

Digitalna vezja, BVS-RI

Mira TREBAR

Vaja 1

Vsebina

1. Digitalni signali

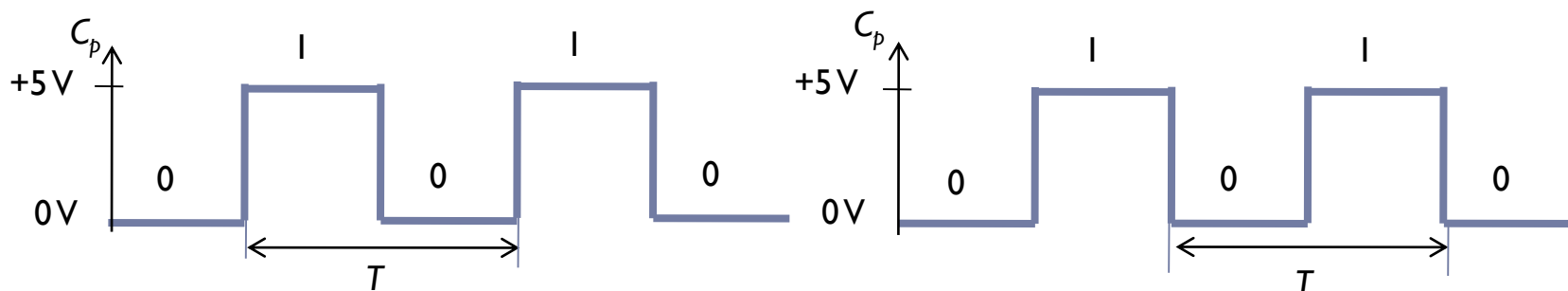
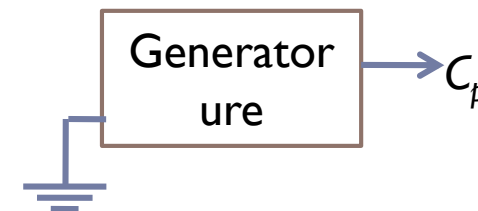
- Naloga 1: Frekvenca, perioda
- Naloga 2: Urin signal

2. Številski sistemi in kode

- Naloga 1: Pretvorba števil v desetiški številski sistem
- Naloga 2: Pretvorbe številskih sistemov: desetiški, dvojiški, šestnajstiški
- Naloga 3: Grayeva koda
- Naloga 4: Senzorski sistem

1 Digitalni signali

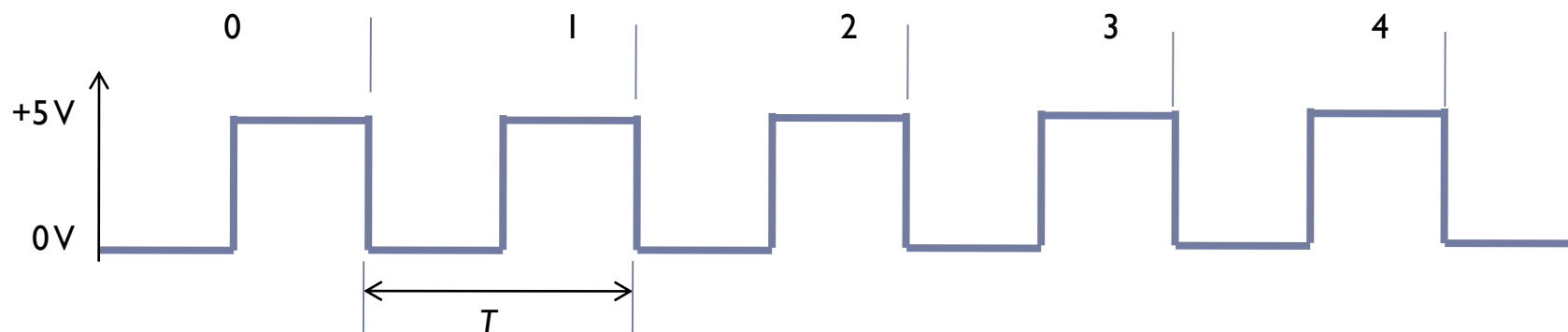
- ❑ **Digitalni signali** – zaporedje (niz) logičnih 0 in logičnih 1
- ❑ **Urin signal** – je periodični signal (ponavljajoče zaporedje ničel in enic v podanem časovnem intervalu).
- ❑ Kako ga dobimo?
- ❑ Uporabimo digitalno vezje (Generator ure) z izhodom C_p .
- ❑ **Časovni diagram** digitalnega signala C_p .



- ❑ **Perioda T** - časovna dolžina med dvema prehodom iz 0 v 1 ali iz 1 v 0. Enota je sekunda (s)
 - Perioda T se prične s prehodom iz logične 0 v logično 1.
 - Perioda T se prične s prehodom iz logične 1 v logično 0.

□ Frekvenca (f)

- število ponavljajočih dogodkov v sekundi (enota je *hertz* - $1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$).
- število ciklov ali število impulzov v sekundi.



- Primer: Izračun frekvenca f , če je perioda T enaka $2 \mu\text{s}$.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\mu\text{s}} = \frac{1}{2 \cdot 10^{-6}} = 0.5 \cdot 10^6 = 0.5 \text{ MHz}$$

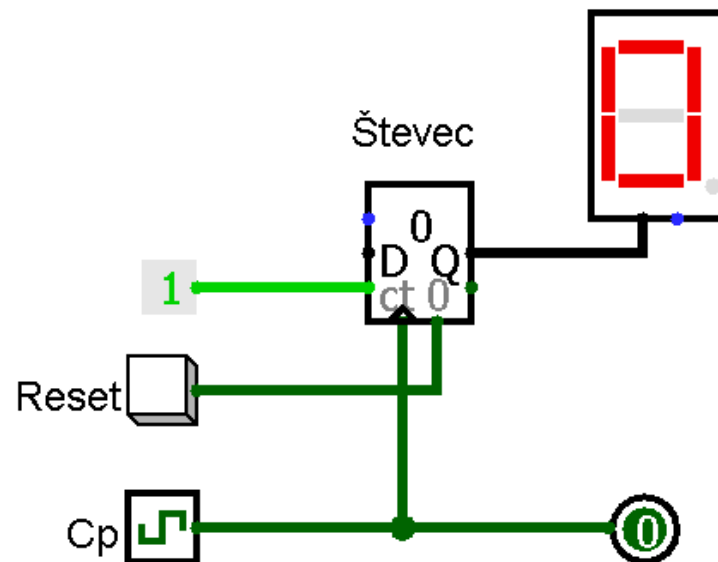
- Primer: Izračun periode T , če je frekvenca $f = 1 \text{ kHz}$.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{1 \cdot 10^3 \text{ Hz}} = 10^{-3} \text{ s} = 1 \text{ ms}$$

□ **Urin signal** – primer krmiljenja števca, kjer se v vsaki periodi poveča vrednost za 1 (funkcija inkrement).

- Stanja števca: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F
- Spreminjanje frekvence in prikaz stanj (logisim).
- Cp – urin signal (periodični signal)
- Reset – brisanje števca

▪ Vezje



Naloga 1:

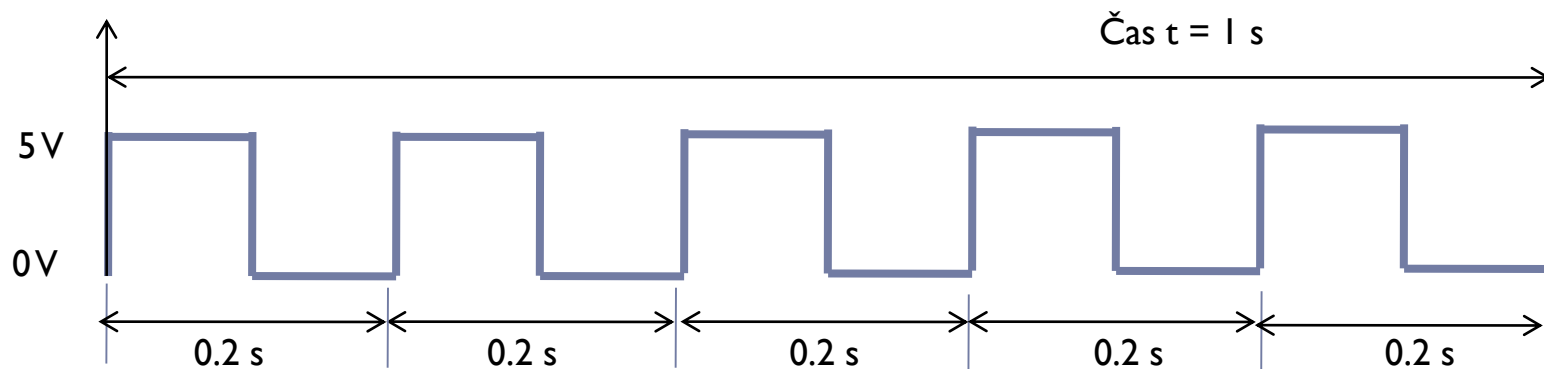
- ❑ Izračunajte frekvenco f , če je perioda $T = 0.2$ s.
- ❑ Narišite časovni diagram periodičnega urinega signala za periodo $T = 0.2$ s za čas $t = 1$ s, kjer je čas trajanja ničle enak času trajanja enice in se perioda prične s prehodom iz 1 v 0.
- ❑ Izračunajte periodo T , če je frekvenca $f = 100$ kHz.

Naloga 1: Rešitev

- Izračunajte frekvenco f , če je perioda $T = 0.2 \text{ s}$.

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.2 \text{ s}} = \frac{10}{2 \text{ s}} = 5 \text{ Hz}$$

- Narišite časovni diagram periodičnega urinega signala za periodo $T = 0.2 \text{ s}$ za čas $t = 1 \text{ s}$, kjer je čas trajanja ničle enak času trajanja enice in se perioda prične s prehodom iz 0 v 1.



- Izračunajte periodo T , če je frekvenca $f = 100 \text{ kHz}$.

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{100 \times 10^3} = \frac{1}{10^5} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ s} = 10 \mu\text{s} \text{ ali } 0.01 \text{ ms}$$

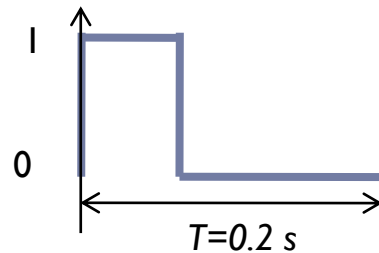
Naloga 2:

□ Narišite:

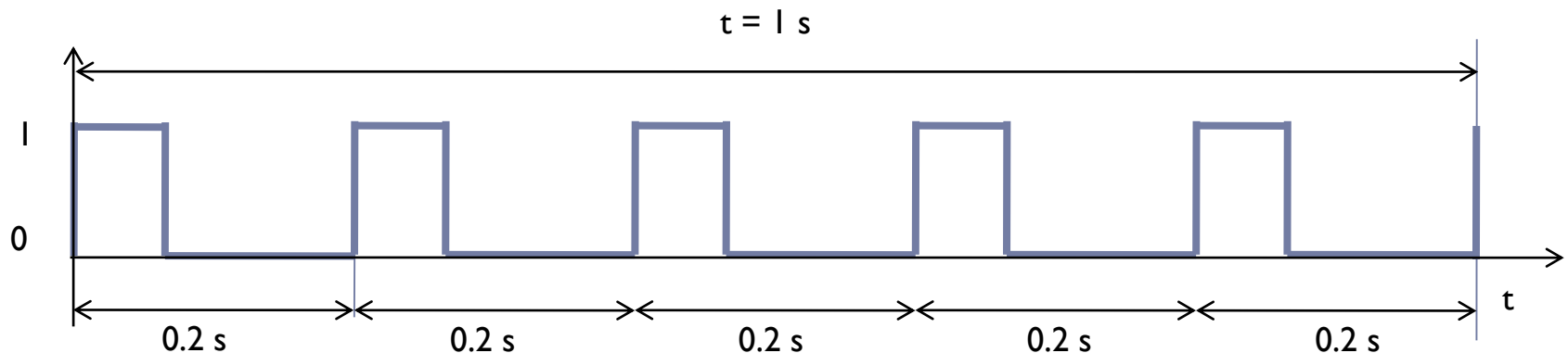
- Periodo urinega signala ($T = 0.2 \text{ s}$), kjer je čas trajanja ničle enak 2-kratnemu času trajanja enice in se perioda prične s prehodom iz 0 v 1.
- Narišite časovni diagram za zgornjo $T = 0.2 \text{ s}$ za čas $t = 1 \text{ s}$.

Naloga 2: Rešitev

- Časovni diagram periode T , ki se prične s prehodom iz 0 v 1 in ima logično 1 prvo tretjino, nato pa logično 0 preostali dve tretjini periode.



- Časovni diagram urinega signala za čas $t = 1 \text{ s}$.



2 Številski sistemi in kode

□ Uporabljamo:

- Desetiški: $r=10$, cifre: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
- Dvojiški: $r=2$, cifri: 0,1
- Šestnajstiški: $r=16$, cifre in znaki: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F

□ Zapis poljubnega števila v pozicijskem zapisu (b_i, r, n, p)

$$N = b_{n-1} b_{n-2} \dots b_0 b_{-1} \dots b_{-p}$$

$$N = b_{n-1} * r^{n-1} + b_{n-2} * r^{n-2} + \dots + b_0 * r^0 + b_{-1} * r^{-1} + \dots + b_{-p} * r^{-p}$$

	b_7	b_6	b_5	b_4	b_3	b_2	b_1	b_0
Zapis s potencami osnove r	r^7	r^6	r^5	r^4	r^3	r^2	r^1	r^0
Osnova $r=10$	10^7	10^6	10^5	10^4	10^3	10^2	10^1	10^0
Osnova $r=16$	16^7	16^6	16^5	16^4	16^3	16^2	16^1	16^0
Osnova $r=2$	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Desetiška vrednost	128	64	32	16	8	4	2	1

❑ Pretvorba: **desetiško število** → **dvojiško število**

- **Deljenje** z osnovo $r = 2$

$$34/2 = 17; o = 0 \text{ (LSB)}$$

$$17/2 = 8; o = 1$$

$$8/2 = 4; o = 0$$

$$4/2 = 2; o = 0$$

$$2/2 = 1; o = 0$$

$$1/2 = 0; o = 1 \text{ (MSB)} \rightarrow 34_{10} = 100010_2$$

- **Seštevanje potenc** števil z osnovo $r = 2$

$$34_{10} = 32 + 2 = 2^5 + 2^1 \rightarrow 34_{10} = 100010_2$$

❑ Pretvorba: **dvojiško število** → **v desetiško število**

$$100010_2 = 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 32 + 2 = 34_{10}$$

❑ Pretvorba: **šestnajstiško število** ↔ **dvojiško število**

$$1B5_{16} \rightarrow 0001\ 1011\ 0101 = 000110110101_2$$

$$101000010010_2 \rightarrow 1010\ 0001\ 0010 = A12_{16}$$

Primer:

❑ Desetiško → Dvojiško

Primer: $14,6_{10} = ?_2$, zapišite na 4 decimalna mesta natančno

Celi del		Ulomljeni del	
Deljenje z osnovo (r=2)		Množenje z osnovo (r=2)	
	Ostanek	Zmnožek	Celi del
$14:2 = 7$	0 (b_0)	$0,6*2=1,2$	1 (b_{-1})
$7:2 = 3$	1 (b_1)	$0,2*2=0,4$	0 (b_{-2})
$3:2 = 1$	1 (b_2)	$0,4*2=0,8$	0 (b_{-3})
$1:2 = 0$	1 (b_3)	$0,8*2=1,6$	1 (b_{-4})
		$0,6*2 \dots$	se nadaljuje

Rezultat: $14,6_{10} = 1110,1001_2$

Naloga 1: Pretvorba v desetiški številski sistem

- ❑ Dvojiška in šestnajstiška števila pretvorite v desetiška števila.

$$010011.01_2 = 1*2^6 + 1*2^3 + 1*2^2 + 1*2^{-2} = 64 + 8 + 4 + 0.25 = 76.25_{10}$$

$$1A23_{16} = 1*16^3 + 10*16^2 + 2*16^1 + 3*16^0 = 4096 + 2560 + 32 + 3 = 6691_{10}$$

- ❑ Pretvorite podana števila v desetiška in preverite rezultat s kalkulatorjem.

Številski sistem	Število	Rezultat – desetiško število
Dvojiški	10101.101 ₂	
	01010010 ₂	
	10001110 ₂	
	00101111 ₂	
Šestnajstiški	1A.25 ₁₆	
	13F ₁₆	
	2D5 ₁₆	
	31C ₁₆	

Naloga 1 Rešitev

- ❑ Dvojiška in šestnajstiška števila pretvorite v desetiška števila.

$$010011.01_2 = 1*2^6 + 1*2^3 + 1*2^2 + 1*2^{-2} = 64 + 8 + 4 + 0.25 = 76,25_{10}$$

$$1A23_{16} = 1*16^3 + 10*16^2 + 2*16^1 + 3*16^0 = 4096 + 2560 + 32 + 3 = 6691_{10}$$

- ❑ Pretvorite podana števila v desetiška in preverite rezultat s kalkulatorjem.

Številski sistem	Število	Rezultat – desetiško število
Dvojiški	10101.101 ₂	16 + 4 + 1 + 0.5 + 0.125 = 21.625 ₁₀
	01010010 ₂	64 + 16 + 2 = 82 ₁₀
	10001110 ₂	128 + 8 + 4 + 2 = 142 ₁₀
	00101111 ₂	32 + 8 + 4 + 2 + 1 = 47 ₁₀
Šestnajstiški	1A.25 ₁₆	16 + 10 + 2*1/16 + 5*1/256 = 26.02 ₁₀
	13F ₁₆	256 + 48 + 15 = 319 ₁₀
	2D5 ₁₆	512 + 208 + 5 = 725 ₁₀
	31C ₁₆	768 + 16 + 12 = 796 ₁₀

Naloga 2: Pretvorbe

- ❑ Pretvorite podana števila in preverite rezultat s kalkulatorjem

Št. sistem A	Število	Št. sistem B	Rezultat – postopek pretvorbe
Desetiški		Dvojiški (8-bitov)	
	14.25_{10}		
	75_{10}		
	195_{10}		
Dvojiški		Šestnajstiški	
	10101.101_2		
	1101001_2		
	10001110_2		
Šestnajstiški		Dvojiški (16-bitov)	
	$39B5_{16}$		
	$2C5_{16}$		
	$1EF_{16}$		

Naloga 2 Rešitev

❑ Pretvorite podana števila in preverite rezultat s kalkulatorjem

Št. sistem A	Število	Št. sistem B	Rezultat
Desetiški		Dvojiški (8-bitov)	
	14.25_{10}	001110.01_2	$8 + 4 + 2 + 0.25 \rightarrow 001110.01_2$
	75_{10}	01001011_2	$64 + 8 + 2 + 1 \rightarrow 01001011_2$
	195_{10}	11000011_2	$128 + 64 + 2 + 1 \rightarrow 11000011_2$
Dvojiški		Šestnajstiški	
	10101.101_2	$15.A_{16}$	$0001\ 0101.1010 \rightarrow 15.A_{16}$
	1101001_2	69_{16}	$0110\ 1001 \rightarrow 69_{16}$
	10001110_2	$8E_{16}$	$1000\ 1110 \rightarrow 8E_{16}$
Šestnajstiški		Dvojiški (16-bitov)	
	$39B5_{16}$	0011100110110101_2	0011100110110101_2
	$2C5_{16}$	0000001011000101_2	0000001011000101_2
	$1EF_{16}$	0000000111101111_2	0000000111101111_2

Naloga 3: Grayeva koda

- V tabelo zapišite 4 – bitno Grayevo kodo

Uporaba Grayeve kode:

- Karnaughjev diagram
- Kodirniki
- Popravljanje napake

b_3	b_2	b_1	b_0	g_3	g_2	g_1	g_0
0	0	0	0				
0	0	0	1				
0	0	1	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				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

Naloga 3: Rešitev

I)

V stolpec g_0 za prvi dve vrstici zapišemo

Grajevo kodo za $n=1$ ($g_0 = b_0$)

b_3	b_2	b_1	b_0	g_3	g_2	g_1	g_0
0	0	0	0				0
0	0	0	1				1
0	0	1	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				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

2)

Razširimo Grayevo kodo iz $n=1$ v $n=2$

- V stolpec g_1 za prve štiri vrstice zapišemo Grayevo kodo za $n=2$ ($g_1 = b_1$)

b_3	b_2	b_1	b_0	g_3	g_2	g_1	g_0
0	0	0	0			0	0
0	0	0	1			0	1
0	0	1	0			1	1
0	0	1	1			1	0
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				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

Razširimo Grayevo kodo iz $n=2$ v $n=3$

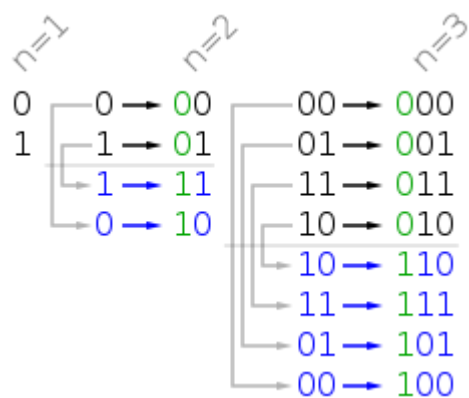
b_3	b_2	b_1	b_0	g_3	g_2	g_1	g_0
0	0	0	0		0	0	0
0	0	0	1		0	0	1
0	0	1	0		0	1	1
0	0	1	1		0	1	0
0	1	0	0		1	1	0
0	1	0	1		1	1	1
0	1	1	0		1	0	1
0	1	1	1		1	0	0
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1				
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

Razširimo Grayevo kodo iz $n=3$ v $n=4$

b_3	b_2	b_1	b_0	g_3	g_2	g_1	g_0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1	1	0
0	1	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	0	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0
1	0	0	1	1	1	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	0
1	1	0	0	1	0	1	0
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	0	1	0	0	1
1	1	1	1	1	0	0	0

4 - bitna

Grayeva koda



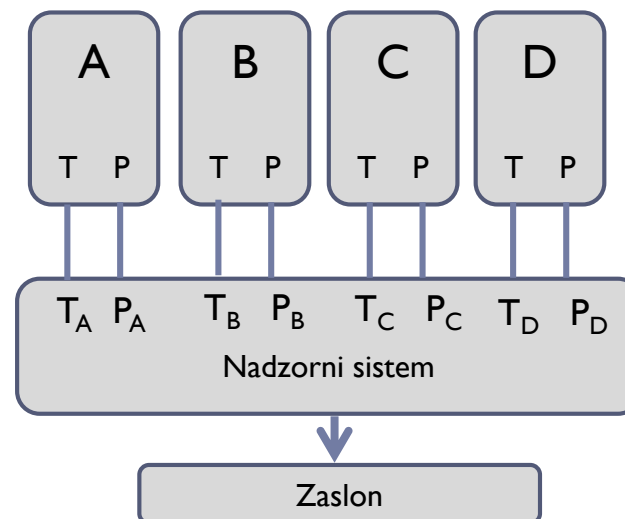
b_3	b_2	b_1	b_0	g_3	g_2	g_1	g_0
0	0	0	0				
0	0	0	1				
0	0	1	0				
0	0	1	1				
0	1	0	0				
0	1	0	1				
0	1	1	0				
0	1	1	1				
1	0	0	0				
1	0	0	1				
1	0	1	0				
1	0	1	1				
1	1	0	0				
1	1	0	1				
1	1	1	0				
1	1	1	1				

i	g_3	g_2	g_1	g_0
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	1	0
4	0	1	1	0
5	0	1	1	1
6	0	1	0	1
7	0	1	0	0
8	1	1	0	0
9	1	1	0	1
10	1	1	1	1
11	1	1	1	0
12	1	0	1	0
13	1	0	1	1
14	1	0	0	1
15	1	0	0	0



Naloga 4: Senzorski sistem

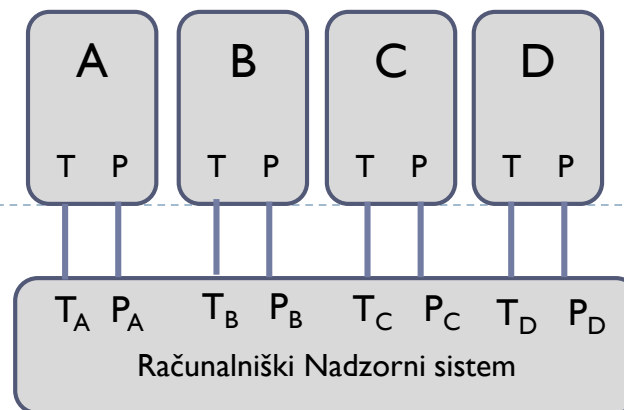
V skladišču kemijske tovarne imajo štiri cisterne. Za nadzor temperature (T) in pritiska (P) uporabljajo mikroračunalnik. Če temperatura ali pritisk prekoračita kritično vrednost, se bo izhod senzorja v cisterni postavil na 1. Izhodi senzorjev so 0, če so vsi pogoji pravilnega delovanja izpolnjeni.



Naloge:

- V tabeli zapišite format 8-bitnih binarnih podatkov (bajtov), ki se shranjujejo v pomnilnik. Označite signale posameznega senzorja in najbolj (MSB) in najmanj pomembno mesto (LSB), če so podatki za T na lihih mestih in podatki za P na sodih mestih v enakem zaporedju, od leve proti desni, kot je narisano na sliki.
- Kakšne težave so prepoznane, če imamo na zaslonu podan dvojiški niz 00100010?
- Kakšne težave so prepoznane, če računalnik na zaslonu izpiše 68_{10} ?

Naloga 4 Rešitev



a) Zapišite izgled binarnih podatkov z označenimi signali posameznega izhoda senzorja in najbolj ter najmanj pomembno mesto MSB in LSB, ki jih bere računalnik.

T_A	P_A	T_B	P_B	T_C	P_C	T_D	P_D
MSB							LSB

b) Kakšne težave so prepoznane, če imamo na zaslonu podan dvojiški niz 00100010?

$$T_A=0, P_A=0, T_B=1, P_B=0, T_C=0, P_C=0, T_D=1, P_D=0$$

Odgovor: Temperatura v cisternah B in D je previsoka.

c) Kakšne težave so prepoznane, če imamo na zaslonu podan na zaslonu izpiše 68_{10} ?

$$68_D = 01000100_B \rightarrow T_A=0, P_A=1, T_B=0, P_B=0, T_C=0, P_C=1, T_D=0, P_D=0$$

Odgovor: Pritisk v cisternah A in C je previsok.