

# OSNOVI DIGITALNE ELEKTRONIKE

ODSEK ZA SOFTVERSKO INŽENJERSTVO

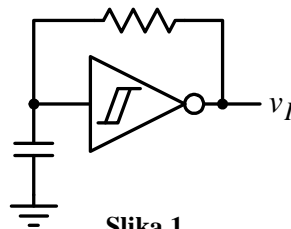
## Domaći zadatak 1

ŠKOLSKA GODINA 2014/2015.

1. a) Na ulaz Šmitovog logičkog invertora 74HC14 dovesti povorku trougaonih jednakokrakih impulsa trajanja prednje i zadnje ivice po 100ms, minimalne vrednosti 0V i maksimalne vrednosti 5V. Crtanjem zavisnosti  $V_{out}=f(V_{in})$  odrediti pragove komparacije  $V_{th}$  i  $V_{tl}$ . Sliku simulacije priložiti u rešenju zadatka.

b) Realizovati multivibrator pomoću jednog otpornika i jednog kondenzatora, slika 1. Ako su pragovi određeni u prethodnoj tački, napajanje  $V_{DD} = 5V$ , računski odrediti i simulaciono verifikovati učestanost oscilovanja za  $R = 100k\Omega$  i  $C = 1nF$ .

c) Pomoću diode Dbreak i otpornika čija vrednost treba da se izračuna, realizovati kolo koje će imati duplo duže trajanje impulsa od pauze. Pad napona na diodi utvrditi simulacijom, zatim izvršiti proračun, i na kraju potvrditi proračun simulacijom.

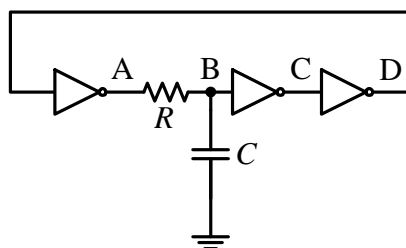


Slika 1

2. a) Na slici 2 je prikazan ring oscilator sa dodatnim kolom koje omogućava simulaciju. Ako su vrednosti komponenti  $R = 1\Omega$  i  $C = 1pF$ , i ako se postavi početna vrednost napona na kondenzatoru  $IC=0$ , simulacijom nacrtati vremenske dijagrame napona u tačkama A, B, C i D, jedan ispod drugog i odrediti kašnjenje kroz jedno logičko kolo. Upotrebljeni su invertori 74HC04.

b) Ponoviti prethodnu tačku ako se koriste 47HC00 kola. Objasniti razliku u dobijenim rezultatima.

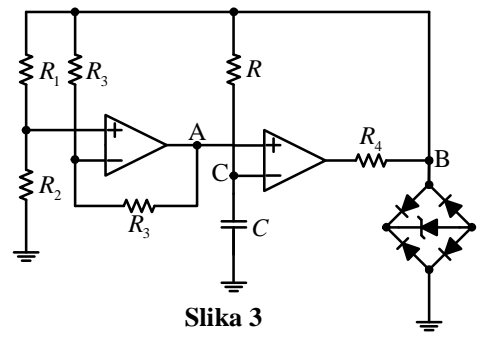
c) Ukoliko se u kolu sa slike 2 na mesta invertora A i D postave kola 74HC14, simulacijom nacrtati vremenske dijagrame napona u tačkama A, B, C i D, jedan ispod drugog, i odrediti kašnjenje kroz jedno 74HC14 logičko kolo.



Slika 2

3. a) Izračunati i nacrtati talasne oblike napona u tačkama A, B i C za kolo sa slike 3. Odrediti frekvenciju oscilovanja kola. Poznato je  $R_1 = 10\text{k}\Omega$ ,  $R_2 = 20\text{k}\Omega$ ,  $R_3 = 12\text{k}\Omega$ ,  $R_4 = 820\Omega$ ,  $R = 10\text{k}\Omega$ ,  $C = 100\text{nF}$ ,  $V_Z = 7.6\text{V}$ ,  $V_D = 0.7\text{V}$ .

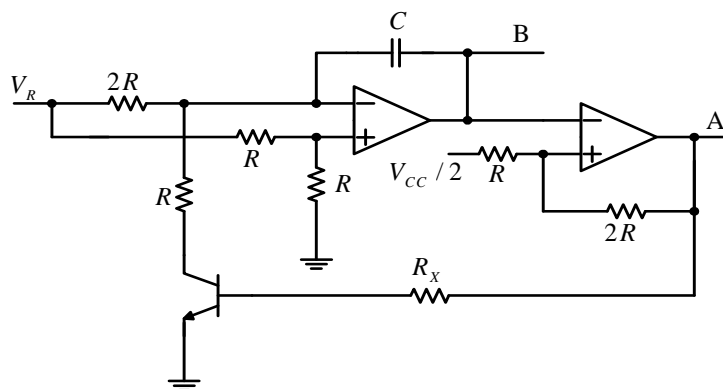
b) Verifikovati rezultate iz tačke a) upotrebom PSPICE simulacije. Zener diodu modelovati preko obične diode i VDC izvora napajanja. Koristiti idealne operacione pojačavače sa naponima napajanja od  $\pm 15\text{V}$ .



Slika 3

4. a) Izračunati frekvenciju oscilovanja kola sa slike 4 u funkciji ulaznog napona  $V_R$ . Izračunati i nacrtati talasne oblike napona u tačkama A i B ako je  $V_R = 5\text{V}$ . Napajanje operacionih pojačavača je jednostruko,  $V_{CC} = 10\text{V}$ . Poznato je i  $R = 50\text{k}\Omega$ ,  $R_X = 10\text{k}\Omega$ ,  $C = 50\text{nF}$ ,  $\beta = 100$  i  $V_{CES} \approx 0\text{V}$ .

b) Verifikovati dobijene rezultate simulacijom za  $V_R = 5\text{V}$  i još tri druga različita referentna napona. Koristiti idealne operacione pojačavače.



Slika 4

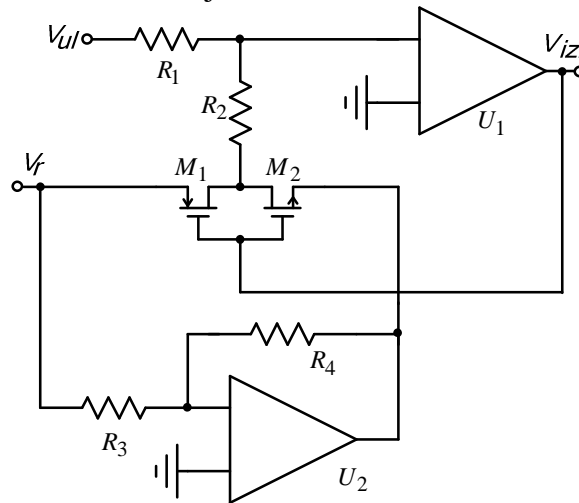
5. Za kolo sa slike 5 poznato je: napajanje operacionih pojačavača  $V_{CC} = \pm 12\text{V}$ ,  $V_r = k|V_{CC}|$ ,  $0.4 < k < 0.8$ .

a) Odrediti i objasniti polaritete priključaka operacionih pojačavača tako da kolo radi kao Šmitov komparator.

b) Proračunati i nacrtati histerezis komparatora ako je  $R_1 = R_2$  u funkciji od  $k$ .

c) Verifikovati simulacijom histerezis komparatora. Na ulaz Šmitovog logičkog invertora dovesti povorku trougaonih jednakokrakih impulsa trajanja prednje i zadnje ivice po 100ms, minimalne vrednosti -10V i maksimalne vrednosti 10V. Crtanjem zavisnosti  $V_{out} = f(V_{in})$  odrediti pragove komparacije  $V_{th}$  i  $V_{tl}$ , za nekoliko vrednosti  $k$ . Sliku simulacije priložiti u rešenju zadatka.

d) Ako se između ulaza i izlaza veže otpornik  $R_X = 100\Omega$ , a kondenzator  $C_X = 50\text{nF}$  između izlaza i mase, izračunati i grafički predstaviti učestanost oscilovanja u funkciji od  $k$ , ako je  $R_3=R_4$ ,  $R_1=R_2=4\text{k}\Omega$ . Rezultat verifikovati simulacijom.

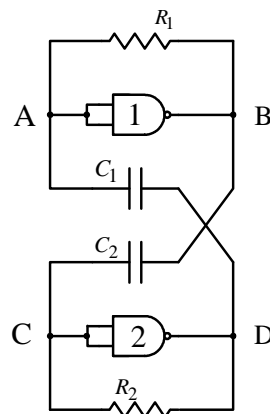


Slika 5

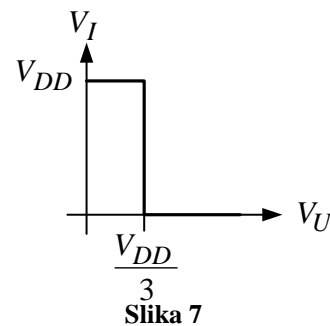
6. a) U kolu astabilnog multivibratora sa slike 6 upotrebljena su CMOS NI logička kola **bez zaštitnih** dioda. Ako logička kola imaju zanemarljivo malu izlanu otpornost i prenosnu karakteristiku kod koje je prag odlučivanja postavljen na  $V_{DD}/3$ , kao što je prikazano na slici 7, izračunati i nacrtati oblike napona u tačkama A, B, C i D i odrediti učestanost oscilovanja.

Poznato je:  $R_1 = R_2 = 820\Omega$ ,  $C_1 = C_2 = 10\text{nF}$ .

b) Ako se logička kola simuliraju pomoću idealnog operacionog pojačavača, verifikovati prethodnu tačku simulacijom.



Slika 6



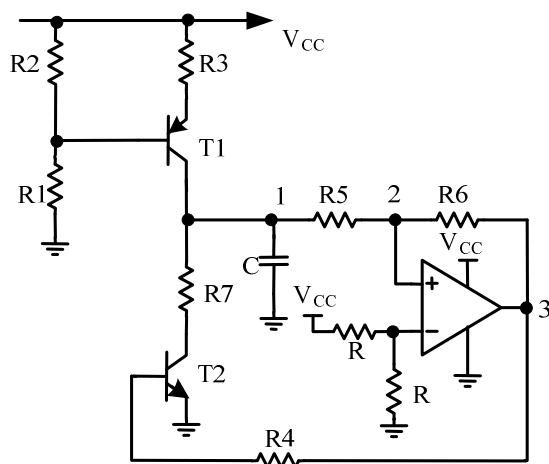
Slika 7

7. a) Za kolo sa slike 8 izračunati i nacrtati, jedan ispod drugog, vremenske dijagrame napona u tačkama 1, 2 i 3.

b) Odrediti maksimalnu vrednost otpornosti  $R_5$  pri kojoj kolo još uvek obavlja funkciju određenu pod tačkom a). Odrediti maksimalnu vrednost otpornosti  $R_4$  tako da oblik vremenskih dijagrama određenih pod tačkom a) ostane nepromenjen.

c) Verifikovati prethodne rezultate simulacijom.

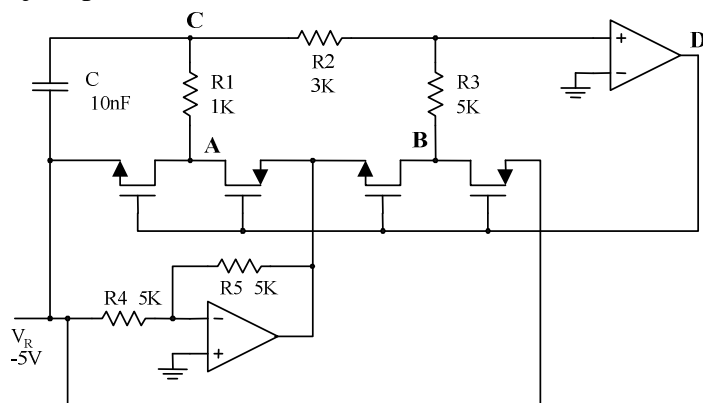
Podaci: Operacioni pojačavač je idealan sa napajanjem 0 i  $V_{CC}$ ,  $V_{CC}=20\text{V}$ ,  $\beta=100$ ,  $R_1=18.4\text{k}\Omega$ ,  $R_2=1.6\text{k}\Omega$ ,  $R_3=1\text{k}\Omega$ ,  $R_4=20\text{k}\Omega$ ,  $R_5=10\text{k}\Omega$ ,  $R_6=30\text{k}\Omega$ ,  $R_7=1.2\text{k}\Omega$ ,  $C=1\mu\text{F}$ .



Slika 8

8. Za kolo sa slike 9 poznato je napajanje operacionih pojačavača  $V_{CC} = \pm 12V$ .

- Izračunati i nacrtati, jedan ispod drugog, vremenske dijagrame napona u tačkama A, B, C i D. Na naponskim i vremenskim osama dijagrama naznačiti karakteristične vrednosti promenljivih.
- Odrediti maksimalnu vrednost otpornika  $R_1$  za koju kolo osciluje.
- Verifikovati simulacijom prethodne dve tačke.



Slika 9

#### UPUTSTVO:

Svaki student radi jedan od 8 navedenih zadataka. Koji zadatak treba da se radi, određuje se na osnovu formule:

$$\text{broj\_zadatka} = (\text{broj\_indeksa} \% 8) + 1$$

Rešenje zadatka (tekstualna objašnjenja, jednačine i slike) predati **u formi izveštaja** u PDF formatu (rukom pisani i potom skenirani izveštaji neće biti prihvaćeni, kao ni izveštaji koji nisu predati u traženom formatu). Prva strana izveštaja treba da sadrži ime, prezime, broj indeksa kandidata kao i broj domaćeg zadatka. Jednačine kucati u EQ editoru ili sličnom editoru za jednačine. Grafike crtati pomoću Excel programa ili nekog drugog računarskog alata. Ukoliko se traži računarska simulacija, slike šema koje se simuliraju importovati u izveštaj, a .sch fajlove poslati zajedno sa izveštajem (kako bi mogla da se simulacijom proveri originalnost dijagrama iz izveštaja). Sve fajlove koji se šalju, **komprimovati** i poslati kao jedan komprimovani fajl na adrese milan@el.etf.rs (Cc savic@el.etf.rs) najkasnije do srede 03.06.2015. u ponoć. *Subject* kao i naziv pdf fajla treba da budu u formi *Ime\_prezime\_godina\_brojIndeksa*.

**Zadatke raditi individualno, svaka uočena saradnja će biti sankcionisana oduzimanjem svih poena na SVIM DOMAĆIM ZADACIMA!**