Comunicazioni EME ed Elementi di Radioastronomia

30 Settembre 2016

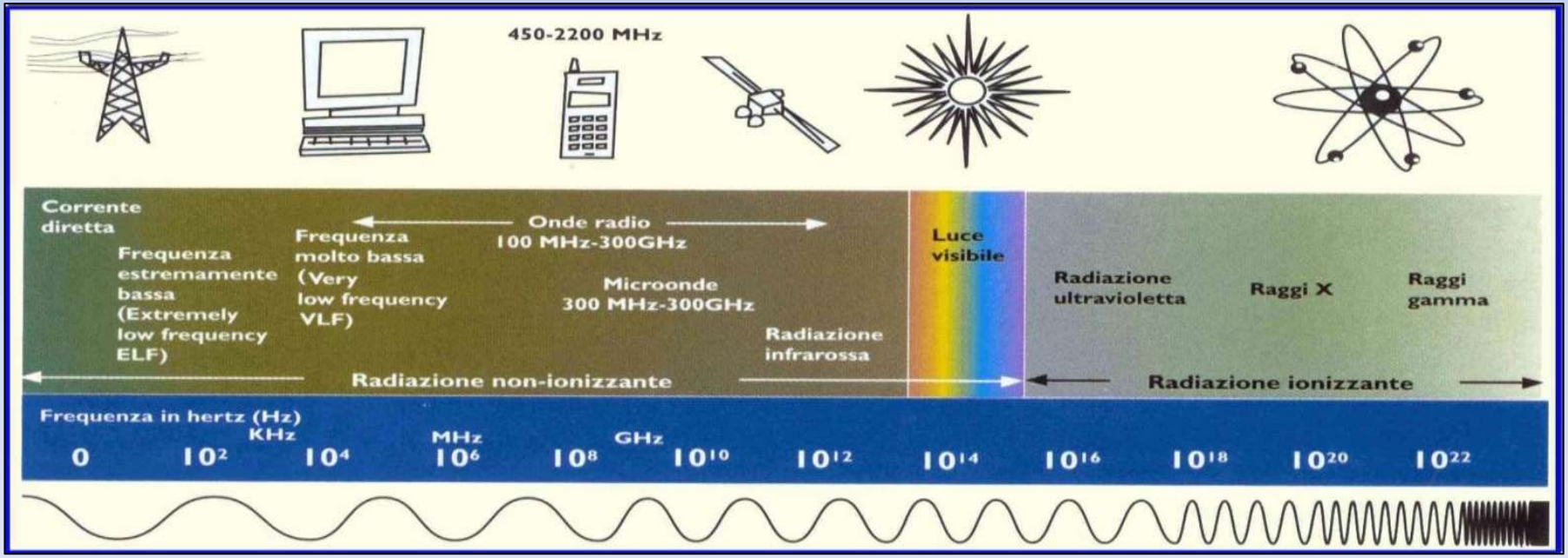
AGENDA

- Elettromagnetismo e Radioastronomia.
- Origini della Radioastronomia.
- La Radioastronomia in Italia.
- Cosa possono fare i «Radioastroamatori».
- La ricezione delle Pulsars.

Elementi di Radioastronomia

Radioastronomia ed astronomia ottica

- La radioastronomia e l'astronomia ottica sono due discipline molto vicine che hanno l'obiettivo di analizzare la radiazione elettromagnetica proveniente da oggetti celesti.
- La differenza sostanziale fra le due discipline risiede nel sistema di analisi e ricezione che deve essere disegnato per decodificare onde elettromagnetiche con lunghezza d'onda enormemente differente.



http://www.arpa.veneto.it/

Elementi di Radioastronomia

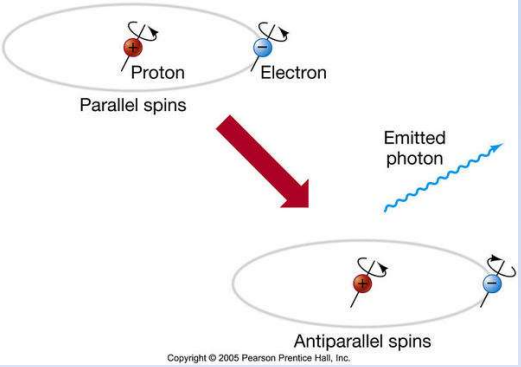
Radiazione elettromagnetica

- La radiazione elettromagnetica è un fenomeno fisico che consiste nell'esistenza contemporanea di un campo elettrico e di un campo magnetico mutualmente accoppiati. Il termine onde elettromagnetiche deriva dall'andamento ondulatorio del campo.
- Le radiazioni elettromagnetiche possono essere di origine naturale o artificiale.
- Le radiazioni artificiali iniziano verso la seconda meta' dell'ottocento con l'inizio dell'impiego dell'elettricita' su larga scala e si incrementano dal 1900 con gli esperimenti di Guglielmo Marconi e l'inizio delle telecomunicazioni.
- La piu' potente sorgente di onde elettromagnetiche naturali e' il sole seguito dal fenomeno dlle scariche atmosferiche e da quello delle scariche elettrostatiche .
- Le radiazioni elettromagnetiche non ionizzanti sono state classificate come cancerogene di tipo 2B (evidenze incerte su animali da laboratorio) dalla IARC (International Agency for Research on Cancer https://www.iarc.fr/) come il caffe' …. mentre l'alcool e' classificato cancerogeno di tipo 1 (sostanza sicuramente cancerogena per l'uomo).

Elementi di Radioastronomia

Radiazione elettromagnetica in radioastronomia

- L'emissione che più comunemente troviamo in Radioastronomia è **l'emissione termica** che è comune a tutti i corpi con temperatura superiore allo zero assoluto (-273,15 °C) . Secondo la legge di Wien il prodotto della lunghezza d'onda di massima emissione con la temperatura del corpo emittente è una costante ; questo significa che se aumenta la temperatura del corpo emittente la lunghezza d'onda λ_{max} deve diminuire.
- Altri fenomeni di emissione vengono prodotti dalla interazione di particelle ad alta energia e campi megnetici (**radiazione di ciclotrone e sincrotrone**), da fenomeni di tipo quantistico quali **l'effetto Compton** (cessione energia fra fotoni ed elettroni) e da fenomeni di **variazione dello spin degli elettroni** .

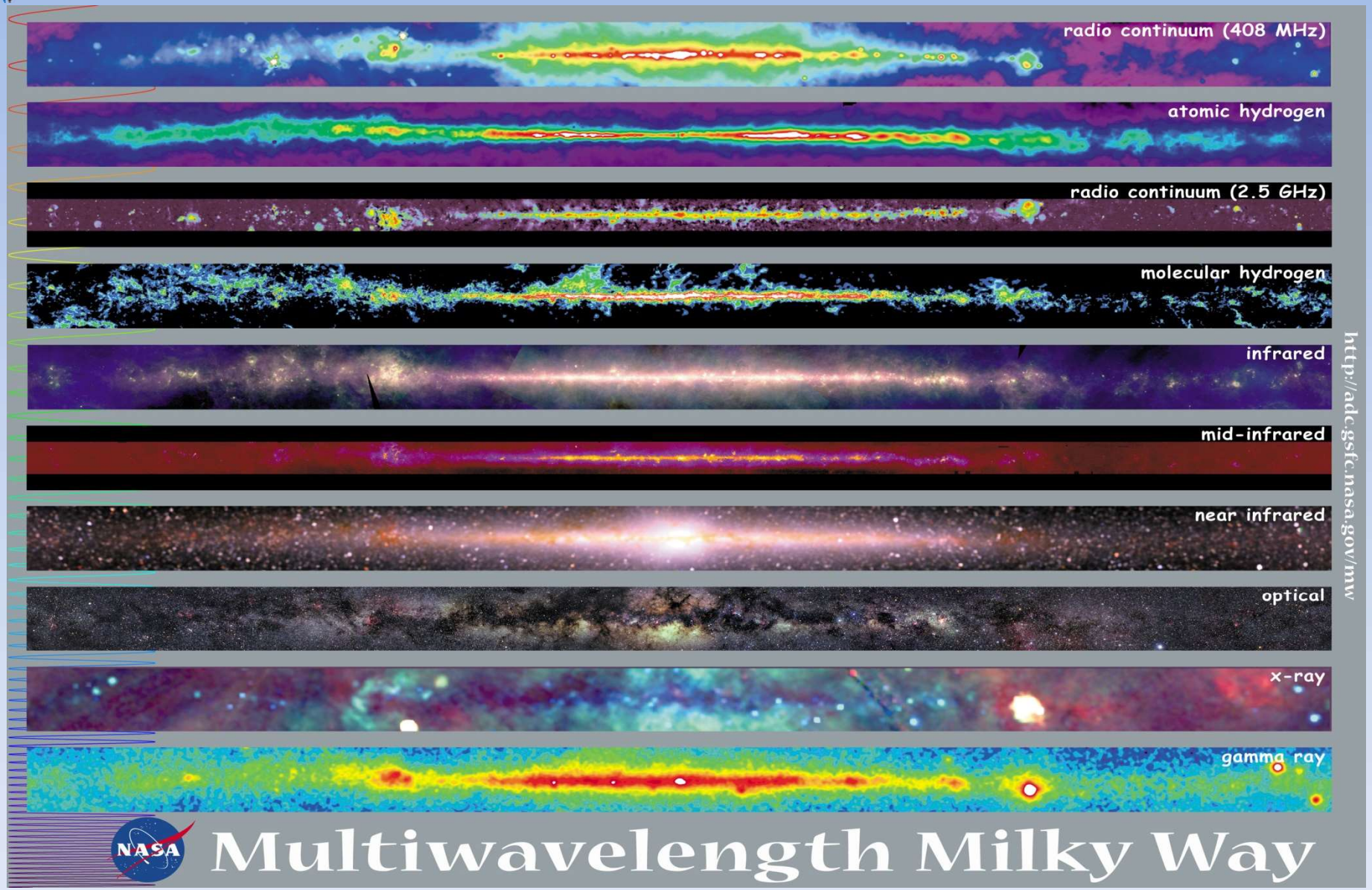


https://safe.nrao.edu/

La radiazione a 21 cm dell'idrogeno (**riga dell'idrogeno**) è prodotta dalla transizione tra lo stato a spin paralleli tra elettrone e protone e lo stato a spin antiparalleli.
Lo stato a spin paralleli è instabile e si produce nello spazio a causa dell'urto tra le molecole di idrogeno neutro. Il fenomeno , pur se non molto probabile, è osservabile a causa dell'enorme disponibilità di idrogeno interstellare neutro.

Elementi di Radioastronomia

Radiazione elettromagnetica in radioastronomia



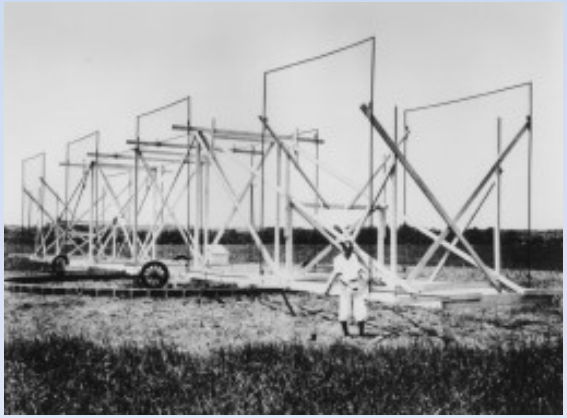
Elementi di Radioastronomia

Nascita della radioastronomia

La nascita della Radioastronomia è un bellissimo esempio di ***serendipity*** : una scoperta avvenuta per caso, cercando tutt'altra cosa !

I laboratori della Bell (Bell Labs) volevano studiare le onde corte (intorno ai 15 metri) per comunicazioni telefoniche transatlantiche e diedero questo incarico all'Ing. Jansky che realizzo' una antenna di grandi dimensioni per ricevere la frequenza di 20,5 Mhz . Con questa antenna Jansky classifico' facilmente il noise atmosferico, ma fu costretto a spendere molto piu' tempo nello studio di un disturbo avente periodicita' di 23 ore e 56 minuti ... Jansky alla fine capi' che il segnale proveniva dal centro della galassia nella costellazione del sagittario !

Il 27 Aprile 1933, Jansky presento' il lavoro "Electrical Disturbances of Extraterrestrial Origin" al congresso della International Union of Radio Science (URSI) segnando la nascita ufficiale della radioastronomia.

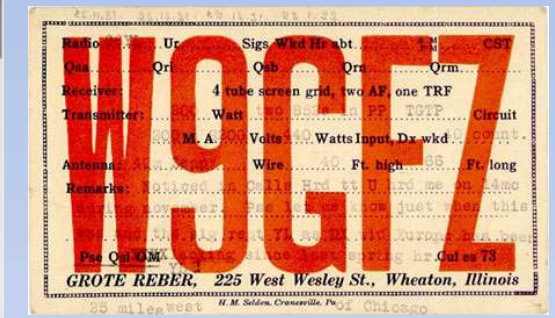


Elementi di Radioastronomia

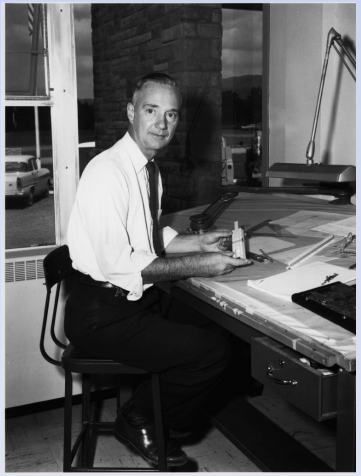
Nascita della radioastronomia

I Bell Labs non furono molto interessati alla scoperta ed assegnaro Janky ad altri studi , ma fortunatamente il suo lavoro fu preso in carico da due altri pionieri .

Grote Reber, W9GFZ, che nel 1937, progetto' ed installo' una parabola da circa 9 metri nel giardino di casa e realizzo' la prima mappatura radio del cielo



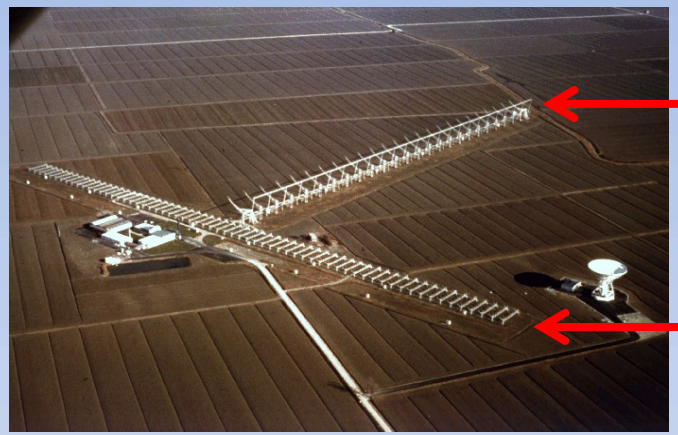
John Kraus, W8JK , che fu il primo a predire e verificare il fenomeno del «meteor scatter» e che fu l'autore di «Radio Astronomy» libro che ancor oggi e' considerato il libro di riferimento per la radio astronomia .



Elementi di Radioastronomia

La radioastronomia in Italia

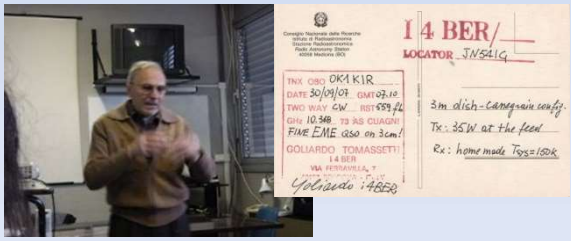
In Italia la Radioastronomia sboccio' negli anni 60 a Medicina (Bologna) con la costruzione della "Croce del Nord" radiotelescopio "di transito" in operazione dal 1967 sui 408 Mhz.



- Il **braccio E-W** è una unica antenna lunga 564 m e larga 35 m. Lungo l'asse focale, si trovano allineati 1536 dipoli equidistanziati di 36 cm.
- Il **braccio N-S** è costituito da 64 antenne lunghe 23,5 m e larghe 8 m, disposte parallelamente a 10 m l'una dall'altra. Sull'asse focale di ogni antenna, analogamente al braccio E-W, sono disposti 64 dipoli.

Anche in Italia alcuni dei maggiori pionieri della radioastronomia furono dei radioamatori :

Gianfranco Sinigaglia, I4BBE Professore alla facolta' di fisica, creatore, insieme al team del Prof.Ceccarelli, della Croce del Nord ed autore di numerosissime pubblicazioni.



Goliardo Tomassetti, I4BER responsabile del laboratorio microonde dell'Osservatorio di radioastronomia di Medicina ed apprezzato divulgatore.

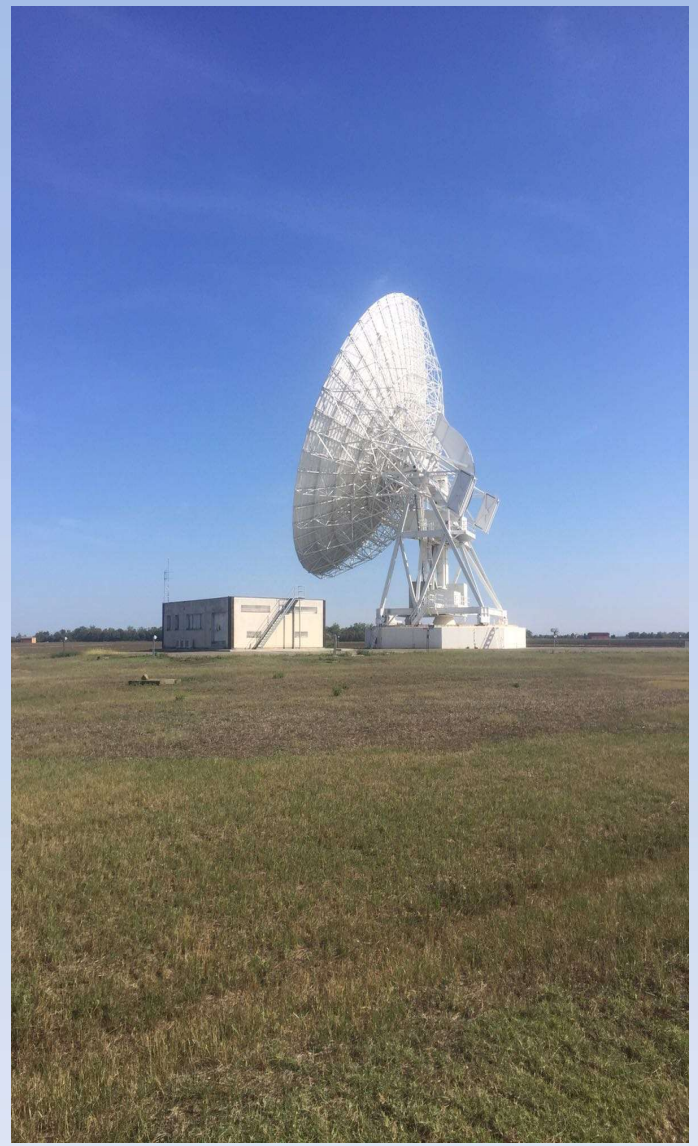
Elementi di Radioastronomia

La radioastronomia in Italia

Verso meta' degli anni 80 il sito di Medicina e' stato ampliato con l'aggiunta di una parabola di 32 metri (con una gemella a Noto in Sicilia) che e' correntemente impiegata sia per osservazioni interferometriche che ad antenna singola in gamma 1.4 GHz - 23 GHz.

Grazie alle tecniche tecniche VLBI (inteferometria ad alta precisone) la parabola e' anche utilizzata in geodesia.

La parabola partecipa anche al progetto SETI utilizzando i dati delle osservazioni in corso senza rubare tempo alle ricerche attive.



Elementi di Radioastronomia

La radioastronomia in Italia : il nostro gioiello

SRT
SARDINIA
RADIO
TELESCOPE

- 64 metri disco primario con specchio da 7.9 metri
- Configurazione gregoriana
- Superficie attiva comandata da 1116 attuatori in grado di controllare le deformazioni entro 3 decimi di millimetro
- Copertura continua da 0.3 a 115 GHz
- 3000 tonnellate di peso

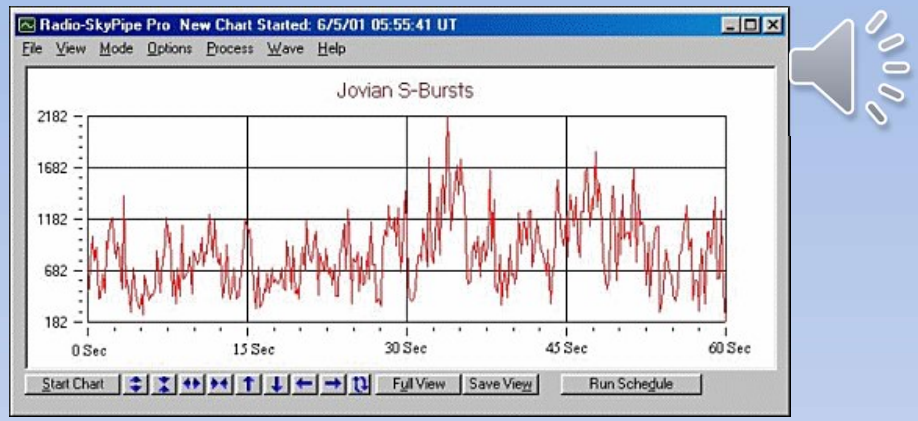
Elementi di Radioastronomia

Radioastroamatori … alcune cose che possiamo fare

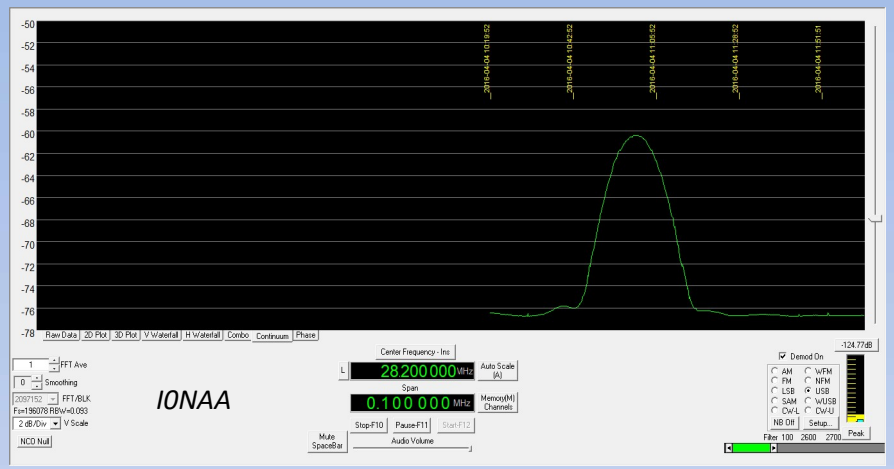
- Rilevare le «tempeste di rumore» di Giove @ 20Mhz.
- Rilevare gli echi radio generati dall'ingresso in atmosfera delle meteore. (144 Mhz)
- Osservare le frange di interferenza di alcuni oggetti celesti.
- Rilevare le piu' forti sorgenti di rumore cosmico.
- Rilevare alcune Pulsars. (400 – 1400 Mhz)
- Eseguir una mappare la via lattea tramite la ricezione della «riga dell'idrogeno» . (1420 Mhz)
- Apprendere sempre meglio le tecnologie radio, informatiche ed astronomiche !
- Partecipare al SETI.

Elementi di Radioastronomia

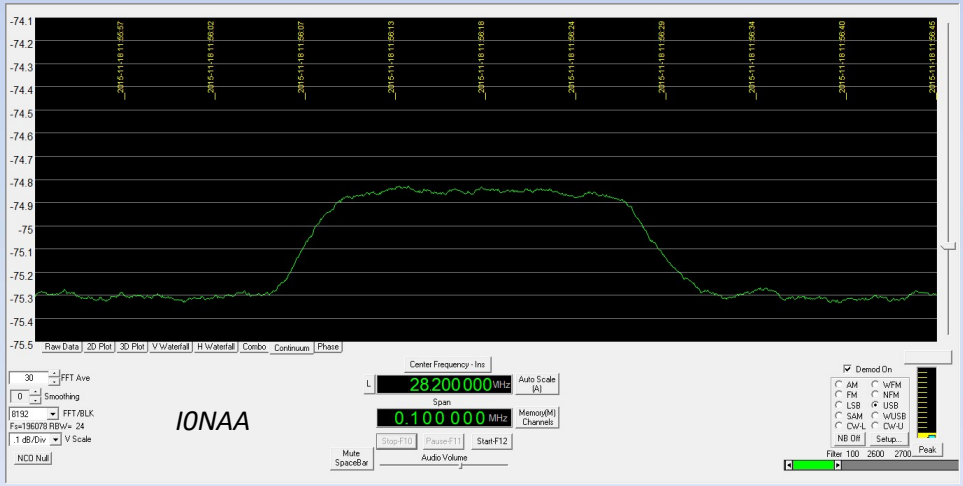
Radioastroamatori … alcune cose che possiamo fare

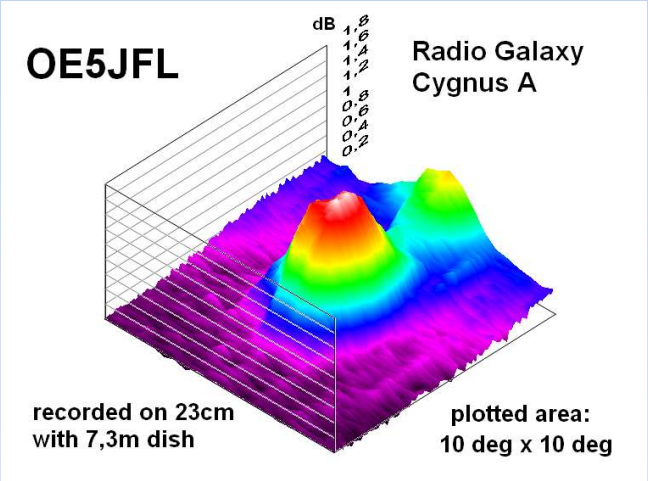


Tempeste su Giove @ 20 Mhz



Noise solare @ 1290 Mhz

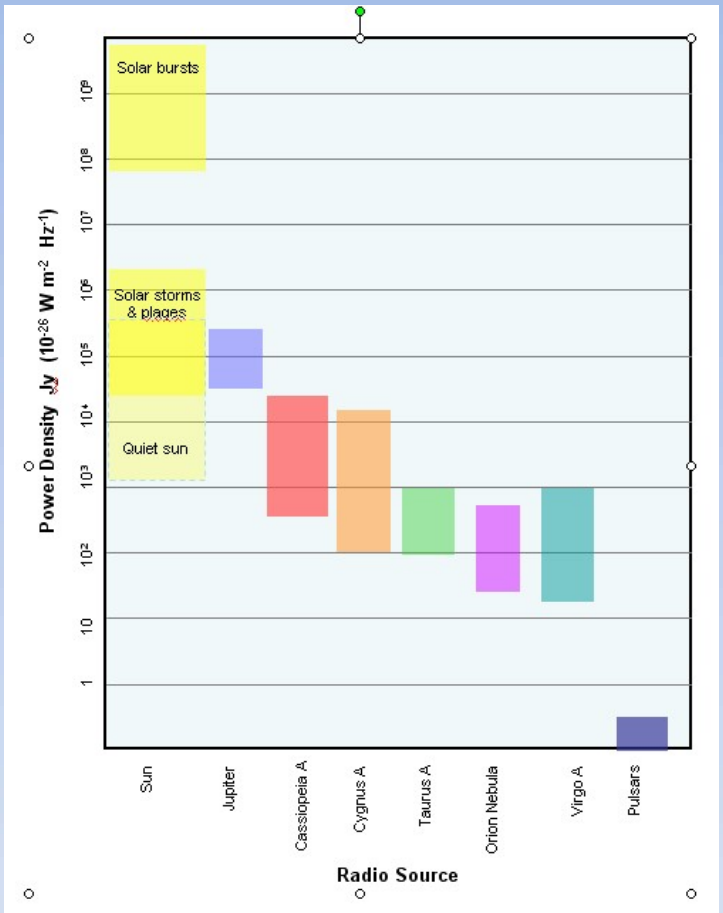




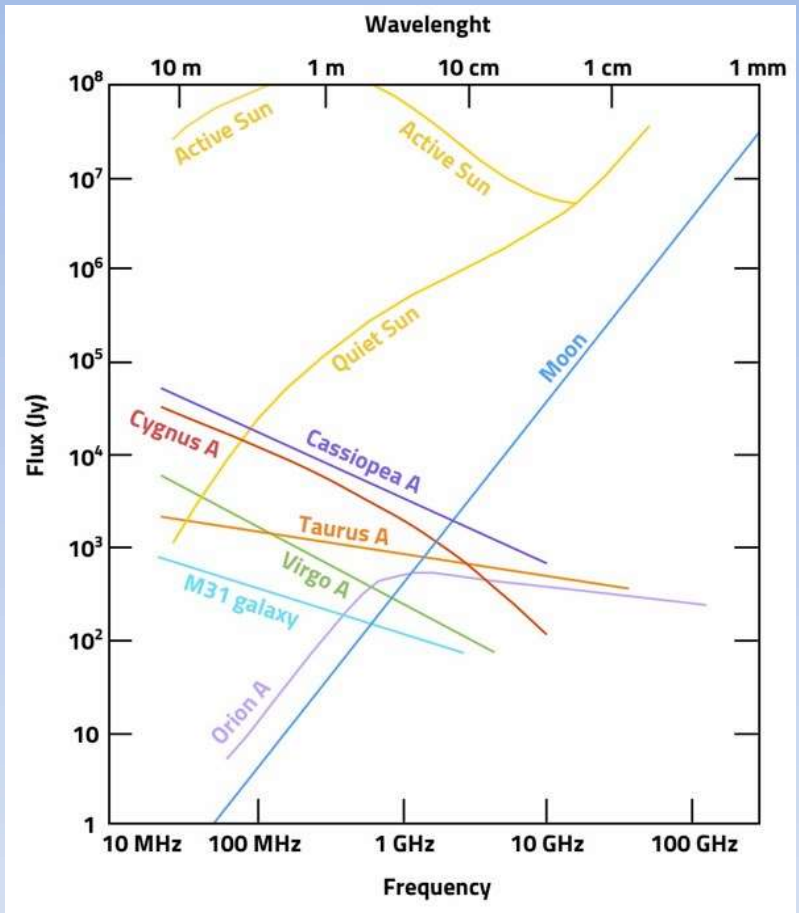
Noise Cygnus – A @ 1290 Mhz

Elementi di Radioastronomia

Radioastroamatori : Le radiosorgenti … facili



http://www.primalucelab.com/

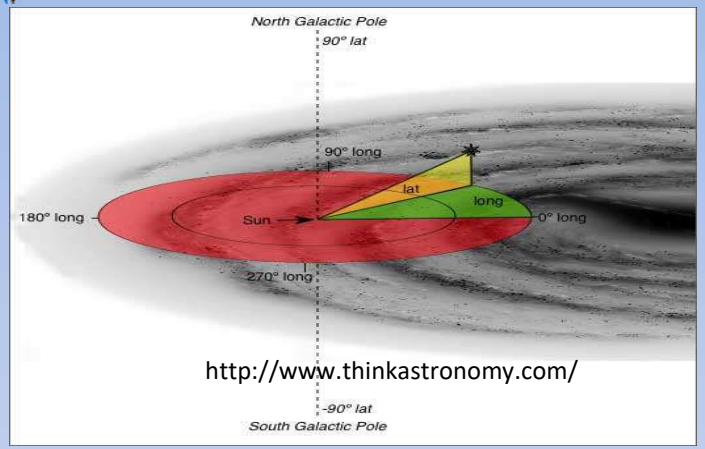


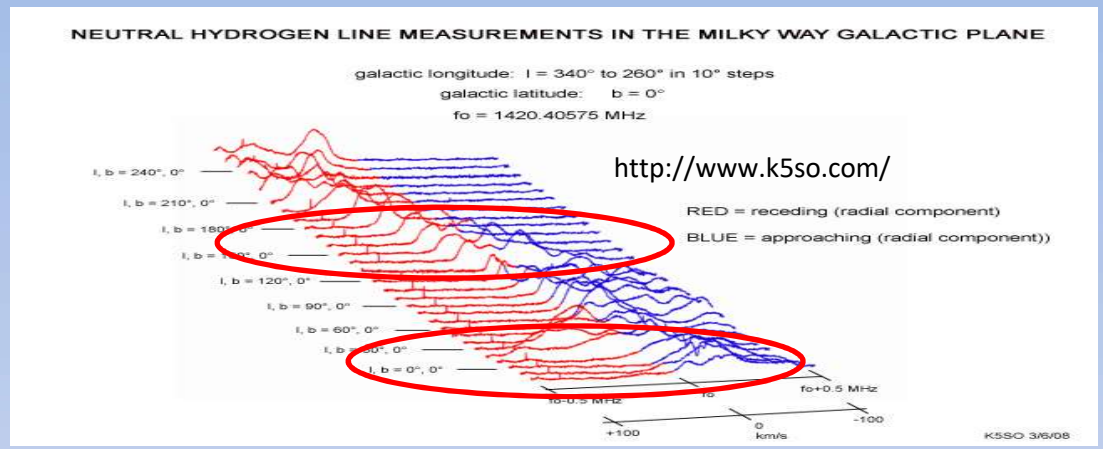
http://www.britastro.org

Numerose radiosorgenti possono essere ascoltate con installazioni abbastanza modeste !

Elementi di Radioastronomia

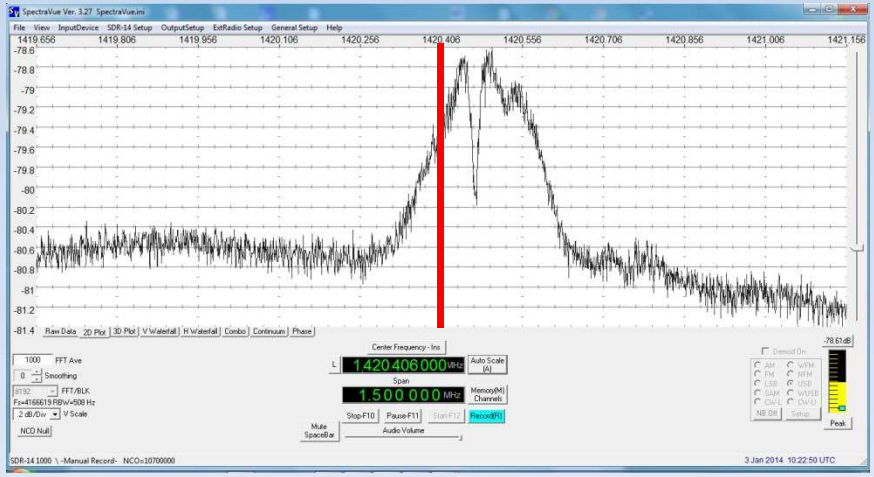
Radioastroamatori … La riga dell'idrogeno …





Nel grafico di K5SO (8.5 Metri Dish) si vede come le frequenza dell'idrogeno e' spostata a causa dell'effetto doppler. Osservando a zero gradi di longitudine lo spostamento nel blu fa vedere che siamo in avvicinamento al centro galassia , mentre osservando a 180 gradi (dalla parte opposta) lo spostamento e' tutto verso il rosso rivelando che ci stiamo allontanando da quelle zone !

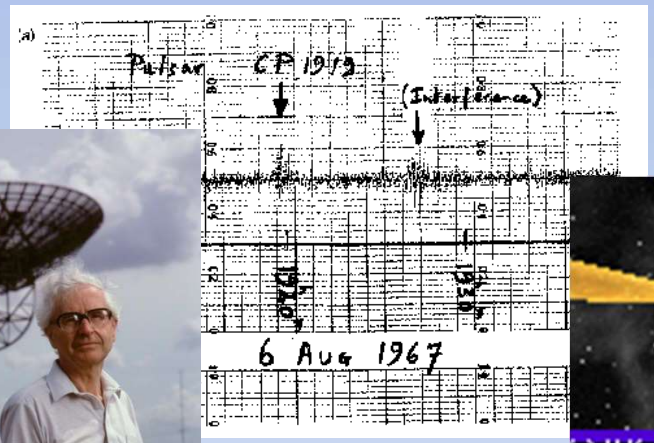
In questo altro grafico, generato da I1NDP (10 Metri Dish) si vedono chiaramente due zone in avvicinamento a velocita' differente .
La frequenza teorica e' quella segnata in rosso.



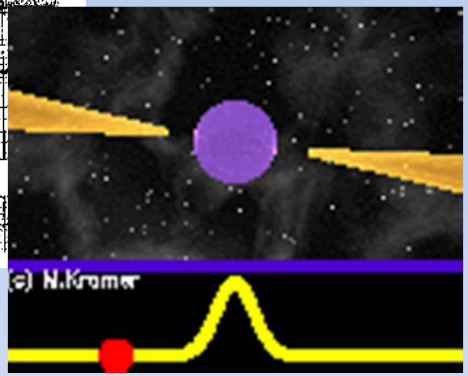
Elementi di Radioastronomia

Rilevare le Pulsars

La prima Pulsar fu scoperta nel 1967 da Jocelyn Bell, studentessa presso l'Universita' di Cambridge, e dal suo supervisore di tesi Anthony Hewish (Nobel per la fisica nel 1974).



http://www.atnf.csiro.au/



Una pulsar è una stella di neutroni, nome derivante dal fatto che contiene 20 volte più neutroni che protoni. Le stelle di neutroni ruotano in modo molto rapido dopo la loro creazione, a causa della legge di conservazione del momento angolare. Nel caso di pulsar ordinarie, la loro massa è pari a quella del Sole, ma sono compresse in un raggio di una decina di chilometri, quindi la loro densita' è enorme. Il fascio di onde radio emesso dalla stella è causato dall'azione combinata del campo magnetico e della rotazione.

Elementi di Radioastronomia

Il suono delle Pulsars

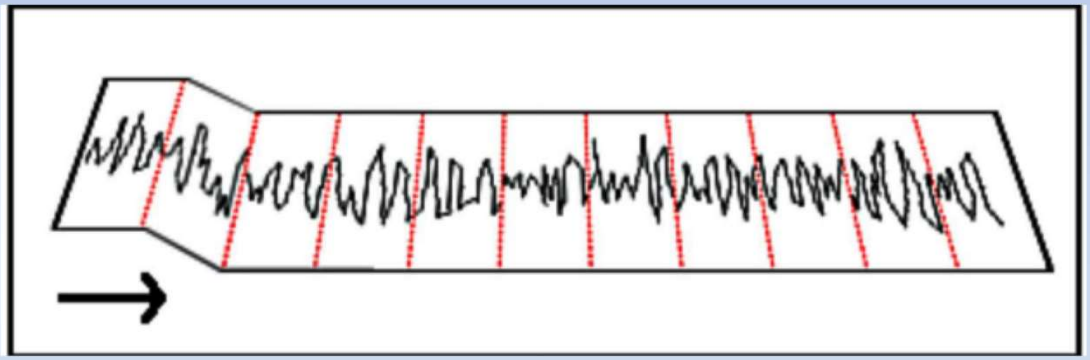
Jodrell Bank Observatory, Universita' di Manchester , disco da 76 metri di diametro ...

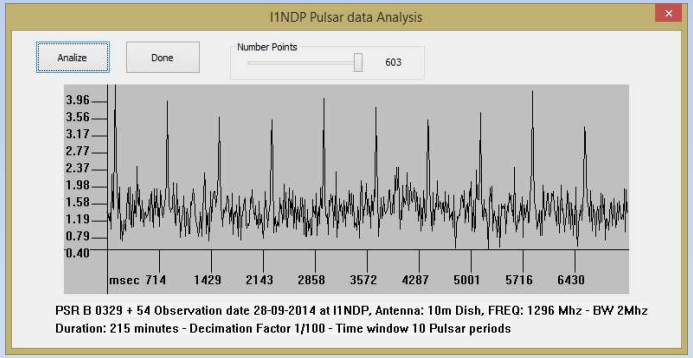
http://www.jb.man.ac.uk/pulsar/Education/Sounds/0329_seq.mp4

Elementi di Radioastronomia

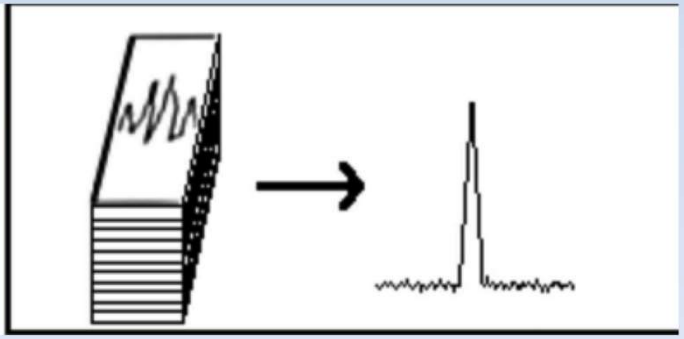
Rilevare le Pulsars

Il rumore impulsivo generato dalle Pulsars e' estremamente debole e si misura in Jansky (Jy).
1 Jy e' una misura di flusso ed e' uguale a 10E-26 watts per metro quadro per Hz ed e' equivalente -260 dBW/(m^2·Hz), oppure a −230 dBm/(m^2·Hz).
Come riferimento basti pensare che 1Jy e' circa l'energia che si riceverebbe sulla terra da una lampadina da 100W ad una distanza 7 volte quella di Nettuno….





Per riuscire a rilevare il segnale si debbono inpiegare tecniche di DSP (Digital Signal Processing). La piu' usata e' le tecnica del «folding» che permette di sommare in maniera «sincrona» gli intervalli temporali di osservazione.



Elementi di Radioastronomia

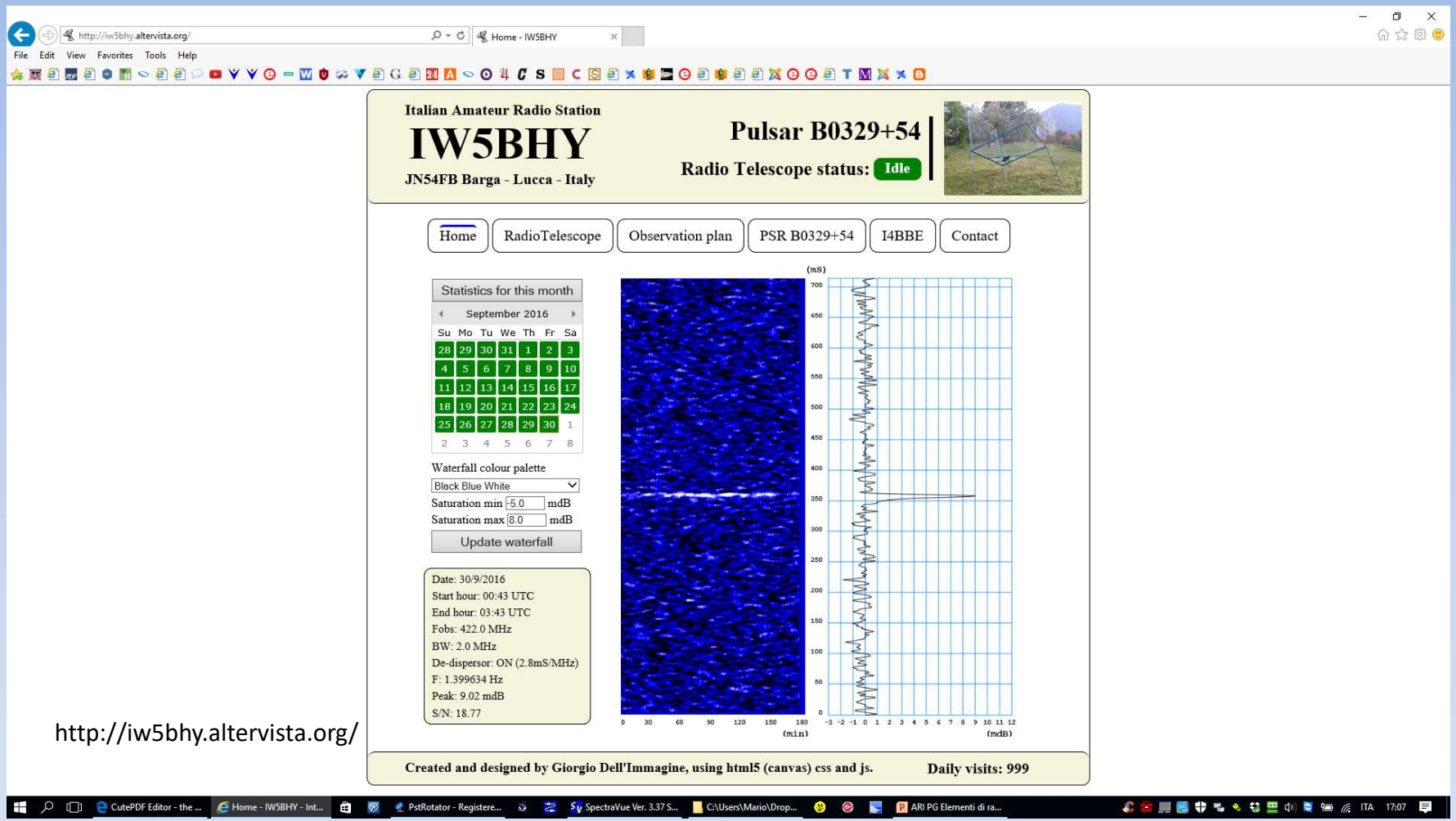
Rilevare le Pulsars

- ✓ Andrea Dell'Immagine# (IW5BHY) April 2016: 3D corner reflector antenna @ 422 MHz (roughly equivalent in aperture to a 2.2 metre diameter dish). The corner reflector was constructed by Maurizio Gragnani (IU5BEC). Andrea has kindly given permission to reproduce details of his latest system which has detected B0329+54. .
- ✓ Jean-Jacques Maintoux# **(F1EHN) April/July/August 2016: 3.3 metre diameter dish antenna @ 1427 MHz**. Jean-Jacques has kindly given permission to reproduce details of his system which has detected B0329+54 (April 2016, B0950+08 (July 2016) and B1133+16 (August 2016) . .
- ✓ Andrea Dell'Immagine# **(IW5BHY) December 2015 - January 2016: 4 metre diameter dish antenna @ 422 MHz**. Andrea has kindly given permission to reproduce details of his system which has detected B0329+54.
- ✓ Andrea Dell'Immagine# (**IW5BHY) and Gabriele Tucci# (IK5VLS) January 2015: 4 metre diameter dish antenna @ 1296 MHz.** Andrea has kindly given permission to reproduce details of their system which has detected B0329+54.
- ✓ Joe Martin# **(K5SO)** circa 2007: **8.6 metre diameter parabolic dish antenna @ 436 MHz**. Joe has kindly given permission to reproduce details of his system which has detected B0329+54 and B0950+08.
- ✓ The DL0SHF Group - Klaus Fenger# **(DF5DU**), Per Dudek **(DK7LJ)** and Joachim Köppen (DF3GJ) use a **9 metre diameter dish @ 1296 MHz**. They have detected at least three pulsars (B0329+54, B0950+08 & B1933+16). Permission has kindly been given to reproduce details of their activities.
- ✓ Nando Pelligrini# **(I1NDP)** and Ferruccio Paglia# **(IW1DTU)** have detected B0329+54 using a **10 metre dish @ 1296 MHz**. Nando has kindly given permission to reproduce details of their system. .
- ✓ **Astropeiler Stockert Group** - Wolfgang Herrmann# **:** ongoing observations using a **25-meter-diameter parabolic dish antenna @ 1420 MHz** (amateur group). Wolfgang has kindly given permission to link to a PDF file describing the Pulsar activities at Astropeiler Stockert.
- ✓ CA Muller Radio Astronomy Station **(CAMRAS)** October 2008 - Using a **25-meter-diameter parabolic dish antenna at the Dwingeloo Radio Observatory**, Paul Boven (PE1NUT) and Pieter-Tjerk de Boer# (PA3FWM) have detected B0329+54 at 1.3 GHz and 440 MHz. Pieter-Tjerk has kindly given permission to reproduce details of their system. .
- ✓ Michiel Klaassen# - Using a 25-meter-diameter parabolic dish antenna at the Dwingeloo Radio Observatory, Michiel has detected B0329+54 at 419 MHz and has kindly given permission to reproduce details of the system. .
- ✓ Moe Wheatley **(AE4JY)** and Pieter Ibelings **(N4IP)** circa 2005: **26-meter-diameter parabolic dish antenna @ 327 MHz** (borrowed time on PARI antenna). Moe has kindly given permission to reproduce details of the system used at the PARI facility and the results..
- ✓ Peter East# (UK) and Guillermo Gancio# (Argentina) May 2015: Peter and Guillermo have collaborated to detect the Vela Pulsar (B0833-45/J0835-4510) using **a 30 metre dish @ 1420 MHz in Argentina**. Permission has been granted to reproduce details of their system and results.

http://www.neutronstar.joataman.net/

Elementi di Radioastronomia

Rilevare le Pulsars



http://iw5bhy.altervista.org/

Andrea ha realizzato un radioosservatorio «permanente» per l'osservazione della PSR B0329+54 e lo ha messo a disposizione di tutti on line !

Elementi di Radioastronomia

Come predire la ricevibilita' delle Pulsars : Murmur

Murmur Rev. 1.8.6 BETA 280916 - I0NAA mario.natali@gmail.com

Location	Latitude	Longitude	UTC Time	Local Time
Assisi-Beviglie	43.0922	12.5772	29/09/2016 11:50:18	29/09/2016 13:50:18

Rev. History

EXIT

SAVE current set as default | SET Observation location | CALCULATE

TRACK noise sources | Next 24h Pulsar tracking | Next 24h Pulsar visibility | 1 Month Pulsar tracking | 1 Month Pulsar visibility

◉ Dish antenna ○ Other antenna

Dish diameter	5	m
Dish efficiency	50	%
Sensitivity constant Ks	1	
Frequency	408	Mhz
Line loss before LNA	0.2	dB
LNA Noise figure	0.45	dB
LNA gain	60	dB
Line loss after LNA	0.5	dB
Receiver noise figure	4	dB
T sky	100	K
T spillover	10	K
T atmosphere	0	K
Integration time	3600	sec.
Integration bandwidth	5000	KHz

Wave lenght	0.74	m
Effective ant. aperture	9.81	m^2
Dish area	19.63	m^2
Far field	68	m
Antenna gain	23.58	dBi
HPBW	10.29	deg
System noise temp.	156.82	K
System noise figure	1.88	dB
MDS	328.77	mJy

The analysis does not take into account the polarization of the signal as this parameter is strongly depending on the specific Pulsar. Please evaluate carefully case by case as this may deteriorate performance up to 3dB.

List of PULSARS potentially detectable based on ATNF Pulsar catalogue
(limited to the strongest 60 Pulsars)

B0833-45
B1641-45
B0329+54
J0437-4715
B0950+08
B1451-68
B1642-03
B1749-28
B0531+21

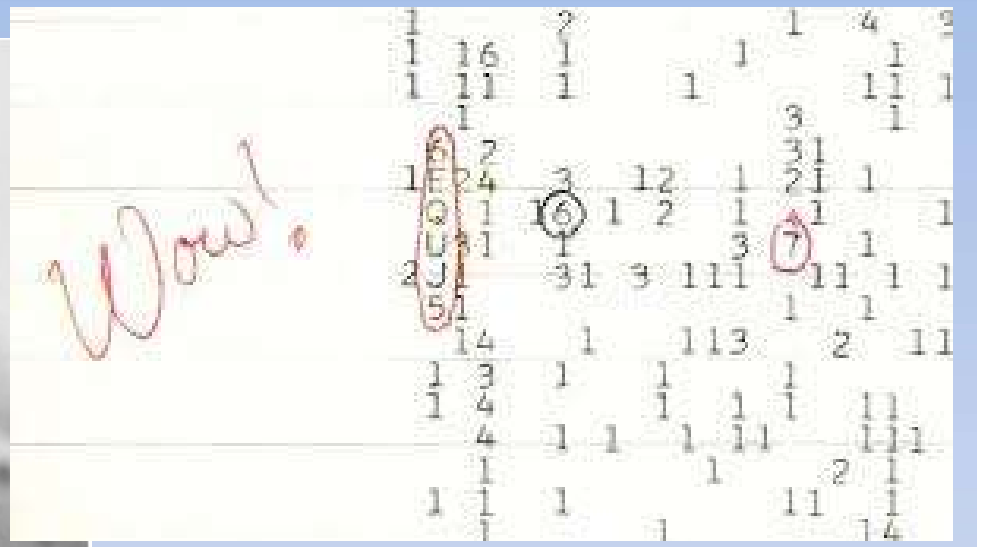
Right Ascension (J2000)	251.26	deg
Declination (J2000)	-3.30	deg
Width of pulse at 50% of peak	4.2	msec.
Barycentric period	0.38769	sec.
Dispersion measure	35.76	cm^-3 pc
Flow 400Mhz	393.0	mJy
Flow 1,400Mhz	21.0	mJy
Max. integration bandwidwith (without de-dispersion)	490	Khz
Expected S/N	5.86	
Azimuth	120.06	deg
Elevation	23.91	deg

Evaluation done only for following frequency intervals :
390Mhz-500Mhz and 1,000Mhz - 1,500Mhz

Elementi di Radioastronomia

Conclusioni

Jodie Foster , 1997 , Film CONTACT



«WOW» Signal, 1977.....

Una stazione EME ben equipaggiata si puo' anche avvicinare alla radioastronomia.

Impedimentum pro occasione arripere, *Liv 3-35*