

Problema 3 - Rango Maximo de Radar

May 24, 2020

```
[5]: # Created on May 24, 2020

# @author: nandroid

import math
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import sympy
from sympy.solvers import solve
from sympy import Symbol
```

1 Problema

Se quiere diseñar un sistema de radar para proteger los recursos ictícolas del Mar Argentino, de la zona económica exclusiva de nuestro país que tiene una distancia de 350 millas desde la costa, equivale a 648, 2km, para poder controlar la pesca clandestina, y la depredación que ocurre en la actualidad. Supongase que se tiene un transmisor que provee una potencia de 500kW que se conecta a la antena, la RCS de los barcos pesqueros $\sigma = 10000\text{m}^2$ y que el receptor es un analizador de espectro con $W_{\text{rmin}} = -80\text{dBm}$.

Considere que la antena transmisora es la misma que la receptora con $G = 30\text{dB}$ y se desea instalar en Comodoro Rivadavia, como se observa en el mapa. Se pide:

```
[6]: pi = math.pi
c = 3e8
f_scale = 100e6
dist_scale = 1000

dist_sea = 648.2e3 # m
gain = 30 # dB

x = Symbol('x')
f1 = gain*sympy.log(10) - 10*sympy.log(x)
gain_times = solve(f1, x) # 1000
G_times = 1e3
```

```

# Tx
w_t = 500e3 # W      /      500e3 W => P(dBm) = 10 log10( 1000 P(W) / 1W) => 86.
    ↳ 99 dBm
RCS = 1e4 # m^2      Radar cross-section (RCS)
antenna_gain = gain

# Rx
w_rmin = 1e-11 # W      / -80 dBm => P(dBm) = 10 log10( 1000 P(W) / 1W) =>
    ↳ 100e3 W minima potencia recibida por el analizador de espectro

```

1.1 a) Representar graficamente el Rango máximo en función de la frecuencia desde 1MHz a 20GHz

En base a la presentacion Ecuacion de Radar - pag. 17,

Como la antena receptora se ubica en el mismo sitio que la antena transmisora, entonces $R_1 = R_2 = R$.

Para la minima señal detectable por el receptor W_{rmin} , se obtiene el rango máximo del radar R_{max} .

The frequencies of radar sets today range from about 5 megahertz to about 130 gigahertz. <https://www.radartutorial.eu/07.waves/Waves%20and%20Frequency%20Ranges.en.html>
<https://www.ntia.doc.gov/files/ntia/publications/ntia00-40.pdf> (pag. 6)

```

[7]: f_min = 1e6
     f_max = 20e9

     d_freq = np.arange(f_min, f_max, 10e6)

     range_max = []

     pi_factor = (4*pi)**3
     w = w_t/w_rmin
     G = pow(G_times,2)
     exp = 1/4

     for freq in d_freq:
         lambda_antenna = c/freq
         friis_term = pow(lambda_antenna,2)/pi_factor

         r_max = pow(w*RCS*G*friis_term ,exp)
         range_max.append(r_max)

     plt.ion()
     plt.figure(1)

```

```

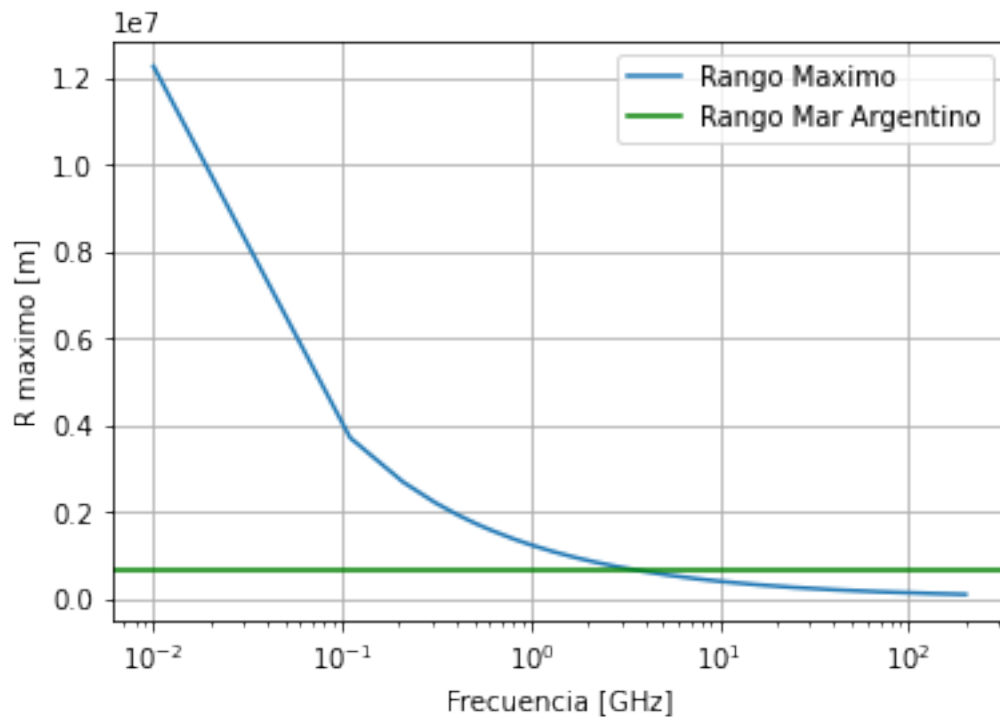
plt.semilogx(d_freq/f_scale, range_max, label='Rango Maximo')
plt.axhline(648200,0 , 10, color='g', label='Rango Mar Argentino')

plt.grid()
plt.legend()

plt.xlabel('Frecuencia [GHz]')
plt.ylabel('R maximo [m]')

plt.ioff()
plt.show()

```



1.2 b) Repetir a) para el Rango máximo en función de la longitud de onda.

```

[8]: lambda_min = c / f_max
lambda_max = c / f_min

d_lambda = np.arange(lambda_min, lambda_max, 0.15)
range_max_lambda = []

for lam in d_lambda:
    friis_term = pow(lam,2)/pi_factor

```

```

r_max = pow(w*RCS*G*friis_term ,exp)
range_max_lambda.append(r_max)

plt.ion()
plt.figure(2)

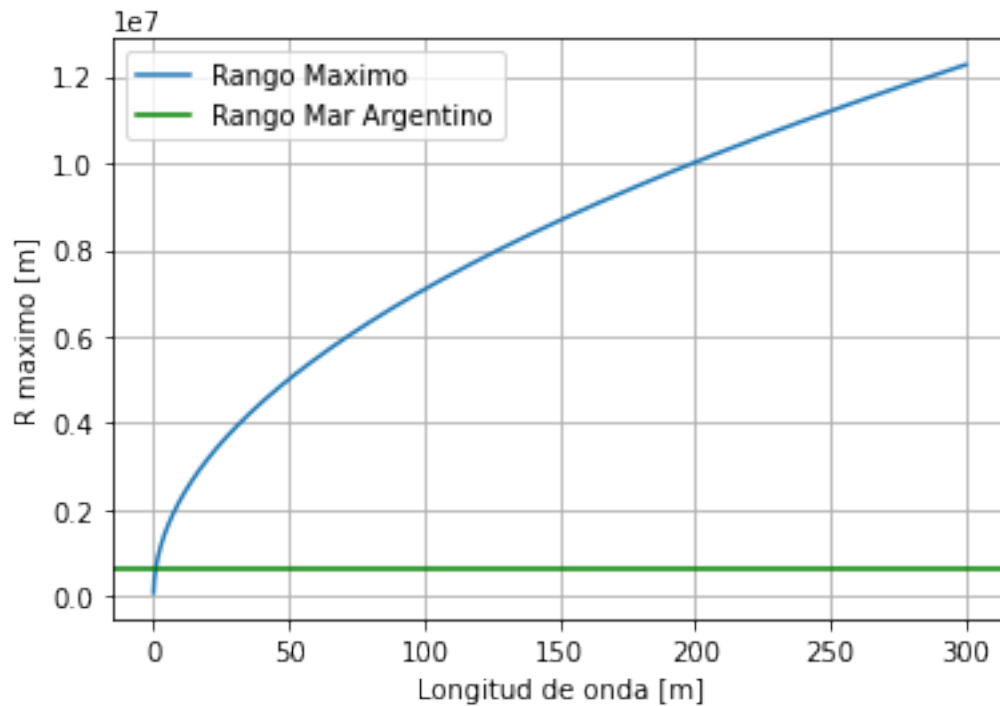
plt.plot(d_lambda, range_max_lambda, label='Rango Maximo')
plt.axhline(648200,0 , 10, color='g', label='Rango Mar Argentino')

plt.grid()
plt.legend()

plt.xlabel('Longitud de onda [m]')
plt.ylabel('R maximo [m]')

plt.ioff()
plt.show()

```



1.3 c) Para que frecuencias funcionaria bien el sistema para poder construirlo?

Al observar la curva de rango en funcion de la frecuencia, se considera que el correcto funcionamiento será entre 0~325 MHz, donde este último corresponde a la frecuencia donde se cubre el alcance del Mar Argentino.