

LA RADIOASTRONOMIA

Autor: [REDACTED]
Curs: 2n Batxillerat A
Tutor del treball: [REDACTED]
Centre: IES Cubelles
Data de presentació: 12/12/2014



ABSTRACT

The aim of my work is to explain the meaning of the radio astronomy and all it's specialities and techniques in the best understandable and amusing way.

There is another objective, achieve some alien signal about Jupiter or the Sun, because it release a lot of electromagnetic signals, more than any other planet in our Solar System. Perhaps it can be quite difficult but I want to get to know until I can get.

La intenció del meu treball de recerca és explicar en què es basa la radioastronomia i totes les seves especialitats i tècniques de la forma més entenedora i entretinguda possible.

Un altre objectiu del meu treball és intentar rebre algun tipus de senyal no terrestre provinent de Júpiter o del Sol, ja que alliberen una gran quantitat de senyal electromagnètiques que no es poden equiparar a cap altre cos del nostre Sistema Solar. Probablement és massa difícil aquest objectiu però vull saber fins a on puc arribar.

La intención de mi trabajo es explicar en qué se basa la radioastronomía y todas sus especialidades i técnicas de la forma mas comprensible y entretenida posible.

Otro de los objetivos de mi trabajo es intentar recibir algún tipo de señal no terrestre providente de Júpiter o el Sol, ya que desprenden gran cantidad de señales electromagnéticas no equiparables con ningún otro cuerpo de nuestro Sistema Solar. Probablemente sea demasiado difícil el objetivo marcado pero me servirá para saber hasta donde puedo llegar.

TAULA DE CONTINGUTS

➤ L'espectre electromagnètic	
▪ Tipus d'ones.....	6
▪ L'espectre.....	7
➤ Ones de radio	
▪ Modulació d'ones.....	8
▪ Components d'una radio.....	9
▪ Usos de les ones de radio.....	10
➤ La Radioastronomia	
▪ Història.....	11
▪ Inici de la Radioastronomia. El descobriment de Karl Jansky.....	11-12
▪ El seu desenvolupament.....	12-13
▪ Mèrits, progressos i objectius radio-astronòmics.....	14-15
▪ Núvols interestel·lars, naixement d'estrelles i nebuloses.....	16
▪ La radiació còsmica de fons.....	17
▪ Quàsar.....	18
➤ Tècniques d'observació modernes en astronomia	
• Tècniques d'observació.....	19-20
▪ L'interferòmetre.....	21-23
➤ Els radiotelescopis	
▪ Introducció.....	24
▪ Components.....	25-26
▪ El missatge d'Arecibo.....	28
▪ Radiotelescopis a arreu del món.....	27-30
▪ ALMA, un projecte pel futur.....	31
➤ El projecte	
▪ Objectiu.....	32
▪ Introducció.....	32-33
▪ Construcció.....	33-34
➤ Conclusió.....	35

INTRODUCCIÓ

Verdaderament l'univers és mut? És a dir, no emet cap tipus d'informació en forma d'ona que puguem interpretar-la per conèixer millor l'univers en el qual vivim?

Aquest treball de recerca està orientat a la investigació i explicació de la radioastronomia, una branca de l'astronomia; ciència que estudia els cossos del firmament i el seu comportament. Així doncs, la radioastronomia és l'estudi de l'univers a partir de les ones de radio que es capten de l'espai.

Realment quan mirem cap al cel una nit clara d'estiu, podem observar-hi la Lluna, les estrelles i algun planeta com Saturn si som bons observadors però res més. Els nostres ulls tenen unes limitacions, per això la radioastronomia va aparèixer, la radioastronomia fa possible "veure" coses indetectables per a la nostra vista i, fins i tot, pels telescopis convencionals, fa possible detectar qualsevol tipus de radiació provinent de l'univers.

No em va resultar fàcil escollir la hipòtesis del treball de recerca perquè, com es d'esperar, es necessita uns coneixements bastant avançats ja que no és un tema fàcil d'explicar i de comprendre. A més a més la meva motivació personal es basa en una part pràctica del meu treball de recerca i això complicava encara més la decisió de tirar endavant amb el projecte que tinc pensat fer. D'una altra banda, des de ben petit que aquests temes m'han interessat i no era un camp absolutament desconegut per a mi, vull dir, que he adquirit bastants coneixements al llarg de la meua vida en aquest sentit i crec que això m'ha fet sentir capacitat per parlar sobre aquest tema en el meu treball i tirar endavant amb el projecte.

Personalment, crec que tinc possibilitats d'arribar al meu objectiu marcat. La part pràctica del treball que és rebre senyals del potent camp electromagnètic que emet Júpiter gràcies al seu satèl·lit Ió i poder-ne diferenciar la senyal verdaderament provinent de l'atmosfera Joviana.

Així doncs, els meus objectius marcats a l'hora de realitzar aquest treball són els següents:

- Analitzar que és l'espectre electromagnètic juntament amb les ones de radio.
- Trobar i explicar els inicis de la radioastronomia.
- Enumerar les utilitats de les ones de radio en l'astronomia.
- Explicar que és un radiotelescopi
- Anomenar alguns dels radiotelescopis més importants i el seu funcionament.

- Construir un aparell capaç d'escoltar interferències causades pel camp electromagnètic de Júpiter.

Abans d'iniciar el treball m'he informat bé d'on podria trobar tota la informació que puc necessitar. Tinc bastants llibres que poden ajudar-me molt, precisament va ser una de les coses que em va decantar en triar aquest tema i a internet hi han diverses pàgines web molt fidels pel que fa a la informació que s'hi publica que em podrien servir per completar informació específica que no mostra als llibres.

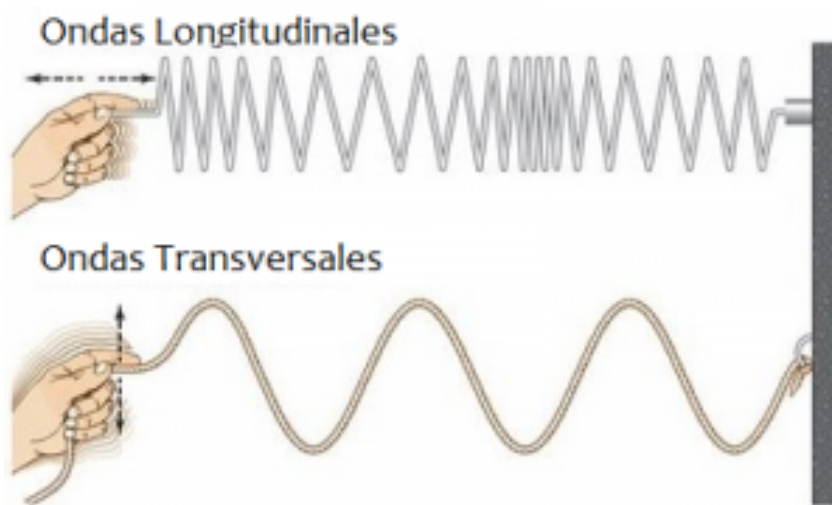
Tinc molt clar l'estructura que ha de tenir el meu treball de recerca, intentaré no passar-me de tecnicismes per tal que pugui llegir-ho la majoria de la gent comprenent-ho sense problemes. Li donaré molta importància a les imatges i gràfics perquè ajuden molt a entendre el que es vol explicar i sobre tot fan més entretinguda i comprensible la lectura, sobre tot en els camps científics. El treball es dividirà en dos parts. La primera serà una part més teòrica on s'introduirà al lector els coneixements sobre l'espectre electromagnètic per després comprendre adequadament els mètodes que empra la radioastronomia. La segona part serà més pràctica, és on s'explicaran els procediments per construir un radiotelescopi molt senzill amb el que es compararan les seves parts amb la d'un radiotelescopi amb cara i ulls com pot ser el d'"Arecibo". Finalment exposaré els resultats obtinguts a través del radiotelescopi amb l'objectiu de detectar senyals de radio procedents del camp electromagnètic de Júpiter.

L'ESPECTRE ELECTROMAGNÈTIC

TIPUS D'ONES

Segons la 1^a llei de Newton, l'energia (força capaç d'alterar l'estat de moviment d'un cos) està en constant moviment en tot l'univers, ni es crea ni es destrueix, es transforma.

Aquesta energia viatja mitjançant ones, tant ones transversals (ones electromagnètiques) com ones longitudinals (ones mecàniques).



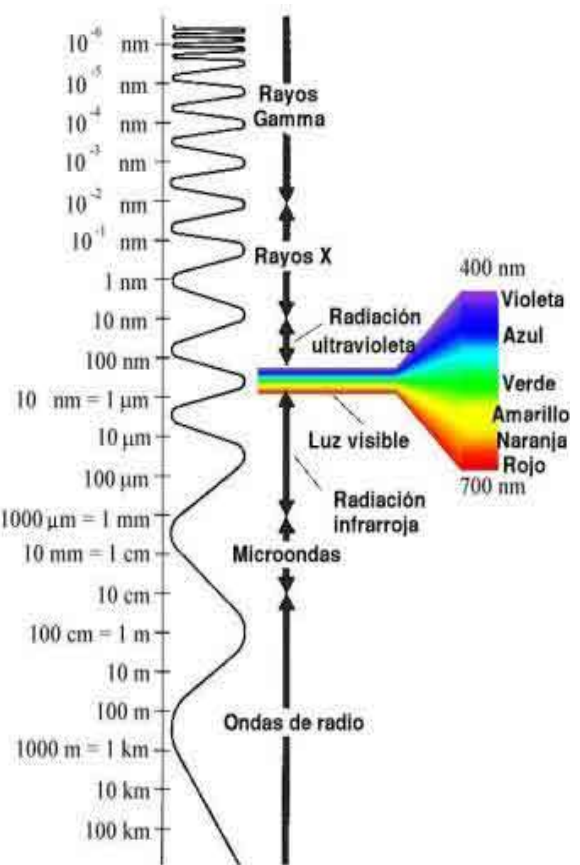
En la primera imatge podem veure la forma de propagació de les ones longitudinals, com poden ser les ones sonores i algunes sísmiques. Aquestes presenten una oscil·lació paral·lela a la direcció de propagació de l'ona, com bé indiquen les fletxes de damunt la mà. Les ones transversals, en canvi, presenten una oscil·lació perpendicular a la direcció de propagació de l'ona.

L'Espectre electromagnètic està format per ones transversals, electromagnètiques. Aquestes no necessiten un medi físic com les ones longitudinals per propagar-se, això vol dir que poden viatjar a través del "buit" de l'univers perfectament.

L'ESPECTRE

Es denomina espectre electromagnètic a la distribució dels diferents tipus de radiació segons la freqüència d'ona que tingui. Tots els cossos emeten radiació electromagnètica degut al seu moviment tèrmic molecular però, si la temperatura del cos no és suficientment alta la radiació no pot ser visible com la llum. Per això es diu que un cos està "al rojo vivo" quan s'ha escalfat lo suficient com per emetre llum pròpia (font de llum). Tenint en compte que la freqüència i l'energia són proporcionals, quants més cicles doni l'ona en un cert temps més energia contindrà.

Al mateix temps, la longitud d'ona i la freqüència són inversament proporcionals, ja que com més longitud d'ona hi hagi, la freqüència serà menor i l'energia menor (menys moviment de les partícules). D'altra banda, com menys longitud d'ona hi hagi, més freqüència d'ona podrem observar i molta més energia (més moviment de les partícules).

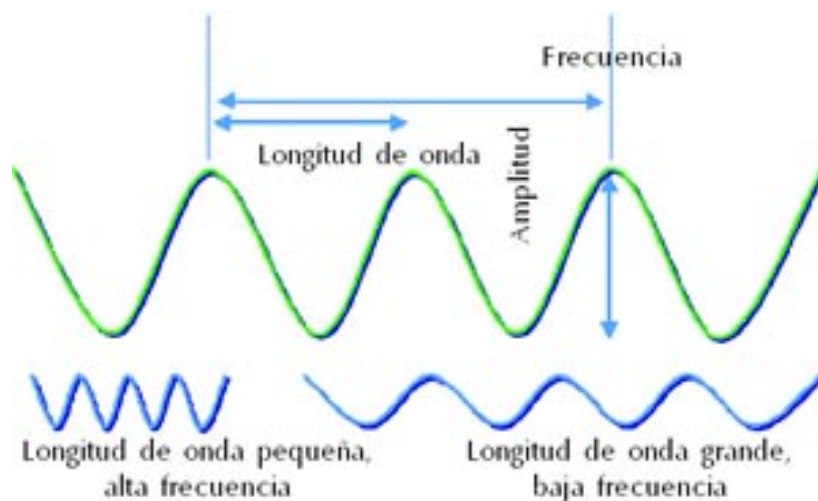


Aquesta radiació és indispensable per a la vida, ja que la llum també és radiació, ocupa el seu lloc en aquest gràfic. És la part visible de l'espectre pels nostres ulls però, hi han moltes més formes de manifestar-se l'energia segons la longitud d'ona que no són detectables a ull nu, que són tan indispensables per la vida contemporània com la mateixa llum. Estem parlant dels raigs gamma, raigs X, radiació ultraviolenta i infraroja, raigs microones i ones de radio, aquestes últimes amb una longitud d'ona de fins a 100 Km. Com podeu haver deduït, totes aquestes ones formen més part de la nostra vida del que potser ens pensàvem. Les llums més energètiques son els raigs gamma y els raigs X. Travessen sense cap dificultat els teixits del cos humà, pel que utilitzem els raigs X, per exemple, per radiografiar els pulmons i per detectar la tuberculosi. La llum ultraviolenta es menys energètica, però és capaç de cremar la pell i causar càncer, en el cas d'una excessiva exposició al sol. A continuació ve, per ordre decreixent d'energia, la llum visible, que ja ens és familiar, la llum infraroja, les microones i les ones de radio.

ONES DE RADIO

Les ones electromagnètiques amb menys radiació però amb major longitud d'ona (poden arribar a cents de quilòmetres) són les de radio. Aquestes són usades principalment en les comunicacions (televisió, emissions de radio FM y AM, comunicacions militars, telèfons mòbils, radioaficionats, xarxes inalàmbriques de computadores, WIFI, LAN, etc). Comparant la llum visible amb les ones de radio, té aproximadament 5000 vegades menys longitud d'ona la llum que les ones de radio. Com he comentat abans, les ones de radio s'usen principalment en les comunicacions, és a dir, en retransmetre informació en forma d'ones, ja sigui per radio, televisió, internet...

Però per fer possible aquesta comunicació les ones de radio han de rebre cert "tractament", el qual es denomina modulació de les ones.



Conceptes bàsics d'ones

MODULACIÓ DE LES ONES

Si una ona de radio s'emetés tal qual, el receptor només rebria soroll. Per poder enviar informació correctament, abans hi ha que "barrejar" la informació que es desitja compartir amb l'ona de radio desitjada, aquesta és modificada per tal de inculcar-li la informació que es desitja retransmetre. Això rep el nom de modulació d'ona i la seva funció és codificar la informació en l'ona portadora.

Depenent de la variació de l'amplitud, freqüència o fase de la senyal transmesa en relació a la informació que es vol enviar, hi han tres tècniques de modulació bàsiques:

AM: modulació de l'amplitud

FM: modulació de la freqüència

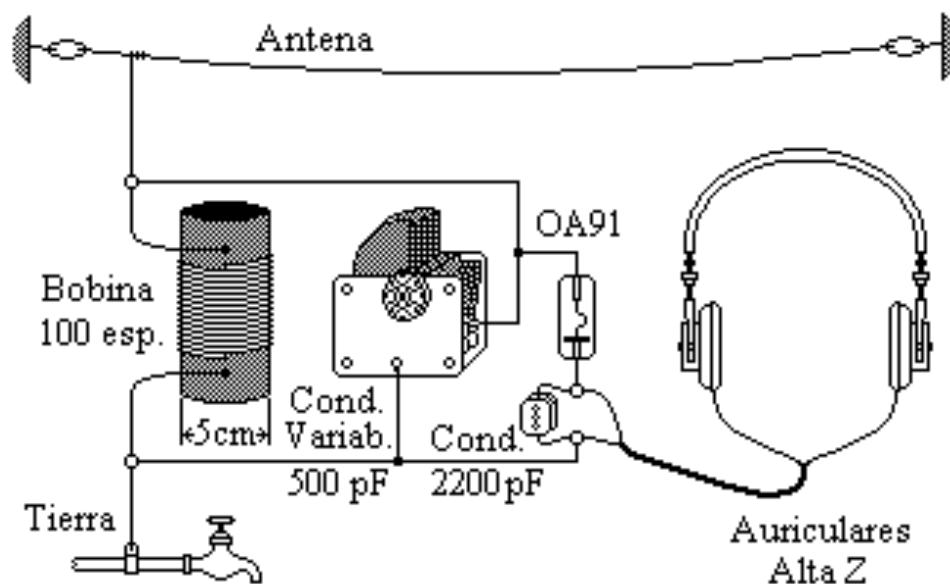
PM: modulació de la fase

COMPONENTS D'UNA RADIO

Un cop la informació ha sigut codificada, es necessari que un aparell sigui capaç de rebre-la i descodificar-la. Aquest aparell és la radio.

Quant el senyal arriba a l'antena produeix un petit corrent elèctric que, juntament amb el propi circuit elèctric de la radio s'encarrega de filtrar la senyal per tal de eliminar la part corresponent de l'ona portadora, deixant així la informació que ens interessa. Un cop filtrat el senyal, s'intensifica milers de cops per transmetre-la als altaveus de la radio.

Un condensador situat en el circuit elèctric de la ràdio fa possible el filtrat aquest. La funció del condensador és emmagatzemar energia però, pot deixar passar un tipus de freqüència en concret. Jugant amb això, podem modificar la freqüència que aquest deixarà passar modificant la capacitat d'absorció del condensador i així podent canviar d'emissores.



Radio a galena (només detecta senyals AM) gràcies a un díode de galena.

USOS DE LES ONES DE RADIO

Principalment l'ús més conegut de les ones de radio està relacionat amb els mitjans de comunicació : televisió, telefonia, emissores de radio, etc. Però les ones de radio poden tenir moltes més utilitats que per la nostra comunicació. Alguns exemples poden ser:

-La radioastronomia: És l'especialitat de l'astronomia que dedica el seu estudi als cossos celestes que emeten radiació i aquesta és estudiada en la freqüència de les ones de radio per extreure'n diferents tipus d'informació.

-El radar: S'utilitza per mesurar distàncies, altituds, direccions i velocitats.

-La ressonància magnètica nuclear: S'usa per estudiar els nuclis atòmics i també en medicina per dur a terme certs diagnòstics.

També s'hi poden trobar aplicacions per ones de radio en la metal·lúrgia i l'alimentació (esterilització dels aliments) però són més minoritaris.

Actualment s'estan estudiant noves aplicacions amb ones de radio per a dolors musculars, tractaments de bellesa...



Radar, radiotelescopi i ressonància magnètica

LA RADIOASTRONOMIA

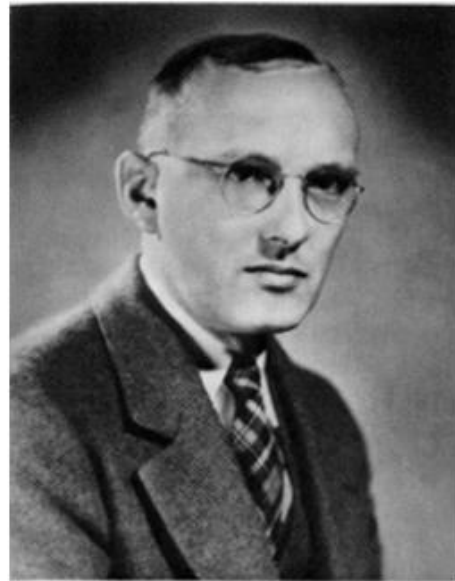
Encara que Maxwell (matemàtic i físic teòric escocès) havia descrit l'espectre electromagnètic a mitjans del segle XIX, l'estudi de l'univers va estar limitat a la llum visible fins ben bé el segle XX. El problema venia perquè l'atmosfera terrestre actua com una barrera bloquejant gran part de la radiació emesa més enllà del ultraviolenta i l'infraroig, per un altra banda, els astrònoms de l'època no disposaven de la tecnologia necessària per construir detectors en camps de l'espectre electromagnètic diferents del visible.

En 1931 però, la situació va canviar radicalment. Karl Jansky va descobrir ones de radio precedents de la Via Làctia.

Karl Jansky va néixer a Oklahoma en 1905, el seu pare, degà de l'escola de ingenieria,

li transmetí l'interès per la física, que va portar a Karl a estudiar en la Universitat de Wisconsin ciències. Al acabar els estudis, investigà l'ús de les ones curtes (amb longitud d'ona entre 10 y 20 metres) en Bell Telephone Laboratories (Bell Lab), per la seva utilitat en comunicacions telefòniques transatlàntiques. Encara que Jansky mai es dedicà a l'astronomia, va fer possible l'aparició de la radioastronomia.

Morí als 44 anys de un atac al cor en Nova Jersey l'any 1950.

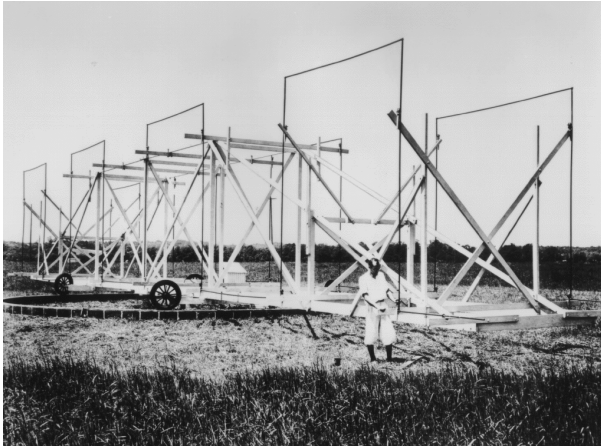


Karl Jansky
1905-1950

INICI DE LA RADIOASTRONOMIA, EL DESCOBRIMENT DE KARL JANSKY

Quan Jansky treballava en "Bell Lab", va construir una gran antena per la recepció d'ones de 20 MHz de freqüència (uns 15 metres de longitud d'ona). La antena, que podia girar per apuntar cap a diferents direccions, va rebre el nom de "the Jansky's carousel", (el carrusel de Jansky), ja que de lluny s'assemblava a una atracció de fira.

L'antena rotatòria mesurava 29 metres de longitud i 4 metres d'alçada ideada per l'estudi de perturbacions atmosfèriques en la propagació d'ones decamètriques (tipus d'ones de radio). L'antena es va situar en Holmdel, Nova Jersey, lluny de les possibles interferències de radio de la gran ciutat.



Jansky va estar estudiant les possibles fonts d'interferències durant diversos mesos i va treure la conclusió de que la principal font era deguda a les tempestes. Però, va observar que hi havia un soroll electromagnètic, una espècie de xiulet, que romania constant fins i tot quan l'atmosfera estava tranquil·la. Aquest senyal, després d'un munt d'hores d'observació,

resultava que tenia un període de 23 h y 56 min, es a dir, el període de rotació de la Terra. Amb això es podia deduir que la font d'interferències estava situada en un punt de l'esfera celeste que estava immòbil respecte de les estrelles, aquest punt només podia ser el centre de la Via Làctia, en la constel·lació de Sagitari. Aquesta fou la primera senyal rebuda extraterrestre i la primera experiència radio-astronòmica.

Avui dia, en el seu honor, es denomina Jansky a la unitat en la que es mesura la quantitat d'energia de radio que es detecta procedent d'un cos celeste.

EL SEU DESENVOLUPAMENT

El descobriment de Jansky va ser continuat per Grote Reber, un enginyer de telecomunicacions que en 1937, construí artesanalment un radiotelescopi parabòlic de 9 metres de diàmetre en el jardí de casa seva, a uns 65 km a l'oest de Chicago on va produir un rudimentari mapa celeste en el que identificà varies radiofonts (en Cassiopea, el Cigne i el Taure).

Al acabar la segona Guerra Mundial, John Kraus va fundar el primer observatori de radioastronomia que, avui dia, es considerat "la bíblia dels radio-astrònoms". El desenvolupament de les telecomunicacions i de les tècniques de radar durant la guerra va ser decisiu en el progrés de la radioastronomia en els anys



Grote Reber amb el seu radiotelescopi de 9 m de diàmetre.

posteriors. Aviat es va constatar el gran avantatge que suposava la transparència de l'atmosfera terrestre per les ones de radio i ho hem sabut aprofitar molt be. Sir Bernard Lovell, el primer professor de radioastronomia, va aparèixer en la Universitat de Manchester i va emprendre el projecte de construir un enorme radiotelescopi parabòlic de 76 metres de diàmetre en l'observatori de Jodrell Bank (a prop de Manchester). Un dels seus primers usos del radiotelescopi va ser el seguiment per radar del Sputnik, el primer satèl·lit artificial del món.



Sir Bernard Lovell amb el seu radiotelescopi de 76 m de diàmetre

MÈRITS, PROGRESOS I OBJECTIUS RADIOASTRONÒMICS

Des del descobriment de la radioastronomia aquesta ha anat evolucionant i millorant fins avui dia. Gràcies a la detecció d'aquestes ones extraterrestres em pogut obtenir una gran quantitat d'informació, com per exemple de llunyans quàsars (font llunyana d'energia electromagnètica) com algunes radiogalàxies que podrien contenir gegantescos forats negres.

En 1963, Penzias i Wilson (astrofísics) van detectar una radiació mil·limètrica uniforme i dèbil que precisament estava present en qualsevol direcció del cel.

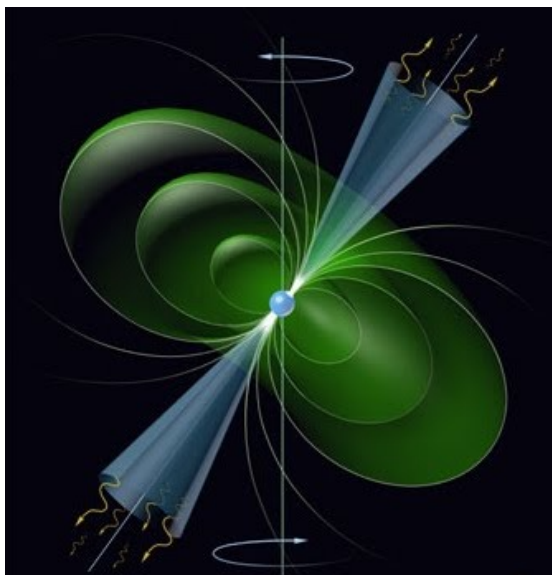
Segons la teoria del Big Bang, aquesta radiació còsmica de fons és una relíquia de la gran explosió.

Quatre anys més tard, en plena efervescència astronòmica, Jocelyn Bell, una estudiant irlandesa, descobrí zones del cel que emetien polsos en freqüències de radio a intervals molt regulars. El causant d'aquesta radiació es denominà púlsar, una estrella de neutrons que emet radiació periòdicament. Això es degut a que tenen un intens camp magnètic que indueix l'emissió d'aquests polsos de radiació electromagnètica a intervals regulars relacionats amb el període de rotació del Púlsar.

Les estrelles de neutrons (Púlsars) poden rotar sobre sí mateixes centenars de cops per segon; un punt de la seva superfície podria estar movent-se a velocitats de fins a 70.000 km/s. Aquestes estrelles son d'una mida relativament petita, entre 10 i 20 kilòmetres, ja que la força centrífuga generada a aquestes enormes velocitats i el potent camp gravitatori de una d'aquestes estrelles (per la seva gran densitat) es capaç de fer possible la seva existència.

Comparació de dimensions d'estrella de neutró i Vancouver.

Les estrelles molt massives acaben la seva vida explotant en forma de supernova; expulsen a l'exterior una nebulosa amb una estrella de neutrons al seu centre que emet en forma de polsos degut a la seva ràpida rotació.



Els Púlsars actuen com fars situats enmig de l'univers. El causant és la seva ràpida rotació i l'emissió de radiació exclusivament pels seus pols.

Quàsars, púlsars, radiogalàxies... només són alguns dels primers descobriments de la radioastronomia. En els últims anys s'han dut a terme millores de tècniques i s'han desenvolupat instruments més sensibles i amb millor rendiment, avui en dia es combinen antenes situades en diferents continents i inclús en l'espai (interferòmetres). Amb aquests instruments més els que aviat començaran a funcionar, els astrònoms tenen nous reptes a



superar: conèixer l'origen i l'evolució del univers, trobar evidències d'ones gravitatòries, descobrir com es van formar les primeres galàxies, estudiar detalladament els forats negres, trobar i saber com es formaren altres sistemes planetaris, avançar en el projecte SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence). Mirar l'univers amb uns altres ulls, amb una altra freqüència, ha suposat una revolució equiparable a l'ús del telescopi per Galileu 400 anys enrere.

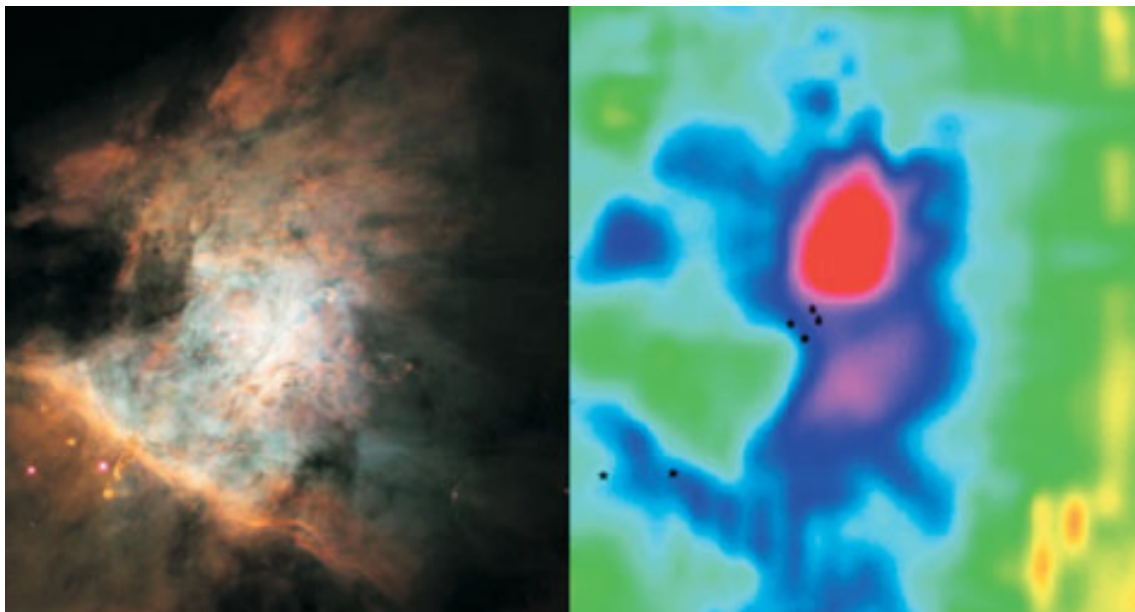


<http://www.jb.man.ac.uk/pulsar/Education/Sounds/sounds.html>

Soroll que fa un Púlsar de tipus B0329 amb un període de rotació de 0.7 segons com es pot apreciar en l'àudio.

NÚVOLS INTERESTEL·LARS, NAIXEMENT D'ESTRELLES I NEBULOSES

La radioastronomia també ha permès estudiar grans quantitats de gas que s'agrupen a l'espai que queda lliure entre les estrelles. Aquests núvols interestel·lars són vertaderament una “fàbrica” d'estrelles, que es formen un cop es condensen. Quan la temperatura del seu centre es suficientment alta, comencen a tenir lloc reaccions nuclears, l'estrella es comença a fer visible gràcies al seu escalfament.



Núvol interestel·lar vist per l'emissió de la molècula de monòxid de carboni, a longituds d'ona de radio, en la nebulosa de Orió pel radiotelescopi de 30 m de IRAM-IGN a Sierra Nevada. (imatge de la dreta)

Imatge òptica de la regió fotografiada pel *Hubble Space Telescope*. (imatge de l'esquerra)

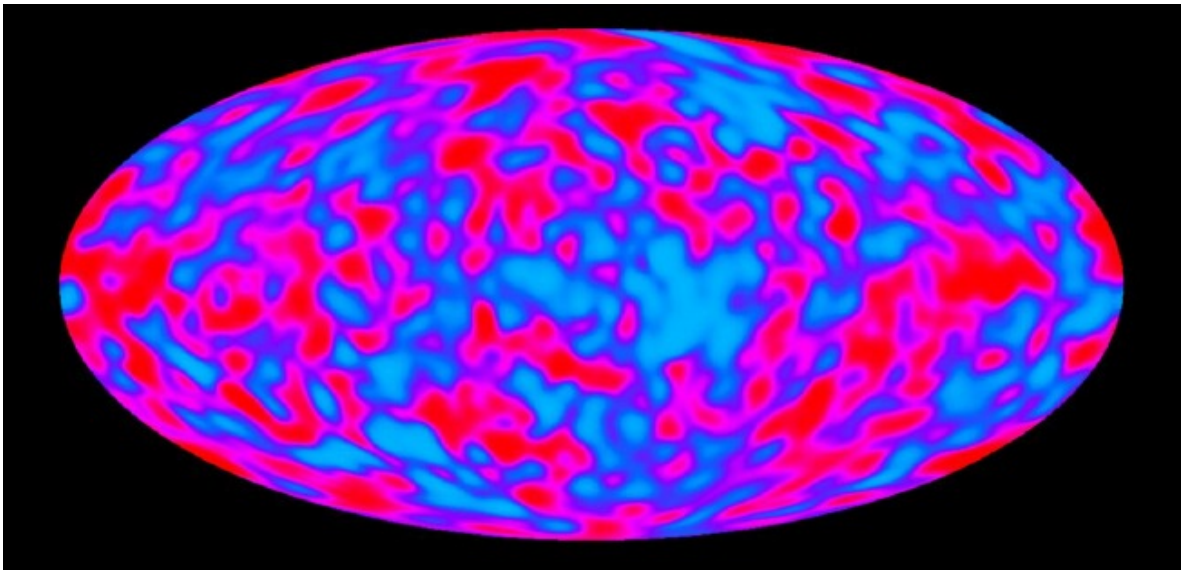
Com és d'esperar, les estrelles més joves es troben reunides en la zona de major emissió de monòxid de carboni (color vermell).

Aquestes estrelles de massa moderada (gairebé totes les observables) al final de les seves vides expulsen material cap a l'exterior. Un cop arribat a aquest punt, la major part del gas estel·lar que contenia l'estrella ha sigut expulsat. L'escalfor que roman en el gas es capaç d'escalfar i il·luminar tot aquest material alliberat, donant lloc a les nebuloses planetàries, un dels espectacles més bells de l'univers.

LA RADIACIÓ CÒSMICA DE FONTS

Com bé he dit abans, la radiació còsmica de fons va ser detectada per primera vegada pels radio-astrònoms Arno Penzias i Robert Wilson el 1964.

El 1992 el satèl·lit COBE de la NASA va notar petites desviacions de la temperatura respecte al valor mitjà en la radiació còsmica de fons. A continuació apareix la temperatura de la radiació còsmica de fons representada per colors on els colors vermells representen una temperatura més elevada que les zones blavoses, és a dir, major densitat en l'univers primitiu.



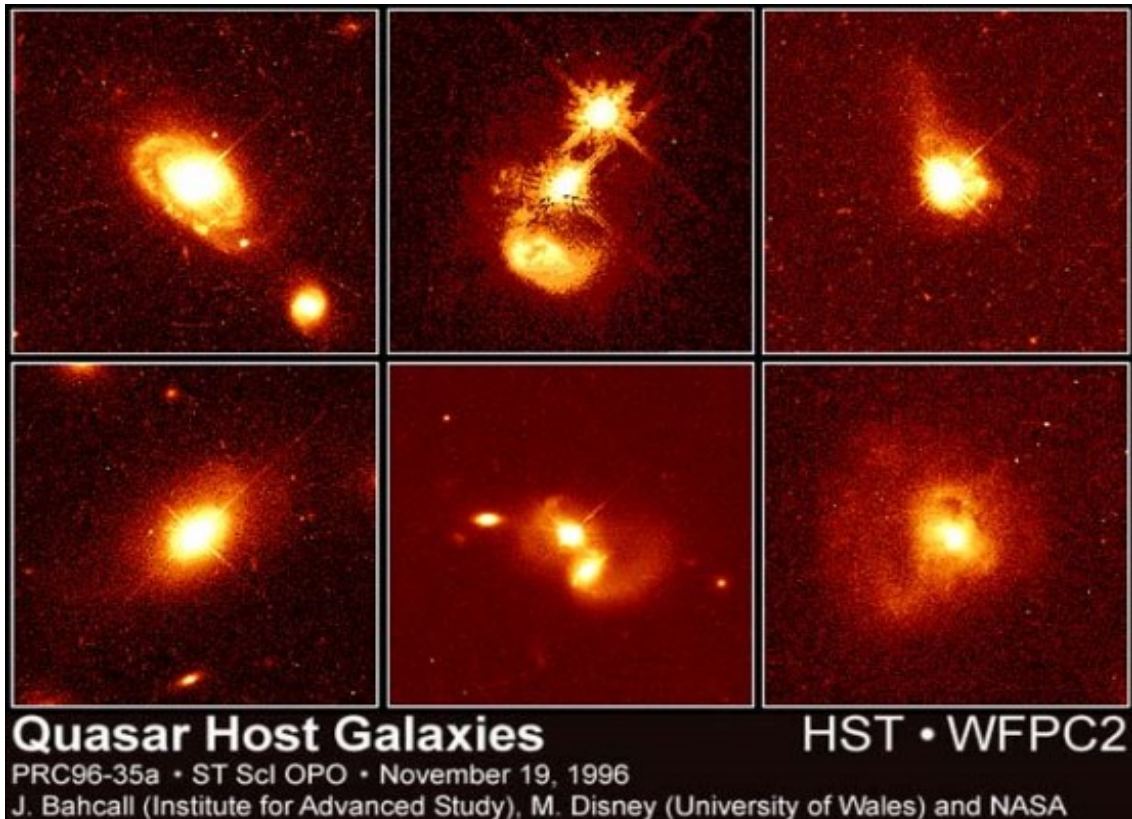
Radiació còsmica de fons detectada pel satèl·lit COBE de la NASA

El resultat detectat pel COBE confirma la teoria cosmològica del Big Bang ja que segons aquesta, les galàxies es van formar molt prematurament deixant així una “petjada” en la primera radiació que va deixar la gran explosió fa uns 13.000 milions d'anys.

Aquest podria ser un dels descobriments radio-astronòmics més importants fins al moment, tot i que hi han hagut molts més que sense la radioastronomia mai ens hauríem adonat de la seva existència. Tant poden ser estrelles, galàxies o exoplanetes, i l'existència de noves classes d'objectes celestes com els quàsars i púlsars.

QUÀSAR

Un Quàsar és un tipus de galàxia proveïda d'un nucli actiu (en la majoria dels casos contenen forats negres al nucli) i alliberen gran quantitat d'energia que causa una lluminositat equivalent a la de centenars de galàxies mitjanes i equiparable a esdeveniments de durada breu com supernoves o esclats de raigs gamma (explosió d'una galàxia distant).



Exemple de quàsars en entorns ben diferents, alguns en galàxies aïllades i d'altres en galàxies en col·lisió.

Una de les característiques més remarcades dels quàsars és que són uns dels astres més llunyans mai descoberts fins ara. Això explicà la forta desviació cap al vermell un cop observats els seus espectres. El quàsar més llunyà conegut fins ara es va descobrir el juny de 2011 i es troba a una distància de gairebé 13.000 milions d'anys llum.

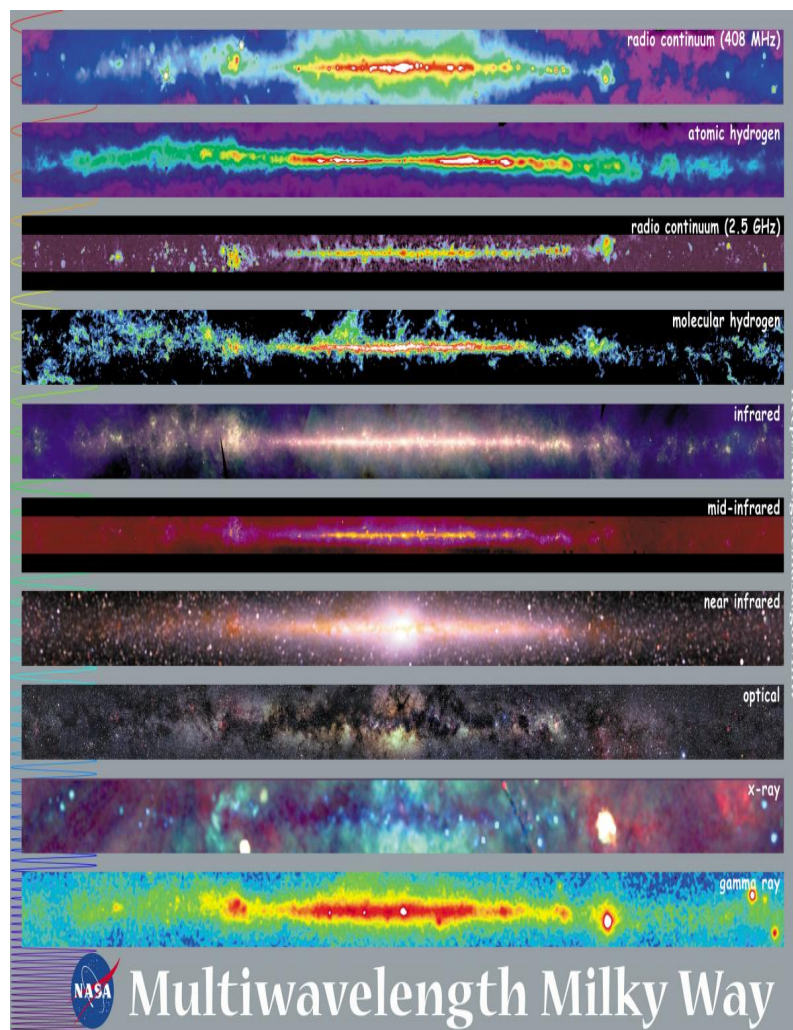
Coneguem dos tipus de quàsars gràcies als diferents comportaments en l'àmbit de radio:

- El 90% dels quàsars no emeten cap radiació en forma de radio (galàxies de Seyfert).
- El 10% restant són potents quàsars emissors de radio (radiogalàxies).

TÈCNIQUES D'OBSERVACIÓ MODERNES EN ASTRONOMIA

La major part de la informació dels astres s'obté a través de la radiació que emeten al llarg de tot l'espectre electromagnètic.

L'estudi actual de qualsevol astre es realitza mitjançant la seva observació en diversos rangs del espectre electromagnètic, obtenint així informació complementària sobre la naturalesa i els fenòmens que hi predominen. Durant la segona meitat del segle XX, el cel ha estat cartografiat en tots els rangs. El seu espectre a gran escala està dominat per l'emissió dels diversos components de la nostra galàxia: estrelles, pols, gas calent, gas fred.



Via Làctia vista en diferents freqüències del seu espectre electromagnètic.

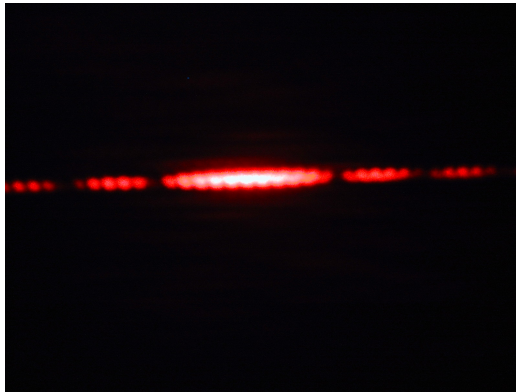
La imatge visible de la nostra galàxia, la Via Làctia, és incompleta, doncs l'absorció del pols interestel·lar limita la zona en que les estrelles poden ser observables. Per aquesta raó és necessària analitzar-la en diferents longituds d'ona de l'espectre electromagnètic. Així doncs la seva estructura espiral

completa i les regions on es troba el material del que neixen estrelles es detecta mitjançant ones de radio. Les regions on estan naixent estrelles i la distribució d'estrelles a gran escala es coneix gràcies a la radiació infraroja. La mort d'estrelles s'estudia per raigs X i els raigs gamma són el resultat de la interacció de les partícules dels raigs còsmics amb el gas interestel·lar.

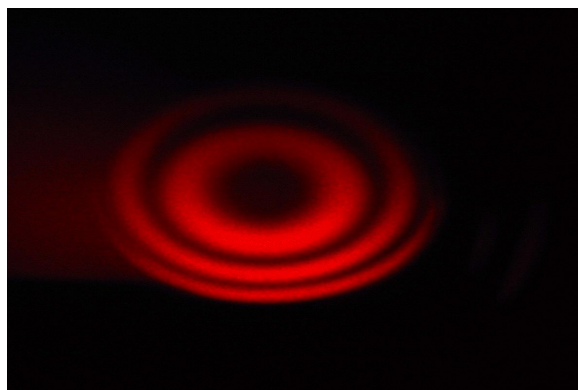
L'INTERFERÒMETRE

L'interferòmetre és un instrument que s'utilitza per mesurar amb una gran precisió les diferents longituds d'ona de la mateixa llum.

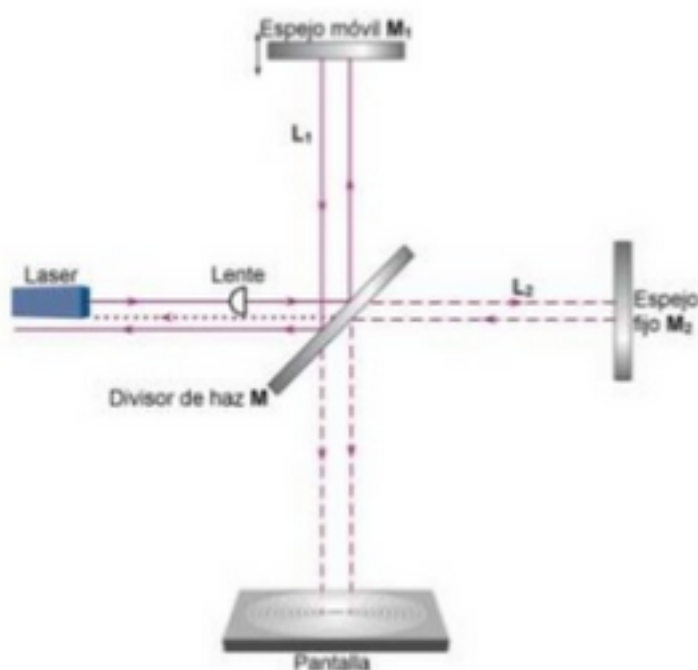
Aquest aparell aprofita un fenomen de la llum anomenat interferència. Aleshores, la interferometria és el procediment pel qual es fan interferir dos ones o senyals i es registra el patró d'interferència (interferograma) que es produeix. La majoria dels interferòmetres estan formats per dos feixos de llum que recorren dos trajectòries òptiques diferents, determinades per un sistema de miralls i plaques que finalment, formen un patró d'interferència que fa possible mesurar amb precisió les longituds d'ona de la llum observant els cicles complets de canvis en les franges d'interferència i així, calcular valors com distàncies, índexs de refracció, diàmetres estel·lars, trajectòries solars, etc.



Patró d'interferència de doble escletxa d'un raig làser.



Patró d'interferència format per un interferòmetre de Michelson.



Movent el mirall M_1 (el mirall mòbil) obtenim una sèrie de relacions entre la distància moguda i el camí òtic del raig làser, és a dir, tenim un model d'interferència que va variant segons la posició del mirall M_1 . Si movem lentament el mirall M_1 una distancia d_e passaran n franges en el patró d'interferència que observem en la pantalla, d'aquesta manera obtenim la relació:

$$2d_e = n\lambda$$

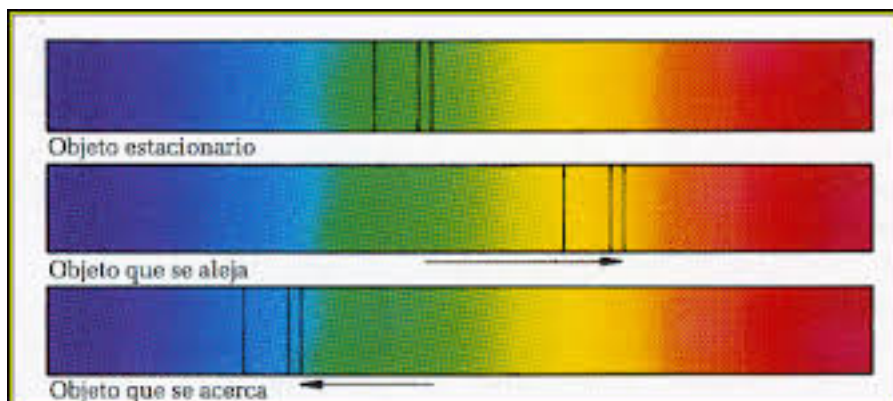
Esquema d l'interferòmetre de Michelson

I així es pot calcular la longitud d'ona λ de la llum emprada, al aïllar-ho l'equació queda així:

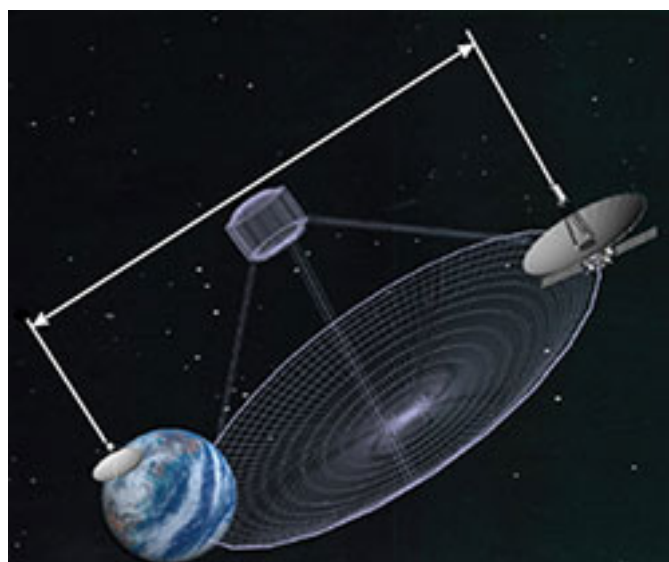
$$\lambda = \frac{2de}{n}$$

Si la longitud d'ona és coneguda, es pot usar el mateix procediment per mesurar la distancia.

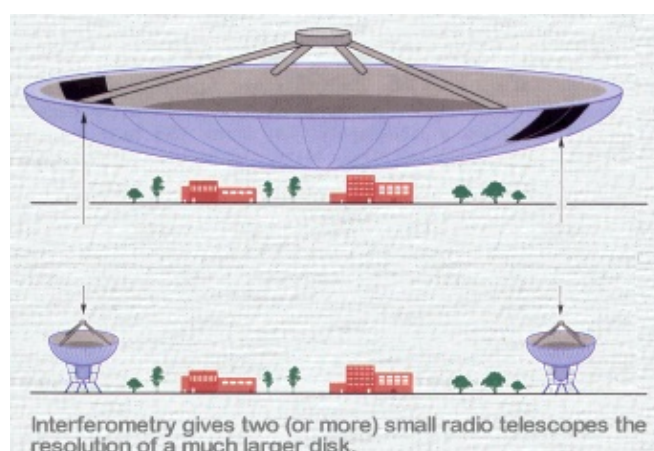
Gràcies a aquesta tècnica, acoblada als telescopis i radiotelescopis actuals, es pot conèixer la distància a la qual està l'objecte observat i si s'allunya o s'apropa, és a dir, del seu sentit, depèn que el seu espectre es desvii més cap al blau o cap al vermell.



Gràcies a aquesta relació entre longitud d'ona i distància deduïm que com més distància, per exemple, de dos antenes parabòliques treballant conjuntament, millor resolució d'imatge podem obtenir, ja que a menor longitud d'ona més resolució aconseguim. Amb aquests paràmetres juguen els enginyers a l'hora de construir nous radiotelescopis. Cada vegada se'n augmenta més la distància entre les antenes d'un mateix projecte, cada cop es fan radiotelescopis amb diàmetres més grans i inclús s'envien satèl·lits parabòlics orbitant la Terra per aconseguir la major distància possible amb el radiotelescopi terrestre.



Radiotelescopi espacial d'interferometria HALCA



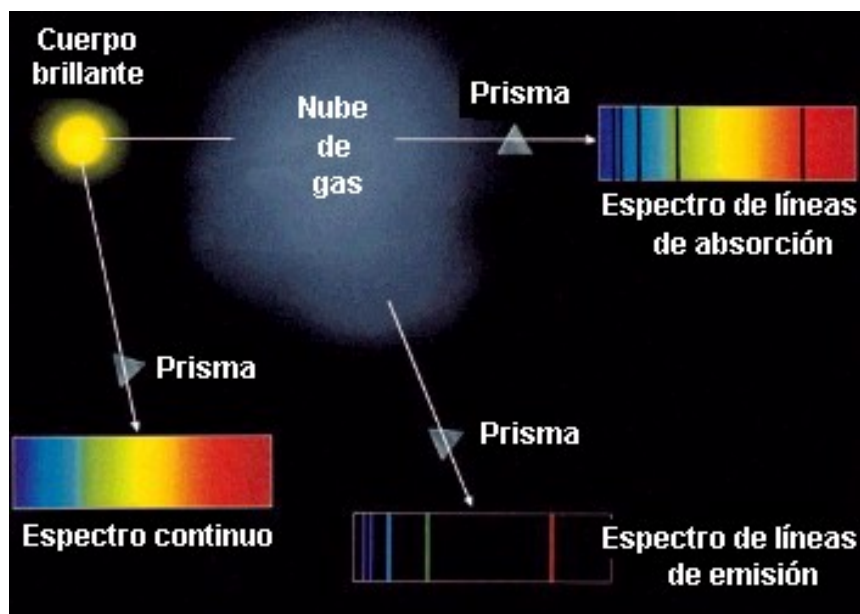
Interferometria en astronomia

ELS RADIOTELESCOPIS

Els radiotelescopis són aparells que detecten les ones de radiofreqüència procedents de l'espai exterior. Com s'ha pogut observar anteriorment, això permet determinar la posició de les fonts de radio de l'univers i d'aquesta manera estudiar els diferents tipus d'objectes que podem detectar en el firmament. Aquests aparells són empleats per estudiar els senyals de radio d'origen extraterrestre exclusivament.

Al principi, els astrònoms es van capficar en l'estudi de longituds d'ona relativament llargues, prop d'1 metre, per les quals era fàcil construir grans estructures d'antenes i receptors sensibles. En els següents anys, van aparèixer noves tècniques per construir estructures més grans i més precises i les bandes de longitud d'ona de fins a 1 mil·límetre van cobrar realment importància gràcies al perfeccionament dels equips de recepció d'ona curta.

Realment els radiotelescopis van revolucionar el camp de la investigació espacial des de la seva aparició als anys 30. Es tractava senzillament de radioreceptors d'una altíssima sensibilitat treballant en freqüències en les que l'atmosfera terrestre és transparent, és a dir, que no n'absorbeix radiació. Principalment els radiotelescopis estudien dos tipus d'emissions: L'emissió contínua i la de les línies d'emissió.



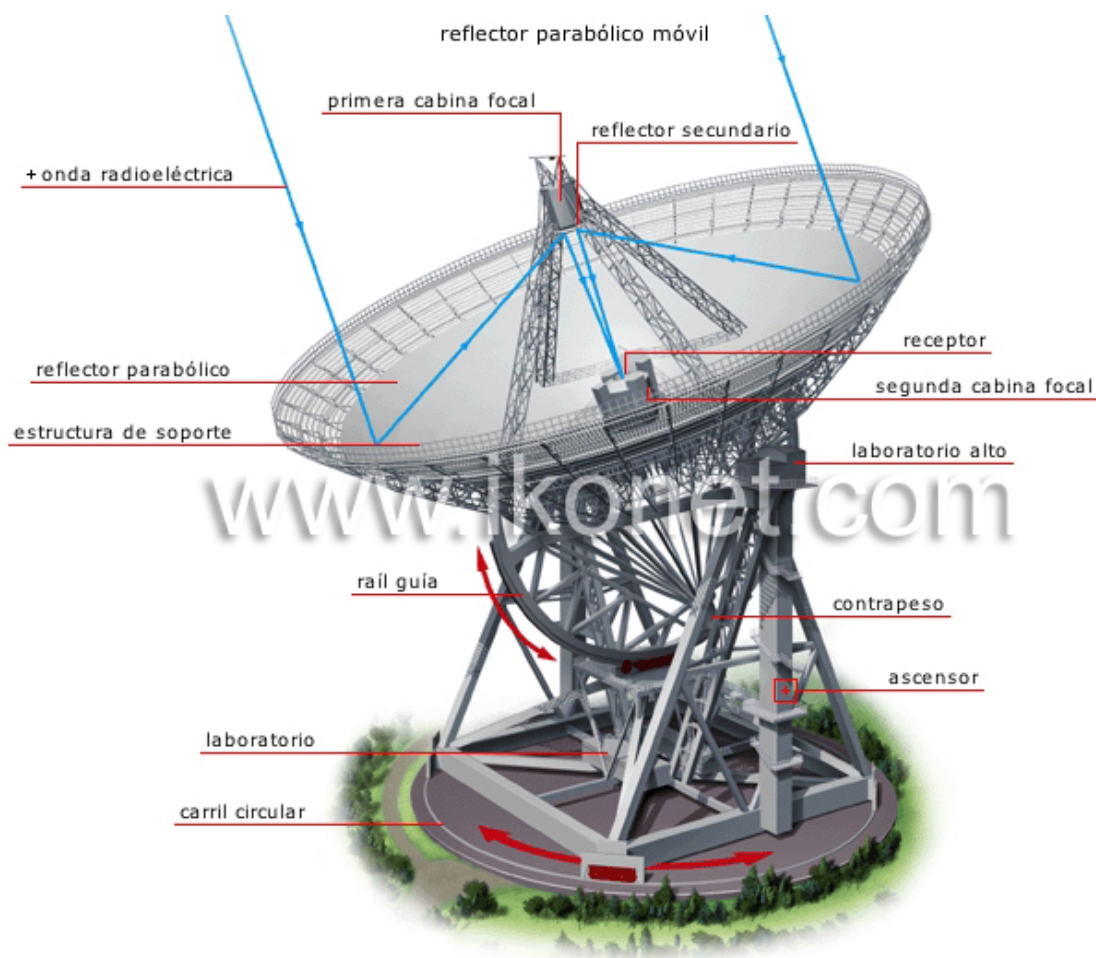
Emissió contínua, de línies d'emissió i d'absorció.

Mentre que d'una s'obté informació de les diferents fonts de radio del firmament, en les línies d'emissió s'observen fines línies poc intenses que són causades tant per l'absorció com per l'emissió d'una part del espectre provocat per algun possible gas còsmic com pot ser l'hidrogen, el més abundant en tot

l'univers. Cada gas n'absorbeix una part determinada de l'espectre, d'aquesta manera podem saber tant la composició química de galàxies llunyanes com les característiques de les diferents atmòsferes extraterrestres.

COMPONENTS D'UN RADIOTELESCOPI

Tot i que existeixen moltes modalitats de radiotelescopis, actualment tots consten d'una antena, que funciona com un col·lector d'ones, d'un receptor, d'un detector i d'un gravador.

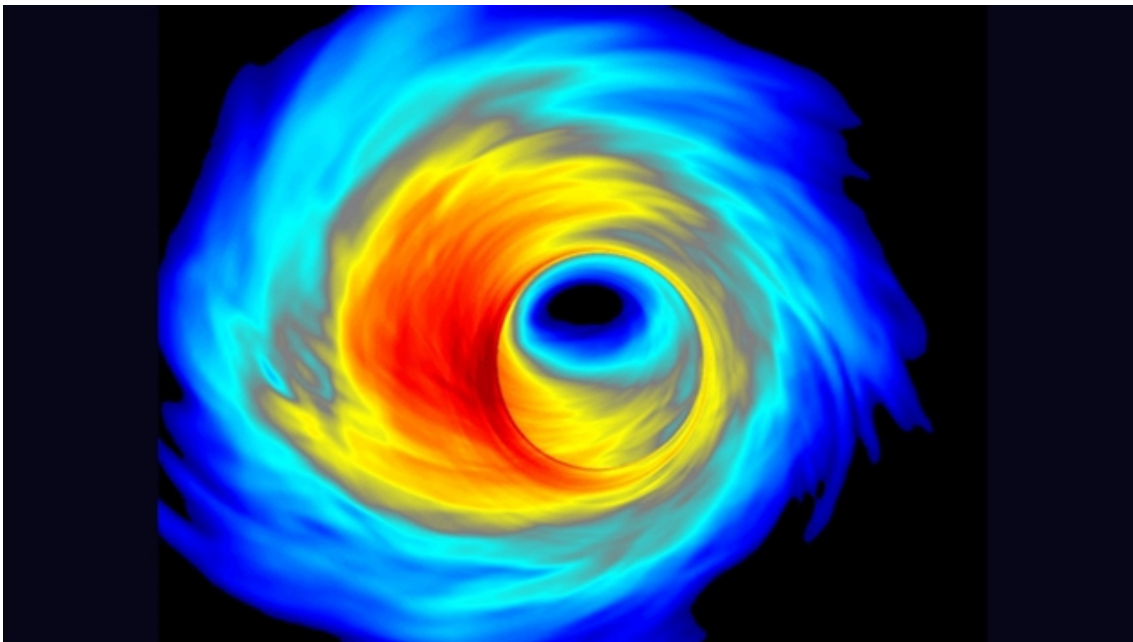


- L'antena: es dirigeix cap a la posició del objecte que es vol observar per tal de "recol·lectar" les ones de radio provinents del objecte observat. Aquestes són reflexades al reflector secundari que finalment envia totes les ones de radio obtingudes al receptor per tal d'analitzar-les.
- El receptor: és l'encarregat d'agafar tota l'energia captada per l'antena i d'adaptar-la als nivells de freqüència adequats pel seu registre i ús, és a dir, amplifica les ones i les converteix en senyals elèctriques cap a un

descodificador. S'utilitzen els receptors més sensibles ja que els senyals que necessiten captar solen ser molt dèbils. Això s'aconsegueix reduint la temperatura del receptor entre els -250°C i els -290°C , així doncs, el soroll tèrmic generat pel "moviment dels àtoms d'un metall" sigui el mínim possible.

- El detector: un cop el receptor ha convertit l'ona de radio en un senyal elèctric, aquest és l'encarregat de produir una imatge a partir de la senyal rebuda. Per fer-ho possible, el detector fa una conversió que mesura la densitat energètica de l'ona per treure'n la imatge.
- El gravador o analitzador: és un dispositiu d'emmagatzematge extern connectat a un ordinador per poder analitzar les dades correctament i així, poder construir imatges amb un millor nivell de detall que el del detector. Els ordinadors connectats a vegades s'usen per fer una combinació dels senyals de radio amb senyals tant òptiques com infraroges, per fer composicions molt útils pels astrònoms.

Primera imatge d'un forat negre supermassiu obtingut gràcies a la col·laboració de



diversos radiotelescopis d'arreu del món.

RADIOTELESCOPIS A ARREU DEL MÓN

Un dels radiotelescopis més reconeguts mundialment és el d'Arecibo. L'observatori al seu càrrec s'anomena (NAIC) "National Astronomy and Ionosphere Center". Va ser el major radiotelescopi construït gràcies als seus 305 metres de diàmetre, fins la construcció del RATAN-600 (Rússia) amb la seva antena circular de 576 metres de diàmetre. El d'Arecibo es capaç de rebre informació radio-còsmica, d'aeronomia terrestre i serveix com a radar planetari pels científics de tot el món. Encara que ha sigut utilitzat per usos diversos, principalment s'usa per l'observació d'objectes estel·lars. Entre els diversos usos que se li ha pogut donar al llarg de l'història, el telescopi es va utilitzar per la intel·ligència militar com, per exemple, localitzant les instal·lacions soviètiques de radar, detectant les senyals que rebotaven sobre la Lluna. El 1974 va fer possible enviar el missatge d'Arecibo cap a altres mons (es va enviar un missatge de 1 679 bits transmès des del radiotelescopi cap a un cúmul globular (zona de l'espai on hi han estrelles velles agrupades i per tant, possiblement, també vida intel·ligent) que es troba a 25 000 anys llum.



Radiotelescopi d'Arecibo, Puerto Rico

El missatge d'Arecibo conté:

La part de dalt de color blanc representa els números primaris en binari.

Just a baix hi ha els números atòmics dels elements que conformen el nostre ADN (H, C, N, O, P).

En verd està representat els nucleòtids que formen l'ADN.

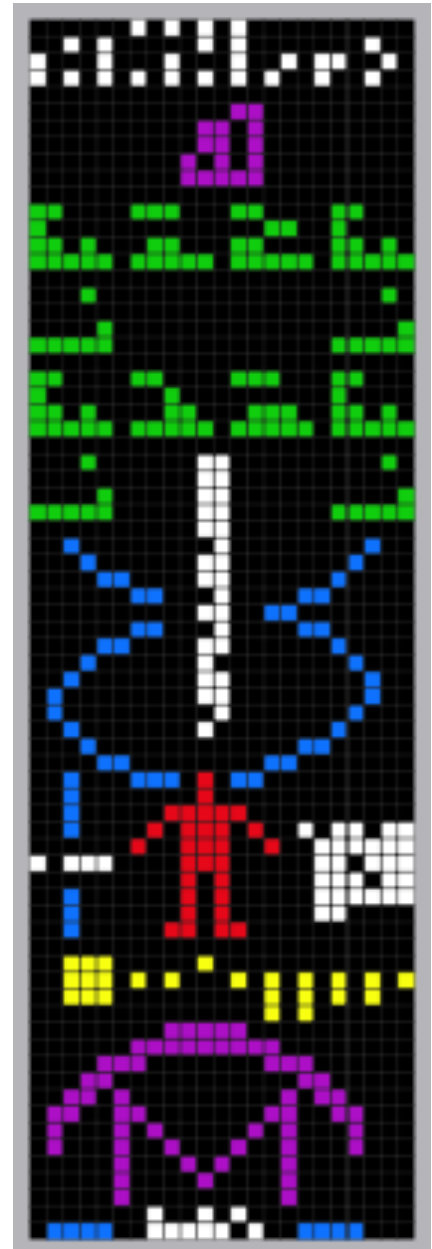
En blau la doble hèlice de l'ADN, el qual comparteixen tots els éssers vius de la Terra. La barra blanca vertical representa el número de nucleòtids)

El element vermell representa un ésser humà, a la seva esquerra s'indica la seva altura mitjana (176cm). El element de la dreta representa la dimensió de la població humana codificat en 32 bits: 4 292 853 750.

En color groc s'hi poden veure representat el sistema solar amb Plutó encara afegit. El planeta Terra es marca desalineat amb la resta per indicar d'on prové el missatge.

Per últim esta representat el radiotelescopi d'Arecibo amb el seu diàmetre de 305 metres.

Fins al dia d'avui no s'ha rebut encara cap resposta .



Altres radiotelescopis coneguts mundialment gràcies a moltes pel·lícules són també realment importants. Encara que no són tant grans com el d'Arecibo, utilitzen altres tècniques enginyoses per rebre la màxima informació possible de l'espai.

Aquests són els casos de VLA (Very Large Array) un gran arsenal de 27 radio antenes independents de 25 metres de diàmetre i un pes de 209 tones cada una, posicionades en fila a 2124 metres sobre el nivell del mar formant una Y en una esplanada de San Agustín, Nou Mèxic, de 21 quilòmetres cada recta que la compona. Aquesta estructura és l'escenari d'algunes escenes de pel·lícules com "Contact".



VLA

Altres radiotelescopis no es caracteritzen pel que són sinó per on estan situats... L'observatori astronòmic de Mauna Kea, situat en el volcà inactiu de Mauna Kea, Hawaii, Estats Units, es ideal pels cels nocturns. Compte també amb unes vistes privilegiades, amb baixa humitat i una posició per dalt del vapor d'aigua atmosfèric, aire net, bon temps i situació casi equatorial, tot això degut a l'altura en la que es troba, 4 205 metres sobre el nivell del mar. Realment es un dels llocs més privilegiats per l'observació astronòmica en tota la faç de la Terra, per això s'hi poden trobar instal·lacions astronòmiques tant Americanes com Coreanes o qualsevol altre país suficientment desenvolupat.

Finalment menciono el radiotelescopi individual més immens fins a la data, el RATAN-600, ubicat a Rússia. Consisteix en 895 reflectors rectangulars situats en un cercle de 576 metres de diàmetre.

Principalment ha estudiat la corona solar al llarg de tots aquests anys i ha contribuït amb el projecte SETI, la cerca de vida intel·ligent extraterrestre.



Mauna Kea



RATAN-600

Orbitant el planeta hi ha el telescopi espacial Hubble, a 593 quilòmetres sobre el nivell del mar. Cada 97 minuts aproximadament fa una volta a la Terra. Va ser ficat en òrbita el 24 d'Abril de 1990 en la missió STS-31 i com un projecte de la NASA i la ESA (com la NASA europea) conjuntament. Les avantatges que té són que pot obtenir imatges amb major resolució. Al estar fora l'atmosfera terrestre també és possible captar altres tipus de radiació abans que l'atmosfera l'absorbeixi i així obtenir millor qualitat de les imatges. Tampoc es pot veure mai afectat pels efectes meteorològics ni per la contaminació lumínica.

ALMA, UN PROJECTE PEL FUTUR

“Atacama Large Millimeter Array” (Gran interferòmetre de Ones Mil·limètriques de Atacama), es el projecte radio-astronòmic més prometedor per les pròximes dècades. Amb la col·laboració entre Europa i Nord-Amèrica, a la que probablement s’hi sumarà Japó, el projecte ALMA serà un conjunt de 64 antenes parabòliques de 12 metres de diàmetre cadascuna amb una altíssima precisió que s’instal·laran en una àrea de uns 15 x 15 quilòmetres en la plana de “Chajnantor”, a 5 000 metres d’altura, en el desert d’Atacama, Xile.

Aquest projecte està destinat a proporcionar descobriments crucials en moltes àrees de l’astrofísica, però molt especialment en temes referents a la formació de planetes, estrelles i galàxies, en les zones més fredes de l’univers.

Una altíssima precisió de les antenes és necessària per tal d’observar el firmament en longituds d’ona mil·limètriques i submil·limètriques. La distància entre una antena i l’altre del costat pot arribar a ser de 10 quilòmetres, cosa que és necessària com més capacitat de detall vulguem obtenir.



Inauguració del Projecte ALMA, Xile.

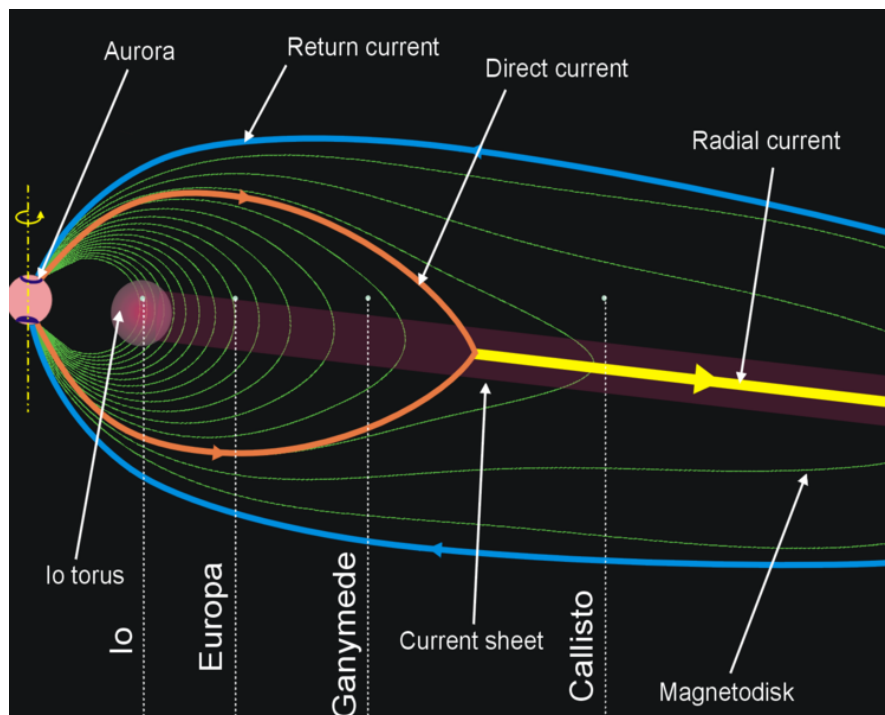
EL PROJECTE

OBJECTIU DE LA PRÀCTICA

Construir un radiotelescopi artesanalment (no deixa de ser una antena parabòlica) per tal d'intentar rebre alguna senyal d'origen jovià (de Júpiter) o solar.

INTRODUCCIÓ

El camp magnètic de Júpiter (el més gran i potent del sistema solar) produeix una interessant interacció amb la lluna Ío, la més interior de totes les de Júpiter. Aquesta conté una gran activitat volcànica, així doncs, té grans volcans actius de sofre i una prima atmosfera. La ionosfera i el cos condueixen la electricitat i el moviment relatiu entre les magnetosferes de Ío i de Júpiter creant així un circuit de dinamo, que produeix grans corrents electromagnètiques que recorren entre elles.



Aquestes senyals elèctriques poden ser detectables a partir de mitjans d'Octubre fins al mes de Juny situats a l'hemisferi nord. La seva duració no és

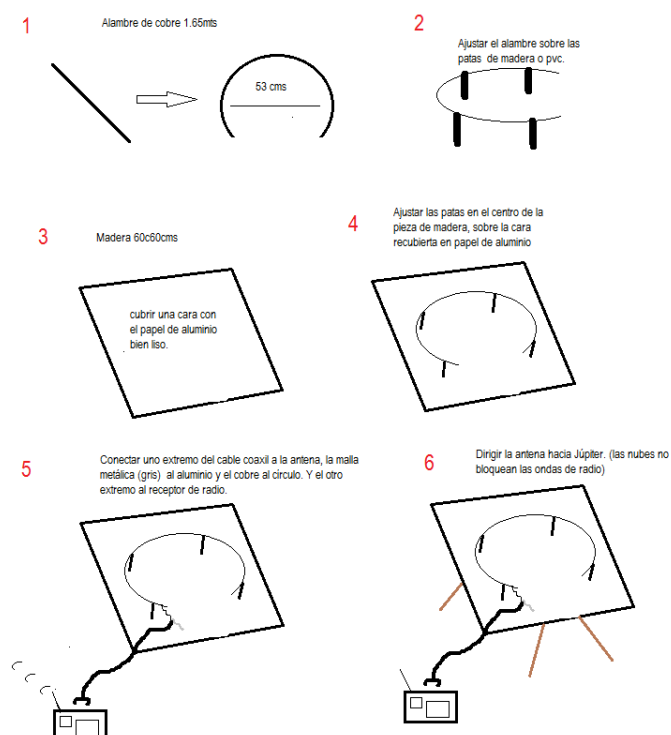
gens concreta, tant pot durar uns segons com bastants minuts i la seva intensitat depèn de la posició del seu satèl·lit i respecte de Júpiter i de la seva posició respecte de la Terra també. Existeixen programes dissenyats especialment per calcular aquests paràmetres (Radio Júpiter Pro) i per tant, saber els dies que poden resultar més exitosos a l'hora de decidir fer la pràctica.

CONSTRUCCIÓ

Materials:

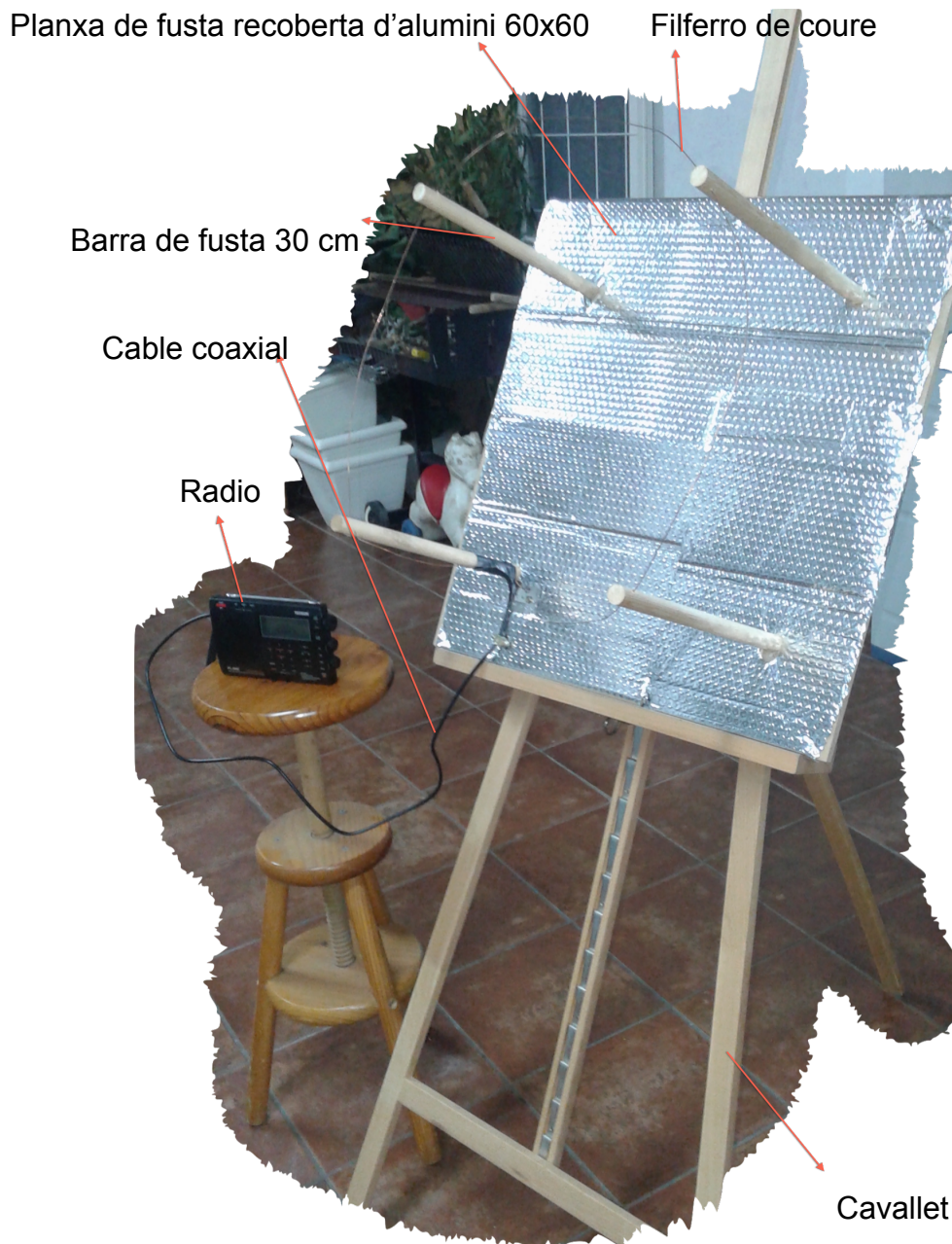
- -Planxa de fusta 60x60 metres.
- -Quatre pals de fusta de 30 cm cadascuna i d'un diàmetre de 15-20 mm.
- -Paper d'alumini.
- -Cavallet o suport similar.
- -Radio capaç de captar ona curta amb entrada per antena externa.
- -Cable coaxial (com el de la TV)
- -Filferro de coure rígid.
- -Adaptador cable coaxial al connector de la radio

Procediment:



- Dibuixem una circumferència de 53 cm de diàmetre en mig de la planxa de fusta on hi clavarem (recomano fer-ho amb cargols per tenir major resistència en les barres) els quatre pals simètricament els uns dels altres.

- Un cop fet, cobrirem la superfície de la planxa amb paper d'alumini (pot ser també un para-sol dels que es fiquen al cotxe) procurant que quedi ven llisa la superfície.
- A continuació fem uns forats a la part més alta possible de cada pal de manera que puguem fer una circumferència amb el filferro de coure passant-los per cada forat prèviament fet.
- Només queda soldar la part d'alumini del cable coaxial amb la superfície d'alumini i el coure amb el coure del coaxial i instal·lar un adaptador pel cable coaxial per tal de poder-lo connectar al port d'antena externa de la radio.



CONCLUSIÓ

A aquest treball li he dedicat moltes hores intentant assolir els objectius que havia determinat al seu inici. La major part les he complert, crec que he aconseguit resumir i mostrar la informació sobre el tema d'una manera bastant clara i didàctica. He après a buscar la informació necessària en cada apartat i a resumir-la i simplificar-la a la vegada que intentava comprendre'n tot el seu significat.

No tan sols es tractava d'un treball teòric, sinó que hi havia una part pràctica que era construir un aparell per tal d'escoltar interferències interplanetàries. El meu objectiu principal fou l'intens camp electromagnètic de Júpiter però aquest es més difícilment detectable que el del Sol i el fons de radio de la galàxia, ja que Júpiter també orbita al Sol com la Terra i no es detectable a qualsevol època de l'any. Tot i així he aconseguit elaborar l'aparell capaç de fer el plantejat al principi.

A nivell personal el treball m'ha enriquit didàcticament perquè, encara que la majoria de coses ja me les sàpigués, també he après molt sobre temes dels que mai havia llegit com la interferometria, per exemple.

El que més m'ha costat aconseguir en el treball és no fer perdre l'interès pel lector en cap moment, perquè hi ha molta informació i es pot arribar a fer molt espessa arribat a un punt. A internet s'hi pot trobar molta informació però no tota es fiable i es necessita dedicar-se temps a aconseguir la informació que realment serveixi. També ha sigut difícil treure informació irrellevant del treball per no fer-lo massa extens, però al cap i a la fi, a valgut la pena dedicar-s'hi tant.

FONTS D'INFORMACIÓ

Webgrafia:

Anastasia Gubin- "*LA GRAN ÉPOCA*" [en línia]. "Júpiter manda señales de radio como ruidos de ballenas o pájaros carpinteros".
<<http://www.lagranepoca.com/32646-jupiter-manda-senales-radio-como-ruidos-ballenas-o-pajaros-carpinteros>> (24/10/2014)

NASA- "*Tormentas de radio en júpiter*" [en línia].
<http://ciencia.nasa.gov/science-at-nasa/2004/20feb_radiostorms/> (21/10/2014)

IAR- "*Qué es la Radioastronomía*" [en línia].
<<http://www.iar.unlp.edu.ar/radio.htm>> (17/9/2014)

Blogger, July Alexandra- "*Funcionamiento e importància de un radiotelescopio*" [en línia].
<<http://liccienciasnatutalesastronomia.blogspot.com.es/>> (17/9/2014)

Antonio Heras- "*Introducción a la astronomia y astrofísica*" [en línia].
<<http://antonioheras.com/index.htm>> (25/8/2014)

Blogger, creada per Tesseo i actualitzada per JM JLC- "*Astronomía física y misiones espaciales*" [en línia].
<<http://astronomia-fisica-misiones-espaciales.blogspot.com.es/p/astronomia-2.html>> (24/8/2014)

Mercury Barcelona- [en línia].
<http://www.mercurybcn.com/index.php?page=shop.browse&category_id=764&option=com_virtuemart&Itemid=6&vmcchk=1&Itemid=6> (24/7/2014)

NASA- "*Radio Jove*" [en línia].
<<http://radiojove.gsfc.nasa.gov/>> (1/7/2014)

Educaplus.org- *física* [en línia].
<<http://educaplus.org/index.php?mcid=2>> (11/5/2014)

Blogger, F. J. Ochando- "*Astrotecnia*" [en línia].
<<http://astrotecnia.blogspot.com.es/p/radioastronomia.html>> (25/5/2014)

Bibliografia:

Xuan Thuan, Trinh- "*El destino del universo. Después del Big Bang*". Editorial: Blume.

Baker, Joanne- "*50 cosas que ha de saber sobre física*". Editorial: Ariel.