

Predmet: OSNOVI DIGITALNE ELEKTRONIKE

OCENA _____

Kolokvijum: 21.04.2012.

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. Ocenjuju se rad kandidata i razumevanje gradiva.
4. Traži se koncizan, jasan, čitak odgovor napisan u predviđenom prostoru (linija, boks, crtež).

OCENJIVANJE

R.Br.	1	2	3	Total
Max	6	12	12	30
Dobijeno				

1. a)[2] Neoznačeni binarni broj 11101110 predstaviti u Grejovom kodu (postupak!!).
- b)[2] Izvršiti množenje sledećih neoznačenih celih brojeva (prikazati i opisati postupak).
 1001×1101 , 1100×0011
- c)[1] Broj 638741_{10} predstaviti u heksadecimalnom i oktalanom brojnem sistemu. Konverziju vršiti direktno, prikazati svaki korak.
- d)[1] Izvršiti sledeće aritmetičke operacije i odrediti prenos u svim razredima u svakom navedenom slučaju:

$$789ACD25EF_{16}$$

$$-5F33345CD3_{16}$$

rezultat

$$6571123452_8$$

$$+6541277745_8$$

rezultat

Rešenje:

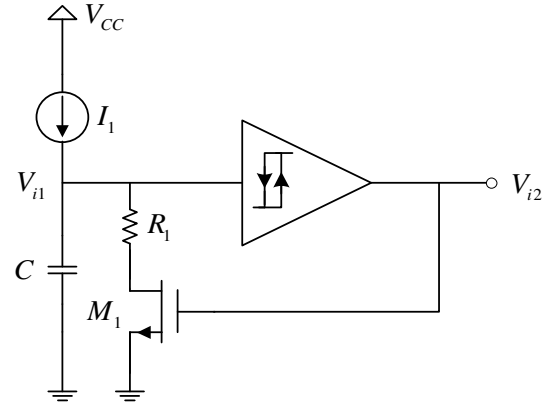
a) Konverzija neoznačenog binarnog broja 11001001 u Grejov kod se može izvršiti tako što će se operacija „ekskluzivno ili“ izvršiti bit po bit nad datim brojem i binarnim brojem dobijenim pomeranjem za jedno mesto udesno (pri čemu je bit najviše težine 0). Kao rezultat se dobija:

$$11001001_{BIN} \rightarrow 10011001_{GRAY}$$

b) $1001 \times 1101 = 01110101$, $1100 \times 0011 = 00100100$

	$789ACD25EF_{16}$	6571123452_8
c) $638741_{10} = 9BF15_{16}$, $638741_{10} = 2337425_8$	$-5F33345CD3_{16}$	$+6541277745_8$
d)	$196798C91C_{16}$	115332423417_8

2. [12] Na slici je prikazano kolo za generisanje povorke pravougaonih impulsa. Kolo se sastoji od otpornika R_1 , strujnog izvora koji daje konstantnu struju I_1 , kondenzatora C , NMOS tranzistora M_1 i neinvertujućeg šmitovog komparatora. Pragovi okidanja šmitovog komparatora su V_{R1} i V_{R2} ($V_{R1}, V_{R2} < V_{CC}$, $V_{R2} > V_{R1}$, $V_{R1}, V_{R2} > 0$), izlaz komparatora može biti $V_{i2} = V_{CC}$ ili $V_{i2} = 0V$. Napon praga provođenja NMOS tranzistora je $V_T < V_{CC}$. Otpornost NMOS tranzistora u provodnom režimu iznosi $R_{DS} = R$, dok je u neprovodnom $R_{DS} = \infty$.



- [3] Odrediti uslov koji treba da važi da bi kolo sa slike, moglo da radi kao oscilator.
- [6] Odrediti periodu povorke pravougaonih impulsa na izlazu komparatora (signal V_{i2}), kao i trajanje oba kvazistabilna stanja komparatora.
- [3] Nacrtati talasni oblik napona V_{i2} i V_{i1} .

Rešenje:

a) Napon kondenzatora $v_c = V_{i1}$, se kreće u intervalu $V_{R1} < v_c < V_{R2}$. Kada je $v_c < V_{R2}$ napon $V_{i2} = 0V$, tako da je NMOS tranzistor neprovodan i kondenzator se puni ka vrednosti $v_c = V_{CC}$. Kada napon kondenzatora dostigne $v_c = V_{R2}$, šmitovo kolo se trigeruje, $V_{i2} = V_{CC}$, NMOS tranzistor se uključuje i kondenzator se prazni ka vrednosti $v_c = I_1(R_1 + R)$, kada napon kondenzatora dostigne $v_c = V_{R1}$, NMOS postaje neprovodan i napon kondenzatora ponovo počinje da raste do narednog okidanja komparatora.

Da bi kolo moglo da osciluje treba da važi uslov $I_1(R_1 + R) < V_{R1}$, inače napon kondenzatora ne bi nikad dostigao donji prag okidanja šmitovog kola.

b)

Slučaj 1 (NMOS neprovodan)

U ovom režimu sva struja strujnog izvora teče kroz kondenzator koji se puni tom strujom. Napon na kondenzatoru je opisan izrazom.

$$v_c(t) = V_{R1} + \frac{I_1}{C}t, \text{ vreme } T_1 \text{ kada napon kondenzatora dostiže } v_c = V_{R2}, \text{ je dato kao}$$

$$v_c(T_1) = V_{R1} + \frac{I_1}{C}T_1 = V_{R2} \Rightarrow T_1 = \frac{C}{I_1}(V_{R2} - V_{R1}).$$

Slučaj 2 (NMOS provodan)

U ovom režimu se u kolo uključuje otpornik R_1 i NMOS kroz koje teče struja

$$i_{R1} = I_1 - i_C = I_1 - C \frac{dv_C}{dt}, \quad \text{kako je} \quad i_{R1}(R_1 + R) = v_C, \quad \text{važi}$$

$$I_1 - C \frac{dv_C}{dt} = \frac{v_C}{(R_1 + R)} \Rightarrow \frac{dv_C}{dt} + \frac{v_C}{C(R_1 + R)} = \frac{I_1}{C}.$$

Obzirom na oblik ove difirencijalne jednačine njeno rešenje je klasično

$v_C(t) = v_C(\infty) + (v_C(0) - v_C(\infty))e^{-\frac{t}{C(R_1 + R)}}$, $v_C(0) = V_{R2}$, $v_C(\infty) = I_1(R_1 + R)$ pa je izraz za napon na kondenzatoru

$$v_C(t) = I_1(R_1 + R) + (V_{R2} - I_1(R_1 + R))e^{-\frac{t}{C(R_1 + R)}}$$

vreme T_2 kada napon kondenzatora dostiže $v_C = V_{R1}$, je dato kao

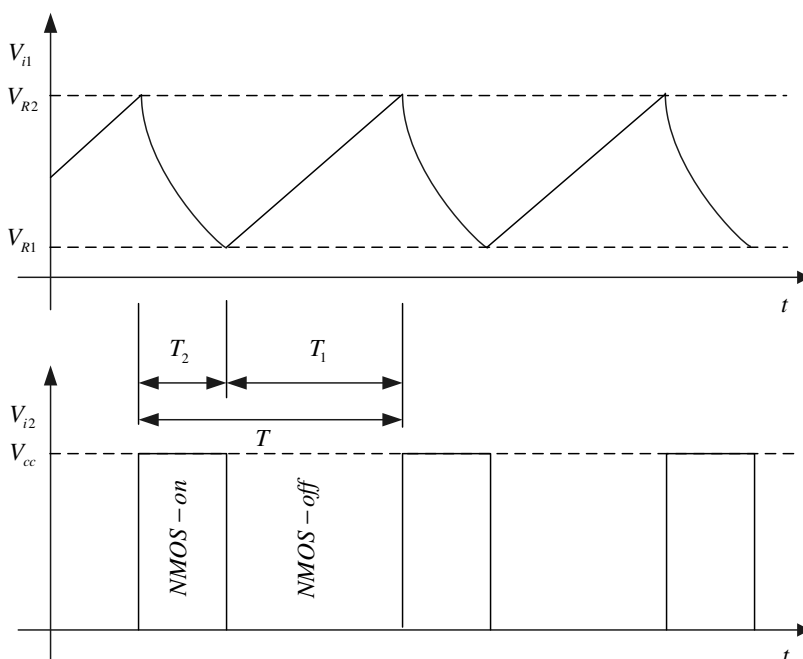
$$v_C(T_2) = I_1(R_1 + R) + (V_{R2} - I_1(R_1 + R))e^{-\frac{T_2}{C(R_1 + R)}}$$

$$T_2 = C(R_1 + R) \ln \left(\frac{V_{R2} - I_1(R_1 + R)}{V_{R1} - I_1(R_1 + R)} \right)$$

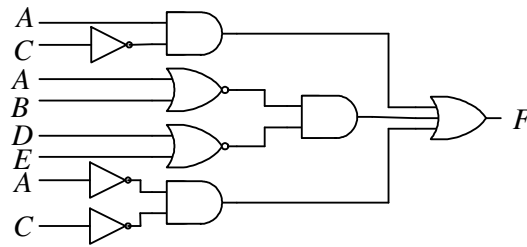
Perioda povorke pravougaonih impulsa je data kao

$$T = T_1 + T_2 \Rightarrow T = \frac{C}{I_1} (V_{R2} - V_{R1}) + C(R_1 + R) \ln \left(\frac{V_{R2} - I_1(R_1 + R)}{V_{R1} - I_1(R_1 + R)} \right)$$

Talasni oblici napona V_{i2} i V_{i1} su prikazani na slici.



3. a) [2] Odrediti prekidačku funkciju koju realizuje kombinaciona mreža na slici.
 b) [10] 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) Prekidačka funkcija koju realizuje kombinaciona mreža sa slike je:

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

Dobijena prekidačka funkcija se primenom pravila Bulove algebre može transformisati na sledeći način:

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

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

- 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.

Traženo statičko CMOS kolo je:

