

# ANALISI E SVILUPPO DI MODELLI ORIENTATI A SUPPORTARE LA DIAGNOSTICA PREDITTIVA IN AMBITO FERROVIARIO DEI FENOMENI DI CORROSIONE DOVUTI A CORRENTI VAGANTI

Carlo Olivieri, Lino Di Leonardo, Francesco de Paulis, Antonio Orlandi

Dipartimento di Ingegneria Industriale, dell'Informazione e di Economia (D.I.I.I.E.),  
Università degli Studi de L'Aquila, Via G. Gronchi 18, 67100, L'Aquila;  
e-mails: carlo.olivieri@univaq.it, antonio.orlandi@univaq.it

Questa memoria riassume le più recenti attività di ricerca svolte dall'Unità di L'Aquila nel campo della modellizzazione dei fenomeni di corrosione elettrolitica dovuti a correnti vaganti in ambito ferroviario, con particolare riferimento allo sviluppo di modelli circuitali adeguati alla descrizione del fenomeno delle correnti vaganti stesse e adatti a supportare metodi e algoritmi di diagnostica predittiva.

E' noto che le tratte ferroviarie alimentate in corrente continua sono soggette al fenomeno delle correnti vaganti [1], ovvero correnti che si richiudono al di fuori del circuito di binario e che quindi generano fenomeni di corrosione elettrolitica sulle strutture metalliche interessate dal passaggio delle correnti vaganti (stray currents) [2].

Lo scopo del presente studio è quello di strutturare una opportuna descrizione del fenomeno delle stray currents tramite modelli circuitali equivalenti. I circuiti equivalenti prodotti sono funzionali a supportare strategie per la valutazione dell'entità delle stray currents stesse e la relativa distribuzione spaziale del potenziale di rotaia e della corrente di ritorno.

Con riferimento a tale scenario, le fasi della modellizzazione hanno riguardato:

- tratte con alimentazione bilaterale a singolo binario e singolo treno;
- tratte con alimentazione bilaterale a doppio binario e singolo treno per binario;
- tratte con alimentazione bilaterale a doppio binario e singolo treno per binario con presenza di connessioni equipotenziali inter-binario.

La modellizzazione effettuata del circuito di binario negli scenari b) e c) prevede uno schema di principio come quello riportato in Figura 1 a), a cui viene fatta corrispondere una trattazione tramite circuito equivalente descritta sommariamente dal circuito di Figura 1 b).

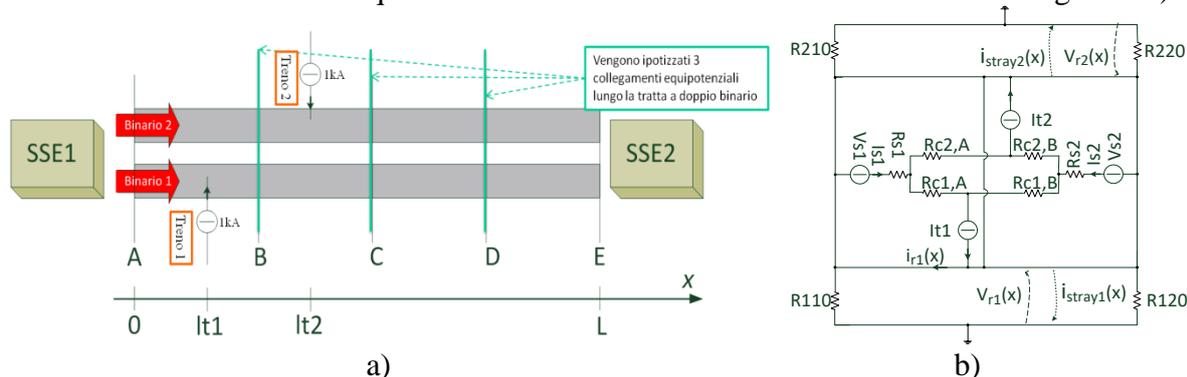


Fig. 1: Schematizzazione ad alto livello del modello della tratta a doppio binario con alimentazione bilaterale tramite le sottostazioni elettriche SSE1 ed SSE2, a), e relativo circuito equivalente, b), in cui sono presenti gli elementi che descrivono: le sottostazioni, le catenarie, i binari e le correnti di ritorno, il potenziale di rotaia.

La modellizzazione effettuata è tale per cui la risoluzione dei modelli circuitali equivalenti è stata effettuata sia mediante l'utilizzo di MATLAB sia mediante l'utilizzo di software di simulazione circuitali commerciale, e.g. Keysight ADS.

Sulla base dei modelli circuitali approntati nei diversi scenari applicativi e per le diverse fasi di modellizzazione, si perviene ai profili spaziali dei potenziali di rotaia, indicati con  $V_r(x)$ , delle correnti di ritorno  $I_r(x)$  e delle correnti stray  $I_s(x)$  sia per i casi a singolo binario che per i casi a doppio binario. Nella seguente Fig. 2 sono riportati ad esempio i profili della distribuzione spaziale del potenziale di rotaia e della corrente di binario per il caso di due treni posizionati a 5.62 km e a 13.125 km lungo una tratta a doppio binario con lunghezza pari a 15 km; la  $I_r(x)$  viene valutata alle sottostazioni e nei punti delle connessioni equipotenziali.

Gli sviluppi dell'attività di ricerca hanno poi tenuto conto in una fase successiva sia dell'estensione della modellizzazione circuitale effettuata per tenere conto di più tipologie di circuiti di ritorno sia dell'opportunità di effettuare confronti con misure sul campo. Alcuni risultati ottenuti e riguardanti il confronto tra gli outputs dei modelli circuitali sviluppati e le misure sperimentali svolte su una tratta ferroviaria gestita da RFI sono riportati in Figura 3. Come evidenziato, l'agreement tra i risultati di simulazione e misura è abbastanza buono, al netto di alcune deviazioni dovute all'incertezza dei parametri del sistema e a fenomeni di non idealità, che saranno oggetto di ulteriori attività di indagine negli sviluppi futuri.

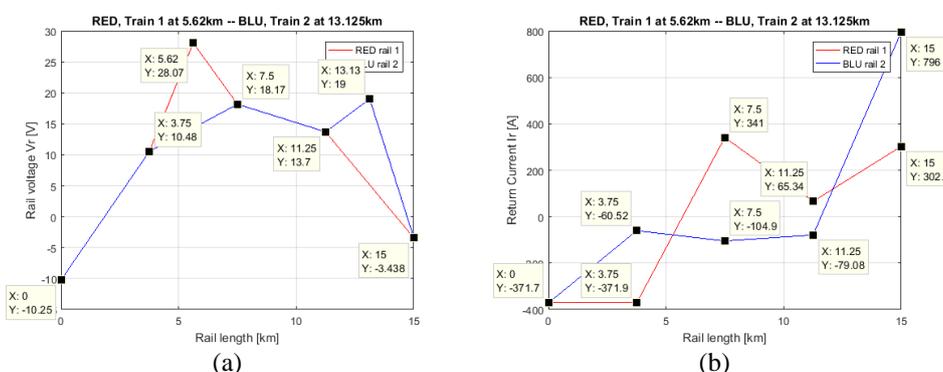


Fig. 2: Risultati ottenuti mediante modelli circuitali equivalenti che descrivono: a) distribuzione del potenziale di rotaia  $V_r(x)$ , b) distribuzione delle correnti di ritorno, associati ad uno scenario esemplificativo.

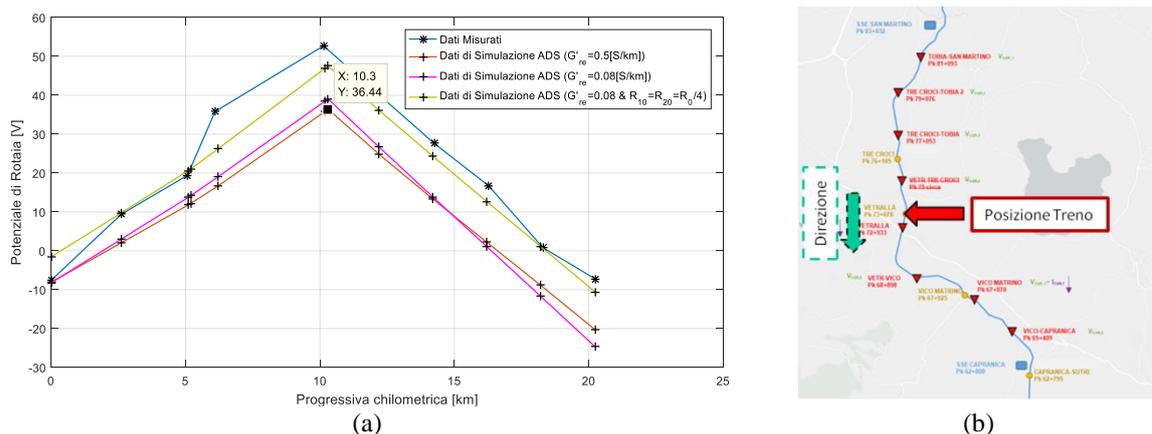


Fig. 3: Confronto dei risultati ottenuti mediante simulazione e misure sperimentali per  $V_r(x)$ . a) Profili del potenziale di rotaia per diversi valori di conduttanza rotaia-terreno, b) estensione della tratta ferroviaria misurata.

## Bibliografia

- [1] Chien-Hsing Lee and Chien-Jung Lu, "Assessment of grounding schemes on rail potential and stray currents in a DC transit system," in IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 21, no. 4, pp. 1941-1947, Oct. 2006.
- [2] J. G. Yu and C. J. Goodman, "Modeling of rail potential rise and leakage current in DC rail transit systems," in Inst. Elect. Eng. Colloq. Stray Current Effects of DC Railways and Tramways, London, U.K., Oct. 1990, pp. 221-226