

COLLEGAMENTI ANTIPODALI

CONSIDERAZIONI GENERALI

Il collegamento antipodico puo' avvenire di norma quando c'e' una vasta quiete ionosferica, questo succede con buona frequenza nei periodi equinoziali, sulle direzioni crepuscolari per le gamme piu' alte delle HF, sui percorsi notturni per le gamme basse.

Ho effettuato diversi collegamenti con la Nuova Zelanda e nella stessa area geografica con la Nuova Caledonia e Cook island.

Le mie esperienze sono relative alla gamma dei 18 Mhz.

Le mie condizioni di lavoro su questa frequenza sono:

Antenna Direttiva Yagi 2 elementi monobanda.

Potenza massima 200 watts.

Rtx:Yaesu Ft707 oppure Kenwood Ts870.

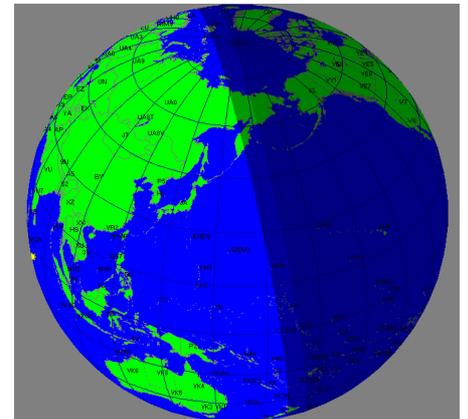
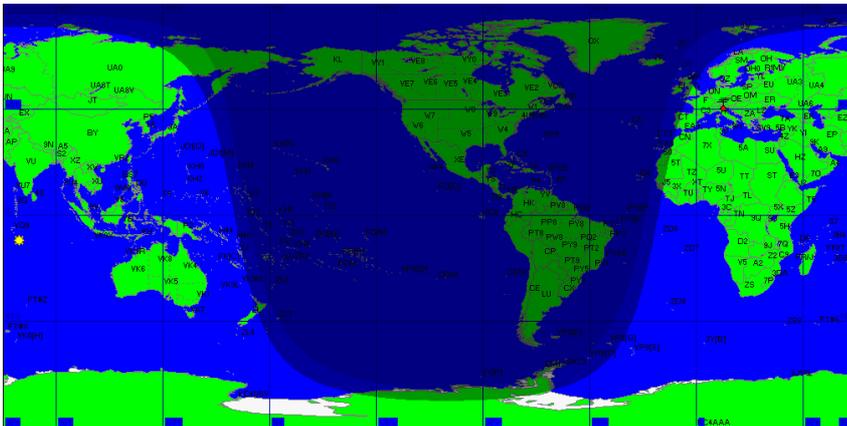
Le aperture avvengono principalmente quando da noi e' primo mattino, quindi considerando le 11 ore di fuso orario con la Nuova Zelanda, laggiu' sono le prime ore della sera, quindi l'arcipelago e' attraversato dalla Grey line, come si puo' vedere dal planisfero in basso.

La lunghezza del percorso e' all'incirca di 18500 Km. (Short path) e di circa 2000 Km in piu' per la "Via lunga", la mia impressione e' che i collegamenti in 17 metri avvengano su percorso prevalentemente crepuscolare, sulla via lunga.

In Italia sorge il sole e le Muf cominciano a salire da Sud-est, dal lato gia' in luce , la fascia crepuscolare passa sulla Siberia orientale (zona 19) e scende verso il Pacifico e la Nuova Zelanda.

Nei percorsi che seguono la fascia crepuscolare , collegamenti sulla via lunga avvengono con discreti segnali in entrambe le direzioni.

A conferma del principio sempre valido, che la comunicazione e' piu' facile quando una stazione dx si trova presso il tramonto e l'altra vicino alla levata del sole.



PERCORSI

Come gia' detto i collegamenti sono possibili sul percorso crepuscolare, lungo il terminatore per la via lunga con uno skip di circa 20000 Km.

Per la via lunga i treni d'onde lambiscono le regioni polari, poiche' lungo il terminatore e' possibile in collegamento puntando le antenne verso il Sud America, poi il segnale scende fino a lambire la regione Antartica per risalire dall'altra parte del globo verso la Nuova Zelanda.

Viceversa ,nella direzione opposta orientando le antenne verso Nord , si passa sopra il polo Nord per poi attraversare l'Oceano Pacifico, lungo la Grey line, giu' fino all'Arcipelago Neo Zelandese.

GRAFICI

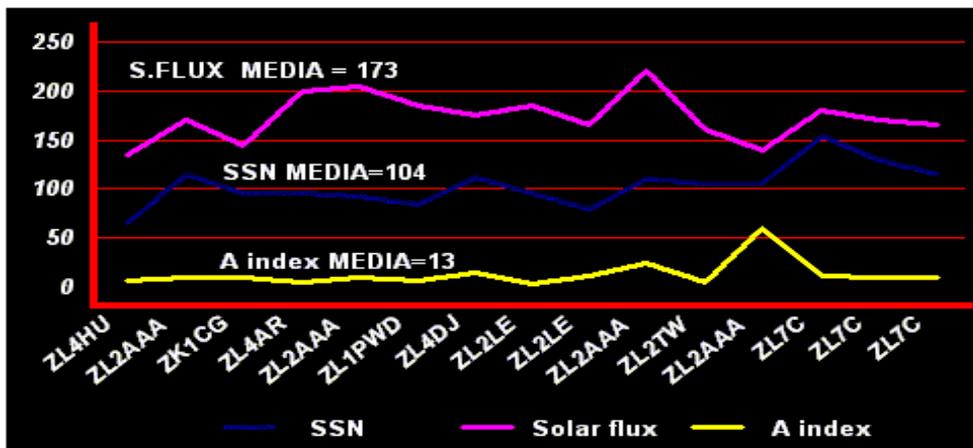
DATE	UTC	MHZ	CALL	SSN	S.FLUX	A index
18/03/01	910	18	ZL4HU	65	135	7
10/04/01	615	18	ZL2AAA	115	170	10
15/05/01	902	18	ZK1CG	95	145	10
29/08/01	644	18	ZL4AR	95	200	5
31/10/01	717	18	ZL2AAA	93	205	10
22/02/02	730	18	ZL1PWD	85	185	7
06/03/02	700	18	ZL4DJ	112	175	15
16/03/02	758	18	ZL2LE	95	185	3
27/08/02	630	18	ZL2LE	80	165	12
11/09/02	635	18	ZL2AAA	110	220	25
21/09/02	648	18	ZL2TW	106	160	5
01/10/02	611	18	ZL2AAA	105	140	60
19/10/02	700	18	ZL7C	155	180	11
22/10/02	630	18	ZL7C	130	170	10
23/10/02	623	18	ZL7C	115	165	10
			MEDIA	104	173	13

L'analisi statistica dei collegamenti realizzati con la Nuova Zelanda conferma che l'attività geomagnetica deve essere bassa e quindi in situazione di quiete ionosferica.

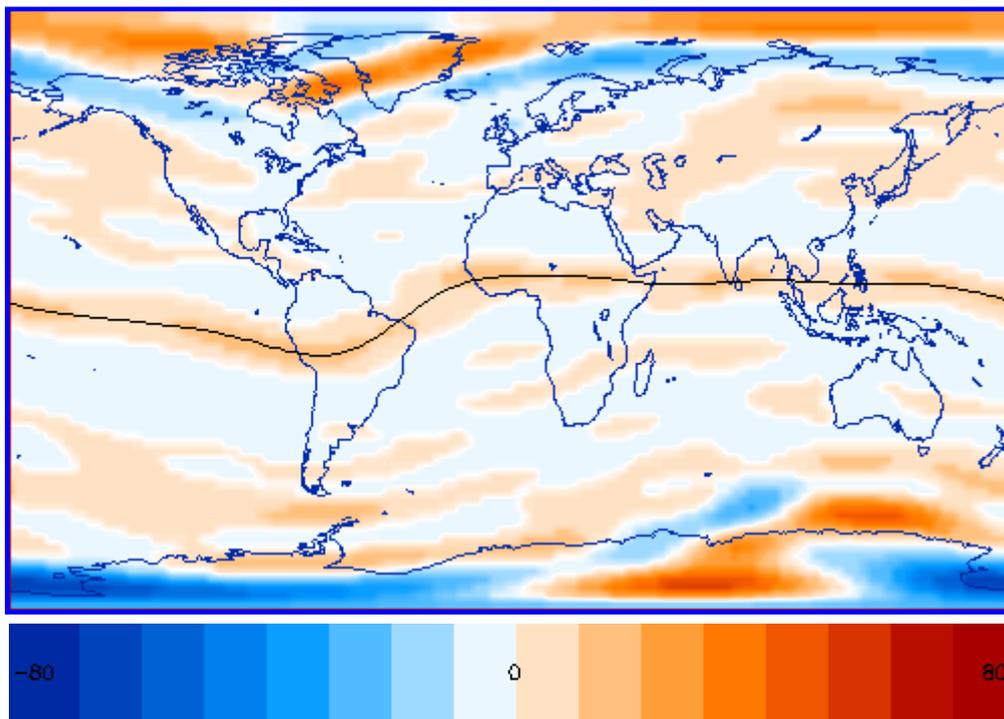
Anche se vanno interpretati con buon senso, i dati statistici aiutano alla comprensione del fenomeno e indicano quella che è la tendenza generale.

Il fatto di avere buona o cattiva propagazione dipende quindi da una serie di fattori che interagiscono tra loro,

Come l'irradiazione del sole e di conseguenza dalla posizione del cono di luce sul pianeta (che dipende dall'ora e dalla stagione), l'attività geomagnetica e il flusso solare (connesso al numero di macchie solari).



CORRENTI IONOSFERICHE



Il campo magnetico esterno della terra è causato da una complessa interazione di movimenti di particelle elettricamente cariche. Uno di questi movimenti consiste di una serie di correnti ionosferiche che si muovono approssimativamente all'interno della ionosfera, queste correnti sono chiamate "Field aligned currents" o correnti allineate con il campo magnetico poiché si muovono seguendo le linee di forza del campo magnetico terrestre.

Esse sono generate dall'irradiazione solare che induce queste correnti ionosferiche circolanti nella parte superiore dell'atmosfera.

La figura in alto illustra la densità di queste correnti all'interno della regione F (si tratta di un esempio indicativo per

Evidenziare i movimenti di queste correnti ionosferiche che ritengo importanti poiché a mio avviso possono influenzare i collegamenti sulle lunghe distanze, specie quando i treni d'onde devono superare l'equatore magnetico)

Nelle aree in rosso le correnti escono dalla ionosfera mentre nelle aree in blu le correnti entrano nella ionosfera

Si vede che la densita' e' maggiore nelle regioni polari dove le correnti fluiscono fuori dalla cappa polare ma cambiano di direzione al confine dell'ovale aurorale.

Quando il campo magnetico non e' in quiete, i movimenti di particelle diventano via, via sempre piu' intensi, provocando un aumento dell'intensita' delle correnti, creando delle forti "turbolenze" all'interno della regione F.

Le condizioni migliori di riflessione e rifrazione si hanno quando la regione F si presenta il piu' uniforme possibile, pertanto su percorsi cosi' lunghi come quelli antipodali le condizioni migliori si hanno quando c'e' calma geomagnetica,

un campo magnetico agitato rompe l'uniformita' degli strati danneggiando la propagazione su questi percorsi, inoltre i segnali lambiscono la zona polare, pertanto il fatto di avere un campo magnetico tranquillo e' un'altra condizione vincolante per il Dx.

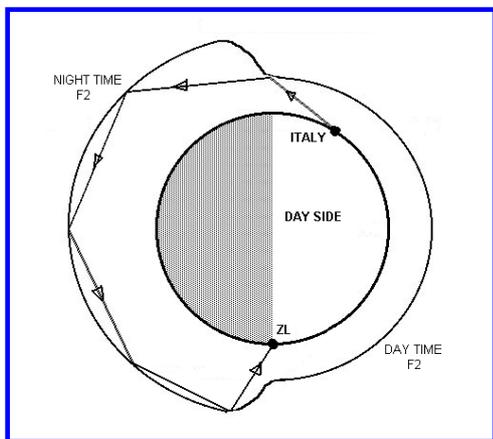
PROPAGAZIONE

Seguendo la teoria classica della propagazione a piu' salti ionosferici e supponendo una distanza di salto di almeno 3000 chilometri, per compiere un percorso di circa 20000 Km, sarebbero necessari almeno 7 riflessioni distinte, considerate le attenuazioni in gioco (attenuazione Geometrica, attenuazione su percorso ionosferico, assorbimento per riflessione ecc) il collegamento non dovrebbe essere possibile.

A mio avviso il segnale potrebbe entrare in una sorta di guida d'onda all'interno della regione F2 notturna e favorita dalla ionizzazione residua della regione E, e quindi per riflessioni diffuse arrivare fino agli antipodi.

Un vantaggio della regione F2 notturna e' che si trova piu' alto e quindi il segnale subisce una minore attenuazione, la propagazione via Long path si avvale anche di questo fenomeno.

Come gia' detto per consentire ai segnali di entrare nella guida d'onda sono necessarie delle discontinuita' ionosferiche, discontinuita' che si trovano per esempio lungo la Grey line, per effetto della differente pressione di radiazione che si ha sul terminatore, infatti il corrispondente si trova sulla grey line al tramonto, mentre in Italia il sole e' gia' sorto e inizia la progressiva ionizzazione degli strati bassi, e' qui che potremo trovare quelle discontinuita' capaci di incurvare i treni d'onde all'interno della regione F.



PRPAGAZIONE PER GUIDE D'ONDA IONOSFERICHE

Riporto di seguito quanto scriveva Marino Miceli su Radio Rivista dell'Ottobre 1994: ***:"La propagazione a lunga distanza potrebbe avvenire in modo un po' differente di quanto la letteratura corrente insegna.***

La teoria convenzionalmente accettata afferma infatti che al massimo a 2200 chilometri dalla stazione, un treno d'onde radiato con piccoli angoli incontra nella regione F, una densita' di ionizzazione tale che la curvatura, conseguente alla piu' accentuata rifrazione, rimanda il segnale verso terra.

Il segnale di ritorno a terra lambisce il suolo ad un massimo (teorico) di 4200 chilometri dalla stazione.

Qui le onde sono rimandate verso la ionosfera e, per salti successivi, si coprono non solo i 20000 chilometri dell'emisfero, ma in condizione di lieve assorbimento, come lungo la grey line, esse possono riciclare (in 28 o 50 Mhz), in modo da coprire percorsi di 120000 chilometri ed essere ancora udibili.

Così affermava dianzi VE2AEJ, né vi sono motivi validi per dubitare di questo OM (che fa parte dell'osservatorio geomagnetico del Canada).

Le esperienze di stazioni QRPp operanti con 100 mW applicati ad un dipolo mostrano che tale teoria convenzionale non regge. Difatti anche assegnando ad ogni riflessione al suolo solo 3 dB di attenuazione (che e' la minima prevista e solo sul mare) i conti non tornano.

Per conciliare i numerosissimi rapporti di OM con la teoria, anni orsono avanzai sulle pagine di RR, un'ipotesi che ora Mackenzie sembra confermare in un report del CCIR.

Io ed il Mackenzie saremmo all'incirca della stessa idea: il fronte d'onda ad alcune miglia di chilometri dall'antenna

Ha una superficie amplissima, le curvature ionosferiche successive fanno sì che buona parte dell'energia di ritorno dalla ionosfera scenda verso la terra, non procedendo secondo una retta (come la teoria vorrebbe) ma già curvata ed orientata per risalire verso lo strato F.

Naturalmente una percentuale di questo segnale, che procedendo si allarga progressivamente, giunge fino al suolo ai 3000 o 4000 chilometri consente la ricezione in ogni localita' la cui distanza e' "oltre la zona di silenzio" ma si tratterebbe solo di una frangia del fronte d'onda sparpagliato.

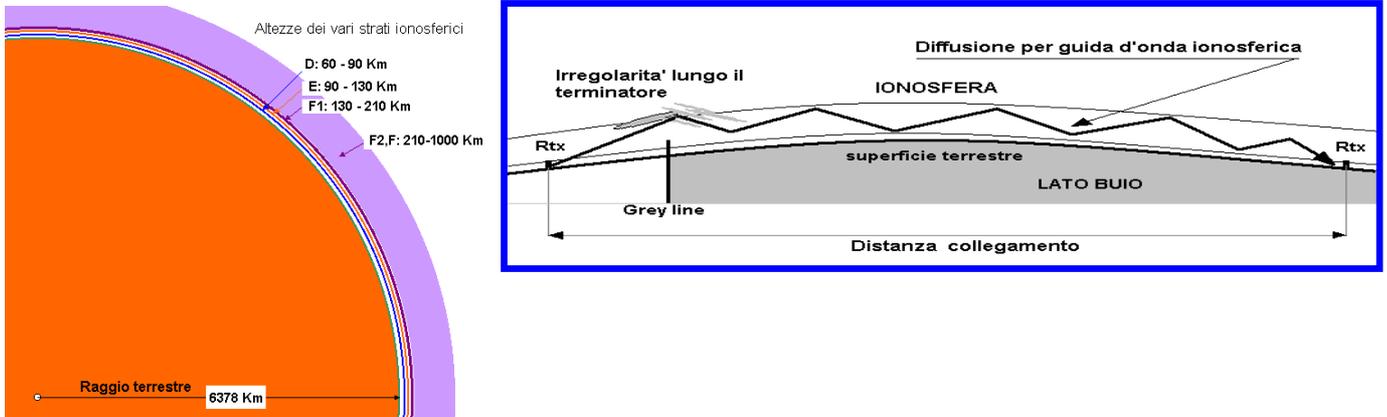
Guide d'onda

L'impressione e' che si formino delle guide d'onda, capaci di trasportare i segnali a distanze grandissime e con poca attenuazione.

Le aperture che avvengono spesso al mattino, verso la Nuova Zelanda o per le isole dell'oceano Pacifico, per la via lunga, rafforzano ulteriormente questa teoria.

E' possibile che avvengano fenomeni di focalizzazione lungo il percorso, analogamente a quanto avviene alle emissioni di luce visibile, in grado di focalizzare e quindi abbassare fortemente le attenuazioni.

Le guide d'onda, sono governate dal livello di attivita' geomagnetica e dal grado di ionizzazione degli strati ionosferici all'interno dei quali avvengono delle riflessioni diffuse, tuttavia la guida d'onda potrebbe formarsi tra lo strato ionosferico riflettente in alto e la superficie terrestre in basso, anche se sono piu' propenso per la prima ipotesi.



Nella figura sopra ho ricostruito la dinamica del percorso dei segnali prendendo come esempio una tratta in parte su un percorso in luce e in parte sul lato buio, cercando di rispettare la geometria terrestre e l'altezza ipotetica dello strato ionosferico riflettente, che ho stimato attorno ai 250 Km, ho costruito il disegno tenendo presente il raggio terrestre di circa 6300 chilometri.

La reale dimensione della terra e degli strati ionosferici sono importanti per raffigurare e comprendere le ipotesi di propagazione Dx per guide d'onda ionosferiche.

I percorsi favorevoli quindi dipendono da un insieme di variabili, che interagiscono tra loro.

Le condizioni importanti da verificare sono, secondo le mie osservazioni, le seguenti:

basso valore dell'attivita' geomagnetica, quindi valori dell'indice K molto bassi, basso assorbimento della regione D, quindi la posizione del terminatore e del cono di radiazione solare in generale assumono un'importanza fondamentale poiche'

e' il livello dell'irradiazione solare a determinare le condizioni degli strati, e qui entrano in gioco gli indici solari capaci di ionizzare l'atmosfera per attivare le possibili guide d'onda.

Quindi la propagazione e' possibile in una determinata direzione solamente solo quando certi parametri sono soddisfatti, assumendo valori sempre piu' selettivi all'aumentare della distanza dei collegamenti e quindi dei percorsi ionosferici, all'interno dei quali inoltre potrebbero avvenire dei fenomeni di focalizzazione delle onde elettromagnetiche cosi come avviene in ottica per le onde elettromagnetiche di natura luminosa (luce visibile) focalizzate per mezzo di lenti.

WHISPERING GALLERY

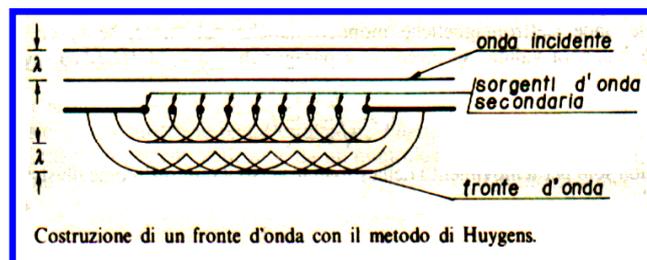
Oltre a quanto appena riportato potrebbe esserci l'apporto favorevole di un fenomeno che in acustica e' conosciuto come Whispering Gallery.

A causa dell'effetto combinato della radiazione solare e di anomalie del campo magnetico terrestre si possono formare regioni ionosferiche curve come ad esempio in prossimita' dell'equatore magnetico (anomalia equatoriale) dove la ionosfera puo' essere curvata formando una cupola verso l'alto, in altre condizioni, come ad esempio sulla grey line oppure in altre aree dove sono presenti delle irregolarita' geomagnetiche, ci potrebbero essere delle discontinuita' che potrebbero rendere possibile la non attenuazione su percorsi molto lunghi.

In una regione ionosferica curva potrebbe valere la legge della "Whispering Gallery" (citata a suo tempo anche da Marino Miceli su Radio Rivista) dove le onde acustiche che sfiorano il piano curvo di una volta curva (cupola) procedono a piccoli salti sfiorando la parete ed arrivano dalla parte opposta con una bassissima attenuazione, sfruttando il principio di Huygens.

Spostando il discorso sulle onde elettromagnetiche potrebbe accadere per analogia che i fasci d'onde entranti in uno strato ionosferico curvo possono procedere con basse perdite per migliaia di chilometri ed essere poi deviati verso terra da quelle discontinuita' di cui si parlava prima come per esempio, al terminatore, in prossimita' dell'equatore geomagnetico o discontinuita' causate da turbolenze ionosferiche.

Nei collegamenti antipodali, in un percorso per cosi dire ellissoidale, potrebbe valere l'effetto Whispering Gallery, che annulla l'effetto dell'attenuazione geometrica rendendo anche i segnali molto deboli ricevibili a grandissima distanza.



Principio di Huygens

Il principio di Huygens viene espresso nella seguente forma: Qualsiasi punto di un fronte d'onda puo' essere considerato come una sorgente puntiforme di onde che si propagano nella stessa direzione del fronte stesso.

LONG PATH

La dinamica della propagazione per la via lunga (Long path propagation) e' simile all'analisi fin qui fatta sui collegamenti antipodali pertanto riporto di seguito alcune considerazioni su un interessante collegamento che ho realizzato il 23/02/2003 alle 08.45 Utc sulla frequenza di 18 Mhz.

Collegamento

Domenica 23 Febbraio 2003 ascolto in 17 metri la stazione dalla Repubblica Ceca OK2ZW che lavora le stazioni Giapponesi, i Giapponesi li ascolto anche per la via breve anche se arrivano meglio per la via lunga, ma la vera sorpresa e' che anche la stazione Ceca arriva al mio qth per la via lunga, il segnale di OK2ZW e' di 5/8 via long path e di 5/2 diretto, probabilmente perche' ascoltato con il retro dell'antenna.

Una volta realizzato il collegamento bilaterale con OK2ZW, abbiamo effettuato alcune prove, puntando le antenne prima per la via breve e poi testando la propagazione per la via lunga.

Lo short skip (548 km) verso OK era chiuso o scadente, del resto in 17 metri la zona d'ombra e' ampia, infatti quando ascolto stazioni, anche ben attrezzate entro un raggio simile il segnale non e' mai forte e non supera il 2-3 quindi il segnale di OK2ZW arrivava nella mia citta' dopo aver fatto praticamente un giro completo della circonferenza terrestre, su un percorso "Long path" di 39456 Km.

Il segnale era caratterizzato dal tipico fading distorto tipico di quei segnali che passano l'equatore geomagnetico (e' il segnale di OK2ZW l'equatore lo ha passato 2 volte) e da un forte effetto eco difficile da spiegare ma presumo dovuto probabilmente all'effetto derivante da percorsi multipli (e' possibile perfino, che il segnale effettuasse piu' di un giro della circonferenza terrestre) o fenomeni di possibili focalizzazioni lungo il percorso.



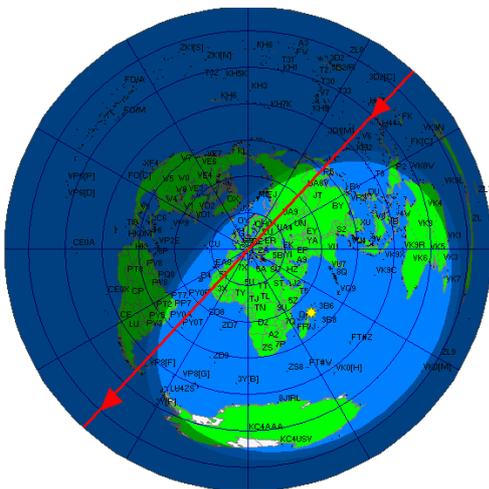
L'amico Zdeno trasmetteva con circa 1 Kw e un rtx Yaesu ft1000 MP e una antenna Log periodica da 8 elementi 14 - 30 Mhz (nella foto sopra)

Le mie condizioni invece sono le seguenti: Rtx Kenwood TS870, Yagi 2 elementi monobanda per i 18 Mhz e potenza di 200 w.

Considerazioni

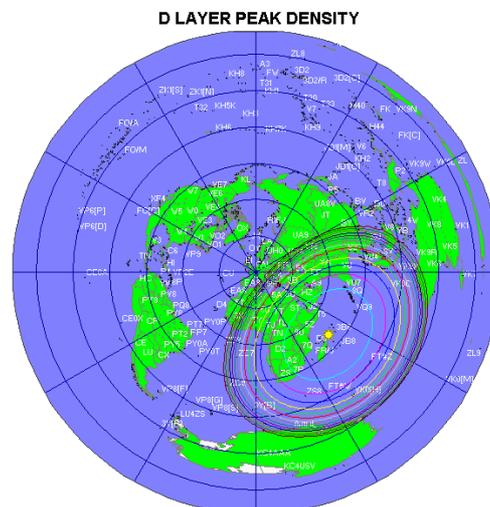
Ancora una volta abbiamo la conferma di una propagazione buona (in questo caso eccezionale) quando l'attivita' geomagnetica e' bassa, infatti l'indice Kp era pari a 2, inoltre il numero di macchie (ssn=53) e il flusso solare (solar flux=107) relativamente bassi. Sono una conferma che la propagazione non e' strettamente legata a questi due valori ma che tutta una serie di modi complessi entrano in gioco.

FIG.1A



Long path distance = 39456 Km
Short path distance = 548 Km
Percorso del segnale sul lato luce = 19600 Km
Percorso del segnale sul lato buio = 20400 Km

FIG.1B



Solar spot number = 53
Solar flux = 107
Ap index = 12
Aurora Activity = 5
Solar wind = 591 Km/sec

Nella mappa azimutale della figura 1A ho riportato il percorso dei segnali che come si puo' vedere dalla linea rossa lambiscono la parte superiore del cono di luce del sole sulla terra, il percorso si trovava per circa la meta' sul lato in ombra e per l'altra meta' sul lato illuminato, l'attenuazione dello strato D pero' era lieve anche sul lato in luce, come si puo' vedere nella figura 1B ,dove ho riportato le linee concentriche di massimo assorbimento della regione attenuante D , il percorso dei treni d'onde e' esterno alla zona di massimo assorbimento, associato all'area di maggiore irradiazione. Inoltre, analizzando la morfologia del percorso, su una distanza di circa 40.000 Km, la diffusione del segnale e' avvenuta per circa 11.500 Km. sopra la crosta terrestre e per i restanti 28.500 Km. tra l'oceano e la ionosfera. Noi sappiamo che la riflessione sull'acqua introduce un assorbimento nettamente inferiore rispetto alla riflessione sul suolo terrestre. Questa puo' essere un'osservazione valida per i collegamenti per la "Via lunga" in generale, considerato che le masse oceaniche Occupano circa il 70% dell'intera superficie terrestre.

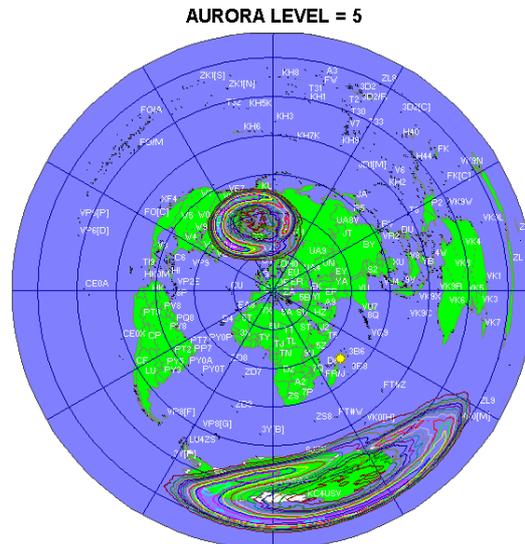


FIG.1 C

Per completezza di informazioni ho riportato anche l'estensione della radio Aurora (Livello di attivita' pari a 5) Anche se il percorso del segnale non lambisce le zone aurorali.

Potrebbero essere valide le considerazioni appena fatte su fenomeni tipo " Whispering Gallery" oppure di focalizzazioni subite dal segnale lungo il percorso che potrebbero amplificare le onde elettromagnetiche.

IRRADIAZIONE SOLARE

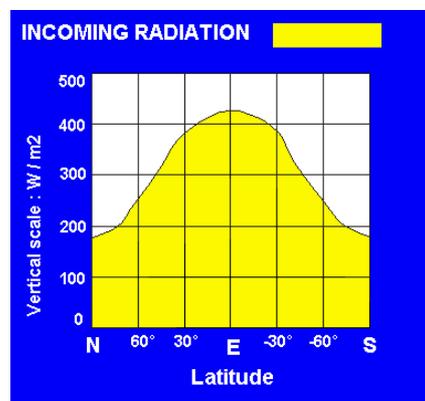
L'osservazione sistematica della propagazione sulle bande HF mi induce a pensare che l'intensita' della radiazione solare svolge un ruolo primario nella dinamica dei segnali.

L'apertura e la chiusura delle nostre gamme sono strettamente dipendenti dalla posizione del sole e dalla quantita' di energia che arriva sulla terra.

Come si puo' facilmente dedurre ,le diverse caratteristiche di propagazione a seconda della latitudine dipendono da differente irraggiamento solare sulla ionosfera, che decresce progressivamente dall'equatore ai poli, seguendo l'andamento delle stagioni.

L'effetto piu' evidente e diretto della radiazione del sole avviene nello strato D, la densita' dello strato, e di conseguenza il suo potere attenuante, e' direttamente proporzionale alla quantita' di energia che arriva sulla terra.

La regione D si forma lentamente al sorgere del sole e degrada rapidamente dopo il tramonto.



La figura sopra mostra la progressiva diminuzione dell'energia solare al variare della latitudine.

Bibliografia:

Manuale di Elettronica e Telecomunicazioni - Hoepli
Articoli vari di Marino Miceli
ARRL Handbook
Mappe costruite con il programma DX Atlas
NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration)
Flavio Egano IK3XTV
Flavio.egano@schneiderelectric.it