

Capitolo 5

Quadri elettrici

(5.1) Quadri, Leggi e Norme

La legge 46/90, obbliga l'installatore a redigere la dichiarazione di conformità relativamente ai lavori svolti. Allegati a tale dichiarazione devono essere, tra l'altro, le dichiarazioni di conformità dei singoli prodotti alla Norma relativa ed eventuali marchi. In questo contesto il costruttore del quadro elettrico diviene il responsabile dell'apparecchiatura e di conseguenza deve essere in grado di rilasciare una propria dichiarazione di conformità alla relativa Norma di prodotto.

Le Norme europee di riferimento per i quadri elettrici sono le seguenti:

- CEI EN 60439-1, 3^a edizione (CEI 17-13/1) "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo".
- CEI EN 60439-2, 1^a edizione (CEI 17-13/2) "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre".
- CEI EN 60439-3, 1^a edizione (CEI 17-13/3) "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)".
- CEI EN 60439-4, 1^a edizione (CEI 17-13/4) "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere (ASC)".

La Norma CEI EN 60439-1, 3^a edizione (CEI 17-13/1) contempla le prescrizioni generali da applicare a tutti i quadri elettrici di bassa tensione.

La Norma suddivide i quadri in due grandi categorie: quadri (o meglio apparecchiature assiemate) AS e ANS. In particolare:

- 1) *Apparecchiatura AS: apparecchiatura di protezione e manovra conforme ad un tipo o ad un sistema costruttivo prestabilito senza scostamenti tali da modificare in modo determinante le prestazioni rispetto all'apparecchiatura tipo provata secondo quanto prescritto nella presente Norma.*
- 2) *Apparecchiatura ANS: apparecchiatura di protezione e manovra contenente sia sistemazioni verificate con prove di tipo, sia sistemazioni non verificate con prove di tipo, purchè queste ultime siano derivate (per esempio attraverso il calcolo) da sistemazioni verificate che abbiano superato le prove previste.*

Pertanto, per apparecchiatura di serie (AS), si intende un quadro elettrico che venga cablato allo stesso modo del prototipo precedentemente provato secondo tutte le prove di tipo richieste dalla Norma. E' possibile che due quadri AS dello stesso modello abbiano particolari diversi a patto che non vengano modificate quelle parti che potrebbero a loro volta modificare i risultati delle prove di tipo eseguite sul prototipo.

L'apparecchiatura ANS è invece un quadro che non è stato sottoposto a tutte le prove di tipo previste dalla Norma; in particolare le prove che normalmente vengono omesse sono le seguenti: "Verifica dei limiti di sovratemperatura" (art. 8.2.1 - CEI 17-13/1), "Verifica della tenuta al corto circuito" (art. 8.2.3 - CEI 17-13/1).

I limiti di sovratemperatura prescritti sono riportati nella seguente tabella 5.1.

Tab. 5.1 – Limiti di sovratemperatura ammissibili

Componenti del quadro	$\Delta\theta$ massimo [K]
Morsetti	70
Organi di comando manuale metallici	15
Organi di comando manuale non metallici	25
Involucri esterni metallici	30
Involucri esterni non metallici	40

I calcoli da effettuare in sostituzione delle prove sopra citate e le modalità di effettuazione di detti calcoli sono riportati nelle Norme CEI:

- 17/43: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
- 17/52: Metodo per la determinazione della tenuta al corto circuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).

Si ricorda che, anche per i quadri AS la prova di tenuta al corto circuito viene omessa quando il valore della corrente di corto circuito (di breve durata o condizionata) nel punto di installazione non è superiore a 10 kA; detto valore viene elevato a 15 kA se la linea o le linee di alimentazione del quadro sono protette con interruttori limitatori che, in corrispondenza del loro potere di interruzione nominale, lascino passare una I_{pk} (corrente di picco) non superiore a 15 kA.

(5.2) Calcolo della sovratemperatura secondo la norma CEI 17-43

Questo metodo si applica negli involucri per i quali sono valide le seguenti ipotesi:

- potenza dissipata ripartita uniformemente;
- apparecchi disposti in modo da non ostacolare la circolazione dell'aria;
- non più di tre separazioni orizzontali.

I Dati necessari sono:

- le dimensioni dell'involucro;
- la potenza dissipata nell'involucro (apparecchi, conduttori);
- il tipo di installazione (quadro isolato, o di estremità...); (vedi figura 5.2).

La temperatura è calcolata unicamente in due punti dell'involucro:

a media altezza: $T_{0,5} = T_a + \Delta T_{0,5}$

con $\Delta T_{0,5} = d \cdot k \cdot P_{tot}^{0,804}$

dove:

d è un coefficiente che tiene conto dell'esistenza delle separazioni orizzontali;

- se $A_e < 1,25 \text{ m}^2$, $d = 1$ (definizione di A_e vedi dopo);

- se $A_e > 1,25 \text{ m}^2$,
 - $d = 1$ con e senza finestre di ventilazione nel caso che non esista alcuna separazione,
 - $d = 1,05$ con e senza finestre di ventilazione per una separazione.
 - $d = 1,10$ o $1,15$ se vi sono finestre di ventilazione e nel caso di 2 separazioni.
 - $d = 1,15$ o $1,30$ se vi sono finestre di ventilazione e 3 separazioni.

k è una costante che caratterizza l'involucro; il suo valore è determinato mediante diagrammi (vedi figura 5.1); k è funzione della superficie di scambio dell'involucro A_e (m^2)

$$A_e = \sum A_o^b$$

dove

A_o è la superficie geometrica delle diverse pareti dell'involucro.

b è una costante che tiene conto del tipo di parete e del tipo di installazione. valori di b :

- parte superiore esposta $b = 1,4$,
- parte superiore coperta $b = 0,7$,
- pareti laterali esposte $b = 0,9$,
- pareti laterali coperte $b = 0,5$,
- pareti laterali degli involucri centrali $b = 0,5$,
- parte a pavimento $b = 0,5$,

P_{tot} è la potenza dissipata in watt

Fig. 5.1 - Costante dell'involucro K per involucro con finestre di ventilazione e con una superficie $A_e > 1,25 \text{ m}^2$

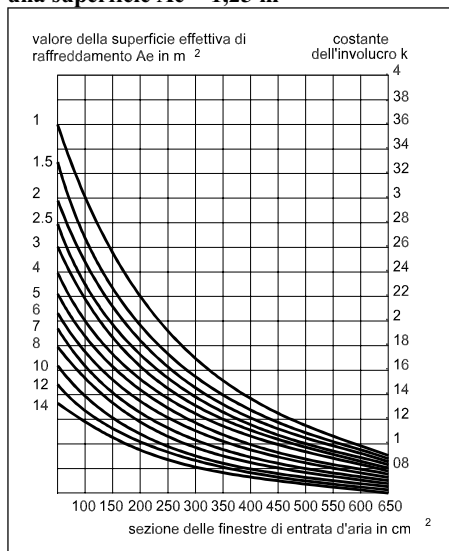
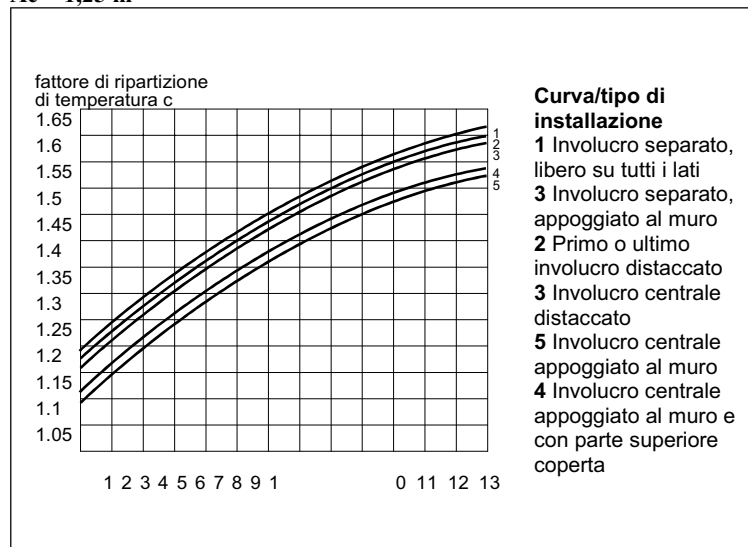


Fig. 5.2 - Fattore di ripartizione di temperatura c per involucri senza finestre di ventilazione e con una superficie effettiva di raffreddamento $A_e > 1,25 \text{ m}^2$



in cima all'involucro:

$$T_1 = T_a + \Delta T_1$$

con $\Delta T_1 = c \cdot \Delta T_{0,5}$

dove

$\Delta T_{0,5}$ rappresenta la sovratemperatura precedente;

- c è una costante di riscaldamento determinata mediante diagrammi.

Esempio di diagramma (vedi figura 5.2)

c è funzione di A_e e di uno dei due fattori f o g

$$f = h1,35/(L \cdot P) \text{ se } A_e > 1,25 \text{ m}^2$$

$$g = h1,35/L \text{ se } A_e < 1,25 \text{ m}^2$$

(5.3) Quadri per uso domestico e similare. Norma CEI 23-51

I quadri di distribuzione per uso domestico e similari sono trattati dalla norma CEI 23-51, brevemente esposta nel seguito.

Definizioni.

Si definisce corrente nominale in entrata (I_{ne}) la corrente nominale del dispositivo di protezione o manovra in entrata (o la somma delle correnti nominali se il quadro ha più dispositivi in entrata destinati a funzionare contemporaneamente), moltiplicata per il coefficiente di utilizzazione K_e , assunto pari a 0,85.

La corrente nominale in uscita (I_{nu}) è definita come la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione e/o di manovra in uscita destinati ad essere utilizzati contemporaneamente.

Si definisce corrente nominale del quadro (I_{nq}) il valore più basso tra la corrente nominale in entrata (I_{ne}) e quella in uscita (I_{nu}).

Limiti di applicazione della Norma.

Per poter applicare la Norma CEI 23-51 è necessario che i quadri per usi domestici e similari rispondano ai seguenti requisiti:

- involucro conforme alla Norma CEI 23-49, dichiarato tale dal costruttore mediante dichiarazione diretta o mediante cataloghi; su tale involucro deve essere indicata la potenza massima dissipabile, detta P_{inv} ;
- corrente nominale in entrata non superiore a 125 A; se il quadro fosse privo di dispositivi in entrata, la limitazione di 125 A si applicherebbe alla corrente nominale in uscita.
- installazione possibile sol in punti in cui la corrente presunta di corto circuito nominale non superi i 10 kA ameno che tali quadri non siano dotati di dispositivi limitatori di corrente aventi corrente limitata non superiore a 15 kA in corrispondenza del loro potere di interruzione nominale.

Classificazioni, prescrizioni.

I quadri per uso domestico e similare vengono suddivisi in due grandi categorie.

A - Quadri con corrente nominale monofase fino a 32 A. L' unica prescrizione per questi quadri è la presenza di una targa, posta anche dietro la portella, che riporti in maniera indelebile i seguenti dati:

- nome o marchio del costruttore;
- tipo o altro mezzo di identificazione del quadro;
- corrente nominale del quadro;
- natura della corrente e frequenza;
- tensione nominale di funzionamento
- grado di protezione.

B - Quadri non compresi tra quelli indicati in A e con corrente nominale ≤ 125 A. Per questi quadri si applicano le seguenti prescrizioni:

- devono essere dotati di targa come i precedenti;
- deve essere misurata la resistenza di isolamento tra ciascun conduttore attivo e la massa e tra i conduttori attivi tra loro; la resistenza deve risultare superiore a 1000 Ω/V per ciascun circuito riferita alla tensione nominale verso terra;
- devono essere realizzati assemblando involucri con una potenza massima dissipabile:

$$P_{inv} \leq P_{tot}$$

dove: P_{tot} è la potenza totale dissipata nel quadro.

- devono essere corredati da una relazione che riporti i calcoli della potenza dissipata.

(5.4) Calcolo della potenza dissipata dal quadro

La potenza totale dissipata in un quadro può essere determinata con seguente formula:

$$P_{tot} = P_{dp} + 0,2 P_{dp} + P_{au}$$

dove:

P_{dp} è la somma della potenza dissipata di ciascun dispositivo di protezione e di manovra, tenendo conto dei fattori di contemporaneità K e di utilizzo Ke . Si può considerare:

$$P_{dp} = \sum_j P_{ne_j} \cdot Ke^2 + \sum_j P_{n_j} \cdot K_j^2$$

in cui:

P_{ne_j} è la potenza nominale del j -esimo dispositivo d'entrata;

$Ke^2 = \min \{ 0,85^2 ; (Inu / Ine)^2 \}$, dove Inu è la corrente nominale d'uscita del quadro e Ine è la corrente nominale d'entrata del quadro;

P_{n_j} è la potenza nominale del j -esimo dispositivo d'uscita;

K_j^2 può essere determinato in uno dei seguenti 3 modi:

- se è nota la corrente di ciascun carico (Ic_j) si può porre: $K_j^2 = (Ic_j / In_j)^2$, dove In_j è la corrente nominale di ciascun dispositivo;
- se non è nota la corrente dei carichi Ic_j si può considerare: $K_j^2 = (Inq/Inu)^2$, dove Inq è la corrente nominale del quadro e Inu la corrente nominale d'uscita del quadro;
- si adotta il valore indicato nella tabella 5.2.

$0,2 P_{dp}$ è il calcolo forfetario della potenza dissipata dai collegamenti, dai relé, dai timer, ecc.

P_{au} è la somma delle potenze dissipate dagli apparecchi ausiliari (trasformatori, lampade ad incandescenza, ecc.).

Tab. 5.2 - Fattore di contemporaneità K

n° dei circuiti principali	Fattore di contemporaneità K	
	CEI EN 60439-1	CEI EN 60439-3
2 e 3	0,9	0,8
4 e 5	0,8	0,7
6 ÷ 9	0,7	0,6
≥ 10	0,6	0,5