



$$F = 1 + T_{eq}/T_0$$

Šumni faktor je neposredno povezan s šumnim številom. Način pridobitve:  $F[\text{dB}] \Rightarrow F[\text{brez enote}] = 10^{(F[\text{dB}]/10)}$   
 Šumna temperatura sistema  $T_s$  podaja skupno razpoložljivo šumno moč generatorja in četverpola, podano na vhod četverpola. Odvisna je od frekvence in odbojnosti generatorja na vhodu v četverpol.

Opiši delovanje Dopplerjevega radarja s kontinuiranim (CW) signalom. Kako pri takem radarju določimo smer gibanja cilja?

Oscilatorjev signal gre preko cirkulatorja in antene v prostor. Če v prostoru naleti na oviro, se od nje odbije. Preko antene in cirkulatorja gre odbiti signal nato na mešalnik. Tam se zmeša s signalom, ki pride na mešalnik preko zapore cirkulatorja. Sistem deluje torej kot koherentni sprejemnik. Na izhodu se pojavijo signali vseh možnih kombinacij vsot in razlik osnovnih in višjih frekvenc. Najbolj zanimiva izmed teh frekvenc je ravno Dopplerjeva frekvenca in samo signal s to frekvenco gre preko nizkega sита na obdelavo. Tu na primeren način določimo Dopplerjevo frekvenco in iz nje izračunamo radialno hitrost cilja.

Glede smeri gibanja cilja je zadeva taka, da obratno fazo oscilatorjevega signala za  $90^\circ$  in ta signal mešamo z odbitim signalom še na dodatnem mešalniku. Tako smo dobili kvadratni sprejemnik, iz signalov iz obeh mešalnikov pa lahko določimo (tudi) smer gibanja cilja.

$$T_s = T_0 (10^{F/10} - 1)$$

$$F = k_1 \cdot (T_c / (k_2 \cdot T_s))$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

## Radarji in navigacijski sistemi

### Kolokvij (predizpit) 29. 5. 2008

- 1) Za sprejemno napravo veljajo naslednji podatki: šumna temperatura okolice je 100 K, šumno število sprejemnika je 2 dB, frekvenca signala je 2 GHz, pasovna širina je 10 MHz, gostota moči signala je  $3 \text{ pW/m}^2$ . Zahtevano razmerje med signalom in šumom na izhodu iz sprejemnika je 15 dB. Določite potrebno efektivno površino, dobitek in širino glavnega snopa te antene!
- 2) Narišite blokovno shemo in opišite delovanje konvencionalnega pulznega radarja! Kakšen je močnostni domet tega radarja? Kateri parametri in kako vplivajo na izbiro nosilne frekvence radarskega signala? S čim in kako je določena šumna pasovna širina radarskega sprejemnika?
- 3) S pomočjo skice opišite postopek določanje lastnega položaja s pomočjo oddaljenosti do dveh svetilnikov, s pomočjo smeri do dveh svetilnikov in s pomočjo oddaljenosti in smeri do enega svetilnika.
- 4) Opišite princip delovanja sistema za določanje oddaljenosti DME. Kako se med seboj razlikujeta iskanje in sledenje pri tem sistemu?

Piše se 80 minut. Naloge so enakovredne!

### Zbirka formul

$$\frac{G}{A} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \quad G \cong \frac{16}{\alpha^2}, \quad \alpha: \text{širina glavnega snopa (v radianih!)}$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{ob}} = 1 + \frac{T_c}{T_s} \quad P_i = kTB \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

## Radarji in navigacijski sistemi

### Pisni izpit 23. 6. 2008.

1. Za sprejemno napravo veljajo naslednji podatki: gostota moči signala je  $10 \text{ pW/m}^2$ , šumna temperatura okolice je 200 K, šumno število sprejemnika je 3 dB, frekvenca signala je 2 GHz, pasovna širina je 5 MHz, dobitek sprejemne antene je 25 dB. Določite razmerje med signalom in šumom v dB na izhodu iz sprejemnika!
2. Narišite blokovno shemo in s pomočjo primernih enačb opišite delovanje FM moduliranega radarja s kontinuiranim signalom (FM-CW radar)! Katero parametre cilja lahko merimo s tem radarjem?
3. Opišite postopke, s katerimi s obdelavo večih zaporednih pulzov zmanjšamo potrebno moč radarja (ali, z drugimi besedami, izboljšamo razmerja signal/šum)?
4. Kako na sprejemni strani določimo smer, v kateri se nahaja neusmerjeni radijski svetilnik?

Piše se 80 minut. Naloge so enakovredne!

### Zbirka formul

$$\frac{G}{A} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \quad G \cong \frac{16}{\alpha^2}, \quad \alpha: \text{širina glavnega snopa (v radianih!)}$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{ob}} = 1 + \frac{T_c}{T_s} \quad T = T_1 + \frac{T_2}{G_1} \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$

## Radarji in navigacijski sistemi

### Pisni izpit 29. 1. 2009.

1. Za sprejemno napravo veljajo naslednji podatki: gostota moči signala je  $10 \text{ pW/m}^2$ , šumna temperatura okolice je 50 K, šumno število sprejemnika je 3 dB, frekvenca signala je 2 GHz, pasovna širina je 5 MHz, dobitek sprejemne antene je 30 dB. Določite razmerje med signalom in šumom v dB na izhodu iz sprejemnika!
2. Opišite delovanje sledilnega radarja s preklapljanjem smernega diagrama in s stožčastim odčitavanjem! Katera je poglobljena pomanjkljivost teh radarjev in s katerim principom delovanja jo odpravimo?
3. Opišite postopke, s katerimi s obdelavo večih zaporednih pulzov zmanjšamo potrebno moč radarja (ali, z drugimi besedami, izboljšamo razmerja signal/šum)?
4. Opišite merilne postopke za določanje lastnega položaja! Pri vsakem navedite za zgled konkreten navigacijski sistem!

Piše se 80 minut. Naloge so enakovredne!

### Zbirka formul

$$\frac{G}{A} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \quad G \cong \frac{16}{\alpha^2}, \quad \alpha: \text{širina glavnega snopa (v radianih!)}$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{\text{ob}} = 1 + \frac{T_c}{T_s} \quad T = T_1 + \frac{T_2}{G_1} \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$



vsi sistemi  
 SVETILNIKI  
 Eppley radar-objava  
 povišni radar  
 VOR 49, silitica na 48 pomenbna  
 DVOR, DME

### Radarji in navigacijski sistemi

51 str. 4.2 določajo prave

Pisni izpit 13. 6. 2008.

1. Za sprejemno napravo veljajo naslednji podatki: gostota moči signala je  $100 \text{ pW/m}^2$ , šumna temperatura okolice je  $250 \text{ K}$ , šumno število sprejemnika je  $3 \text{ dB}$ , frekvenca signala je  $1 \text{ GHz}$ , pasovna širina je  $7 \text{ MHz}$ , dobitek sprejemne antene je  $25 \text{ dB}$ . Določi razmerje med signalom in šumom v  $\text{dB}$  na izhodu iz sprejemnika!
  2. Radar ima anteno z osno simetričnim smernim diagramom, širina glavnega snopa je  $1,5^\circ$ .
    - a) Določi efektivno površino antene, če radar deluje na nosilni frekvenci  $2 \text{ GHz}$ .
    - b) Določi azimutno ločljivost radarja za tarče, oddaljene  $200 \text{ km}$ .
    - c) Določi moč sprejetega signala, če je oddajna moč  $200 \text{ kW}$ , tarča oddaljena  $150 \text{ km}$  in odmevna površina tarče  $35 \text{ m}^2$ .
  3. Nariši blokovno shemo in razloži delovanje radarja z dušenjem mirujočih ciljev (MTI radarja)! Razloži: princip dušenja mirujočih ciljev, slepe hitrosti in enoveljavnost hitrosti cilja!
  4. Opiši delovanje svetilnika VOR. Nariši in razloži spekter oddajnega signala VOR! Katera je poglobljena pomanjkljivost sistema VOR?
- Piše se 80 minut. Naloge so enakovredne!

### Zbirka formul

$$\frac{G}{A} = \frac{4\pi}{\lambda^2}$$

$$G \cong \frac{16}{\alpha^2}, \quad \alpha: \text{širina glavnega snopa (v radianih!)}$$

$$\left(\frac{S}{N}\right)_{ob} = 1 + \frac{T_c}{T_s}$$

$$T = T_1 + \frac{T_2}{G_1}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$$