

1

Biblioteca
tecnica
Rittal

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

► Quadri conformi alla nuova normativa

Guida alla nuova norma CEI EN 61439



FRIEDHELM LOH GROUP

Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

► Quadri conformi alla nuova normativa

Guida all'applicazione della CEI EN 61439



Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

Una nuova norma. Una nuova opportunità.

La **CEI EN 61439** è la nuova normativa che regola la produzione e l'assemblaggio dei quadri di bassa tensione. Essa rappresenta un'evoluzione e un affinamento del concetto di quadro elettrico, inteso come sistema unitario, idea che Rittal ha sviluppato e implementato con successo già da diversi anni. Con la sua ampia gamma di soluzioni modulari, denominata **"Rittal – The System"**, Rittal soddisfa tutti i campi di applicazione della quadristica, offrendo un approccio completo per la configurazione e realizzazione di quadri di ogni tipologia, in conformità con le prescrizioni della nuova norma

La fornitura dei prodotti Rittal include già la documentazione tecnica di prodotto e di progetto richiesta dalla relativa legislazione nazionale di recepimento. Ad esempio i contenitori "vuoti" (senza allestimenti elettrici) sono corredati della certificazione secondo **la norma IEC 62208** e i sistemi sbarre e i **circuiti di protezione sono forniti con tutti i dati sulla tenuta al cortocircuito**. I software **"Rittal Power Engineering"** e **"Rittal Therm"** offrono ai costruttori un supporto completo per il dimensionamento e la verifica di progetto secondo le prescrizioni della nuova normativa.

La CEI 61439 sarà effettiva a partire dal mese di novembre 2014, termine di scadenza della CEI 60439, che sarà definitivamente ritirata.

Questa pubblicazione è stata realizzata da Rittal con l'obiettivo di spiegare le metodologie di verifica introdotte dalla nuova norma e fornire tutte le informazioni utili per assicurare la conformità del quadro in tutte le fasi di realizzazione: consulenza iniziale di progetto, impiego dei prodotti Rittal ai sensi della nuova norma, verifiche di progetto e prove individuali (collaudo) dell'impianto.

Indice

Una nuova norma. Una nuova prospettiva.	3
Indice	4
Una norma per tutti i quadri	6
Che cosa cambia con la nuova norma?	8
Quali sono i vantaggi della nuova norma?	10
Rittal – The System. Soluzioni complete. Conformi alla nuova CEI EN 61439	12
Robustezza dei materiali	14
Grado di protezione del contenitore	16
Prove sul circuito di protezione	18
Proprietà dielettriche	20
Calcolo dei limiti di sovratemperatura	22
Sistemi sbarre verificati con prove	24
Il concetto di sistema nella nuova norma	26

Preparazione della verifica di progetto	28
I. La verifica di progetto	29
II. Verifiche di progetto e metodi di verifica	31
III. Informazioni incluse nella verifica di progetto	32
IV. Verifica di progetto su un quadro campione	44
V. Verifica delle sovratemperature tramite calcolo	48
VI. Verifica della tenuta al cortocircuito	66
VII. Registrazione di verifica dei singoli quadri	70
VIII. La verifica individuale	73
IX. Verifica completa di un quadro	78
X. Verifica di progetto: scheda tecnica dell'impianto e modulo per la verifica di progetto	80

Copyright: © 2013 Rittal GmbH & Co. KG

Stampato in Italia

Stampato da:

Graphic World Srl, Melzo (MI)

Autore:

Rittal GmbH & Co. KG

Martin Kandziora, Peter Sting

Una sola norma per tutte le tipologie di quadro

La nuova norma IEC 61439, che sostituirà la IEC 60439, definisce i requisiti e le verifiche necessarie per tutte le tipologie di quadri B.T. La norma deve essere utilizzata per i quadri di distribuzione elettrica, i quadri di potenza, gli armadi per la misurazione dei consumi elettrici e per la dis-

Quadri di misurazione dei consumi energetici



Quadri elettrici e di comando: dall'armadio a parete ai quadri modulari multiscomparto



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

tribuzione elettrica negli edifici civili e nel terziario, i quadri per cantiere, le cassette di ripartizione terminali (centralini) e i quadri per applicazioni specifiche, ad esempio nel settore marittimo.

Quadri principali di distribuzione



Quadri di distribuzione per terziario



Che cosa cambia con la nuova norma?

La prima novità è il superamento della suddivisione della EN 60439-1 fra quadri AS (di serie) e ANS (non di serie), in funzione della loro conformità totale o parziale alle cosiddette prove di tipo di laboratorio. La nuova norma abolisce questo dualismo e utilizza solamente il termine “quadro/sistema di quadri” inteso come sistema unitario.

Per i nuovi quadri, al posto del “Rapporto di prova di tipo” (type test report) si dovrà redigere la cosiddetta “verifica di progetto”. Il precedente “Rapporto di prova individuale” è sostituito da una “Verifica individuale” (collaudo).

Gli utenti o i progettisti descrivono un quadro BT solo attraverso la definizione dei parametri d'interfaccia, come una scatola nera. Il costruttore deve invece dimensionare e definire la configurazione interna del quadro BT sulla base dei parametri d'interfaccia.

La nuova IEC 61439 è composta da una prima parte (Parte 1) contenente le “Regole generali”, valide in principio per tutti i tipi di quadri, e da altre parti in cui sono definite le prescrizioni di prodotto per le specifiche tipologie di quadri.

Sino ad oggi, la nuova IEC EN 61439 è così strutturata:

IEC EN 61439-1: Regole generali

IEC EN 61439-2: Quadri di potenza

IEC EN 61439-3: Quadri di distribuzione per personale non addestrato (sostituisce la precedente EN 60439-3)

IEC EN 61439-4: Quadri per cantiere (sostituisce la precedente EN 60439-4)

IEC EN 61439-5: Quadri di distribuzione per reti pubbliche (sostituisce la precedente EN 60439-5)

IEC EN 61439-6: Sistemi a sbarre (sostituisce la precedente EN 60439-2)

IEC EN 61439-7: Quadri per installazioni speciali (luoghi di lavoro, impiantistica ecc.)

IEC/TR 61439-0: Guida per la specifica dei quadri di controllo e comando assemblati

Quali sono i vantaggi della nuova norma?

La IEC 61439 fornisce la base per una precisa definizione delle caratteristiche prestazionali concordate tra l'utilizzatore e il costruttore del quadro BT. In questo modo, la rispondenza alle prestazioni dichiarate può essere accertata e documentata da entrambe le parti.

L'applicazione della nuova normativa non è più onerosa rispetto alla verifica di un quadro AS-TTA (soggetto a prove di tipo, quadro completamente provato) o ANS-PTTA (parzialmente soggetto a prove di tipo, quadro parzialmente provato). Il metodo di calcolo delle sovratemperature rimane invariato per i sistemi fino a 1600 A, mentre per i sistemi fino a 630 A è stato addirittura semplificato. La norma IEC 61439 costituisce una guida strutturata per il costruttore nell'esecuzione delle verifiche richieste. L'applicazione corretta della nuova norma consente ai costruttori di dimostrare in modo univoco che i loro prodotti sono sicuri e affidabili.

Per l'immissione del quadro nel mercato europeo, deve essere redatta una dichiarazione di conformità CE per quadri elettrici in B.T.

La dichiarazione di conformità fa riferimento a:

- direttiva Bassa Tensione, direttiva Compatibilità Elettromagnetica (dove applicabile) e direttiva Macchine per i quadri a bordo macchina,
- norma di prodotto EN 61439 ed eventuali altre norme, come la EN 60204 sulla sicurezza degli equipaggiamenti elettrici di macchine e impianti.

 **Un costruttore che desidera produrre e commercializzare un quadro conforme alla nuova normativa dopo la data di scadenza della vecchia norma (novembre 2014), dovrà redigere la “verifica di progetto” e la “verifica individuale”.**

 **Il costruttore del quadro è responsabile della preparazione della verifica di progetto.**

Rittal – The System. Soluzioni complete Conformi alla nuova CEI 61439

Secondo la nuova CEI EN 61439, un quadro B.T. completo è un sistema composto da:

Carpenteria
(TS 8, SE 8, AE, ...)

Climatizzazione
(RiTherm)



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

► **Preparare una verifica di progetto è molto più facile con le soluzioni di sistema Rittal già verificate tramite prove.**

Sbarre di distribuzione
(RiLine60, Maxi-PLS, Flat-PLS)

Allestimento elettrico
(ABB, Siemens,
Schneider Electric, Eaton,
GE, ...)



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



Robustezza dei materiali

Le prove di robustezza dei materiali sono in gran parte derivate dalla norma CEI EN 62208 per gli “involucri vuoti” (contenitori/armadi) (senza allestimenti). Tali prove sono sufficienti anche ai sensi della CEI EN 61439 se non viene apportata alcuna importante modifica al contenitore vuoto conforme alla CEI EN 62208.

Il manuale di caricabilità e le istruzioni di montaggio dell'armadio TS8 Rittal forniscono tutti i dati necessari per eseguire a regola d'arte il montaggio meccanico degli armadi/contenitori vuoti.



ENCLOSURES

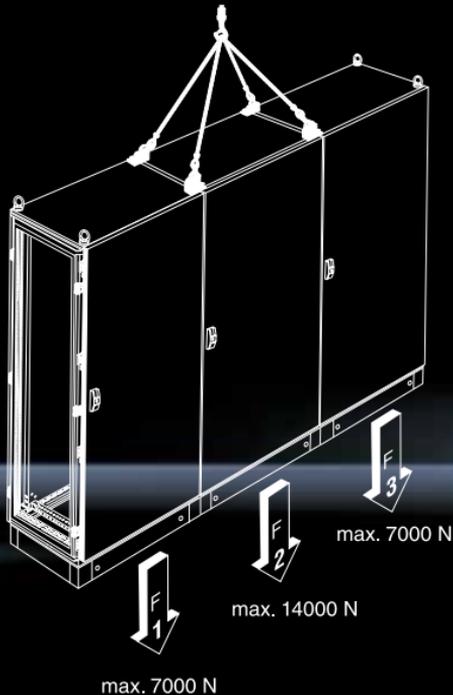
POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

I vantaggi del sistema Rittal:

- Verifiche complete
- Manuale tecnico sulla caricabilità degli armadi TS8
- Prove di resistenza alla corrosione eseguite su tutte le tipologie di armadi
- Tutte le indicazioni necessarie per un adeguato e corretto trasporto degli armadi

► La verifica la fornisce Rittal!



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



Il grado di protezione dei contenitori

Con la verifica del grado di protezione del contenitore si garantisce la protezione a lungo termine delle apparecchiature elettriche del quadro. Per eseguire la verifica di progetto del quadro in conformità alla IEC EN 61439 il contenitore deve essere provato separatamente.

Rittal effettua le prove nel proprio laboratorio interno e tramite appositi enti esterni autorizzati, sia nella prima fase di collaudo che per i regolari controlli di produzione.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

I vantaggi del sistema Rittal:

- Massima qualità con i sistemi di armadi e contenitori Rittal
- Testing sui prodotti originali
- Verifica di speciali gradi di protezione o di armadi assemblati

Per richiedere maggiori informazioni e contattare i nostri tecnici specializzati, visitate il sito: www.rittal.it

 La verifica la fornisce Rittal!



Prove sul circuito di protezione

L'integrità e il buon funzionamento del circuito di protezione all'interno di un quadro sono due requisiti molto importanti. Un collegamento errato provoca danni all'impianto e infortuni alle persone.

Per la realizzazione a regola d'arte dei circuiti di protezione nei quadri, Rittal offre prodotti già testati, oltre ad un'ampia gamma di accessori che consentono di soddisfare le diverse esigenze impiantistiche.

I campi di applicazione e tutti i dati di prova dei prodotti e dei componenti Rittal sono descritti in dettaglio nella brochure "Protective circuit" di Rittal.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

I vantaggi del sistema Rittal:

- Nessuna prova a carico del costruttore – le soluzioni di sistema Rittal sono già verificate tramite prove
- Brochure con tutte le informazioni per una corretta realizzazione del circuito di protezione
- Integrazione perfetta nei contenitori/armadi Rittal

 La verifica la fornisce Rittal!



Proprietà dei materiali isolanti

Le proprietà dei materiali isolanti dei componenti installati nel quadro, soprattutto dei sistemi sbarre, possono variare, tra l'altro, in funzione dell'applicazione e delle modalità di utilizzo del contenitore/armadio.

Rittal garantisce la conformità alle prescrizioni sulle proprietà dei materiali isolanti ai sensi della IEC EN 61439 anche attraverso l'utilizzo di materiali plastici di qualità elevata per la fabbricazione dei suoi sistemi e componenti sbarre.

Le procedure costruttive e i sistemi di montaggio standardizzati, adottati da Rittal, sono un altro modo a disposizione del costruttore per assicurare la conformità normativa del quadro, come verificato da un esteso programma di prove.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

I vantaggi del sistema Rittal:

- Bassissima probabilità di difetti costruttivi e nei materiali grazie a un programma di test sistematico
- Scelta e utilizzo di materiali di alta qualità
- La verifica individuale dei sistemi sbarre richiede molto più tempo
- Gli accessori standardizzati semplificano la conformità alle prescrizioni

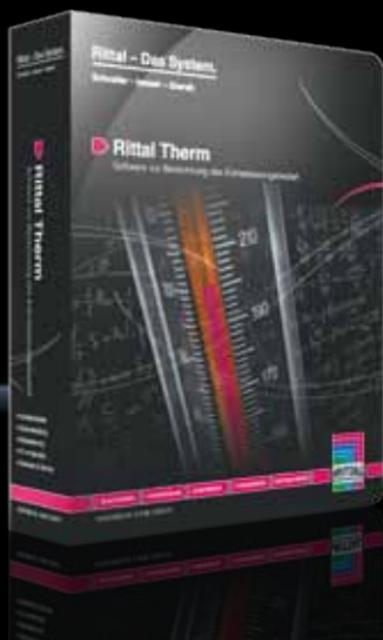
➤ La verifica la fornisce Rittal!



Calcolo dei limiti di sovratemperatura

Per i quadri con correnti nominali fino a 1600 A, la nuova EN 61439 consente la verifica tramite valutazione e tramite calcolo delle potenze dissipate dagli apparecchi installati.

Affinché la verifica dia esito positivo, è necessario che sia garantita una capacità di dissipazione termica tale da evitare temperature troppo elevate all'interno dell'armadio.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

I vantaggi del sistema Rittal:

- Software Rittal Power Engineering per il calcolo della dissipazione termica
- Software Rittal Therm per il dimensionamento delle soluzioni di climatizzazione Rittal
- Ampia gamma di prodotti e accessori di climatizzazione, raffreddamento e ventilazione
- Prove su tutti i prodotti di climatizzazione integrati nei contenitori e armadi Rittal



Rittal vi offre i migliori software di calcolo e configurazione per i vostri progetti!



IT INFRASTRUCTURE

SOFTWARE & SERVICES



Sistemi sbarre verificati con prove

I sistemi sbarre devono essere provati preferibilmente all'interno dei contenitori/armadi poiché gli accessori di fissaggio meccanico influenzano il risultato della prova.

Tutti i sistemi sbarre Rittal sono provati all'interno dei contenitori/armadi, e soddisfano i requisiti di affidabilità e sicurezza necessari a garantire il buon funzionamento degli impianti.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

I vantaggi del sistema Rittal:

- Le combinazioni “armadi + sistemi sbarre” sono verificate con prove
- Precise regole di progetto
- Ogni sistema barre superiore a 10 kA rms (valore efficace) deve essere verificato con prove per poter essere utilizzato come riferimento.
- Tutti i componenti di montaggio e di interconnessione sono conformi ai requisiti della norma



La verifica la fornisce Rittal!

La verifica della tenuta al corto circuito secondo CEI 61439 paragrafo 10.11 è soddisfatta con la seguente prova:

Sistema sbarre / Versione	Tenuta al corto circuito max		Rapporto di prova
	I _{pk}	I _{cw}	
RiLine60 – Cu 30 x 10	78,1 kA	37,6 kA 1s	1579.0930.6.862
RiLine60 – PLS 800	50,9 kA	25,9 kA 1s	1579.0797.5.294
RiLine60 – PLS 1600	105 kA	50 kA 1s/3s	1579.0797.5.292 1579.0797.5.288

Il concetto di sistema nella nuova norma

Nella maggioranza dei casi i quadri sono costruiti e assemblati utilizzando prodotti che incorporano combinazioni di componenti e dispositivi diversi. Molte verifiche richieste dalla IEC 61439 fanno quindi riferimento ad un'ampia varietà di combinazioni di componenti e prodotti. Ad esempio la verifica della funzionalità del circuito di protezione richiede di provare uno specifico circuito di protezione all'interno di uno specifico contenitore/armadio.

Una tecnologia costruttiva basata sul concetto di sistema e verificata tramite prove, facilita il superamento delle verifiche previste dalla normativa. Inoltre, l'impiego di regole di progetto ben definite e di prodotti standard consente una più sistematica configurazione del quadro, semplificando anche il processo di documentazione. Per i quadri su misura, non compatibili con soluzioni di sistema standardizzate e verificate con prove, la registrazione dei dati di tenuta al cortocircuito e delle sovratemperature richiede invece molto tempo.



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

➤ Per i quadri configurati su misura per il cliente, la verifica di progetto deve essere predisposta dal costruttore del quadro.

➤ Con l'utilizzo delle soluzioni di sistema Rittal si semplifica notevolmente il lavoro richiesto per preparare questa verifica!



Preparazione della verifica di progetto (estratto da CEI EN 61439)

Introduzione:

La EN 61439 definisce i requisiti di tutti i quadri elettrici in bassa tensione e degli apparecchi elettrici per la protezione di persone e impianti. In sintesi la norma definisce il quadro BT “un sistema funzionale costituito da una serie completa di componenti meccanici ed elettrici” (contenitori, dispositivi di protezione, sistemi sbarre, unità di climatizzazione ecc.).

La conformità ai requisiti imposti da questa norma deve essere dimostrata con un certo numero di verifiche individuali e con una verifica di progetto. Le verifiche individuali possono essere svolte tramite prove su campioni rappresentativi, l'impiego di tecniche di valutazione o per confronto con un quadro precedentemente verificato con prove. Per confermare la corretta costruzione e il buon funzionamento dei quadri assemblati, dopo la fabbricazione e comunque non più tardi della messa in funzione, deve essere eseguita e documentata da una prova individuale su ciascun quadro.

La norma introduce la distinzione di responsabilità per i diversi ruoli coinvolti nella realizzazione di un quadro. Il “costruttore del quadro” (o del sistema di quadri) è la persona o l'organizzazione che si assume la responsabilità del quadro finito, realizzato secondo le specifiche del cliente, e che lo commercializza. Il “costruttore originale” è la persona o organizzazione che ha sviluppato il progetto originale e che è responsabile delle verifiche associate al quadro in accordo con la norma applicabile. Il costruttore del quadro può anche coincidere con il costruttore originale. Soprattutto nel caso di quadri progettati e realizzati su misura per una specifica applicazione,

il costruttore del quadro ha anche la responsabilità di predisporre la verifica di progetto.

I. La verifica di progetto

La verifica di progetto ha lo scopo di verificare la conformità del progetto di un quadro o di un sistema di quadri ai requisiti della serie di norme IEC 61439.

La documentazione completa e dettagliata della verifica di progetto del quadro o del sistema di quadri sviluppato dal produttore originale, inclusi tutti i rapporti di prova e relative registrazioni, deve essere prodotta dal costruttore originale, che deve conservarla per almeno dieci anni.

La documentazione dettagliata non deve essere necessariamente consegnata al costruttore/assemblatore/utilizzatore del quadro per accertare la verifica di progetto.

E' sufficiente fornire un sommario delle caratteristiche garantite dal quadro. Tuttavia, la verifica di progetto deve specificare il metodo di verifica scelto, i dati di misura confermati e, se disponibile, il numero di rapporto o il numero di rapporto di prova per ciascuna verifica individuale eseguita.

Le varie prove confermano che i componenti di un quadro operano congiuntamente in modo corretto. Alcune prove richiedono anche verifiche per confronto che possono essere fornite solo mediante valutazione di una combinazione di vari prodotti (ad es. armadio e sbarre). Le prove sui singoli dispositivi e componenti non sostituiscono le prove richieste dalla verifica di progetto.

Esempio:

La tenuta al cortocircuito è una prova il cui esito dipende dal tipo di armadio scelto e dai componenti del circuito di protezione utilizzati. Durante questa prova i componenti del circuito di protezione e l'armadio vengono sottoposti a sollecitazioni meccaniche ed elettriche che determinano il risultato della prova. Pertanto, la sola prova dei componenti del circuito di protezione non è sufficiente ai fini della verifica.

Per la verifica delle sovratemperature, si devono indicare, sia per il costruttore che per l'utilizzatore, la corrente nominale effettiva e il fattore nominale di contemporaneità del rispettivo circuito. La semplice indicazione delle correnti nominali dei quadri o dei singoli componenti del quadro non è sufficiente poiché si trascurerebbero in tal caso eventuali influenze dell'ambiente e di altri componenti del quadro. In generale, nel determinare il grado di protezione di un quadro, conviene assumere il grado di protezione il più basso possibile, poiché un grado di protezione elevato (ad es. IP 54) potrebbe comportare un significativo declassamento delle correnti nominali del quadro o delle sbarre se non sono state adottate ulteriori misure di climatizzazione, in particolare in presenza di correnti elevate.

I carichi effettivi dei circuiti del quadro devono essere specificati al fine di fornire in modo chiaro, all'utilizzatore e al costruttore, le prestazioni attese e il carico ammissibile del quadro.

II. Verifiche di progetto e metodi di verifica

Nella tabella sono indicati i metodi ammessi per documentare le singole verifiche di progetto.

N.	Caratteristiche da verificare	Paragrafo	Opzioni della verifica effettuabile		
			Prove	Confronto con il progetto di riferimento	Valutazione
1	Robustezza di materiali e parti:	10.2			
	Resistenza alla corrosione	10.2.2	■	-	-
	Proprietà dei materiali isolanti:	10.2.3			
	Stabilità termica	10.2.3.1	■	-	-
	Tenuta dei materiali isolanti al calore anormale e al fuoco causato da effetti elettrici interni	10.2.3.2	■	-	■
	Resistenza alle radiazioni ultraviolette	10.2.4	■	-	■
	Mezzi di sollevamento	10.2.5	■	-	-
	Impatto meccanico	10.2.6	■	-	-
	Marcatura	10.2.7	■	-	-
2	Grado di protezione del contenitore	10.3	■	-	■
3	Distanza d'isolamento in aria	10.4	■	-	-
4	Distanza d'isolamento superficiale	10.4	■	-	-
5	Protezione contro la scossa elettrica e integrità dei circuiti di protezione:	10.5			
	Effettiva continuità della messa a terra tra le masse del quadro e il circuito di protezione	10.5.2	■	-	-
	Capacità di tenuta al cortocircuito del circuito di protezione	10.5.3	■	■	-

N.	Caratteristiche da verificare	Paragrafo	Opzioni della verifica effettuabile		
			Prove	Confronto con il progetto di riferimento	Valutazione
6	Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti	10.6	-	-	■
7	Circuiti elettrici interni e collegamenti	10.7	-	-	■
8	Terminali per conduttori esterni	10.8	-	-	■
9	Proprietà dielettriche:	10.9			
	Tensione di tenuta a frequenza di esercizio	10.9.2	■	-	-
	Tensione di tenuta a impulso	10.9.3	■	-	■
10	Limiti di sovratemperatura	10.10	■	■	■
11	Tenuta al cortocircuito	10.11	■	■	-
12	Compatibilità Elettromagnetica (EMC)	10.12	■	-	■
13	Funzionamento meccanico	10.13	■	-	-

Estratto da DIN EN 61439-1, Tabella D1, allegato D

III. Informazioni incluse nella verifica di progetto

La verifica di progetto serve a documentare la conformità ai requisiti della presente norma. Per alcune verifiche possono essere necessarie ulteriori sotto-verifiche comprese in sottocategorie di verifica. Se alcune verifiche non sono necessarie per una determinata applicazione, la corrispondente verifica deve attestare, come requisito minimo, che la verifica non è richiesta sulla base della norma.

1.) **Robustezza dei materiali**

La verifica della robustezza dei materiali è suddivisa in 7 punti. Se si utilizza un contenitore vuoto, conforme alla IEC 62208, che non sia stato modificato in maniera tale da influenzare la sua prestazione, non è richiesta la ripetizione delle prove.

Nella verifica di progetto deve essere accertata la conformità alla norma EN 62208. Per la resistenza dei materiali isolanti al calore e al fuoco, la verifica deve essere eseguita anche sui componenti del sistema sbarre e degli altri materiali isolanti.

a. Resistenza alla corrosione

La resistenza alla corrosione può essere verificata solo tramite prova. Nella verifica si devono indicare il metodo di prova, il grado di severità e il numero del rapporto di prova.



b. Proprietà dei materiali isolanti – verifica della stabilità termica dei contenitori

Questa verifica è necessaria solo per i contenitori con materiale isolante o per le parti in materiale isolante che sono installate all'esterno del contenitore e che sono rilevanti per il grado di protezione. La verifica deve confermare che la prova è stata eseguita e superata alla temperatura di 70 °C con circolazione naturale dell'aria, per una durata di 168 h e con un ripristino di 96 h. Deve essere specificato il metodo di prova e il numero del Rapporto di prova/il numero del Rapporto.

c. Proprietà dei materiali isolanti – tenuta dei materiali isolanti al calore anormale e al fuoco causato da effetti elettrici interni

Tali proprietà devono essere verificate, sui materiali utilizzati, tramite prova o verifica mediante valutazione, come specificato nei fogli tecnici del materiale plastico di base utilizzato. Si deve dimostrare che le proprietà dei materiali isolanti soddisfano le prescrizioni della “prova con punta a filo incandescente”, con temperature diverse, a seconda delle finalità applicative:

- 960 °C per parti destinate a mantenere in posizione parti che portano corrente
- 850 °C per contenitori destinati ad essere installati in pareti vuote
- 650 °C per tutte le altre parti

La verifica di progetto deve specificare il metodo di prova, il risultato e il numero del Rapporto di prova o il numero del rapporto.

d. Resistenza alle radiazioni ultraviolette

La resistenza agli UV è verificata solo sui contenitori o sulle parti esterne del quadro destinato all'utilizzo in ambiente esterno. La verifica può essere eseguita tramite prova o mediante “verifica mediante valutazione” dei dati forniti dal costruttore originale del

materiale. La verifica di progetto deve specificare il metodo di prova, il risultato della prova, il numero del rapporto di prova o il numero del rapporto.

e. Sollevamento

La conformità del quadro al trasporto tramite sollevamento può essere verificata solo mediante prova. Il superamento della prova deve essere documentato indicando il numero massimo di scomparti sollevabili insieme, il peso massimo e il numero di rapporto di prova.

f. Prova di impatto meccanico

La verifica dell'impatto meccanico di un quadro deve essere eseguita tramite prova. Nella verifica di progetto devono essere specificati il metodo di prova, il grado di protezione IK e il numero del rapporto di prova.

g. Marcatura

Le marcature ottenute per stampaggio, pressione, incisione o lavorazioni similari, e le etichette con rivestimento plastico laminato, non devono essere sottoposte alla prova di marcatura. In questi casi è sufficiente specificare nella verifica di progetto la tecnica di marcatura utilizzata. Per tutte le altre modalità di marcatura, la conformità è verificata in accordo con la prova di marcatura, il cui superamento è documentato dal numero di rapporto di prova.

2.) **Grado di protezione dei contenitori**

Il grado di protezione deve essere verificato mediante prova. Se si utilizza un contenitore vuoto conforme alla IEC 62208, si può effettuare anche una verifica tramite valutazione. Nella verifica di progetto si devono specificare i metodi di prova e il grado di protezione. Nella verifica tramite prova si deve indicare anche il numero del rapporto di prova.



3.) **Distanza d'isolamento in aria**

La conformità delle distanze d'isolamento in aria deve essere verificata solo mediante prova (misure fisiche). Nella verifica di progetto si devono specificare i metodi di misura, le distanze d'isolamento in aria minime e il numero del rapporto di prova. Può essere indicata anche la tensione nominale di tenuta a impulso.

4.) **Distanza d'isolamento superficiale**

La verifica deve essere eseguita solo tramite prova (misura fisica). Nella verifica di progetto si devono specificare i metodi di misura, le distanze d'isolamento superficiali minime e il numero del rap-

porto di prova. Per una documentazione più dettagliata si possono indicare la tensione nominale d'isolamento, il grado di protezione e il gruppo dei materiali.

5.) **Protezione contro la scossa elettrica e integrità dei circuiti di protezione**

Questa verifica deve essere eseguita con due verifiche separate.

a. Effettiva continuità della messa a terra tra l'armadio e i circuiti di protezione

Nella verifica di progetto si devono indicare il metodo, il risultato e il numero del rapporto di prova.

b. Capacità di tenuta al cortocircuito del circuito di protezione

La verifica può essere eseguita mediante prova o per confronto con il progetto di riferimento. Nella verifica di progetto si deve specificare il metodo utilizzato, che il circuito ha superato la prova di tenuta al cortocircuito e il numero del rapporto di prova.



6.) Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti

L'installazione degli apparecchi elettrici può essere verificata solo con il metodo della "verifica mediante valutazione". La rispondenza alle specifiche di progetto definite nel paragrafo 8.5 "Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti" della CEI EN 61439-1 deve essere confermata mediante ispezione visiva.

Nella verifica di progetto si devono indicare: il metodo "Verifica mediante ispezione visiva", il numero di protocollo della valutazione e il risultato ottenuto.

7.) Circuiti elettrici interni e collegamenti

La realizzazione corretta dei circuiti elettrici interni al quadro e dei relativi collegamenti è verificata solo con il metodo della "Verifica mediante valutazione". La rispondenza alle specifiche di progetto, indicate nel paragrafo 8.6 della CEI EN 61439-1 "Circuiti elettrici interni e collegamenti" deve essere confermata mediante ispezione visiva. Nella verifica di progetto si devono indicare: il metodo "Verifica mediante ispezione visiva", il numero di protocollo della valutazione e il risultato ottenuto.

8.) Terminali per conduttori esterni

La corretta connessione dei terminali per conduttori esterni è verificata solo con il metodo della "Verifica mediante valutazione". La rispondenza alle specifiche di progetto, indicate nel paragrafo 8.8 della CEI EN 61439-1, deve essere confermata mediante ispezione visiva. Nella verifica di progetto si devono indicare: il metodo "Verifica mediante ispezione visiva", il numero di protocollo della valutazione e il risultato ottenuto.

9.) Proprietà dielettriche

Sono previste due verifiche separate.

a. Tensione di tenuta a frequenza d'esercizio

Nella verifica di progetto si devono indicare: il metodo, il risultato e il numero del rapporto di prova.

b. Test di tenuta con tensione a impulso

La verifica deve essere eseguita mediante “Prova” o “Valutazione”. Se si sceglie il metodo “Prova”, la verifica può prevedere:

- una prova di tenuta con tensione ad impulso oppure
- una prova con tensione a frequenza industriale oppure
- una prova con tensione in corrente continua.

La verifica di progetto deve specificare con precisione il metodo utilizzato, la tensione nominale di tenuta a impulso confermata e il numero di rapporto di prova. Se si utilizza il metodo di “verifica tramite valutazione”, la verifica deve specificare i dettagli del metodo, la tensione nominale di tenuta a impulso confermata, le distanze d’isolamento necessarie (le distanze d’isolamento in aria devono essere almeno 1,5 volte i valori specificati nella tabella 1. della CEI EN 61439-1), il numero di protocollo della valutazione e il risultato della valutazione.

10.) Verifica delle sovratemperature



La verifica delle sovratemperature è la più impegnativa, indipendentemente dal metodo scelto (prova, derivazione, valutazione). Tali metodi impongono vincoli di documentazione al costruttore

La verifica può essere eseguita con uno o più dei seguenti metodi:

- prove
- derivazione dei valori nominali per varianti simili
- calcoli

La verifica mediante prove prevede le seguenti tre varianti:

- “Verifica del quadro completo” tramite una sola prova (secondo le disposizioni del paragrafo 10.10.2.3.5 della CEI EN 61439-1). Si tratta di un approccio rapido ma applicabile solo nel caso di quadri realizzati sempre con la stessa configurazione.
- “Verifica considerando le singole unità funzionali separatamente e il quadro completo” secondo le disposizioni del paragrafo 10.10.2.3.6 della CEI 61439-1): si verifica separatamente ciascuna unità funzionale di uscita, quindi si prova l'intero quadro con le unità funzionali di uscita operanti in parallelo. Ciò consente al costruttore di verificare la corrente nominale massima delle unità di uscita e un fattore di carico nominale per il funzionamento in parallelo delle unità di uscita. Ciò consente anche di scegliere con flessibilità le unità di uscita in base ai requisiti. Tuttavia, con questo metodo, non è ammesso alcun cambiamento nella disposizione del sistema sbarre principale.
- “Verifica considerando le singole unità funzionali, le sbarre principali e di distribuzione separatamente e poi il quadro completo” (secondo le disposizioni del paragrafo 10.10.2.3.7 della CEI 61439-1): questo metodo è concepito per verificare il sistema modulare (quadro composto da scomparti e allestimenti variabili) piuttosto che una specifica configurazione del quadro (verificabile con le prove precedenti). Questo metodo consente di verificare, oltre ai singoli circuiti provati con il metodo precedente, il sistema sbarre principale e il sistema sbarre di distribuzione, quando sono al massimo carico (condizione più sfavorevole).

I risultati di tutte le precedenti prove, consentono di stabilire la massima capacità di corrente di un circuito, che può differire dai dati nominali del quadro a seconda delle condizioni di prova. Questi dati non fanno parte integrante della verifica di progetto ma devono essere forniti al costruttore del quadro per assicurare una progettazione in conformità alla norma.

Nella documentazione tecnica di un quadro deve comunque essere specificata, per ogni circuito, la corrente nominale del circuito (Inc).

La verifica con il metodo “Derivazione delle caratteristiche nominali per varianti simili” è eseguita su quadri, sbarre e unità funzionali mediante regole differenti. Essa richiede la disponibilità dei risultati delle relative prove originali.

La verifica dei limiti di sovratemperatura mediante “calcoli” è eseguibile solo sui quadri BT con corrente nominale non superiore a 630 A e sui quadri fino 1600 A. Per i quadri con correnti nominali superiori, la verifica della sovratemperatura è eseguita con i metodi descritti in precedenza (prove o derivazione da un progetto simile provato con la stessa corrente)

La verifica mediante calcolo per i quadri con corrente nominale fino a 630 A è limitata ai quadri a scomparto singolo e a frequenza max. di 60 Hz. Se queste condizioni sono soddisfatte, il calcolo è eseguibile secondo i punti da a) fino a g) del paragrafo 10.10.4.2.1 della CEI EN 61439-1 e la verifica è eseguibile secondo il paragrafo 10.10.4.2.3 della CEI EN 61439-1.

La verifica mediante calcolo per i quadri con corrente nominale fino a 1600 A è applicabile a quadri con uno o più scomparti, e una frequenza max. di 60 Hz. Se queste condizioni sono soddisfatte, il calcolo della sovratemperatura è eseguibile secondo i punti da a) fino a i) del paragrafo 10.10.4.3.1 della CEI EN 61439-1 e la verifica è eseguibile secondo il paragrafo 10.10.4.3.2 della CEI EN 61439-1.

Per la verifica delle sovratemperature, nella verifica di progetto si deve specificare il metodo utilizzato: se si sceglie la verifica tramite prova, si deve indicare con precisione il metodo di prova, la corrente nominale massima del quadro e il numero del rapporto di prova. Se si sceglie la verifica tramite derivazione da varianti similari,

oltre al metodo si deve indicare il tipo dell'oggetto di riferimento provato, il numero del rapporto di prova e il risultato della verifica per derivazione. Nella verifica con uno dei due metodi di calcolo, si deve documentare l'esatta procedura di calcolo, la massima corrente nominale del quadro, il numero di protocollo di calcolo e il risultato del calcolo. Per la verifica della sovratemperatura, e indipendentemente dal metodo scelto, non è necessario includere i rapporti dettagliati delle prove o dei protocolli di calcolo nella verifica di progetto, tuttavia essi devono conservati e rintracciabili presso il costruttore originale.

11.) Tenuta al cortocircuito

La tenuta al cortocircuito può essere verificata con i tre metodi seguenti: "verifica mediante prova", "verifica per confronto con un progetto di riferimento mediante lista di controllo (check list)", "verifica per confronto con un progetto di riferimento mediante calcoli". Se si sceglie la variante "confronto con il progetto di riferimento mediante lista di controllo", nella verifica di progetto si deve specificare questo metodo, tipo e identificazione del quadro di riferimento già provato



con il relativo numero di rapporto di prova e il risultato del confronto tramite la lista di controllo della Tabella 13 della CEI 61439. La norma non consente derivazioni da un progetto di riferimento non verificato con prove. Se si sceglie il metodo "confronto con un progetto di riferimento – utilizzando i calcoli", nella verifica di progetto si deve indicare questo metodo con il relativo numero del rapporto di prova e il risultato del calcolo.

Se si sceglie il metodo "verifica

mediante prova”, si deve specificare tale metodo, il valore nominale massimo ottenuto dalla prova e il numero del rapporto di prova. Anche in questo caso i dettagli dei rapporti di prova, i calcoli o i confronti non sono parte integrante della verifica di progetto ma devono essere conservati dal costruttore, che ne deve anche garantire la tracciabilità.

12.) **Compatibilità Elettromagnetica (EMC)**

La verifica della compatibilità elettromagnetica è eseguita tramite prova o tramite valutazione. Nella verifica di progetto si devono specificare il metodo scelto e la categoria di condizioni ambientali della prova, designata come Ambiente A o Ambiente B. Con il metodo “Verifica tramite valutazione” si devono indicare il numero di protocollo della valutazione e il risultato (ad es. “requisiti di prestazioni EMC soddisfatti”). Con il metodo “Prova” si deve indicare anche il numero del rapporto di prova.

13.) **Funzionamento meccanico**

La verifica del funzionamento meccanico può essere eseguita solo tramite prova. Per la verifica di progetto di devono indicare il metodo “Prova”, il numero del rapporto di prova e il risultato della prova.

IV. Verifica di progetto su un quadro campione

Verifica di progetto	secondo CEI EN 61439-2	
Costruttore	Modello/n. ident.	
Paragrafo	Descrizione verifica	Criterio
10.2.2	Resistenza alla corrosione	Prova con severità A per uso interno
10.2.3.1	Verifica della stabilità termica dei contenitori	Alla temperatura di 70 °C, per una durata di 168 ore e con un ripristino di 96 ore
10.2.3.2	Verifica della resistenza dei materiali isolanti al calore e al fuoco che si verifica per effetti interni di natura elettrica	960 °C per parti destinate a mantenere in posizione parti che portano corrente; 850 °C per contenitori destinati a essere installati su pareti vuote; 650 °C per tutte le altre parti
10.2.4	Resistenza ai raggi ultravioletti (UV)	
10.2.5	Sollevamento	Prova eseguita con carico massimo
10.2.6	Prova impatto meccanico	IK 10
10.2.7	Marcatura	Incisione
10.3	Grado di protezione del contenitore	IP 54
10.4	Distanza d'isolamento in aria	5,5 mm per U_{imp} 6,0 KV
10.4	Distanza d'isolamento superficiale	16,0 mm per U_i 1000 V, VSG 3, WSG IIIa
10.5.2	Effettiva continuità della messa a terra tra l'armadio e il circuito di protezione	< 0,1 Ohm
10.5.3	Capacità di tenuta al cortocircuito del circuito di protezione	Fino a 30 kA con il sistema PE Rittal 30 x 10 mm

	Data
Costruttore	Numero verifica di progetto

Metodo verifica di progetto	Prodotto	Numero rapporto
Prova	Rittal sistema componibile TS 8	B100712010008
Prova	Rittal sistema componibile TS 8	B100712010008
Prova	Componenti distr. corr. SV	Verifica tramite scheda tecnica (data sheet) del costruttore
Verifica tramite valutazione B100712010008	Rittal sistema componibile TS 8	B100712010008
Prova	Rittal sistema componibile TS 8	B100712010008
Prova	Rittal sistema componibile TS 8	B100712010008
non richiesta		
Prova	Rittal sistema componibile TS 8	B100712010008
Prova	Rittal RiLine60	1579.0263.7.163 / 1579.0797.5.293
Prova	Rittal RiLine60	1579.0263.7.163 / 1579.0797.5.293
Prova	Rittal Sistema PE 30 x 10 mm	1579.0263.7.289
Prova	Rittal Sistema PE 30 x 10 mm	1579.0263.7.289

Verifica di progetto	secondo CEI 61439 -2
Costruttore	Tipo/cod. ident

Paragrafo	Descrizione verifica	Criterio
10.6	Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti	Rispondenza delle prescrizioni di progetto (paragrafo 8.5) per l'installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti e dei requisiti di prestazione EMC.
10.7	Circuiti elettrici interni e collegamenti	Rispondenza alle prescrizioni di progetto (paragrafo 8.6) relative ai circuiti elettrici interni e ai collegamenti
10.8	Terminali per conduttori esterni	Rispondenza alle prescrizioni di progetto (paragrafo 8.8) per i terminali dei conduttori esterni
10.9.2	Tensione di tenuta a frequenza di esercizio	Circuiti principali (Tabelle 8, DIN EN 61439-1)
		2200 VAC/3110 VDC für 800 V < $U_i \leq 1000$ V
		Circuiti ausiliari (Tabelle 9, DIN EN 61439-1)
	1500 VAC/2120 VDC für 60 V < $U_i \leq 300$ V	
10.9.3	Tensione di tenuta a impulso	$U_{1,2/50}$ 7,3 kV für U_{imp} 6,0 kV
10.10	Limiti di sovratemperatura	Verifica tramite calcolo per quadri fino a 1600 A secondo h 10.10.4.3
		$I_{nA} = 800$ A
10.11	Tenuta al cortocircuito	
10.12	Compatibilità Elettromagnetica (EMC)	Ambiente A
10.13	Funzionamento meccanico	

	Data
Autore	Numero verifica di progetto

Metodo verifica	Prodotto	N. rapporto
Verifica mediante valutazione con ispezione visiva	Rapporto
Verifica mediante valutazione con ispezione visiva	Rapporto
Verifica mediante valutazione con ispezione visiva	Rapporto
Prova	Componenti SV Rittal	243/2011
Prova di tenuta alla tensione a impulso	Componenti SV Rittal	1579.2100.157.0530
Calcolo secondo 10.10.4.3	Prova del calcolo fornita dal costruttore del quadro
Prova	Rittal RiLine60 - PLS1600	1579.0797.5.292 / 1579.0797.5.288 / 1579.0263.7.289
Verifica tramite valutazione	Rapporto
Non richiesto		

V. Verifica della sovratemperatura tramite calcoli

Nei seguenti due capitoli si descrivono in modo più dettagliato la verifica della sovratemperatura tramite calcolo e la verifica della tenuta al corto circuito. Tali verifiche meritano una descrizione più approfondita poiché molti requisiti aggiuntivi devono essere presi in considerazione.

Vi sono due varianti per la verifica della sovratemperatura mediante calcolo, a seconda della corrente nominale del quadro (I_n) e della configurazione del contenitore. Poiché vi sono quadri di piccole dimensioni, a scomparto singolo o a scomparti multipli, la verifica richiede una descrizione più dettagliata. Una prima distinzione deve essere fatta tra la procedura più semplice di verifica per i quadri con corrente nominale (I_n) \leq 630 A, incorporati in un contenitore singolo, e la procedura più complessa per i quadri con corrente nominale (I_n) \leq 1600 A. Con quest'ultima procedura si possono trattare quadri che utilizzano più contenitori/armadi. Entrambe le procedure di calcolo sono applicabili solo per frequenze nominali fino a 60 Hz incluso.

L'applicazione di questa procedura di calcolo richiede di rispettare alcune regole già durante la progettazione del quadro. Infatti non sempre la verifica tramite calcolo può essere effettuata a posteriori su un quadro BT già realizzato, poiché potrebbero mancare alcuni requisiti tecnici necessari.



1.) Metodo di calcolo con corrente nominale del quadro (I_{nA}) \leq 630 A e max. 1 armadio

Tale metodo è applicabile solo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- a. La corrente nominale del quadro (I_{nA}) non deve superare i 630 A
- b. Il quadro deve essere installato in un unico armadio/contenitore (deve essere un quadro a scomparto singolo)
- c. I dati delle potenze dissipate di tutti i componenti installati nel quadro devono essere noti
- d. La distribuzione della potenza dissipata è approssimativamente uniforme all'interno dell'armadio/contenitore

e. La corrente nominale dei circuiti del quadro da verificare non deve superare l'80 % della corrente convenzionale termica nominale in aria libera o la corrente nominale (I_n) degli apparecchi di manovra e dei componenti elettrici compresi nel circuito (dati di targa degli apparecchi).

Esempio: se la corrente nominale di un circuito (I_{nc}) è 8,0 A, i dispositivi inclusi quel circuito devono essere in grado di portare una corrente di almeno 10 A secondo i dati forniti dal costruttore dei componenti.

f. Le parti meccaniche e le apparecchiature installate nel quadro sono disposte in modo da non impedire in maniera significativa la circolazione dell'aria.

g. I conduttori che portano una corrente maggiore di 200 A sono disposti in modo da non creare ulteriori sovr temperature a causa delle correnti parassite e perdite per isteresi.

h. . I conduttori delle sbarre principali devono avere una sezione minima basata sul 125% della corrente nominale ammessa del circuito (I_{nc}) associato. La scelta dei cavi deve essere fatta in accordo con la IEC 60364-5-52. La sezione delle sbarre deve essere dimensionata secondo la configurazione rappresentativa provata o deve essere scelta secondo l'Allegato N della CEI EN 61439-1. Se il costruttore dell'apparecchio prescrive un conduttore di interconnessione con sezione maggiore, si deve utilizzare il conduttore con la sezione specificata.

i. La capacità di dissipazione del contenitore/armadio del quadro deve essere determinata sulla base del tipo di installazione o tramite prova.

j. Quando nel quadro è incorporato un sistema di raffreddamento attivo, devono essere forniti dal costruttore del sistema di raffreddamento i dati della sua potenza frigorifera, in accordo con il tipo di applicazione e i metodi di installazione.

Se tutte le informazioni indicate nei punti sopra descritti sono note, è possibile iniziare il calcolo. Per ogni circuito la potenza dissipata viene calcolata sulla base della corrente nominale di tale circuito (I_{nc}). Si devono calcolare le potenze dissipate degli apparecchi (bobine e linee conduttrici) comprese le potenze dissipate dai conduttori. Queste sono determinate secondo le prescrizioni dell'Allegato H della CEI EN 61439-1. La tabella seguente che consente di calcolare la potenza dissipata in base alla disposizione, sezione e lunghezza del conduttore.



Tabella H.1 – Corrente d'impiego e potenze dissipate di cavi unipolari in rame con una temperatura ammissibile del conduttore di 70 °C (temperatura ambiente interna al quadro: 55 °C)

Disposizione conduttori						Spaziatura di almeno un diametro del cavo	
		Cavi unipolari in una canalina a parete posati orizzontalmente. 6 cavi (2 circuiti trifase) caricati in modo continuativo		Cavi unipolari, posti in aria libera o su un portacavi perforato. 6 cavi (2 circuiti trifase) caricati in modo continuativo		Cavi unipolari, spazati orizzontalmente in aria libera	
Sezione del conduttore mm ²	Resistenza del conduttore a 20 °C, R ₂₀ ^a mΩ/m	Massima corrente di funzionamento I _{max} ^b A	Potenza dissipata per conduttore P _v W/m	Massima corrente di funzionamento I _{max} ^c A	Potenza dissipata per conduttore P _v W/m	Massima corrente di funzionamento I _{max} ^d A	Potenza dissipata per conduttore P _v W/m
1,5	12,1	8	0,8	9	1,3	15	3,2
2,5	7,41	10	0,9	13	1,5	21	3,7
4	4,61	14	1,0	18	1,7	28	4,2
6	3,08	18	1,1	23	2,0	36	4,7
10	1,83	24	1,3	32	2,3	50	5,4
16	1,15	33	1,5	44	2,7	67	6,2
25	0,727	43	1,6	59	3,0	89	6,9
35	0,524	54	1,8	74	3,4	110	7,7
50	0,387	65	2,0	90	3,7	134	8,3
70	0,268	83	2,2	116	4,3	171	9,4
95	0,193	101	2,4	142	4,7	208	10,0
120	0,153	117	2,5	165	5,0	242	10,7
150	0,124	–	–	191	5,4	278	11,5
185	0,099 1	–	–	220	5,7	318	12,0
240	0,075 4	–	–	260	6,1	375	12,7

^a Valori estratti da IEC 60228:2004, Tabella 2 (conduttori cordati).

^b S b Capacità di portare corrente I30 per un circuito trifase secondo IEC 60364-5-52:2009, tabella A-52-4, colonna 4 (metodo di installazione: punto 6 della tabella B.52-3). k2 = 0,8 (punto 1 della tabella B.52-17, due circuiti).

^c Capacità di portare corrente I30 per un circuito trifase, secondo IEC 60364-5-52:2009, tabella B-52-10, colonna 5 (metodo di installazione: punto F della tabella B.52-1). Valori per sezioni minori di 25 mm2 calcolati secondo l'Allegato D della IEC 60364-5-52:2009, k2 = 0,88 (punto 4 della tabella B.52-17, due circuiti).

^d Capacità di portare corrente I30 per un circuito trifase secondo IEC 60364-5-52, tabella B-52-10, colonna 7 (metodo di installazione: punto G tabella B.52-1). Valori per sezioni minori di 25 mm2 calcolati secondo l'Allegato D della IEC 60364-5-52:2009, k2 = 1

Fonte dei valori di riferimento: CEI EN 61439-1, Tabella H1

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

La potenza dissipata totale del quadro è calcolata sommando tutte le potenze dissipate dei circuiti, tenendo in considerazione che la corrente totale del carico è limitata alla corrente nominale del quadro (I_n). La sovratemperatura all'interno del quadro si determina dalla potenza dissipata totale, dalla capacità di dissipazione termica del contenitore/armadio e dell'eventuale sistema di raffreddamento attivo.

Per calcolare la somma delle potenze dissipate del sistema sbarre, degli adattatori e degli apparecchi montati sulle sbarre, è vantaggioso utilizzare il software Power Engineering di Rittal, dotato di numerose funzioni di calcolo. Il quadro è verificato se dalla temperatura interna, calcolata dalla potenza dissipata, non supera la temperatura di esercizio ammessa del quadro. Il software Rittal Therm consente di scegliere il sistema di climatizzazione più adatto per raffreddare il contenitore/armadio e successivamente di calcolare con precisione la sovratemperatura all'interno dell'armadio.



Esempio:

Calcolo della potenza dissipata per quadri fino a 630 A

Verifica della sovratemperatura tramite calcolo secondo 10.10.4.2 (fino a 630 A):							
Rapporto numero:							
Altezza armadio 2000 mm							
Larghezza armadio 800 mm							
Profondità armadio 500 mm							
Dati alimentazione e utenze						Interruttore protezione	
N. circuito	Descrizione circuito	N. poli del circuito	I_{nc}	RDF	$I_{nc} \cdot RDF$	Corrente nominale unità funzionali I_n	Potenza dissipata contatti principali per polo
			A			A	W
1	Alimentazione	3	630	1	261,8	800	32
2	Sbarra distribuzionaria (calcolata)	3	261,8	1	261,8	-	-
3	Sbarra (valori Rittal Power Engineering)	3		1	0	-	-
4	Totale circuiti di uscita (valori Rittal Power Engineering)	3			0	-	-
5	Convogliatore a coclea 1	3	6,6	0,8	5,3	10	2
6	Convogliatore a coclea 2	3	6,6	0,8	5,3	10	2
7	Motore impianto frantumazione 1	3	60	1	60	80	7
8	Motore impianto frantumazione 2	3	60	1	60	80	7
9	Vibrotrasportatore	3	15	0,8	12	22,5	4
10	Motore vaglio rotante	3	21,5	0,8	17,2	30	5,5
11	Motore filtro	3	9,8	0,8	7,9	12,5	2,2
12	Elevatore	3	22	0,8	17,6	30	2,4
13	Essiccatore aria	3	45	1	45	60	5,3
14	Quadro distribuzione edificio	3	63	0,5	31,5	80	7
15					0		
16					0		
17					0		
18					0		

Numero scomparti	Descrizione scomparto
Verifica redatta da:	Data:
Modalità d'installazione armadio: 1	Temperatura ambiente dell'armadio: 35 °C
Superficie effettiva dell'armadio 5.240 m ²	Temperatura interna all'armadio: max. 55 °C

Interruttore di protezione, contattori			Circuito conduttori di connessione				Potenze dissipate		
Corrente nominale unità funzionale I _n	Potenza dissipata contattori principali per polo	Potenza dissipata da bobine, convertitori	N. di conduttori	Modalità installazione ¹⁾	Lunghezza	Sezione	Effettiva potenza dissipata dei conduttori	Effettiva potenza dissipata delle unità funzionali	Potenza dissipata totale circuiti
A	W	W			m	mm ²	W	W	W
			3	3	3	5 x 50 x 1	61,44	10,29	71,73
-	-	-	3	4	4	30 x 10			6
-	-	-	-	-	-		-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	68
10	0,42	1	3	3	2,2	1,5	2,64	3,04	5,68
10	0,42	1	3	3	2,2	1,5	2,64	3,04	5,68
80	5	3	3	3	2,2	25	20,7	23,25	43,95
80	5	3	3	3	2,2	25	20,7	23,25	43,95
22,5	1,24	2	3	3	2,2	2,5	7,98	6,48	14,46
30	1,24	2	3	3	2,2	4	10,47	8,65	19,12
13	0,7	1	3	3	2,2	1,5	5,86	4,42	10,28
30	2,4	2	3	3	2,2	4	10,96	6,96	17,92
60	4	2	3	3	2,2	16	18,46	17,7	36,16
			3	3	2,2	25	5,71	3,26	8,97
						0	0	0	0
						0	0	0	0
						0	0	0	0
						0	0	0	0

Alimentazione e dati utenze						Interruttore di protezione	
N. circuito	Descrizione circuito	N. poli circuito	I_{nc}	RDF	$I_{nc} * RDF$	Corrente nominale unità funzionali I_n	Potenza dissipata contatti principali per polo
			A			A	W
19					0		
20					0		
21					0		
22					0		
23					0		
24					0		
25					0		
26					0		
27					0		
28					0		
29					0		
30	Altri dispositivi, ad es. alimentatori, trasformatori ecc.				0		
			Totale $I_{nc} * RDF$		261,8		

1) Opzioni di posa

1 = Conduttori unipolari in canalina portacavi ermetica

2 = Conduttori unipolari in portacavi preforato

3 = Conduttori unipolari posati in aria libera con spaziatura di un diametro del cavo

4 = Sistema sbarre principale

Calcolo della superficie	Superficie singola A_0 m ²		fattore superficie b	$A_0 * b$ m ²
Tetto	0,400		1,4	0,560
Frontale	1,600		0,9	1,440
Retro	1,600		0,9	1,440
Lato sinistro	1,000		0,9	0,900
Lato destro	1,000		0,9	0,900
			superficie effettiva A_E	5,240 m ²

2.) Metodo di calcolo con corrente nominale del quadro (I_{nA}) ≤ 1600 A

Questo metodo è più laborioso e il calcolo della temperatura all'interno dell'armadio deve essere eseguito in accordo con il metodo descritto nella IEC 60890. Anche per questo metodo devono essere soddisfatte le condizioni già indicate per i quadri con corrente nominale (I_{nA}) fino a 630 A ma devono essere prese in considerazione anche altre informazioni:

- a.** La corrente nominale del quadro (I_{nA}) non deve superare i 1600 A.
- b.** Il quadro può essere realizzato in un armadio o anche in più armadi montati in batteria.
- c.** Devono essere noti i valori di dissipazione termica di tutti i componenti installati.
- d.** La distribuzione della potenza dissipata deve essere ripartita in modo uniforme all'interno dell'armadio.
- e.** La corrente nominale dei circuiti (I_{nc}) del quadro da verificare non superi l'80 % della corrente convenzionale termica nominale in aria libera (I_{th}) o la corrente nominale (I_n) dei dispositivi di protezione e dei componenti elettrici compresi nel circuito (dati di targa dei dispositivi
Esempio: se la corrente nominale di un circuito (I_{nc}) è 8,0 A, i dispositivi inclusi in quel circuito devono essere in grado di portare una corrente di almeno 10 A secondo i dati forniti dal costruttore dei componenti.
- f.** Tutte le parti meccaniche e i componenti installati sono disposti in modo da non impedire in maniera significativa la circolazione dell'aria.
- g.** I conduttori che portano una corrente maggiore di 200 A sono disposti in modo da minimizzare aumenti di temperatura dovuti alle correnti parassite e alle perdite per isteresi.
- h.** Tutti i conduttori devono avere una sezione minima, basata sul 125% della corrente nominale (I_{nc}) ammessa del circuito associato. La scelta dei cavi deve essere fatta in accordo con la IEC 60364-5-52. La sezione delle sbarre deve essere come quella di una configurazione provata o come quella riportata nell'Allegato N della CEI EN 61439-1.
Se il costruttore dell'apparecchio specifica un conduttore con sezione maggiore, si deve utilizzare la sezione specificata.



i. Nei contenitori con ventilazione naturale, la sezione delle aperture di uscita dell'aria è almeno 1,1 volte la sezione delle aperture di entrata dell'aria;

j. Gli scomparti dell'armadio non hanno più di tre pannelli divisori orizzontali.

k. Per i contenitori/armadi dotati di scomparti e di ventilazione naturale, la sezione delle aperture di ventilazione in ogni pannello

divisorio orizzontale è almeno il 50 % della sezione orizzontale dello scomparto.

Se tutte le informazioni indicate nei punti sopra descritti sono soddisfatte, è possibile iniziare il calcolo della potenza dissipata. Per ogni circuito viene determinata la potenza dissipata sulla base della corrente nominale di tale circuito (I_{nc}). A tale scopo deve essere calcolata la potenza dissipata dagli apparecchi (bobine, linee conduttrici) ma anche la potenza dissipata dai conduttori. Le potenze dissipate dai conduttori sono determinate mediante calcolo secondo le prescrizioni dell'Allegato H della CEI EN 61439-1. La tabella seguente consente di calcolare la potenza dissipata in base alla disposizione, sezione e lunghezza del conduttore.

Tabella H.1 – Corrente d'impiego e potenze dissipate di cavi unipolari in rame con una temperatura ammissibile del conduttore di 70 °C (temperatura ambiente interna al quadro: 55 °C)

Disposizione del conduttore						Spaziatura di almeno un diametro del cavo 	
		Cavi unipolari in un canale a parete posati orizzontalmente. 6 cavi (2 circuiti trifase) caricati in modo continuativo		Cavi unipolari, posati in aria libera o su un portacavi preforato. 6 cavi (2 circuiti trifase) caricati in modo continuativo		Cavi unipolari, spaziati orizzontalmente in aria libera	
Sezione del conduttore mm ²	Resistenza del conduttore a 20 °C, R ₂₀ ^a mΩ/m	Max corrente di funzionamento I _{max} ^b A	Potenza dissipata per conduttore P _v W/m	Max corrente di funzionamento I _{max} ^c A	Potenza dissipata per conduttore P _v W/m	Max corrente di funzionamento I _{max} ^d A	Potenza dissipata per conduttore P _v W/m
1,5	12,1	8	0,8	9	1,3	15	3,2
2,5	7,41	10	0,9	13	1,5	21	3,7
4	4,61	14	1,0	18	1,7	28	4,2
6	3,08	18	1,1	23	2,0	36	4,7
10	1,83	24	1,3	32	2,3	50	5,4
16	1,15	33	1,5	44	2,7	67	6,2
25	0,727	43	1,6	59	3,0	89	6,9
35	0,524	54	1,8	74	3,4	110	7,7
50	0,387	65	2,0	90	3,7	134	8,3
70	0,268	83	2,2	116	4,3	171	9,4
95	0,193	101	2,4	142	4,7	208	10,0
120	0,153	117	2,5	165	5,0	242	10,7
150	0,124	–	–	191	5,4	278	11,5
185	0,099 1	–	–	220	5,7	318	12,0
240	0,075 4	–	–	260	6,1	375	12,7

^a Valori della IEC 60228:2004, Tabella 2 (conduttori cordati).

^b Capacità di portare corrente I30 per un circuito trifase, secondo la IEC 60364-5-52:2009, Tabella A-52-4, colonna 4 (Metodo di installazione: punto 6 della Tabella B.52-3). k2 = 0,8 (punto 1 della Tabella B.52-17, due circuiti).

^c Capacità di portare corrente I30 per un circuito trifase secondo la IEC 60364-5-52:2009, Tabella B-52-10, colonna 5 (Metodo di installazione: punto F della Tabella B.52-1). Valori per sezioni minori di 25 mm² calcolati secondo l'Allegato D della IEC 60364-5-52:2009, k2 = 0,88 (punto 4 in Tabella B.52-17, due circuiti).

^d Capacità di portare corrente I30 per un circuito trifase, secondo la IEC 60364-5-52, Tabella B-52-10, colonna 7 (Metodo di installazione: punto G della Tabella B.52-1). Valori per sezioni minori di 25 mm² calcolati secondo l'Allegato D della IEC 60364-5-52:2009, k2 = 1

Fonte normativa: CEI EN 61439-1, tabella H1



La potenza dissipata totale del quadro si ricava sommando le potenze dissipate di tutti i circuiti. Tuttavia è importante tenere in considerazione che la corrente totale del carico è limitata alla corrente nominale del quadro (I_{nA}).

Dalla potenza dissipata totale si determina la sovratemperatura all'interno del quadro usando il metodo della IEC 60890. Per calcolare la potenza dissipata totale è molto utile, anche in questo caso, il software Rittal Power Engineering. Il calcolo della temperatura all'interno dell'armadio deve comunque essere effettuato con uno dei metodi specificati nella IEC 60890.

Il quadro è verificato se la temperatura dell'aria, calcolata dalla potenza dissipata, non supera la temperatura ammissibile di funzionamento dichiarata dal costruttore del quadro. Diversamente dalla procedura utilizzata per i quadri con correnti fino a 630 A, con questo metodo si determinano diverse temperature tramite un grafico, corrispondenti alle temperature dei diversi scomparti del quadro. Ai fini della valutazione, si devono tenere in considerazione le temperature massime ammissibili per i diversi scomparti del quadro.

Esempio: Calcolo della potenza dissipata quadri fino a 1600 A

Verifica della sovratemperatura tramite calcolo secondo 10.10.4.3 (quadri fino a 1600 A):							
Rapporto numero:							
Altezza armadio 2000 mm							
Larghezza armadio 1600 mm							
Profondità armadio 500 mm							
Dati alimentazione e unità funzionali						Interruttore di protezione	
Circuito n.	Descrizione circuito	N. di poli del circuito	I_{nc}	RDF	$I_{nc} * RDF$	Corrente nominale unità funzionale I_n	Potenza dissipata dei contatti principali per polo
			A			A	W
1	Alimentatore	3	800	1	525,8	1000	91
2	Sbarra distribuziona (calcolata)	3	525,8	1	525,8	-	-
3	Sbarra (valori Rittal Power Engineering)	3		1	0	-	-
4	Totale circuiti di uscita (valori Rittal Power Engineering)	3			0	-	-
5	Convogliatore a coclea 1	3	6,6	0,8	5,3	10	2
6	Convogliatore a coclea 2	3	6,6	0,8	5,3	10	2
7	Motore impianto frantumazione 1	3	180	1	180	250	41
8	Motore impianto frantumazione 2	3	60	1	60	80	7
9	Vibrotrasportatore	3	15	0,8	12	22,5	4
10	Motore vaglio rotante	3	21,5	0,8	17,2	30	5,5
11	Motore filtro	3	9,8	0,8	7,9	12,5	2,2
12	Elevatore	3	22	0,8	17,6	30	2,4
13	Essiccatore aria	3	45	1	45	60	5,3
14	Quadro distribuzione edificio	3	63	0,5	31,5	80	7
15	Alimentazione quadro impianto trasportatore	3	180	0,8	144	250	35
16					0		
17					0		
18					0		

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

Numero di scomparti			Descrizione scomparto						
Verifica redatta da:						Data:			
Modalità d'installazione armadio: 1						Temperatura dell'ambiente dove è installato il quadro: 35 °C			
Superficie effettiva dell'armadio 8.680 m ²						Temperatura interna all'armadio: max. 55 °C			
Aperture ingresso aria 0 cm ²						Numero di divisori in orizzontale 0			
Interruttore di protezione, contattori			Circuito conduttori di connessione				Potenze dissipate		
Corrente nominale unità funzionale I _n	Potenza dissipata contatti principali per polo	Potenza dissipata da bobine, convertitori	N. di conduttori	Modalità installazione ¹⁾	Lunghezza	Sezione	Effettiva potenza dissipata dei conduttori	Effettiva potenza dissipata delle unità funzionali	Potenza dissipata totale circuiti
A	W	W			m	mm ²	W	W	W
			3	3	1,4	60 x 10	51,04	76,31	127,35
-	-	-	3	4	4	30 x 10			22
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10	0,42	1	3	3	2,2	1,5	2,64	3,04	5,68
10	0,42	1	3	3	2,2	1,5	2,64	3,04	5,68
250	28	3	3	3	2,2	120	39,07	110,31	149,38
80	5	3	3	3	2,2	25	20,7	23,25	43,95
22,5	1,24	2	3	3	2,2	2,5	7,98	6,48	14,46
30	1,24	2	3	3	2,2	4	10,47	8,65	19,12
13	0,7	1	3	3	2,2	1,5	5,86	4,42	10,28
30	2,4	2	3	3	2,2	4	10,96	6,96	17,92
60	4	2	3	3	2,2	16	18,46	17,7	36,16
			3	3	2,2	25	5,71	3,26	8,97
			3	3	2	120	22,74	34,84	57,58
						0	0	0	0
						0	0	0	0
						0	0	0	0

Alimentazione e dati utenze						Interruttore di protezione	
N. circuito	Descrizione circuito	N. poli del circuito	I_{nc}	RDF	$I_{nc} * RDF$	Corrente nominale unità funzionali I_n	Potenza dissipata contatti principali per polo
			A			A	W
19					0		
20					0		
21					0		
22					0		
23					0		
24					0		
25					0		
26					0		
27					0		
28					0		
29					0		
30					0		
Totale $I_{nc} * RDF$					525,8		

1) Opzioni di posa

- 1 = Conduttori unipolari in canalina portacavi ermetica 3 = Conduttori unipolari posati in aria libera con spaziatura di un diametro del cavo
 2 = Conduttori unipolari in portacavi preforato 4 = Sistema sbarre principale

Calcolo della superficie	Superficie singola A_0		Fattore superficie b	$A_0 * b$
	m^2			m^2
Tetto	0,800		1,4	1,120
Porta	3,200		0,9	2,880
Retro	3,200		0,9	2,880
Parete laterale sinistra	1,000		0,9	0,900
Parete laterale destra	1,000		0,9	0,900
			Superficie effettiva A_E	8,680 m^2

Calcolo della temperatura		
Aperture ingresso aria scomparto	0	cm^2
Costante armadio k	0,107	
Fattore per divisori orizzontali d	1,00	
Potenza effettiva dissipata	518,53	Watt
Esponente per P_v	0,804	
$P^x = P_v \wedge Exponent$	153	Watt
$\Delta t_{0,5} = k * d * P^x$	16,4	K
Fattore distribuzione della temperatura c	1,222	
$\Delta t_{1,0} = c * \Delta t_{0,5}$	20	K

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

VI. Verifica della tenuta al cortocircuito

La verifica della tenuta al cortocircuito può essere effettuata tramite confronto del quadro da verificare con un progetto di riferimento già provato (mediante calcolo o utilizzo della lista di controllo) o tramite prova.

E' importante notare che non tutti i circuiti devono essere verificati separatamente ma, osservando alcune regole, si devono verificare solo alcuni circuiti con i metodi sopra citati.

In alcune precise condizioni la verifica della tenuta al cortocircuito non è richiesta:

- a.** per i quadri che hanno correnti nominali di breve durata o correnti nominali di cortocircuito condizionate non superiori a 10 kA valore efficace.

- b.** per i quadri protetti da dispositivi limitatori di corrente aventi una corrente di picco limitata non superiore a 17 kA in corrispondenza della corrente presunta di cortocircuito massima ammissibile ai terminali del circuito di entrata del quadro.

- c.** per i circuiti ausiliari dei quadri, destinati ad essere collegati a trasformatori, la cui potenza nominale non superi i 10 kVA con una tensione nominale secondaria che non sia inferiore a 110 V, oppure non superi 1,6 kVA con una tensione nominale secondaria inferiore a 110 V, e la cui impedenza di cortocircuito non sia inferiore al 4%.

Anche per molti circuiti di uscita più piccoli non è richiesta la verifica, poiché i dispositivi di protezione fino a 630 A, come i magnetotermici e gli interruttori di protezione dei motori, limitano la corrente di picco ad un valore inferiore a 17 kA. Considerando la corrente di corto circuito presente nel punto di alimentazione, è possibile provare facilmente,

tramite le curve caratteristiche della corrente di picco dei dispositivi, se il corrispondente circuito deve essere verificato o no. Se il valore della corrente di cortocircuito del sistema di alimentazione di un quadro non è noto e il quadro deve essere realizzato per una corrente di picco massima di 17 kA, si deve indicare, nella relativa documentazione tecnica, che l'alimentazione del quadro deve essere limitata ad una corrente di picco max. di 17 kA. Si deve tuttavia accertare che tale limitazione del sistema di alimentazione sia tecnicamente realizzabile. Un altro modo per determinare quali circuiti siano soggetti a prova, consiste nell'utilizzo della lista di controllo della Tabella 13 della IEC EN 61439-1. Se un quadro provato è disponibile come progetto di riferimento, è possibile stabilire, mediante la lista di controllo, se la verifica può essere effettuata con il metodo del confronto. L'utilizzo della lista di controllo deve essere specificata per iscritto nel rapporto. Se la verifica completa o anche di un singolo circuito non è stata possibile perché un qualsiasi punto della lista di controllo non è risultato conforme ai requisiti ed è stato segnato con "NO", si deve utilizzare il metodo di verifica mediante confronto "tramite calcolo" o "tramite prova" per effettuare la verifica mancante. Per la verifica mediante confronto, si fa notare che la norma non consente la derivazione di una variante non provata da una variante provata (v. anche il punto 6 della lista di controllo a pagina 68).

Tabella 13 – Verifica della tenuta al corto circuito eseguita mediante il confronto con il progetto di riferimento: utilizzo della lista di controllo (check list) (10.5.3.3, 10.11.3 e 10.11.4 della norma)

Riferimento n.	Prescrizioni da verificare	SI	NO
1	Il valore nominale di tenuta al cortocircuito di ogni circuito del quadro da verificare è minore o uguale a quello del progetto di riferimento?		
2	Le dimensioni delle sezioni delle sbarre e dei collegamenti di ogni circuito del quadro da verificare sono maggiori o uguali a quelle del progetto di riferimento?		
3	Le distanze tra gli assi delle sbarre e dei collegamenti di ogni circuito del quadro da verificare sono maggiori o uguali a quelle del progetto di riferimento?		
4	I supporti delle sbarre di ogni circuito del quadro da verificare sono dello stesso tipo, forma e materiale e hanno la stessa o minore distanza tra gli assi per tutta la lunghezza delle sbarre del progetto di riferimento?		
5	I materiali e le caratteristiche dei materiali dei conduttori di ogni circuito del quadro da verificare sono gli stessi di quelli del progetto di riferimento?		
6	I dispositivi di protezione dal cortocircuito di ogni circuito del quadro da verificare sono equivalenti, cioè dello stesso produttore e della stessa serie ^{a)} , hanno uguali o migliori caratteristiche di limitazione (I^2t , I_{pk}) sulla base dei dati forniti dal costruttore del dispositivo, e hanno la stessa disposizione del progetto di riferimento?		
7	La lunghezza dei conduttori attivi non protetti, in accordo con il paragrafo 8.6.4 della norma, di ogni circuito non protetto del quadro da verificare è uguale o minore di quella del progetto di riferimento?		
8	Se il quadro da verificare comprende un contenitore/armadio, il progetto di riferimento comprendeva un contenitore/armadio quando era stato verificato con la prova?		
9	Il contenitore/armadio del quadro da verificare è dello stesso progetto e tipo e ha almeno le stesse dimensioni di quelle del progetto di riferimento?		
10	Gli scomparti di ogni circuito del quadro da verificare hanno lo stesso progetto meccanico e almeno le stesse dimensioni di quelle del progetto di riferimento?		

"SI" a tutte le prescrizioni – non è richiesta alcuna verifica.

"NO" ad almeno una prescrizione – è richiesta una ulteriore verifica.

^{a)} I dispositivi di protezione contro il cortocircuito dello stesso costruttore, ma di serie differenti, possono essere considerati equivalenti se il costruttore del dispositivo dichiara che le caratteristiche di prestazione del dispositivo sono le stesse o migliori in tutti gli aspetti rilevanti nei confronti della serie usata per la verifica, ad es. il potere di interruzione, le caratteristiche di limitazione (I^2t , I_{pk}) e le distanze critiche.

Estratto da CEI EN 61439-1, Allegato H

ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL

Con il metodo di verifica per confronto “mediante calcolo”, è possibile verificare la capacità di tenuta al cortocircuito di un sistema sbarre o delle connessioni delle sbarre applicando i calcoli previsti dalla IEC 60865-1. Tuttavia, i calcoli devono fornire per la corrente di cortocircuito e la sovratemperatura valori di picco inferiori a quelli del quadro utilizzato come progetto di riferimento. Inoltre devono essere soddisfatte tutte le prescrizioni dei punti 6, 8, 9 e 10 della Tabella 13 della IEC EN 61439-1. Se la verifica non può essere ottenuta mediante calcolo, si deve utilizzare il metodo mediante “prova”.

La prova è eseguita su un quadro di riferimento. È sufficiente provare una singola unità funzionale se le restanti unità funzionali si possono considerare equivalenti (la Tabella 13 fornisce chiarimenti sul concetto di “equivalente”). Se il circuito di prova comprende fusibili, si devono utilizzare cartucce portafusibili del tipo indicato nella documentazione rilasciata dal costruttore del quadro. Durante la prova, i circuiti di uscita, i circuiti di ingresso e i sistemi sbarre principali sono verificati con prove separate. Il valore della corrente di prova nel neutro deve essere almeno il 60 % della corrente di fase durante la prova trifase.

In particolare è richiesto che il progetto di riferimento sia stato sottoposto a verifica tramite prova con i sistemi sbarre installati nell’armadio tramite i relativi componenti meccanici (con l’eccezione dei quadri installati in armadi completamente isolati). Infatti durante la prova di cortocircuito, si deve utilizzare un indicatore per verificare che nessuna corrente di guasto superiore a 1500 A si scarichi attraverso l’armadio. Per tale motivo, provare il sistema sbarre senza il relativo contenitore/armadio, è insufficiente ai fini della verifica. Poiché la verifica per confronto con un progetto di riferimento “mediante prova” necessita di numerose e costose registrazioni (i dati utilizzati, i calcoli eseguiti e i l’esito accertato del confronto devono essere registrati), è importante utilizzare componenti già verificati con prove sin dalle fasi iniziali di progettazione del quadro.

VII. RegISTRAZIONI DI VERIFICA DEI SINGOLI QUADRI

La quadristica è costituita da diverse tipologie di quadri: quadri di comando, elettrici, per macchine, processi o impianti. Ogni singolo quadro è realizzabile in molteplici configurazioni. La verifica del quadro mediante derivazione da un progetto provato per varianti simili è possibile a condizione che il quadro sia realizzato con una costruzione modulare, ad esempio il sistema Rittal Ri4Power. Tuttavia, la verifica di progetto è necessaria per le configurazioni individuali, al fine di soddisfare i requisiti di verifica della conformità e le altre prescrizioni di legge. A questo punto il costruttore del quadro diventa “costruttore originale” ed è responsabile della preparazione della verifica di progetto. A riguardo può nascere la questione di chi, all'interno dell'organizzazione del costruttore, abbia la responsabilità di preparare la verifica di progetto. In linea di principio, la responsabilità ricade sull'ufficio Progettazione, che effettua la scelta e il dimensionamento dei prodotti, dai quali si ricavano i dati che saranno successivamente inseriti nella documentazione del quadro. La divisione Produzione è responsabile della conformità con le linee guida di produzione e della preparazione della verifica individuale.

Alcune verifiche possono essere soddisfatte e documentate più facilmente se si utilizza la tecnica di sistema Rittal. Rittal esegue già le verifiche necessarie per valutare la resistenza meccanica dei materiali utilizzati nei singoli componenti dei sistemi Rittal. I risultati di tali verifiche sono a disposizione dei costruttori del quadro per redigere la loro verifica di progetto. In modo analogo, le verifiche del grado di protezione, delle distanze d'isolamento in aria e superficiali, dell'integrità dei circuiti di protezione dei sistemi Rittal sono messe a disposizione per i costruttori dei quadri.

Le verifiche relative all'installazione dei componenti all'interno del quadro, al cablaggio interno e ai terminali per i conduttori e i cavi esterni possono essere effettuate solo dal costruttore del quadro.



Rittal può predisporre le relative liste di controllo (check list) che semplificano la preparazione della verifica e servono al costruttore come linee guida nella registrazione dei dati. Le caratteristiche di isolamento devono essere verificate dal costruttore del quadro provando la rigidità dielettrica alla frequenza di esercizio. La verifica della tensione di tenuta può essere eseguita da Rittal provando i componenti di sistema nei propri armadi. Le sovratemperature possono essere verificate utilizzando i metodi di calcolo descritti nel Capitolo V.

Il software Rittal Power Engineering e Rittal Therm offrono importanti funzionalità di supporto nella verifica termica del quadro, garantendo massima precisione e velocità di calcolo.

La tenuta al cortocircuito può essere dimostrata da Rittal se si utilizzano i componenti di sistema Rittal per la distribuzione di corrente, poiché tali prodotti sono tutti stati verificati con prove all'interno degli armadi Rittal. I risultati di tali prove sono riportati nella documentazione tecnica del prodotto.

La compatibilità elettromagnetica (EMC) è relativamente semplice da verificare, a condizione che il quadro incorpori idonei dispositivi EMC in accordo con le istruzioni del costruttore. In tal caso non sono richieste le laboriose prove di schermatura, e il progettista può semplicemente confermare la verifica utilizzando il metodo di “Verifica mediante valutazione”.

La prova di verifica del funzionamento meccanico è necessaria solo se il quadro è dotato di particolari funzionalità meccaniche. Non si deve controllare il funzionamento meccanico di dispositivi quali ad es. la capacità di inserzione degli interruttori automatici estraibili, poiché tali dispositivi sono già stati provati dal costruttore del dispositivo. Se il quadro non ha parti con funzioni meccaniche aggiuntive, per questa verifica si deve solo inserire il commento “non richiesta”

In particolare per i quadri individuali, anche ai fini di una loro più facile identificazione, la verifica di progetto deve includere, anche le seguenti informazioni:

- nominativo o marchio di fabbrica del costruttore del quadro
- indicazione del tipo o numero di identificazione del quadro
- data del report di verifica del progetto
- nominativo della persona che ha redatto la verifica del progetto

VIII. La verifica individuale

La verifica individuale, eseguita su ciascun quadro, ha lo scopo di individuare eventuali difetti nei materiali e nella fabbricazione e di accertare il corretto funzionamento del quadro assemblato. L'adeguatezza (di sicurezza e funzionalità) di ogni quadro immesso sul mercato deve essere confermata con una verifica individuale. I risultati delle prove della verifica individuale devono essere documentati in un rapporto (verbale di collaudo). Oltre ai dati delle singole verifiche, la verifica individuale deve includere anche i dati del costruttore del quadro, la designazione del tipo e il numero identificativo del quadro. Tali dati devono corrispondere al resto della documentazione. Le verifiche necessarie per redigere la "verifica individuale" si suddividono in verifiche delle caratteristiche costruttive e prestazionali. Devono essere prodotte le seguenti verifiche:

1.) Grado di protezione assicurato dal contenitore/armadio del quadro



Il grado di protezione deve essere verificato con un controllo a vista per confermare che siano mantenute tutte le misure previste per ottenere il grado di protezione stabilito. La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data della stessa.

2.) Distanze d'isolamento in aria e superficiali

Se le distanze d'isolamento in aria sono inferiori ai valori specificati nella Tabella 1 della IEC 61439-1 o ai dati riportati nella documentazione tecnica del quadro, deve essere eseguita una prova di tenuta a impulso. Se da un controllo visivo le distanze d'isolamento in aria non sono visibilmente superiori a quelle indicate nella Tabella 1 della IEC 61439-1 o ai dati forniti dal costruttore (documentazione tecnica del quadro), la verifica può essere effettuata mediante misure fisiche o con la prova di tenuta a impulso. Se con la prova visiva le distanze in aria sono visibilmente superiori, tale osservazione deve essere riportata nella Verifica individuale. In questo caso non è necessario eseguire una prova più dettagliata. Anche la verifica delle distanze di isolamento superficiali deve essere prodotta tramite controllo visivo. Se la distanza d'isolamento superficiale non è visibilmente superiore al valore prescritto nella norma, si deve effettuare una misura fisica che confermi la rispondenza al valore normativo.

La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data della stessa.

3.) Protezione contro contatti diretti e indiretti e integrità dei circuiti di protezione

Le misure stabilite dalla norma per la protezione principale (contatti diretti) e la protezione in caso di guasto (contatti indiretti), devono essere controllate con un esame a vista. I collegamenti a vite del circuito di protezione devono essere controllati a campione per verificarne la corretta tenuta.

La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data della stessa.

4.) Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti

L'installazione e l'identificazione degli apparecchi installati nel

quadro devono essere conformi alle specifiche dei documenti di produzione, che includono anche le prescrizioni del costruttore del relativo apparecchio. La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data del documento relativo.

5.) Circuiti elettrici interni e collegamenti

Devono essere controllati i collegamenti interni dei circuiti elettrici. I collegamenti, in particolare le connessioni a vite, devono essere controllati a campione per verificarne la corretta tenuta. I conduttori devono essere conformi alle istruzioni fornite dal costruttore del quadro. La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data della stessa.

6.) Terminali per conduttori esterni

Si devono controllare il numero, il tipo e l'identificazione dei terminali e la corrispondenza tra i conduttori installati e quelli prescritti nelle istruzioni di costruzione del quadro. La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data della stessa.

7.) Funzionamento meccanico

Deve essere controllato il funzionamento meccanico di chiusure, mezzi di bloccaggio e interblocchi. Nella verifica individuale si deve controllare la resistenza dei meccanismi di bloccaggio delle parti asportabili, come quelle, ad esempio, degli interruttori automatici estraibili, anche se nella verifica di progetto tale prova non era rilevante. La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data della stessa.

8.) **Proprietà dielettriche**

Deve essere eseguita una prova delle caratteristiche dielettriche (prova di tenuta a frequenza di esercizio) su tutti i circuiti di un quadro con una durata minima di 1 secondo, ad eccezione di quei circuiti che devono essere provati a parte con tensioni idonee. La prova non deve essere eseguita sui circuiti ausiliari protetti da un dispositivo di protezione contro il cortocircuito con valore nominale fino a 16 A e sui circuiti ausiliari per i quali è stata eseguita in precedenza una prova di funzionamento elettrico alla tensione nominale di esercizio per cui tali circuiti sono stati progettati. In alternativa, per i quadri con dispositivo di protezione in entrata fino a 250 A, si può eseguire la prova della resistenza d'isolamento utilizzando una tensione di prova di almeno 500 V c.c. In questo caso la prova si ritiene superata se la resistenza d'isolamento è di almeno 1000 Ohm/V per ciascun circuito. La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data della stessa.

9.) **Cablaggio, prestazioni in condizioni operative e funzionalità**

Con un controllo a vista verificare che sezione, numero e marcature dei conduttori del quadro siano complete. In funzione della complessità del quadro, può essere necessaria una prova di funzionamento elettrico. La procedura di prova e il numero di prove dipendono dalla complessità del quadro. In alcuni casi, può essere necessario eseguire la prova in sito, dopo l'installazione e prima della messa in esercizio. La Verifica individuale deve comprendere: la specifica di prova, il risultato della prova, il nome della persona che ha eseguito la prova e la data della stessa.

Tabella di esempio di “verifica individuale” (collaudo) con indicate le verifiche/prove richieste

Descrizione	Prescrizione di prova	Risultato della prova	Verificatore	Data
Verifica secondo 11.2 “Grado di protezione dei contenitori” (solo esame a vista).	IP__	IP__		
Verifica secondo 11.3 “Distanze di isolamento in aria e superficiali”: mediante misure fisiche o con una prova della tensione di tenuta a impulso conforme a 10.9.3.	In aria: > = __ mm Superficiale: > = __ mm			
Verifica secondo 11.4) “Protezione contro la scossa elettrica e integrità dei circuiti di protezione”: esame a vista delle misure di protezione.	o.k.			
Verifica secondo 11.5 “Installazione dei componenti”: conformità dei componenti installati nel quadro con la documentazione tecnica del quadro.	o.k.			
Verifica secondo 11.6 “Circuiti elettrici interni e collegamenti”: prova a campione dei collegamenti e dei conduttori.	o.k.			
Verifica secondo 11.7 “Terminali per conduttori esterni”: prova dei terminali in accordo con la documentazione tecnica del quadro.	o.k.			
Verifica secondo 11.8 “Funzionamento meccanico”: prova dell' integrità meccanica del quadro in accordo con 10.9.3	o.k.			
Verifica secondo 11. “Proprietà dielettriche”: prova secondo 10.9.2.	__kV			
Verifica secondo 11.10 “Cablaggio, prestazioni in condizioni operative e funzionalità”. Completezza delle informazioni e delle marcature. Può essere necessaria una prova di funzionamento (numero di protocollo del rapporto di prova).	o.k.			

IX. Verifica completa di un quadro

La verifica completa è costituita da una scheda tecnica dell'impianto dalla "Verifica di progetto" e dalla "Verifica individuale". La scheda tecnica dell'impianto include i dati nominali e le condizioni di utilizzo del quadro oggetto della verifica.

La verifica di progetto deve includere per ogni singola verifica effettuata, il metodo di verifica scelto, il criterio di verifica e il numero del rapporto di prova o il numero di eventuali rapporti di verifica mediante calcoli. Il documento della verifica di progetto deve essere trasmesso insieme alla Verifica individuale e alla restante documentazione. Non è necessario allegare i rapporti dettagliati delle prove e dei calcoli eseguiti, che potranno comunque essere richiesti solo dalle autorità di controllo. Tutti i documenti devono essere conservati e tenuti a disposizione delle autorità per almeno 10 anni a partire dalla data di commercializzazione del prodotto.

Se il quadro è destinato al mercato europeo, deve essere redatta la "dichiarazione di conformità". Essa non fa parte della documentazione dell'impianto (fascicolo tecnico) ma deve essere prodotta e conservata dal costruttore e, fornita solo su richiesta delle autorità di controllo.



X. Verifica di progetto: (scheda tecnica dell'impianto) e modulo per la verifica di progetto

Verifica del progetto secondo:	<input type="checkbox"/> DIN EN 61439	<input type="checkbox"/> IEC 61439	Data	
	Parte 1 – Regole generali <input type="checkbox"/> Parte 2 – Quadri di potenza <input type="checkbox"/> Parte 3 – Quadri di distr. con corr. nom. fino a 250 A <input type="checkbox"/> Parte 4 – Quadri per cantiere <input type="checkbox"/> Parte 5 – Quadri di distribuzione in reti pubbliche <input type="checkbox"/> Parte 6 – Quadri per sistemi a sbarre <input type="checkbox"/> Parte 7 - Quadri per installazioni particolari		Numero della Verifica di progetto	
Costruttore del quadro:				
Indirizzo:				
CAP, località:				
e-mail:				
Descrizione del quadro				
Tensione nominale U_n		V		
Tensione nominale di impiego dei circuiti U_e		V		
Tensione nominale di isolamento U_i		V		
Tensione nominale di tenuta a impulso U_{imp}		kV		
Corrente nominale del quadro I_{nA}		A		
Corrente nominale del sistema sbarre $I_{nc\ busbar}$		A		
Corrente nominale ammissibile di picco del quadro I_{pk}		kA		
Corrente nominale ammissibile di breve durata del quadro I_{cw}		kA		Sek.
Corrente nominale di cortocircuito condizionata del quadro I_{cc}		kA		
Fattore nominale di contemporaneità del quadro RDF				

Frequenza nominale f_n		Hz	
Tipo di rete	<input type="checkbox"/> TN-C	<input type="checkbox"/> TN-S	<input type="checkbox"/> TN-C-S
	<input type="checkbox"/> IT	<input type="checkbox"/> TT	<input type="checkbox"/> Altro
Isolamento completo	<input type="checkbox"/> Protezione in caso di guasto	<input type="checkbox"/> Disconnessione automatica alimentazione	<input type="checkbox"/> Isolamento completo
Grado di protezione IP	<input type="checkbox"/> IP XX	<input type="checkbox"/> IP 2X	<input type="checkbox"/> IP 4X
	<input type="checkbox"/> IP 41	<input type="checkbox"/> IP 54	<input type="checkbox"/> IP 55
	<input type="checkbox"/> IP 65	<input type="checkbox"/> IP 66	<input type="checkbox"/> IP ...
Protezione contro l'impatto meccanico IK	<input type="checkbox"/> IK 09	<input type="checkbox"/> IK 10	<input type="checkbox"/> IK ...
tipo di montaggio	<input type="checkbox"/> Fisso	<input type="checkbox"/> Estraibile	<input type="checkbox"/> Asportabile
Ambiente di installazione	<input type="checkbox"/> Interno	<input type="checkbox"/> Esterno	
Tipo di installazione	<input type="checkbox"/> Fisso	<input type="checkbox"/> Mobile	
Utilizzo da parte di	<input type="checkbox"/> Elettricista qualificato	<input type="checkbox"/> Persona formata specificatamente	<input type="checkbox"/> Persona non qualificata
Tipo di dispositivo di protezione	<input type="checkbox"/> Interruttore	<input type="checkbox"/> Fusibile	<input type="checkbox"/> Altro:
Ingombro	Larghezza mm	Altezza mm	Profondità mm
Peso totale	kg		
Classificazione ambiente EMC	<input type="checkbox"/> Ambiente A	<input type="checkbox"/> Ambiente B	
Grado di inquinamento (ambiente di installazione)	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
Condizioni speciali di servizio			

Esempio di verifica di progetto

Verifica di progetto		secondo CEI 61439—
Costruttore		Tipo o numero di identificazione
Articolo o paragrafo	Definizione della verifica	Criterio
10.2.2	Resistenza alla corrosione	Grado severità — per _____
10.2.3.1	Stabilità termica dei contenitori/armadi	A 70 °C per 168 ore, con tempo di ripristino di 96 ore
10.2.3.2	Verifica della resistenza dei materiali isolanti al calore e al fuoco per effetti interni di natura elettrica	960 °C per parti destinate a mantenere in posizione parti che portano corrente 850 °C per contenitori destinati a essere installati in pareti vuote 650 °C per tutte le altre parti
10.2.4	Resistenza alle radiazioni ultravioletti (UV)	
10.2.5	Sistemi di sollevamento	Prova eseguita con carico max.
10.2.6	Prova impatto meccanico	IK —
10.2.7	Marcatura	
10.3	Grado di protezione del contenitore	IP —
10.4	Distanza d'isolamento in aria	— mm per U_{imp} — KV
10.4	Distanza d'isolamento superficiale	— mm per U_i — V, VSG 3, WSG IIIa
10.5.2	Effettiva continuità della messa a terra tra l'armadio e il circuito di protezione	< 0,1 Ohm
10.5.3	Capacità di tenuta al cortocircuito del circuito di protezione	

	Data	
Autore	Numero Verifica di progetto	
Metodo di verifica	Prodotto	Numero del rapporto
Prova		
Prova		
Prova		
Prova		
Prova		
Prova		
Prova		

Verifica di progetto	secondo CEI 61439—
Costruttore	Tipo o numero di identificazione

Articolo o paragrafo	Descrizione della verifica	Criterio
10.6	Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti"	Rispondenza alle prescrizioni di progetto (di cui al par. 8.5) e ai requisiti di prestazione EMC per i componenti installati nel quadro.
10.7	Circuiti elettrici interni e collegamenti	Rispondenza alle prescrizioni di progetto (di cui al paragrafo 8.6) relative ai circuiti elettrici interni e ai collegamenti
10.8	Terminali per conduttori esterni	Rispondenza alle prescrizioni di progetto (paragrafo 8.8) per i terminali dei conduttori esterni
10.9.2	Tensione di tenuta a frequenza di esercizio	Circuiti principali (Tabelle 8, DIN EN 61439-1)
		___ VAC / ___ VDC für ___ V < U _i ≤ ___ V
		Circuiti ausiliari (Tabelle 9, DIN EN 61439-1)
		___ VAC / ___ VDC für ___ V
10.9.3	Tensione di tenuta a impulso	U _{1,2/50'} ___ kV per U _{imp} ___ kV
10.10	Limiti di sovratemperatura	Verifica tramite _____ _____
		I _{nA} = ___ A
10.11	Tenuta al cortocircuito	
10.12	Compatibilità Elettromagnetica (EMC)	Ambiente ___
10.13	Funzionamento meccanico	

	Data
Autore	Numero Verifica di progetto

Metodo di verifica	Prodotto	Numero del rapporto
Verifica tramite valutazione		
Verifica tramite valutazione		
Verifica tramite valutazione		
Prova		



ENCLOSURES

POWER DISTRIBUTION

CLIMATE CONTROL



L'autore, Michael Schell, è Direttore della Divisione Distribuzione Elettrica di Rittal, Herborn (Germania). Si è laureato in Ingegneria Energetica e Automazione presso l'Università di scienze Applicate T.H. Mittelhessen (Gießen, Germania), dove ha conseguito anche un Master in Business Administration. Michael Schell è autore di numerose pubblicazioni e presentazioni sulle tecnologie innovative per i sistemi di distribuzione di energia elettrica.

Biblioteca tecnica Rittal, volume 1

Publicato da Rittal GmbH & Co. KG
Herborn, Aprile 2013
Fonti: citazioni e dati estratti da IEC 61439

Tutti i diritti sono riservati.
Vietata la riproduzione e/o la distribuzione senza
consenso scritto.

Gli autori e l'editore, pur assicurando il massimo impegno nella realizzazione di tutti i testi e tutte le immagini di questo documento, non possono garantire la totale correttezza, completezza e attualità delle informazioni fornite. L'editore e gli autori declinano ogni responsabilità per eventuali danni, diretti e indiretti, derivanti dall'utilizzo delle informazioni contenute nel presente documento.

FRIEDHELM LOH GROUP



Rittal – The System.

Faster – better – everywhere.

- Armadi
- Distribuzione di corrente
- Climatizzazione
- Infrastrutture IT
- Software & Service

Rittal S.p.A
S.P.14 Rivoltana, Km 9,5 • I-20060 Vignate (MI)
Tel. +39(0)2 95930 351 • Fax: +39(0)2 95 60 571
E-Mail: info@rittal.it • www.rittal.it



FRIEDHELM LOH GROUP