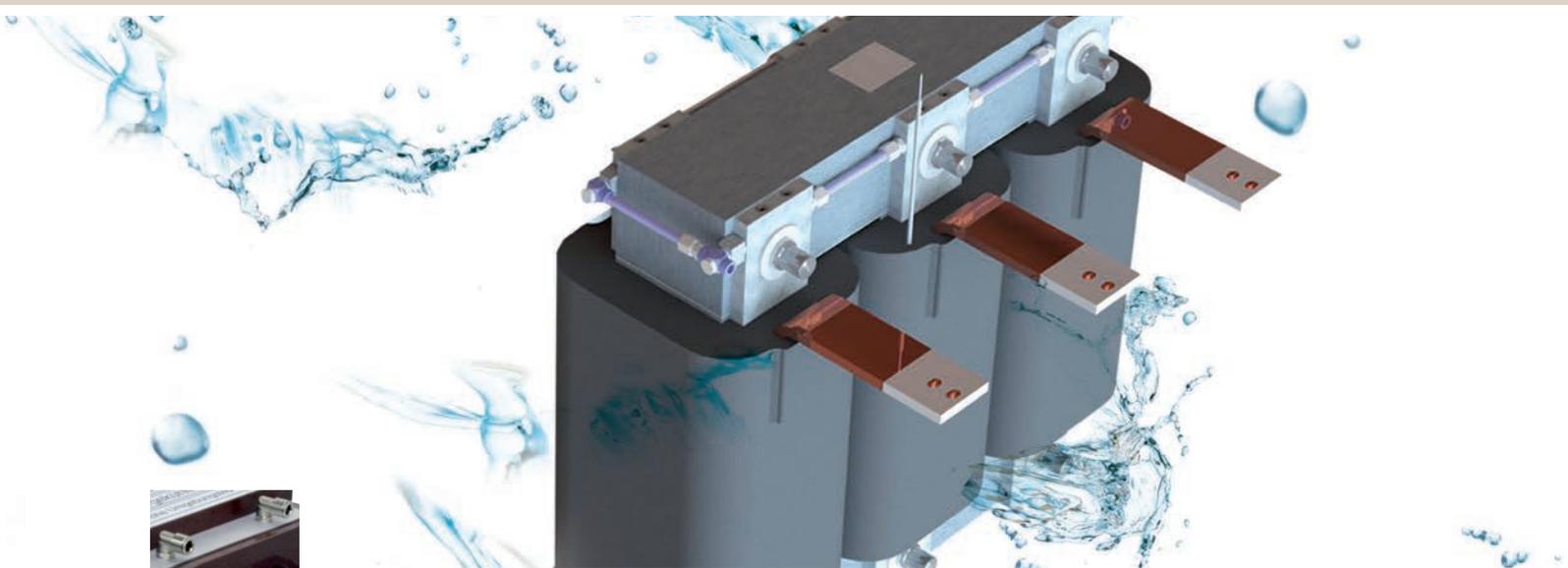


**REO**

INDUCTIVE COMPONENTS



## REO – Raffreddamento ad acqua

Catalogo generale per  
componenti induttivi e resistivi

REO  $H_2O$

Maggiore efficacia	3
Varianti di raffreddamento REO	5
Progettazione dei componenti raffreddati ad acqua	6
Resistenze di frenatura raffreddate ad acqua REOHM	8
Vantaggi delle resistenze di frenatura raffreddate ad acqua	9
Induttanze raffreddate ad acqua REO, Vantaggi delle induttanze raffreddate ad acqua	10
Piastra di raffreddamento (cold plate) REO	13
Combinazioni raffreddate ad acqua REO	14
Sistemi completi raffreddati ad acqua	15
Liquidi di raffreddamento	16
Informazioni importanti per la progettazione, Tipi di raccordi	18
Applicazioni	19

### Raffreddamento ad acqua REO - Maggiore efficacia

I tradizionali metodi di raffreddamento ad aria dimostrano i propri limiti proprio nel momento in cui una limitata disponibilità di spazio non permette la realizzazione di una circolazione ottimale dell'aria o quando, in presenza di temperature particolarmente elevate, l'aria ambiente non può garantire la potenza frigorifera richiesta.

Il raffreddamento ad acqua (raffreddamento a liquido) è una soluzione molto efficiente per eliminare il calore da una sorgente termica. Il calore viene infatti eliminato grazie all'elevata capacità termica e alla densità del mezzo di raffreddamento.

Di conseguenza, il raffreddamento risulta più efficace del tradizionale raffreddamento ad aria. Si possono raggiungere densità di potenza refrigerante molto elevate.

A titolo esemplificativo viene presentato un confronto tra il raffreddamento ad aria e quello ad acqua:

- dissipazione di potenza presunta: 3200 W
- differenza di temperatura da conseguire: 5K

Calcolo del volume del mezzo di raffreddamento necessario:

$$\begin{aligned} \text{Aria: } \dot{V} &= \frac{Q}{\Delta t * \rho * c_p} = \frac{3200}{5 \text{ K} * 1 * 1007} = 0,65555 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 655 \text{ l/s} \\ \text{Acqua: } \dot{V} &= \frac{Q}{\Delta t * \rho * c_p} = \frac{3200}{5 \text{ K} * 983 * 4179} = 0,0001557 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 0,1557 \text{ l/s} \end{aligned}$$

Per ottenere un raffreddamento di 5 K con una dissipazione di potenza di 3200 W occorrono 655 l/s di aria oppure soltanto 0,1557 l/s di acqua. Il vantaggio sostanziale risulta evidente.

#### Applicazioni:



Azionamenti elettrici



Tecnologie ferroviarie



Energie rinnovabili

## Confronto tra i metodi di raffreddamento solitamente impiegati:

L'esempio riportato di seguito, nel quale vengono confrontati i 4 metodi di raffreddamento più utilizzati, mette in evidenza la quantità di calore che può essere scambiato attraverso una superficie di 10x10 cm, in presenza di una differenza di temperatura di 30K.

Esempio:  $Q = h * A * (T_2 - T_1)$ ; Superficie = 10 cm \* 10 cm ; differenza di temperatura = 30K

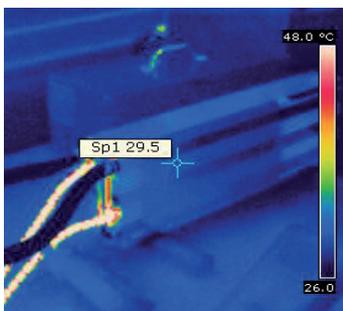
Ad esempio			
Convezione naturale	Raffreddamento ad aria forzato	Raffreddamento ad acqua (sistema a circuito chiuso)	Raffreddamento per immersione
Coefficiente di convezione	Coefficiente di convezione	Coefficiente di convezione	Coefficiente di convezione
$h = 5 - 30 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$h = 20 - 400 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$h = 100 - 1600 \text{ W/m}^2 \text{ K}$	$h = 800 - 10000 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
$Q = 2 - 9 \text{ W}$	$Q = 6 - 120 \text{ W}$	$Q = 30 - 480 \text{ W}$	$Q = 240 - 3000 \text{ W}$
- Convezione libera	- Convezione libera e forzata	- Convezione forzata	- Convezione libera

Grazie all'impiego di sistemi raffreddati ad acqua si possono trasferire potenze significativamente maggiori con la stessa superficie, con una conseguente elevata efficienza di raffreddamento.

Il raffreddamento ad acqua dimostra di essere una soluzione eccezionale, specialmente per quanto riguarda l'impiego dei componenti induttivi e resistivi, dato che il comportamento termico riveste in questo caso grande importanza. Il raffreddamento ad acqua consente in modo peculiare di mantenere la temperatura dei componenti a un valore ideale, dato che potenze dissipate elevate vengono eliminate direttamente dall'applicazione tramite condotti di raffreddamento. Ciò garantisce, da un lato, un tempo di vita più lungo dei componenti e, dall'altro, una maggiore capacità di prestazioni.

**Il raffreddamento ad acqua è un sistema che vale la pena adottare**

Benché la realizzazione di un sistema di questo tipo possa inizialmente comportare costi maggiori rispetto al comune raffreddamento ad aria forzato, gli investimenti effettuati verranno compensati.



La figura mostra una resistenza di frenatura REO raffreddata ad acqua. L'immagine a infrarossi evidenzia come nonostante i livelli di temperatura raggiunti dai cavi, la resistenza raffreddata ad acqua venga mantenuta ad una temperatura ottimale.

## Vantaggi del raffreddamento a liquido

- elevata efficienza e silenziosità
- riduzione al minimo delle grandezze fino all'80% nel caso delle resistenze
- raffreddamento efficace a temperature ambiente elevate
- bassissima sovratemperatura del contenitore
- aumento del tempo di vita nella modalità di funzionamento normale
- elevate prestazioni costanti grazie alla dissipazione diretta della temperatura
- unico sistema di raffreddamento in cui la temperatura può scendere al di sotto della temperatura ambiente
- ideale per le applicazioni industriali che richiedono gruppi costruttivi con basse temperature superficiali (industria tessile, del legno, ambienti a rischio esplosione e impianti a energia eolica)

### Varianti di raffreddamento REO

#### Raffreddamento mediante piastra refrigerante

Il raffreddamento avviene attraverso piastre refrigeranti che separano meccanicamente il circuito di raffreddamento dal circuito elettrico. In questo modo i componenti elettricamente attivi non entrano in contatto con il mezzo refrigerante.

Per questa modalità REO mette a disposizione 2 varianti:

##### 1. Variante C:

In questa versione il corpo di raffreddamento viene applicato esternamente sul componente per raffreddarlo. Questa variante risulta interessante soprattutto per potenze ridotte e piccole dimensioni.

Esempio: induttanza CNW MC 903 o resistenza di frenatura BW C 152

##### 2. Variante D:

La variante D prevede l'inserimento dei corpi di raffreddamento all'interno dei componenti e direttamente sulla sorgente termica, al fine di ottenere una maggiore efficienza. Questa versione è interessante in caso di potenze elevate. Esempio: induttanza CNW MD 903 o resistenza di frenatura BW D 158

#### Raffreddamento ad acqua diretto

In questo caso i componenti elettricamente attivi entrano in contatto diretto con il mezzo refrigerante, che li lambisce o vi scorre attraverso: se da una parte questo è il metodo più efficace, dall'altra è necessario tenere presente una serie di condizioni di contorno.

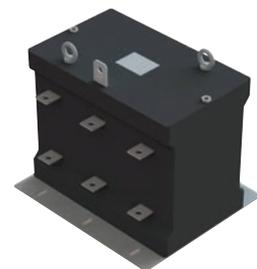
In fase di sviluppo e costruzione dei componenti raffreddati ad acqua, REO attribuisce un'importanza sempre crescente alla perfetta integrabilità nei sistemi già esistenti, continuando tuttavia ad offrire soluzioni di raffreddamento sviluppate dall'azienda stessa, delle quali il cliente può avvalersi per la propria specifica applicazione. Nell'ambito specifico degli azionamenti elettrici raffreddati ad acqua, REO offre infatti, per un'ampia gamma di potenze, singoli componenti o soluzioni complete in versione interno quadro.



**Perfetta integrabilità  
nei sistemi esistenti**



Variante C: resistenza di frenatura BW C 153 con corpo di raffreddamento esterno



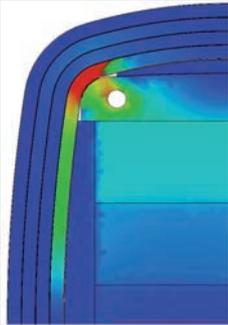
Variante D: induttanza per motore con raffreddamento diretto CNW MD 854



**Maggiori prestazioni  
sulla stessa superficie**

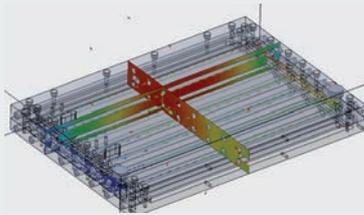
## Progettazione di componenti raffreddati a liquido

Nello sviluppo di componenti raffreddati ad acqua le simulazioni rivestono un ruolo determinante; mediante diverse tecniche di simulazione, infatti, è possibile testare e ottimizzare tempestivamente, già in fase di sviluppo e costruzione, il raffreddamento e il flusso del liquido di raffreddamento impiegato. In questo modo si evita la successiva insorgenza di problemi durante la costruzione o presso il cliente.



### Possibilità di simulazione presso REO:

- simulazione di correnti di fluidi e gas
- calcoli di pressione, irraggiamento, temperatura di solidi, temperatura di fluidi, velocità e densità
- effetti termici sull'ambiente



Mediante i metodi di simulazione è tra l'altro possibile testare gli effetti termici sull'ambiente.

### Compatibilità dei materiali dei canali refrigeranti

Solitamente vengono utilizzate connessioni in ottone zincato o in acciaio inossidabile. In questo caso è importante la compatibilità dei materiali dei canali refrigeranti. Tutti i tubi flessibili, le guarnizioni e i componenti presentano una sufficiente resistenza alla temperatura di  $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Le informazioni relative alla potenza contenute nelle schede tecniche valgono alle seguenti condizioni di funzionamento:

Temperatura ambiente massima:	40° C
Massima temperatura di afflusso del liquido di raffreddamento:	25° C
massima temperatura di scarico del liquido di raffreddamento:	45° C
Pressione di esercizio:	4 bar
Pressione di prova:	6 bar

**!** Attenzione!!! In caso di raffreddamento insufficiente o di montaggio errato i componenti possono surriscaldarsi o essere danneggiati.

Su richiesta sono disponibili altre temperature, potenze o pressioni, oltre a soluzioni con temperature del liquido di raffreddamento più elevate. **!**



## Le resistenze di frenatura raffreddate ad acqua REOHM

sono disponibili con potenze da 1 a 100 kW. I canali refrigeranti introdotti nel corpo di raffreddamento consentono di ottenere un raffreddamento efficace e la separazione fisica del conduttore elettrico e dei liquidi, a garanzia di un'applicazione sicura. Oltre ai vantaggi generali, tra cui una struttura modulare atta al conseguimento di potenze superiori e il design compatto, le resistenze di frenatura REOHM vantano una struttura ottimale e un assorbimento di potenza ideale, superando così anche le prove di resistenza alle vibrazioni e agli urti. Le resistenze di frenatura REOHM rappresentano una sintesi ottimizzata di tecniche comprovate e innovative; nulla ostacola pertanto l'impiego in classi di potenza elevate in spazi ristretti con l'ausilio del raffreddamento ad acqua.

### Serie REOHM BW D 158 / 160



**Utilizzo sicuro**

- Resistenza di frenatura e di carico per azionamenti elettrici, applicazioni industriali, stazioni di prova e sistemi ferroviari con raffreddamento ad acqua integrato.
- Potenza: 5 – 100 kW
- Canali refrigeranti serie BW D 158: alluminio (AlMgSi 0,5)  $D_i = 10,5\text{mm}$
- Canali refrigeranti serie BW D 160: rame o acciaio inossidabile  $D_i = 10\text{mm}$

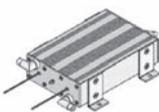
#### Caratteristiche tecniche

Tipo	BW D 158	BW D 160
Potenza	1-100 kW	5-100 kW
Grado di protezione	IP 20 ... IP 65	IP 20 ... IP 65
Valore ohmico	0,2-850 Ohm	0,2-850 Ohm

BWD 158/BWD 160

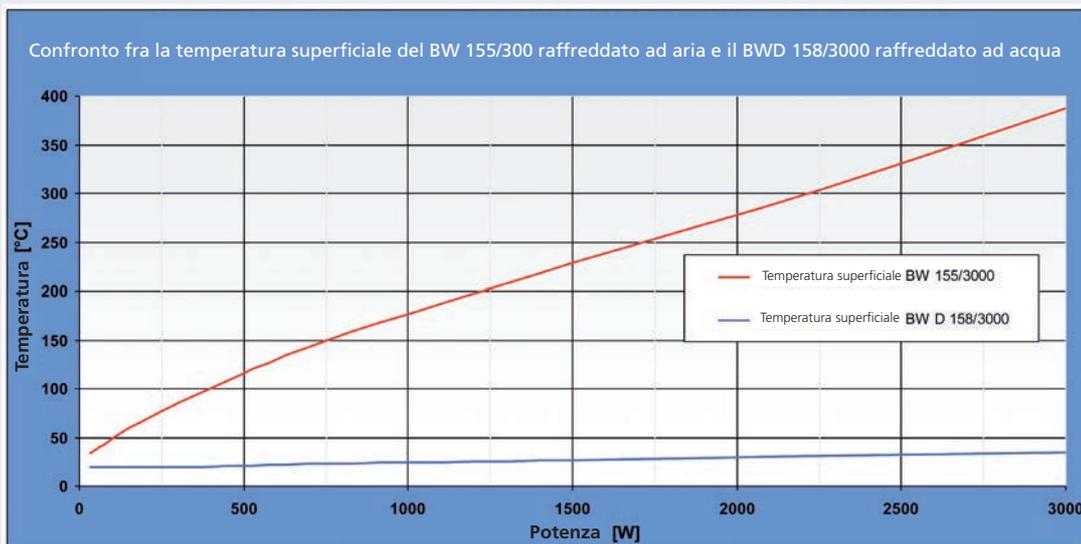


#### Confronto tra una resistenza di frenatura raffreddata ad aria e una resistenza raffreddata a liquido

Tipo	BW155/3000 raffreddata ad aria	BW 158/3000 raffreddata ad acqua
		
Dimensioni meccaniche (LxLxA)	762 mm x 175 mm x 75 mm	320 mm x 150 mm x 68 mm
Superficie di montaggio	0,134 m <sup>2</sup>	Superficie di montaggio: 0,05 m <sup>2</sup> Risparmio di spazio del 60 %
Temperatura superficiale a pieno carico	387°C	Temperatura superficiale a pieno carico: 35 °C Temperatura superficiale inferiore del 90 %

BW 155/BW 158

## Vantaggi delle resistenze raffreddate ad acqua



Il grafico illustra l'efficienza del raffreddamento ad acqua mediante una misurazione effettuata su una resistenza di frenatura REOHM raffreddata ad aria e una raffreddata ad acqua. Se la resistenza raffreddata ad aria con una potenza di 3000 W presenta una temperatura superficiale di 387°C, nella versione raffreddata ad acqua avente la stessa potenza nominale è stata registrata una temperatura di soli 35°C.



**35°C di temperatura superficiale con 3 kW**

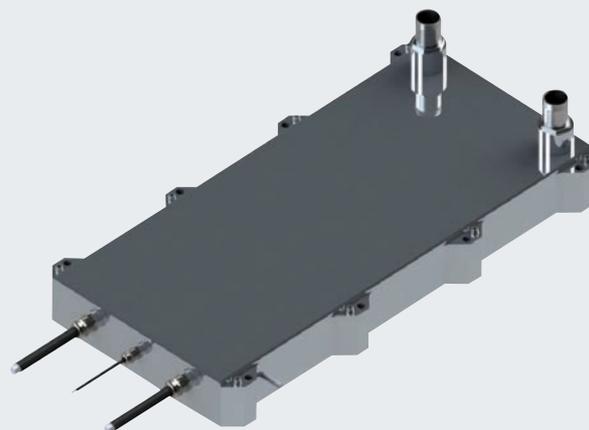
### Serie REOHM BW D330

Una nuova serie di resistenze per potenze elevate per l'utilizzo nei settori automotive e delle stazioni di prova, nonché in applicazioni industriali. Dimensioni estremamente compatte e raffreddamento efficace. L'obiettivo in questo caso non è solo raffreddare il componente, ma anche sfruttare il calore di scarico e metterlo a disposizione dell'utenza.

#### Caratteristiche tecniche

Tipo	BW D 330
Potenza	bis 25 kW
Grado di protezione	IP 20 - IP 66
Valore ohmico	1-100 Ohm

**BWD 330**



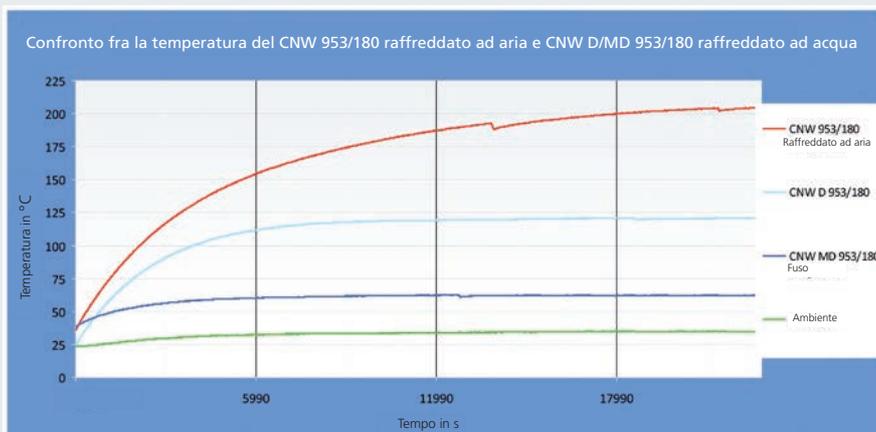
Resistenza di frenatura REOHOM 60kW

La serie BW D330 è disponibile anche in versione compatta con chopper di frenatura integrato, nella quale, la resistenza e il chopper costituiscono un'unità compatta con sistema di raffreddamento.

## Le induttanze raffreddate ad acqua REO

sono disponibili con i gradi di protezione da IP00 a IP65. Per questi componenti REO è in grado di realizzare diversi tipi di raffreddamento ad acqua. Ciò equivale a uno smaltimento mirato delle perdite attraverso il circuito di raffreddamento – le perdite non vengono disperse nell'ambiente. L'adozione del raffreddamento ad acqua consente di ridurre fortemente le temperature dei componenti – ciò equivale a minori sollecitazioni a carico dei materiali isolanti e a un tempo di vita più lungo.

## Vantaggi delle induttanze raffreddate ad acqua

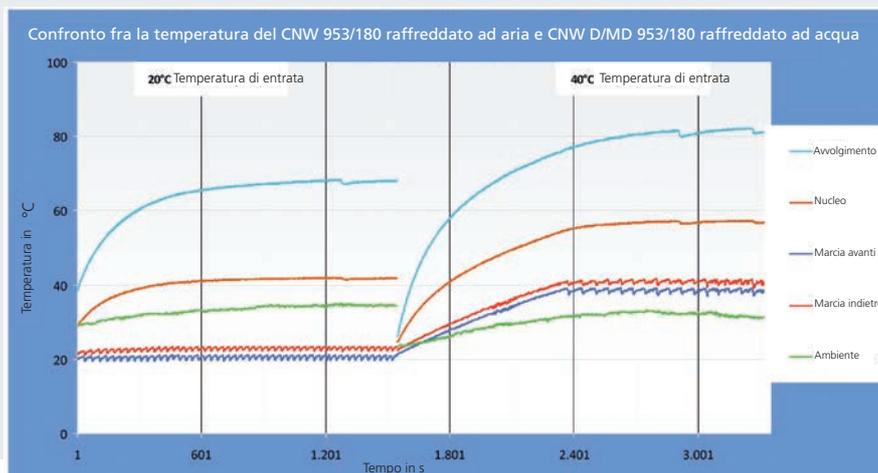


Max. Temperatura CNW 953/180 con raffreddamento ad aria:	205° C
Temperatura max. CNW D 953/180 con raffreddamento ad acqua:	120° C
Temperatura max. CNW MD 953/180 con raffreddamento ad acqua e incapsulata:	68° C

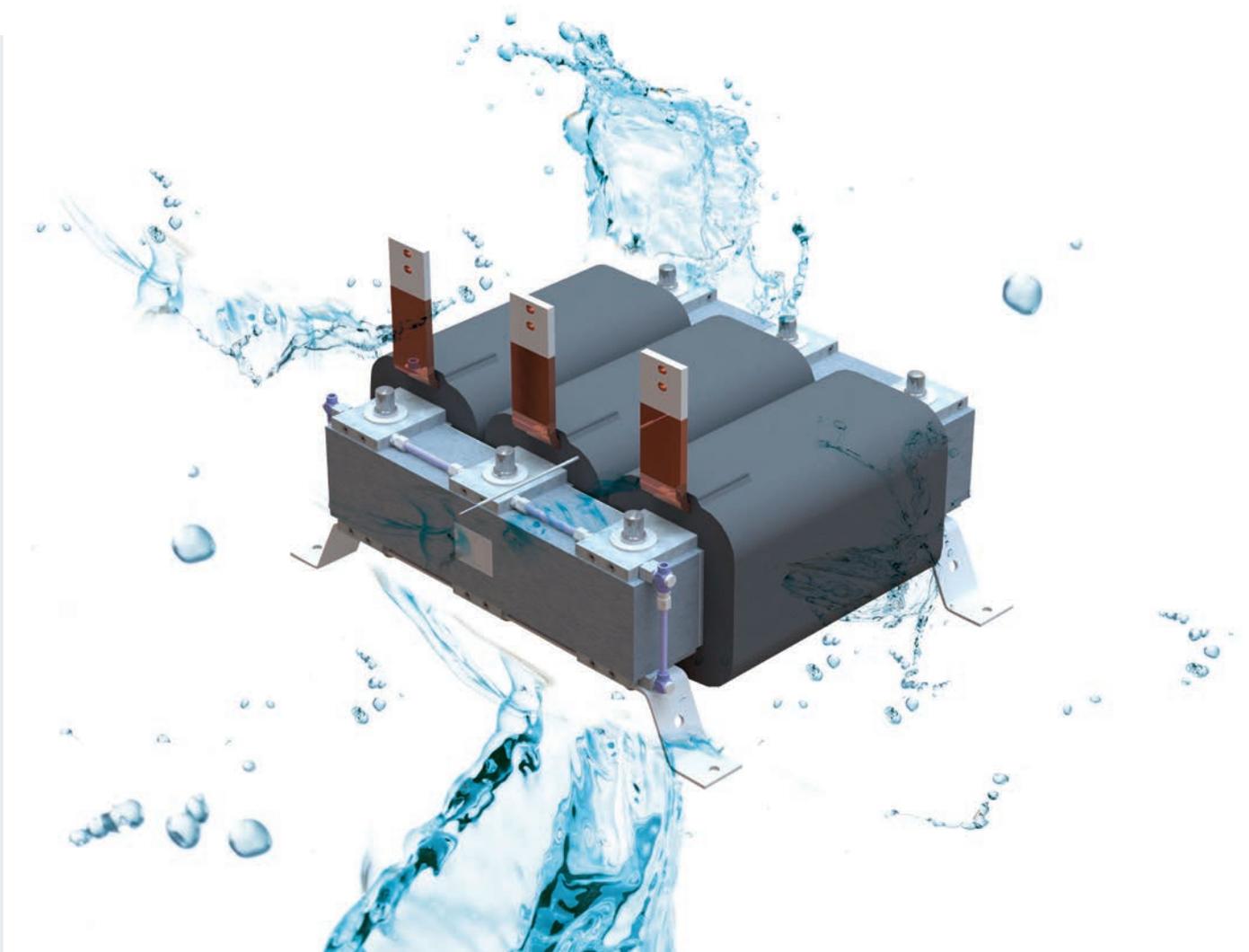
Le misurazioni comprovano chiaramente i vantaggi del raffreddamento ad acqua. le tre varianti sono state tutte testate con lo stesso carico; in tale sede l'induttanza raffreddata ad acqua nella versione aperta ha mostrato un vantaggio in termini di temperatura pari a 52 K.

Tale vantaggio è stato conseguito grazie a speciali tecniche di incapsulamento ed a una particolare costruzione REO.

Per provare il comportamento in condizioni di funzionamento differenti, il test è stato eseguito anche con temperature di mandata diverse.



**Guadagno di temperatura  
sino a 137 K**



#### Serie CNW MC – per versioni di dimensioni più ridotte

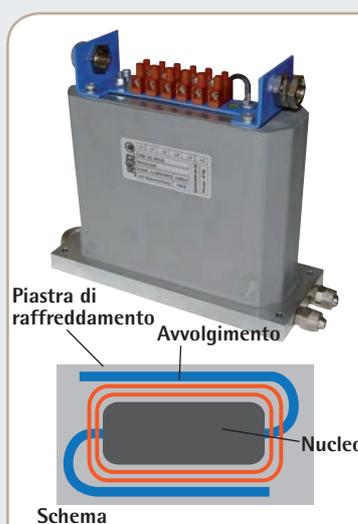
- Induttanza incapsulata su una piastra metallica con canali refrigeranti integrati. Questa forma costruttiva consente un raffreddamento mirato e ottimizzato per livelli di potenza inferiori e si contraddistingue per la facile integrabilità nei sistemi di raffreddamento esistenti.

#### Caratteristiche tecniche

Disponibile in 4 diverse versioni. (IP00, IP 20, IP 20+EMC e IP64)

Tipo	CNW MC
Corrente	6 - 70A
Grado di protezione	IP 00 - IP 64
Induttanza	0,4 - 10 mH

Serie CNW MC – per versioni di minori dimensioni



#### Induttanza cold plate CNW MC

- Raffreddamento mirato e ottimizzato
- Adatto per acqua industriale e liquidi refrigeranti standard
- Facile collegamento con sistema di raffreddamento ad acqua
- Temperatura di esercizio fino a 4 bar (test a 10 bar)
- Grado di protezione fino a IP64
- Vari tipi di connessioni: cavi, morsetti, morsettiera
- Silenziosa
- Temperatura superficiale ridotta

## Serie CNW MD – per livelli di potenza da medi a elevati

- Per correnti da 100 A - 400 A (Serie CNW MD)

Le induttanze della serie CNW MD 400 sono completamente o, in alternativa, parzialmente incapsulate. L'incapsulamento, unito al raffreddamento ad acqua, consente un trasferimento più efficace del calore rispetto allo stesso componente non incapsulato e offre un grado di protezione fino a IP65.

### Induttanza raffreddata ad acqua CNW MD

- Raffreddamento mirato e ottimizzato
- Adatto per acqua industriale e liquidi refrigeranti standard
- Facile collegamento con sistema di raffreddamento ad acqua
- Cadute di pressione fino a  $\leq 0,6$  bar
- Grado di protezione fino a IP 65
- Vari tipi di connessioni: cavi, morsetti, morsettiera
- Silenziosa
- Temperatura superficiale ridotta



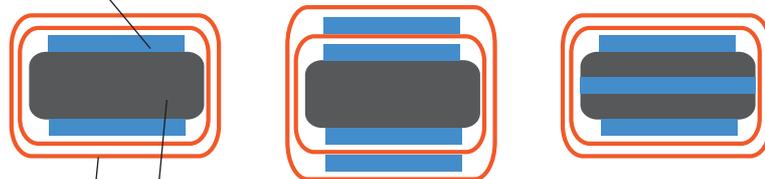
Incapsulamento singolo delle bobine



Versione completamente incapsulata

### Esempi di diverse metodologie di raffreddamento ad acqua

#### Blocco di raffreddamento



Avvolgimento Nucleo

Schema

- Per correnti di 400 A - 2000 A (CNW MD)

Le induttanze CNW MD fino a 2000 A sono parzialmente incapsulate. L'incapsulamento parziale consente un trasferimento del calore ottimale riducendo al contempo il peso. Il numero dei profilati di raffreddamento può essere personalizzato.

### Caratteristiche tecniche

	Versione aperta	Versione completamente fusa con tasche d'acqua
Tipo	CNW MD	
Corrente	100 - 1200 A	
Grado di protezione	IP 00 - IP 40	IP 00 - IP 65
Induttanza	5 - 147 mH	5 - 200 mH

Serie CNW MD con profili di raffreddamento

### La piastra di raffreddamento (cold plate) REO

è un componente per montaggio sottostante, sviluppato proprio per i convertitori con piastra di raffreddamento. La piastra di raffreddamento REO è attraversata da una serpentina refrigerante collegabile a un sistema di raffreddamento ad acqua. Sui componenti il cliente può montare, ad esempio, un convertitore cold plate, IGBT, circuiti raddrizzatori e altri dispositivi di elettronica di potenza, che verranno raffreddati contemporaneamente mediante la piastra di raffreddamento REO. In questo modo non sono necessarie piastre di raffreddamento aggiuntive e si risparmia spazio, volume e materiale.



**Raffreddamento contemporaneo dei componenti**

#### Serie BW D 158 CP REOHM

Resistenza di frenatura e di carico per montaggio sottostante per convertitori con piastra di raffreddamento per il settore dei sistemi di azionamento elettrico, applicazioni industriali, stazioni di prova e sistemi ferroviari con raffreddamento ad acqua. I componenti, ad es. il convertitore, possono essere fissati direttamente sulla resistenza ed essere raffreddati insieme a essa dallo stesso raffreddamento ad acqua.

#### Caratteristiche tecniche

Tipo	BW D 158
Potenza	2,5 - 10 kW
Grado di protezione	IP 20 - IP 65
Valore ohmico	1-800 Ohm

BW D 158 CP

#### Resistenza di frenatura cold plate



#### Filtro di rete cold plate per montaggio sottostante raffreddato ad acqua CNW MD 458

#### Caratteristiche tecniche

Tipo	CNW MD 458
Tensione nominale	480 V
Corrente nominale	3-64 A
Grado di protezione	IP 20 - IP 65

CNW MD 458

#### Filtro di rete cold plate



Filtro EMC per montaggio sottostante con raffreddamento ad acqua integrato per convertitori cold plate per il settore dei sistemi di azionamento elettrico, applicazioni industriali, stazioni di prova e sistemi ferroviari con raffreddamento ad acqua. Tramite una superficie refrigerante, il cliente può raffreddare contestualmente anche i suoi componenti.

### Combinazioni raffreddate ad acqua REO

È anche possibile montare più componenti in un'unica struttura in modo da ottenere un'unità compatta nella quale integrare direttamente il raffreddamento, aumentando la potenza frigorifera e minimizzando le dimensioni.

Per più componenti il cliente necessita di solo 2 attacchi idraulici, limitando di fatto le tubazioni nel quadro di comando.



**Ingombro minimo**



Esempio: Combinazione di filtro EMC e induttanza per motore con raffreddamento ad acqua  
Tensione nominale: 3x 480V  
Corrente nominale: 100 A

### Componenti con raffreddamento diretto ad acqua

Questi componenti specifici sono progettati in base alle esigenze del cliente. I liquidi di raffreddamento compatibili in questo caso sono liquidi non conduttori (ad esempio acqua deionizzata), o semplicemente acqua. È inoltre necessario definire determinate condizioni di contorno con il cliente. In generale si può affermare che i componenti con raffreddamento diretto ad acqua sono quelli che presentano la maggior efficienza frigorifera.

Esempi di componenti con raffreddamento diretto ad acqua:

Cavi elettrici, raffreddati direttamente con acqua deionizzata

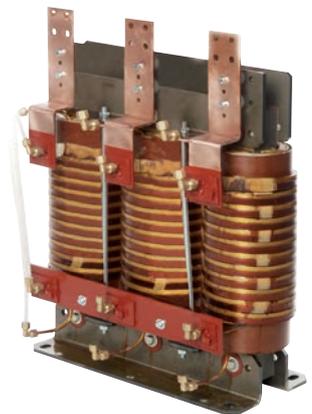
#### Trasformatore trifase REO

- NTT-3UI 210sp-DT6990
- Tensione di ingresso: 3 x 400 V, 50 Hz
- Tensione di uscita: 3 x 38 V
- Corrente di ingresso: 3 x 100 A
- Corrente di uscita: 3 x 1053 A
- Potenza nominale: 69 kVA
- Tensione di prova: 2500 V
- Grado di protezione: IP00

#### Resistenza con raffreddamento diretto ad acqua BW D 130

- raffreddamento diretto ad acqua con contatto con le parti elettricamente attive
- Mezzo refrigerante: acqua deionizzata, acqua
- Tensione nominale: 600V CC
- Potenza nominale: 5kW – 25kW

Questa resistenza può essere utilizzata anche per riscaldare in modo efficace l'acqua per uso industriale, utilizzando il calore in altri processi.



### Sistemi completi raffreddati ad acqua

REO offre non soltanto componenti singoli, ma anche sistemi completi. Tutta la competenza REO da un'unica fonte: soluzioni complete pronte all'uso. L'offerta di REO per questa categoria prevede ad esempio banchi di carico raffreddati ad acqua per stazioni di prova, oltre a soluzioni EMC complete per convertitori per potenze elevate raffreddati ad acqua utilizzati negli impianti a energia eolica e solare e nelle applicazioni industriali.

#### Sistema per armadio elettrico 280A Raffreddamento ad acqua per convertitore da 135 kW

- Sistema completo per quadro per applicazioni 3x 480V / 280A

##### Struttura:

- Filtro EMC CNW 107.3/280
- Induttanza di linea CNW MD 903/280
- Induttanza per motore CNW MD 854/280
- Resistenza di frenatura BW D 158
  - 50 kW con ED 100%
  - 95 kW con ED 50%
  - 325 kW con ED 10%
- Circuito di raffreddamento progettato per miscela di acqua e glicole
- Distribuzione dell'acqua con circuiti controllati
- Connessione elettrica: barre in rame

Sistemi per azionamenti elettrici raffreddati ad acqua in un'ampia gamma di potenze forniti come soluzioni complete contenute in apposito armadio elettrico.

#### Banco di carico resistivo per impianti di prova

- La struttura modulare si adatta a qualsiasi unità di carico all'interno del laboratorio ed è pensata come unità di scarico variabile per laboratori e istituti di ricerca.
    - Conforme a: EN 50178
    - Tensione di prova: 8,6 kV per tipo 301/207
    - Grado di protezione: IP 20
    - Temperatura ambiente: 40°C
- Tensione nominale: 230/400V
- Potenza nominale:
- |      |           |
|------|-----------|
| CC 1 | 82,5 kVA  |
| CA 1 | 3x 23 kVA |
| CA 2 | 3x 70 kVA |
- Struttura modulare compatta
  - Molteplici possibilità di configurazione
  - Utilizzabile come unità di carico monofase o trifase
  - Potenze più elevate e altre tensioni disponibili su richiesta
  - Raffreddamento: ad acqua per miscela di acqua e glicole

## Liquidi di raffreddamento

Liquidi di raffreddamento tipici e materiali compatibili

### 1. Acqua

- Le particelle di calcio e magnesio, la cui concentrazione corrisponde al grado di durezza dell'acqua, così come eventuali tracce di cloruro e solfato possono depositarsi e causare corrosione

### 2. Acqua deionizzata

- denominata anche acqua demineralizzata
- sono stati eliminati tutti gli ioni, il calcio, il sodio, il ferro, il rame, il cloruro, i sali e le impurità
- quanto maggiore è l'effetto isolante tanto maggiore sarà la corrosività

### 3. Soluzioni di acqua e glicole

- le soluzioni di etilene, glicole e acqua possiedono ottime proprietà fisiche, ma sono tossiche
- le soluzioni di propilene, glicole e acqua presentano proprietà fisiche lievemente inferiori, tuttavia sono più adatte all'impiego nel settore alimentare

### 4. Acqua salata

- depositi e forte corrosione
- è necessario porre attenzione agli inquinanti

### 5. Acqua deionizzata

- acqua distillata
- ottima per l'impiego in microcanali
- esente da cariche elettriche e depositi di minerali
- particolarmente aggressiva e corrosiva

### 6. Fluidi non conduttori

- i fluidi dielettrici hanno proprietà simili all'acqua deionizzata, ma sono meno corrosivi

Quale liquido di raffreddamento per quale materiale?

Rame	Alluminio	Acciaio inossidabile	Fluido
x		x	Acqua
x	x	x	Glicole
x		x	Oli
		x	Acqua salata
		x	Acqua deionizzata
x	x	x	Liquidi non conduttori

Per un funzionamento sicuro dei dispositivi devono essere scrupolosamente rispettate le disposizioni sull'acqua di raffreddamento contenute nella direttiva VGB-R 455 P.

Le fonti di impurità tipiche del raffreddamento industriale sono:

- impurità di origine meccanica
- eccessiva durezza
- impurità di origine chimica
- impurità di origine batterica, ad es. alghe e batteri

La versione standard prevede una temperatura massima di mandata pari a + 25°C e una temperatura massima di scarico pari a + 45°C. Su richiesta possono essere fornite temperature maggiori o minori.

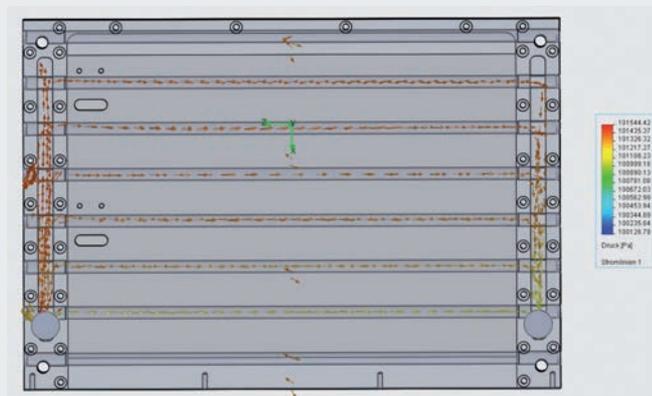
## Caduta di pressione

Ogni componente è caratterizzato da una specifica caduta di pressione, fattore determinante in fase di progettazione del sistema di raffreddamento o della pompa per il mezzo refrigerante. Con caduta di pressione si intende il differenziale di pressione determinato dall'attrito sulle pareti e dall'attrito interno del liquido nelle tubazioni, nei raccordi o nelle valvole ecc.

Il fattore di resistenza  $z$  per i diversi componenti è riportato nelle apposite tabelle. Il fattore di resistenza può variare in base alla portata volumetrica, alla geometria, al numero di Reynold ecc.

### Calcolo della caduta di pressione complessiva in caso di collegamento di più componenti di raffreddamento

- Definizione delle singole perdite di pressione
- Calcolo della caduta di pressione complessiva mediante le seguenti formule:
- Determinazione della caduta di pressione dell'intero sistema



Mediante simulazioni e programmi di calcolo è possibile determinare in anticipo le singole cadute di pressione.

## Calcolo della caduta di pressione

Collegamento in serie

$$\Delta P_{\text{Totale}} = P_1 + P_2 + \dots$$

Collegamento in parallelo

$$\Delta P_{\text{Totale}} = \frac{1}{(1/P_1) + (1/P_2) + \dots}$$

## Sorveglianza della temperatura

Per le loro dimensioni compatte e ridotte, senza raffreddamento ad acqua, i componenti si surriscalderebbero danneggiandosi. Per questo, per la serie di componenti con raffreddamento ad acqua, è previsto un sistema di sorveglianza della temperatura con interruttore termico. In caso di superamento di una determinata temperatura, l'interruttore termico si apre azionando un contatto di segnalazione. L'interruttore termico, dotato di due cavetti pronti all'uso, dà il segnale di comando per lo spegnimento del componente in caso di guasto del circuito di raffreddamento ad acqua. ad acqua si verifica uno spegnimento.



**Serie con raffreddamento a liquido, con interruttore termico opzionale**

## Informazioni importanti per il progetto

### Varianti di raccordo

**1. Filettatura standard AG o IG – il cliente ha la possibilità di montare a vite il proprio raccordo (molto conveniente)**



**2. Bocchette filettate**  
**Materiale: ottone nichelato / acciaio inossidabile**  
**Diametro interno tubi: 2 – 32mm**



**3. Raccordi a innesto**  
**Materiale: ottone nichelato / alluminio**  
**Diametro tubazioni: 6 – 12mm**



**4. Raccordo filettato per tubazioni flessibili**  
**Materiale: ottone nichelato / acciaio inossidabile**  
**Diametro tubazioni: 4 – 17,6mm**



**5. Connessione separabile per tubazioni antigoccia / senza gocciolamento**



#### 1. Liquido di raffreddamento

Quale liquido di raffreddamento utilizzare? - Importante in fase di scelta dei materiali e di progettazione del raffreddamento.

#### 2. Materiale dei canali refrigeranti

Quali altri materiali vengono utilizzati nell'impianto? Importante per l'inalterabilità e la progettazione. Non è possibile, ad esempio, utilizzare rame e alluminio nello stesso circuito, in quanto si verificherebbe una reazione chimica tra i due materiali con conseguente danneggiamento delle tubazioni.

#### 3. Portata

Importante per la progettazione del raffreddamento e dei componenti. Nelle schede tecniche sono riportati i valori standard di REO. Eventuali scostamenti rispetto a tali valori devono essere verificati.

#### 4. Caduta di pressione

Importante per la progettazione del raffreddamento e della connessione dei canali refrigeranti.

#### 5. Temperature massime di mandata e ritorno del liquido di raffreddamento

Molto importante per la progettazione dei componenti e per il soddisfacimento delle richieste del cliente.

#### 6. Connessioni

La connessione standard avviene mediante attacco filettato. REO offre anche un'ampia gamma di raccordi idraulici.

### Tipi di raccordi

Solitamente vengono utilizzate connessioni in ottone zincato o in acciaio inossidabile. In questo caso è importante la compatibilità dei materiali dei canali refrigeranti. Tutti i tubi flessibili, le guarnizioni e i componenti presentano una sufficiente resistenza alla temperatura < 100 °C. Nella tabella riportata di seguito sono riportati i tipi di raccordi più diffusi. Su richiesta sono disponibili ulteriori varianti.

## Applicazioni



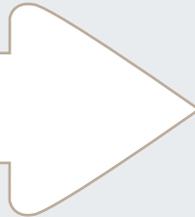
© Syen Hoppe - Fotolia.com



NTT RD 158  
Resistenza con raffreddamento ad acqua per  
il settore ferroviario  
Tensione nominale: 4,2 kV / CC



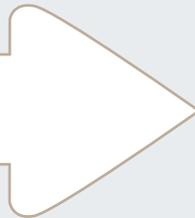
© TU Dresden/Rigitrac



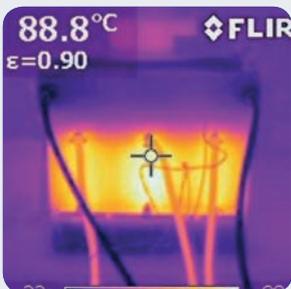
BW D 330/ 40000  
Per l'impiego in autovetture



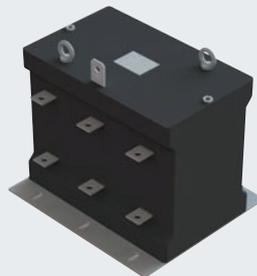
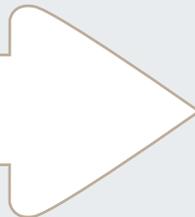
© citycoaster



NTT BW 158  
Resistenza di frenatura da 10 kW per il  
progetto Coaster



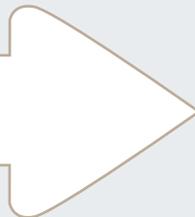
88.8°C  
FLIR  
ε=0.90



Induttanza CNW MD 953/180  
Tensione nominale: 480V  
Corrente nominale: 180A



© Rebel - Fotolia.com



Induttanza CNW MC 933/340  
Corrente nominale: 340A  
Tensione di prova: 2,5 kV



Combinazione filtro EMV + induttanza PFC  
Tensione nominale: 480V  
Corrente nominale: 50A / 100A

## Italy

REO ITALIA S.r.l.  
Via Treponti, 29  
I-25086 Rezzato (BS)  
Tel.: +39 030 279 3883  
Fax: +39 030 279 0600

E-Mail: [info@reoitalia.it](mailto:info@reoitalia.it)  
Internet: [www.reoitalia.it](http://www.reoitalia.it)

## Headquarters - Germany

REO ELEKTRONIK AG  
Brühler Straße 100 · D-42657 Solingen  
Tel.: +49 (0)212 8804 0 · Fax: +49 (0)212 8804 188

REO INDUCTIVE COMPONENTS AG  
Brühler Straße 100 · D-42657 Solingen  
Tel.: +49 (0)212 8804 0 · Fax: +49 (0)212 8804 188

E-Mail: [info@reo.de](mailto:info@reo.de)  
Internet: [www.reo.de](http://www.reo.de)

## China

REO Shanghai Inductive Components Co., Ltd  
No. 536 ShangFeng Road · Pudong, 201201 Shanghai · China  
Tel.: +86 (0)21 5858 0686 · Fax: +86 (0)21 5858 0289  
E-Mail: [info@reo.cn](mailto:info@reo.cn) · Internet: [www.reo.cn](http://www.reo.cn)

## France

REO VARIAC S.A.R.L.  
ZAC Du Clos aux Pois 1 · 6/8 rue de la Closerie-LISSES · F-91048 Evry Cédex  
Tel.: +33 (0)1 6911 1898 · Fax: +33 (0)1 6911 0918  
E-Mail: [reovariac@reo.fr](mailto:reovariac@reo.fr) · Internet: [www.reo.fr](http://www.reo.fr)

## Great Britain

REO (UK) Ltd.  
Units 2-4 Callow Hill Road · Craven Arms · Shropshire SY7 8NT · UK  
Tel.: +44 (0)1588 673 411 · Fax: +44 (0)1588 672 718  
E-Mail: [main@reo.co.uk](mailto:main@reo.co.uk) · Internet: [www.reo.co.uk](http://www.reo.co.uk)

## India

REO GPD INDUCTIVE COMPONENTS PVT. LTD  
2/202 Luna Road · Village Luna · Taluka Padra  
Vadodara - 391440 · India  
Tel.: +91 (2662) 221723, +91 (265) 2396148 · Fax: +91 (265) 2396971  
E-Mail: [info@reogpd.com](mailto:info@reogpd.com) · Internet: [www.reo-ag.in](http://www.reo-ag.in)

## Poland

REO CROMA Sp.zo.o  
ul. Pozaryskiego 28, bud 20 · PL-04-703 Warszawa  
Tel.: +48 (0)22 812 3066 · Fax: +48 (0)22 815 6906  
E-Mail: [croma@croma.com.pl](mailto:croma@croma.com.pl) · Internet: [www.croma.com.pl](http://www.croma.com.pl)

## Russia

REO RUSSIA Ltd.  
17/2, Dorozhnaya st., · Voronezh 394062 · RUSSIA  
Tel.: +7 (0)4732 202 453 · Fax: +7 (0)4732 707 011  
E-Mail: [info@reo-russia.ru](mailto:info@reo-russia.ru) · Internet: [www.reo-russia.ru](http://www.reo-russia.ru)

## Spain

REO ESPAÑA 2002 S.A.  
C/Manuel Ventura i Campeny 21B · local 9 · E-08339 Vilassar de Dalt (Barcelona)  
Tel.: +34 937 509 994 · Fax: +34 937 509 995  
E-Mail: [info@reospain.com](mailto:info@reospain.com) · Internet: [www.reospain.com](http://www.reospain.com)

## Switzerland

REO ELEKTRONIK AG  
Im Halbiacker 5a · CH-8352 Elsau  
Tel.: +41 (0)52 363 2820 · Fax: +41 (0)52 363 1241  
E-Mail: [info@reo.ch](mailto:info@reo.ch) · Internet: [www.reo.ch](http://www.reo.ch)

## Turkey

REOTURKEY ELEKTRONIK San. ve Tic. Ltd. Şti.  
Halil Rifatpasa Mah. · Darülceze CD Perpa Tic Merkezi  
B Blok Kat 8 No:1095 · TR-34384 Sisli – Istanbul  
Tel.: +90 (0)212 2215 118 · Fax: +90 (0)212 2215 119  
E-Mail: [info@reo-turkey.com](mailto:info@reo-turkey.com) · Internet: [www.reo-turkey.com](http://www.reo-turkey.com)

## USA

REO-USA, Inc.  
8450 E. 47th St · USA-Indianapolis, IN 46226  
Tel.: +1 (317) 899 1395 · Fax: +1 (317) 899 1396  
E-Mail: [info@reo-usa.com](mailto:info@reo-usa.com) · Internet: [www.reo-usa.com](http://www.reo-usa.com)