



Prodotti e processi per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'elettromobilità

SCENARIO DI RIFERIMENTO

Il settore della mobilità elettrica è interessato da studi e sperimentazioni per lo sviluppo di nuovi prodotti hardware e software che possano essere utilizzati per migliorarne l'efficienza energetica complessiva e, più in generale, le interazioni con il sistema elettrico, integrandosi in modo competitivo nel contesto delle filiere e dei sistemi produttivi esistenti.

Tra i maggiori risparmi di energia ottenibili per i veicoli elettrici e per gli ibridi "plug-in" vi sono quelli legati alla ricarica delle batterie, sia direttamente grazie al miglioramento dei rendimenti (anche durante la frenata rigenerativa) che indirettamente, per la riduzione dei consumi conseguente alla riduzione del peso della batteria resa possibile dalla "fast charge". Infatti, il peso (e il costo) della batteria diminuiscono in proporzione alla riduzione dell'autonomia, e questa riduzione risulta accettabile se adeguatamente compensata dalla ricarica in tempi brevi (qualche minuto anche con ricariche parziali) in infrastrutture di rifornimento adeguate. Inoltre, nel caso di tecnologie in piena evoluzione come la ricarica rapida e quella "contactless", sono presenti margini di miglioramento dell'efficienza di trasferimento e conversione dell'energia elettrica. Lo sviluppo delle strutture di alimentazione dei veicoli elettrici su gomma offre anche possibilità di positive interazione verso la rete elettrica. Con riferimento agli ambiti applicativi "smart grid" e "smart cities", l'impiego di stazioni di ricarica (e/o degli accumuli elettrici dei veicoli in sosta), può essere utile associato alla generazione distribuita, in quanto l'accumulo elettrico distribuito ha tempi di reazione estremamente brevi. Manca però una conoscenza approfondita delle possibilità di interazione lato "domanda di energia per la mobilità elettrica".



OBIETTIVI

L'obiettivo del progetto è lo sviluppo di sistemi e componenti innovativi per l'incremento dell'efficienza elettrica delle strutture di alimentazione dei veicoli elettrici stradali collegate alla rete elettrica, con un particolare accento alla sperimentazione della ricarica rapida, tanto in c.c. che in c.a.

Attraverso le attività di ricerca svolte è sviluppato e approfondito il tema delle interazioni tra veicoli elettrici (merci e passeggeri) e reti di distribuzioni dell'energia, con analisi della distribuzione, nel tempo e nello spazio, dei carichi dovuti alla mobilità

elettrica, secondo le prevedibili linee di sviluppo della stessa. Si procederà infine alla sperimentazione su veicolo della ricarica, con due modalità di ricarica, per contatto e senza.

RISULTATI

Sviluppo e realizzazione di un sistema di ricarica contactless per micro vetture

L'attività ha riguardato lo sviluppo di un caricabatteria contactless risonante per la ricarica degli accumulatori (48 V, 100 Ah) di una city car elettrica che costituisce il caso di studio considerato. Il lavoro si è basato sui risultati di attività già svolte nell'ambito dello stesso progetto e che includevano il dimensionamento dei componenti/circuiti di potenza del caricabatteria.

Il lavoro di sviluppo del caricabatteria contactless risonante si è articolato in attività riguardanti:

- la riprogettazione del sistema per l'adeguamento alla frequenza di 85 kHz indicata a livello inter-

nazionale come standard di riferimento (bobine, circuiti di potenza ed interfaccia, controllo)

- l'implementazione di algoritmi di controllo e gestione su DSP;
- l'assemblaggio del prototipo del caricabatteria contactless;
- le prove al banco per la caratterizzazione sperimentale.

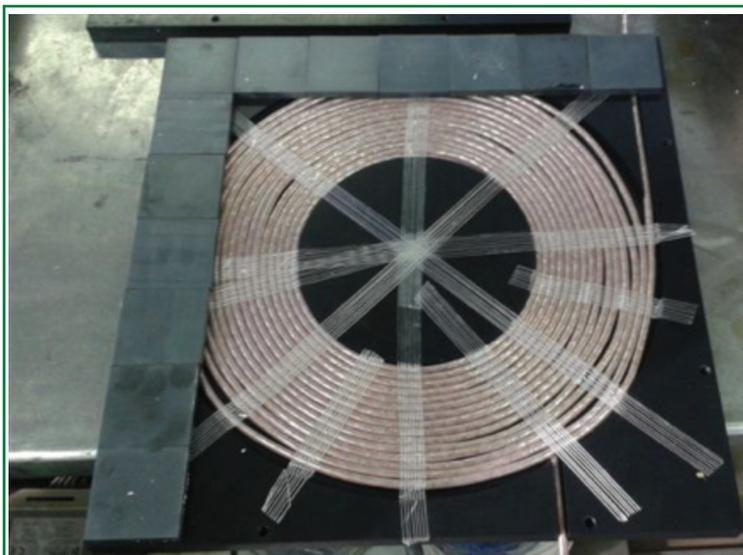
Come previsto nel piano di realizzazione, sono stati indagati anche gli aspetti riguardanti l'interazione tra sistema di accoppiamento e utilizzatore attraverso la verifica sperimentale della compatibilità dei campi E/M irradiati con i limiti indicati dalla legislazione.

Progettazione e studio di un convertitore per stazione di ricarica rapida in c.c. con accumulo elettrico stazionario, per l'integrazione nel sistema dei trasporti di E.E. da fonti rinnovabili non programmabili

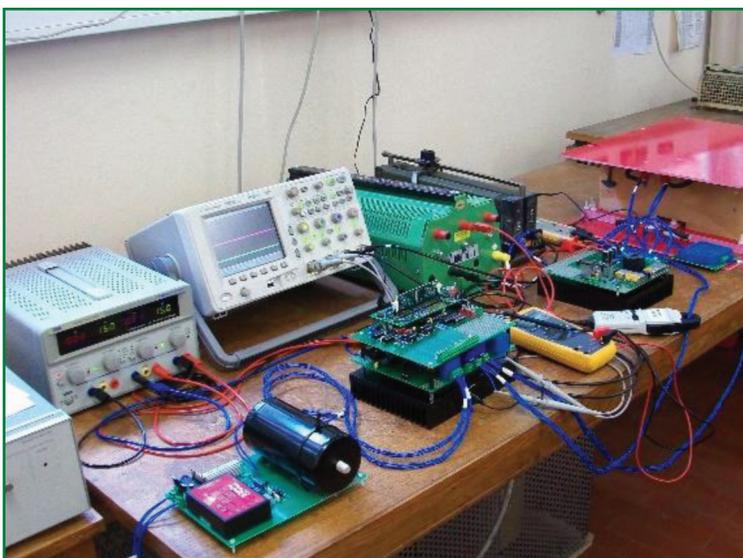
È stato sviluppato un sistema di conversione statica dell'energia elettrica basato su una struttura modulare che consente di interfacciare un'infrastruttura di ricarica per veicoli elettrici anche complessa con diverse sorgenti di alimentazione e sistemi di accumulo. L'obiettivo è quello di ottimizzare i flussi di potenza per diminuire o, addirittura, annullare l'impatto dell'infrastruttura di ricarica sulla rete elettrica di distribuzione. La ricerca svolta si è concentrata non solo su una possibile implementazione del convertitore innovativo ad alta efficienza ma, più in generale, sulla progettazione di una piattaforma numerica che, in funzione delle specifiche relative alle sorgenti di alimentazione e alle esigenze di carico, consentisse di:

- dimensionare la taglia delle singole unità del convertitore;
- definire la migliore tipologia di convertitore di potenza in funzione dell'efficienza di conversione complessiva;
- dimensionare il sistema di accumulo energetico;
- dimensionare l'eventuale sistema di generazione da fonte rinnovabile (principalmente fotovoltaico);
- definire istante per istante i flussi di potenza ottimali.

Tale obiettivo è stato raggiunto grazie alla definizione della "funzione di ottimo" che tiene conto di



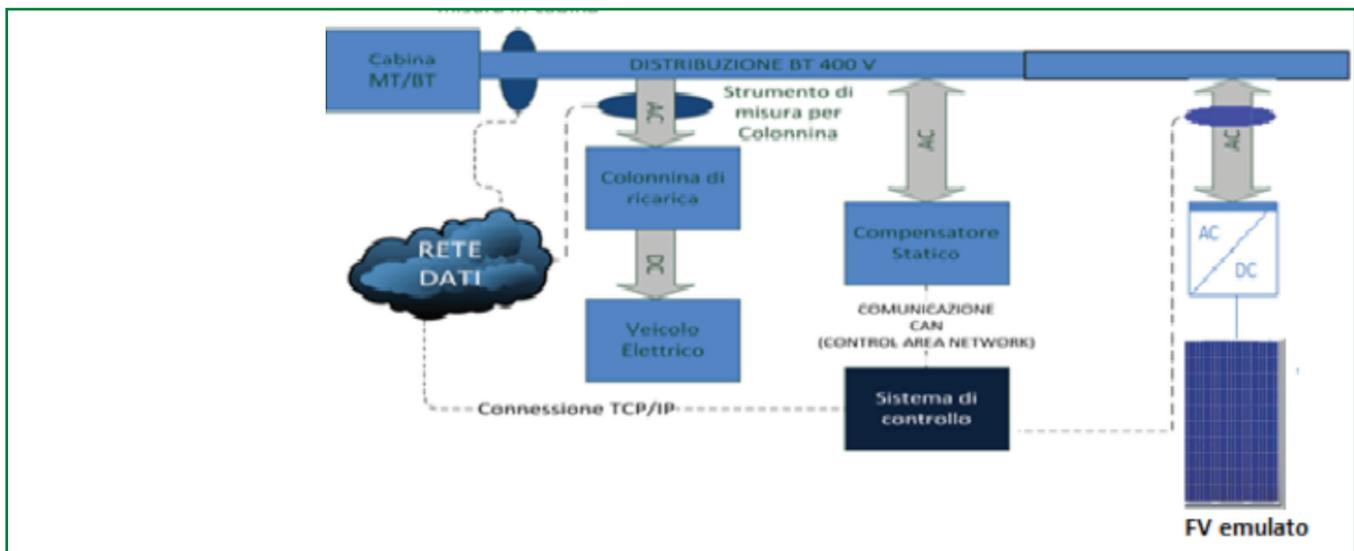
Bobine Rx e Tx per la ricarica contactless con ferriti



Banco prova del sistema contactless

molteplici fattori come: il costo dell'energia elettrica in funzione della fascia oraria, il costo e l'usura del sistema di accumulo, il costo e la disponibilità della fonte rinnovabile, il costo del convertitore in funzione della sua tipologia e della sua efficienza, i profili di assorbimento del carico e il piano di ammortamento di tutto l'impianto.

Parallelamente si è sperimentata l'integrazione tra una stazione di ricarica veloce ed un compensatore statico con accumulo stazionario. In particolare sono state implementate e testate in campo le funzioni di erogazione di potenza reattiva a compensazione dell'energia reattiva richiesta dalla stazione e quella di supporto alla richiesta di potenza attiva e reattiva. I risultati hanno mostrato le positive azioni in supporto alla rete locale.



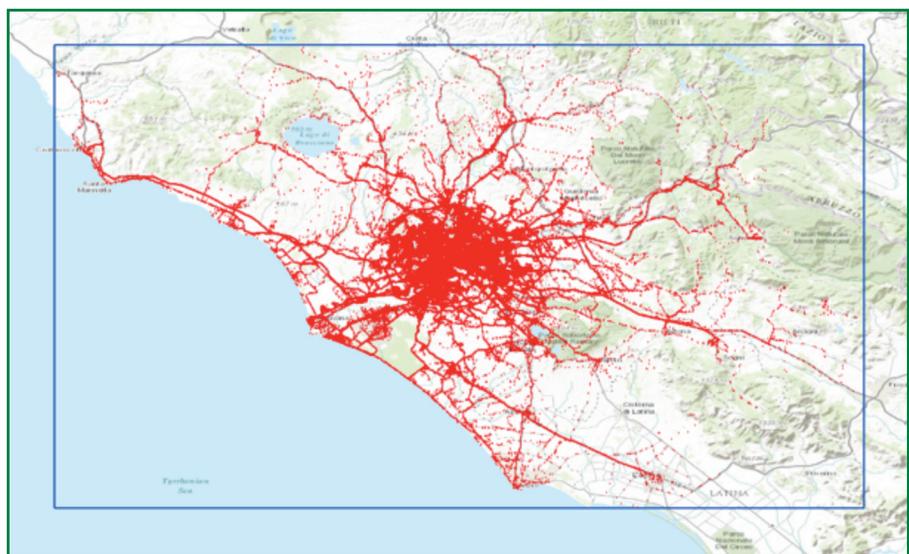
Sistema di ricarica integrato con compensatore statico e impianto FV emulato

Interazioni mobilità elettrica/reti intelligenti

Le attività svolte approfondiscono aspetti dell'elettrificazione della mobilità passeggeri, sia per le autovetture, in funzione di diverse tipologie di veicoli, elettrici "puri" e ibridi "plug-in", sia per il trasporto pubblico locale. In particolare sono stati affrontati i temi riguardanti il V2G (vehicle-to-grid), attinenti gli aspetti di rete e di interfaccia di potenza e l'impatto sul sistema di accumulo, e successivamente lo studio della sensibilità della conversione in elettrico del trasporto pubblico rete elettrica locale.

Nel dettaglio si è valutato come il veicolo PHEV (veicolo ibrido plug-in) possa agevolare il problema del dispacciamento (insorto da quando la produzione dell'energia rinnovabile ha raggiunto livelli non più trascurabili) evitando di accentuarlo. Si è pertanto verificata la strategia V2G in confronto alla carica per solo autotrazione utilizzando dati reali relativi ad un campione significativo di veicoli circolanti in area urbana. Nell'ambito del V2G si è realizzato un modello parametrico per la valutazione degli effetti del V2G sia sul sistema di accumulo veicolare sia sulla rete elettrica locale.

Riguardo alla conversione in elettrico del trasporto pubblico, è stata valutata la fattibilità tecnico-economica dell'elettrificazione dei servizi di Trasporto



Area monitorata con rappresentazione delle posizioni registrate per i veicoli del campione selezionato

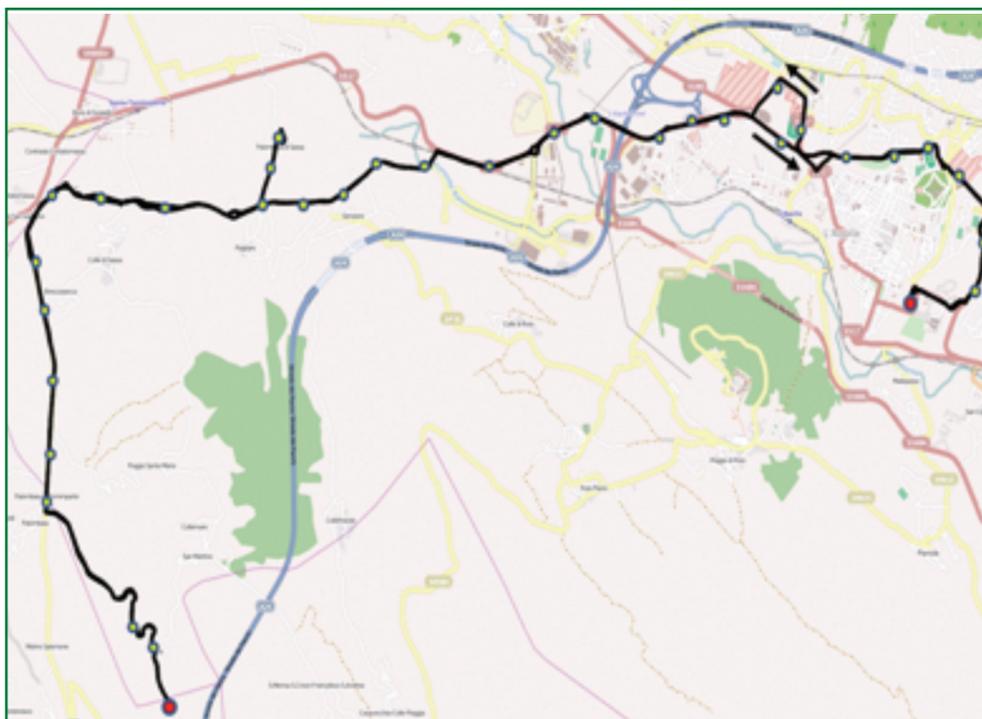
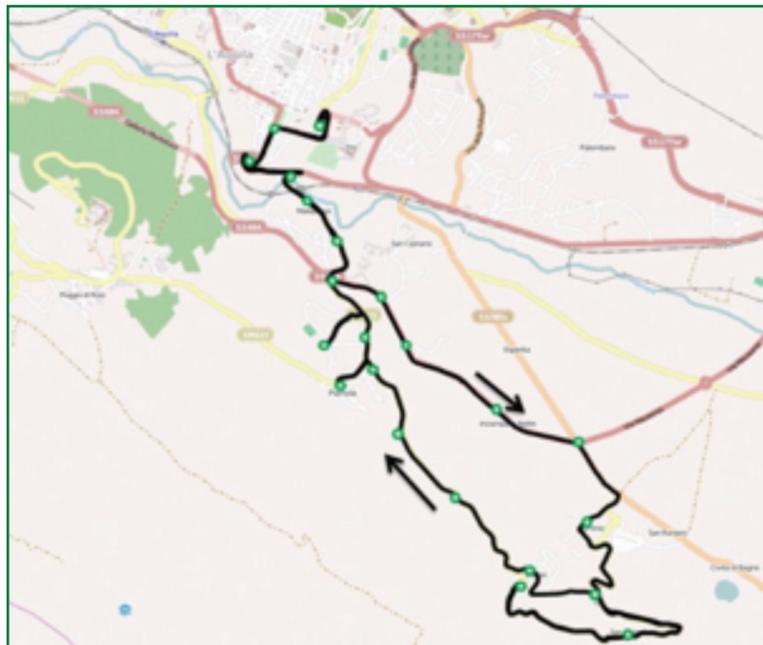
Pubblico Locale utilizzando come caso di studio alcune linee del servizio di trasporto pubblico nel Comune de L'Aquila, la cui Amministrazione ha aderito all'implementazione di progetti dimostrativi di Smart Cities, all'interno dei quali rientrano iniziative di elettrificazione del trasporto su strada e di diffusione di sistemi ICT applicati ai trasporti per una gestione ottimizzata e più efficiente dell'offerta. La valutazione della conversione è stata attuata attraverso misure in campo per la determinazione dei parametri cinematici e di servizio che modellistiche per la simulazione di veicoli elettrici. Lo studio di fattibilità è stato corredato infine di una valutazione economica con indicazione dei costi di gestione e di investimento.

Partecipazione a gruppi di lavoro internazionali – EVI – IA HEV – AVERE

L'attività riguarda la partecipazione attiva di ENEA alle iniziative internazionali sui veicoli elettrici e ibridi, che sono una fonte continua di scambio e di orientamento dei programmi e delle attività nazionali sui sistemi di accumulo in batterie per applicazioni mobili e stazionarie. La partecipazione è anche funzionale al ruolo di supporto tecnico-scientifico e programmatico che l'ENEA svolge per i Ministeri competenti e per l'industria nazionale nel suo complesso. Inoltre l'ENEA è attiva nel Board dell'Associazione europea veicoli elettrici stradali (AVERE). Le principali partecipazioni a gruppi di lavoro internazionali hanno riguardato:

1. EVI (Electric Vehicle Initiative)
2. Implementing Agreement (IA) HEV (Electric and Hybrid Vehicle Technologies and Programmes) dell'International Energy Agency (IEA)
3. AVERE

Va menzionata la partecipazione ENEA all'AVERE nelle attività del Board con la nomina della nuova struttura di gestione (presidente e vice-presidenti) ed in quelle svolte per l'organizzazione della Conferenza mondiale sui veicoli elettrici (EVS-27, Electric Vehicle Symposium).



Percorsi delle linee "10" e "12 A" dell'AMA de l'Aquila

Area di ricerca: Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi

Progetto C.4: Prodotti e processi per il miglioramento dell'efficienza energetica nell'elettromobilità

Referente: A. Genovese, antonino.genovese@enea.it