



Misura e Consulenza di Impatto Elettromagnetico

HELIC B

Calcolo esatto dell'induzione magnetica generata da conduttori avvolti ad elica

I conduttori avvolti ad elica vengono spesso utilizzati per il trasporto di energia in media (MT) e bassa tensione (BT).

Ad esempio, è frequente il loro utilizzo per il trasporto di energia in uscita da cabine di trasformazione del gestore di rete, da cabine di trasformazione nei pressi di aerogeneratori facenti parte di un parco eolico e da moduli inverter ed eventuali trasformatori demandati all'immissione in rete di energia generata da grossi impianti fotovoltaici.

Questi cavi, durante il loro cammino, possono scorrere nelle vicinanze di zone adibite a permanenza di persone. Conseguentemente, in questi casi, è necessario effettuare una analisi di impatto magnetico di questi sistemi di trasporto di energia, sia come parte di una VIA (valutazione di impatto ambientale) di un nuovo cavidotto sia come requisito per la costruzione di nuovi insediamenti o cambi di destinazione d'uso di immobili nei pressi di cavidotti esistenti.

Per il calcolo dell'induzione magnetica generata da una terna di conduttori avvolti ad elica non è possibile utilizzare una formulazione dei conduttori come rettilinei e paralleli.

Per questo calcolo in letteratura esiste una formula approssimata utilizzabile da una certa distanza dall'asse della terna dei conduttori. Generalmente, già a distanze paragonabili al passo dell'elica, la formula approssimata fornisce una buona approssimazione, ed è infatti utilizzata spesso in queste condizioni.

Anche i software **ELF II** e **B CALC**, realizzati dallo scrivente, hanno la possibilità (tra le varie funzionalità di cui dispongono) di effettuare il calcolo utilizzando la formula approssimata testè citata.

Detto questo, nei casi in cui si voglia effettuare il calcolo in zone molto vicine ai conduttori, l'utilizzo della formulazione approssimata segna il passo mostrando una inaccuratezza che subisce un incremento all'avvicinarsi ai conduttori del punto di valutazione.

In questo caso è necessario rivolgersi ad una formulazione esatta.

La formulazione scelta si basa sul documento citato in [1] al quale il lettore è rimandato per ulteriori approfondimenti.



Misura e Consulenza di Impatto Elettromagnetico

Il calcolo fa uso delle funzioni di Bessel modificate del primo e secondo tipo e delle loro derivate in un iniziale sistema di riferimento con coordinate cilindriche.

Ho quindi sviluppato uno script per automatizzare la simulazione con questa formulazione esatta. Lo script è stato realizzato in "Octave" (High level language for numerical computation), un software libero su licenza GPL (GNU General Public License).

Lo script è essenzialmente costituito da una funzione utente. Essa può essere scritta nella forma seguente:

HelicB(p,a,i,r,phi,eps)

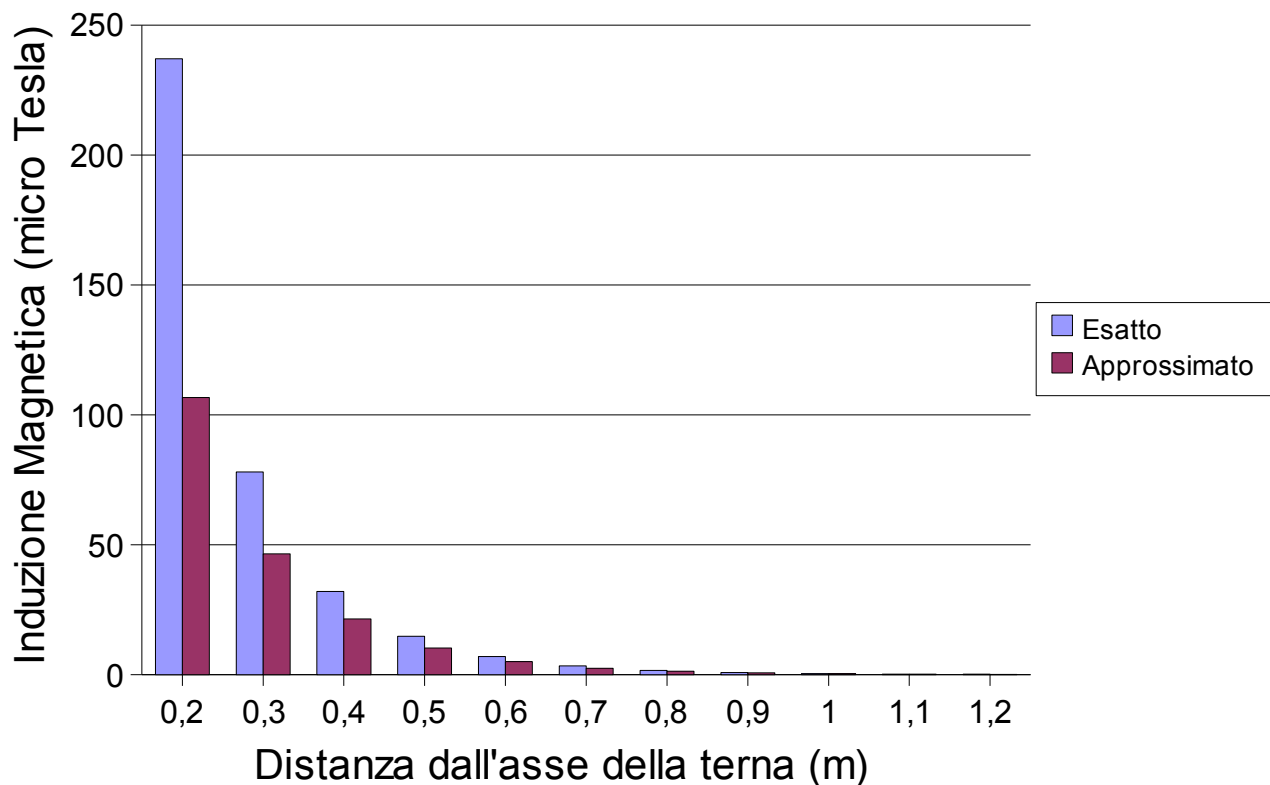
dove

HelicB è il nome della funzione e

p,a,i,r,phi,eps sono gli argomenti della stessa

Nella figura seguente, come esempio di applicazione dello script, viene mostrata la differenza esistente tra la formulazione esatta e quella approssimata nel caso di una terna elicordata con passo di 1 metro.

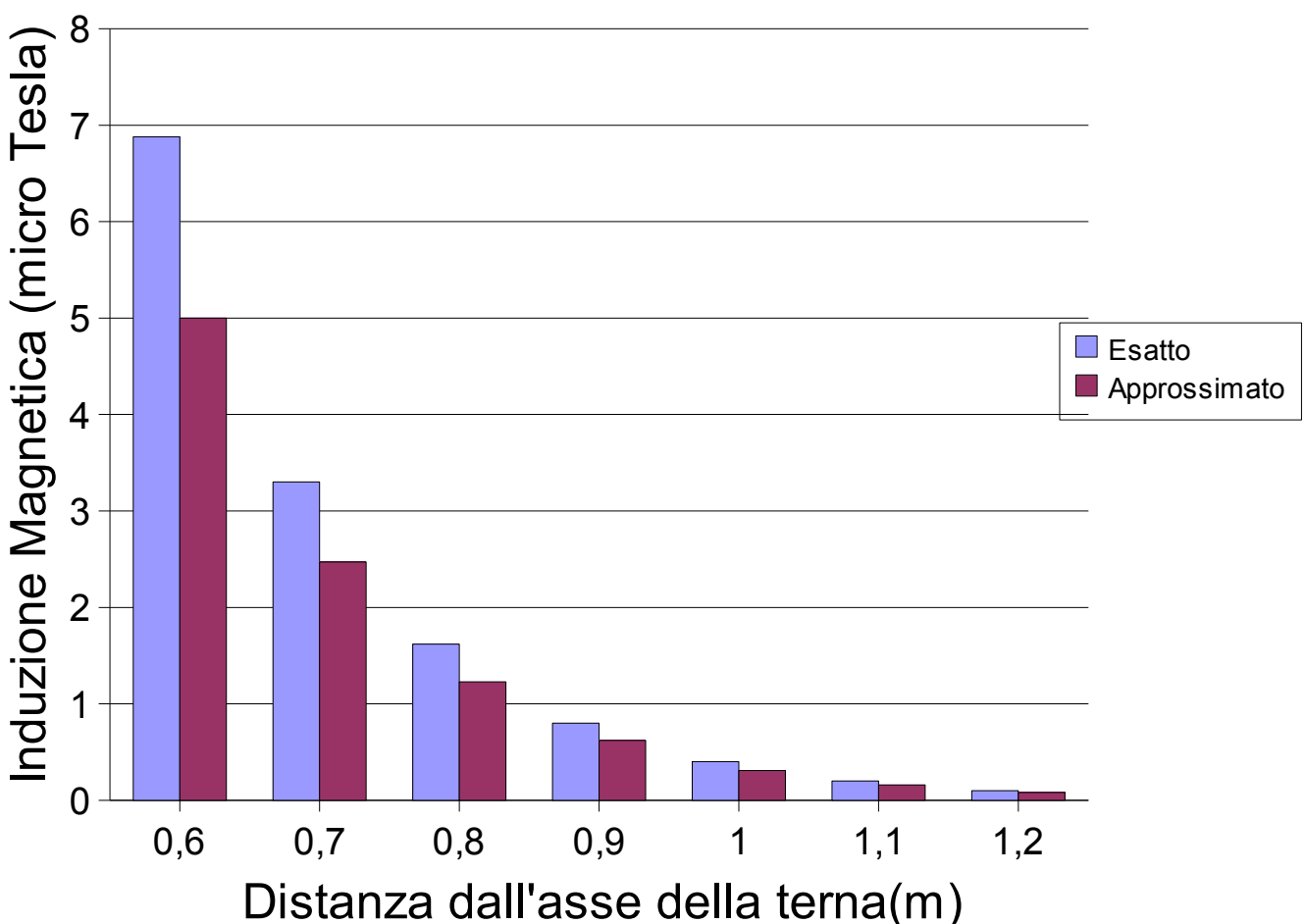
Confronto tra calcolo esatto e calcolo approssimato



Come si vede, la differenza aumenta all'avvicinarsi ai conduttori del punto di valutazione.

Nella figura seguente viene considerato solo l'intervallo di distanze maggiore di 0,6 metri. In questo modo la riduzione della dinamica delle ordinate permette, insieme ad un confronto con il grafico alla pagina precedente, una migliore visualizzazione di come il calcolo approssimato converga al calcolo esatto all'aumentare della distanza di valutazione dai cavi. Inoltre, è da tener conto che la situazione evidenziata in figura rappresenta una sorta di "worst case" ai fini della convergenza. Nelle normali situazioni incontrate in pratica la soluzione approssimata converge più rapidamente alla soluzione esatta, fermo restando che ogni caso va valutato singolarmente.

Confronto tra calcolo esatto e calcolo approssimato





Misura e Consulenza di Impatto Elettromagnetico

Conclusioni

Il calcolo esatto dell'induzione magnetica nelle immediate vicinanze di cavi elicordati è una attività indispensabile sia quando si deve valutare l'impatto magnetico di terne interrate molto vicine a recettori sensibili, sia quando si deve calcolare la distanza alla quale viene rispettato un valore di induzione magnetica di una certa entità (ad esempio 10 microTesla), sia quando la corrente che attraversa i cavi ha un valore relativamente basso e, quindi, genera un livello di induzione importante solo in zone vicine ai cavi.

Per soddisfare questa esigenza, evidenziata anche dalle richieste pervenute allo Studio Tecnico, ho scritto il codice Helic B. Dai grafici mostrati nelle pagine precedenti si evince come il valore simulato da Helic B, essendo esatto, si discosti (nelle vicinanze del cavo) dal valore ottenuto utilizzando un codice approssimato (come quelli presenti in B Calc 5.0 ed ELF II).

La formulazione approssimata di B Calc ed ELF II è, comunque, ampiamente utilizzabile da una distanza di valutazione dall'asse della terna elicordata simile al passo di elicordatura.

Il codice **Helic B** viene utilizzato dallo scrivente per fornire consulenza ai Clienti interessati e non è disponibile per la vendita.

Luigi Raffaele Sapone



Misura e Consulenza di Impatto Elettromagnetico

Riferimenti

[1] Per Pettersson, Niclas Scönborg: -- Predicting the magnetic field from twisted three-phase arrangement – IEEE 1997 -- International Symposium on Electromagnetic Compatibility