

Normativa

## Guida tecnica quadri elettrici per bordo macchina

Seconda Parte (1)

A cura di  Energia**Caratteristiche, prescrizioni e normative.**

### **E**LEMENTI PER LA SCELTA DEL QUADRO BORDO MACCHINA

Per quanto riguarda i quadri elettrici di automazione e bordo macchina la scelta è praticamente orientata esclusivamente a quadri chiusi solitamente con gradi di protezione piuttosto elevati (IP55 e oltre).

La scelta della tipologia del quadro deve tenere conto di vari elementi spesso tra loro collegati, quali ad esempio:

- dimensioni delle apparecchiature installate;
- quantità delle apparecchiature installate;
- presenza di sistemi sbarre o meno;
- eventuali riserve per futuri ampliamenti;
- spazi disponibili per l'installazione nell'impianto o a bordo macchina.

Le tipologie installative maggiormente utilizzate per i quadri bordo macchina sono i quadri a cassetta, normalmente fissati direttamente

sulla macchina mediante apposite staffe di fissaggio / fori sul fondo della cassetta.

Nel caso di macchine complesse o impianti di produzione vengono invece utilizzati quadri ad armadio, singoli o multipli (in batteria), oppure quadri a banco.

Riguardo ai quadri ad armadio, soprattutto nel caso di quadri ad armadio multipli in batteria, le dimensioni esterne dovranno anche tenere conto delle problematiche di movimentazione e trasporto sia sull'automezzo che presso il luogo di installazione.

L'equipaggiamento elettrico pesante e voluminoso che deve essere rimosso dalla macchina per il trasporto o che è indipendente dalla macchina, deve essere munito di mezzi adatti per la movimentazione con gru o equipaggiamenti simili.

In questi casi è buona regola suddividere l'armadio in più parti di dimensioni e peso minori e quindi più facilmente movimentabili prevedendo anche eventuali accessori per la movimen-

(1) La prima parte è riportata sul fascicolo numero 716 1-2 2016

tazione come golfari di sollevamento, rulli di scorrimento e zoccoli sollevabili con transpallet.

Riguardo alle dimensioni esterne del quadro è consigliabile, soprattutto se installato in luoghi angusti o di passaggio, verificare che non esistano impedimenti alla completa apertura di porte e pannelli.

È altrettanto buona regola accertarsi circa la massima dimensione trasportabile sull'auto-mezzo, soprattutto in altezza, la dimensione delle eventuali aperture presenti sul luogo di installazione per il passaggio del quadro, la presenza sia sull'auto-mezzo sia sul luogo di installazione di adeguati sistemi di sollevamento e movimentazione.

In relazione al peso del quadro, da dichiarare se richiesto, occorrerà verificare che i sistemi di sollevamento e movimentazione previsti sul quadro e disponibili sul luogo di installazione siano compatibili con il peso effettivo del quadro onde evitare danneggiamenti o situazioni pericolose per gli addetti.

Il paragrafo 6.2.2 della Norma CEI EN 61439-1 prevede che il costruttore debba specificare nei suoi documenti o cataloghi le eventuali condizioni particolari per l'installazione, la messa in servizio, il funzionamento e la manutenzione del quadro e degli apparecchi in esso contenuti. Le informazioni che normalmente devono essere fornite riguardano principalmente i seguenti aspetti:

- istruzioni per il sollevamento, riguardanti il posizionamento dei golfari e delle funi di sollevamento in relazione alle dimensioni e al peso massimo sollevabile;
- istruzioni per il trasporto, riguardanti il corretto utilizzo di rulli o transpallet sempre in funzione delle dimensioni e del peso massimo da movimentare;
- istruzioni per il corretto posizionamento, riguardanti il fissaggio a parete o a pavimento con l'utilizzo di staffaggi o ferri di fondazione.

## ACCESSIBILITÀ - PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI NEI QUADRI BORDO MACCHINA

Come accennato, i quadri bordo macchina possono trovarsi ad operare in condizioni ambientali particolarmente gravose; in aggiunta a questo, le apparecchiature installate all'interno dei quadri e la specifica funzione di comando

e controllo possono richiedere interventi di regolazione, manutenzione e ricerca guasti decisamente più frequenti e importanti rispetto ad un normale quadro di distribuzione.

La Norma CEI EN 60204-1 prevede alcune prescrizioni costruttive relative al contenitore riguardanti la protezione contro i contatti diretti che possono avvenire soprattutto nel caso di interventi di manutenzione o ricerca guasti.

L'apertura di un quadro bordo macchina (apertura di porte, coperchi, piastre di chiusura, ecc.) deve essere possibile solo se viene rispettata una delle seguenti condizioni: utilizzo di una chiave o utensile per l'accesso di persone avvertite o istruite per effettuare operazioni per le quali può essere inopportuno mettere fuori tensione il quadro come ad esempio sostituzione di fusibili, ripristino e regolazione di dispositivi di protezione, ricerca guasti e successive prove di verifica. La Norma CEI EN 60204-1 definisce come persona istruita un soggetto avente conoscenze tecniche o esperienze sufficienti a consentirgli di evitare i pericoli che può presentare l'elettricità; analogamente una perso-

Figura 1 - Con specifici golfari di sollevamento.

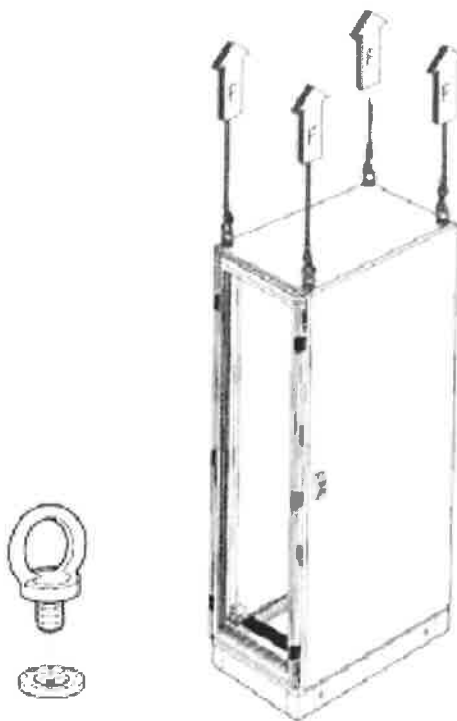
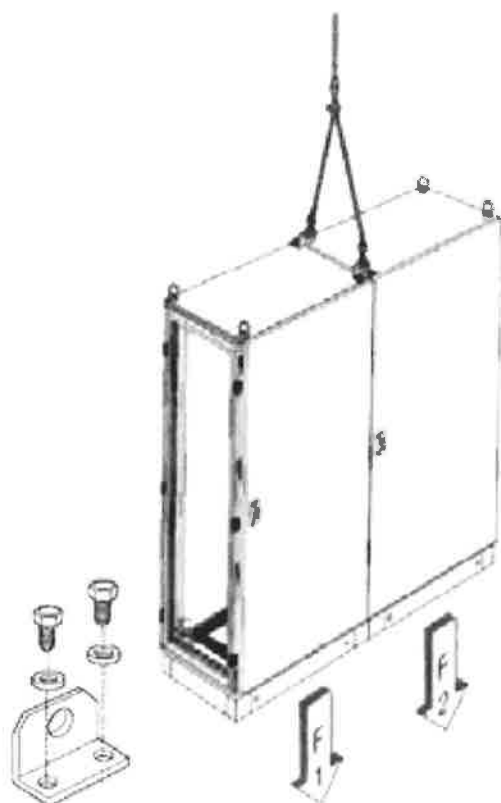


Figura 2 - Esempio di ripartizione carichi.

$\alpha$	90°	45°	60°	
F	13.600 N	4.800 N	6.400 N	Max. 14.000 N

Figura 3 - Attraverso squadrette di sollevamento per un'ottimale distribuzione del carico per armadi accoppiati e movimentati via cavi di sollevamento.



na avvertita è un soggetto sufficientemente informato o sorvegliato da una persona istruita, ad esempio un addetto alla manutenzione. Eventuali parti attive installate sulla superficie interna della porta devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP1X o IPXXA; allo stesso modo eventuali parti attive che possono essere accidentalmente toccate durante operazioni di ripristino o regolazione di dispositivi devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB; sezionamento delle parti attive installate all'interno del quadro prima della sua apertura: questa soluzione può essere realizzata mediante un interblocco preferibilmente meccanico tra la porta e il sezionatore generale del quadro in modo tale che la porta possa essere aperta solo quando il sezionatore è aperto e che il sezionatore possa essere richiuso solo quando la porta è chiusa.

Nel caso il quadro disponga di più porte per l'accesso alle parti attive al suo interno, le porte devono essere tra loro interbloccate in modo tale che sia possibile aprirle solo dopo che è stata aperta la porta interbloccata con il sezionatore generale.

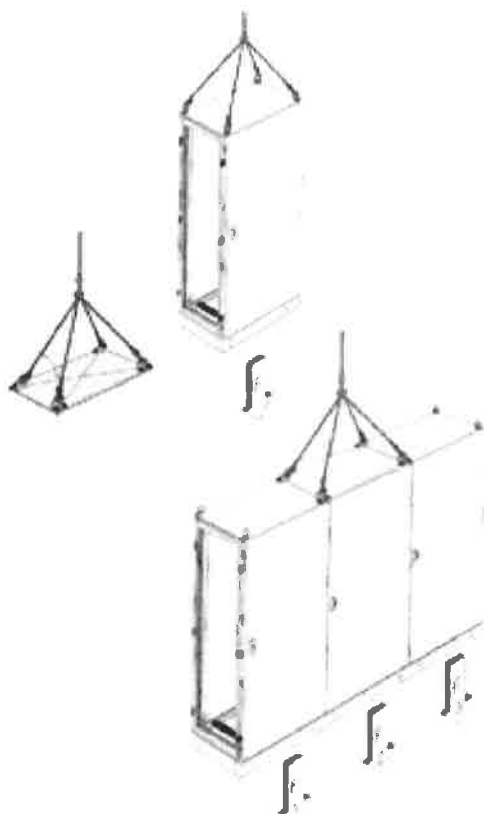
Eventuali parti che dovessero restare in tensione anche dopo l'apertura del dispositivo di sezionamento generale, devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB e identificate con apposito segno grafico di avvertimento.

**Figura 4** - Attraverso funi di sollevamento in esecuzione piramidale e unico punto di sollevamento.

Armadi singoli o in batteria con sollevamento via funi e con un sistema di distribuzione ottimale del carico a seconda delle seguenti inclinazioni dei cavi:

- per armadio singolo;
- con cavo angolo 45°;
- con cavo angolo 60°;
- con cavo angolo 90°.

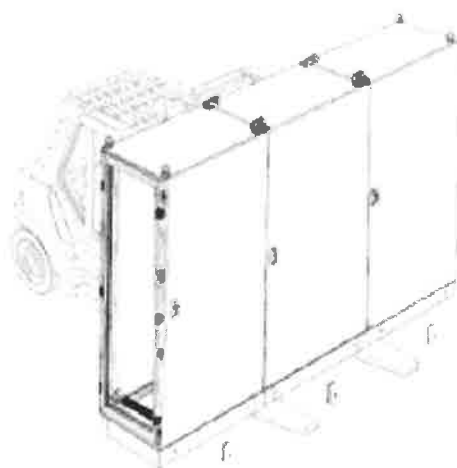
I valori di caricabilità dipendono dai costruttori.



**Figura 5** - Trasporto tramite zoccolo, per il trasporto di batterie di armadi è possibile utilizzare tale sistema tramite due traverse di sollevamento saldate all'interno dello zoccolo a passi ben determinati lungo tutta la lunghezza dello zoccolo (mediamente da 2 a 5 m).



**Figura 6** - In caso di sollevamento tramite carrelli elevatori per armadi come di seguito rappresentati con le squadrette di sollevamento e i kit di unione, devono essere rispettati i valori di carico specificati dal costruttore.



Se l'accesso all'interno del quadro non prevede l'utilizzo di chiave o utensile oppure il sezionamento delle parti attive, queste ultime devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB. Le eventuali barriere che assicurano tale grado di protezione devono essere rimosse esclusivamente mediante l'utilizzo di un utensile.

A integrazione delle prescrizioni sopra riportate la Norma CEI EN 60204-1 prescrive nei paragrafi riguardanti accessibilità e manutenzione e cablaggio all'interno degli involucri alcune caratteristiche costruttive direttamente collegate all'accessibilità del quadro bordo macchina tra le quali segnaliamo:

- si raccomanda che le porte abbiano un grado di apertura di almeno 95° e una larghezza non superiore a 0,9m;
- le apparecchiature di comando devono essere montate in modo da facilitarne la manovra e la manutenzione dal fronte.

**Figura 8** - Le piastre di montaggio sono idonee in funzione del loro posizionamento all'interno del quadro così come sotto indicato. Le piastre di montaggio tutta ampiezza o parziali sono in grado di supportare differenti carichi in funzione delle modalità di posizionamento all'interno della carpenteria. Consultare il manuale tecnico del costruttore per identificare la miglior soluzione.

## CARICABILITÀ

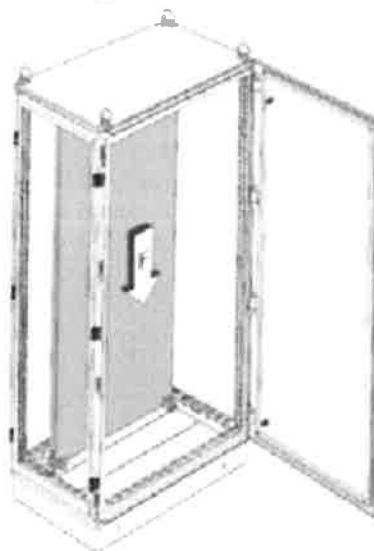
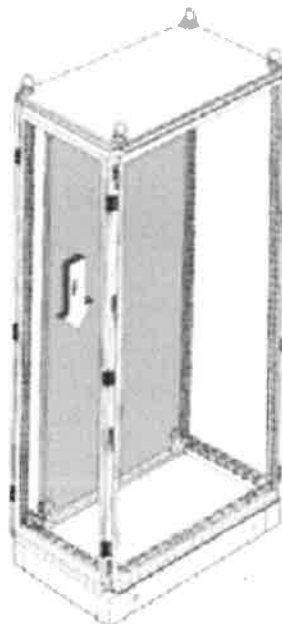
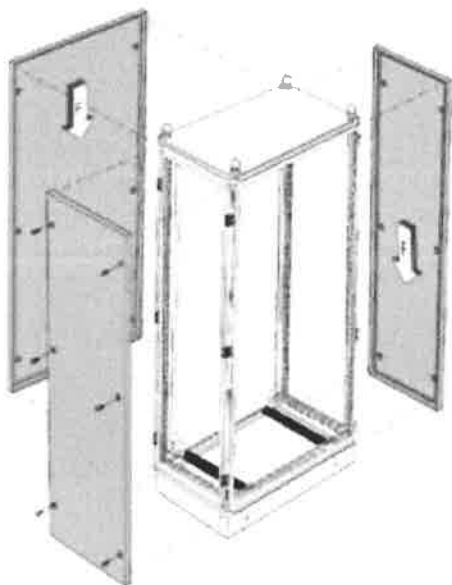
All'atto della progettazione di un quadro elettrico, uno dei parametri da tenere in stretta considerazione è la "caricabilità statica" del sistema.

È importante considerare e quantificare attraverso unità di misure definite, quali la forza espressa in N per ottenere il corrispondente valore in kg attraverso la seguente formula:

$$F [N] = m [kg] \cdot g [m/s^2] = \text{peso dell'armadio [1]}$$

Devono essere considerati con grande attenzione i parametri legati alla tipologia specifica di sollevamento che può essere realizzata come segue:

**Figura 7** - Nel caso di installazione o integrazione di componenti particolarmente pesanti complementari al quadro (ad es. condizionatori per quadri di comando), è necessario rispettare i carichi massimi ammissibili a seconda della porta, delle pareti laterali o del retro.



## DIMENSIONAMENTO TERMICO

Sempre più spesso le cause del malfunzionamento o del guasto alle apparecchiature elettriche ed elettroniche all'interno dei quadri di comando e bordo macchina sono da attribuire a problemi termici, ovvero temperature troppo basse/ alte e fenomeni di condensa. Si rende quindi necessario mantenere delle condizioni termiche ideali per garantire il normale ciclo di vita di tutti i componenti elettronici o comunque estenderne il più possibile la durata. Lo spazio sempre più ridotto nel quale vengono disposti tali componenti rende particolarmente importante un adeguato bilanciamento termico e un'adeguata progettazione del quadro tramite un posizionamento oculato delle apparecchiature al suo interno. L'obiettivo di un corretto dimensionamento termico deve quindi essere quello di evitare downtime e malfunzionamenti, estendere la vita utile dei componenti, ridurre i costi di installazione, dei processi produttivi e di manutenzione e garantire la continuità del servizio.

Per fare questo bisogna:

- scegliere il contenitore con giusto grado di protezione IP e quindi conoscere le condizioni ambientali dell'installazione;
- conoscere la potenza dissipata dalla apparecchiature all'interno del quadro;
- identificare la soluzione termica adeguata.

Primo passo fondamentale è l'analisi delle condizioni termiche ovvero l'analisi delle con-

dizioni all'interno del quadro e all'esterno quindi l'analisi delle condizioni meteorologiche (se applicazione per esterno) e dell'inquinamento intorno al quadro.

### Analisi termica all'interno del quadro

Occorre innanzitutto identificare i dispositivi più delicati, ovvero i principali elementi da proteggere.

È importante conoscere la temperatura massima e il livello di umidità critico di ciascun dispositivo.

La soluzione di gestione termica dovrà essere dimensionata in base alla temperatura critica dell'elemento più delicato. Normalmente la temperatura media di lavoro consigliata all'interno del quadro è di 35 °C.

Nella tabella sottostante alcuni esempi di temperature critiche in tabella.

Prima di eseguire il calcolo termico è importante raccogliere informazioni dettagliate sul valore della dissipazione termica per ciascun componente che ovviamente andrà a influire sulla temperatura interna del quadro di comando.

### Analisi termica all'esterno del quadro

Occorre in questo caso misurare la temperatura dell'aria e il livello di umidità (%). Per garantire calcoli affidabili, la misurazione della temperatura esterna dovrebbe essere effettuata per un periodo significativo (non meno di 24h). Alla fine della misurazione si deve ottenere la temperatura media massima ( $T_{max}$ ) e la tempera-

	Temperatura operativa consigliata	Temperatura massima con rischio di malfunzionamento
Variatori di velocità	35 °C	50 °C
PLC (Programmable Logic Controller)	35 °C	40 - 45 °C
Contattori	45 °C	50 °C
Interruttori	45 °C	50 °C
Fusibili	50 °C	50 °C
Alimentatori	35 °C	40 °C
Schede a circuiti stampati (PCB)	30 °C	40 °C
Batterie elettriche (accumulatori)	20 - 25 °C	30 °C
Apparecchiature di telecomunicazione	40 - 50 °C	55 °C
Condensatori PFC	50 °C	55 °C

tura media minima ( $T_e \text{ min}$ ). Misurando invece la percentuale di umidità si può determinare se l'ambiente è:

- *asciutto*: livello di umidità < 60%;
- *umido*: livello di umidità tra 60% e 90%;
- *molto umido*: livello di umidità > 90%.

Incrociando il dato di umidità con le variazioni di temperatura dell'ambiente rilevate, è possibile determinare se c'è la possibilità di presenza o meno di condensa all'interno del quadro. Infine è essenziale misurare e analizzare la qualità dell'aria nell'area di installazione del quadro di comando. Anche una semplice ispezione potrebbe bastare per capire se l'ambiente di installazione può essere considerato difficile o ostile. Alcuni esempi di ambienti difficili:

- aree con presenza di oli, solventi e sostanze aggressive;
- atmosfera salina, corrosiva o zuccherina;
- ambienti polverosi: cementifici, mulini, lavorazione del legno, della ceramica, della gomma, ecc.;
- impianti nucleari, chimici, petrolchimici, ecc.;
- stabilimenti tessili.

Conoscendo a fondo l'ambiente di installazione si è poi in grado di ottimizzare la soluzione termica (per esempio tipologia e spessore dei filtri) e il livello di protezione dell'armadio.

#### Soluzioni di ottimizzazione termica

Esistono due principali famiglie di soluzioni per la gestione termica: le cosiddette soluzioni "passive" (naturali e praticamente gratuite) e le soluzioni "attive" (soluzioni correttive che possono essere considerate costose).

#### Soluzioni "passive"

La determinazione di soluzioni di questo tipo passa attraverso dieci passi.

**1) Scelta del materiale:** la scelta del materiale del quadro è essenziale per assicurare la dissipazione naturale del calore rilasciato dai dispositivi elettrici o elettronici. Tutti i tipi di materiale possono essere caratterizzati da un coefficiente totale di trasmissione del calore (K). Esistono materiali che favoriscono maggiormente la trasmissione e dissipazione del calore generato all'interno del quadro rispetto ad altri che invece tendono a isolare e quindi sfavorire

la dissipazione del calore. Trasmissione totale del calore = tutti i processi che contribuiscono alla trasmissione del calore:

$$Q = K \cdot S \cdot (T_e - T_i) \quad [2]$$

Ad esempio, valori medi di K: Ferro: 5,0...5,5  
Alluminio: 12,0 Poliestere: 3,5.








**2) Aumento delle dimensioni del quadro:** come il materiale, anche le dimensioni del quadro (la superficie utile occupata in m<sup>2</sup>) influiscono sul livello di temperatura interno. Quando la temperatura media massima esterna è favorevole (< = 35 °C), aumentando le dimensioni dell'armadio è possibile ridurre la temperatura interna e rallentare l'eventuale aumento di temperatura.

Ovviamente non sempre è possibile aumentare le dimensioni del quadro.

**3) Posizione del quadro:** la modalità di installazione del quadro è un fattore che non deve essere trascurato, infatti le pareti del quadro influiscono sul processo di trasferimento del

#### Tipo di installazione del contenitore

con formula per il calcolo di A (m<sup>2</sup>)

	Contenitore singolo libero su tutti i lati $A = 1,8 \cdot A + (L + P) + 1,4 \cdot L \cdot P$
	Contenitore singolo a parete $A = 1,4 \cdot L + (A + P) + 1,8 \cdot P \cdot A$
	Contenitore d'inizio o fine fila, libero $A = 1,4 \cdot P + (A + L) + 1,8 \cdot L \cdot A$
	Contenitore d'inizio o fine fila, a parete $A = 1,4 \cdot A + (L + P) + 1,4 \cdot L \cdot P$
	Contenitore centrale libero $A = 1,8 \cdot L + A + 1,4 \cdot P + P \cdot A$
	Contenitore centrale a parete $A = 1,4 \cdot L + (A + P) + L \cdot A$
	Contenitore centrale a parete, tetto coperto $A = 1,4 \cdot L + A + 0,7 \cdot L \cdot P + P \cdot A$

calore. C'è infatti differenza di capacità di trasmissione del calore tra un quadro con tutte le pareti accessibili e un altro posizionato in una nicchia.

**4) Isolamento del quadro:** quando la temperatura esterna è elevata (> 35 °C), l'ingresso del calore attraverso le superfici del contenitore aumenta la temperatura interna.

Quindi se viene costantemente registrata una temperatura esterna elevata (> 40 °C) e viene rilevata una principale fonte di irraggiamento, la soluzione consigliata consiste nell'isolare termicamente la parete del quadro maggiormente "colpita". In questo caso ovviamente l'estrazione del calore deve essere eseguita in maniera "attiva", utilizzando un gruppo di raffreddamento o uno scambiatore aria-acqua. L'isolamento può essere utilizzato anche come soluzione "passiva" quando la temperatura esterna è molto bassa, ad esempio: installazioni in locali di deposito refrigerati, all'esterno, ecc.

**5) Disposizione del carico di potenza:** la distribuzione dei carichi all'interno del quadro offre molti vantaggi tra cui:

- evita i punti caldi indesiderati;
- riduce la temperatura media del quadro;
- migliora l'efficienza della soluzione termica.

Esistono alcune regole da osservare per la disposizione delle apparecchiature all'interno del quadro:

- rispettare le distanze per permettere la circolazione dell'aria all'interno del quadro (almeno 100 - 200 mm da griglie e ventole, ecc.);
- creare una colonna d'aria che copra tutta l'altezza del quadro, fra la presa d'aria e il punto di uscita.

In questo modo si evitano il surriscaldamento e le perdite di efficienza termica.

**6) Spostamento dei carichi elettrici passivi all'esterno:** nella maggior parte degli impianti di produzione, all'interno dei quadri sono installate apparecchiature elettriche che rilasciano grandi quantità di calore. Ad esempio i variatori di velocità rilasciano parecchio calore durante il loro funzionamento. Tale calore deve essere estratto tramite unità di raffreddamento

(soluzioni "attive"), a meno che le apparecchiature vengano installate all'esterno. In questo caso si riduce la potenza delle soluzioni termiche e il relativo consumo elettrico.

**7) Disposizione dei cavi:** è necessario adottare buone abitudini per il cablaggio:

- i cavi non devono essere appoggiati ai dispositivi;
- le griglie di ventilazione non devono essere ostruite;
- bloccare/fissare i cavi con elementi di fissaggio.

**8) Gestione del flusso d'aria:** è necessario evitare di bloccare gli sfiumi dell'aria delle apparecchiature elettroniche. Si consiglia di lasciare sempre almeno 100 / 200 mm di spazio sopra e sotto al dispositivo.

**9) Aerazione o convezione naturale:** l'emissione di calore delle apparecchiature all'interno dei quadri genera un moto di convezione naturale (flusso di evacuazione dell'aria calda).

**10) Dissipazione e circolazione naturale dell'aria:** il fenomeno della dissipazione naturale (o passiva) del calore dipende da numerosi parametri:

- sito di installazione del quadro (temperatura, qualità... dell'aria circostante il quadro);
- superficie del quadro utilizzabile per lo scambio termico;
- tipo di materiale (acciaio, poliestere, ecc.);
- altri parametri come la disposizione dei carichi, il cablaggio, ecc..

È sempre essenziale miscelare l'aria all'interno dei quadri al fine di:

- distribuire il calore per uniformare e abbassare la temperatura;
- raffreddare i punti caldi localizzati;
- distribuire l'aria fredda eventualmente rilasciata da un'unità di raffreddamento.

#### Soluzioni "attive"

Come soluzioni attive si intendono tutte quelle soluzioni che prevedono l'utilizzo di apparecchiature per l'abbassamento/innalzamento della temperatura all'interno del quadro. Le apparecchiature utilizzate possono essere diverse a seconda della situazione installativa in



cui ci si trova. Qualsiasi sia l'apparecchiatura correttiva utilizzata, in ogni caso è necessario utilizzare dispositivi di controllo termico. Tali dispositivi permettono di misurare temperatura e umidità all'interno del quadro e quindi di gestire le apparecchiature correttive in modo da stabilizzare i livelli di temperatura e umidità e mantenere le condizioni termiche ideali all'interno del quadro. I dispositivi di controllo termico vanno posizionati nella parte superiore del quadro (che è la più calda) nel caso di termostati, nella parte più bassa (è la più umida) nel caso degli igrostatii oppure vicino ai dispositivi più delicati.

Esistono diverse apparecchiature correttive:

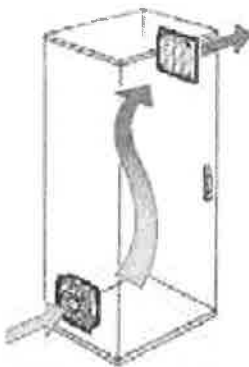
1) *Convezione forzata*: sono tutte le soluzioni di convezione passiva che si realizzano con l'utilizzo di griglie laterali, superiori e dispositivi di sollevamento del tetto. In assenza del filtro, la velocità del flusso di dissipazione naturale risulta superiore. Tuttavia questo è possibile solo in presenza di aria esterna molto pulita, aree climatizzate e di filtraggio efficace dell'aria. Condizione necessaria per poter implementare tale soluzione è che la differenza tra Temperatura interna ( $T_i$ ) e la Temperatura esterna ( $T_e$ ) deve essere sempre  $\geq 10$  °C.

2) *Ventilazione forzata*: le prestazioni di questo tipo di soluzione dipendono in modo sostanziale dalla temperatura esterna e dalla pulizia dell'aria. Condizione necessaria per poter implementare tale soluzione è che la differenza tra Temperatura interna ( $T_i$ ) e la Temperatura esterna ( $T_e$ ) deve essere sempre  $\geq 5$  °C. Inoltre bisogna controllare la quantità di polvere e il livello di umidità dell'ambiente esterno. In questo caso il dispositivo di controllo termico è molto utile per adattare la potenza della soluzione "attiva" al livello richiesto. È possibile utilizzare due ventole e attivarne una o entrambe in base alla temperatura rilevata nel quadro. Quindi se l'armadio è adeguatamente dimensionato e il carico è correttamente distribuito, la ventilazione è diretta verso l'interno. Nel caso in cui l'armadio si riscaldi troppo velocemente si consiglia di utilizzare una ventola centrifuga (ventilazione con estrazione dal tetto).

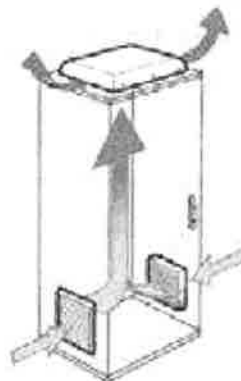
*Segue sul prossimo fascicolo.*

Esempi applicativi:

Ventilazione forzata



Ventilazione interna quadro



Ventilazione con estrazione aria dal tetto

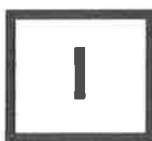


**Dopo aver letto l'articolo puoi inserire il tuo commento nella recensione:**

<http://www.editorialedelfino.it/guida-tecnica-quadri-elettrici-per-bordo-macchina-2452.html>

Normativa

## Guida tecnica quadri elettrici per bordo macchina

A cura di  Energia**Caratteristiche, prescrizioni e normative.**

### INTRODUZIONE E GENERALITÀ

Il quadro bordo macchina è la parte dell'equipaggiamento elettrico che normalmente viene utilizzata dall'operatore della macchina.

Esso contiene infatti tutte le apparecchiature di potenza (interruttori di manovra, contattori, interruttori automatici, azionamenti, ecc.) e di controllo (relè, controllori programmabili, dispositivi di misura e regolazione, ecc.) indispensabili al funzionamento della macchina automatica.

Esternamente poi, abitualmente sulla porta e spesso anche sulle altre superfici, ad esempio quelle laterali, sono presenti i vari organi di comando (selettori, pulsanti), di segnalazione (lampade spia), di controllo (strumenti di misura) che vengono normalmente utilizzati dall'operatore per far funzionare la macchina. Da qui l'importanza fondamentale del quadro bordo macchina che deve essere progettato e realizzato con elevatissimi standard di funzionalità, sicurezza e affidabilità sia per quanto riguarda il normale utilizzo sia per quanto riguarda la

manutenzione preventiva (per garantirne l'affidabilità) ed eccezionale (in seguito a guasti improvvisi) per garantire la massima continuità di produzione.

Il quadro elettrico di bordo macchina fa parte dell'equipaggiamento elettrico della macchina ma rimane un componente a se per cui si applica la rispettiva norma di prodotto come indicato dalla Norma CEI EN 60204 ... "i componenti dell'equipaggiamento elettrico della macchina devono essere conformi alle relative norme EN". Ne deriva che il soggetto incaricato della progettazione e realizzazione della macchina dovrà applicare la normativa CEI EN 60204 nel rispettivo ambito di competenza e dovrà integrare, con la normativa di prodotto dei quadri elettrici CEI EN 61439, quanto necessario affinché il quadro elettrico sia conforme. (cfr. CEI EN 60204 art. 4.2.2 e Tabella F.1). In ambito normativo IEC è stato recentemente proposto da parte del CEI di preparare uno standard specifico per i quadri elettrici di macchina. L'obiettivo principale della proposta è quello di eliminare le divergenze e i conflitti esistenti tra le Norme IEC 60204-1 ed IEC 61439 ade-

quando i requisiti specifici per i quadri destinati alla sicurezza del macchinario. Le prescrizioni indicate nella serie di Norme IEC 61439 sono applicabili prevalentemente ai quadri elettrici destinati agli impianti elettrici di bassa tensione. In realtà è già prevista la possibilità di applicare le regole in esse contenute ai quadri elettrici destinati alle macchine; questo è praticabile in generale solo per la parte di potenza e a una parte limitata delle applicazioni specifiche del campo del macchinario. Per i quadri elettrici di macchina largamente dotati di parti di elettronica di bassa o bassissima potenza con centinaia o migliaia di collegamenti elettrici tra i componenti, le prove tradizionali dei quadri elettrici considerati nella serie di Norme IEC 61439 risultano spesso impraticabili, diseconomiche e talvolta incompatibili con l'integrità delle apparecchiature in esse contenute. Le prove prescritte per i quadri elettrici della serie IEC 61439, ai fini delle verifiche costruttive e prestazionali dei quadri elettrici stessi, non tengono conto dell'intero equipaggiamento elettrico della macchina. Nella Norma IEC 60204-1 alcuni aspetti dei quadri elettrici di macchina, quali ad esempio la tenuta alle correnti di cortocircuito o la valutazione delle sovratemperature, sono trattati in modo generale per tutto l'equipaggiamento elettrico e non specifico per i suoi quadri elettrici, lasciando al costruttore la scelta della metodologia di verifica di questi requisiti. I sistemi di controllo delle macchine hanno subito un profondo cambiamento dovuto al rapido sviluppo delle tecnologie elettroniche, elettroniche programmabili e di sicurezza che hanno sostituito gradualmente gran parte delle tecnologie tradizionali basate sull'elettromeccanica. La maggior parte di un sistema di comando e controllo, incluso spesso la parte di potenza, è controllato da sofisticati sistemi di controllo elettronici inseriti all'interno dei quadri elettrici le cui regole di installazione sono lasciate alle istruzioni del relativo costruttore. Per tali motivi è stato proposto di preparare tale nuova parte di Norma. La sua pubblicazione è attesa nel giro di qualche anno. Il contenitore utilizzato per il quadro bordo macchina deve garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature in esso installate nelle condizioni ambientali dove

opera la macchina. A tale proposito la norma CEI EN 60204-1 fornisce precise indicazioni su ambiente circostante e condizioni di funzionamento relativamente ai seguenti parametri da considerare nella progettazione del quadro bordo macchina:

- compatibilità elettromagnetica;
- temperatura dell'aria ambiente;
- umidità;
- altitudine;
- contaminanti;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;
- vibrazioni e urti.

In caso di ambiente circostante e condizioni di funzionamento diverse da quelle specificate dalla Norma, sarà necessario un accordo tra il costruttore del quadro e il committente definito utilizzando l'apposito Questionario per l'equipaggiamento delle macchine - allegato B della Norma CEI EN 60204-1. Per gli involucri vuoti la Norma di riferimento è la CEI EN 62208, come forniti dal relativo costruttore, prima che l'utilizzatore incorpori gli apparecchi di protezione e di manovra. Specifica le definizioni, classificazioni, caratteristiche e prescrizioni di prova di involucri destinati a essere utilizzati come parti di assiemati di apparecchiature di manovra e protezione, in accordo con le Norme della serie CEI EN 61439. La Norma CEI EN 62208 classifica gli involucri secondo:

- il tipo di materiale (isolante, metallico o una combinazione di isolante e metallico);
- il metodo di fissaggio (a pavimento, a parete, a incasso o su palo);



- il sito di installazione (all'esterno, all'interno);
- il grado di protezione IP (secondo la Norma CEI EN 60529);
- la robustezza agli urti codice IK (secondo la Norma CEI EN 62262);
- la tensione nominale di isolamento (per involucri in materiali isolanti).

## DIRETTIVE, SCOPO E APPLICABILITÀ

Lo scopo delle direttive comunitarie definite del "nuovo approccio" è quello di creare le condizioni necessarie affinché le industrie che operano nel mercato dell'Unione Europea possano realizzare prodotti conformi ai medesimi requisiti di sicurezza per le persone, l'ambiente e gli animali.

Il "nuovo approccio" ha introdotto il concetto fondamentale che:

- il Fabbricante ha il dovere di rendere il prodotto "sicuro";
- deve poter dimostrare di aver fatto tutto il possibile per renderlo "sicuro".

Quando si parla di "Norme armonizzate", si intendono quelle norme elaborate dagli enti europei di normazione, sulla base di un mandato della Commissione della Comunità Europea, in grado di esplicitare i generici requisiti delle direttive. Le Norme armonizzate, così come le norme nazionali che le recepiscono, non sono tuttavia obbligatorie: ogni produttore è infatti libero di produrre sulla base di diverse specifiche, deve però dare prova della conformità del prodotto rispetto agli obblighi delle direttive.

Viceversa, il prodotto realizzato sulla base delle norme armonizzate beneficia di una presunzione di conformità ai requisiti essenziali delle direttive. Un prodotto è oggetto di una direttiva comunitaria "nuovo approccio" l'impiego della marcatura CE è obbligatorio e conferisce al prodotto il diritto alla libera circolazione in tutto il territorio comunitario. Se invece il prodotto non rientra tra quelli oggetto di una direttiva, la marcatura CE non potrà essere apposta. Si tenga altresì presente che nel caso un prodotto rientri nel campo di applicazione di più direttive (per esempio le direttive "bassa tensione" e "compatibilità elettromagnetica"), il marchio CE indicherà la conformità del prodotto a tutte le direttive coinvolte.

## Direttiva Bassa Tensione

"2006/95/CE del parlamento europeo e del consiglio del 12 dicembre 2006 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione".

La Direttiva Bassa Tensione copre i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'utilizzo di apparecchiature elettriche con una tensione compresa tra 50 e 1 000 V in corrente alternata e tra 75 e 1 500 V in corrente continua. Il termine "materiale elettrico" non è definito nella direttiva. Quindi deve essere interpretato secondo il significato riconosciuto a livello internazionale di questo termine. La definizione di materiale elettrico nel "Vocabolario internazionale di elettrotecnica IEC (International Electrotechnical Commission)" è: "qualsiasi articolo utilizzato per scopi quali la generazione, la conversione, la trasmissione, la distribuzione o l'uso dell'energia elettrica, come ad esempio macchine, trasformatori, apparecchiature, strumenti di misurazione, dispositivi di protezione, materiale per il cablaggio ed apparecchi". Un aiuto per capire se un prodotto ricade o meno nella direttiva (fatto salvo l'elenco delle esclusioni presenti nell'allegato II) può venire dalla verifica dell'esistenza di Norme tecniche armonizzate, ai fini di una o dell'altra Direttiva. Si ricorda che la Commissione Europea pubblica periodicamente sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea l'elenco delle Norme tecniche che le vengono sottoposte dagli Organismi Normatori europei; le Norme armonizzate sono pubblicate sotto le specifiche Direttive di riferimento (Bassa Tensione, Compatibilità Elettromagnetica, Macchine, ecc.). Ne consegue che, ove la Norma di interesse è pubblicata sotto la Direttiva Bassa Tensione, si applica tale Direttiva, mentre se è pubblicata sotto la Direttiva Macchine si applica quest'ultima. Nella maggior parte dei casi le apparecchiature sotto Direttiva Bassa Tensione rientrano e devono sottostare anche alla Direttiva Compatibilità Elettromagnetica.

## Direttiva Compatibilità Elettromagnetica

"2004/108/CE del parlamento europeo e del consiglio del 15 dicembre 2004 concernente

*il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE".* La maggior parte delle apparecchiature e i dispositivi elettrici che rientrano nel campo di applicazione della Direttiva Bassa Tensione (LVD) possono generare fra loro interferenze che compromettono o influenzano negativamente il loro funzionamento. Tali prodotti pertanto, oltre ai requisiti previsti dalla Direttiva Bassa Tensione, devono anche rispettare i requisiti della Direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica (EMC). Lo scopo della Direttiva è quello di assicurare che le perturbazioni elettromagnetiche prodotte dalle apparecchiature non pregiudichino il corretto funzionamento di altri apparecchi e garantire che le apparecchiature abbiano un adeguato livello di immunità intrinseca alle perturbazioni elettromagnetiche.

#### *Direttiva ATEX*

*"Ex 94/9/CE, nuova direttiva 2014/34/UE del 26 Febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (rifusione)".*

Gli apparecchi e i sistemi di protezione che rientrano nell'ambito della Direttiva 94/4/CE possono essere introdotti sul mercato solamente se dotati della marcatura CE, accompagnati da una dichiarazione di conformità CE la quale confermi la presenza dei requisiti fondamentali relativi a sicurezza e salute e il rispetto delle procedure per la valutazione di conformità. Inoltre devono essere corredati da istruzioni per l'uso. Immissione sul mercato significa: rendere disponibili i prodotti, a pagamento o gratuitamente, per la prima volta sul mercato dell'UE allo scopo di vendita e/o utilizzo all'interno dell'UE.

#### *Direttiva macchine*

*"2006/42/CE del parlamento europeo e del consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione)".*

Essa si applica a:

- macchine;
- attrezzature intercambiabili;

- componenti di sicurezza;
- accessori di sollevamento;
- catene, funi e cinghie;
- dispositivi amovibili di trasmissione meccanica;
- quasi-macchine.

La direttiva stabilisce i requisiti essenziali ai fini della sicurezza e della tutela della salute, quali definiti nell'allegato I. Sono esclusi però ad esempio i prodotti elettrici ed elettronici disciplinati dalla Direttiva 2006/95/CE come le apparecchiature di collegamento e di controllo a bassa tensione (esempio quadri elettrici) e i motori elettrici. In merito ai quadri elettrici è comunque opportuno ricordare che, quando incorporati in macchine, devono essere realizzati in modo da consentire la soddisfazione dei requisiti di sicurezza applicabili alla macchina in quanto parte integrante. Sono state pubblicate numerose norme per la sicurezza dei prodotti, delle macchine, per la compatibilità elettromagnetica e le telecomunicazioni al fine di supportare i requisiti essenziali delle Direttive. È sempre raccomandabile fare riferimento a norme armonizzate per assicurare la conformità alle Direttive Europee.

#### **CARATTERISTICHE TECNICHE, ATEX E EMC**

La Norma CEI EN 61439-1 classifica 10 tipologie di quadri relativamente alla loro configurazione esterna. In particolare, per tale classificazione, la Norma prende in esame la protezione delle parti attive e la tipologia dell'involucro utilizzato per realizzare il quadro:

- quadri aperti;
- quadri aperti con protezione frontale;
- quadri chiusi;
- quadri ad armadio;
- quadri ad armadi multipli;
- quadri a banco;
- quadri a cassetta;
- quadri a cassette multiple;
- quadri per installazione a parete;
- quadri per installazione a incasso.

La Norma CEI EN 61439-1 definisce, inoltre, al paragrafo 3.5, quattro condizioni di installazione dei quadri:

- *quadri per interno*: destinati ad essere utilizzati in luoghi in cui siano soddisfatte le condizioni normali di servizio per interno, come specificato al capitolo 7.1 della norma;
- *quadri per esterno*: destinati ad essere utilizzati nelle normali condizioni di servizio per installazioni all'esterno, come specificato al capitolo 7.1 della norma;
- *quadri fissi*: previsti per essere fissati sul luogo di installazione, per esempio a pavimento o a muro, e per essere utilizzati in questo luogo;
- *quadri mobili*: previsti per essere facilmente spostati da un luogo di utilizzo a un altro.

La tipologia di installazione può avere influenza sulle caratteristiche costruttive dei quadri; ad esempio un quadro per esterno dovrà prevedere opportuni accorgimenti riguardanti il grado di protezione, i materiali, la resistenza agli agenti atmosferici, la formazione di condensa all'interno. Allo stesso modo un quadro mobile dovrà essere realizzato con materiali e accorgimenti costruttivi che ne impediscano il danneggiamento durante la movimentazione e dimensionato in modo da presentare dimensioni e peso che ne permettano un'agevole movimentazione unitamente ad accessori come maniglie di trasporto, ruote, golfari di sollevamento, ecc.

#### *Gradi di protezione IP e IK per i contenitori*

Un altro aspetto fondamentale da considerare nella realizzazione di un quadro è il grado di protezione fornito dall'involucro del quadro, grado di protezione che riguarda sia la protezione contro l'impatto meccanico IK (Norma CEI EN 50102) sia la protezione contro i contatti con parti in tensione e l'ingresso di corpi solidi o liquidi IP (Norma CEI EN 60529). Indicazioni riguardo le caratteristiche che deve soddisfare l'equipaggiamento elettrico della macchina in funzione dell'ambiente di installazione sono espresse dalla Norma CEI EN 60204 al paragrafo 4.4 "Ambiente circostante e condizioni di funzionamento e successivi capoversi". Inoltre al paragrafo 11.3 chiede che il grado di protezione contro l'ingresso di oggetti estranei solidi e di liquidi del contenitore utilizzato per il quadro bordo macchina deve essere

adeguato alle influenze esterne in cui opera la macchina e deve essere sufficiente contro la polvere, i liquidi refrigeranti, i trucioli e i danni meccanici. In aggiunta la Norma CEI EN 60204 rimanda alla IEC 60529 per le protezioni contro la penetrazione di acqua e richiede l'utilizzo di misure di protezioni supplementari in presenza di liquidi diversi dall'acqua.
























La nuova edizione della Norma CEI EN 60529 tab.3 prevede anche il 9 come seconda cifra caratteristica che rappresenta la protezione contro i getti d'acqua ad alta pressione e a temperatura elevata.

La Norma stessa precisa che la designazione e marchiatura singola IPX9 è ritenuta impiego di tipo semplice e quindi non può essere utilizzata anche per l'immersione (punto 7 in figura) se non previa doppia marcatura IPX7/IPX9. Sulla base dell'attuale produzione industriale degli involucri di automazione e del loro rapporto caratteristiche/prezzo, risulta consuetudine prescrivere e offrire, nella maggior parte dei casi, soluzioni con grado di protezione IP54. I gradi di protezione prescritti dalla Norma sono da intendersi come gradi di protezione minimi; in funzione di specifiche condizioni di installazione possono essere necessari gradi di protezione superiori.

Le condizioni di installazione che richiedono gradi di protezione superiori possono essere le seguenti: ambienti sottoposti a periodici lavaggi con getti d'acqua, per i quali il grado di protezione richiesto può arrivare sino a IP66 oppure situazioni ambientali ove si manifesti una presenza elevata di polveri fini, per le quali si richiede una protezione minima, pari a IP65. Soluzione costruttiva ormai consolidata per ottenere gradi di protezione IP così elevati è l'adozione di guarnizioni in poliuretano a cellule chiuse applicate mediante processo di colatura robotizzato.

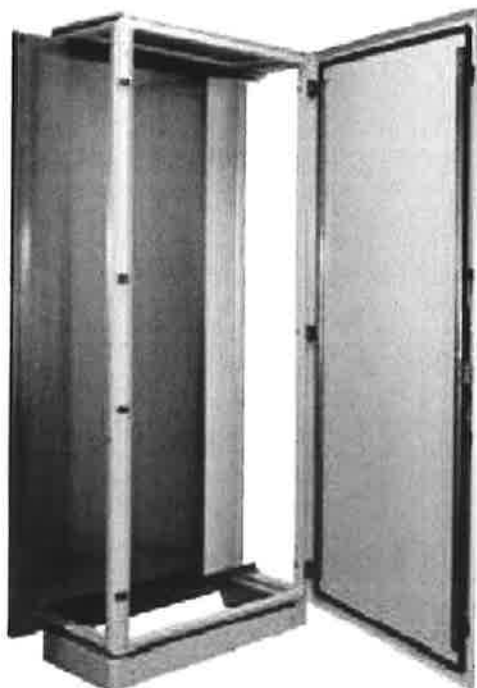
Guarnizione standard: i pannelli di chiusura degli involucri (porte, fianchi retri, coperchi) sono dotati di guarnizione perimetrale in poliuretano bicomponente a celle chiuse. La guarnizione ha un grado di tenuta al fuoco HF1 (per standard UL94).

La Norma CEI EN 60204 prescrive che gli involucri e delle apparecchiature di comando e controllo devono garantire un grado di prote-

IP 1° cifre	IP 2° cifre	IK
0  Nessuna protezione	0  Nessuna protezione	0  Nessuna protezione
1  Protetto contro i corpi solidi superiori a 50 mm (esempio: contatti involontari della mano)	1  Protetto contro le cadute verticali di gocce d'acqua	1-5  impact <1 joule
2  Protetto contro i corpi solidi superiori a 12 mm (esempio: dito della mano)	2  Protetto contro le cadute verticali di gocce d'acqua fino a 15° dalla verticale	6  500g 20 cm impact 1 joule
3  Protetto contro i corpi solidi superiori a 2,5 mm (arnesi, fili)	3  Protetto contro le cadute d'acqua a pioggia fino a 60° dalla verticale	7  500g 40 cm impact 2 joule
4  Protetto contro i corpi solidi superiori a 1 mm (arnesi, fili, fili sottili)	4  Protetto contro gli spruzzi d'acqua con lancia da tutte le direzioni	8  1,7 kg 29,5 cm impact 5 joule
5  Protetto contro le polveri (nessun deposito nocivo)	5  Protetto contro i getti d'acqua con lancia da tutte le direzioni	9  5 kg 20 cm impact 10 joule
6  Totalmente protetto contro le polveri	6  Protetto contro le proiezioni d'acqua simili a onde marine	10  5 kg 40 cm impact 20 joule
	7  Protetto contro gli effetti dell'immersione	
	8  Protetto contro gli effetti della sommersione	

zione minimo IP22 (in conformità alla CEI EN 60259) aggiungendo, tra le note, che a seconda delle condizioni di installazioni potrebbe essere necessario aumentare il grado IP per soddisfare le condizioni del luogo di installazione. Guarnizione EMC: in questo caso è una guarnizione costituita da 3 parti: un'anima in EPDM (che conferisce il grado di protezione), un rivestimento in tessuto metallico (che garantisce la continuità dielettrica tra struttura e pannelli) e un biadesivo in tessuto non tessuto, molto resistente e applicato su un lato (che garantisce aderenza e resistenza). Per entrambe, le

condizioni ambientali ottimali di utilizzo sono: temperatura:  $-40\text{ °C} < T < 80\text{ °C}$ . Le condizioni ambientali di funzionamento ottimale sono a temperature comprese tra  $-25\text{ °C}$  e  $+80\text{ °C}$ . All'interno della norma troviamo inoltre indicazioni riguardo la protezione da adottare contro i contatti diretti (paragrafo 6 e successivi capoversi) che deve essere: per tutte le parti attive almeno IP2X o IPXXB nelle condizioni generali e nel caso in cui la parte superiore dell'involucro è facilmente accessibile e/o si trova in luoghi di libero accesso almeno IP4X o IPXXD. Se non diversamente specificato, il grado di



protezione IP indicato dal costruttore del quadro vale per l'intero quadro, quando è installato in accordo con le istruzioni del costruttore. Particolare attenzione, soprattutto per quadri con grado di protezione IP elevato, deve essere posta nel caso di installazione sulla porta o sulle superfici laterali di interruttori di manovra, strumenti di misura, pulsanti e lampade di segnalazione.

In questo caso, per mantenere il grado di protezione dichiarato dal costruttore dell'involucro, occorrerà utilizzare componenti che abbiano un grado di protezione, sempre dichiarato dal costruttore, uguale o superiore a quello dell'involucro.

Sarà poi indispensabile installare correttamente questi componenti seguendo le indicazioni del costruttore per quanto riguarda ad esempio le forature da praticare, eventuali guarnizioni da applicare, coppie di serraggio e quant'altro. Analoghi accorgimenti dovranno essere messi in pratica riguardo anche agli accessori per l'entrata cavi (ad esempio con l'utilizzo di adeguati pressa cavi) e agli eventuali accessori per la ventilazione quali filtri, ventilatori filtro, condizionatori e scambiatori aria/acqua rispet-

tando la dima di foratura. In caso contrario, il quadro assumerà il grado di protezione del componente avente grado di protezione inferiore.

Nel caso di quadri chiusi per esterno e per interno da utilizzare in ambienti con umidità elevata e temperature variabili entro ampi limiti, devono essere previsti adeguati accorgimenti (ventilazione e/o riscaldamento interno, fori di drenaggio, ecc.) atti a prevenire una formazione di condensa pericolosa all'interno del quadro, formazione che, oltre a fenomeni di corrosione, può innescare archi elettrici con conseguente cortocircuito e danneggiamento delle apparecchiature installate. Nello stesso tempo, tuttavia, deve essere mantenuto il grado di protezione specificato.

È possibile risolvere il problema della condensa utilizzando armadi per esterno che abbiano una parete doppia (con "camera d'aria interna") e tetto appositamente studiato per garantire la corretta circolazione dell'aria.

Questi quadri possono essere costruiti in metallo e in leghe particolari quali Alluminio-Magnesio.

Occorre, infatti, ricordare che l'utilizzo di involucri con elevato grado di protezione, IP55 e oltre, specie se installati all'esterno può favorire la formazione di condensa causata dal limitato scambio termico dovuto all'elevato grado di protezione che porta a un ristagno di umidità all'interno del quadro.

In questi casi è buona norma prevedere opportune griglie di aerazione con filtro antipolvere oppure installare apposite resistenze anticondensa dimensionate in modo da mantenere la temperatura all'interno del quadro a un valore superiore a quello del punto di rugiada.

*Segue sul prossimo fascicolo.*



**Dopo aver letto l'articolo puoi inserire il tuo commento nella recensione:**

<http://www.editorialedelfino.it/guida-tecnica-quadri-elettrici-per-bordo-macchina.html>