
Esempi/ esercitazioni: Ricerca Long

Pierfrancesco Lombardo

Radar di ricerca

Si dimensiona un radar di ricerca con le seguenti caratteristiche:

Banda L: 1 GHz

Portata: 400 Km

Velocità massima ± 300 m/s

Risoluzione in azimuth: $1,5^\circ$

Rotazione antenna: 5 giri/minuto

$$P_{fa} = 10^{-6}$$

$$P_d = 0,9 \text{ per bersaglio fisso con RCS} = 1 \text{ m}^2$$

$$P_d = 0,9 \text{ per bersaglio Swerling III con RCS} = 2 \text{ m}^2$$

$$P_d = 0,9 \text{ per bersaglio Swerling I con RCS} = 10 \text{ m}^2$$

$$\text{Potenza di picco TX: } P_p = 20 \text{ KW}$$

$$\text{Figura di rumore: } F = 3 \text{ dB}$$

Risoluzione in distanza 400 m

Dinamica lineare istantanea 40 dB

Sistemi Radar

Radar di ricerca

Banda L: 1 GHz $\rightarrow \lambda = 0,3 \text{ m}$

Portata: 400 Km

Velocità massima $\pm 300 \text{ m/s}$

Max Range: $2R/c = 2 \cdot 400 \cdot 10^3 / 3 \cdot 10^8 = 2,67 \cdot 10^{-3} \text{ s}$

Max Doppler: $2V/\lambda = 2V f/c = 2 \cdot 300 \cdot 10^9 / 3 \cdot 10^8 = 2000 = 2 \text{ KHz}$

Range-Doppler Area of interest = $2 \cdot 2000 \cdot 8/3 \cdot 10^{-3} = 32/3 \approx 10$

Per non avere ambiguità in range $\text{PRF} < c/(2R) = 1/(8/3 \cdot 10^{-3} \text{ s}) = 3000/8 \text{ Hz} \approx 400 \text{ Hz}$

Usa PRF stagger con 2/3 valori di PRF

2 PRF :

$$\text{PRF}_2 = \frac{11}{12} \text{PRF}_1$$

Radar di ricerca

$$\theta_{3dB} \approx \frac{\lambda}{L} \quad \angle = \frac{\lambda}{D_{3dB}}$$

Risoluzione in azimuth: $1,5^\circ$

Rotazione antenna: 5 giri/minuto

Apertura del fascio: $1,5^\circ$

Dimensione antenna azimuth: $L = \lambda / (1,5 / 180 * \pi) = 0,3 / \pi * 120 = 36 / \pi \approx 11 \text{ m}$

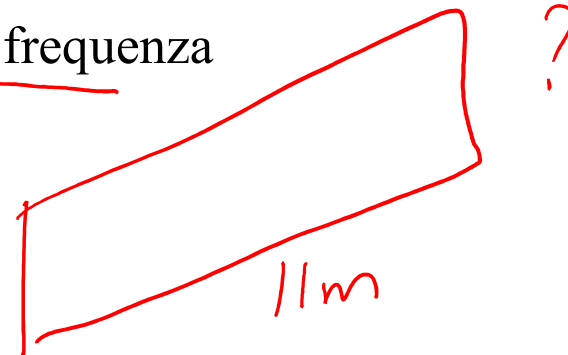
time-on-target = $1,5^\circ / (5 * 360 / 60) = 1,5^\circ / (5 * 6) = 1,5 / 30 = 1 / 20 = 0,05 \text{ s} = 50 \text{ ms}$

N° Impulsi nel time-on-target = $50 \text{ ms} * \text{PRF} = 0,05 * 400 = 20$

In ogni batch: $20 / 2 \approx 10$ impulsi

Da batch a batch cambio non solo PRF, ma anche frequenza

↳ x 2 batch de 10 imp
x 4 batch de 5 imp
x 1



Sistemi Radar

Radare di ricerca

int c h

$$P_{fa} = 10^{-6}$$

- $P_d = 0,9$ per bersaglio fisso con $RCS = 1 \text{ m}^2$
- $P_d = 0,9$ per bersaglio Swerling III con $RCS = 2 \text{ m}^2$
- $P_d = 0,9$ per bersaglio Swerling I con $RCS = 10 \text{ m}^2$

Bersaglio fisso \rightarrow serve $SNR = 13 \text{ dB}$

$\rightarrow 10 \text{ dB}$

Assumendo di guadagnare un fattore 10 sul rumore termico per integrazione coerente (10 dB)

- Basta su singolo impulso un $SNR = 3 \text{ dB}$

$\rightarrow 0 \text{ dB}$ $\sim 3 \text{ dB}$

Bersaglio Swerling III \rightarrow serve $SNR = 17 \text{ dB}$ sul singolo batch

$\rightarrow 13$

Considerando 10 dB di integrazione coerente nel batch sul rumore termico:

-Basta su singolo impulso un $SNR = 7 \text{ dB}$

$\rightarrow 3 \text{ dB}$

Bersaglio Swerling I \rightarrow serve $SNR = 21 \text{ dB}$ sul singolo batch

$\rightarrow 15 \text{ dB}$

- Basta su singolo impulso un $SNR = 11 \text{ dB}$

$\rightarrow 5 \text{ dB}$ $\rightarrow 6 \text{ dB}$

Radar di ricerca

Potenza di picco TX: $P_p = 20 \text{ KW}$

Figura di rumore: $F = 3 \text{ dB}$

$$SNR = \frac{P_p G A_e \sigma_{av}}{(4\pi)^2 R^4 L k T_0 F B} B \tau_p$$

$$A_e = 0,5 * 11 * 4 \text{ m}^2 = 22 \text{ m}^2 \rightarrow 13 \text{ dB}$$

$$G = 4\pi * A_e / \lambda^2 = 4\pi * 22 / (0,3)^2 \rightarrow 11 + 13 - 2 * (5 - 10) \text{ dB} \\ = 24 + 10 = 34$$

$$R = 400 \text{ Km} \rightarrow 56 \text{ dB}$$

$$I \quad \tau_{p|dB} = -49 + 11 = -38 \rightarrow 0,7 \cdot 10^{-4} \text{ s} = 140 \mu\text{s}$$

$$II \quad \tau_{p|dB} = -42 + 7 = -35 \rightarrow 1/8 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 250 \mu\text{s}$$

$$\phi \quad \tau_{p|dB} = -39 + 3 = -36 \rightarrow 10^{-4} \text{ s} = 200 \mu\text{s}$$

-42
 -39
 -47
 $\rightarrow 10^{-3,9}$
 251
 $126 \mu\text{s}$

	dB+	dB-
P_p	43	
G	34	
A_e	13	
σ	10 (3, 0)	
τ_p	$\tau_{p dB}$	
$(4\pi)^2$		22
R^4		224
F		3
kT_0		-204
L		6
	$100 + \tau_{p dB}$	51
	$49 + \tau_{p dB}$	
SNR	11 (7,3)	

Radar di ricerca

Risoluzione in distanza 400 m

Dinamica lineare istantanea 40 dB

$$SNR = \frac{P_p G A_e \sigma_{av}}{(4\pi)^2 R^4 L k T_0 F B} B \tau_p$$

Risoluzione 400 m = $k \cdot c / (2B) = 1,4 \cdot 3 \cdot 10^8 / (2B)$

$k = 1,4$ per Hamming

$$B = 2,1 \cdot 10^8 / 400 = 0,5 \cdot 10^6 = 0,5 \text{ MHz}$$

$$B \tau_p = 0,5 \text{ MHz} \cdot 125 \mu s = 62,5 \text{ Forma d'onda ...}$$

Perdita in SNR → aumentare τ_p

$$\frac{82500}{2} = 41250$$

$$SLF = 20 \log_{10}(125) + 3$$

> 43

$$275 \mu s$$

$$\frac{c \tau}{2} = \frac{300 \cdot 275}{2}$$