

In questa nota descriverò alcuni risultati che ritengo possano essere utili a quanti volessero effettuare un'autovalutazione dei livelli dei campi elettrico e magnetico a radiofrequenza irradiati nelle immediate vicinanze della propria antenna HF.

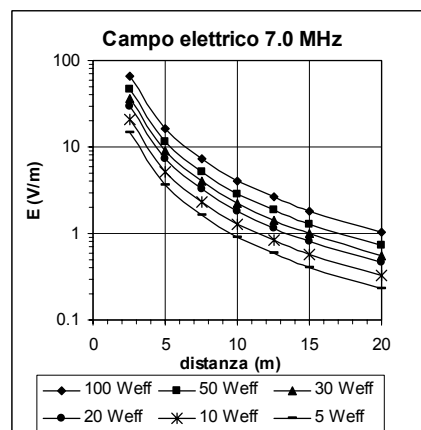
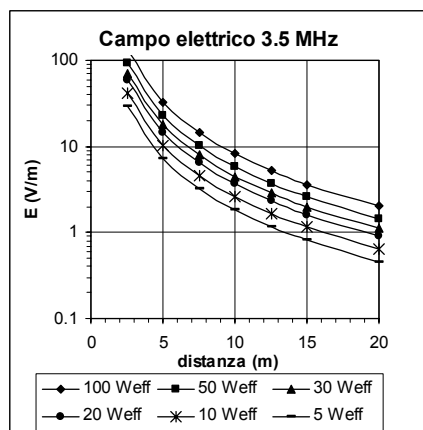
E' opportuno specificare subito che i grafici riportati successivamente permettono una stima solo approssimativa dei campi. Comunque le approssimazioni sono state introdotte in modo da massimizzare i risultati. In altre parole, i valori calcolati sono significativamente più grandi di quelli reali che si otterrebbero con un calcolo rigoroso o con una misura diretta. Quindi, sebbene la procedura presentata non possa sostituire una valutazione dei campi basata su misure, potrebbe essere considerata un efficace metodo di calcolo preliminare utile per orientare il gestore della stazione circa la necessità o meno di attuare controlli più accurati.

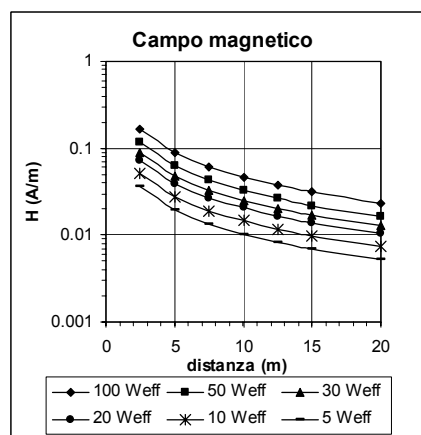
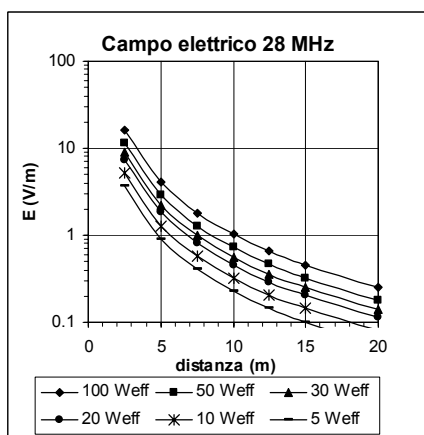
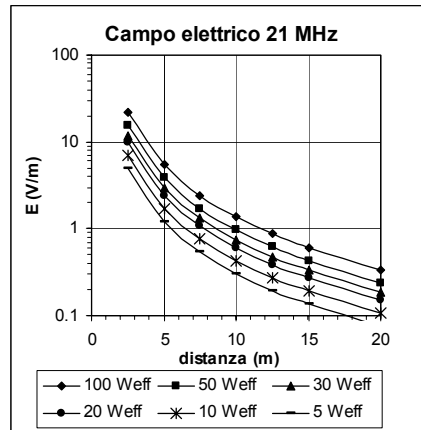
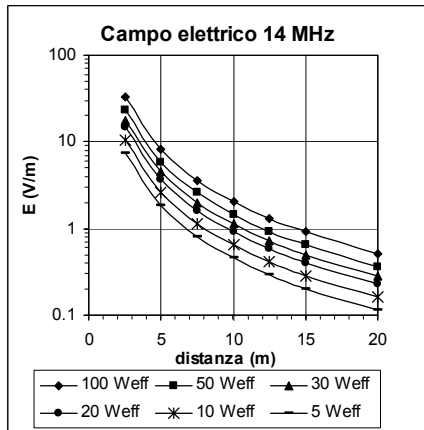
Questo lavoro e' stato motivato dalle recenti norme dettate dal decreto n.381 del 10-09-1998 che stabiliscono i limiti di esposizione ai campi per la popolazione. I valori limite dei campi, per le frequenze di uso amatoriale HF, possono essere riassunte come: campo elettrico $E < 6V/m$; campo magnetico $H < 0.016A/m$.

A questo punto e' utile precisare che sebbene i calcoli siano stati impostati per un'antenna verticale, in modo approssimato sono applicabili anche ad un dipolo orizzontale, per il quale, trascurando l'effetto del suolo, la trattazione non comporta significative modifiche. Inoltre, seppure con maggiori riserve, le valutazioni potrebbero considerarsi applicabili anche al caso di un'antenna direttiva Yagi. Per quest'ultimo caso si deve infatti considerare che, in un'antenna direttiva l'energia e' in massima parte concentrata nella direzione utile (cioè non verso il suolo). Quindi applicando le valutazioni qui presentate in direzione diversa da quella frontale (cioè nella direzione dove presumibilmente potrebbe risiedere la popolazione) la valutazione dei campi risulterebbe maggiore di quella effettiva, perché non si terrebbe conto della direttività dell'antenna, soddisfacendo comunque lo scopo di questa nota che e' quello di valutare valori limite superiori del campo elettrico e magnetico generato nelle vicinanze dell'impianto.

Prima di presentare i risultati e' importante specificare inoltre che:

- 1- I campi sono stati calcolati per un elemento verticale di 5m di lunghezza e sono da considerarsi validi per distanze maggiori della metà di questa lunghezza, cioè per distanze $d > 2.5$ m, ma minori della lunghezza d'onda considerata (λ).
- 2- I risultati sono dati in forma di grafici che forniscono il valore del campo elettrico e magnetico in funzione della distanza dal centro dell'antenna.
- 3- Le varie curve, in uno stesso grafico, rappresentano le risposte ottenute per vari valori di potenza, come indicato nella legenda dei grafici.





In particolare per il campo elettrico sono mostrati cinque pannelli che si riferiscono alle cinque frequenze radioamatoriali HF più usate (3.5, 7, 14, 21, 28 MHz). Per ogni pannello la famiglia di curve si riferisce ai diversi valori di potenza.

Le curve relative al campo magnetico sono invece raccolte in un solo pannello in quanto il campo magnetico, con le approssimazioni teoriche utilizzate, non dipende dalla frequenza.

Per le valutazioni, la potenza da prendere in considerazione e' la potenza media irradiata che si stabilisce in base alle seguenti considerazioni:

- 1- I campi sono calcolati applicando alla potenza massima fornita dal trasmettitore un fattore di riduzione (k_{modo}) che dipende dal modo di trasmissione considerato. Ad esempio, nel caso di modo SSB, includendo anche le interruzioni fisiologiche della modulazione vocale, la potenza media e' dell'ordine di 1/3 della massima, ed il fattore di riduzione da considerare e' quindi $k_{\text{modo}}=0.33$), mentre nelle trasmissioni CW si deve considerare un fattore di riduzione di circa il 1/2 (cioè $k_{\text{modo}}=0.5$) che e' determinato dalla distribuzione dei punti, delle linee e delle separazioni tra caratteri e tra gruppi di caratteri.
- 2- Il decreto n.381 prevede che i valori di E e H siano mediati su un periodo di tempo di 6 minuti. Quindi il valore della potenza usata per il calcolo (indicata nei grafici come W_{eff}) va ulteriormente diminuita rispetto a quella già ridotta dalle considerazioni del precedente punto. La riduzione si applica ovviamente solo se il tempo effettivo di trasmissione e' minore di 6 minuti.

La potenza efficace W_{eff} da prendere in considerazione per leggere i grafici diventa allora:

$$W_{\text{eff}} = \frac{W_{\text{TX}} \times k_{\text{modo}} \times t_{\text{TX}}}{6}$$

dove W_{TX} e' la potenza massima dell'apparato, k_{modo} il fattore di riduzione per il modo di trasmissione considerato e t_{TX} e' il tempo di trasmissione espresso in minuti. Come già accennato, il tempo di trasmissione t_{TX} da inserire nella formula sopra indicata e' quello effettivo di trasmissione solo quando la durata e' minore di 6 minuti, mentre va posto ad un valore fisso pari a 6, quando la trasmissione è più lunga di tale periodo.

Come esempio applicativo dei grafici mostrati possiamo considerare il caso di un apparato da 100 W utilizzato per un QSO in SSB per un periodo di 1 minuto (che e' un periodo sufficiente per ottenere QSL in un contest).

In questo caso la potenza efficace, che si calcola con la formula sopra indicata, e' di soli 5W essendo:

$$W_{eff} = \frac{100 \times 0.33 \times 1}{6} \cong 5$$

Dai grafici si possono leggere allora (utilizzando la curva $W_{eff}=5W$) le distanze alle quali il campo elettrico E scende sotto i 6 V/m. Queste sono:

5 m	a	3.5 MHz;
3.5 m	a	7 MHz;
3 m	a	14 MHz;
<2.5 m	a	21 MHz;
<2.5 m	a	28 MHz.

Dal grafico del campo magnetico si legge invece che il valore di sicurezza ($H < 0.016$ A/m) si raggiunge ad una distanza di circa 5m.

Come si può vedere, questi dati, che si riferiscono ad un tempo di emissione di 1 minuto, sembrano abbastanza compatibili con le normali distanze rilevabili sulle installazioni d'antenna, anche le più precarie. Si conclude quindi affermando che, nel caso in cui si effettui un normale traffico radioamatoriale, utilizzando gli apparati disponibili in commercio, la cui potenza di picco e' dell'ordine di 100W, i limiti imposti dalle recenti norme legislative sono ragionevolmente rispettati. Ciò è ulteriormente rafforzato dal fatto che i valori dei campi calcolati e presentati dai grafici sono, come specificato all'inizio, sicuramente maggiori di quelli realmente presenti.

In ogni caso una generale raccomandazione che si può dare e' quella di ottimizzare i collegamenti cercando di impegnare sempre la minima potenza possibile e riducendo all'essenziale la durata delle trasmissioni.

Giuliano Vannaroni, IKØYMZ, (ik0ymz@arrl.net)