

LA PROPAGAZIONE

seconda parte

Nella prima parte di questo articolo ci siamo soffermati sui fenomeni chimico-fisici che governano l'interazione tra onde elettromagnetiche ed atmosfera... ora però cercheremo di capire qual è il ruolo del sole nelle telecomunicazioni e come sfruttarlo a nostro vantaggio.

MUF & LUF

Quando si parla di propagazione la chiave di lettura è "ionizzazione".

Conoscendo lo stato di ionizzazione dell'atmosfera nel momento in cui trasmettiamo, possiamo farci un'idea di come le nostre onde viaggiano nell'etere e quindi prevedere se il nostro CQ sarà ascoltato dall'altra parte del mondo o solamente dal vicino di casa.

Per fare ciò, ci sono due parametri importanti da analizzare: la **Lowest Usable Frequency** e la **Maximum Usable Frequency**.

La prima, corrisponde alla frequenza più bassa utilizzabile al di sotto della quale, la radiofrequenza irradiata viene attenuata con conseguente perdita del segnale. La seconda invece esprime la frequenza più alta utilizzabile prima che la ionosfera smetta di rifrangere le onde elettromagnetiche che finiranno quindi indisturbate nello spazio, senza "riflettersi". (Nella [prima parte dell'articolo](#) si è visto che le onde elettromagnetiche non vengono riflesse dalla ionosfera ma vengono rifratte. Da questo momento, per comodità di scrittura e di comprensione userò volutamente il termine errato "riflettere").

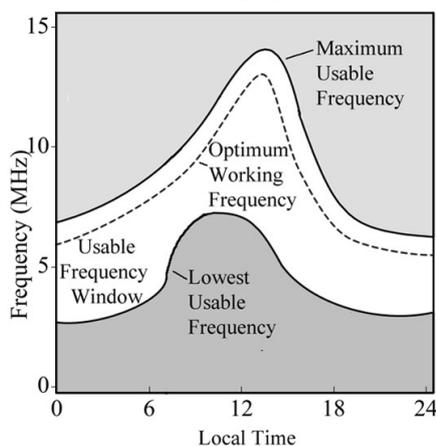
Mentre la LUF può essere modificata migliorando il rapporto segnale/rumore e quindi utilizzando antenne più efficienti o potenze maggiori, la MUF non può essere modificata e dipende esclusivamente dal grado di ionizzazione dei vari strati dell'atmosfera.

Risulta quindi evidente che un'accurata conoscenza del valore quotidiano della MUF è alla base per una corretta previsione di propagazione.

Misurare la MUF

Per determinare la frequenza massima utilizzabile, ogni giorno centinaia di ionosonde disseminate in giro per il mondo effettuano precise misurazioni in modo da ricavare i valori di MUF, in quel momento ed in quel preciso QTH. Per avere un valore generalizzato, si mediano i valori di tutte le misure effettuate dalle ionosonde.

In Italia chi si occupa di "ionosondaggi" è l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia che quotidianamente pubblica i risultati su un [apposito sito](#).

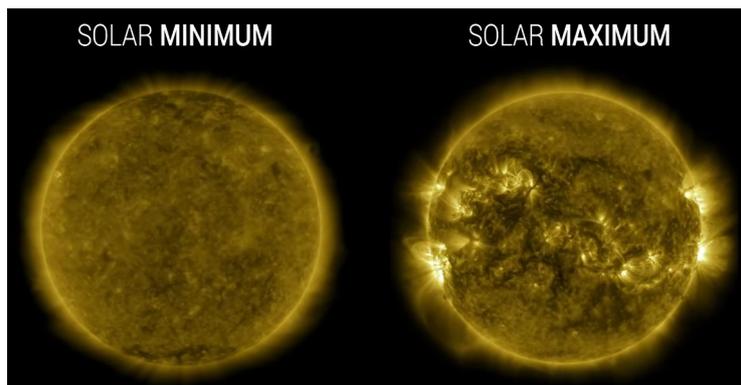


In generale, per ottimizzare la propagazione dei nostri segnali, bisogna cercare di lavorare a frequenze comprese tra la MUF e la LUF. Convenzionalmente si considera la FOL (frequenza di lavoro ottimale) come il 90-80% della MUF. Lavorando alla FOL si garantiscono tutti i fenomeni propagativi necessari per una corretta trasmissione a lunga distanza.

Poiché la MUF dipende unicamente dal grado di ionizzazione atmosferico e quest'ultimo dipende dall'attività solare, risulta fondamentale andare a comprendere nel dettaglio come si comporta la nostra stella, in modo da essere certi di quale banda utilizzare per tentare un DX.

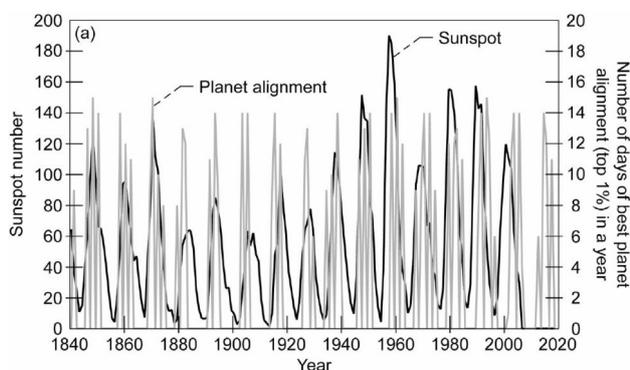
11: IL NUMERO DEL SOLE

Anche se sembra sempre uguale, la nostra stella, che ci accompagna fin dalla nascita segue una serie di fluttuazioni chiamate “cicli solari” che, come il respiro negli esseri viventi scandisce la sua attività con una frequenza di circa 11 anni terrestri. Questi cicli undecennali definiscono due momenti caratteristici della routine solare chiamati: “massimo” e “minimo”. Durante il massimo, il numero di macchie solari raggiunge il culmine (all’interno del ciclo) mentre durante il minimo, le macchie solari diminuiscono drasticamente ed a volte spariscono del tutto. Per passare dalla condizione di massimo alla condizione di minimo sono necessari circa 4017.75 giorni, che è appunto la durata di un ciclo solare.



www.nasa.gov

La precisione e la costanza di questi cicli è tanto affascinante quanto complessa da comprendere infatti, la comunità scientifica non ha ancora capito esattamente cosa determina questa tempistica. Si è notato però che i massimi solari si verificano in maniera quasi perfettamente sincrona ad ogni allineamento tra Venere, Terra e Giove, allineamento che si verifica esattamente ogni 11,07 anni. Inizialmente si ipotizzò che l’allineamento di questi pianeti potesse causare un effetto simile a quello che genera la Luna sulla Terra, producendo delle maree nel plasma solare. La teoria più diffusa tra gli astronomi ed astrofisici però, non considera l’effetto marea in quanto la massa dei 3 pianeti è troppo piccola rispetto a quella del sole ma al contrario, si pensa che l’allineamento planetario riesca a favorire l’*instabilità di Rayleigh-Taylor*, effetto che si verifica all’interfaccia tra due fluidi a densità diversa (nucleo e corona solare), alla base del funzionamento del sole. Le dinamiche con cui la gravità dei tre pianeti influenza l’instabilità di R-T, potrebbero benissimo essere tema di un simposio universitario, lascio quindi al lettore l’onere di approfondire l’argomento....



Correlazione tra allineamento planetario e massimi solari.
(NASA/TM—2007-214817) Glenn Research Center, Cleveland,
Ohio July 2007



Esempio di instabilità di Rayleigh-Taylor.
Matthew M. Scase, Kyle A. Baldwin, Richard J. A. Hill
(doi: 10,3791/55088)

ADESSO UN PO DI SIGLE

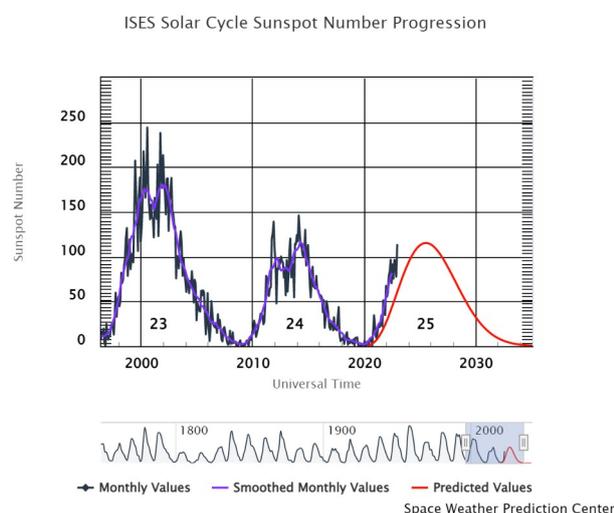
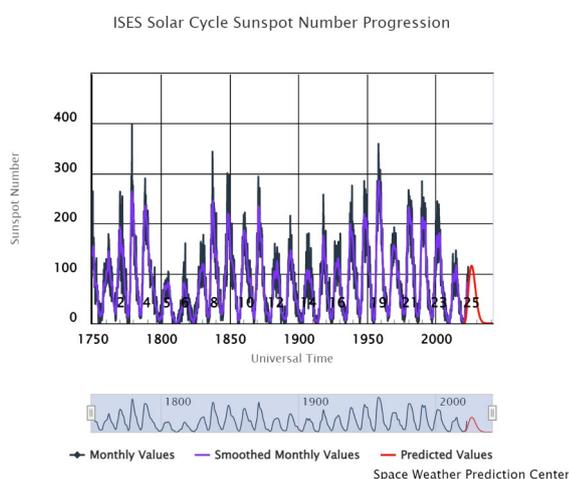
Abbiamo visto che monitorare la MUF ci permette di capire quali sono le condizioni propagative ma.... In che modo il sole influenza questo importante parametro?

SSN: SunSpot Number

SSN (o SN) indica il numero di macchie solari presenti sulla superficie del sole, valore compreso tra 0 e 250 (numero massimo mai registrato). Fortunatamente in giro per il mondo ci sono una serie di osservatori solari che fanno il “lavoro sporco” fornendoci il numerino magico. In generale le macchie solari sono legate all’attività solare ed è quindi possibile stimare empiricamente il grado di propagazione poiché, maggiore sarà il valore di SSN maggiore sarà la MUF. ([DOI: 10.1109/APACE.2014.7043753](https://doi.org/10.1109/APACE.2014.7043753))

Come visto precedentemente, il numero di macchie solari aumenta e diminuisce ciclicamente con una frequenza di 11 anni.

Questo ci permette, analizzando lo storico del SSN, di prevedere l’andamento della propagazione sul lungo periodo.



Osservando i grafici... beh preparate le stazioni, il prossimi 2 anni saranno sicuramente proficui !!!

SFI: Solar Flux Index

L’indice di flusso solare è proporzionale al rumore emesso a 2800 MHz. Il rumore a questa specifica frequenza è caratteristico del sole poiché è l’unico corpo celeste che produce tale emissione.

Il rumore a 2,8GHz è prodotto negli strati interni del sole ed è indicativo dell’attività solare.

A differenza del SSN che è frutto di una *osservazione*, il SFI è un valore *misurato* (compreso tra 50 e 300 sfu – unità di flusso solare) e di conseguenza fornisce indicazioni più realistiche in merito alla propagazione. E’ anche vero però che SFI non è prevedibile come il numero di macchie solari ed al contempo non abbiamo uno storico così dettagliato dei valori di flusso solare. Nonostante questo però SFI e SSN sembrano essere strettamente correlabili e sicuramente proporzionali.

> SFI > SSN > MUF > DX

Brillamenti solari

Quando una macchia solare collassa, si genera un così detto brillamento solare. Tale fenomeno produce un'impennata dell'emissione solare con conseguente rilascio di particelle ad alta e bassa energia e radiazioni ionizzanti (raggi X e γ). Anche i brillamenti sono imprevedibili ma si verificano maggiormente in concomitanza dei picchi di massimo dei cicli solari.

Gli effetti dei brillamenti solari non si osservano immediatamente ma dopo un periodo di tempo che varia da 8 minuti e 30 secondi (tempo necessario per le radiazioni elettromagnetiche per percorrere la distanza sole-terra) a 20-40 ore (tempo necessario per le particelle emesse dal sole per raggiungere la terra).

Dopo circa 8 minuti, le radiazioni emesse dal brillamento raggiungono lo strato D della ionosfera aumentando drasticamente la sua ionizzazione ed azzerando quasi completamente la propagazione. Poichè è lo strato D ad essere coinvolto, un brillamento solare "da fastidio" solo se si verifica nelle ore diurne, inoltre la durata del blackout propagativo è mediamente di qualche ora.

Quando le più lente particelle cariche arrivano nell'atmosfera terrestre, dopo circa 20-40 ore dal brillamento, si verificano le così dette *tempeste geomagnetiche*.

Tali tempeste hanno una influenza estremamente negativa sulla propagazione poiché, interagendo con l'intera ionosfera, abbassano la MUF anche fino a valori < di LUF. In queste condizioni la propagazione delle onde radio è completamente inibita.

Indici A & K

Gli indici A e K forniscono informazioni sulla stabilità geomagnetica e sono correlati all'entità dei disturbi ionosferici causati dalle intense radiazioni e dalle particelle cariche emesse dal sole.

A	K	Conditions
0	0	Quiet
2-3	1	Quiet
4	1	Quiet / unsettled
7	2	Unsettled
15-27	3-4	Active
48	5	Minor storm
60	6	Major storm
132	7	Severe storm
208+	8+	Very severe storm

I valori di A e K sono misurati localmente nei diversi osservatori ma possono essere mediati per ottenere valori "globali".

Generalmente valori bassi corrispondono ad una buona stabilità della ionosfera.

La differenza tra i due indici è temporale: A è misurato giornalmente mentre K ogni 3 ore.

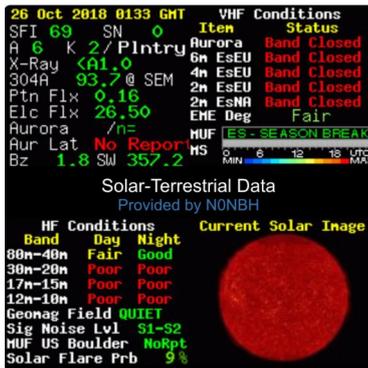
Quindi valori alti di K indicano tempeste geomagnetiche in corso o appena terminate mentre A fornisce indicazioni sulla durata di tali tempeste.

PER CONCLUDERE

Dopo questa sfilza di informazioni è bene fare un riassunto con un esempio pratico su come sfruttare tutte queste sigle e numeri.

Ipotizziamo di voler portare a casa un QSO con l'atollo di Scarborough (BS7H). Da che parte cominciamo?

Beh, sicuramente la primissima cosa da fare è cercare il famoso "quadrato nero di N0NBH" che raggruppa in un unico posto tutte le sigle e gli indici finora analizzati.



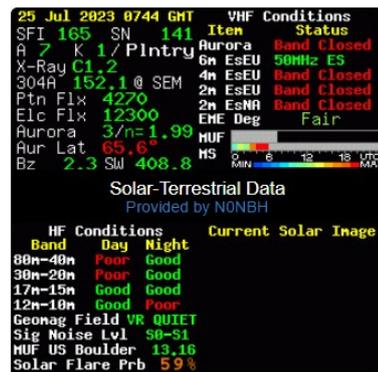
SSN: 0. Nessuna macchia solare. Oggi il sole è tranquillo

SFI: 69. Valore basso. L'attività solare è assopita

indice K: 2. E' in corso una leggerissimo fenomeno perturbativo della ionosfera

indice A: 6. Tale fenomeno sta diminuendo di intensità, si è verificato da poco

Oggi la propagazione non è delle migliori. Meglio rimandare



SSN: 141. Quante macchie! Il sole è bello carico...

SFI: 165. Valore medio alto. L'attività solare è intensa

indice K: 1. Non sono evidenti perturbazioni della ionosfera

indice A: 7. Il sole si sta riprendendo dopo l'ultima tempesta geomagnetica

Oggi la propagazione sembra buona! Speriamo che non piova.....

Quindi il 25/07/2023 è un buon momento per cacciare il QRZ. Su quale frequenza conviene chiamare? A che ora?

Beh la teoria sembra facile ma poi la pratica si complica. È tutto un grosso DIPENDE. Dipende dalle **reali** condizioni propagative non solo nel nostro QTH ma anche nel QTH di chi ci riceve (N0NBH fornisce valori planetari ma abbiamo visto che possono variare da zona a zona). Dipende dalle condizioni meteo dei due QTH. Dipende dalla presenza o meno di brillamenti, E sporadici, allineamenti planetari, quantità di acqua nelle piscine olimpioniche giapponesi.... Insomma, ci sono infiniti parametri da considerare per avere la certezza di effettuare il collegamento. Però ehi! È un hobby non un lavoro!

Detto questo, il "quadrato nero" è sufficiente per darci un'idea spannometrica delle condizioni propagative lasciandoci però l'ebrezza dell'imprevedibilità.

Se invece vogliamo avere delle previsioni più accurate dobbiamo iniziare a considerare anche il tipo di antenna che stiamo utilizzando ed anche quella del nostro corrispondente, l'angolo di irradiazione di entrambe le antenne, l'altezza dal suolo ecc... ecc...

Fortunatamente esistono numerosi siti web ed applicativi che fanno i calcoli al posto nostro e ci restituiscono delle previsioni abbastanza attendibili.

Mai sentito parlare di VOCAP ? Beh... questo sarà argomento di un prossimo articolo.