

## LABORATORIJSKE VJEŽBE BR. 1

### Uvod u Multisim. Osnovna logička kola.

MultiSim je programski paket National Instrumentsa za interaktivnu simulaciju električnih kola koji dozvoljava studentu da pregleda šemu svojih kola pritom mjereći različite parametre kola

Mogućnost da se brzo kreira šema i zatim analizira kroz simulaciju čini MultiSim odličnim alatom za shvaćanje koncepata elektronike. Kroz ovaj predmet ćemo pokriti mogućnosti MultiSima koji se direktno odnose na digitalnu elektroniku i projektiranje logičkih sistema.

#### Komponente

**Dodavanje potrebnih komponenti u šemu** se može učiniti na više načina:

- Place ->Components (Ctrl+W)
- Desni klik na prazan prostor > Place Component
- Preko Toolbara

U MultiSimu postoje dva tipa komponenti:

- komponente modelirane prema stvarnim komponentama
- komponente modelirane prema idealnim komponentama ("virtualne komponente")

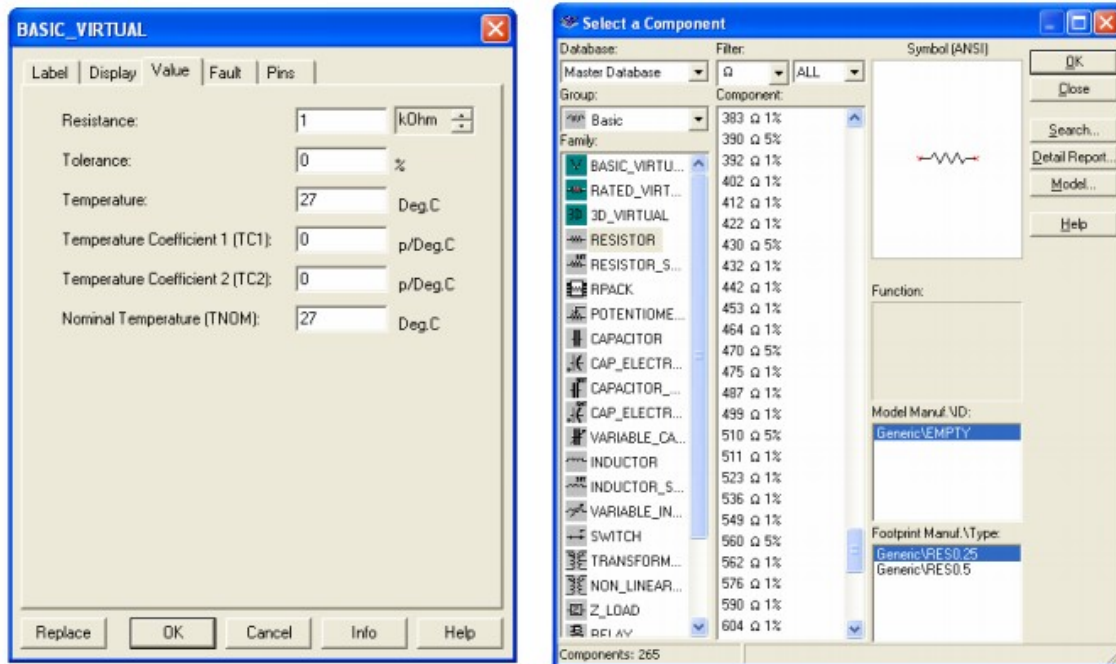
Virtualne komponente imaju svoj toolbar koji je moguće aktivirati preko View>Toolbars>Virtual:



Modeli stvarnih komponenti su ograničeni na realne vrijednosti kakve određena komponenta ima na tržištu: npr. otpornici imaju standardne fiksne vrijednosti sa tolerancijama 1% ili 5%. Ovo je posebno bitno kod složenijih poluvodičkih komponenti. Svaki od modela naveden u tabeli se ponaša kao što je to navedeno u data sheetu za taj proizvod. Te su komponente navedene pod svojom stvarnom oznakom (npr. dioda 1N4001)

Ukoliko se koriste stvarne komponente, mjerena vrijednost može odstupati od proračunate, jer softver uzima u obzir i tolerancije kako bi dobio konačan rezultat.

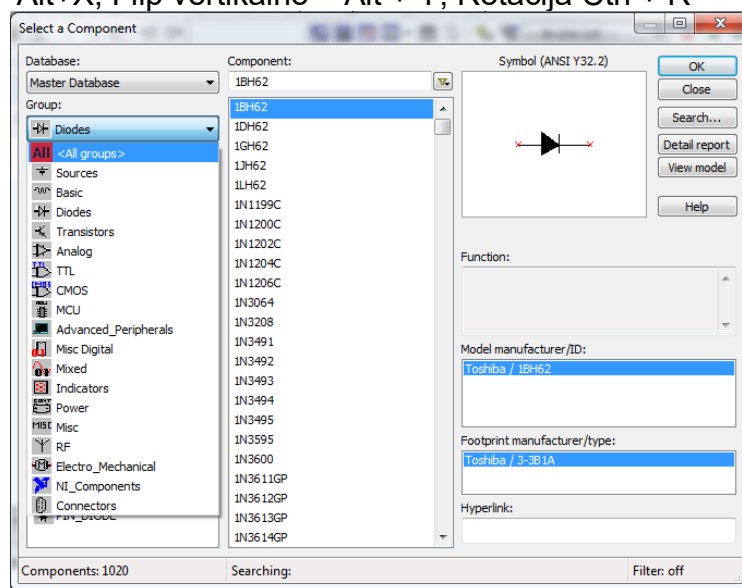
Ako se traže precizni rezultati, moguće je odabrati virtualne komponente sa tolerancijom 0%.




Slika: Usporedba stvarnih i virtualnih otpornika.

**Povezivanje komponenti** je jednostavno, klikom miša.

**Podešavanje postavki komponenti:** Dupli klik na komponentu otvara Properties dijalog. Nakon toga se otvara prozor za dodavanje komponenti. Elementi u MultiSimu su podijeljeni u grupe (slika 2). Gdje je potrebno, može se koristiti FLIP i ROTATE komponente (odabir desnim klikom) ili tastaturom: Flip horizontalno – Alt+X, Flip vertikalno – Alt + Y, Rotacija Ctrl + R



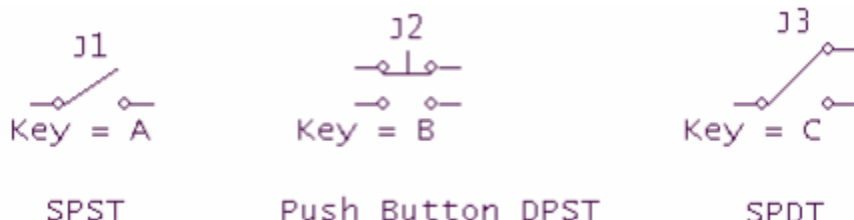
## Pokretanje simulacije

Nakon što smo završili sa kreiranjem kola, potrebno je pokrenuti simulaciju. Simulacija se pokreće na Simulate>Run (F5) ili klikom  na toolbaru.

## Komponente koje omogućavaju interakciju s korisnikom

Dvije komponente omogućavaju interakciju s korisnikom. Preklopka (Switch) je najčešće korištena u tu svrhu. Aktiviranje preklopke je omogućeno pritiskanjem tipke na tastaturi koja je definirana za tu komponentu. Odabir tipke je moguć u konfiguracijskom prozoru.

Ukoliko dvije tipke imaju određenu istu tipku, obje će se aktivirati pritiskom te tipke.



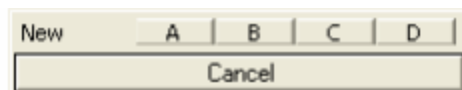
Druga komponenta koja traži interakciju sa korisnikom je potencijometar. Potencijometar varira svoju otpornost u fiksnim koracima definiranim pritiskom tipke na tastaturi.

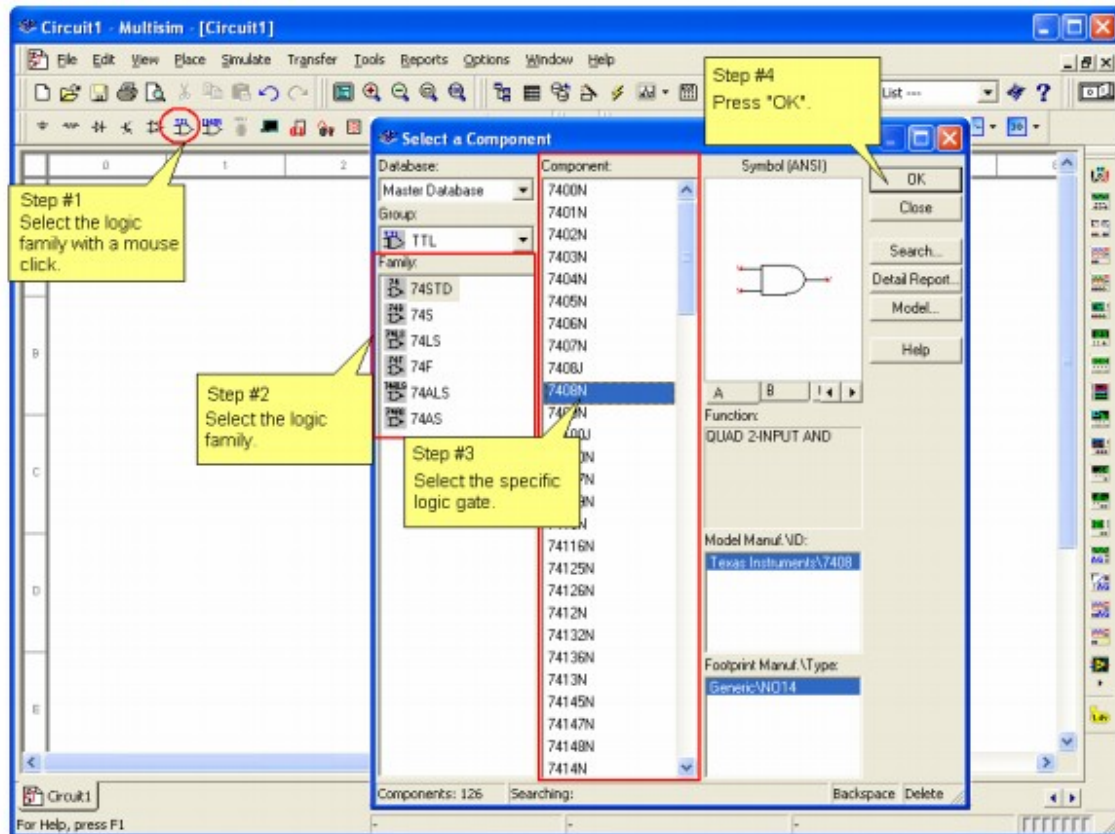


## Logička kola

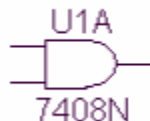
Logička kola su predstavljena sa TTL i CMOS integralnim kolima. Logička kola su prikazana kao jedan gejt, ne kao cijeli integral. Ako integralno kolo sadrži više od jednih logičkih vrata, šematski simbol će sadržavati slovnu oznaku. Na primjer, 7408N sadrži četiri dvoulazna I kola. Logička kola locirana unutar 7408N su označena sa A, B, C i D. Proces za označavanje logičkih vrata je prikazan na slici. Korisnik odabire TTL ili CMOS familiju integralnih kola, zatim željeno logičko kolo.

Nakon što je odabrano integralno kolo, Multisim će pitati korisnika da odabere koja logička vrata unutar integralnog kola želi koristiti (npr. A-D), kao što je prikazano na slici:





Šematski simbol za 2-ulazno I kolo će sadržavati dva podatka. Oznaka će imati "U" prefiks, zatim slijedi broj integralnog kola, a zatim sufiks A-D. To je prikazano na slici:



Za promjenu svojstva logičkog kola, klinuti mišem desnim klikom i odabrati "Properties" ili uraditi dvostruki klik. Ovo otvara konfiguracijski ekran.

Logička grupa simbola sadrži komplet komponenti iz svake familije: logička kola, flip floповe, brojače, sumatore i shift registre. Također su uključeni enkoderi, dekoderi i memorijski uređaji.

### Izvori napona


Integrirana kola koja se koriste u digitalnoj elektronici koriste DC naponski izvor za svoje napajanje. Značajan broj komponenti traži i generator takta - clock signal. DC izvor se može odabrati na dva načina: kao model baterija i kao idealno naponsko napajanje.

Nivo napona za bateriju je potpuno podesiv - default vrijednost je 12VDC. Ukoliko se dvostruko klikne, moguće je promijeniti ovu vrijednost.

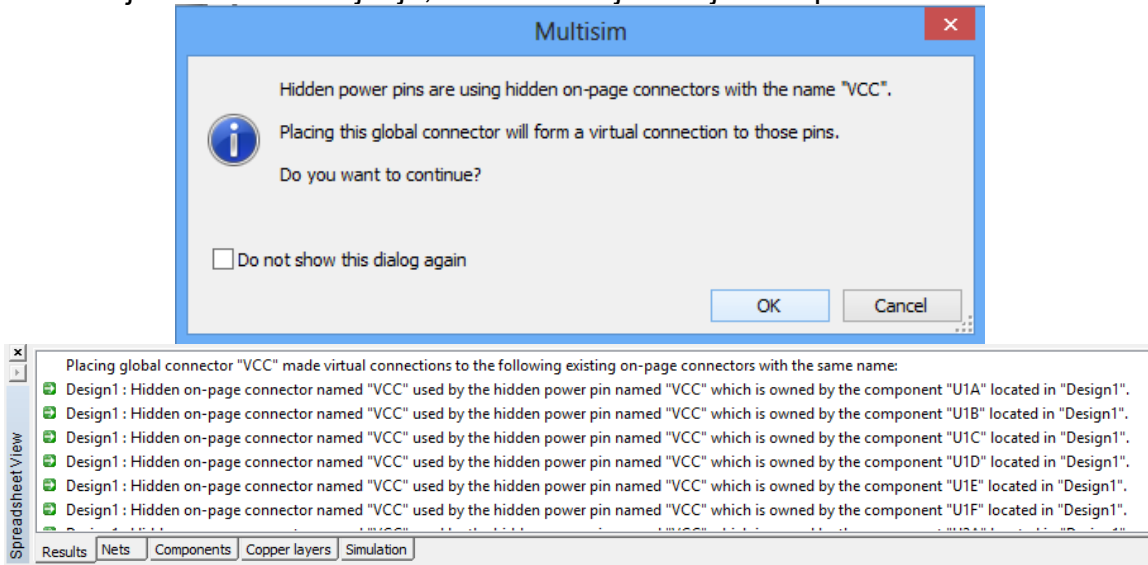
Puno češće se u šemiranju digitalne elektronike koristi VCC 5V naponski izvor, s tim da je i ovdje izvor napona podesiv.

DC izvorni napona su locirani u "Power Source" ikoni na toolbaru (ikona baterije).

Multisim zahtijeva prisutnost uzemljenja/mase u kolu, kako bi simulacija ispravno funkcionirala. Kolo mora sadržavati uzemljenje i sva instrumentacija mora imati

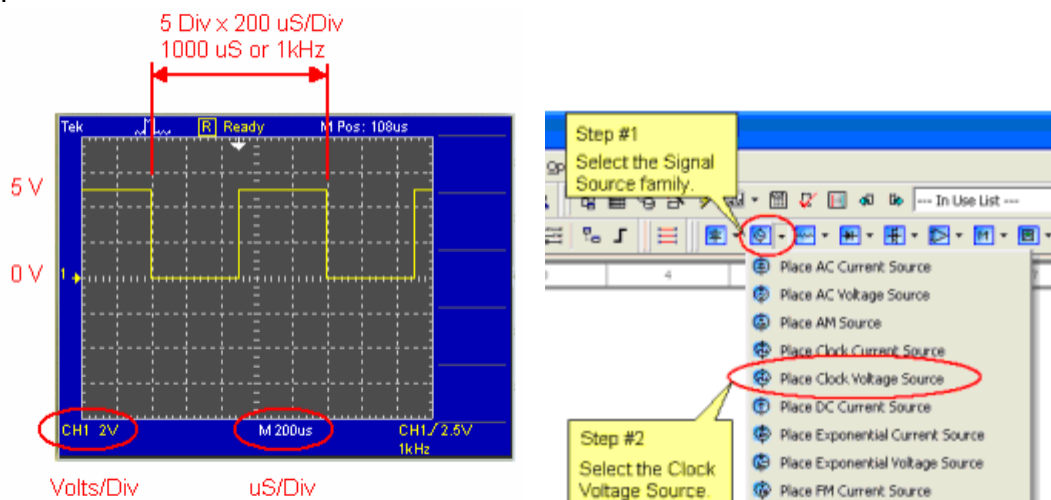
jedan uzemljen kraj. Šematski simbol za uzemljenje je .

S obzirom da logička kola trebaju pomoćno napajanje za svoj rad, nakon dodavanja izvora i uzemljenja, MultiSim će javiti sljedeću poruku:

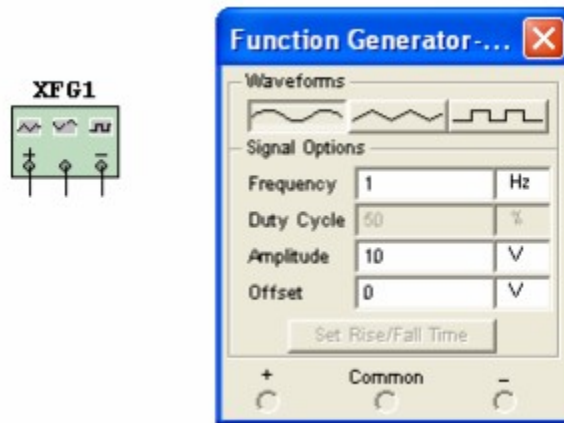


Ovaj spoj neće biti vizualno prikazan na šemi.

Signal **generatora takta** je proizveden ili kao "Voltage Clock" naponski izvor ili pomoću naprednijeg generatora takta. Signal clocka se obično sastoji od kvadratičnog signala koji se mijenja specifičnom frekvencijom sa 0 na 5V, kao na slici

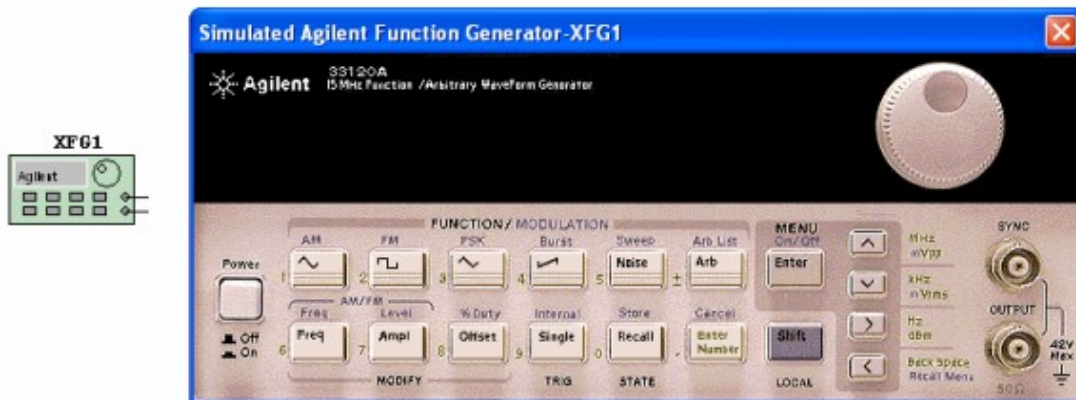


Multisim ima dva generatora funkcija: Generički generator i Agilent generator. Agilent generator ima istu funkcionalnost kao stvarni uređaj Agilent 33120A. Ikona generičkog funkcijskog generatora je prikazana na slici, zajedno sa konfiguracijskim ekranom:



Konfiguracijski ekran se otvara duplim klikom na ikonu. Ovaj generator može proizvesti tri tipa valnih oblika: sinusoidalni val, testerasti val i kvadratni val. Frekvencija, faktor ispune, amplituda i DC pomak su u potpunosti podesivi.

Agilent funkcijski generator se kontrolira preko upravljačke ploče koja simulira stvarni njegov izgled, prikazane na slici:

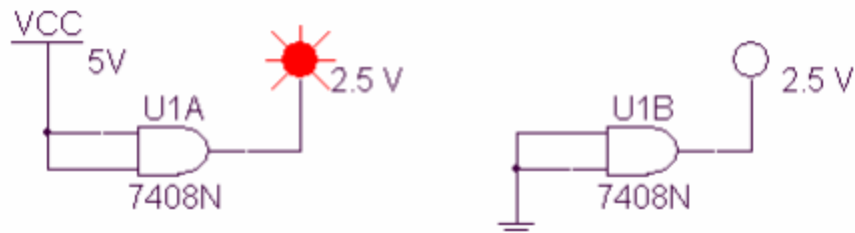


Tipke se "pritiskaju" klikom miša. Potenciometar se okreće povlačenjem miša preko njega (drag) ili okretanjem točkića miša kada je kursor iznan njega.

### Indikatori napona

MultiSim omogućava vrlo jednostavan način za davanje vizualne informacije korisniku. Indikatori i sedam segmenti displeji se u praksi često koriste za davanje informacije korisniku. Tipično korištenje indikatora je za prikaz stanja izlaza logičkog kola. Dva kola na slici prikazuju dva logička stanja. Indikator na lijevoj strani prikazuje logičku jedinicu na izlazu AND kola. Indikator na desnoj strani prikazuje logičku nulu:





Osnovni nivo napona potreban da upali lampicu je 2,5V. Ovu vrijednost možemo mijenjati na konfiguracijskom ekranu (dvostruki klik na indikator).

Indikatori su dostupni u nekoliko boja, da bi se omogućilo praćenje nekog signala kroz složeni kolo.

Drugi način za prikaz podataka su sedam-segmentni LED displeji. Oni su u MultiSimu dostupni sa zajedničkom katodom ili zajedničkom anodom, u nekoliko boja.

Osnovni nivo struje za paljenje lampice iznosi 10mA. Ova se vrijednost može promijeniti u konfiguracijskom ekranu (dvostruki klik na displej)









## ZADATAK 1

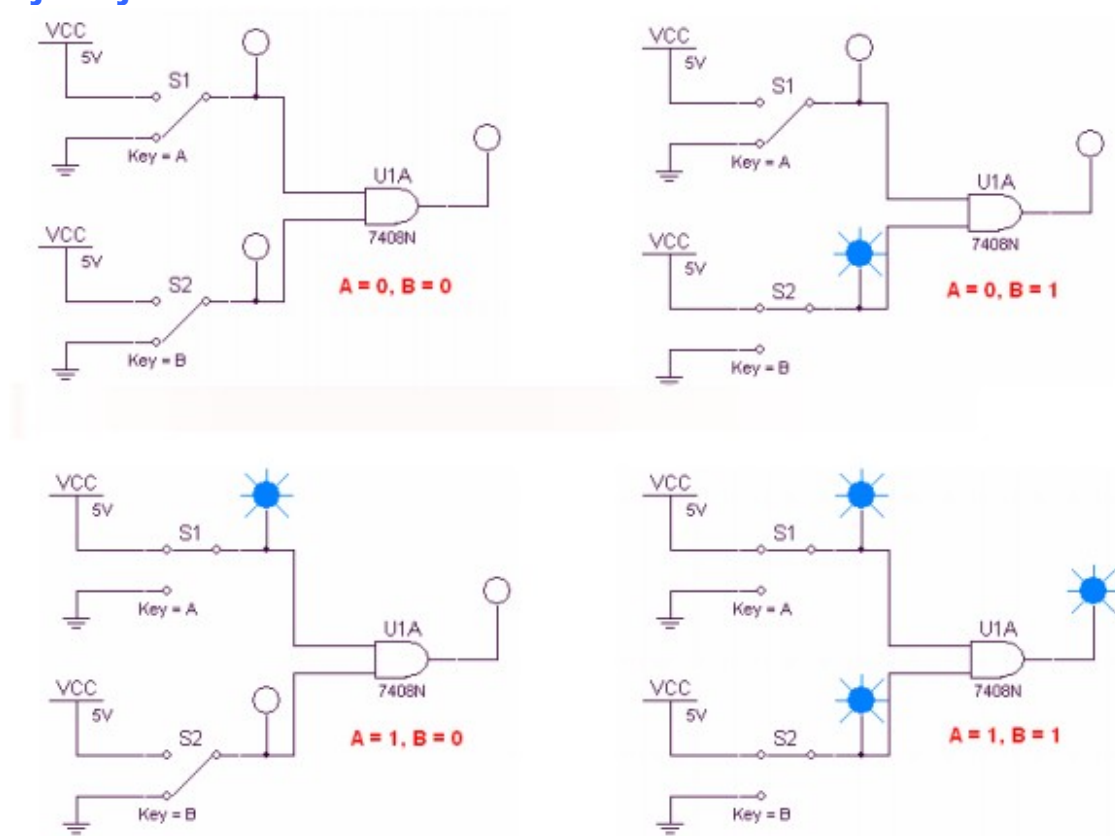
U MultiSim simulatoru simulirati dvoulazna AND, NAND, OR, NOR, EXOR kola i simulirati tabele istinitosti:

$$A+B, AB, (A+B)', (AB)', A', A \odot B$$

Koristiti switcheve i indikatore za testiranje funkcije i kola. Koristiti indikatore na ulazu i izlazu kola za prikaz signala. Ispuniti tabelu

A	B	$\sim A$	AB	$\sim AB$	A+B	$(A+B)'$	$A \odot B$
							
0	0	1	0	1	0	1	0
0	1						
1	0						
1	1						

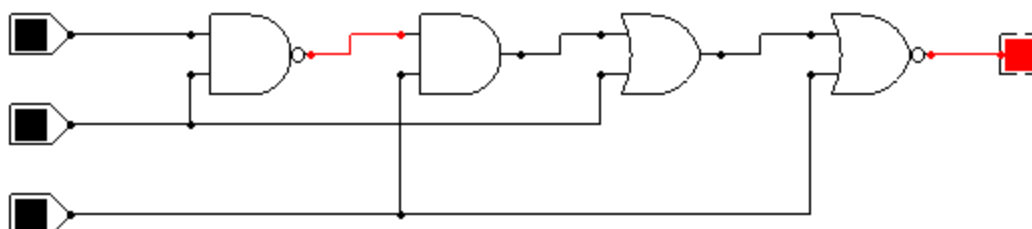
## Rješenje



## ZADATAK 2

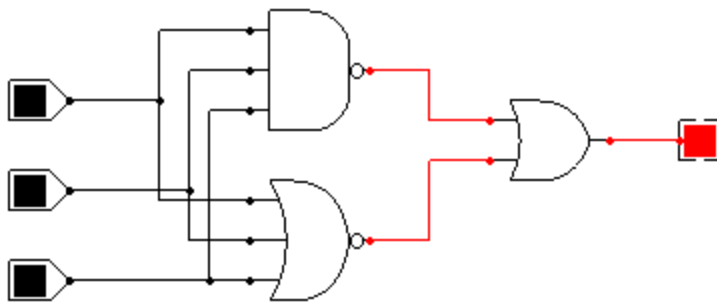
2.1 Simulirati sljedeće sklopove, napisati tabele istinitosti i napisati ih u logičkoj formi:

a)



b)





**2.2.** Simulirati sljedeće sklopove, i na osnovu simulacije napisati tabele istinitosti:

- a)  $AB + C$
- b)  $A' + \sim B + C$
- c)  $ABC + (ABC)'$

**2.3.** Simulirati sljedeće sklopove, i na osnovu simulacije napisati tabele istinitosti:

- d)  $AA = A$
- e)  $A+A = A$
- f)  $A' + A = 1$
- g)  $A'A = 0$

### ZADATAK 3

Korištenjem switcheva ispitati funkcionalnost 7-segmentnog displeja. 7-segmentni displej se često koristi kao indikator u kolima digitalne logike. Preklopke su odličan način za promjenu nivoa ulaza u 7-segmentni displej, kao što je prikazano na slici. Pozicija switcheva simulira binarne podatke koji se šalju na sedam segmentni displej.

$R=50\Omega$

