

Logički sklopovi

1

računalo

- Građeno od elektroničkih sklopova koji razlikuju samo **dva stabilna stanja**:
 - **logička nula**
jedna razina napona (npr. 0 V),
 - **logička jedinica**
druga razina napona (npr. 5 V).

2

Logički sklopovi ili vrata

- Složeno sklopovlje – građeno od jednostavnih **osnovnih elemenata** koji se zovu **logički sklopovi** ili **vrata**.
- Osnovni logički sklopovi oponašaju osnovne operacije Boolove algebre (operacije, operandi, pravila logičkih odnosa).

3

O Logičkim sklopovima

- Svaki logički sklop ima:
 - **jedan ili više** ulaza i **samo jedan** izlaz.
- Logički sklop određuje:
 - **logički izraz**,
 - **tablica stanja**,
 - **simbol**.

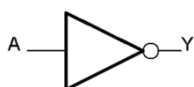
4

Ne sklop (engl. NOT)

- Logički sklop s jednim ulazom i jednim izlazom, naziva se i **inverter** (obrne stanje ulaza).
- Oponaša logičku **operaciju negacije**.

A	Y
0	1
1	0

$$Y = \overline{A}$$



5

I sklop (engl. AND)

- Sklop s dva ili više ulaza i jednim izlazom.
- Oponaša logičku **operaciju konjunkcije** (I).

A	B	A • B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

$$Y = A \cdot B$$



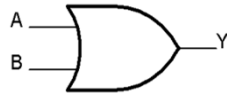
6

ILI sklop (engl. or)

- Sklop s dva ili više ulaza i jednim izlazom.
- Oponaša logičku **operaciju disjunktije** (ILI).

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

$$Y = A + B$$



7

Izvedeni sklopovi

- **Kombinacijom osnovnih** logičkih sklopova mogu se izvesti **svi ostali**.
- Često se u skupinu osnovnih logičkih sklopova svrstavaju i izvedeni sklopovi:
 - NI
 - NILI.

8

NI sklop (engl. NAND)

- Kombinacija I i NE sklopova:

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

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



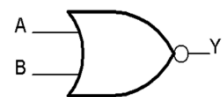
9

NILI sklop (engl. Nor)

- Kombinacija ILI i NE sklopova:

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

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



10

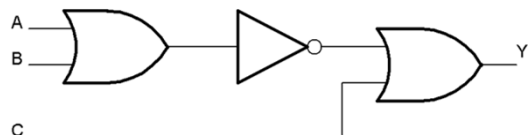
Složeni logički sklopovi

- Složeni logički sklopovi sadrže stotine, tisuće, a u suvremenim računalima i milijune osnovnih logičkih sklopova.
- Bez obzira na složenost logičkog sklopa, uvijek ga je moguće **nacrtati**, moguće je napisati pripadajući **logički izraz** i sastaviti **tablicu stanja**.

11

Primjer 1

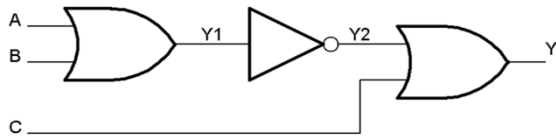
- Napisati tablicu stanja i logički izraz za logički sklop:



12

Primjer 1 (međustanja)

- Prvo - **označiti međustanja** koja predstavljaju rezultat rada osnovnih sklopova (krenuti od ulaznih vrijednosti, s lijeva na desno).



13

Primjer 1 (tablica stanja)

- U tablici stanja treba predvidjeti:
 - stupce koji predstavljaju **ulazne operande**,
 - stupce koji predstavljaju vrijednosti prethodno uvedenih **međustanja**,
 - stupac **krajnjeg rezultata**.

A	B	C	$Y1=A+B$	$Y2=\overline{Y1}$	$Y=Y2+C$
---	---	---	----------	--------------------	----------

14

Primjer 1 (tablica stanja)

A	B	C	$Y1=A+B$	$Y2=\overline{Y1}$	$Y=Y2+C$
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

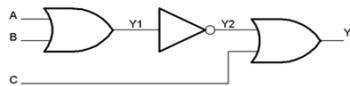
15

Primjer 1 (tablica stanja)

A	B	C	$Y1=A+B$	$Y2=\overline{Y1}$	$Y=Y2+C$
0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	1	1
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	0	0
1	1	1	1	0	1

16

Primjer 1



- Treba krenuti **s desna na lijevo**, od krajnjeg izlaza i logičkih vrata kojima taj izlaz pripada.

$$Y = Y2 + C$$

$$Y = (\overline{Y1}) + C$$

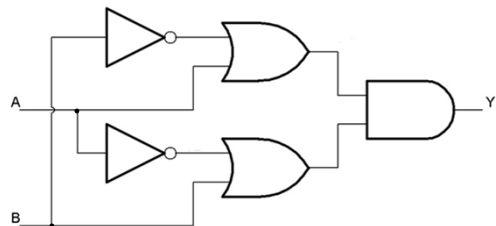
$$Y = (\overline{A + B}) + C$$

- Postupak treba ponavljati sve dok **članovi logičkog izraza** ne budu **osnovni ulazni operandi**.

17

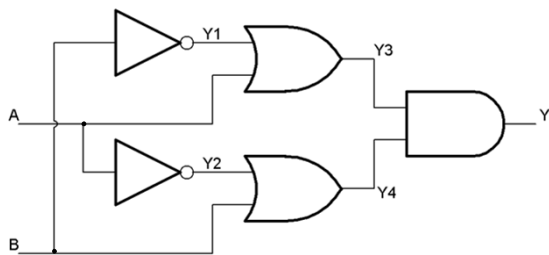
Primjer 2

- Napisati tablicu stanja i logički izraz za logički sklop (izraz po potrebi minimizirati):



18

Primjer 2-1



A	B	$Y1=\overline{B}$	$Y2=\overline{A}$	$Y3=Y1+A$	$Y4=Y2+B$	$Y=Y3 \cdot Y4$
---	---	-------------------	-------------------	-----------	-----------	-----------------

19

Primjer 2-2

A	B	$Y1=\overline{B}$	$Y2=\overline{A}$	$Y3=Y1+A$	$Y4=Y2+B$	$Y=Y3 \cdot Y4$
0	0					
0	1					
1	0					
1	1					

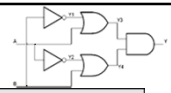
20

Primjer 2-2

A	B	$Y1=\overline{B}$	$Y2=\overline{A}$	$Y3=Y1+A$	$Y4=Y2+B$	$Y=Y3 \cdot Y4$
0	0	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1	0
1	0	1	0	1	0	0
1	1	0	0	1	1	1

21

Primjer 2-3



$$Y = Y3 \cdot Y4$$

$$Y = (Y1 + A) \cdot (Y2 + B)$$

$$Y = (\overline{B} + A) \cdot (\overline{A} + B)$$

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

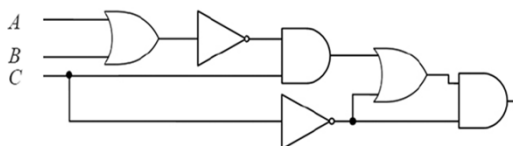
$$Y = \overline{B} \cdot \overline{A} + A \cdot B$$

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

22

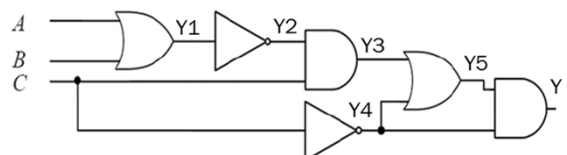
Primjer 3

- Napisati tablicu stanja i logički izraz za sklop:



23

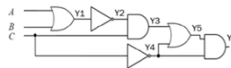
Primjer 3-1



A	B	C	$Y1=A+B$	$Y2=\overline{Y1}$	$Y3=Y2 \cdot C$	$Y4=C + Y3$	$Y=Y4 \cdot Y3$
---	---	---	----------	--------------------	-----------------	-------------	-----------------

24

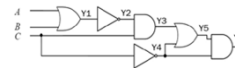
Primjer 3-2



A	B	C	Y1=A+B	Y2=Y1	Y3=Y2•C	Y4=C	Y5=Y3+Y4	Y=Y4•Y5
0	0	0						
0	0	1						
0	1	0						
0	1	1						
1	0	0						
1	0	1						
1	1	0						
1	1	1						

25

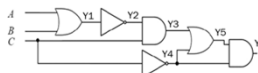
Primjer 3-2



A	B	C	Y1=A+B	Y2=Y1	Y3=Y2•C	Y4=C	Y5=Y3+Y4	Y=Y4•Y5
0	0	0	0	1	0	1	1	1
0	0	1	0	1	1	0	1	0
0	1	0	0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	1	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	0	0	0	0	0

26

Primjer 3-3



$$Y = Y5 \cdot Y4$$

$$Y = (Y3 + Y4) \cdot \overline{C}$$

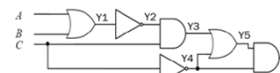
$$Y = (Y2 \cdot C + \overline{C}) \cdot \overline{C}$$

$$Y = (\overline{Y1} \cdot C + \overline{C}) \cdot \overline{C}$$

$$Y = ((\overline{A+B}) \cdot C + \overline{C}) \cdot \overline{C}$$

27

Primjer 3-3



$$Y = ((\overline{A+B}) \cdot C + \overline{C}) \cdot \overline{C}$$

$$Y = ((\overline{A \cdot B}) \cdot C + \overline{C}) \cdot \overline{C}$$

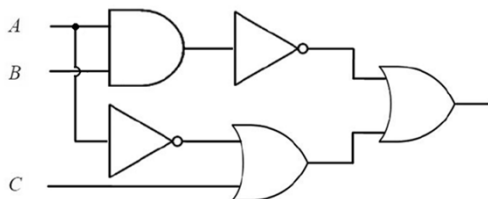
$$Y = (\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot C \cdot \overline{C}) + (\overline{C} \cdot \overline{C})$$

$$Y = \overline{C}$$

28

Primjer 4

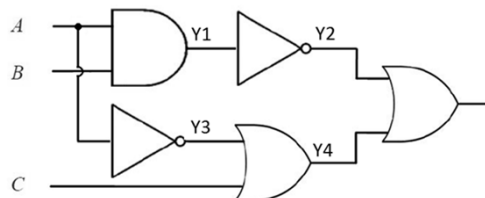
- Napisati tablicu stanja i logički izraz (izraz po potrebi minimizirati):



Info_1 / 18.

29

Primjer 4



A	B	C	Y1=A•B	Y2=Y1	Y3=A	Y4=Y3+C	Y=Y2+Y4
---	---	---	--------	-------	------	---------	---------

30

Primjer 4

A	B	C	Y1=A•B	Y2=Y1	Y3=A	Y4=Y3+C	Y=Y2+Y4
0	0	0					
0	0	1					
0	1	0					
0	1	1					
1	0	0					
1	0	1					
1	1	0					
1	1	1					

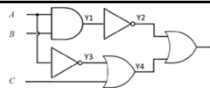
31

Primjer 4

A	B	C	Y1=A•B	Y2=Y1	Y3=A	Y4=Y3+C	Y=Y2+Y4
0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	1	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	1	1
0	1	1	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1
1	0	1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	1	1

32

Primjer 4



$$Y = Y2 + Y4$$

$$Y = (\overline{Y1}) + (Y3 + C)$$

$$Y = (\overline{A \cdot B}) + (\overline{A} + C)$$

$$Y = \overline{A} + \overline{B} + \overline{A} + C$$

$$Y = \overline{A} + \overline{B} + C$$

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

33

Primjer 5

- **Nacrtati** pripadajući **logički sklop** i **napisati tablicu stanja** na osnovu logičkog izraza:

$$Y = A \cdot B + C$$

- Prvo je potrebno **pojednostavniti** složenu logičku operaciju što je više moguće.

(U ovom primjeru se navedena logička operacija ne može pojednostavniti.)

34

Primjer 5 - rješenje

$$Y = A \cdot B + C$$

- Pojednostavnjen oblik logičke operacije - **podijeliti na dva dijela**, tako da ih povezuje **jedan od osnovnih logičkih operatora**.

$$A \cdot B + C$$

Prvi ulaz: $A \cdot B$

Drugi ulaz: C

Operator: $+$ (operator ILI)



35

Primjer 5 - rješenje

$$Y = A \cdot B + C$$

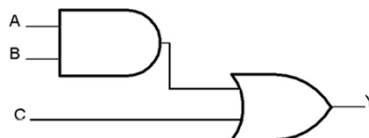
- Ponavljati postupak sve dok na ulazima ne bude samo po jedan osnovni logički

$$A \cdot B$$

Prvi ulaz: A

Drugi ulaz: B

Operator: $\cdot$ (operator I)



36

Primjer 5 - rješenje

A	B	C	Y1=A•B	Y=Y1+C
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		



37

Primjer 5 - rješenje

A	B	C	Y1=A•B	Y=Y1+C
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	0
0	1	1	0	1
1	0	0	0	0
1	0	1	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1



38

Primjer 6

- Nacrtnati pripadajući **logički sklop** na osnovu logičkog izraza. Tablicu stanja nije potrebno popunjavati.

- Pojednostavljeno:

$$Y = A \cdot B + C + A \cdot D + C \cdot D$$

$$Y = A \cdot (B + D) + C \cdot (1 + D)$$

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

39

Primjer 6 - rješenje

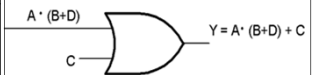
$$Y = A \cdot (B + D) + C$$

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

Prvi ulaz: C

Drugi ulaz: $A \cdot (B+D)$

Operator: + (operator ILI)

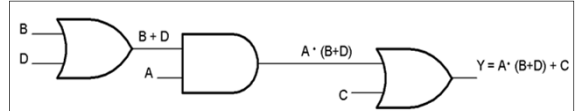
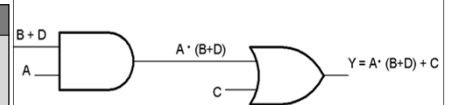


$$A \cdot (B+D)$$

Prvi ulaz: A

Drugi ulaz: B+D

Operator: •



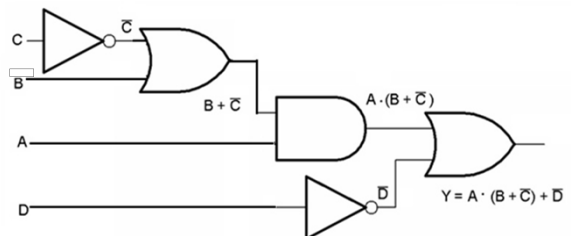
Primjer 7

- Nacrtnati pripadajući **logički sklop** na osnovu logičkog izraza. Tablicu stanja nije potrebno popunjavati.

$$Y = A \cdot (B + \overline{C}) + \overline{D}$$

41

Primjer 7 - rješenje



42

Primjer 8

- Moguća je i treća situacija, u kojoj se **na osnovu tablice stanja** može zapisati pripadajući **logički izraz**.
- Zapisati logički izraz** za složeni sklop **na temelju** pripadajuće **tablice stanja**, pa **nacrtati** odgovarajući **logički sklop**.

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

43

Primjer 8 - rješenje

- Prvo treba pronaći sve retke u **stupcu rezultata** (Y) u kojima je rezultat logičke operacije **istina**.

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

44

Primjer 8 - rješenje

- Za svaki **redak** u kojem je rezultat **1**, **napisati logički izraz** koji taj redak opisuje.
 - Operande povezanih **operatorom I** ($\cdot$).
 - Operand koji ima **vrijednost 1**, **prepisuje se**.
 - Operand koji ima **vrijednost 0** **negira** se a zatim zapisuje.
- Tako **dobivene logičke izraze** međusobno treba **povezati** logičkim **operatorom ILI** ($+$).

45

Primjer 8 - rješenje

- U našem primjeru:

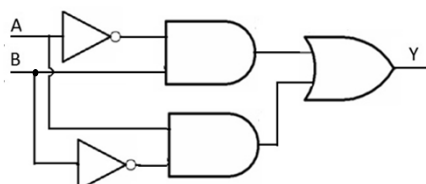
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

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

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

46

Primjer 8 - rješenje



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

47

Primjer 9

- Zapisati logički izraz** za složeni sklop **na temelju** pripadajuće **tablice stanja**, pa **nacrtati** pripadajući **logički sklop**.

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

48

Primjer 9 - rješenje

- U našem primjeru:

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

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

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

49

Primjer 9 - rješenje

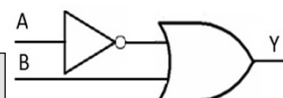
- Ako je moguće, složenu logičku operaciju treba pojednostavniti.

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

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

$$Y = (\overline{A} + A) \cdot (\overline{A} + B)$$

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



50

Primjer 10

- Zapisati logički izraz za sklop na temelju pripadajuće tablice stanja, pa nacrtati pripadajući logički sklop.

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

51

Primjer 10 - rješenje

A	B	C	Y
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
$\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}$
$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
$A \cdot \overline{B} \cdot C$

52

Primjer 10 - rješenje

$\overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
$\overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}$
$A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C}$
$A \cdot \overline{B} \cdot C$

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

53

Primjer 10 - rješenje

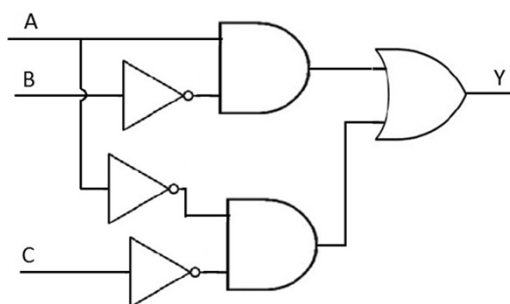
$$Y = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot \overline{C} + A \cdot \overline{B} \cdot C$$

$$Y = \overline{A} \cdot \overline{C} \cdot (\overline{B} + B) + A \cdot \overline{B} \cdot (\overline{C} + C)$$

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

54

Primjer 10 - rješenje



55