

RADIOONDE

Bollettino aperiodico del Gruppo Radio Pavese - N. 9, novembre 97

Fotocopiato in proprio, distribuito gratuitamente, è gradita la collaborazione dei lettori - Il N. 8 è stato inviato a 41 lettori

Redazione: Ezio Mognaschi, v.le Gorizia, 63 - 27100 Pavia, tel. 0382 539522, posta elettronica mognaschi@pavia.infn.it

Hanno collaborato a questo numero: D. Concatti, E. Mognaschi, R. Romero.

Sommario: Notizie, Nuove stazioni in OL, L'influenza della Luna sulla propagazione delle onde radio p. 1; Programma O.Pe.Ra., un primo bilancio, p. 3; *Meeting* del Gruppo Radio Pavese p. 4; Radiosegnali naturali in banda VLF (parte IV) p. 4-6.

Notizie: * Pagina Internet del *Public Seismic Network* (PSN) di Larry Cochrane al sito <http://psn.quake.net>. Il PSN è una rete di sismografi gestiti da dilettanti con stazioni prevalentemente in U.S.A. C'è una pagina intitolata "*ULF Radio Signal Monitoring*", curata da Ben Parks, il quale afferma "*While many beautiful signals have been received....any connection to prediction continues to elude researchers worldwide*" e poi propone la vendita di software! C'è anche la possibilità di raggiungere la pagina "*Sismi on line*", in italiano, curata dagli studenti del Liceo Scientifico Barbarigo di Padova.

Nuove stazioni in OL

Da settembre è in funzione in Islanda una nuova stazione in OL su 189 kHz situata a Gufuskalar, all'estremità della penisola di Snaefellsnes, Islanda Occidentale, gestita dal *Icelandic National Broadcasting Service* (RUV). Utilizza un'antenna alta 412 m precedentemente usata per il Loran della Marina Statunitense e due nuovi TX della Harris, ciascuno da 150 kW. Irradierà alternativamente i due programmi attualmente diffusi in FM ed avrà anche una funzione nell'ambito della protezione civile. Sostituisce il vecchio TX della RUV situato vicino a Reykjavik che era in funzione dal 1930. Presto entrerà anche in funzione un più piccolo TX in OL situato ad Eidar vicino a Seydisfjörður, Islanda Orientale su 207 kHz con potenza di 150 kW.

Diego Concatti di Rivanazzano (PV) è riuscito ad identificare con certezza la stazione che trasmette a 447 kHz attraverso la ricezione del seguente inizio delle trasmissioni: "TTT TTT TTT CQ CQ CQ DE ICB NAV WNGS MARIDIPART LA SPEZIA - LOCAVURNAV NR. 2078 OTT 09" Si tratta di ICB, *user* Genova Radio, ricevuta il 09.10.97 alle 17.50 UTC in CW a 22 wpm. Ricevitore IC R71, antenna dipolo di 12m.

L'influenza della Luna sulla propagazione delle onde radio

di Ezio Mognaschi

Di tanto in tanto, negli incontri dedicati al radioascolto, qualche giovane neofita si lascia sfuggire, non senza mostrare un comprensibile pudore, la confessione che, tra le pratiche di iniziazione all'*hobby*, qualche anziano sciamano della radio gli ha fornito come segreto viatico il suggerimento di tentare quei DX ritenuti quasi impossibili dai comuni mortali nelle notti di Luna piena. Il giovane, confondendo tra loro nel suo animo ingenuo la nascita dei funghi, la fermentazione del mosto, l'apparizione dei licantropi e le variazioni periodiche di umore delle donne con la propagazione delle onde elettromagnetiche, tutte cose per lui di natura egualmente sconosciuta, memore d'altro canto nel subconscio di antichi riti tribali connessi con i pleniluni, pur non trovando una spiegazione razionale, cede spesso alla tentazione di fare radioascolto nelle notti di Luna piena, non solo per il ricordo delle pratiche di iniziazione di cui conserva grata memoria, ma anche come sincero omaggio all'irrazionalità espressa nel famoso detto: non sarà vero, ma... ci credo.

La scarsa diffusione della cultura scientifica e tecnica nel nostro paese fa sì che l'italiano quadratico medio, invece di cercare risposte corrette negli ambienti qualificati, preferisca credere alle verità rivelate, piuttosto che a quelle spiegate. Tuttavia, poiché un fondo di verità è presente in ogni credenza popolare, vedremo come lo sciamano abbia fornito un interessante stimolo al neofita, pur senza avergli potuto spiegare come stiano esattamente le cose.

Le prime osservazioni dell'effetto della Luna sulle radiocomunicazioni risalgono al 1913. In quell'anno A. M. Curtis, osservando in Brasile le emissioni di diverse stazioni sudamericane di lunghezza d'onda compresa tra 500 m e 4000 m, notò che, al levare della Luna, le intensità dei segnali subivano grandi variazioni nel periodo di tempo di qualche giorno dopo la Luna piena. Questo fenomeno sembrava essere particolarmente evidente nei mesi di novembre, dicembre e gennaio. Queste osservazioni sono molto interessanti in quanto oggi si sa che, in quella parte del mondo, in quei mesi ed in quelle ore la variazione, dovuta alla Luna, del sistema di correnti ionosferiche, responsabile anche di variazioni

magnetiche, è molto forte. Successivamente, negli anni '30, H. T. Stetson misurò a Boston, durante le notti, per più di cinque anni, l'intensità dei segnali di una stazione di radiodiffusione situata a Chicago, alla distanza di 1250 km, e che trasmetteva su 770 kHz. Alla luce delle conoscenze attuali delle variazioni ionosferiche dovute alla Luna è probabile che le variazioni osservate da Stetson siano state causate dall'innalzamento e dall'abbassamento di circa 2 km della ionizzazione della regione ionosferica E dovuto, come vedremo, alla Luna. La verifica di queste variazioni dell'altezza della regione E venne effettuata nel 1939 da E. V. Appleton e K. Weekes. Negli anni 1938-39 e 1944-45 un radioamatore neozelandese, P. A. Howell, osservò una correlazione tra le variazioni delle condizioni di trasmissione su grande distanza in OC e le fasi della Luna. Egli trovò che esisteva un minimo del rumore di fondo ed una grande intensità dei segnali, con piccola tendenza all'evanescenza per due o tre giorni sia prima che dopo la Luna piena, mentre osservò un massimo del rumore, segnali deboli ed evanescenza attorno al periodo di Luna nuova. La durata del ciclo lunare (27.3 giorni) che determina questi fenomeni è, sfortunatamente, simile al periodo solare in quanto la rotazione delle macchie solari avviene in 26 giorni all'equatore solare ed aumenta sino a 34 giorni ai poli, con un periodo medio, per le perturbazioni indotte dal Sole sulla Terra, di 27 giorni. Tuttavia i due periodi, con il passare dei mesi, vanno in opposizione di fase e si possono distinguere gli effetti del Sole da quelli della Luna.

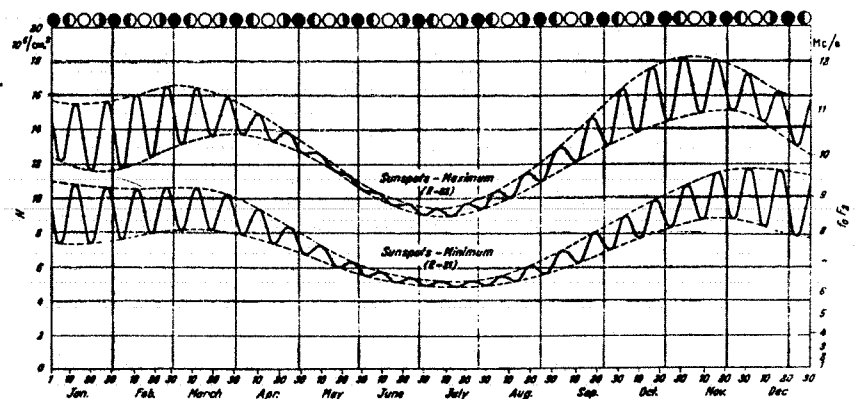
Le maree - La parola "marea" si applica comunemente al movimento oscillatorio degli oceani prodotto dall'attrazione gravitazionale della Luna e del Sole. Per analogia la parola viene applicata anche ai movimenti periodici dell'atmosfera terrestre, dovuti al Sole ed alla Luna, rivelati dalle oscillazioni del barometro. Per il fatto che l'aria è comprimibile i suoi movimenti sono però più complessi e diversi rispetto a quelli dell'acqua degli oceani. Malgrado queste differenze e queste complicazioni si continua ad usare la parola "marea" per le oscillazioni periodiche dell'atmosfera, qualsiasi sia la loro causa e la loro forma, purché questi movimenti conservino un carattere mondiale ed abbiano dei periodi identici a quelli del giorno solare o lunare. Anche nella ionosfera esistono le maree, e queste sono ancora più complesse di quelle atmosferiche in quanto il movimento delle particelle elettricamente cariche è dovuto, oltre che alle forze gravitazionali, ai venti ionosferici e all'agitazione termica (la temperatura nella ionosfera raggiunge 1000°C), anche all'effetto del campo magnetico terrestre. Le maree lunari nella ionosfera sono caratterizzate dal periodo medio pari a 24 ore e 51 minuti o da sottomultipli semplici di questo periodo; particolare importanza riveste la variazione semi diurna pari a 12 ore e 25.5 minuti. Questi periodi sono sufficientemente diversi dai corrispondenti solari per permettere di isolare gli effetti della Luna da quelli del Sole sui parametri ionosferici. L'interpretazione di questi fenomeni ha permesso di comprendere come venti relativamente deboli, dovuti alla Luna, influenzino la ionosfera, mentre venti più violenti sono dovuti all'effetto del Sole.

Variazioni lunari nella regione D - Non si conoscono dati relativi agli effetti lunari sull'altezza e sulla concentrazione di elettroni della regione D. Tuttavia questa regione può assorbire le onde elettromagnetiche che l'attraversano e che sono state riflesse dalle regioni superiori. Dalle misure di Appleton e Beynon, effettuate per sei anni, si osserva una variazione semi diurna dell'assorbimento dovuto all'effetto della Luna, con un minimo di -0.26 dB intorno alle 5, ora lunare, ed un massimo di $+0.35$ dB intorno alle 10.9 ora lunare. Si tenga presente che il giorno lunare inizia al passaggio della Luna al meridiano del luogo considerato.

Variazioni lunari nella regione E - Le osservazioni di Appleton e Weekes effettuate nel 1939 in Gran Bretagna e quelle di D. F. Martyn effettuate nel 1948 in Australia indicano effetti opposti nei due emisferi; più precisamente una piccola variazione semi diurna intorno alle ore lunari 11.2 nell'emisfero nord ed alle ore lunari 5.1 nell'emisfero sud. Anche la regione E_s , situata approssimativamente alla stessa altezza della regione E, subisce variazioni lunari semi diurne con caratteristiche dipendenti in modo complesso dalla latitudine.

Variazioni lunari nella regione F1 - Le osservazioni di Martyn hanno evidenziato una variazione semi diurna dell'altezza della regione F1 di circa 1 km con un massimo di altezza verso le 6 ore lunare sia per basse, che per medie latitudini, mentre non hanno messo un'evidenza alcuna variazione della frequenza critica f_o . Questa è legata alla concentrazione di elettroni liberi N (cm^{-3}) dalla relazione f_o (kHz) = $9\sqrt{N}$. Come è noto, f_o rappresenta la massima frequenza che lo strato è in grado di rinviare verso la Terra allorché l'onda vi penetri verticalmente.

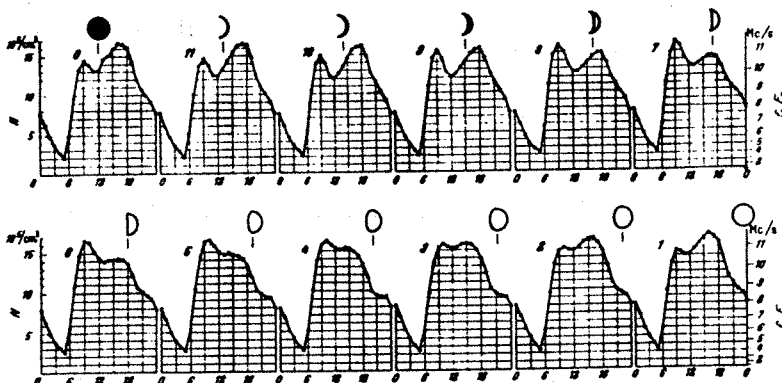
Variazioni lunari nella regione F2 - Sempre Martyn nel 1947 ha messo in evidenza in questa regione variazioni lunari di ampiezza notevolmente superiore a quelle trovate per le altre regioni ionosferiche e, per la prima volta, l'esistenza di una variazione lunare della densità elettronica. Dagli studi di Martyn e di altri, effettuati negli anni 1948-49, risulta che l'ampiezza della variazione lunare dell'altezza della regione F2 varia da 2 a 3 km, mentre la variazione del-



l'altezza ove si ha la massima concentrazione elettronica è nettamente superiore. Queste variazioni sono state osservate, generalmente, intorno alle ore 6 lunari. Le variazioni lunari della densità elettronica erano comprese tra il 2 ed il 4% e si manifestavano intorno alle ore 10 lunari.

La figura riportata nella pagina precedente mostra in modo complessivo le variazioni della densità elettronica N (scala di sinistra) e della frequenza critica f_o (scala di destra) per lo strato F2 ottenuti a Huancayo, Perù, in prossimità dell'equatore magnetico, tra le 10 e le 14 ora locale, durante un intero anno, in corrispondenza sia di un massimo di macchie solari (curva superiore), sia di un minimo (curva inferiore). Si noti come agli effetti stagionali si sovrappongano le variazioni di f_o dovute alla Luna. Queste ultime sono di oltre 1 MHz in gennaio-febbraio ed in ottobre-novembre, ma i massimi di f_o non sono necessariamente in corrispondenza con i pleniluni.

La figura riportata qui sopra riporta invece le variazioni medie giornaliere di N ed f_o , ottenute sempre ad Huancayo, per alcune età della Luna nei mesi da novembre a marzo in corrispondenza di un minimo di macchie solari.



Programma O.Pe.Ra., un primo bilancio

di IK1QFK Renato Romero

Il 22 aprile 1997 prendeva il via il programma O.Pe.Ra. (Osservatorio Permanente su Radionatura) con l'intento di sondare il campo dei segnali radio naturali VLF in modo più sistematico di quanto fosse fin ora stato fatto durante i vari programmi di ascolto.

Si sa, uno degli ostacoli principali all'ascolto di questi segnali viene purtroppo dalla vicinanza a centri abitati, peggio ancora se industriali, che con il loro elevato rumore di fondo in banda fonica oscurano la banda VLF. La necessità di doversi spostare di casa per effettuare sessioni di ascolto rende quanto meno laboriosa la loro effettuazione, tanto da suggerire una pianificazione di queste, come fin ora è stato fatto con gli ascolti congiunti di primavera.

Capita però che, per il coincidere di diverse condizioni fortunate, abbinate ovviamente ad una ricerca tesa al loro migliore sfruttamento, ci si venga a trovare in condizioni di poter effettuare direttamente gli ascolti da casa, proprio come ascoltare il GR2 al mattino. È il caso dello scrivente che, abitando in aperta campagna e disponendo di spazio sufficiente per poter disporre i ricevitori ad una settantina di metri da casa, in mezzo ad un bel prato, ha allestito la stazione con quanto segue: ricevitore di campo elettrico RS4, con sonda remota a 5 m dal suolo; ricevitore di campo magnetico RCM, con loop di 75 cm di lato; piastra di registrazione stereofonica ad avvio automatico all'accensione; timer programmabile fino a 20 accensioni/spengimenti al giorno; computer per l'effettuazione dei sonogrammi.

Il programma di ascolti intrapreso, utilizzando la stazione così allestita, ha permesso l'inizio di un monitoraggio giornaliero: dal 22 aprile, infatti, vengono svolte in automatico, cioè senza la presenza dell'operatore, due sessioni di ascolto al giorno, una nel cuore della notte alle 0100 UTC e l'altra di giorno alle 1300 UTC. Ognuna di esse comprende la registrazione del campo elettrico e di quello magnetico, con l'utilizzo dei due canali stereofonici, permettendo anche un confronto di ricezione su stessi segnali, da parte di ricevitori con principio di funzionamento differente. In totale quindi 4 minuti di registrazione al giorno; non tantissimi, ma comunque utili a fornire una indicazione su alcuni fenomeni.

Uno degli scopi del programma, oltre alla quantificazione dei fenomeni, è anche quello di evidenziare una eventuale correlazione con altri valori o fenomeni fisici. Proprio per questo, dal 22 aprile vengono raccolti i dati giornalieri relativi al numero di macchie solari, alla misura quantitativa media dell'attività geomagnetica prodotta dal vento solare, al numero delle macchie solari, al flusso radio solare ed alle condizioni meteorologiche del punto geomagnetico coniugato, comprensive di temperatura massima, minima e condizioni meteo.

Ad oggi, 6 ottobre 97, sono state eseguite 337 sessioni in modalità stereofonica e la quantità di dati raccolta può dare spunto a qualche osservazione.

Scarso è il numero di *whistlers* ascoltati, in tutto su 168 giorni di osservazione solo in 9 era presente il fenomeno e con intensità piuttosto bassa: da 0.2 a 2 *whistlers*/minuto. È da osservare che nel periodo estivo sono stati ascoltati *whistlers* solo nelle sessioni notturne. Non emerge, fino ad ora, un legame chiaro tra attività solare e presenza di *whistlers*, così pure con le condizioni meteorologiche.

L'unico fenomeno di un certo rilievo è stata la scomparsa totale dei *tweaks* notturni (solitamente presenti), durante un periodo di intensissima attività solare, nei giorni 9, 10, 11, 12 e 13 settembre, in cui il flusso radio solare ha raggiunto livelli molto elevati.

Emerge dagli ascolti effettuati anche la correttezza del periodo di vita scelto per O.Pe.Ra.: almeno un anno; probabilmente il minimo indispensabile per tentare una valutazione con un minimo di attendibilità dei dati raccolti.

Rimane sempre valida la mia disponibilità a segnalare condizioni eccezionali, come quelle di metà aprile 97, con 60 whistlers/minuto, per ora non più verificate. Chi fosse interessato a ricevere questa segnalazione può fornire i propri dati allo scrivente (Renato Romero, Str. Luisetti, 12 10040 Cumina TO, tel. 011 9070492); in caso di simili condizioni provvederò ad avvisare telefonicamente.

Gruppo Radio Pavese - Meeting di Brallo di Pregola 9-17 agosto 1997

Il Centro Estivo dell'Università di Pavia a Brallo di Pregola (PV) ha ospitato il tradizionale *meeting* di agosto del Gruppo Radio Pavese, con la partecipazione anche di diversi soci AIR. Buon numero di partecipanti anche quest'anno, tanto da sfruttare al completo la ricettività del Centro nei giorni di ferragosto, ma non tutti si sono potuti trattenere per l'intero periodo. I più assidui: P. Morandotti, il quale si è dedicato alle stazioni di radiodiffusione e D. Concatti, il quale si è interessato principalmente di stazioni di utilità, ma non ha tralasciato quelle di radiodiffusione; di passaggio B. Carpenè e M. Ibridi; stanziali per tutto agosto, ma in residenze private, R. Canobbio ed E. Mognaschi. Il QRM atmosferico non ha certo favorito l'attività di ascolto, tuttavia il *meeting* è servito per numerosi ed interessanti scambi di esperienze e di informazioni. Di particolare rilievo la presentazione, fatta da M. Ibridi, dei suoi magnetometri con i quali segue le variazioni del campo magnetico terrestre. Questo argomento è di rilevante interesse sotto molteplici aspetti: 1°) influenza delle variazioni del campo magnetico terrestre sulla ionosfera e quindi sulle condizioni di propagazione, 2°) studio delle variazioni del campo magnetico terrestre in sé come segnale naturale, 3°) correlazione tra variazioni del campo magnetico terrestre ed altri segnali naturali, ad es. tempeste di *whistlers* o cori, e con altri eventi naturali come i terremoti. Anche in questi campi la ricerca svolta a livello amatoriale può portare a risultati molto interessanti oltre che costituire un modo intelligente di sfruttare le conoscenze e le capacità di ciascuno di noi.

Radiosegnali naturali in banda VLF (Parte IV)

di Ezio Mognaschi

3. Un po' di storia

La prima osservazione di segnali radio naturali diversi dalle statiche, in particolare di *whistlers*, vennero effettuate alla fine dell'800 sulle lunghe linee telefoniche. A quanto riferì J. Fuchs all'Assemblea U.R.S.I. del 1957, tenutasi a Boulder, la prima osservazione documentata risale al 1888 e venne effettuata al *Sonnblick Observatorium* in Austria.

All'epoca del primo conflitto mondiale la telefonia aveva già raggiunto un alto grado di perfezione tecnica e di affidabilità ed assunse un ruolo importantissimo nelle comunicazioni militari. Nel corso delle attività di spionaggio effettuate da ambo le parti, ma soprattutto sul fronte franco-tedesco, per mezzo dei primi amplificatori elettronici dotati di valvole audion allo scopo di captare le comunicazioni telefoniche nemiche, vennero usate coppie di elettrodi infissi nel terreno alla distanza tra loro di 100 m, per intercettare le correnti di dispersione o di ritorno delle linee telefoniche da campo del nemico.

Solo dopo la fine del conflitto, nel 1919, il fisico tedesco Heinrich Georg Barkhausen (1881-1956) pubblicò ⁽¹⁾ un breve resoconto su quest'applicazione degli amplificatori ad audion. In questo lavoro vengono riferite le osservazioni di *whistlers* fatte al fronte e viene avanzata l'ipotesi che gli strani segnali ricevuti, ed accuratamente descritti anche a mezzo di un oscillogramma, fossero di origine atmosferica e quindi terrestre. Barkhausen aveva quindi intuiva l'origine dei segnali, ma restava sconosciuto il meccanismo di formazione e di propagazione degli stessi.

Le ricerche sui radiosegnali naturali continuarono in modo disorganico negli anni successivi. Solo con la seconda spedizione antartica americana del 1934 iniziarono ricerche sistematiche sui fenomeni presenti in VLF.

L'ingegnere capo per le ricerche radio John N. Dyer ebbe l'occasione di leggere, pochi giorni prima della sua partenza per l'Antartide, un lavoro di Burton e Boardman sui fenomeni in VLF. Questo lavoro lo interessò molto e decise di eseguire delle ricezioni di segnali naturali in Antartide, dalla base di Byrd. Dyer era, in realtà, un tecnico della CBS e parte del suo compito era di produrre un programma radio settimanale, sponsorizzato dalla *General Food Corporation*, trasmesso in onde corte dall'Antartide e ritrasmeso poi negli Stati Uniti dalla rete in onde medie. Nell'attrezzatura di Dyer erano compresi un certo numero di preamplificatori microfonicati a valvola alimentati a batteria. Quando la rete di distribuzione in corrente alternata della base veniva disattivata, Dyer connetteva ad un preamplificatore tutte le antenne della stazione in parallelo tra loro ed usava, come contrappeso, in mancanza di una terra, la rete di distribuzione elettrica della base. Sfortunatamente non poté registrare i segnali naturali che ascoltava in quanto tutti i suoi registratori erano alimentati dalla rete, ma riuscì a stimare che le intensità di alcuni *whistlers* erano da 40 a 50 db sopra il livello del rumore

naturale e riuscì anche ad eseguire misure approssimate del contenuto spettrale dei segnali osservati. Osservò pure *tweaks*, *hiss* e cori o emissioni quasi periodiche. Stabili anche la correlazione tra il rumore di fondo e la formazione di aurore ed osservò le variazioni stagionali nel verificarsi di *whistlers*. Nel suo viaggio di ritorno in America, effettuato per nave, Dyer osservò per primo la correlazione tra la frequenza degli *whistlers* e la latitudine trovando che l'osservazione di *whistlers* praticamente cessa nella regione equatoriale. Le osservazioni di Dyer vennero pubblicate solo dopo 40 anni e non ebbero modo di influire direttamente sullo sviluppo delle ricerche nel campo VLF, ma rimangono un contributo pionieristico ottenuto in condizioni particolarmente difficili.

Nel 1935 un ricercatore della *Marconi Wireless Telegraph Co.* che lavorava al Dipartimento Ricerche di Chelmsford, T. L. Eckersley, esaminò l'andamento temporale di diminuzione della frequenza in alcuni *whistlers*⁽²⁾ e determinò sperimentalmente la legge, che prenderà il suo nome, e che lega la frequenza f osservata, al tempo t al quale viene osservata, contato a partire dalla statica che ha originato il *whistler*: $f \propto 1/t^2$. Questa legge ha permesso la conferma della validità di un particolare modello teorico della ionosfera.

Dalla metà degli anni '30 alla fine della seconda guerra mondiale non ci sono particolari scoperte nel campo dei radiosegnali naturali e gli *whistlers* rimangono fenomeni naturali dovuti a cause e meccanismi sconosciuti.

Ma è proprio lo sviluppo tecnologico avvenuto nell'elettronica durante la seconda guerra mondiale che pone le premesse per gli studi del dopoguerra che porteranno a chiarire l'origine di molti fenomeni radio naturali.

Nel 1950 L. R. D. Storey, R. M. Gallet, R. A. Helliwell ed M. G. Morgan applicarono nuove tecniche e nuovi strumenti allo studio degli *whistlers*; si noti incidentalmente come, dal secondo dopoguerra, le ricerche non siano più opera di singoli, ma attività coordinate che richiedono specializzazioni e competenze diversificate, riunite per conseguire un preciso obiettivo.

Da questi studi emerse una nuova visione della Terra e dello spazio che la circonda e vennero poste le basi per lo studio della fisica della magnetosfera. Fu trovato che il cammino lungo il quale ha luogo la notevole dispersione osservata negli *whistlers* non è né sulla Terra, né nella profondità degli spazi, ma in una regione intermedia, la magnetosfera; una regione di spazio che si estende per una profondità di diversi raggi terrestri e dove ha luogo l'interazione del campo magnetico terrestre con il flusso continuo e variabile di particelle cariche che provengono dal Sole e che si chiama vento solare.

Nel 1955 ebbe inizio la quinta spedizione russa in Antartide, presso la base di Mirny, che durò sino al 1960 e che raccolse, attraverso lo studio degli *whistlers*⁽³⁾ effettuato con un ricevitore di costruzione cecoslovacca, parecchi dati alle alte latitudini geomagnetiche sullo stato statico e dinamico della esosfera.

È alla fine degli anni '50 che si intensificano gli studi sui radiosegnali naturali in connessione con il più ampio programma di studi previsto per l'Anno Geofisico Internazionale del 1957. Durante questo anno gli Stati Uniti operarono 13 stazioni riceventi poste lungo il meridiano a 70° W tra l'Artico e l'Antartide, a queste si aggiunsero una stazione in Canada ed una in Danimarca. Tra i principali risultati ottenuti si possono ricordare i seguenti: 1) nell'emisfero Nord predominano gli *whistlers* lunghi, mentre in quello Sud quelli corti; 2) gli *whistlers* sono ricevuti su ampie aree: ed es. l'80% degli *whistlers* ricevuti in Florida sono stati anche ricevuti a Dartmout in Nuova Scozia; 3) nelle stazioni antartiche circa il 30% degli *whistlers* è seguito, dopo un secondo, da un rumore caratteristico (*hiss burst*); 4) molti degli *whistlers* corti ricevuti in Antartide presentano una struttura fine indicante la presenza di un numero da 4 a 10 di cammini coerenti, quelli ricevuti nell'emisfero Nord (lunghi) generalmente non presentano questa struttura fine, tranne in rare occasioni; 5) le trempeste di *whistlers* sembrano presentare una forte periodicità di 10 o 11 giorni; 6) l'attività degli *whistlers* sembra avere un massimo in giugno, luglio ed agosto, mentre non è ben definito il periodo di minimo; 7) l'attività giornaliera raggiunge un massimo tra le 0000 e le 0600 ora locale ed un minimo ben definito alle 1000, ora locale.

Le osservazioni sugli *whistlers*, effettuate nella base antartica americana di Byrd nel 1957, proprio in occasione dell'Anno Geofisico Internazionale, portarono all'importante osservazione che i radiosegnali naturali possono essere causati anche da segnali radio artificiali. Fu infatti trovato che trasmissioni in CW effettuate da potenti trasmettitori che operavano sotto 20 kHz erano seguite, a volte, da emissioni naturali. La prima osservazione venne effettuata nel 1964 e riguardò i segnali in CW delle stazioni NPG su 18.6 kHz ed NAA su 14.7 kHz⁽⁴⁾. Quasi sempre queste emissioni erano causate dalle linee e non dai punti trasmessi in CW, questo particolare fenomeno viene designato "*dash-dot anomaly*". Si tenga presente che i punti hanno, generalmente, una durata di 50 ms, mentre le linee di 150 ms. Le emissioni stimulate dalle linee iniziavano, di solito, alla frequenza del segnale, salivano di parecchi kHz o di qualche kHz e poi scendevano in frequenza. Le intensità delle emissioni stimulate, osservate nell'emisfero magneticamente opposto, erano addirittura maggiori dell'intensità dei segnali telegrafici che le causavano. I punti, quando stimolavano delle emissioni, davano luogo ad emissioni brevi, di frequenza discendente.

Con il lancio dei primi satelliti artificiali questi studi, che sino ad allora erano stati limitati ai segnali ricevibili da Terra, ricevettero un nuovo, grande impulso e vennero scoperti nuovi fenomeni radio naturali che hanno portato ad una migliore conoscenza della magnetosfera e della propagazione delle onde elettromagnetiche nel plasma che costituisce la ionosfera.

Nel 1963 furono registrate, nella base antartica americana di Eights, molti esempi di emissioni stimulate da potenti trasmettitori nordamericani in VLF.

6

Nel 1967 fu anche trovato (5,6) che le emissioni di 100 W ERP di un TX prototipo del sistema Omega a 10.2 kHz, localizzato a Forest Point (NY), davano luogo ad emissioni stimolate.

Le teorie esistenti sull'interazione tra onde elettromagnetiche e plasma magnetosferico non spiegavano questi fenomeni, che, d'altra parte, rappresentavano un'interferenza per le comunicazioni militari americane. Vennero quindi stanziati fondi per la costruzione di una stazione trasmittente sperimentale in Antartide che potesse trasmettere secondo modalità adatte per poter indagare su questi fenomeni.

Nel 1965 venne messo in servizio il primo trasmettitore in VLF nella base di Byrd in collaborazione tra le università di Washington e di Stanford. La potenza di alimentazione era di 100 kW e l'antenna era un dipolo lungo 33.6 km, posato direttamente sul ghiaccio allo scopo di ridurre il suo fattore di qualità e di poter funzionare a larga banda tra 3 e 30 kHz. Furono eseguiti degli esperimenti per sondare gli strati D ed E della ionosfera, ma non furono osservate emissioni stimolate con un ricevitore posto nel punto magneticamente coniugato con il TX. Le emissioni stimolate vennero però rivelate tra 6 e 9 kHz dal satellite OGO 4, mentre passava allo zenit del TX, oltre lo strato F.

I motivi per i quali questi esperimenti non ebbero pieno successo sono da ricercare nel fattore di qualità dell'antenna trasmittente, troppo basso per permettere un efficace irraggiamento di potenza e nella latitudine geomagnetica troppo elevata del TX che non consentiva una efficace iniezione di segnali nella magnetosfera.

Si dovette quindi cercare un sito più conveniente, che venne identificato a Siple a 76° S, 84° W, sopra uno strato di ghiaccio dello spessore di 2 km che permetteva una buona efficienza dell'antenna e, soprattutto, che era magneticamente coniugato con un punto dell'emisfero nord posto sulla terraferma, a Robertval nel Quebec, accessibile tutto l'anno.

Durante la prima estate antartica fu provato un dipolo sperimentale tenuto sollevato dal ghiaccio e, finalmente, tra il 1970 ed il 1972 venne installato un dipolo costituito da un filo in alluminio della lunghezza di 21.2 km e del diametro di 6.5 mm, sostenuto da isolatori per alta tensione (60 kV), montati su 350 pali telefonici in alluminio alti 6 m, ciascuno dei quali era controventato con quattro tiranti. Questa antenna risultò accordata a 5.1 kHz, con una larghezza di banda di 2 kHz e con un'efficienza del 4% a 6 kHz. Il trasmettitore precedentemente usato a Byrd venne rimontato a Siple tra il marzo e l'aprile 1973. La potenza massima d'uscita era di oltre 100 kW tra 5 e 20 kHz, con un'efficienza dell'80% ed il TX poteva essere usato sino a 1.5 kHz.

Un sofisticato sistema di controllo computerizzato consentiva di attivare il TX e di variare la frequenza e la durata degli impulsi trasmessi. Gli esperimenti di iniezione controllata nella magnetosfera, iniziati nel 1973 dalla stazione di Siple, rivelarono molti aspetti interessanti relativi alle emissioni stimolate, come l'aumento da 20 a 30 db dell'intensità del segnale ed effetti di saturazione dell'intensità dell'onda e portarono alla formulazione di teorie adeguate alla spiegazione di questi fenomeni.

Nella base di Siple era stato anche allestito un sistema ricevente per VLF dotato di due grandi antenne a telaio, a singola spira di forma triangolare (altezza 22 m, base 40 m) installate a circa 1 km dalla base e dotate di un preamplificatore d'antenna che alimentava una linea coassiale. Inoltre anche il dipolo per trasmissione, quando non utilizzato per questo scopo, poteva essere utilizzato come antenna ricevente. Esso non era sensibile alle statiche, che sono polarizzate verticalmente, ma era così lungo che, per ricevere gli *whistlers* era sufficiente collegarlo ad un paio di cuffie, senza alcuna amplificazione!

Tra la fine degli anni '80 e l'inizio degli anni '90 ha avuto inizio la sperimentazione radioamatoriale in campo VLF sia con esperimenti di ricezione in occasione di appositi lanci prima russi e poi della NASA, sia con ricezioni coordinate di segnali radio naturali da parte di diverse stazioni ubicate anche in diversi continenti. I primi hanno, sinora, dato esito negativo nonostante gli sforzi della NASA la quale ha lanciato diversi Shuttle incaricati di effettuare emissioni VLF con antenne virtuali, i secondi hanno portato alla diffusione nell'ambito radioamatoriale, specialmente negli Stati Uniti ed in Italia, di tecniche e di modalità di ricezione utilizzate in passato solamente nell'ambito della ricerca scientifica.

4. Bibliografia

- (1) H. Barkausen, *Zwei mit Hilfe der neuen Verstärker entdeckte Erscheinungen*, Phys. Z., 20, 401-403 (1919)
- (2) T. L. Eckersley, *Musical Atmospherics*, Nature, 135, 104-105 (1935)
- (3) O. Praus, *Observation of Whistlers in Soviet Antartic Expedition*, Elsevier, Amsterdam, 1965, vol. III, pag. 268-270
- (4) R. A. Helliwell, J. Katsufakis, M. Trinpi e N. Brice, *Artificially stimulated very-low-frequency radiation from the ionosphere*, J. Geophys. Res., 69, 2391-2394 (1964)
- (5) I. Kimura, *VLF Doppler experiments for the observation of the ionosphere by means of rocket*, Rep. Ionosph. Space Res. Japan, 21, 173 (1967)
- (6) I. Kimura, *Triggering of magnetospheric noise by a low-power (~ 100 watts) transmitter*, J. Geophys. Res., 73, 445-447 (1968)
- (7) M. Hayagawa e Y. Tanaka, *On the propagation of low-latitude whistlers*, Rev. Geophys. Space Phys., 16, 111-123 (1978)

(Continua)



Buon Natale e felice 1998 a tutti i lettori

