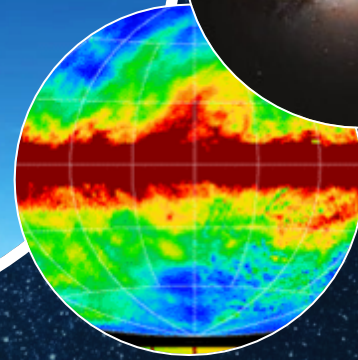
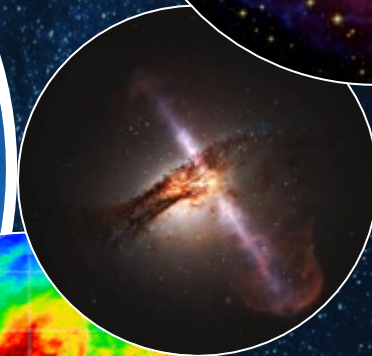
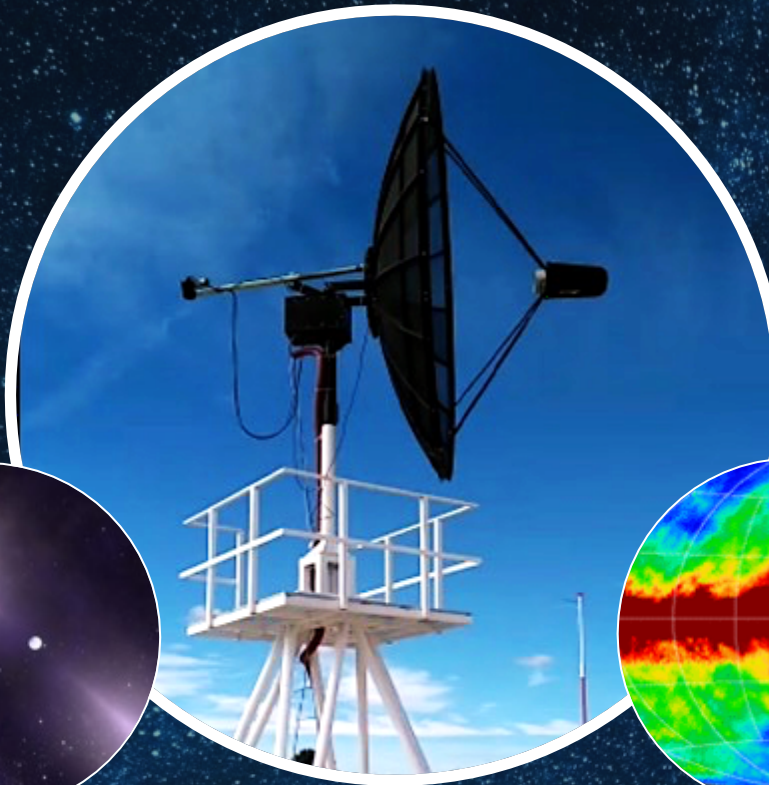




El Universo en Radio Observando con el SRT (UCM)



Astronomía y Geodesia
2019/2020



HOU - España



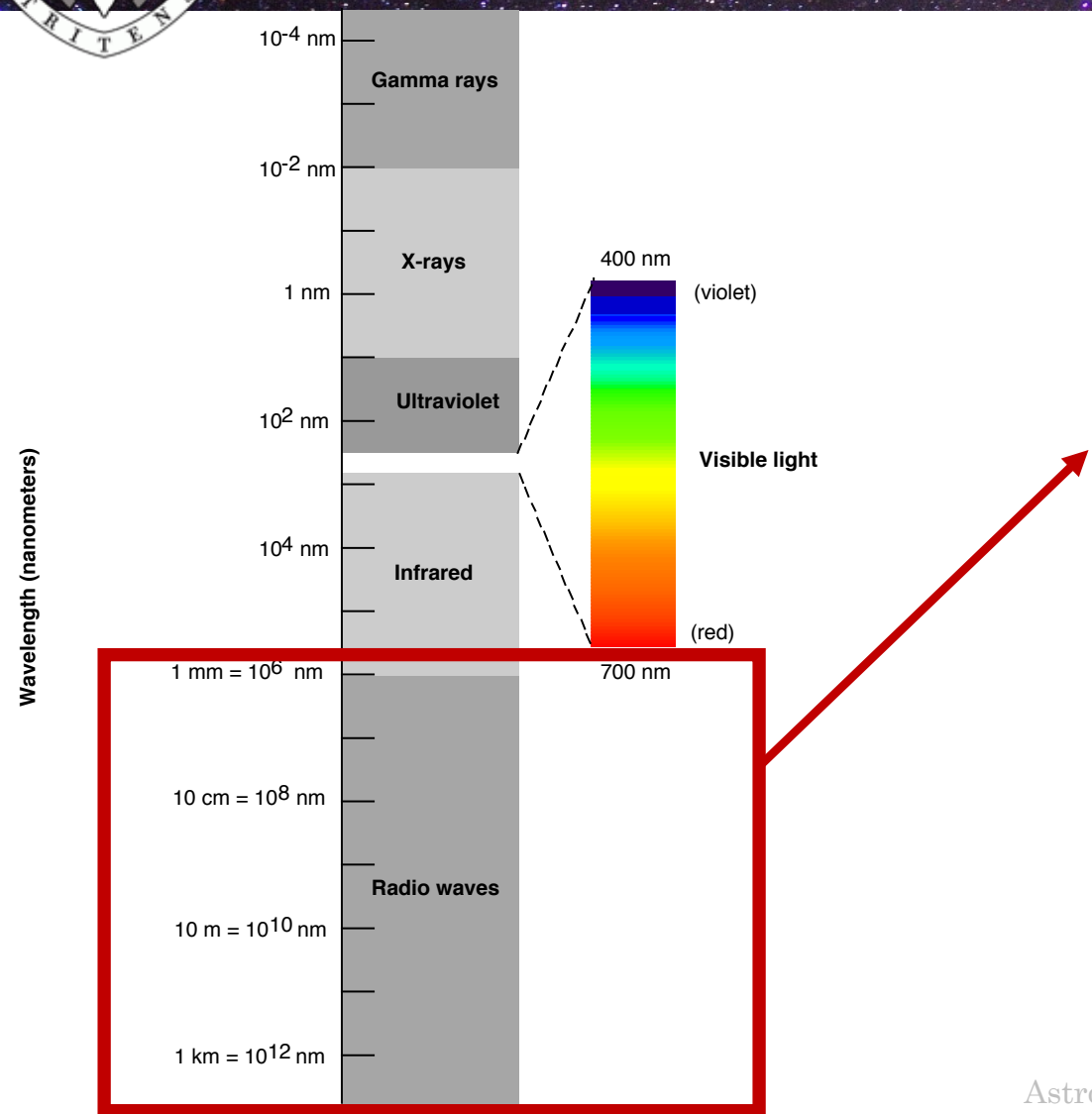
Práctica observación con el SRT

- ¿Por qué observar en radiofrecuencias? Breves nociones sobre **radioastronomía**
- **SRT**: *Small Radio Telescope*
- Elaboración de una **propuesta de observación**
- **Observando** con el SRT
- **Análisis** de datos





Radioastronomía



Examples	Frequency	Wavelength	Examples
	3 kilohertz (10^3 Hz)	100 kilometers (10^3 m)	
Long Radio Waves	30 kilohertz (10^3 Hz)	10	
AM	300 kilohertz (10^3 Hz)	1	
Short Waves	3 Megahertz (10^6 Hz)	100 Meters	← Football Field
FM & TV	30 Megahertz (10^6 Hz)	10	← Human
Radar	300 Megahertz (10^6 Hz)	1	
S-band	3 Gigahertz (10^9 Hz)	100 millimeters (10^{-3} m)	
X-band	30 Gigahertz (10^9 Hz)	10	
Infrared Radiation	300 Gigahertz (10^9 Hz)	1	← Grains of Sand

Lower Frequencies ↑

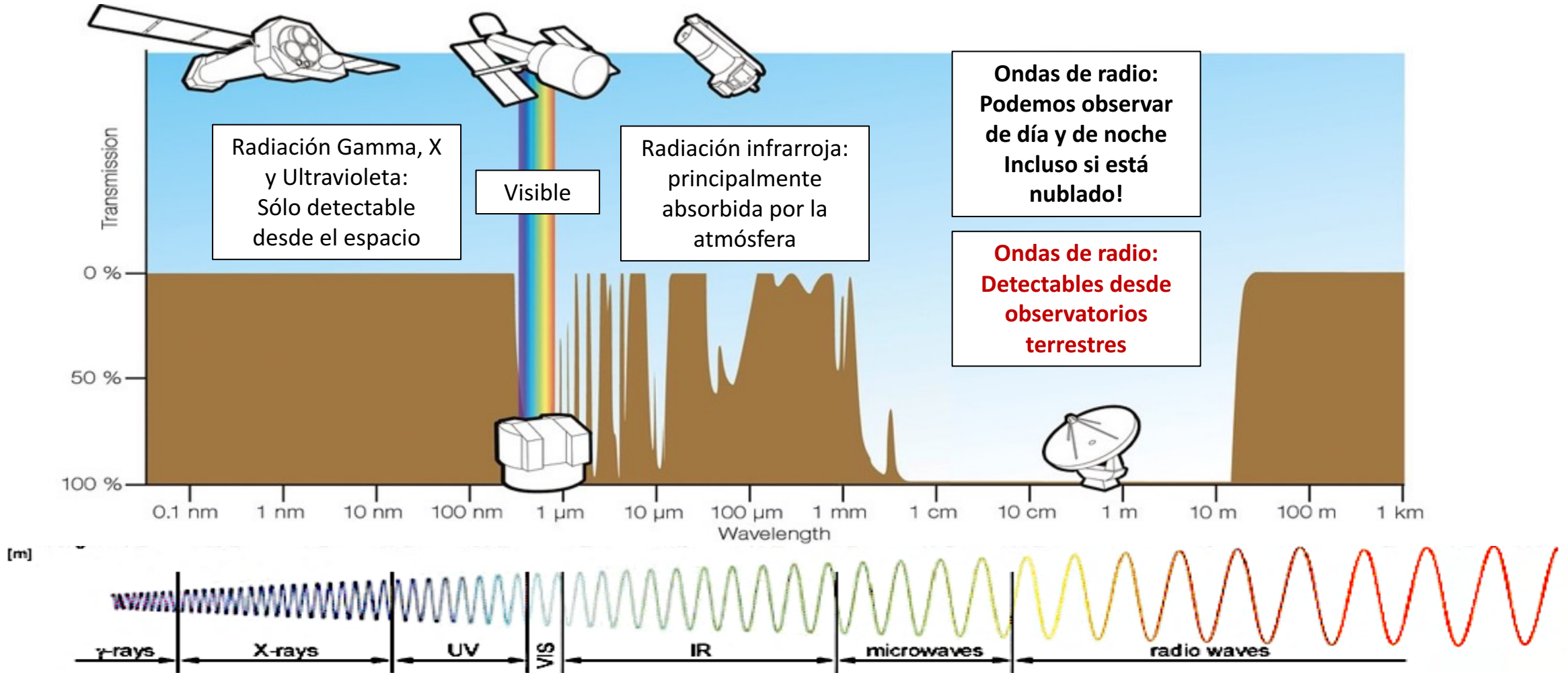
↑ Radio Frequencies (RF)

↓ Longer Wavelengths

Band	Range of Wavelengths (cm)	Frequency (GHz)
L	30 - 15	1 - 2
S	15 - 7.5	2 - 4
C	7.5 - 3.75	4 - 8
X	3.75 - 2.4	8 - 12
K	2.4 - 0.75	12 - 40



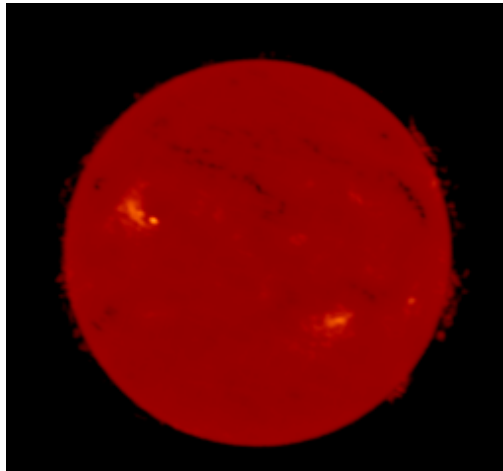
Radioastronomía



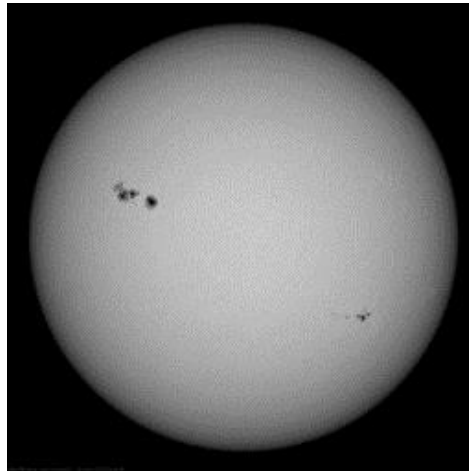


Radioastronomía

- La observación en radio nos da información sobre procesos físicos que no podemos ver en otras longitudes de onda (visible, UV, infrarrojo, etc.)
- Nos da además información sobre el medio a través del cual viaja la onda.

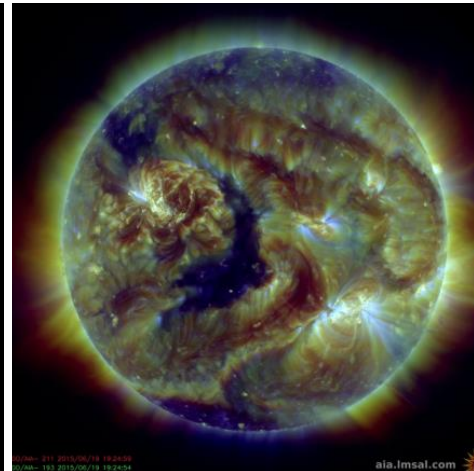


Radio



Visible

Photosphere and Sun spots



Ultravioleta



Radioastronomía

Emisión en el CONTINUO

1. Radiación sincrotrón: interacción electrones con el campo magnético
Ejemplos: **Quásares, pulsars, remanentes de supernova, núcleos de galaxias activos...**
2. Radiación libre-libre: Interacción electrones con iones.
Ejemplos: **Regiones de formación estelar (SFR)**
3. Emisión térmica: Radiación de cuerpo negro
Ejemplos: **Polvo frío**



Continuous spectrum

LÍNEAS DE EMISIÓN Y DE ABSORCIÓN: vibración, rotación de los átomos y moléculas en el gas.

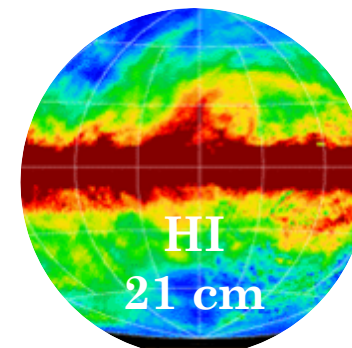
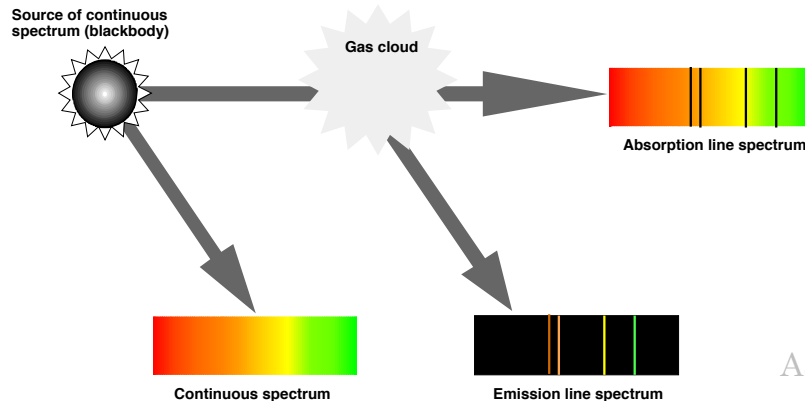
Ejemplo: **HI (21 cm)**



Absorption line spectrum



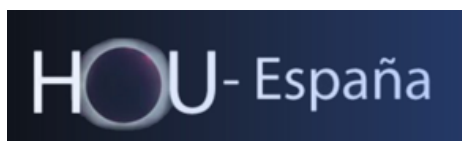
Emission line spectrum





Small Radio Telescope (SRT)

- Antena de **2 m** de diámetro: Gran superficie colectora
- Situada en el **Complejo Astronómico de la Hita (Toledo)**
[Coords. 39°34'07" N 3°11'10"O](#)
- Rango de frecuencias: **1370-1800 MHz (Banda L: Continuo y Línea 21cm del Hidrógeno)**



Vista en tiempo real del SRT
<http://flh.dyndns.org:60006/main.htm>

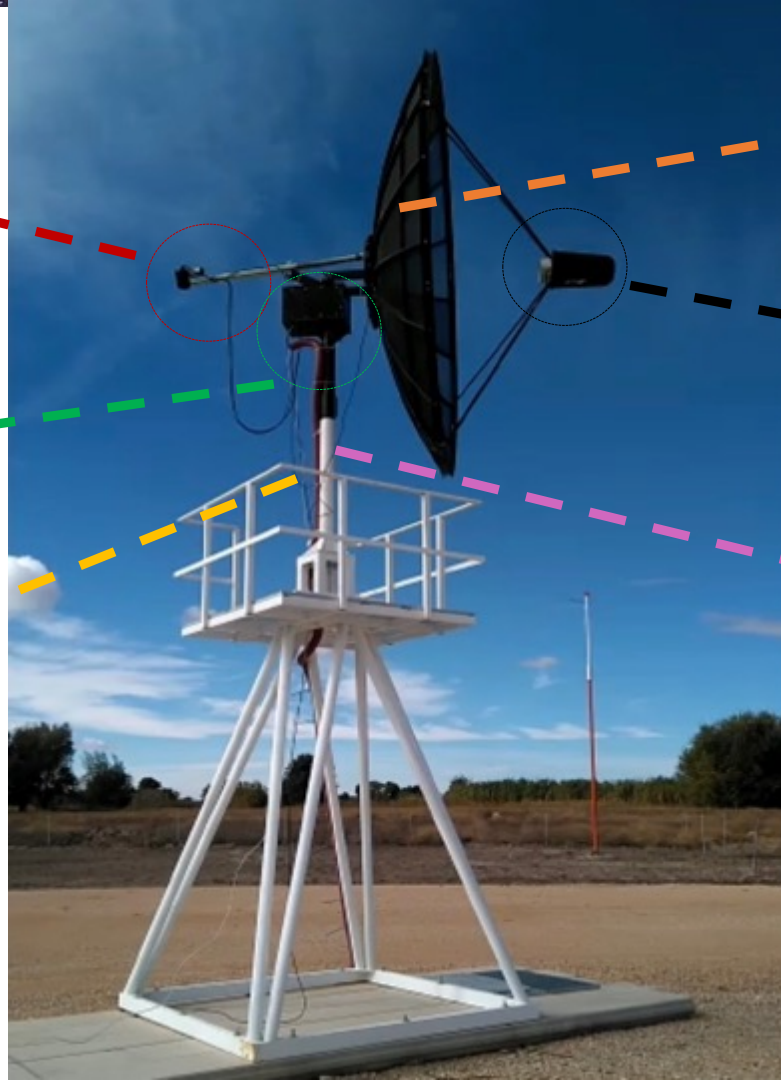


Small Radio Telescope (SRT)

**Motor
Elevación**

**Motor
Azimut**

**Cable
Señal**



Reflector

Receptor

Mástil

**Amplificador +
Ordenador (graba
la señal)**



Aplicación SRT: Crear Usuario

<https://srt.ucm.es>

Solicitar nuevo usuario



(Los campos con * son obligatorios)

Uso:

(El SRT puede tener di **Aquí** puede ver una descripción de cada uno de ellos)

- ✓ -----
- Usuario
- Evaluador
- Amateur**



Aplicación SRT: Tutorial

<https://srt.ucm.es>

**COMENZAR
TUTORIAL**



El tutorial nos guiará por todos los pasos para enviar nuestra propuesta de observación con el SRT. Podremos utilizarlo todas las veces que queramos.

1. Título y descripción del proyecto de observación:

- ¿Qué quiero observar?
- ¿Cómo lo voy a hacer?
- ¿Cuál es el interés científico de mi proyecto? ¿Se ha observado alguna vez?
- ¿Qué datos espero obtener de las observaciones?
- ¿Qué información voy a sacar de estos datos?



Aplicación SRT: Tutorial

2. Programar observación: Qué objeto quiero observar y cuándo

1. Introducir Objeto:

Se indica su identificador (nombre) y sus coordenadas astronómicas en Ascensión Recta y Declinación. En el caso del Sol y la Luna no son necesarias sus coordenadas, ya que el telescopio las determina teniendo en cuenta la fecha de observación.

Para otros objetos del **Sistema Solar (Júpiter)**: Buscar efemérides (<https://ssd.jpl.nasa.gov/?ephemerides>)

2. Fecha de observación:

Se puede especificar o dejar vacía. En este último caso, sería el comité de evaluación el encargado de realizar la asignación de la fecha concreta. **Cuidado con las fechas ocupadas!**



Aplicación SRT: Tutorial

3. Cómo voy a observarlo

Una vez definidas mis observaciones, podré programar varias exposiciones del objeto. Tendré que determinar:

- 1. Modo de observación:** Nos indica cómo va a medir la intensidad en la frecuencia seleccionada.
 - **Modo 1:** Indicado para objetos más cercanos y brillantes (Sol). Ofrece una menor resolución que el modo 4.
Recoge la señal en torno a la frecuencia central, usando una banda de un ancho 500 MHz.
 - **Modo 4:** Mayor resolución, indicado para fuentes más lejanas y débiles.
Recoge la señal en torno a la frecuencia central, usando tres bandas de un ancho 500 MHz, con un espaciado de 7.81 kHz.

2. Frecuencia de observación

Líneas en radio: 21cm HI (1420.405) **Es importante poner al menos 2 decimales!**



Aplicación SRT: Tutorial

3. Cómo voy a observarlo

3. Tipo de exposición

- **(NORMAL)-CONTINUUM-NORMAL**: La señal se recoge siguiendo a la fuente conforme se mueve en el cielo.
- **(NORMAL)-MAP-25NPOINTS**: La señal es acumulada siguiendo el punto de mayor intensidad tras haber realizado un muestreo de 25 puntos alrededor de las coordenadas de apuntado. Los puntos está espaciados 1/2 del ancho del haz de la radioantena ("beamwidth").
En este modo de exposición **el tiempo de exposición es 0s.**

4. Tiempo de exposición (~1h)

- Activar Antena
- Calibración: apuntado al zenith
- Apuntado a la fuente

Configuración
entre modos de
exposición

Exposición

15'

5'

5'

15'



Aplicación SRT: Tutorial

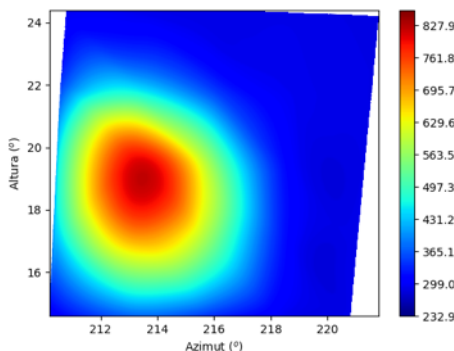
4. Seguimiento del proyecto

- **Primera fase:** Editar, revisar y mandar mi proyecto.
- **Segunda fase:** El comité evaluador valorará positiva o negativamente el proyecto.

5. Datos finales de la observación:

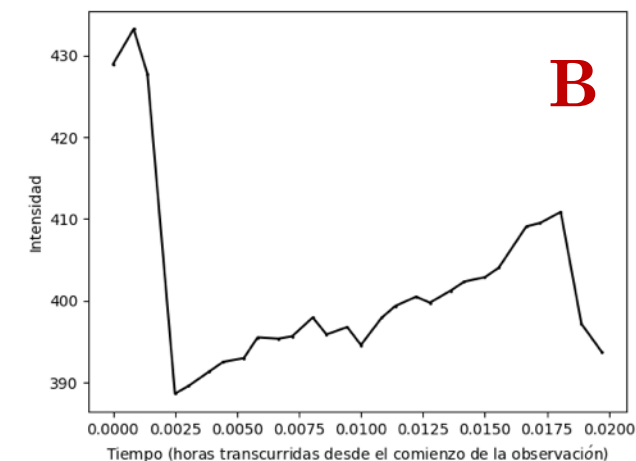
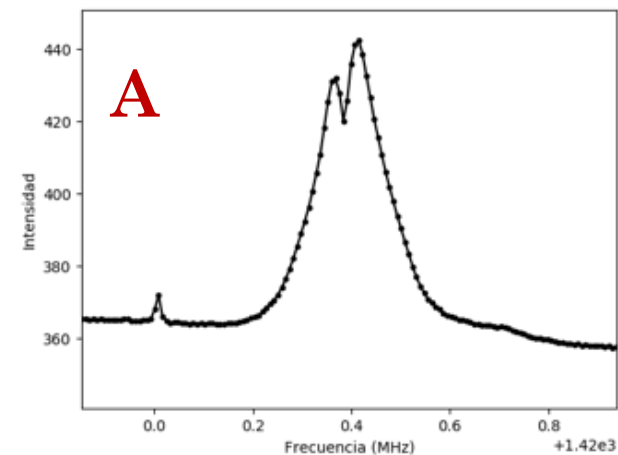
1. Ficheros de **calibración:** apuntado al zenith
2. Intensidad medida desde el punto de calibración hasta nuestra fuente
3. Tablas de datos ASCII
4. Representación de nuestros datos:

Si hemos usado modo **25-POINTS:**
Imagen en falso color



Si hemos usado exp. tipo **NORMAL CONTINUUM:**

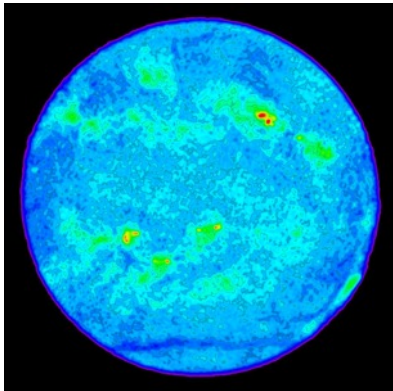
- Espectro de la fuente: **A**
- Evolución de la intensidad con el tiempo: **B**





Procesado de Datos

Objetos con mejor señal en radiofrecuencias:



Sol



Cassiopea A



Nebulosa del
Cangrejo



Sagitario A*



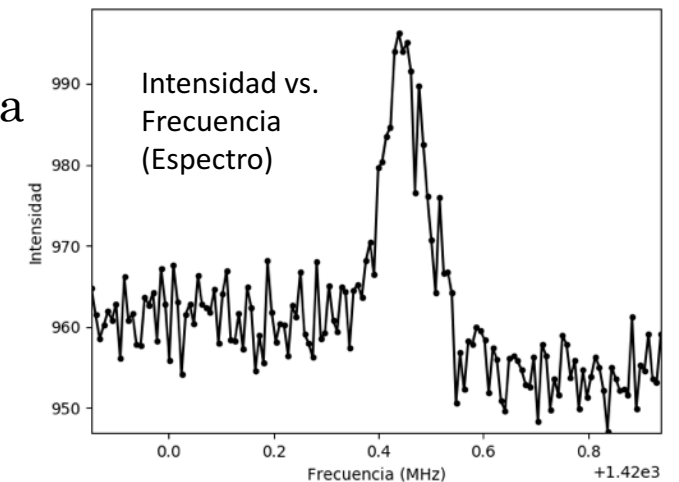
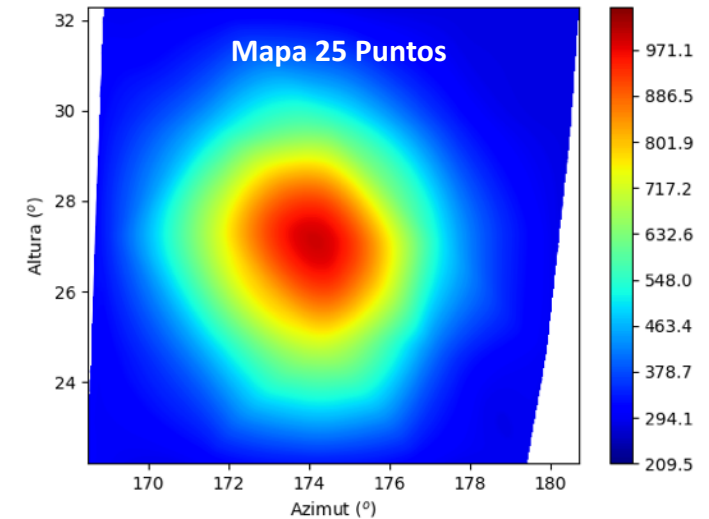
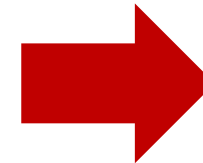
Procesado de Datos

Guía de procesamiento de datos

1. Seleccionamos un objeto (e.g. el Sol).

- Si se ha utilizado un modo de **exposición 25 PUNTOS**, obtendremos una imagen como esta:
- Si se ha utilizado un modo de exposición **CONTINUUM-NORMAL**, obtendremos un fichero **.csv** con información sobre el espectro de nuestra fuente:
 - Primera columna: Frecuencias en (Mhz)
 - Segunda Columna: Intensidad de la señal registrada en la antena

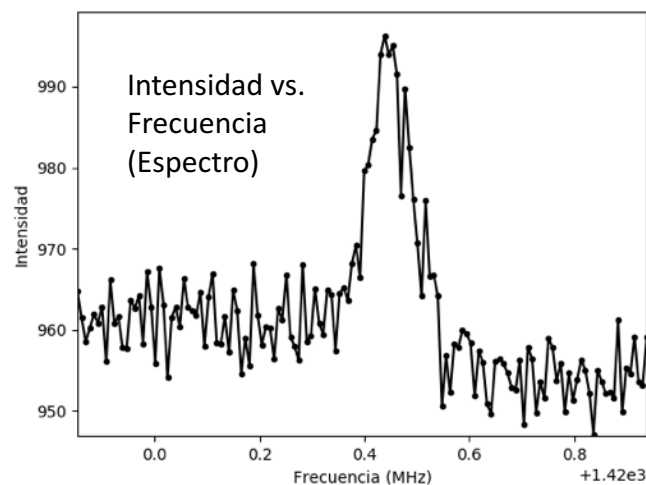
Con dichos datos, podremos obtener un gráfico como el de la derecha (**ESPECTRO DE LA FUENTE**)





Procesado de Datos

1. Descargar el fichero de datos conteniendo el espectro (formato CSV) desde la página web de la [asignatura](#)



```
Frecuencia (MHz);Intensidad
1419.79;4.384017279
1419.797863;6.13174946
1419.805726;12.60561555
1419.813589;27.84859611
1419.821452;56.0537797
1419.829315;99.64859611
1419.837177;156.7194384
1419.84504;215.6961123
1419.852903;314.3239741
1419.860766;314.6423326
1419.868629;314.4676026
1419.876492;314.7358531
1419.884355;314.37473
1419.892218;314.7952484
1419.900081;314.1580994
1419.907944;314.5913607
1419.915806;314.000432
1419.923669;314.2269978
1419.931532;314.5447084
1419.939395;314.4276458
1419.947258;314.3166307
1419.955121;314.5354212
1419.962984;314.2799136
1419.970847;314.0712743
1419.97871;313.9146868
1419.986573;313.8395248
1419.994435;314.6714903
1420.002298;317.2535637
1420.010161;315.8218143
1420.018024;314.0982721
1420.025887;314.0615551
1420.03375;313.9200864
1420.041613;313.7481641
```

CrabNebula.csv



Procesado de Datos

2a. Cargar el fichero en Matlab

Import - /Users/anai/Downloads/CrabNebula.csv

IMPORT VIEW

Delimited Column delimiters: Semicolon Range: A2:B157 Output Type: Table UNIMPORTABLE CELLS Import Selection IMPORT

Fixed Width Delimiter Opti... Variable Names Row: 1

DELIMITERS SELECTION

CrabNebula.csv

	A	B
	CrabNebula	
	Frecuenci...	Intensidad
	Number	Number
1	Frecuenc...	Intensidad
2	1419.79	4.38401...
3	1419.79...	6.13174...
4	1419.80...	12.6056...
5	1419.81...	27.8485...
6	1419.82...	56.0537...
7	1419.82...	99.6485...
8	1419.83...	156.719...
9	1419.84...	215.696...
10	1419.85...	314.323...
11	1419.86...	314.642...
12	1419.86...	314.467...
13	1419.87...	314.735...
14	1419.88...	314.37473
15	1419.89...	314.795...
16	1419.90...	314.158...
17	1419.90...	314.591...
18	1419.91...	314.000...
19	1419.92...	314.226...
20	1419.93	314.544

2b. Cargar el fichero en Matlab

Import - /Users/anai/Downloads/CrabNebula.csv

IMPORT VIEW

Delimited Column delimiters: Semicolon Range: A2:B157 Output Type: Table UNIMPORTABLE CELLS Import Selection IMPORT

Fixed Width Delimiter Opti... Variable Names Row: 1

DELIMITERS SELECTION IMPORTED DATA

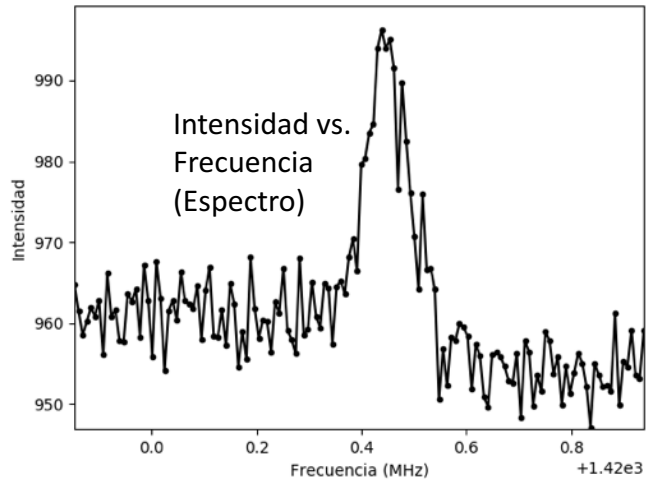
CrabNebula.csv

	A	B
	CrabNebula	
	Frecuenci...	Intensidad
	Number	Number
1	Frecuenc...	Intensidad
2	1419.79	4.38401...
3	1419.79...	6.13174...
4	1419.80...	12.6056...
5	1419.81...	27.8485...
6	1419.82...	56.0537...
7	1419.82...	99.6485...
8	1419.83...	156.719...
9	1419.84...	215.696...
10	1419.85...	314.323...
11	1419.86...	314.642...
12	1419.86...	314.467...
13	1419.87...	314.735...
14	1419.88...	314.37473
15	1419.89...	314.795...
16	1419.90...	314.158...
17	1419.90...	314.591...
18	1419.91...	314.000...
19	1419.92...	314.226...
20	1419.93	314.544



Procesado de Datos

3. Determinar la frecuencia de la línea y calcular la velocidad relativa entre la nube de HI emisora y el SRT-UCM



$$\frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v}{c}$$

Desplazamiento Doppler