

[PRINT]

EE2T21 Telecommunicatie B (2015-2016 Q4):

### Question 1: Score 4/4

Your response

Een digitaal transmissiesysteem maakt gebruik van een speciale vorm van Amplitude Shift Keying (ASK). De transmissiesnelheid bedraagt  $R_s = 770$  kbit/sec. Het uitgezonden signaal wordt gegeven door:

$$x_c(t) = A_c [\alpha + \beta d(t)] \cos \omega_c t$$

met  $\alpha = 3.8$ ,  $\beta = 2$  en  $d(t)$  is een binair datasignaal,  $d(t) \in \{-1, 1\}$ . De enkelzijdige spectrale ruisvermogensdichtheid is  $N_0 = -91$  dBm/Hz, en de equivalente ruisbandbreedte van de coherente matched-filter detector is  $R_g/2$ . De signaal-ruisverhouding aan de ingang van de ontvanger op basis van de 0-0 transmissiebandbreedte bedraagt  $SNR_{in} = 10.5$  dB.

- a. Bepaal het signaalvermogen aan de ingang van de ontvanger.  $S_{in} = -18.6248$  (33%) dBm.

- b. Bepaal de bitfoutenkans  $P_e$ .  $P_e = 0.000904$  (33%)

- c. Bepaal de bitfoutenkans  $P_e$  indien in plaats van het matched filter, een filter met equivalente ruisbandbreedte  $1.1 \cdot R_g$  gebruikt wordt.  $P_e = 0.0177$  (33%)



Correct

Kleine getallen, zoals 0.000357 vul je in als 3.57E-4 of 3.57e-4. De foutmarge in de bitfoutenkansen is op +/- 30% gezet. Dit vereist nog steeds nauwkeurig berekenen/aflezen van de Q-functie. Gebruik zonodig Matlab.

Comment:

### Question 2: Score 1.5/3

Your response

Een digitaal banddoorlaatsysteem is geschikt voor zowel BPSK als FSK modulatie. De coherente ontvanger is voorzien van een filter met variabele bandbreedte; de datasnelheid bedraagt  $R_b = 350$  kbit/sec. De witte ruis op de ontvangeringang heeft een Gaussische amplitudeverdeling met ruisvermogensdichtheid  $N_0 = 20$  pW/Hz.

- a. Bereken het ontvangen vermogen dat nodig is voor een bitfoutenkans  $P_e = 9 \cdot 10^{-4}$  als BPSK modulatie wordt toegepast en de equivalente ruisbandbreedte van de ontvanger  $1 \cdot R_b$  bedraagt.  $P_{ontv} = -11.6621$  (50%) dBm

Correct response

Een digitaal banddoorlaatsysteem is geschikt voor zowel BPSK als FSK modulatie. De coherente ontvanger is voorzien van een filter met variabele bandbreedte; de datasnelheid bedraagt  $R_b = 350$  kbit/sec. De witte ruis op de ontvangeringang heeft een Gaussische amplitudeverdeling met ruisvermogensdichtheid  $N_0 = 20$  pW/Hz.

- a. Bereken het ontvangen vermogen dat nodig is voor een bitfoutenkans  $P_e = 9 \cdot 10^{-4}$  als BPSK modulatie wordt toegepast en de equivalente ruisbandbreedte van de ontvanger  $1 \cdot R_b$  bedraagt.  $P_{ontv} = -11.6621$  dBm

- b. Bereken het ontvangen vermogen dat nodig is voor een bitfoutenkans  $P_e = 8 \cdot 10^{-4}$  als FSK modulatie wordt toegepast en de equivalente ruisbandbreedte van de ontvanger  $2.5 \cdot R_b$  bedraagt

$$P_{ontv} = \underline{-9.0382} \text{ (0\%)} \text{ dBm}$$

- b. Bereken het ontvangen vermogen dat nodig is voor een bitfoutenkans  $P_e = 8 \cdot 10^{-4}$  als FSK modulatie wordt toegepast en de equivalente ruisbandbreedte van de ontvanger  $2.5 \cdot R_b$  bedraagt

$$P_{ontv} = \underline{-4.58 \pm 0.2} \text{ dBm}$$

**Total grade:**  $1.0 \times 1/2 + 0.0 \times 1/2 = 50\% + 0\%$

**Comment:**

### Question 3: Score 3/3

#### Your response

Een digitaal transmissiesysteem maakt gebruik van een ongebalanceerde vorm van QPSK-modulatie. De transmissiesnelheid bedraagt  $R_b = 190$  kbit/sec verzonden. Het uitgezonden signaal wordt gegeven door :

$$s(t) = A_c \left[ \alpha d_I(t) \cos \omega_c t + \beta d_Q(t) \sin \omega_c t \right]$$

met  $\alpha = 4$  ,  $\beta = 3.6$  en  $d_I(t)$  ,  $d_Q(t)$  zijn de oneven en even symbolen van het binaire datasignaal  $d(t) \in \{-1, 1\}$  die respectievelijk de in-fase ( $I$ ) en quadratuur-fase ( $Q$ ) component van het signaal moduleren. De symbolen worden met rechthoekpulsen verzonden. De tweezijdige spectrale ruisvermogensdichtheid is  $N_0/2 = -81$  dBm/Hz, en de ontvanger is in de  $I$ - en  $Q$ -tak uitgerust met matched filters met een equivalente ruisbandbreedte van  $R_b / 4$ .

- a. Bepaal de signaal-ruisverhouding  $SNR_I$  van het in-fase signaal na het matched-filter, indien op de ingang van de ontvanger geldt dat:

$$\frac{A_c^2}{2} = -29 \text{ dBm} \text{ bedraagt.}$$

$$SNR_I = \underline{14.2640} \text{ (50\%)} \text{ dB.}$$



Correct

- b. Bepaal de gemiddelde bitfoutenkans  $P_e$  van het ongebalanceerde QPSK signaal indien de SNR na het in-fase matched-filter

$$SNR_I = 9.5 \text{ dB}$$

$$P_e = \underline{0.002511} \text{ (50\%)}$$

**Comment:**