

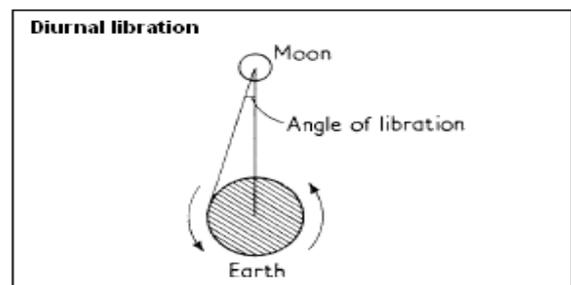
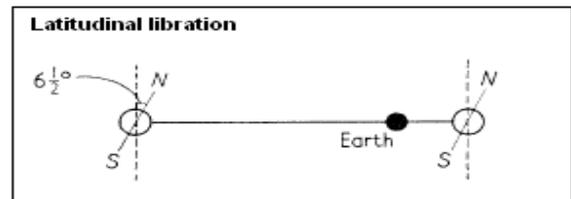
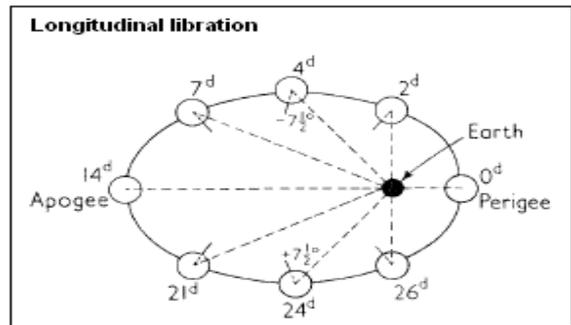
La riflessione delle onde radio sulla superficie lunare

Documento n.10.03.12 del 01.02.2010 F.Egano, ik3xtv

Sono molti i fattori che complicano i collegamenti radio via riflessione sulla luna (moon bounce propagation) Oltre alla grande dispersione di tratta, il segnale emesso deve attraversare per due volte la ionosfera terrestre, con porzioni di ionosfera molto differenti. A causa di questo transito subisce la rotazione di Faraday, che introduce uno sfasamento che spesso non consente la ricezione. Ma non sappiamo se per esempio questo passaggio ionosferico può in certi momenti introdurre un'azione favorevole. Sul "lato Luna" sappiamo che non tutta la superficie del satellite presenta le stesse caratteristiche di riflessione anzi sembra che le zone che maggiormente contribuiscono alla riflessione siano localizzate al centro del disco visibile, non sappiamo se esistono altri fattori che possono favorire la propagazione. Sul lato terra d'altra parte esistono vari fattori che possono peggiorare e perché non in determinati momenti incrementare i segnali: non solo la ionosfera ma il campo magnetico terrestre e soprattutto la magnetosfera che la luna attraversa ogni mese nella fase di luna piena. Questa ricerca si pone l'obiettivo di analizzare più nel dettaglio i vari elementi che contribuiscono alla propagazione via luna.

Angolo di incidenza

Sono del parere, che la magnetosfera terrestre possa svolgere un ruolo non secondario nella dinamica della propagazione terra-luna-terra. A ulteriore supporto di questa ipotesi, ho osservato che anche via Luna, come avviene per la propagazione HF ci possono essere degli angoli favorevoli, nel mio caso risultano più semplici collegamenti/ascolti Europa-Europa, soprattutto EU-EU direzione est. Si pensi all'angolo formato terra-luna-terra che collega per esempio due stazioni in continenti diversi, il raggio di incidenza di riflessione sulla luna può differire anche di 2 gradi. Questo ha un impatto sia sul lato terra (ionosfera) che sul lato luna in quanto può cambiare l'angolo di incidenza sul suolo lunare e quindi influire sulla qualità del segnale riflesso. Qualcosa di analogo avviene anche con la librazione (vedi note). Alcune ricerche confermano che la zona di maggiore riflessione lunare sia localizzata in un'area abbastanza circoscritta e indicativamente al centro del disco visibile, anche piccoli movimenti di questa zona dovuti alla librazione e soprattutto ad un differente angolo di incidenza del fascio d'onda, possono avere un impatto significativo sull'intensità dell'eco di ritorno. Le ore migliori per operare sono quelle notturne, in quanto il rumore è inferiore e l'attenuazione ionosferica è più bassa, in 144 mhz vale circa 0,5 Db, questo valore di notte è circa 10 volte più basso.



Librazione (tratto da Wikipedia)

In astronomia, il termine librazione (derivato dal latino libra, bilancia) descrive un movimento apparente della Luna relativo alla Terra, che può essere comparato col movimento di due piatti di una bilancia rispetto al punto di equilibrio. Anche se il periodo di rotazione della Luna attorno al suo asse è uguale a quello di rivoluzione attorno alla Terra, le librazioni permettono ad un osservatore terrestre di vedere delle porzioni di superficie lunare leggermente differenti ogni volta. Queste variazioni sono causate dal fatto che la Luna ruota intorno al proprio asse ad un ritmo costante, ma gira intorno alla terra ad un ritmo variabile, trovandosi in un'orbita ellittica e muovendosi più veloce quando è più vicina alla Terra e più lentamente quando ne è più lontana. L'effetto finale è che, invece della metà, solo il 42% della superficie lunare è sempre visibile, un altro 42% è sempre nascosto, e un altro 18% oscilla tra la porzione di superficie visibile e quella nascosta.

Ci sono tre tipi di librazione: la librazione in latitudine è la conseguenza del fatto che l'asse di rotazione della Luna è leggermente inclinato rispetto alla perpendicolare al piano della sua orbita. Questo genera le librazioni in maniera analoga a come l'inclinazione dell'asse della Terra genera le stagioni.

La librazione in longitudine deriva dalla lieve eccentricità dell'orbita della Luna attorno alla Terra, in modo che alla fine la rotazione della Luna si trova leggermente più avanti o più indietro di come dovrebbe essere rispetto alla posizione nella sua orbita. Infine, esiste un piccolo effetto chiamato librazione parallattica o diurna, che è in realtà un movimento dell'osservatore e non della Luna. Poiché la Terra ruota, un osservatore guarderà la Luna da angolazioni leggermente differenti nel corso della giornata.

<http://en.wikipedia.org/wiki/Libration>

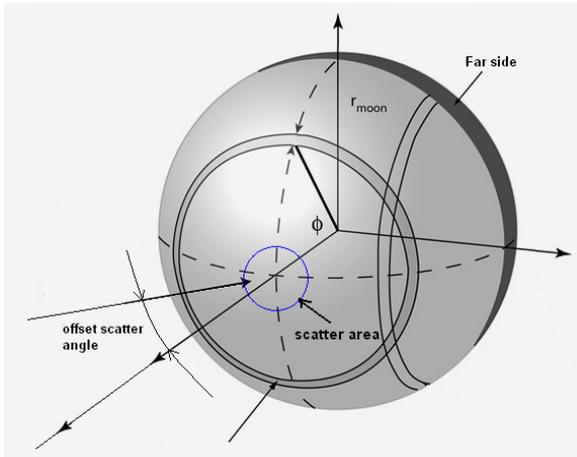
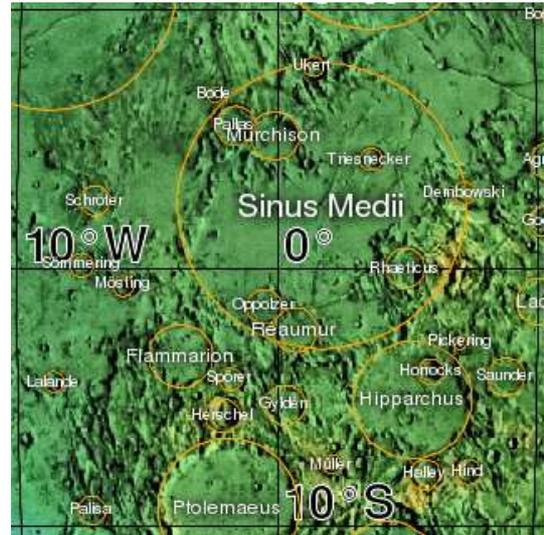
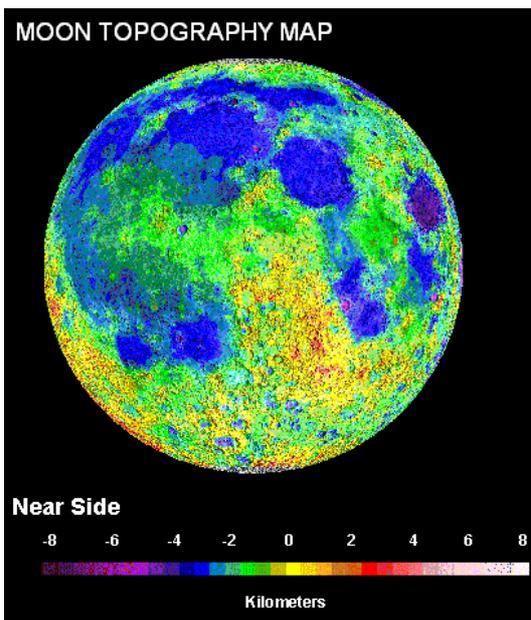
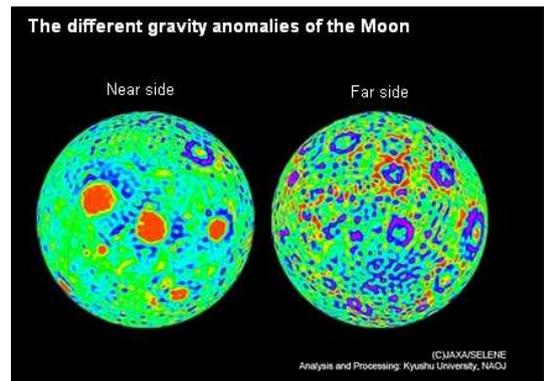


Fig. La figura in alto illustra il movimento della zona di riflessione sulla superficie lunare (scatter area) che non e' statica, per effetto della librazione e anche della differenza di posizione sulla terra gli angoli di incidenza sono diversi, questo altera le capacita' di riflessione del suolo lunare.



Nella figura in alto si puo' vedere che la superficie lunare non e' piatta ma piena di crateri e depressioni di km di profondita' con catene montuose. Con la librazione della luna l'effetto sui segnali radio riflessi da quest'area puo' essere drammatico.

Anomalie gravitazionali



Faccia visibile e lato nascosto della Luna a destra. Le zone rosse indicano forte gravita' (anomalie gravitazionali positive vale a dire che le anomalie sono piu' elevate della media) mentre le aree blu indicano debole gravita' (anomalie gravitazionali negative). Queste anomalie differiscono notevolmente nel lato visibile rispetto al lato nascosto della luna.

Variabilita' Ionosferica

Il segnale eme deve attraversare due volte la ionosfera terrestre. Per frequenze di 144 mhz la ionosfera non e' del tutto opaca e quindi l'influenza di essa sul segnale in transito non e' per nulla trascurabile.

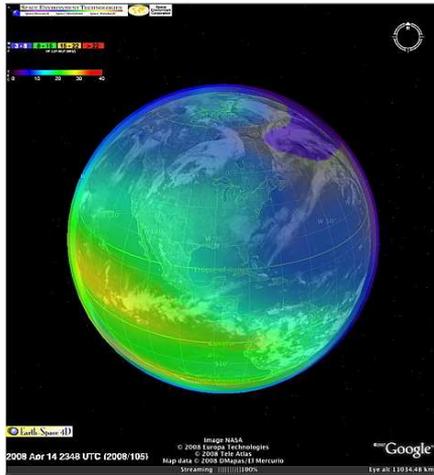
Il segnale eme puo' attraversare zone dal contenuto elettronico molto differente, per esempio differenza tra giorno e notte, presenza dello strato D ecc.

Di seguito alcune complicazioni ionosferiche che possono impattare sulla propagazione eme:

- terminatore
- Tid disturbi ionosferici mobili
- anomalia equatoriale
- anomalia sud Atlantica
- Aurora

Mentre gli effetti che la ionosfera produce sul segnale sono:

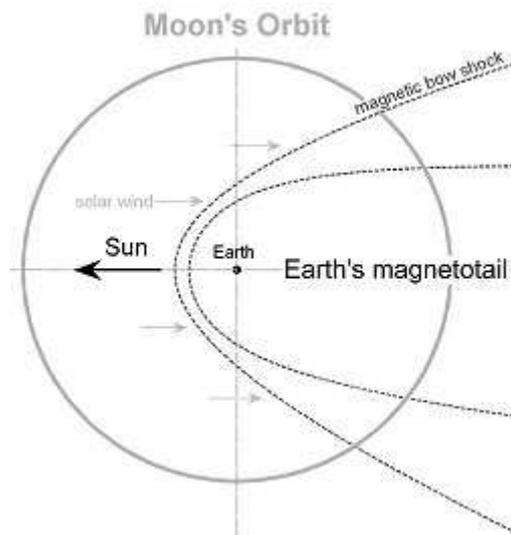
- rotazione di Faraday
- dispersione dell'onda radio
- attenuazione dell'onda radio



Lunar chart from : Lunar and Planetary Institute
 3600 Bay Area Blvd.
 Houston, TX 77058
 University of Virginia- USA
 RST
 Nasa
 Lunar networks
 Google maps
 Prof. Manabu Kato
 Science Manager of Kaguya

La luna e la magnetosfera

Nel moto di rivoluzione attorno alla terra la luna una volta al mese entra nella coda della magnetosfera terrestre. Questo avviene nella fase di luna piena. (vedi figura in basso). La luna riceve una notevole dose di particelle dalla coda della magnetosfera terrestre che si estende ben oltre l'orbita della luna. Secondo Tim Stubbs dell'Università del Mariland e del Goddard space e flight center questo può avere conseguenze che vanno da tempeste lunari a 'polvere' elettrostatica o scariche. Quando la luna è piena è all'interno della coda magnetica, ci entra tre giorni prima e l'attraversamento della coda magnetica dura circa 6 giorni. Durante questa fase, la Luna entra in contatto con un gigantesco plasma formato da particelle cariche intrappolate nella coda che in pratica caricano elettrostaticamente la luna. Questa situazione potrebbe avere un impatto anche sulla qualità della riflessione radio sulla superficie lunare? E' una domanda a cui è difficile rispondere, ma potrebbe essere questo uno dei fattori aggiuntivi che contribuiscono a migliorare le condizioni dello scatter luna.



Bibliografia
 Wikipedia
 DF5AI Dr. Volker Grassman
 Eme system di F1EHN, software tracking luna
 WSJT di Joe Taylor, K1JT
 144 Mhz eme basicc weak signal vhf by Tim Marek, K7XC
 Space communications (physics.princeton university)