

XX° Convegno EME

**Marina di Pietrasanta
30 Aprile - 1 Maggio 2011**





QSB da interazioni ionosferiche nelle comunicazioni EME a 144 Mhz

Convegno EME Italiano 2011

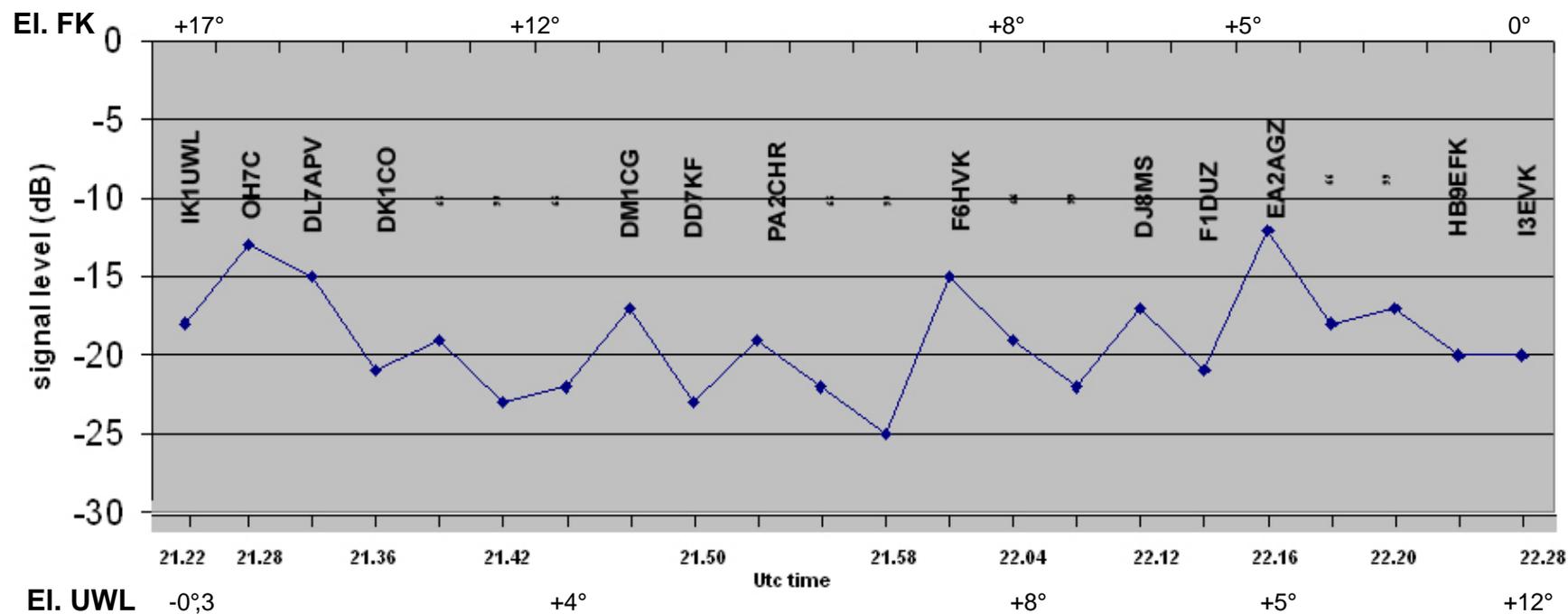
Giorgio IK1UWL, lunatico dal 2002, 4x14 yagi incrociate e QRO, incuriosito dal QSB in EME 144 MHz



Flavio IK3XTV, da poco in EME 144 MHz con 2x8H yagi e 250W, appassionato di studi sulla propagazione



XXXX FK/DL2NUD OOO 23.01.2011, al sorgere della luna

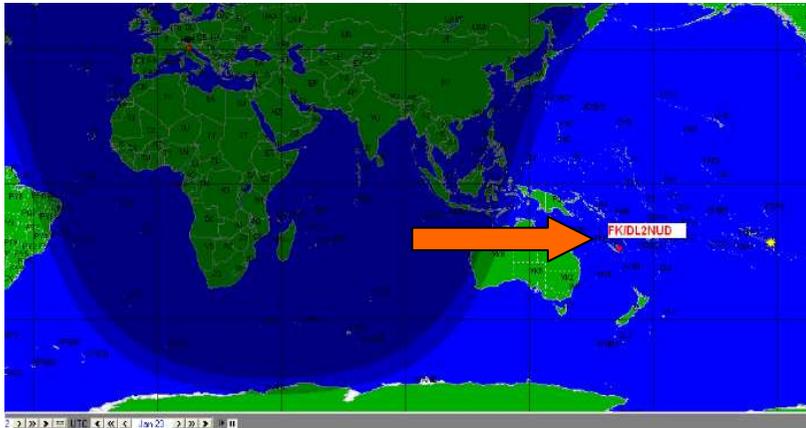


QSB di 13 dB, perché ?

La nostra indagine

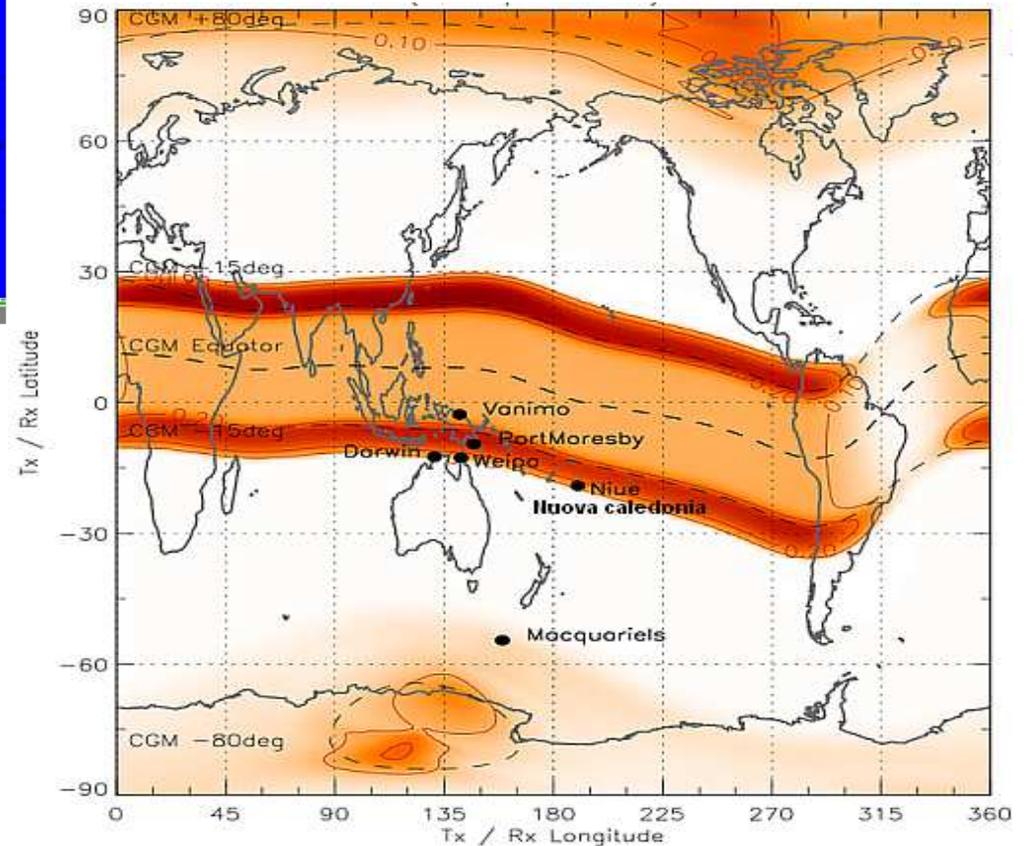


Convegno EME Italiano 2011



La Nuova Caledonia si trova vicino all'equatore geomagnetico che in quell'area declina molto verso sud e quindi e' nella fascia tropicale dove c'e' maggiore instabilità ionosferica. A quella data e ora era in pieno sole, quindi ionosfera densa e turbolenta.

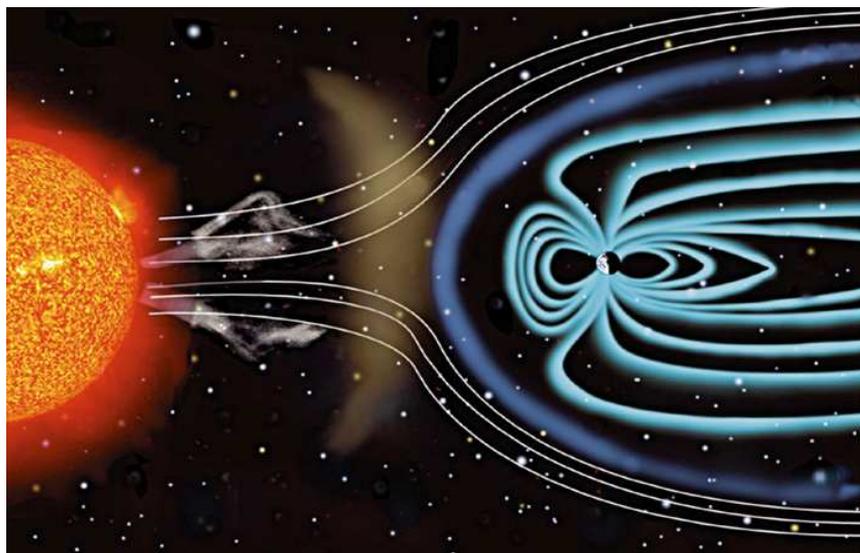
Parliamo di ionosfera.



Fonte:IPS (Ionospheric Prediction Service) Australia

Il sole emette : a- uno sciame di particelle b- radiazione ad amplissimo spettro.
Lo sciame di particelle (vento solare) viene deviato dal campo magnetico terrestre.
Quando sul Sole si verificano fenomeni di forte attività, come i BRILLAMENTI (solar flares) e i CME (Coronal Mass Ejection), la quantità e l'energia di queste particelle e' tale che il campo terrestre ne viene disturbato e distorto con importanti ripercussioni sulla ionosfera.

Gli effetti delle tempeste solari sulla Ionosfera



SOLAR FLARES e CME

Emettono particelle cariche ad elevata velocità che in un paio di giorni raggiungono la superficie della Terra, causando forti perturbazioni ionosferiche.

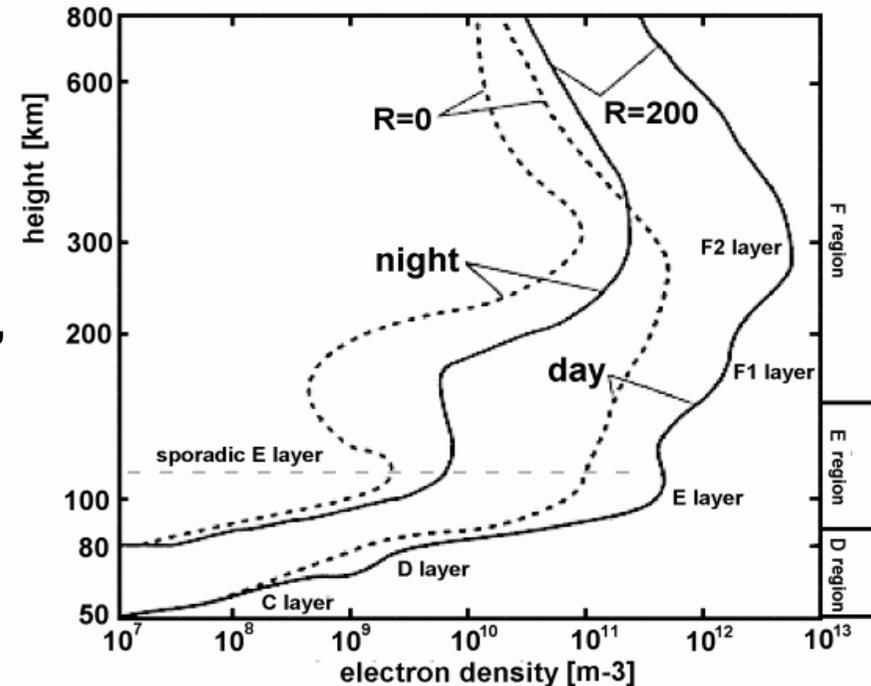
EVENTI PROTONICI

Protoni energetici possono raggiungere la Terra in 30 minuti dopo un forte brillamento. Alcune di queste particelle, penetrano negli strati superiori della nostra atmosfera producendo addizionale ionizzazione

La radiazione solare UV estrema ed X impatta nell'alta atmosfera e genera un plasma di ioni ed elettroni liberi: **la ionosfera**.

La composizione del plasma varia con la quota, In alto gli elementi più leggeri. Si formano vari strati.

La densità del plasma varia con l'ora locale, e con l'entità dell'attività solare.



Interazioni con un'onda radio

Elettroni e ioni reagiscono al campo elettrico di un'onda radio assorbendo energia, che viene restituita, in buona parte, per re-irradiazione, e quindi indebolendola, rallentandola, e deviandola.

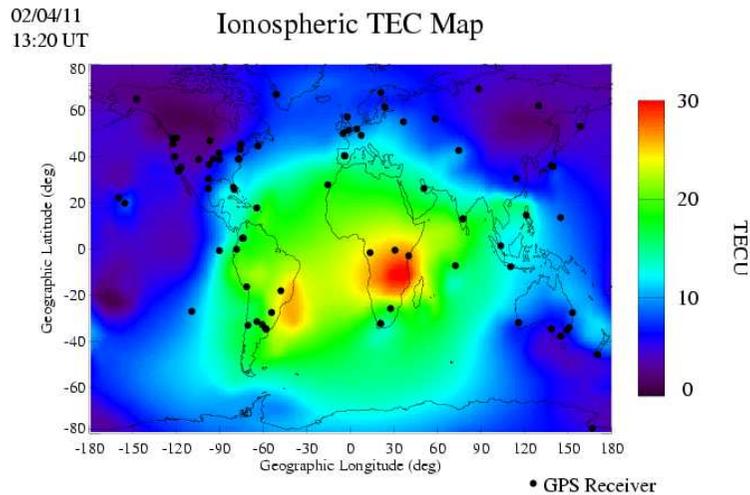
L'effetto maggiore l'hanno gli elettroni, quindi la loro densità (numero al m³) determina l'entità dell'effetto.



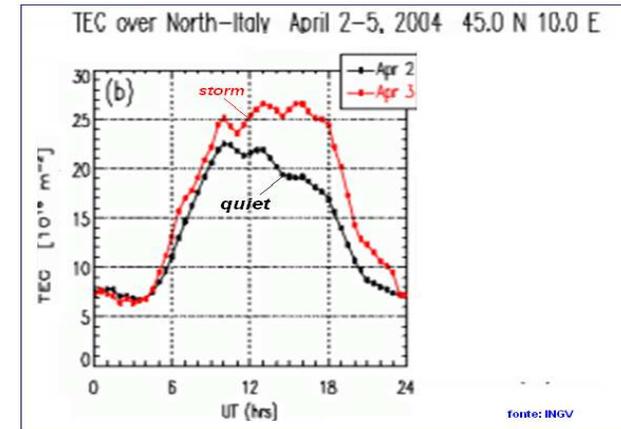
Indici Ionosferici

TEC (Total Electron Content)

Il TEC (Total Electron Content, Contenuto totale di elettroni) è il parametro chiave descrittivo della Ionosfera terrestre. Rappresenta il numero totale di elettroni presenti lungo un cammino tra due punti, misurati in unità di elettroni per metro quadro, con 1 TEC unit (TECU) = 10¹⁶ elettroni/m².



Esempio curva giornaliera del TEC con ionosfera tranquilla e disturbata



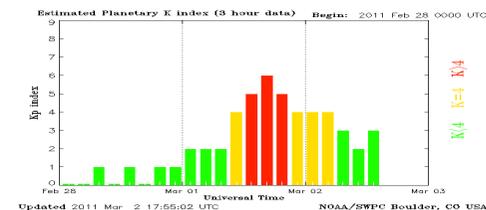
Fonte: <http://iono.jpl.nasa.gov/index.html>

Geomagnetic Indices & Conditions

	K Index	Geomagnetic Conditions	HF Noise	Aurora
NORMAL	0	Very Quiet	S1-S2	None
	1	Quiet	S1-S2	None
	2	Quiet	S1-S2	Very low
	3	Unsettled	S2-S3	Very low
STORM	4	Active	S2-S3	Low
	5	MINOR storm	S4-S6	High
	6	MAJOR storm	S6-S9	Very high
	7	SEVERE storm	S9+	Very high
	8	SEVERE STORM	Blackout	Extreme
	9	EXTREME storm	Blackout	Extreme

Indice planetario Kp

Un'indicazione del livello di disturbo geomagnetico su scala planetaria è fornito dall'indice Kp che è la media dei valori dell'indice K registrati presso 13 osservatori di riferimento. Questo indice viene utilizzato per una preliminare discriminazione dei giorni di quiete da quelli di disturbo.



Pulsazione giornaliera del TEC

Di notte avviene la ricombinazione di ioni ed elettroni, con diminuzione del TEC.

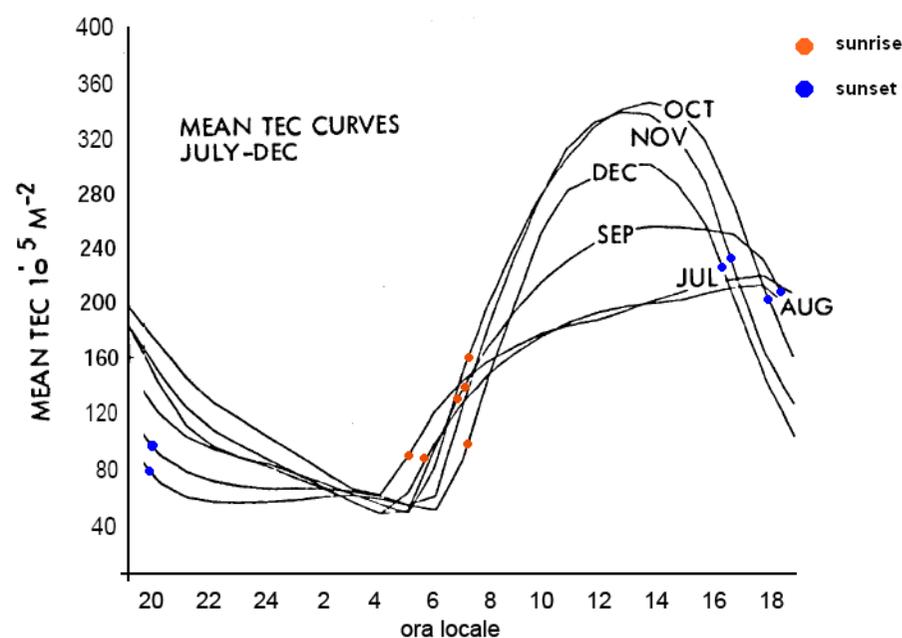
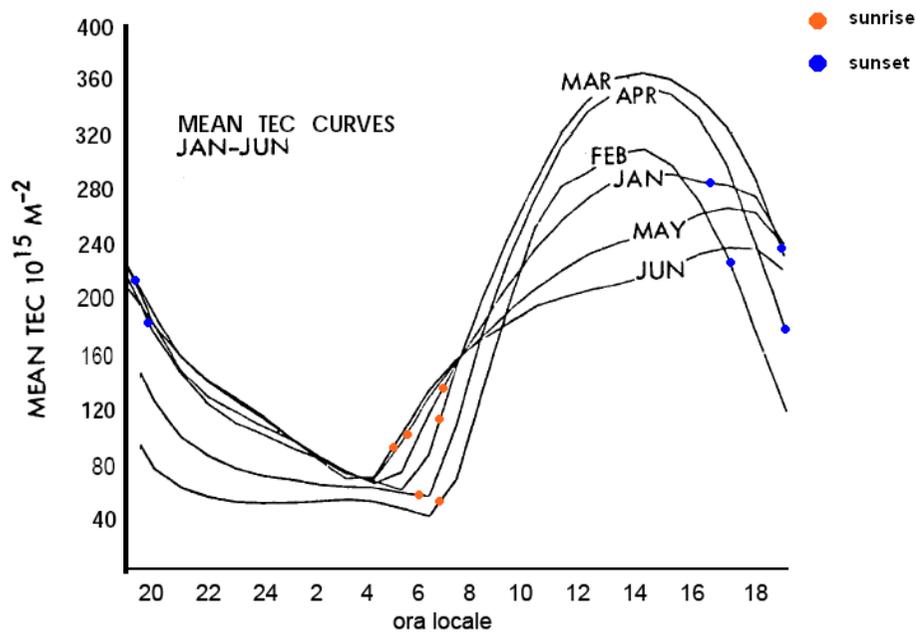
Di giorno predomina la scissione, con aumento del TEC.

Minimi e massimi sono però sfalsati.

Il TEC risale prima dell'alba e scende prima del tramonto.

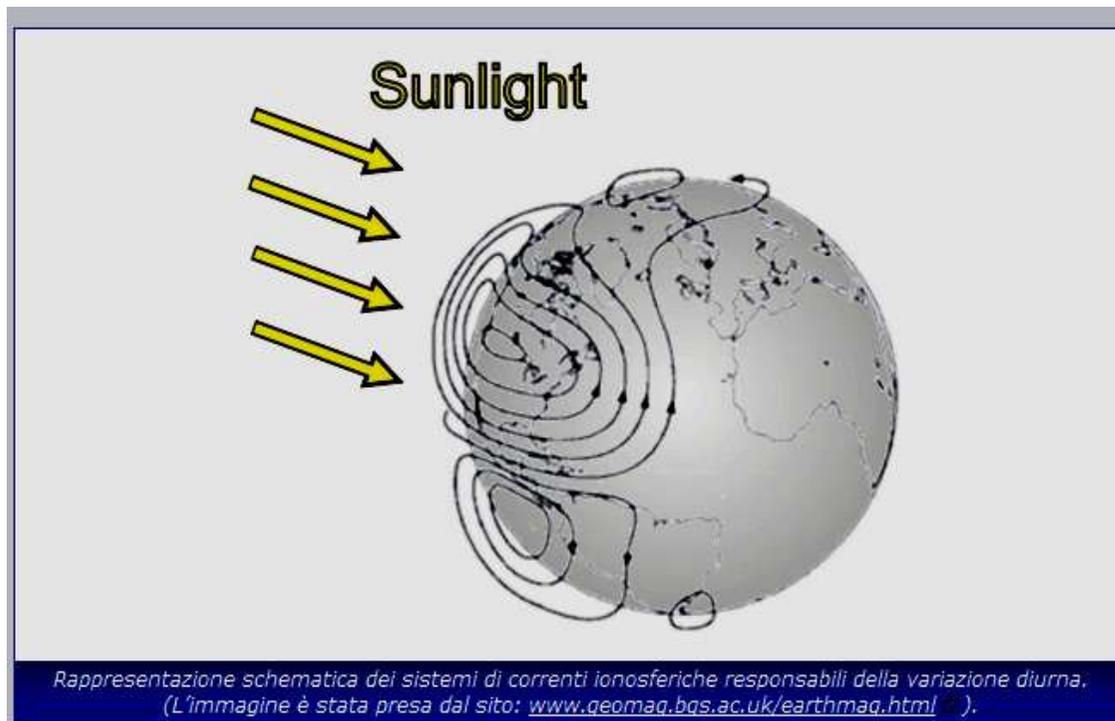
La causa ?

La ionosfera è sede di fortissimi venti da Est verso Ovest.

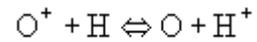


Variazioni quotidiane del TEC, valori medi mensili nel periodo 1967-1973, rilevati a Sagamore Hill, MA, da Hawkins and Klobuchar, 1974

La variazione diurna è generata da un sistema di correnti elettriche che fluiscono nella ionosfera ad una quota di circa 400 km. Queste correnti, presenti in quella parte della ionosfera illuminata dal Sole, formano due vortici distinti: uno in ciascun emisfero. Vista dal Sole la circolazione delle correnti nei due vortici avviene in versi opposti (verso antiorario nell'emisfero Nord ed orario in quello Sud). I centri di tali vortici si trovano alle latitudini di circa $\pm 40^\circ$ e molto vicini al meridiano del Sole.



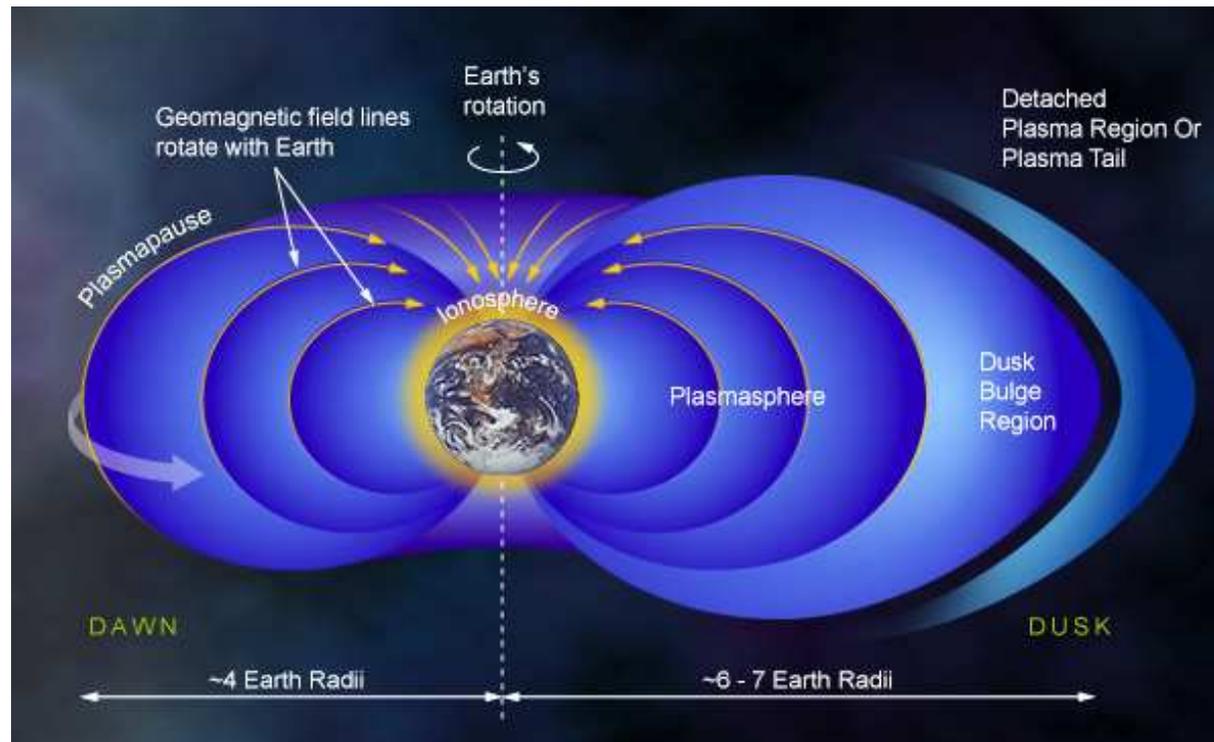
Al di sopra della ionosfera, fino ad altezze da 3 a 6 raggi terrestri, si trova un plasma di



che si muove lungo le linee del campo magnetico terrestre.

Ha densità dell'ordine di 10^9 elettroni/m³

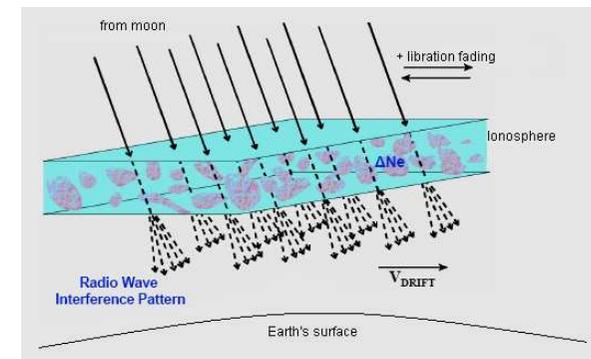
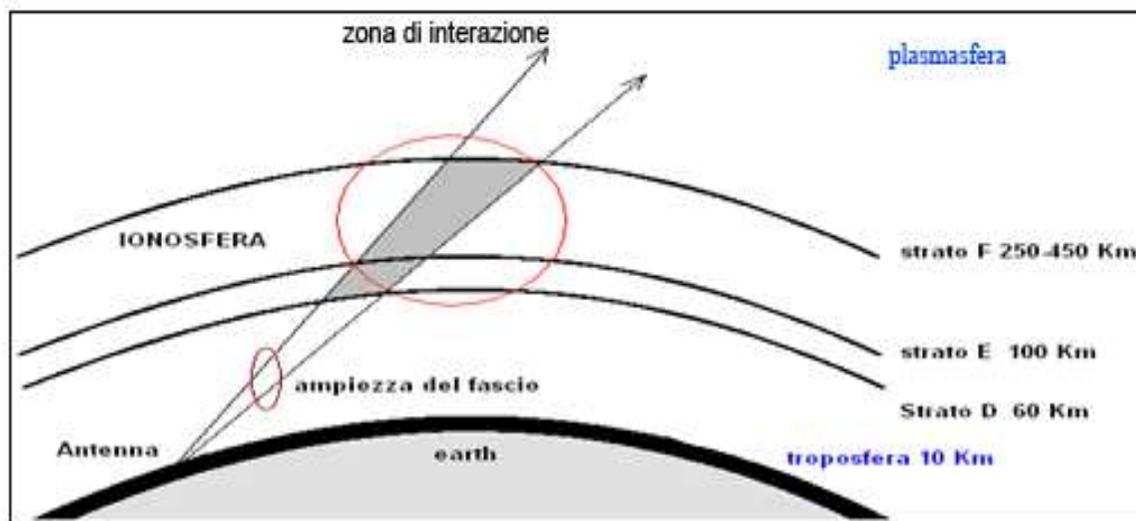
Anche questa zona ha variazioni, venti e tempeste come la ionosfera inferiore.



Il segnale EME attraversa DUE volte la ionosfera, con cui interagisce

Gli effetti:

- Attenuazione
- Faraday (rotazione del piano di polarizzazione)
- Scintillazione



Nota: l'indagine non riguarda la librazione, effetto legato al suolo lunare ed al suo movimento relativo

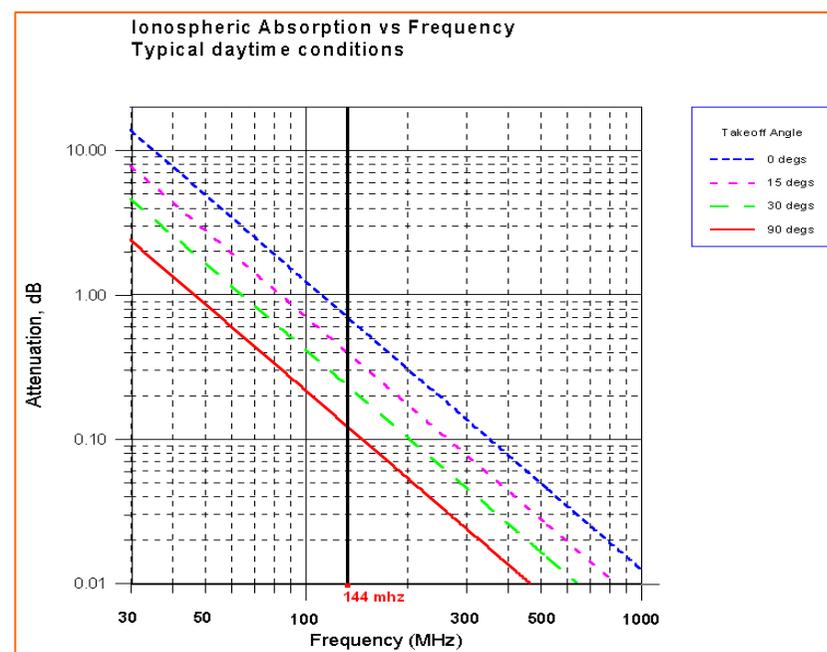
L'attenuazione ionosferica è proporzionale alla lunghezza del percorso attraverso il plasma di elettroni, quindi dipende:

- dalla densità del plasma
- dall'angolo di incidenza
- E' inversamente proporzionale al quadrato della frequenza

Condizioni diurne tipiche calme (Un attraversamento)

Angolo incidenza	Attenuazione (dB) per spessore (km)		
	100	300	500
0°	0,6	1,8	3,0
30°	0,2	0,6	1,0
60°	0,12	0,36	0,6

Grafico riferito a spessore 100 km

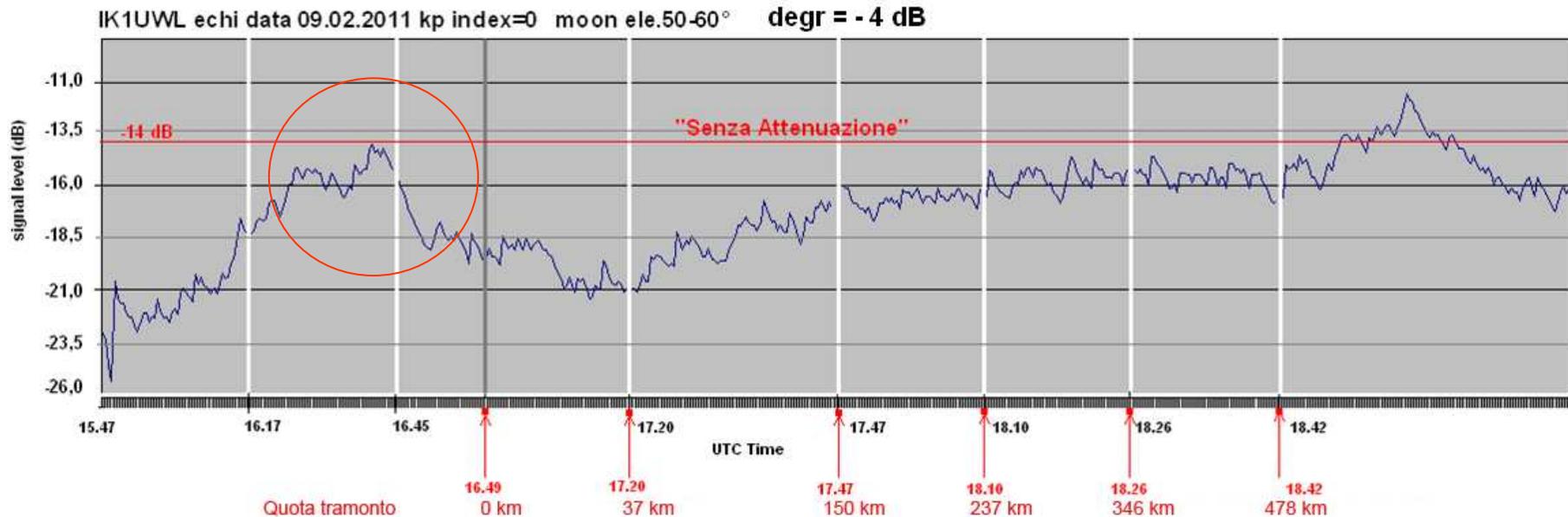


Prove di eco



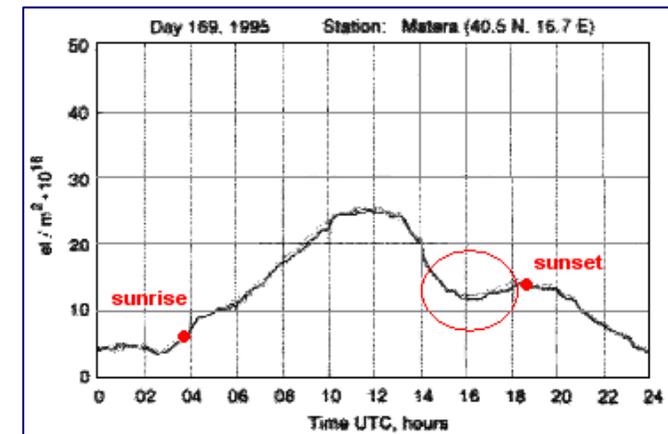
Convegno EME Italiano 2011

La ionosfera è turbolenta e scintillante, ha variazioni sia rapide che lente. Abbiamo fatto prove con modo "Echo", con Avg=0, tx in polarizzazione circ.



Notate il picco nell'ora precedente il tramonto.
Dopo il tramonto si nota il graduale assottigliamento della ionosfera.
Scintillazione di 1-2 dB. QSB lento di 5 -7 dB

Tipica curva giornaliera di TEC da dati GPS →



Effetto scintillazione



Convegno EME Italiano 2011

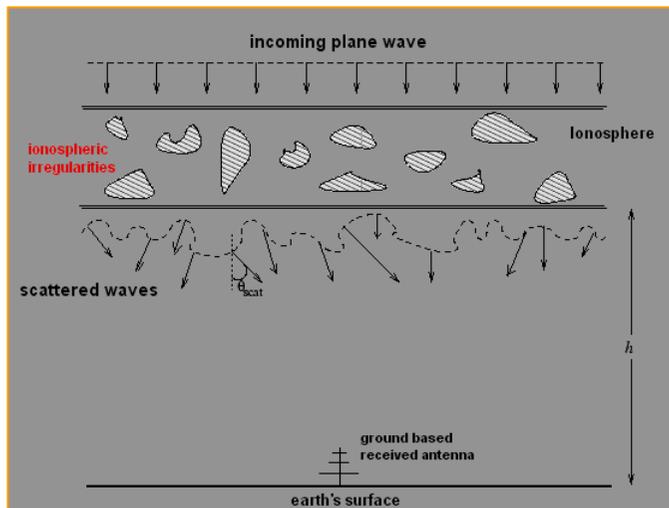
Scintillazione Ionosferica

Rapide fluttuazioni dell'indice di rifrazione ionosferico causano scintillazione sui segnali che attraversano la ionosfera,

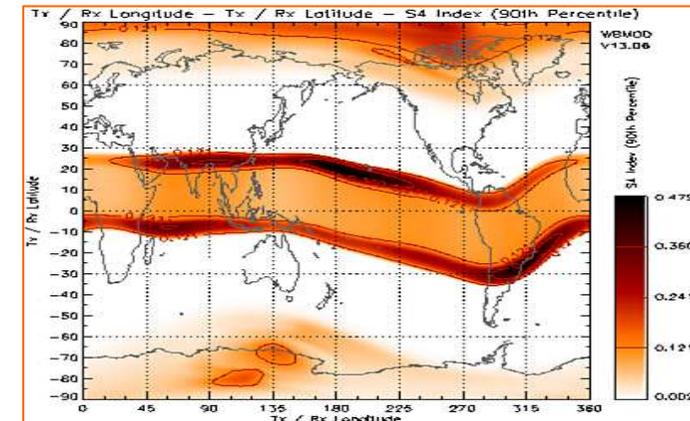
con rapide variazioni in ampiezza e/o fase e/o ritardi.

Questo fenomeno influenza i sistemi di posizionamento GPS in quanto causa sensibili errori di posizionamento a terra (nei casi piu' estremi anche nell'ordine delle decine di metri).

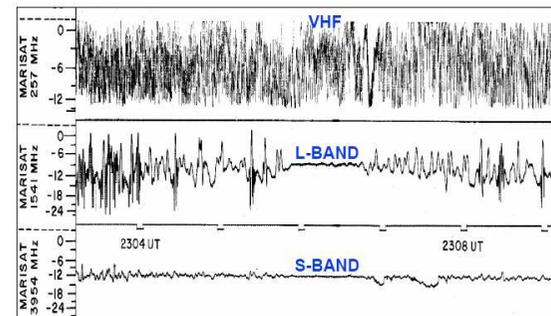
Questi effetti diminuiscono all'aumentare della frequenza. (Figura in basso come esempio).



Le scintillazioni sono piu' marcate alle alte latitudini, nella fascia equatoriale e durante tempeste geomagnetiche.



Gli effetti della scintillazione diminuiscono con l'aumentare della frequenza



Dipendenza dalla frequenza

Effetto scintillazione



Convegno EME Italiano 2011

In sintesi quindi abbiamo:

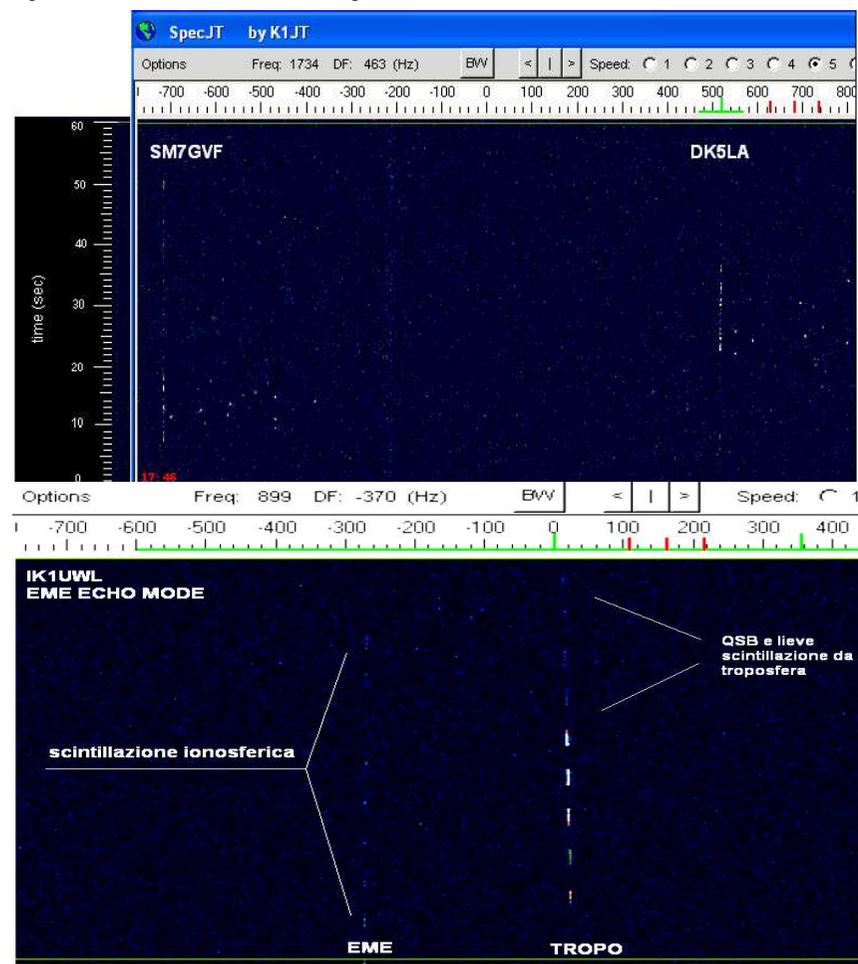
- delle variazioni “quasi periodiche” con periodo di min/decine di minuti che dovrebbero essere dovute principalmente a turbolenze della ionosfera
- Variazioni molto rapide (qsb rapido) con un periodo di sec/decine di sec. dovute presumibilmente a scintillazione ionosferica (per esempio il qsb rapido che si osserva spesso nel corso di una sequenza di trasmissione JT65).

Il QSB rapido è principalmente dovuto a scintillazione ionosferica.

La Ionosfera e' anche selettiva, con disturbi diversi da zona a zona



Come ben noto nell'attività CW la scintillazione influenza anche i caratteri Morse. Un effetto simile si vede in questa prova di echi di IK1UWL ricevuta da IK3XTV.

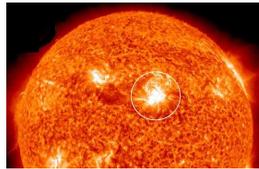




Ionosfera perturbata causa brillamento solare: gli effetti

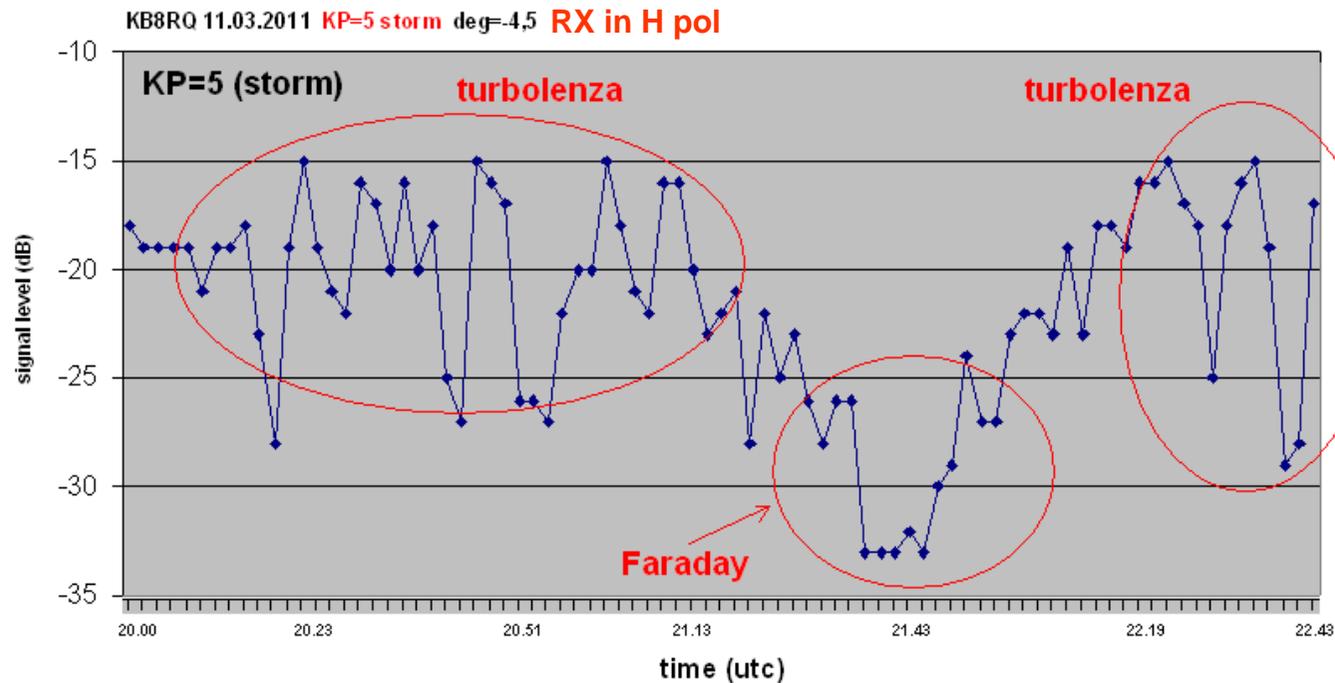
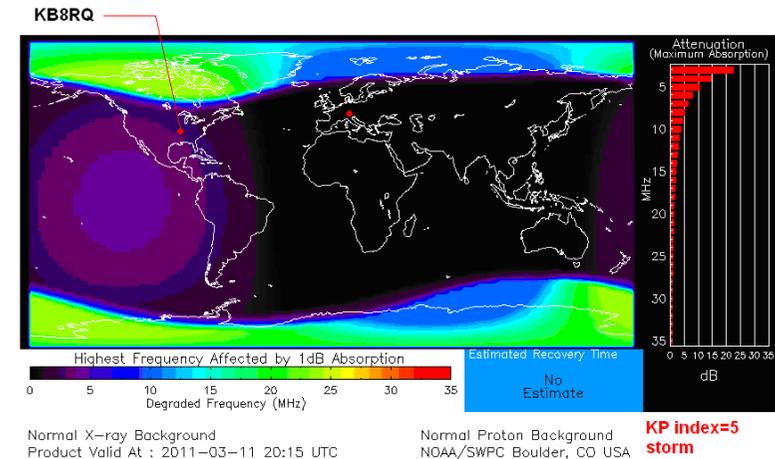
Convegno EME Italiano 2011

Un forte brillamento solare avvenuto alle 23.23 del 9.03.2011 ha causato una intensa perturbazione ionosferica



Kp index=5

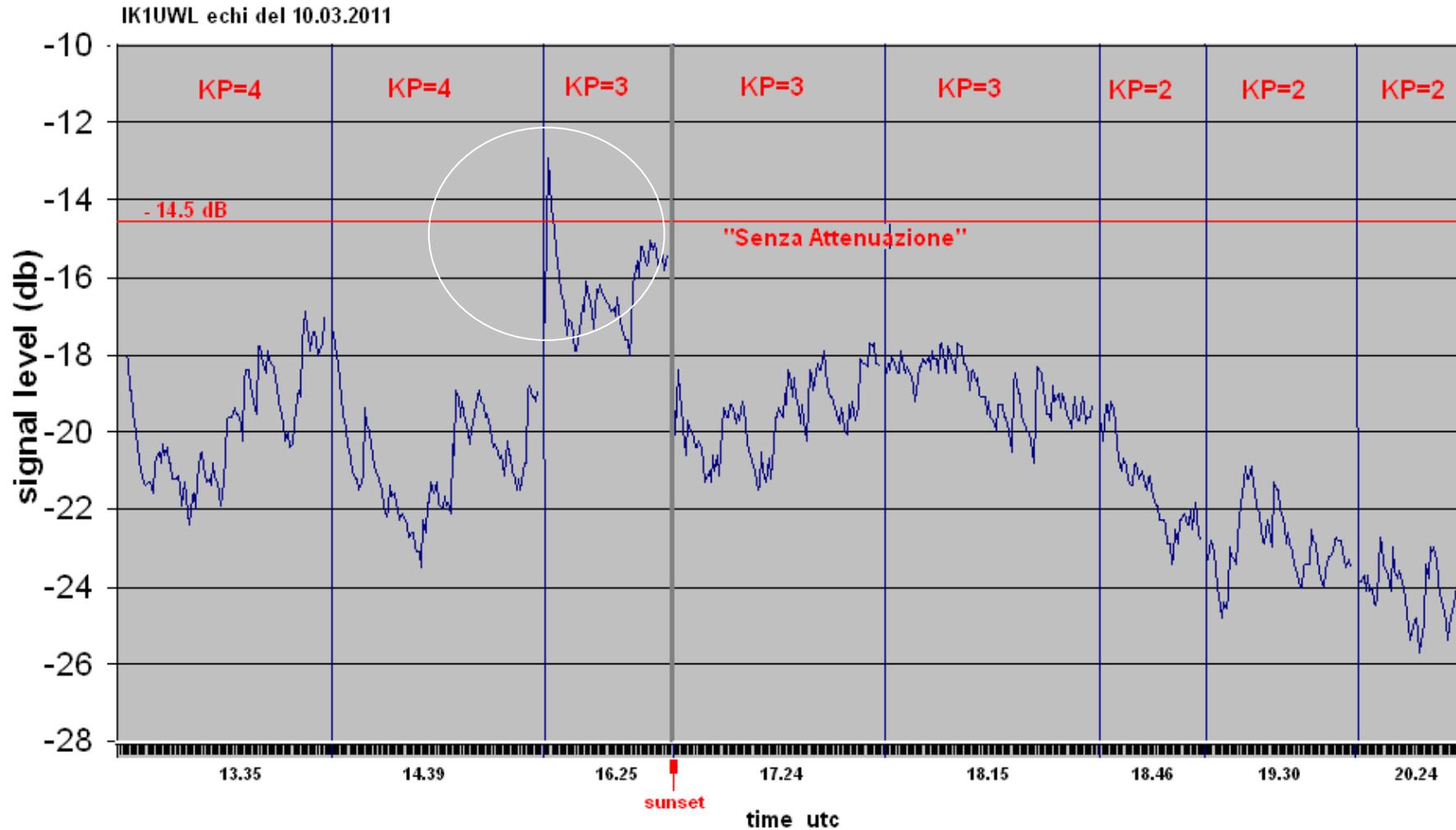
Solar flare X1.5 class (09.03.2011)



Echi con Sole perturbato (CME)



Convegno EME Italiano 2011



Forte scintillazione e forte QSB. Tx in pol. Circolare.
Notate anche qui il picco prima del tramonto.

Grey line



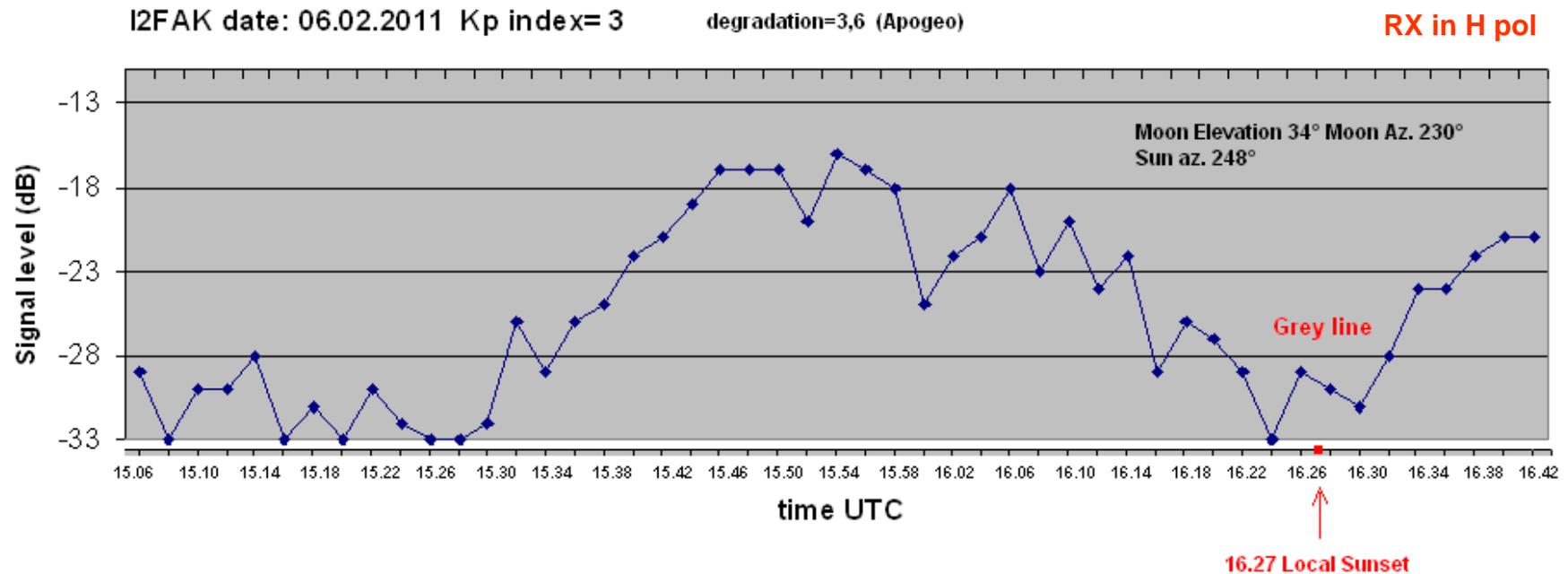
Grey line

E' la zona del tramonto, dove la radiazione solare diminuisce rapidamente.

In questa fase la ionosfera e' fortemente dinamica e subisce un drastico cambiamento di ionizzazione nel passaggio dal giorno alla notte.

La densità degli elettroni nello strato E diminuisce di un fattore di 200 a 1, e circa 100 a 1 nello strato F.

I segnali EME che attraversano questa zona della ionosfera in trasformazione vengono notevolmente influenzati, si notano attenuazione, instabilità, e variazione della rotazione (QSB lento e scintillazione).



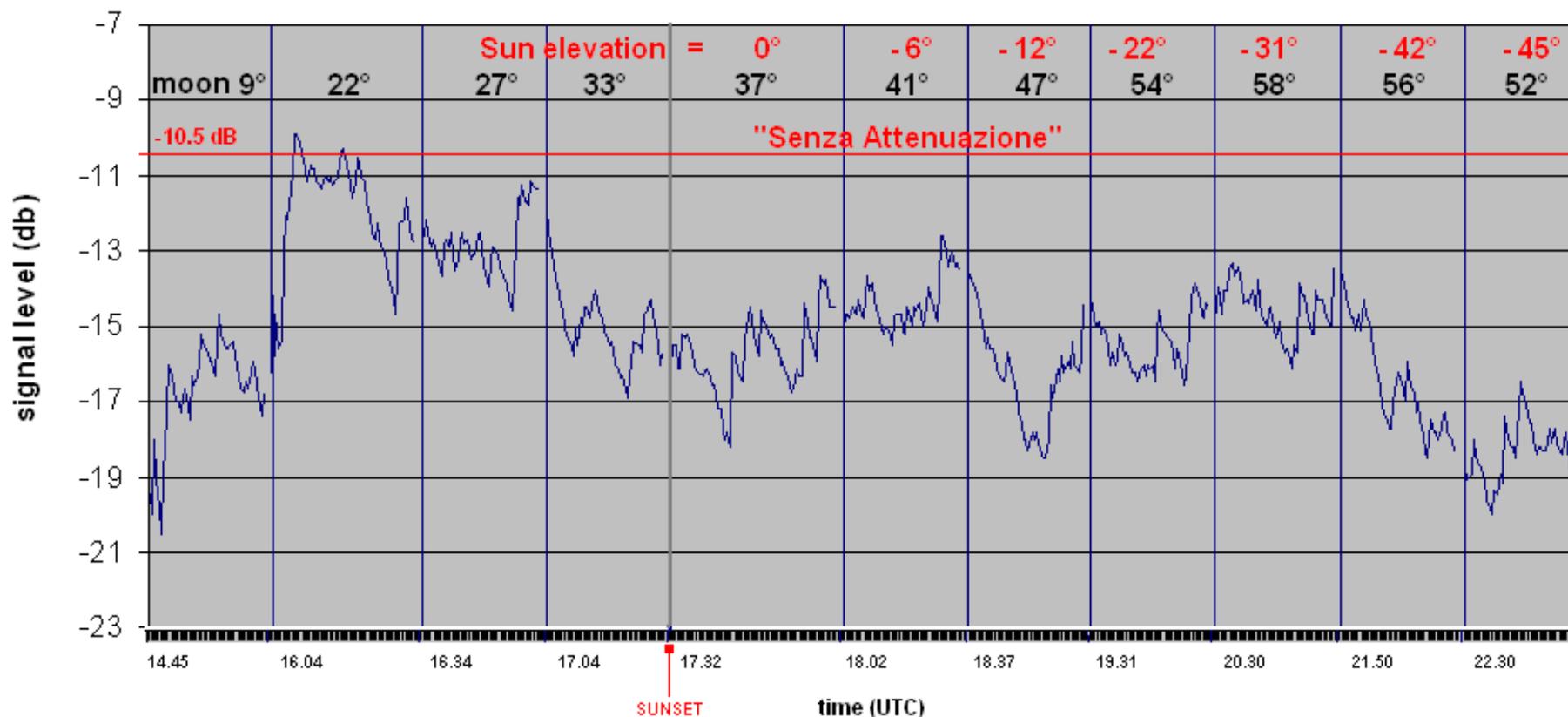
Notate anche qui il picco prima del tramonto

Altre prove di eco



Convegno EME Italiano 2011

IK1UWL echi del 16.03.2011 Kp index=0 (very quiet)



5 giorni dopo il CME, la ionosfera risente ancora della perturbazione, L'attenuazione resta alta dopo il tramonto, anzi aumenta un po'.
Notate anche qui il picco prima del tramonto (l'abbiamo sempre trovato)

Effetto rotazione di Faraday

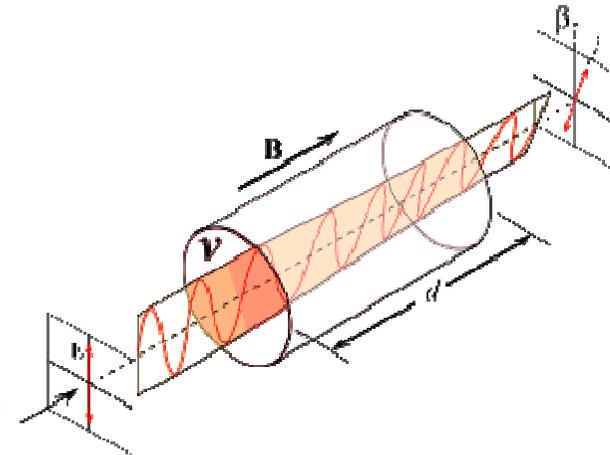


Convegno EME Italiano 2011

E' un effetto magneto-ottico, proporzionale all'intensità del campo magnetico B, ed all'indice di rifrazione del mezzo attraversato, che fa ruotare il piano di polarizzazione dell'onda.

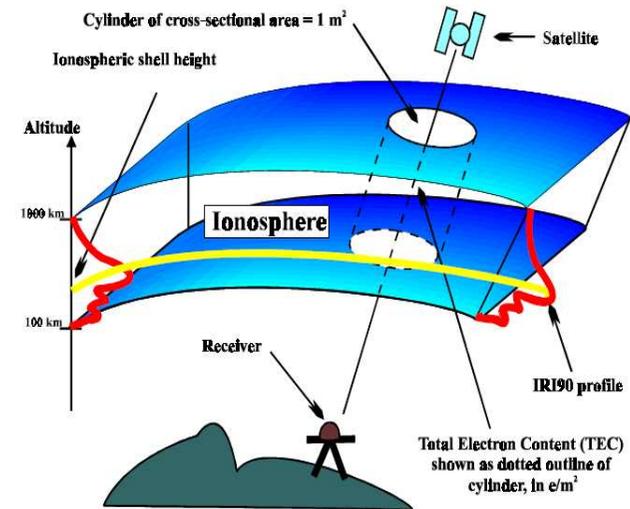
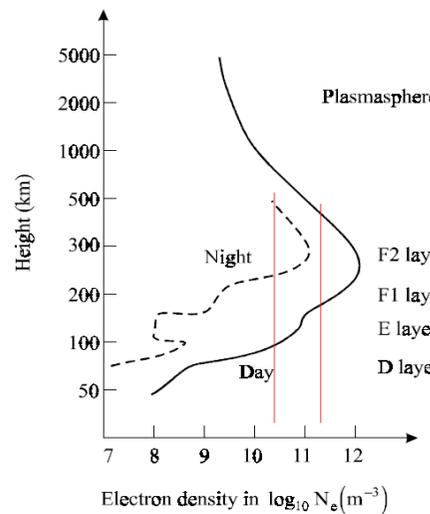
$$\beta = k \cdot B \cdot N_e \cdot d / f^2$$

$N_e \cdot d$ (densità media della ionosfera * suo spessore) è il TEC (Total Electron Content)



N_e medio diurno $3 \cdot 10^{11} \text{ m}^{-3}$
 Spessore medio $2 \cdot 300 \text{ km}$
 $\text{TEC} = 6 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{11} = 1,8 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-2}$

N_e medio notturno $3 \cdot 10^{10} \text{ m}^{-3}$
 Spessore medio $2 \cdot 250 \text{ km}$
 $\text{TEC} = 5 \cdot 10^5 \cdot 3 \cdot 10^{10} = 1,5 \cdot 10^{17} \text{ m}^{-2}$

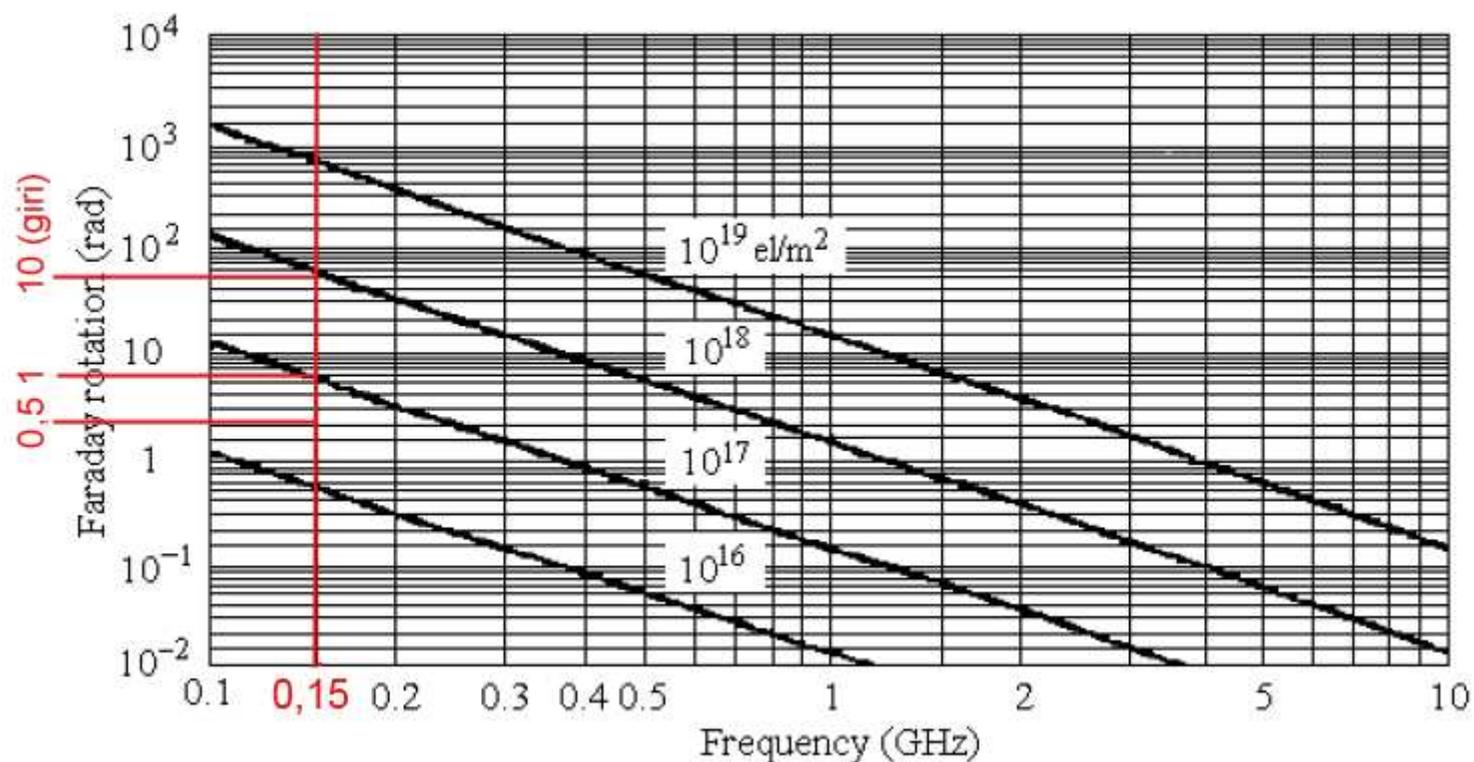


Effetto rotazione di Faraday



Convegno EME Italiano 2011

La rotazione del piano di polarizzazione è sempre presente.
In condizioni di quiete, il TEC varia tra 10^{17} e 10^{18} m^{-2} , con $1 < \beta < 10$ giri
In condizioni perturbate, con turbolenza, e nella Grey Line,
si hanno variazioni rapide della rotazione, che contribuiscono alla scintillazione.



Fonte: JPL Jet propulsion Laboratory NASA

Effetto rotazione di Faraday

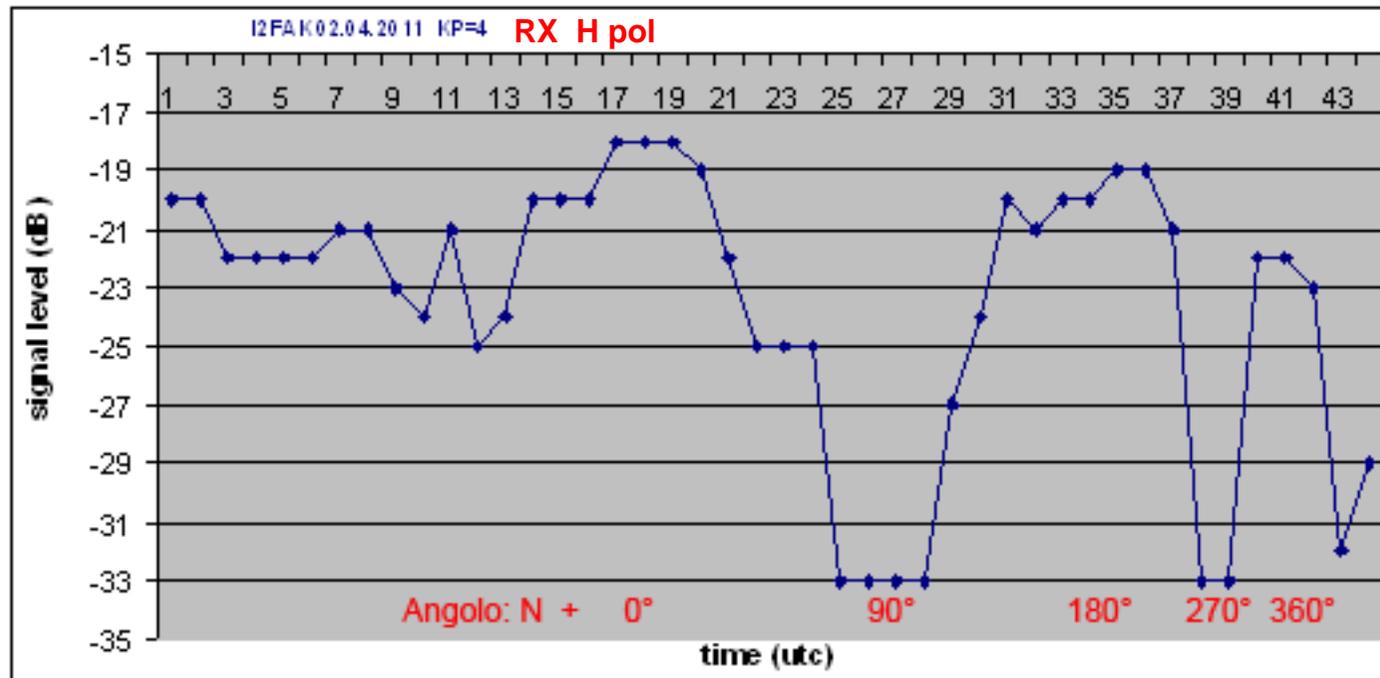


Convegno EME Italiano 2011

Kp = 4

Il 2 aprile IK1UWL collegava 9N7WL con grande difficoltà, perché doveva cambiare polarizzazione di ricezione ad ogni passaggio, tanto era rapida la rotazione (4.47 utc).

Lo stesso giorno IK3XTV ha monitorato I2FAK, constatando la stessa rapida rotazione.



A
n
-



QSB negativo? Il qso QRPP con I2FAK

Convegno EME Italiano 2011

Di seguito un significativo qso EME con potenza in trasmissione di 2 watts con I2FAK.

Degr. 4,3 dB Kp index=0 quiet

- Chiamo I2FAK con 2 W (erroneamente senza mio locatore).
- Miglior rapporto finora da I2FAK: - 21 dB con 250 W. Oggi sono 21 dB più basso.
- Lo vedo tropo e vedo la traccia EME, ma non la decodifico.
- Alle 16,34 vedo le OOO (tropo) e Franco mette sul logger:

• **163300 3 -28 2.5 105 0 * I2FAK IK3XTV 1 0**

Notate la decodifica a -28 con 1 (K.V.) 0 (no deep search)

The screenshot displays two software windows: WSJT 9.0 on the left and SpecJT on the right. The WSJT window shows a QSO log with the following entries:

FileID	Sync	dB	DT	DF	WV	
163400	11	-11	0.1	-113	1	# IK3XTV I2FAK JN45 000 1 .10
163400	1	-23	2.7	-404	3	#
163400	1	-23	2.7	-404	3	#
163400	1	-23	2.7	-404	3	#
163400	11	-11	0.1	-113	1	# IK3XTV I2FAK JN45 000 1 .10
163400	1	-23	2.7	-404	3	#

Below the log, the 'To radio' field is set to 'I2FAK' and the 'Grid' is 'JN45ob'. The date and time are '2011 Jan 05 16:35:50'. The status bar at the bottom indicates 'Receiving'.

The SpecJT window shows a spectrum plot with a peak at 1061 Hz. The plot is labeled 'I2FAK EME' with an arrow pointing to the peak. The plot shows a signal at approximately -28 dB relative to the noise floor.



QSB negativo? Il qso QRPP con I2FAK

Convegno EME Italiano 2011

allora ho provato ad aspettare la sequenza successiva per vedere di decodificare anche la traccia luna ma e' andata ancora peggio nel senso che il segnale e' calato a -28 (16.36) con una falsa decodifica , a quel punto allora al minuto 16.37 ho inviato il mio RO (sempre con 2 W).

Al minuto 16.38 I2FAK mi ha inviato RRR.

The screenshot shows the WSJT 9.0 software interface. The main window displays a log of QSOs with columns for FileID, Sync, dB, DT, DF, W, and call signs. A table of QSOs is visible:

FileID	Sync	dB	DT	DF	W	Call Signs
163600	0	-28	2.8	-396	20	# IK3XTV PA2GER J021 0 ? 0 3
163600	0	-28	2.8	-396	20	# IK3XTV PA2GER J021 0 ? 0 3
163600	8	-9	0.2	-102	4	# IK3XTV I2FAK JN45 000 1 10
163600	0	-28	2.8	-396	20	# IK3XTV PA2GER J021 0 ? 0 3
163600	0	-28	2.8	-396	20	# IK3XTV PA2GER J021 0 ? 0 3
163800	10	-25		-388	4	RRR

Below the log, there are controls for 'To radio' (I2FAK), 'Grid' (JN45ob), and 'Az' (249). A date and time display shows '2011 Jan 05 16:39:30'. The bottom status bar shows '0.9795 1.0068 JT65B Freeze DF:-378 Rx noise: 0 dB T/R Period: 60 s Txing: 73'.

On the right, the 'SpecJT' window shows a spectrum plot with a frequency range from -700 to 500 Hz. The plot shows a signal at approximately -182 Hz, corresponding to the DF value in the log. The signal is identified as 'I2FAK IK3XTV'.



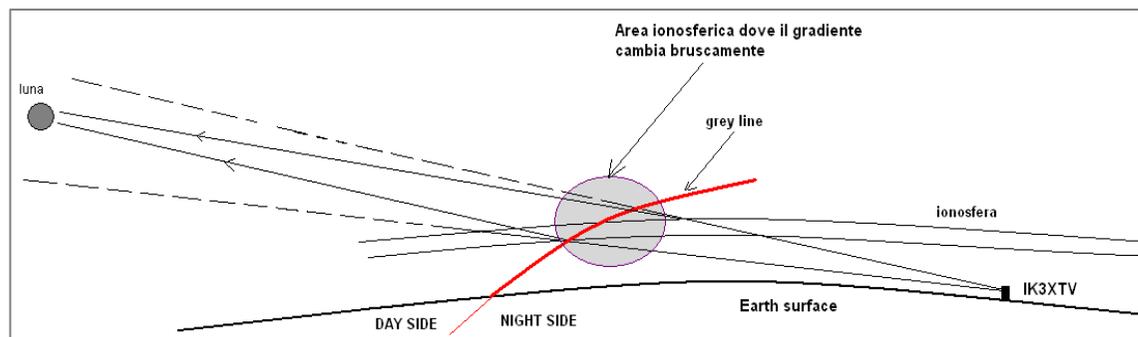
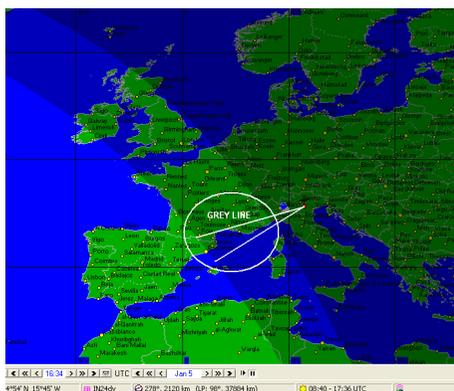
Il qso QRPP con I2FAK: una possibile ipotesi

Convegno EME Italiano 2011

Focalizzazione sulla grey line

Per effetto della pressione di radiazione solare, la ionosfera e la terra non sono due sfere concentriche, questo fatto determina una deformazione continua della ionosfera che si evidenzia in maniera considerevole quando il sole tramonta su un meridiano (terminatore). In questa fase la ionosfera e' fortemente dinamica e subisce un drastico cambiamento di ionizzazione nel passaggio dal giorno alla notte. Il segnale che attraversa per qualche centinaio di chilometri questa porzione di ionosfera può incontrare formazioni lenticolari più dense che possono dare effetti di focalizzazione (abbiamo calcolato un probabile guadagno da focalizzazione che può essere anche maggiore di 10 dB). Da notare le difficoltà di decodificare il segnale eme in quanto molto più debole del solito. Una possibile spiegazione: il segnale di I2FAK era entrante nella ionosfera e forse distorto/attenuato da zone divergenti di queste formazioni che per il mio segnale in uscita fungevano da focalizzatore.

•Dal calcolo del guadagno da focalizzazione di 10 dB (-21-21+14=-28) abbiamo escluso circa 4 dB di ground gain da parte IK3XTV, mentre I2FAK non ha ground gain.



Fonte: The Smithsonian/NASA Astrophysics Data System

Lens effect of the earth's ionosphere on radio waves reaching the moon.

"Radio waves from a distant source at grazing incidence on the Earth's atmosphere are focused at the Moon. The outer ionosphere focuses most strongly radio waves of a wavelength $\lambda > \sim 1$ m, giving a maximum increase in intensity of about 20. The E and F-layers give a smaller focusing effect. "

Referenze:

Title: Lens effect of the earth's ionosphere on radio waves reaching the moon

Authors: [Gold, T.](#); [Silvestro, G.](#) **Affiliation:** AA(Center for Radiophysics and Space Research, Cornell University, Ithaca, New York, USA), AB(Center for Radiophysics and Space Research, Cornell University, Ithaca, New York, USA)

Publication: Planetary and Space Science, Volume 16, Issue 8, p. 999-1009. ([P&SS Homepage](#))

Publication Date: 08/1968

73, buon DX, e QSO senza QSB a tutti

Convegno EME Italiano 2011

Referenze:

JPL Jet Propulsion Laboratory NASA

IPS (Ionospheric Prediction Service) Australia

INGV Istituto nazionale di Geofisica e Vulcanologia Italia

Darrel Emerson National Radio Astronomy Observatory Campus Building 65 949 N. Cherry Avenue Tucson, AZ 85721 (Fonte per assorbimento Ionosferico)

Wikipedia

National Institute of Information and Communications Technology (Giappone)

DLR Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt

Stanford University, Electrical Engineering (Stanford California)

Institut für Geophysik und Meteorologie Universität Graz

Ionospheric Bending of Radio Signals: A Rough Shell model approximation by James R. Clynch

LESIA, CNRS-Observatoire de Paris France

ESA European Space Agency (prediction of ionospheric scintillation)

Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China

Dr. Keith Groves Monitoring Ionospheric Scintillation with GPS Space Weather Center of Excellence Air Force Research Laboratory Hanscom AFB, MA Colloquium

Yen-Hsyang Chu Institute of Space Science, National Central University, Taiwan R.O.C.

Modelling the Plasmasphere P.A. Webb and E.A. Essex Department of Physics La Trobe University Melbourne

Mid Latitude ionospheric scintillation *Department of Physics, University of Queensland, 4072, Brisbane, Queensland, Australia.*

Radio and Space Plasma Physics Group, Department of Physics and Astronomy, University of Leicester, Leicester UK.

Istituto di ricerca sulle onde elettromagnetiche del consiglio nazionale delle ricerche- Firenze

© RIPRODUZIONE RISERVATA