# 1. DOMAĆA ZADAĆA

① Zaštita Hammingovim kodom uz neparni paritet !

0 1 0 0 | 1 1 0 0 | 1 0 0 1 | 1 1 1 0 | 0 0 0 0 | 0 0 1 | 1 1 1 0

$k = 28$ , $r = 6$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| C | C | P | C | P | P | P | C | P | P | P | P | P | P | P | C | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | P | C | P | P |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

② Redundancija zaštite 20 bitova Hammingovim kodom?

$R = \frac{r}{N}$ → broj c
→ bitova ukupno

$r = 5$
$N = 5 + 20 = 25$

$R = \frac{5}{25} = 0.2$

③ Redundancija zaštite 17 bitova paritetnim bitom?

$R = \frac{1}{n}$ $\quad n = 17$ $\quad R = \frac{1}{17} = 0.058$

④ Distanca kodiranja?

A = 0 1 0 0 | 1 1 1 0 | 0 1 0 0 | 1 1 0 0 | 0 0 0 1 | 0 0 1 0 | 1 1 1 0 | 0 1 1 0 | 0 0
B = 1 1 1 1 | 0 1 0 1 | 0 1 1 0 | 1 0 0 0 | 1 1 0 0 | 0 0 0 1 | 1 0 1 1 | 0 1 0 1 | 0 0

3 + 3 + 1 + 1 + 3 + 2 + 2 + 2 + 0 = 17

⇒ distanca je broj različitih bitova

⑤ Minimalna distanca kodiranja je 32. Koliko grešaka kod može ispraviti?

$T = \frac{d_{min} - 1}{2}$ $\quad d_{min} = 32$ $\quad T = \frac{32 - 1}{2} = 15$

⑥ HEX → DEK?

$5E_{(HEX)} = 94_{(DEK)}$

⑦ Algebarski zapis minterma 3 funkcije $f(A, B, C, D)$?

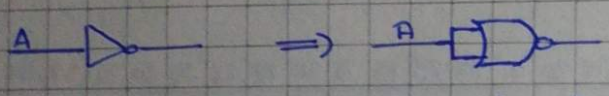
| A | B | C | D |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 1 |

$3 = \overline{A}\,\overline{B}\,C\,D \longrightarrow m(3) = \overline{A}\,\overline{B}\,C\,D$

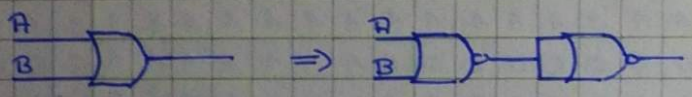
⑧. Prikaži samo pomoću NOR operatora!

(((A OR A) OR (A AND B)) AND B) = ?

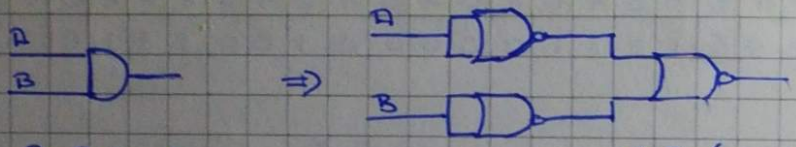
⇒ pravila zamjene:




NOT A NOR(A,A)

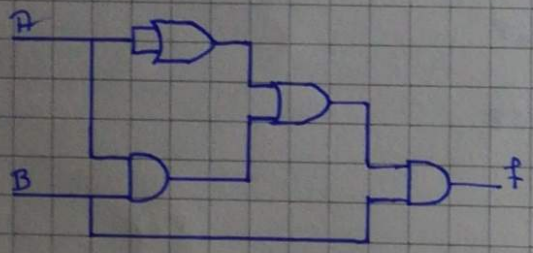



A OR B NOR ( NOR (A,B) , NOR (A,B))

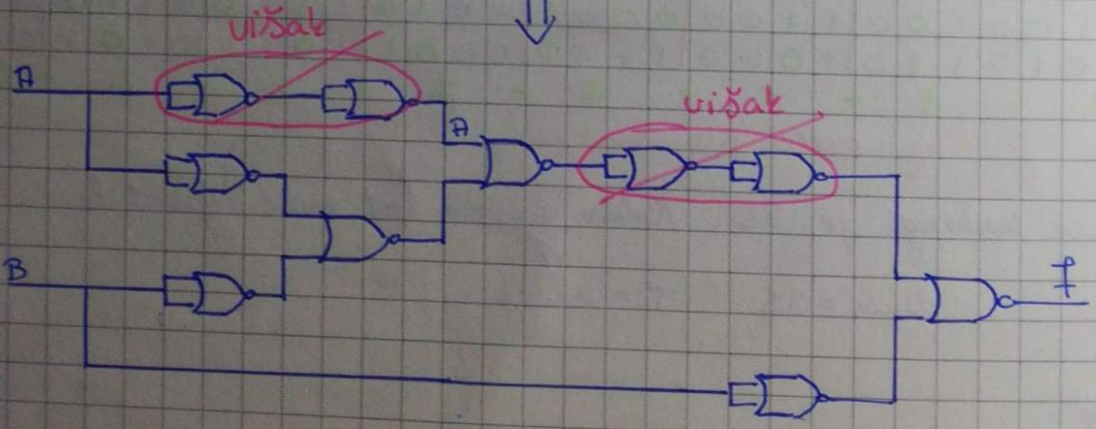



A AND B NOR ( NOR (A,A) , NOR (B,B))

⇒ Zadatak:




(((A OR A) OR (A AND B)) AND B)




NOR(NOR( NOR ( NOR(A,A) , NOR(B,B)) , A ) , NOR (B,B))

(9) $m(6,7,8,9,11,12,14)$ u algebarskom zapisu?

| AB \ CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 0 |

$f = \overline{A}BC + BC\overline{D} + A\overline{CD} + A\overline{B}D$

(10.) $1\,1\,2\,1\,2\,0\,1\,0_{(3)}$

3-komplement

| T | C |
|---|---|
| 0 | 2 |
| 1 | 1 |
| 2 | 0 |

komplement => 1 1 0 1 0 2 1 0

(11.)
$$\begin{array}{r} A\,2\,F\,1\,7\,A\,0\,2 \\ -\,9\,B\,0\,7\,3\,8\,9\,6 \\ \hline 0\,7\,E\,A\,4\,1\,2\,C \end{array} \quad (HEX)$$

(16) $\Sigma m(0,1,5,7) = f(A,B,C)$

Suma produkata!

| A \ BC | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

$\overline{A}\overline{B} + AC$

# 2. DOMAĆA ZADAĆA

① Zadana je funkcija $f(A,B,C,D) = m(1,3,4,6,9,10,14,15)$. Potrebno je minimizirati zadanu funkciju metodom Quine-McCluskey, te odrediti sve primarne implikante, bitne primarne implikante te minimalne zapise funkcija.

$f(A,B,C,D) = m(1,3,4,6,9,10,14,15)$

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | ① | 0 0 0 1 | (1) ✓ | |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | | 0 1 0 0 | (4) ✓ | |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 0 | | 0 0 1 1 | (3) ✓ | |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 | → ② | 0 1 1 0 | (6) ✓ | |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 | | 1 0 0 1 | (9) ✓ | |
| 10 | 1 | 0 | 1 | 0 | | 1 0 1 0 | (10) ✓ | |
| 14 | 1 | 1 | 1 | 0 | ③ | 1 1 1 0 | (14) ✓ | |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 | ④ | 1 1 1 1 | (15) ✓ | |

| | | |
|---|---|---|
| | 0 0 X 1 | (1,3) * |
| (1,2) | X 0 0 1 | (1,9) * |
| | 0 1 X 0 | (4,6) * |
| (2,3) | 1 X 1 0 | (10,14) ✓ |
| (3,4) | 1 1 1 X | (14,15) ✓ |

$\Rightarrow$ (2,3,4) | 1 X 1 X (10,14,15) *

primarni implikanti: (1,3), (1,9), (4,6), (10,14), (14,15), (10,14,15)

bitni primarni implikanti: (1,3), (1,9), (4,6), (10,14), (14,15)

| | 1 | 3 | 4 | 6 | 9 | 10 | 14 | 15 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1,3) | X | X | | | | | | |
| (1,9) | X | | | | X | | | |
| (4,6) | | | X | X | | | | |
| (10,14) | | | | | | X | X | |
| (14,15) | | | | | | | X | X |
| (10,14,15) | | | | | | X | X | X |

4 uzak

| AB \ CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 01 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 11 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 1 |

minimalni zapis: $\overline{A}BD + \overline{B}CD + \overline{A}B\overline{D} + AC\overline{D} + ABC$

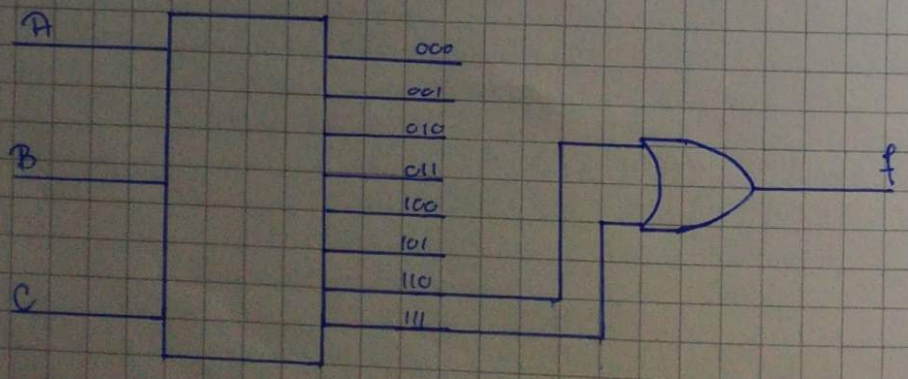
② Na raspolaganju je dekoder 3/8 prikazan slikom. Nađite odgovarajuću funkciju $f(A,B,C) = (((A \text{ AND } B) \text{ AND } A) \text{ AND } B)$, tako da se odrede izlazi dekodera koje treba spojiti na izlazni sklop ILI!

$f(A,B,C) = (((A \text{ AND } B) \text{ AND } A) \text{ AND } B)$

| A | B | C | A AND B | (A AND B) AND A | f |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| A | B | AB |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 |

$f(A,B,C) = \sum m(6,7)$



③ Multipleksorom 4/1 prikazanim slikom potrebno je ostvariti funkciju $f(A,B,C,D) = ((D \text{ AND NOT } C) \text{ AND } (D \text{ OR } (A \text{ AND } B)))$. Adresni ulazi u multiplekseru su A i B. Što treba spojiti na podatkovne ulaze?

A, B → adresni } ulazi
C, D → podatkovni

$f(A,B,C,D) = ((D\bar{C})(D + (AB)))$

| A | B | C | D | $D\bar{C}$ | AB | D+AB | f |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

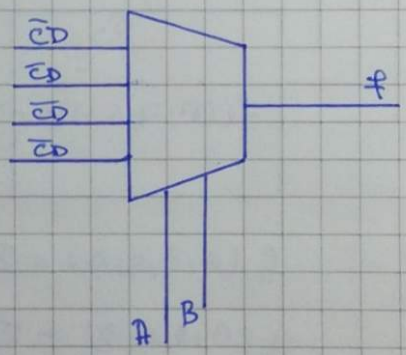
⟹

| A | B | C | D | f | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $\overline{AB}$ → $f_0 = \bar{C}D$ |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | $\bar{A}B$ → $f_1 = \bar{C}D$ |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | $A\bar{B}$ → $f_2 = \bar{C}D$ |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | AB → $f_3 = \bar{C}D$ |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | |

$f(A,B,C,D) = \Sigma m(1,5,9,13)$

| AB \ CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 01 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 0 |

$f(A,B,C,D) = \bar{C}D$




④ Neku funkciju f od 6 varijabli potrebno je realizirati pomoću multipleksora 8/1. Funkcija se realizira tako da se na adresne ulaze multipleksora dovedu varijable najvećih težina. Pri takvoj realizaciji na podatkovne ulaze multipleksora dovode se rezidualne funkcije. U općem slučaju, od koliko se varijabli sastoje te rezidualne funkcije?

f → 6 varijabli
Mux 8/1

$8 = 2^n$
$n = 3 \longrightarrow 6 - 3 = 3$ //

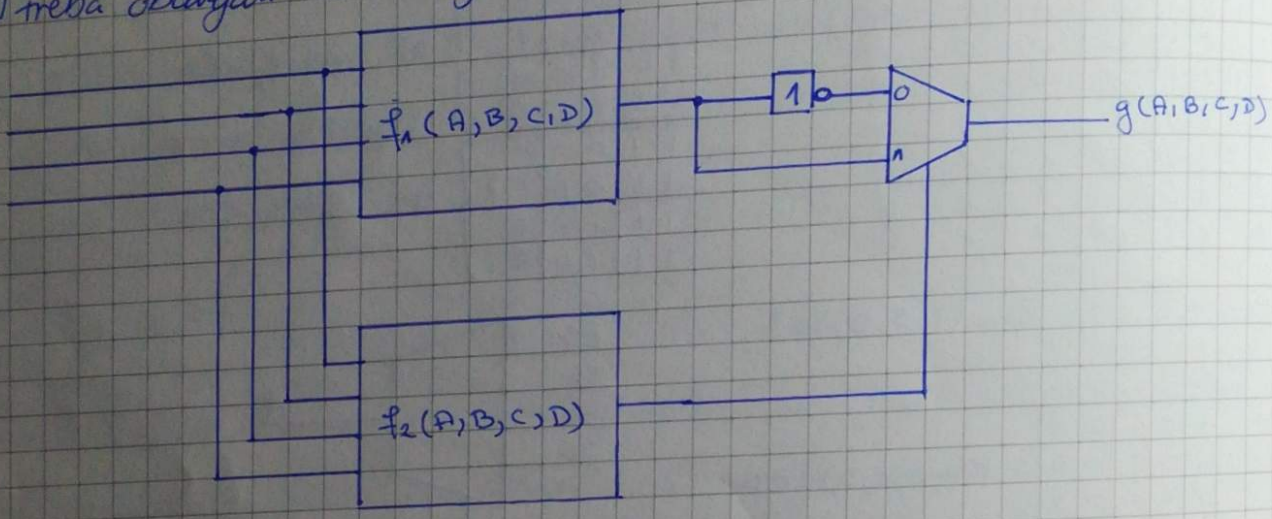
(5.) Kvartarne znamenke u digitalnom se sustavu kodiraju na sljedeći način: 0 = 00, 1 = 01, 2 = 11, 3 = 10. Označimo s (x,y) kod takve znamenke. Projektirajte digitalni sklop koji na ulazu prima varijable (x,y), a na izlazima (i1, i0) daje kodirani 3-komplement primljene znamenke.

| | x | y | i1 | i0 | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0. | 0 | 0 | 1 | 0 | 3. |
| 1. | 0 | 1 | 1 | 1 | 2. |
| 2. | 1 | 1 | 0 | 1 | 1. |
| 3. | 1 | 0 | 0 | 0 | 0. |

$i_1 = \overline{x}$

$i_0 = y$ //

(6.) Kombinacijski sklop $f_1$ obavlja funkciju $f_1(A,B,C,D) = \Sigma m(2,4,6,8,9,13,14)$. Čitav digitalni sklop na slici treba obavljati funkciju $g(A,B,C,D) = \Pi M(0,1,3,5,6,8,13,15)$. Koju funkciju onda treba obavljati kombinacijski sklop $f_2(A,B,C,D)$?




| A | B | C | D | $f_1$ | g | $f_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

$f_1(A,B,C,D) = \Sigma m(2,4,6,8,9,13,14)$

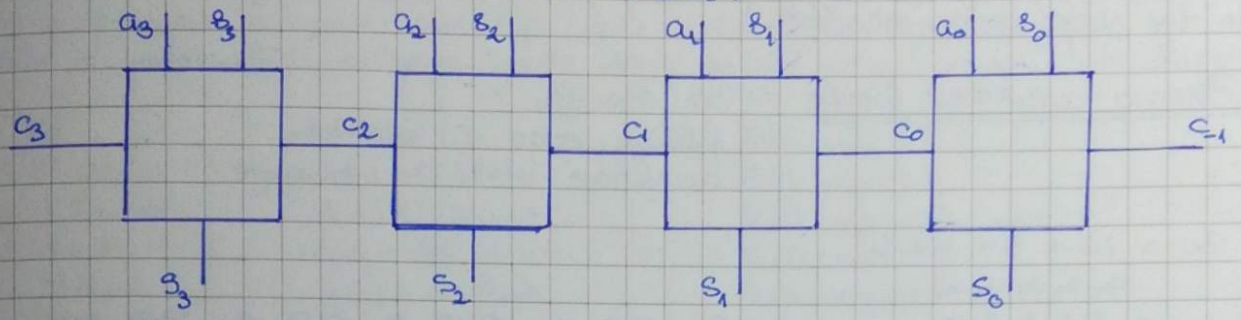
$g(A,B,C,D) = \Sigma m(2,4,7,9,10,11,12,14)$

| AB \ CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 01 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 0 |

$f_2(A,B,C,D) = \overline{AB} + \overline{AC} + ABC + \overline{BCD}$ //

# 3. DOMAĆA ZADAĆA

① Na slici je paralelno binarno zbrajalo. Ako svako potpuno zbrajalo kasni 10us, a u trenutku $t = 0us$ na $C_{-1}$ se dovede 0 te $a_3a_2a_1a_0 = 1110$, $s_3s_2s_1s_0 = 0000$, očitajte vrijednosti svih izlaza S i C u trenutku $t = 23us$.




$t_d = 10us$

$\Delta t = 23 - 0 = 23us$

$23 : 10 = 2$ (3) → 2 kruga zbrajanja

$\underline{t = 0} \Rightarrow C_{-1} = 0$

$\Rightarrow a_3a_2a_1a_0 = 1110$

$\Rightarrow s_3s_2s_1s_0 = 0000$

---

$\underline{t = 23us} \Rightarrow s_3s_2s_1s_0 = ?$

$\Rightarrow c_3c_2c_1c_0 = ?$

Tablica binarnog zbrajanja:

| $A_x$ | $B_x$ | $C_{x-1}$ | $S_x$ | $C_x$ |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

2 kruga zbrajanja:

- 1.) $a_0 + s_0 + C_{-1} = 0 + 0 + 0 = 0$ → $s_0 = 0$, $c_0 = 0$

  $a_1 + s_1 + c_0 = 1 + 0 + 0 = 1$ → $S_1 = 1$, $c_1 = 0$

  $a_2 + s_2 + c_1 = 1 + 0 + 0 = 1$ → $S_2 = 1$, $c_2 = 0$

  $a_3 + s_3 + c_2 = 1 + 0 + 0 = 1$ → $S_3 = 1$, $c_3 = 0$

- 2.) $a_0 + s_0 + C_{-1} = 0 + 0 + 0 = 0$ → $s_0 = 0$

  $a_1 + s_1 + c_0 = 1 + 0 + 0 = 1$ → $S_1 \dots S_3 = 1$

  $a_2 + s_2 + c_1 = 1 + 0 + 0 = 1$ → $c_0 \dots c_3 = 0$

  $c_3 + s_3 + c_2 = 1 + 0 + 0 = 1$

(2.) Za realizaciju binarnog asinkronog brojila koje broji u skraćenom ciklusu duljine 30 stanja na raspolaganju su padajućim bridom okidani T bistabili s asinkronim ulazom za brisanje koji djeluju kad im se dovede logička jedinica. Brojilo treba ostvariti minimalno potrebnim brojem bistabila, pri čemu stanje 0 treba pripadati ciklusu. Koju funkciju taj sklop treba ostvarivati?

⇒ Binarno asinkrono brojilo ⇒ 30 stanja
⇒ falling edge T bistabili
⇒ asinkroni ulaz za brisanje

$30 = 16 + 8 + 4 + 2$
$Q_4\ Q_3\ Q_2\ Q_1\ Q_0$
$= 1\ 1\ 1\ 1\ 0$ (BIN) → $Q_4$ AND $Q_3$ AND $Q_2$ AND $Q_1$ AND NOT $Q_0$ //

(3.) Za realizaciju binarnog asinkronog brojila koje broji u skraćenom ciklusu duljine 38 stanja na raspolaganju su padajućim bridom okidani T bistabil s asinkronim ulazom za brisanje koji su svi spojeni zajedno. Pri tome je utrošen minimalno potrebni broj bistabila. Stanje 0 je sastavni dio ciklusa. Koje stanje treba dekodirati da bi se realiziralo to brojilo?

⇒ Binarno asinkrono brojilo ⇒ 38 stanja
⇒ 0 uključena
⇒ ulaz za brisanje
} Treba dekodirati stanje 38 //

(4.) Zadana je funkcija $f(A,B,C,D) = m(0,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12)$. Koliko ta funkcija ima ukupno primarnih implikanata, a koliko minimalnih oblika?

$f(A,B,C,D) = m(0,2,4,5,6,7,8,9,10,11,12)$

| AB \ CD | 00 | 01 | 11 | 10 |
|---|---|---|---|---|
| 00 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 1 | 1 | 1 | 1 |

$f(A,B,C,D) = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}B + \overline{C}\overline{D} + \overline{B}\overline{D}$
ili
$f(A,B,C,D) = \overline{C}\overline{D} + \overline{A}\overline{B} + A\overline{B} + A\overline{D}$

② minimalna oblika
③ šest primarnih implikanata

(5.) Na raspolaganju je SR-bistabil izveden s 4 sklopa NI i ulazom za signal takta. Taj je bistabil pomoću 2 sklopa AND pretvoren u JK-bistabil. Ako sve ulaze ovog bistabila (J, K, CP) trajno spojimo na logičko 1, na izlazu ćemo primijetiti oscilacije. Ukoliko označimo s $T_S$ trajanje logičke 0, s $T_H$ trajanje logičke 1, a kašnjenje svakog logičkog sklopa iznosi 35 ns, odredite iznose vremena $T_H$ i $T_L$ u nanosekundama!

$T_L = t_d \cdot 2$ $\quad T_L = 35 \cdot 2 = 70$ ns //

$T_H = t_d \cdot 2$ $\quad T_H = 35 \cdot 4 = 140$ ns //

$t_d = 35$ ns

$T_L, T_H = ?$

# 4. DOMAĆA ZADAĆA

① Na raspolaganju su sklopovi podskupine $P_1$ i $P_2$ čiji su parametri zadani kako slijedi:

$P_1$: $I_{(ol)} = 17.66\,mA$, $I_{(il)} = 1.93\,mA$, $I_{(oh)} = 485.17\,\mu A$, $I_{(ih)} = 41.6\,\mu A$

$P_2$: $I_{(ol)} = 3.51\,mA$, $I_{(ie)} = 0.34\,mA$, $I_{(oh)} = 411.09\,\mu A$, $I_{(ih)} = 16.12\,\mu A$

Sklop iz jedne skupine pobuđuje više sklopova iz druge skupine

Koliko se maksimalno sklopova može spojiti na izlaz jednog sklopa u oba slučaja?

| $P_1$ | $P_2$ |
|---|---|
| $I_{(ol)} = 17.66\,mA$ | $I_{(ol)} = 9.51\,mA$ |
| $I_{(il)} = 1.93\,mA$ | $I_{(il)} = 0.34\,mA$ |
| $I_{(oh)} = 485.17\,\mu A$ | $I_{(oh)} = 411.09\,\mu A$ |
| $I_{(ih)} = 41.6\,\mu A$ | $I_{(ih)} = 16.12\,\mu A$ |

$P_1/P_2$ (Low) = ?

$P_1/P_2$ (High) = ?

$P_1/P_2$ (zajednički ulaz) = ?

$P_2/P_1$ (Low) = ?

$P_2/P_1$ (High) = ?

$P_2/P_1$ (zajednički ulaz) = ?

$$\frac{P_1}{P_2}(Low) = \frac{I_{ol_1}}{I_{il_2}} = \frac{17.66}{0.34} = 51$$

$$\frac{P_1}{P_2}(High) = \frac{I_{oh_1}}{I_{ih_2}} = \frac{485.17}{16.12} = 30$$

$$\frac{P_1}{P_2}(Z.U.) = \min(Low, High) = 30$$

$$\frac{P_2}{P_1}(Low) = \frac{I_{ol_2}}{I_{il_1}} = \frac{9.51}{1.93} = 4$$

$$\frac{P_2}{P_1}(High) = \frac{I_{oh_2}}{I_{ol_1}} = \frac{411.09}{41.6} = 9$$

$$\frac{P_2}{P_1}(Z.U.) = \min(Low, High) = 4.$$ //

② Prikaži funkcija $f(A,B,C) = ((C+(A(C+C))) \sim (B+(B+B)))$ u naponskoj logici ako je $-11V$ logička 0, a $6V$ logičko 1

$$f(A,B,C) = ((C+(A(C+C))) \cdot \overline{(B+(B+B))}$$
$$= (C+AC)\cdot\overline{(B+B)}$$
$$= C(A+1)\cdot\overline{B}$$
$$= C\cdot 1\cdot\overline{B}$$
$$= \overline{B}C$$ //

| A | B | C | f |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 |

NAPONSKA LOGIKA →

| A | B | C | f |
|---|---|---|---|
| -11 | -11 | -11 | -11 |
| -11 | -11 | 6 | 6 |
| -11 | 6 | -11 | -11 |
| -11 | 6 | 6 | -11 |
| 6 | -11 | -11 | -11 |
| 6 | -11 | 6 | 6 |
| 6 | 6 | -11 | -11 |
| 6 | 6 | 6 | -11 |

//

(3.) Digitalni sustav radi s naponom napajanja od 5V na frekvenciji 137MHz. Kako treba promijeniti napon ako se frekvencija želi povećati za 5% pri čemu dinamička disipacija snage treba ostati ista?

$U = 5V$
$f_1 = 137MHz$
$f_2 = f_1 + 5\%$
$C = konst.$

$U_2 = ?$

$P = fU^2C$
↳ konst. $\Rightarrow$ upr. $C = 1$
$P = fU^2$

$P_1 = 5^2 \cdot 1357$
$= 3425$

$f_2 = 1.05 \cdot f_1$
$= 143.85MHz$

$3425 = 143.85U^2$
$U^2 = 23.364$ /√
$U = 4.88V$ //

(4.) Zadana je permanentna memorija, očitaj njen sadržaj po lokacijama u hex. obliku!


memorija

Sve lokacije s tranzistorima zapisemo kao 0, ostale kao 1

| BIT→ / LOK.↓ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | HEX |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | B5 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 7A |
| 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4A |
| 4 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 62 |
| 5 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 60 |
| 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 27 |
| 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 27 |

//

(5.) Izlaz sklopa definiran je funkcijom $y <= (\bar{A}\bar{B}C) + (\bar{A}B\bar{C}) + (\bar{A}BC)$. Koju će vrijednost poprimiti izlaz ako se kao pobuda dovede $A = U$, $B = 1$, $C = 1$?

$A = U$ (undecided)
$B = 1$
$C = 1$

$\Rightarrow (U \cdot 1 \cdot 1) = U$
$(U + 0 + 0) = U$

$y <= (U \cdot 0 \cdot 0) + (U \cdot 1 \cdot 0) + (U \cdot 1 \cdot 1) = U$ //

(6.) Stroj s konačnim brojem stanja zadan je tablicom 1 te ima jedan 1-bitni ulaz i jedan 3-bitni izlaz. Za realizaciju stroja na raspolaganju su 3 D bistabila. Pri tome se svako stanje kodira prema tablici 2. Projektiraj sklop upravljan zadanim bistabilima!

tablica 1:

| TRENUTNO | U | SLJEDEĆE | IZLAZ |
|---|---|---|---|
| $S_5$ | 0 | $S_4$ | 0 |
| | 1 | $S_0$ | 0 |
| $S_0$ | 0 | $S_3$ | 5 |
| | 1 | $S_2$ | 7 |
| $S_6$ | 0 | $S_6$ | 2 |
| | 1 | $S_1$ | 7 |
| $S_2$ | 0 | $S_4$ | 1 |
| | 1 | $S_5$ | 0 |
| $S_4$ | 0 | $S_2$ | 2 |
| | 1 | $S_4$ | 3 |
| $S_7$ | 0 | $S_3$ | 2 |
| | 1 | $S_3$ | 1 |
| $S_1$ | 0 | $S_2$ | 3 |
| | 1 | $S_3$ | 6 |
| $S_3$ | 0 | $S_2$ | 1 |
| | 1 | $S_5$ | 1 |

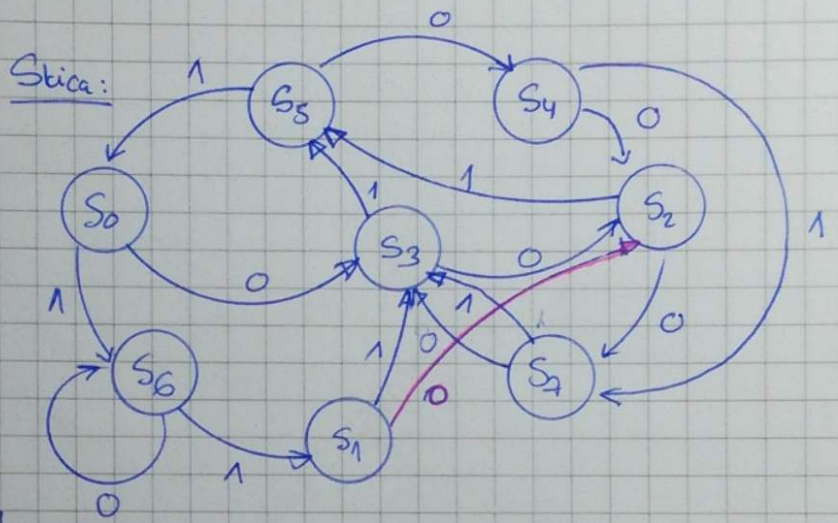
tablica 2:

| STANJE | KOD STANJA $Q_2\ Q_1\ Q_0$ |
|---|---|
| $S_0$ | 0 0 1 |
| $S_1$ | 1 1 0 |
| $S_2$ | 0 1 1 |
| $S_3$ | 1 1 1 |
| $S_4$ | 1 0 0 |
| $S_5$ | 0 0 0 |
| $S_6$ | 0 1 0 |
| $S_7$ | 1 0 1 |

Tablica za D bistabil:

| $Q_n$ | $Q_{n+1}$ | D |
|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 |

Slika:




| STANJE | TRENUTNO $Q_2\ Q_1\ Q_0$ | U | SLJEDEĆE $Q_2'\ Q_1'\ Q_0'$ | IZLAZ $O_2\ O_1\ O_0$ | DISTABIL $D_2\ D_1\ D_0$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $S_5$ | 0 0 0 | 0 | 1 0 0 | 0 0 0 | 1 0 0 |
| | 0 0 0 | 1 | 0 0 1 | 0 0 0 | 0 0 1 |
| $S_0$ | 0 0 1 | 0 | 1 1 1 | 1 0 1 | 1 1 1 |
| | 0 0 1 | 1 | 0 1 1 | 1 1 1 | 0 1 1 |
| $S_6$ | 0 1 0 | 0 | 0 1 0 | 0 1 0 | 0 1 0 |
| | 0 1 0 | 1 | 1 1 0 | 1 1 1 | 1 1 0 |
| $S_2$ | 0 1 1 | 0 | 1 0 1 | 0 0 1 | 1 0 1 |
| | 0 1 1 | 1 | 0 0 0 | 0 0 0 | 0 0 0 |
| $S_4$ | 1 0 0 | 0 | 0 1 1 | 0 1 0 | 0 1 1 |
| | 1 0 0 | 1 | 1 0 1 | 0 1 1 | 1 0 1 |
| $S_7$ | 1 0 1 | 0 | 1 1 1 | 0 1 0 | 1 1 1 |
| | 1 0 1 | 1 | 1 1 1 | 0 0 1 | 1 1 1 |
| $S_1$ | 1 1 0 | 0 | 0 1 1 | 0 1 1 | 0 1 1 |
| | 1 1 0 | 1 | 1 1 1 | 1 1 0 | 1 1 1 |
| $S_3$ | 1 1 1 | 0 | 0 1 1 | 0 0 1 | 0 1 1 |
| | 1 1 1 | 1 | 0 0 0 | 0 0 1 | 0 0 0 |

* minimizacija K-tablicama *

$$O_2 = \overline{Q_2 Q_1 Q_0} + Q \overline{Q_0} u$$

$$O_1 = Q_1 \overline{Q_0} + Q_2 \overline{Q_0} + Q_2 \overline{Q_1} \overline{u} + \overline{Q_2} Q_1 Q_0 u$$

$$O_0 = \overline{Q_2 Q_1 Q_0} + \overline{Q_2} Q_0 \overline{u} + Q_2 \overline{Q_1} u + Q_2 Q_0 u + Q_2 Q_1 \overline{u} + \overline{Q_2} Q_1 \overline{Q_0} u$$

$$D_2 = \overline{Q_2 Q_1 u} + \overline{Q_2} Q_0 \overline{u} + \overline{Q_1} Q_0 \overline{u} + Q_1 \overline{Q_0} u + Q_2 \overline{Q_1} u$$

$$D_1 = \overline{Q_1} Q_0 + Q_1 \overline{Q_0} + Q_2 \overline{u}$$

$$D_0 = \overline{Q_1} u + Q_0 \overline{u} + Q_2 \overline{Q_0}$$