

Frequenza limite - Macchie solari Disturbo magnetico in assenza di flares

HB9AD, Lino in Ravenna, ottimo operatore CW e attento analista di propagazione, prende in esame i rapporti di ricezione raccolti collegando giornalmente DK1NL, Klaus, con particolare attenzione alla dipendenza dei segnali dalla frequenza limite foF2, macchie solari R, disturbo magnetico A(k) in assenza di flares e altri disturbi.

Nel rapporto Nr 3 sulla ionosfera ai capitoli 5.2.2.1 e 5.2.2.2 si disse dell'instabilità del segnale da disturbo magnetico e macchie solari.

L'intensità di un segnale spaziale in modo di propagazione tangenziale, non disturbato da fenomeni astrofisici particolari (evanescenza, Mögel-Dellinger e altro) dipende:

- a) *dall'attenuazione lungo le tratte spaziali da e per la ionosfera*
- b) *dall'attenuazione nella zona ionosferica riflettente*
- c) *dalla frequenza limite foF2 della zona di riflessione*
- d) *dal guadagno ionosferico direttamente proporzionale all'ampiezza della superficie riflettente supposta semiellittica e inversamente all'errore di curvatura*

La tensione mediana teorica ai capi di un'antenna senza guadagno in banda 40m generata da una ERP (Potenza effettiva irradiata) di 100 W alla distanza di 400 km di cerchio massimo, tale è il collegamento tangenziale di prova considerato, fra Ulm in Germania e Ravenna in Italia, supposta a riflessione unica sullo strato F2 (hop), senza disturbo di tratta è di 36 dBm, pari a S8,5. S'insiste sul genere tangenziale del collegamento per il fatto che per distanze maggiori (dx) il guadagno ionosferico raggiunge e super i 100 dB, invalidando le considerazioni precedenti. La tratta in questione ha un guadagno ionosferico attorno a 1 dB. L'attenuazione nella zona di riflessione varia da 0 a 12 dB a dipendenza della presenza diurna degli strati D e E. Valori trascurabili se comparati con i 110...130 dB μ V dell'attenuazione di tratta.

Tale mediana teorica è confermata da quella calcolata 34 dBm (pari a S8) su 186 collegamenti del periodo decadente del ciclo solare da luglio 2007 a settembre 2009 con massimi relativi di macchie solari R = 58, minimi R = 0 e percentuale di collegamenti impossibili per assenza di segnale 51%.

È bene chiarire che i tempi d'osservazione sono la somma di singoli lassi di tempo di 10 ...20 giorni, sovente discontinui per ragioni contingenti. Si è pertanto deciso di tenere conto solo d'interventi temporali continui e rapportarli ai dati delle 07ut00 estive e 08ut00 invernali dell'istituto d'astrofisica di Rügen.

Intendendo chiarire questo ennesimo paradosso ionosferico si è voluto iniziare dalla situazione oggettiva:

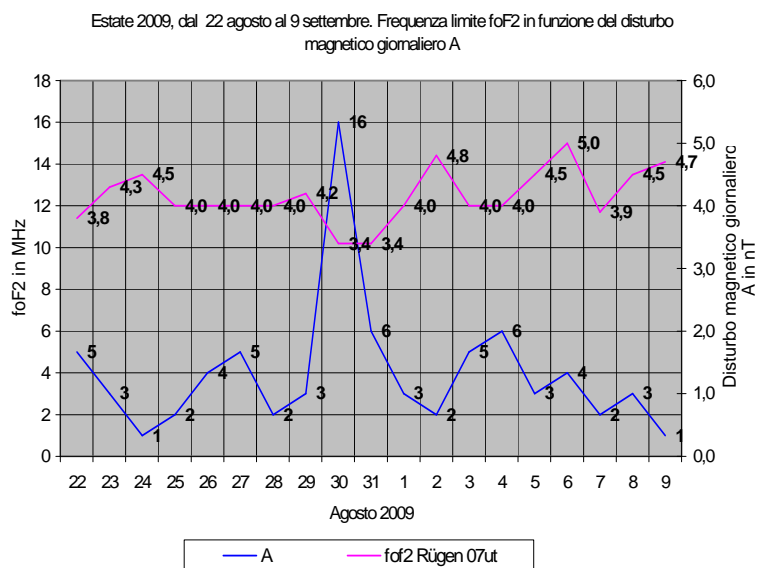
1. i massimi dei segnali di DK0NL in Ulm, con ERP di 100 W (ERP potenza effettiva irradiata) misurati in Ravenna su 98 collegamenti invernali delle 08ut00 e 189 estivi delle 07ut00 in banda 40m, sono 50 ...60 dBm. Valore che conferma l'ipotesi iniziale di un collegamento a salto (hop) unico via strato F2 e angolo di radiazione attorno a 55°. Percorsi a 2 o più salti via strati E foF2 avrebbero dato intensità di segnale inferiore
2. in mancanza di segnale in Ravenna in banda 40m alle 07ut00 o 08ut00, ipotizzando una calo della MUF 400 km sotto 7 MHz il traffico fu spostato sulla frequenza di riserva in banda 80 m, con segnali di 34 ... 40 dBm che confermano la correttezza dell'ipotesi.

3. in inverno, attorno alla levata del sole, è stata saltuariamente osservata una forte instabilità con segnali che balzavano oltre 50dBm per sparire nell'arco di qualche minuto e ricomparire più volte dopo breve tempo. Fenomeno meglio noto come TID (travelling ionospheric disturbance) dovuto a effetti di focalizzazione da una repentina deformazione dello stato riflettente verso l'alto o il basso, a dimostrazione che la ionosfera è tutt' altro che statica, come sovente si racconta
4. la plausibilità che un segnale di DK1NL, ricevuto in Ravenna ≥ 40 dBm, sia riflesso da uno strato ionosferico con frequenza limite foF2 nell'intervallo 4,0 ...4,9 MHz è del 60%. Da 5 a 5,9 MHz è del 20 %
5. la plausibilità che un segnale di DK1NL, ricevuto in Ravenna ≥ 22 dBm (poco sopra il livello di rumore di fondo), sia disturbato da insufficienza di macchie solari $R \leq 30$ o da disturbo magnetico a 3 ore $k \geq 3$ è del 70% rispettivamente 4%

In mancanza di dati lungo la zona ionosferica riflettente, per risolvere il paradosso della media si è pensato al metodo induttivo. Risalire dall'effetto alla causa, rappresentando graficamente i dati tabulati dalla ionosonda di Rügen, sul Baltico e del disturbo magnetico di Boulder in Colorado (valore molto simile a quello planetario) trasmessi in continuazione dalla DK0WCY su 10144 kHz

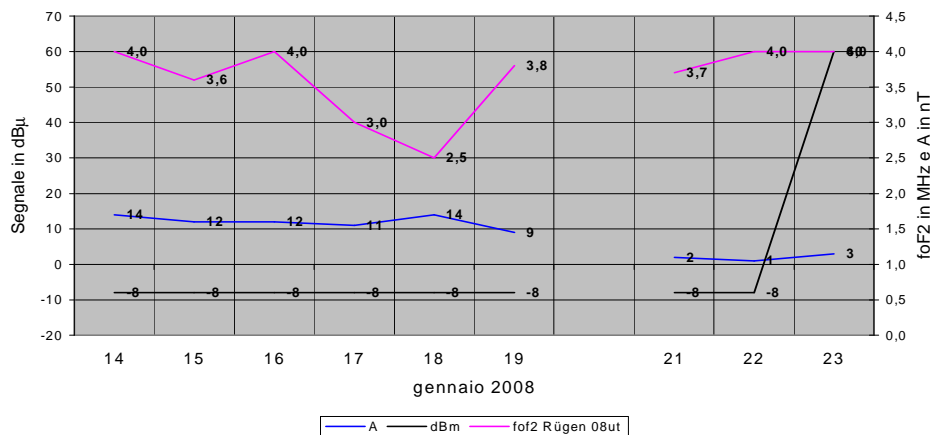
Con il prossimo grafico riferito al periodo 22 agosto, 9 settembre 2009 ci si propone di contrapporre l'andamento della foF2 di Rügen al disturbo magnetico giornaliero A si Boulder. A un buon osservatore non sfugge l'opposizione degli andamenti delle due variabili stocastiche: foF2 e A, per il resto confermato dal calcolo della correlazione lineare, attorno a meno uno (-1). Fenomeno di per se noto e citato da altri autori, ma questa volta fortunatamente osservato libero da ogni influsso di macchie solari e flares.

Esiste un solo dubbio su cosa sia avvenuto nell'intervallo 25 ... 27 agosto. All'aumento del disturbo non è seguito un calo della foF2. Probabilmente trattasi di uno dei tanti frequenti errori di trasmissione della DK0WCY.



Spulciando i dati del 2008 fra il 14 e il 23 gennaio si è trovato un interessante esempio di grave e prolungata interruzione del traffico radio delle ore 08ut00 con DK1NL in banda 40m

Disturbo inverno gennaio 2008. Segnale di Ravenna in funzione della frequenza limitedi Rügen foF2 e del disturbo magnetico giornaliero di Boulder A



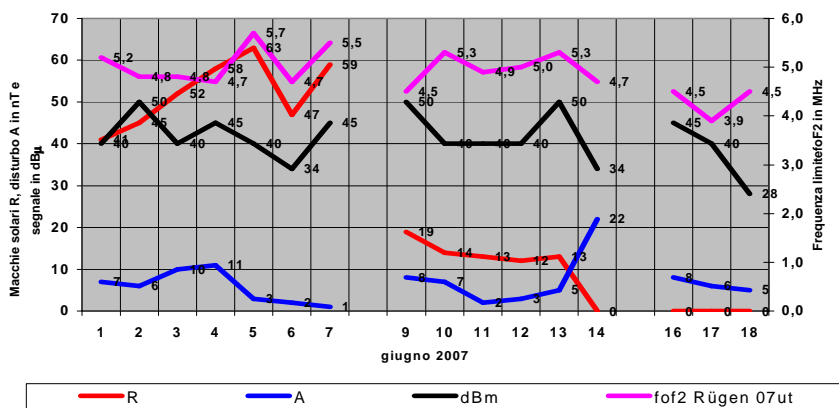
Dal 14 al 19 gennaio 2008, per ben 6 giorni, alle 08ut00 in Ravenna ogni collegamento radio in banda 40 m con DK1NL fu impossibile. L'aumento medio giornaliero del disturbo magnetico fece crollare la foF2 da 4 a 2,5 MHz provocando un calo della MUF 400 km sotto 7 MHz. Il 19 gennaio il disturbo calò, ma il valore di foF2 rimase insufficiente a garantire un collegamento con Ravenna in banda 40m.

Al punto 4 della situazione oggettiva si è citato: " Il calcolo della plausibilità (probabilità statistica secondo Bayes) che un segnale di 40 dB² e oltre sia fra quelli riflessi nell'intervallo foF2 da 4,0 a 4,9 MHz è del 60%". Cui si aggiunge un 20% di segnali riflessi con foF2 da 5 a 6 MHz per un totale dell' 80%. In altre parole una MUF 400 km di 7 MHz è solo possibile con una foF2 attorno a 4,5 MHz come dimostra il grafico. Il 21 e 22 gennaio alle 08ut00 ci fu un aumento del disturbo magnetico k (a tre ore), che sicuramente ritardò l'incremento della foF2 a 4 MHz e oltre. Finalmente il 23 gennaio con il ritorno della foF2 e 4 MHz. Con A e k notevolmente calati alle 08ut00 i segnali di DK1NL ricomparvero in Ravenna.

Si potrebbe ipotizzare un influsso dall'anticipo della levata del sole sull'incremento mattutino delle foF2 Ipotesi che non regge per il fatto che primo l'anticipo di pochi minuti hanno un debolissimo influsso sulla ionizzazione. Secondo dopo sei giorni sono ricomparsi segnali > 36 dB² conformi alla mediana teorica.

Fatte queste considerazione resta da dimostrare il caso dell'influsso combinato sulla foF2 delle macchie solari R e dei disturbi magnetici a e k sui segnali ricevuti in Ravenna

Disturbo estate giugno 2007. Frequenza limite foF2 in funzione del numero relativo di macchie solari R e del disturbo giornaliero A



Il grafico evidenzia un interessante fenomeno. Nel periodo dal 1 al 7 giugno il disturbo magnetico A assunse valori notevoli, ma la frequenza limite foF2 e l'intensità dei segnali ricevuti, in con-

trasto con quanto atteso, non calarono. La stranezza del fenomeno si spiega considerando la presenza contemporanea di un buon numero relativo R di macchie solari del periodo che compensarono il disturbo magnetico. Al contrario dal 14 al 18 giugno con $R = 0$, la frequenza limite foF2 tornò ad essere in balia del solo disturbo magnetico.

Solo il 6 giugno un calo del segnale contemporaneo ai cali del disturbo A e foF2 sembrerebbero invalidare questo assioma del sostegno. In realtà quel giorno alle 07ut00 Rügen annunciava un forte aumento del valore k (disturbo magnetico a tre ore) delle ore 06ut00 contemporaneo a un calo delle macchie solari R, che non compensando più la fo F2 lasciò che il disturbo magnetico la facesse cadere.

Tutto quanto detto sopra è in perfetto accordo con il punto 5 della situazione oggettiva che recita: "La plausibilità che un segnale debole di DK1NL in Ravenna, inferiore a 22dBm sia fra quelli disturbati da insufficiente numero di macchie solari $R < 30$ è del 70%".

Il paradosso della mediana. Considerato il basso valore della mediana invernale si è pensato di aggiungere alla serie stocastica estiva quella invernale e ricalcolare ottenendo 4 dB μ V. Miglioramento di 12 dB

Da ultimo la soluzione di una vecchia anomalia. Nel rapporto Nr 3 sulla ionosfera al capitolo 5.2 si recitava: " (...) all'aumento del disturbo magnetico seguiva un calo ritardato del segnale (...)" Se si fosse applicato l'assioma della compensazione del calo della foF2 , funzione di A o k con $R > 0$, il problema non si darebbe posto.

Da quanto esposto si possono trarre due conclusioni:

1. la necessità di disporre di una sufficiente messe di dati su un lungo arco di tempo del ciclo solare
2. l'intensità di un segnale non disturbato da flares o altro è inversamente proporzionale a A o k e direttamente proporzionale a R. Combinandosi i due fenomeni sostengono il segnale

Nel rapporto Nr 3 s'indicavano tre obiettivi di ricerca: conoscere meglio la propagazione ionosferica, chiarire la causa dell'instabilità dei segnali e verificare l'esistenza di un metodo pratico di pianificazione delle comunicazioni.

A quasi vent' anni tutti gli obiettivi sono stati raggiunti. Il complesso meccanismo della propagazione ionosferica tangenziale è stato in buona parte chiarito. Le cause della mancanza di segnale è stata spiegata. L'uso di frequenze alternative collaudato con successo.

La ricerca si chiude con una triste notizia. A fine gennaio 2010 il carissimo e preziosissimo amico Klaus DK1NL, ex-marconista della Bundesmarine, la marina germanica del dopoguerra, che tanto ha collaborato e tanto mi ha sostenuto in questa ricerca, è deceduto. Con la sua scomparsa, mancando una delle fonti principali di dati, la ricerca a malincuore si chiude, anche se dall'ampio materiale raccolto si potrà trarre ancora qualche risultato

21 aprile 2011 / hb9ad Lino*

* Ingegnere HTL - Già responsabile progetti acustica e audio RSI - Copyright©Lino.Bomio