

Predmet: OSNOVI DIGITALNE ELEKTRONIKE

OCENA \_\_\_\_\_

Kolokvijum: 25.04.2009.

Odgovorni nastavnik i asistenti: Dragan Vasiljević, Goran Savić i Lazar Karbunar

DEŽURNI:KANDIDAT:

Sala \_\_\_\_\_  
 Vreme početka \_\_\_\_\_  
 Vreme završetka \_\_\_\_\_  
 Potpis \_\_\_\_\_

Ime \_\_\_\_\_  
 Prezime \_\_\_\_\_  
 Broj indeksa \_\_\_\_\_  
 Potpis \_\_\_\_\_

## USLOVI KOLOKVIJUMA

1. Trajanje kolokvijuma 90 minuta.
2. Kolokvijum se polaže na formularu.
3. Dozvoljeni su kalkulator i hemijska olovka.
4. Ocenjuju se rad kandidata i sposobnost rezonovanja.
5. Traži se koncizan, jasan, čitak odgovor napisan u predviđenom prostoru (linija, boks, crtež).

## OCENJIVANJE

R.Br.	1	2	3	Total
Max	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>30</b>
Dobijeno				

**1. a)[3]** Broj  $527.375_{10}$  predstavljen u decimalnom brojnom sistemu izraziti u binarnom brojnom sistemu.

**b)[3]** Broj  $345.31_8$  predstavljen u oktalnom brojnom sistemu izraziti u decimalnom brojnom sistemu.

**c)[3]** Broj  $111001110.101_2$  predstavljen u binarnom brojnom sistemu izraziti u heksadecimalnom brojnom sistemu.

Rešenje:

**a)** Konverzija broja iz decimalnog brojnog sistema, u zapis u binarnom brojnom sistemu se vrši u dva koraka, i to zasebno za celobrojni deo broja, a zasebno za razlomljeni deo broja.

Pri konverziji celobrojnog dela zadatog broja, vrši se najpre njegovo deljenje sa 2 pri čemu se beleži ostatak tog deljenja. Zatim se celobrojni količnik prethodnog deljenja deli sa 2, i opet se beleži ostatak deljenja. Ovaj postupak se ponavlja sve dok celobrojni količnik deljenja ne bude 0. Dobijeni ostaci redom predstavljaju cifre celobrojnog dela binarnog zapisa počev od *LSD* ka *MSD*.

$$527_{10} = 1000001111_2$$

$$527/2 = 263 \text{ ostatak } 1_{10}=1_2 \text{ (LSD-Cifra najmanje težine)}$$

$$263/2 = 131 \text{ ostatak } 1_{10}=1_2$$

$$131/2 = 65 \text{ ostatak } 1_{10}=1_2$$

$$65/2 = 32 \text{ ostatak } 1_{10}=1_2$$

$$32/2 = 16 \text{ ostatak } 0_{10}=0_2$$

$$16/2 = 8 \text{ ostatak } 0_{10}=0_2$$

$$8/2 = 4 \text{ ostatak } 0_{10}=0_2$$

$$4/2 = 2 \text{ ostatak } 0_{10}=0_2$$

$$2/2 = 1 \text{ ostatak } 0_{10}=0_2$$

$$1/2 = 0 \text{ ostatak } 1_{10}=1_2 \text{ (MSD- Cifra najveće težine)}$$

Pri konverziji razlomljenog dela zadatog broja, vrši se najpre njegovo množenje sa 2 pri čemu se beleže celobrojni rezultat i razlomljeni ostatak tog množenja. Zatim se razlomljeni ostatak prethodnog množenja množi sa 2, i opet se beleže celobrojni rezultat i razlomljeni ostatak. Ovaj postupak se ponavlja sve dok razlomljeni ostatak množenja ne bude 0. Dobijeni celobrojni rezultati redom predstavljaju cifre razlomljenog dela binarnog zapisa počev od *MSD* ka *LSD*.

$$0.375_{10} = 0.011_2$$

$$0.375 \times 2 = 0_{10} = 0_2 \text{ (MSD) ostatak } 0.75$$

$$0.75 \times 2 = 1_{10} = 1_2 \text{ ostatak } 0.5$$

$$0.5 \times 2 = 1_{10} = 1_2 \text{ (LSD) ostatak } 0$$

Dakle, konačno je:  $527.375_{10} = 1000001111.011_2$

**b)**  $345.31_8 = 3 \cdot 8^2 + 4 \cdot 8^1 + 5 \cdot 8^0 + 3 \cdot 8^{-1} + 1 \cdot 8^{-2} = 229.390625_{10}$

**c)** Imajući u vidu da se svaka heksadecimalna cifra može predstaviti sa tačno četiri bita u binarnom zapisu, dobija se:

$$111001110.101_2 = 1CE.A_{16}$$

2. a)[4] Primenom teorema Bulove algebre, uprostiti izraz  $Y = \overline{B} \cdot \overline{(A + D)} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C}$  tako da se u njemu svaka od promenljivih pojavljuje samo jednom u krajnjem rezultatu.

b)[5] Isprojektovati statičko CMOS kolo koje realizuje funkciju dobijenu pod tačkom a). Prilikom projektovanja traženog kola potrebno je koristiti minimalan broj NMOS i PMOS tranzistora.

**Rešenje:**

a) Dati izraz se primenom teorema Bulove algebre može uprostiti na sledeći način:

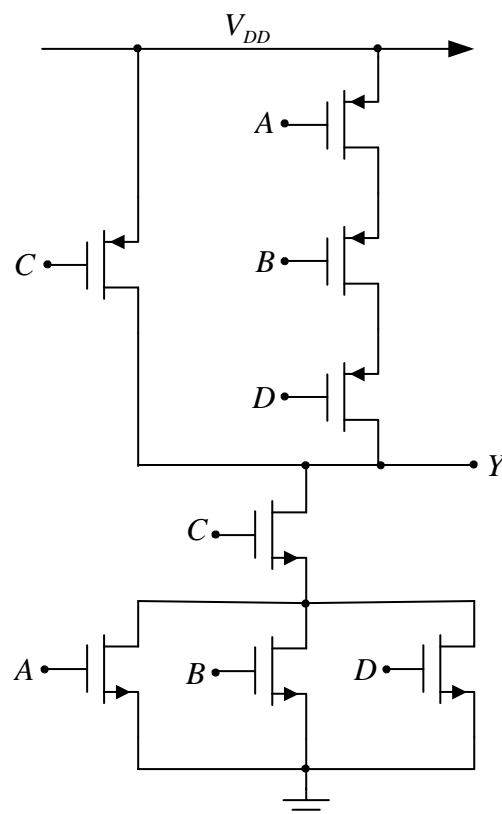
$$Y = \overline{B} \cdot \overline{(A + D)} \cdot \overline{C} + A \cdot B \cdot \overline{C} + \overline{A} \cdot B \cdot \overline{C} = \overline{B} \cdot (\overline{A} \cdot \overline{D} + \overline{C}) + B \cdot \overline{C} \cdot (A + \overline{A}) = \overline{B} \cdot (\overline{A} \cdot \overline{D}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

Dalje je:

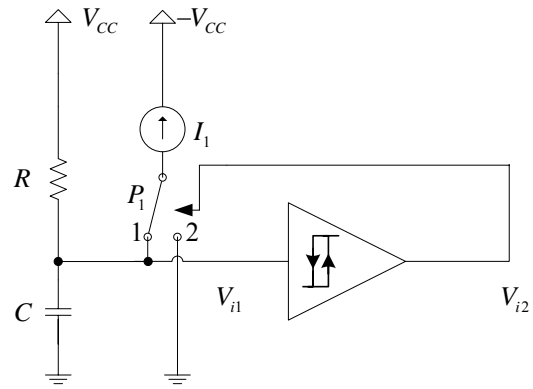
$$Y = \overline{B} \cdot \overline{A} \cdot \overline{D} + \overline{B} \cdot \overline{C} + B \cdot \overline{C} = \overline{B} \cdot \overline{A} \cdot \overline{D} + \overline{C} \cdot (\overline{B} + B) = \overline{A} \cdot \overline{B} \cdot \overline{D} + \overline{C} = \overline{(A + B + D)} \cdot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

b) Kod CMOS logičkih kola, NILI funkcija se ostvaruje paralelnom vezom NMOS tranzistora i rednom vezom PMOS tranzistora, dok se NI funkcija ostvaruje rednom vezom NMOS tranzistora i paralelnom vezom PMOS tranzistora.

Statičko CMOS kolo koje realizuje funkciju  $Y = \overline{(A + B + D)} \cdot \overline{C}$  prikazano je na sledećoj slici:



3. [12] Na slici je prikazano kolo za generisanje pravougaonih impulsa. Kolo se sastoji od jednosmernog strujnog izvora inteziteta  $I_1$ , otpornika  $R$ , kondenzatora  $C$ , prekidača  $P_1$ , i neinvertujućeg šmitovog komparatora. Pragovi okidanja šmitovog komparatora su  $V_{R1}$  i  $V_{R2}$  ( $0 < V_{R1}, V_{R2} < V_{CC}, V_{R2} > V_{R1}$ ), izlaz komparatora može biti  $V_{i2} = V_{CC}$  ili  $V_{i2} = 0V$ . Prekidač  $P_1$ , se nalazi u položaju 1 (kao na slici) kada je napon  $V_{i2} = V_{CC}$ . Kada je napon  $V_{i2} = 0V$ , prekidač se nalazi u položaju 2. Ulazna otpornost šmitovog komparatora je beskonačna.



1. [2] Odrediti potreban uslov da bi kolo sa slike moglo da osciluje
2. [8] Odrediti analitičke izraze za napone  $V_{i1}$  i  $V_{i2}$  kao i periodu oscilovanja u kolu na slici
3. [2] Nacrtati talasne oblike napona  $V_{i1}$  i  $V_{i2}$

### Rešenje:

U ustaljenom stanju, napon  $V_{i1}$  se kreće u granicama  $V_{R1} < V_{i1} < V_{R2}$ . Kada je napon na izlazu  $V_{i2} = 0V$ , prekidač  $P_1$  je u položaju 2, i kondenzator se puni preko otpornika  $R$ . Tada napon  $V_{i1} = v_C$  raste od  $V_{R1}$  do  $V_{R2}$ . Kada  $V_{i1} = v_C$  postane  $V_{R2}$ , napon na izlazu postaje  $V_{i2} = V_{CC}$ , prekidač  $P_1$  se prebacuje u položaj 1 i kondenzator se prazni. Tada napon  $V_{i1} = v_C$  opada od  $V_{R2}$  do  $V_{R1}$ .

#### Slučaj 1 (prekidač u položaju 2, kondenzator se puni)

Jednačina koja opisuje promenu napona na kondenzatoru je:

$$v_C + RC \frac{dv_C}{dt} = V_{CC} \Rightarrow v_C = V_{CC} + (V_{R1} - V_{CC}) e^{-\frac{t}{RC}}$$

vreme punjenja kondenzatora, određeno je kao  $T_1 = RC \ln \frac{V_{CC} - V_{R1}}{V_{CC} - V_{R2}}$ , što je ujedno i vreme trajanja pauze povorke pravougaonih impulsa  $V_{i2}$ .

#### Slučaj 2 (prekidač u položaju 1, kondenzator se prazni)

Jednačina koja opisuje promenu napona na kondenzatoru je:

$$v_C + R(C \frac{dv_C}{dt} + I_1) = V_{CC} \Rightarrow v_C = V_{CC} - RI_1 + (V_{R2} - V_{CC} + RI_1) e^{-\frac{t}{RC}}$$

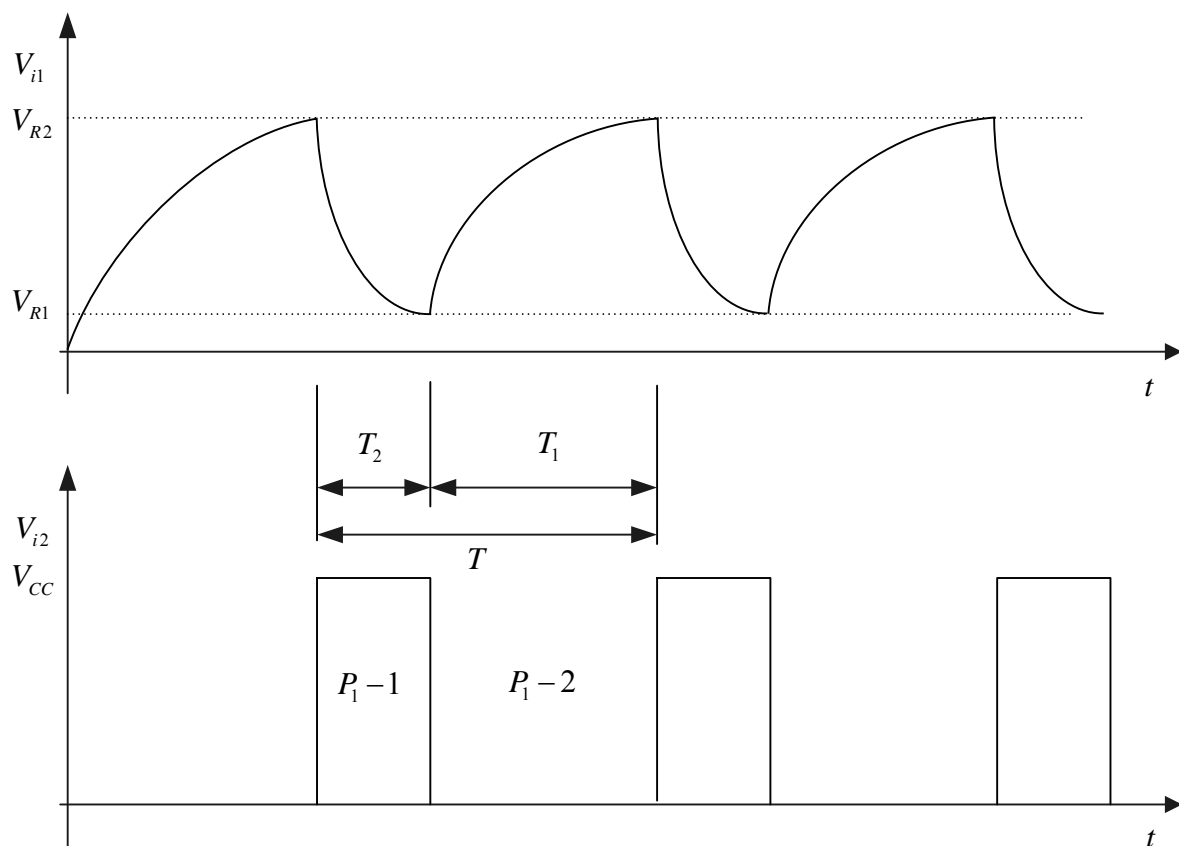
vreme pražnjenja kondenzatora, određeno je kao  $T_2 = RC \ln \frac{V_{R2} - V_{CC} + RI_1}{V_{R1} - V_{CC} + RI_1}$ , što je ujedno i vreme trajanja impulsa povorke pravougaonih impulsa  $V_{i2}$ .

Da bi kolo sa slike moglo da osciluje potrebno je da struja kondenzatora u slučaju kada je prekidač u položaju 2 sve vreme bude negativna. Najnepovoljniji slučaj za struju kondenzatora je kada je napon na njemu najmanji ( $V_{R1}$ ). Tada treba da važi  $\frac{V_{CC} - V_{R1}}{R} < I_1 \Rightarrow V_{CC} < V_{R1} + RI_1$ , što predstavlja potreban uslov oscilovanja.

Perioda oscilovanja u kolu je data kao

$$T = T_1 + T_2 = RC \ln \frac{V_{CC} - V_{R1}}{V_{CC} - V_{R2}} + RC \ln \frac{V_{R2} - V_{CC} + RI_1}{V_{R1} - V_{CC} + RI_1} = RC \ln \left( \frac{V_{CC} - V_{R1}}{V_{CC} - V_{R2}} \cdot \frac{V_{R2} - V_{CC} + RI_1}{V_{R1} - V_{CC} + RI_1} \right).$$

Dijagrami napona  $V_{i1}$  i  $V_{i2}$  su prikazani na slici.



*Talasni oblici napona  $V_{i1}$  i  $V_{i2}$*