

Considerazioni sull'attenuazione del segnale ionosferico in onde corte, in modalità pretangenziale in banda 40m, in funzione del disturbo magnetico giornaliero terrestre A

Il modulo del vettore dell'intensità del campo elettrico E_0 di un segnale esente da riflessioni, in un dato punto dello spazio libero, è proporzionale alla radice quadrata della potenza P all'uscita del trasmettitore e al guadagno d'antenna, ma inversamente proporzionale alla distanza s fra l'antenna di trasmissione e ricezione:

$$E_0 = k_o [(P)^{1/2} / s] L(\Delta, \varphi) \quad [1]$$

con

- $k_o = 60 [1000/R_{rad}]^{1/2}$
- $L(\Delta, \varphi)$: angoli di ripartizione verticale e orizzontale del campo
- s : lunghezza della tratta rettilinea nello spazio libero
- R_{rad} : resistenza di radiazione dell'antenna.

Si consideri una tratta ionosferica ideale a una sola riflessione, suddivisa in tre sottotratte. Due, rettilinee, di pari lunghezza, nello spazio libero. L'altra della riflessione totale lungo il plasma ionosferico freddo e anisotropo, concava verso terra. Applicando la [1] è possibile calcolare l'intensità di campo E_0 in testa alla prima tratta nello spazio libero dalla terra verso la ionosfera, generata dalla potenza P e in testa alla seconda, dalla ionosfera verso terra, generata dal segnale ionosferico d'uscita. La [1] non è applicabile alla tratta ionosferica per il fatto che mentre nello spazio libero (oltre il campo circostante l'antenna) vale la regola che a ogni raddoppio della distanza il campo cala di 6 dB, essa non è utilizzabile all'interno del plasma ionosferico, essendo la densità elettronica: inhomogenea e instabile. Sempre alla mercè del ciclo stagionale d'illuminazione solare, financo delle bizzze solari, lunari e geomagnetiche. Per cui il valore del campo è variabile in funzione del luogo e del tempo.

Per cercare in qualche modo di continuare a utilizzare la [1] si è convenuto d'introdurre delle costanti che compensando in parte l'influsso esterno della ionosfera, permettessero di calcolare un'intensità di campo mediana:

- a) il coefficiente $k_{if} = 0,832$ che tiene conto dell'attenuazione del campo causata dall'interferenza del proprio segnale con altri segnali a causata dall'evanescenza (fading)
- b) il coefficiente $k_{ip} = 0,707$ che tiene conto dell'attenuazione del campo causata dall'interferenza del proprio segnale a causata dalla rotazione del piano di polarizzazione dell'onda lungo la ionosfera
- c) i coefficienti k_{re} e k_{rf} che tengono conto dell'attenuazione dovuta alla riflessione sullo strato ionosferico E, rispettivamente F
- d) il coefficiente k_t che tiene conto dell'attenuazione del terreno nel caso di riflessione plurima

Con questi valori è possibile riscrivere la [1] per il caso particolare di singola riflessione sullo strato F:

$$E_1 = k_{if} k_{ip} k_{rf} E_0 = k_{if} k_{ip} k_{rf} k_o [(P)^{1/2} / s] L(\Delta, \varphi) \quad [2]$$

Si consideri ora un segnale irradiato semisfericamente da un'antenna verticale di lunghezza $\lambda/4$ e resistenza di radiazione teorica R_s di 36,6 ohm. Essendo $L(\Delta, \varphi)$ per radiazione semisferica uguale a 1, k_o uguale a 314 e sostituendo k_{if} e k_{ip} con $k_i = k_{if} k_{ip} = \text{cost}$, la [2] si può riscrivere:

$$E_1 = k_i k_{rf} E_0 = k_i k_{rf} 314 [(P)^{1/2} / s] \quad [3]$$

L'esperienza dimostra che contrariamente a quanto assunto precedentemente il coefficiente k_{rf} è una funzione di molte variabili, in particolare: illuminazione, macchie solari, disturbo magnetico e flares, ecc.

Tenendo conto del fatto che:

- a) l'influsso dell'illuminazione può essere compensato spostando le trasmissioni di misura
- b) che per un numero relativo di macchie solari $R > 80...100$ l'influsso sulla frequenza limite f_0F2 diventa trascurabile
- c) che l'attività dei flares più potenti: gli X flares è aperiodica e collegata con forti disturbi magnetici

si è ritenuto il disturbo magnetico terrestre espresso dalle grandezze: k per intervalli di 3 ore oppure A giornaliero, essere la variabile che maggiormente influenza il valore del campo. Per cui si può scrivere

$$E_2(A) = k_{rf}(A) \{k_i 314 [(P)^{1/2} / s]\} \quad [4]$$

Si consideri ora una variazione infinitesimale parziale (E_2 è funzione di più variabili) del campo δE_2 indotta da una variazione infinitesimale del campo magnetico terrestre, compensata dal coefficiente δk_{rf} . Si potrà scrivere:

$$\delta E_2(A) = [k_i E_0] k_{rf}(A) \delta k_{rf} \quad [5]$$

e integrando:

$$\int \delta E_2(A) = [k_i E_0] \int k_{rf}(A) \delta k_{rf} \quad [6]$$

si otterrà:

$$E_2(A) = \frac{1}{2} [k_i E_0] k_{rf}^2(A) + c \quad [7]$$

Insomma, trascurando la costante d'integrazione c , il coefficiente k_{rf} quadratico di $E_2(A)$, sembrerebbe confermare l'equazione quadratica della linea di tendenza, tracciata dal calcolatore nel diagramma di dispersione del segnale in funzione del disturbo magnetico terrestre, riportata **nel rapporto Nr3 sulla ionosfera**, al capitolo: "5.2.2.2 Instabilità da disturbo magnetico". Constatazione che per avere validità in ogni caso deve essere confermata e quantizzata sperimentalmente.

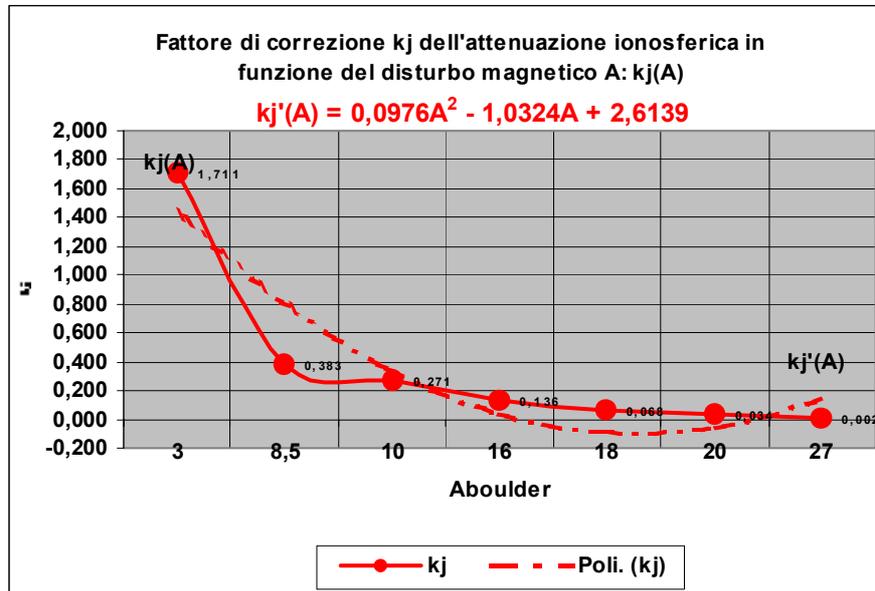
Attingendo alla catalogazione delle misure dei segnali della stazione **DK1NL** nei pressi di Ulm in Germania delle 07ut00 in Ravenna dal 21.05.05 al 19.06.05, periodo particolarmente magneticamente instabile. Calcolato con la [4] un'intensità di campo **mediana** in Ravenna di **37,34 dBμV/m** su una distanza (ionosferica) di 794 km e supposta altezza dello strato F2 di 324 km. Definito il riferimento trasformando la misura del segnale di **50 dBμ** (limite di segnale in **superpropagazione**) in intensità di campo: **48 dBμV/m**, secondo la relazione $[E] \text{ dBμV/m} = 20 \log(U_{ant}) - h_{eff} + 6 \text{ dB}$, come da tabella:

$E'(RA)$ μV	$E'(RA)$ dBμV/m	$U_{RA \text{ max}}$ dBμ	h_{eff} dB	$E_{RA \text{ max}}$ dBμV/m
73,583	37,34	50	8	48

Scelti i valori intermedi significativi di segnale $S_{RA}(A)$ in funzione del disturbo magnetico A di Boulder fra i valori della funzione di dispersione, e trasformati in campo, sono stati calcolati i valori di $k_{rf}(A)$ come da tabella sottostante:

$S_{RA}(A)$	E_{RA} dBμ	$\Delta E_{RA}(A)$ dBμ	$\Delta E_{RA}(A)$ μV	Abd	krf
9,3	42,00	-4,66	0,584	3	1,711
8,5	29,00	8,34	2,611	8,5	0,383
8,0	26,00	11,34	3,688	10	0,271
7,0	20,00	17,34	7,358	16	0,136
6,0	14,00	23,34	14,682	18	0,068
5,0	8,00	29,34	29,294	20	0,034
1,0	-16,00	53,34	464,278	27	0,002

Rappresentando graficamente i valori di $k_{rf}(A)$, tracciando la linea di tendenza $k'_{rf}(A)$ e comparando le due curve si vede immediatamente che, pur con un minimo di dati, l'andamento è molto simile.



Constatato che l'equazione della linea di tendenza: $k'_{rf}(A) = 0,0976A^2 - 1,032A + 2,6139$, è un'equazione quadratica, si può concludere che:

- a) il coefficiente k_{rf} compensante la differenza fra il modulo dell'intensità del campo elettrico del segnale ionosferico mediano calcolato e del segnale ionosferico reale, misurato in banda 40 m, in modalità pretangenziale, deve essere per similitudine una funzione quadratica della variabile del disturbo magnetico**
- b) i segnali ionosferici reali ricevuti in banda 40 m, in modalità pretangenziale, sono una funzione quadratica negativa del disturbo magnetico**

QUOD ERAT DEMONSTRANDUM

Prima di chiudere quest'aggiornamento, una considerazione pratica sulle conclusioni. Il coefficiente k_{rf} è dunque una variabile quadratica del disturbo magnetico, che a sua volta è una funzione del luogo e del tempo. Calcolare l'intensità di campo in questa situazione, in periodo di minimo solare, con almeno una tempesta magnetica alla settimana e un k ballerino come non mai, come testimonia il monitoraggio della f_oF2 delle ionosonde in tempo reale, che da mesi registra buchi e impennate improvvise, significa veramente giocare d'azzardo.

La domanda è cosa fare in una tale situazione di stallo. Essendo i valori di k_{rf} statistici, non rimane che registrarli regolarmente lungo un ciclo undecennale solare e in fine calcolare un valore mediano sperando che i prossimi cicli siano simili a quello registrato e che i valori si ripetano.