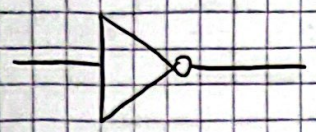
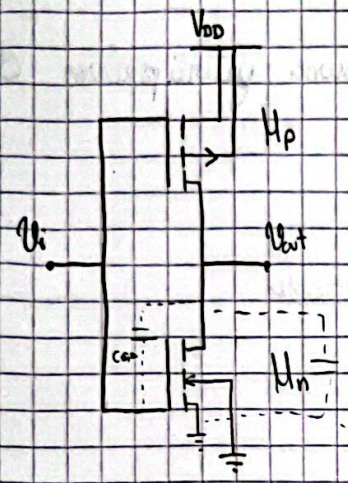
18.12.2023.

CMOS инвертор

CMOS - комп. управљачки
2 комп транзистора

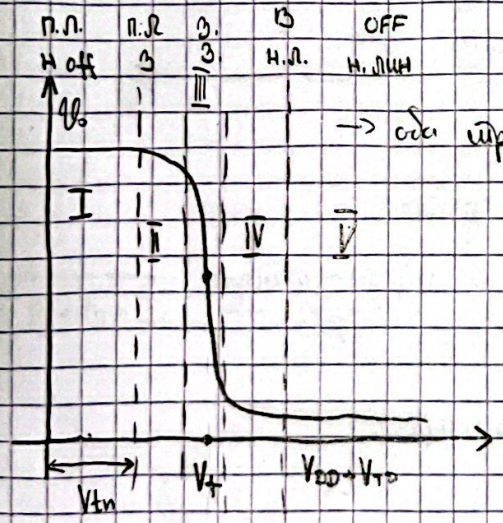


→ симбол инвертора



→ шаблонски задаци
- тачки су V_{tn} - укључен M_p
- betu су V_{tn} - укључен M_n

→ паразитне капацитивности

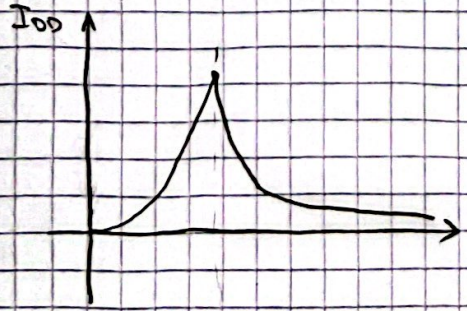


→ обе пр. раде у засићењу

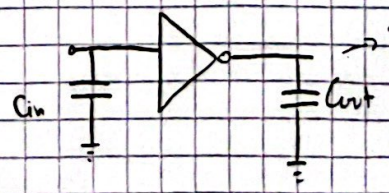
V_t - најнижи напон је напон у забрањеној зони

$$V_T = \frac{V_{DD}}{2}$$

I_{DD} - потрошња струје



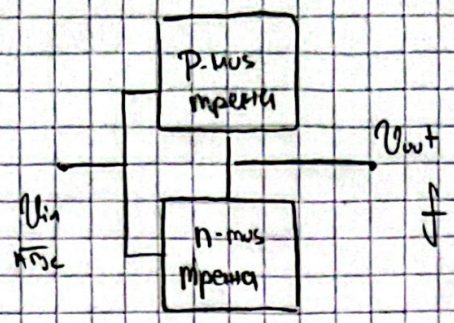
- Транзистори који се користе су једнаких критер.



→ решење за паразит. капац.

Scanned with CamScanner

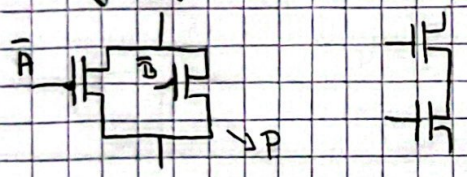
$f = \overline{ABC}$



① Реал. пол. ф-је структурисане НИ и НИЛИ пол. кола употребом CMOS тех.
(<=> синтеза)

Правила:

- Кола се састоје од n-mos и p-mos str. трени
- трене су удружене, тј. серијској вези



- тачка споја трена је излаз кола
- бр. str. у свакој трени једнак је броју улаза
- сваком улазу придружује се један par транзистора.

Зад:

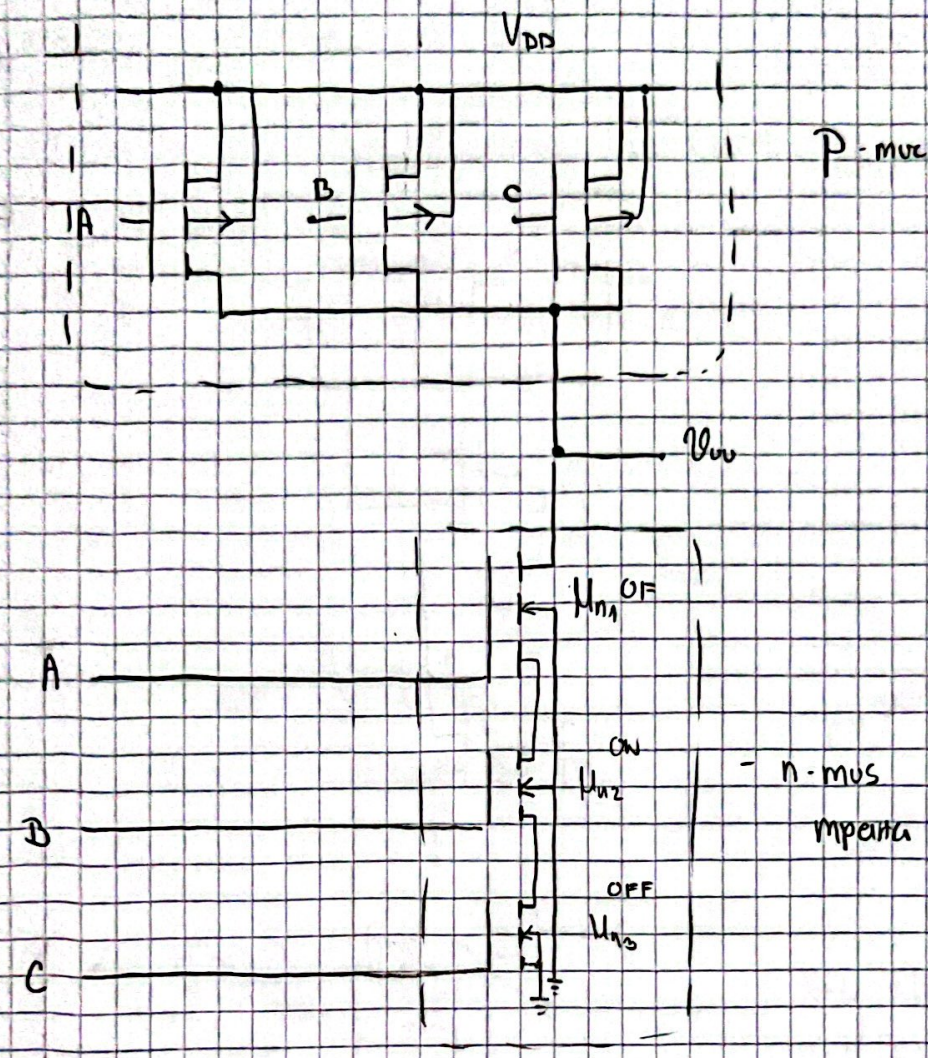
- транзисторска шема су n и p трене

$y = \overline{ABC}$ $\qquad$ $y = ABCD \rightarrow y = \overline{ABCD} =$

$f_n = ABC$ (сва шема је исту шема.)

$f_p = A+B+C$ (паре и дуле или)

И- серијска веза, 3 str. серијски:

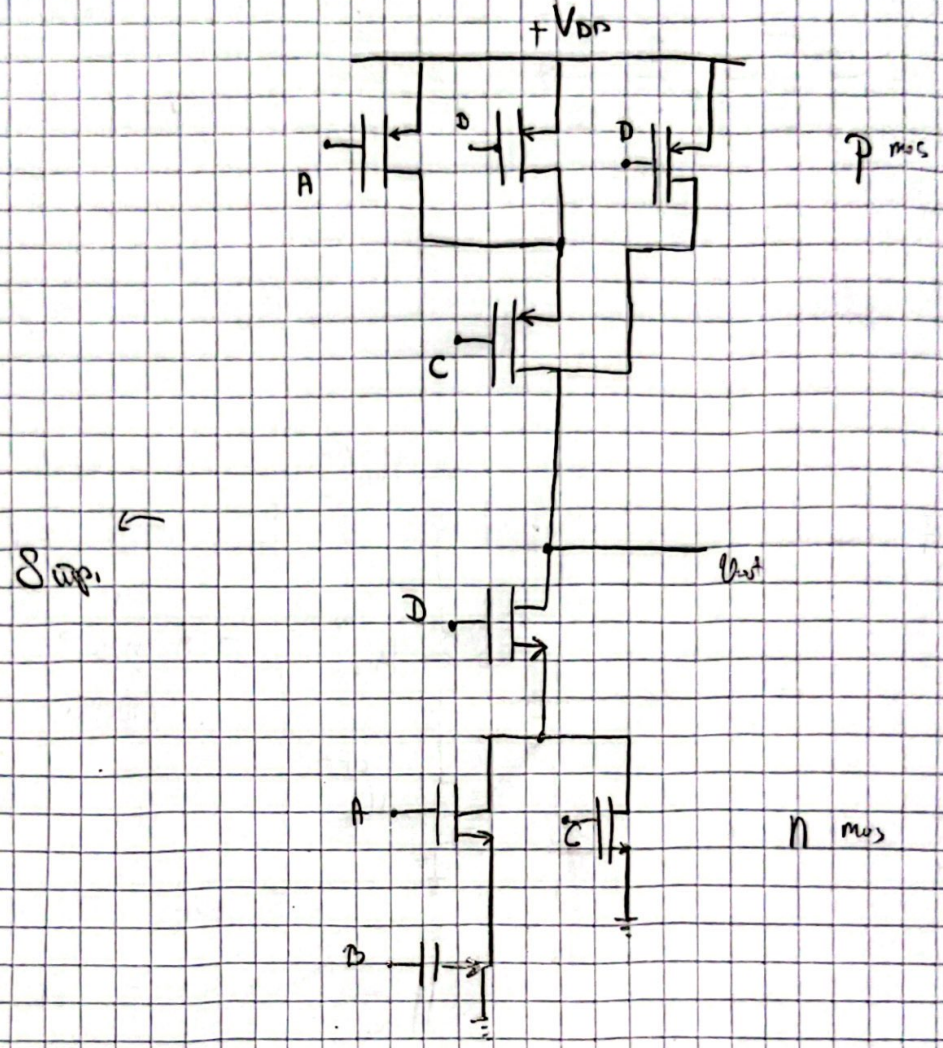


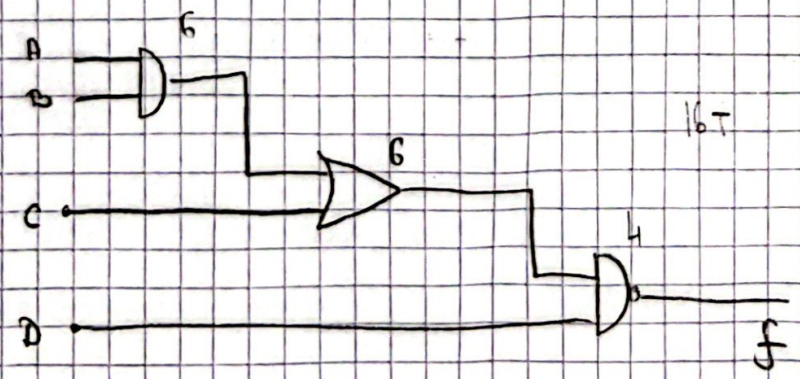
$y = \overline{A + B + C}$ ← zagatha

② $f = \overline{(A \cdot B + C) \cdot D}$

$f_n = (A \cdot B + C) \cdot D$

$f_p = (A + B)C + D$



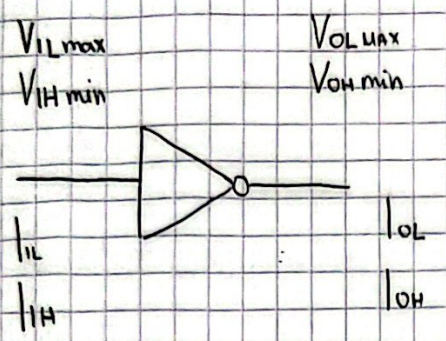


Scanned with CamScanner

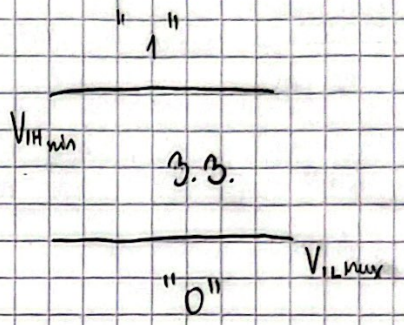
- Колко токове ограничени за влаз и изход.

74HC00 data sheet

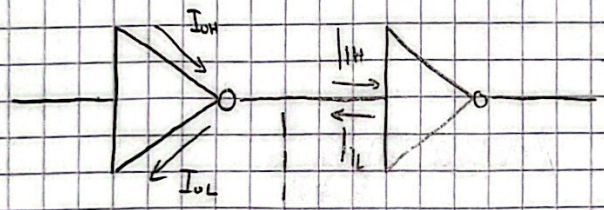
- Да ли се TTL може стрелнути на CMOS



V_{ILmax} - max бр. ул. напрежение да се интерпретира като нула



але бројі постоје за TTL

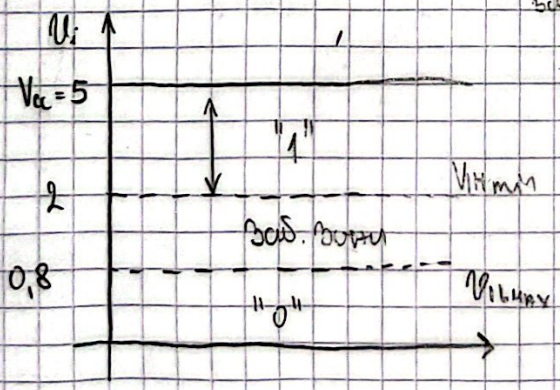


--- и тип. напон, земји су изн. сигнали

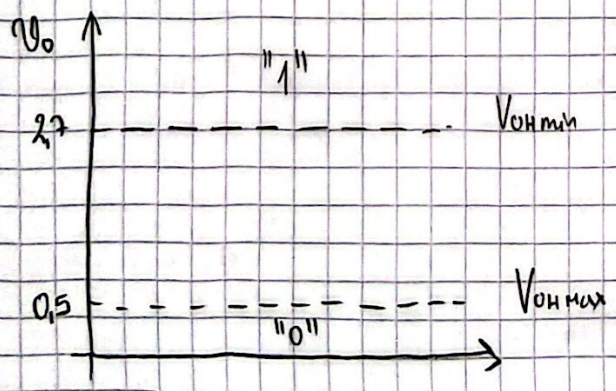
$NM_H = V_{OHmin} - V_{IHmin}$

$NM_L = V_{ILmax} - V_{OLmax}$

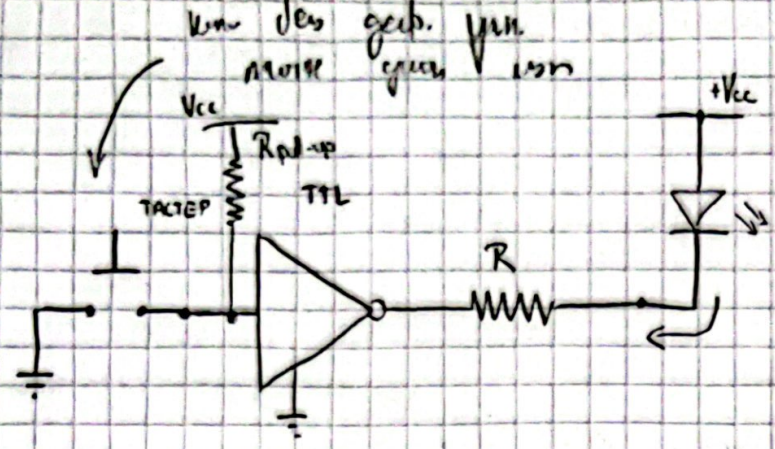
$NM_G = \min\{NM_H, NM_L\}$



data sheet подаци



Scanned with CamScanner



$$N_H = \frac{I_{OH}}{I_{IH}} = \frac{400\,\mu A}{40\,\mu A} = 10$$

$$N_L = \frac{I_{OL}}{I_{IL}} = \frac{16\,mA}{1{,}6\,mA} = 10 \qquad N = \min\{N_H, N_L\} = 10$$

$$P_D = V_{cc} \cdot I_{R_{pullup}} = I^2 R = \frac{V_{cc}^2}{R_{pull\text{-}up}}$$

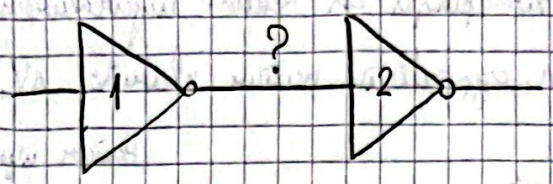
$$R_{pullup} < \frac{V_{cc} - V_{IH\,min}}{I_{IH\,max}}$$

// Силна пулджера

$$R_{pull\text{-}down} < \frac{V_{IL\,max}}{I_{IL\,max}}$$

Scanned with CamScanner

③



$V_{OH\,min}(1) > V_{IH\,min}(2)$ $\qquad$ $I_{OH\,max}(1) > I_{IH\,max}(2)$

$V_{OL\,max}(1) < V_{IL\,max}(2)$ $\qquad$ $I_{OL\,max}(1) > I_{IL\,max}(2)$

- Último uslov nije zadovoljen -> pomeramo otpornik

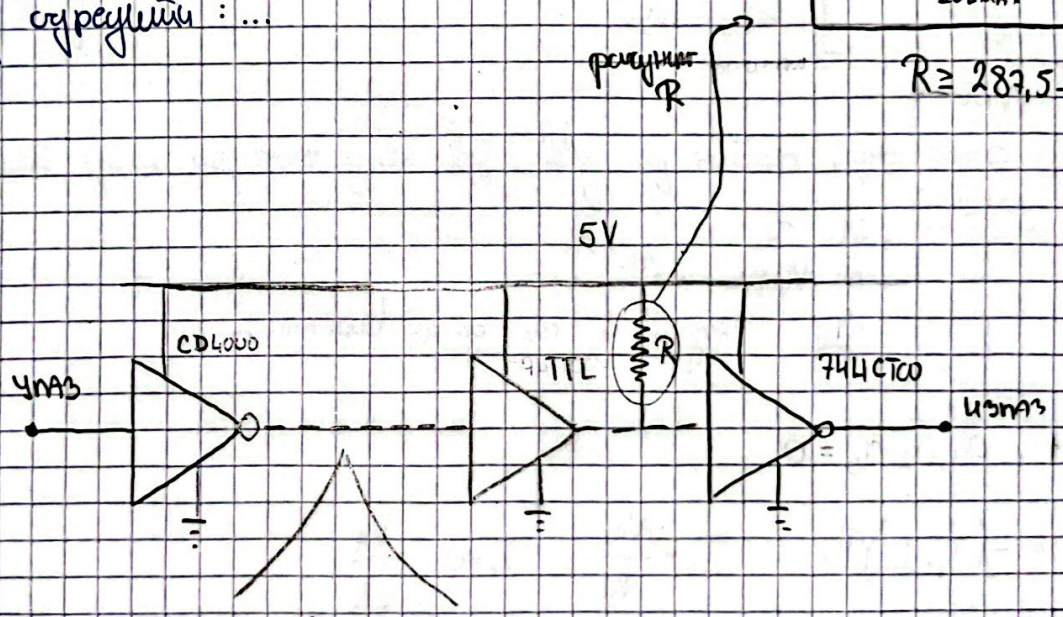
$$\boxed{R \geq \frac{V_{CC} - V_{OL\,max}}{I_{OL\,max}}}$$

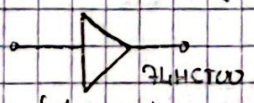
За шему одредити : ...

рачунат R

$R \geq 287{,}5\,\Omega$

74HCT00





бафер или дисјунктор

CD4000 - TTL

✓✓✓

$I_{OL\,max}(440\,\mu A) \overset{?}{>} I_{IL\,max}(1{,}6\,mA)$ ← није зад

(БАФЕР)

TTL - 74HCT00

$V_{OH\,min}(2{,}4V) \overset{?}{>} V_{IN\,min}(3{,}5)$

✓✓✓

отпорник

CD4000 - 74HCT00 ?

✓✓✓

74HCT00 - TTL

✓

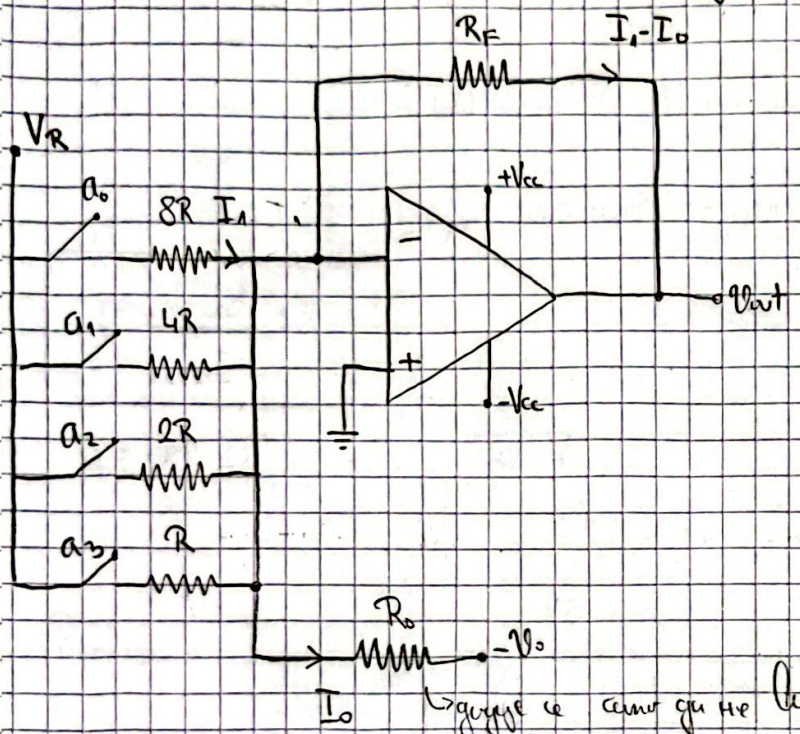
- да није било све, дајемо се бафер.

25.12.'23

① Пројектовати шему да конвертира са ~~неки~~ сифр. појачавачем, BCDXSB
Извести израз за излазни напон, одредити напон корака ΔV, V_{FS}

напон пуне скале

- Најчешће задаци са пројектовањем
- тренутно само девет улаза без претпојачала, друге је са претпојачалима



↳ дугује се само да не буде отворено

0000
0001
0010
0011 ← кренемо од овога па је нула

$a_0 = 1$, $a_1, a_2, a_3 = 0$

$$V_{out} = -(I_1 - I_0)R_F \qquad I_0 = \frac{V_0}{R_0} \qquad I_1 = a_0 \cdot \frac{V_R}{8R}$$

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} \cdot V_0 - a_0 \frac{V_R}{8R} R_F$$ ↘ ако овај заокружимо нула ће бити битан члан

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - a_0 V_R \frac{R_F}{8R} - a_1 V_R \frac{R_F}{4R} - a_2 V_R \frac{R_F}{2R} - a_3 V_R \frac{R_F}{R}$$

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - \frac{R_F}{R}\left(\frac{a_0}{8} + \frac{a_1}{4} + \frac{a_2}{2} + \frac{a_3}{1}\right)$$

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - V_R \frac{R_F}{8R}\left(a_0 + 2a_1 + 4a_2 + 8a_3\right) =$$

$$= \frac{R_F}{R_0} \cdot V_0 - V_R \cdot \frac{R_F}{8R} \sum^{3} a_i 2^i$$

Scanned with CamScanner

lucem, DCDXSB

ΔV, V_{APS}

м пуне скале

ницдачита

0

1

0

1 ← кренте су излаза чи је нула

бит

a_3	a_2	a_1	a_0
0	0	1	1

$V_{out} = 0$

$$0 = \frac{R_F}{R_0} V_0 - V_R \frac{R_F}{8R} - V_R \frac{R_F}{4R}$$

$$V_{out} = \frac{3}{8} V_R \frac{R_F}{R} - V_R \frac{R_F}{8R} \sum_{i=0}^{3} a_i 2^i$$

$$V_{out} = V_R \cdot \frac{R_F}{8R} \left(3 - \sum_{i=0}^{3} a_i 2^i\right) = -V_R \frac{R_F}{8R} \left(\sum_{i=0}^{3} a_i 2^i - 3\right)$$

$$\Delta V = V_R \frac{R_F}{4R} \qquad a_0 = a_1 = a_2 = a_3 = 1$$

$$V_{APS} = V_R \frac{R_F}{8R} (3 - 1 - 2 - 4 - 8)$$

$$V_{APS} = -\frac{3}{2} V_R \frac{R_F}{R}$$

$$\frac{\Delta V}{V_{APS}} \quad (a_0 = 1)$$

најм. промјена, прелаз најм. бит. са нула на 1.

такви напон на излазу кола када запуштамо V_{max}. бр.

-Бр. произвољних улаза не може дати бр. већу од напона пуне скале. ЦД. max напона

A_0 ○ ← увијек дат.

A_1 ○

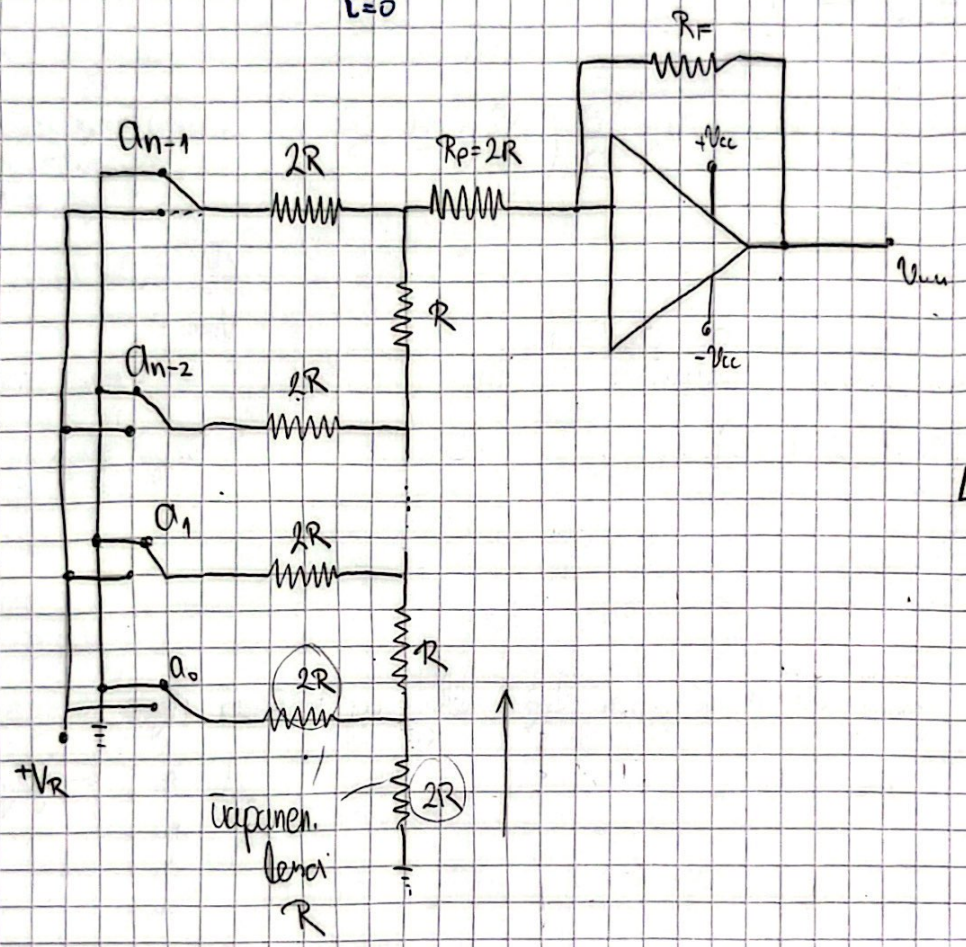
A_2 ○

A_3 ○

Scanned with CamScanner

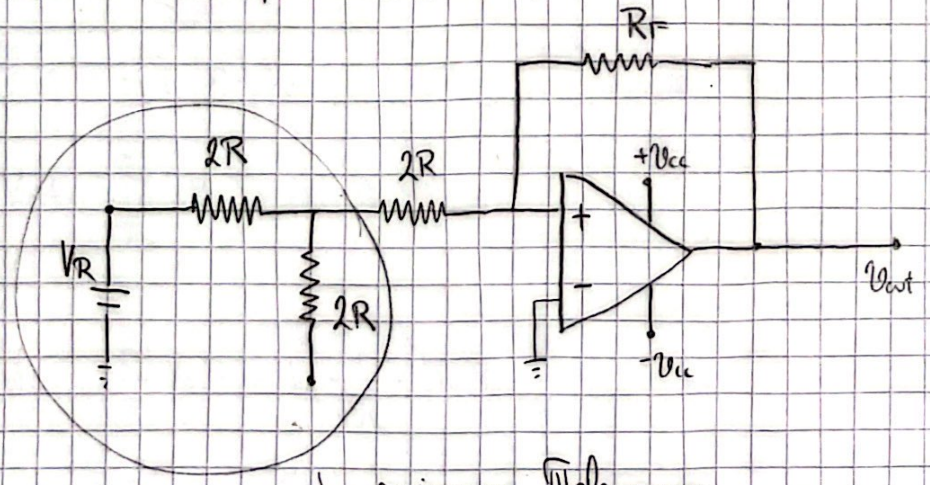
② На сл. је приказана шема D/A конвертора са бесконачним прекидом. Извести израз за излазну нап. конвертора у облику

~~$v_o = A \cdot$~~ $v_o = -\Delta V \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$. Одредити напон корака.



$$\Delta V = \frac{V_R}{2^n}$$

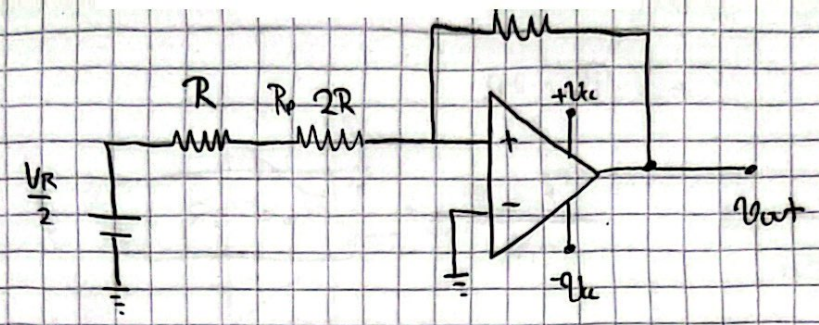
За $a_{n-1} = 1$, $a_{n-2}, \dots, a_1, a_0 = 0$



↳ тј. еквивалентни Тевенеен

$R_T = R$

$V_{out} = -\frac{R_2}{R} u_{in}$

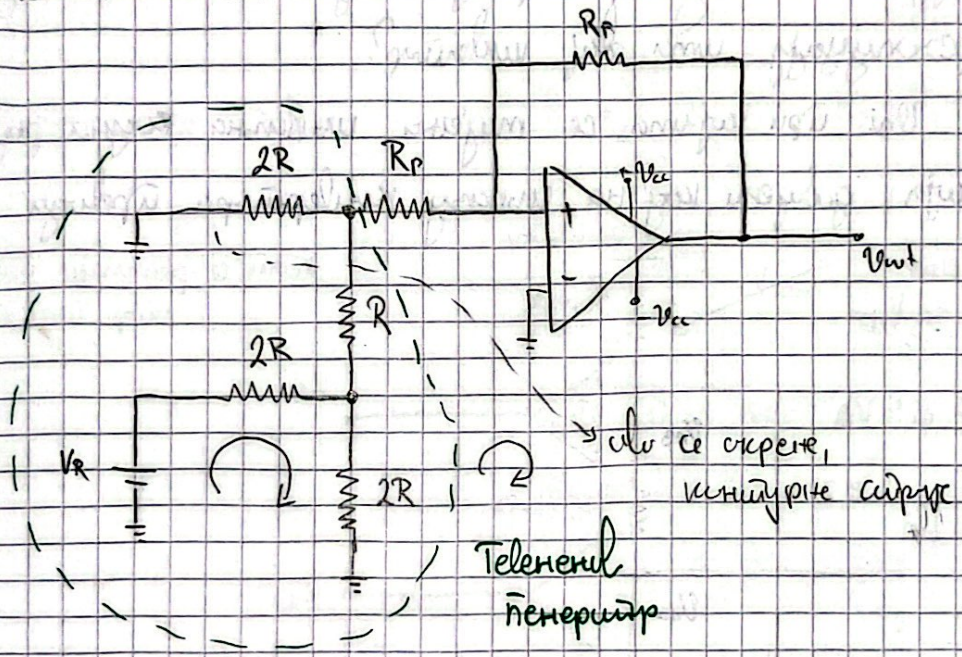


$$\boxed{V_{out} = -\frac{R_F}{R+R_p} \cdot \frac{V_R}{2} \cdot a_{n-1}}$$

V улазни

Сада питамо a_{n-2}, остале гасимо:

$a_{n-2} = 1, \quad a_{n-1} = a_{n-3} = a_{n-4} = \dots = a_0 = 0$



ако се скрене, кратуриће струју

$E_T = \frac{V_R}{4}$

$R_T = R$

$\Delta V > 0$

Vулазно

$$\boxed{V_{out} = \frac{-R_F}{R+R_p} \cdot \frac{V_R}{4} \cdot a_{n-2}}$$

// Из израза за V_{out} можемо видети излаз и $V_{улаз}$

На основу добијених V_{out} можемо закључити:

$$V_{out} = \left(-\frac{R_F}{R+R_p} \cdot \frac{V_R}{2^n}\right) \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i = -\Delta V \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$$

Квантни - укључивање прек. са најт. бр.

Scanned with CamScanner

$$\frac{R_F}{R+R_p}\cdot\frac{V_R}{2^n}=\frac{V_R}{2^n} \qquad R_p=2R$$

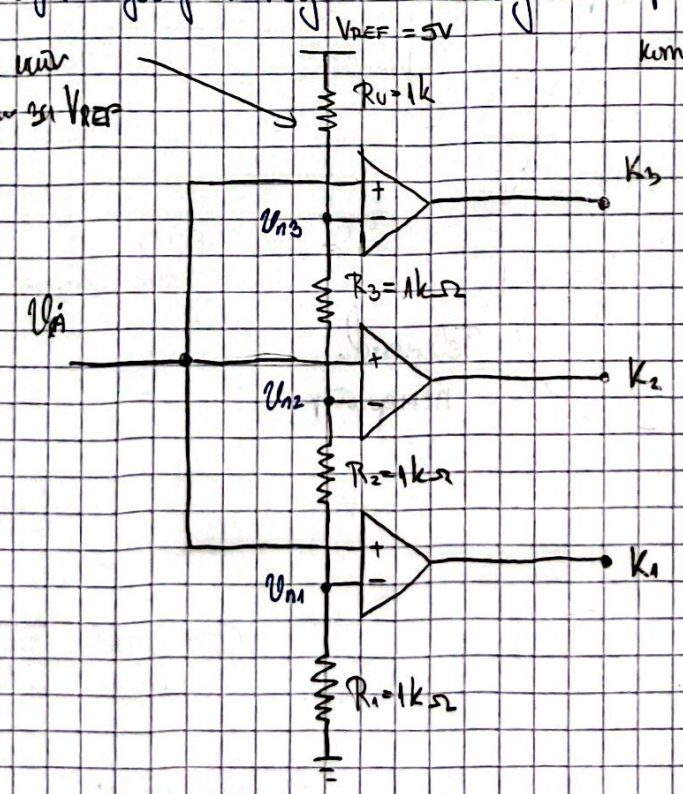
$$\Rightarrow \frac{R_F}{R+R_p}=1 \qquad \frac{R_F}{3R}=1 \qquad \boxed{R_F=3R}$$

A/D конвертор

- један улазни напон, низ изл.

(3.) За A/D конвертор са паралел. компаратора одредити кодне ријечи које се добијају на излазу при праћењу улазног напона од 0 до U_{REF}. Колику резолуцију има овај конвертор?

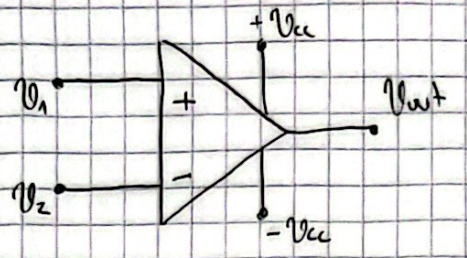
Одредити напоне U_{ri} при којима се мијења излазна кодна ријеч. Реализовати мрежу која добијени код на излазу конвертора преводи у бинарни.



Излази се рестаурирају помоћу сијер. мреже.

$V_1 > V_2 \Rightarrow V_{out} = +V_{cc}$

$V_1 < V_2 \Rightarrow V_{out} = -V_{cc}$



$\rightarrow$ типична је $-V_{cc}$

$V_{iA} < V_{n1} \Rightarrow K = K_3K_2K_1 = 000$

$V_{n1} \leq V_{iA} < V_{n2} \Rightarrow K = K_3K_2K_1 = 001$

$V_{n2} \leq V_{iA} < V_{n3} \Rightarrow K = 011$

$V_{n3} \leq V_{iA} < V_{REF} \Rightarrow K = 111$

m - број компаратора

Рачунамо напоне прага:

$$R_n = \sum_{j=1}^{m+1} R_j = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 4k\Omega$$

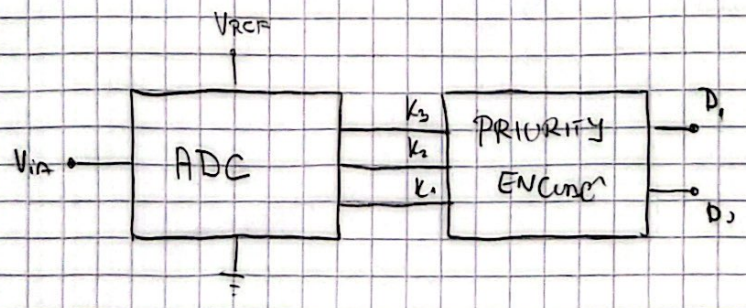
$$V_{ni} = \frac{\sum_{j=1}^{i} R_j}{R_n} \cdot V_{REF}$$

$V_{n1} = 0{,}25\ V_{REF} = \Delta V = 1{,}25 \rightarrow$ овај напон у току сваког дела мр

$V_{n2} = 0{,}5\ V_{REF} = 2{,}5$

$V_{n3} = 0{,}75\ V_{REF} = 3{,}75$

Треба да пређу у бинарни код:



N	K_3	K_2	K_1	D_1	D_0
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
3	0	1	1	1	0
7	1	1	1	1	1

$m + 1 = 4 = 2^2$ 2-битна резолуција

Scanned with CamScanner

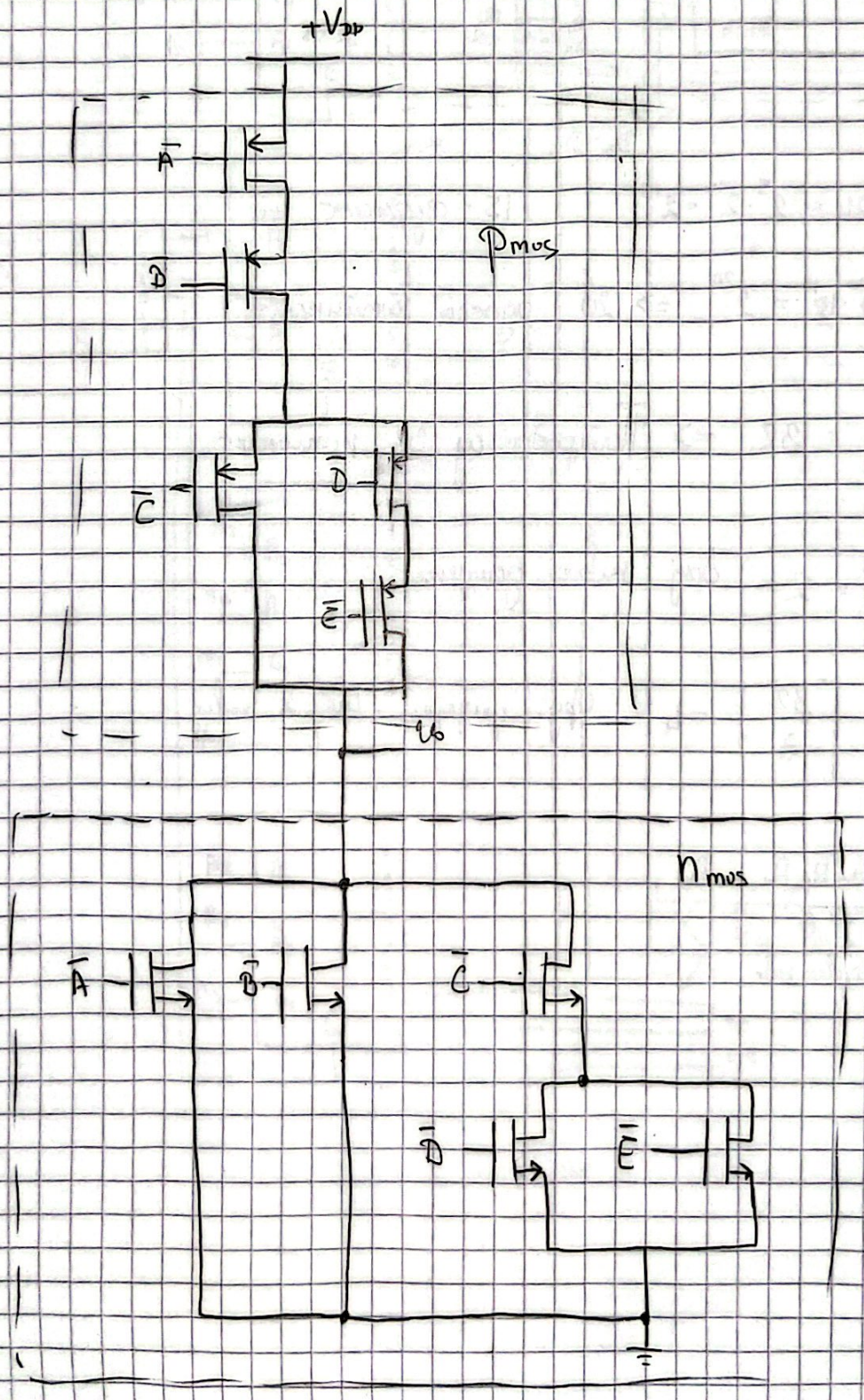
K2 - 2025

Извршити синтезу потичне функције:

$f = AB(C + DE)$ $\qquad \overline{\overline{AB(C+DE)}}$

$f_n = \overline{AB(C+DE)} = \bar{A} + \bar{B} + (\bar{C}(\bar{D} + \bar{E}))$

$f_p = \bar{A}\bar{B}(\bar{C} + \bar{D}\bar{E})$

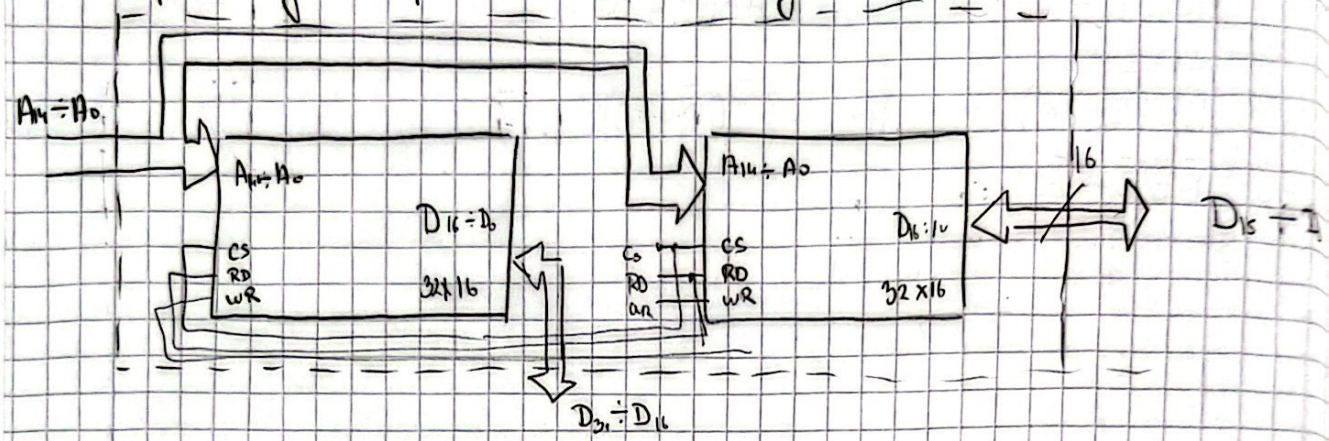


Scanned with CamScanner

Меморија: 1024k x 32, 32k x 16, DEK 3/8

n = 3 DEN $n/2^n$

Потребно да направите 32k x 32 од 32k x 16



$32k \times 16 = 32 \cdot 1024 = 2^5 \cdot 2^{10} = 2^{15}$ 15 - адресни пин

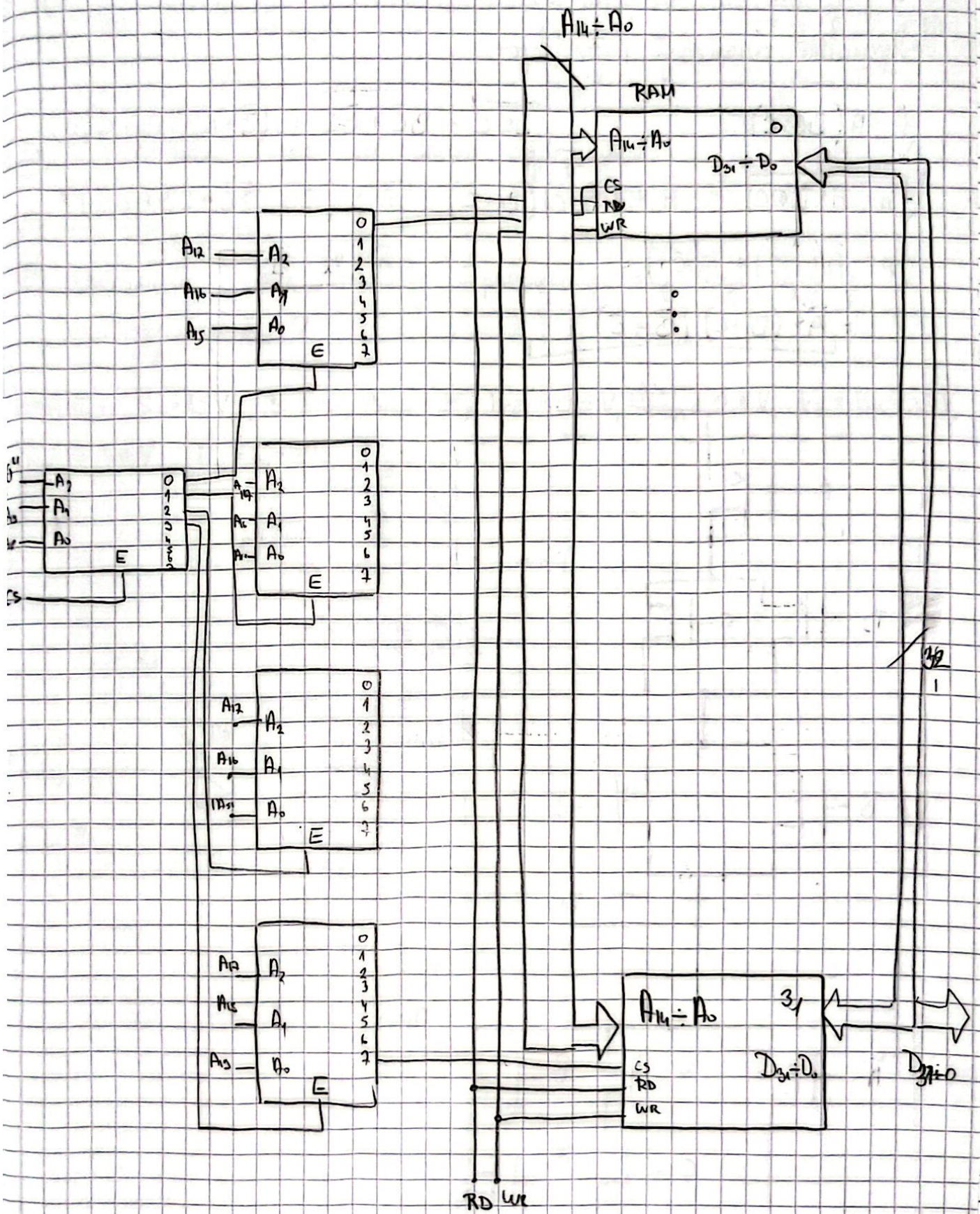
$1024k \times 32 = 2^{10} \cdot 2^{10} = 2^{20}$ => 20 адреса потребни

$N = \frac{1024k \times 32}{32k \times 32} = 32$ => Потребно су 32 меморијски

$K = \left\lceil \frac{20-15}{n} \right\rceil = 2$ - број нивоа декодера

$M = \left\lceil \frac{N}{2^n} \right\rceil = \left\lceil \frac{32}{8} \right\rceil = 4$ - бр. декодера на 2. ниво

$\underbrace{A_{19} A_{18}}_{\text{друго ниво}} \underbrace{A_{17} A_{16} A_{15}}_{\text{прво ниво}} \underbrace{A_{14} \ldots A_0}$



Scanned with CamScanner

Примерна за К2 - 2023

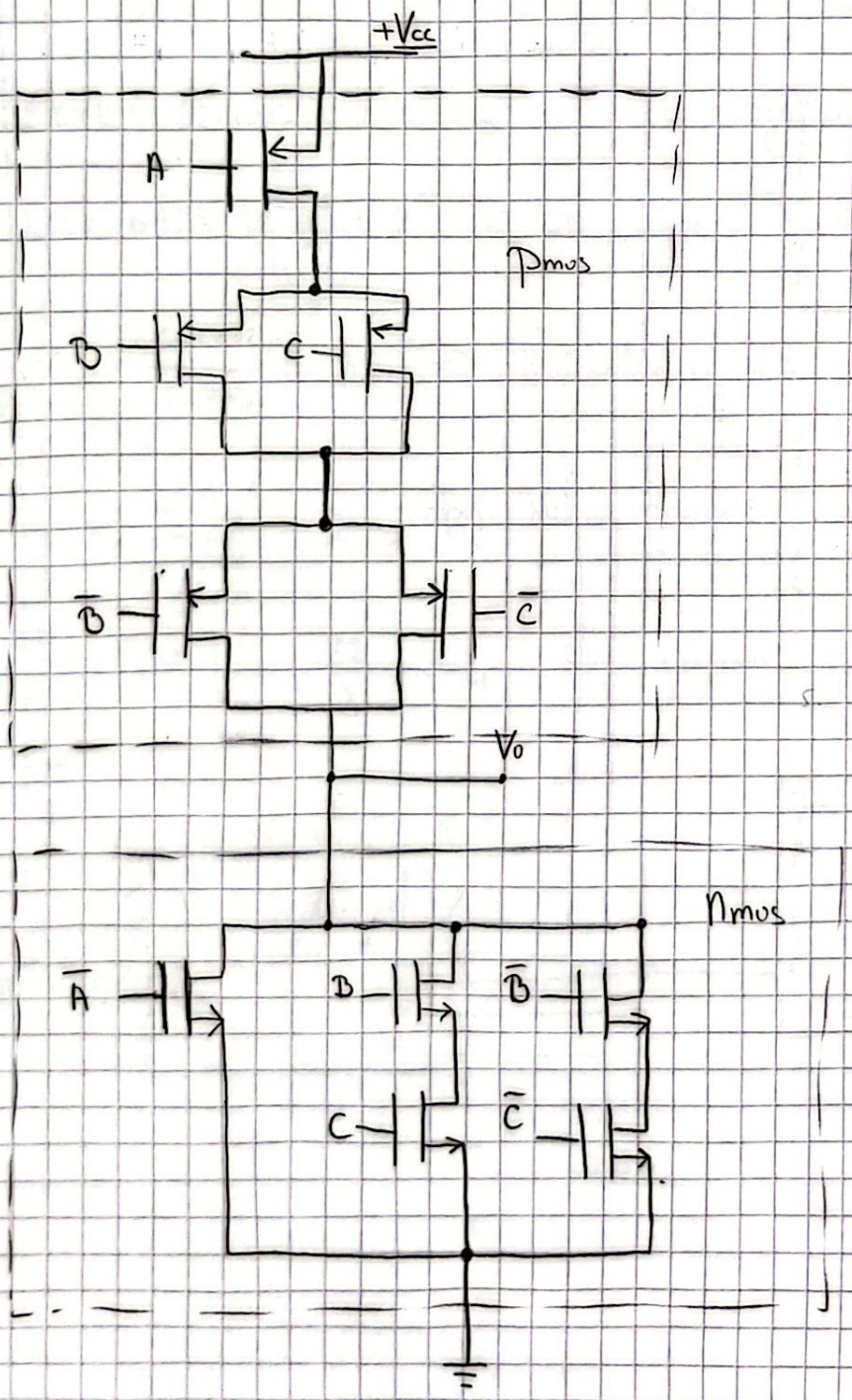
Извршити синтезу пот. ф-је:

$f = A(B \oplus C)$ $\qquad \overline{B \oplus C} = \overline{B\bar{C} + \bar{B}C} = (\bar{B}+C)\cdot(B+\bar{C})$

$f_n = \overline{A(B \oplus C)} = \bar{A} + (\bar{B}+C)(B+\bar{C}) = \bar{A} + (B\bar{B} + \bar{B}\bar{C} + CB + C\bar{C}) =$

$f_p = \bar{A}((\bar{B}C) + (B\bar{C})) =$ $\qquad = \underline{\bar{A} + BC + \bar{B}\bar{C}}$

$= \underbrace{\bar{A}\cdot(B+C)(\bar{B}+\bar{C})}$



Scanned with CamScanner

$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}}$ $\quad I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta_{min}}$

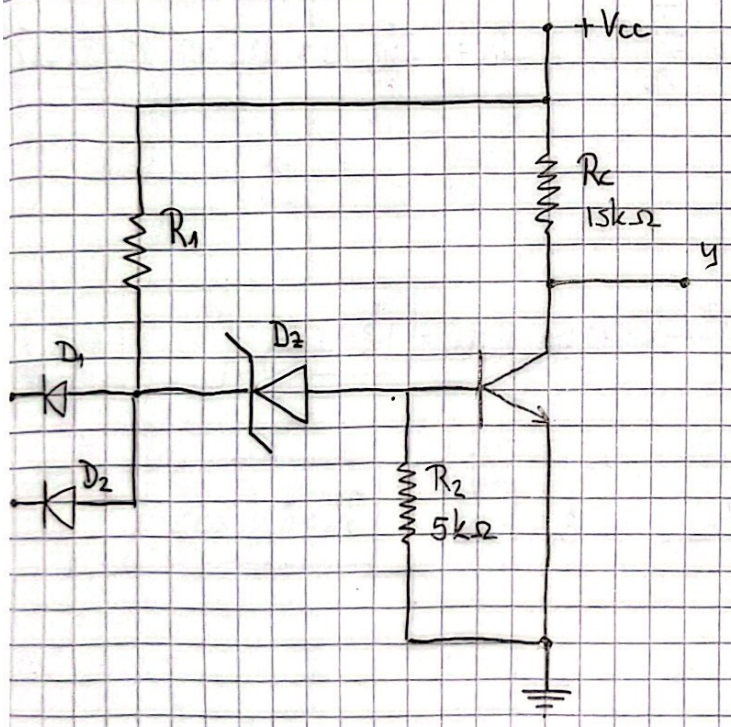
Да би транзистор био у засићењу: $I_B > I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta_{min}}$

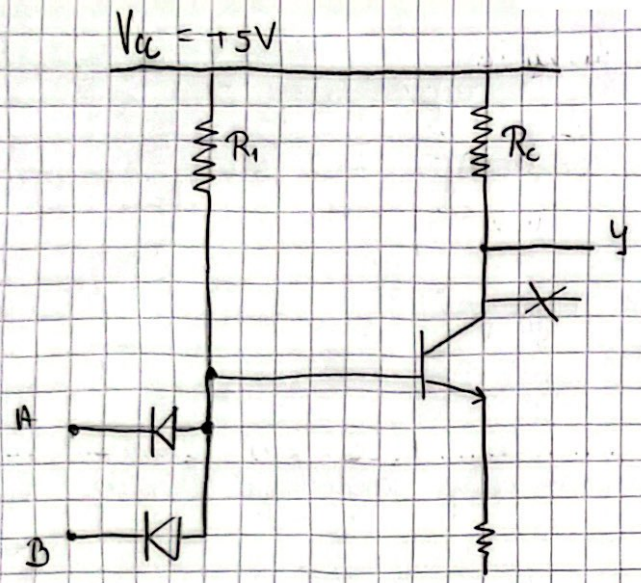
25. За потпуно коло са слике одредити:

а) пот. ф-ју кола

б) отпорник R_1 max тако да транзистор када буде у засићењу са $F_S = 2$

Познато: $V_{CC} = 15V$, $\beta = 100$, $\beta_{min} = 20$, $V_{CES} = 0{,}2V$, $V_{BE1} = 0{,}6V$, $V_D = V_{BE} = 0{,}7V$, $V_{BES} = 0{,}8V$, $V_Z = 6{,}9V$





Пит ф-ја?

$R_C = ?$ $R_1 = ?$

- транзистор у засићењу

$F_S = 2$, $I_B = 0{,}5\ mA$

$\beta = 40$, $V_{CES} = 0{,}2V$, $V_{BES} = 0{,}8V$,

$V_D = 0$ (идеални), $V_{BE} = 0{,}65\ V$

а)

A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

б)

$$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}} \qquad I_{BS} = \frac{I_B}{F_S} = \frac{0{,}5mA}{2} = \underline{0{,}25mA}$$

$$I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta} \qquad I_{CS} = I_{BS} \cdot \beta = 0{,}25\ mA \cdot 40 = \underline{10mA}$$

$$I = \frac{U}{R} \qquad R = \frac{U}{I}$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{I_{CS}} \qquad R_C = \frac{5 - 0{,}2}{10} = 0{,}48\ k\Omega = \underline{480\Omega} \qquad \boxed{R_C = 480\Omega}$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{BES}}{I_B} = \frac{4{,}2}{0{,}5} = 8{,}4\ k\Omega \qquad \boxed{R_1 = 8{,}4\ k\Omega}$$

Scanned with CamScanner

2. Извршити синтезу логичке функције:

$$f = (A \oplus B)(C \oplus D)$$

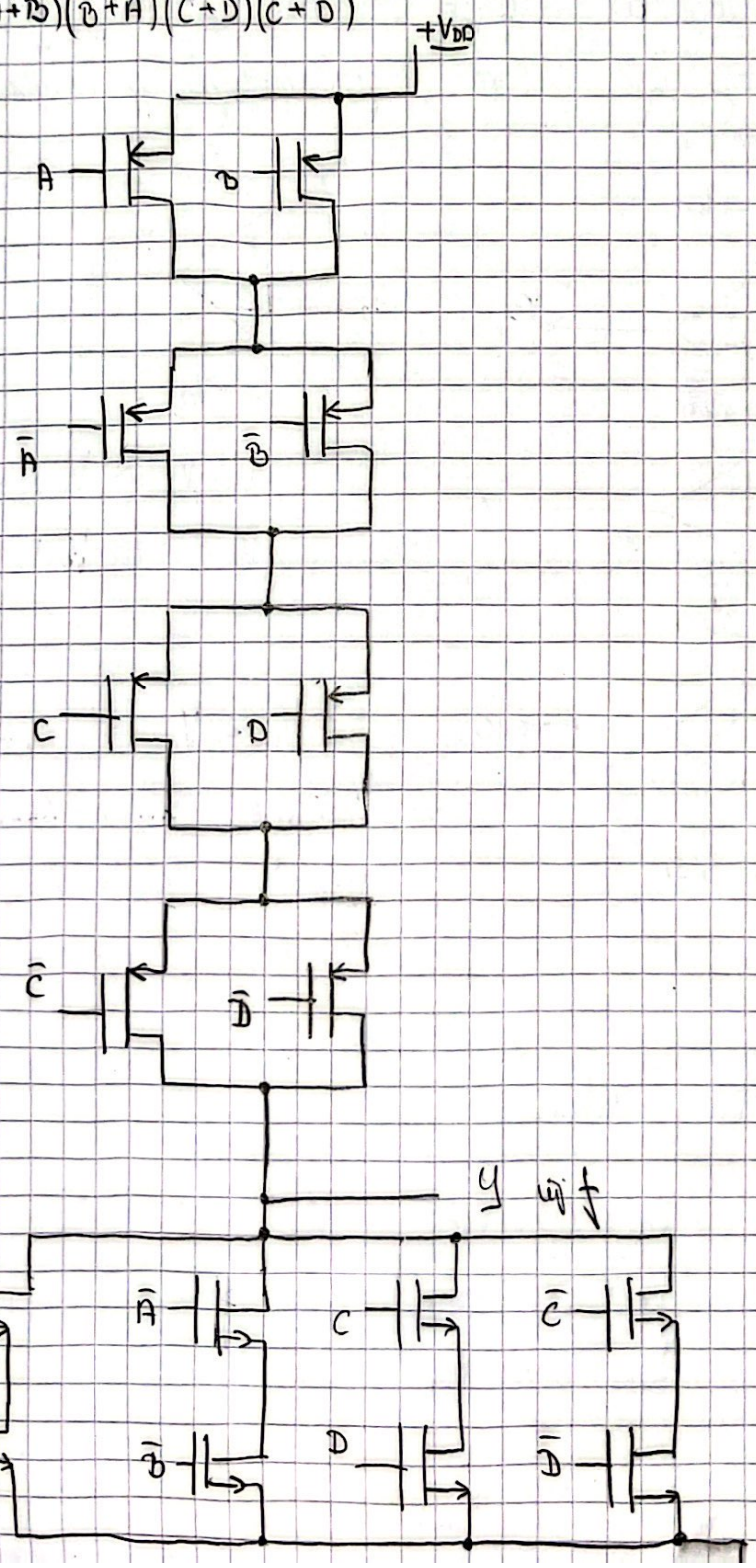
$$A \oplus B = (\bar{A}B + A\bar{B})$$

$$C \oplus D = (\bar{C}D + C\bar{D})$$

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

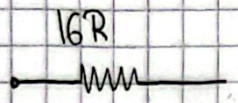
$$f_n = (\bar{A}+\bar{B})(\bar{A}+B) + (C+\bar{D})(\bar{C}+D) = (AB + \bar{B}\bar{A}) + (CD + \bar{C}\bar{D}) = AB + \bar{B}\bar{A} + CD + \bar{C}\bar{D}$$

$$f_p = (A+B)(\bar{B}+\bar{A})(C+D)(\bar{C}+\bar{D})$$

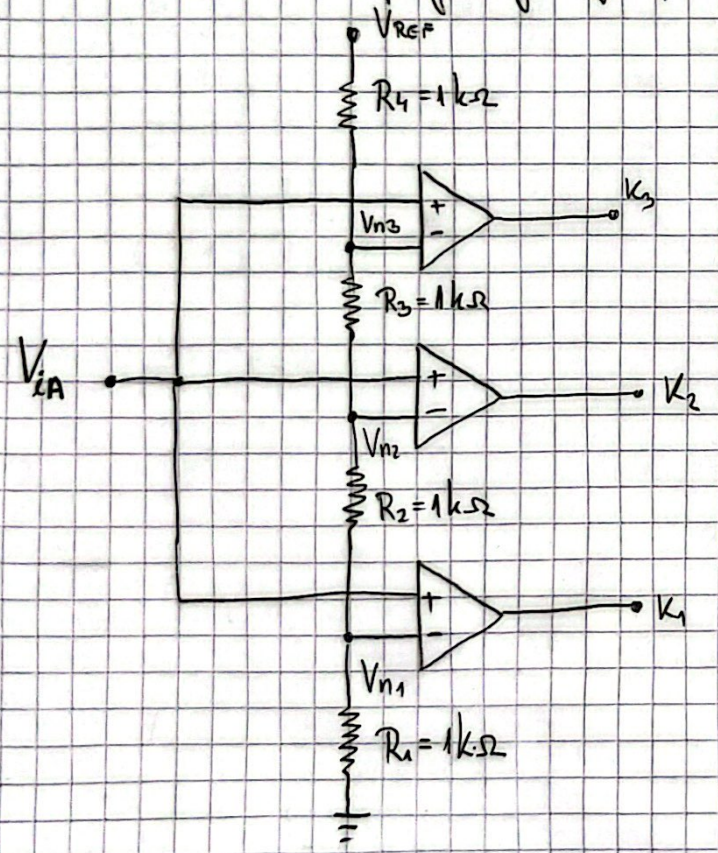


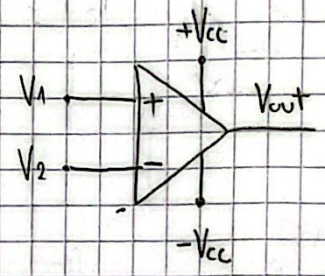
Scanned with CamScanner

Пројектовати D/A конвертор тако да напон излазног напона $V \pm 0{,}3V$ Одредити V_{out} за улаз ABCDE = 10111 и напон струне слике. На расположењу су отпорници и један OAND.



Одредити које ријечи које се добијају, 0 - V_{REF}. Резолуција? V_{ni} = ? Реализовати помоћу којих добијемо у излазу:





$V_1 > V_2 \Rightarrow V_{out} = +V_{cc}$

$V_1 < V_2 \Rightarrow V_{out} = -V_{cc}$

$V_{iA} < V_{n1} \Rightarrow K_3K_2K_1 = 000$

$V_{n1} \le V_{iA} < V_{n2} \Rightarrow K_3K_2K_1 = 001$

$V_{n2} \le V_{iA} < V_{n3} \Rightarrow K_3K_2K_1 = 011$

$V_{n3} \le V_{iA} \Rightarrow 111$

$$R_n = \sum_{j=0}^{m+1} R_j = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 4k\Omega$$

$$V_{ni} = \frac{\sum_{j=1}^{i} R_j}{R_n} V_{REF}$$

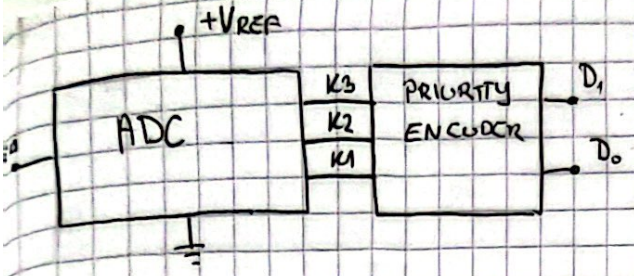
$V_{n1} = 0{,}25\, V_{REF}$ $\quad V_{n1} = 1{,}25V$

$V_{n2} = 0{,}5\, V_{REF}$ $\quad V_{n2} = 2{,}5V$

$V_{n3} = 0{,}75\, V_{REF}$ $\quad V_{n3} = 3{,}75V$

Резолуција $m+1 = 4$ $\quad 2^2$ - 2 бита резолуција

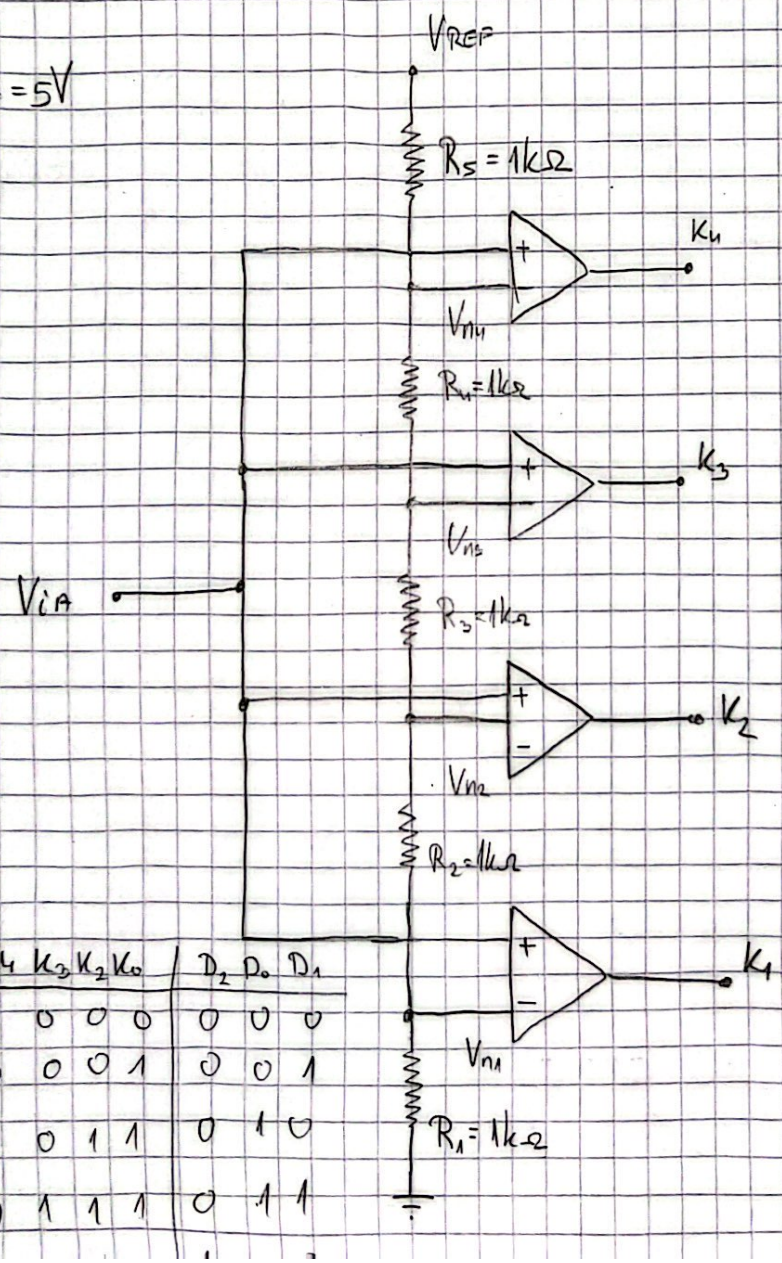
Scanned with CamScanner



N	K3	K2	K1	D1	D0
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
3	0	1	1	1	0
7	1	1	1	1	1

3) Пројектовати A/D конвертор са 4 „битска" излаза. Одредити кодне ријечи које се добијају на излазу (нпр. $K_1K_2K_3K_4$) када се улазни напон тијела од 0 до V_{REF}. Колику резолуцију има овај конвертор? Одредити напоне V_{ni} при којима се тијела излазна кодна ријеч. На расположењу су 4 опер. појачавача (компаратора) и отпорници.

$V_{REF} = 5V$



$$R_n = \sum_{i=0}^{m+1} = 5k\Omega$$

$m = 4$ – 3 битни

$m+1 = 5$ $\quad 2^3 = 8$

$2^2 = 4$

Закључак: користити резистор

$K_4K_3K_2K_1$

$V_{iA} < V_{n1} \Rightarrow 0000$

$V_{n1} \le V_{iA} < V_{n2} \Rightarrow 0001$

$V_{n2} \le V_{iA} < V_{n3} \Rightarrow 0011$

$V_{n3} \le V_{iA} < V_{n4} \Rightarrow 0111$

$V_{n4} \le V_{iA} < V_{REF} \Rightarrow 1111$

$$V_{ni} = V_{REF} \cdot \frac{\sum_{j=0}^{i} R_j}{R_n}$$

за $V_{REF} = 5$

$V_{n1} = V_{REF}\, 0{,}2 = 1V$

$V_{n2} = 0{,}4\, V_{REF} = 2V$

$V_{n3} = 0{,}6\, V_{REF} = 3V$

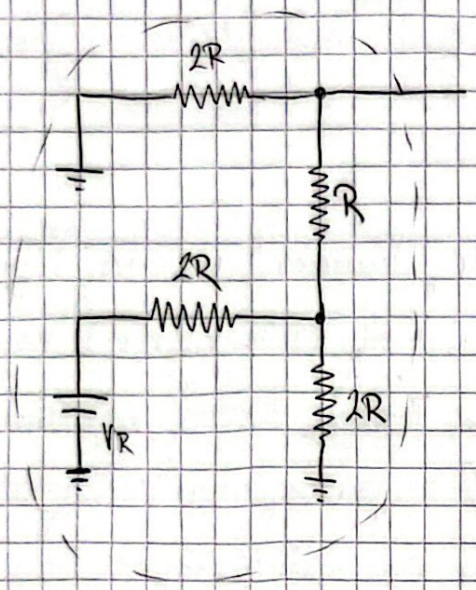
$V_{n4} = 0{,}8\, V_{REF} = 4V$

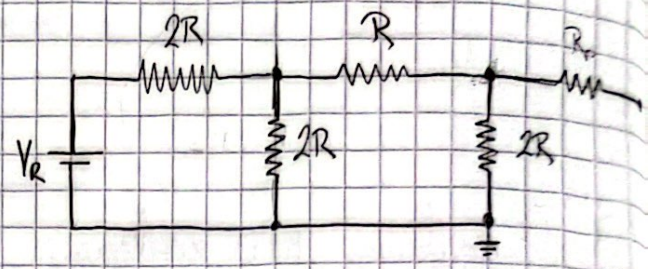
N	K4	K3	K2	K0	D2	D0	D1
0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	1
3	0	0	1	1	0	1	0
7	0	1	1	1	0	1	1

Scanned with CamScanner

Мемо D/A конвертори:

Избрав за изпити → Тевенен





$R_T = R$

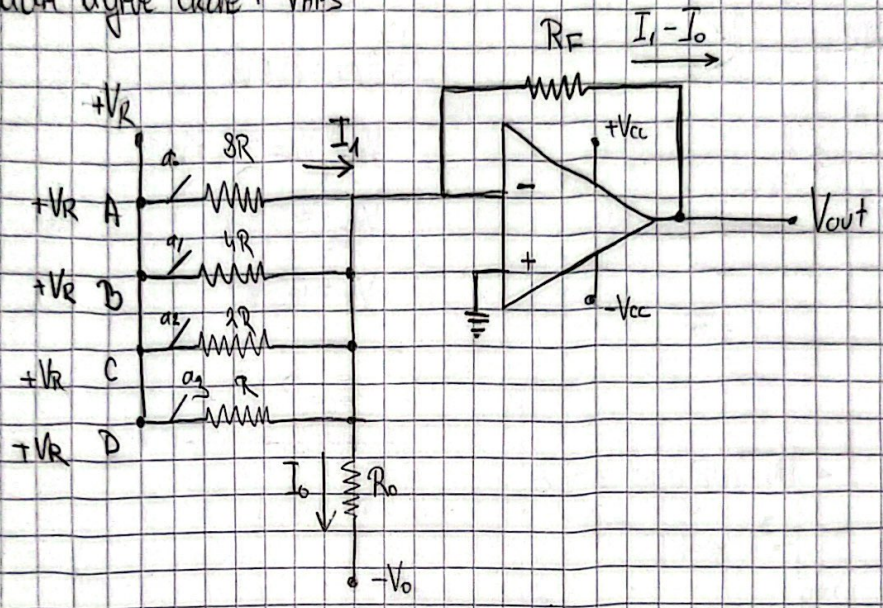
$V_T =$

$\frac{V_R}{4R}$ $\quad \frac{\frac{V_R}{4R}}{R} = \boxed{\frac{V_R}{4}}$

Scanned with CamScanner

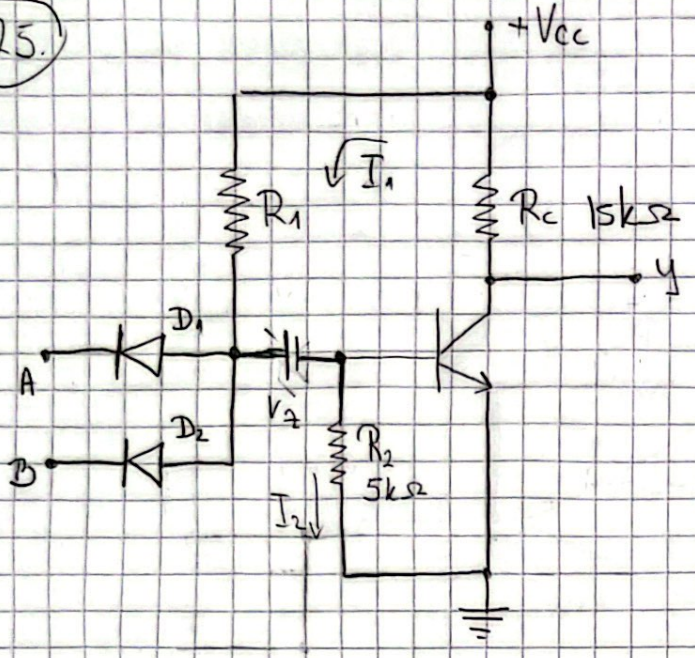
0000
0001
0010
BCD XS3 код 0011
0100

- Найан корак: ΔV
- Найан пуне скале: V_{APS}



Када је $a_0 = 1$, а $a_1 = a_2 = a_3 = 0$ - Найан r

25.



$V_{cc} = 15V$

$\beta = 100$

$\beta_{min} = 20$

$V_{CES} = 0{,}2V$

$V_{BE1} = 0{,}6V$

$V_D = V_{BE} = 0{,}7V$

$V_{BES} = 0{,}8V$

$V_Z = 6{,}9V$

$F_S = ?$

$R_{1\,max} = ?$

A	B	y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
0	0	0

- Ни попише кало

Транзистор треба да буде у засићењу

$$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}} \qquad I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta}$$

$$I_D = I_1 - I_2$$

$$\cancel{I_1 = \frac{V_{cc}}{R_1} = \frac{15}{R_1}}$$

$$I_1 = \frac{V_{cc} - V_Z - V_{BES}}{R_1}$$

$$I_2 = \frac{V_{BE2}}{R_2}$$

$$I_B = \frac{V_{cc} - V_Z - V_{BES}}{R_1} - \frac{V_{BE2}}{R_2}$$

$$I_{CS} = \frac{V_{cc} - V_{CES}}{R_c}$$

$$I_{BS} = \frac{V_{cc} - V_{CES}}{R_c \beta_{min}}$$

$$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}} = 2 \Rightarrow I_B = 2 I_{BS}$$

$$\frac{V_{cc} - V_Z - V_{BES}}{R_1} - \frac{V_{BE2}}{R_2} = 2 \cdot \frac{V_{cc} - V_{CES}}{R_c \beta_{min}}$$

$$\frac{7{,}3}{R} = 2 \cdot \frac{14{,}8}{150k} + \frac{0{,}8 \cdot 30}{5k}$$

$$\frac{7{,}3}{R} = \frac{38{,}8}{150k} = 0{,}25 \cdot 10^{-3}$$

$$R_1 = \frac{7{,}3}{0{,}25 \cdot 10^{-3}}$$

$$\boxed{R_1 \approx 29k\Omega}$$

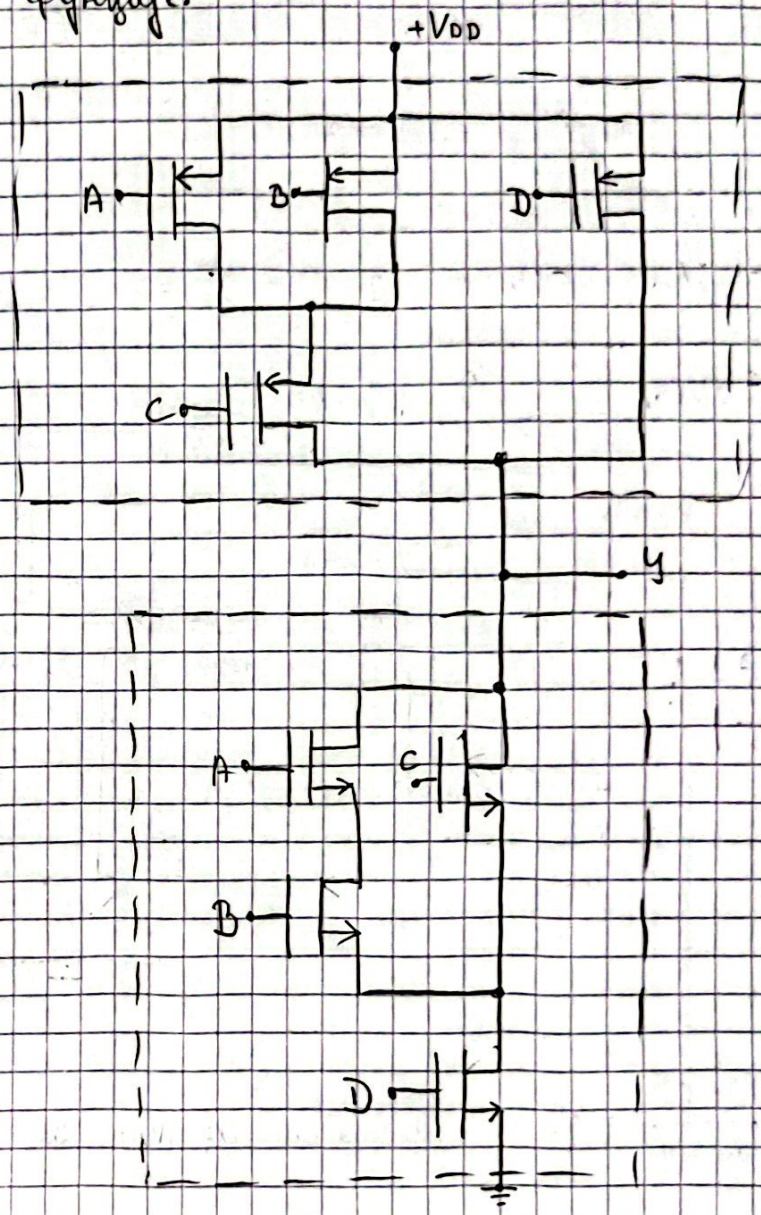
Scanned with CamScanner

Извршити синтезу потпуне функције:

$$f = \overline{(AB + C) \cdot D}$$

$$f_n = (AB + C) \cdot D$$

$$f_p = (A + B) \cdot C + D$$



Scanned with CamScanner

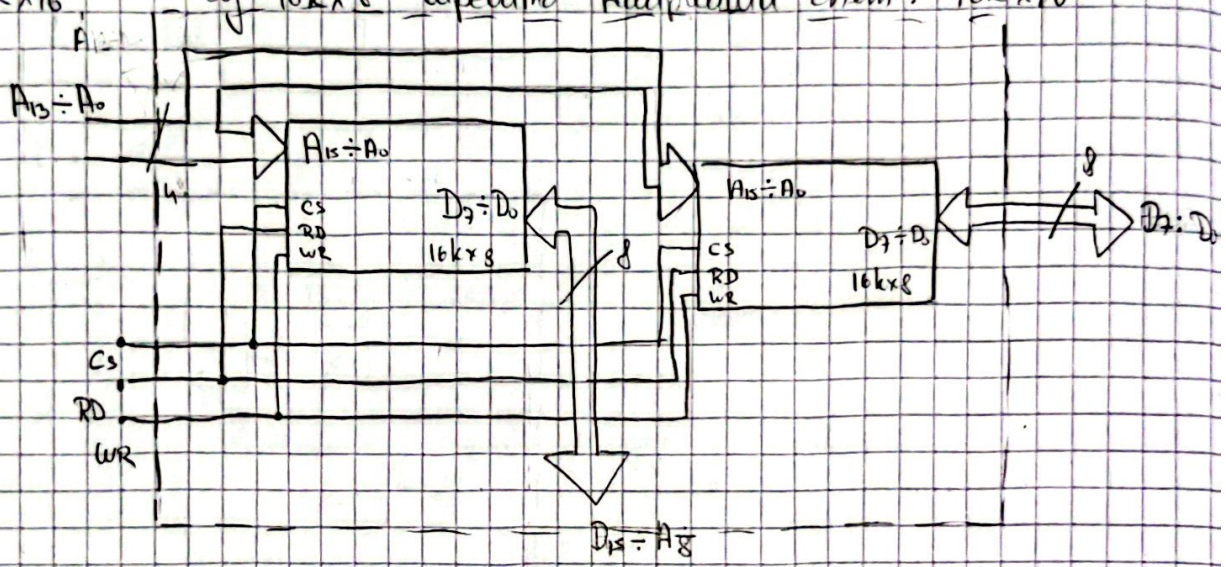
Блок чета меморије RAM типа, капацитета 512k x 16, на располагању: 16k x 8 - меморије, декодер DEK 3/8.

DEK $n/2^n$ => $n=3$

$16k \times 8 = 16 \cdot 1024 = 2^4 \cdot 2^{10} = 2^{14}$ => 14 - адресних улаза меморије

$512k \times 16 = 512 \times 1024 = 2^9 \cdot 2^{10} = 2^{19}$ => 19 адресних улаза капацитета

512k x 16, Од 16k x 8 треба направити следећи спој: 16k x 16:

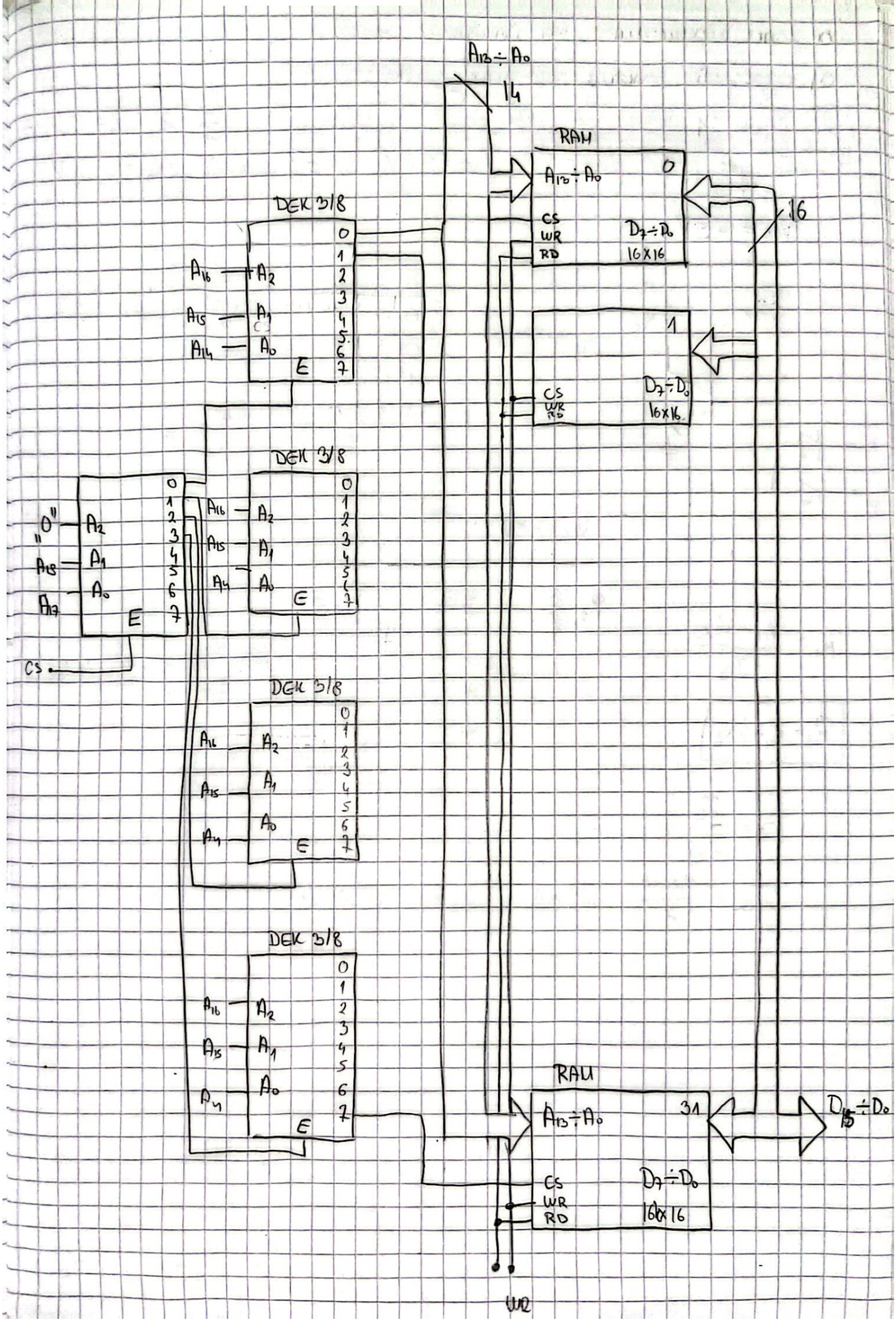


$N = \frac{512k \times 16}{16k \times 16} = 32$ - Потребне су нам 32 капацитета

$K = \left\lceil \frac{19-14}{n} \right\rceil = \left\lceil \frac{5}{3} \right\rceil = 2$ - Број нивоа декодера

$M = \left\lceil \frac{32}{2^n} \right\rceil = 4$ - Број декодера на другом нивоу

$\underbrace{A_{18}\ A_{17}}_{\text{први ниво}}\ \underbrace{A_{16}\ A_{15}\ A_{14}}_{\text{други ниво}}\ \underbrace{A_{13} \dots A_0}$



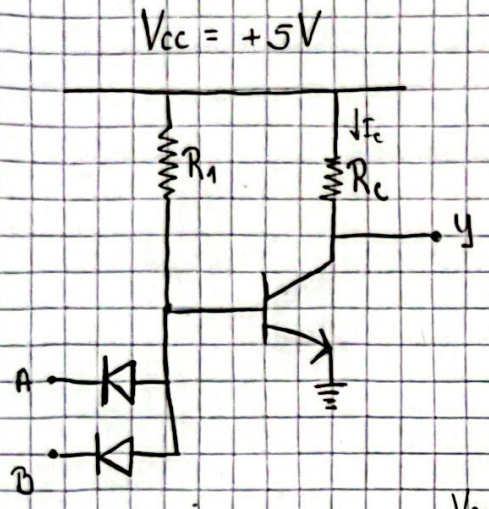
Scanned with CamScanner

За кола приказано на слици:

а) одредити логичку функцију кола

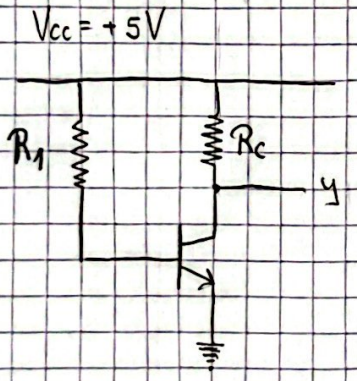
б) R_C и R_1 чији ће бити у заштити са $F_S = 2$, $I_B = 0{,}5\,mA$

Познато је: $\beta = 40$, $V_{CES} = 0{,}2\,V$, $V_{BES} = 0{,}8\,V$, $V_D = 0$ (идеална), $V_{BE} = 0{,}65\,V$



A	B	y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

-НИ логичко коло



$$R_1 = \frac{V_{CC} - V_{BES}}{I_B}$$

$$\boxed{R_1 = 8{,}4\,k\Omega}$$

$$\frac{V_{CC} - V_{CES}}{I_{CS}} = \frac{4{,}8}{10\,mA} = 480\,\Omega$$

$$\boxed{R_C = 480\,\Omega}$$

$$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}}$$

$$I_{BS} = \frac{0{,}5\,mA}{2} = 0{,}25\,mA \qquad I_{CS} = \beta I_{BS} = 10\,mA$$

Scanned with CamScanner

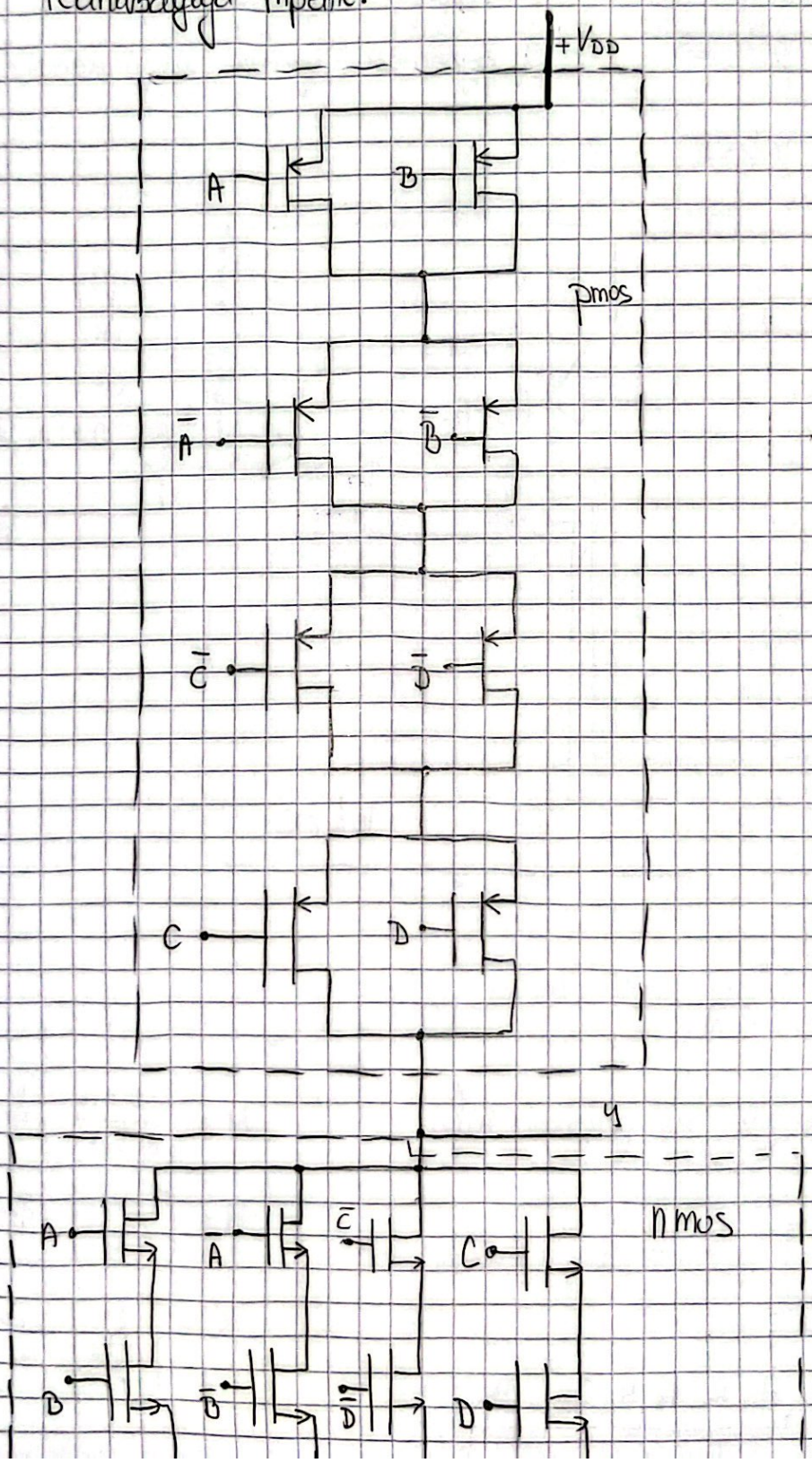
Извршити синтезу потпуне ф-је

$$f = (A \oplus B)(C \oplus D) = \overline{\overline{(\bar{A}B + A\bar{B})(\bar{C}D + C\bar{D})}} =$$

$$f_n = \overline{(\bar{A}B + A\bar{B})(\bar{C}D + C\bar{D})} = (\bar{A} + \bar{B})(A + B) + (C + \bar{D})(\bar{C} + D) = (AB + \bar{A}\bar{B}) + (\bar{C}\bar{D} + CD)$$

$$f_p = (A + B)(\bar{A} + \bar{B})(\bar{C} + \bar{D})(C + D)$$

Реализација мреже:



Scanned with CamScanner

K2 - 2023

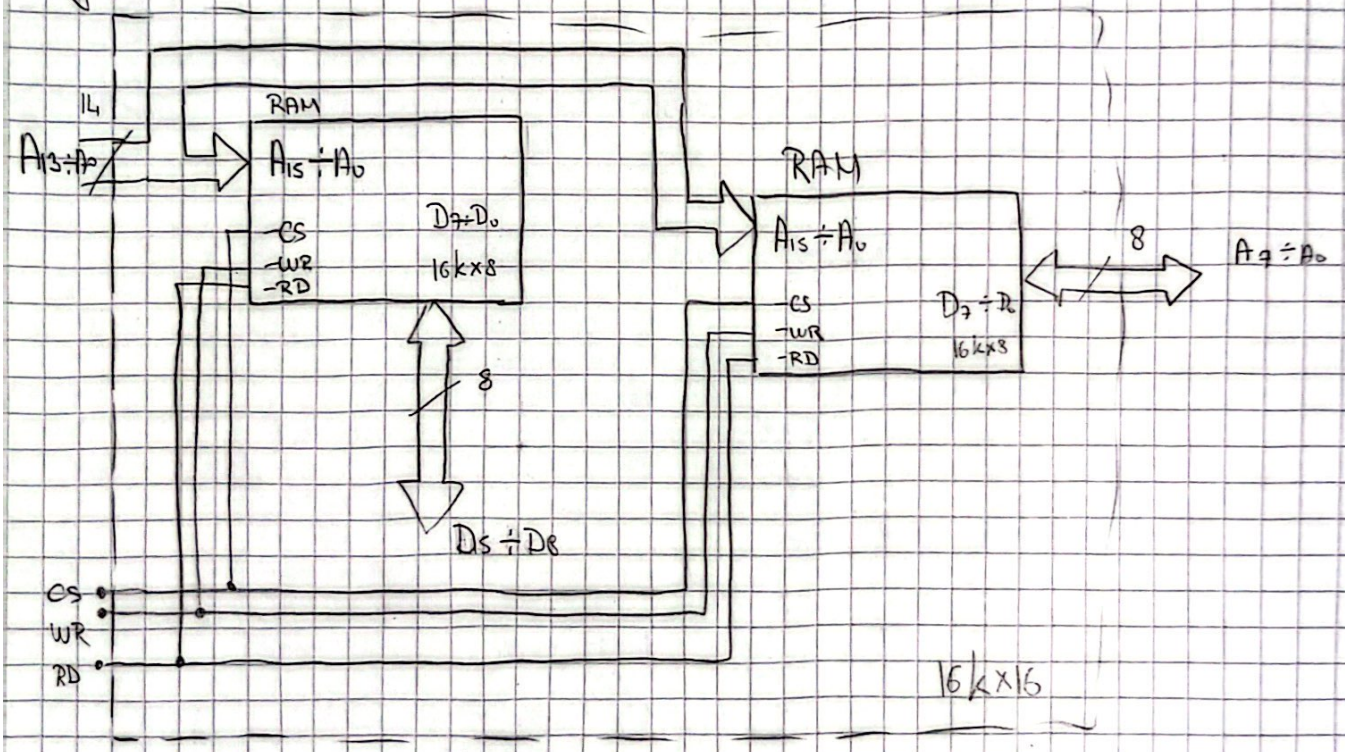
(3.) Направити блок шему меморије RAM типа капацитета 512k x 16 ако су на располагању меморијске компоненте 16k x 8 и декодери 3/8

DEK 3/8 $n/2^n \Rightarrow n=3$

$16k \times 8 = 16 \cdot 1024 = 2^4 \cdot 2^{10} = 2^{14} \Rightarrow$ 14 адресних улаза на мем

$512k \times 16 = 512k \times 1024 = 2^{19} \Rightarrow$ 19 адресних улаза компоненте

од 16k x 8 направити 16k x 16



$N = \frac{512k \times 16}{16k \times 16} = 32$ - број компоненти

$M = \left\lceil \frac{32}{2^3} \right\rceil = 4$ - бр. дек на другом нивоу

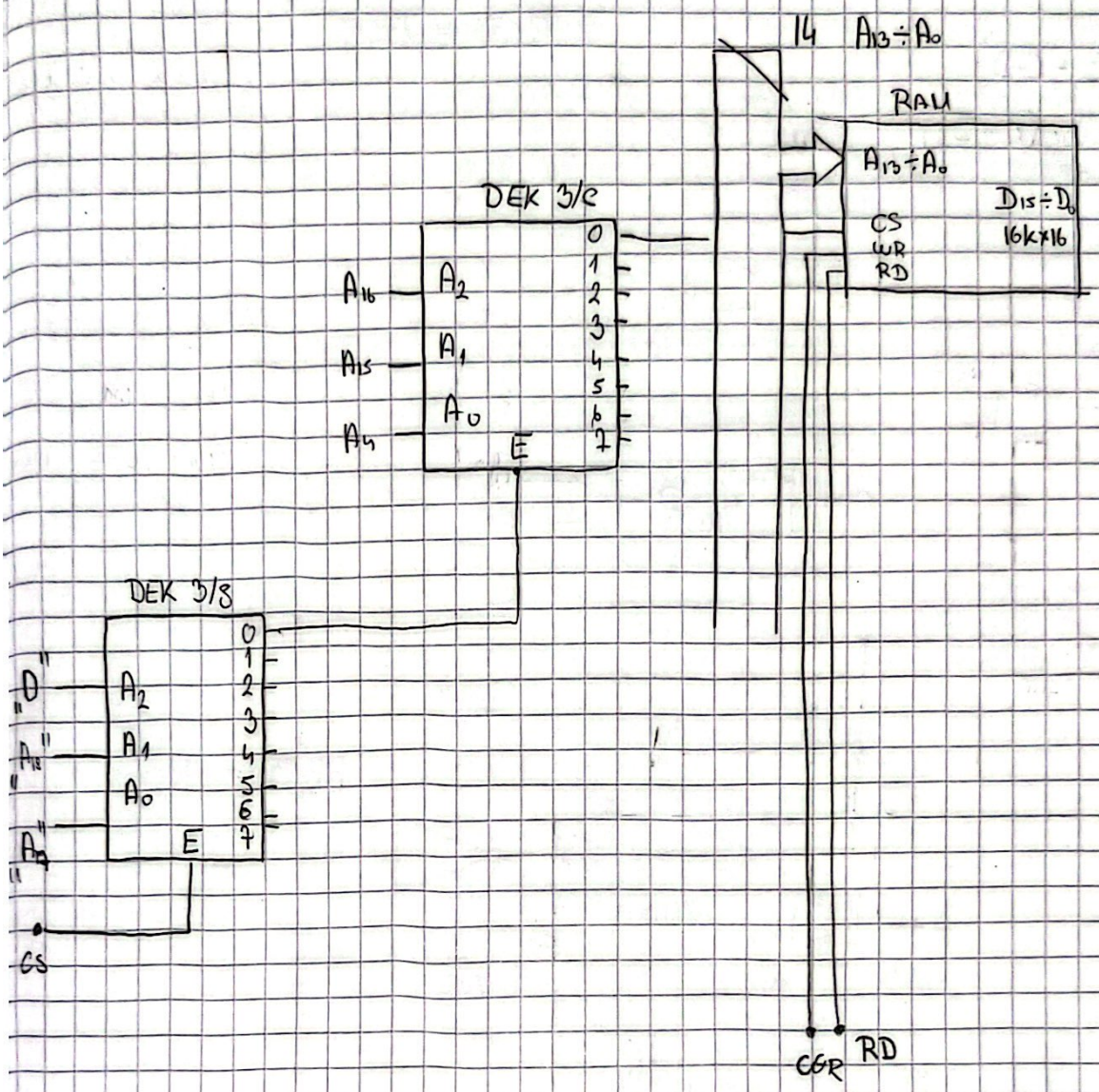
$K = \left\lceil \frac{19-14}{n} \right\rceil = \left\lceil \frac{5}{3} \right\rceil = 2$ - број нивоа

$N = \frac{512 \times 16}{16 \times 16}$ - бр. ем

$M = \left\lceil \frac{19-14}{n} \right\rceil$ - бр. дек

$K = \left\lceil \frac{N}{2^n} \right\rceil$ - бр. д на 2 нив

$\underbrace{A_{18}\ A_{17}}_{\downarrow}\ \underbrace{A_{16}\ A_{15}\ A_{14}}_{\uparrow \text{ други ниво}}\ \underbrace{A_{13}\ A_{12} \ldots A_0}$



Scanned with CamScanner

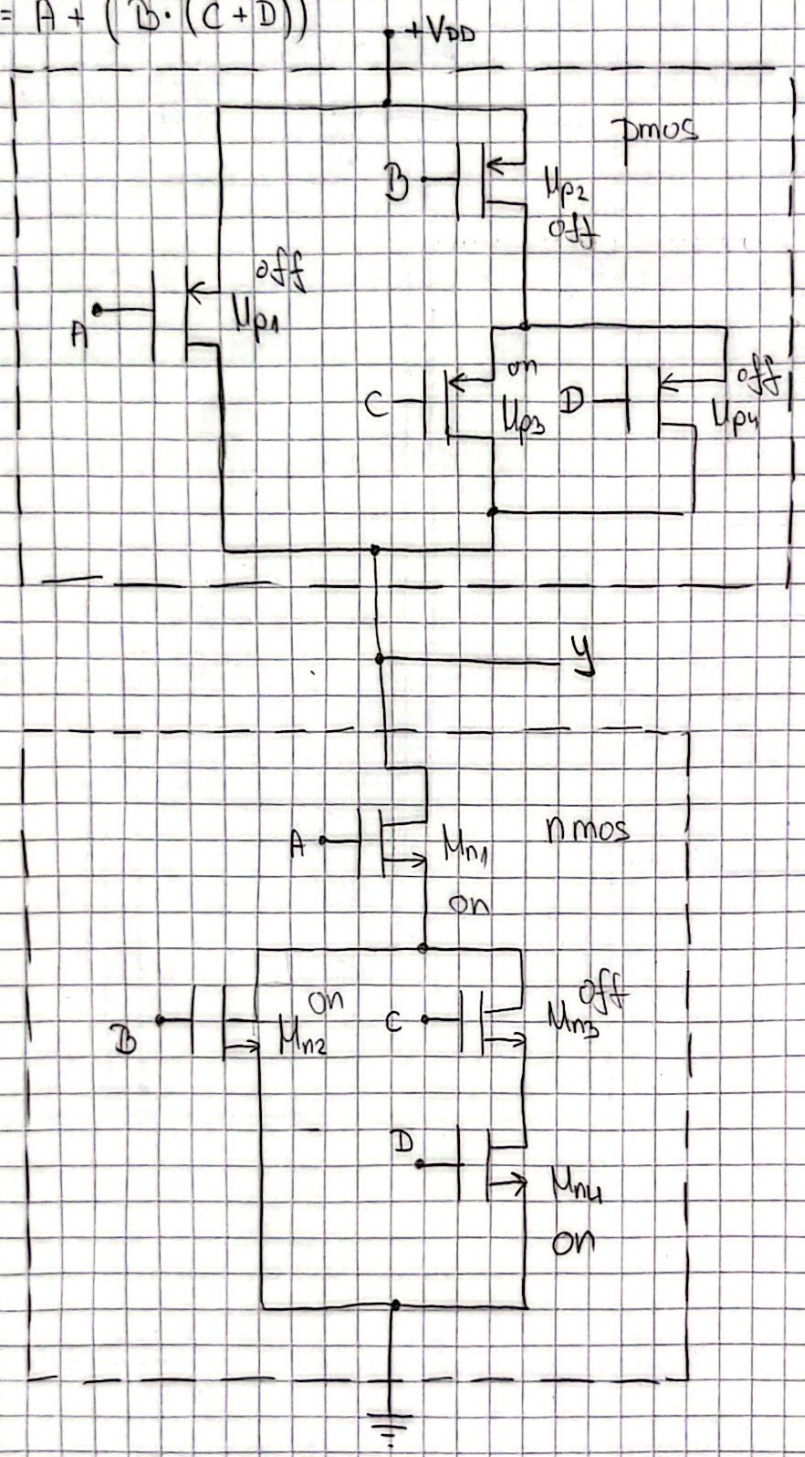
2. $f = \overline{A \cdot (B + C \cdot D)}$

Транзисторе означити са $M_1, M_2 \ldots$

ABCD = 1101 – стања ул и излаз пол ф

$f_n = A \cdot (B + C \cdot D)$

$f_p = A + (B \cdot (C + D))$



voltage pmos nmos

0V(0) ON OFF

5V(1) OFF ON

y=0

ABCD = 1101

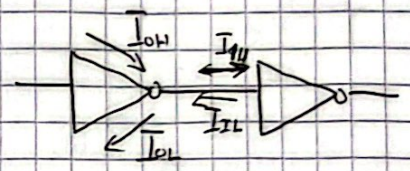
1. За кола на слици 1 одредити:

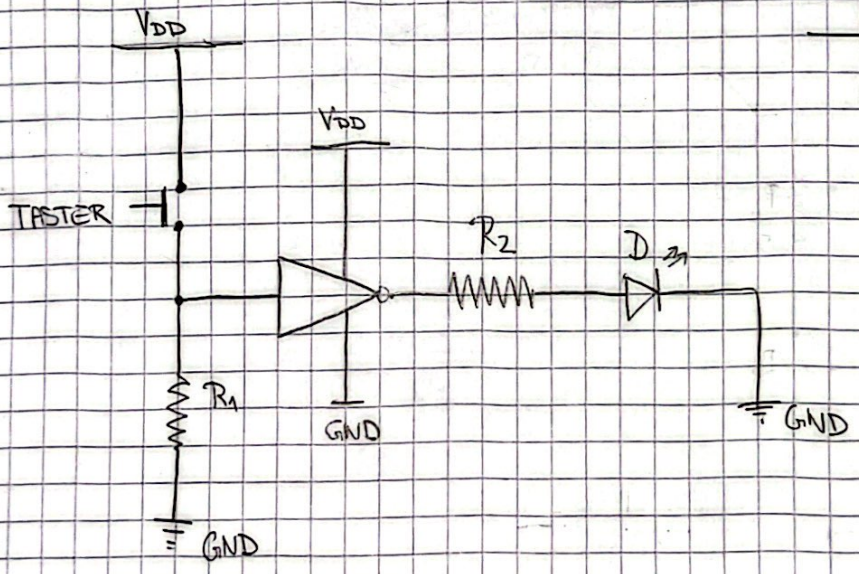
а) минималну и максималну вредност R_1

б) мин. вр. R_2 ако максимална дозвољена струја кроз диоду износи 1 mA

Познато: $V_{DD} = 5V$, инвертор CMOS CD4069UB ($I_{IL} = I_{IH} = 0 mA$, $V_{OH} = 4,95V$, $V_{OL} = 0,5V$, $I_{OL} = I_{OH} = 0,6 mA$), $V_D = 1V$

Максимална дозвољена дисипација $P_d = 0,125 W$





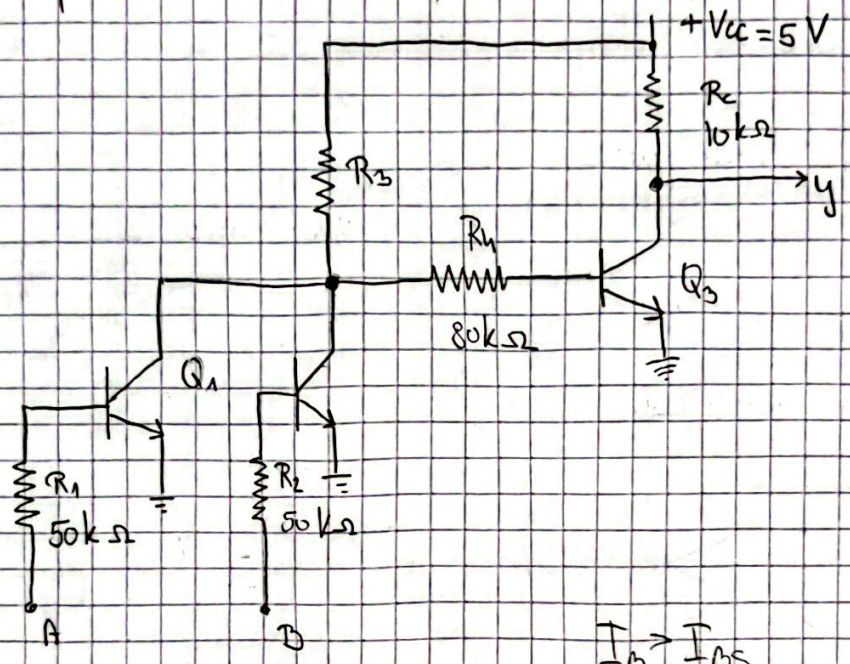
Scanned with CamScanner

① За логички коло на слици:

а) Одредити логичку функцију кола

б) Одредити опсег отпорности R_3 ($R_{3\,min}$ и $R_{3\,max}$) тако да диоде од транзистора буде у закљученом стању када је укључен

Познато: $\beta_{min} = 20$, $V_{BEL} = 0{,}6\,V$, $V_{BE} = 0{,}7\,V$, $V_{BES} = 0{,}8\,V$, $V_{CES} = 0{,}2\,V$



$I_B > I_{BS}$

A	B	y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ИЛИ-КОЛО

$$I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta}$$

$$I_{BS} = \frac{V_{CC} - V_{BES}}{R_2} = \frac{4{,}2}{50k} = 84\,\mu A$$

II) случај: $V_A = V_B = 0$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BES}}{R_3 + R_4} \quad I = \frac{U}{R}$$

$$I_{CS} = 84 \cdot 20\,\mu A = 1{,}68\,mA$$

$$R_{3\,min} = \frac{V_{CC}}{I_{CS}} = 2{,}97\,k\Omega$$

$$I_{CS} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_C}$$

$$I_{BS} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_C \beta_{min}}$$

$$I_B \geq I_{BS} \qquad \frac{V_{CC} - V_{BES}}{R_3 + R_4} \geq \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_C \beta_{min}}$$

Scanned with CamScanner

$$R_3+R_4 \le \frac{R_C \beta_{min}}{V_{CC}-V_{CES}}(V_{CC}-V_{BES})$$

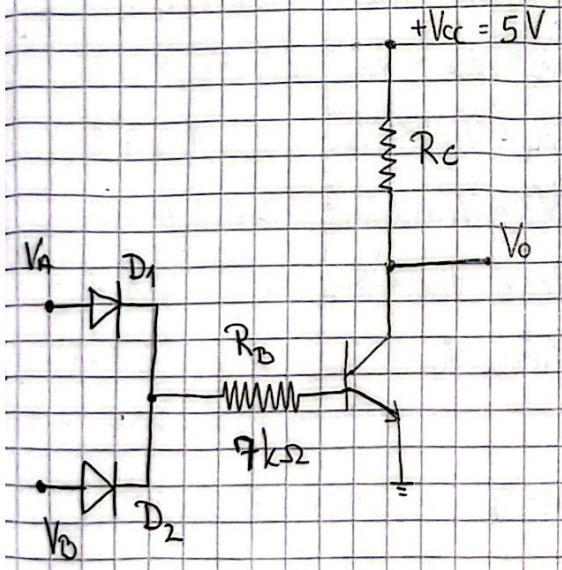
$$\boxed{R_3 \le \frac{R_C \beta_{min}}{V_{CC}-V_{CES}}(V_{CC}-V_{BES}) - R_4}$$ – Максимални отпор

6. За кола приказану на слици:

а) Одредити излазну ф-ију кола

б) Одредити отпор R_C тако да транзистор буде у засићењу када је укључен са фактором дубине засићења $F_S = 2$.

Познато је: $\beta = 40$, $V_{CES} = 0{,}2V$, $V_{BES} = 0{,}8V$, $V_D = 0{,}7V$, $V_{BE} = 0{,}65V$



а)

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

$$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}}$$

– Када транзистор ради:

2) За A/D конвертор са слике одредити кодне ријечи које се добијају на излазу при промјени улазног напона од 0 до V_{REF}.

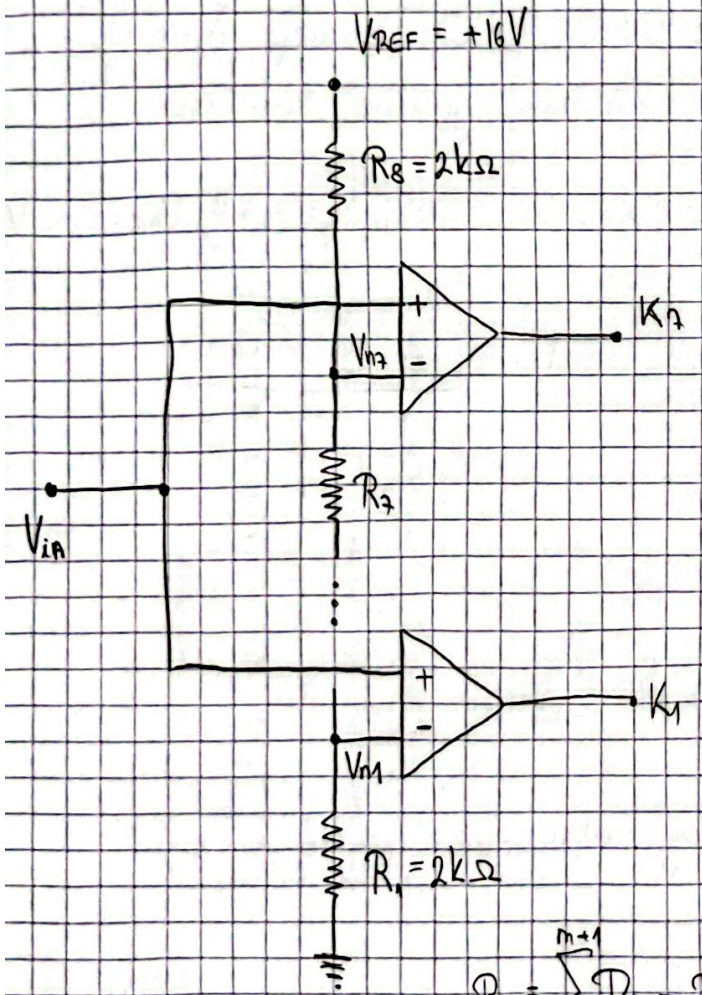
б) Одредити напоне V_{ni} при којима се мијења излазна кодна ријеч.

ц) Реализовати трећу која добијени код претвара у бинарни.

д) Резолуција?

е) Начин квантовања?

Рјешење:



	K_7 K_6 K_5 K_4 K_3 K_2 K_1
$V_{iA} < V_{n1}$	0000000
$V_{n1} \le V_{iA} < V_{n2}$	0000001
$V_{n2} \le V_{iA} < V_{n3}$	0000011
$V_{n3} \le V_{iA} < V_{n4}$	0000111
$V_{n4} \le V_{iA} < V_{n5}$	0001111
$V_{n5} \le V_{iA} < V_{n6}$	0011111
$V_{n6} \le V_{iA} < V_{n7}$	0111111
$V_{n7} \le V_{iA} < V_{REF}$	1111111

$m = 7$ $\quad m+1 = 8 = 2^3$

3 - резолуција је 3 бита

$$R_n = \sum_{j=0}^{m+1} R_j = R_1 + R_2 + \dots R_8 = 16k\Omega$$

$$\boxed{R_n = 16k\Omega}$$

$$V_{ni} = \frac{\sum_{j=0}^{i} R_j}{R_n} V_{REF}$$

$$V_{n1} = \frac{2k\Omega}{16k\Omega} V_{REF} = 2V$$

$$V_{n2} = \frac{4k\Omega}{16k\Omega} V_{REF} = 4V$$

$V_{n3} = 6V$

$V_{n4} = 8V$

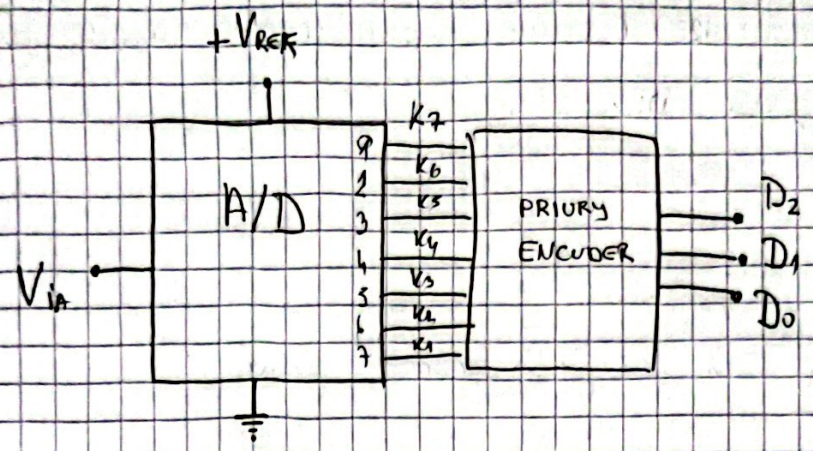
$V_{n5} = 10V$

$V_{n6} = 12V$

$V_{n7} = 14V$

~~$V_{n7} = 16V$~~

Scanned with CamScanner



N	K_7	K_6	K_5	K_4	K_3	K_2	K_1	D_2	D_1	D_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
3	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
7	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1
	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ΔV - напон квантса $= 2V$

Scanned with CamScanner

Реализовати RAM меморију 128 X 16 бита користећи компоненте 32k x 8 бита и декодера DEK 3/8.

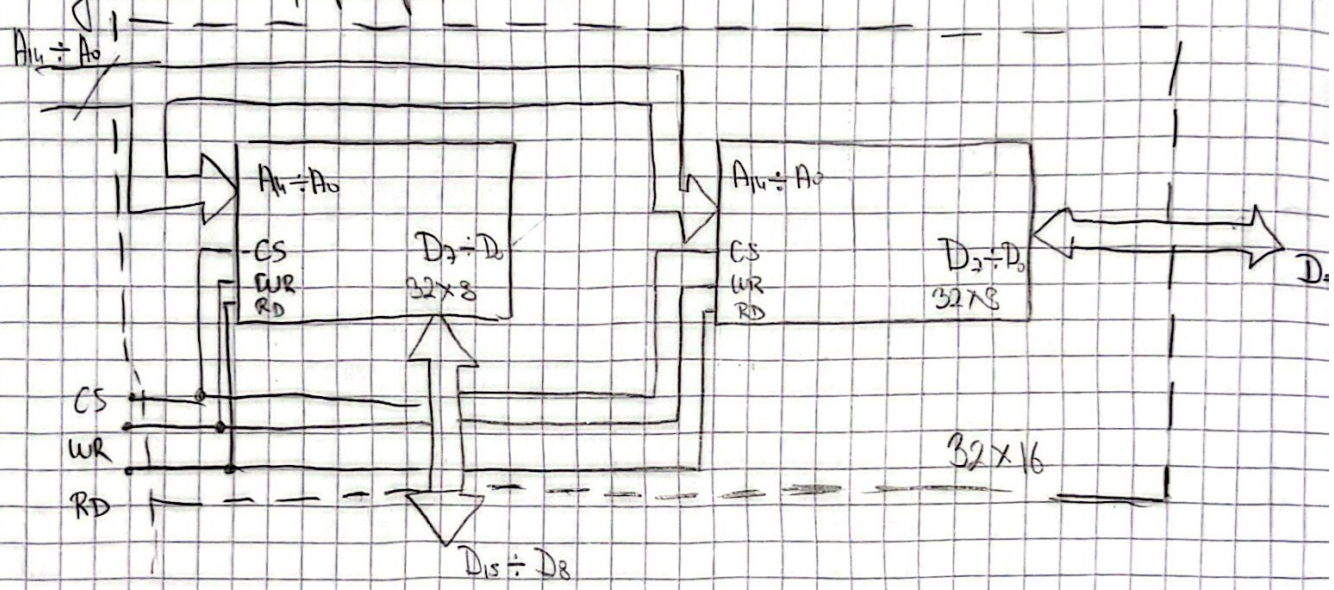
A_{16} - најмлађи улаз, A_{15} - претходни 2 ул

$n = 3$, DEK $3/2^3$

$32k \times 8 = 32 \cdot 1024 = 2^5 \cdot 2^{10} = 2^{15}$ => 15 адресних улаза

$128k = 128 \cdot 1024 = 2^7 \cdot 2^{10} = 2^{17}$ => 17 адресних улаза комп.

Од 32x8 формирати RAM мем 32x16



$$N = \frac{128 \times 16}{32 \times 16} = 4$$ 4 - број компонентаа

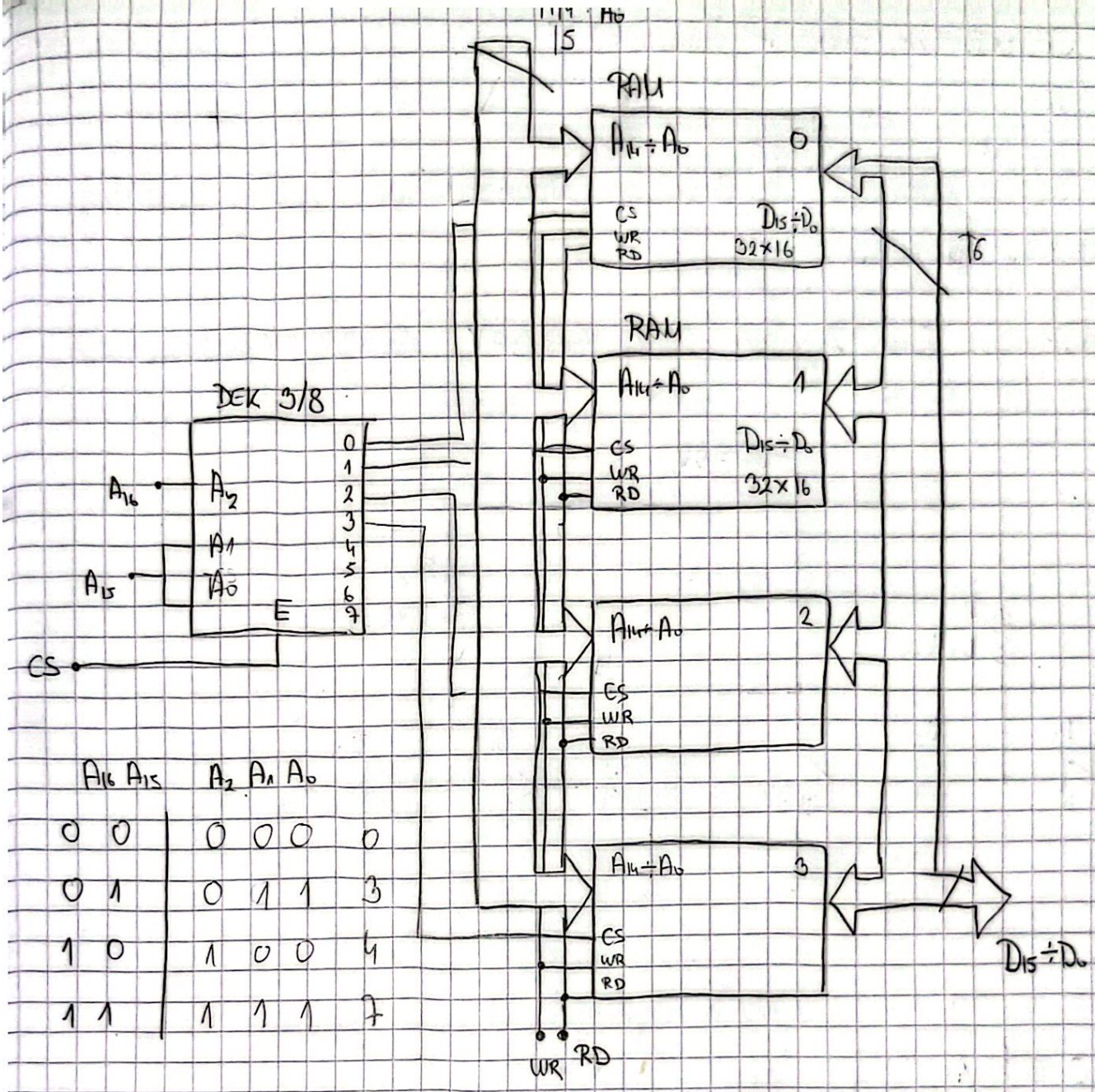
$$K = \left\lceil \frac{17-15}{3} \right\rceil = 1$$ - број нивоа

$$M = \left\lceil \frac{4}{2^3} \right\rceil = 1$$ - број декодера на другом нивоу

$\underbrace{A_{16}\ A_{15}}\ \underbrace{A_{14} \ldots A_0}$

↓

Први ниво



A_{16}	A_{15}	A_2	A_1	A_0	
0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	3
1	0	1	0	0	4
1	1	1	1	1	7

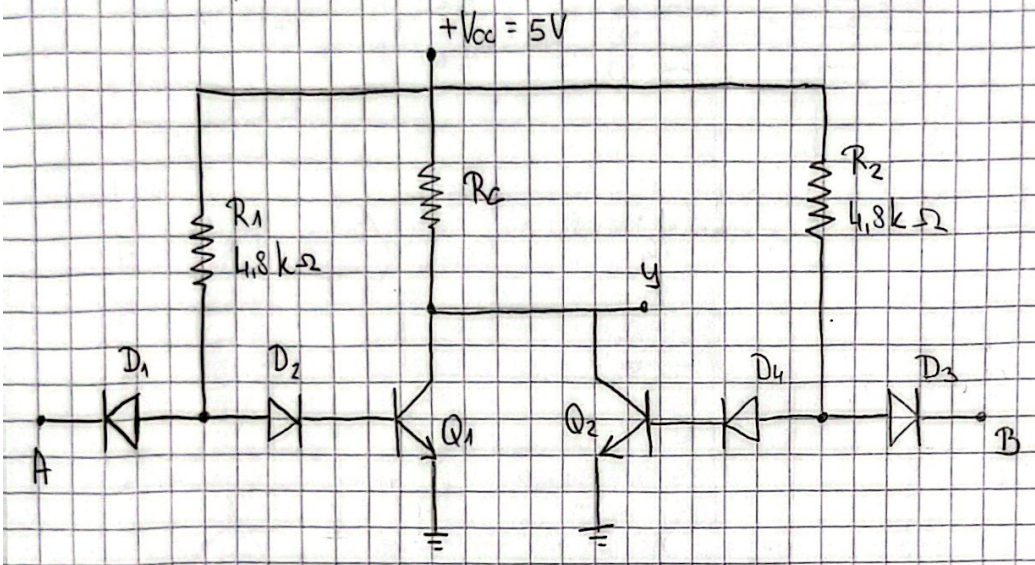
Scanned with CamScanner

② За логичко коло на слици:

а) Одредити лог. ф-ју кола (образложити)

б) Вред. отпорника R_C тако да транзистори буду у засићењу када су укључени.

Познато: $\beta_{min} = 20$, $V_{BEt} = 0{,}6\,V$, $V_{BE} = 0{,}7\,V$, $V_{BES} = 0{,}8\,V$, $V_{CES} = 0{,}2\,V$, $V_D = 0{,}6\,V$, $F_S = 3$



A	B	y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

- За би транзистори били укључени довољно је:

$A = 1 \vee B = 1$

$$I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta_{min}}$$

$$I_D = \frac{V_{CC} - D_2 - V_{BES}}{R_1}$$

$$F_S = \frac{I_D}{I_{BS}}$$

$$I_{CS} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_C}$$

$$I_D = 3 I_{BS}$$

$I_B > I_{BS}$

$$\frac{V_{CC} - D_2 - V_{BES}}{R_1} = 3\,\frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_C\,\beta_{min}}$$

$$R_C = 3\,\frac{V_{CC} - V_{CES}}{\beta_{min}} \cdot \frac{R_1}{V_{CC} - D_2 - V_{BES}}$$

$$R_C = 3\,\frac{5 - 0{,}2}{\beta_{min}} \cdot \frac{4{,}8}{5 - D_2 - 0{,}8}$$

$R_C = 0{,}72 \cdot 1{,}33$

$R_C = 0{,}95\,k$

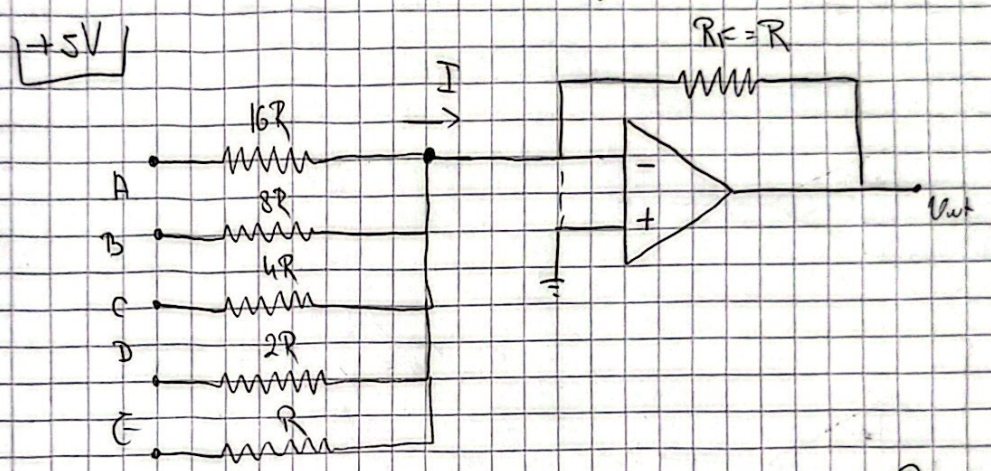
$\boxed{R_C = 950\,\Omega}$

Scanned with CamScanner

$$P = I^2 \cdot R = \frac{U^2}{R} =$$

Проектирай D/A за 5, найсан шум: 0,3125 V.

A = 10111 – V_{out} = ? Нагон ідне ампе?



$R = 1k\Omega$

$$V_{out} = -\frac{V_R}{16} \cdot R \qquad -\frac{V_R}{16} \cdot R = \pm 0{,}3125$$

$$V_R \cdot R = 5$$

$$V_R = 5V$$

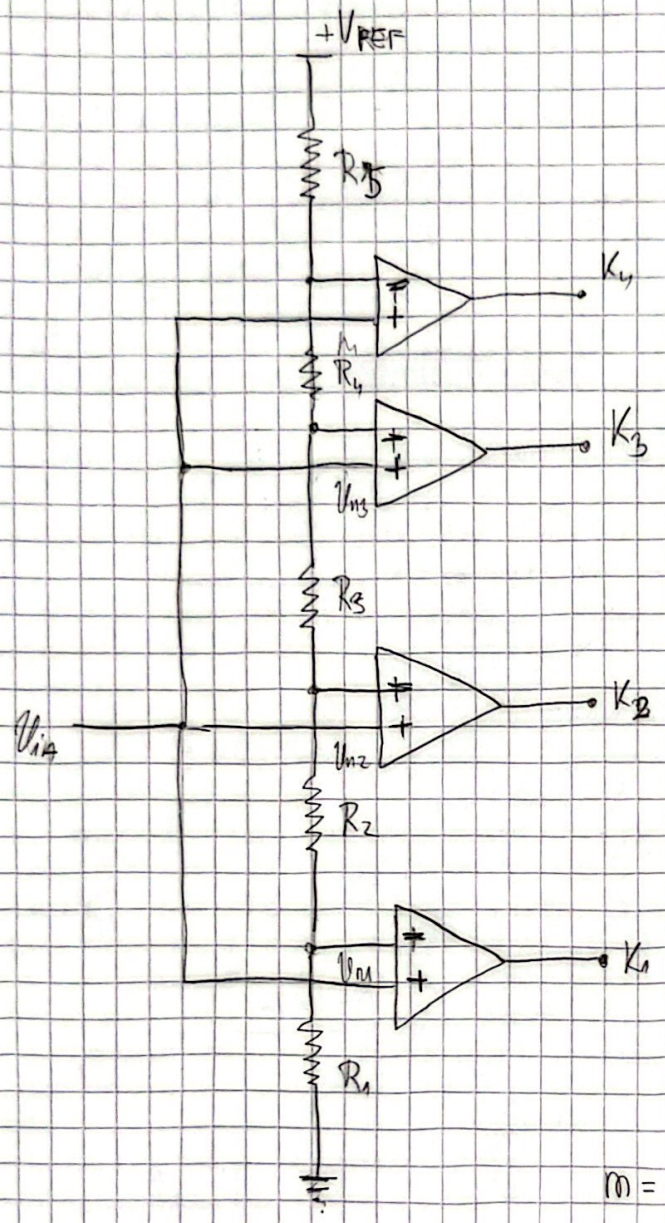
$$V_{out} = -\left(\frac{V_R}{16} + \frac{V_R}{8} + \frac{V_R}{4} + \frac{V_R}{2} + V_R\right)$$

$$V_{out} = -V_R\left(\frac{1}{16} + \frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + 1\right)$$

$$V_{out} = -\frac{V_R}{16}(1 + 2 + 4 + 8 + 16) = -5 \cdot \frac{23}{16} = -9{,}6875$$

$$V_{APS} = -9{,}6875$$

Scanned with CamScanner



$K_4\ K_3\ K_2\ K_1$

$$V_{in} = \frac{\sum_{j=0}^{i} R_j}{R_m} V_{REF}$$

$$V_{1n} = \frac{1}{5} V_{REF} = 1V$$

$$V_{2n} = \frac{2}{5} V_{REF} = 2V$$

$$V_{3n} = 3V$$

$$V_{4n} = 4V$$

$$R_m \cancel{R_j} = \sum_{j=0}^{m+1} R_j = 5\Omega$$

$m = 4$

$m+1 = 5$

$2^3 = 8$ — 3 бита резолюция

$2^2 = 4$

	K_4	K_3	K_2	K_1
$V_{iA} < V_{n1}$	0	0	0	0
$V_{in} \le V_{iA} < V_{in2}$	0	0	0	1
$V_{in2} \le V_{iA} < V_{in3}$	0	0	1	1
$V_{in3} \le V_{iA} < V_{in4}$	0	1	1	1
$V_{in4} \le V_{iA} < V_{REF}$	1	1	1	1

Scanned with CamScanner

Примерна за К2

1. Извршити синтезу логичке ф-је

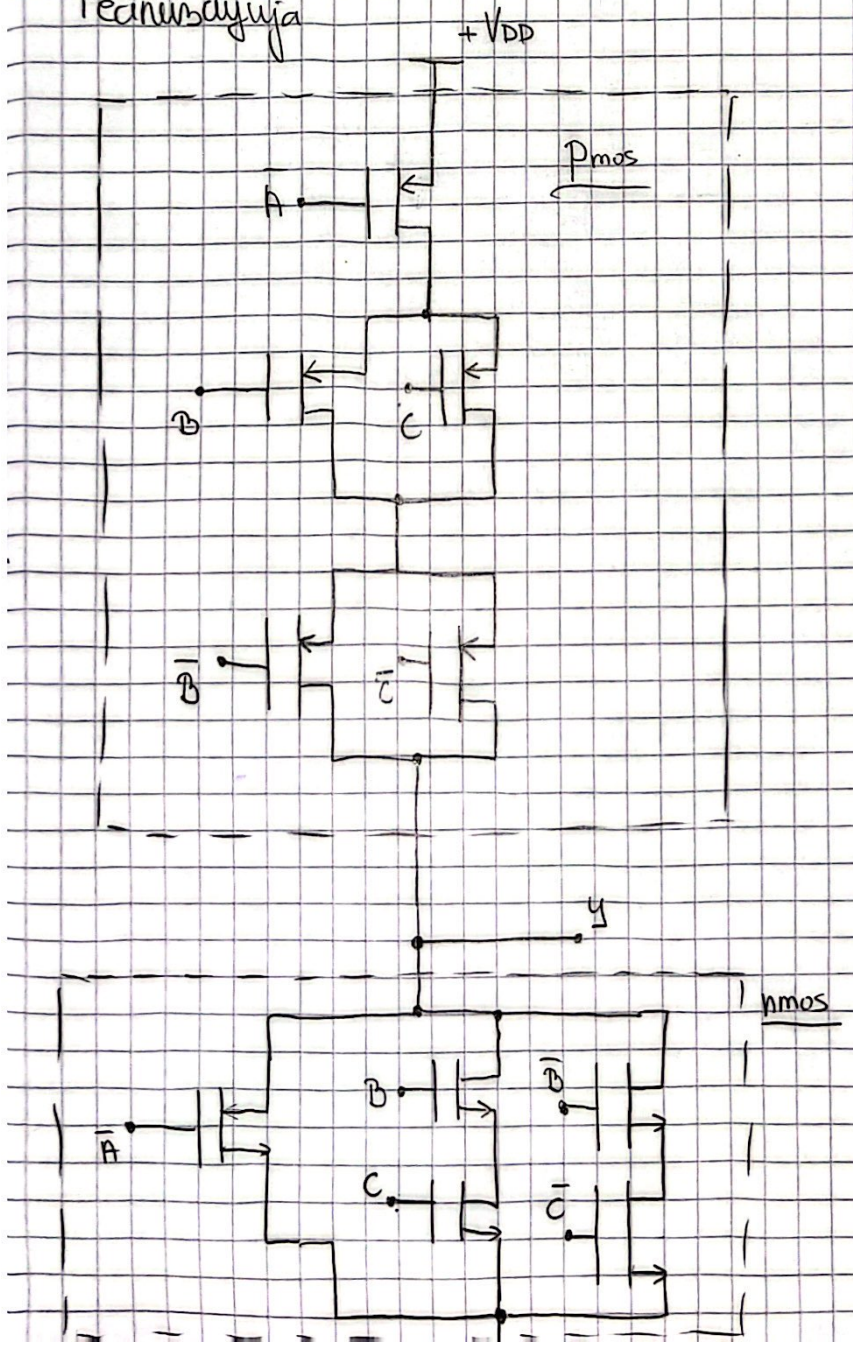
$$f = A(B \oplus C) = \overline{\overline{A(B \oplus C)}} = \overline{\overline{A(\bar{B}C + B\bar{C})}} =$$

$$= \overline{\bar{A} + \overline{(\bar{B}C + B\bar{C})}} = \overline{\bar{A} + (B + \bar{C})(\bar{B} + C)}$$

$$\boxed{\begin{aligned} f_n &= \bar{A} + (B + \bar{C})(\bar{B} + C) \\ f_p &= \bar{A} \cdot (B + \bar{C}) \cdot (\bar{B} + \bar{C}) \end{aligned}}$$

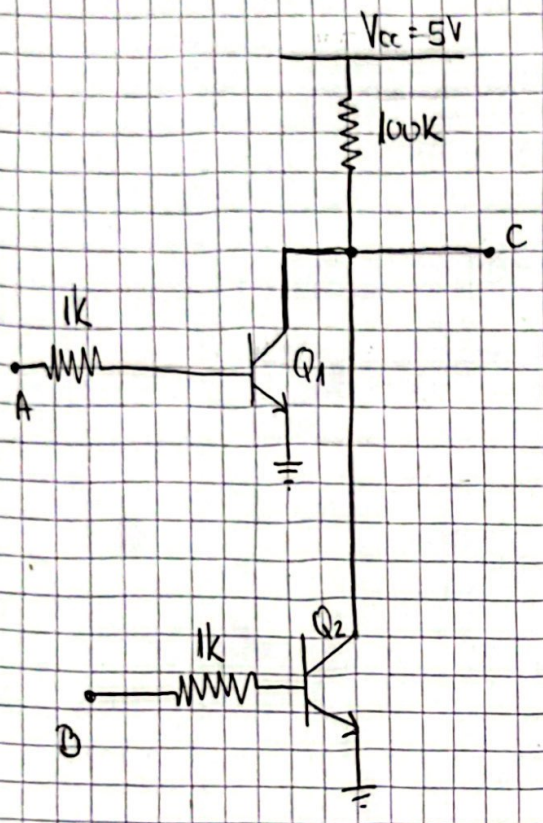
$$\boxed{f_n = \bar{A} + BC + \bar{B}\bar{C}}$$

Реализација



Scanned with CamScanner

② Одредити логичку ф-ију кола, справљеног сајлијер:



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

НИЛИ лог. кола

$$r_s = \frac{I_B}{I_{BS}}$$

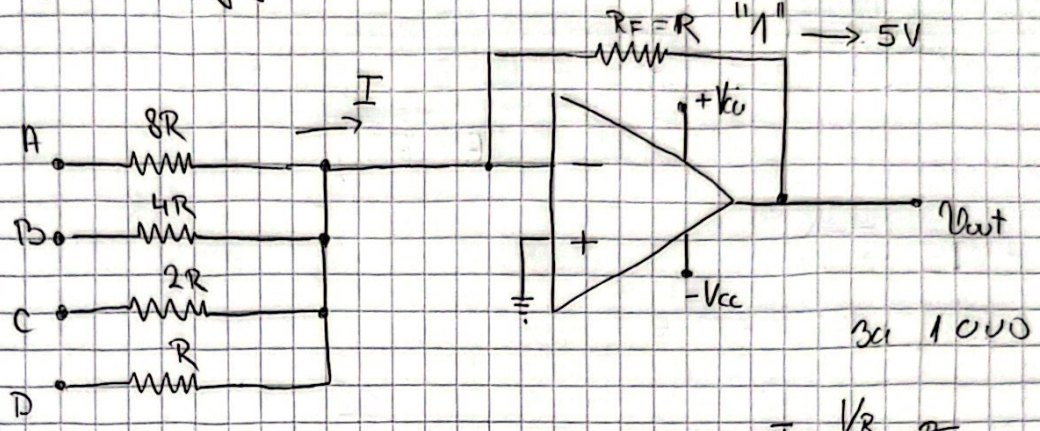
$$I_B \geq I_{BS}$$

$$I_{CS} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_C} \qquad I_B = \frac{V_{BB} - V_{BES}}{R_B}$$

$$I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta_{min}}$$

Scanned with CamScanner

3.) Пројектовати D/A конвертор са 4 улаза. На располагању су отпорници и један ОРАМР (V_{cc}, $-V_{cc}$) "0" → 0V



за 1000

$$I = \frac{V_R}{8R} \cancel{\cdot R_F}$$

$$V_{out_1} = -\frac{V_R}{8R} \cdot R_F$$

$$V_{out} = -V_R\left(\frac{1}{8} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}\right) = -\frac{V_R}{8}(1+2+4+8) = -5 \cdot \frac{15}{8} = -\frac{75}{8}$$

$V_{out} = -9{,}37\ V$ – Излазни напон

$\Delta V = -0{,}625\ V$ – Излазни корак

$n = 3$

1024k×32, 32k×32, DEK 3/8

$1024k = 10^{20} \Rightarrow 20$ - улазних адресних кола

$2^{15} \Rightarrow 15$ адр улаза енкод

$$N = \frac{1024k \times 32}{32k \times 32} = 32 \qquad K = \left\lceil \frac{20-15}{n} \right\rceil = \left\lceil \frac{5}{3} \right\rceil = 2 \text{ - друг ниво}$$

$$M = \left\lceil \frac{32}{2^n} \right\rceil = 4 \text{ - друг ниво на 2. нивоу}$$

$A_{19} A_{18} A_{17} A_{16} A_{15} A_{14} \ldots A_0$

$A_{19} A_{18}$ → прво ниво

$A_{17} A_{16} A_{15} A_{14} \ldots A_0$ → друго ниво

Scanned with CamScanner

Извршити синтезу функције:

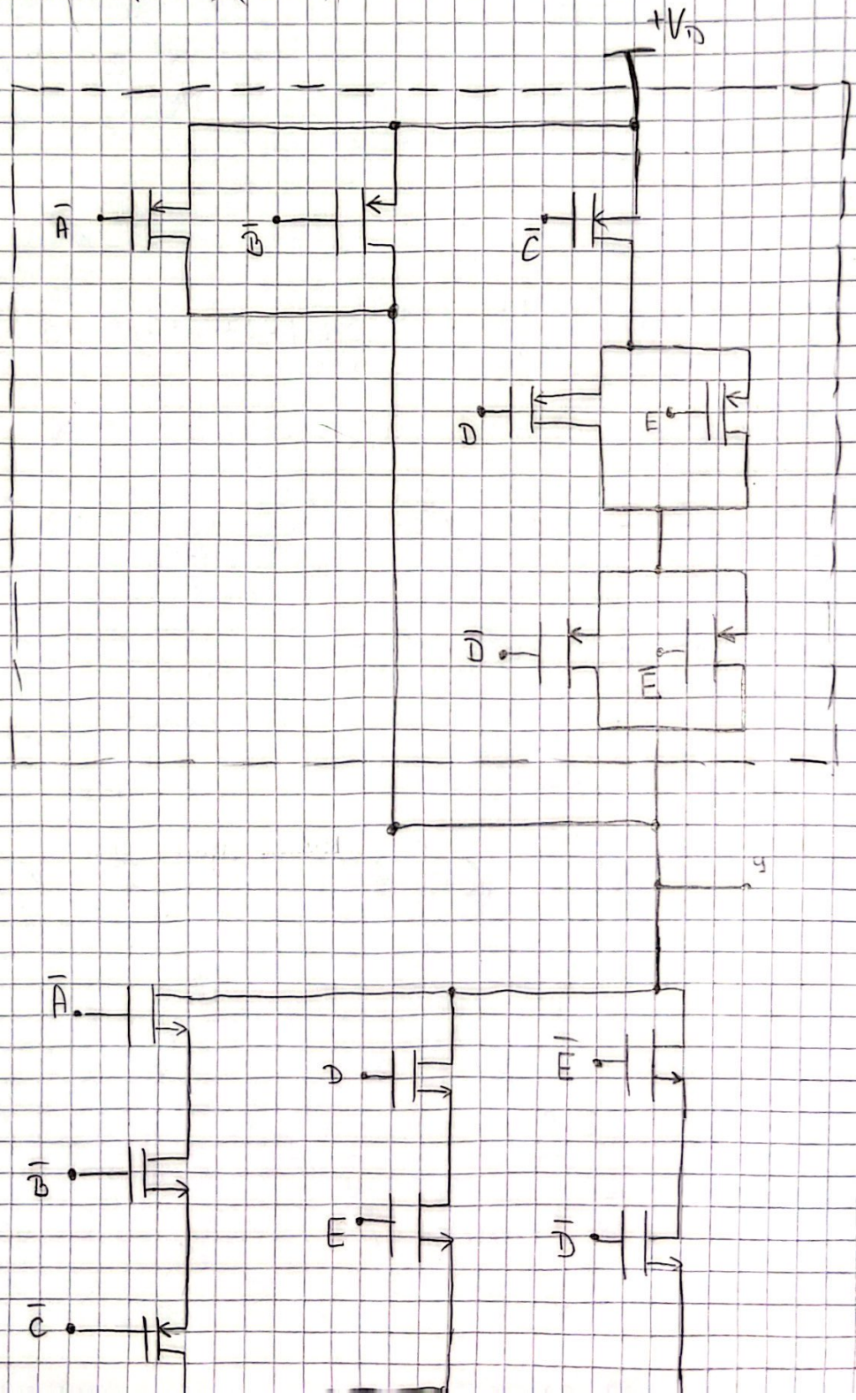
$$f = A + B + C \cdot (D \oplus E) = \qquad D \oplus E = \bar{D}E + D\bar{E}$$

$$= \overline{\overline{A + B + C(\bar{D}E + D\bar{E})}} = \overline{\bar{A}\bar{B}\bar{C} + \left((D + \bar{E})(\bar{D} + E)\right)} =$$

$$= \overline{\bar{A}\bar{B}(\bar{C} + (DE + \bar{E}\bar{D}))}$$

$$f_n = \overline{\bar{A}\bar{B}(\bar{C} + (DE + \bar{E}\bar{D}))}$$

$$f_p = \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} \cdot (D + E)(\bar{E} + \bar{D}) =$$



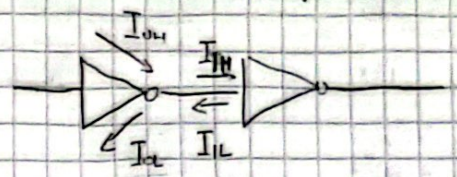
Scanned with CamScanner

$V_{OHMIN} > V_{IHMIN}$

$V_{OLMAX} < V_{ILMAX}$

$I_{OHMAX} > I_{IHMAX}$

$I_{OLMAX} > I_{ILMAX}$



$I_D = 1mA$

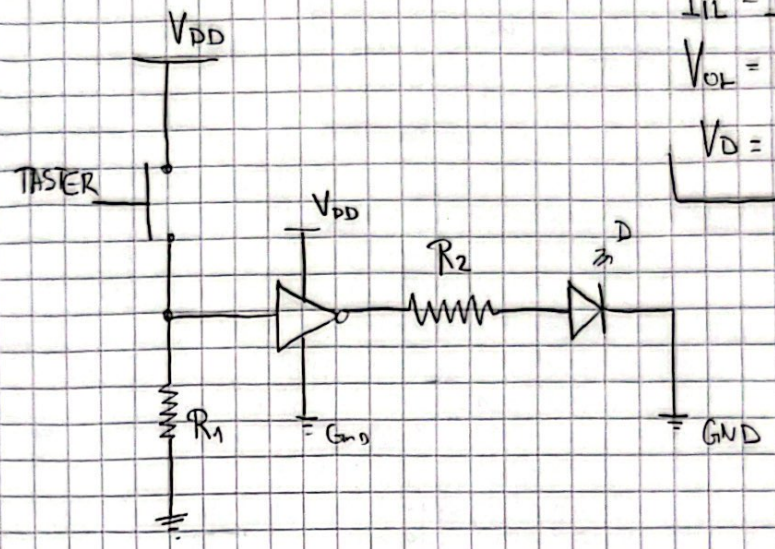
$V_{DD} = 5V$, CMOS CD4069UB(

$I_{IL} = I_{IH} = 0mA$, $V_{OH} = 4{,}95V$,

$V_{OL} = 0{,}5V$, $I_{OL} = I_{OH} = 0{,}6mA$)

$V_D = 1V$, $P_D = 0{,}125W$

1.



$P = I^2R = \frac{V^2}{R}$

a) R_{min} and R_{max}?

- Kada je tastater isključen: $R_{max} = \infty$
- Kada je uključen: $R_{min} = \frac{V_{DD}^2}{P_D} = 200\,\Omega$

б) $R_{2\,min} = ?$

Primjeri gustinu:

$R_{2min} = \frac{V_{OH} - V_D}{I_{OH}} = 6{,}58\,k\Omega$

$P_{dR2} = \frac{4{,}95^2}{6{,}58\,k\Omega}$

Scanned with CamScanner

$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}}$ $\quad I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta_{min}}$ $\quad \underline{I_B \geq I_{BS}}$

$$\boxed{F_S = \frac{I_B}{I_{BS}} \qquad I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta_{min}}}$$

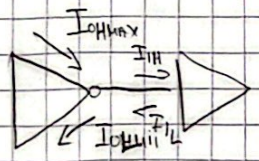
$f = \overline{(AB + C)\cdot D}$

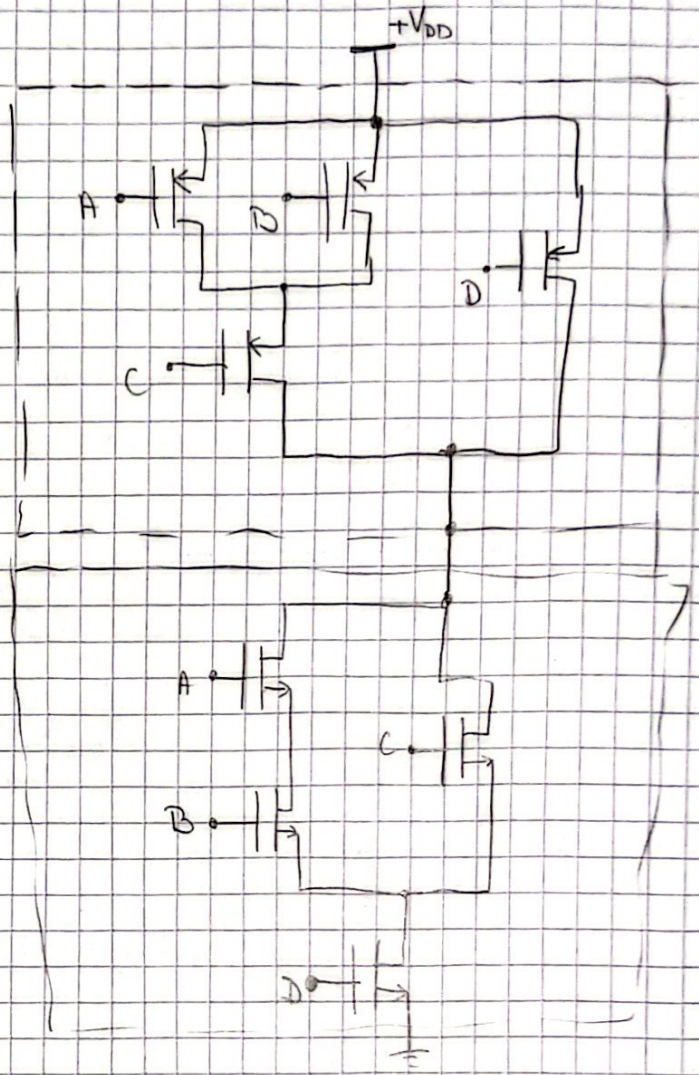
$f_n = (AB + C)\cdot D$

$f_p = (A + B)\cdot C + D$

$A \oplus B = \boxed{\bar{A}B + A\bar{B}}$

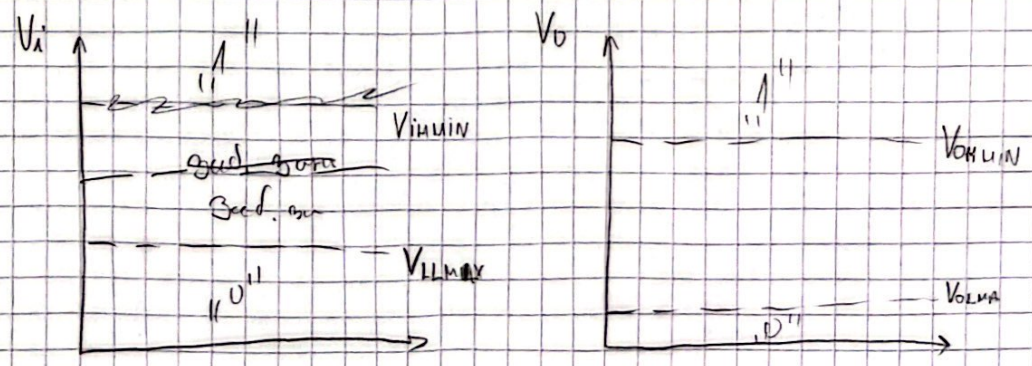
$$\boxed{A + B = A\bar{B} + \bar{A}B}$$





Горіна тарпина шума: $NM_H = V_{OHmin} - V_{IHMIN}$

~~Лінна тарпина шума: $NM_L = V_{OLmin} - V_{ILmin}$~~



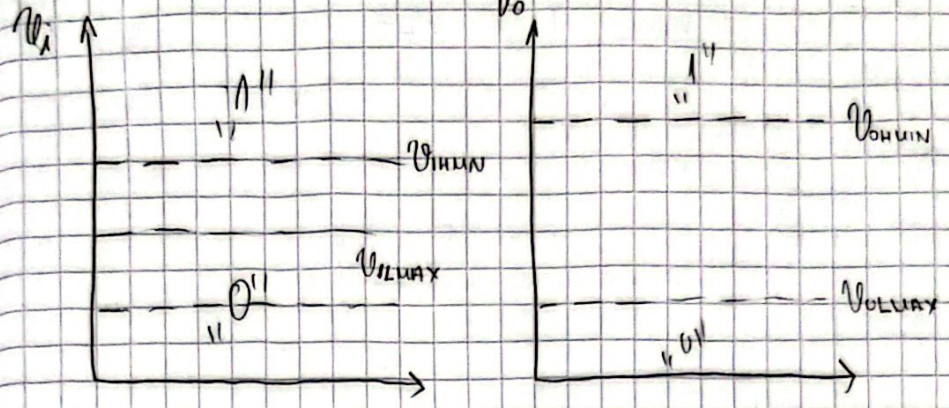
Горіна тарпа $NM_H = V_{OHMIN} - V_{IHMIN}$

Лінна $NM_L = V_{ILMAX} - V_{OLMAX}$

Гарантована тарпа

$$\boxed{NM_G = \min\{NM_H, NM_L\}}$$

Scanned with CamScanner



$\frac{I_{OH}}{I_{IH}}$

$NM_H = V_{OHMIN} - V_{IHMIN}$

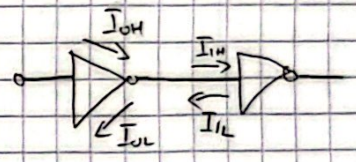
$NM_L = V_{ILMAX} - V_{OLMAX}$

$D = U \cdot I = I^2 R = \frac{U^2}{R}$

$$\boxed{NM_G = \min(NM_H, NM_L)}$$

Фактор интерпенетрации:

$$\boxed{N_H = \frac{I_{OH}}{I_{IH}} \qquad N_L = \frac{I_{OL}}{I_{IL}}}$$



$$I_{OLMAX} \geq \frac{V_{CC} - V_{OLMAX}}{R}$$

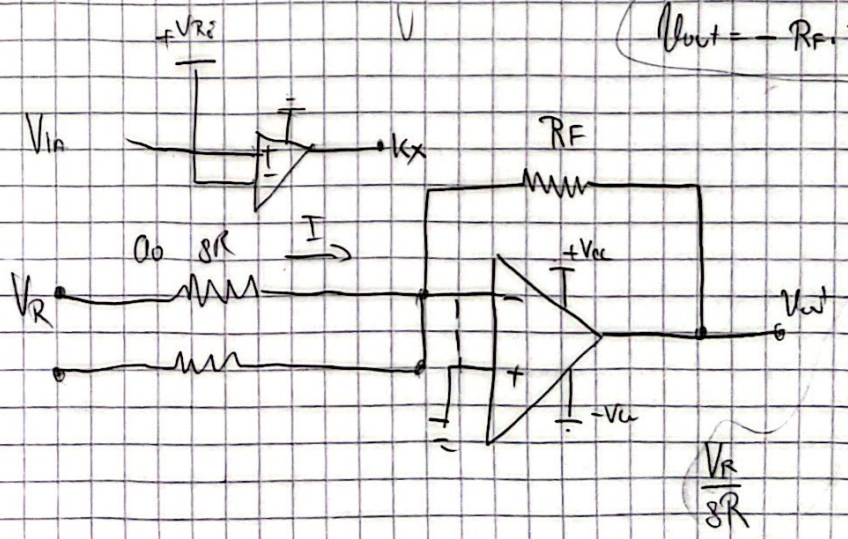
$$I_{OLMAX} \geq \frac{V_{CC} - V_{OLMAX}}{R}$$

$$R \geq \frac{V_{CC} - V_{OLMAX}}{I_{OLMAX}}$$

$$\boxed{R \geq \frac{V_{CC} - V_{OLMAX}}{I_{OLMAX}}}$$

DCDA

$V_{out} = -R_F \cdot I$



Scanned with CamScanner

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

$$\boxed{\begin{aligned} f_n &= A \cdot (B + C \cdot D) \\ f_p &= A + (B \cdot (C + D)) \end{aligned}}$$

pmos = 1 - OFF
0 - ON

nmos = 1 - ON
0 - OF

$$N = \frac{512k \times 16}{16k \times 16}$$

$$K = \left\lceil \frac{\text{адр.ум} - \text{адр.1}}{n} \right\rceil$$ бр. нивоа

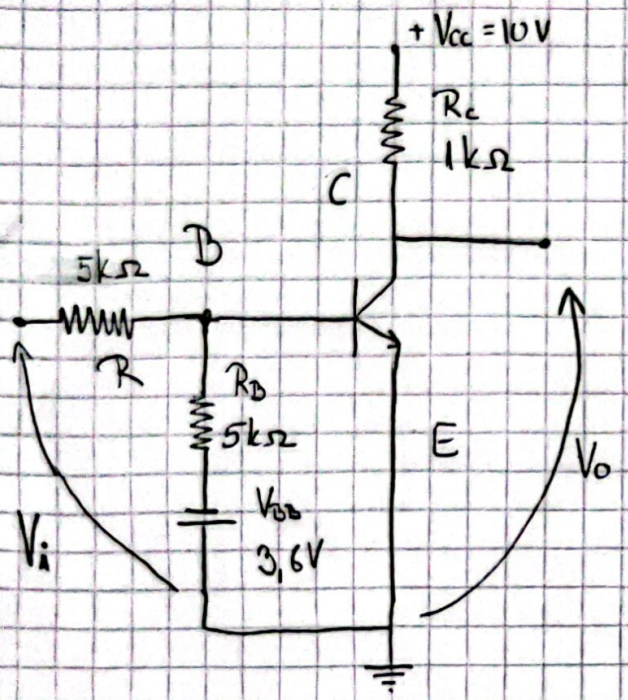
$$M = \left\lceil \frac{\text{бр.елем}}{2^n} \right\rceil$$ - бр. ~~нивоа~~ блокова у 2. нивоу

Scanned with CamScanner

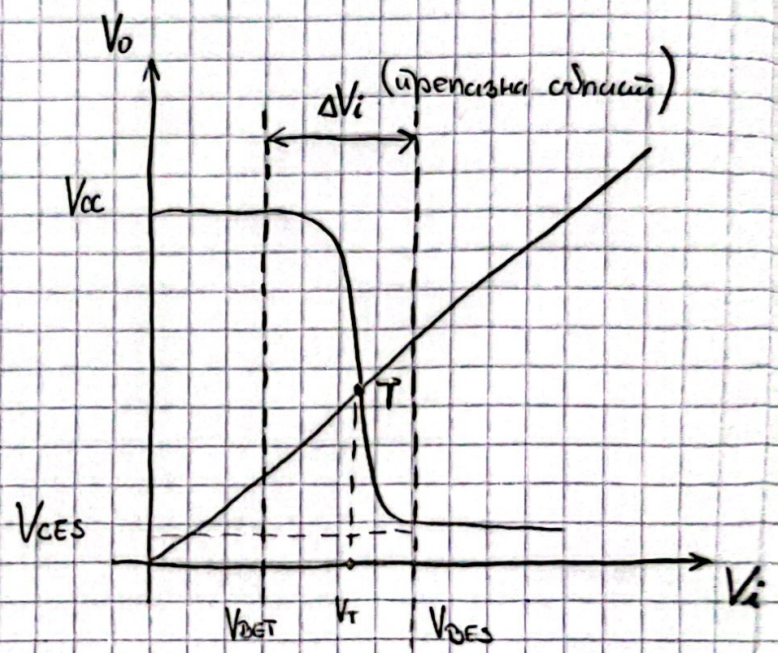
ОЕД1

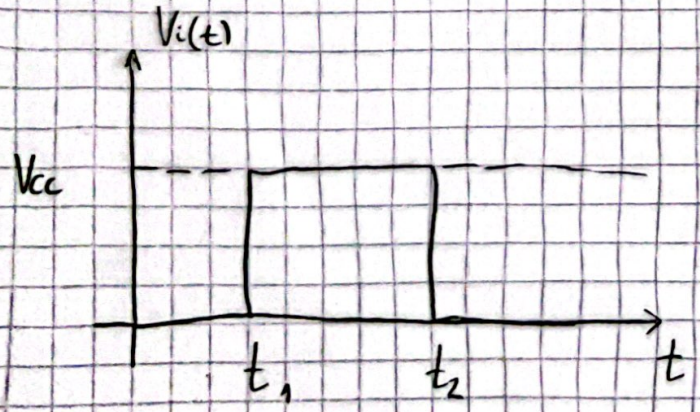
Биполарни транзистор као прекидач

① За прекидачко коло са слике извршити статичку анализу.
Познато је: $\beta_F = 200$, $\beta_{min} = 20$, $V_{BE} = 0{,}6\,V$, $V_{BE} = 0{,}6\,V$, $V_{BES} = 0{,}7$
$V_{BET} = 0{,}5\,V$, $V_{CES} = 0{,}1\,V$



Преносна карактеристика:





Scanned with CamScanner

Рјешење:

Постапрамо 2 случаја:

1° $0 < t < t_1$ t - време

Стиперски PN спој је инверзно поларизован, закључујемо да је транзистор закочен.

Scanned with CamScanner

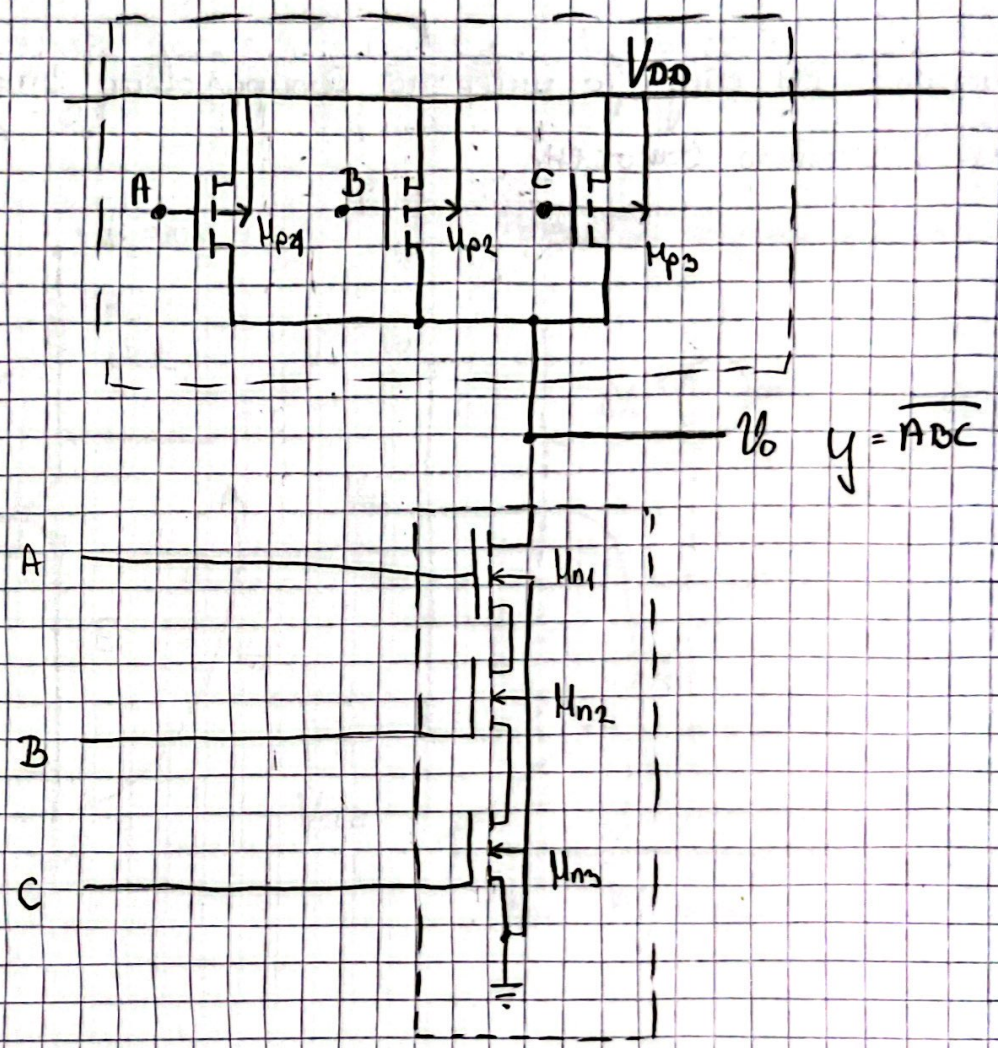
CMOS инвертор

1. Реализовати ф-ју трауказног НИ и НИЛИ лог. кола употребом CMOS технологије.

$y = \overline{ABC}$

$f_n = ABC$

$f_p = A+B+C$

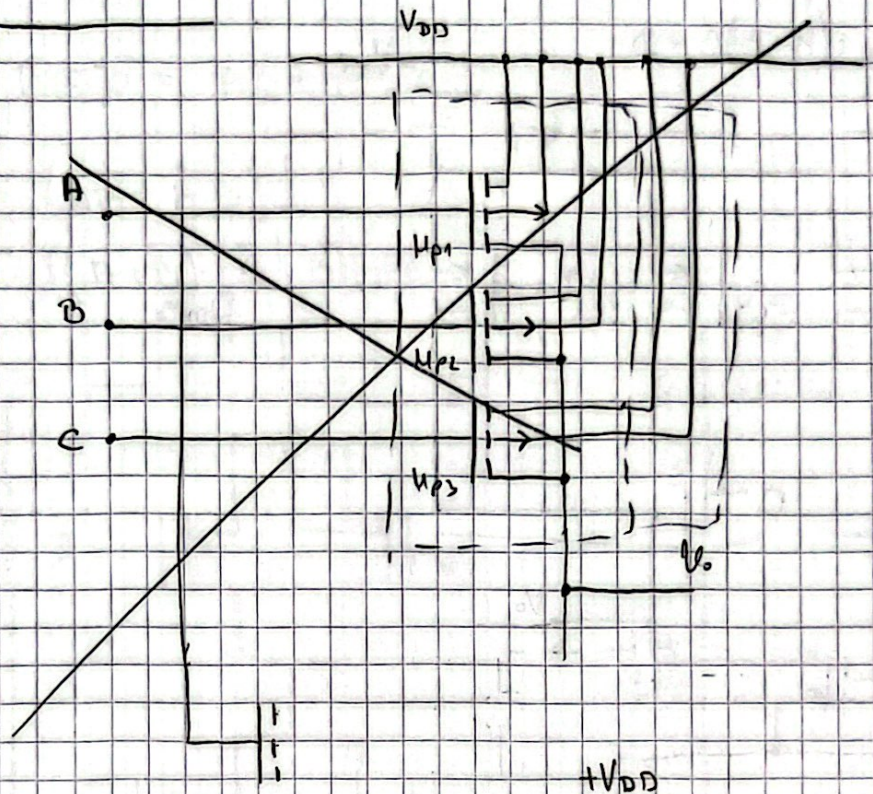


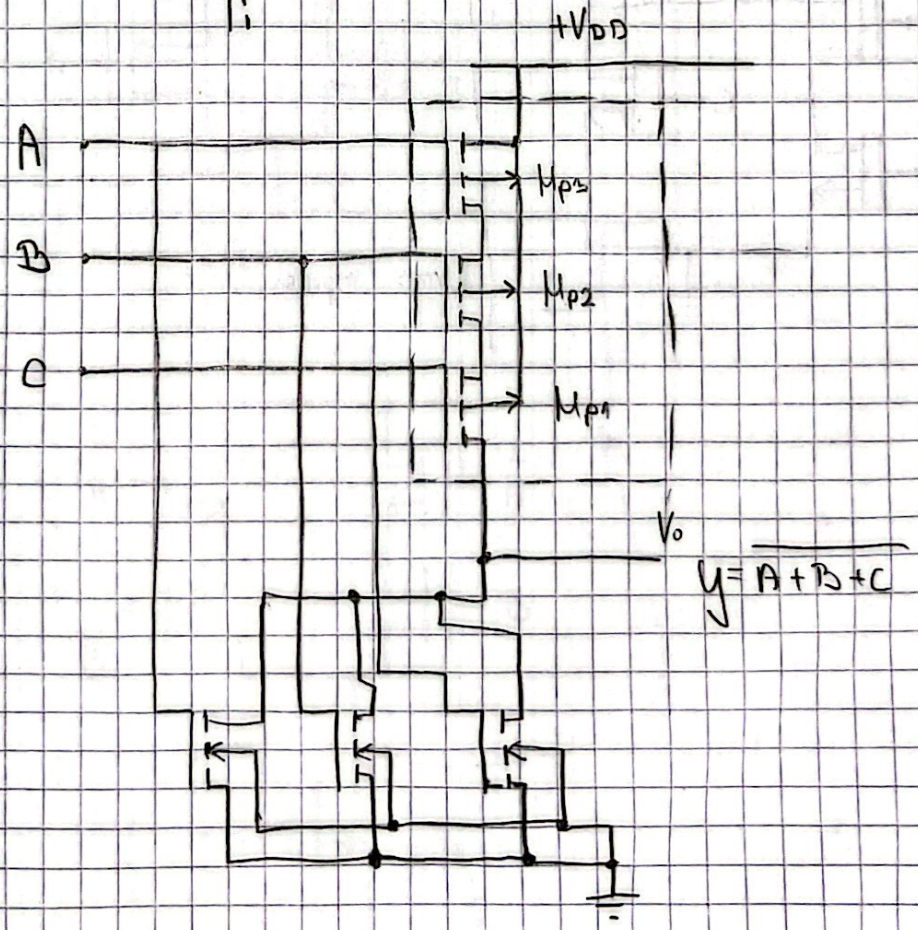
Scanned with CamScanner

$f = \overline{A+B+C}$

$f_n = A+B+C$

$f_p = A \cdot B \cdot C$



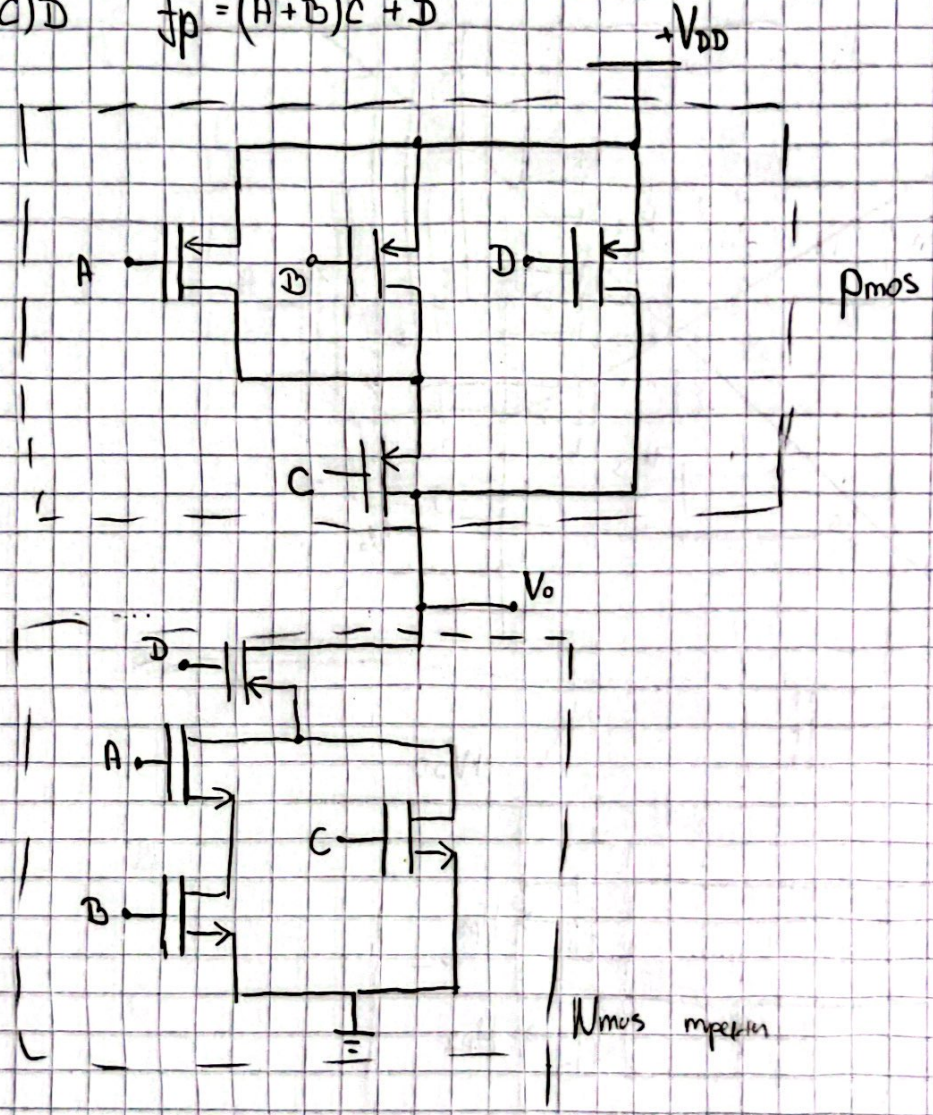


Scanned with CamScanner

② Извршити синтезу логичке функције:

$$f = \overline{(AB + C)D}$$

$f_N = (AB + C)D$ $\quad$ $f_P = (A + B)C + D$



Scanned with CamScanner

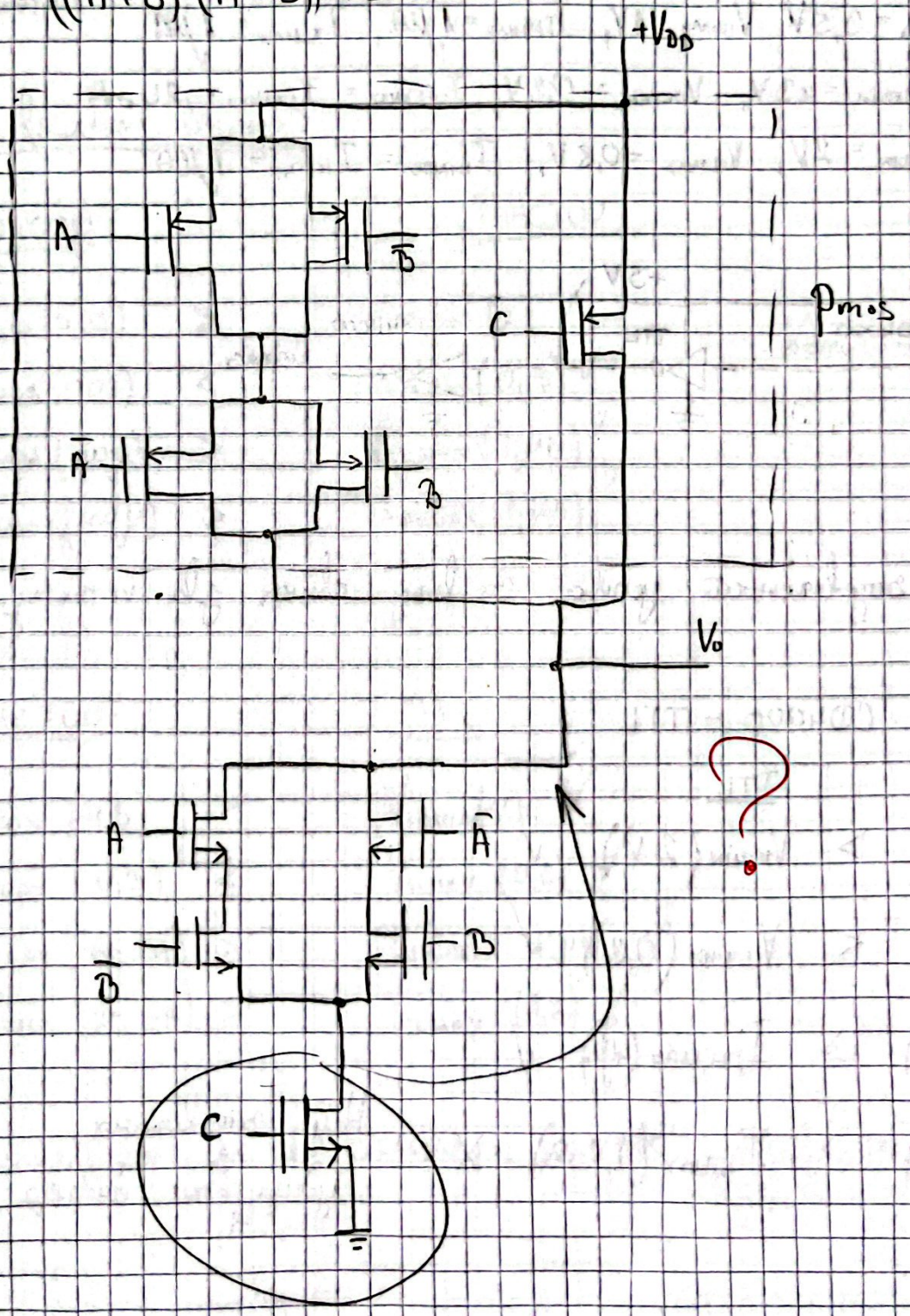
3.) Утворити синтезу потрібне функцію:

$$f = \overline{(A \oplus B)C}$$

$$A \oplus B = A\bar{B} + \bar{A}B$$

$$f_n = (A\bar{B} + \bar{A}B)C$$

$$f_p = ((A+\bar{B}) \cdot (\bar{A}+B)) + C$$



Scanned with CamScanner

(30) За дату шему потребно је одредити начин повезивања наведених логичких кола. На располагању је произвољан број кола и један бафер из серије 74HCT00. ~~Приказано~~ Познато је:

CD4000: $V_{OHmin} = 4{,}95\,V$, $V_{OLmax} = 0{,}05\,V$, $I_{OHmax} = 400\,\mu A = I_{OLmax}$

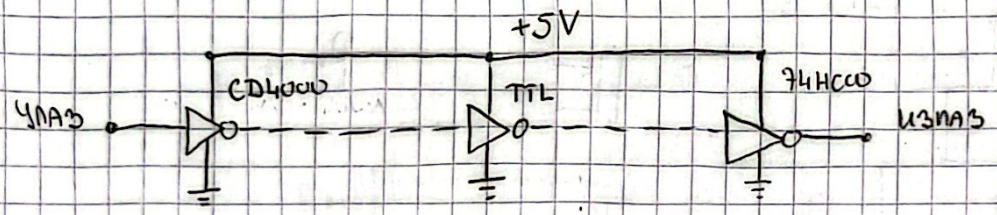
TTL: $V_{OHmin} = 2{,}4\,V$, $V_{OLmax} = 0{,}4\,V$, $I_{OHmax} = 400\,\mu A$, $I_{OLmax} = 16\,mA$

$V_{IHmin} = 2\,V$, $V_{ILmax} = 0{,}8\,V$, $I_{IHmax} = 40\,\mu A$, $I_{ILmax} = 1{,}6\,mA$

74HC00: $V_{IHmin} = 3{,}5\,V$, $V_{ILmax} = 1\,V$, $I_{IHmax} = 1\,\mu A$, $I_{ILmax} = 1\,\mu A$

74HCT00: $V_{OHmin} = 4{,}3\,V$, $V_{OLmax} = 0{,}3\,V$, $I_{OHmax} = I_{OLmax} = 24\,mA$

$V_{IHmin} = 2\,V$, $V_{ILmax} = 0{,}8\,V$, $I_{IHmax} = I_{ILmax} = 1\,\mu A$



- Испитујемо задовољеност услова за везу сваких два кола у шеми

1.° Веза: CD4000 - TTL

CD4000		TTL	
$V_{OHmin}(4{,}95)$	>	$V_{IHmin}(2\,V)$	✓
$V_{OLmax}(0{,}05)$	<	$V_{ILmax}(0{,}8)$	✓
$I_{OHmax}(400\,\mu A)$	>	$I_{IHmax}(40\,\mu A)$	✓
$I_{OLmax}(400\,\mu A)$	>	$I_{ILmax}(1{,}6\,m)$	X

Није задовољено, убацујемо бафер

Веза TTL - 74HC00

TTL		74HC00	
V_{OHmin} (2,4)	>	V_{IHmin} (3,5)	X Није задовољен, оптерећење
V_{OLmax} ( )	<	V_{ILmax} ( )	
I_{OHmax} ( )	>	I_{IHmax} ( )	
I_{OLmax} ( )	>	I_{ILmax}	

Проверимо бафер:

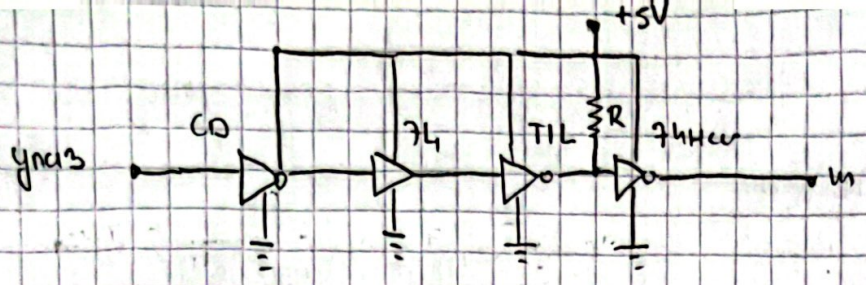
CD4000		74HCT00	
V_{OHmin} (4,95)	>	V_{IHmin} (2) ✓	- Компатибилни ✓
V_{OLmax} (0,05)	<	V_{ILmax} (0,8) ✓	
I_{OLmax} (400μ)	>	I_{ILmax} (1μA) ✓	
I_{OHmax} (400μ)	>	I_{OHmax} (1μA)	

Веза

74HCT00		TTL	
V_{OHmin} (4,3)	>	V_{IHmin} (2) ✓	
V_{OLmax} (0,3)	<	V_{ILmax} (0,8) ✓	
I_{OHmax} (24 mA)	>	I_{IHmax} (40μA) ✓	
I_{OLmax} (24 mA)	>	I_{ILmax} (1,6m) ✓	

Закључујемо да се бафер може уградити

Scanned with CamScanner



$$I_{OLMAX} \geq \frac{V_{CC} - V_{OLMAX}}{R}$$

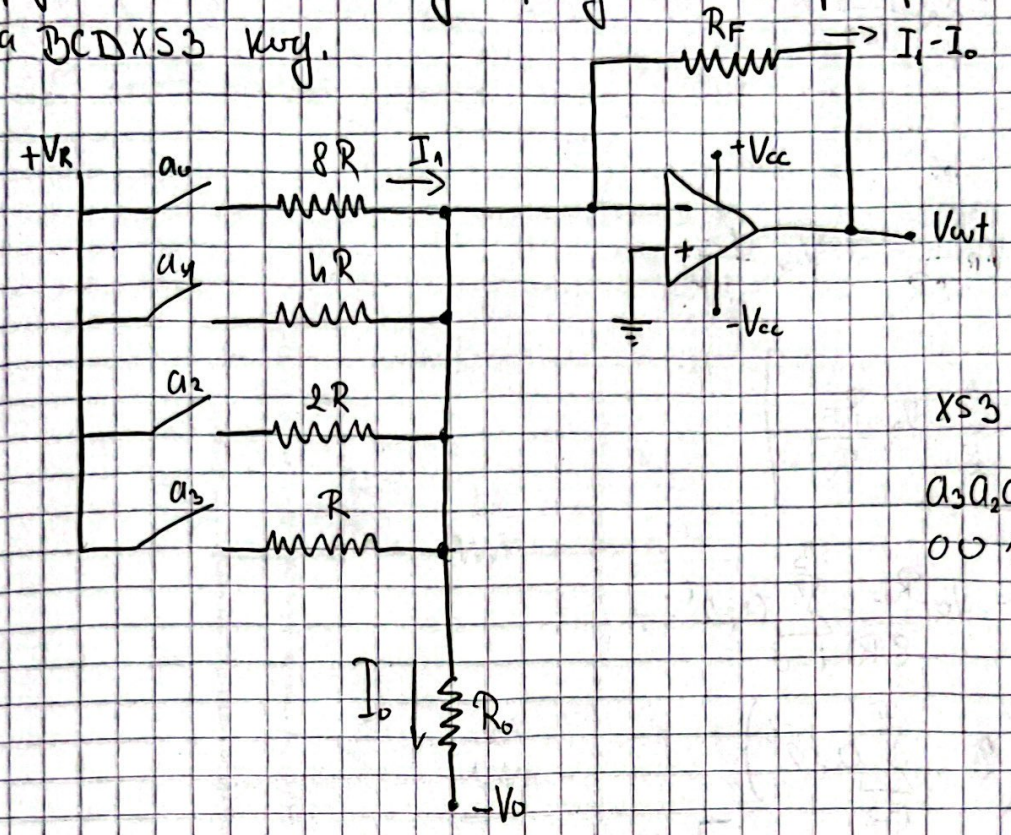
$$R \geq \frac{V_{CC} - V_{OLMAX}}{I_{OLMAX}} = \frac{5-0,4}{16 \cdot 10^{-3}} \qquad \boxed{R \geq 287,5\,\Omega}$$

$$\boxed{R \geq \frac{V_{CC} - V_{OLMAX}}{I_{OLMAX}}}$$

Scanned with CamScanner

D/A конвертори

Пројектовати шему трећег D/A конвертора са сл. прикључком за BCD XS3 код.



XS3 код прте су 0011

$a_3 a_2 a_1 a_0$

0011

За $a_0 = 1$ $\quad a_1 = a_2 = a_3 = 0$, имамо

$$V_{out} = -(I_1 - I_0) R_F$$

$$I_0 = \frac{V_0}{R_0} \qquad I_1 = a_0 \frac{V_R}{8R}$$

$$V_{out} = -\left(\frac{V_R}{8R} - \frac{V_0}{R_0}\right) R_F$$

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - a_0 \frac{V_R}{8R} R_F$$

Закључујемо да је општи израз за V_{out}:

$$\boxed{V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - a_0 \frac{V_R}{8R} R_F - a_1 \frac{V_R}{4R} R_F - a_2 \frac{V_R}{2R} R_F - a_3 \frac{V_R}{R} R_F}$$

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - \frac{V_R}{R} R_F \left(\frac{a_0}{8} - \frac{a_1}{4} - \frac{a_2}{2} - \frac{a_3}{1}\right)$$

Scanned with CamScanner

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - V_R \frac{R_F}{8R} \left(a_0 + 2a_1 + 4a_2 + 8a_3 \right)$$

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - V_R \frac{R_F}{8R} \sum_{i=0}^{3} a_i 2^i$$

$V_{out} = 0$ за:

$$0 = \frac{R_F}{R_0} V_0 - V_R \frac{R_F}{8R} - V_R \frac{R_F}{4R}$$

$$\boxed{\frac{R_F}{R_0} V_0 = \frac{3}{8} V_R \frac{R_F}{R}}$$

$$V_{out} = \frac{3}{8} V_R \frac{R_F}{R} - V_R \frac{R_F}{8R} \sum_{i=0}^{3} a_i 2^i$$

$$V_{out} = \frac{3}{8} V_R \frac{R_F}{R} \left(3 - \sum_{i=0}^{3} a_i 2^i \right)$$

$$\boxed{V_{out} = -V_R \frac{R_F}{8R} \left(\sum_{i=0}^{3} a_i 2^i - 3 \right)}$$

Найти шкалы: $a_0 = 1$ $\underline{a_1 = a_2 = a_3 = 0}$

$$\boxed{V_{out} = V_R \frac{R_F}{4R}}$$

Найти пуне скале $a_1 = a_2 = a_3 = a_0 = 1$

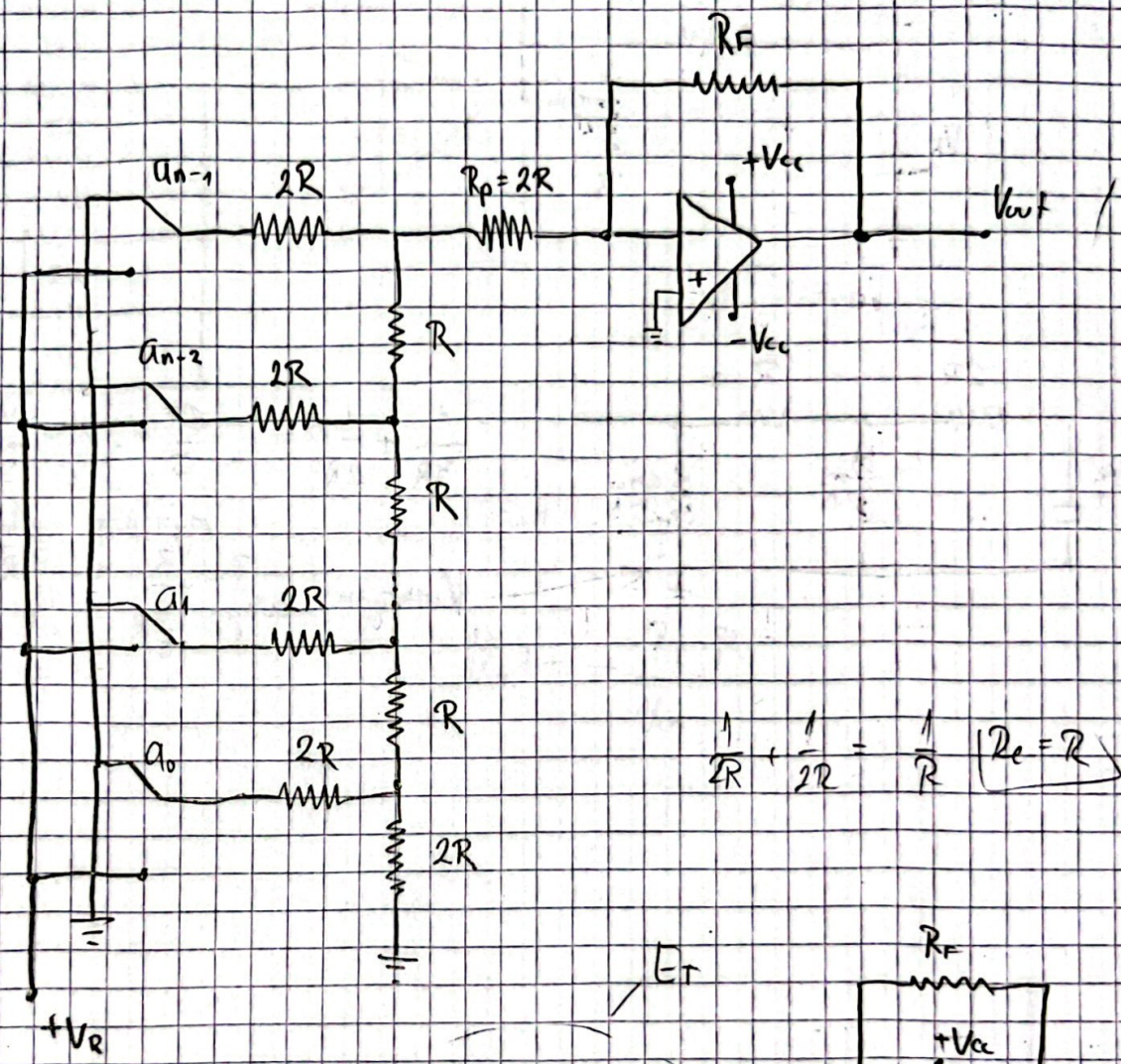
$$V_{out} = -V_R \frac{R_F}{8R} (1 + 2 + 4 + 8 - 3)$$

$$\boxed{V_{out} = -V_R \frac{3}{2} \frac{R_F}{R}}$$

Scanned with CamScanner

34. На слици је приказана шема D/A конвертора са пресијечном струјом. Извести израз за излазни напон конвертора у облику: $V_{out} = -\Delta V \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$

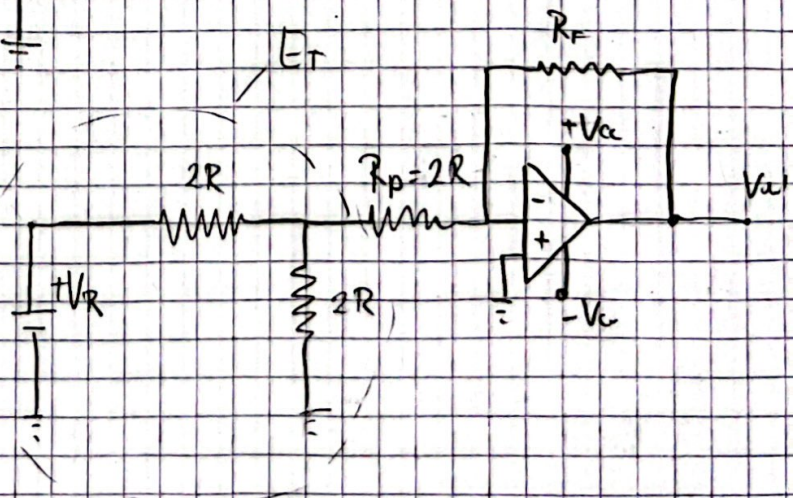
$\Delta V =$ —— напон корака



$\frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{R}$ $\boxed{R_e = R}$

$I = \frac{U}{R}$

$U = I \cdot R$



За $a_{n-1} = 1$, $a_0 = \ldots = a_{n-2} = 0$

$R_T = R$ – пирипотни ком

$I = \frac{V_R}{4R}$

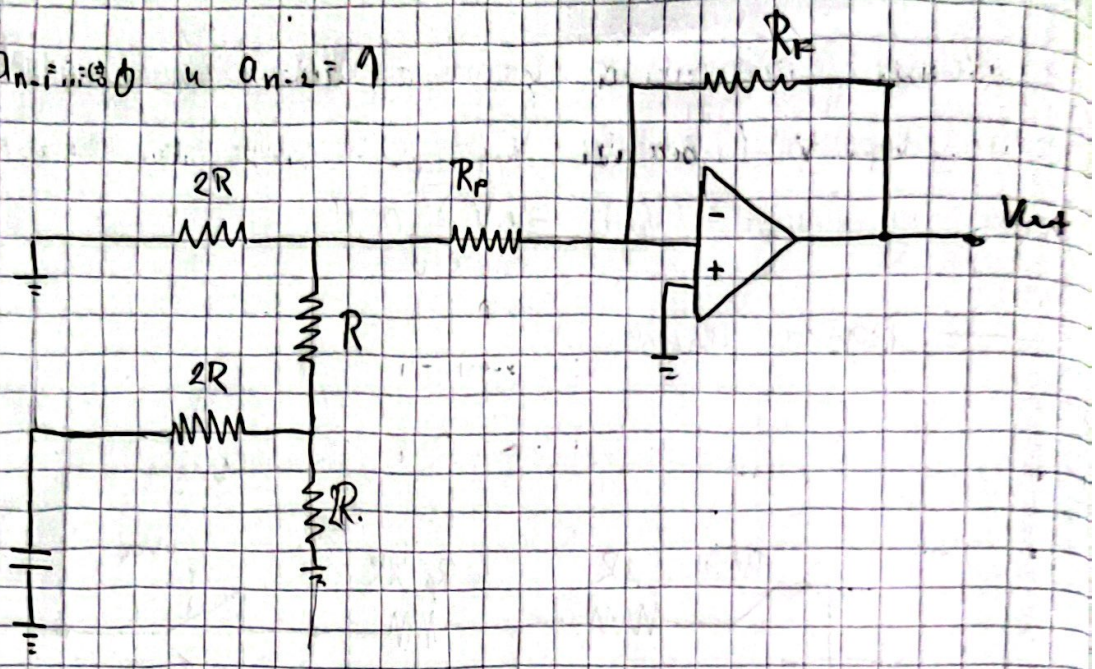
$V_T = \frac{V_R}{4R} \cdot 2R = \frac{V_R}{2}$

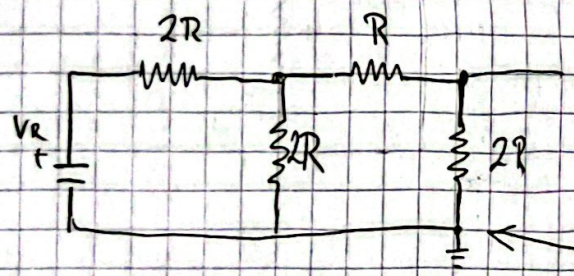
Напон чвора: $\boxed{\frac{V_R}{2}}$

$V_{out} = R_F \cdot \frac{\frac{V_R}{2}}{R} = \left| \frac{R_F}{R} \cdot \frac{V_R}{2} \cdot a_{n-1} \right|$

Scanned with CamScanner

Аны ау $a_{n-1} = 0$ и $a_{n-2} = 1$





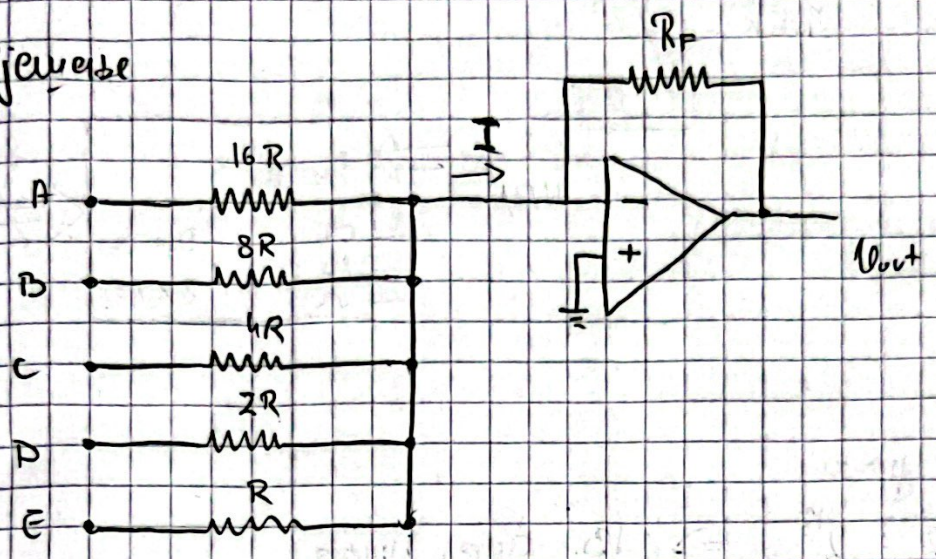
$$\frac{1}{3R} + \frac{1}{2R} = \frac{6R}{5} + 2R = \frac{16}{5}R$$

Контурлық ағыс $I = \frac{V_R}{\frac{16}{5}R} = \frac{5}{16}\frac{V_R}{R}$

Scanned with CamScanner

Пројектовати D/A конвертор са 5 улаза тако да корак квантизације ± 0,3125 V. Одредити V_{out} за улаз ABCDE = 10111 и начин тајне скале. На расположењу су операциони и један отпор

Рјешење



ΔV - корак квантизације

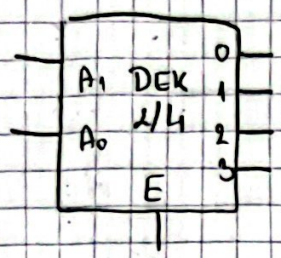
$$V_{out} = -\frac{R_F}{I}$$

$$I = \frac{V_{in}}{R}$$

$$V_{out} = -\frac{R_F \cdot R}{V_{in}}$$

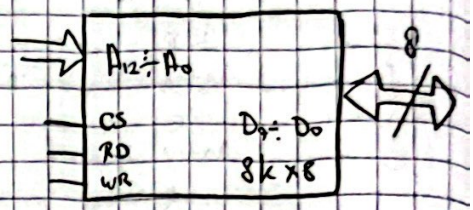
Scanned with CamScanner

Нацртати блок шему RAM меморије капацитета 128k×8, ако су на располагању меморијске компоненте 8k×8 бита и декодери DEK 2/4.



DEK $n/2^n$

$\boxed{n=2}$



Рачунато број адресних улаза:

$8k \times 8 = 8 \cdot 1024 = 2^3 \cdot 2^{10} = 2^{13} \Rightarrow$ 13 адр. улаза

Рачунато број компонентних N:

$$N = \frac{128k \times 8}{8k \times 8} = \frac{128}{8} = 16 \Rightarrow$$ 16 ~~адр.~~ мем компонентних

Број адр. улаза комп. коју решавам

$128k \times 8: \; 2^7 \cdot 2^{10} = 2^{17} \Rightarrow$ 17 адр. улаза

$$K = \left\lceil \frac{17-13}{n} \right\rceil = \left\lceil \frac{4}{2} \right\rceil = 2 \Rightarrow$$ Потребна 2 нивоа декодера DEK 2/

$$M = \left\lceil \frac{N}{2^n} \right\rceil = 4 \Rightarrow$$ 4 декодера на другом нивоу

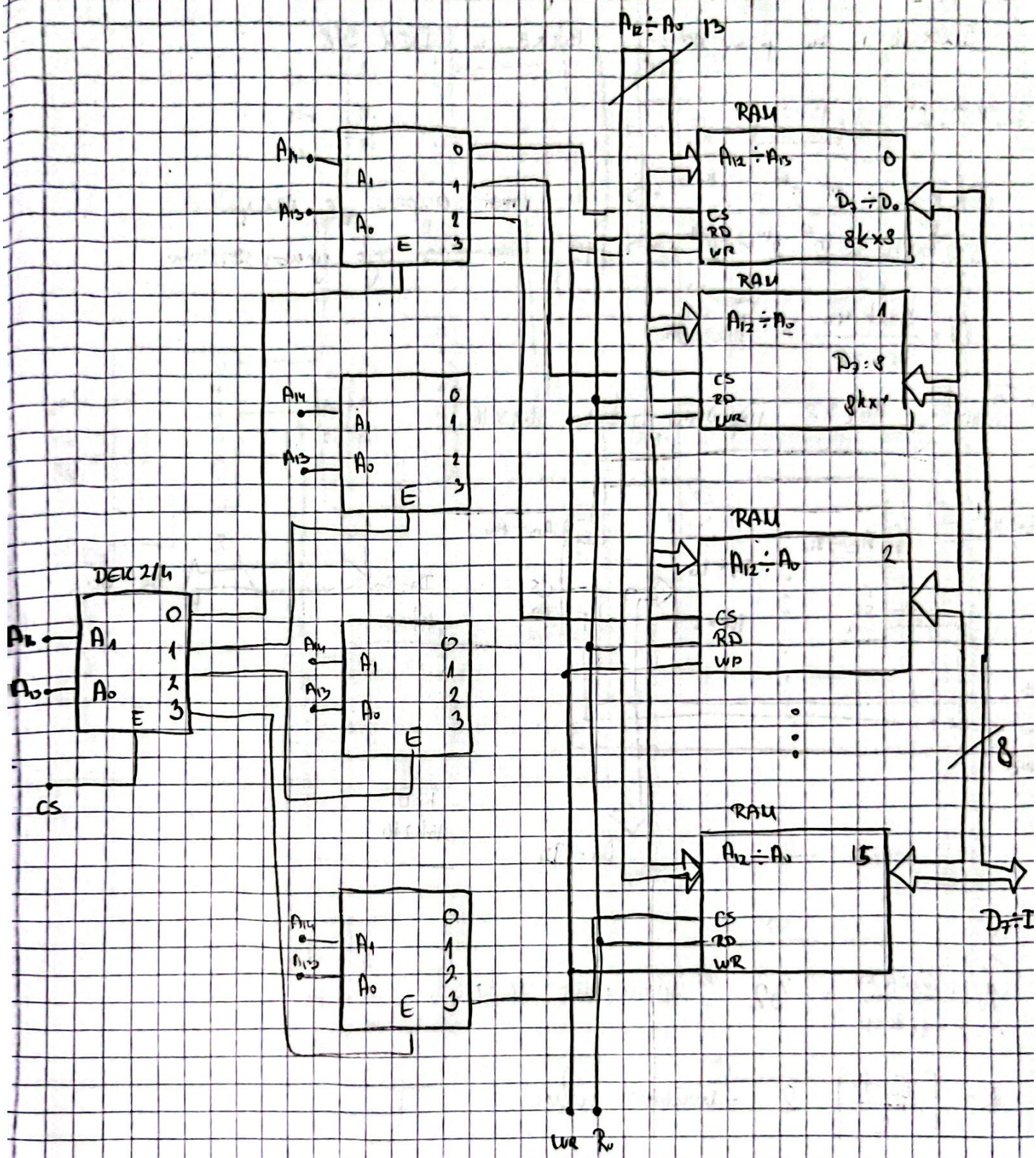
$\underbrace{A_{16}A_{15}}\underbrace{A_{14}\;A_{13}}\underbrace{A_{12}\ldots A_2A_1A_0}$

Први ниво

1 × DEK 2/4

Други ниво

4 × DEK 2/4



Scanned with CamScanner

Блок шема меморије RAM капацитета 512k x 16, на расположиву 16k x 8 и DEK 3/8

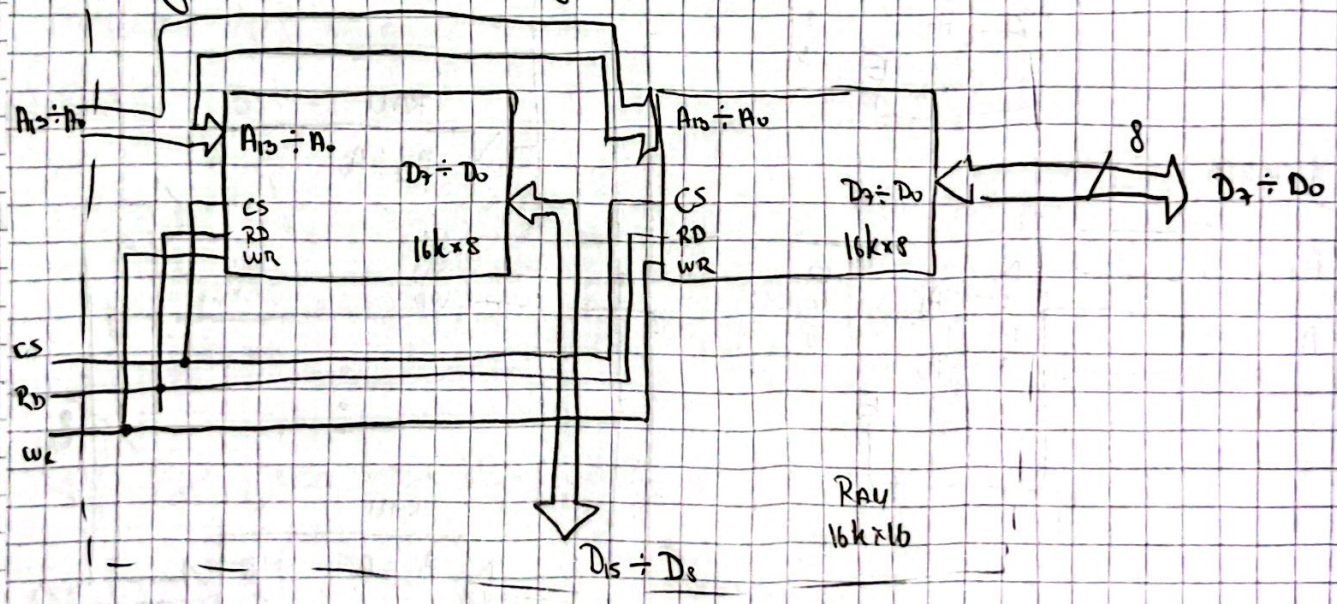
DEK $n/2^n$ $\boxed{n=3}$

$16k \times 8 = 2^4 \cdot 2^{10} = 2^{14}$ => 14 - ~~бит.~~ адреса је употребљено

$512k \times 16 = 2^9 \cdot 2^{10} = 2^{19}$ => 19 - ~~бит спол~~ адр уписа ~~капацитет~~

$N = \frac{512k \times 16}{16k \times 8}$ - Проблем

Потребу 16k x 8 треба да добијем 16k x 16

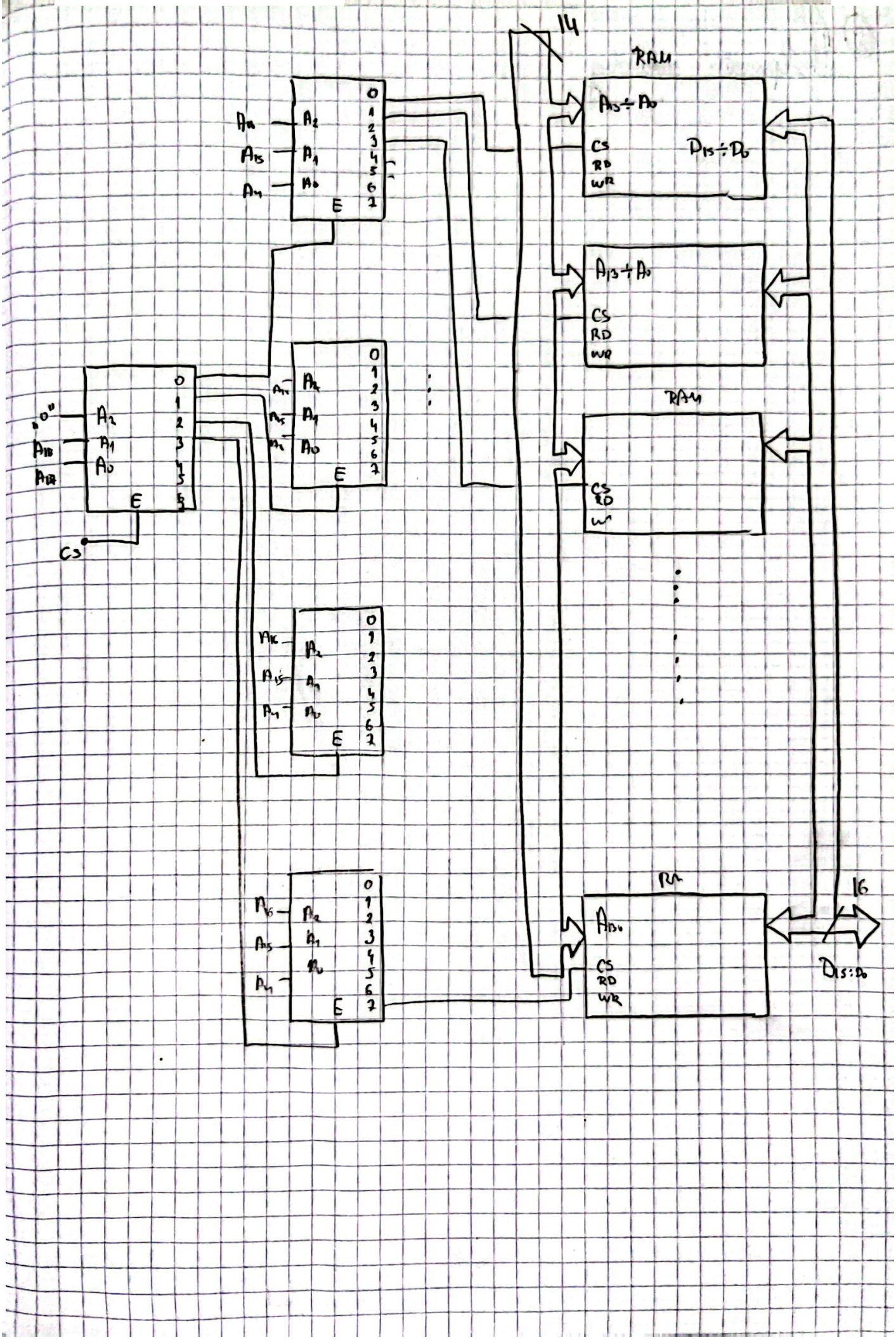


$N = \frac{512k \times 16}{16k \times 16} = 32$ - капацитет 16k x 16

$K = \left\lceil \frac{19-14}{3} \right\rceil = 2$ - битова група

$M = \left\lceil \frac{N}{2^n} \right\rceil = 4$ - на групи групу

$\underbrace{A_{18} A_{17}}_{\text{Прва}} \underbrace{A_{16} A_{15} A_{14}, A_{13} A_{12} \ldots A_0}_{\text{Друга}}$



Scanned with CamScanner