

RADIO TELESCOPIO INTERFERÓMETRO IMFRIIGHz



Santiago Vanegas, Universidad Nacional
Giovanni Pinzón, Universidad Nacional
Juan Carlos Martínez, Laboratorio de Ciencias
Espaciales, Universidad de California Berkeley

Interferómetro Tipo **Michelson** en **Frecuencia de Radio 11 GHz**



OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA





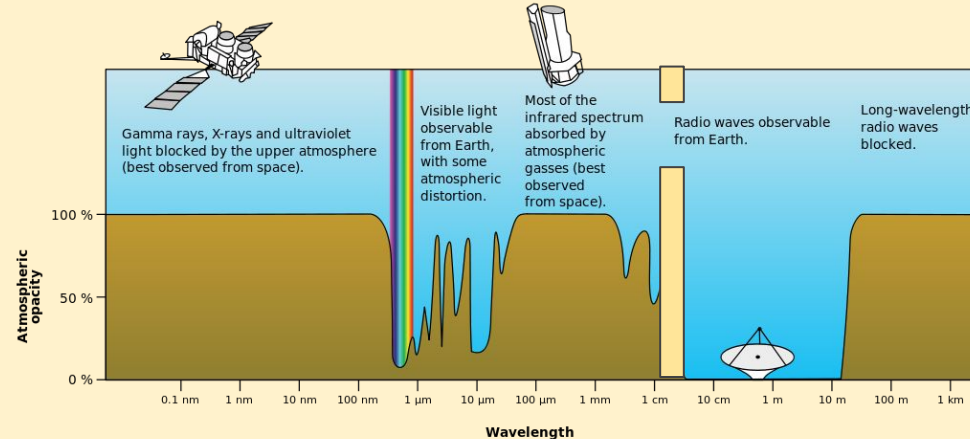
CONTENIDO

- Introducción.
- Concepto de la interferencia de señales (Tipo Michelson).
- Esquema del diseño del Interferómetro.
- Sub-ensamble sistema interferómetro
- Sub-ensamble sistema Alt-Azimut
- Electrónica de manejo de Señal.
- Parametrización del Radiotelescopio en el OAN-UN.
- Primeras señales
- Próximos pasos
- Conclusiones
- Referencias



INTRODUCCIÓN

- ★ El objetivo de este radio Interferómetro es desarrollar un instrumento educacional que permita explicar los conceptos básicos de la radioastronomía, manejo de señales con antenas e Interferometría.
- ★ Este radio interferómetro será capaz de recibir información de fuentes extendidas como el Sol, y dependiendo de su configuración podrá resolver otras fuentes radio astronómicas.
- ★ Debido a las condiciones meteorológicas de Colombia¹, es conveniente buscar alternativas de desarrollo e investigación astronómicas en longitudes de onda diferentes a la ventana del óptico.



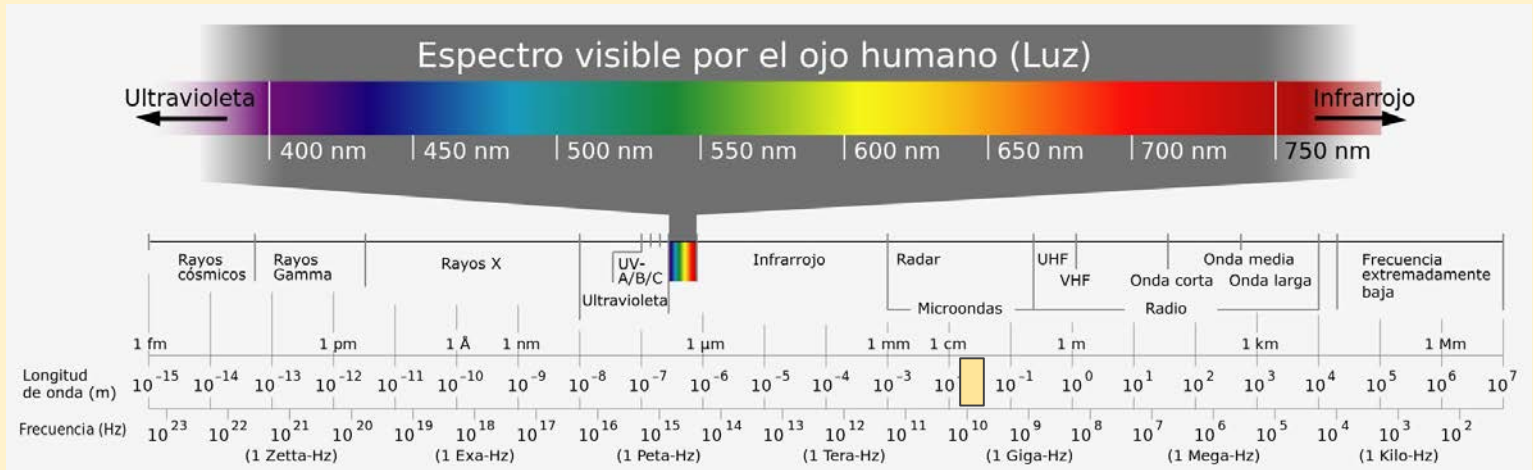
¹. Pinzón, G., Gonzalez, D., Ramirez A., (2016), Análisis comparativo de seis lugares de interés para la ubicación de instrumentación astronómica en Colombia.

⁴. Imagen: NASA,



INTRODUCCIÓN

- ★ Este radio interferómetro será capaz de recibir información de fuentes extendidas como el Sol, y dependiendo de su configuración podrá resolver otras fuentes radio astronómicas.

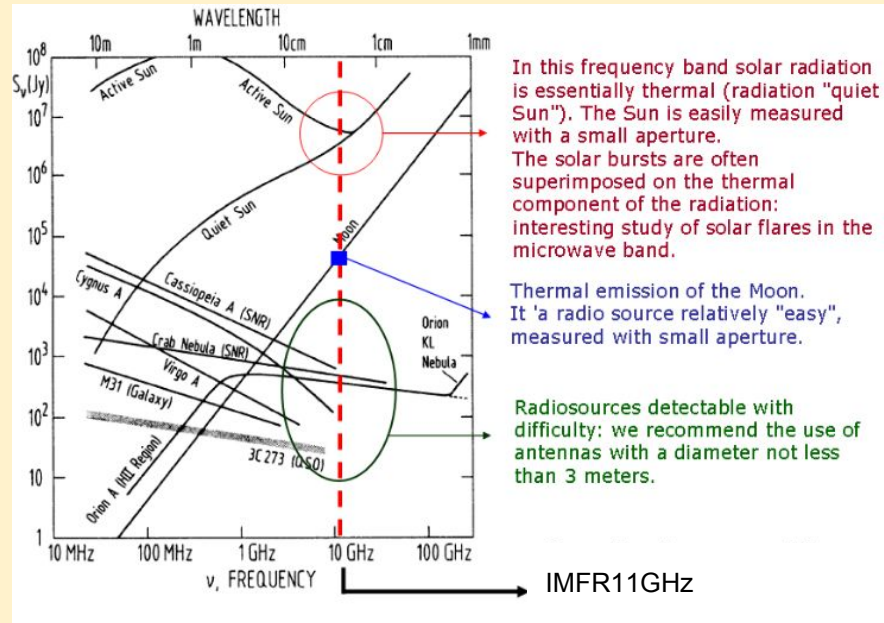


■ Frecuencia: 11 GHz
Longitud de Onda: 2,7 cm



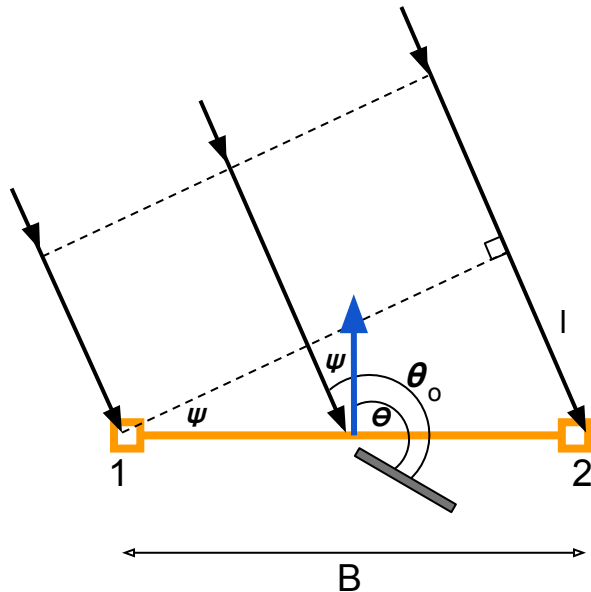
INTRODUCCIÓN

- ★ Este radio interferómetro será capaz de recibir información de fuentes extendidas como el Sol, y dependiendo de su configuración podrá resolver otras fuentes radio astronómicas



CONCEPTO DE LA INTERFEROMETRÍA DE LAS SEÑALES

El interferómetro de dos elementos recibe la misma señal⁷ en dos diferentes posiciones 1 y 2 :



$$\psi = (\theta - \theta_0) \quad (1)$$

$$\sin(\psi) = l/B \quad (2)$$

$$B * \sin(\psi) = l = c * \tau \quad (3)$$

$$B * \sin((\theta - \theta_0)) = l = c * \tau \quad (4)$$

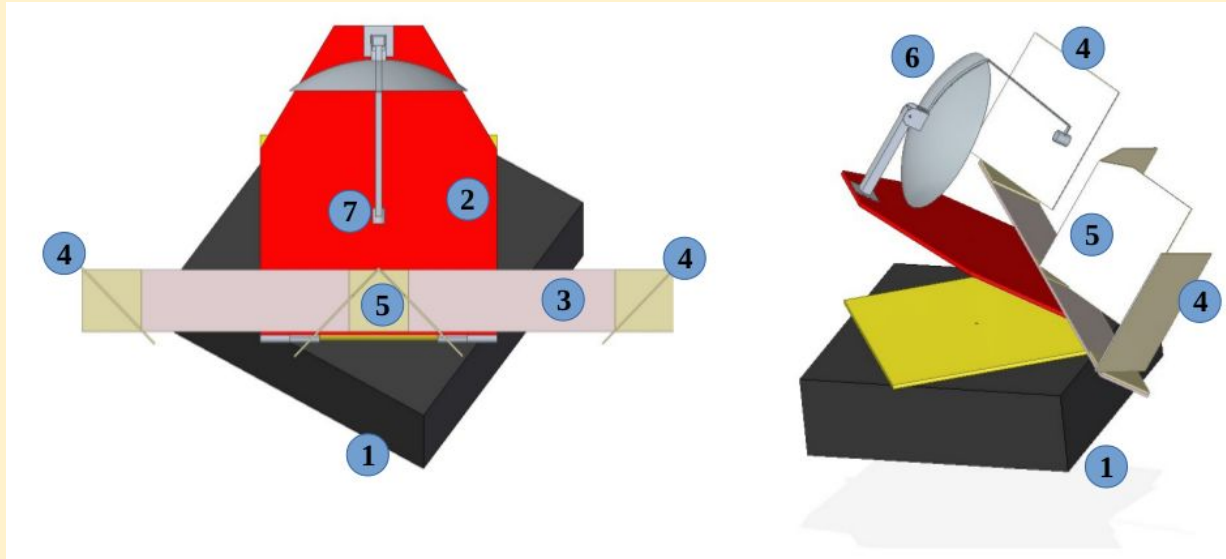
$$\tau = \frac{B \sin(\theta - \theta_0)}{c} \quad (5)$$

$$\tau = \frac{B(\theta - \theta_0)}{c} \quad (6)$$

⁷. Koda, J., Barrett, J., (2016), A Michelson-type radio interferometer for university education.



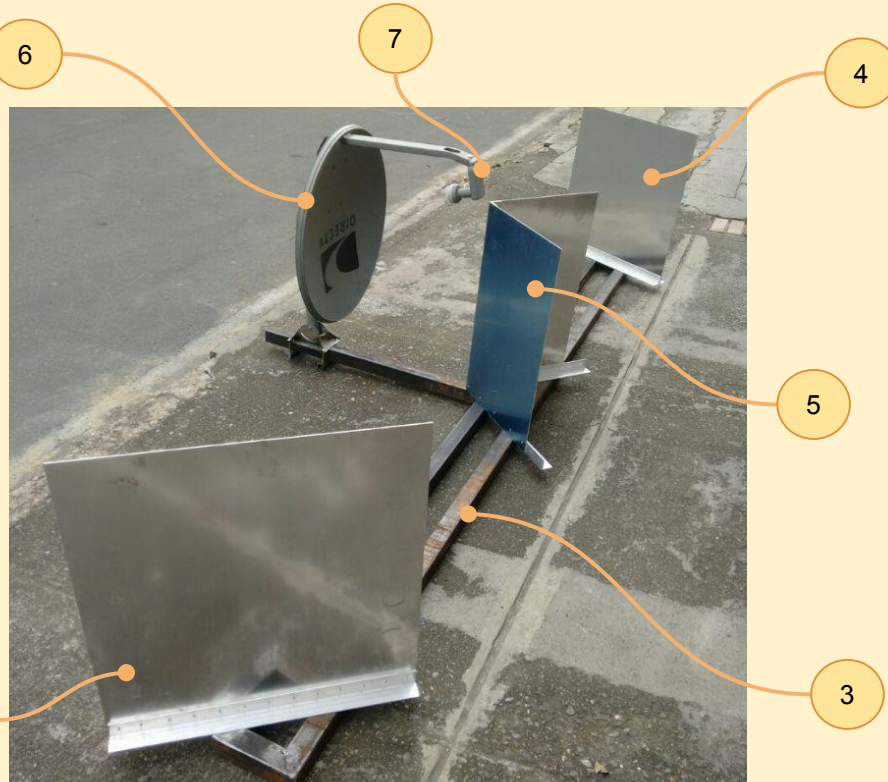
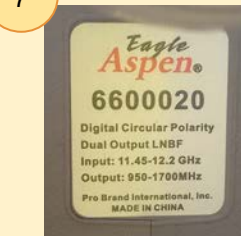
ESQUEMA DEL DISEÑO DEL INTERFERÓMETRO



1. Base para Rotación Azimutal.
2. Base para Rotación Inclinación.
3. Base deslizante de los espejos (4) y (5).
4. Espejos de recepción de señal.
5. Espejo en forma de cuña.
6. Plato Paraboloide.
7. HornLBNF.
8. Electrónica de manejo de señal (no mostrada).



SUB-ENSAMBLE DEL INTERFERÓMETRO



3. Base deslizante de los espejos (4) y (5).
4. Espejos de recepción de señal.
5. Espejo en forma de cuña.
6. Plato Paraboloid.
7. Horn LBNF.



SUB-ENSAMBLE DEL INTERFERÓMETRO



Alineación de los espejos, garantizando verticalidad, ángulo de 45° respecto a la base deslizante, y verticalidad.



SUB-ENSAMBLE DEL PIER ALT-AZIMUT

1



2

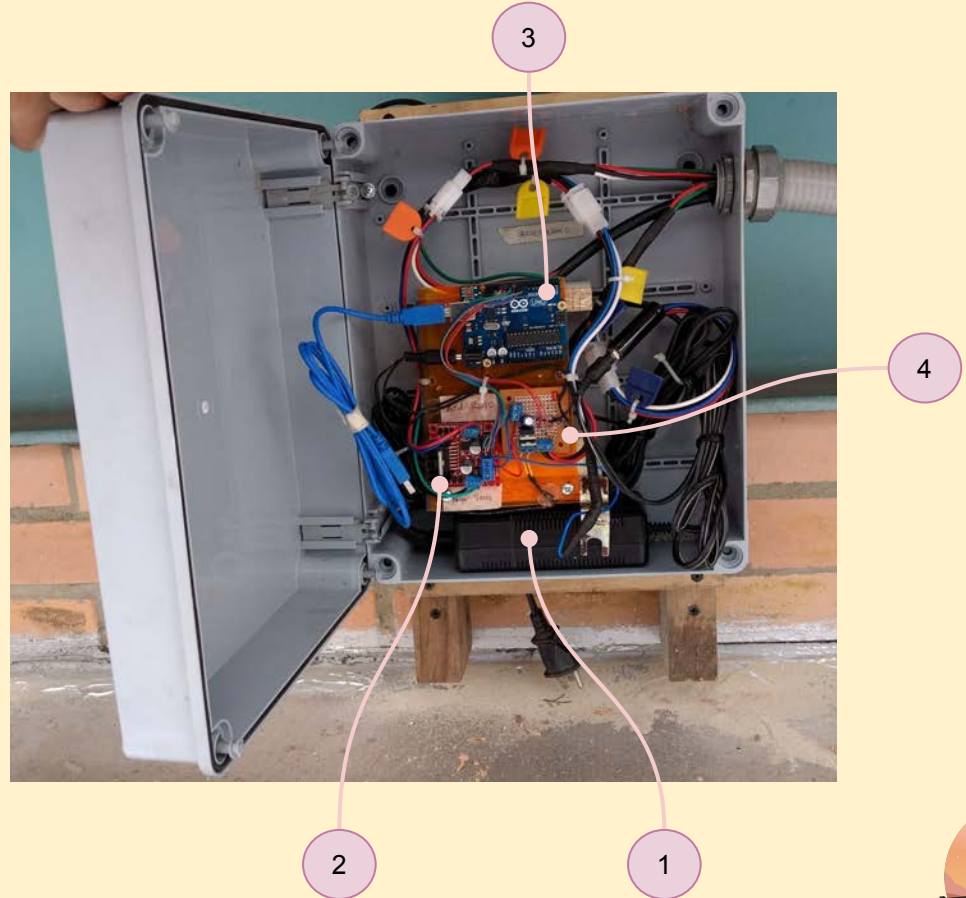


(1) Base para Rotación Azimutal. (2) Base para Rotación Inclinación.



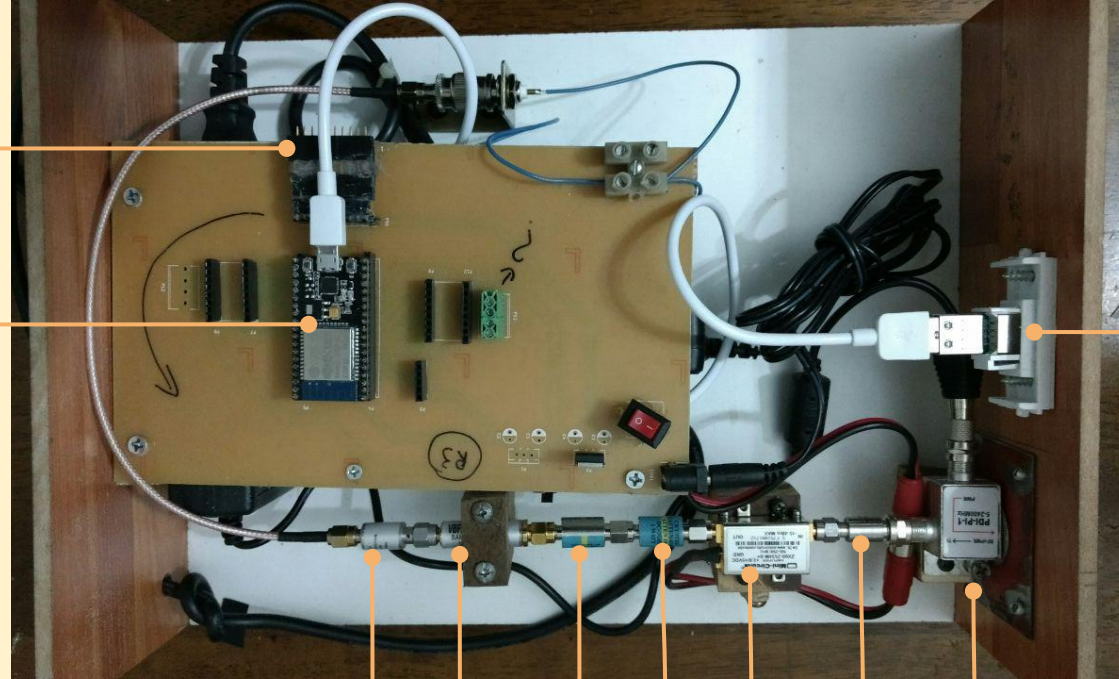
ELECTRÓNICA DE MANEJO DE MOTORES

1. Fuente 24 Voltios DC
2. Puente H, Control Motor paso Azimut
3. Arduino 1, Stepping Motor de Paso Azimut.
4. Placa de cambio de polaridad motor DC 12V, Inclinación.
5. Fuente 5 Voltios DC (No mostrada).

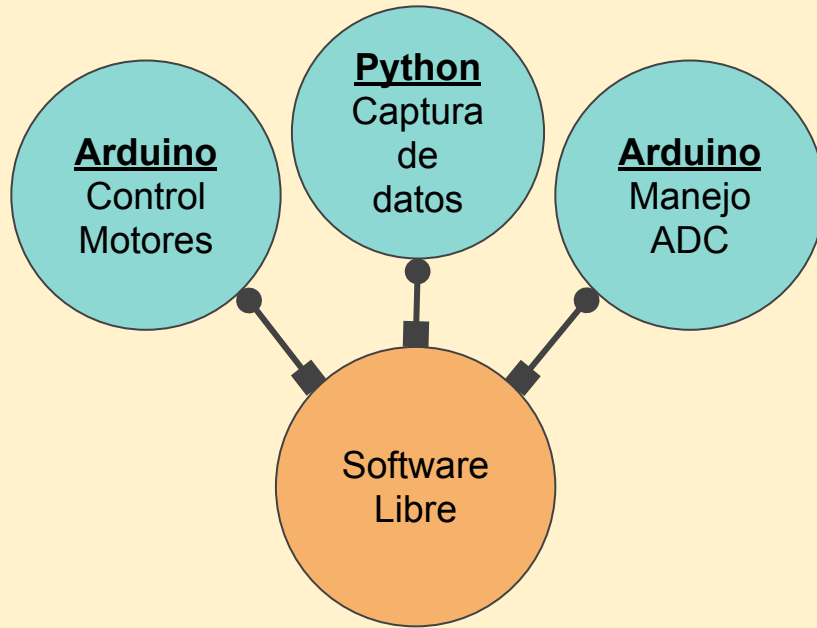


ELECTRÓNICA DE MANEJO DE LA SEÑAL

1. Recepción de señal RF
2. 75-50 Ohm Adaptor.
3. Amplifier 501/2 0.5 to 2.5 GHz.
4. Attenuator SMA 3GHz 50 Ohm 10dB.
5. Attenuator SMA 3GHz 50 Ohm 6dB.
6. Bandpass Filter 1350 to 1450 MHz.
7. Square-Law Detector 1.0-15.0 GHz.
8. Microprocesador ESP.
9. Conversor Análogo Digital 16 Bit.
10. Puerto salida digital USB.



ELECTRÓNICA DE MANEJO DE LA SEÑAL

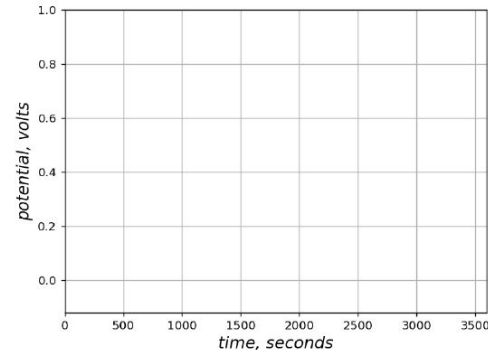


```
In [1]: %matplotlib notebook
import serial
import numpy as np
import sys
from matplotlib import pyplot as plt

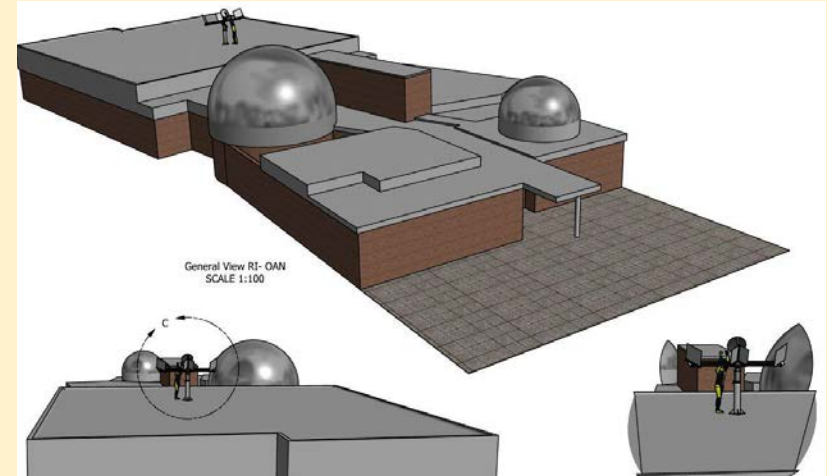
In [3]: ser = serial.Serial('/dev/ttyUSB0', 115200, timeout=1)

In [2]: plt.ion()
fig1 = plt.figure()
start time = 0
timepoints = []
ydata = []
yrange = [-0.12,1]
view time = 3600 # seconds of data to view at once
duration = 24000 # total seconds to collect data
#fig1 = plt.figure()
#fig1.suptitle('Live updated data', fontsize='18', fontweight='bold')
plt.xlabel('time, seconds', fontsize='14', fontstyle='italic')
plt.ylabel('potential, volts', fontsize='14', fontstyle='italic')
plt.axes().grid(True)
line1 = plt.plot(ydata, marker='o', markersize=2, markerfacecolor='red')
plt.ylim(yrange)
plt.xlim([0,view time])
line1.set_xdata(timepoints)
line1.set_ydata(ydata)
```

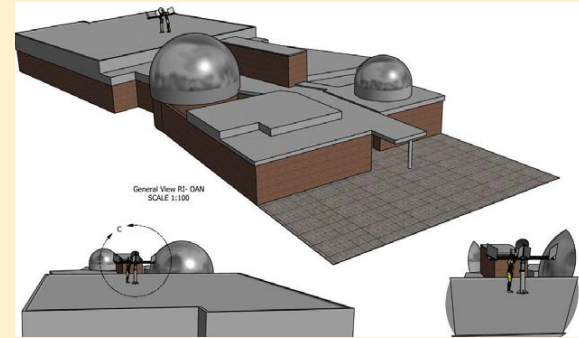
Figure 1



ENSAMBLE DEL RADIOTELESCOPIO INTERFERÓMETRO

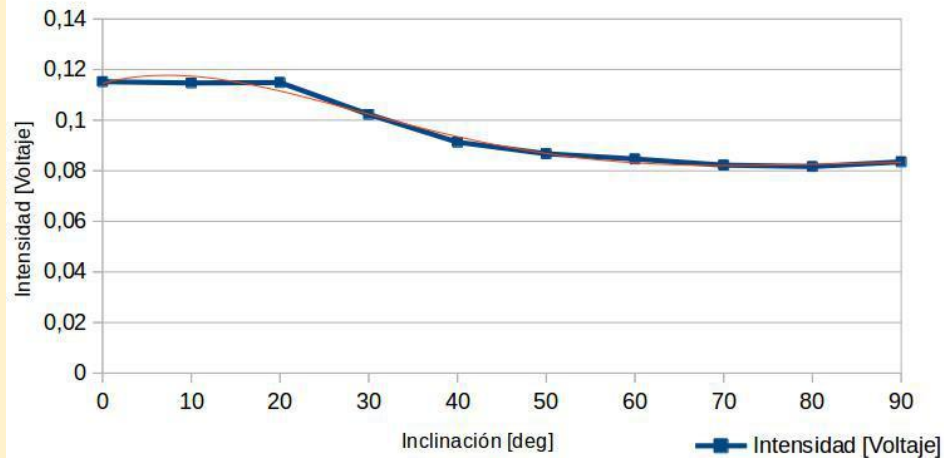
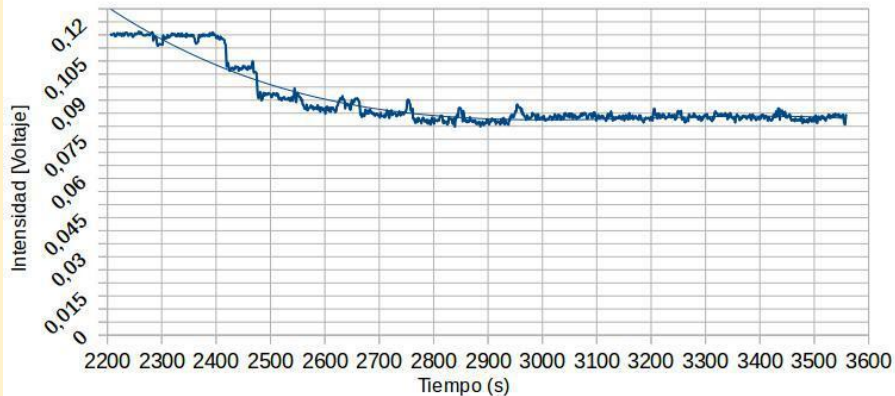


ENSAMBLE DEL RADIOTELESCOPIO INTERFERÓMETRO

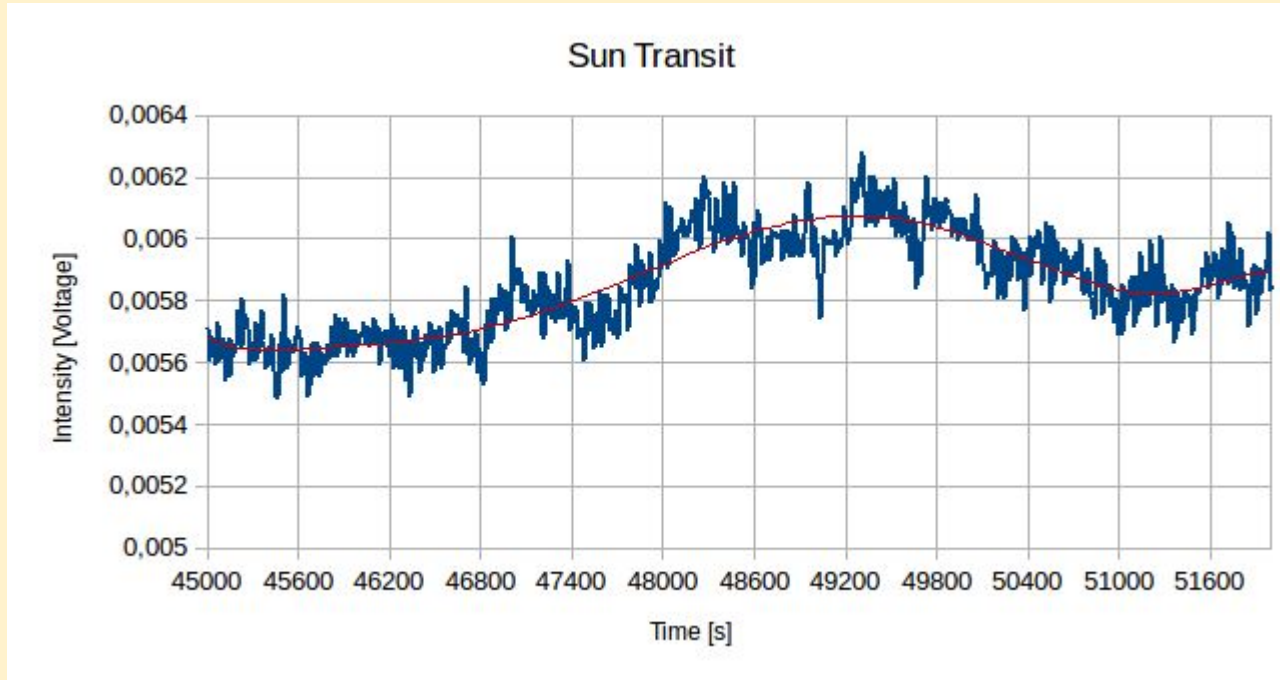


PARAMETRIZACIÓN DEL INTERFERÓMETRO

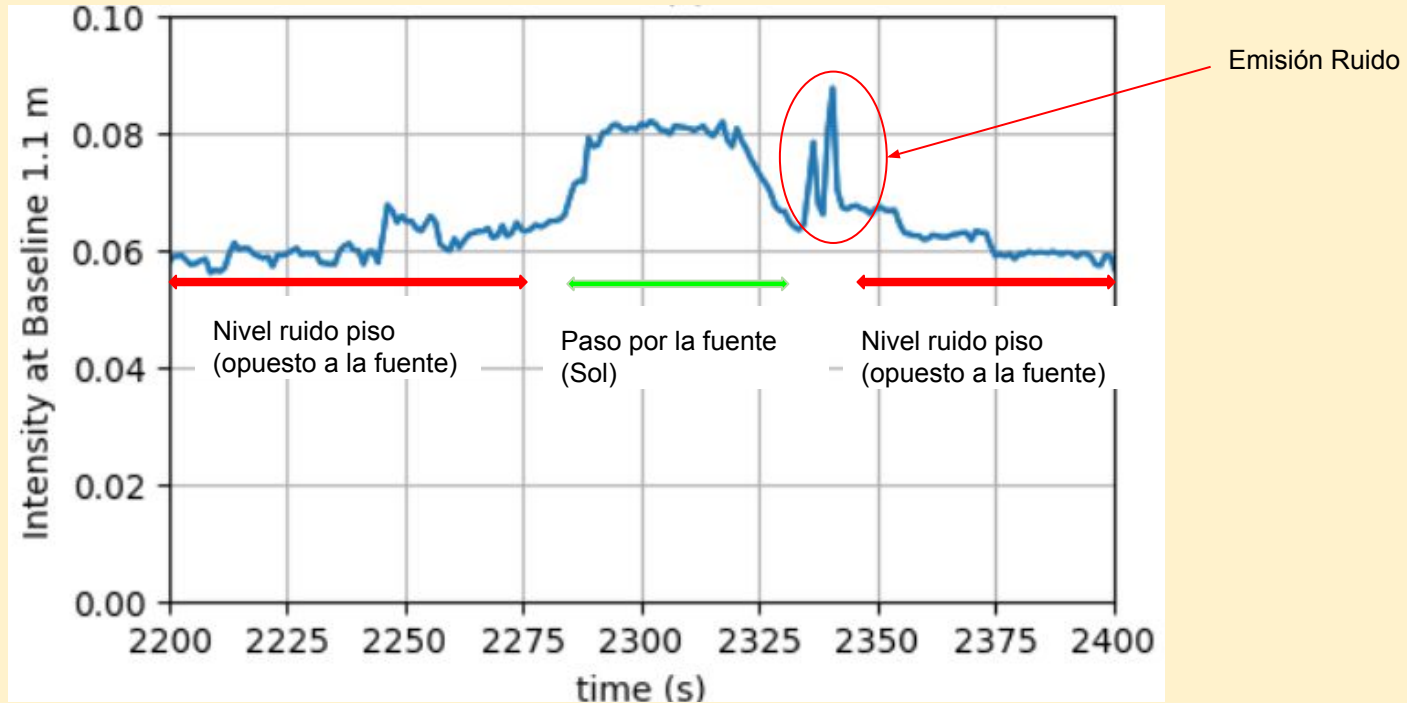
Caracterización del Radiotelescopio
Variación de la intensidad con la Inclinação



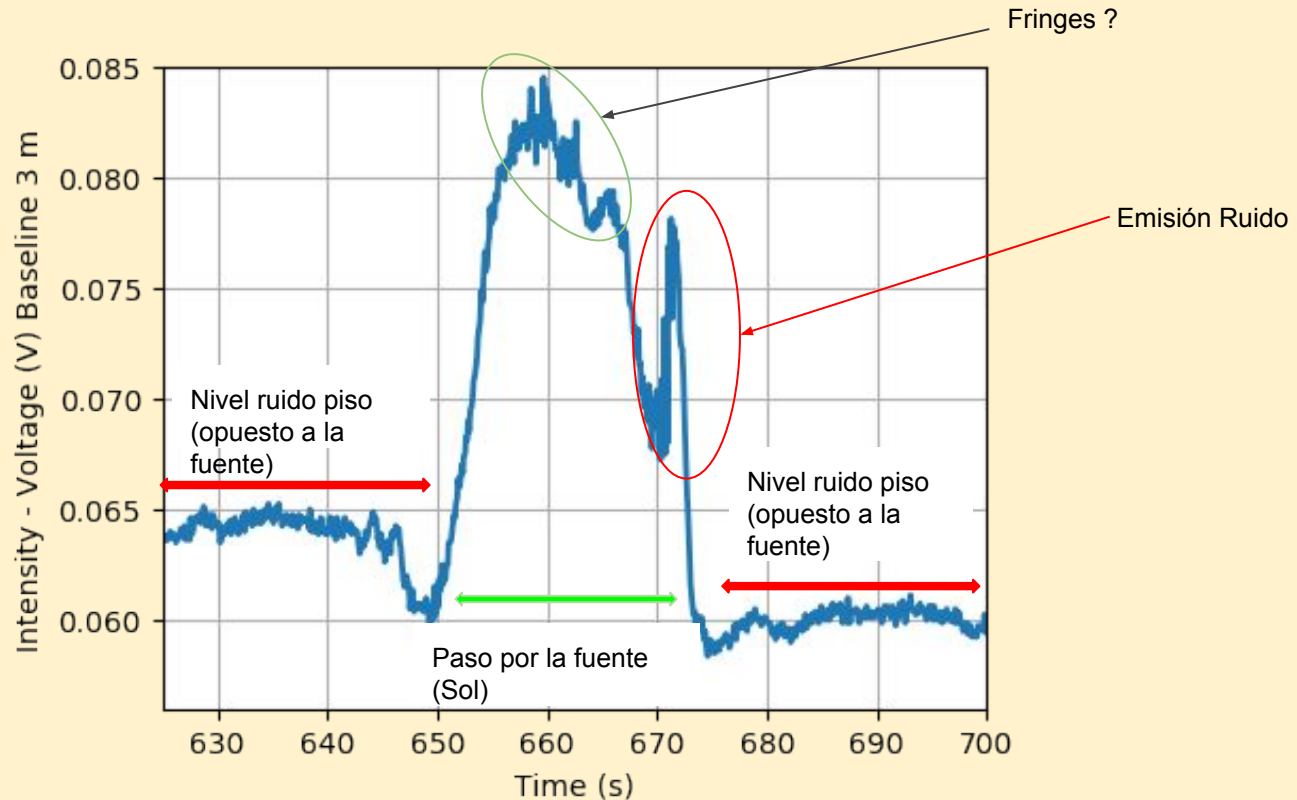
PRIMERAS SEÑALES



Datos a diferentes Baseline

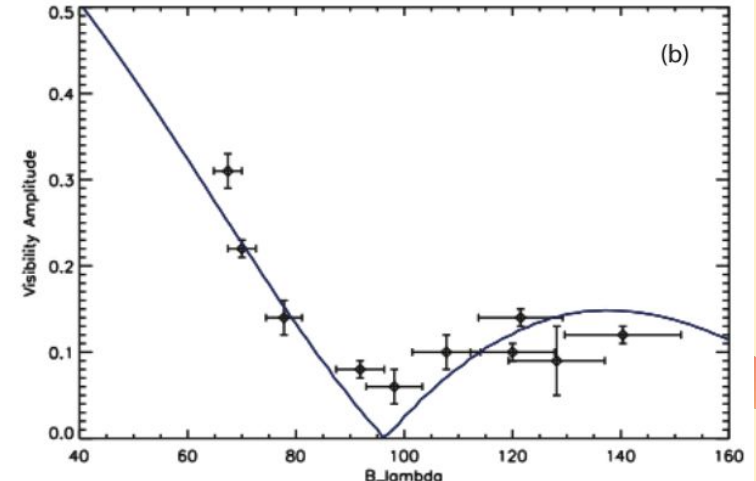
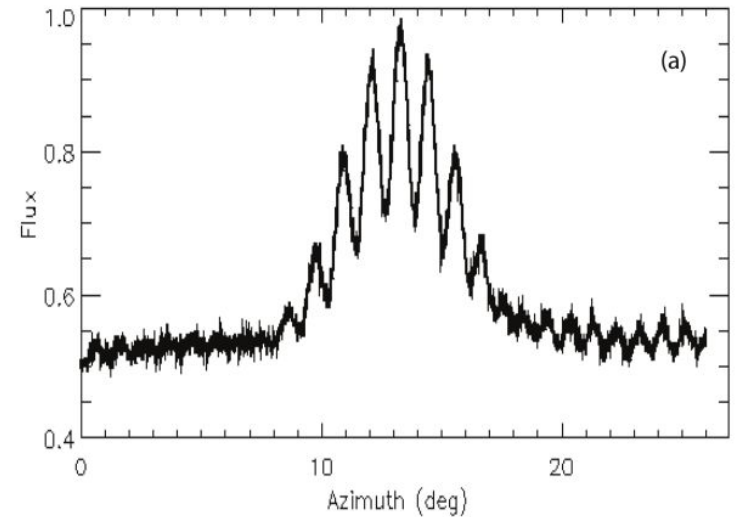
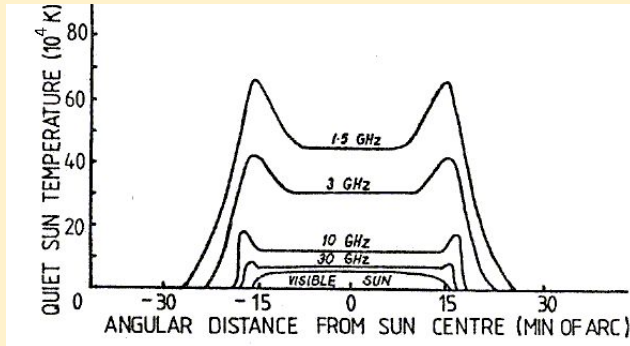


Datos a diferentes Baseline



PRÓXIMOS PASOS

1. Caracterizar el Radiotelescopio Interferómetro variando la inclinación de $0^\circ - 90^\circ$ (Zenith), para diferentes ángulos de azimuth.
2. Identificar el paso de una fuente extendida (Sol, Luna), para diferentes baselines (Distancia entre los espejos de recepción.)
3. Realizar mediciones a diferentes resoluciones del Interferómetro, realizando un barrido en azimuth sobre la fuente extendida para obtener el diámetro del Sol a 11 GHz.



⁵. Koda, J., Barrett, J., (2016), A Michelson-type radio interferometer for university education.

⁶. Imagen Sun Diameter, Kundu MR, Solar Radio Astronomy, Wiley (New York), 1965



CONCLUSIONES

1. Es necesario desarrollar en las universidades e instituciones del país trabajos y estudios en Radioastronomía, por sus posibilidades y condiciones atmosféricas.
2. Es posible desarrollar y construir un RadioTelescopio Interferómetro con baja inversión y que sea funcional a nivel educativo e instrumental.
3. El Interferómetro IMFR11GHz logra recibir señal de fuentes extendidas y con la posterior parametrización resolverá fuentes extendidas.





REFERENCIAS

1. Pinzón, G., Gonzalez, D., Ramirez A., (2016), Análisis comparativo de seis lugares de interés para la ubicación de instrumentación astronómica en Colombia.
2. Chaparro, G., Ramirez, O., Restrepo O., Martínez A., (2017), Low Dimensional Embedding of Climate Data for Radio Astronomical Site Testing in the Colombian Andes.
3. Guevara, J., Calvo, B., Martinez, J., (2017), FiCoRi: First Colombian Radio Interferometer.
4. Imagen: NASA, Atmospheric electromagnetic transmittance or opacity.
5. Koda, J., Barrett, J., (2016), A Michelson-type radio interferometer for university education.
6. Imagen Sun Diameter, Kundu MR, Solar Radio Astronomy, Wiley (New York), 1965.
7. T.L. Wilson, K. Rohlfs, S. Huttemeister, "Tools of Radio Astronomy". 5th Edition.
8. John Simonetti, "Radio Astronomy Fundamentals I", Spring 2012.
9. Burke and Graham-Smith [1997] B. F. Burke and F. Graham-Smith. An Introduction to Radio Astronomy. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 1997.
10. T. K. DAS, H. SARKAR and A. K. SEN., (1999), THE RATIO OF THE RADIO AND OPTICAL DIAMETERS OF THE SUN AT CENTIMETER WAVELENGTHS.



GRACIAS !.

RADIO TELESCOPIO
INTERFERÓMETRO
IMFRII GHz




Slides de apoyo



Slides de apoyo



Slides de apoyo



Item	Descripción	Cantidad	Manufacturer	Total COP
1	Lev-O-Gage	1	Empire	COP 0
2	Power Inserter	2	PDI	COP 80.507
3	75-50 Ohm Adaptor	1	PASTERNAK	COP 433.776
4	Amplifier 501/2 0.5 to 2.5 GHz	1	Mini-Circuits	COP 288.894
5	Attenuator SMA 3GHz 50 Ohm 10db	1	Crystek	COP 90.613
6	Attenuator SMA 3GHz 50 Ohm 6db	1	Crystek	COP 90.613
7	Bandpass Filter 1350 to 1450 MHz	1	Mini-Circuits	COP 184.446
8	Square-Law Detector 1.0-15.0 GHz Omni Spectra, Mode : 20760 (PN.2086-6000-13), 1~15GHz, RF Detector	1	Omni Spectra	COP 190.987
9	5X OP-Amp	1	Custom built	COP 63.223
10	IC Buck Converter Mod 5.0V SIP3	1	ROHM	COP 49.042
11	Linear Actuator 12inch 12Volts	1	WindyNation	COP 246.456
	TOTAL	12		COP 1.718.556

Slides de apoyo

Item	Descripcion	Cantidad	Manufacturer	Precio COP	Total COP
1	Aluminio Espejos	1	Alumarket	COP 182.582	COP 182.582
2	Perfil cuadrado Acero	18	Ferreteria	COP 4.000	COP 72.000
3	Motorreductor Paso a paso	1	VESTA	COP 100.000	COP 100.000
4	Angulo Aluminio	7	Rubens Ltda	COP 7.323	COP 51.261
5	Fuente 24V 4 amp	1	Olfatronic	COP 53.500	COP 53.500
6	Microswitch	4	Olfatronic	COP 1.000	COP 4.000
7	Sistema Sinfin-Corona AVEO	1	N/A	COP 75.000	COP 75.000
8	Cableado	30	N/A	COP 3.500	COP 105.000
9	Cajas de paso	2	N/A	COP 15.000	COP 30.000
10	Joystick	1	N/A	COP 25.000	COP 25.000
11	Cable RF	6	Microlink	COP 3.500	COP 21.000
12	Goniometro	1	Amazon	COP 22.000	COP 22.000
13	Freno magnetico	1	N/A	COP 69.000	COP 69.000
14	Acoples rapidos	6	N/A	COP 2.500	COP 15.000
15	Acoples Joystick	3	N/A	COP 3.500	COP 10.500
	TOTAL	32			COP 835.843