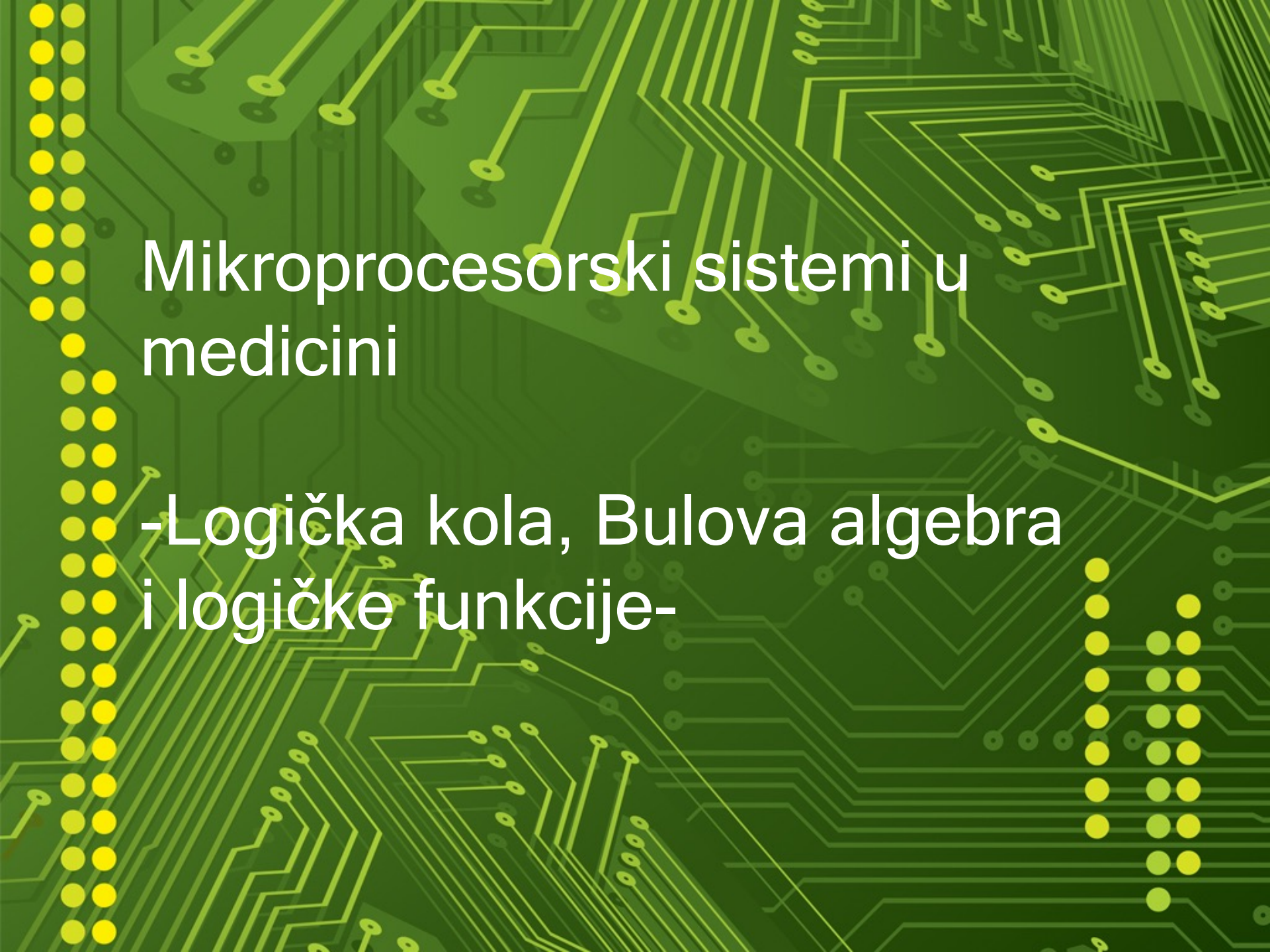


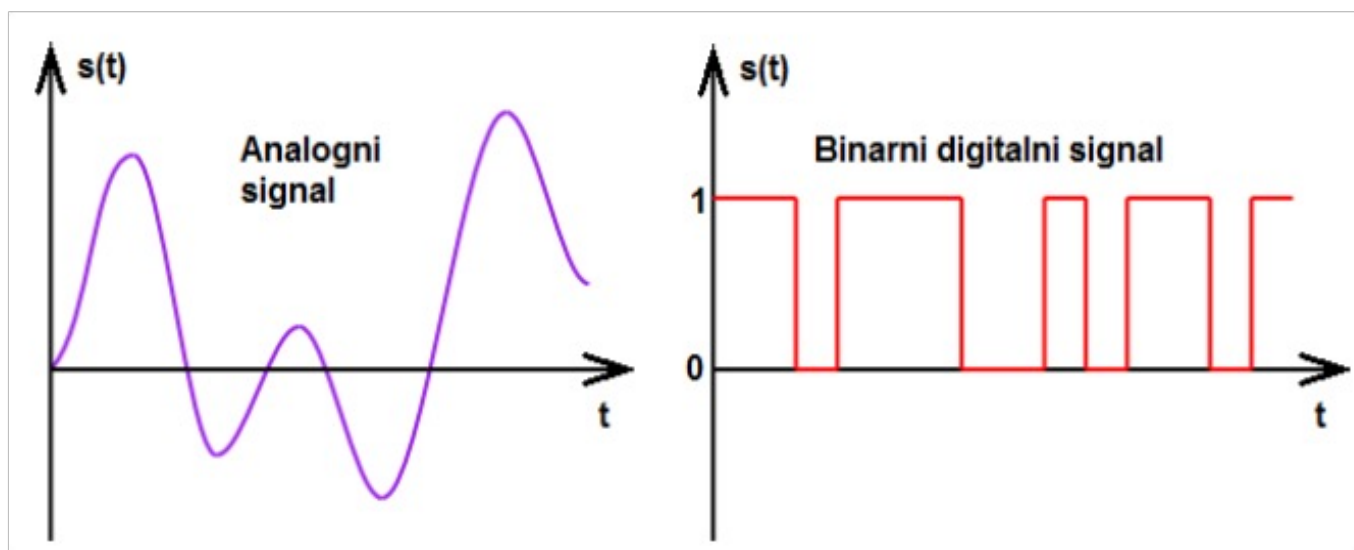


Mikroprocesorski sistemi u medicini

- Logička kola, Bulova algebra i logičke funkcije-

Binarni digitalni signali

- **Signal** - električna veličina koja može da menja vrednost u toku vremena
- Naponski signal, strujni signal
- **Analogni signal**
- **Binarni digitalni signal**



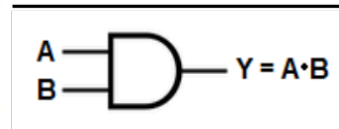
Slika 1: Analogni i binarni digitalni signal

Logička kola

- **Logičko kolo** – elektronsko kolo koje obavlja logičku operaciju tako što na osnovu stanja signala na ulazima dovodi signal na izlazu u odgovarajuće logičko stanje.
- **Osnovna logička kola**
- **Kombinaciona tabela**, n-ulaza, 2^n kombinacija
- Višeulazna logička kola
- **Osnovna logička kola:** I, ILI, Invertor, NI, NILI, EKS-ILI, EKS-NILI

I kolo (AND)

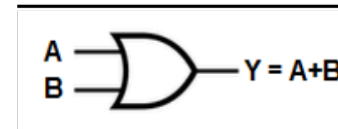
A	B	$Y = A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Slika 2: Dvoulazno I kolo

ILI kolo (OR)

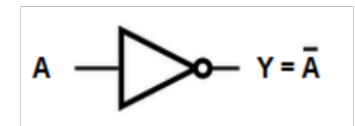
A	B	$Y = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Slika 3: Dvoulazno ILI kolo

Invertor (NOT)

A	$Y = \bar{A}$
0	1
1	0

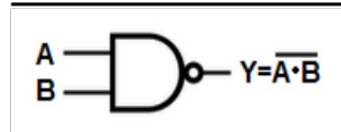


Slika 4: Invertor

Osnovna logička kola

NI kolo (NAND)

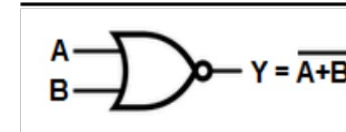
A	B	$Y = \overline{A \cdot B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Slika 5: Dvoulazno NI kolo

NILI kolo (NOR)

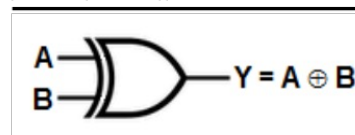
A	B	$Y = \overline{A + B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



Slika 6: Dvoulazno NILI kolo

EKS-ILI kolo (XOR)

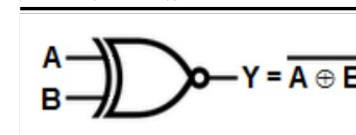
A	B	$Y = A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



Slika 7: EKS-ILI kolo

EKS-NILI kolo (XNOR)

A	B	$Y = \overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Slika 8: EKS-NILI kolo

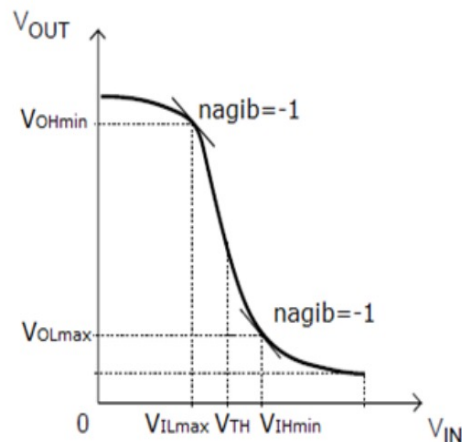
Parametri logičkih kola

Napon napajanja, struja napajanja i disipacija

- **Napon napajanja**, V_{CC} (V_{DD})
- **Struja kroz logičko kolo** I_{CC} (I_{DD}) od priključka za napajanje do mase
- **Disipacija**, snaga toplotnih gubitaka
- $P_D = V_{CC} \cdot I_{CC}$
- Disipacija treba da bude što je moguće manja kako se kolo ne bi dodatno zagrevalo, što utiče na radni vek uređaja

Prenosna karakteristika invertujućeg logičkog kola. Margina šuma.

Tipična statička karakteristika invertujućeg kola



Izazni opseg

Ulazni opseg

Amplituda za "1"
na izlazu

Amplituda za "0"
na izlazu

V_{OHmin}

NM_H

V_{IHmin}

V_{ILmax}

NM_L

V_{OLmax}

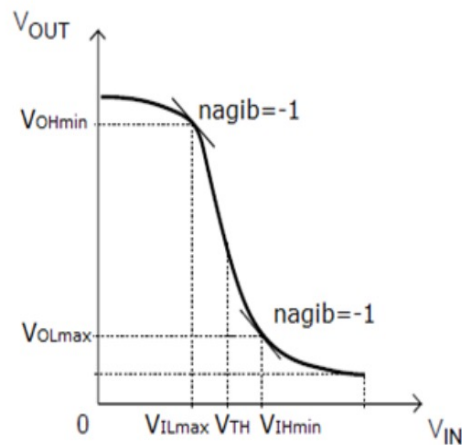
Amplituda za "1"
na ulazu

Amplituda za "0"
na ulazu

- V_{ILmax} , V_{IHmin}
- V_{OLmax} , V_{OHmin}
- V_{TH}

Prenosna karakteristika invertujućeg logičkog kola. Margina šuma.

Tipična statička karakteristika invertujućeg kola



Izazni opseg

Ulazni opseg

Amplituda za "1" na izlazu

Amplituda za "0" na izlazu

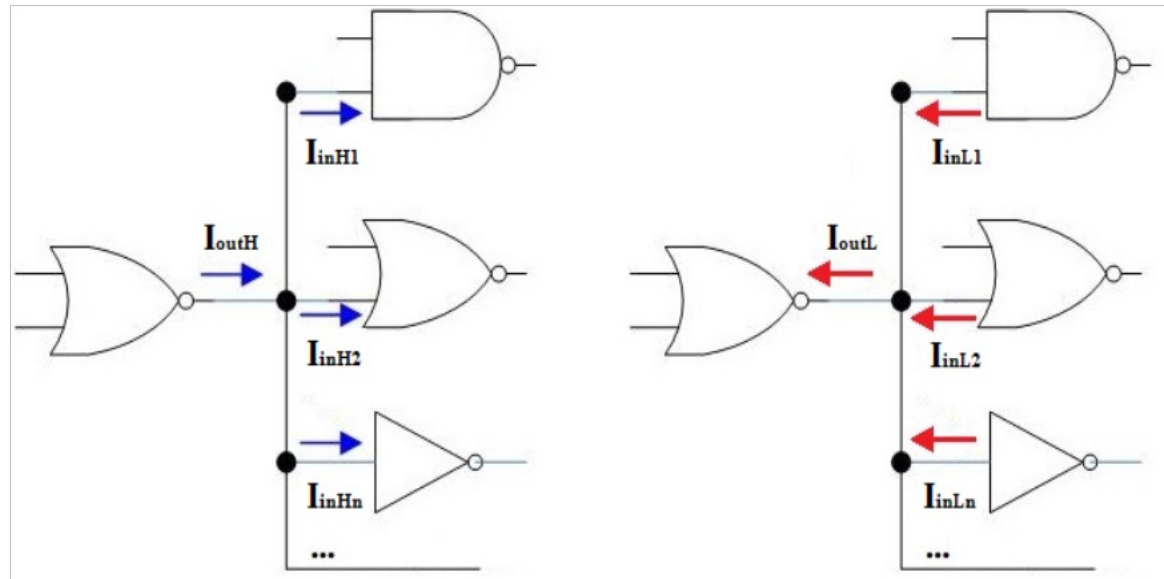
Amplituda za "1" na ulazu

Amplituda za "0" na ulazu

Margina šuma:

- Gornja margina šuma: $NM_H = V_{OHmin} - V_{IHmin}$
- Donja margina šuma: $NM_L = V_{ILmax} - V_{OLmax}$

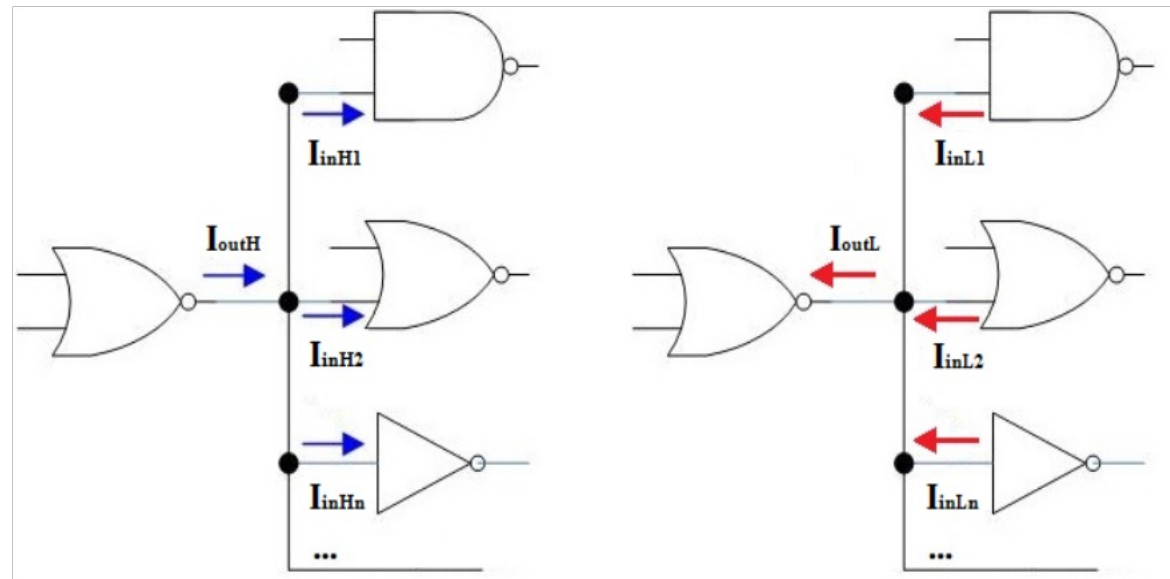
Ulazne i izlazne struje logičkih kola i faktor grananja.



Slika 10: Ulazne i izlazne struje logičkih kola

- I_{inLmax} , I_{inHmax}
- $I_{outLmax}$, $I_{outHmax}$
- Smer proticanja struje

Ulazne i izlazne struje logičkih kola i faktor grananja.



Slika 10: Ulazne i izlazne struje logičkih kola

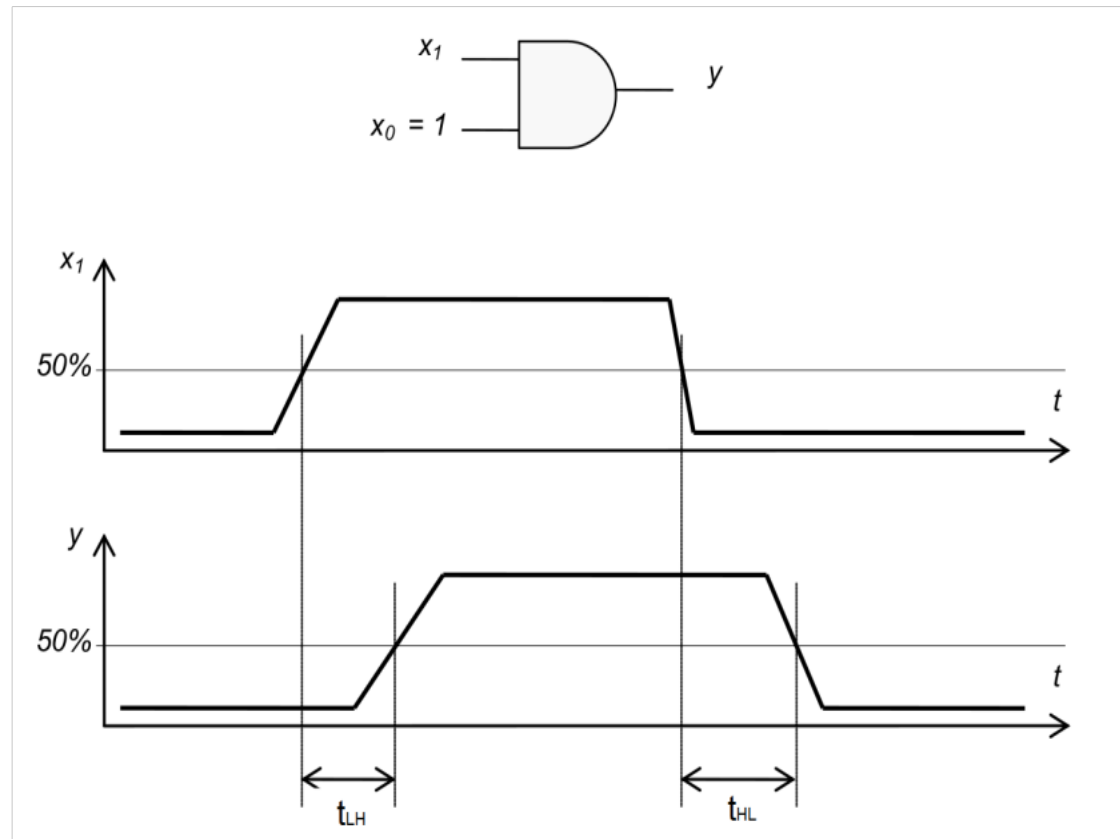
➤ Faktor granjanja

$$F_0 = \frac{I_{outLmax}}{I_{inLmax}}$$

$$F_1 = \frac{I_{outHmax}}{I_{inHmax}}$$

- F₀, F₁- najveći broj ulaza koji mogu da se vežu na izlaz logičkog kola u najnepovoljnijem mogućem slučaju u logičkoj 0 i logičkoj 1, respektivno.

Vremensko kašnjenje



- Prednja/uzlazna ivica, zadnja/silazna ivica signala
- t_{LH} , t_{HL}
- t_p – srednja vrednost kašnjenja

Logičke funkcije i Bulova algebra

- Funkcije koje se dobijaju izvođenjem i kombinovanjem osnovnih logičkih operacija nad vrednostima ulaznih signala
- Bulova algebra- matematička disciplina koja se bavi logičkim funkcijama i njihovim svojstvima

Dvostruka negacija

$$\overline{\overline{A}} = A$$

Operacije sa nulom

$$0 \cdot A = 0$$

$$0 + A = A$$

Operacije sa jedinicom

$$1 \cdot A = A$$

$$1 + A = 1$$

Operacije sa istim vrednostima

$$A \cdot A = A$$

$$A + A = A$$

Operacije sa suprotnim vrednostima

$$A \cdot \overline{A} = 0$$

$$A + \overline{A} = 1$$

Komutativnost

$$A \cdot B = B \cdot A$$

$$A + B = B + A$$

Asocijativnost

$$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$$

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

Distributivnost

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$

$$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$

De Morganovi zakoni

$$\overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$$

$$\overline{A + B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$

The background is a dark green field filled with a complex network of lighter green lines that resemble a printed circuit board (PCB) layout. These lines are interconnected by small circles, some of which are yellow. On the left side, there is a vertical column of yellow dots. In the bottom right corner, there is a small cluster of yellow dots arranged in a grid-like pattern. The overall aesthetic is technological and digital.

-Brojni sistemi -

Brojni sistemi

➤ Ceo broj u **pozicionom brojnom sistemu** sa osnovom **b**, predstavlja se nizom od **n** cifara

$c_{n-1}c_{n-2}\dots c_1c_0$, pri čemu $c_i \in \{0, 1, \dots, b-1\}, i = 0, 1, \dots, n-1$

➤ **Vrednost broja:**

$$X = \sum_{i=0}^{n-1} c_i b^i = c_{n-1}b^{n-1} + c_{n-2}b^{n-2} + \dots + c_1b^1 + c_0b^0$$

➤ Obradivaćemo 3 brojna sistema:

- Decimalni: $b = 10$, sa ciframa $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$
- Binarni: $b = 2$, sa ciframa $\{0, 1\}$
- Heksadecimalni: $b = 16$, sa ciframa $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$

Brojni sistemi

Primer: Vrednost broja 101 u različitim brojnim sistemima.

$$101_2 = 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 4 + 0 + 1 = 5$$

$$101_{10} = 1 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10^1 + 1 \cdot 10^0 = 100 + 0 + 1 = 101$$

$$101_{16} = 1 \cdot 16^2 + 0 \cdot 16^1 + 1 \cdot 16^0 = 256 + 0 + 1 = 257$$

- *Najmanje značajna cifra*
- *Najznačajnija cifra*
- Termin u binarnom sistemu:

- **Bit** je cifra binarnog brojnog sistema. Može imati vrednost 0 ili 1 i ujedno predstavlja najmanju moguću količinu digitalne informacije.
- **MSB** (engl. Most Significant Bit) je najznačajniji bit u binarnom zapisu. Nalazi se na krajnjoj poziciji sa leve strane, tj. na poziciji $n - 1$, ako binarni zapis broja ima n bita.
- **LSB** (engl. Least Significant Bit) je najmanje značajan bit u binarnom zapisu. Nalazi se na krajnjoj poziciji sa desne strane, tj. na poziciji 0.
- **Nibl** (engl. Nibble) je grupa od 4 bita.
- **Bajt** (engl. Byte) je grupa od 8 bita.

Konverzija između brojnih sistema

Decimalni	Binarni	Heksadecimalni
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Konverzija između brojnih sistema

Primer: (HEX – > BIN)

$$A5C3_{16} = 1010\ 0101\ 1100\ 0011_2 = 1010010111000011_2$$

Primer: (BIN – > HEX)

$$11100011000101010110011111_2 = 0111\ 0001\ 1000\ 1010\ 1011\ 0011\ 1111_2 = 718AB3F_{16}$$

Decimalni	Binarni	Heksadecimalni
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

Konverzija između brojnih sistema

Primer: (BIN– >DEC)

$$1100111_2 = 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 64 + 32 + 4 + 2 + 1 = 103_{10}$$

Primer: (HEX– >DEC)

$$A39F_{16} = A \cdot 16^3 + 3 \cdot 16^2 + 9 \cdot 16^1 + F \cdot 16^0 = 10 \cdot 4096 + 3 \cdot 256 + 9 \cdot 16 + 15 \cdot 1 = 41887_{10}$$

Primer: (DEC– >BIN)

$$53 : 2 = 26, \quad \text{ostatak } 1$$

$$26 : 2 = 13, \quad \text{ostatak } 0$$

$$13 : 2 = 6, \quad \text{ostatak } 1$$

$$6 : 2 = 3, \quad \text{ostatak } 0$$

$$3 : 2 = 1, \quad \text{ostatak } 1$$

$$1 : 2 = 0, \quad \text{ostatak } 1$$

$$53_{10} = 110101_2.$$

Konverzija između brojnih sistema

Primer: (DEC – > HEX)

$42895 : 16 = 2680,$ ostatak 15

$2680 : 16 = 167,$ ostatak 8

$167 : 16 = 10,$ ostatak 7

$10 : 16 = 0,$ ostatak 10

$$42895_{10} = A78F_{16}$$

Decimalni	Binarni	Heksadecimalni
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

The background is a dark green field filled with a complex network of glowing yellow-green lines that resemble a circuit board or data pathways. These lines are interspersed with numerous small, bright yellow circles, some of which are arranged in vertical columns on the left and right sides of the image. The overall effect is one of high-tech connectivity and digital flow.

Hvala na pažnji!