

20/06/2016

Il primo giorno si è tenuta una lezione introduttiva riguardante le tematiche che verranno trattate nelle due settimane di stage, tenuta da Federico Di Giacomo.

Il laboratorio di Radioastronomia si propone di svolgere attività sperimentali con strumenti professionali per studiare le varie tecniche di osservazione Radioastronomiche.

Cos'è l'astronomia? È lo studio dell'evoluzione e delle caratteristiche degli astri.

Come si studiano gli oggetti celesti? Il principale osservativo dal punto di vista astronomico è la luce.

A seconda di come la luce viene emessa, riflessa, assorbita è possibile avere informazioni sull'oggetto che si sta osservando. Ad esempio la spettroscopia, attraverso l'osservazione delle righe di assorbimento o di emissione, permette di capire la composizione chimica, la temperatura e l'abbondanza chimica degli oggetti celesti.



Figure 1: La parabola di Medicina.

Cos'è la luce? Per Newton ('600) è un fascio di particelle (corpuscoli), nel 1801 Young dimostra, tramite l'esperimento delle due fenditure, la natura ondulatoria della luce abbandonando così la teoria corpuscolare. Successivamente Maxwell descrive la luce come un'onda elettromagnetica. La teoria ondulatoria perdura fino al '900 quando Einstein che mostra come la luce abbia una doppia natura: essa può essere sia un'onda elettromagnetica sia una particella.

Le prime osservazioni astronomiche risalgono all'antichità quando l'uomo osservava il cielo a occhio nudo. Nel 1610 Galileo compie le prime osservazioni del cielo con un piccolo telescopio, oggi si usano telescopi di grandi dimensioni, sia nello spazio (come il telescopio spaziale Hubble) che sulla Terra come ad esempio i Radiotelescopi. Grazie a questi strumenti è stato possibile scoprire che al centro di ogni galassia è presente un buco nero super massiccio.

Quando nasce la Radioastronomia? La Radioastronomia nasce nel 1930 quando Karl Jansky osserva il primo segnale radioastronomico, che si è poi scoperto essere un segnale proveniente dal centro della galassia.

Perché i radiotelescopi hanno dimensioni elevate? Le dimensioni dello strumento sono correlate al suo potere risolutivo, una seconda motivazione è legata al fatto che si ha una migliore sensibilità. La sensibilità è la capacità di raccogliere i segnali più deboli, più lo specchio della parabola è grande più segnale sono in grado di raccogliere.

Non potendo realizzare radiotelescopi di dimensioni troppo elevate per motivi ingegneristici, è possibile utilizzare più antenne, distribuite su un'area predefinita, le quali osservano tutte lo stesso oggetto; sarà come osservare con un radiotelescopio di diametro pari alla distanza massima tra le antenne e quindi con una risoluzione maggiore; questo è il principio dell'Interferometria.

I meccanismi di emissione radio principali sono:

- Emissione radio di sincrotrone, l'elettrone spiraleggia lungo le linee di forza del campo magnetico;
- Emissione a riga, ad esempio l'emissione a 21 cm si ha quando un elettrone cambia il suo spin, passando dallo stato eccitato allo stato fondamentale; lo spin passa da parallelo a antiparallelo con emissione di un fotone con lunghezza d'onda di 21 cm.

Tramite la radioastronomia è possibile osservare le regioni di formazione stellare. Si tratta di nubi di polveri e gas, dove la radiazione visibile non può entrare. Al contrario le onde radio riescono ad attraversare indisturbate tali nubi, permettendo l'osservazione e lo studio dei primi "istanti di vita" delle stelle in formazione.

Le stelle di grandi dimensioni, al termine "della loro vita" esplodono trasformandosi in Supernove aumentando enormemente la loro luminosità la quale può essere utilizzata per stimare le distanze astronomiche. Mediante le onde radio è possibile studiare l'evoluzione di tale fenomeno.



Figure 2: La Croce del Nord.

Alla fine della presentazione si è vista la Croce del Nord, che osservava a 408MHz (essendo posta perfettamente in direzione dei punti cardinali, è usata dagli aerei come bussola) e la parabola, che può osservare a diverse frequenze da 1,4GHz a 26,5GHz. Rientrati in struttura siamo andati a vedere la sala ricevitori, confrontando le differenze tra nuovi e vecchi strumenti.

Marco Poloni, uno degli ingegneri del Centro, ha portato una presentazione riguardante la parabola e i grandi Radiotelescopi: la parabola di

Medicina è di tipo Cassegrain con la possibilità di muoversi in azimuth di 48° al minuto e di 30° al minuto in orizzontale. Al centro della parabola sono posti ricevitori criogenici, conservati nel vuoto assoluto in modo da eliminare ogni tipo di disturbo elettronico.

Aver più ricevitori significa riuscire a fare una mappatura più velocemente e possono essere:

- A singolo feed (1 elemento) C band;
- A multi feed (7 elementi) K band;
- A multi feed (19 elementi) Q band.

L'area efficace di riflessione non è totale, bisogna escludere l'area che occupano i bracci ed il rivelatore, bisogna anche tener conto delle deformazioni della parabola dovute alla gravità (incidenza minima).

Si è parlato del progetto SKA, un progetto molto imponente, dove i siti per le parabole a più alta frequenza saranno in sud Africa mentre le parabole a più bassa frequenza saranno in Australia e Nuova Zelanda.

Al termine di questa presentazione, Germano Bianchi descrive il problema dei detriti spaziali. Intorno alla Terra ci sono ben 18.000 oggetti >10 cm, di questi solo 1.500 sono attivi (esempio satelliti funzionanti), posti fra tre orbite:

- Tra i 300 km e i 2,000 km (LEO), dove è presente la Stazione Spaziale Internazionale e i stelliti;
- Intorno a 36,000 km (GEO, orbita geostazionaria);
- Tra LEO e GEO (MEO), meno utilizzata.

La Croce del Nord è usata per monitorare i detriti spaziali, utilizzando antenne trasmettente – ricevente: è lanciato un segnale dalla trasmittente che, se colpisce un oggetto, viene riflesso, se la frequenza di ritorno è maggiore della frequenza trasmessa significa che l'oggetto è in avvicinamento, se invece è minore l'oggetto è in allontanamento.

21/06/2016

Il giorno successivo, al CNR di Bologna, per il Laboratorio di Radiofrequenze, con Sergio Mariotti, è stata fatta una piccola introduzione sul significato di corpo nero, di luce bianca e di rumore bianco, e le affinità che ci sono tra queste, per introdurre il concetto di generatore di rumore.

Un generatore di rumore sarà tarato per rilevare la temperatura e inserito nei rivelatori delle parabole. Mariotti ha fatto vedere di quali pezzi è composto e come si monta, per poi farlo fare agli stagisti.

Prima d'iniziare a montare i generatori di rumore è stata fatta una prova con lo scotch di teflon, abbiamo ricoperto una parte di un componente in ottone e abbiamo guardato se con lo spessore che si veniva a formare si riusciva a montarlo ugualmente.

Poiché non dava problemi, si è iniziato a montare i generatori di rumore: si prendono le due conchiglie e si avvitano con due viti in modo che si abbia il foro per inserire una rondella di spessore definito, una rondella dove era stato precedentemente saldato un diodo, tre cilindri piccolini di ferrite, anche questi con un ordine preciso e un piccolo conduttore incastrato nella molla del contatto. Il contatto è poi fissato con due viti. Sul lato è avvitato un altro componente della conchiglia dal quale uscirà fuori un'estremità del pezzo precedentemente ricoperto con lo scotch, regolabile con una vite detta a "grano". Dopo di ché si appoggia il generatore di rumore su una superficie perfettamente piana, si fanno combaciare le due conchiglie per poi inserire le

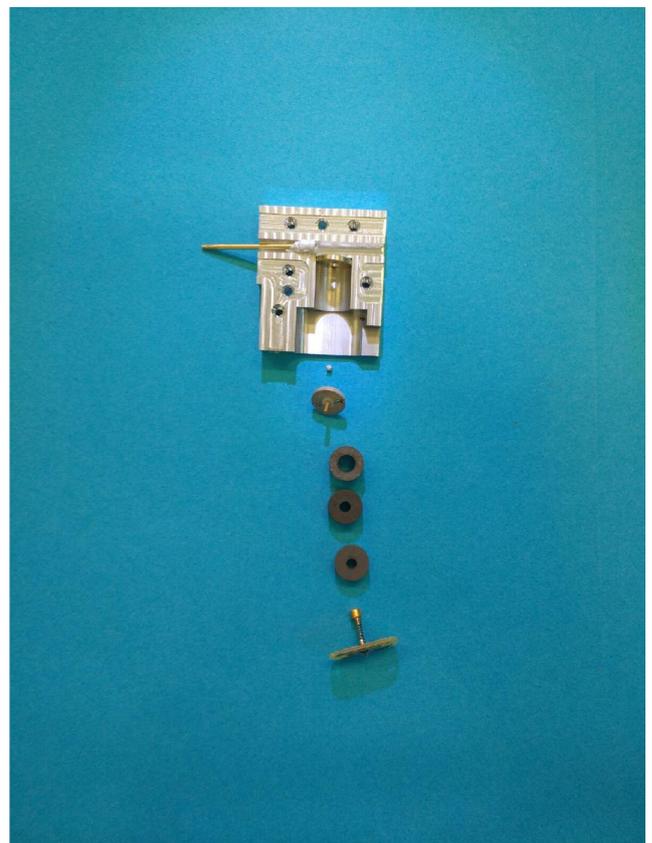


Figure 3: Generatore di rumore aperto. Si possono vedere i componenti cui è formato.

viti mancanti. Alla fine è importante riportare il codice identificativo sul pezzo stesso, in modo che si possa riconoscere.

Suddividendo i compiti (mettere lo scotch sul pezzettino in ottone, inserire il conduttore nella molla e montare il tutto) si sono riusciti così a montare quattro generatori di corrente.

Mariotti ha poi saldato lo spinotto dell'alimentazione, nel punto in cui si fa' il test, in seguito ne è stata testata la qualità. È stato guardato l'andamento di un generatore di corrente, usato come campione e poi ne è stato guardato l'andamento di uno montato da in laboratorio. È stato notato che non era proprio soddisfacente, perché il pezzettino in ottone non era ben centrato con un cerchio che si vedeva sul fondo, era più alto, quindi è stato smontato il generatore di rumore per cambiare la prima rondella inserita con una di spessore inferiore. Fatto ciò è stato nuovamente testato ed è risultato accettabile.

È stato verificato un secondo pezzo montato in laboratorio ed anche questo è risultato accettabile. Nel tempo restante si è parlato di come funziona lo strumento del test: questo non è stato comprato, ma è stato auto-costruito, ed è diviso in due parti, il riflettometro che misura le onde della corrente che ritornano indietro e la parte che misura la radiofrequenza che esce; essendo montato tutto sullo stesso strumento, è presente un commutatore che permette di usare l'uno o l'altro.

22/06/2016

Il lavoro da fare, al CNR di Bologna, nel Laboratorio di Radiofrequenze, consiste nel misurare i generatori di rumore montati il giorno precedente. Lo strumento mostra in un display due grafici Db/frequenza (GHz), uno del riflettometro e uno del radio frequenzimetro, con i Db in scala logaritmica in quanto i valori potrebbero essere elevati e si rischierebbe di andare fuori scala.

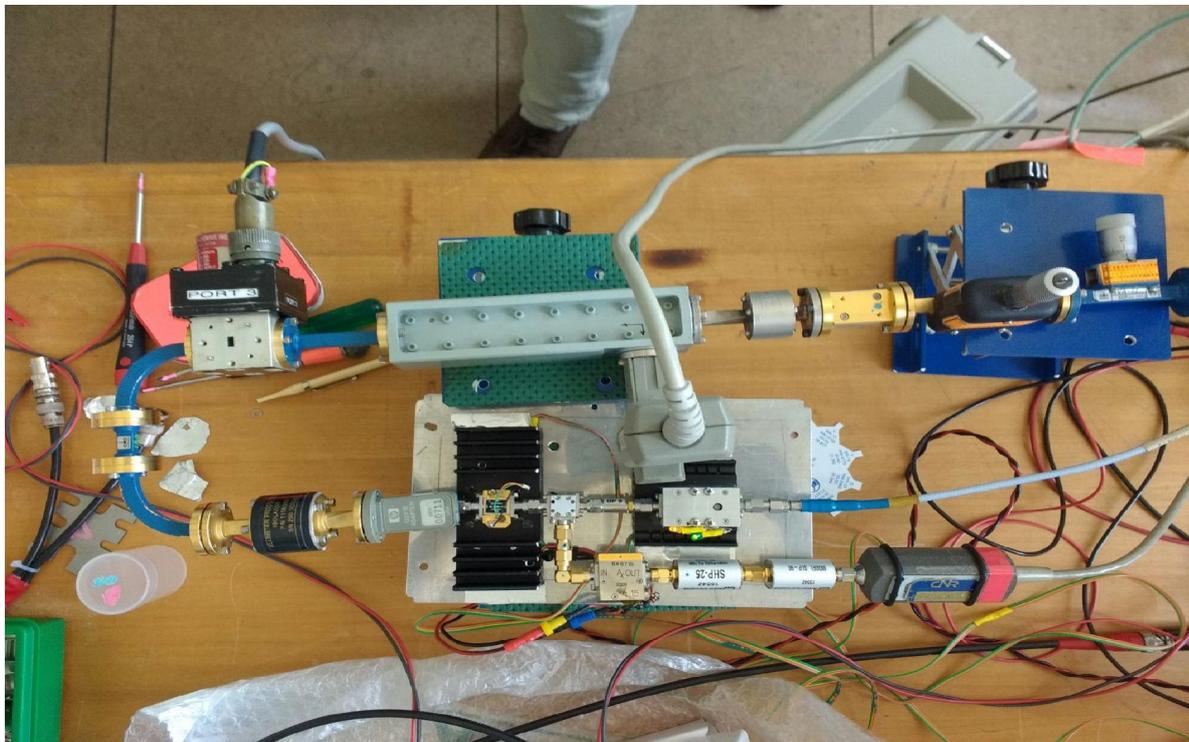


Figure 4: Lo strumento. Il riflettometro (parte in alto) e il radio frequenzimetro (parte in basso).

I due grafici ottenuti vengono mostrati su un computer e poi salvati, per comodità, sia come immagine che come documento di Word. Per importare i grafici bisogna che il generatore di rumore sia collegato allo strumento: si avvita un adattatore e s'incassa in un alloggiamento dedicato e si stringe con le viti, affinché non si muova; si prendono due cavi a coccodrillo, collegati al multimetro, e si collegano uno allo strumento ed uno all'alimentazione del generatore di rumore. Quando i grafici sono stati importanti, si smonta il generatore di rumore per montarne un altro per fare un'altra prova e così per tutti i pezzi montati disponibili. I generatori di rumore chiamati AD409 e AD412 sono risultati buoni.

Alcuni generatori di rumore sono stati tarati: bisogna muovere il pezzettino in ottone verso l'alto o verso il basso fino a quando sullo schermo dello strumento il grafico sia il più lineare possibile;

In questa situazione si ha la distanza tra lo "spin" della rondella cui è saldato il diodo e la "parete" del pezzettino in ottone pari a $\frac{1}{4}$ della lunghezza d'onda media (43GHz).

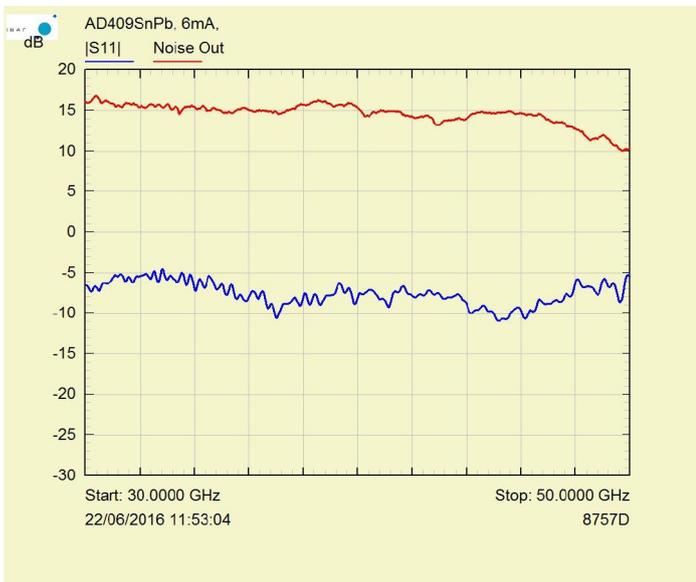


Figure 5: Grafico andamento AD409. In ascissa si trova la frequenza (Hz) e in ordinata si trovano i dB. La traccia rossa indica l'onda riflessa (riflessione) mentre la traccia blu indica la trasmissione del segnale (guadagno).



Figure 6: Grafico andamento AD412. In ascissa si trova la frequenza (Hz) e in ordinata i dB. La traccia rossa indica l'onda riflessa (riflessione) mentre la traccia blu indica la trasmissione del segnale (guadagno).

23/06/2016

A Medicina, si è parlato del progetto SKA e principalmente del suo metodo di trasmissione dati con Simone Rusticelli. Il mezzo utilizzato è la fibra ottica, in quanto è possibile avere dei buoni vantaggi: permette, al posto dei cavi coassiali che avevano una grande attenuazione del segnale, di arrivare a distanze molto elevate (si parla di km senza che il segnale sia attenuato, o meglio, il fattore di attenuazione si può considerare quasi nullo); questo dispositivo è chiamato RoF (Radio over Fiber). La fibra è un mezzo dielettrico che può essere a singolo modo (SM) quando nel core passa un unico raggio del segnale, con dimensioni del core pari a 9micrometri e del cladding di 125micrometri, oppure multi modo

(MM), quando all'interno del core passano più raggi del segnale, con dimensioni del core pari a 50micrometri e del cladding di 125micrometri.

In un grafico attenuazione/lambda possiamo distinguere tre "finestre", una a 850nm, una a 1310nm e una a 1550nm. La prima finestra (850nm) è per la fibra MM, mentre la seconda finestra e la terza (1350nm e 1550nm) sono per la fibra SM. Per portare il segnale che arriva dalle antenne al centro di raccolta dati, si usa la fibra MM, in quanto vantaggiosa anche economicamente.

I segnali in arrivo alle antenne sono intensità di radio frequenza, che verranno trasformati da segnali elettrici, che hanno grandi attenuazioni, a segnali ottici dal WDM (Wavelength Division Multiplexing), un filtro che separa i segnali in varie lunghezze d'onda posto dentro un trasmettitore ottico; i segnali passeranno per i cavi della fibra sino a raggiungere il ricevitore ottico, che al suo interno ha un secondo WDM che trasformerà nuovamente i segnali ottici in segnali elettrici. In tutto il percorso della fibra si cerca di mettere meno connettori possibili poiché creano delle perdite del segnale.

In seguito, nel Laboratorio RF – SKA, Rusticelli ha parlato del VNA (Vector Network Analyzer), uno strumento che misura e calcola il rapporto tra ampiezza e frequenza di diversi componenti utili al progetto SKA, come per i trasmettitori ed i ricevitori, guardandone il guadagno, cioè il rapporto tra riflessione e retro riflessione e tra trasmissione e retro trasmissione. Più la trasmissione è alta e la riflessione è bassa, più il pezzo risulta efficiente. È stato visto il suo funzionamento facendo qualche piccola prova poi si è andati nel locale di raccolta dati e abbiamo fatto un confronto delle dimensioni che hanno le vecchie schede di elaborazione dati con le nuove schede che saranno utilizzate per il progetto SKA, formate da due schede analogiche a cui arriva il segnale dalle antenne ed una centrale digitale cui sono collegate le altre due.

24/06/2016

Venerdì è stato fatto il laboratorio di elaborazione dati con Germano Bianchi e Andrea Maccaferri. Si è parlato dei collegamenti in fibra ottica, in modo che siano molto più veloci, e della conversione da segnale analogico a digitale. Nei boxes in cui vengono raccolti i primi dati, ancora in analogico, la potenza del segnale in entrata è bassa, sono quindi d'amplificare, ma come? Si utilizzano i raffreddamenti criogenici, in modo che si diminuiscano i livelli di rumore della componentistica elettronica dell'antenna. L'uso del raffreddamento criogenico non è molto utile per i segnali più alti. Successivamente si usano dei filtri per pulire il segnale, viene poi convertito da segnale analogico a digitale e trasferito con fibra ottica, verrà poi riconvertito a segnale analogico, grazie a dei processori di conversione.

Nei boxes di raccolta dati, i componenti per il segnale in analogico sono protetti da una scatolina, in modo che, se ci sono dei problemi di tensione, il circuito cambia da aperto a corto circuito, preservandosi.

Prima di essere mandato in fibra ottica, il segnale viene filtrato nuovamente (il segnale analogico viene trasmesso con dei grossi cavi, mentre il segnale digitale (byte) con dei spin piccolini).

Il segnale sarà poi campionato. Per fare un campionamento corretto è opportuno utilizzare la regola di Nyquist, utilizzando quindi una frequenza doppia rispetto al segnale in modo che si facciano meno errori.

Visto un segnale digitale, codificato in byte, in un grafico, si vedrà a “scalini”, dove ogni “scalino” corrisponde al cambio del livello: se, per esempio, il cambio di livello si ha ogni 1 V, ogni “scalino” corrisponderà alla numerazione in byte successiva.

Più la velocità di campionamento è bassa, più byte sono disponibili, più byte sono presenti, più il grafico ha una risoluzione elevata, ma contemporaneamente più il circuito è complesso, quindi avrà un costo maggiore.

Se un segnale è a frequenza troppo alta, o comunque abbastanza alta da risultare difficile poterlo campionare bene, la banda d'interesse viene traslata in una banda di frequenza più bassa (es 10MHz) in modo che sia più semplice. Questo viene fatto grazie al Mixer (down conversion).

Gli strumenti più utilizzati per le variazioni di segnale sono:

- Oscilloscopio, per la variazione nel tempo della sinusoide del segnale. Si possono conoscere le variazioni d'ampiezza (il valore picco-picco), della frequenza (o periodo) e dov'è posizionata rispetto all'origine.
Bisogna fare molta attenzione al campionamento, perché, se non si soddisfa il teorema di Nyquist, la forma del segnale che si vede non corrisponde alla forma reale. Date le specifiche, ha la possibilità di poter fare una ferma immagine in caso di anomalie o punti critici, quando avviene un evento che le soddisfa, facendone vedere la forma.
- Spettrometro, per la variazione del segnale in frequenza, dopo aver convertito il segnale da analogico a digitale ed aver moltiplicato per il valore di traslazione del Mixer. Utilizzato per la ricerca di molecole.
- Analizzatore vettoriale, per la variazione del segnale in guadagno e riflessione

27/06/2016

In questa giornata, con Claudio Bortolotti e Mauro Roma, si è parlato del laboratorio d'interferenze radio.

Il problema principale delle osservazioni Radioastronomiche sono le interferenze radio, in quanto possono compromettere la raccolta dei dati. Per identificare la sorgente d'interferenza è necessaria una triangolazione, ovvero sono necessari tre punti:

- la parabola;
- la torre che ricerca le interferenze, presente all'Istituto;
- il furgoncino mobile dell'Istituto.

Per prima cosa si è vista la torre utilizzata per le triangolazioni, salendo in cima e analizzando le antenne presenti. Si è poi scesi e andati in aula didattica, dove hanno parlato della protezione dalle interferenze radio: L'ITU (Committed to connecting the world) è un ente internazionale che riparte varie frequenze tra gli stati membri. Queste bande diventano protette, sia a livello Nazionale che a livello Internazionale, chi viola queste bande è perseguibile legalmente. In Italia è il Ministero dello Sviluppo Economico che si occupa di adoperare un piano Nazionale per la ripartizione. A livello Europeo il CRAF

(Committee on Radio Astronomy Frequencies) si occupa di rappresentare le strutture quando ci sono delle problematiche. L'ITU regola le richieste delle frequenze delle parabole dei vari Paesi. In Italia sono comunque presenti gli Ispettorati Territoriali, enti presenti in ogni regione cui rivolgersi per i problemi. Esiste una normativa, chiamata ITU-R RA 769-2, che indica i limiti cui ogni ente può lavorare. Negli osservatori radioastronomici, in particolare nell'osservatorio di Medicina, si eseguono osservazioni in continuo (solo da parte della Croce del Nord o della parabola) e ricerche di linee spettrali dedite a molecole specifiche, ma purtroppo, per effetto Doppler, è possibile che si vada in bande di frequenze non più protette, rendendo impossibile l'osservazione delle linee. In seguito abbiamo guardato molti grafici, dove abbiamo visto vari rilevamenti della parabola con molte delle possibili interferenze;

Sono state viste molte armoniche, che sono frequenze che si ripetono ed è deleterio per la parabola. Tra i grafici delle interferenze, ne sono state viste di una radiosonda, fenomeni di propagazioni naturali del segnale, piccole scariche elettriche nelle nubi e le piccole scariche che si creano su un cavo della 15000 V con la pioggia.

Dopo la presentazione si è andati fuori a vedere il Laboratorio mobile, il furgone utilizzato come terzo punto per la triangolazione di un'interferenza. La struttura è analoga alla torre, con un palo di 11 m di altezza e con le antenne poste a 45° in modo che, essendo l'antenna polarizzata, quindi con direzione orizzontale, verticale, circolare verso destra e circolare verso sinistra, la perdita di segnale sia minima in ambedue le direzioni. Dopo aver allungato il palo, è stata fatta fare una prova agli stagisti: è stata presa una bussola ed è stato inserito il valore in uno degli strumenti presenti. Utilizzando il valore della bussola come valore fisso ci si poteva dirigere nella direzione dell'interferenza. Per far funzionare la strumentazione è stato montato un alternatore per la corrente a 220V.

Le fasi per la ricerca di un'interferenza sono: Trovata un'anomalia in una rivelazione, si prende il furgoncino e si va in ricerca della sorgente, si cerca di triangolarla per poi presentarsi sul posto e accertarsi che sia quella la sorgente; dopo di che si fa' una segnalazione formale agli Ispettorati Territoriali che risolveranno il problema.

Dopo la visita del Laboratorio Mobile si è andati nel Laboratorio d'Interferenze e lì è stata fatta vedere la strumentazione utilizzata per le rilevazioni.



Figure 7: Il Laboratorio Mobile

28/06/2016

Martedì è stata fatta una lezione al CNR di Bologna con la Professoressa Gregorini. È stata vista una presentazione in preparazione al Laboratorio di Interferometria del giorno successivo; in particolare si è parlato parlato di:

- Interferenza. L'interferenza è dovuta alla sovrapposizione di due o più onde; si osserva che l'intensità dell'onda risultante può essere diversa rispetto alla somma

dell'intensità di ogni onda. Perché due onde diano interferenza devono avere la stessa frequenza, coerenti quindi sia dal punto di vista spaziale che temporale. Si dice che sono interferenze costruttive quando l'intensità delle due è superiore rispetto alle due singole e si dice che sono interferenze distruttive quando l'intensità delle due è inferiore rispetto alle due singole; se due onde sono in concordanza di fase si ottiene un'onda ampia quanto la somma delle due (interferenza costruttiva), se le due onde sono in discordanza di fase si distruggono (interferenza distruttiva). Le interferenze si vedono a frange, luminose se sono costruttive o scure se sono distruttive, e sono tanto più strette e ravvicinate quanto la lunghezza d'onda è piccola.

- Diffrazione. La diffrazione è la deviazione delle onde dalla loro propagazione rettilinea quando incontrano un ostacolo. Sono visibili quando la lunghezza d'onda delle onde incidenti è simile alla dimensione dell'ostacolo.
- Interferenza e diffrazione. Se si pone uno schermo dietro delle fenditure, cui passa un'onda monocromatica, si vedranno frange chiare e scure della stessa larghezza ma con intensità modulata dalla diffrazione. L'immagine che si forma è rifratta, tante immagini rifratte che si propagano formano sorgenti e/o cose che non esistono. Per rimediare viene utilizzato un software che consente di pulire e ricostruire l'immagine, togliendo i lobi secondari e lasciando solo il beam centrale.
- Interferometria. L'interferometria si basa sul principio dell'interferenza. In Radioastronomia è utilizzata per aumentare il potere risolutivo dello strumento, mettendo in relazione tre loro diversi telescopi. Il parametro del diametro è la distanza tra due antenne; più sono lontane, migliore sarà il potere risolutivo, ma la sua sensibilità non avrà le stesse prestazioni della singola antenna. Come si possono avere dei dati reali di un'onda poiché arriva in momenti diversi alle antenne? Bisogna che il segnale sia ritardato nell'antenna cui arriva prima, in modo che la sorgente sia identica.
- Alcuni oggetti principali che emettono nel radio come Pulsar, stelle di neutroni che ruotano a una velocità molto elevata e che emettono la loro radiazione elettromagnetica osservabile come impulsi quando una delle due regioni polari guarda nella stessa direzione di un Radiotelescopio; supernove, esplosioni stellari dove la parte più interna implode su se stessa e la parte più esterna esplode verso l'esterno, la radiazione emessa può, per brevi periodi, superare quella di un'intera galassia; molecole presenti nelle nubi per le formazioni di nuove stelle, osservabili a determinate frequenze tipiche della molecola stessa; radiogalassie potenti (circa il 10%) e meno potenti (circa il 90%), dove hanno un'emissione radio molto intensa; Quasar, un nucleo galattico attivo estremamente luminoso e molto distante dalla Terra; MASER, simile a un laser con la differenza che lavora nella regione delle microonde, si possono trovare in natura solo nelle condizioni di nascita e di morte di una stella, dove gran parte degli elettroni delle molecole presenti si trovano allo stato eccitato, stimolati dall'UV emesso, e, quando decadono, emettono fotoni di frequenza pari al loro salto quantico.

Il giorno seguente alla lezione, è stato fatto il Laboratorio di Interferometria insieme a Roberto Ricci al Centro Visite. Appena arrivati, è stato fatto un giro per il centro, poi si è entrati in un'aula per il laboratorio. L'interferometro presente presso il Centro Visite è principalmente a uso didattico e lo si poteva osservare con una webcam su uno schermo, in un secondo schermo si poteva vedere il grafico che si otteneva puntando il Sole e in terzo schermo si poteva leggere il pdf con la descrizione dell'esperimento. Inizialmente si è parlato dell'interferometro: è composto da 36 dipoli direttori che vanno in risonanza tra loro con un'ampiezza delle antenne di circa 3,5m, il dipolo più lungo è chiamato riflettore, scherma la radiazione proveniente dal terreno e riflette la radiazione proveniente dal cielo, mentre il dipolo più corto è chiamato direttore; il dipolo collettore raccoglie la radiazione degli altri dipoli (direttore e riflettore) e la trasforma in differenza di potenziale, per poi trasportarla con un cavo coassiale sino al correlatore finale.

Il lavoro è stato suddiviso in più parti:

- Passo uno, puntare l'antenna. Il programma calcola le coordinate istantanee del sole e punta l'antenna nella posizione iniziale di azimut e di elevazione (queste sono coordinate locali, col passare del tempo cambiano anche le coordinate), abbiamo posto l'antenna a 50° dal sole per fare una scansione orizzontale (dove varia l'azimut e resta costante l'elevazione).
- Passo due, calcolo del rumore. Si stampa il grafico del segnale ricevuto dall'osservazione, si trova l'intensità massima e minima. Nel nostro caso nei primi dieci secondi avevamo un'intensità di circa 18,2 mV, valore che deve essere diviso per sei (cioè per un valore che indica la dispersione intorno alla media). Il nuovo valore ottenuto è di $3,07 \times 10^{-3}$ V (fluttuazione statistica della media di fondo cielo).
- Passo tre, rapporto Segnale/Rumore. Si stampa il grafico del tracciato del Sole e si cerca il valore del picco d'intensità del segnale ($S = 0.6$) in Volt, poi si calcola il rapporto S/N (Signal-to-Noise), pari a circa 200. Questo valore rappresenta una soglia oltre la quale non si può scendere in quanto le sorgenti deboli sono confuse con il rumore.
- Passo quattro, misura della densità di flusso del Sole. Si esprime in Jansky ($1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$) ed è pari a circa $7,5 \times 10^5$ Jy con frequenza di osservazione dell'interferometro pari a $\lambda = 23$ cm.
- Passo cinque, il rumore espresso in Jansky. Si riporta l'intensità in Jy del segnale del Sole, chiamato valore di conversione ($c = 1,2 \times 10^6$), si moltiplica il valore del rumore per il valore c, ottenendo così 3837,5 Jy.
- Passo sei, osservazione interferometrica. È stata rifatta una scansione orizzontale in elevazione a 53° con entrambe le antenne, quindi il segnale è miscelato. Sul grafico la correlazione dei segnali è risultata è piuttosto pulita, con le due tracce

colorate in maniera differente, in rosso la traccia dell'interferometro a "somma", dove il segnale, utilizzando il fondo cielo come valore 0, è sempre positivo, e in verde la traccia dell'interferometro a "prodotto", dove il segnale oscilla, utilizzando il fondo cielo come valore 0, da valori positivi a valori negativi.

- Passo sette, potere risolvente e distanza tra le antenne. Più le frange d'interferenza sono vicine più le antenne dell'interferometro sono lontane, e più le frange sono strette più il potere risolvente è migliore; stampato il grafico dei segnali correlati, si calcola l'intervallo di tempo tra due frange nella correlazione "prodotto", circa di 15 secondi, poi si moltiplica per il valore tabulato della velocità di scorrimento dell'interferometro più simile all'elevazione utilizzata (in questo caso si utilizza 0,33 gradi/sec), ottenendo così il potere risolvente, pari a 5°. Per sapere la distanza delle antenne si divide la lunghezza d'onda d'osservazione per il potere risolvente e si trasforma in radianti, ottenendo così una distanza di 262,2 cm. Sapendo che la distanza delle antenne è di circa 3,5 m si suppone che il potere risolvente calcolato non sia corretto, questo perché, probabilmente, i valori di velocità di scorrimento dell'interferometro tabulati non corrispondono ai valori reali di attuale scansione.

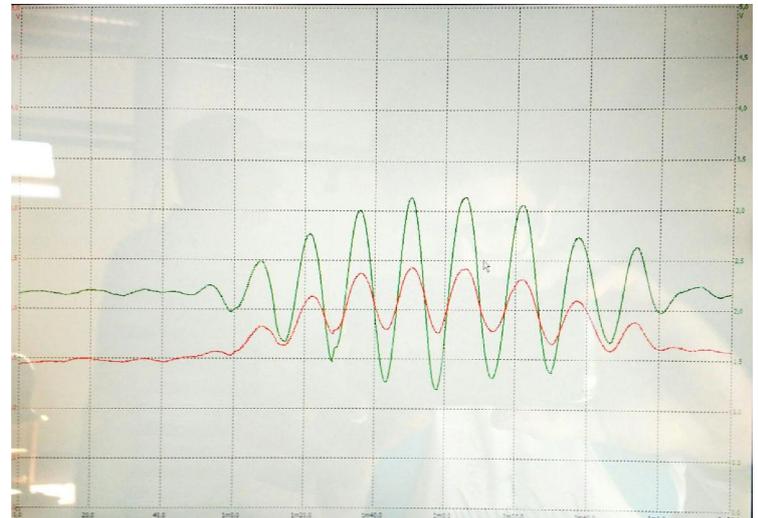


Figure 8: Grafico del Sole con i segnali delle antenne correlati. In ascissa si trova il tempo (sec) e in ordinata si trova la potenza elettrica (V). La traccia rossa indica il segnale dell'interferometro a "somma", la traccia verde indica il segnale dell'interferometro a "prodotto".

Dopo questo laboratorio è stato fatto vedere il film in 3D, riguardante i Radiotelescopi, principalmente quello di Medicina.

30/06/2016

Giovedì, con Stelio Montebugnoli, si è parlato del progetto SETI (Search for Extra-Terrestrial intelligence): esiste la vita nell'Universo? È molto probabile che ci sia perché gli elementi chimici simili alla vita terrestre sono comuni in tutto l'Universo.

Incontreremo mai un alieno? Molto improbabile perché le distanze che sarebbero da percorrere sono troppo elevate.

Quale tipo di segnale potrebbe rilasciare, volontariamente o involontariamente, un alieno? Un qualche segnale nello spettro elettromagnetico, si presuppone che sia più probabile nella banda radio, dove i nostri radiotelescopi sono gli strumenti più adatti per captarli poiché hanno una sensibilità molto più alta di altri strumenti comuni, e nella banda del visibile, dove si possono utilizzare telescopi ottici. La ricerca di un segnale alieno è possibile solo se l'alieno stesso ha, anche lui, una tecnologia tale per cui riesce a mandare un segnale. Anche lui potrebbe vedere un nostro segnale, se per esempio passasse a 70 – 80 anni luce di distanza dalla Terra, vedrebbe tutte le nostre emissioni radio.

Se passasse oltre questa distanza non vedrebbe nulla, ma non per questo significa che noi non ci siamo.

Come si fa' a riconoscere un segnale alieno? Di principio si suppone che il segnale sia monocromatico, perché è un tipo di segnale che in natura non esiste, ma ancora non si è ricevuto nulla.

A quale frequenza della banda radio? A una frequenza nota a tutti coloro che fanno osservazioni nel radio, cioè alla frequenza d'emissione dell'idrogeno. Per la ricerca di un segnale extraterrestre si fa' un'analisi di spettro (analisi di Fourier): se si vuole verificare la presenza di un segnale monocromatico, bisogna "affettare" la banda con dei filtri (creare cioè delle sotto bande, separando il rumore random), ognuna della quale fa' passare una determinata frequenza, per poi analizzarle una alla volta.

Una cosa importante è che un segnale monocromatico non può trasmettere delle informazioni, può quindi solo far capire che c'è qualcuno che lo sta mandando; oltretutto sarebbe difficile comunicare con una forma di vita extraterrestre, non ci si potrebbe comprendere perché i linguaggi sono differenti.

È stato detto che un segnale viene analizzato da uno spettrometro, quindi segue una schema come:

Antenna → Ricevitore → Spettrometro

Però l'uso dell'antenna ha un costo, diventa difficile poterle utilizzare per il progetto SETI, quindi si è deciso di utilizzare un altro metodo:

Antenna → Ricevitore → Elaboratore dati
 |
 → Spettrometro

Mentre il segnale viene mandato dal ricevitore all'elaboratore dati si sdoppia e si fa' mandare anche allo spettrometro, senza provocare alcun tipo di modifica. Così facendo non si ha la possibilità di scelta della frequenza, si può solo adoperare quella dell'astronomo.

Per comunicare con una forma di vita extraterrestre è stato pensato un linguaggio universale, chiamato LINCOS, pensata dal dottor Hans Freudenthal. Alcuni esempi (tratti da *Wikipedia, l'Enciclopedia libera*):

Testo nella LINCOS	Senso
$H_a \text{ Inq } H_b ?x \ 4x=10$	Ha parla a Hb: Cosa è x se $4x=10$?
$H_b \text{ Inq } H_c ?y \ y \text{ Inq } H_b ?x \ 4x=10$	Hb parla a Hc: Chi mi ha chiesto x tale che $4x=10$?
$H_c \text{ Inq } H_b \ H_a$	Hc parla a Hb: Ha.

Come si riconosce una frequenza proveniente dalla Terra piuttosto che da fuori? Dall'effetto Doppler. Un segnale monocromatico proveniente da forme di vita extraterrestri deve essere shiftato in frequenza secondo la legge di Doppler.