



## Prove sui quadri elettrici

In generale, un quadro elettrico si presenta come una struttura metallica (fig. 1), composta da uno o più contenitori adiacenti, che contiene e sostiene le apparecchiature di protezione e manovra delle linee a valle, e tutto l'equipaggiamento di corredo elettrico e meccanico per il collegamento con l'impianto (staffe, bulloneria, connessioni interne, terminali di entrata e di uscita, barre di messa a terra, ecc.).

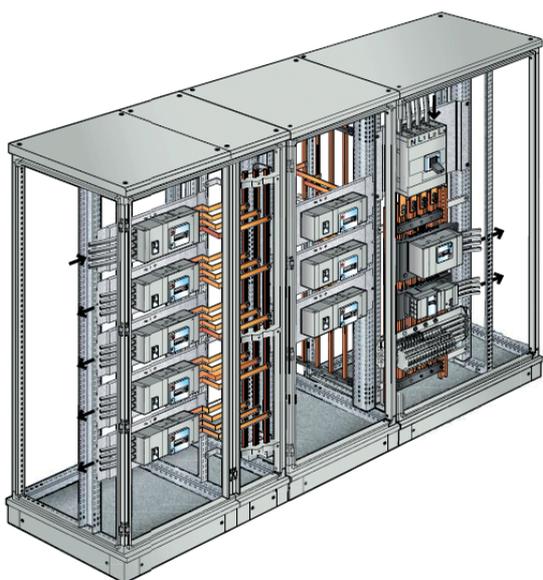


Fig. 1. Interno di un quadro di bassa tensione (fonte BTicino).

I quadri di bassa tensione sono quindi dei veri e propri sistemi realizzati ogni volta in accordo alle specifiche esigenze del cliente e dell'impianto.

Come tutti i componenti di un impianto elettrico, anche il quadro deve rispondere alle relative norme di prodotto riguardanti la struttura, la realizzazione, le metodologie di verifica e la certificazione dei quadri. Secondo la normativa CEI 60439, le prove sono suddivise in prove di tipo e prove individuali.

Le **prove di tipo** sono molto dettagliate e costose; sono effettuate dal **costruttore originale** (*original manufacturer*) del quadro su un quadro campione

(quadro tipo) e comprendono, tra l'altro, la robustezza dei materiali meccanici e isolanti, il rispetto delle distanze in aria e superficiali, la verifica dei limiti di sovratemperatura, la tenuta della tensione di prova, la tenuta al cortocircuito, l'efficienza del circuito di protezione a terra, la compatibilità elettromagnetica, il funzionamento meccanico dei leverismi e dei meccanismi di interblocco e il grado di protezione IP e IK dell'involucro.

Le **prove individuali** sono meno onerose e sono effettuate, con responsabilità del **costruttore del quadro** (*assembly manufacturer*), su ogni quadro prodotto una volta terminato il montaggio e comprendono, tra l'altro, la prova di funzionamento elettrico, la prova di tensione e la verifica dei circuiti di protezione.

Dal 2009, però, la CEI60439 è stata sostituita dalla nuova normativa (CEI EN 61439-1 e CEI EN 61439-2) che ha modificato alcuni aspetti. In particolare, le prove di tipo non sono più l'unico modo per dimostrare la conformità del quadro alla norma, ma si parla di **verifica di progetto** che può essere fatta su un quadro prototipo con uno o più metodi, equivalenti e alternativi. Questi metodi alternativi di verifica sono:

- verifica mediante **prova** (è ancora la prova di tipo); è la prova strumentale eseguita su un quadro campione o su parti di quadro per verificare che il progetto soddisfi le prescrizioni della relativa norma di prodotto;
- verifica mediante **calcolo**; è la verifica di un quadro campione o di una parte di quadro effettuata applicando metodi di calcolo definiti dalle norme specifiche (per esempio, CEI 17-43 per la sovratemperatura, CEI 17-52 per la tenuta al cortocircuito), nei limiti indicati dalla norma stessa;
- verifica mediante l'**applicazione di regole di progetto**; consiste nell'impiegare per il progetto di un quadro regole specifiche, con margini di sicurezza obbligatori, in alternativa alla prova di verifica.

In **tab. 1** è riportato un estratto dell'allegato D della norma, inerente l'applicabilità delle specifiche metodologie per alcune delle verifiche richieste.

Tab. 1 – Applicabilità delle tre metodologie di verifica (estratto all. D, CEI 61439)			
Caratteristiche da verificare	Opzioni di verifica		
	prove	calcoli	regole di progetto
Robustezza dei materiali	sì	no	no
Grado di protezione degli involucri	sì	no	no
Tensione di isolamento	sì	no	no
Isolamento in aria (tenuta a impulso 1,2/50 μs)	sì	no	sì
Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione			
• effettiva continuità della messa a terra tra le masse del quadro ed il circuito di protezione	sì	no	no
• continuità del quadro per guasti esterni	sì	sì	sì
Limiti di sovratemperatura	sì	sì (fino 1.600 A)	sì
Tenuta al cortocircuito	sì	sì	sì
Compatibilità Elettromagnetica (EMC)	sì	no	sì
Funzionamento meccanico	sì	no	no

Ove previsto, i tre metodi sono tra loro equivalenti, sempre nel rispetto dei limiti indicati dalla norma, come indicato per la verifica dei limiti di sovratemperatura mediante calcolo, applicabile solo per correnti fino a 1600 A.

Un altro esempio riguarda la verifica del grado di isolamento in aria: la tensione di tenuta all'impulso, in alternativa alla prova di verifica, può essere accertata utilizzando nel progetto una distanza in aria almeno 1,5 volte i valori minimi specificati nella Tabella 1 della CEI EN 61439-1 (tab. 2).

Tab. 2 – Distanze minime in aria (Tab. 1, CEI 61439-1)	
Tensione nominale di tenuta all'impulso [kV]	Distanza minima in aria [mm]
≤ 2,5	1,5
4,0	3,0
6,0	5,5
8,0	8,0
12,0	14,0

**ESERCIZIO 1**

A quanto deve essere progettata la distanza di isolamento in aria tra le sbarre di un quadro di bassa tensione (fig. 2) che si vuole con tensione nominale di tenuta all'impulso fino a 8 kV, in modo da evitare la prova pratica di verifica?

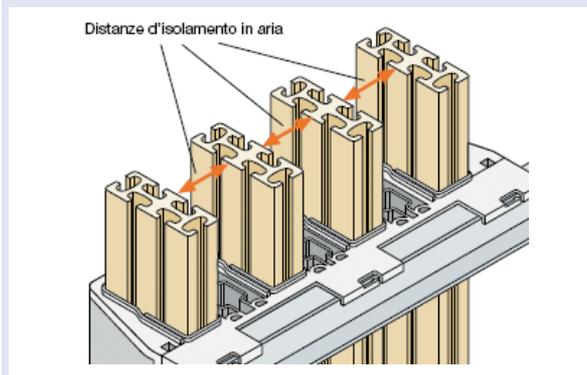


Fig. 2. Distanza in aria tra sbarre conduttrici.

**SOLUZIONE**

Perché la norma riconosca la verifica con regole di progetto alternativa alla prova pratica di verifica, le distanze di isolamento in aria devono risultare 1,5 volte maggiori di quanto indicato nella tab. 2 (tab. 1 della CEI 61439-1). Per tenuta ad impulso di 8 kV,  $d_{min} = 8$  mm, perciò:

$$d \geq 8 \cdot 1,5 = 12 \text{ mm}$$

**ESERCIZIO 1**

A quanto deve essere progettata la distanza di isolamento in aria tra le sbarre di un quadro di bassa tensione che si vuole con tensione nominale di tenuta all'impulso fino a 12 kV, in modo da evitare la prova pratica di verifica?

[Ris.:  $d \geq 21$  mm]