

DIGITALNA LOGIKA

Kodovi i kodovi za
otkrivanje pogrešaka

Kodovi-binarne kombinacije

- Numerički:
- BCD
- XS-3-EKSCES-3
- 2421-kod (AIKEN-ov)

- **Alfanumerički-ASCII kod**

BCD kod (Binary Coded Decimal) - 8421-kod

Decimalni znak	BCD kod
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

Kodirati BCD kodom brojeve: a) 745 b)381 c)592

- 745 ~ 0111 0100 0101
- 381 ~ 0011 1000 0001
- 592 ~ 0101 1001 0010

Primjeri zbrajanja brojeva u BCD kodu:

$$\begin{array}{r}
 34 + 13 \\
 : \\
 \begin{array}{r}
 0011 \ 0100 \\
 + 0001 \ 0011 \\
 \hline
 0100 \ 0111 \ (47)
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 35 + 86 \\
 : \\
 \begin{array}{r}
 0011 \ 0101 \\
 + 1000 \ 0110 \\
 \hline
 0 \ 1011 \ (potrebna \ korekcija) \\
 + \quad \quad 0110 \ (korekcija) \\
 \hline
 1 \ 0001 \\
 0011 \\
 + 1000 \\
 \hline
 1100 \ 0001 \ (potrebna \ korekcija) \\
 + 0110 \quad \quad (korekcija) \\
 \hline
 1 \ 0010 \ 0001 \ (121)
 \end{array}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 1026 + 192 \\
 : \\
 \begin{array}{r}
 0001 \ 0000 \ 0010 \ 0110 \\
 + 0000 \ 0001 \ 1001 \ 0010 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad 0 \ 1000 \ (nema \ korekcije) \\
 \quad \quad \quad \quad \quad 0010 \\
 + \quad \quad \quad \quad \quad 1001 \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad 1011 \ 1000 \ (treba \ korekcija) \\
 + \quad \quad \quad \quad \quad 0110 \quad \quad (korekcija) \\
 \hline
 \quad \quad \quad \quad \quad 1 \ 0001 \ 1000 \\
 \quad \quad \quad 0000 \\
 + \quad \quad \quad 0001 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 0 \ 0010 \ 0001 \ 1000 \ (nema \ korekcije) \\
 \quad \quad \quad 0001 \\
 + \quad \quad \quad 0000 \\
 \hline
 \quad \quad \quad 0001 \ 0010 \ 0001 \ 1000 \ (nema \ korekcije) \\
 = 1218
 \end{array}
 \end{array}$$

Eksces 3-kod

• 3 1 2
0110 0100 0101

312=0110 0100 0101

	0	0	0	0
	0	0	0	1
	0	0	1	0
0	0	0	1	1
1	0	1	0	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0
	1	1	0	1
	1	1	1	0
	1	1	1	1

Kodirati u XS-3 kodu brojeve:

a) 183 b) 295 c) 476

- 183 ~ 0100 1011 0110
- 295 ~ 0101 1100 1000
- 476 ~ 0111 1010 1001

Konstruirati dekadski kod od 4 bita s težinama 2421

	2^3 8	2^2 4	2^1 2	2^0 1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
	1	0	1	0
	1	0	1	1
	1	1	0	0
	1	1	0	1
	1	1	1	0
	1	1	1	1

	2	4	2	1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
	0	1	0	1
	0	1	1	0
	0	1	1	1
	1	0	0	0
	1	0	0	1
	1	0	1	0
5	1	0	1	1
6	1	1	0	0
7	1	1	0	1
8	1	1	1	0
9	1	1	1	1

Broj 101001000011 napisan u kodu 2421 pretvorite u dekadski broj-dekodirati

- 101001000011
- 1010 0100 0011
- | 4 3
- Nekodirana riječ

Prebaciti u decimalni brojevni sustav sljedeće brojeve:

A) 101001,100101

B) 10010011,1110101

C) 1011,101001

ukoliko se interpretiraju kao brojevi zapisani u a)BCD kodu, b)XS-3 kodu, c) 2421-kodu

A) a) 29,94 b) _6,61 c) 2_ , _4

B) a) 93, __ b) 60, _7 c) _3, 8_

C) a) _ , _4 b) 8,71 c) 5, _4

Kodovi za otkrivanje pogrešaka-s paritetnim bitom

- paritetni bit
- svakoj kodnoj riječi dodaje se paritetni bit tako da je broj jedinica paran ili neparan
- npr. kodna riječ parni paritet neparni
 100 0001 0100 0001 1100 0001

Niz dekadskih znamenki: 4,1,2,7,5 napisati u kodu eksces 3, te zatim cijeli blok zaštititi uzdužnim i poprečnim parnim paritetom

- 4 0111
- 1 0100
- 2 0101
- 7 1010
- 5 1000
- <poprečni parni paritet << uzdužni parni paritet
- 0111 1 0111
- 0100 1 0100
- 0101 0 0101
- 1010 0 1010
- 1000 1 1000
- 0100

Metodom a) neparnog b) parnog pariteta osigurati pravilan prijenos podataka:

• a)

- _1100101
- _1000010
- _0101111

b)

- _0111000
- _1000111
- _010110

Napisati tablicu koda eksces 3 zaštićenog neparnim paritetom

P	k_3	k_2	k_1	k_0
1	0	0	1	1
0	0	1	0	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
0	1	0	1	1
1	1	1	0	0

	0	0	0	0
	0	0	0	1
	0	0	1	0
0	0	0	1	1
1	0	1	0	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0
	1	1	0	1
	1	1	1	0
	1	1	1	1

Hammingov kod –kod za otkrivanje jednostruke pogreške i mjesta pogreške

- Richard Hamming oko 1940. god. definirao kod
- -sastoji se od znakovnih bitova podatka (k_0, k_1, k_2, \dots ili oznake i_0, i_1, \dots) i ispitnih bitova (p_1, p_2, \dots) koji se nalaze na mjestima koje predstavljaju težinska mjesta $2^0, 2^1, 2^2, \dots$

Hammingov kod-Konstruirati Hammingov kod na osnovi koda eksces 3

	k_3	k_2	k_1	k_0
	0	0	1	1
	0	1	0	0
	0	1	0	1
	0	1	1	0
	0	1	1	1
	1	0	0	0
	1	0	0	1
	1	0	1	0
	1	0	1	1
	1	1	0	0

p_1	p_2	i_3 k_0	p_4	i_5 k_1	i_6 k_2	i_7 k_3
		1		1	0	0
		0		0	1	0
		1		0	1	0
		0		1	1	0
		1		1	1	0
		0		0	0	1
		1		0	0	1
		0		1	0	1
		1		1	0	1
		0		0	1	1

Hammingov kod na osnovi koda eksces 3

P_1	P_2	i_3	P_4	i_5	i_6	i_7
0	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	1	0	1	0
1	1	0	0	1	1	0
0	0	1	0	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1
0	0	1	1	0	0	1
0	1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	1	0	1
1	0	0	0	0	1	1

- Vrijednost paritetnih bitova za svaku kodnu riječ
- $P_1 \quad i_3 \oplus i_5 \oplus i_7 = 0$
- $P_2 \quad i_3 \oplus i_6 \oplus i_7 = 0$
- $P_4 \quad i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 = 0$

Ispitna tablica

p1	p2	i1	p3	i2	i3	i4	p4	i5	i6	i7
0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

Poruku 1001 zaštitite Hammingovim kodom

moramo izračunati bitove provjere

p1	p2	i3	p4	i5	i6	i7
0	0	1	1	0	0	1

Binarni broj od 11 bitova potreban za prijenos: 011 0110 1001 u sustavu koji koristi paran (even) paritet zapisati u Hammingovom kodu

Paziti da se prvi položaj u ovome binarnome broju smatra "d1", iako je to najznačajniji bit broja. Ovaj broj može se smjestiti na položaje

Položaj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
namjena	P1	P2	d1	P4	d2	d3	d4	P8	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	P16
			0		1	1	0		1	1	0	1	0	0		1

Bit broj jedan, "P1", služi za generiranje parnoga pariteta podatkovnih bitova na mjestima 3, 5, 7, 9, 11, 13 i 15

Položaj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
namjena	P1	P2	d1	P4	d2	d3	d4	P8	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	P16
	P1		X		X		X		X		X		X		X	
P 1	1		0		1		0		1		0		0		1	

Bit broj dva, "P2", služi za generiranje parnoga pariteta za podatkovne bitove na položajima 3, 6, 7, 10, 11, 14 i 15

Položaj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
namjena	P1	P2	d1	P4	d2	d3	d4	P8	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	P16
P2		X	X			X	X			X	X			X	X	
P2		1	0			1	0	1	1	0	1	0	0	1		

Bit broj četiri, "P4", oblikuje se za generiranje parnoga pariteta podatkovnih bitova na položajima 5, 6, 7, 12, 13, 14 i 15

Položaj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
namjena	P1	P2	d1	P4	d2	d3	d4	P8	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	P16
P4				X	X	X	X					X	X	X	X	
P4				0	1	1	0					1	0	0	1	

Bit broj osam, "P8", oblikovan za generiranje parnoga pariteta za podatkovne bitove na položajima 9, 10, 11, 12, 13, 14 i 15

Položaj	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
namjena	P1	P2	d1	P4	d2	d3	d4	P8	d5	d6	d7	d8	d9	d10	d11	P16
pokriva P8								X	X	X	X	X	X	X		X
P8								0	1	1	0	1	0	0	1	

Bit 16, "P16" je bit provjere pariteta za bitove desno od njega. Budući da je on posljednji bit u skupu od 16 bitova, onda bi trebao biti 0.

Konačna riječ od 16 bitova, uključujući Hammingove kodove, a koja nastaje iz informacijske riječi **[01101101001]**, je:

1100 1100 1101 0010

Pronalaženje pogrešaka pomoću Hammingovog koda

- Na ulazu digitalnog sustava primljena je binarna riječ **010011110010** zapisana u Hammingovu kodu. Riječ ima 4 ispitna bita, a primijenjen je parni paritet. Najmanje važan bit zapisan je lijevo. Ispitajte je li primljena riječ ispravna, a ako nije, pronađite i ispravite pogrešku

Rješenje

P_1	P_2	I_3	P_4	I_5	I_6	I_7	P_8	I_9	I_{10}	I_{11}	I_{12}
0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0

- $C_1 = p_1 \oplus i_3 \oplus i_5 \oplus i_7 \oplus i_9 \oplus i_{11} = 1$
- $C_2 = p_2 \oplus i_3 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{10} \oplus i_{11} = 0$
- $C_3 = p_4 \oplus i_5 \oplus i_6 \oplus i_7 \oplus i_{12} = 1$
- $C_4 = p_8 \oplus i_9 \oplus i_{10} \oplus i_{11} \oplus i_{12} = 0$
- $(0101)_2 = 5$ greška je u petom bitu
- Točna kodirana riječ: **010001110010**
- Točna poruka: **00110010**

Hammingovim kodom prenesena je informacija 1000110. Provjeriti ispravnost prenesene informacije.

p1	p2	i3	p4	i5	i6	i7
			y			
	x					
y						
1	0	0	0	1	1	0

Pogreška na drugom bitu
točna poruka je 1100110, a točna informacija je 0110

**Odrediti mjesto pogrešnog bita u prenesenoj informaciji 1111001
Hammingovim kodom , te definirajte dekadsku vrijednost
informacije.**

p1	p2	i3	p4	i5	i6	i7
1	1	1	1	0	0	1

p1,i3,i5,i7=1

p2,i3,i6,i7=1

p4,i5,i6,i7=0

011(2)= 3(10) greška na trećem bitu

točna informacija 1101001-----dekadski broj 0001(2)=1(10)

Hammingovim kodom kodiran je broj koristeći XS-3 kod. Prenesena je sekvenca 1011001. Provjerite točnost prijensa i otkrite o kojem broju se radi.

- došlo je do greške na 1. bitu - točna sekvenca je: 0011001
- poruka je: 1001 (to je 9)
- $9-3=6$
- radi se o broju 6

p1	p2	i3	p4	i5	i6	i7
1	0	1	1	0	0	1