

## Booleova algebra i logički sklopovi (2)

# Logički sklopovi

- Postoji mnogo načina na koje bi se podaci mogli predočiti električkim veličinama, ali se pokazalo da je za električki prikaz podataka najpogodniji prikaz s dva stanja.
- Takav prikaz omogućuje jeftinu građu pouzdanih elektroničkih sklopova.



# Digitalni sustavi

- Sustavi koji mogu imati konačan broj stanja i kod kojih ne postoje međustanja zovu se digitalni sustavi.
- Digitalni sustav, primjerice, jest sklopka za paljenje svjetla jer može biti samo u jednom od dvaju stanja: uključeno ili isključeno.
- Digitalni sustav jest i prometna svjetlosna signalizacija (semafor), koji može biti u jednom od nekoliko stanja (crveno, žuto, zeleno, crveno-žuto, isključeno).



# Analogni sustavi

- Za razliku od digitalnih sustava, postoje i analogni sustavi, koji mogu poprimiti bilo koje stanje između krajnjih vrijednosti.
- Primjerice, namještanje glasnoće kod radioprijamnika jest analogno jer ima beskonačno mnogo mogućih stanja.

**analogni fotoaparati**



**analogni fotokopirni uređaji**



# Digitalna elektronička računala

- Kod digitalnih elektroničkih računala, a takva su praktički sva računala danas u uporabi, podaci se predočuju s pomoću dva moguća stanja: maksimalni napon i minimalni napon (npr. 0 V i 5 V).
- Zbog toga što je riječ o dvama stanjima, računala se zovu binarnima, a zbog toga što je riječ o odvojenim i jasno razlučivim stanjima, zovu se digitalnima.



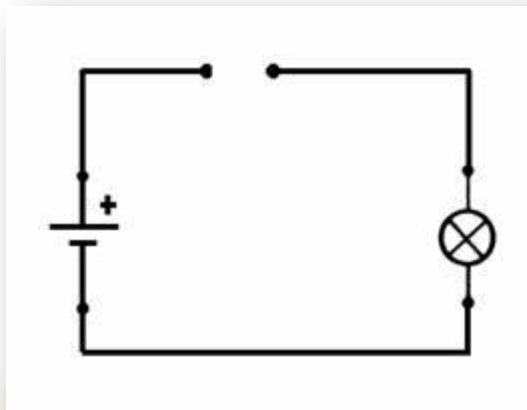
# Digitalna elektronička računala

- Kako su velika većina računala u uporabi upravo digitalna binarna računala, to se u svakodnevnom govoru najčešće rabi naziv digitalna računala ili samo računala.



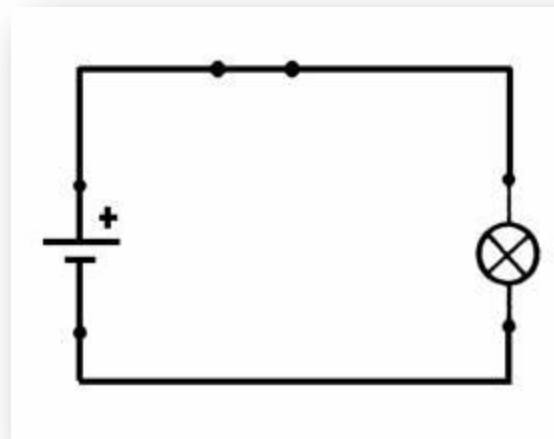
# Logička nula

- Zbog jednostavnosti jedno od stanja zove se logička nula i označava sa “0” ili velikim slovom s potezom, npr.  $\bar{A}$  (čita se A crtano ili A potez), a pridaje mu se jedna razina napona (npr. 0 V).



# Logička jedinica

- Drugo se stanje zove logička jedinica i označava sa "1" ili velikim slovom npr. A, a pridaje mu se druga razina napona (npr. 5 V).







# Sličnost računala i logičke algebre

- Očita je sličnost digitalnoga binarnog računala i logičke algebre.
- I u jednom i u drugom slučaju operandi mogu poprimiti jedno od dvaju mogućih stanja.
- To, što je kod računala uobičajeno jedno stanje označivati sa "0", a ne sa F (odnosno drugo stanje sa "1", a ne sa T) nije bitna razlika.
- Načela logičke algebre (operacije, operandi, pravila logičkih odnosa) mogu se zato primijeniti i kod digitalnih binarnih računala.



# Osnovni logički sklopovi

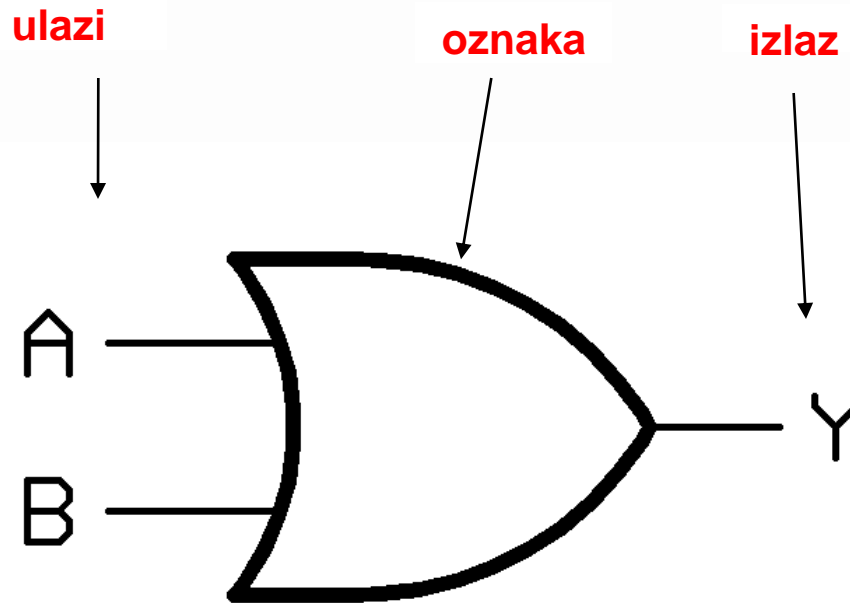
- Sklopovlje elektroničkog računala je vrlo složeno, ali su osnovni elementi od kojih je građeno računalo relativno jednostavni i ograničeni na nekoliko osnovnih tipova.
- Složeni sustavi grade se spajanjem više osnovnih elemenata.



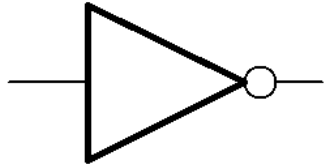
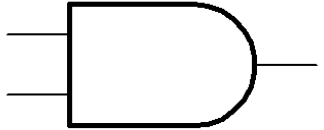
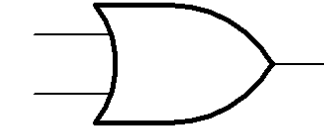
# Osnovni logički sklopovi

- Osnovni se elementi zovu **logički sklopovi** ili **vrata**, a njihovo se ponašanje opisuje tablicom koja se zove tablica istinitosti ili **tablica stanja**.
- Osnovni logički sklopovi mogu imati jedan ili više ulaza i jedan izlaz.

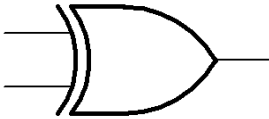
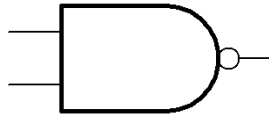
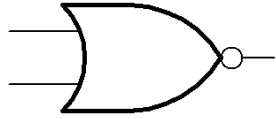
# Osnovni logički sklopovi (vrata)



# Osnovni logički sklopovi

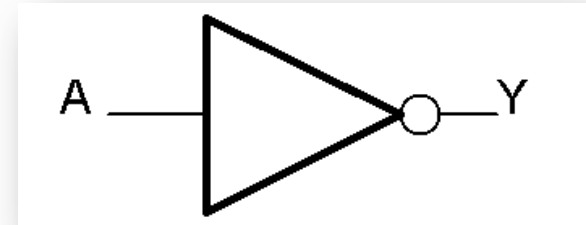
Logička vrata	Engl. naziv	Oznaka
NE	NOT	
I	AND	
ILI	OR	

# Osnovni logički sklopovi

Logička vrata	Engl. naziv	Oznaka
Isključivi ILI	Exclusive OR	
NI	NAND	
NILI	NOR	

# NE vrata (engl. *inverter*)

- NE vrata su najjednostavnija logička vrata sa samo jednim ulazom i jednim izlazom.
- Na ulazu se može pojaviti "0" ili "1".
- Stanje izlaza ovisno je o stanju ulaza i može se odrediti prema tablici
- NE vrata zovu se još i invertor jer "obrću" stanje ulaza.



A	Y
0	1
1	0

tablica stanja NE vrata



# Veza s logičkom algebrom

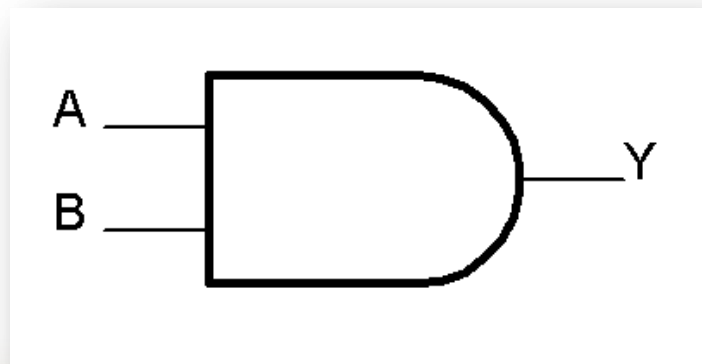
- NE vrata su građena tako da oponašaju logičku operaciju negacije, pa su im zato tablice stanja jednake.
- Sukladno oznakama uvedenim kod logičke algebre, odnos stanja izlaza i ulaza logičkih NE vrata može se pisati:

$$Y = \bar{A}$$



# I vrata (engl. *AND*)

- I vrata su logički sklop ili logička vrata s dvama ili više ulaza i jednim izlazom.
- Na ulazima se mogu pojaviti bilo koje kombinacije "0" i "1".





# I vrata (engl. *AND*)

- Stanje izlaza ovisno je o stanju ulaza i može se odrediti prema tablici.
- Očito je iz tablice stanja da je izlaz “1” samo ako su oba ulaza “1”.

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

**tablica stanja I vrata**



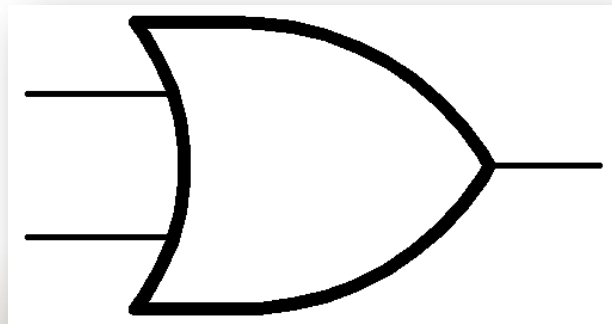
# Veza s logičkom algebrom

- Treba uočiti sličnost I vrata s logičkom operacijom I.
- Vrata su građena tako da oponašaju logičku operaciju I.
- Može se zato pisati:

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

# ILI vrata (engl. *OR*)

- Logički sklop ili logička vrata s dvama ili više ulaza i jednim izlazom.
- Na ulazima se mogu pojaviti bilo koje kombinacije “0” i “1”.





# ILI vrata (engl. *OR*)

- Stanje izlaza ovisno je o stanju ulaza i može se odrediti prema tablici.
- Očito je iz tablice stanja da je izlaz “1” ako je bilo koji od ulaza (ili oba) “1”.

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



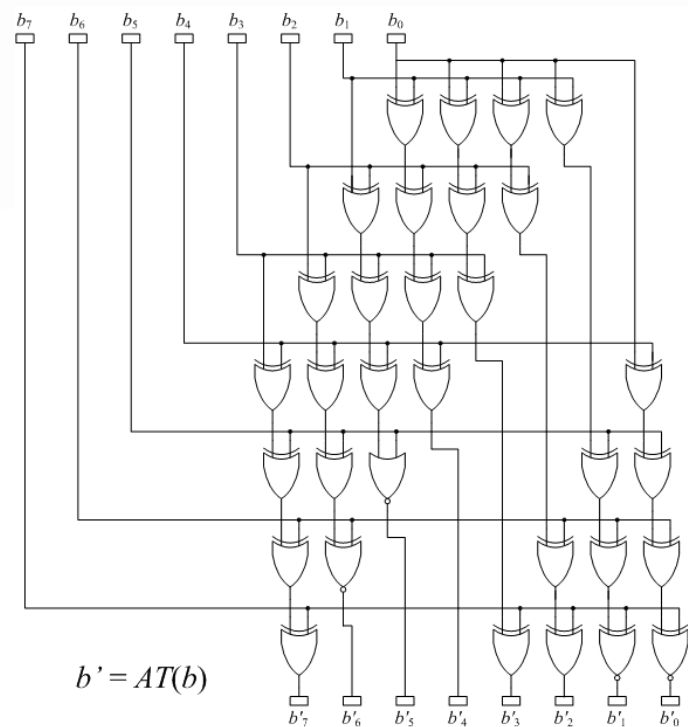
# Veza s logičkom algebrom

- Treba uočiti sličnost ILI vrata s logičkom operacijom ILI.
- Vrata su i građena tako da oponašaju logičku operaciju ILI.
- Može se zato pisati:

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

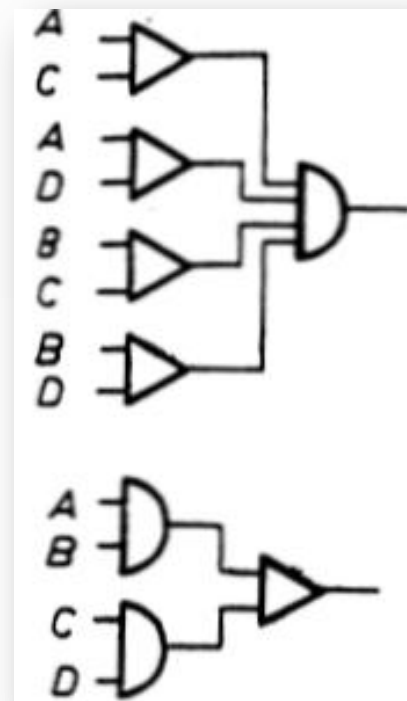
# Složeni logički sklopovi

- Međusobnim spajanjem osnovnih logičkih sklopova moguće je sagraditi složene logičke sklopove koji sadržavaju stotine, tisuće, a u suvremenim računalima i milijune osnovnih logičkih sklopova.



# Složeni logički sklopovi

- Bez obzira na složenost, uvijek je moguće sastaviti tablicu stanja logičkog sklopa koja se temelji na tablicama stanja svakog ugrađenoga osnovnoga logičkog sklopa.





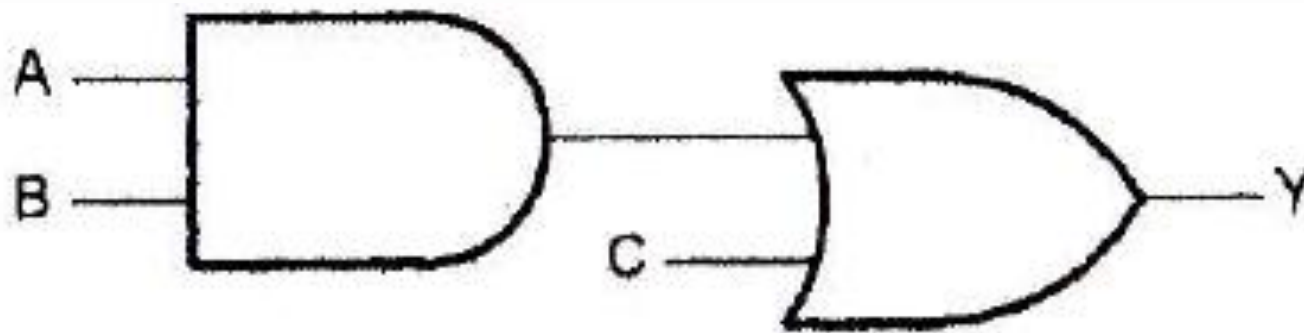


# Primjer 1.

Izradimo složeni logički sklop opisan logičkim izrazom:

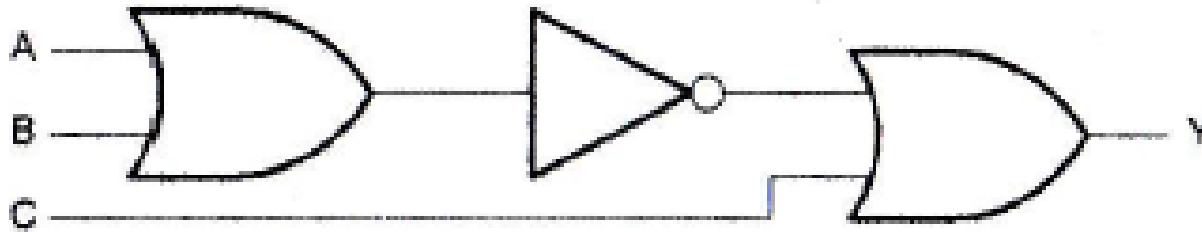
$$Y = A \cdot B + C$$

# Rješenje primjera 1.



## Primjer 2.

- Napisati logički izraz i tablicu stanja za logički sklop na slici:



## Rješenje primjera 2.

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

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

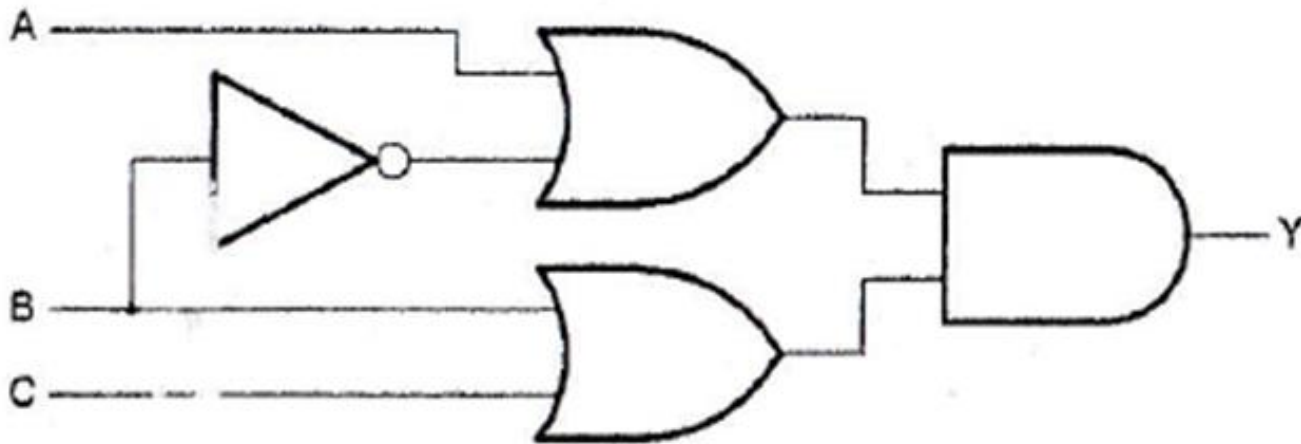


## Zadatak 1.

Izradite složeni logički sklop opisan logičkim izrazom:

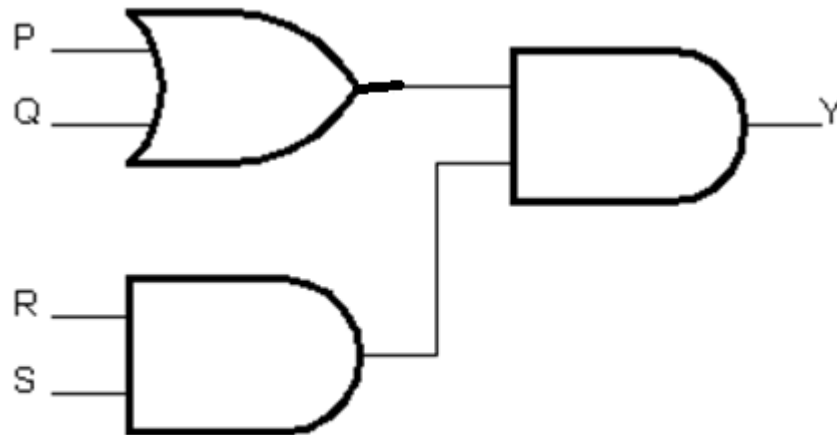
$$Y = (B + C) \cdot (A + \bar{B})$$

# Rješenje zadatka 1.



## Zadatak 2.

Napisati logički izraz za sklop na slici.





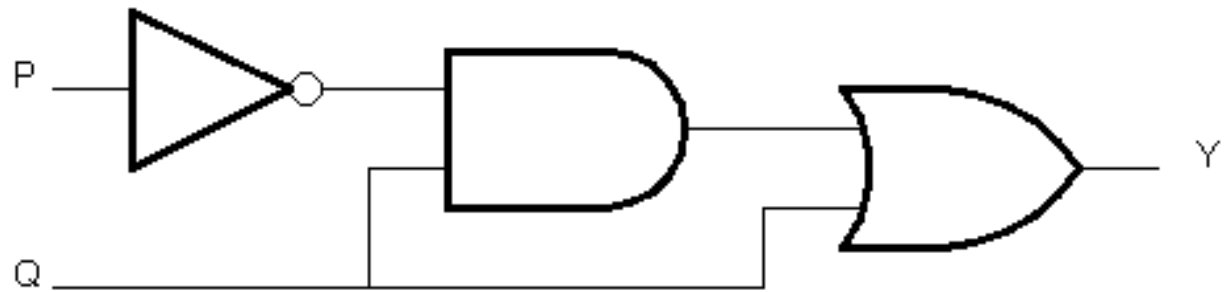
## Rješenje zadatka 2.

$$Y = (P + Q) \cdot (R \cdot S)$$



## Zadatak 3.

- Napisati logički izraz i tablicu stanja za sklop na slici.





## Rješenje zadatka 3.

$$Y = (\bar{P} \cdot Q) + Q$$

P	Q	$\bar{P}$	$\bar{P} \cdot Q$	$Y = (\bar{P} \cdot Q) + Q$
0	0	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	1	0	0	1

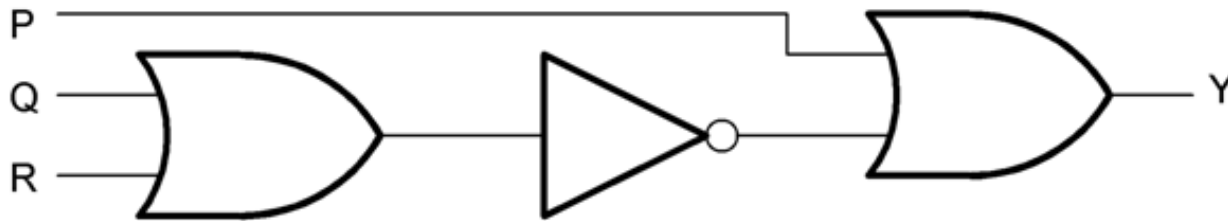


## Zadatak 4.

- Izradimo složeni logički sklop i tablicu stanja opisanu logičkim izrazom:

$$Y = P + \overline{Q} + R$$

# Rješenje zadatka 4. (logički sklop)



# Rješenje 4. zadatka (tablica stanja)

P	Q	R	Q+R	$\overline{Q+R}$	$Y = P + \overline{Q+R}$
0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	0	1