fino a 3.9in) per ogni unità, o ad ogni posizione accessibile o colorate lungo tutta la loro lunghezza.

13.2.4 Identificazione mediante colori

Per il codice colori dei conduttori unipolari all'interno degli involucri, vale quanto riportato nella tabella seguente:

Colore	Conduttore
Verde o Giallo/verde	Conduttore di terra
Nero	Tutti i conduttori non a terra di potenza e di controllo operanti alla tensione di alimentazione.
Rosso	Conduttori a terra in ac operanti a tensioni inferiori alla tensione di alimentazione. (es. 120Vac, o 24Vac)
Blu	Conduttori a terra in corrente continua (+ 24V DC)
Giallo o arancione	Conduttori non a terra dei circuiti che rimangono in tensione quando il sezionatore generale è nella posizione di "OFF".
Bianco o grigio	Conduttori a terra in continua o che portano corrente indipendentemente dalla tensione (es. 120 Vac connesso a terra, conduttore di neutro)
Bianco con strisce blu	Conduttore a terra in corrente continua (es - 24Vdc)

13.3 Cablaggio interno agli involucri

Condotti non metallici devono essere permessi solo quando sono fatti con un materiale isolante autoestinguente secondo la norma UL94 (grado minimo "V0").

I componenti elettrici montati dentro gli involucri devono essere installati in modo da permettere l'accesso al cablaggio

Conduttori e cavi usati per connettere dispositivi montati su porte o altre parti mobili devono soddisfare i requisiti del paragrafo 12.7. Conduttori e cavi usati per applicazioni flessibili devono essere sufficientemente lunghi per permettere un completo movimento della porta o parte mobile. Il conduttore deve essere ancorato ad una parte fissa e ad una parte mobile indipendentemente dalle connessioni elettriche.

I conduttori dentro gli involucri devono essere supportati. Conduttori che non sono disposti in condotti devono essere supportati.

I pannelli di controllo devono essere equipaggiati con morsettiere o con spine e prese per l'uscita di tutti i conduttori. Sono permessi cablaggi direttamente ai punti di connessione o ai moduli di I/O di PLC.

I cavi di potenza e quelli dei circuiti di misura possono essere direttamente collegati ai morsetti dei dispositivi a cui devono essere collegati.

13.4 Cablaggio esterno agli involucri

13.4.1 Prescrizioni generali.

I mezzi per il passaggio dei cavi o dei condotti con i loro accessori di tenuta e di isolamento all'interno di un involucro, devono assicurare che il grado di protezione non sia ridotto.

13.4.2 Condotti esterni

Tutti i conduttori dello stesso circuito in ac, cablati nella stessa posizione devono essere contenuti nella stessa canaletta.

Conduttori esterni agli involucri dell'equipaggiamento elettrico devono essere chiusi in canalette (condotti) come descritto nel capitolo 13.5

Eccezione: i cavi e i connettori non necessitano di essere chiusi in una canaletta quando sono protetti e supportati in accordo con 13.1.5

Gli accessori utilizzati con condotti o cavi multipolari devono essere adatti all'ambiente circostante.

Guaine ("conduit") flessibili o cavi multipolari per posa mobile devono essere utilizzati dove è necessario per connessioni flessibili alle pulsantiere pensili. Il peso delle pulsantiere pensili deve essere sostenuto da mezzi diversi dal tubo protettivo ("conduit") flessibile o dal cavo multipolare flessibile, eccetto quando il tubo protettivo ("conduit") o il cavo è specificatamente progettato per tale scopo.

Il tubo protettivo ("conduit") flessibile o cavo multipolare con proprietà flessili deve essere usato per connessioni a parti che implicano piccoli o sporadici movimenti. Questi sono anche consentiti per la connessione a motori, sensori di posizione, e altri dispositivi montati esternamente. Dove vengono utilizzati dispositivi precablati (es. prossimiti), non è richiesto che l'interno cavo sia chiuso dentro un condotto.

13.4.3 Connessioni a elementi mobili della macchina

Le connessioni alle parti mobili devono essere fatte usando conduttori in accordo con le prescrizioni contenute in 12.7. Cavo flessibile e conduit devono avere connessioni verticali e devono essere installati in modo da evitare flessioni e sforzi eccessivi. Le connessioni orizzontali devono essere permesse quando il cavo flessibile e il condotto siano adeguatamente supportati.

I cavi con proprietà flessili soggetti a movimenti devono essere supportati in modo tale che non ci siano sforzi meccanici sui punti di connessione né alcuna netta flessione. Quando ciò sia fatto con l'uso di un anello, deve essere previsto per il cavo un raggio di curvatura di almeno dieci volte il diametro del cavo.

Il cavo con proprietà flessili deve essere installato o protetto in modo da minimizzare la possibilità di danni esterni dovuti a fattori che includono il seguente uso o potenziale uso improprio del cavo:

1. – passaggio della macchina sui suoi cavi;
2. – passaggio di veicoli o di altre macchine sui cavi;

-
- 3. – contatto con la struttura della macchina durante i movimenti;
 - 4. – entrata e uscita dalle guide o dai tamburi del cavo;
 - 5. – forze di accelerazione e forze dovute al vento sui sistemi a festoni o sui cavi sospesi;
 - 6. – sfregamento eccessivo sul collettore del cavo;
 - 7. – esposizione a un eccessivo calore irradiato.

La guaina del cavo deve essere resistente al logoramento da movimento e agli effetti di contaminati atmosferici (es. olio, acqua, refrigeranti, polvere).

Quando i cavi soggetti a movimento sono vicini alla parte mobile, devono essere prese precauzioni per mantenere uno spazio di almeno 25,4mm (1in) tra la parte mobile e i cavi. Quando la distanza non è praticabile, devono essere previste delle barriere fisse tra i cavi e le parti mobili

Quando un condotto flessibile è adiacente alle parti mobili, la costruzione e i mezzi di supporto devono prevenire danni al condotto flessibile in tutte le condizioni di lavoro. Condotti metallici flessibili non devono essere utilizzati per rapidi movimenti eccetto quando specificatamente progettati per questo scopo.

Il sistema di movimentazione del cavo deve essere progettato così che l'angolo laterale del cavo non superi i 5 gradi, evitando torsioni nel cavo durante:

- l'avvolgimento e lo svolgimento sul tamburo e
- l'avvicinamento e l'allontanamento dai dispositivi di guida del cavo.

Si devono adottare misure per garantire che almeno due giri di cavo flessibile rimangano avvolti sul tamburo.

I dispositivi che guidano e sostengono un cavo flessibile devono essere concepiti in modo tale che il raggio di curvatura interno, in tutti i punti di curvatura del cavo, non sia inferiore ai valori indicati nella tabella 13.4.3.2.3

Eccezione: un minor raggio di curvatura deve essere permesso se il cavo è specificamente identificato per tale scopo.

Il tratto diritto tra due curvature deve essere almeno 20 volte il diametro del cavo.

Tabella 13.4.3.2.3 Raggi di curvatura minimi ammessi per guida forzata dei cavi flessibili

Applicazione	Diametro del cavo o spessore del cavo piatto (d) mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
Tamburi del cavo	$6 d$	$6 d$	$8 d$
Supporti a rulli portanti delle guide	$6 d$	$8 d$	$8 d$
Sistema a festoni	$6 d$	$6 d$	$8 d$
Tutte le altre	$6 d$	$6 d$	$8 d$

NOTA: la tabella è identica alla tabella 8 della EN 60204-1

13.4.4 Interconnessione di dispositivi sulla macchina

Nel caso in cui più dispositivi di interruzione montati sulla macchina (come sensori di posizione, pulsanti) siano collegati in serie o in parallelo, si raccomanda che i collegamenti tra tali dispositivi siano effettuati mediante morsetti, realizzando punti di prova intermedi. I morsetti devono essere posizionati convenientemente, adeguatamente protetti, e riportati sui relativi schemi.

13.4.5 Combinazioni prese-spina

Quando l'equipaggiamento è rimovibile, possono essere utilizzate combinazioni presa spina. In presenza di tensione non deve esserci pericolo di scossa sui pin maschi di una delle parti libere di una combinazione presa-spina.

Combinazioni prese-spina devono essere listate (di tipo listed) per l'uso destinato e devono essere di tipo interbloccato quando hanno una corrente nominale maggiore di 20A. Quando usate su circuiti a più di 300V verso terra o 300V tra fase e fase, devono essere costruite per contenere ogni arco generato dall'inserimento o disinserimento.

Le combinazioni di attacco presa-spina devono essere progettate in modo tale da avere un contatto equipotenziale di protezione anticipato in chiusura e ritardato in apertura (contatto di messa a terra).

Eccezione: i circuiti PELV sono esenti da questa prescrizione

Combinazioni prese-spina usate per carichi motore devono rispettare le condizioni in 5.3.3.2 se è previsto che il circuito sia aperto sotto carico.

Quando una o più combinazioni presa-spina sono utilizzate nello stesso equipaggiamento, queste devono essere codificate meccanicamente ed essere chiaramente identificate per prevenire inserzioni sbagliate.

Combinazioni prese-spina industriali di potenza o destinate ad uso domestico non devono essere usate nei circuiti di comando e controllo.

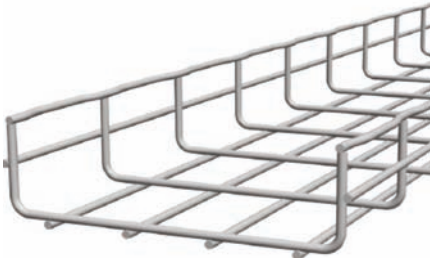
Devono essere forniti opportuni mezzi per coprire esternamente le prese quando le spine sono disinserite.

13.4.6 Smontaggio per il trasporto

Quando è necessario scollegare il cablaggio per il trasporto, nei punti di frazionamento devono essere previsti morsetti o combinazioni presa-spina. Tali morsetti devono essere adeguatamente racchiusi in un involucro e le combinazioni presa-spina devono essere protette dall'ambiente circostante durante il trasporto e il magazzinaggio.

13.5 Condotti, sistemi di supporto cavi, scatole di connessione e altre scatole.

Prima di proseguire con i requisiti sui condotti/canaline, si ritiene doverosa una nota per chiarire la differenza tra quelle che gli americani chiamano "raceway" e le "cable tray"

Raceway	Cable tray
	
a) Per "raceway" si intende un condotto chiuso metallico o non-metallico, ispezionabile o meno, all'interno del quale sono posati cavi unipolari e multipolari. Sono incluse canaline chiuse e conduit (tubi protettivi), flessibili o rigidi, metallici o non metallici. Per gli americani la canalina che si usa comunemente sul bordo macchina è metallica "full-enclosed" (completamente chiusa).	a) Per "cable tray" si intende un sistema di canali che può supportare sia cavi che condotti. La cable tray comunemente utilizzata per il mercato americano è la canaletta a filo o a maglia.
b) Possono essere installati conduttori unipolari e cavi multipolari	b) Possono essere installati conduttori e cavi purché siano certificati ("listed") per utilizzo in cable tray (es. cavi tipo TC-ER)
c) Il dimensionamento e il fattore di riempimento della canaletta metallica completamente chiusa è regolato dalla NFPA79 (vedi paragrafi successivi)	c) Il dimensionamento e il fattore di riempimento della cable tray è regolato dal NEC art. 392

13.5.1 Prescrizioni generali

Condotti ("raceways") e accessori associati devono essere listati ("listed") e devono essere identificati per l'ambiente a cui sono destinati.

Eccezione: i condotti ("raceway") che sono parte integrante della macchina e che soddisfano i requisiti del paragrafo 13.5.6 possono essere non listati ("listed")

Tutti gli angoli vivi, le schegge, sbavature, superfici ruvide o i filetti, con i quali l'isolamento dei conduttori può venire in contatto, devono essere rimossi dai condotti e dagli accessori. Se necessario per proteggere l'isolamento del conduttore, devono essere previste protezioni aggiuntive, come materiali non propaganti la fiamma (secondo UL 94) e resistenti all'olio.

Sono ammessi fori di drenaggio del diametro di 6,4 mm (1/4 inch) in sistemi di canali, scatole di connessione e altre scatole, utilizzati per i cablaggi che possono essere soggetti all'accumulo di olio o umidità.

Le canalette devono essere saldamente fissate e supportate.

13.5.2 Percentuale di riempimento delle canalette.

La somma delle aree delle sezioni di tutti i conduttori e cavi non deve superare il 50% dell'area della sezione interna della canaletta. Le percentuali di riempimento devono essere basate sulle dimensioni attuali dei conduttori o cavi usati.

13.5.3 Condotti rigidi ("rigid conduit") e accessori.

La dimensione minima deve essere di passo metrico 16 (dimensione commerciale 1/2)
La dimensione massima deve essere di passo metrico 155 (dimensione commerciale 6)

Quando i condotti ("conduit") entrano in una scatola o involucro, un raccordo o un accessorio che fornisce un buon isolamento deve essere installato per proteggere i conduttori dalle abrasioni, a meno che la scatola o l'involucro siano tali da fornire la stessa protezione. Dove i raccordi del condotto sono costruiti interamente di materiale isolante un controdado deve essere provvisto sia all'interno che all'esterno dell'involucro al quale il condotto è attaccato.

Eccezione: se gli accessori sono filettati non è richiesto soddisfare il requisito di cui sopra.

Le curve dei condotti devono essere fatte di materiale tale che il condotto non possa essere danneggiato e il diametro interno del condotto non sia ridotto in maniera significativa. Il raggio di curvatura non deve essere inferiore a quello indicato in tabella

Un percorso di condotti deve contenere non meno di quattro quarti di curve o una combinazione di curve per un totale di 360 gradi tra i punti di passaggio.

Tabella 13.5.3.1.4 Raggio minimo di curvatura dei tubi protettivi

Conduit Size		One Shot and Full Shoe Benders		Other Bends	
Metric Designator	Trade Size	mm	in.	mm	in.
16	½	101.6	4	101.6	4
21	¾	114.3	4½	127	5
27	1	146.05	5¾	152.4	6
35	1¼	184.15	7¼	203.2	8
41	1½	209.55	8¼	254	10
53	2	241.3	9½	304.8	12
63	2½	266.7	10½	381	15
78	3	330.2	13	457.2	18
91	3½	381	15	533.4	21
103	4	406.4	16	609.6	24
129	5	609.6	24	762	30
155	6	762	30	914.4	36

I condotti di tipo metallo non flessibile (Metal-type Nonflexible conduit) non devono essere fissati rigidamente e supportati ad ogni estremità

Gli accessori devono essere compatibili con i tubi protettivi e adatti all'applicazione. Gli accessori devono essere filettati, a meno che difficoltà strutturali ne impediscano l'assemblaggio. Se vengono utilizzati accessori non filettati, i tubi protettivi devono essere fissati in modo sicuro all'equipaggiamento.

I Condotti rigidi di metallo (Rigid Metal Conduit, RMC) e gli accessori devono essere di acciaio galvanizzato o di un materiale resistente alla corrosione per le condizioni di servizio.

I Condotti intermedi di metallo (Intermediate Metal Conduit, IMC) devono essere di acciaio di sezione circolare con giunti integrali o associati, approvati per l'installazione di conduttori elettrici e usati con accessori approvati per provvedere alla continuità elettrica.

Il tubo elettro metallico (Electrical Metal Tubing, EMT) (in acciaio) deve essere un

tubo di sezione circolare approvato per l'installazione di conduttori elettrici quando uniti con accessori approvati. La grandezza massima del tubo deve essere di passo metrico 103 (misura commerciale 4).

I Tubi protettivi rigidi non metallici (Rigid Non metallic Conduit, RNC) devono essere di materiale non metallico approvato per l'installazione di conduttori elettrici e identificati per l'uso a cui sono destinati quando soggetti a danneggiamento fisico.

I tubi protettivi devono essere fissati rigidamente e supportati come specificato in tabella 13.5.3.3.2. In aggiunta, i tubi protettivi devono essere saldamente fissati i entro 900mm (3ft) da ogni scatola, involucro, o altro raccordo.

Tabella 13.5.3.3.2 Supporto di tubi protettivi rigidi non metallici

Conduit Size		Maximum Spacing Between Supports	
Metric Designator	Trade Size	mm or m	ft
16–27	½–1	900 mm	3
35–53	1¼–2	1.5 m	5
63–78	2½–3	1.8 m	6
91–129	3½–5	2.1 m	7
155	6	2.5 m	8

Tutte le giunture lungo la lunghezza del condotto e tra il condotto e gli accessori e le scatole devono essere fatte con raccordi approvati per l'uso a cui sono destinati.

13.5.4 Tubi protettivi flessibili metallici (Flexible Metal Conduit, FMC) e accessori

Prima di proseguire con i requisiti sui condotti/canaline, si ritiene doverosa una nota per chiarire la differenza tra ciò che gli americani chiamano "conduit" e ciò che definiscono "tubing"

Conduit	Tubing
	
a) Il "conduit" è un tubo protettivo metallico o non metallico certificato come prodotto "listed", ovvero con il marchio UL/CSA.	a) Il "tubing" è un tubo protettivo, solitamente la guaina corrugata, certificato come prodotto "recognized", ovvero con il marchio UR.
b) Al suo interno possono essere installati cavi di circuiti di potenza	b) Può essere utilizzato solo per i cavi di circuiti di comando e controllo
c) Il dimensionamento e i fattori di riempimento, oltre a quanto indicato nella NFPA79, sono riportati nel NEC (NFPA70)	c) Il dimensionamento e i fattori di riempimento, oltre a quanto indicato nella NFPA79, sono riportati nel NEC (NFPA70)

I Tubi protettivi flessibili metallici (FMC) e i tubi protettivi flessibili metallici a tenuta di liquidi (Liquid-tight Flexible Metal Conduit, LFMC) devono avere una minima grandezza di passo metrico 12 (grandezza di commercio 3/8).

La grandezza massima di FMC e LFMC deve essere di passo metrico 103 (grandezza di commercio 4).

FMC e LFMC devono essere installati in modo tale che i liquidi tendano a scivolare via dalla superficie invece di drenare attraverso gli accessori.

Gli accessori devono essere compatibili con il tubo di protezione e identificati per l'utilizzo a cui sono destinati. Sia i tubi di tipo FMC che LFMC devono essere identificati per l'uso nell'ambiente previsto.

13.5.5 Tubi protettivi flessibili non metallici a tenuta di liquido (LFNC) e accessori.

Il tubo protettivo flessibile non metallico a tenuta di liquidi (LFNC) è un condotto di sezione circolare dei seguenti tipi:

-
1. Un'anima liscia continua interna e una guaina legate assieme, e ha uno o più strati di rinforzo tra l'interno e la guaina, progettato secondo il Type LFNC-A
 2. una più liscia superficie interna con rinforzo integrato entro le pareti del tubo protettivo, progettato secondo il Type LFNC-B
 3. una superficie interna ed esterna corrugata con o senza rinforzi integrati con la parete del tubo protettivo, progettato secondo il Type LFNC-C.

Gli LFNC devono essere resistenti all'attorcigliamento e devono avere le caratteristiche fisiche della guaina dei cavi multiconduttore.

Il tubo protettivo deve essere identificato per l'uso nell'ambiente fisico a cui è destinato.

La minima grandezza dell'LFNC deve essere di passo metrico 12 (grandezza commerciale 3/8in).

La massima grandezza dell'LFNC deve essere di passo metrico 103 (grandezza commerciale 4in).

Gli accessori del LFNC devono essere compatibili con il tubo protettivo e identificati per l'applicazione.

Il tubo protettivo flessibile deve essere installato in modo tale che i liquidi tendano a scivolare via dalla superficie invece di drenare attraverso gli accessori.

13.5.6 Sistemi di canali

I sistemi di canali esterni agli involucri devono essere fissati rigidamente e non assoggettati a parti in movimento e lontani da inquinanti della macchina.

I coperchi devono avere una forma tale da ricoprire i lati; ad es. sono permesse guarnizioni. I coperchi devono essere fissati ai sistemi di canali con mezzi idonei. In sistemi di canali orizzontali, il coperchio non deve essere posto sulla parte inferiore se non specificatamente progettato per tale installazione.

Coperture incernierate devono essere in grado di aprirsi almeno di 90 gradi.

Se il sistema di canali viene fornito in sezioni, le giunzioni tra le sezioni devono aderire perfettamente senza necessitare di guarnizione.

Le uniche aperture permesse devono essere quelle richieste per il cablaggio o il drenaggio

I cablaggi non devono avere parti sfondabili aperte ma non utilizzate.

Lo spessore del metallo e la costruzione dei sistemi di canali deve essere conforme allo standard ANSI/UL 870.

13.5.7 Vani della macchina e sistemi di canali

È permesso l'uso di vani o di sistemi di canali per racchiudere conduttori all'interno della colonna o del basamento della macchina, purché essi siano isolati da contenitori di liquido refrigerante o olio e siano totalmente chiusi. Il percorso dei conduttori in vani chiusi e in sistemi di canali deve essere sicuro e disposto in modo tale da non subire danneggiamenti.

13.5.8 Scatole di connessione e altre scatole

Le scatole di connessione e le altre scatole utilizzate per il cablaggio devono essere accessibili per la manutenzione. Tali scatole devono offrire protezione contro l'ingresso di corpi solidi e liquidi, tenendo in considerazione le influenze esterne nelle quali è previsto il funzionamento della macchina

Tali scatole non devono avere parti sfondabili aperte ma non utilizzate, né altre aperture, e devono essere concepite in modo tale da escludere l'ingresso di materiali quali polvere, particelle sospese in aria, oli e refrigeranti.

13.5.9 Scatole di connessione del motore

Le scatole di connessione del motore devono contenere solo le connessioni al motore e ai dispositivi montati sul motore (per es., freni, sensori di temperatura, dispositivi di connessione a spina, generatori tachimetrici).

I connettori devono essere isolati con un materiale anti combustione.

13.5.10 Cable Trays

Le cable trays possono essere utilizzate per il supporto di cavi o condotti su macchine industriali. Le cable trays possono supportare i seguenti:

1. Conduttori unipolari di sezione AWG 1/0 o maggiore che sono permessi per macchine industriali
2. Cavi flessibili multipolari e cavi con proprietà di flessibilità che sono permessi per macchine industriali
3. Canalette che sono parti integranti della macchina
4. Conduttori e cavi speciali che sono altrimenti permessi nei macchinari industriali (vedere paragrafo 12.9. riportato nel capitolo 21)

NOTA: conduttori e cavi multipolari devono essere in ogni caso certificati ("listed") per poter essere utilizzati nelle cable tray (es. cavi tipo TC-ER)

Le corde non devono essere installate sulle "cable trays".

Laddove sia richiesta una riduzione di portata per declassamento dovuto a più di tre conduttori caricati, il coefficiente deve essere ricavato dalla tabella 12.5.5(b)

14 Motori elettrici e attrezzature associate

14.1 Prescrizioni generali

I motori devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati.

Dove l'equipaggiamento ha due o più sorgenti di alimentazione o due o più dispositivi di sezionamento indipendenti, il cablaggio di potenza deve essere installato in condotti separati e non deve terminare dentro o passare attraverso scatole comuni di giunzione.

14.2 Dimensioni del motore

Per quanto possibile le dimensioni del motore devono essere conformi a quanto indicato negli standard NEMA MG-1, IEC 60072-1, o IEC 60072-2

14.4 Montaggio del motore e vani del motore.

Ogni motore e i suoi dispositivi di accoppiamento alla macchina, cinghie e pulegge o catene, devono essere montati in modo da essere adeguatamente protetti e facilmente accessibili per l'ispezione, la manutenzione, la regolazione, l'allineamento, la lubrificazione e la sostituzione. Il montaggio del motore deve essere tale che tutti i suoi mezzi di fissaggio possano essere rimossi e che le morsettiere siano accessibili.

Il motore deve essere montato in modo che sia assicurato il suo corretto raffreddamento e che la sovratemperatura rimanga entro i limiti della sua classe di isolamento

Per quanto possibile, i vani del motore dovrebbero essere puliti e asciutti e, se richiesto, devono essere ventilati direttamente verso l'esterno della macchina. Gli orifizi di ventilazione devono essere tali da limitare l'ingresso di trucioli, polvere o schizzi d'acqua a un livello accettabile.

Non devono essere presenti aperture tra il vano del motore e ogni altro vano se non sono conformi alle prescrizioni per il vano motore. Se un tubo protettivo o una tubazione passa all'interno del vano motore da un altro vano non conforme alle prescrizioni per il vano motore, qualsiasi interstizio intorno al tubo protettivo o alla tubazione deve essere sigillato.

14.5 Criteri di selezione

Le caratteristiche dei motori e degli equipaggiamenti associati devono essere scelte conformemente alle previste condizioni di servizio e dell'ambiente circostante.

A tale scopo, i parametri che devono essere presi in considerazione includono:

1. – il tipo di motore;
2. – il tipo di ciclo di funzionamento;
3. – il funzionamento a velocità fissa o variabile (e di conseguenza la diversa influenza della ventilazione);
4. – la vibrazione meccanica;
5. – il tipo di comando e controllo del motore;
6. – l'influenza delle armoniche di tensione e/o di corrente eventualmente presenti nel sistema (in particolare quando è alimentato da un convertitore statico);
7. – il metodo di avviamento e la possibile influenza della corrente di inserzione sul funzionamento degli altri carichi collegati alla stessa alimentazione, tenendo anche in debita considerazione le possibili prescrizioni stabilite dagli enti che forniscono l'energia;
8. – la variazione della coppia resistente del carico in funzione del tempo e della velocità;
9. – l'influenza dei carichi con inerzia elevata;

-
- 10. – l'influenza del funzionamento a coppia costante o a potenza costante;
 - 11. – l'eventuale necessità di reattanze tra il motore e il convertitore statico.

14.6 Dispositivi di protezione per i freni meccanici

Il funzionamento dei dispositivi di protezione contro il sovraccarico e contro le sovracorrenti degli attuatori dei freni meccanici deve attivare il simultaneo sgancio degli attuatori di macchina.

14.7 Freccia di direzione

Laddove una rotazione contraria producesse una condizione pericolosa o danni all'attrezzatura collegata, deve essere installata una freccia di direzione. La freccia deve essere adiacente al motore e chiaramente visibile.

14.8 Marcatura sui motori

I motori devono essere marcati in accordo con la sezione 430.7 di NFPA 70 (National Electrical Code).

Motori ad alta efficienza

Dal 19 dicembre 2010 sono entrate in vigore negli USA le nuove regole per l'alta efficienza dei motori (l'Energy Independence and Security Act http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_Independence_and_Security_Act_of_2007 (EISA) che diventa legge Public Law 140-110). Le direttive Eisa fissano nuovi stringenti limiti di efficienza per un'ampia gamma di motori trifase.

Di seguito sono riassunti le tipologia dei motori coperti dalla EISA con i requisiti minimi di efficienza richiesti.

Tipi di motore	Requisiti di efficienza
• Motori per uso generico da 1 a 200 Hp. In precedenza coperto dalla EAct; • Motori con dimensioni telaio a 3 cifre montato su piedi; • Motori con dimensioni telaio a 3 cifre montato su piedi e C-face; • Motori di tipo ODP, TEFC, a prova di esplosione, ecc. • Motori IEC dalla grandezza 90 e superiore	– Richiesta efficienza "NEMA Premium" secondo NEMA MG1 tabella 12-12
• Motori con telaio a U; • Motori con design C; • Motore "footless" (senza piedi); • Motore con spinta normale ad albero pieno verticale; • Motore a 8 poli (900 rpm); • Motore polifase con tensione non superiore a 600V (diversa da 230V e 460V); • Motori da 201Hp a 500Hp non coperti in precedenza dall' EAct	– Richiesta efficienza secondo NEMA MG1 tabella 12-11
• Motori monofase; • Motori in DC; • Motori al di sotto di 1Hp; • Motori frame 48 o 56; • Motori T.E. Non-ventilated • Motori design D con slip alto; • Motori con velocità regolabile con avvolgimenti ottimizzati; • Motore con montaggio Oem personalizzato; • Motore a servizio non continuo (intermittente); • Motore integrato con ingranaggio o freno dove il motore non può essere usato separatamente; • Pompe sommerse.	– Nessun requisito di efficienza

Di seguito dalla norma NEMA MG-1, sono riportate le tabelle 12-12 per l'efficienza "NEMA Premium" e 12-11 per l'"energy efficiency"

**Nema MG1 - Tabella 12-12. Efficienza a pieno carico per i motori a efficienza elettrica
Nema Premium 60 Hz con tensione nominale di 600 V o inferiore (avvolgimento casuale)**

Potenza motore	Efficienza a pieno carico nominale					
	Motori aperti			Motori chiusi		
	2 poli	4 poli	6 poli	2 poli	4 poli	6 poli
1	77,0	85,5	82,5	77,0	85,5	82,5
1,5	84,0	86,5	86,5	84,0	86,5	87,5
2	85,5	86,5	87,5	85,5	86,5	88,5
3	85,5	89,5	88,5	86,5	89,5	89,5
5	86,5	89,5	89,5	88,5	89,5	89,5
7,5	88,5	91,0	90,2	89,5	91,7	91,0
10	89,5	91,7	91,7	90,2	91,7	91,0
15	90,2	93,0	91,7	91,0	92,4	91,7
20	91,0	93,0	92,4	91,0	93,0	91,7
25	91,7	93,6	93,0	91,7	93,6	93,0
30	91,7	94,1	93,6	91,7	93,6	93,0
40	92,4	94,1	94,1	92,4	94,1	94,1
50	93,0	94,5	94,1	93,0	94,5	94,1
60	93,6	95,0	94,5	93,6	95,0	94,5
75	93,6	95,0	94,5	93,6	95,4	94,5
100	93,6	95,4	95,0	94,1	95,4	95,0
125	94,1	95,4	95,0	95,0	95,4	95,0
150	94,1	95,8	95,4	95,0	95,8	95,8
200	95,0	95,8	95,4	95,4	96,2	95,8
250	95,0	95,8	95,4	95,8	96,2	95,8
300	95,4	95,8	95,4	95,8	96,2	95,8
350	95,4	95,8	95,4	95,8	96,2	95,8
400	95,8	95,8	95,8	95,8	96,2	95,8
450	95,8	96,2	96,2	95,8	96,2	95,8
500	95,8	96,2	96,2	95,8	96,2	95,8

Nema MG1 - Tabella 12-11. Efficienza a pieno carico per i motori a efficienza energetica

Potenza motore	Efficienza a pieno carico nominale							
	Motori aperti				Motori chiusi			
	2 poli	4 poli	6 poli	8 poli	2 poli	4 poli	6 poli	8 poli
1	-	82,5	80,0	74,0	75,5	82,5	80,0	74,0
1,5	82,5	84,0	84,0	75,5	82,5	84,0	85,5	77,0
2	84,0	84,0	85,5	85,5	84,0	84,0	86,5	82,5
3	84,0	86,5	86,5	86,5	85,5	87,5	87,5	84,0
5	85,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	87,5	85,5
7,5	87,5	88,5	88,5	88,5	88,5	89,5	89,5	85,5
10	88,5	89,5	90,2	89,5	89,5	89,5	89,5	88,5
15	89,5	91,0	90,2	89,5	90,2	91,0	90,2	88,5
20	90,2	91,0	91,0	90,2	90,2	91,0	90,2	89,5
25	91,0	91,7	91,7	90,2	91,0	92,4	91,7	89,5
30	91,0	92,4	92,4	91,0	91,0	92,4	91,7	91,0
40	91,7	93,0	93,0	91,0	91,7	93,0	93,0	91,0
50	92,4	93,0	93,0	91,7	92,4	93,0	93,0	91,7
60	93,0	93,6	93,6	92,4	93,0	93,6	93,6	91,7
75	93,0	94,1	93,6	93,6	93,0	94,1	93,6	93,0
100	93,0	94,1	94,1	93,6	93,6	94,5	94,1	93,0
125	93,6	94,5	94,1	93,6	94,5	94,5	94,1	93,6
150	93,6	95,0	94,5	93,6	94,5	95,0	95,0	93,6
200	94,5	95,0	94,5	93,6	95,0	95,0	95,0	94,1
250	94,5	95,4	95,4	94,5	95,4	95,0	95,0	94,5
300	95,0	95,4	95,4	-	95,4	95,4	95,0	-
350	95,0	95,4	95,4	-	95,4	95,4	95,0	-
400	95,4	95,4	-	-	95,4	95,4	-	-
450	95,8	95,8	-	-	95,4	95,4	-	-
500	95,8	95,8	-	-	95,4	95,8	-	-

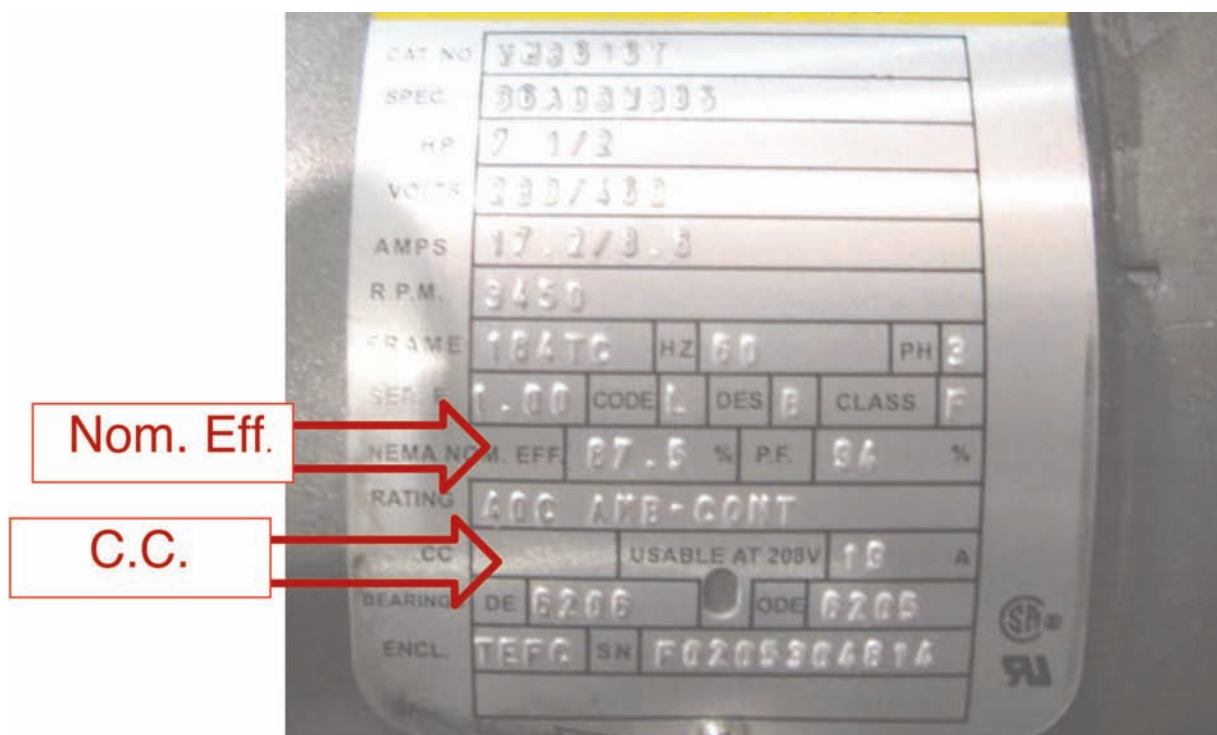
IMPORTANTE: Le informazioni sull'efficienza energetica che devono essere presenti sulla targa sono:

- l'efficienza nominale a pieno carico (Nom. Eff.);
- un numero di «Compliance Certification CC»;
- o, opzionale, il marchio:



La targa del motore deve quindi riportare un numero di certificato che attesta che il motore è stato testato su un banco prova certificato per eseguire i test di rendimento.

A mò d'esempio, si riporta sotto la foto di una targa di un motore conforme con le nuove normative EISA:



Anche in Canada, dal 1 Gennaio 2011 sono entrate in vigore le nuove regole per l'alta efficienza dei motori, secondo lo standard CSA/CAN C.390-10.2010.

Il regolamento, che prende il nome di Natural Resources Canada (NRCan) differisce leggermente da quello USA. I motori coperti dal NRCan, per i quali sono richiesti i rendimenti della tabella 12-12, NEMA MG-1, sono:

- 8 poli;
- U frame o equivalente IEC
- NEMA C o IEC H
- Footless (senza piedi d'appoggio)
- 2,4,6 poli NEMA B da 200 a 500 hp
- Per uso generico di potenza tra 1 e 200 hp
- 2,4,6 poli
- NEMA T frame o IEC 90
- NEMA A, B o IEC N

15 Accessori e illuminazione

15.1 Accessori

Quando la macchina o il suo equipaggiamento associato è dotata di prese di corrente che devono essere usate per l'alimentazione di materiale accessorio (es. utensili elettrici portatili, equipaggiamenti di prova), a queste prese di servizio si applicano le seguenti condizioni:

1. Le prese montate esternamente all'involucro devono essere protette da un differenziale (GFCI ground-fault circuit-interrupter).
2. Le prese devono essere alimentate da un circuito d'alimentazione a 120V AC messo a terra
3. Le prese devono essere di tipo a lama parallela con messa a terra, 125V, monofase, 15A o 20 A (l'estensione a 20A è stata introdotta dalla nuova edizione del 2012) e listate (listed)
4. Le prese con le loro spine di attacco collegate (prese-spina) devono essere in accordo col paragrafo 13.4.5
5. La continuità del circuito dell'impianto di terra (collegamento a massa) alle prese deve essere verificata in accordo a quanto previsto nel paragrafo 18.2

Eccezione: la verifica non è richiesta per circuiti PELV

6. Tutti i conduttori senza messa a terra collegati ad una presa devono essere protetti contro le sovracorrenti in accordo con le disposizioni previste in 7.2.5, e questi circuiti non devono essere connessi ai circuiti di altre macchine.
7. Dove non viene tolta tensione alla presa tramite il sezionatore generale della macchina o di parte di essa, devono essere usati i requisiti di avviso e segnalazione di sicurezza previsti in 5.3.5.4
8. Le prese devono essere adeguate all'ambiente. Prese montate esternamente all'involucro e soggette a sporcizia, polveri, oli o altri contaminanti devono essere provviste di un mezzo di copertura quando la spina è rimossa.

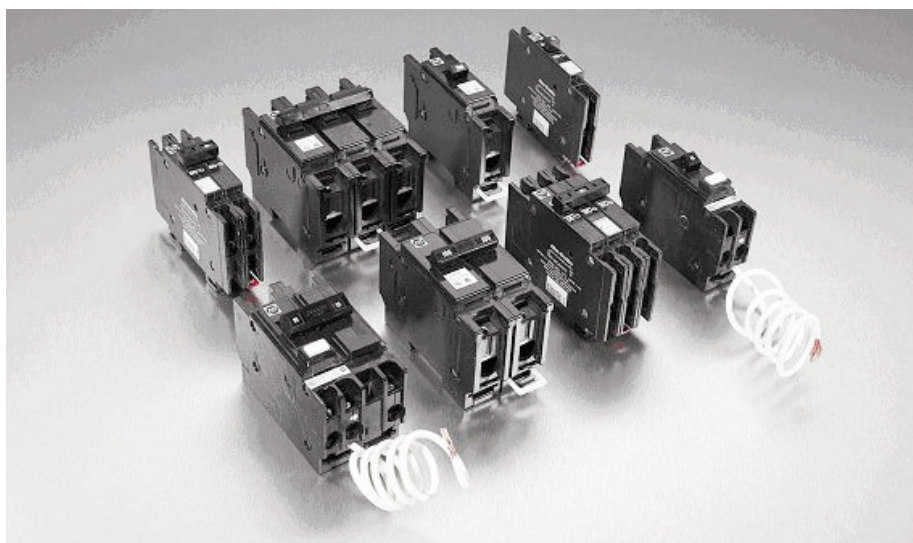
Le prese che sono parte della macchina sia interne che esterne al quadro di controllo e destinate ad uso da parte del personale di manutenzione, devono essere provviste di protezione differenziale (GFCI ground-fault circuit-interrupter).

Per maggiori informazioni sulle prese industriali si veda il paragrafo 1.6 a pagina 30 del fascicolo 2 "Circuiti di feeder" della nostra collana "Panorama normativo Nordamericano".

Per maggiori informazioni sulla protezione differenziale in Nord America si veda il fascicolo 6 "Fusibili, carpenterie e protezione differenziale" a pagina 22 della nostra collana "Panorama normativo Nordamericano".



Presa con differenziale incorporato serie 1492-REC



Relè differenziali per il mercato Nord Americano serie 1492-MC

15.2 Illuminazione locale del macchinario e dell'equipaggiamento.

I circuiti di illuminazione devono essere conformi con le disposizioni del paragrafo 8.4

Le luci di lavoro della macchina non devono contenere interruttori o prese dove esposti a liquidi o nebbie di condense, a meno che siano adatti e identificati per tale scopo. I portalampane non devono incorporare interruttori o prese. Le luci di lavoro usate in posti bagnati devono essere provviste di una protezione di messa a terra.

I conduttori delle luci stazionarie usate come parte integrante della macchina devono essere di tipo MTW, e non devono essere inferiori a 18 AWG.

Le corde flessibili devono essere di tipo SO, STO, o STOW o di tipo SJO, SJOW o SJTO.

Effetti stroboscopici delle luci devono essere evitati.

La tensione del circuito di illuminazione non deve superare i 150V.

I circuiti luce devono aver protezioni da sovracorrenti in accordo a 7.2.6 e devono essere alimentati da una delle seguenti fonti:

1. Un trasformatore di isolamento dedicato connesso al lato carico del sezionatore. In questo caso deve essere prevista una protezione contro le sovracorrenti nel circuito secondario.
2. Un trasformatore di isolamento dedicato, connesso al lato linea del sezionatore può essere permesso per l'alimentazione del circuito di illuminazione per la manutenzione nei quadri di comando. In questo caso deve essere prevista una protezione contro le sovracorrenti nel circuito secondario.
3. Un circuito di messa a terra della macchina, che ha una separata protezione di sovracorrente e non eccede 150V.
4. Un trasformatore di isolamento connesso al lato linea del dispositivo di sezionamento dell'alimentazione quando un sezionatore al primario e una protezione di sovracorrente al secondario sono previsti e montati dentro l'involucro di controllo adiacente al dispositivo di sezionamento dell'alimentazione.
5. Un circuito di illuminazione esternamente alimentato (es. dall'alimentazione di illuminazione dell'officina). Questo è ammesso solamente in quadri di comando e per l'illuminazione di lavoro di una macchina quando la potenza totale non supera i 3 kW.

I circuiti di illuminazione locale devono essere protetti separatamente con protezioni da sovracorrente e non devono superare 15A di assorbimento totale.

Impianti di illuminazione regolabili devono essere adatti all'ambiente circostante.

I portalampada devono avere le seguenti caratteristiche:

1. dimensionati per il voltaggio e la potenza della lampada
2. costruiti con un materiale isolante per proteggere la lampada in modo da prevenire dei contatti accidentali

I riflettori e le protezioni devono essere supportati da una staffa e non dal portalampada.

Per maggiori informazioni sui circuiti di illuminazione si veda anche il paragrafo 1.10 del fascicolo 3 "Circuiti di branch" della nostra collana "Panorama normativo Nordamericano".

16 Marcatura e segnali di sicurezza

16.1 Prescrizioni generali

L'equipaggiamento elettrico deve essere provvisto di un marking con il nome del fornitore, il marchio o altri simboli identificativi.

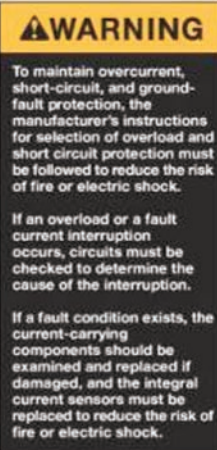
Pittogrammi di sicurezza, targhette e markings devono essere realizzati in modo da durare nel tempo e da sopportare le condizioni ambientali a cui saranno sottoposti.

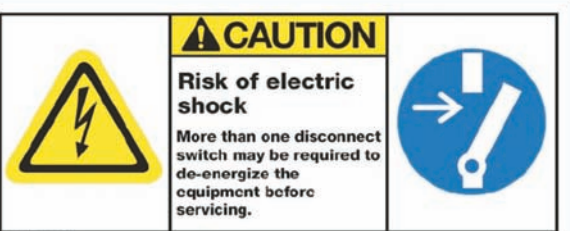
16.2 Pittogrammi di sicurezza

I pittogrammi di sicurezza per l'equipaggiamento elettrico, devono essere conformi agli standard ANSI Z535.

Tutti i pittogrammi di sicurezza devono essere installati in modo ben visibile.

Di seguito sono riportati i pittogrammi richiesti per l'equipaggiamento elettrico, con le relative condizioni di utilizzo:

Tipo	Posizione
 WARNING Hazardous voltage. All doors must be closed before energizing the panel.	Posizionato sulle porte del quadro non interbloccate dalla manovra del sezionatore generale
 WARNING To maintain overcurrent, short-circuit, and ground-fault protection, the manufacturer's instructions for selection of overload and short circuit protection must be followed to reduce the risk of fire or electric shock. If an overload or a fault current interruption occurs, circuits must be checked to determine the cause of the interruption. If a fault condition exists, the current-carrying components should be examined and replaced if damaged, and the integral current sensors must be replaced to reduce the risk of fire or electric shock.	Posizionato sulle porte con all'interno i salvamotori UL508, tipo i 140M
 WARNING Read and understand operator's manual before using this machine. Failure to follow operating instructions could result in death or serious injury.	Posizionato sui pannelli operatori e sull'anta principale del quadro elettrico

Tipo	Posizione
	Posizionato vicino alla manovra esterna del sezionatore generale del quadro e sulle scatole di derivazione a bordo macchina con all'interno circuiti di potenza.
	Posizionato sulle porte del quadro con all'interno circuiti che rimangono in tensione (conduttori di colore giallo o arancione) quando il sezionatore generale è nella posizione di "OFF".
	Posizionato sulla porta principale del quadro, vicino al sezionatore generale se nel quadro sono previsti due o più arrivo linea

16.4 Targa dati della macchina

L'equipaggiamento elettrico (quadro elettrico) deve essere marcato in maniera leggibile e duratura in modo che sia chiaramente visibile dopo che è stato installato l'equipaggiamento stesso. All'esterno del quadro, o sulla macchina ma nelle vicinanze del quadro, deve essere posta una targa dati con le seguenti informazioni:

1. Nome o marchio del fornitore,
2. Numero di serie, dove applicabile,
3. Tensione nominale, numero di fasi e frequenza (se in AC), e corrente di pieno carico per ogni alimentazione,

4. Corrente del motore più grande,
5. Taglia e tipo del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti e del dispositivo contro i guasti verso terra laddove previsto
6. NEMA type dell'armadio elettrico
7. Corrente nominale di cortocircuito (SCCR)
8. Il numero di schema elettrico o del documento principale che contiene lo schema elettrico.

Deve inoltre essere riportato (§ 67 UL508A):

- La corrente del carico resistivo più grande
- la dicitura "Industrial Control Panel for Industrial Machinery"

Di seguito è riportato un esempio di targa dati conforme a UL508A e a NFPA79:

LOGO COSTRUTTORE		
Voltage	480Y/277V	
Phase	3	
Frequency	60	Hz
Total Load Current	67	A
Largest motor FLA	7,1	A
Largest heater FLA	5	A
Enclosure Environmental Type	12	
Short circuit rating of overcurrent protection device	65 kA rms at 480V	
Short circuit rating	10 kA rms at 480V	
Field Wiring Diagram	0440X6	
Industrial Control Panel for industrial machinery		

17 Documentazione tecnica

17.1 Generalità

Le informazioni necessarie per l'installazione, l'operazione e la manutenzione dell'equipaggiamento elettrico di una macchina devono essere fornite nelle forme appropriate come disegni, diagrammi, schemi, tabelle ed istruzioni. Le informazioni previste possono variare con la complessità dell'equipaggiamento elettrico. Per equipaggiamenti molto semplici, le informazioni corrispondenti possono essere contenute in un solo documento, a condizione che tale documento riporti tutte le necessarie informazioni sull'equipaggiamento elettrico e le connessioni alla rete di alimentazione.

Il fornitore del macchinario deve assicurare che la documentazione tecnica specificata in questo capitolo sia a corredo su ogni macchina.

La documentazione tecnica deve essere fornita con un mezzo concordato tra il fornitore della macchina e l'utilizzatore della macchina.

Nella documentazione devono essere fornite le seguenti informazioni:

1. Chiara e comprensibile descrizione dell'equipaggiamento, sull'installazione, montaggio, e connessione all'alimentazione elettrica.
2. Requisiti del circuito di alimentazione elettrica
3. Lo schema completo del sistema (a blocchi), se necessario
4. Diagramma schematico
5. Informazione su:
 - a) Programmazione
 - b) Sequenza di funzionamento
 - c) Frequenza delle verifiche
 - d) Frequenza dei metodi di prova funzionali
 - e) Regolazione, manutenzione e riparazione
 - f) Diagramma di interconnessione
 - g) Layouts del pannello

-
- h) Istruzioni e manuale di servizio
 - i) Ambiente fisico (es. illuminazione, vibrazioni, livelli di rumore, contaminazioni atmosferiche)
6. Una descrizione (inclusi gli schemi di interconnessione) delle protezioni, delle funzioni di interazione, degli interblocchi sui ripari con potenziali azioni pericolose
 7. Una descrizione dei mezzi di sicurezza e i metodi previsti dove la sicurezza primaria è sostituita (es. manuale di programmazione, programmi di verifica)
 8. Informazioni sulle procedure di sicurezza
 9. Lista dei componenti e lista delle parti di ricambio raccomandate
 - 10 Istruzioni di manutenzione e procedure di settaggio e regolazione
 11. Informazioni (ove necessario) sui seguenti:
 - a) Diagramma di lubrificazione
 - b) Diagramma pneumatico
 - c) Diagramma idraulico
 - d) Diagrammi di sistemi vari (es. refrigerante, raffreddante)

17.3 Prescrizioni applicabili a tutti i documenti

I documenti devono essere preparati in accordo con i requisiti dei paragrafi da 17.4 a 17.10

Come riferimento sui diversi documenti, il fornitore deve scegliere uno dei seguenti metodi:

1. Ognuno dei documenti deve portare come “cross reference” i numeri di riferimento di tutti gli altri documenti appartenenti all’equipaggiamento elettrico. Questo metodo deve essere usato solo quando la documentazione consiste di quattro o meno documenti
2. Tutti i documenti devono essere elencati con numeri di documento e titoli in un disegno o lista documenti

Dove appropriata, una tavola dei contenuti deve apparire prominentemente sul primo foglio e deve riferirsi a tutte le maggiori sezioni dei disegni elettrici.

17.4 Informazioni di base

La documentazione tecnica deve poter essere presentata come un documento separato o come una parte dell'installazione o della documentazione operativa. La documentazione operativa deve contenere, come minimo, le seguenti informazioni:

1. Normali condizioni operative dell'equipaggiamento elettrico, includendo le condizioni previste per l'alimentazione elettrica e, dove opportuno, l'ambiente fisico
2. Manipolazione, trasporto e stoccaggio
3. Uso inappropriato dell'equipaggiamento

17.5 Diagrammi di installazione

Lo schema di installazione deve fornire tutte le informazioni necessarie per il lavoro preliminare dell'impostazione della macchina

La posizione specifica di alimentazione elettrica da installare sul posto deve essere chiaramente indicata.

Devono essere specificati i dati necessari per scegliere il tipo, le caratteristiche, la corrente nominale e la regolazione del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti per i conduttori dei circuiti di alimentazione all'equipaggiamento elettrico della macchina.

Se necessario, devono essere specificate le dimensioni, l'impiego e la disposizione delle canaline che devono essere previste da parte dell'utilizzatore.

Devono essere altresì indicate le dimensioni, il tipo e l'impiego delle canaline, delle passerelle o dei supporti cavi tra la macchina e gli equipaggiamenti associati che devono essere forniti dall'utilizzatore

Ove necessario, lo schema deve indicare lo spazio necessario per la rimozione o la manutenzione dell'equipaggiamento elettrico.

Dove opportuno deve essere previsto uno schema o tavola di interconnessione. Questo schema o tavola deve dare piena informazione circa le connessioni esterne. Dove l'equipaggiamento elettrico è destinato ad essere azionato da più di una sorgente di alimentazione elettrica, lo schema deve indicare le modifiche o le interconnessioni richieste per l'uso di ogni alimentazione.

17.6 Schema a blocchi e schemi di funzione

Dove necessario per facilitare la comprensione dei principi di funzionamento, deve essere fornito uno schema a blocchi. Per lo scopo di questo capitolo, uno schema a blocchi deve simbolicamente rappresentare l'equipaggiamento elettrico assieme con le sue interrelazioni funzionali senza necessariamente mostrare tutte le interconnessioni.

17.7 Schemi circuitali

Schemi, inclusi diagrammi schematici della macchina, del sistema elettrico devono essere forniti e devono mostrare i circuiti elettrici della macchina e il suo equipaggiamento elettrico associato. I simboli elettrici devono essere in accordo con IEEE315/315A. Altri simboli elettrici non inclusi in IEEE315/315A devono essere

separatamente mostrati e descritti sugli schemi. I simboli e l'identificazione di componenti e dispositivi deve essere coerente a tutti i documenti e a quelli sulla macchina.

Attenzione è possibile utilizzare la simbologia e la struttura IEC negli schemi elettrici, inserendo in questi ultimi la tabella di conversione dei simboli ANSI/IEC (vedere allegato con esempi di schemi ANSI).

Informazioni pertinenti come la potenza nominale del motore in hp, la sua dimensione e la velocità devono essere elencati vicino ai rispettivi simboli.

Dove opportuno, deve essere fornito uno schema che mostra i terminali per le connessioni dell'interfaccia. I simboli degli switch devono essere mostrati negli schemi elettromeccanici con tutte le alimentazioni spente (es. elettricità, aria, acqua, lubrificante) e con la macchina e il suo equipaggiamento elettrico nella normale condizione di avvio e a 20°C (68°F) di temperatura ambiente.

I conduttori devono essere identificati in ordine logico in accordo con il paragrafo 13.2

17.7.5 Caratteristiche del circuito

I circuiti devono essere mostrati in modo tale da facilitare la comprensione delle loro funzioni come la manutenzione e la "fault location"

Uno schema di tipo "cross-referencing" deve essere usato in associazione con ogni relè, attuatore, finecorsa e pressostati, così che ogni contatto associato con il dispositivo possa essere prontamente localizzato sullo schema

I dispositivi del circuito di controllo devono essere mostrati tra linee verticali. La linea verticale sinistra deve essere il comune del circuito e la linea destra deve essere il comune delle bobine operative, se consentiti dai requisiti di progettazione del capitolo 9. I dispositivi di controllo devono essere mostrati in linee (pioli) orizzontali tra le linee verticali. I circuiti paralleli devono essere mostrati su linee orizzontali separate direttamente adiacenti al (sopra o sotto) circuito originale.

Eccezione: con un accordo tra il produttore della macchina e l'utilizzatore è permessa, una convenzione alternativa (es. uno dei metodi degli standard IEC).

Uno schema di interconnessione può essere fornito su grandi sistemi che hanno un certo numero di involucri e stazioni operative separate. Deve essere fornita piena informazione circa le connessioni interne e su tutto l'equipaggiamento interno della macchina

Schemi di interblocchi devono includere dispositivi, funzioni e conduttori nel circuito dove sono usati

L'identificazione dei pin di prese-spine deve essere mostrato sullo schema

17.8 Manuale di funzionamento

La documentazione tecnica deve comprendere un manuale di funzionamento che riporti dettagliatamente le procedure corrette per la messa in opera e l'impiego dell'equipaggiamento.

Se il funzionamento dell'equipaggiamento è programmabile, devono essere fornite dettagliate informazioni sui metodi di programmazione, sull'equipaggiamento necessario, sulla verifica del programma e sulle procedure di sicurezza aggiuntive (se richieste).

17.9 Manuale di manutenzione

La documentazione tecnica deve contenere un manuale di manutenzione che mostri dettagliatamente le procedure corrette per la regolazione, i controlli ordinari e preventivi e le riparazioni. Quando sono forniti metodi per il controllo del funzionamento corretto (es. programmi di prova del software), deve essere spiegato il loro impiego. Quando sono previste procedure di servizio che richiedono di lavorare sotto tensione, la documentazione tecnica deve fare riferimento alle procedure appropriate di lavoro sicuro, come quelle contenute in NFPA 70E, o quelle previste dal regolamento OSHA 29 CFR parte 1910.331-335

17.10 Elenco delle parti

L'elenco delle parti deve includere, come minimo, l'informazione necessaria per l'ordinazione di ricambi o parti di ricambio (es. componenti, dispositivi, software, verifica equipaggiamento, documentazione tecnica), richiesta per la manutenzione preventiva o correttiva, includendo quelle che è raccomandato all'utente finale di avere a stock.

L'elenco delle parti deve indicare le seguenti informazioni per ogni oggetto:

1. Denominazione di riferimento usata nella documentazione
2. Il suo tipo di denominazione
3. Fornitore (e "part number" o "catalog number" del fornitore)
4. Le sue caratteristiche generali dove opportuno
5. Quantità di item con la stessa denominazione di riferimento

18 Prove e verifiche

18.1 Generalità

La verifica della continuità del circuito equipotenziale di protezione deve essere condotta e documentata. Quando l'equipaggiamento elettrico viene modificato, devono essere applicati i requisiti del paragrafo 18.7. I test applicabili devono essere eseguiti ove ritenuto necessario in accordo con quanto riportato nella seguente lista:

1. Verifica che l'equipaggiamento elettrico sia conforme alla documentazione tecnica (vedere capitolo 17)
2. Prove di resistenza dell'isolamento (vedere 18.3)
3. Prove di tensione (vedere 18.4)
4. Prove di protezione contro le tensioni residue (vedere 18.5)
5. Prove funzionali (vedere 18.6)

18.2 Continuità del circuito di protezione di messa a terra

La verifica della continuità del circuito di messa a terra deve essere eseguita mediante uno dei seguenti metodi:

1. mediante un dispositivo di misurazione dell'impedenza. L'impedenza misurata deve essere non superiore a 0,1ohm.
2. Applicando una corrente di almeno 10 ampere, 50 Hz o 60 Hz, derivata da una sorgente SELV. Le prove devono essere fatte tra il terminale di terra principale (quello che in Europa è identificato con il simbolo PE) e i punti rilevanti che sono parte del circuito di protezione di messa a terra. La caduta di tensione misurata tra il terminale del circuito di terra e i punti di prova non deve superare i valori dati in tabella 18.2

Tabella 18.2 Verifica della continuità del circuito di protezione di messa a terra

Minimum Equipment Grounding (Protective Bonding) Conductor Cross-Sectional Area of the Branch Under Test (AWG)	Maximum Measured Voltage Drop* (V)
18	3.3
16	2.6
14	1.9
12	1.7
10	1.4
>8	1.0

*Values are given for a test current of 10 amperes.

18.3 Prove di resistenza dell'isolamento

La resistenza di isolamento misurata a 500 volt DC tra i conduttori del circuito di potenza e il circuito di protezione di messa a terra non deve essere inferiore a 1 megaohm. La prova può essere eseguita su singole sezioni della macchina.

18.4 Prove di tensione

Il macchinario deve resistere senza guasti a prove di tensione applicata gradualmente da 0 a 1500 volt AC o 2121 volt DC, e resistere al valore massimo per almeno un secondo, tra i conduttori dei circuiti di potenza e il circuito di protezione di messa a terra. La tensione di prova deve essere fornita da una sorgente di alimentazione isolata con una potenza minima di 500 volt ampere. I componenti che non sono in grado di resistere alla prova di tensione applicata devono essere scollegati durante il test.

18.5 Protezione contro tensioni residue

Prove di tensioni residue devono essere fatte per assicurare la conformità a quanto previsto nel paragrafo 6.5.

18.6 Prove funzionali

Devono essere provate le funzioni dell'equipaggiamento elettrico e dei circuiti relativi alla sicurezza elettrica ("safety and safeguarding").

18.7 Ripetizione delle prove

Quando una parte della macchina e il suo equipaggiamento associato vengono sostituiti o modificati, tale parte deve essere riverificata e ritestata in modo appropriato.

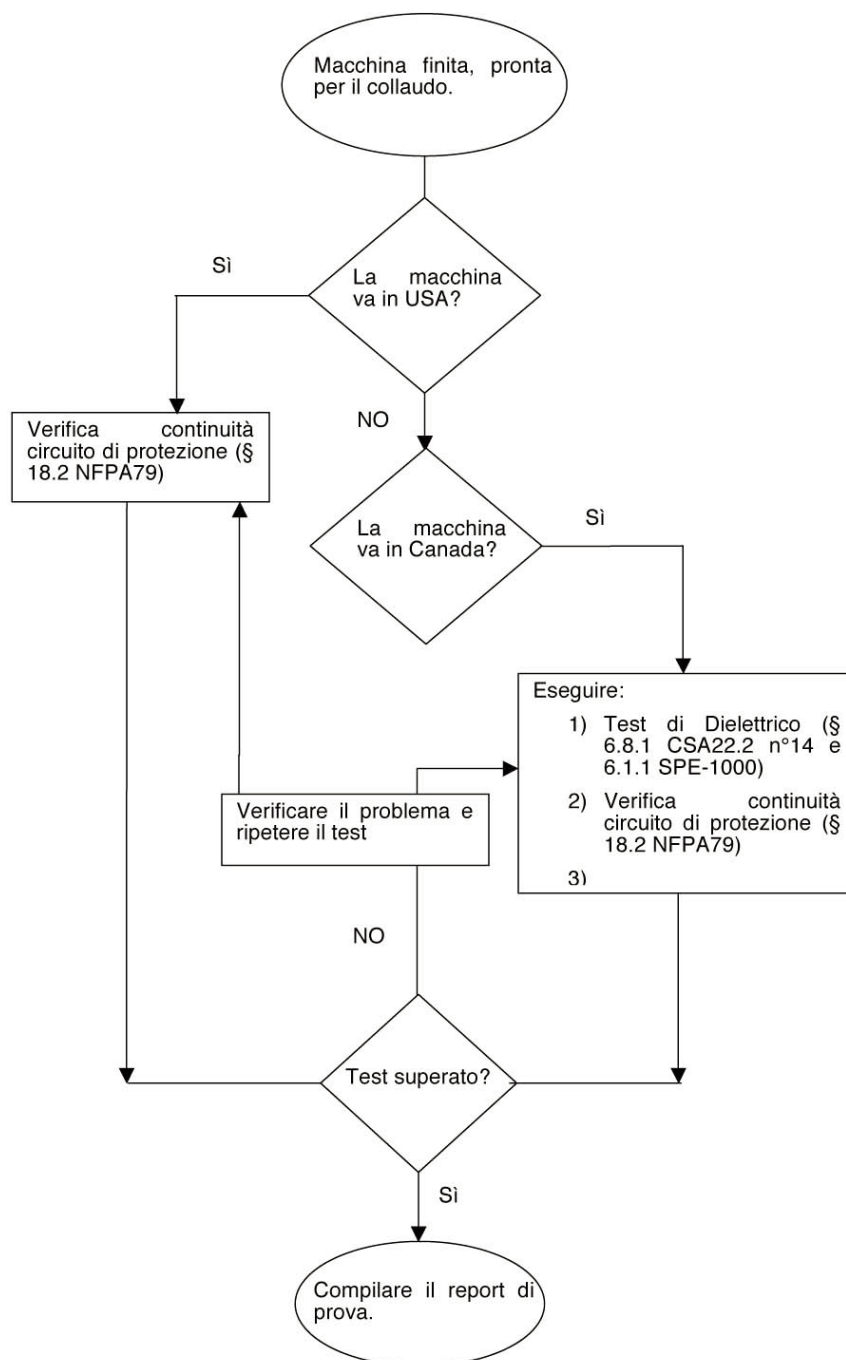
ATTENZIONE: per la normativa americana, la strumentazione per eseguire i test deve essere calibrata ogni 12 mesi.

Se la macchina va in Canada, è obbligatoria anche la prova dielettrica come indicato in:

- § 6.8.1 CSA C22.2 n°14, Industrial Control Equipment;
- § 6.1.1 SPE-1000, Model Code for the field evaluation of electrical equipment.

Per approfondimenti sulla prova dielettrica si veda anche il cap. 1.8, pagina 18 del fascicolo 7 "Differenze per il mercato canadese" della nostra collana "Panorama normativo nordamericano".

Di seguito è riportato un diagramma di flusso che riassume le prove obbligatorie sulle macchine destinate in USA o Canada.



19 Azionamenti e servo motori

19.1 Protezione di sovraccarico per servo motori

Devono sempre essere fornite protezioni di sovraccarico su ogni motore.

Quando si utilizza un drive che integra già la funzione di sovraccarico del motore non sono richieste.

Per applicazioni con più motori (multiple motor applications o motor group installation), devono essere fornite singole protezioni di sovraccarico per ciascun motore.

Su questo argomento si veda anche il paragrafo 1.5 di pag. 27 del fascicolo 3 "circuiti di branch" della nostra collana "Panorama normativo Nordamericano".

19.2 Protezione di sovratemperatura del motore

I drives devono essere forniti con dispositivi per la protezione contro le sovratemperature del motore. Tale protezione deve essere fornita tramite uno dei seguenti mezzi:

1. Protezione integrale termica del motore
2. Drives con dispositivi di protezione contro il sovraccarico integrati e dotati di memoria termica di rilevamento
3. Relè di protezione contro le sovratemperature nel motore
4. Motori con sistemi di raffreddamento

Motori che utilizzano sistemi di raffreddamento ad aria forzata o ad acqua devono garantire la protezione in caso di guasto al sistema di raffreddamento.

Per applicazioni con più motori (motor group installation) deve essere fornita una

protezione individuale su ciascun motore per la protezione dalle sovratemperature.

Ai dispositivi contro le sovratemperature del motore si applicano anche le disposizioni contenute in NFPA 70, sezione 430.43 e 430.44.

19.3 Conduttori di alimentazione dei drives

I conduttori del circuito che alimentano i drives devono essere dimensionati per avere una portata non minore del 125% della corrente nominale d'ingresso.

19.4 Conduttori dei circuiti del motore

I conduttori dei circuiti del motore devono avere una portata di almeno il 125% della corrente a pieno carico del motore quando si opera in modalità di servizio continuo, o come specificato dal produttore del drive.

I conduttori dei circuiti del motore operanti in modalità differenti dal servizio continuo, potrebbero ridurre la portata in base al tipo di servizio.

20 Allegati

20.1 Tabella conversione sezione cavi AWG / mm2

Size (AWG or kcmil)	Cross Sectional Area (mm2)
24	0.205
22	0.324
20	0.519
18	0.823
16	1.31
14	2.08
12	3.31
10	5.261
8	8.367
6	13.30
4	21.15
3	26.67
2	33.62
1	42.41
1/0	53.49
2/0	67.43
3/0	85.01
4/0	107.2
250	127
300	152
350	177
400	203
500	253
600	304
700	355
750	380
800	405
900	456
1000	507

20.2 Esempi di schemi a standard ANSI/JIC

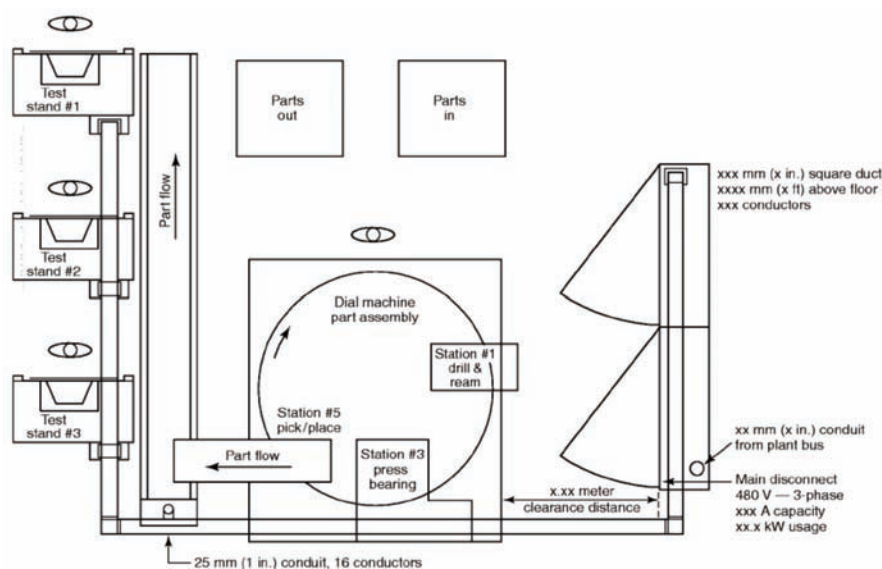
La norma NFPA79 non obbliga il costruttore del quadro elettrico o della macchina a fornire documentazione come schemi elettrici, lay-out, schemi a blocchi e funzionali, ecc. con struttura e simbologia ANSI/JIC. E' possibile utilizzare la struttura e la simbologia IEC, come indicato nell'allegato D della stessa NFPA79, fornendo la tabella di conversione simboli sotto riportata:

ANSI Symbol	ANSI Code	IEC 61346-2 Symbol	IEC Code	Description
	CON		KM	Contactor contact open
	CON		KM	Contactor contact closed
	CR		KA	Relay contact open
	CR		KA	Relay contact closed
	TR		KT	Timed contact, N.O. - on delay (TDE)
	TR		KT	Timed contact, N.C. - on delay (TDE)
	TR		KT	Timed contact, N.C. - off delay (TDD)
	TR		KT	Timed contact, N.O. - off delay (TDD)
	SS		SA	Selector switch
	PB		SB	Pushbutton N.O.
	PB		SB	Pushbutton N.C.
	PB		SB	Pushbutton mushroom head
	FL		SL	Liquid level switch
	FLS		SF	Flow switch
	PS		SP	Pressure switch
	TS		ST	Temperature switch
	LS		SQ	Limit switch
	PRS		SQ	Proximity switch
	LT		HL	Indicating light
	PL		XS	Plug and socket
	CR		KA	Control relay coil
	CON		KM	Contactor coil
	M		KM	Motor starter coil
	TR		KA	Timer coil
	SOL		YV	Solenoid coil
	CTR		EC	Electromechanical counter
	CB		QF	Circuit breaker
	T1		X1	Terminals (reference)
			XT	Fused terminals (reference)
	FU		FU	Fuse, protective

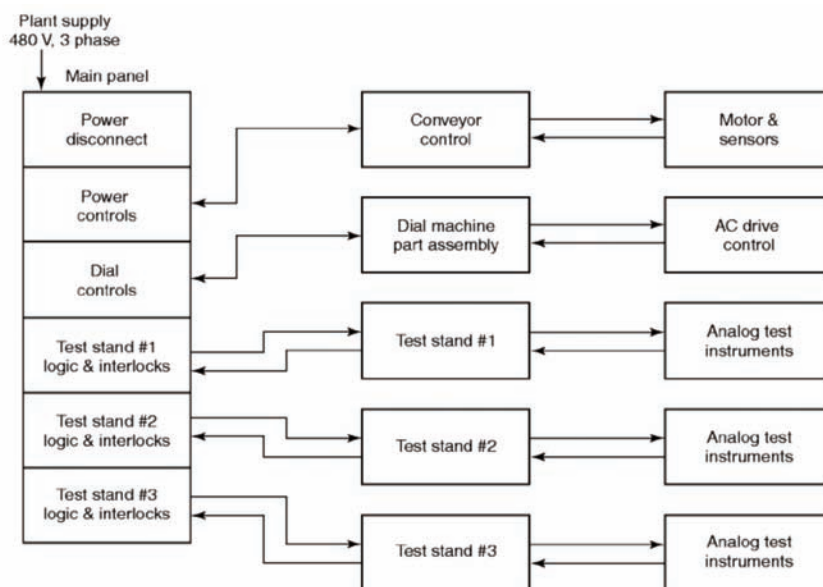
FIGURE D.1(q) Selections from ANSI Y32.2/IEEE 315/315A Symbol Table.

Bisogna prestare molta attenzione se il cliente americano chiede esplicitamente gli schemi elettrici a standard ANSI/JIC: la richiesta diventa a quel punto di tipo contrattuale.

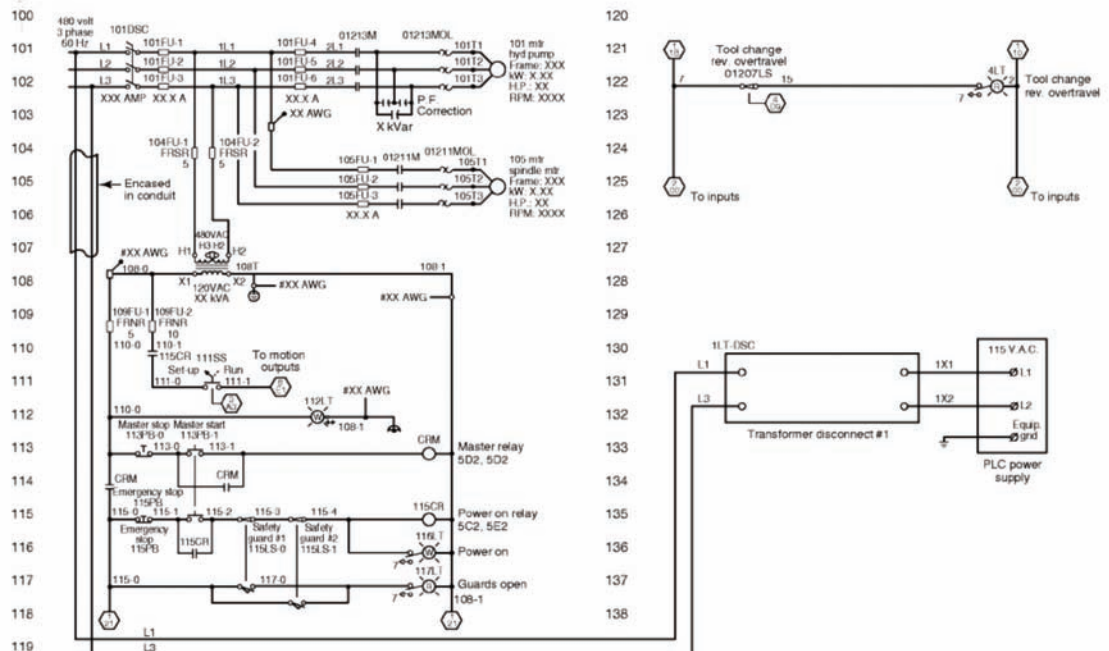
Realizzare gli schemi a standard ANSI/JIC significa non soltanto cambiare i simboli, ma anche la struttura dello schema elettrico e la nomenclatura dei componenti. Riportiamo di seguito alcuni esempi, tratti ancora dall'allegato D della NFPA79.



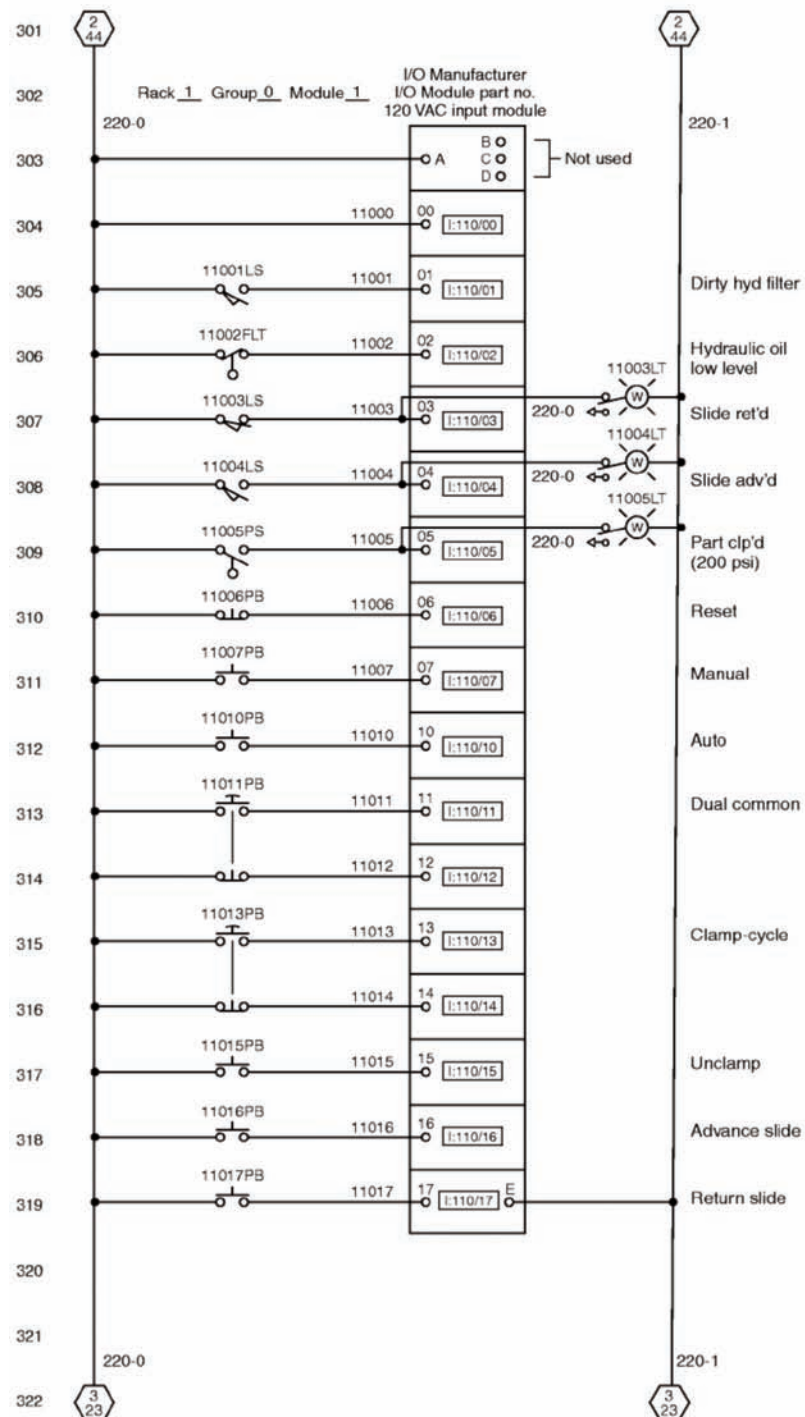
Esempio di lay-out e diagramma di installazione ANSI/JIC



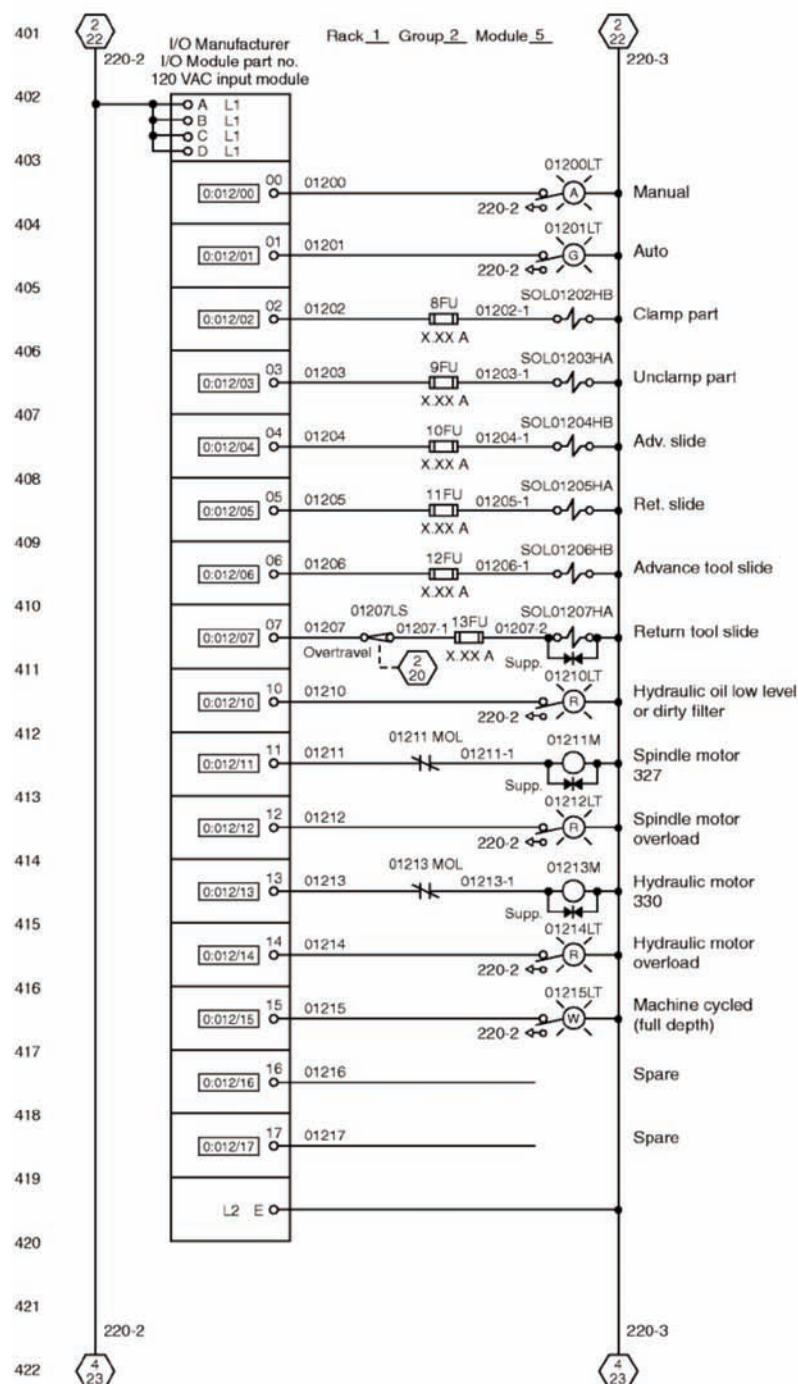
Esempio di schema a blocchi ANSI/JIC



Esempio di schema elettrico ANSI/JIC



Esempio di schema elettrico ANSI/JIC: ingressi PLC



Esempio di schema elettrico ANSI/JIC: uscite PLC

Designation	Device
ABE	Alarm or Annunciator Bell
ABU	Alarm or Annunciator Buzzer
AH	Alarm or Annunciator Horn
AM	Ammeter
AT	Autotransformer
CAP	Capacitor
CB	Circuit Breaker
CI	Circuit Interrupter
CNC	Computerized Numerical Controller
CON	Contractor
COs	Cable-Operated (Emergency) Switch
CPU	Central Processing Unit
CR	Control Relay
CRA	Control Relay, Automatic
CRH	Control Relay, Manual
CRL	Control Relay, Latch
CRM	Control Relay, Master
CRT	Cathode Ray Tube, Monitor or Video Display Unit
CRU	Control Relay, Unlatch
CS	Cam Switch
CT	Current Transformer
CTR	Counter
D	Diode
DISC	Disconnect Switch
DISP	Display
DR	Drive
EMO	Emergency (Machine) Off Device
END	Encoder
ESTOP	Emergency Stop
FLD	Field
FLS	Flow Switch
FS	Float Switch
FTS	Foot Switch
FU	Fuse
GEN	Generator

Tabella designazione componenti ANSI/JIC

Designation	Device
GRD, GND	Ground
GUI	Graphical User Interface
HM	Hour Meter
HTR	Heating Element
IC	Integrated Circuit
INST	Instrument
IOL	Instantaneous Overload
I/O	Input/Output Device
L	Inductor
LED	Light Emitting Diode
LS	Limit Switch
LT	Pilot Light
LVDT	Linear Variable Differential Transformer
M	Motor Starter
MD	Motion Detector
MF	Motor Starter – Forward
MG	Motor – Generator
MR	Motor Starter – Reverse
MTR	Motor
OIT	Operator Interface Terminal
OL	Overload Relay
PB	Pushbutton
PBL	Pushbutton, Illuminated
PC	Personal Computer
PCB	Printed Circuit Board
PEC	Photoelectric Device
PL	Plug
PLC	Programmable Logic Controller
POT	Potentiometer
PRS	Proximity Switch
PS	Pressure Switch
PWS	Power Supply
Q	Transistor
QTM	Thermistor
REC	Rectifier
RECP	Receptacle
RES	Resistor
RH	Rheostat
S	Switch
SCR	Silicon Controlled Rectifier
SOL	Solenoid
SNSR	Sensor
SS	Selector Switch
SSL	Selector Switch, Illuminated
SSR	Solid State Relay
ST	Saturable Transformer
SUP	Suppressor
SYN	Synchro or Resolver
T	Transformer
TACH	Tachometer Generator
TAS	Temperature-Actuated Switch
TB	Terminal Block
T/C	Thermocouple
TR	Timer Relay
TSDR	Transducer
TWS	Thumbwheel Switch
V	Electronic Tube
VAR	Varistor
VM	Voltmeter

Tabella designazione componenti ANSI/JIC (continua)

Designation	Device
VR	Voltage Regulator
VS	Vacuum Switch
WLT	Worklight
WM	Wattmeter
X	Reactor
ZSS	Zero Speed Switch

Tabella designazione componenti ANSI/JIC (continua)

Tra gli allegati della norma NFPA79 vi è anche (allegato F) un argomento che riguarda i gradi di protezione (type rating) e dei corrispondenti gradi IP delle normative IEC. Su questo argomento si rimanda ai fascicoli 5 e 6 della nostra collana “Panorama normativo nordamericano”.

21 Novità dell'edizione 2012

Come annunciato nell'introduzione, è in corso di ultimazione la nuova edizione della normativa NFPA79 del 2012. Il testo della norma è stato già approvato per cui possiamo considerarlo ormai definitivo.

La nuova edizione introduce alcune importanti novità rispetto a quella precedente del 2007.

Alcune di queste novità sono già state riportate nel testo e ivi messe in evidenza con opportuni richiami, ma quelle più importanti si è voluto riepilgarle nel presente capitolo al fine di metterle maggiormente in risalto.

Come già citato nell'introduzione, va ricordato che questa nuova edizione sarà presumibilmente recepita solo nella nuova edizione del NEC e quindi oggi non deve essere obbligatoriamente rispettata. Essendo gli aggiornamenti al NEC di cadenza triennale, per nuova edizione del NEC si intende quella che sarà presumibilmente pubblicata nel 2014.

Nel seguito si riporta il dettaglio delle novità.

Aggiornamenti riferimenti normativi

Vengono aggiornati i riferimenti alle normative UL, molte delle quali adesso diventano delle ANSI/UL (ad es. ANSI/UL508, ANSI/UL50.... si veda in particolare i riferimenti bibliografici del capitolo 2).

Sezionatore per le nuove sorgenti di alimentazione a bordo macchina

Nel capitolo 5 par. 5.3.1., si aggiunge l'UPS, oltre al generatore, quale sorgente di alimentazione a bordo macchina tra i dispositivi da dotare di sezionatore

Protezione contro i pericoli derivanti da Arc-flash

Nel capitolo 6, par. 6.1., tra le protezioni da adottare per la protezione delle persone, oltre a quelle contro la scossa elettrica tramite contatti diretti o indiretti, viene prevista anche la protezione contro i danni derivanti dall'Arc-Flash.

La protezione da arc-flash, è già stata introdotta dal NEC edizione 2008 (ma solo in termini di segnalazioni da prevedere quale avviso per gli operatori) e soprattutto

dalla NFPA70E (Standard for electrical safety in the workplace e cioè norme per la sicurezza elettrica nei luoghi di lavoro).

I pericoli da arc-flash sono quelli tipici di un'esposizione a un arco elettrico generato a seguito ad es. di un corto circuito i cui effetti (fiamme sprigionate, bagliori accecanti, aperture improvvise di portelle del quadro...) possono seriamente danneggiare le persone.

La NFPA70E indica alcuni metodi per il calcolo dell'energia incidente che si può sprigionare a seguito di un simile evento e, in funzione di questa, indica le distanze di sicurezza da rispettare e i dispositivi di protezione individuali (cosiddetti Personal Protective Equipment PPE) da fornire agli operatori elettrici.

Prevedere quindi nella nuova edizione del 2012 la protezione da arc-flash, significa obbligare i costruttori del quadro elettrico e della macchina a riportare almeno un avvertimento generico sui pericoli generati da arc-flash. Su richiesta del cliente può essere previsto un pittogramma completo con il calcolo dell'energia, le distanze di sicurezza e i PPE necessari. Fino a che però la nuova edizione non sarà recepita nel NEC (per la qual cosa si dovrà aspettare la nuova edizione del NEC presumibilmente nel 2014), queste prescrizioni non sono obbligatorie.

Protezione contro la scarica dei condensatori

Nel capitolo 6, paragrafo 6.5, nelle protezioni contro la scossa elettrica, tra le protezioni contro le tensioni residue, viene prevista adesso anche quella contro la scarica dei condensatori. Tale previsione era già presente nell'edizione del 2007 relativamente però alle sole protezioni dell'equipaggiamento elettrico (capitolo 7 paragrafo 7.9.2.)

Utilizzo dei "self-protected combination motor controller"

Nel capitolo 7, paragrafo 7.2.10. viene introdotta, tra le protezioni consentite sui motori, quella del dispositivo "Self-protected combination motor controller" già da tempo previsto nella normativa UL508A

Novità sulle stazioni di controllo senza fili (wireless)

Nel capitolo 9, paragrafo 9.2.7., si introducono alcuni importanti concetti nuovi sui dispositivi di emergenza installati nelle stazioni di controllo senza fili, indicando che, in una simile eventualità, tale dispositivo dovrà rispettare i seguenti requisiti:

-
- 1) garantire un livello di integrità equivalente a quelli basati su componenti hardware installati nel rispetto dei requisiti delle funzioni di arresto d'emergenza previsti dalle normative
 - 2) far sì che la stazione di controllo senza fili fornisca un continuo e distinguibile allarme visivo o acustivo all'operatore, nell'eventualità che venga attuato il dispositivo di arresto d'emergenza

Questa nuova prescrizione non è stata riportata nel capitolo 9 del book, per cui si consiglia il lettore di prenderne qui buona nota.

Sempre nello stesso paragrafo 9.2.7. sono state introdotte altre due importanti prescrizioni e precisamente:

- 1) nelle postazioni di comando senza fili devono essere forniti anche dei mezzi per verificare gli elementi di memoria e
- 2) tali postazioni devono essere sempre corredate di adeguati mezzi visivi e sonori che indichino il loro stato di attivo o inattivo

Nuove prescrizioni sugli indicatori luminosi

Nel capitolo 10, paragrafo 10.3.1., si afferma che gli indicatori luminosi utilizzati per segnalare allarmi o pericoli, devono poter essere fissati con facilità al fine di verificarne agevolmente il corretto funzionamento

Nuove portate dei conduttori in rame

Nel capitolo 12, paragrafo 12.5., la tabella 12.5.1. sulle portate dei conduttori di rame, viene sostituita con quella sotto riportata comprendente anche le portate di corrente a 90°C

Tabella 12.5.1 Portate di corrente riferite a conduttori di rame con isolamento da 60°C (140°F), 75°C (167°F) e 90°C (194°F) con una temperatura ambiente di 30°C (86°F)

Conductor Size (AWG)	Ampacity		
	60°C (140°F)	75°C (167°F)	90°C (194°F)
30	—	0.5	0.5
28	—	0.8	0.8
26	—	1	1
24	2	2	2
22	3	3	3
20	5	5	5
18	7	7	14
16	10	10	18
14	20	20	25
12	25	25	30
10	30	35	40
8	40	50	55
6	55	65	75
4	70	85	95
3	85	100	110
2	95	115	130
1	110	130	150
1/0	125	150	170
2/0	145	175	195
3/0	165	200	225
4/0	195	230	260
250	215	255	290
300	240	285	320
350	260	310	350
400	280	335	380
500	320	380	430
600	355	420	475
700	385	460	520
750	400	475	535
800	410	490	555
900	435	520	585
1000	455	545	615

Notes:

(1) Wire types listed in 12.3.1 shall be permitted to be used at the ampacities listed in this table.

(2) The sources for the ampacities in this table are Table 310.16 of NFPA 70.

Nuove prescrizioni su conduttori AWG per circuiti di potenza

Nel capitolo 12, paragrafo 12.6., vengono aggiunte due nuove importanti prescrizioni, e cioè:

-
- 1) conduttori AWG16 e AWG18 sono permessi per utilizzo con motori o altri circuiti di potenza, purchè facenti parte di un assemblato listed (listed assembled) identificato per l'uso a cui si intende sottoporlo e purchè provvisti di protezione contro le sovracorrenti in funzione della loro portata.
 - 2) conduttori che sono parte di un cavo schermato multipolare, identificati come adatti all'applicazione a cui sono destinati e installati in accordo con le prescrizioni del capitolo 13, non devono essere più piccoli di AWG30

Questa nuova prescrizione non è stata riportata nel paragrafo 12.6. del book, per cui si consiglia il lettore di prenderne qui buona nota.

Cavi e conduttori speciali

Nel capitolo 12, viene inserito un nuovo importante paragrafo 12.9., intitolato "cavi e conduttori speciali". E' la parte che introduce le eccezioni all'uso dei cavi AWM (Appliance Wiring Material). Di fatto è la prima volta che si ammette espressamente il loro utilizzo sul bordo macchina seppur circoscritto o per meglio dire condizionato al rispetto di una serie di prescrizioni. Questa cosa rappresenta una novità molto importante, perchè l'edizione del 2007 aveva di fatto bandito i cavi AWM dal bordo macchina. Va ricordato che i conduttori AWM sono conduttori di tipo Recognised (e non listed) spesso usati per sensori, servo azionamenti, I/O e cavi di comunicazione. Nel seguito si riporta il testo integrale di questa nuova parte.

Altri conduttori e cavi listed sono permessi se identificati come adatti per l'uso a cui sono destinati. Cavi AWM sono permessi al verificarsi delle seguenti condizioni:

- 1) se facenti parte di un "assemblato" identificato per l'uso a cui è destinato;
- 2) se l'AWM è stato identificato per l'uso in un equipaggiamento approvato e se è usato in accordo con le istruzioni del costruttore dell'equipaggiamento;
- 3) se la sua costruzione rispetta tutti i requisiti applicabili previsti nei paragrafi dal 12.2. al 12.6. con le seguenti modifiche:
 - a) conduttori a trefoli con sezione più piccola di quelli listed previsti nel paragrafo 12.2. con almeno sette fili
 - b) l'isolamento dei conduttori e il materiale per la schermatura dei cavi non specificati in 12.3., dovranno essere resistenti alla fiamma in conformità alle norme applicabili per l'uso a cui devono essere destinati come ad es. il test di fiamma sui FT2 (cavi orizzontali) o il test di fiamma sui VW1 (cavi verticali) in conformità con le ANSI/UL1581.

-
- c) Lo spessore minimo d'isolamento per singolo conduttore AWM dovrà essere come quello specificato in 12.3. Lo spessore minimo d'isolamento per conduttori che sono parte di un cavo AWM schermato multipolare, dovrà essere come quello specificato dagli AWM "style number" e dalla tensione nominale del cavo
 - d) Gli AWM devono essere marcati in accordo a quanto previsto in 12.4. La legenda dovrà includere il nome del costruttore o il suo marchio commerciale, l'AWM style number, la tensione nominale, il calibro del cavo, la temperatura di riferimento e la resistenza alla fiamma (o classe di autoestinguenza). Markings addizionali per proprietà quali resistenza agli oli, all'acqua, ai raggi ultravioletti e agli agenti chimici, saranno permessi se conformi alle norme applicabili per l'uso a cui dovranno essere sottoposti. Se il solo marking è insufficiente per identificare l'applicazione a cui devono essere destinati, ulteriori adeguate informazioni dovranno essere incluse nei documenti tecnici allegati alla macchina.

In pratica il normatore consente l'uso dei cavi AWM, ma lo condiziona al rispetto di regole di trasparenza che obbligano il fornitore a scrivere su di essi tutta una serie di informazioni e dati tecnici.

Questa nuova prescrizione non è stata riportata nel capitolo 12 del book, per cui si consiglia il lettore di prenderne qui buona nota.

Altre nuove prescrizioni su cavi installati a bordo macchina

Nel capitolo 13, paragrafo 13.1., è stata inserita una nuova prescrizione che prevede che qualora conduttori o cavi AWM, permessi in accordo con le prescrizioni contenute in 12.9., siano installati in campo, adeguate informazioni sull'installazione dovranno essere contenute all'interno della documentazione tecnica della macchina.

Queste nuove prescrizioni non sono stata riportate nel paragrafo 13.1. del book, per cui si consiglia il lettore di prenderne qui buona nota.

Prese di servizio

Nel capitolo 15, paragrafo 15.1., è prevista una nuova prescrizione riguardante le prese di servizio, il cui utilizzo viene ora esteso fino a 20Amp, mentre nell'edizione precedente ci si fermava ad una portata massima di 15Amp.

Novità su pittogrammi di sicurezza

Nel capitolo 16, paragrafo 16.2.3., vengono previste alcune importanti novità riguardo ai pittogrammi di sicurezza e precisamente:

- 1) L'equipaggiamento elettrico del macchinario industriale, quale ad es. i quadri elettrici di controllo e le custodie dei dispositivi di sezionamento, devono essere marcate al fine di avvertire il personale qualificato circa i potenziali pericoli di scossa elettrica e quelli derivanti da arc-flash.
- 2) I pittogrammi devono essere posizionati in modo ben visibile dal personale qualificato prima che questi inizino le operazioni di ispezione, settaggio o manutenzione dell'equipaggiamento
- 3) E' permessa l'omissione di pittogrammi di sicurezza, laddove la dimensione della custodia preclude la possibilità di installarvi sopra (ad es. sui pannelli operatori, nelle stazioni di controllo, sui sensori...).

Queste nuove prescrizioni non sono stata riportate nel paragrafo 16.2.3. del book, per cui si consiglia il lettore di prenderne qui buona nota.

Nuove prescrizioni sugli azionamenti e sui servo motori

Il capitolo 19 sugli azionamenti è stato profondamente revisionato. I paragrafi 9.3. e 9.4. riportati nella vecchia edizione del 2007 sono stati sostituiti dai paragrafi qui nel seguito riportati.

19.3. Conduttori dei drives

I conduttori del circuito motore devono avere una portata di almeno il 115% della corrente nominale (Full Load Ampere) del motore, quando vengono utilizzati in servizio continuo o come altrimenti specificato dal costruttore dei drives. Nel caso di funzionamento del motore diverso dal servizio continuo, è ammesso un declassamento della portata dei conduttori in funzione del carico e del ciclo di lavoro.

I conduttori non schermati del drive devono essere fatti passare all'interno di una canalina metallica separata da quella in cui passano altri conduttori di controllo, nel percorso che va dalla custodia del drive al servo motore.

Eccezione: i conduttori dei servo motori o quelli di controllo, o entrambi, possono essere installati in condotti o canaline semplici o semplicemente separati purchè riescano a garantire un livello di protezione EMI equivalente a quello dei condotti in metallo.

Laddove conduttori non schermati dei servo motori e conduttori non schermati di controllo non sono contenuti in condotti metallici, devono essere installati perpendicolari l'uno rispetto all'altro.

Laddove conduttori non schermati dei servo motori e conduttori non schermati di controllo non sono isolati da condotti metallici, deve essere prevista una distanza di separazione come da tabella 19.3.3. a meno che non sia diversamente specificato dal costruttore

19.3.3. Minima distanza di separazione tra conduttori (da centro a centro)

Ampacity	Separation	
	mm	in.
20 A or less	100	4
Over 20 A and not greater than 40 A	150	6
Over 40 A and not greater than 80 A	200	8
Over 80 A	*	

* Each doubling of current adds 50 mm (2 in.) more to the separation distance.

19.4. Contattore

Quando un contattore è installato a monte del drive, la sua portata non deve essere inferiore al 115% della massima corrente nominale di ingresso del drive o altrimenti deve essere dimensionato sulla base delle indicazioni del costruttore

19.5. Schermatura del cavo

L'utilizzo di un cavo schermato messo a terra, da solo non è sufficiente a soddisfare i requisiti dell'impianto di terra.

The NEMA logo is rendered in a large, bold, sans-serif font. The letters are slightly italicized and have a registered trademark symbol (®) at the top right of the 'A'.

www.rockwellautomation.com

Sede Centrale

Rockwell Automation, 777 East Wisconsin Avenue, Suite 1400, Milwaukee, WI, 53202-5302 USA,
Tel: (1) 414.212.5200, Fax: (1) 414.212.5201

Sede prodotti Allen-Bradley, Rockwell Software e Global Manufacturing Solutions

Europa/Medio Oriente/Africa: Rockwell Automation SA/NV, Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36, 1170 Brussels, Belgium,
Tel: (32) 2 663 0600, Fax: (32) 2 663 0640

Sede prodotti Dodge e Reliance Electric

Europa/Medio Oriente/Africa: Rockwell Automation, Brühlstraße 22, D-74834 Elztal-Dallau, Germany,
Tel: (49) 6261 9410, Fax: (49) 6261 17741

Sede Italiana: Rockwell Automation S.r.l. Via Gallarate 215, 20151 Milano, Tel: +39 02334471 Fax: +39 0233447701
www.rockwellautomation.it

Filiali Italiane: Milano, Torino, Varazze, Padova, Brescia, Bologna, Roma, Napoli