



HEVE

DC CHARGING SYSTEMS

SISTEMI DI RICARICA C.C.

COET

HEAVY ELECTRICAL VEHICLES DC CHARGING SYSTEMS

SISTEMI DI RICARICA C.C. PER VEICOLI ELETTRICI PESANTI



In the last years charging systems for Heavy Electrical Vehicles (HEV) are changing from the typical AC solution, that foresees an on-board DC charger, to the new DC recharge.

The main drive of this choice is that having the DC/DC converter in the charging station (instead of on-board the vehicle) allows to share the infrastructure costs among more vehicles and to increase the power of the charging stations thus shortening charging times. COET studied and developed a complete DC system for both Depot and Way Side Charging for HEV.

Negli ultimi anni i sistemi di ricarica per Veicoli Elettrici Pesanti (VEP) stanno cambiando dalla tipica soluzione c.a., che prevede un caricabatterie c.c. a bordo del veicolo, alla nuova ricarica direttamente in c.c.

Questa scelta è principalmente dettata dal fatto che avere il convertitore c.c./c.c. nella stazione di ricarica (invece che a bordo del veicolo) permette di condividere i costi dell'infrastruttura tra più veicoli e di aumentare la potenza delle stazioni di ricarica ottenendo così tempi di ricarica più brevi.

COET ha studiato e sviluppato un sistema c.c. completo per la ricarica dei VEP sia in deposito che a bordo strada.

DEPOT CHARGING

RICARICA IN DEPOSITO

Depot (or Overnight) Charging is generally made by charging the vehicle at a relatively low power (25÷100kW) for a long period (2 to 5 hours). This configuration, which provides a double secondary winding transformer and two six-pulses rectifiers with a two-poles switch operating as bus-tie, is generally proposed for systems with more than 25 charging points and has the following advantages:

- In case one of the two rectifier is out of service, closing the Bus-Tie, it is possible to grant at least half of the available power.
- The twelve pulses reaction supplied to the MV network by the two rectifiers results in a sensible reduction of the harmonics on the line and consequently of the harmonic filters which could be eventually avoided.
- If the Bus-Tie Switch is operated as normally open, the two DC busbars can be sized for half of the total DC current.

For systems with up to 25 charging points the system proposed foresees a single six pulses rectifier.

The System is composed of the following apparatuses rated according to the requested power:

- Medium Voltage Switchgear
- MV/LV Transformer with two secondary windings (one in case of smaller systems)
- DC Current System composed of:
 - Nr.2 (1 in case of smaller systems) Six-Pulses Diode Rectifier - 750VDC
 - Nr.1 Two-Poles Motorized Disconnect Switch-750Vdcoperating as Bus-Tie
 - DC Battery Charger Cabinets each composed of up to 5 independent insulated DC/DC Converters each rated 25÷100kW @ 650V and equipped with a Two-Poles Circuit Breaker.
- Low Voltage Auxiliary Service Cabinet composed of:
 - Nr. 1 Auxiliary Transformer
 - Nr. 1 UPS
 - Low voltage AC and DC equipment
- Control & Supervision Cabinet: where a PLC and a display can be housed
- Charging Points each equipped with Signal Lamps (optional Touch-Panel Display) and CCS – Combo2 plug

The whole system can be also supplied in a containerized solution where all the above equipment (except the Charging Points) are installed and connected.

The main components of the Charging System are the **DC Battery Charger Cabinets** and **the Charging Points**

La ricarica in deposito (o ricarica notturna) è generalmente effettuata caricando il veicolo ad una potenza relativamente bassa (25÷100kW) per un lungo periodo (da 2 a 5 ore). Questa configurazione, che prevede un trasformatore a doppio avvolgimento secondario e due raddrizzatori a sei pulsazioni con un sezionatore bipolare che funziona come congiuntore, è generalmente proposta per i sistemi con più di 25 punti di ricarica e presenta i seguenti vantaggi:

- Nel caso in cui uno dei due raddrizzatori sia fuori servizio, chiudendo il congiuntore, è possibile erogare almeno la metà della potenza disponibile.
- La reazione a dodici impulsi data sulla rete MV dai due raddrizzatori si traduce in una sensibile riduzione delle armoniche sulla linea e di conseguenza dei filtri armonici che potrebbero eventualmente essere evitati.
- Se il congiuntore è utilizzato come normalmente aperto, i due sistemi di sbarre c.c. possono essere dimensionati per la metà della corrente c.c. totale.

Per i sistemi con un massimo di 25 punti di ricarica, il sistema proposto prevede un singolo raddrizzatore a sei pulsazioni.

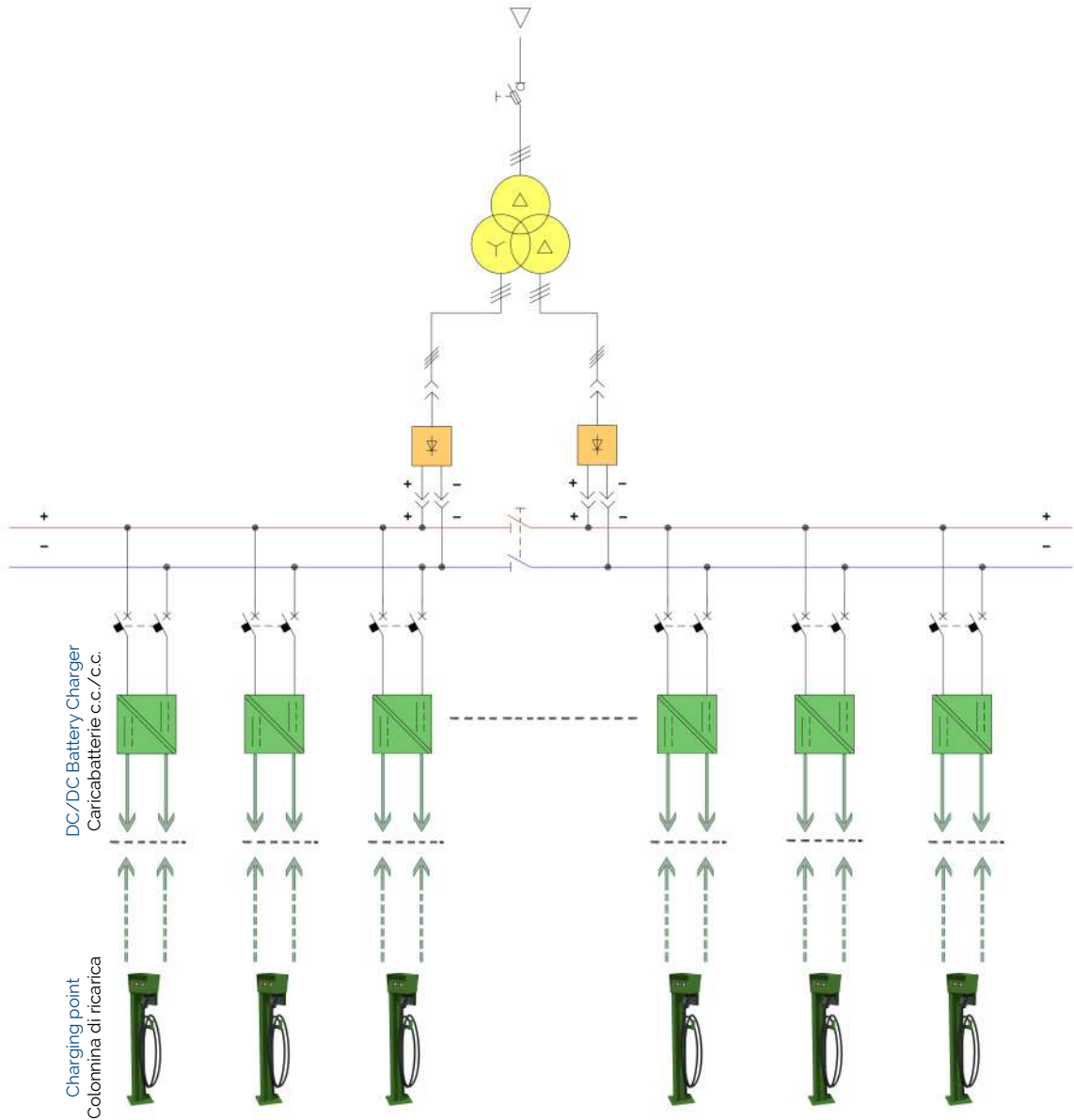
Il Sistema è composto dai seguenti apparecchi valutati in base alla potenza richiesta:

- Scomparto Interruttore di Media Tensione
- Trasformatore MT/BT a due avvolgimenti secondari (uno in caso di sistemi più piccoli)
- Sistema in Corrente Continua composto da:
 - Nr. 2 (1 in caso di sistemi più piccoli) Raddrizzatori Trifasi a Diodi - 750Vcc
 - Nr. 1 Sezionatore Bipolare Motorizzato - @750Vcc che opera come Congiuntore
 - Scomparto Caricabatterie c.c. ciascuno composto di un massimo di 5 convertitori c.c./c.c. isolati indipendenti ciascuno con potenza nominale pari a 25÷100kW @ 650V e dotato di un Interruttore Bipolare.
- Armadio Servizi Ausiliari BT contenente:
 - Nr. 1 Trasformatore ausiliario
 - N. 1 UPS
 - Apparecchiature in bassa tensione c.a. e c.c.
- Pannello di controllo e supervisione dove possono essere alloggiati un PLC e un display
- Colonnine di ricarica ciascuna dotata di lampade di segnalazione (display touch-panel opzionale) e Presa CCS – Combo2.

L'intero sistema può anche essere fornito in un container in cui sono installate e collegate tutte le apparecchiature sopra elencate (ad esclusione delle Colonnine di Ricarica). I componenti principali del sistema di ricarica sono lo **Scomparto Caricabatterie** c.c. e le **Colonnine di Ricarica**

SINGLE LINE DIAGRAM FOR DEPOT CHARGING

SCHEMA UNIFILARE PER RICARICA IN DEPOSITO



DC BATTERY CHARGER CABINET

SCOMPARTO CARIBATTERIE C.C.

The Battery Charger Cabinets is composed of up to 5 DC/DC converters with 25÷100kW @ 650V adjustable output power.

The battery charger is built inside a self-supporting metallic structure properly treated and coated for indoor installation. The cabinet is designed and manufactured to minimize preventive and corrective actions. The power section is withdrawable to grant that basic maintenance can be done in less than 30 minutes.

Each cabinet is also provided with a CONTROL SECTION constituted of a Touch-Screen display that gathers via serial communication the converters parameters (measurements and alarms) and Low voltage components (like emergency push button, signalization lamps, space, heater, miniature C/Bs and terminals)

Lo scomparto caricabatterie è composto da un numero massimo di 5 convertitori c.c./c.c. con uscita regolabile di potenza pari a 25÷100kW @ 650V.

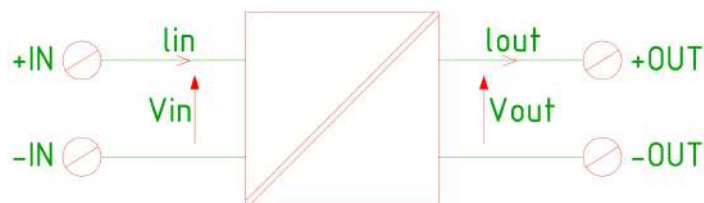
Il caricabatterie è costruito all'interno di una struttura metallica autoportante adeguatamente trattata e rivestita per l'installazione interna. L'armadio è progettato e realizzato per ridurre al minimo le azioni preventive e correttive. La sezione di conversione è estraibile per garantire che l'eventuale sostituzione possa essere eseguita in meno di 30 minuti.

Ogni armadio è inoltre dotato di una SEZIONE DI CONTROLLO costituita da un display Touch-Screen che raccoglie tramite comunicazione seriale i parametri dei convertitori (misure e allarmi) e da vari componenti BT (pulsante di emergenza, lampade di segnalazione, riscaldatore, Mini Interruttori e morsetti)



The single insulated DC/DC converter module rated 25÷100kW @ 650V is constituted of a Buck-Boost DC/DC Converter (chopper) that can grant a galvanic insulation between its own input and output terminals (Full-Bridge connection).

Il singolo modulo di conversione c.c./c.c. isolato da 25÷100kW @ 650V è costituito da un Convertitore c.c. Buck-Boost (chopper) dotato di ingressi ed uscite c.c. isolati galvanicamente tra loro (Schema Full-Bridge).



D.C./D.C. Converter Block
Blocco convertitore c.c./cc.

The input and output stages are withdrawable and forced air cooled to reduce the semiconductors and magnetic parts operating temperatures in order to grant high reliability and long life of the equipment; the same air is used also to cool the insulation transformer.

The converter is divided in two sections:

- POWER SECTION containing the DC chopper
- CONTROL SECTION containing the Control and Regulation Board and Low voltage components.

Le sezioni di ingresso ed uscita sono estraibili e raffreddate ad aria forzata raffreddata per ridurre le temperature di lavoro dei semiconduttori e delle parti magnetiche al fine di garantire elevata affidabilità e lunga durata dell'apparecchiatura; la stessa aria viene utilizzata anche per raffreddare il trasformatore d'isolamento.

Il convertitore è diviso in due sezioni:

- SEZIONE DI POTENZA contenente il Chopper c.c.
- SEZIONE DI CONTROLLO contenente la Scheda di Regolazione e Controllo e i componenti di bassa tensione.

CHOPPER MODULE ELECTRICAL CHARACTERISTICS

CARATTERISTICHE ELETTRICHE MODULO CHOPPER

Rated Power Potenza nominale	25 kW	50 kW	75 kW	100 kW
Rated Input Voltage U_N (EN60146-1-1 & EN61439-1) Tensione di ingresso nominale U_N (EN60146-1-1 & EN61439-1)			750 Vcc	
Power Frequency Withstand Voltage U_a (EN 50123-1 Tab.1): Tensione di tenuta a frequenza industriale				
- To earth and between phases: Verso terra e tra le fasi			3.6 kV	
- Across the isolating distance Sulla distanza di sezionamento			4.3 kV	
Input Voltage Range Intervallo di tensione di ingresso			600 Vcc ÷ 750 Vcc	
Rated Output Voltage Tensione di uscita nominale			650 Vcc	
Output Voltage Range Intervallo di tensione di uscita			400 Vcc ÷ 1000 Vcc	
Rated Input Current (@ 750Vcc) Corrente di ingresso nominale (@ 750Vcc)	33.5 A	67 A	100.5 A	134 A
Rated Output Current (@ 650Vcc) Corrente di uscita nominale (@ 650Vcc)	38.5 A	77 A	115.5	154 A
Duty Class (IEC 60146 & EN 50328) Classe di sovraccarico (IEC 60146 & EN 50328)			I	
Connection Type Tipo di connessione			Full Bridge	
Semiconductor Type Tipo di semiconduttori			IGBT (o TIRISTORI)	
Total Loss at Rated Power Perdite totali a potenza nominale	≤ 750 W	≤ 1.5 kW	≤ 2.2 kW	≤ 3kW
Cooling Raffreddamento			AF	

CHARGING POINT

COLONNINA DI RICARICA

Whatever is the size of the Charging System, each of the independent DC Outputs of the converters is connected to a "charging point" that allows the connection to the vehicle and is provided with:

- Nr. 1 Signalization Lamps (optional Touch-Panel Display) for recharge status local visualization
- Nr. 1 Charging Protocol/Canbus/Ethernet Converter
- Nr. 1 CCS-Combo 2 plug
- Compliant with ISO15118 / DIN 70121 / IEC 61851-23 & -24
- OCPP Compliant

Qualunque sia la dimensione del sistema di ricarica, ciascuna delle uscite c.c. indipendenti dei convertitori è connessa ad una "colonnina di ricarica" che permette il collegamento al veicolo ed è composta da:

- Lampade di segnalazione Nr. 1 (display Touch-Panel opzionale) per la visualizzazione locale dello stato di ricarica
- Nr. 1 Convertitore Protocollo di ricarica/ Canbus/ Ethernet
- Nr. 1 Presa CCS-Combo 2
- Conforme a ISO15118 / DIN 70121 / IEC 61851-23 & -24
- Conforme a OCPP



Front view
Vista frontale



Side view
Vista laterale

WAYSIDE CHARGING

RICARICA A BORDO STRADA

Wayside (or Opportunity) Charging is generally done during daily operation at any given stop or rest opportunity charging the vehicle at a high power (200÷600kW) for a very short period (3 to 20 minutes).

In this configuration the System is composed of the following apparatuses rated according to the requested power:

- DC Current System composed of:
 - Nr. 1 Two-Poles Motorized DC Load Break Switch (generally pole-mounted)
 - Nr. 1 DC Battery Charger with DC/DC Converters rated 200÷600kW @ 650V and equipped with a Two-Poles DC Circuit Breaker.
- Low Voltage Auxiliary Service Section composed of:
 - Nr. 1 DC/DC Aux Supply
 - Nr. 1 UPS
 - Low voltage AC and DC equipment
- Control & Supervision Section: where can be housed a PLC and a display
- Opportunity Charger equipped with Upside-Down Pantograph

The whole system (except the DC Load-Break Switch) is generally supplied either integrated in the basement of the Opportunity Charger Mast (up to 200kW) or in a single frame solution for outdoor installation where all the above equipment (except the Opportunity Charger) are installed and connected.

The main components of the Charging System are the **DC Battery Charger** and the **Opportunity Charger**

La ricarica a bordo strada (o Ricarica Rapida) viene generalmente effettuata durante il funzionamento quotidiano a qualsiasi fermata di servizio o di riposo caricando il veicolo ad alta potenza (200÷600kW) per un periodo molto breve (da 3 a 20 minuti).

Nella configurazione il Sistema è composto dai seguenti apparati valutati in base alla potenza richiesta:

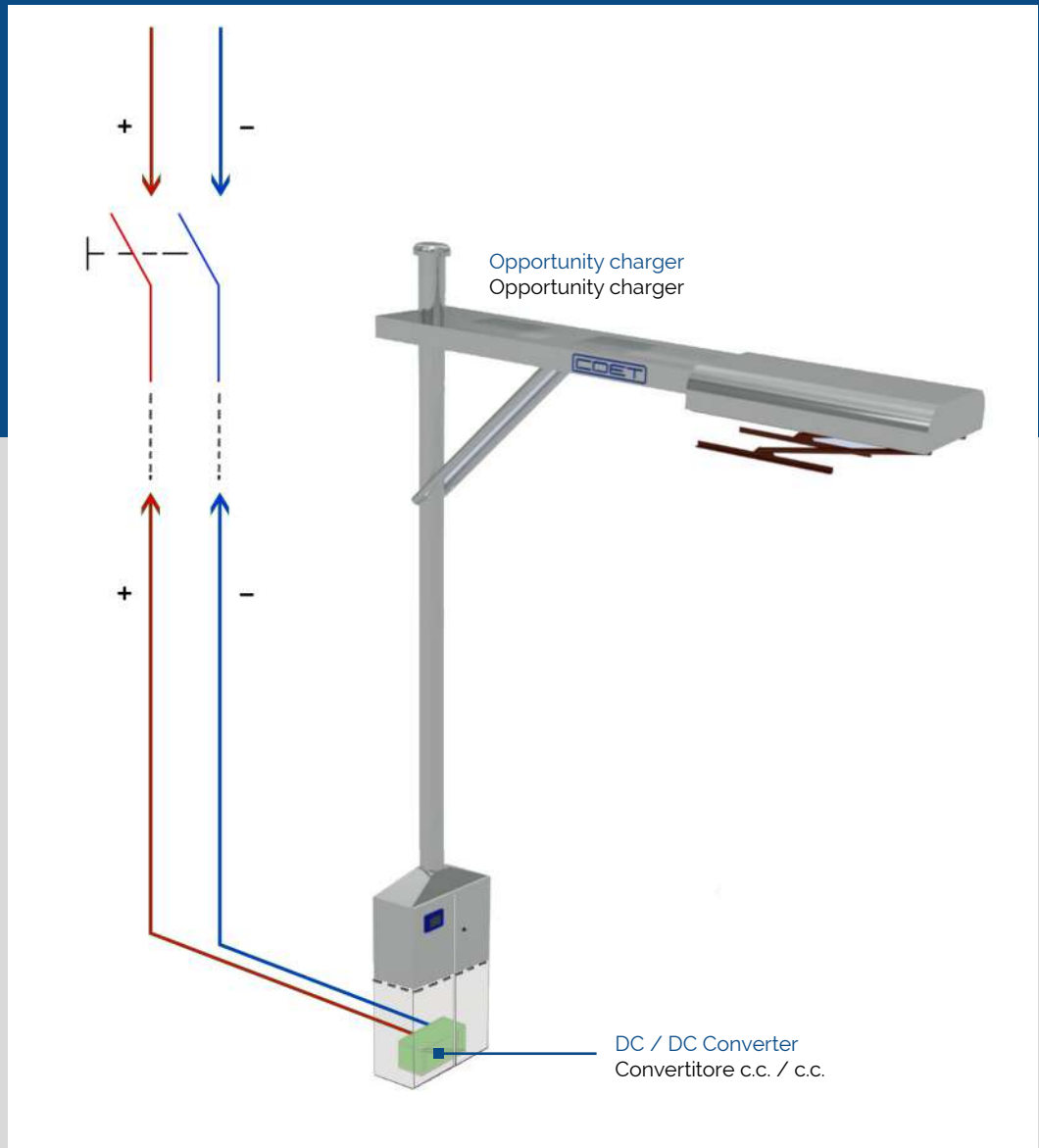
- Sistema in Corrente Continua composto da:
 - Nr. 1 Sezionatore c.c. Sottocarico Bipolare Motorizzato (generalmente montato su palo)
 - Nr. 1 Carica Batterie c.c. composto da Convertitori c.c. con potenza nominale pari a 200÷600kW @ 650V e dotato di un Interruttore Bipolare.
- Sezione Servizi Ausiliari BT composta da:
 - Nr. 1 Alimentatore Ausiliario c.c./c.c.
 - N. 1 UPS
 - Apparecchiature in bassa tensione c.a. e c.c.
- Sezione di controllo e supervisione dove possono essere alloggiati un PLC e un display.
- Opportunity Charger (o Palo Pantografo) dotato di Pantografo a discesa (upside-down).

L'intero sistema (ad eccezione del Sezionatore c.c. sottocarico) è generalmente fornito o integrato nella base dell'Opportunity Charger (per potenze fino a 200kW) o in un unico quadro per esterno in cui sono installate e collegate tutte le apparecchiature sopra elencate (ad esclusione dell'Opportunity Charger).

I componenti principali del sistema di ricarica sono il **Caricabatterie c.c.** e l'**Opportunity Charger**

SINGLE LINE DIAGRAM FOR WAYSIDE CHARGING

SCHEMA UNIFILARE PER RICARICA A BORDO STRADA



WAYSIDE DC BATTERY CHARGER

RICARICA DI BORDO C.C.

The DC Battery Charger is composed of one DC/DC converter with 200kW @ 650V adjustable output power. Higher Recharging Powers are obtained connecting in parallel more 2 or 3 converters.

The architecture of the battery charger is essentially the same of the Depot Battery Charger with the only difference that the frame is designed for outdoor installation.

The single DC/DC converter module rated 200kW @ 650V is constituted of a Buck-Boost DC/DC Converter (chopper) that can grant galvanic insulation between its (own) input and output terminals.

The architecture is essentially the same of the single DC/DC converter module rated 25÷100kW @ 650V

Il caricabatterie è composto da un convertitore c.c./c.c. con uscita regolabile di potenza pari a 200kW @ 650V. Potenze di ricarica maggiori si raggiungono collegando in parallelo 2 o 3 convertitori.

L'architettura del caricabatterie è sostanzialmente la stessa del dello Scomparto Caricabatterie da Deposito con l'unica differenza che il telaio è progettato per l'installazione esterna.

Il singolo modulo di conversione c.c./c.c. da 200kW @ 650V è costituito da un Convertitore c.c. Buck-Boost (chopper) dotato di ingressi ed uscite c.c. isolati galvanicamente tra loro (Schema Full-Bridge).

L'architettura è essenzialmente la stessa del singolo modulo di conversione c.c./c.c. da 25÷100kW @ 650V.

200 KW CHOPPER MODULE ELECTRICAL CHARACTERISTICS

200 KW CARATTERISTICHE ELETTRICHE MODULO CHOPPER

Rated Power Potenza nominale	200 kW
Rated Input Voltage U_N (EN60146-1-1 & EN61439-1) Tensione di ingresso nominale U_N (EN60146-1-1 & EN61439-1)	750 Vcc
Power Frequency Withstand Voltage U_a (EN 50123-1 Tab.1): Tensione di tenuta a frequenza industriale	
- To earth and between phases: Verso terra e tra le fasi	3,6 kV
- Across the isolating distance Attraverso la distanza di sezionamento	4,3 kV
Input Voltage Range Intervallo di tensione di ingresso	600 Vcc ÷ 750 Vcc
Rated Output Voltage Tensione di uscita nominale	650 Vcc
Output Voltage Range Intervallo di tensione di uscita	400 Vcc ÷ 750 Vcc
Rated Input Current (@ 750Vcc) Corrente di ingresso nominale (@ 750Vcc)	270 A
Rated Output Current (@ 650Vcc) Corrente di uscita nominale (@ 650Vcc)	310 A
Duty Class (IEC 60146 & EN 50328) Classe di sovraccarico (IEC 60146 & EN 50328)	I
Connection Type Tipo di connessione	Full Bridge
Semiconductor Type Tipo di semiconduttori	IGBT (o TIRISTORI)
Total Losses at Rated Power Perdite totali a potenza nominale	≤ 6 kW
Cooling Raffreddamento	AF

OPPORTUNITY CHARGER

OPPORTUNITY CHARGER

The Opportunity Charger, directly connected to the DC Output of the converter, provides the connection to the vehicle for recharging during daily operation at the chosen way side stops.

Each Opportunity Charger is equipped with:

- Nr. 1 DC/DC Battery Charger integrated in the mast if rated up to 200kW @ 650V; for higher power the converter is housed in a separate cabinet generally placed nearby the Opportunity Charger.
- Nr. 1 Touch-Panel Display for recharge status and parameters local visualization
- Nr. 1 Charging Protocol/Canbus/Ethernet Converter
- Nr. 1 Upside-Down Pantograph
- Compliant with ISO15118 / DIN 70121 / IEC 61851-23 & -24
- OPP-Charge Protocol and OCPP Compliant

L'Opportunity Charger, direttamente collegato all'uscita c.c. del convertitore, fornisce il collegamento al veicolo per la ricarica durante il funzionamento quotidiano alle fermate prescelte.


Ciascun Opportunity Charger è dotato di:

- Nr. 1 DC/DC Battery Charger integrato nella base per potenze fino a 200kW @ 650V; per potenze superiori il convertitore è alloggiato in un quadro per esterne separato generalmente collocato nelle vicinanze del Opportunity Charger.
- Nr. 1 Touch-Panel Display per la visualizzazione locale dello stato e dei parametri di ricarica
- Nr. 1 Convertitore Protocollo di ricarica/ Canbus/ Ethernet
- Nr. 1 Pantografo a discesa (upside-down).
- Conforme a ISO15118 / DIN 70121 / IEC 61851-23 & -24
- Conforme ai Protocolli OPP-Charge e OCPP





COET S.p.A.

 +39 02 842934

 www.coet.it

 coet@coet.it

 Via Civesio, 12 - 20097 San Donato Milanese (MI) - Italia

