

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 bizzesse 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.

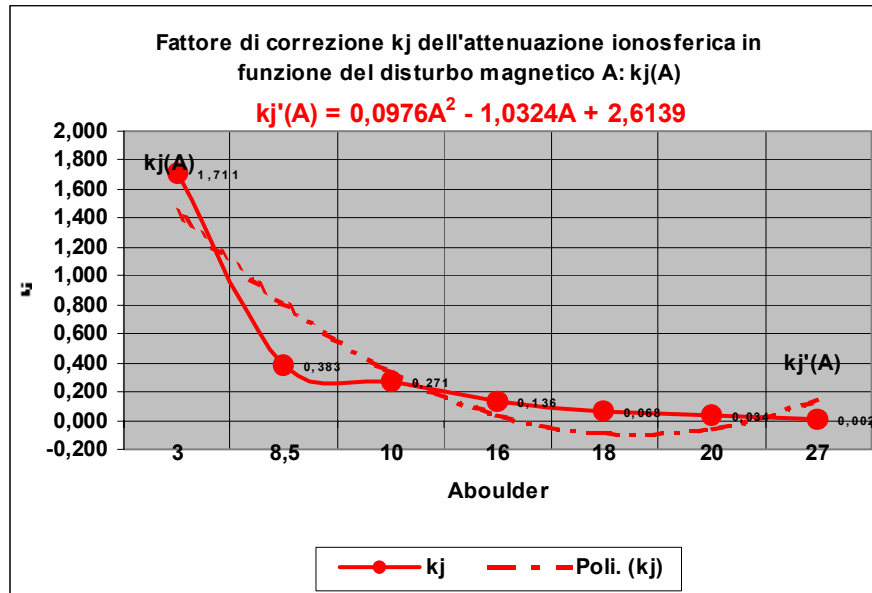
Attingendo alla catalogazione delle misure dei segnali della stazione **DK1NL** nei pressi di Ulm in Germania delle 07ut00 in Ravenna dal 21.05.05 al 19.06.05, periodo particolarmente magneticamente instabile. Calcolato con la [4] un'intensità di campo **mediana** in Ravenna di **37,34 dBμV/m** su una 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.