



DEPARTAMENTO DE TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES
Y SISTEMAS TELEMÁTICOS Y COMPUTACIÓN

GRADO EN INGENIERÍA
AEROESPACIAL EN AERONAVEGACIÓN

SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN PARA LA
NAVEGACIÓN AÉREA

PRÁCTICA 3:
«ECUACIÓN DEL RADAR»

CURSO ACADÉMICO 15/16

Mihaela I. Chidean
Antonio J. Caamaño

Fecha publicación: 28/04/2016

Este obra está bajo una licencia de Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

1. Objetivos y descripción de la práctica

El objetivo de esta práctica es que el alumno se familiarice con la ecuación básica del radar primario y que implemente varias funciones que realicen los cálculos necesarios para determinar parámetros relacionados con el funcionamiento del radar.

1.1. Organización

Los alumnos realizarán la práctica de manera individual.

1.2. Evaluación

Todas las prácticas de la asignatura relativas al bloque de *Surveillance* se evaluarán mediante la entrega de una **única memoria**, que será organizada en tantas secciones como prácticas se llevarán a cabo. La extensión máxima de la memoria es de **7 páginas**, incluida la portada y la bibliografía empleada. Únicamente serán corregidas las memorias entregadas en formato pdf.

En la portada cada alumno deberá indicar claramente su nombre.

La fecha de entrega la memoria de prácticas es **5 de mayo de 2016**.

Posibles penalizaciones sobre la nota de las prácticas 3 y 4:

- | | |
|---|-----------|
| ■ Memoria entregada el día 6 de mayo de 2016: | 5 puntos |
| ■ Memoria entregada el día 7 de mayo de 2016 o sucesivos: | 10 puntos |
| ■ La portada no incluye el nombre del autor: | 5 puntos |

1.3. Material

La práctica se realizará en el aula 009 del Edificio Laboratorio II.

Los profesores pondrán a disposición de los alumnos la función `radar_eq.m`

2. Consideraciones previas

Para la correcta realización de esta práctica, el alumno empleará los materiales docentes utilizados en las clases de teoría impartidas los días 1, 4, 11 y 15 de abril de 2016.

3. Desarrollo de la práctica

Considere la función `radar_eq.m`, que implementa la ecuación del radar en la siguiente formulación

$$(SNR)_o = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 k T_e B F L R^4} \quad (1)$$

siendo

- $(SNR)_o$ – valor de SNR obtenido en el receptor
- P_t – potencia de transmisión
- G – ganancia de la antena
- λ – longitud de onda empleada
- σ – RCS del blanco
- $k = 1,38 \times 10^{-23}$ – constante de Boltzman (en J/K)
- T_e – temperatura efectiva de ruido del receptor (en K)
- B – ancho de banda utilizado
- F – figura de ruido del receptor
- L – pérdidas en el receptor
- R – rango del radar

La sintaxis de la función es la siguiente

```
[snr] = radar_eq(pt, freq, g, sigma, te, b, nf, loss, range)
```

donde los diferentes parámetros de entrada y salida se explican en la Tabla 1.

Q1: ¿En qué unidades es representado el resultado de la función?

	Descripción	Unidades	Tipo
<code>pt</code>	Potencia de transmisión	W	entrada
<code>freq</code>	Frecuencia central de radar	Hz	entrada
<code>g</code>	Ganancia de la antena	dB	entrada
<code>sigma</code>	RCS	m^2	entrada
<code>te</code>	Temperatura efectiva de ruido	Kelvin	entrada
<code>b</code>	Ancho de banda	Hz	entrada
<code>nf</code>	Figura de ruido	dB	entrada
<code>loss</code>	Pérdidas del radar	dB	entrada
<code>range</code>	Rango al blanco	metros	entrada
<code>snr</code>	SNR de salida		salida

Tabla 1: Descripción de los parámetros empleados en la función `radar_eq.m`.

Considere que la frecuencia de operación de un radar es de $5,6GHz$ y que el ancho de banda es de $5MHz$. El transmisor del radar dispone de una antena de transmisión con una ganancia de $45dB$. En el receptor, la temperatura efectiva de ruido es de $290K$, la figura de ruido es de $3dB$ y las diferentes fuentes de atenuación y pérdida de señal se pueden cuantificar con un valor de $6dB$. Con estos parámetros, el radar puede detectar blancos localizados entre 25 y $165km$.

Q2: Para una potencia de transmisión de $1,5MW$, represente en una gráfica la relación entre la $(SNR)_o$ y el rango de detección del radar para tres blancos diferentes, cuya RCS es de $\sigma \in \{0,01; 0,1; 1\}m^2$.

Q3: Considerando un blanco con una RCS de $0,1m^2$, represente en una gráfica la relación entre la $(SNR)_o$ y el rango de detección del radar para tres potencias de transmisión diferentes $P_t \in \{0,6; 1,5; 2,16\}MW$.

Q4: Establezca la relación entre la sensibilidad del receptor (S_{min}) y los parámetros k , T_e , B , F , L y $(SNR)_{o_{min}}$.

Implemente la función `s_min.m` para que calcule el valor de la sensibilidad del receptor a partir de los parámetros k , T_e , B , F , L y $(SNR)_{o_{min}}$.

Q5: ¿Cuál es la sensibilidad del receptor del radar descrito con anterioridad, considerando que es capaz de detectar el blanco con $\sigma = 0,01m^2$ a una distancia de $165km$?

Q6: ¿A qué frecuencia central trabaja un radar cuya antena tiene una ganancia de $20dB$ y una apertura efectiva de $15m^2$?

Implemente la función `range_v1.m` que calcule la distancia al blanco en base a los siguientes parámetros: P_t , G , λ , σ y S (potencia de señal recibida).

Q7: ¿A qué distancia se encuentra un blanco con RCS de $1m^2$, considerando que la potencia de transmisión del radar es de $1,5MW$, la potencia recibida del blanco es de $4,5 \times 10^{-13}W$, la ganancia de la antena es de $20dB$, la apertura efectiva de la antena es de $15m^2$?