

Distribuzione di corrente

Indicazioni generali

Nello sviluppo dei sistemi di distribuzione a sbarre e dei relativi componenti, Rittal si avvale delle più moderne tecnologie, attenendosi strettamente alle normative e alle prescrizioni vigenti. I sistemi Rittal trovano applicazione in tutto il mondo nelle aziende specializzate. Oltre che dai controlli effettuati da Rittal, la qualità dei componenti per la distribuzione di corrente è garantita dal superamento di severe prove e da numerosi attestati di certificazione.

Poiché lo sviluppo dei prodotti è un processo continuo, Rittal si riserva il diritto di apportare eventuali modifiche considerate opportune per il miglioramento dei suoi prodotti.

Utilizzo

Per evitare danni a cose o persone, il montaggio e l'utilizzo dei sistemi di distribuzione a sbarre deve essere effettuato esclusivamente da personale specializzato. A tale scopo è necessario rispettare le specifiche tecniche, le norme e le direttive vigenti.

L'utilizzatore è tenuto ad attenersi scrupolosamente alle informazioni e alle istruzioni fornite da Rittal, trasmettendole a eventuali utilizzatori o clienti successivi. Rispettare scrupolosamente le indicazioni sulle copie di serraggio dei dispositivi elettrici per garantire sempre un fissaggio ottimale. A seguito di un trasporto, controllare i collegamenti e serrarli all'occorrenza.

I fusibili a bassa tensione devono essere maneggiati esclusivamente da elettricisti qualificati o tecnici specializzati.

Per i dispositivi di commutazione in bassa tensione valgono le seguenti prescrizioni e norme:

- Seguire le direttive VDE 0105 – 100
- Prima dell'attivazione, verificare che il coperchio sia posizionato correttamente sullo chassis
- Se il coperchio non è completamente aperto, a seconda del senso di alimentazione in ingresso, i fusibili potrebbero essere sotto tensione
- Eseguire velocemente le operazioni necessarie

Indicazioni tecniche, dati riportati nei cataloghi Rittal e condizioni operative

I componenti per la distribuzione di corrente sono utilizzati in combinazione con una serie di dispositivi di comando, oltre che con altri elementi. I singoli componenti e i moduli che si vengono a creare necessitano di condizioni ambientali e di esercizio molto differenti, che esulano dalla possibilità di controllo di Rittal e che devono essere certificati dal costruttore del quadro o dell'impianto elettrico al fine di garantirne la sicurezza di funzionamento.

Salvo diverse indicazioni, per i componenti per la distribuzione di corrente Rittal nel mercato IEC valgono le norme DIN EN 61 439-1/ DIN EN 61 439-2 e le condizioni ambientali ivi previste per le installazioni indoor fino al grado di inquinamento 3 e alla categoria di sovratensione IV. Con una temperatura interna dell'armadio di comando > a 35°C si deve prevedere un eventuale declassamento in funzione dell'applicazione.

Soprattutto in relazione ai limiti di sovratemperatura previsti dalla norma DIN EN 61 439-1 (tabella 6), il costruttore del quadro deve considerare i seguenti fattori:

- Disposizione dei componenti sulla base dell'influsso termico a livello dell'intera struttura
- Potenza dissipata degli interruttori di potenza e dai fusibili
- Misure e dispositivi di ventilazione passiva/forzata
- Sezioni dei cavi in conformità alla norma e/o ai dati forniti dal costruttore
- Modalità di funzionamento dell'impianto (cicli di accensione/spegnimento e così via)
- Osservanza delle condizioni operative e ambientali
- Osservanza del fattore di contemporaneità nominale (RDF)
- Osservanza del fattore di contemporaneità

Occorre inoltre tenere presente che la posizione di montaggio standard del sistema di distribuzione a sbarre è in orizzontale; tale posizione determina la posizione di montaggio in verticale per l'installazione dei dispositivi. Completato il montaggio del sistema, è necessaria una verifica delle distanze minime in aria e superficiali secondo DIN EN 60 664-1.

Durante il trasporto, l'immagazzinamento o l'uso dei componenti, è importante evitare il contatto diretto con sostanze chimiche o con un'atmosfera eccessivamente esposta ad agenti inquinanti, poiché tali condizioni potrebbero causare corrosione da contatto o altri effetti negativi permanenti.

Le indicazioni relative alle coppie di serraggio sono valori massimi con una tolleranza di $\pm 10\%$.

In particolare, per quanto riguarda il mercato UL, i requisiti previsti dalla norma UL 508A si applicano a tutti i costruttori di quadri e impianti elettrici. A seconda dell'applicazione, occorre tenere in considerazione i percorsi in aria e superficiali da effettuare.

Sistemi e componenti di distribuzione a sbarre: normative e direttive generalmente applicabili

- **DIN EN 13 601**
Rame e leghe di rame –
Barre e fili di rame per usi elettrici generali
- **DIN EN 60 269-1**
Fusibili in bassa tensione
Parte 1: Requisiti generali
- **DIN EN 60 715/IEC 60 715**
Dimensioni dei dispositivi di comando in bassa tensione –
Guide portanti normalizzate per il fissaggio meccanico dei dispositivi elettrici dei quadri di distribuzione
- **DIN EN 61 439-1/IEC 61 439-1**
Combinazioni di dispositivi di comando in bassa tensione
Parte 1: Specifiche generali
Sostituisce DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-2/IEC 61 439-2**
Combinazioni di dispositivi di comando in bassa tensione
Parte 2: Combinazioni di dispositivi di comando
Sostituisce DIN EN 60 439-1
- **DIN EN 61 439-3/IEC 61 439-3**
Combinazioni di dispositivi di comando in bassa tensione
Parte 3: Quadro di distribuzione a pavimento per l'utilizzo da parte di utenti meno esperti
- **DIN EN 60 947-1/IEC 60 947-1**
Dispositivi di comando in bassa tensione
Parte 1: Specifiche generali
- **DIN EN 60 947-3/IEC 60 947-3**
Dispositivi di comando in bassa tensione
Parte 3:
Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili
- **DIN EN 60 664-1/IEC 60 664-1**
Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature elettriche nei quadri e negli impianti elettrici in bassa tensione
Parte 1: Principi, requisiti e prove
- **DIN EN 60 999-1/IEC 60 999-1**
Dispositivi di connessione – Conduttori elettrici in rame –
Requisiti di sicurezza per unità di serraggio a vite e non a vite
Requisiti generali e particolari per unità di serraggio per conduttori con sezione da 0,2 mm² a 35 mm² (inclusi)
- **DIN EN 60 999-2/IEC 60 999-2**
Dispositivi di connessione – Conduttori elettrici in rame –
Requisiti di sicurezza per unità di serraggio a vite e non a vite
Parte 2: Requisiti particolari per unità di serraggio per conduttori con sezione superiore a 35 mm² fino a 300 mm² (inclusi)
- **DIN 43 671**
Sbarre di distribuzione in rame, dimensionamento per corrente permanente
- **DIN 43 673-1**
Forature e raccordi a vite delle sbarre di distribuzione, sbarre di distribuzione con sezione rettangolare
- **2006/42/CE**
Direttiva macchine
- **2006/95/CE**
Direttiva bassa tensione
- **UL 248**
Fusibili di bassa tensione
- **UL 4248-1**
Portafusibili Parte 1: Requisiti generali
- **UL 486 E**
Terminali di cablaggio delle apparecchiature per l'uso di conduttori di alluminio e/o in rame
- **UL 489**
Interruttori scatolati, contenitori per interruttori e commutatori scatolati
- **UL 508**
Apparecchiature di controllo industriale
- **UL 508A**
Pannelli di controllo industriali
- **UL 512**
Portafusibili
- **UL 845**
Centraline di controllo motori
- **UL 891**
Quadri elettrici

Distribuzione di corrente

Indicazioni generali

Quadri elettrici in bassa tensione certificati IEC 61 439

I tipi di scomparto dei dispositivi di comando combinati in bassa tensione Ri4Power sono conformi al certificato di progettazione secondo DIN EN 61 439-1 e DIN EN 61 439-2. La pianificazione e l'esecuzione avvengono in conformità alle specifiche e alle istruzioni di installazione dei sistemi Ri4Power. Allo stesso modo, i tipi di scomparto dei dispositivi di comando combinati in bassa tensione soddisfano i requisiti di progettazione secondo DIN EN 61 439-1 e DIN EN 61 439-2.

I sistemi Ri4Power sono stati testati con apparecchiature dei seguenti produttori:

- ABB
- Eaton
- GE
- Jean Müller
- Mitsubishi
- Schneider Electric
- Siemens
- Terasaki

e con i componenti RiLine di Rittal. A differenza di un quadro elettrico non soggetto a prove, le prescrizioni sulla scelta dei componenti e dei dispositivi di protezione sono legate ai tipi di quadro che hanno superato le prove richieste. In fase di progettazione degli interruttori, eventuali fattori di riduzione vengono considerati in caso di impiego con temperature più elevate all'interno dell'armadio.

I parametri tecnici di una combinazione di dispositivi di comando certificata devono essere concordati tra l'utilizzatore e il produttore del quadro prima della pianificazione e dell'allestimento della medesima combinazione. Per una corretta configurazione del sistema Ri4Power si consiglia l'uso del software Rittal Power Engineering. Il software fornisce tutti i parametri tecnici e permette all'utilizzatore di ottenere la soluzione ottimale. Il certificato di progettazione di una combinazione di dispositivi di comando attesta il funzionamento dell'unità composta da armadio di comando, sistema di distribuzione a sbarre e dispositivi di comando, garantendo il rispetto di tutti i valori limite a livello tecnico.

I dati tecnici di una combinazione di dispositivi di comando con certificato di progettazione possono discostarsi dai valori certificati dei singoli componenti, poiché questi devono rispettare spesso diverse specifiche di prova.

Anche per quanto riguarda i sistemi di distribuzione a sbarre, i dati relativi a una combinazione di dispositivi di comando certificata possono discostarsi da quanto previsto dalla norma DIN 43 671. Questo perché in fase di collaudo vengono considerati anche i dispositivi con dissipazione di potenza, oltre che i contenitori e il sistema di distribuzione stesso. Per i dati tecnici di sistema delle combinazioni di dispositivi di comando con certificato di progettazione fare riferimento ai capitoli 2-106, pagina 1-7.

Se ai tipi di scomparto sono associati dati di misurazione diversi, occorre considerare che i valori nominali per l'intera combinazione di dispositivi di comando sono determinati in base ai valori più bassi per il sistema di distribuzione a sbarre principale e al grado di protezione globale.

Quadri elettrici in bassa tensione Ri4Power non certificati secondo IEC 61 439

I componenti Ri4Power possono essere utilizzati anche al di fuori delle combinazioni di dispositivi di comando con certificato di progettazione. In questo caso bisogna tenere

presenti i dati tecnici dei prodotti nonché i valori di capacità di tenuta al cortocircuito e i valori nominali dei sistemi di distribuzione a sbarre.

Progettazione e pianificazione conforme alle prescrizioni

Di norma i quadri elettrici di comando e di distribuzione di bassa tensione devono essere progettati in modo tale da soddisfare tutte le condizioni operative del luogo in cui vengono installati. Sarebbe opportuno, proprio per questo motivo, che il gestore dell'impianto stabilisca, insieme al produttore, le condizioni operative e ambientali. Normalmente il gestore o l'ufficio di progettazione comunica tutti i dati elettrici relativi all'alimentazione di rete e quelli relativi all'uscita del sistema di distribuzione. Solo in questo modo è possibile progettare e realizzare un impianto a basso costo e specifico per ogni esigenza.

Dati di base essenziali per la pianificazione e la progettazione

- Norme ovvero regolamenti nazionali o internazionali da applicare
- Condizioni tecniche di allacciamento secondo le norme
- Norme specifiche per il gestore
- Misure di sicurezza legate alla rete e alla protezione
- Tensione nominale e frequenza
- Corrente nominale sulla base del numero di conduttori (alimentazione e sbarre di distribuzione)
- Tensione nominale di isolamento
- Corrente di corto circuito nel punto di installazione
- Posizione del cavo di alimentazione, proveniente dall'alto o dal basso
- Numero di cavi di alimentazione e conduttori con indicazione del tipo e della sezione
- Numero delle uscite con indicazione del carico di funzionamento così come del tipo e della sezione dei cavi di uscita previsti.
- Per il lato di uscita, indicazione del fattore di contemporaneità e del fattore di utilizzo nominale delle rispettive utenze.

Importanti condizioni operative e ambientali

- Tensione nominale di esercizio U_e
- Frequenza della rete f_n
- Tensione nominale di isolamento U_i
- Tensione nominale di tenuta ad impulso U_{Imp}
- Corrente nominale del quadro I_{nA}
- Corrente nominale di un circuito I_{nc}
- Fattore nominale di contemporaneità RDF
- Fattore di utilizzo
- Corrente di corto circuito determinata I_{cc}
- Corrente nominale sbarre I_{sas}
- Corrente nominale ammissibile di picco I_{pk}
- Corrente nominale ammissibile di breve durata I_{cw}
- Condizione di temperatura ambiente θ
- Sollecitazione climatica atmosferica con dati sull'umidità e la temperatura relativa dell'aria
- Grado di protezione IP
- Indicazione secondo DIN IEC 60 529
- Grado di protezione IP

Fattore di contemporaneità

secondo DIN EN 61 439-2, tabella 101

Il fattore di contemporaneità di una combinazione di apparecchiature o di una parte di essa (ad esempio uno scomparto) formata da più circuiti principali è il rapporto tra la somma più elevata di tutte le correnti previste in un momento qualsiasi nei circuiti principali interessati e la somma delle correnti nominali di tutti i circuiti principali della combinazione di apparecchiature o della parte presa in considerazione.

Numero di circuiti principali	Fattore di contemporaneità
2 e 3	0,9
4 e 5	0,8
6 e 9	0,7
10 o più	0,6
Attuatore	0,2
Motori ≤ 100 kW	0,8
Motori ≥ 100 kW	1,0

Connessioni dei conduttori

Se non diversamente riportato nella documentazione tecnica Rittal o sugli stessi prodotti, le indicazioni sulle connessioni dei conduttori valgono esclusivamente per il collegamento dei conduttori in rame. Le connessioni con conduttori di alluminio richiedono una preparazione speciale dei conduttori stessi e devono essere controllate a intervalli regolari.

Attenersi alla coppia di serraggio indicata sul prodotto stesso o nella documentazione. Secondo le attuali normative DIN EN 60 999-1 e -2, i dispositivi di serraggio a vite non devono essere sottoposti ad alcun carico di trazione. Per questa ragione, al fine di garantire una installazione adeguata, occorre predisporre un idoneo ammasso cavi. Le tolleranze di serraggio specificate nei documenti Rittal rappresentano il valore assoluto minimo/massimo applicabile sul conduttore. Quando si utilizzano capicorda, a causa delle diverse tipologie di compressione, non è possibile fornire un indice universale poiché possono esserci scostamenti per la zona di serraggio o connessioni elettromagneticamente sfavorevoli. Generalmente si deve evitare che l'effetto della forza esercitata dal morsetto non diminuisca o addirittura compensi la compressione naturale del capocorda. Ad esempio, una compressione quadrata o trapezoidale è preferibile per i morsetti a compressione piana. Per i morsetti cilindrici, la compressione circonferenziale è la più adatta. In particolare, soprattutto per i cavi con sezioni più grandi, l'uso di conduttori quadrati o trapezoidali in morsetti con forma circolare, può creare una connessione elettromeccanica non idonea. Il motivo di ciò è l'effetto di autorilascio, poiché quando il morsetto è avvitato, gli spigoli del capocorda sono risagomati in direzione circolare, e come risultato, la compressione tra il conduttore e il capocorda può risultare compromessa. I morsetti non hanno lo scopo di deformare il conduttore, imponendogli una diversa forma di compressione. Tali modalità di collegamento sono una delle cause più classiche di eccessivo surriscaldamento e, nei casi peggiori, possono determinare la ionizzazione dell'aria circostante, l'innesco di archi elettrici, fino alla completa distruzione dell'impianto.

Abbreviazioni in uso per i tipi di conduttori secondo DIN EN 60 228:

- re** Conduttore circolare unifilare
- se** Conduttore settoriale unifilare
- rm** Conduttore circolare multifilare
- sm** Conduttore settoriale multifilare
- f** Conduttore flessibile

Per le connessioni a vite secondo UL vale la norma UL 486E. I morsetti si distinguono per il cablaggio in fabbrica o sul campo. Tutte le connessioni a vite degli adattatori di connessione e per apparecchi della serie Rittal RiLine60 hanno superato severi test ai fini della certificazione per il cablaggio sul campo. Secondo UL 486E, non si deve utilizzare alcun tipo di capicorda per la preparazione dei cavi. La configurazione con lavorazione delle estremità è in fase di elaborazione da parte di UL.

Abbreviazioni in uso per i tipi di conduttori secondo UL 486E:

- s** Stranded (multifilare)
- sol** Solid (unifilare)

La seguente tabella mostra le corrispondenze tra le sezioni AWG e MCM e le sezioni dei conduttori in mm²:

Dimensioni conduttore	Sezione assoluta in mm ²	Sezione standard successiva in mm ²
AWG 16	1,31	1,5
AWG 14	2,08	2,5
AWG 12	3,31	4
AWG 10	5,26	6
AWG 8	8,37	10
AWG 6	13,3	16
AWG 4	21,2	25
AWG 2	33,6	35
AWG 0	53,4	50
AWG 2/0	67,5	70
AWG 3/0	85	95
MCM 250	127	120
MCM 300	152	150
MCM 350	178	185
MCM 500	254	240
MCM 600	304	300

AWG = American Wire Gauges

MCM = Circular Mils (1 MCM = 1000 Circ. Mils = 0,5067 mm²)

Distribuzione di corrente

Indicazioni generali

Portata di corrente dei cavi

La portata di corrente di cavi e linee dipende da diversi fattori. Oltre all'isolamento, cioè la struttura che avvolge il cavo, influiscono altri fattori, quali:

- tipo di posa
- densità
- temperatura ambiente

Tali fattori sono decisivi per determinare la portata di corrente di un conduttore.

Sulla base dei dati forniti nelle seguenti tabelle, è possibile calcolare la portata di corrente dei conduttori con sezioni comprese tra 1,5 e 35 mm², considerando i fattori suddetti.

Portata di corrente dei cavi isolati in PVC a una temperatura ambiente di +40°C, tipo di posa E (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Sezione nominale mm ²	Portata A
1,5	16
2,5	22
4	30
6	37
10	52
16	70
25	88
35	114

Fattori di conversione K ₂ per la portata delle linee (DIN EN 60 204-1:1998-11)	
Temperatura ambiente °C	Fattore
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

Fattore di riduzione per densità di cavi/linee K ₁				
tipo di posa	Numero di circuiti alimentati			
	2	4	6	9
E	0,88	0,77	0,73	0,72

Esempio di calcolo di dimensionamento

Si deve calcolare la corrente massima ammissibile dei conduttori di un cavo da 16 mm² isolato in PVC tipo H07 utilizzato per la connessione di un portafusibile D 02-E 18 (SV 3418.010) alle seguenti condizioni:

Condizioni di posa e ambientali

- Posa dei cavi nella canalina portacavi con 6 circuiti alimentati
- Temperatura ambiente nell'armadio di comando 35°C
- Temperatura ambiente diretta della guida nella canalina 50°C

$$\begin{aligned} I_{\max} &= I_{(40^{\circ}\text{C})} \cdot K_1 \cdot K_2 \\ &= 70 \text{ A} \cdot 0,73 \cdot 0,82 \\ &= 41,9 \text{ A} \end{aligned}$$

Risultato:

Con le presenti condizioni ambientali l'utilizzo del cavo di connessione del fusibile è possibile solo fino a max. 41,9 A. Altri fattori, come l'allineamento di elementi o configurazioni con condizioni di convezione non idonee possono ridurre ulteriormente questo valore.

Correnti nominali e correnti di corto circuito di trasformatori normalizzati

Tensione nominale $U_N = 400\text{ V}$		400 V	
Tensione di corto circuito U_k		4% ¹⁾	6% ²⁾
Potenza nominale S_{NT} [kVA]	Corrente nominale I_N [A]	Corrente di corto circuito I_k ³⁾ [kA]	
50	72	1,89	–
63	91	2,48	1,65
100	144	3,93	2,62
125	180	4,92	3,28
160	231	6,29	4,20
200	289	7,87	5,24
250	361	9,83	6,56
315	455	12,39	8,26
400	577	15,73	10,49
500	722	19,67	13,11
630	909	24,78	16,52
800	1155	–	20,98
1000	1443	–	26,22
1250	1804	–	32,78
1600	2309	–	41,95
2000	2887	–	52,44
2500	3608	–	65,55

¹⁾ $U_k = 4\%$ a norma secondo DIN 42 503 per $S_{NT} = 50 \dots 630\text{ kVA}$

²⁾ $U_k = 6\%$ a norma secondo DIN 42 511 per $S_{NT} = 100 \dots 1600\text{ kVA}$

³⁾ I_k = Corrente alternata breve iniziale del trasformatore all'allacciamento a una rete con cavo di corto circuito illimitato

Utilizzo di fusibili semiconduttori nei sezionatori sottocarico NH RiLine e nei portafusibili a cavaliere

La protezione da sovraccarico e corto circuito dei componenti dei semiconduttori richiede fusibili con prestazioni elevate. Dato che gli elementi dei semiconduttori hanno una bassa capacità termica, il valore dell'energia specifica passante (valore I^2t -) dei fusibili per semiconduttori del tipo aR, gR o gRL deve essere adattato al valore limite dell'elemento del semiconduttore da proteggere. Ne consegue che i fusibili devono innescarsi molto velocemente e che la sovratensione durante il processo di disinserimento (tensione di commutazione, cioè tensione d'arco) deve essere più bassa possibile. In confronto ai fusibili impiegati per la protezione di cavi e guide o dei trasformatori, le particolari caratteristiche dei fusibili per semiconduttori portano a una elevata potenza dissipata.

L'elevata dissipazione viene trasmessa all'ambiente sotto forma di energia termica. Dato che ogni dispositivo di comando NH è in grado di trasmettere solo limitatamente energia termica all'ambiente, nei dati tecnici dei dispositivi di comando NH viene riportato il valore di massima dissipazione ($P_{V,max}/\text{fusibile}$). Nel caso i valori dovessero superare la potenza dissipata indicata dal produttore, la corrente nominale deve essere ridotta secondo la tabella riportata qui a fianco, oppure la sezione minima di connessione deve essere aumentata proporzionalmente per facilitare la dissipazione di calore.

Queste caratteristiche tecniche valgono anche per i fusibili semiconduttori, sulla base delle norme DIN EN/IEC 60 269-3 e 60 269-4. Questi fusibili corrispondono ai normali fusibili Neozed e Diazed diffusi sul mercato e possono essere fisicamente utilizzati con i portafusibili a cavaliere di Rittal.

Si deve evitare che la potenza dissipata dei fusibili equiparabili con caratteristiche gL o gG venga superata. Se necessario, prendere in considerazione i fattori di riduzione.

Potenza dissipata delle cartucce fusibili per portafusibili a cavaliere

I valori massimi della potenza di uscita per i fusibili delle cartucce Rittal D 02/D II e D III sono rilevabili dalla tabella qui a fianco. Questi valori si basano su DIN VDE 0636-3 oppure HD 60 269-3 «Fusibili in bassa tensione Parte 3: Requisiti aggiuntivi per l'utilizzo da parte di utenti meno esperti», Tabella 101. Per i valori della potenza dissipata non corrispondenti è necessario determinare i fattori di riduzione per la corrente nominale in base all'applicazione. Questo vale soprattutto per applicazioni con fusibili aR o gR (semiconduttori), che per caratteristiche di progettazione possono avere una potenza dissipata notevolmente maggiore.

Corrente nominale I_N A	Potenza di uscita massima W	
	D 01/D 02	D II/D III
2	2,5	3,3
4	1,8	2,3
6	1,8	2,3
10	2,0	2,6
13	2,2	2,8
16	2,5	3,2
20	3,0	3,5
25	3,5	4,5
35	4,0	5,2
50	5,0	6,5
63	5,5	7,0