

EFEETTO DELLE TERMINAZIONI NEL CALCOLO DI SOVRATENSIONI IN LINEE DI TRASMISSIONE MULTICONDOTTORE PERIODICAMENTE MESSE A TERRA

Amedeo Andreotti⁽¹⁾, Dario Assante⁽²⁾, Luigi Verolino⁽¹⁾

(1) Dipartimento di Ingegneria Elettrica e Tecnologie dell'Informazione
Università degli Studi di Napoli Federico II
Via Claudio, 21, 80125, Napoli

(2) Facoltà di Ingegneria, Università Telematica Internazionale Uninettuno
Corso Vittorio Emanuele II, 39, 00186, Roma

In questa memoria si discute lo studio di sovratensioni prodotte da scariche atmosferiche in linee di trasmissione multicondotto, con uno o più conduttori periodicamente messi a terra. L'obiettivo è discutere che le terminazioni hanno sul corretto calcolo delle sovratensioni. Il problema è di particolare interesse per linee in media ed alta tensione quando la fune di guardia è periodicamente messa a terra [1-3].

Questo problema è generalmente studiato tramite software numerici (es. EMTP, LioV, PSCAD, Matlab), che però hanno il problema di dover considerare dei tratti di linea di dimensione finita. D'altra parte tali software non offrono delle terminazioni in grado di tener conto della messa a terra periodica dei conduttori della linea. Questo può produrre errori nei risultati, dovuti alla non corretta modellazione del problema.

Il problema che si intende discutere è mostrato in Fig. 1: una linea di trasmissione multicondotto, con la fune di guardia periodicamente messa a terra, colpita da una scarica atmosferica in corrispondenza di un sostegno. Nella parte inferiore della figura è mostrato il modello circuitale equivalente. In Fig. 2 è mostrata anche la geometria della linea.

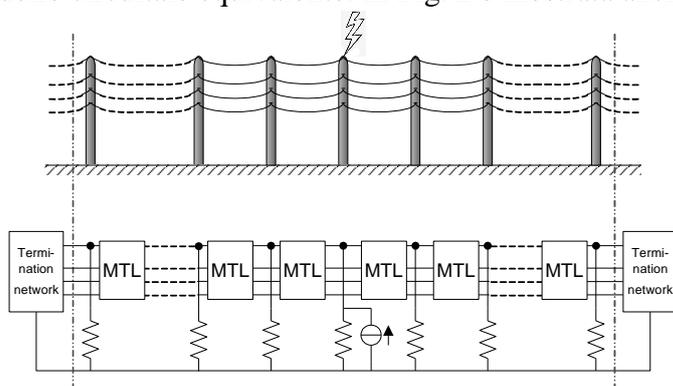


Figura 1: Geometria del problema (in alto) e modello circuitale equivalente (in basso).

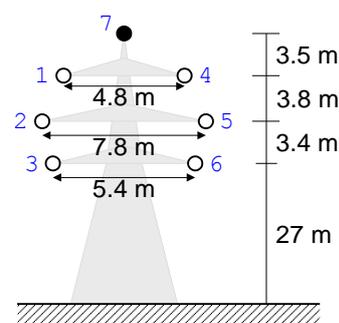


Figura 2: Configurazione della linea considerata

Nella soluzione di questo problema, un ruolo importante hanno le terminazioni della linea. Una soluzione spesso adottata è quella di scegliere come terminazione la rete equivalente corrispondente all'impedenza caratteristica della linea in assenza di messa a terra (che chiameremo \dot{Z}_0). Questa soluzione è scelta in quanto facile da calcolare e già implementata nella maggior parte dei software numerici. Un'altra soluzione (\dot{Z}_d) adottata in letteratura è quella di terminare ogni singolo conduttore sulla propria impedenza caratteristica, calcolata in assenza degli altri conduttori, e le funi di guardia sono direttamente collegate a terra.

Entrambe le suddette soluzioni hanno lo svantaggio di non tener conto nelle terminazioni della messa a terra periodica delle linee, che quindi in entrambi i casi non sarà adatta e ciò

genererà delle riflessioni errate. Per tener conto correttamente di questo aspetto è necessario calcolare l'impedenza caratteristica della linea multiconduttore periodicamente messa a terra (\check{Z}_c), il cui calcolo richiede in generale la soluzione di un'equazione di Riccati algebrica non lineare [4-5]. Una metodologia generale per risolvere il problema è stata recentemente presentata in letteratura [6].

Nelle Figure 3 e 4 si mostra il calcolo delle sovratensioni prodotte sul conduttore di fase 1 (rif. Fig. 2) in corrispondenza del punto d'impatto del fulmine, per una resistenza di terra di 1 Ω e 100 Ω rispettivamente, considerando una linea composta da 2 celle e come terminazione \check{Z}_0 , \check{Z}_c e \check{Z}_d . Come si vede dalle figure, per bassi valori della resistenza di terra, l'impedenza caratteristica influenza solo la parte terminale della sovratensione. Viceversa, per elevati valori di resistenza di terra, la terminazione influenza sensibilmente anche il calcolo del valore massimo della sovratensione [7].

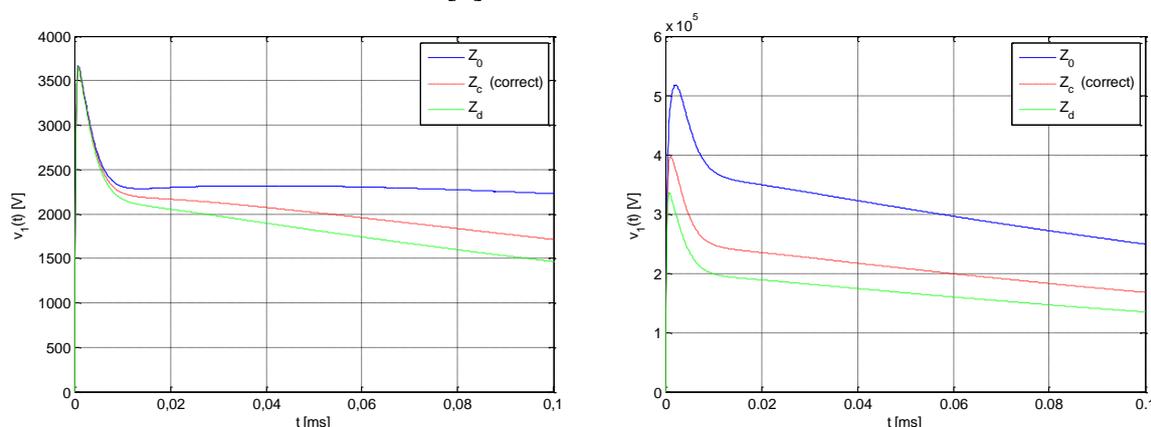


Figura 3: Parte reale (sinistra) ed immaginaria (destra) del primo elemento della matrice delle impedenze caratteristiche, in un periodo, per diversi valori della resistenza di terra. In rosso una validazione numerica dei risultati.

Bibliografia

- [1] IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Electric Power Overhead Distribution Lines, IEEE Std. 1410, 2010.
- [2] IEEE Guide for Improving the Lightning Performance of Transmission Lines, IEEE Std. 1243-1997.
- [3] M. Paolone, C. A. Nucci, E. Petrache, and F. Rachidi, "Mitigation of lightning-induced overvoltages in medium voltage distribution lines by means of periodical grounding of shielding wires and of surge arresters, modeling and experimental validation", IEEE Trans. Power Delivery, vol. 19, no. 1, pp. 423-431, Jan. 2004.
- [4] D. Assante, A. Andreotti and L. Verolino, "Considerations on the characteristic impedance of periodically grounded multiconductor transmission lines", in Proc. Int. Symp. on Electromag. Compatibility, EMC Europe 2012, Rome, Sept. 2012.
- [5] R. Rizzo, A. Andreotti, D. Assante, A. Pierno, "Characteristic Impedance of Power Lines with Ground Wires", Electrical Review, no. 5, May 2013.
- [6] A. Andreotti, D. Assante, L. Verolino, "Characteristic Impedance of Periodically Grounded Lossless Multiconductor Transmission Lines and Time Domain Equivalent Representation", IEEE Transactions on EMC, vol. 56, p. 221-230, 2014.
- [7] D. Assante, C. Fornaro, "Voltage Calculation in Periodically Grounded Multiconductor Transmission Lines", International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing, vol. 8, p. 54-60, 2014.