

Le colonnine temono il freddo?

L'INIZIO DELLA STAGIONE INVERNALE E IL CONSEGUENTE ABBASSAMENTO DELLE TEMPERATURE POSSONO IMPATTARE SULLE PRESTAZIONI DELLE BATTERIE E DELLE STAZIONI DI RICARICA. ECCO UNA PANORAMICA SU CAUSE, CRITICITÀ E SOLUZIONI CHE I PRODUTTORI METTONO IN CAMPO PER GARANTIRE AUTONOMIA E PERFORMANCE ANCHE IN CONDIZIONI ESTREME

DI FEDERICA MUSTO

Anche se l'inverno 2024 tarda ad arrivare, con picchi di 18°C registrati all'inizio di novembre nel Nord Italia, i dubbi sul rapporto tra mobilità elettrica e basse temperature restano attuali. Come influisce il freddo sui veicoli elettrici, sull'efficienza e sui consumi? E sulle stazioni di ricarica? Negli ultimi anni, numerosi articoli hanno analizzato l'impatto del freddo estremo sulle batterie al litio, in particolare dopo le anomalie climatiche che hanno colpito il Nord Europa e il Nord America tra fine 2023 e inizio 2024, creando disagi agli utenti meno esperti. Ma cosa succede alle infrastrutture di ricarica quando le temperature scendono sotto lo zero? È importante sapere che anche le colonnine di ricarica hanno un range operativo, di solito tra -25/-30°C e +50°C. Al di fuori di questo range, le prestazioni possono diminuire, causando disfunzionamenti. Un problema comune è la riduzione della potenza erogata dai caricabatterie, che allunga i tempi di ricarica. Ad esempio, se in condizioni normali un veicolo con batteria da 75 kWh si ricarica dal 20% all'80% in circa 18 minuti con una colonnina da 150 kW, a temperature inferiori ai -20°C la potenza può scendere a 75 kW, raddoppiando il tempo di ricarica a circa 36 minuti. Questo rallentamento è dovuto al fatto che il freddo influisce sui processi chimici delle batterie, che assorbono energia più lentamente. Inoltre, il sistema di gestione termica del veicolo può limitare la velocità di ricarica per proteggere la batteria. Dunque, il motivo più comune di abbassamento delle potenze di ricarica quando le temperature scendono non è dato direttamente dall'infrastruttura di ricarica quanto dal BMS del veicolo che richiede l'erogazione di potenze più basse. Tuttavia, quando le temperature scendono sotto livelli critici, gli effetti sulle componenti della stazione di ricarica possono compromettere ulteriormente l'efficienza.



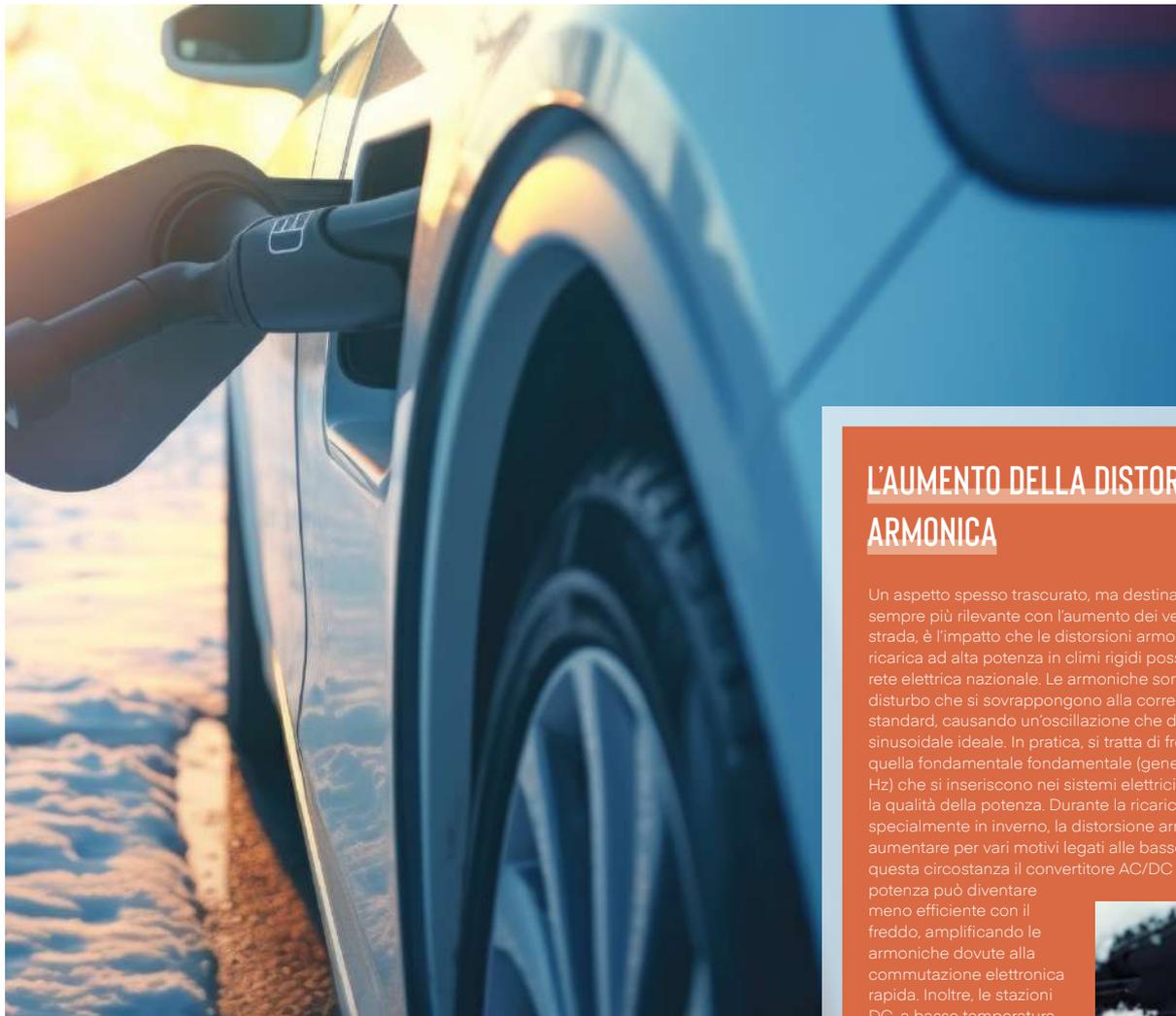
Struttura di una stazione di ricarica

In primo luogo è importante esaminare gli elementi chiave di una stazione di ricarica, in particolare quelle ad alta potenza che sono più sensibili alle temperature estreme. Il cuore della stazione è l'unità di potenza, che converte l'energia elettrica dalla rete (AC) in corrente continua (DC) per ricaricare le batterie dei veicoli. Queste unità possono erogare potenze tra 50 kW e 350 kW, e la loro efficienza può essere influenzata dal freddo, compromettendo la velocità di ricarica. Il processo di conversione genera calore, quindi le stazioni HPC sono dotate di sistemi di raffreddamento, spesso a liquido, che devono funzionare anche a basse temperature, evitando la congelazione del liquido e mantenendo l'unità a temperature operative sicure. Ogni colonnina dispone di un pannello di controllo per avviare la ricarica, monitorare lo stato e gestire le transazioni; questi sistemi devono garantire leggibilità e reattività anche a basse temperature. I cavi di ricarica e i connettori, poi, devono supportare correnti elevate e resistere agli agenti atmosferici e devono essere realizzati con materiali di qualità resistenti al gelo per evitare rigidità o crepe. Inoltre, è fondamentale che anche l'area di accesso alla rete elettrica rispetti parametri adeguati per mantenere la stazione operativa e sicura. Il punto di connessione potrebbe richiedere trasformatori o dispositivi di gestione

della rete per garantire un'alimentazione sufficiente e stabile, evitando sovraccarichi durante i periodi di stress. Infine, l'area deve essere equipaggiata con sistemi di sicurezza, tra cui dispositivi di protezione da sovraccarico, cortocircuito e guasti a terra, cruciali in condizioni di freddo, dove l'umidità può compromettere l'isolamento.

Riduzione dell'efficienza

Come accennato sopra, temperature molto basse (sotto i -10/20°C) possono influire negativamente sull'efficienza delle colonnine di ricarica, rendendo meno efficace il trasferimento di energia al veicolo. Ciò avviene perché i componenti elettronici all'interno delle stazioni di ricarica possono operare a prestazioni ridotte in condizioni di freddo estremo. L'efficienza delle colonnine è compromessa principalmente a causa dell'impatto diretto del freddo sui materiali conduttori, sui circuiti di conversione e sui dispositivi di controllo. A basse temperature, molti metalli diventano più resistivi, provocando una maggiore dispersione di energia sotto forma di calore. Inoltre, la resistenza interna dei componenti elettronici può aumentare con il calo della temperatura, portando a una maggiore dissipazione di energia e a una riduzione dell'efficienza complessiva della ricarica. I convertitori che trasformano l'alimentazione da corrente alternata (AC) a corrente continua (DC) necessaria per la ricarica delle batterie operano



L'AUMENTO DELLA DISTORSIONE ARMONICA

Un aspetto spesso trascurato, ma destinato a diventare sempre più rilevante con l'aumento dei veicoli elettrici su strada, è l'impatto che le distorsioni armoniche generate dalla ricarica ad alta potenza in climi rigidi possono avere sulla rete elettrica nazionale. Le armoniche sono componenti di disturbo che si sovrappongono alla corrente e alla tensione standard, causando un'oscillazione che devia dalla forma sinusoidale ideale. In pratica, si tratta di frequenze multiple di quella fondamentale (generalmente 50 Hz o 60 Hz) che si inseriscono nei sistemi elettrici, compromettendo la qualità della potenza. Durante la ricarica rapida in DC, specialmente in inverno, la distorsione armonica può aumentare per vari motivi legati alle basse temperature. In questa circostanza il convertitore AC/DC delle stazioni ad alta potenza può diventare

meno efficiente con il freddo, amplificando le armoniche dovute alla commutazione elettronica rapida. Inoltre, le stazioni DC, a basse temperature, possono ridurre il flusso di corrente per proteggere le batterie, alterando così la dinamica del carico e generando armoniche più elevate che provocano interferenze. Queste distorsioni possono causare effetti indesiderati come il surriscaldamento dei cavi e componenti elettronici, riduzione dell'efficienza e interferenze con altri dispositivi connessi alla rete. Nelle stazioni di ricarica composte da molti charger, come quelle realizzate nei grandi parcheggi, la distorsione può propagarsi e intensificarsi, limitando la capacità del sistema di gestire più veicoli in ricarica contemporaneamente. Gestire le distorsioni armoniche è quindi fondamentale per mantenere l'efficienza e la sicurezza della rete, soprattutto con l'aumento dei veicoli elettrici. Per affrontare queste problematiche, si stanno sviluppando diverse soluzioni tecnologiche. Un primo approccio riguarda la progettazione delle grandi stazioni, realizzando un layout che separa fisicamente i punti di ricarica per ridurre la propagazione delle armoniche. Inoltre, l'adozione di sistemi di monitoraggio permette di tenere sotto controllo il livello di distorsione, mentre l'implementazione di filtri armonici sulle colonnine si rivela estremamente utile. Tra questi, i filtri attivi sono particolarmente efficaci, poiché rilevano e compensano in tempo reale le armoniche indesiderate.



tramite semiconduttori come Mosfet o IGBT. A temperature rigide, i parametri operativi di questi dispositivi possono variare, influenzando la capacità di commutazione e aumentando le perdite, note come switching losses. A basse temperature, la resistenza interna dei Mosfet tende a diminuire, rendendoli più suscettibili a inefficienze e instabilità nella commutazione. Il conseguente aumento del tempo di commutazione riduce l'efficienza del circuito, generando perdite di energia. Per esempio, un Mosfet che a 25°C ha un tempo di commutazione di 50 nanosecondi potrebbe vederlo raddoppiato o triplicato a temperature inferiori a -20°C. Anche i condensatori elettrolitici, utilizzati per filtrare l'alimentazione e stabilizzare la tensione, sono influenzati dal freddo, poiché la viscosità dell'elettrolita aumenta con il calo delle temperature, riducendone la capacità. Una minore capacità può compromettere l'efficacia nell'immagazzinare e rilasciare energia, causando una regolazione della tensione meno precisa e riducendo l'efficienza del circuito. Come spiegato in seguito, queste fluttuazioni di tensione possono minare non solo l'efficienza del charger, ma anche, su una scala più ampia, l'impatto dell'infrastruttura di ricarica sulla rete elettrica.

Tecnologie specifiche contro le temperature estreme

Come anticipato sopra, le colonnine di ricarica

attualmente in commercio sono progettate per operare in una vasta gamma di condizioni ambientali, comprese le temperature rigide. Le principali tecnologie impiegate per affrontare il freddo includono i sistemi di riscaldamento interno, che mantengono i componenti elettronici a una temperatura operativa ottimale prevenendo l'aumento della resistenza interna e i malfunzionamenti dei circuiti; e l'isolamento termico delle componenti critiche, che riduce la dispersione di calore e protegge le parti interne dal congelamento. La scelta dei componenti elettronici è fondamentale per migliorare la resistenza al freddo. Ad esempio, Alpionic, nella sua gamma HVC, utilizza condensatori a film plastico o ceramici, più performanti alle basse temperature rispetto ai tradizionali condensatori elettrolitici. Inoltre, le colonnine sono dotate di sistemi di gestione termica avanzati, che non solo riscaldano e mantengono una temperatura operativa stabile anche in condizioni esterne rigide, ma monitorano continuamente le temperature, attivando i riscaldatori solo quando necessario per ottimizzare il consumo energetico. Un altro aspetto cruciale è la prevenzione della condensa, che può formarsi in caso di variazioni significative di temperatura. Per evitarla, le colonnine sono dotate di misure di isolamento termico specifiche, che mantengono l'ambiente interno asciutto, prevenendo cortocircuiti e garantendo un'efficienza costante.

AR