

Bodovanje zadataka: Točno odgovoreni 5 bodova, netočno odgovoreni -2 boda, neodgovoreni 0 bodova

Zadatak 1: Dan je linearni binarni blok kod K čija je matrica provjere pariteta

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Ako je primljena kodna riječ $c' = [1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0]$ odredite kodnu riječ koja je poslana.

- a) $[1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1]$ b) $[1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0]$ c) $[0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0]$ d) $[1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0]$ e) ništa od navedenog

Zadatak 2: Razmatrajte sistematičan linearan binarni blok kôd $[6,3]$. Na ulazu koder kanala koji koristi takav kôd dolaze poruke u obliku $[d_1 \ d_2 \ d_3]$, pri čemu su d_1 , d_2 i d_3 binarne znamenke. Koder kanala svaku poruku $[d_1 \ d_2 \ d_3]$ pretvara u kodnu riječ $[c_1 \ c_2 \ c_3 \ c_4 \ c_5 \ c_6]$ pri čemu vrijedi:

$$c_1 = d_1, \ c_2 = d_2, \ c_3 = d_3, \ c_4 = d_1 \oplus d_3, \ c_5 = d_1 \oplus d_2 \oplus d_3, \ c_6 = d_1 \oplus d_2$$

Pretpostavite da je dekoder kanala koji koristi identičan sistematičan linearan binarni blok kôd $[6,3]$ primio kodnu riječ $[011011]$. Odredite kodnu riječ koja je najvjerojatnije poslana, tj. kodnu riječ na izlazu koder kanala.

- a) $[011011]$ b) $[100111]$ c) $[010011]$ d) $[011101]$ e) ništa od navedenog

Zadatak 3: Dan je linearni blok kod K s matricom provjere pariteta \mathbf{H} , tj. \mathbf{H}^T :

$$\mathbf{H}^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

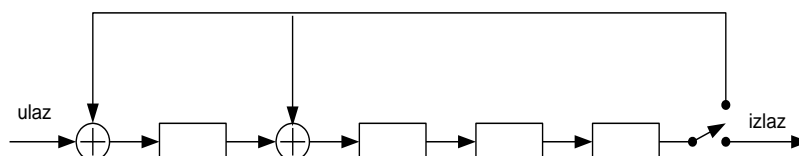
Odredite kodnu riječ ($\neq 0$) koda K koja ima minimalnu težinu.

- a) 001010 b) 010101 c) 111000 d) 000110 e) ništa od navedenog

Zadatak 4: Slijed bitova $x = [1010101\dots]$ ulazi u Hammingov koder $[n,k] = [7,4]$ i nakon toga se prenosi prijenosnim kanalom u kojem je vjerojatnost pogrešnog prijenosa bita 0,004. Odredite za koliko se smanji vjerojatnost otkrivanja pogreške pri prijenosu slijeda x , ako se umjesto Hammingova koder kao zaštita uporabi parni paritet.

- a) 0,00798 b) 0,01951 c) 0,000114 d) 0,001935 e) ništa od navedenog

Zadatak 5: Na slici je dan koder za ciklični kôd $[15, k]$. Kodirajte slijed 10001001010 koristeći metodu ciklične redundantne zaštite.



- a) 100010010100101 b) 100010010100011 c) 100010010101010
d) 100010010101100 e) ništa od navedenog

Zadatak 6: Razmatrajte idealan kanal čija je prijenosna funkcija zadana sljedećim izrazom:

$$H(f) = |H(f)|e^{-j\Theta(f)}, f \in \mathbf{R}, \quad |H(f)| = \begin{cases} 1, & |f| \leq f_g \\ 0, & |f| > f_g \end{cases},$$

a fazna mu je karakteristika (tj. fazni odziv) linearna funkcija frekvencije, $\Theta(f) = \pi \cdot 10^{-6} f$ [rad], pri čemu je frekvencija zadana u jedinici herc. Na ulaz takvog kanala dolazi pravokutni signal definiran funkcijom

$$x(t) = \begin{cases} 1, & |t| \leq 1/(2f_g) \\ 0, & |t| > 1/(2f_g) \end{cases}, t \in \mathbf{R}.$$

Odredite trenutak t u kojem će signal na izlazu promatranog idealnog kanala imati maksimalan iznos.

- a) $t = 0$ s b) $t = 1$ μ s c) $t = 0,5$ μ s d) $t = -1$ μ s e) ništa od navedenog

Zadatak 7: Neka slučajna varijabla X ima funkciju gustoće vjerojatnosti definiranu izrazom

$$f_X(X) = \begin{cases} \frac{1}{a} e^{-x/a}, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}, a > 0$$

Odredite koliko mora iznositi konstanta a pa da diferencijalna entropija slučajne varijable X iznosi 1 bit/simbol.

- a) $a = 1$ b) $a = 2/e$ c) $a = 1/e$ d) $a = \ln 2$ e) ništa od navedenog

Zadatak 8: Na ulaz promatranog AWGN-kanala dolazi slučajni signal $X(t)$ srednje snage 1 mW. U tom kanalu djeluje bijeli Gaussov šum spektralne gustoće snage jednake 1 nW/Hz za svaki $f \in \mathbf{R}$. Odredite gornju graničnu frekvenciju u spektru slučajnog signala ako učinkovitost prijenosnog pojasa u promatranom kanalu pri maksimalnoj prijenosnoj brzini pri kojoj je moguće postići proizvoljno malu vjerojatnost pogreške iznosi 1 bit/s/Hz.

- a) 1 MHz b) 166,67 kHz c) 333,3 kHz d) 500 kHz e) ništa od navedenog

Zadatak 9: Signal $\text{Asin}(2\pi ft)$, $f = 1/T$, se punovalno ispravlja pri čemu nastaje signal $s(t)$ za kojeg vrijedi: $s(t) = s(t + T/2)$ za svaki $t \in \mathbf{R}$. Nadalje, signal $s(t)$ dolazi na ulaz kvantizatora u kojem koristi sve razine za rekonstrukciju signala, pri čemu je najmanja jednaka 0, a najveća m_{\max} volta. Kvantizator koristi jednoliku kvantizaciju (stepenasta funkcija) s ukupno 2^r razina kvantiziranja, pri čemu je r cjelobrojni broj bita koji opisuju svaki kvantizirani uzorak. Odredite izraz za omjer srednje snage signala prema srednjoj snazi kvantizacijskog šuma u decibelima. Napomena: kvantizacijski šum Q ima jednoliku razdiobu po svakom koraku kvantizacije i vrijedi $E[Q] = 0$.

- a) $1,76 + 6,02 \cdot r$ [dB] b) $7,78 + 6,02 \cdot r$ [dB] c) $10,79 + 6,02 \cdot r$ [dB]
d) $7,78 + 3,01 \cdot r$ [dB] e) ništa od navedenog

Zadatak 10: U prvom AWGN-kanalu srednja snaga signala $x_1(t)$ na ulazu kanala iznosi 10 mW, signal je strogo pojasno ograničen na pojas frekvencija između 0 Hz i 10 kHz ($X(f) = 0$ za $|f| > 10^4$ Hz), a omjer srednje snage signala prema srednjoj snazi bijelog Gaussovog šuma u promatranom pojasu frekvencija iznosi 50. U drugom AWGN-kanalu snaga signala $x_2(t)$ na ulazu kanala iznosi također 10 mW, no signal je strogo pojasno ograničen na pojas frekvencija između 0 Hz i 5 kHz ($X(f) = 0$ za $|f| > 5 \cdot 10^3$ Hz). Pod pretpostavkom da u oba kanala djeluje bijeli Gaussov šum jednake spektralne gustoće snage, odredite razliku kapaciteta između ta dva kanala izraženu jedinicom nat/s.

- a) 23433,2 nat/s b) 19659,13 nat/s c) 16242,66 nat/s d) 28362,13 nat/s e) ništa od navedenog