

Radioastronomia amatoriale

**Uno sguardo sulle possibilità di ricerca per
i radioastronomi dilettanti**

Flavio Falcinelli

Parleremo di...

Gli strumenti della radioastronomia: il radiotelescopio.

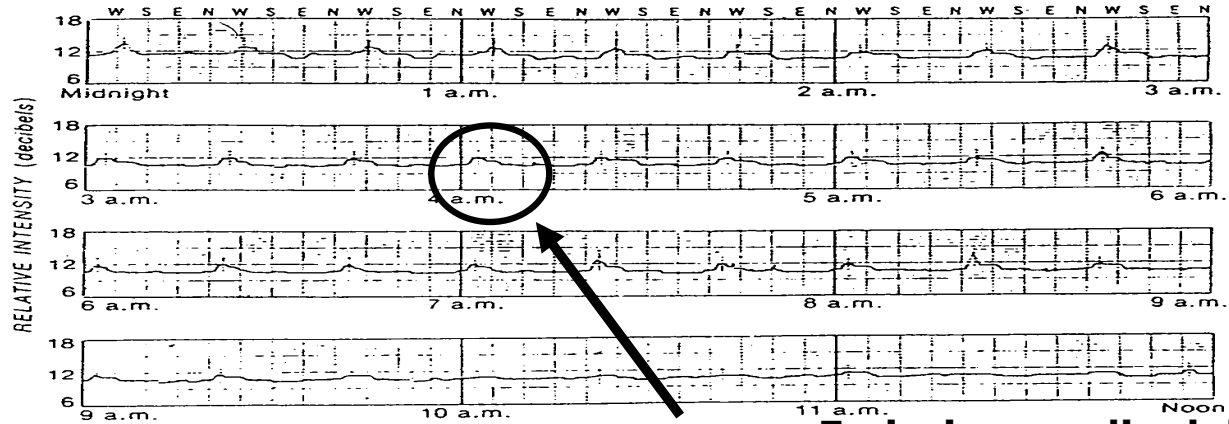
Possibilità operative della radioastronomia amatoriale.

Come si costruisce un radiotelescopio amatoriale?

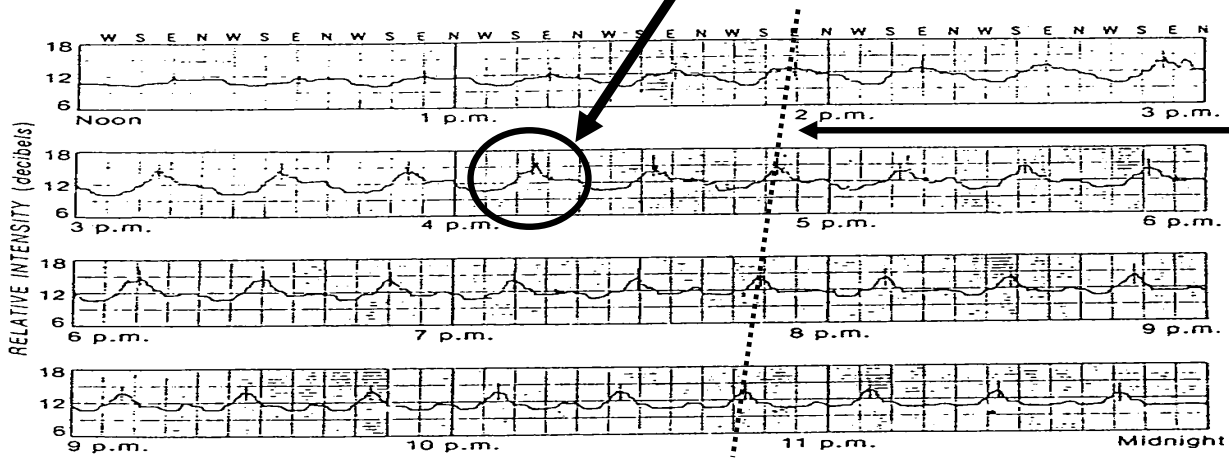
Analisi di un radiotelescopio total-power: i fattori importanti dai quali dipende la sensibilità strumentale.

Panoramica sulle reali possibilità di ricerca per il radioastronomo dilettante.

Flavio Falcinelli



20.5-MHz Recording for September 16, 1932



Se "ascoltata" in altoparlante, l'emissione radio si manifesta come un "soffio" o "sibilo" di rumore: origine naturale della radiazione.

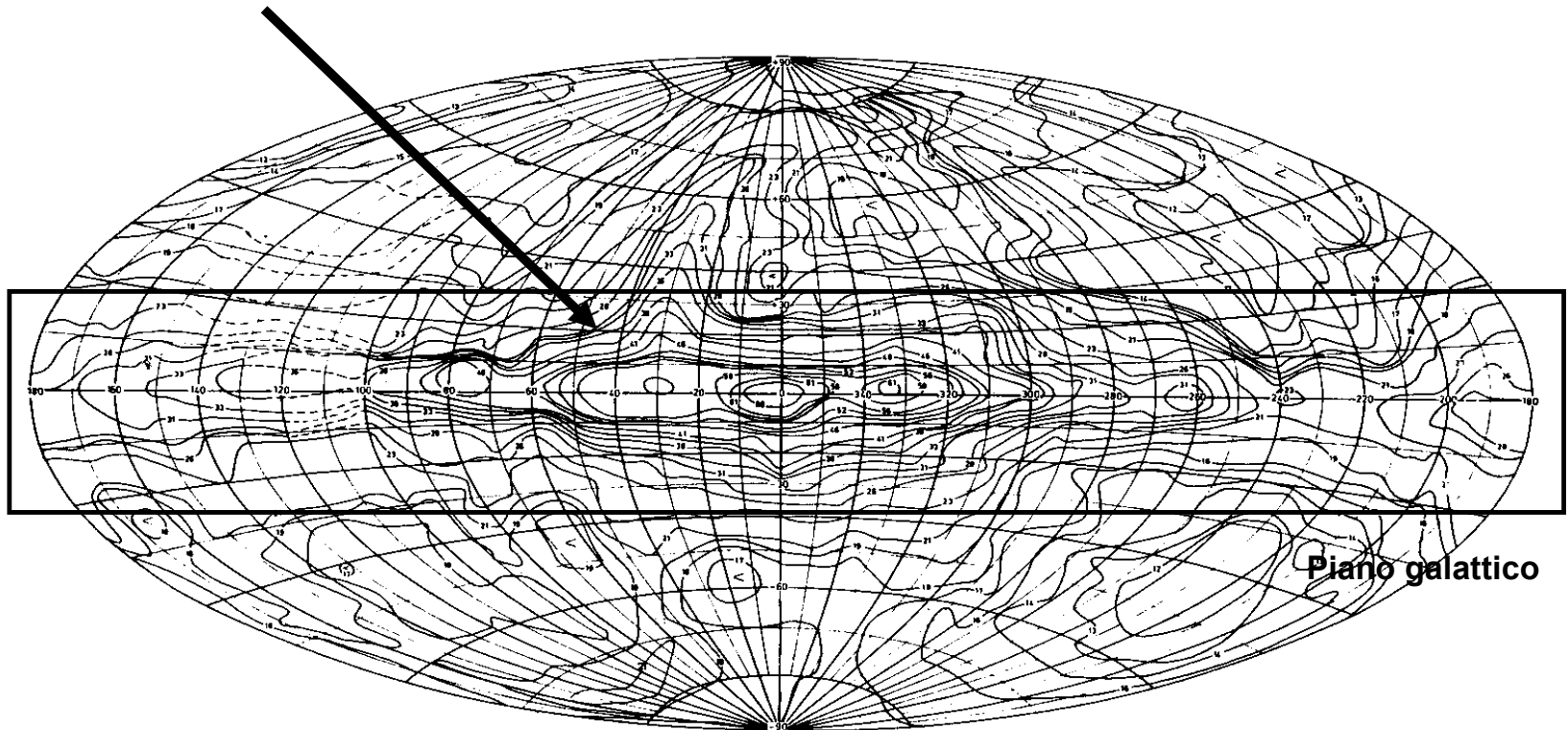
Emissione radio dal centro della galassia (Sagittario)

Spostamento della sorgente con le stagioni e coincidenza delle osservazioni dopo un anno: natura extraterrestre dell'emissione radio.

Riproduzione delle registrazioni originali di Jansky del 16 Settembre 1932

Una delle prime mappe radio del cielo alla frequenza di 30 MHz:

si nota l'addensamento delle emissioni in prossimità del centro della
galassia

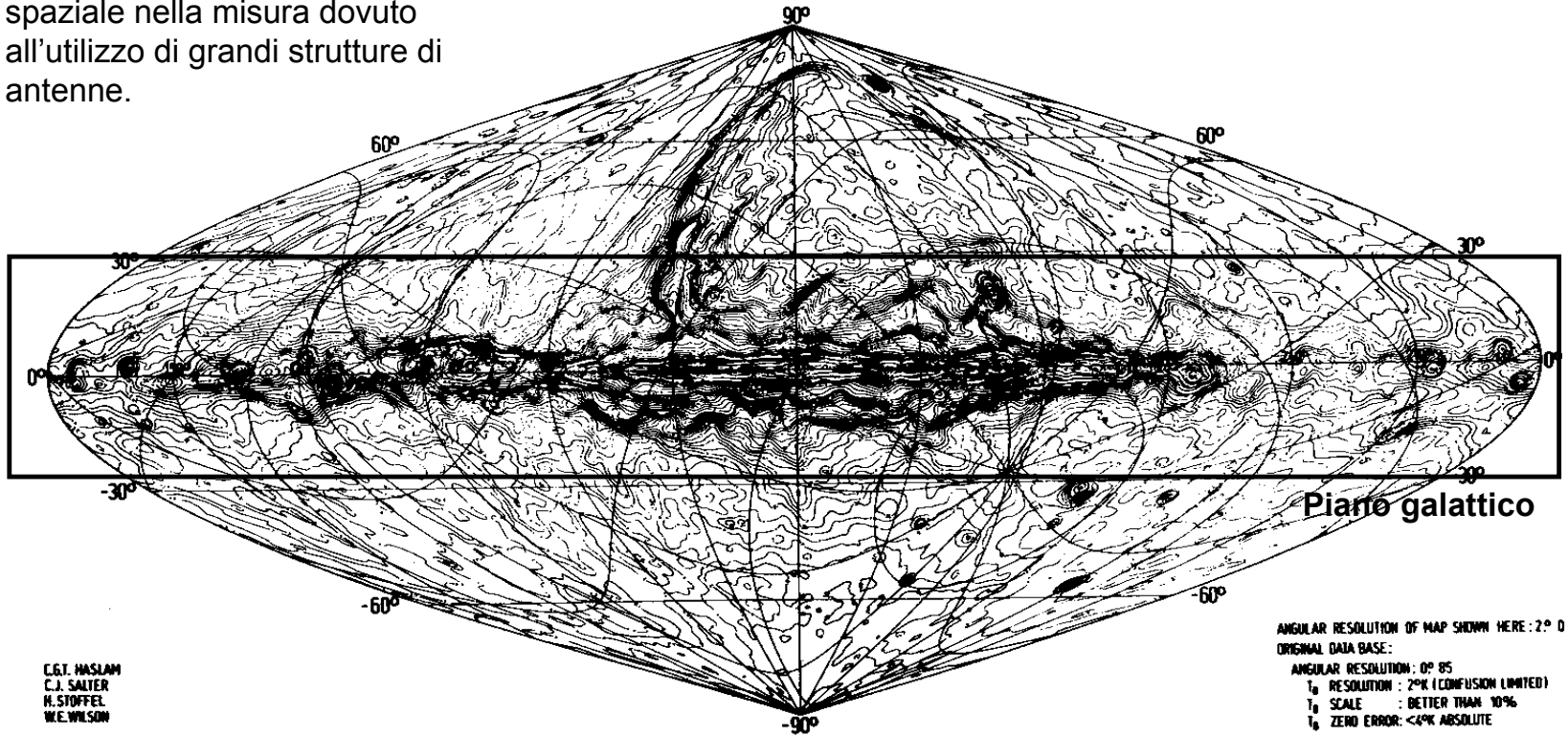


Flavio Falcinelli

Mappa radio del cielo alla frequenza di 408 MHz

Miglioramento nella risoluzione spaziale nella misura dovuto all'utilizzo di grandi strutture di antenne.

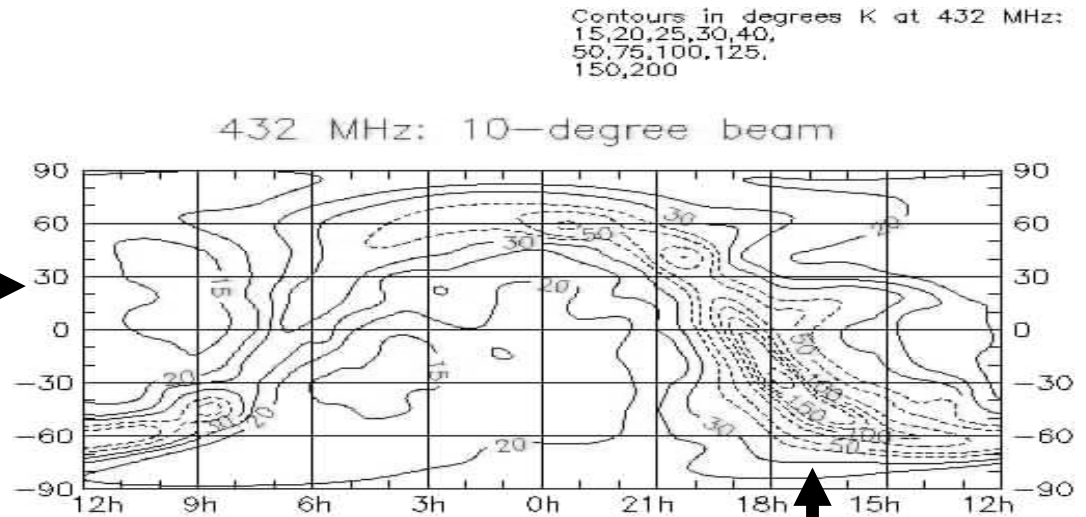
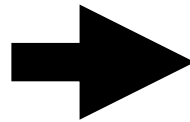
ALL-SKY 408 MHz RADIO CONTINUUM SURVEY



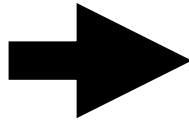
Flavio Falcinelli

Il cielo radio

Mappa del cielo
alla frequenza di
432 MHz a bassa
risoluzione
(linee isoterme)



Mappa del cielo
alla frequenza di
408 MHz ad
elevata
risoluzione
(falsi colori)



Flavio Falcinelli

Questo è il cielo che vedremo se i nostri occhi
fossero sensibili alle onde radio anziché alla
onde luminose

Radiosorgenti termine generico che indica tutti gli oggetti celesti responsabili delle radioemissioni.

Tali corpi, in funzione del loro meccanismo di emissione specifico e prevalente, possono esibire caratteristiche fisiche e radiative molto diverse uno dall'altro.

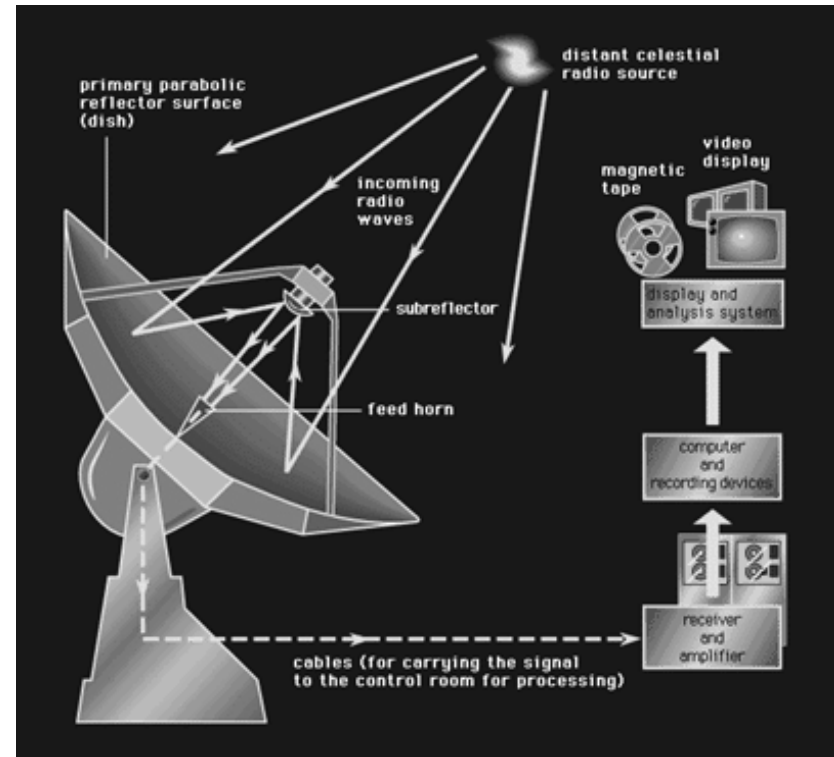
Radiotelescopio è lo strumento che consente di osservare, misurare e registrare il flusso di onde radio naturali emesse dalle radiosorgenti.

E' composto da un sistema di antenna, da linee di trasmissione che convogliano il segnale ricevuto ad un ricevitore, da dispositivi per l'elaborazione e la registrazione dei dati acquisiti.

La struttura comprende anche gli organi di controllo e di puntamento.

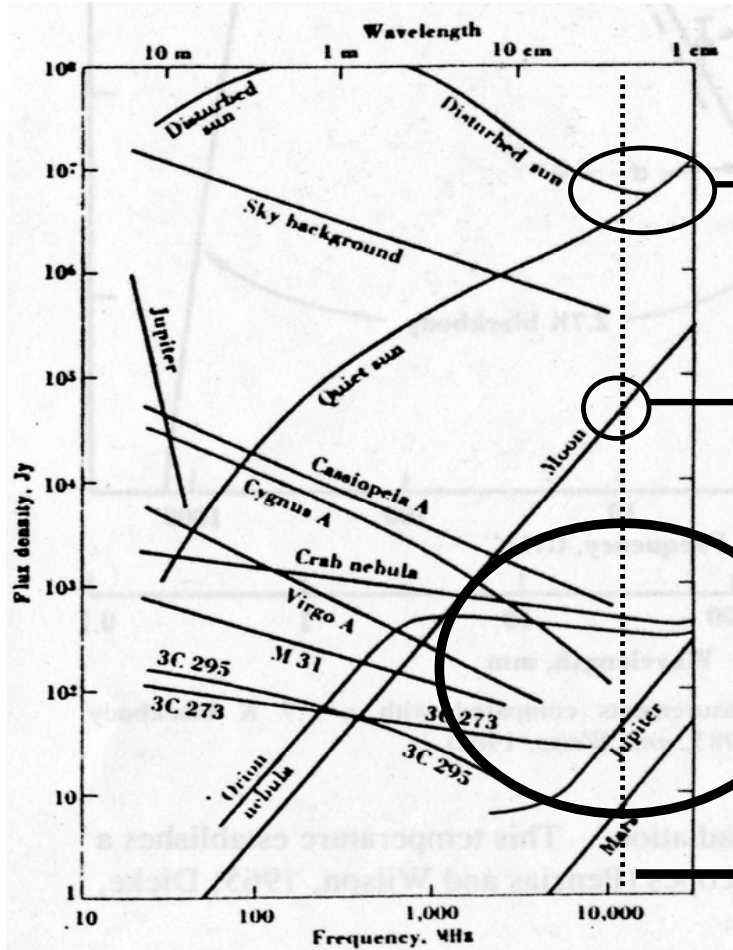
Flavio Falcinelli

Concettualmente un **RADIOTELESCOPIO** non è troppo differente da un normale apparato ricevente per radiocomunicazioni, anche se alcune caratteristiche peculiari sono specializzate per garantire il corretto trattamento dei segnali ricevuti (sostanzialmente rappresentati da RUMORI).



Unità di misura della densità di flusso delle radiosorgenti:
 $1 \text{ Jy} = 1 \text{ f.u.} = 10^{-26} \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{Hz})$
chiamata JANSKY (Jy)

Principali radiosorgenti

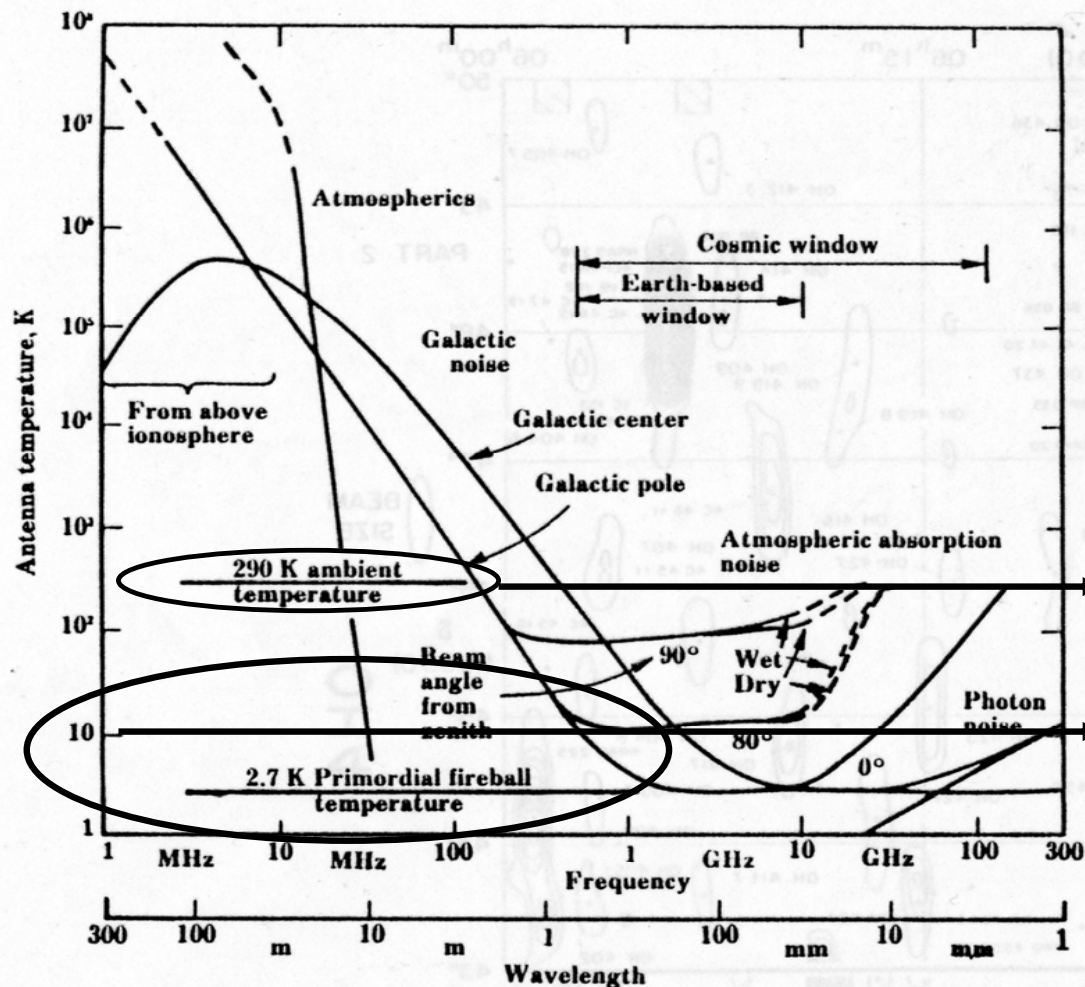


A queste frequenze operative la radiazione solare è essenzialmente di natura termica (radiazione del "Sole quieto"). E' possibile studiare il Sole con antenne di piccolo diametro. Alla componente termica del Sole sono spesso sovrapposti burst: studio dei *flares* solari a microonde.

Emissione termica della Luna. E' una radiosorgente relativamente "facile", ricevibile con antenne di piccolo diametro.

Radiosorgenti "difficili", ricevibili solo utilizzando antenne con diametro non inferiore a 3 metri.

Frequenza operativa del ricevitore RAL10 MICROWAVE RADIOMETER



Flavio Falcinelli

Procedura semplice ed immediata (...non di precisione assoluta!) per calibrare il sistema ricevente



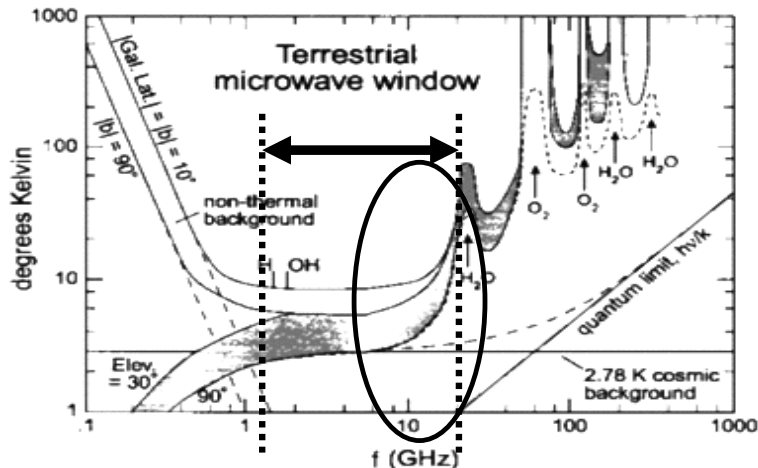
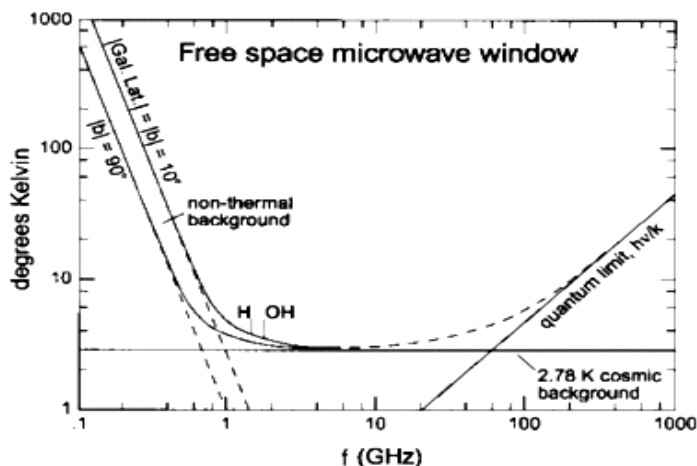
Livello del segnale d'uscita che si misura puntando l'antenna verso il terreno:
 $T_{eq} = 290-300K$

Livello del segnale d'uscita che si misura puntando l'antenna in una regione del cielo libera da radiosorgenti (di notte e verso il polo nord celeste):
 $T_{eq} = 10K$

Finestra radio e trasparenza atmosferica

La "finestra operativa" è quella delle radioonde, limitata inferiormente dai noti effetti schermanti della ionosfera terrestre, superiormente dai fenomeni di assorbimento molecolare delle onde radio dovuti principalmente al vapore acqueo (con picchi di assorbimento alle frequenze di circa 22 GHz e 184 GHz) e all'ossigeno (con picchi di assorbimento a circa 60 GHz e 118 GHz).

I grafici evidenziano l'intervallo delle frequenze utili per le osservazioni radioastronomiche da terra. Si vede come la "finestra spettrale" aperta dall'atmosfera terrestre sia quella compresa fra 10-20 MHz e 10-20 GHz.



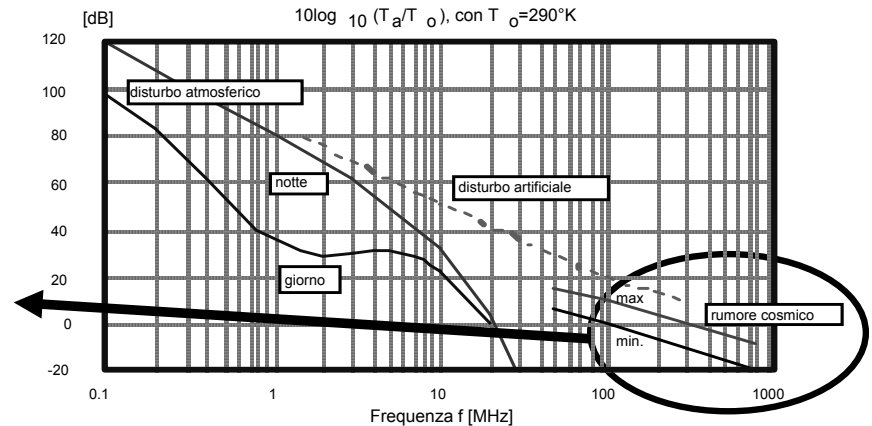
Le frequenze inferiori a 1 MHz sono assorbite dalle particelle cariche della ionosfera terrestre che funge da schermo per tutte le onde radio di frequenza inferiore a 10÷20 MHz. D'altra parte, la stessa atmosfera limita superiormente le frequenze utilizzabili (intorno ai 20 GHz) a causa dei fenomeni di assorbimento molecolare.

I nemici della ricerca radioastronomica

Sono l'inquinamento elettromagnetico artificiale (sempre più diffuso) e l'appropriazione non autorizzata delle radiofrequenze riservate alla ricerca da parte delle emittenti commerciali.

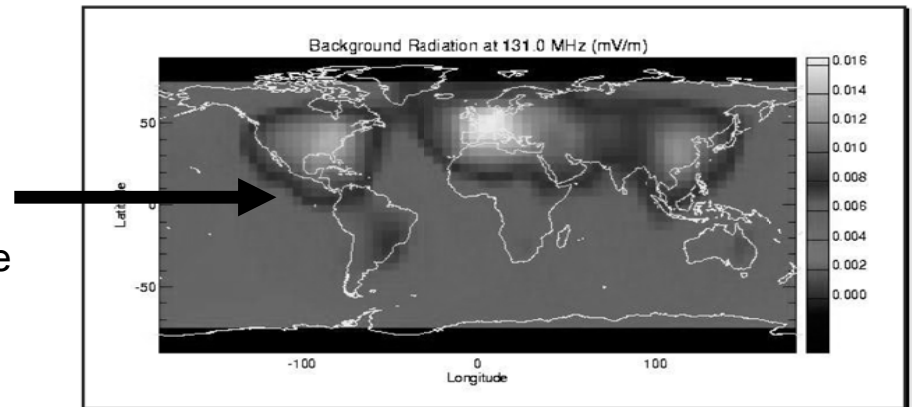
I disturbi atmosferici ed artificiali sono molto importanti alle basse frequenze, mentre diventano trascurabili nella banda delle microonde.

E' per questo motivo che un piccolo radiotelescopio amatoriale a microonde può anche essere installato "sotto casa".



Distribuzione sulla terra del rumore radio di fondo alla frequenza di 131 MHz.

Concentrazione del disturbo nelle zone più industrializzate.



Classificazione base dei meccanismi emissivi delle radiosorgenti:

radiazione termica:

i segnali ricevuti sono più intensi alle frequenze elevate;

radiazione non termica:

i segnali ricevuti sono più intensi alle basse frequenze.

Le **sorgenti termiche** emettono come corpi neri a temperatura costante ed uniforme e sono caratterizzate da un andamento del flusso crescente con la frequenza.

Le **sorgenti non termiche** (molto più numerose) sono caratterizzate da un flusso decrescente con la frequenza ed irradiano generalmente per emissione di sincrotrone.

Flavio Falcinelli

E' possibile la
radioastronomia amatoriale?
Quali sono gli strumenti
utilizzabili?

**Uno sguardo sulle concrete possibilità di
ricerca aperte ai radioastronomi dilettanti
e sulla strumentazione disponibile....**

Flavio Falcinelli

Radioastronomia amatoriale

E' un'attività sperimentale dove singole persone o gruppi di appassionati (radioamatori, astrofili...) possono condurre interessanti attività, anche di supporto alla ricerca ufficiale.

E' una disciplina che richiede un minimo di conoscenze in settori paralleli quali:

- **fisica ed astrofisica** (conoscenze teoriche di base)
- **astronomia** (conoscenze teoriche di base)
- **elettronica** (costruzione degli strumenti)
- **meccanica** (costruzione degli strumenti)
- **informatica** (acquisizione ed elaborazione dati).

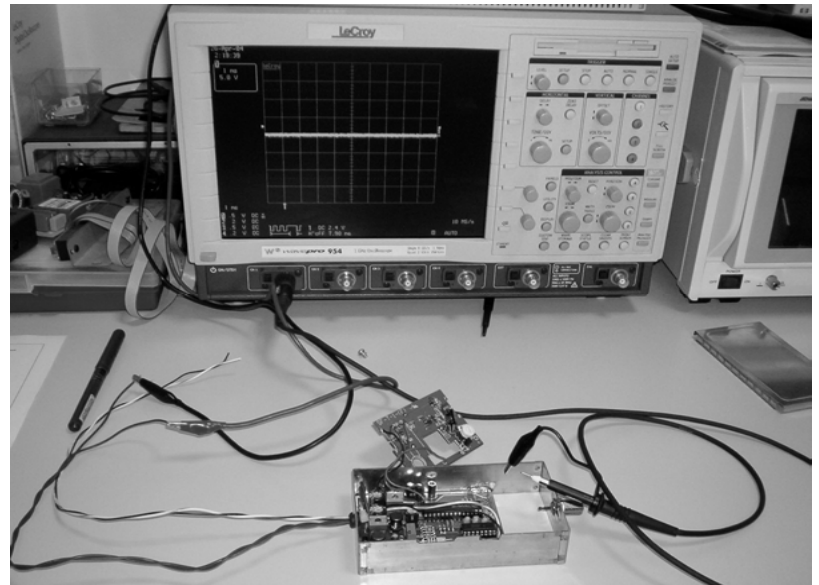
Flavio Falcinelli

Il problema della strumentazione...

Bisogna necessariamente essere esperti elettronici per fare radioastronomia amatoriale?

In commercio sono disponibili eccellenti strumenti astronomici, accessori, software e tutto il necessario per iniziare, a qualsiasi livello economico, la tradizionale attività dell'astronomo dilettante nella regione spettrale del "visibile".

Esiste qualche proposta valida per la radioastronomia?



Flavio Falcinelli

TIPO di PROGETTO**ATTREZZATURE
NECESSARIE****LIVELLO DI CULTURA e
PRATICA in ELETTRONICA****Monitoraggio dei brillamenti
Solari in VLF**Ricevitore VLF ed
antenna loop magneticamodesto (ricevitore ed antenna
semplici ed economici)**Studi sulle meteore**

Ricevitore VLF ed antenna

modesto (come sopra)

FACILE**Tempeste radio di Giove**

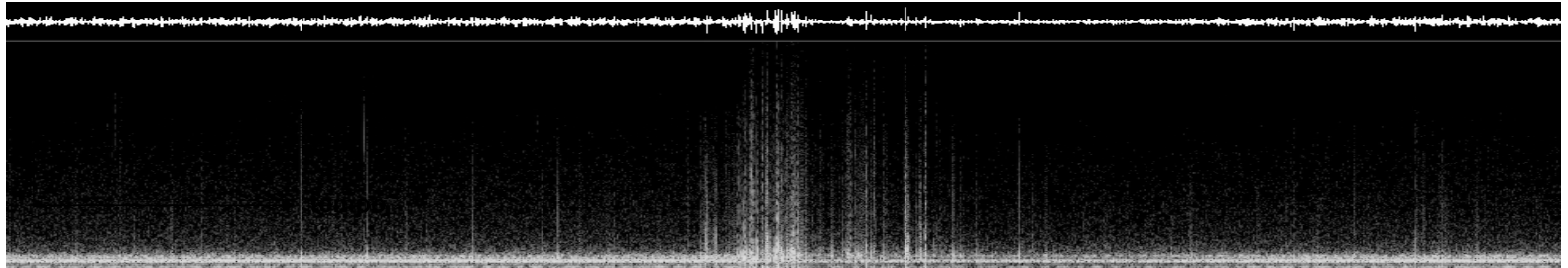
Ricevitore e Dipolo HF

buono (ricevitore non troppo
complesso, antenna semplice)**Ricezione total-power
di radiosorgenti in banda
HF-VHF**Ricevitore HF-VHF ed
antennabuono (ricevitore relativamente
complesso ed antenna complessa)**Radiometri in banda
UHF-SHF**Preampli-RF a basso rumore
Ricevitori ed antenne SHF
ottimizzatebuono-avanzato (ricevitore
relativamente complesso ed antenna
complessa)**Rivelazione di Pulsar**Preampli-RF a basso rumore
Ricevitori VHF-UHF ed
antenne ottimizzateavanzato (ricevitore complesso ed
antenna molto complessa)**DIFFICILE****Radiointerferometria e
Mappatura di radiosorgenti**Ricevitori multipli, array
di antenne e tecniche FFTmolto avanzato (notevole
complessità del sistema e degli
algoritmi di elaborazione)**Ricerche SETI**Ricevitore SHF ed antenna
ottimizzati, algoritmi FFTavanzato (complessità del ricevitore,
dell'antenna e degli algoritmi di
elaborazione)

Ascolto dei segnali radio alle bassissime frequenze...

Osservazioni nelle bande ULF-VLF-ELF...
...limite inferiore dello spettro radio...

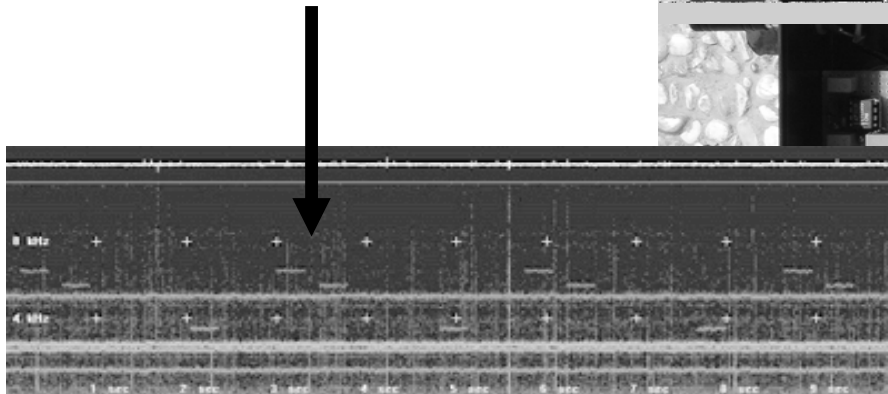
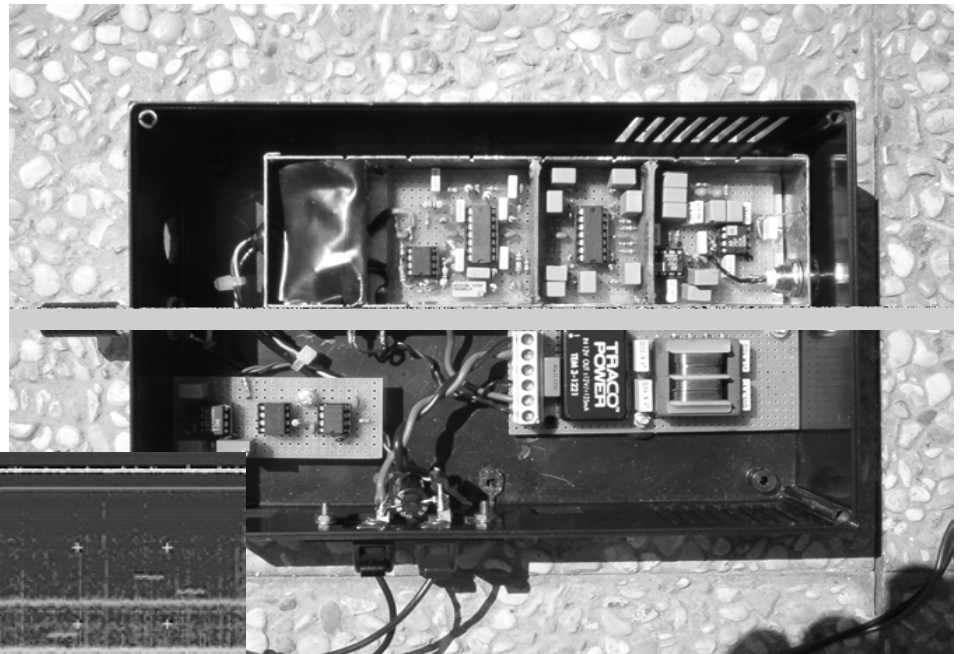
Interessanti ricerche sui disturbi ionosferici indotti da eventi astronomici (perturbazioni solari - SIDs, bombardamento meteoritico, etc...)
Fenomeni radio naturali dovuti all'attività troposferica.



Flavio Falcinelli

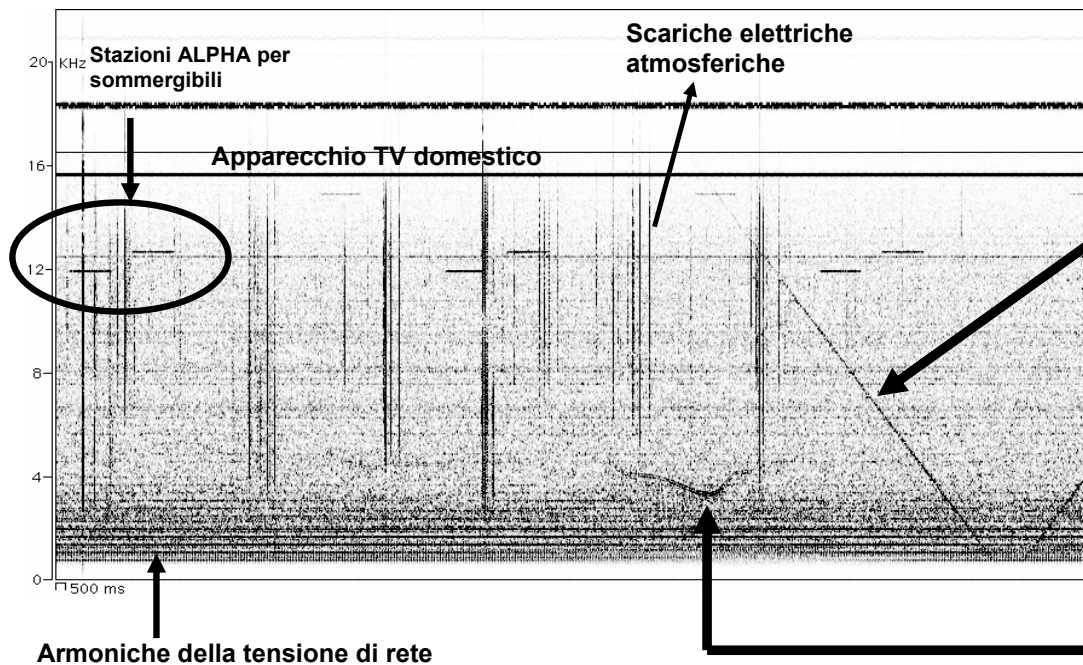
Prototipo di ricevitore ELF-VLF 1-20 kHz ad amplificazione diretta

Si tratta di un semplice
radiospettrometro FFT ad
amplificazione diretta.
Utilizzo degli spettrogrammi per
l'analisi dei dati.



Flavio Falcinelli

Esempio di spettrogramma ottenuto con il ricevitore ELF-VLF



Si riconoscono segnali di origine artificiale, come quelli intermittenti caratteristici di tre delle stazioni della rete russa ALPHA utilizzata per il collegamento con i sommergibili militari in tutto il mondo, segnali “doppler” prodotti dal passaggio delle automobili lungo una strada posta a circa 300 metri di distanza dal sito di osservazione e le tipiche armoniche delle linee di distribuzione dell’energia elettrica a 230 V – 50 Hz (parte inferiore del grafico). Sono riconoscibili anche segnali di origine naturale causati dalle scariche elettriche atmosferiche locali ed altri segnali di origine sconosciuta.

SID: Sudden Ionosphere Disturbance



Studio indiretto delle perturbazioni ionosferiche causate da eventi solari transienti mediante monitoraggio in banda radio VLF delle variazioni di potenza del segnale proveniente da stazioni lontane che si propaga per riflessione ionosferica.

Interessanti correlazioni con l'osservazione dei bursts solari a microonde:
utilizzando il ricevitore total-power RAL10 in banda X, è possibile condurre osservazioni simultanee in banda VLF (SID) ed in banda X.

