

L'approccio Nord Americano: **sezionamento** ed **involucri**

Guida tecnica

2

Equipaggiamento
elettrico
delle macchine





L'approccio Nord Americano: sezionamento ed involucri

Guida tecnica n°2

**L'approccio Nord Americano:
sezionamento ed involucri**

La collana alla quale fa riferimento questa pubblicazione ha lo scopo di aiutare il progettista europeo nella progettazione, scelta e costruzione di equipaggiamenti elettrici destinati al mercato nord americano.

Come in Europa, anche in Nord America la sicurezza delle persone e dei beni assume una importanza rilevante.

Parlando di alimentazione elettrica, e quindi di pericoli di natura elettrica, non si può prescindere dalla analisi dei rischi derivanti dai contatti diretti ed indiretti.

Il criterio che sta alla base della tutela del cittadino e del patrimonio è pertanto quello di disporre di elementi, sistemi o componenti in grado di impedire, annullare o ridurre tale rischio.

Essendo l'argomento assai complesso, ed affrontato con criteri diversi da quelli in uso sul mercato europeo, chiediamo al lettore di pazientare fino ai prossimi fascicoli per avere un quadro completo sull'argomento.

In questo fascicolo affrontiamo il tema propedeutico dei diversi sistemi di distribuzione dell'energia esistenti nel Nord America.

Essi infatti, a seconda della realizzazione e delle scelte tecniche adottate, influenzano il progettista nella scelta delle soluzioni per la sicurezza.

Inoltre i tempi di intervento, la capacità del sistema di sopportare il guasto in relazione con la limitazione del danno per la persona sono scelte tutt'altro che scontate o semplici a livello progettuale e non sempre realizzabili con i nostri abituali criteri europei.

Di seguito cercheremo di introdurre l'argomento prendendo in considerazione i diversi sistemi di:

- Distribuzione
- Sezionamento e separazione dalla rete
- Contenimento delle apparecchiature entro involucri e protezione delle persone contro i contatti diretti

Questa pubblicazione fa parte della collana
**Guida tecnica per l'equipaggiamento elettrico
delle macchine destinate al Nord America**
coordinata e realizzata dai Servizi Tecnici Centrali
di **Schneider Electric S.p.A.**

in collaborazione con:

AC&E

**Advanced
Consulting
& Engineering**

www.aceconsulting.it



1	Sistemi di distribuzione	pag. 2
1.1	Sistema di distribuzione dell'energia elettrica in Europa	pag. 2
1.1.1	Classificazione secondo la tensione	pag. 2
1.1.2	Classificazione secondo la messa a terra	pag. 2
1.2	Sistema di distribuzione dell'energia elettrica nel Nord America	pag. 5
1.2.1	Classificazione secondo la tensione	pag. 6
1.2.2	Analisi dei sistemi più comuni	pag. 6
1.2.3	Principali sistemi di distribuzione in USA	pag. 7
1.2.4	Principali sistemi di distribuzione in Canada	pag. 7
2	Il dispositivo di sezionamento	pag. 8
2.1	Sezionatori generali secondo UL 508A § 30 "Disconnect Switches"	pag. 8
2.2	Installazione del sezionatore	pag. 9
2.3	Dimensionamento dei sezionatori	pag. 11
2.3.1	Dimensionamento del sezionatore utilizzando un Interruttore magnetico o magnetico termico (circuit breaker)	pag. 11
2.3.2	Dimensionamento del sezionatore generale con o senza fusibili	pag. 11
3	Combinazione presa-spina	pag. 13
4	Involucri (Enclosure)	pag. 13
4.1	Foratura ed installazione dei componenti	pag. 15
5	Norme tecniche di riferimento Nord Americane (NEMA UL e CSA)	pag. 16

1 Sistemi di distribuzione

Attualmente nel mondo sono utilizzati più di una dozzina di diversi sistemi di distribuzione, conseguenza delle diverse "tradizioni" elettrotecniche che si erano affermate quando ancora gli enti di normazione internazionale erano agli albori e comunque non godevano del prestigio e dell'importanza attuali.

A seguito della creazione dell'IEC (1906) In Europa i singoli paesi hanno agito in maniera tale da razionalizzare e ridurre i sistemi utilizzati entro i propri confini (in Italia ciò è stato ottenuto anche attraverso la nazionalizzazione delle aziende elettriche e la loro unione nell'ENEL).

Inoltre i paesi europei aderenti alla CEE, hanno adottato politiche internazionali di unificazione a livello sia legislativo sia normativo (rispettivamente con l'emanazione di Direttive Europee e con la creazione nel 1973 del CENELEC "European Committee for Electrotechnical Standardization").

Tuttavia vi sono ancora differenze tra i singoli stati e ciò si rispecchia nel fatto che ciascuno utilizza una versione adattata dello stesso documento IEC relativo ai sistemi in Bassa Tensione: IEC 60364 "Electrical installations of buildings". In Italia questa norma è stata utilizzata come base per l'emissione della norma CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".

Completamente diverso il discorso per quanto concerne i sistemi di distribuzione negli USA ed in Canada. Infatti la natura federale e decentrata di questi paesi ha fatto sì che tuttora si possano incontrare sistemi di distribuzione completamente diversi tra loro anche a pochi chilometri di distanza. Comunque anche in questi paesi si sta procedendo ad una unificazione dei sistemi verso poche e ben definite tipologie.

1.1 Sistemi di distribuzione dell'energia elettrica in Europa

Secondo le normative armonizzate europee i sistemi di distribuzione possono essere classificati sia secondo la tensione sia secondo la messa a terra del neutro e delle masse metalliche.

1.1.1 Classificazione secondo la tensione

Innanzitutto si devono ricordare le seguenti definizioni.

Tensione nominale: è il valore di tensione con il quale un sistema è denominato a cui sono riferite le sue caratteristiche. In un sistema trifase è la tensione concatenata.

Tensione nominale verso terra: il valore di tensione rispetto al riferimento di potenziale di terra; dipende dallo stato del neutro.

In base al più elevato di questi due valori si fa la classificazione:

- sistema di categoria 0: tensione inferiore a 50 V ca o 120 V cc;
- sistema di categoria 1: tensione compresa tra 50 e 1000 V ca o tra 120 V e 1500 V cc;
- sistema di categoria 2: tensione superiore a 1000 V ca o 1500 V cc.

La tensione nominale di alimentazione di una macchina è generalmente posta uguale alla tensione nominale del sistema di distribuzione a cui è destinata: devono comunque essere tollerate oscillazioni fino al $\pm 10\%$ del valore nominale (CEI EN 60204-1). La necessità di accettare queste variazioni nasce dal bisogno di compensare eventuali cadute di tensione nell'impianto (max 4% secondo CEI 64-8, art. 525).

1.1.2 Classificazione secondo la messa a terra

I sistemi elettrici sono individuati con 2 lettere in base allo stato del neutro ed alla situazione delle masse

Prima lettera: stato del neutro

T neutro collegato a terra

I neutro isolato da terra (o collegato tramite impedenza)

Seconda lettera: stato delle masse

T masse collegate a terra

N masse collegate a neutro

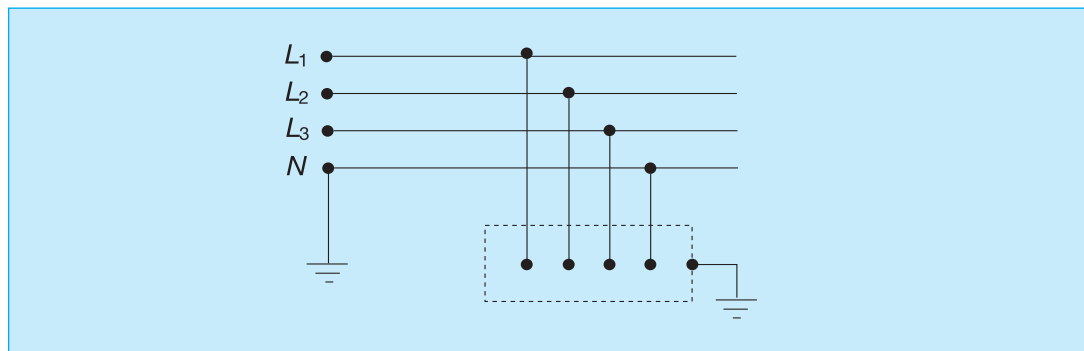


Sistema TT

Il neutro è collegato direttamente a terra; le masse metalliche dell'impianto sono collegate ad un impianto di terra locale elettricamente indipendente da quello del neutro.

È il sistema di distribuzione comunemente impiegato dalle utenze fornite dell'ente di distribuzione in Bassa Tensione (ad esempio per la distribuzione domestica).

Fig. 1.1 Sistema TT



La protezione dai contatti indiretti si ha quando:

$$R_A \times I_A \leq 50 \text{ V}$$

dove:

R_A resistenza del percorso di guasto (conduttori + terra)

I_A corrente che provoca l'intervento automatico entro 5 s della protezione (p.e. interruttore magnetotermico): questa condizione è rispettata solo dall'intervento di uno sganciatore magnetico.

Nei sistemi TT è ammesso (a volte quasi inevitabile) l'utilizzo di interruttori differenziali. Se I_d è il valore della corrente nominale differenziale, l'equazione diventa:

$$R_A \times I_d \leq 50 \text{ V}$$

Nel caso di un normale differenziale a 30 mA:
 $R_A = 1667 \Omega$.

Sistema TN

Il neutro è collegato direttamente a terra in un punto e le masse dell'installazione sono connesse direttamente a quel punto per mezzo del conduttore di protezione.

Il conduttore di protezione ed il neutro possono essere distribuiti tramite due conduttori separati o uno unico; si avrà:

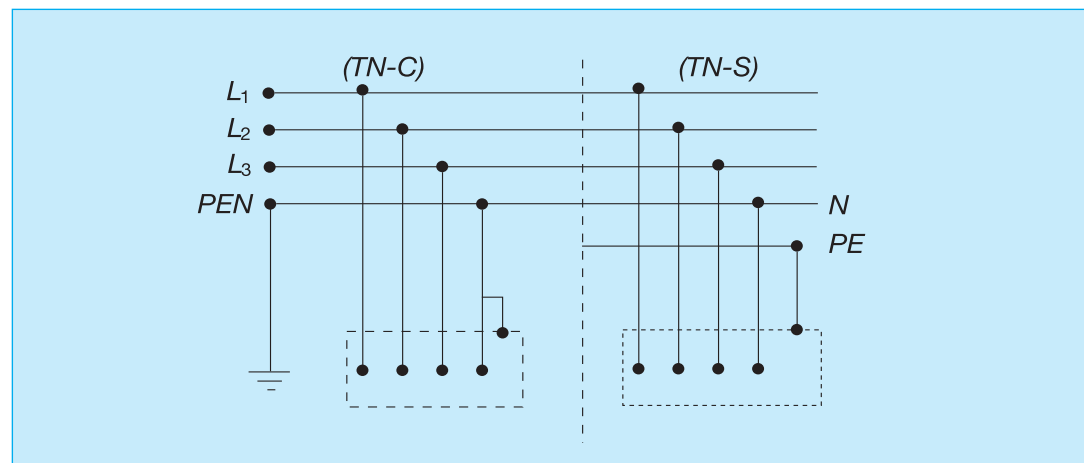
TN-C funzione di neutro e protezione (PEN) combinate in un conduttore unico

TN-S funzione di neutro e protezione divise su due conduttori;

TN-C-S a seconda delle zone le due funzioni possono essere riunite o separate.

È il sistema comunemente utilizzato a livello industriale quando la società distributrice fornisce al cliente l'energia elettrica in Media Tensione e l'utente si dota della cabina di trasformazione da cui si diparte il sistema TN con le sue varianti.

Fig. 1.2 Sistema TN-C-S



L'approccio Nord Americano: sezionamento ed involucri

Il vantaggio del sistema TN è che la corrente di guasto è molto elevata in quanto si richiude sul conduttore, metallico, di protezione.

La protezione dai contatti indiretti si ha quando:

$$Z_S \times I_A \leq U_O$$

dove:

Z_S impedenza dell'anello di guasto (metallico)

I_A corrente che provoca l'intervento automatico della protezione (p.e. interruttore magnetotermico) entro un



Sistema IT

Il neutro è isolato o collegato a terra mediante un'impedenza; le masse sono:

- collegate a terra separatamente
TT al primo guasto

intervallo di tempo dipendente dalla U_O del sistema: questa condizione è rispettata solo dall'intervento di uno sganciatore magnetico.

U_O tensione nominale efficace tra fase e terra del sistema

A meno che non ci si trovi in un circuito di distribuzione (tempo di interruzione pari a 5 s), la tabella che lega i tempi di interruzione alla tensione del sistema è:

U_O	Tempo di interruzione [s]
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Nei sistemi:

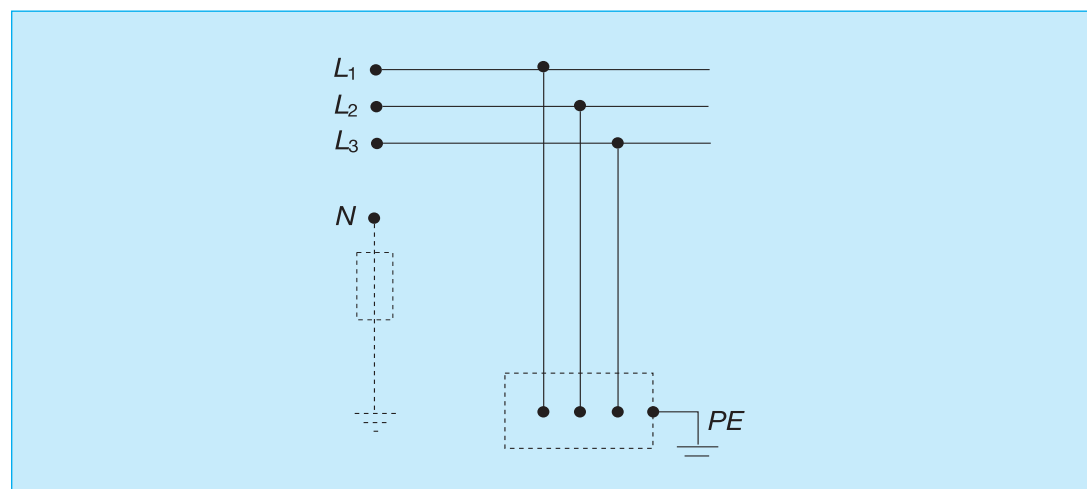
TN -S è ammesso l'utilizzo di interruttori differenziali;

TN-C il differenziale non è ammesso;

TN-C-S il differenziale è ammesso purché a valle non sia utilizzato un conduttore PEN (conduttore unico per neutro e protezione).

- collegate a terra collettivamente
TT al primo guasto
- connesse collettivamente alla terra del sistema
TN al primo guasto

Fig. 1.3 Sistema IT



È un sistema di distribuzione raramente utilizzato se non dove sia necessaria un'elevata continuità di servizio (per esempio sale di chirurgia o sale di rianimazione negli ospedali).

Infatti in caso di perdita di isolamento la corrente di guasto è pressoché nulla in quanto si richiude tramite le capacità parassite dell'impianto (che dipendono dall'estensione delle condutture).

Risultato: le masse metalliche sono in tensione, le protezioni non intervengono. È questa la ragione per cui è opportuno il controllo continuo dello stato dell'isolamento di questi impianti (relè controllo isolamento).

Dopo il primo guasto il sistema si "comporta" come un impianto TT o TN (in funzione del modo in cui sono collegate le masse metalliche) in quanto il conduttore soggetto alla perdita di isolamento è "collegato a terra". Al verificarsi del secondo guasto si ha, in pratica, un corto-circuito che farà intervenire la protezione magneto-termica. Verificatosi il primo guasto i vantaggi del sistema IT sono persi (è comunque pericolosa la situazione): è quindi necessario installare un dispositivo di controllo dell'isolamento a funzionamento continuo che permetta di intervenire e risolvere le situazioni critiche.

La possibilità che avvenga un secondo guasto immediatamente successivo al primo comporta la necessità che il sistema sia protetto come se fosse un impianto TN o TT.

- Comportamento come TT: valgono le regole già viste

$$R_A \times I_A \leq 50 \text{ V}$$

- Comportamento come TN: si utilizza la precauzione supplementare di raddoppiare l'impedenza dell'anello di guasto.
- nel caso di neutro NON distribuito (come raccomandato fortemente dalla norma stessa):

$$2 Z_S \times I_A \leq U_{\text{fase-fase}}$$

- nel caso di neutro distribuito:

$$2 Z'_S \times I_A \leq U_{\text{fase-terra}}$$

La tabella dei tempi di interruzione è diversa da quella per il sistema TN.

1.2

Sistema di distribuzione dell'energia elettrica nel Nord America

La maggior parte dei sistemi di distribuzione utilizzati nel Nord America sono riconducibili ai nostri sistemi TN. Come già detto, la natura fortemente decentrata di questi stati ha portato alla nascita di molteplici aziende elettriche, ciascuna con il proprio sistema di

distribuzione. Solo l'unione economica di queste aziende in conglomerati sempre più grandi le sta spingendo verso l'unificazione delle soluzioni tecniche.

I più diffusi sistemi di distribuzione, citati anche nel NEC¹ e nel CEC², sono:

Industriale ed edifici (industriale e commerciale)

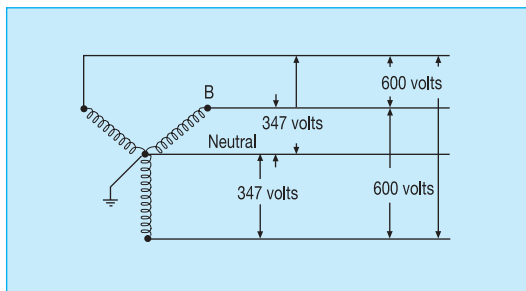
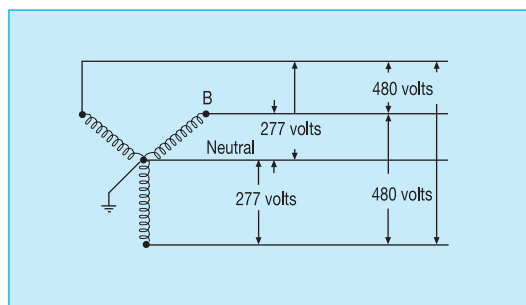


Figura 1.4 Distribuzione a stella

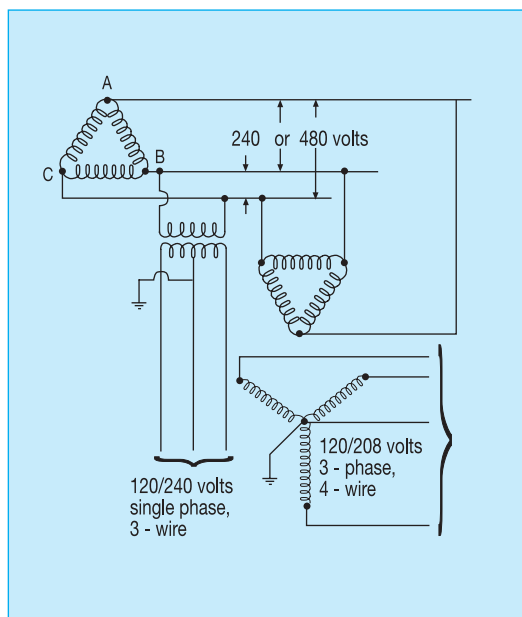


Figura 1.5 Distribuzione a triangolo

Trifase Y 4 conduttori

480 Y/277 V - 600 Y/247 V - 240 Y/131 V

Trifase Δ 3 conduttori

240 V/480 V

L'approccio Nord Americano: sezionamento ed involucri

Domestico (residenziale)

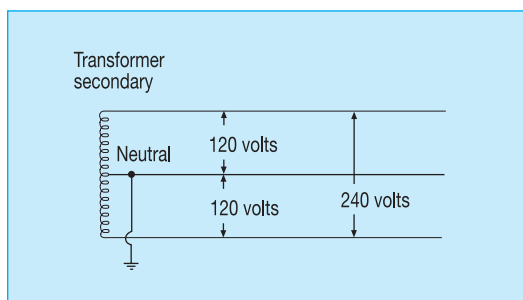


Figura 1.6 Distribuzione residenziale

Monofase 3 conduttori, con terra **240 V tra i conduttori - 120 V verso terra**

Nota: La frequenza che per l'Europa è fissata a 50 Hz nel nord america è di 60 Hz.

1.2.1 Classificazione secondo la tensione

Una precisazione va subito fatta per quanto riguarda le definizioni di tensione nominale utilizzate in questi paesi:

- Nominal line voltage: equivalente alla tensione nominale europea;
- Operating line voltage: è la tensione del sistema al punto di consegna; può essere anche inferiore alla tensione nominale per via delle cadute di tensione lungo la linea. In alcuni casi sono forniti due valori per tenere conto di diverse lunghezze di linea;
- Voltage rating of the equipment: è la tensione di alimentazione della macchina. Spesso gli ordini sono fatti specificando sia il nominal line voltage sia il operating line voltage per garantire il funzionamento della macchina nelle effettive condizioni di utilizzo.

La doppia specifica è dovuta al fatto che né nel NEC, né nel CEC sono specificati valori massimi di caduta di tensione, se non per specifiche applicazioni.

1.2.2 Analisi dei sistemi più comuni

Innanzitutto occorre notare che i sistemi nord americani che si andranno a descrivere sono tutti riconducibili a sistemi TN, molto spesso TN-C, in quanto esplicitamente richiesto dal NEC e CEC. Non sono quindi quasi mai utilizzati sistemi di tipo TT, se non in casi particolari.

Il percorso della corrente di guasto è sempre attraverso conduttori e/o masse metalliche e di conseguenza il valore è molto alto: sono sufficienti protezioni ad intervento rapido come gli interruttori magnetici (o magnetotermici) o i fusibili, con una netta preferenza per questi ultimi, ritenuti più affidabili. I dispositivi di protezione devono essere omologati ("listed") per questo scopo.

Gli interruttori differenziali sono poco usati in quanto spesso inutili (larga diffusione dei sistemi TN-C) o comunque superflui (TN). Sono tuttavia utilizzati dispositivi differenziali detti GFCI ("Ground Fault Circuit Interrupter"), tarati per una corrente differenziale di 6 mA: essi però sono obbligatori solamente su alcune prese di corrente in ambienti particolarmente a rischio quali cucine, bagni, garage, ecc... La protezione con un unico GFCI di circuiti che alimentano più prese è addirittura sconsigliata per motivi di continuità di servizio, data la bassissima soglia di intervento del dispositivo.

Sistema a stella: 3-fase, 4-conduttori (fig. 1.4)

È chiaramente riconducibile ad un sistema TN-C europeo.

Sistema a triangolo: 3-fase con 1 fase a terra, 3-conduttori (fig. 1.5)

Il sistema trifase a triangolo connesso a terra fa sì che tensione concatenata e di fase coincidano: si ha la massima differenza di potenziale verso terra. I cavi e tutti i componenti connessi dovranno essere tutti con isolamento idoneo alla tensione concatenata.

È assente il neutro, ma la fase collegata a terra può essere idealmente ricollegata ad un PEN.

Sistema residenziale: 1-fase, 3 conduttori, neutro connesso al punto intermedio (fig. 1.6)

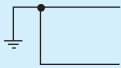
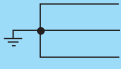

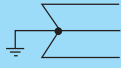
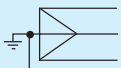
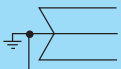
È un sistema che permette la distribuzione di una tensione monofase di valore elevato (240 V), ma in cui all'utilizzatore finale sono resi disponibili una tensione dimezzata e più sicura (120 V) ed un conduttore riferito a terra. Il percorso della corrente di guasto rimane anche in questo caso confinato ai conduttori metallici.

¹ National Electrical Code, definizioni riportate nel fascicolo n° 1.

² Canadian Electrical Code, definizioni riportate nel fascicolo n° 1.


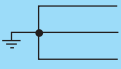


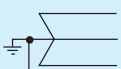
1.2.3 Principali sistemi di distribuzione in USA

Figura 1.7

Sistema	Tensione nominale	Tensione di utilizzazione	
	120	115	110
	240/120	230/115	220/110
	600	575	550
	480	460	440
	240	230	220
	480	460	440
	480/277 208/120	460/266 200/115	440/254 190/110
	240/120	230/115	220/110
	240/120	230/115	220/110

1.2.4 Principali sistemi di distribuzione in Canada

Figura 1.8

Sistema	Tensione nominale	Tensione di utilizzazione	
	240	230	220
	480	460	440
	600	575	550
	240/120	230/115	220/110
	600	575	550
	480	460	440
	240	230	220
	600	575	550
	480	460	440
	240	230	220
	600/347	575/332	550/318
	480/277	460/266	440/254
	416*/240	400*/230	380*/220
	208/120	200/115	190/110

L'approccio Nord Americano: sezionamento ed involucri

2 Il dispositivo di sezionamento

Sia secondo le norme europee IEC che secondo quelle nord americane, tutte le macchine devono essere munite di un dispositivo che consenta di isolarle da ciascuna delle loro fonti di alimentazione di energia elettrica; il dispositivo di comando a maniglia o a leva deve indicare chiaramente la posizione di aperto (OFF) e di chiuso (ON); il dispositivo deve essere lucchettabile nella sua condizione di aperto.

Una delle prime differenze sta nel fatto che per il Nord America non è obbligatorio che il dispositivo di sezionamento della linea di alimentazione sia inserito all'interno dell'armadio elettrico; il costruttore della macchina o dell'equipaggiamento elettrico lo può demandare al cliente finale (il progettista deve sempre prevederlo ed inserirlo sugli schemi elettrici, riponendolo in un riquadro tratteggiato ed accompagnato dalla dicitura "Customer Installation") esempio figura 2.1.

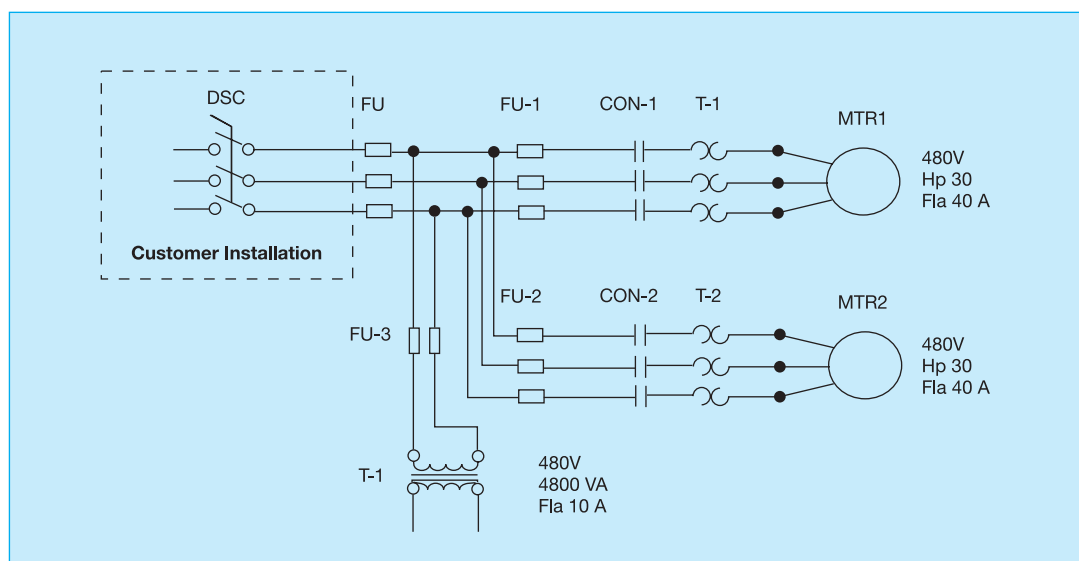


Fig. 2.1 Sezionatore

È molto diffuso nel nord america il posizionamento del sezionatore generale sul lato dell'armadio o nelle immediate vicinanze dello stesso in un apposito involucro.

Un'altra importante e netta differenza è nella classificazione dei sezionatori; nel Nord America sono considerati separatamente 2 differenti impieghi dei sezionatori:

- sezionatori generali di linea "Disconnect Switch"
- sezionatori di carichi o motori "Load controllers"





2.1 Sezionatori generali secondo UL 508A § 30 "Disconnect Switches"

Particolare attenzione deve essere posta alla scelta dei sezionatori; generalmente in Europa è sufficiente la marcatura CE e i dati di targa per verificare l'idoneità del dispositivo; per il Nord America la sola marcatura UL e CSA non garantisce che il dispositivo possa essere impiegato come sezionatore. È sempre

necessario verificare la norma con cui è stato certificato il sezionatore.

Il sezionatore generale per la linea di alimentazione Disconnect Switch può essere scelto in base alle indicazioni riportate di seguito nella tabella 2.1.



Tabella 2.1 Scelta del Disconnect switch

	
Interruttore-sezionatore con o senza fusibili secondo EN 60947-3, nella categoria d'impiego AC-23B o DC-23B;	Sezionatore con o senza fusibili secondo UL 98
Un sezionatore, con o senza fusibili, conforme alla Norma Europea EN 60947-3, con un contatto ausiliario che in tutti i casi provochi l'interruzione del circuito di carico da parte di dispositivi di interruzione prima dell'apertura dei contatti principali del sezionatore;	
Un interruttore automatico atto al sezionamento EN 60947-2	Interruttore automatico (Molded-Case Circuit - Breaker) UL 489
Una combinazione presa/spina	Prese e spine UL 498

Un sezionatore certificato alla UL 508 Industrial control equipment come manual motor controller, nell'ambito IEC può essere utilizzato come sezionatore generale di linea; non nel mercato americano in quanto è adatto e può essere impiegato solo per il

sezionamento di motori o "carichi" (load controllers).

Oltre a quelli riportati nella tabella precedente, sono idonei per il mercato Nord Americano i seguenti sezionatori di carichi (load controllers):

	
Interruttore-sezionatore con o senza fusibili secondo EN 60947-3, nella categoria d'impiego AC-23B o DC-23B;	UL 508 Motor controllers solo se marcato "SUITABLE AS MOTOR DISCONNECT"
Un interruttore automatico atto al sezionamento EN 60947-2	UL 508 Type E combination motor controller

Questa differenza nel nord america è molto marcata ed importante, ed è anche una delle

più diffuse Non Conformità sollevate ai costruttori italiani dagli ispettori Americani (AHJ).

2.2 Installazione del sezionatore

Particolare rilevanza ha l'installazione del dispositivo; nel Nord America infatti le norme definiscono precise regole per il posizionamento; innanzitutto gli spazi (spacing) per permettere il corretto raggio di curvatura del

cavo della massima sezione che il sezionatore generale può accettare in ingresso, e non di quello che eventualmente il progettista ha previsto, conformemente alla tabella 25.1 della UL 508A e alla tabella 430.10(B) del NEC.

L'approccio Nord Americano: sezionamento ed involucri

Il dispositivo di sezionamento deve essere installato sempre nella parte più alta e non devono esserci altri componenti posti al di sopra. Quando questo non è possibile, i cavi di calata dell'alimentazione devono essere inseriti in un condotto o canalina apposita e le parti sempre attive del sezionatore devono essere protette contro i contatti diretti.

In caso di rinvio dei cavi di alimentazione in morsettiera, questi devono rispondere ai requisiti sopra riportati ed essere della massima sezione che il dispositivo di sezionamento accetta in ingresso.

Il dispositivo di manovra deve essere posizionato in modo tale che non superi i 78" (2 metri) di altezza dal suolo (non dal fondo dell'armadio).

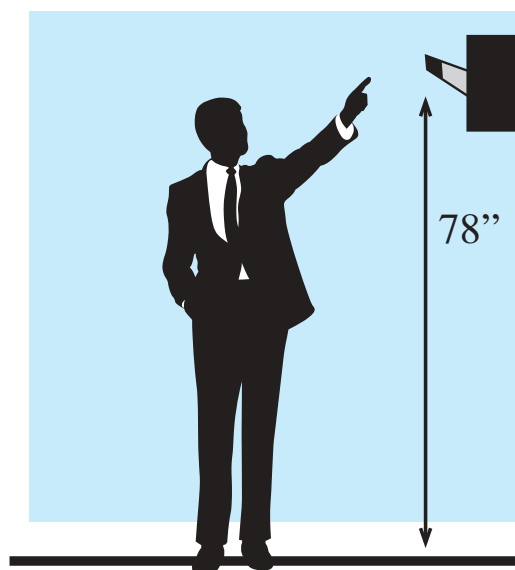


Tabella 25.1* Raggi di curvatura sui morsetti dei componenti

Size of wire AWG or MCM (mm ²)		Minimum bending space, terminal to wall, inches (mm)							
		Wires per terminal ^a							
		1		2		3		4	
14 - 10	(2.1 - 5.3)	Not specified		a		a		a	
8 - 6	(8.4 - 13.3)	1-1/2	(38)	a		a		a	
4 - 3	(21.2 - 26.7)	2	(51)	a		a		a	
2	(33.6)	2-1/2	(64)	a		a		a	
1	(42.4)	3	(76)	a		a		a	
1/0	(53.5)	5	(127)	5	(127)	7	(178)	—	
2/0	(67.4)	6	(152)	6	(152)	7-1/2	(191)	—	
3/0	(85.0)	7	(178)	7	(178)	8	(203)	—	
4/0	(107.2)	7	(178)	7	(178)	8-1/2	(216)	—	
250	(127)	8	(203)	8	(203)	9	(229)	10	(254)
300	(152)	10	(254)	10	(254)	11	(279)	12	(305)
350	(177)	12	(305)	12	(305)	13	(330)	14	(356)
400	(203)	12	(305)	12	(305)	14	(356)	15	(381)
500	(253)	12	(305)	12	(305)	15	(381)	16	(406)
600	(304)	14	(356)	16	(406)	18	(457)	19	(483)
700	(355)	14	(356)	16	(406)	20	(508)	22	(559)
750 - 800	(380 - 405)	18	(457)	19	(483)	22	(559)	24	(610)
900	(456)	18	(457)	19	(483)	24	(610)	24	(610)
1000	(506)	20	(508)	—		—		—	
1250	(633)	22	(559)	—		—		—	
1500 - 2000	(760 - 1013)	24	(610)	—		—		—	

NOTE: "—" indicates no value established
^a Conductors smaller than 1/0 AWG shall not be connected in parallel.

* Tratta da UL 508A "Industrial Control Panels"

2.3 Dimensionamento dei sezionatori

Nel Nord America per il dimensionamento esistono regole diverse in base al componente utilizzato, in particolare se si impiega un interruttore magnetico o magneto-termico o un sezionatore con o senza fusibili.

2.3.1 Dimensionamento del sezionatore utilizzando un Interruttore magnetico o magneto-termico (circuit breaker)

Il dimensionamento dell'interruttore generale deve essere effettuato sommando le correnti di tutti i carichi e motori. La risultante corrente nominale (FLA come definita nel nord america, Full Load Ampacities) non deve superare l'80% della corrente nominale del sezionatore.

Nota: esistono in commercio alcuni interruttori automatici che riportano la dicitura "For continuous use up to 100% of its rating" o "An instantaneous trip circuit breaker is able to carry a full-load current equivalent to its ampere ratings". Questi dispositivi possono essere utilizzati al 100% della corrente nominale.

Esempio: se in un circuito, sommando tutti i carichi (trasformatori, utenze, luci, ecc..) e motori, si ottiene:

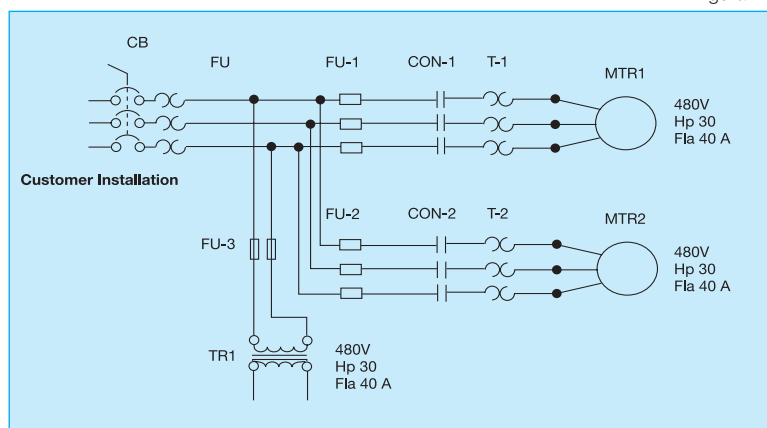
$FLA = MTR1 + MTR2 + T1 = 40 + 40 + 10 = 90 \text{ A}$
questa deve essere l'80% della FLA massima del sezionatore:

Taglia standard 100 A; la corrente 80% di questo sezionatore è 80 A quindi non può essere utilizzato.

Taglia standard 125 A; la corrente 80% di questo sezionatore è 102 A quindi può essere utilizzato.

Una nota importante: non si parla mai di fattore di contemporaneità nelle norme nord americane, l'unica discriminante è rappresentata dagli interblocchi elettrici e meccanici. In caso di equipaggiamenti elettrici general use è sufficiente l'interblocco elettrico (se abbiamo due motori interbloccati elettricamente posso considerare solo la FLA di quello maggiore). In caso di Industrial Machinery (macchine per la lavorazione del legno, dei metalli, macchine per il trasporto e l'assemblaggio) l'interblocco deve essere sia elettrico che meccanico.

Figura 2.2



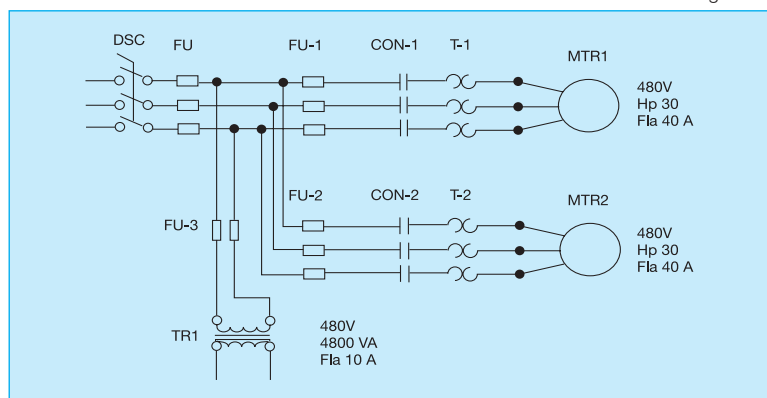
Taglia standard sezionatore 125 A

2.3.2 Dimensionamento del sezionatore generale con o senza fusibili

La taglia del sezionatore generale con o senza fusibili (UL 98) deve essere:

- Per uno o più carichi (non motori) almeno il 115% della somma delle correnti nominali di tutti i carichi.
- Per il sezionamento di un singolo motore almeno il 115% della full-load current equivalente del motore riportata dalla tabella 50.1 della UL 508A.
- Per uno o più motori e altri carichi, non inferiore al 115% della full-load ampacity di tutti i motori, desunta dalla tabella 50.1 della UL 508A, più la somma di tutti gli altri carichi.

Figura 2.3



Taglia standard sezionatore 100-200 A

Esempio: Caso C :

$$FLA = (MTR1 + MTR2) \times 1,15 + TR1 = (40 + 40) \times 1,15 + 10 = 102 \text{ A}$$

Tabella 50.1* Correnti nominali normalizzate in Amperes assorbite da motori

Horse-power	110 - 120 V			220 - 240 V ^a			380 - 415 V		440 - 480 V			550 - 600 V		
	Single Phase	Two Phase	Three Phase	Single Phase	Two Phase	Three Phase	Single Phase	Three Phase	Single Phase	Two Phase	Three Phase	Single Phase	Two Phase	Three Phase
1/10	3.0	–	–	1.5	–	–	1.0	–	–	–	–	–	–	–
1/8	3.8	–	–	1.9	–	–	1.2	–	–	–	–	–	–	–
1/6	4.4	–	–	2.2	–	–	1.4	–	–	–	–	–	–	–
1/4	5.8	–	–	2.9	–	–	1.8	–	–	–	–	–	–	–
1/3	7.2	–	–	3.6	–	–	2.3	–	–	–	–	–	–	–
1/2	9.8	4.0	4.4	4.9	2.0	2.2	3.2	1.3	2.5	1.0	1.1	2.0	0.8	0.9
3/4	13.8	4.8	6.4	6.9	2.4	3.2	4.5	1.8	3.5	1.2	1.6	2.8	1.0	1.3
1	16	6.4	8.4	8	3.2	4.2	5.1	2.3	4.0	1.6	2.1	3.2	1.3	1.7
1-1/2	20	9.0	12.0	10	4.5	6.0	6.4	3.3	5.0	2.3	3.0	4.0	1.8	2.4
2	24	11.8	13.6	12	5.9	6.8	7.7	4.3	6.0	3.0	3.4	4.8	2.4	2.7
3	34	16.6	19.2	17	8.3	9.6	10.9	6.1	8.5	4.2	4.8	6.8	3.3	3.9
5	56	26.4	30.4	28	13.2	15.2	17.9	9.7	14	6.6	7.6	11.2	5.3	6.1
7-1/2	80	38	44	40	19	22	27	14	21	9	11	16	8	9
10	100	48	56	50	24	28	33	18	26	12	14	20	10	11
15	135	72	84	56	36	42	44	27	34	18	21	27	14	17
20	–	94	108	88	47	54	56	34	44	23	27	35	19	22
25	–	118	136	110	59	68	70	44	55	29	34	44	24	27
30	–	138	160	136	69	80	87	51	68	35	40	54	28	22
40	–	180	208	176	90	104	112	66	88	45	52	70	36	41
50	–	226	260	216	113	130	139	83	108	56	65	86	45	52
60	–	–	–	–	133	154	–	103	–	67	77	–	53	62
75	–	–	–	–	166	192	–	128	–	83	96	–	66	77
100	–	–	–	–	218	248	–	165	–	109	124	–	87	99
125	–	–	–	–	–	312	–	208	–	135	156	–	108	125
150	–	–	–	–	–	360	–	240	–	156	180	–	125	144
200	–	–	–	–	–	480	–	320	–	208	240	–	167	192
250	–	–	–	–	–	602	–	403	–	–	302	–	–	242
300	–	–	–	–	–	–	–	482	–	–	361	–	–	289
350	–	–	–	–	–	–	–	560	–	–	414	–	–	336
400	–	–	–	–	–	–	–	636	–	–	477	–	–	382
450	–	–	–	–	–	–	–	711	–	–	515	–	–	412
500	–	–	–	–	–	–	–	786	–	–	590	–	–	472

^a The full-load currents for 200 and 208 V motors shall be determined by increasing the corresponding 220-240 V ratings by 15 and 10 percent respectively.

* *Tratta da UL 508A "Industrial Control Panels"*

Nota: nel caso in cui la corrente di targa del motore sia superiore a quella riportata nella tabella 50.1 della UL 508A viene utilizzato il dato dichiarato dal costruttore.

In caso di correnti di targa minori è sempre obbligatorio fare riferimento alla tabella

50.1 della UL 508A.

Anche in questo caso per il fattore di contemporaneità valgono le indicazioni riportate per il dimensionamento dell'interruttore magnetico (vedere paragrafo precedente).

3 Combinazione presa-spina

Una combinazione presa-spina può essere utilizzata come dispositivo di sezionamento se sono rispettate le seguenti condizioni:

- Il motore o i motori non superano i 2 Hp di potenza nominale complessiva (in Europa i limiti sono : corrente nominale <16 A e una potenza < 3 kW).
- La tensione nominale di alimentazione non supera i 150 V verso terra.

Non è ammesso l'utilizzo di combinazione presa spina come sezionatore generale in presenza di circuiti in CC.

La spina deve essere monotensione e tale

che il circuito equipotenziale di protezione venga collegato prima della connessione di qualsiasi conduttore attivo e non venga scollegato prima che tutti i conduttori attivi della spina siano stati scollegati.

Il polo di terra non deve essere utilizzato come conduttore attivo.

La portata nominale della spina non deve essere inferiore al 115% della somma delle correnti di pieno carico di tutti gli equipaggiamenti che possono essere in funzione contemporaneamente. La spina deve essere visibile all'operatore e facilmente accessibile.

4 Involucri (Enclosure)

Gli involucri e gli armadi elettrici in Europa sono classificati e verificati secondo la norma EN 60529 "Gradi di protezione degli involucri (codice IP)". Il grado IP (International Protection)

definisce il livello di protezione degli involucri contro la penetrazione di oggetti, polvere e liquidi. Il codice IP è strutturato dal suffisso IP + 2 cifre caratteristiche e 2 lettere opzionali.

Lettere caratteristiche (Protezione internazionale) <i>Code letters (International Protection)</i>	IP
Prima cifra caratteristica (cifra da 0 a 6, o lettera X) <i>First characteristic numeral (numeral 0 to 6, or letter X)</i>	2
Seconda cifra caratteristica (cifra da 0 a 8, lettera X) <i>Second characteristic numeral (numeral 0 to 8, or letter X)</i>	3
Lettera addizionale (opzionale) (lettere A, B, C, D) <i>Additional letter (optional) (letters A, B, C, D)</i>	C
Lettera supplementare (opzionale) (lettere H, M, S, W) <i>Supplementary letter (optional) (letters H, M, S, W)</i>	H

La prima cifra caratteristica definisce il grado di protezione dell'involucro contro la penetrazione dei corpi solidi e della polvere, la seconda il grado di protezione dai liquidi; le lettere addizionali hanno lo scopo di designare il livello di inaccessibilità dell'involucro alle dita o mano oppure ad oggetti impugnati da una persona.

Nel Nord America non troviamo questa corrispondenza; i gradi di protezione o TYPE, come definiti nel Nord America, sono regolamentati da 3 standard, NEMA 250, UL 50 Enclosure e C22.2 No.94, rispettivamente per Stati Uniti (NEMA e UL) e Canada (CSA).

Il codice americano TYPE indica le caratteristiche del luogo d'installazione dell'equipaggiamento

e la tipologia delle prove che l'involucro deve superare per essere certificato.

Non esiste una diretta corrispondenza tra il codice IP e il TYPE nord americano, in quanto alla base abbiamo norme concettualmente differenti che specificano test e modalità di verifica diverse.



Nella Norma NEMA 250 troviamo una corrispondenza solo a titolo esemplificativo: in nessun caso il grado di protezione IP può essere tramutato in TYPE.

La tabella riporta i principali TYPE degli involucri per il mercato nord americano con riferimento (sempre solo a titolo orientativo) al grado di protezione IP.

L'approccio Nord Americano: sezionamento ed involucri

Tabella A1

Principali caratteristiche degli involucri secondo NEMA UL e CSA e comparazione con grado di protezione IP

Grado di protezione	Installazione	NEMA Standard 250	 UL 50 Enclosure UL 508	 C22.2 No. 94	Grado IP ⁴
TYPE 1	Interni	Protezione da contatti accidentali con parti attive dell'impianto dove non esistono condizioni inusuali di servizio	Utilizzo generale, applicazione all'interno, adatto alla protezione da contatti accidentali con parti attive dell'impianto	Utilizzo generale, protezione da contatti accidentali con parti attive.	10
TYPE 2		Per garantire protezione contro il gocciolamento e lo sporco	Anti-gocciolamento, come Type 1 oltre alla protezione dallo sporco, dalle perdite di liquido	Protezione contro il gocciolamento e leggeri spruzzi di liquidi non corrosivi	11
TYPE 3	All'esterno	Per garantire protezione contro polvere portata dal vento, pioggia e nevischio; Previene la formazione di ghiaccio all'interno	Resistente alla pioggia, applicazione esterna, come tipo 1 oltre alla protezione da pioggia, neve e grandine	Protezione contro pioggia, neve e polvere portata dal vento Previene la formazione di ghiaccio all'interno	54
TYPE 3R		Per garantire protezione contro la pioggia battente e nevischio Previene a formazione di ghiaccio all'interno	Per garantire protezione contro la pioggia battente Previene la formazione di ghiaccio all'interno	Protezione contro pioggia, neve Previene la formazione di ghiaccio all'interno	14
TYPE 4	Interno ed all'esterno	Protezione contro polvere trasportata dal vento, pioggia, spruzzi d'acqua e acqua proveniente da manichette Previene la formazione di ghiaccio all'interno	Applicazione sia interna che esterna, come tipo 1 oltre alla protezione dallo sporco, pioggia, neve, grandine, polvere sollevata dal vento, schizzi d'acqua, acqua dei manichette (hose-direct water) e previene la formazione di ghiaccio all'interno	Protezione contro polvere trasportata dal vento, pioggia, spruzzi d'acqua e acqua proveniente da manichette Previene la formazione di ghiaccio all'interno	56
TYPE 4X		Protezione contro corrosione, polvere trasportata dal vento, pioggia, spruzzi d'acqua e acqua proveniente da manichette Previene la formazione di ghiaccio all'interno	Come tipo 4 oltre alla protezione dalla corrosione	Come tipo 4 oltre alla protezione dalla corrosione	
TYPE 6		Protezione nei casi in cui si verifica occasionalmente una immersione a base profondità Previene la formazione di ghiaccio all'interno Resiste alla corrosione	Applicazione sia interna che esterna, come tipo 1 oltre alla protezione dallo sporco, acqua da manichette dall'entrata di acqua durante immersioni occasionali e temporanee a profondità limitate e previene la formazione di ghiaccio all'interno	Protezione contro l'ingresso di acqua durante brevi immersioni	67
TYPE 6P			Applicazione sia interna che esterna, come Type 6 in presenza però di immersioni prolungate		
TYPE 12	Interno	Protezione contro la polvere, lo sporco e il gocciolamento di liquidi non corrosivi	Involucri costruiti senza knockouts, applicazione interna, come tipo 1 oltre alla protezione dallo sporco, dalla polvere circolante, fibre in sospensione, da gocciolamento e leggeri schizzi liquidi	Protezione contro polveri circolanti, fibre in sospensione, contro spruzzi e gocciolamento di liquidi non corrosivi	52
TYPE 13		Protezione contro la polvere, leggeri spruzzi d'acqua, oli e liquidi refrigeranti non corrosivi	Applicazione interna, come tipo 1 oltre alla protezione dallo sporco, dalla polvere circolante, fibre in sospensione, da getti, schizzi e infiltrazioni d'acqua, olio e liquidi refrigeranti non corrosivi	Protezione contro polveri circolanti, fibre in sospensione, contro spruzzi e infiltrazione di liquidi non corrosivi, inclusi oli e liquidi refrigeranti	54

⁴ Conversione tratta dalla norma NEMA 250 Tabella A-1, questa conversione è riportata a solo titolo esemplificativo

4.1

Foratura ed installazione dei componenti

Come gli involucri, tutti i dispositivi che vi si possono installare e che possono variarne la tenuta (come pulsanteria, raccordi, pressacavi, combinazioni presa e spina) nel Nord America sono soggetti a certificazione per l'environment TYPE.

Se è necessario forare il pannello dell'armadio elettrico è obbligatorio, per rispettare il grado

TYPE dell'involucro, utilizzare componenti con lo stesso TYPE (o superiore, ma solo se è in conformità alla Tabella 19.2 della UL 508A).

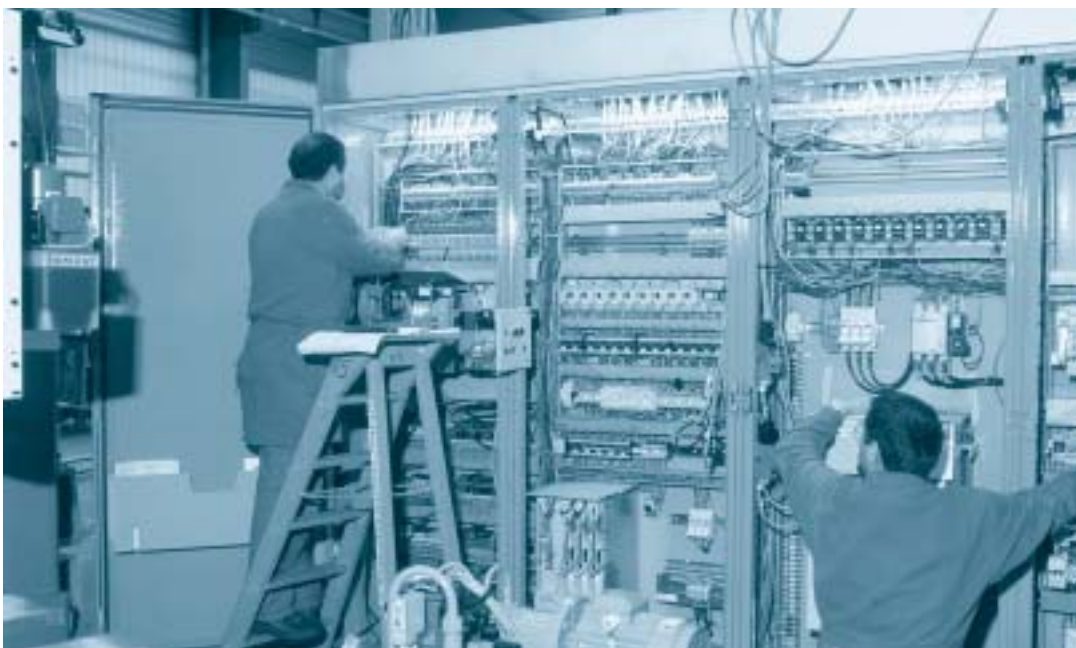
Esempio: se ho una carpenteria TYPE 12 e devo installare dei pulsanti e/o dei connettori entrambi dovranno essere TYPE 12, 12K, 13 ; non posso utilizzare componenti come ad TYPE 4 anche se sono di grado superiore.

Tabella 19.2 UL 508A Industrial control Panel

Tipo di involucro Colonna 1	Grado ammissibile di protezione dei componenti da installare Colonna 2
2a	2, 3, 3R, 3S, 4, 4X, 5, 6, 6P, 12, 12K, 13, "Wet Location, or "Raintight"
3	3, 3S, 4, 4X, 6, 6P
3Rb	3, 3R, 3S, 4, 4X, 6, 6P, "Wet Location, or "Raintight"
3Sc	3, 3R, 3S, 4, 4X, 6, 6P
4	4, 4X, 6, 6P
4X	4X
5	3, 3R, 3S, 4, 4X, 5, 6, 6P, 12, 12K, 13, "Wet Location, or "Raintight"
6	6, 6P
6P	6P
12	12, 12K, 13
13	13

Nota: nel caso non fosse rispettata la tabella o si utilizzano prodotti senza un environment


TYPE certificato, l'intero equipaggiamento viene declassato a TYPE 1 (IP10).



L'approccio Nord Americano:
sezionamento ed **involucri**

5 Norme tecniche di riferimento Nord americane (NEMA UL e CSA)

Al fine di un corretto approccio progettuale agli standard nord americani, riportiamo di seguito un parallelo tra le principali Direttive e norme europee con quelle nord americane al fine di facilitare e guidare i tecnici nel complicato e tortuoso percorso normativo.

 UNIONE EUROPEA	STATI UNITI	CANADA
73/23/CEE Direttiva Bassa Tensione	NEC (NFPA 70) National Electric Code	CEC (C22.1) Canadian Electrical Code
EN 60204-1 Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine	UL 508A Industrial control Panel NFPA 79 Industrial Machinery	C22.2 n°14 Industrial Control Panels SPE –1000-99 Model Code for the field Evaluation of Electrical Equipment
EN 60947-1 Apparecchiature a bassa tensione E tutta la famiglia EN 60947-....	UL 489 Interruttori automatici (Circuit Breaker,) UL 98 Sezionatori con o senza fusibili UL 508 Industrial control equipment	C22.2 n° . 5 Moulded-Case Circuit Breakers, Moulded-Case Switches and Circuit-Breaker Enclosures (Tri-national standard with UL 489, tenth edition, and the second edition of NMX-J-266-ANCE)
EN 60529 Gradi di protezione degli involucri	UL 50 – Enclosures for Electrical Equipment: Cabinets NEMA 250 Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximun)	



L'organizzazione commerciale Schneider 2003

Area Nord Ovest

Direzione di Area
Via Orbetello, 140
10148 TORINO
Tel. 011 2281211 (s.p.)
Tfax 011 2281311
011 2281385

NetSpace di Canelli
C.so della Libertà, 71/A - 14053 CANELLI (AT)
Tel. 0141 821311 Tfax 0141 834596

NetSpace di Novara
Piazzale Lombardia, 9 - 28100 NOVARA
Tel. 011 2281211 (s.p.) Tfax 011 2281311 - 011 2281385

NetSpace di Genova
Viale Brigata Bisagno, 2/29 - 16129 GENOVA
Tel. 010 5375711 Tfax 010 5375725

Area Lombardia

Direzione di Area
Centro Direzionale Colleoni
Palazzo Sirio1,
Viale Colleoni, 7
20041 AGRATE B. (MI)
Tel. 039 6572111 (s.p.)
Tfax 039 6558005

NetSpace di Brescia
Crystal Palace, 7° Piano, Via Cefalonia, 70 - 25124 BRESCIA
Tel. 039 6572111 Tfax 039 6558005

NetSpace di Lainate
Via Umberto I°, 103/5 - 20020 LAINATE (MI)
Tel. 039 6572111 Tfax 039 6558005

NetSpace di Noverasco di Opera
Via Enrico Fermi, 4, Sporting Mirasole, Torre E/2 int. 7
20090 NOVERASCO DI OPERA (MI)
Tel. 039 6572111 Tfax 039 6558005

Area Nord Est

Direzione di Area
Centro Direzionale Padova 1
Via Savelli, 120
35100 PADOVA
Tel. 049 8062811
Tfax 049 8062850

Area Emilia Romagna Marche

Direzione di Area
Viale Palmiro Togliatti, 25
40135 BOLOGNA
Tel. 051 6163511
Tfax 051 6163530

NetSpace di Reggio Emilia
Kennedy Center - Viale Brigata Reggio, 22/H
42100 REGGIO EMILIA
Tel. 0522 933211 Tfax 0522 933225

NetSpace di Pesaro
Via Gagarin, 208 - 61100 PESARO
Tel. 0721 425411 Tfax 0721 425425

Area Toscana Umbria

Direzione di Area
Via Pratese, 167
50145 FIRENZE
Tel. 055 3026711 r.a.
Tfax 055 3026725

Area Centro Sud

Direzione di Area
Via Silvio D'Amico, 40
00145 ROMA
Tel. 06 549251
Tfax 06 5411863
06 5401479

NetSpace di Napoli
S.P. Circumvallazione Esterna di Napoli - 80020 CASAVATORE (NA)
Tel. 081 7360611 - 081 7360601 Tfax 081 7360625 - 081 7360630

NetSpace di Catania
Via Martiri di Cefalonia, 6 - 95123 CATANIA
Tel. 095 7581411 Tfax 095 7581425

NetSpace di Bari
S.S. 98 Km. 79,400 - 70026 Modugno (BA)
Tel. 080 5326154 Tfax 080 5324701



Schneider Electric S.p.A.

20041 AGRATE (MI) Italia
Tel. 039 6558111
Tfax 039 6056900
www.schneiderelectric.it

In ragione dell'evoluzione delle Norme e dei materiali, le caratteristiche riportate nei testi e nelle illustrazioni del presente documento si potranno ritenere impegnative solo dopo conferma da parte di Schneider Electric.