

INTERFERENZE ELETTROMAGNETICHE NEI SISTEMI DI POTENZA DEL MATERIALE ROTABILE

Ugo Reggiani, Leonardo Sandrolini

Dipartimento di Ingegneria Elettrica
Alma Mater Studiorum - Università di Bologna
Viale del Risorgimento 2, I-40136 Bologna

L'attività di ricerca svolta si inserisce nell'ambito di un progetto PRIN finanziato nel 2006 ed è stata rivolta alla individuazione delle principali tipologie di interferenze elettromagnetiche (EMI) nei sistemi di trazione ferroviaria, con riferimento ai sistemi in corrente alternata quali quelli dell'Alta Velocità ferroviaria. In particolare, sono state classificate le principali sorgenti EMI che, a causa della complessità di un sistema di trazione ferroviaria, possono essere a loro volta vittime delle interferenze generate. L'attenzione è stata incentrata sui disturbi in tensione e corrente ad alta frequenza prodotti dai convertitori elettronici per la trazione ed i servizi ausiliari installati a bordo del materiale rotabile: raddrizzatori, inverter e motori ad induzione. I disturbi possono essere predetti modellando il sistema con approcci analitici (per esempio, metodo delle linee di trasmissione multiconduttore), con simulatori circuitali generali (per esempio, SPICE o SABER), con ambienti di simulazione di sistemi dinamici (per esempio, MATLAB/Simulink), o con metodi numerici (per esempio, metodo agli elementi finiti o metodo delle matrici delle linee di trasmissione). Si è fatto riferimento a modelli dei componenti elettronici di potenza che costituiscono il circuito raddrizzatore e quello di inverter. La tendenza più recente è quella di utilizzare IGBT che consentono di aumentare la frequenza di commutazione (fino a 1.5 kHz e più) e possono operare a tensioni (fino a 6.5 kV) e potenze (1000-1500 kVA) più elevate, riducendo le dimensioni e il costo dell'azionamento, ma introducendo allo stesso tempo nel sistema di trazione disturbi armonici a frequenza più elevata. Inoltre, si è tenuto conto della presenza dei parametri parassiti nei circuiti raddrizzatore ed inverter e nei motori ad induzione, in quanto alle alte frequenze essi costituiscono importanti vie di accoppiamento elettromagnetico. Nella Fig. 1 è indicato il modello dell'azionamento installato a bordo treno.

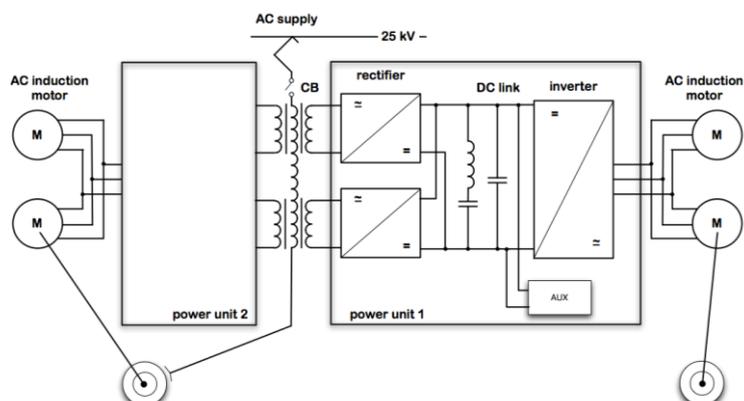


Fig. 1. Azionamento installato a bordo treno.

La principale difficoltà incontrata nella modellazione del sistema di bordo del materiale rotabile risiede nella carenza di documentazione e di modelli relativi ai componenti elettronici di potenza. Inoltre, è estremamente difficile effettuare misure su azionamenti reali di un sistema per trazione ferroviaria ad Alta Velocità in corrente alternata al fine di determinare alcuni parametri del modello e di validare il modello stesso, sia per gli elevati costi di esecuzione delle prove, sia per la difficoltà di ottenere le necessarie autorizzazioni.

E' iniziata anche l'attività riguardante l'interazione elettromagnetica tra la linea di alimentazione del materiale rotabile e le altre infrastrutture vicine, con particolare riferimento a quelle di segnalamento e di comunicazione. Una volta note le correnti iniettate nella linea di alimentazione, si possono determinare gli accoppiamenti induttivi e capacitivi con le suddette infrastrutture e linee. E' in fase di sviluppo un codice di calcolo per la determinazione degli accoppiamenti elettromagnetici, che si prevede di implementare nel secondo anno del progetto. Tale codice è basato sul metodo delle linee di trasmissione multiconduttore.

In questo ultimo ambito è stata studiata la possibile interazione tra due sistemi di segnalamento ferroviario, con particolare riferimento ad una situazione reale. Il primo sistema di segnalamento è basato su un sistema di controllo con circuito di binario, mentre il secondo è basato su tecnologie di comunicazione di tipo "wireless" e un circuito induttivo disposto tra le rotaie (vedi Fig. 2).

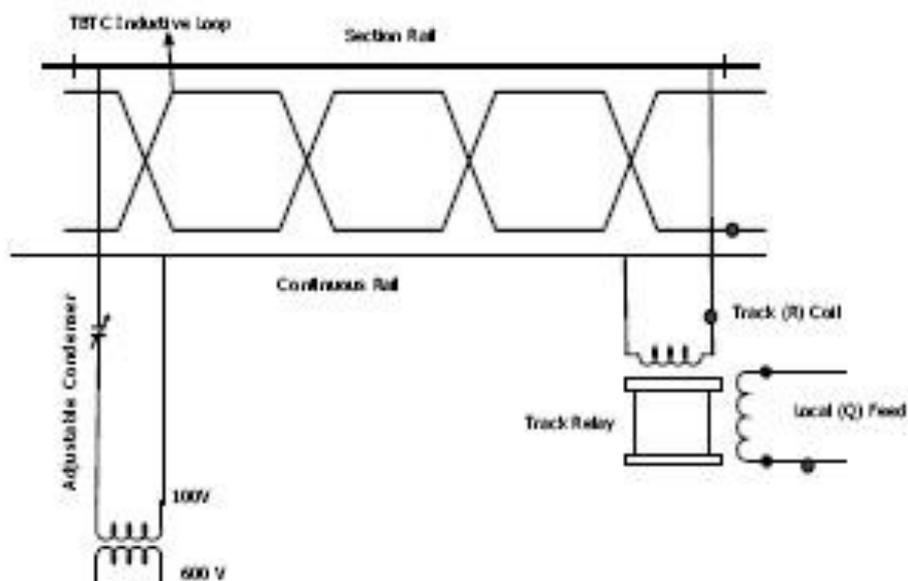


Fig. 2. Schema di sistemi di segnalamento ferroviario.

L'analisi ha mostrato la compatibilità tra i due differenti sistemi di segnalamento ed è stata confermata anche da misure sperimentali. I modelli sviluppati per i circuiti di segnalamento di questi due sistemi verranno utilizzati nella rappresentazione dell'accoppiamento elettromagnetico con la linea di alimentazione del materiale rotabile.

BIBLIOGRAFIA

A. Ogunsola, U. Reggiani, L. Sandrolini, "Demonstrating signalling compatibility between two-train control systems," in *Proc. 18th Int. Zurich Symp. on Electromagnetic Compatibility*, Munich, Germany. Sep. 24-28, 2007, pp. 361 - 364.