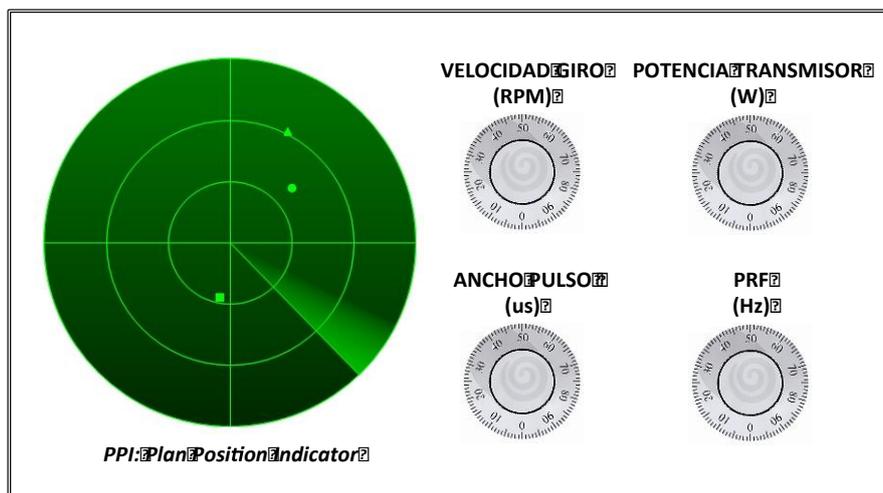




SEMINARIO TEMA 2: RADARES PULSADOS

PRIMER EXAMEN PARCIAL - CURSO 2015/2016

Un radar de vigilancia de superficie dispone de una antena rotatoria que gira a una velocidad nominal* de 26 rpm. El sistema está equipado con un panel como el que se muestra en la imagen, cuyas características se resumen en la tabla inferior:



CARACTERÍSTICAS

Frecuencia de trabajo	15 GHz
Potencia del transmisor*	10 kW
Resolución en distancia*	90 m
Velocidad de giro de la antena*	26 rpm
Se transmiten 750 ciclos por segundo*	
Figura de ruido del receptor	6 dB
Pérdidas internas del transmisor	2 dB
Pérdidas internas del receptor	4 dB
Probabilidad de falsa alarma	10^{-11}
Probabilidad de detección	0.99
Eficiencia de integración de pulsos	1
Ancho de haz en elevación de la antena	2°
Ancho de haz en acimut de la antena	2°
$1 \text{ mn} \approx 1.8 \text{ km}$	
$k \cdot T_0 = 4 \cdot 10^{-21} \text{ W/Hz}$	

***Valor nominal o valor en modo normal de operación** (correspondiente a la posición de dial en el medio). Todos los diales permiten que la magnitud varíe entre: $[0 \text{ (Valor nominal} \times 2)]$

Por ejemplo, en el caso de la potencia: El valor nominal es 10kW con el dial centrado en la posición intermedia. Por tanto, la potencia podrá variarse entre 0W y $10\text{kW} \times 2 = 20 \text{ kW}$, dependiendo de si ponemos el dial al mínimo o al máximo, respectivamente.

- 1) (0.5 PUNTOS)** En condiciones de operación nominales, calcular el ancho de banda del sistema que minimiza la potencia de ruido suponiendo pulsos rectangulares.
- 2) (1 PUNTO)** En condiciones de operación nominales, calcular el número de pulsos integrados, razonando el redondeo final aplicado.



- 3) **(0.5 PUNTOS)** En condiciones de operación nominales, calcular la potencia media de transmisión.
- 4) **(1 PUNTO)** En la pantalla **PPI**¹ del radar se ven tres anillos. En condiciones de operación nominales, calcular a qué distancia se corresponde el anillo más exterior. Razonar la respuesta.

En determinado momento, el radar alerta de un contacto que acaba de entrar en la zona de exclusión, situado a 100 mn, de dimensiones considerables.

- 5) **(1.5 PUNTOS)** Calcular la RCS del blanco.

El blanco lleva instalado un sistema **RWR (Radar Warning Receiver)**, y por lo tanto, dándose cuenta de que ha sido detectado, despliega una serie de contramedidas que consiguen una reducción de su RCS a $\frac{1}{4}$ de la inicial (la calculada en el apartado (5)). En lo referente a nuestro sistema, lo único que apreciamos es que el contacto desaparece de forma repentina de la pantalla del radar.

NOTA: Si no se calculó la RCS original, suponer una $\sigma_{original} = 1 m^2$ y continuar con el problema.

- 6) **(1.5 PUNTOS)** Suponiendo que el blanco no ha variado su posición, calcular la nueva velocidad de rotación de la antena para que vuelva a aparecer en pantalla **(1 P)**. Razonar el resultado obtenido, a la vista de las prestaciones de nuestro sistema **(0.5 P)**.

Se estropea el rotor de la antena, de manera que entra a funcionar el motor auxiliar. Sin embargo, este motor es muy básico y no dispone de velocidad regulable, por lo que la rotación de la antena queda fija en el valor nominal de 26 RPM (la misma que teníamos inicialmente). Cuando esto ocurre, el blanco vuelve a desaparecer de la pantalla.

- 7) **(1.5 PUNTOS)** Calcular qué potencia tendríamos que transmitir para conseguir detectar el blanco (suponiendo que la RCS del mismo sigue siendo $\frac{1}{4}$ de la RCS original) **(1P)**. Razonar el resultado obtenido, en vista de las prestaciones de nuestro sistema **(0.5P)**.
- 8) **(1 PUNTO)** Suponiendo que no podemos modificar la velocidad de rotación de la antena ni modificar la potencia transmitida, ¿qué otra/s opción/es tendríamos para conseguir detectar ese blanco, en caso de que exista alguna? Razonar la respuesta, indicando ventajas e inconvenientes de cada opción (en caso de haberlas).
- 9) **(1 PUNTO)** Se desea aumentar la resolución del sistema de forma que seamos capaces de distinguir, de forma más o menos exacta, los diferentes dispersores que componen el blanco, para hacernos una idea más clara del tipo de contacto al que nos enfrentamos. Indicar, de forma razonada, qué podemos hacer para conseguir este objetivo.
- 10) **(0.5 PUNTO)** A la vista del comportamiento del blanco (lo que permite deducir su equipamiento), y de la RCS original del mismo, indicar, de forma razonada (pero breve), el tipo de blanco de que se trata, con la ayuda de la siguiente tabla.

¹ **PPI: Plan Position Indicator**, o pantalla de indicador de posición. Es un tipo común de salida de pantalla radar, caracterizada por anillos de distancia. Más detalles en: https://es.wikipedia.org/wiki/Plan_Position_Indicator



Table 1-2. Typical Radar Cross Section Values (X-band).

Target	Radar Cross Section (m ²)
Aegis cruiser (10 kT)	160,000
Destroyer (8 kT)	113,000
Frigate (3.5 kT)	32,700
12 m (40 ft) Sailboat (20,000 lbs)	5
Pleasure boat, 12 to 15 m (40-50 ft)	10
Cabin cruiser	10
Low 9 m (40 ft) cabin cruiser	6.5
Pleasure boat, 6 to 9 m (20-30 ft)	"few", i.e. 5
Pleasure boat, small	2
Man	1

PROBLEMA

Dado un cierto radar pulsado en banda C que tiene los siguientes parámetros:

- $P_t = 1,5 \text{ MW}$
- $f_0 = 5,6 \text{ GHz}$
- Ganancia de antena 45 dB
- Temperatura efectiva de ruido $T_0 = 290 \text{ K}$
- Figura de ruido del receptor $F = 3 \text{ dB}$
- Duración del pulso $\tau = 0,2 \mu\text{s}$
- Frecuencia de repetición de pulsos 2 KHz
- Umbral de detección $SNR_{min} = 20 \text{ dB}$
- Sección radar mínima $\sigma = 0,1 \text{ m}^2$

Calcule su alcance máximo en condiciones de operación normal.



P_D	P_{fa}									
	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}
.1	4.00	6.19	7.85	8.95	9.94	10.44	11.12	11.62	12.16	12.65
.2	5.57	7.35	8.75	9.81	10.50	11.19	11.87	12.31	12.85	13.25
.3	6.75	8.25	9.50	10.44	11.10	11.75	12.37	12.81	13.25	13.65
.4	7.87	8.85	10.18	10.87	11.56	12.18	12.75	13.25	13.65	14.00
.5	8.44	9.45	10.62	11.25	11.95	12.60	13.11	13.52	14.00	14.35
.6	8.75	9.95	11.00	11.75	12.37	12.88	13.50	13.87	14.25	16.62
.7	9.56	10.50	11.50	12.31	12.75	13.31	13.87	14.20	15.59	14.95
.8	10.18	11.12	12.05	12.62	13.25	13.75	14.25	14.55	14.87	15.25
.9	10.95	11.85	12.65	13.31	13.85	14.25	14.62	15.00	15.45	15.75
.95	11.50	12.40	13.12	13.65	14.25	14.64	15.10	15.45	15.75	16.12
.98	12.18	13.00	13.62	14.25	14.62	15.12	15.47	15.85	16.25	16.50
.99	12.62	13.37	14.05	14.50	15.00	15.38	15.75	16.12	16.47	16.75
.995	12.85	13.65	14.31	14.75	15.25	15.71	16.06	16.37	16.65	17.00
.998	13.31	14.05	14.62	15.06	15.53	16.05	16.37	16.70	16.89	17.25
.999	13.62	14.25	14.88	15.25	15.85	16.13	16.50	16.85	17.12	17.44
.9995	13.84	14.50	15.06	15.55	15.99	16.35	16.70	16.98	17.35	17.55
.9999	14.38	14.94	15.44	16.12	16.50	16.87	17.12	17.35	17.62	17.87