

SPERIMENTAZIONE DI SISTEMI DI RICARICA WIRELESS: IL PROGETTO DEXTER

G. Di Capua¹, A. Maffucci¹, G. Di Mambro¹, N. Femia², N. Fontana³,
S. Barmada³, J. Zhu³, L. De Guglielmo⁴, N. Oliva⁴

¹ DIEI, Università degli Studi di Cassino e del Lazio Mer., Via G. Di Biasio, Cassino (FR)

² DIEM, Università degli Studi di Salerno, Via G. Paolo II, Fisciano (SA)

³ DESTEC, Università degli Studi di Pisa, Largo Lucio Lazzarino, Pisa

⁴ EXELING SRL, Avellino (AV)

Il progetto DEXTER (*Development of an Enhanced eXperimental proTotype of wirEless chargeR*), avviato a luglio 2024 nell'ambito del Programma PNRR CN_00000023 – Assegnazione POC 2 edizione, è finalizzato allo sviluppo di una piattaforma sperimentale avanzata per lo studio e la progettazione di sistemi di ricarica dinamica wireless di veicoli elettrici. Coordinato dal Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile e co-finanziato da POLIMI, il progetto coinvolge tre unità di ricerca universitarie con competenze sinergiche: l'Unità di Cassino e del Lazio Meridionale (capofila), l'Unità di Salerno, e l'Unità di Pisa.

L'idea del progetto si basa su studi recenti inerenti ai sistemi di trasferimento di potenza wireless (*Wireless Power Transfer, WPT*) per caricabatterie dinamici di veicoli elettrici (*Electric Vehicle Dynamic Battery Chargers, EV-DBC*). Tali studi hanno dimostrato che:

- ✓ le perdite, la potenza, le prestazioni di ricarica e la risposta dinamica degli EV-DBC possono essere migliorate adattando le caratteristiche della coppia di bobine e la velocità del veicolo alle impostazioni di controllo dei convertitori di potenza elettronici che interfacciano le bobine alla sorgente e alla batteria;
- ✓ l'uso di piastre in ferrite opportunamente segmentate e distribuite può migliorare le condizioni di adattamento della mutua induttanza tra le bobine in relazione alle specifiche della ricarica dinamica e alle limitazioni di peso e ingombro dei ricevitori posizionati sui veicoli;
- ✓ architetture speciali di bobine possono contribuire a migliorare la robustezza delle prestazioni rispetto a loro possibili disallineamenti;
- ✓ sono necessari modelli comportamentali delle bobine per identificare le impostazioni ottimali di controllo dell'elettronica di potenza, migliorare le prestazioni, prevedere il campo magnetico circostante le bobine e determinare la configurazione ottimale delle schermature elettromagnetiche.

L'obiettivo principale di DEXTER è pertanto lo sviluppo di una piattaforma prototipale di sistema WPT per EV-DBC. La piattaforma integra un sistema di movimentazione 3D per le coppie di bobine magnetiche, un'architettura di elettronica di potenza a controllo digitale, un'unità emulatrice di batteria, bobine di schermatura, sonde di campo e un'interfaccia utente (Fig. 1). La piattaforma realizzata consente, attraverso un approccio *Hardware-in-the-Loop* (HiL), di integrare simulazioni e misurazioni per l'analisi e l'ottimizzazione multi-obiettivo del sistema WPT. In particolare, essa consente di eseguire un'ampia varietà di test sperimentali su singole parti e sull'intero sistema, fra cui:

- ✓ l'individuazione della reale frequenza di risonanza del sistema;
- ✓ la misurazione e mappatura della mutua induttanza delle bobine;
- ✓ la misurazione del campo magnetico al variare delle reciproche posizioni delle bobine;

- ✓ l'analisi di prestazione delle bobine di schermatura;
- ✓ la validazione delle prestazioni energetiche e di efficienza in funzione del setup di controllo dell'elettronica di potenza del trasmettitore e del ricevitore
- ✓ l'analisi della carica trasferita alla batteria in funzione di velocità di attraversamento di e disallineamento delle bobine.

La piattaforma potrà supportare future ricerche per lo sviluppo di nuove soluzioni per la progettazione ottimale di sistemi WPT in relazione agli obiettivi di prestazione globali, in termini di efficienza energetica, robustezza rispetto ai disallineamenti tra le bobine, vincoli di peso e volume, stabilità e affidabilità della ricarica della batteria ed esposizione umana ai campi elettromagnetici.



Figura 1. Sistema prototipale DEXTER: sistema di movimentazione e stazione di controllo con misurazione del campo magnetico in corso (sinistra); schermature elettromagnetiche e sonda di campo (destra).

RINGRAZIAMENTI

La ricerca sul tema di questa memoria è stata finanziata nell'ambito del Programma CN_0000023 Missione 4 Componente 2 Investimento 1.4 del PNRR “Potenziamento strutture di ricerca e creazione di campioni nazionali di R&S su alcune Key Enabling Technologies” – Assegnazione POC 2 edizione. Ente finanziatore: Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile – POLIMI. Durata: 1 luglio 2024 – 30 giugno 2025.

RIFERIMENTI

- [1] G. Di Capua, A. Maffucci, D. Capriglione, G. Di Mambro, N. Femia, N. Oliva, L. De Guglielmo, “Mutual Inductance Modeling for the Analysis of the Impact on Wireless Power Transfer Systems”, *M&N 2024 conference*, July 2024.
- [2] J. Zhu, S. Barmada, N. Fontana, A. Musolino, G. Di Capua, G. Di Mambro, A. Maffucci, N. Femia, “Design and Optimization of Passive Coil Array Shielding for Reducing Magnetic Flux Leakage in Dynamic Wireless Power Transfer”, *WPTCE 2025 conference*, June 2025.
- [3] G. Di Capua, A. Maffucci, G. Di Mambro, N. Femia, L. De Guglielmo, N. Fontana, S. Barmada, J. Zhu, “Comparative Analysis of High-Performance Wireless Battery Charging Systems”, *WPTCE 2025 conference*, June 2025.