

Resistenze di frenatura dinamiche

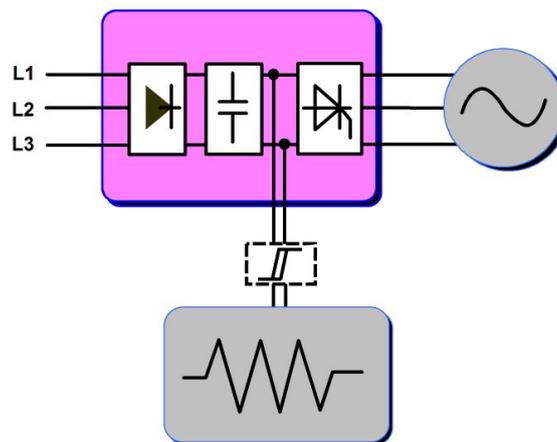
Per la rapida conversione di energia potenziale e di energia cinetica non desiderate, in energia termica

Introduzione

Quando un motore viene trascinato dal proprio carico meccanico, come nel caso di un volano in decelerazione, il motore si comporta come un generatore e l'energia cinetica viene convertita in energia elettrica. Spesso questo surplus di energia elettrica, se non può essere recuperata risulta indesiderata e può essere nociva per il sistema di azionamento elettrico del motore. Quando compare questa condizione l'energia in eccesso può essere assorbita dall'inserimento di un carico resistivo nel circuito del motore che la converte in calore e nello stesso tempo viene creato un effetto frenante che solitamente è desiderato per motivi di sicurezza e di protezione del sistema di azionamento elettrico.

Connessione

I costruttori di inverter a frequenza variabile sono consapevoli che l'utilizzo di una resistenza di frenatura risulta indispensabile in alcune applicazioni e mettono quindi a disposizione le connessioni al DC link per consentire di collegarne una. L'elettronica di controllo sorveglia il valore della tensione nel DC link e quando tale valore va al di sopra di un certo limite la resistenza di frenatura viene connessa al circuito tramite un FET o un IGBT altrimenti noti come "chopper". Quando il valore della tensione DC scende al di sotto di un livello di sicurezza la resistenza di frenatura viene nuovamente disconnessa dal circuito.



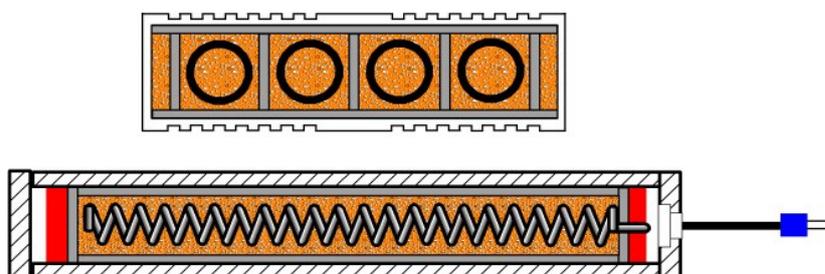
Esempi di resistenze di frenatura REO

L'immagine mostra una resistenza di frenatura BW 155 che è composta dalla combinazione di più moduli che possono avere una potenza totale fino a 30 kW. E' stata progettata per essere inserita all'interno della struttura di scale mobili e ascensori.

La resistenza di frenatura più piccola appartiene alla serie BW 152 che ha valori di potenza che vanno dai 100 ai 250 Watt.



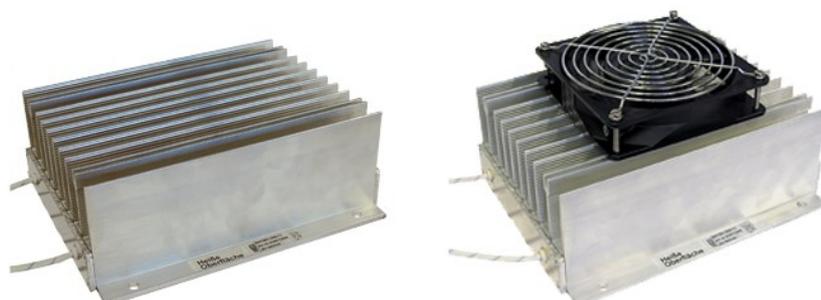
Costruzione



	Elementi resistivi avvolti con lega rame-nichel (costantana) o lega nichel-cromo che mantengono invariata la propria resistività in un ampio campo di temperatura. Più avvolgimenti sono collegati in parallelo e ciò significa che il carico non si basa su un singolo avvolgimento.
	Gli avvolgimenti sono circondati da un riempitivo al quarzo che garantisce stabilità meccanica e protezione contro i corto circuiti e fornisce proprietà autoestinguenti che sono importanti dal punto di vista della sicurezza e dell'affidabilità. Ciò favorisce inoltre il trasferimento efficiente del calore dagli avvolgimenti del resistore alle superfici interne del contenitore di alluminio.
	Un ulteriore isolamento elettrico è fornito da fogli isolanti di mica che vengono inseriti tra i differenti avvolgimenti e tra il complesso degli avvolgimenti e le pareti inferiore e superiore del contenitore in estruso di alluminio.
	Per un isolamento ulteriore e per fornire un grado di protezione fino a IP67 il complesso assemblato del resistore viene incapsulato all'interno della cavità del corpo estruso di alluminio utilizzando un sigillante siliconico applicato ad entrambe le estremità. Il sigillante viene poi protetto da piastre di copertura avvitate ad entrambe le estremità del contenitore di alluminio.
	Il contenitore in estruso di alluminio agisce come dissipatore di calore e dissipa rapidamente nell'aria aperta l'energia termica generata dagli avvolgimenti del resistore. Speciali gradi di finitura superficiale dell'alluminio vengono utilizzati per garantire durata a lungo termine in presenza di tutti i tipi di condizioni ambientali inclusa la nebbia salina.

Resistenze di frenatura con raffreddamento ad aria

Al fine di aumentare la capacità, alcune resistenze di frenatura standard prodotte da REO possono essere fornite già equipaggiate con ventola di raffreddamento. Ad esempio nella parte di estruso di alluminio che nella serie BW 155 fa da dissipatore di calore vi sono scanalature a "T" disponibili per il montaggio di una ventola se viene richiesta maggiore potenza (in questo caso il valore di potenza raddoppia).



Resistenze di frenatura con raffreddamento ad acqua

Quando gli spazi a disposizione sono ristretti oppure quando la resistenza di frenatura deve essere montata in un quadro elettrico con raffreddamento inadeguato, allora le unità con raffreddamento a ventilazione forzata hanno limitazioni e la soluzione è l'utilizzo di una resistenza di frenatura con raffreddamento ad acqua. Queste resistenze possono essere raffreddate in modo indiretto avvitandole ad un pannello di fondo con serpentine integrate per la circolazione del fluido refrigerante inserite fra una doppia lastra metallica. Il pannello di fondo può essere utilizzato per raffreddare anche altri componenti come ad esempio inverter e induttanze.

In alternativa REO può fornire resistenze di frenatura con [raffreddamento ad acqua indiretto](#), che è parte integrante del complesso assemblato che costituisce il resistore, come nel caso ad esempio della BW C 153.



Dall'immagine si può vedere che vi sono sei moduli di resistori che sono collegati attraverso passacavi EMC a una scatola morsetti centrale. Interposti fra i resistori vi sono quattro moduli per il raffreddamento ad acqua e l'intero complesso è montato insieme e fissato su una piastra di base utilizzando piastre laterali e bulloni.

REO realizza questa costruzione per potenze nel campo 20 - 130 kW (data sheet disponibili a richiesta).

Resistenze di frenatura con raffreddamento ad acqua diretto

Un metodo più efficiente di raffreddamento consiste nell'incorporare il circuito di raffreddamento direttamente all'interno del corpo del resistore stesso, come mostrato nell'esempio seguente che raffigura la resistenza di frenatura NTT BW D 158.



Per estrema sicurezza gli attacchi per l'acqua sono posti nella parte opposta del corpo del resistore rispetto alle connessioni elettriche, che possono essere cavi volanti o morsetti in una scatola morsetti. Questa particolare realizzazione è molto compatta e non richiede protezioni aggiuntive.

Unità multiple

Per ottenere livelli di potenza più elevati è possibile assemblare assieme più resistenze di frenatura e poi collegarle in serie/parallelo a seconda del valore di resistenza che deve essere connesso al DC link dell'inverter (i valori di potenza e di resistenza sono normalmente forniti dal costruttore del drive).



L'esempio mostrato in figura è un resistore doppio REO raffreddato ad acqua - tipo BW D 158, forma costruttiva BF2 – che può dissipare fino a 10 kW di potenza. Un maggior numero di unità multiple che utilizzano questa tecnologia - ad esempio 4 x BF3 - possono dissipare fino a 60 kW di potenza.

Refrigeranti

I resistori REO standard sono progettati per lavorare con 40°C di temperatura ambiente e le massime temperature del refrigerante sono 25°C in ingresso e 45°C in uscita, nell'assunta ipotesi che i resistori vengano adeguatamente installati con l'orientazione corretta.

È importante che venga utilizzato un refrigerante industriale oppure acqua potabile e che l'acqua sia dolce e non contenga contaminanti meccanici, chimici e biologici. Lo standard VBG-R 455 P si applica ai refrigeranti adatti.

REO fornisce una gamma completa di accessori per la costruzione dei circuiti refrigeranti, inclusi tubi flessibili, sensori di temperatura del refrigerante, collettori e valvole di sfiato.

Sorveglianza della temperatura

Tutte le resistenze di frenatura REO possono essere equipaggiate con un interruttore termico che viene utilizzato per sorvegliare la temperatura del resistore. Quando il limite di temperatura viene superato i contatti dell'interruttore termico si aprono e questo stato viene utilizzato come segnale di anomalia in modo tale che il l'azionamento del motore possa essere portato ad un arresto controllato. L'interruttore termico ha due cavetti volanti che vengono utilizzati per la connessione all'unità di controllo dell'azionamento.

Ciclo di funzionamento (duty cycle)

Le resistenze di frenatura REO sono progettate per funzionamento 100% continuo al valore di potenza indicato sull'etichetta dei dati elettrici. Quando le resistenze di frenatura vengono progettate e sottoposte a test, il funzionamento continuo è calcolato essere 120 secondi o più lungo al valore della piena potenza, se non diversamente specificato nella documentazione tecnica. Quindi se le resistenze di frenatura vengono utilizzate per meno di 120 secondi, in tutti i periodi di funzionamento possono essere utilizzate a un valore di potenza superiore. La figura qui sotto mostra il fattore di moltiplicazione che può essere utilizzato per calcolare il sovraccarico ammissibile per una resistenza di frenatura.

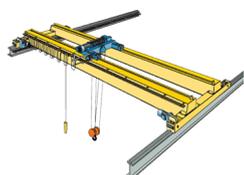
Quando si fa uso del fattore di sovraccarico è importante ricordarsi che le prestazioni delle resistenze di frenatura sono calcolate per una temperatura ambiente pari a 40 °C e per un'altezza di installazione non superiore ai 1000 metri sul livello del mare. Se questi limiti vengono superati allora si ha una riduzione della potenza di utilizzazione. La riduzione del valore di potenza è pari al 5% ogni 10K di aumento di temperatura. La scelta del valore di potenza di una resistenza di frenatura dipende anche dal valore della tensione della rete di alimentazione e dal valore di resistenza fornito dal costruttore dell'inverter.

Criteri di progettazione

Le resistenze di frenatura REO sono progettate per una durata di esercizio pari a 30 anni o 200.000 ore. Il trattamento superficiale del contenitore di alluminio è selezionato per garantire la massima protezione contro i danni meccanici, vibrazioni, urti, corrosione, umidità, condizioni atmosferiche e contaminazione. La tecnica di costruzione REO rende possibile offrire gradi di protezione fino a IP 67. Inoltre i metodi di costruzione utilizzati nella produzione consentono ai componenti di resistere a impulsi di tensione e a impulsi di corrente di valore più elevato, in modo simile a resistori per circuiti di carica e di corto circuito.

Tutte le resistenze di frenatura REO vengono sottoposte a prove di tensione a 2.5 kV AC.

Applicazioni tipiche



Gru a carroponte

Quando una gru fa scendere un carico pesante deve contendere con energia potenziale in eccesso e ciò può far sì che il motore acceleri in maniera incontrollata creando una situazione di pericolo. Una resistenza di frenatura può essere utilizzata per evitare che ciò accada.

Scale mobile e ascensori



Quando scale mobile e ascensori vanno in discesa trasportando persone c'è un eccesso di energia potenziale che tende ad azionare il motore di sollevamento in modo inverso facendolo comportare come un alternatore. Per dissipare l'energia elettrica indesiderata può essere utilizzata una resistenza di frenatura. REO costruisce speciali resistenze di frenatura per ascensori senza locale macchina e per l'installazione all'interno della struttura di una scala mobile. Questi resistori hanno speciali scatole di connessione EMC che vengono richieste negli edifici pubblici e possono fornire un grado di protezione IP 65 contro la penetrazione dei liquidi e la polvere. I resistori non richiedono un contenitore aggiuntivo, possono quindi essere utilizzati in spazi confinati e di solito hanno un costo inferiore rispetto ai resistori con contenitore.

contenitore aggiuntivo, possono quindi essere utilizzati in spazi confinati e di solito hanno un costo inferiore rispetto ai resistori con contenitore.

Locomotive elettriche



Resistenze di frenatura dinamica vengono spesso utilizzate in unione ai freni pneumatici nelle locomotive elettriche per ridurre l'usura dei componenti meccanici. Quando viene connessa al circuito, la resistenza di frenatura fa sì che la corrente scorra in direzione opposta a quella in cui scorre quando la locomotiva è in trazione. Quindi il motore esercita una coppia che si oppone al moto di avanzamento. REO produce resistori speciali per soddisfare gli elevati requisiti meccanici e ambientali dell'industria ferroviaria.

Generatori eolici



La frenatura di un generatore eolico può essere ottenuta "scaricando" energia dal generatore a una resistenza di frenatura. Questa tecnica è utile se il carico cinetico nel generatore viene immediatamente ridotto o se è troppo piccolo per mantenere la velocità di rotazione del generatore all'interno dei limiti consentiti. Anche con forti venti è possibile introdurre una frenatura ciclica che provoca il rallentamento delle pale del generatore e aumenta l'azione di arresto, mantenendo ridotta così l'efficienza aerodinamica delle pale. In questo modo la velocità di rotazione del generatore viene mantenuta a un valore di sicurezza.

Altre applicazioni comprendono le macchine per l'assemblaggio automatico che hanno grandi masse che devono mettersi in moto ed arrestarsi rapidamente, e alimentatori che contengono condensatori che devono scaricarsi per motivi di sicurezza elettrica.