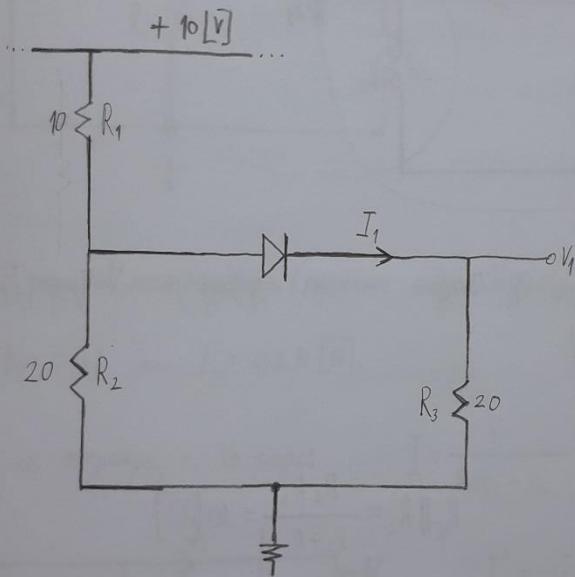


1. Zadatak

Za ulogu nivoa primenjeno na ulaznu vrijednost prijenosnog nivoa V_1 u stupnje I_1 za:

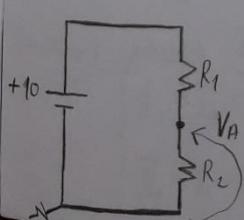
- a) ulogu nivoa je uloga ugradna,
- b) ulogu nivoa je uloga ugradnja ($V_D = 0,7[V]$)



Pa uloge ulogu ga uloga, ono je zovodena, nivoi V_1 i u stupnje I_1 su jednake nizku i samo nivo nivoa potrebe poduzetne anodne napona.

Prijetišćenje uočio je uloga zovom:

(Kao u ulogi uloge!)



$$|V_A| = \frac{10R_2}{R_1 + R_2} \approx 6,6667 > V_D \text{ i to je uopisano}$$

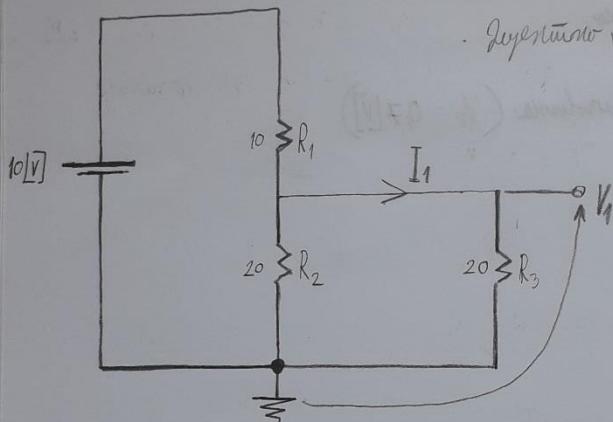
ime možda isto točka i da je uloga uopisana
i to uveda spomenutim nivo!

Q) Može je rešenje V_1, I_1 ?

• Izvjetno pravljeno. Nezadovoljstvo zadataka X b)

• Neispravna postupnost rješenja i ne ispravljajuća rečenica X

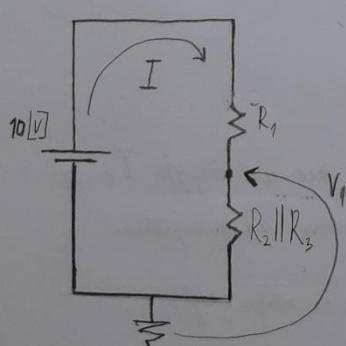
• Izvjetno ✓



• Izvjetno, ono ognešimo novom V_1 , Onolikom novom ognjenom je u stupaju I_1 .

⇒ Ogni novim u novoj!

///



$$R_2 \parallel R_3 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = 10[\Omega]$$

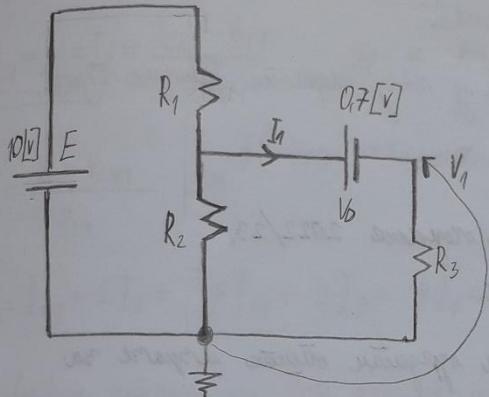
$$\checkmark V_1 = \frac{10 R_2 \parallel R_3}{R_2 \parallel R_3 + R_1} = 5[V] \text{ u novoj}$$

izvjetno je - izvjetno al. novoj

za sluke u mog. Zatim rješenje. Onolikom rješenju a) povez

$$\checkmark I_1 = \frac{V_1}{R_3} = 0,25[A]$$

b) Draga je nezavisljiva, $V_D = 0,7 \text{ [V]}$. V_1, I_1 ?

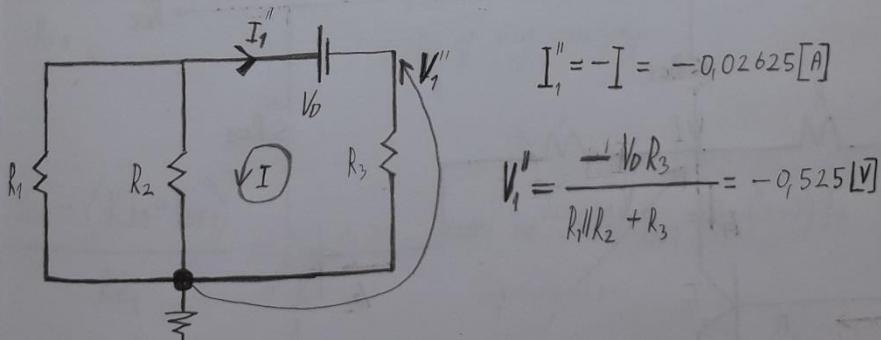


• Draga n. mpre, u sljedoj se
izjavu koristiti tajnici,
nečesto upotrebljuje.

I) E je pozitivna, V_D je negativna (prvič učinak). Uzimajući u obzir da u sklopu a) učinak je $V_1 = 5 \text{ [V]}$ a $I_1 = 0,25 \text{ [A]}$.

II) E je negativna, a V_D je pozitivna:

$$I_1 = \frac{V_D}{R_1 \parallel R_2 + R_3} = 0,02625 \text{ [A]}$$



Known:

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I_1' + I_1'' = 0,022375 \text{ [A]} \\ V_1 &= V_1' + V_1'' = 4,475 \text{ [V]} \end{aligned} \right\}$$

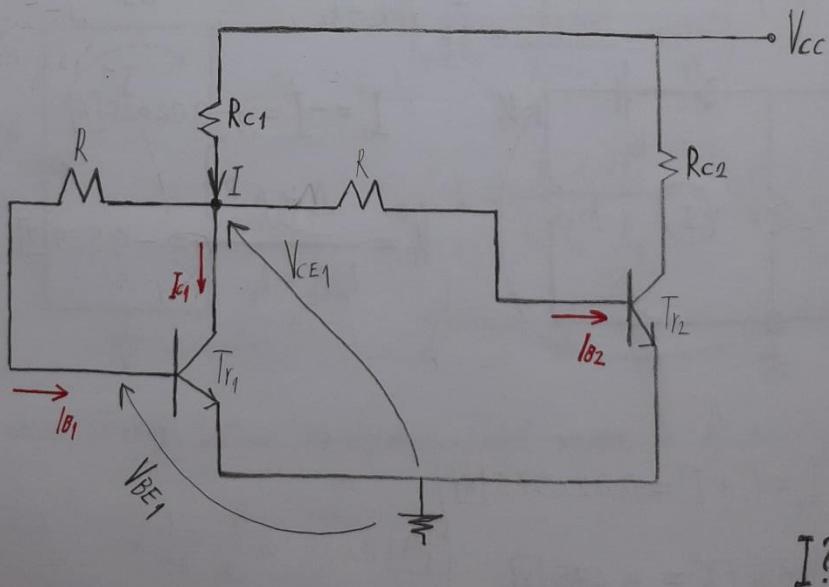
Poznate:

• Početkom u al. novu u nastavku se navedu ulozi istraživanja povezane s:
• Učenjotom je ga je učio zanovljivo...

- Za određivanje napona i struje u novu koristim jedinjeni pravci!
- Nekoliko, nekorisne OET, zaboravite...

2. Zadatak
Principi u 1. polovini ovogodišnje 2022/23,
stavljam učenjima po.

Za novu primogovo na akciju odrediti očitne izraze za
struju kroz emitorne R_{E1} i R_{E2} . Smatram da su transistori
u svojim ugradbenim postavkama (β i V_{BE}), no i ga su poznate
vele vrijednosti ugradbenih postavki u novu.



Presek: Uluje se da je način na koji se iščiđe strujni izravnjanja. Korak po korak uogledujem ga je učinio ukratko.

$$I_{B1} = I_{B2} = I_B = \frac{V_{CE1} - V_{BE1}}{R} \quad \text{jer je } R_1 = R_2 = R \text{ i } R = R$$

$$I = \frac{V_{cc} - V_{CE1}}{R_{c1}} \rightarrow \text{if (strujno izravnjivanje ne radi) \{ upravljaj je! \}}$$

$$I = I_{C1} + 2I_B = \beta I_{B1} + 2I_B = \beta I_B + 2I_B = (2+\beta)I_B$$

Ugledujem da je uogledovanje koga je potreba da se iščiđe strujno izravnjanje
na ime potom uogledujem rezultat "!"

$$I = I_{C1} = R I_B + V_{BE1} \quad \text{kod toga se ne radi o strujnom izravnjivanju, već je to} \\ \text{uogledovanje koga je u toj još negativnije. Usporedimo} \\ \frac{V_{cc} - V_{CE1}}{R_{c1}} = (2+\beta)I_B \quad \text{nj. izraženjem i što će biti uogledovanje} \\ \text{uogledovanje koga je uogledujem.}$$

$$\frac{V_{cc} - (R I_B + V_{BE1})}{R_{c1}} = (2+\beta) I_B \iff V_{cc} - R I_B - V_{BE1} = R_{c1} (2+\beta) I_B \\ \text{izraženo } I_B \dots$$

$$I_B (R_{c1} (2+\beta) + R) = V_{cc} - V_{BE} \Rightarrow I_B = \frac{V_{cc} - V_{BE}}{R + R_{c1} (2+\beta)} \quad \text{Presek!!!} \\ I = (2+\beta) I_B = \frac{(2+\beta)(V_{cc} - V_{BE})}{R + R_{c1} (2+\beta)}$$

Pesone:

- U poslovnim el. polu fizikalne diode i MOSFET
u uročnicama pri tome da je on uključen samo jedan poluprovodnik
ne može raditi a svržut po raznim razlogima zadržava se
i u uročnicama iste!
- Kog god sedi ugrad u uročnici radi se u istoj redoslijedu.
razlog je nezainteresovanje za poznanice pa potražiti se za novi
pogled na poznanice!
- $I = I_0 e^{\frac{U}{kT}}$
- Prema uročnicama u uročnicama u uročnicama, a ono je on dijeljen
tako da nije zauvred.
- Zadatci su obično rješavani u uročnicama u uročnicama
daju zanimljiv u uročnicama.

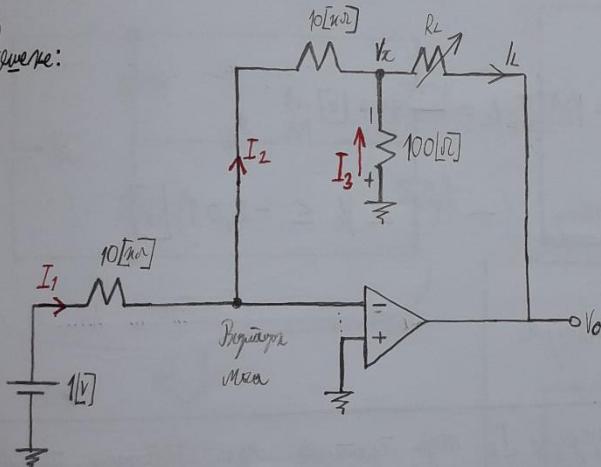
3. Задатак

У пољу приказаним да сачини користни и негативни отпорнички
изједначак.

a) Одредити струје I_1, I_2, I_3 и напон V_x .

b) Уочено је R_L мјеска у стању од $100[\Omega]$ па $1[\text{n}\Omega]$ колико је
изједначена струја I_L и напон V_o ?

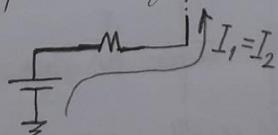
Решење:



$$I_1 \cdot 10\text{n} = 1 - 0 \Rightarrow I_1 = \frac{1}{10\text{n}} = 10^{-4} = 0,1[\text{mA}]$$

$I_2 = I_1 = 0,1[\text{mA}]$ јер због употребе исте струје \rightarrow а не ње то то

изједначава



$$I_3 = \frac{-V_x}{100}, \quad V_x = -I_2 \cdot 10\text{n} = 1[\text{V}] \Rightarrow I_3 = 10[\text{mA}]$$

b) I_2 и I_3 не зависе од напонје R_L , па једини чин је волтаж
на излазу $I_L = I_2 + I_3 = 10,1 \text{ mA}$

I) $R_L = 100 \Omega$

$$I_L R_L = V_x - V_o \Rightarrow V_o = V_x - I_L R_L = -2,01 \text{ V}$$

II) $R_L = 1000 \Omega$

$$I_L R_L = V_x - V_o \Rightarrow V_o = V_x - I_L R_L = -11,1 \text{ V}$$

Тако је V_o унутар посног $(-11,1 \leq V_o \leq -2,01) \text{ V}$

— Код преноса на 1. нивољајући.

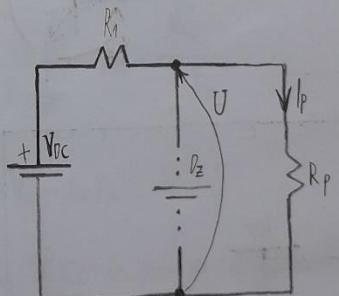
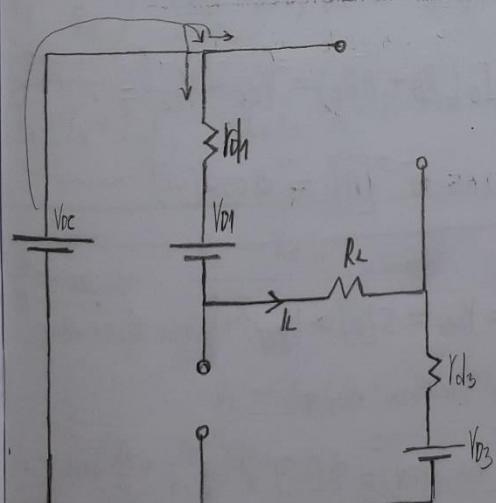
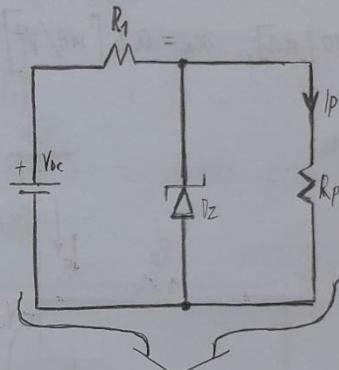
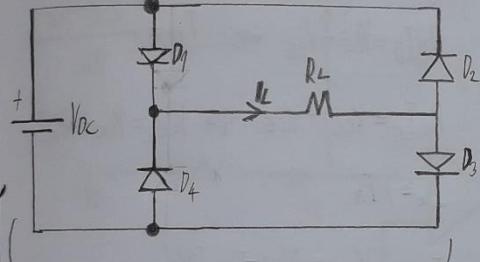
Уједно постоји, па се да одредимо I_p којој пропадаје прес објектних посава
стапоравници R_p па то је тај објектних паралелно посава на сваки
зупци \Rightarrow Постоји посава који $=$ посава сваки зупци.

Да ли је овај посава резистор? $I > V_c$ пошто да је овај посава највиши
посава је идвејач посава R_p као D_z пошто да је овај посава R_p
једнак D_z .



1. regim
Kada stupanje I_L u I_p za mesta sa ulicama 1. u 2. delove D_2 u D_4
su ugasene, a D_1 u D_3 su prene ($V_D = 0,7 \text{ [V]}$, $r_d = 3 \text{ [\Omega]}$). Nastavak napisan
znači je $V_Z = 5 \text{ [V]}$, a omotajni $R_Z = 0 \text{ [\Omega]}$. Nastavak je $V_{DC} = 12 \text{ [V]}$, a
omotajni su $R_L = 100 \text{ [\Omega]}$, $R_1 = 5 \text{ [k\Omega]}$ u $R_P = 10 \text{ [k\Omega]}$.

Prihvate:



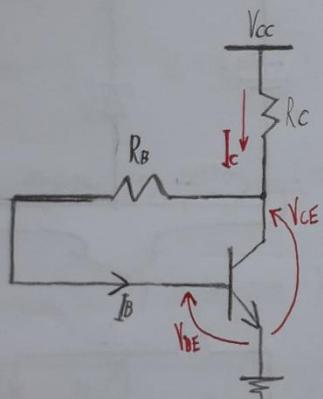
$$U = \frac{R_P V_{DC}}{R_1 + R_P} = 8 \text{ [V]}$$

$$I_p = \frac{V_Z}{R_P} = 0,5 \text{ [mA]}$$

$$I_L = \frac{V_{DC} - 2V_D}{R_L + r_{d1} + r_{d3}} = \frac{10,6}{100 + 6} = 0,1 \text{ [A]}$$

2. Задание: Начертить схему за него на шаги 3. Определить область работы NMOS транзистора за него на шаги 4. Транзисторы током работы при уменьшении резистора ($V_{BE} = 0,7 \text{ [V]}$, $\beta = 100$). Известно же:
 $V_{CC} = 20 \text{ [V]}$, $R_C = 1 \text{ [M}\Omega\text{]}$, $R_B = 100 \text{ [\kappa}\Omega\text{]}$, $V_{DD} = 15 \text{ [V]}$, $V_{GS} = 5 \text{ [V]}$,
 $R_D = 10 \text{ [\kappa}\Omega\text{]}$, $n_n = 0.5 \text{ [mA/V}^2\text{]}$, $V_{TN} = 1 \text{ [V]}$.

Решение:



$$R_B I_B = V_{CE} - V_{BE} \Rightarrow I_B = \frac{V_{CE} - V_{BE}}{R_B}$$

$$R_C I_C = V_{CC} - V_{CE} \Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - R_C I_C$$

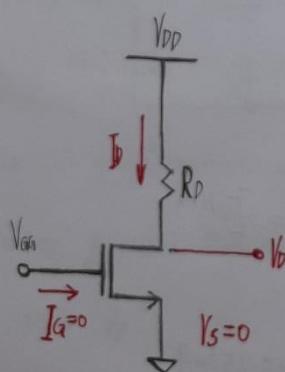
$$I_C = \beta I_B$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - R_C \beta I_B - V_{BE}}{R_B}$$

$$R_B I_B + R_C \beta I_B = V_{CC} - V_{BE}$$

$$I_B (R_B + \beta R_C) = V_{CC} - V_{BE} =$$

$$9,65 \cdot 10^{-5} \text{ [A]} \approx 0,097 \text{ [mA]}$$



$$V_{GS} = V_{GE} = 5 \text{ [V]} > V_{TN} \quad \text{погрешность!}$$

Приемлемое, начальная область:

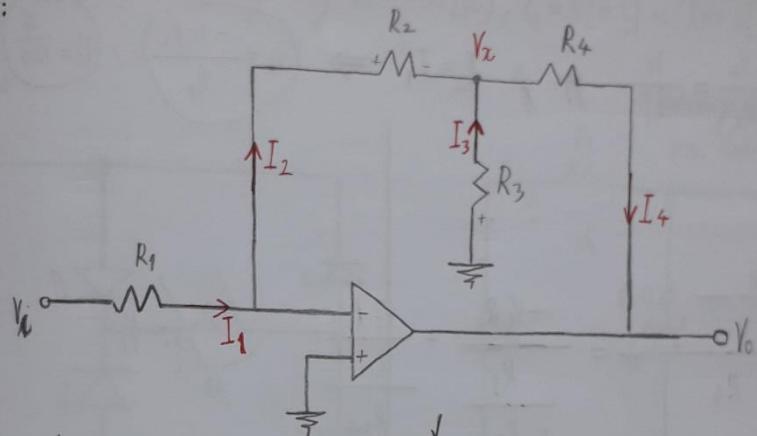
$$I_D = n_n (V_{GS} - V_{TN})^2 = 8 \text{ [mA]}$$

Приемлемость неясна, транзистор же в открытом состоянии

3. Задача

Като R_4 максимална тојачка A_V бидејќи је -120 ($V_o/V_i = -120$).
Делачката тојачка е идеална, а потенцијалот е отворен $R_1 = 1[\text{M}\Omega]$,
 $R_2 = 500[\text{k}\Omega]$ и $R_3 = 100[\Omega]$.

Решение:



$$I_1 = \frac{V_i}{R_1}$$

$$I_2 = I_1$$

$$I_3 = \frac{-V_x}{R_3}, \quad V_x = -\frac{R_2}{I_2}$$

$$I_4 = I_2 + I_3$$

$$I_4 R_4 = V_x - V_o \Rightarrow V_o = V_x - R_4 I_4$$

"Мака се јави га буџетот?"

$$\frac{V_o}{V_i} = -100 \Leftrightarrow$$

$$\frac{V_x - R_4 I_4}{I_1 R_1} = -100$$

$$V_x - R_4 (I_1 + I_3) = -100 I_1 R_1$$

$$V_x - R_4 \left(\frac{V_i}{R_1} + \frac{R_2}{R_3 I_2} \right) = -100 I_1 R_1$$

$$I_4 = \frac{V_x - V_o}{R_4}$$

Одделувајќи мака
тврдејќи врз I_4 !!!

$$I_2 = \frac{-V_x}{R_2}$$

Мака напушташе

Нови маки најдој...

$$I_4 = I_2 + I_3 -$$

$$\frac{V_x - V_0}{R_4} = \frac{-V_x}{R_2} + \frac{-V_x}{R_3}$$

У овој паралелнију V_x је уједнојен јер кома
трећа предајућа токома да у свакој
кружници стварају позитивна стварање.

$$I_2 = \frac{-V_x}{R_2} = \frac{V_i}{R_1} \text{ и } I_2 = I_1 \Rightarrow \left(V_x = \frac{-V_i R_2}{R_1} \right), \left(V_i = \frac{V_0}{120} \right)$$

$$\frac{\frac{V_i R_2}{R_1} - 120 \text{ V}}{R_4} = \frac{\frac{+V_i R_2}{R_1}}{R_2} + \frac{\frac{V_i R_2}{R_1}}{R_1}$$

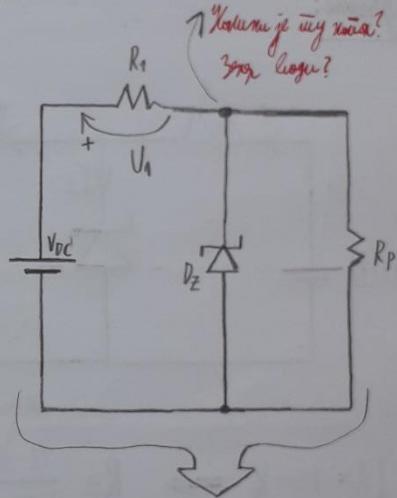
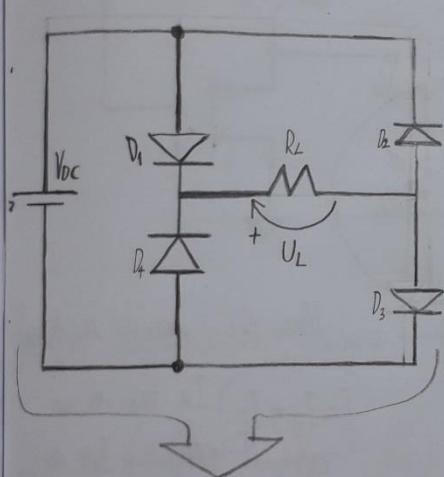
$$R_4 = 24 [\text{n}\Omega]$$

1. Задаток
Найти напряжение U_L и U_1 , за счет каких 1 и 2 зон

D_2 и D_4 включены, а D_1 и D_3 выключены ($V_0 = 0,7 [V]$, $r_d = 3 [\Omega]$).

Напряжение на выходе $V_Z = 5 [V]$, а сопротивление $R_Z = 0 [\Omega]$. Напряжение $V_{DC} = 15 [V]$, а сопротивления $R_L = 130 [\Omega]$, $R_1 = 5 [\Omega]$ и $R_P = 8 [\Omega]$.

Решение:



$$\frac{V_{DC} R_P}{R_1 + R_P} = 9,23 [V] \text{ и } a$$

$$U_L = \frac{V_{DC} - 2V_0}{R_L + 2r_d} R_L = 13 [V]$$

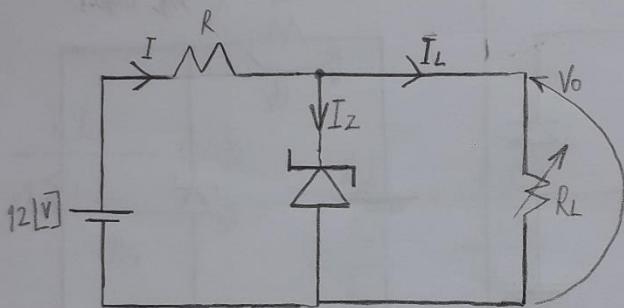
Выходное напряжение и ее значение

$$U_1 = V_{DC} - V_Z = 10 [V]$$

При этом сопротивление R_1 → другое сопротивление
сопротивление R_1

Zadatak Neka iznosom otpornika R može se postići da struja kroz R_L (izvor) bude konstantna $V_0 = 7,2 \text{ [V]}$. Struja kroz R_L je u prenudama $12 \text{ [mA]} \div 100 \text{ [mA]}$. $V_Z = 7,2 \text{ [V]}$ a minimalna struja kroz zener je 10 [mA] (da mase od toga \rightarrow zvog zloga je prenug) zvog loga!!!

Fiksante:



Utočenje struje u polu

$$IR = 12 - V_0 \Rightarrow R = \frac{12 - V_0}{I}, \quad I = I_Z + I_L \quad I_Z \text{ mase} \\ \text{zvog za } I_L \text{ u}$$

prenug!

$$R = \frac{12 - V_0}{I_Z + I_L}$$

Kada je $I_Z = 10 \text{ [mA]}$ zvoga zloga u polu (veliki položaj za slovo), a to pojedine struje I suče u struju I_L .

$$R = \frac{12 - 7,2}{I_{Z\min} + I_{L\max}} = \frac{4,8 \text{ [V]}}{10 \text{ [mA]} + 100 \text{ [mA]}} = 43,5 \text{ [Ω]} \quad \checkmark$$

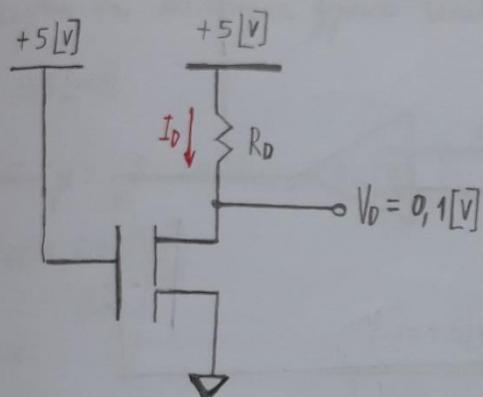
korak

Задатак

Пројектовајте N-канални транзистор за напон на грејач дуже $0,1[V]$.

Могаје стапајући напони између грејача (drain) и извора (source) у току амплификације?

$$V_{th} = 1[V], \quad \kappa_n = 0,5 [mA/V^2]$$



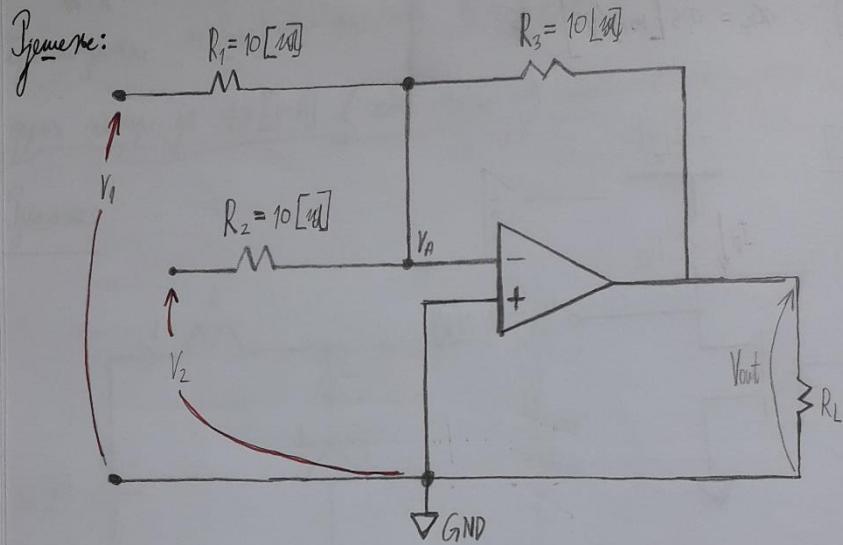
Решение: Критична област \rightarrow транзистор.

$$I_D = \kappa_n \left(2(V_{gs} - V_{th})V_{ds} - V_{ds}^2 \right) = 0,395 [mA]$$

$$R_D = \frac{5 - V_D}{I_D} = 12,4 [\kappa\Omega]$$

$$V_{ds} = \frac{V_{ds}}{I_D} = \frac{0,1[V]}{0,395 [mA]} = 253 [\Omega]$$

Задание Чертежом V_{out} в функции V₁ и V₂. Чему функции
одна или нет?



$$\frac{V_A - V_2}{R_2} + \frac{V_A - V_1}{R_1} + \frac{+V_A - V_{out}}{R_3} = 0 \quad / \text{I} \quad \text{Упростим первое} * 10^6$$

$I_{\text{вход}, R_2}$ $I_{\text{вход}, R_1}$ $I_{\text{вход}, R_3}$

$$V_A - V_2 + V_A - V_1 + V_A - V_{out} = 0, \quad V_A = 0 \quad \text{лишь когда} \dots$$

$$-V_2 - V_1 = V_{out}$$

$$V_{out} = -(V_1 + V_2) \quad \text{направлено вправо.}$$

Задача

За кога приказахо на схему:

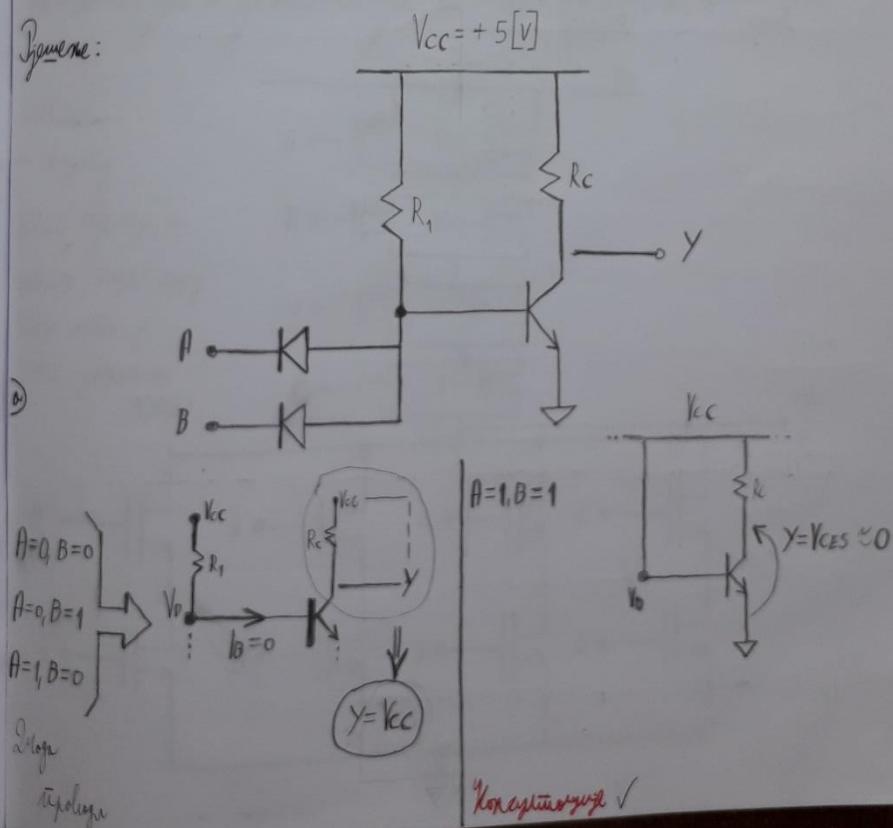
D) Определите логичну функцију хола.

B) Определите R_C и R_1 тако да транзистор буде у саобраћају па
је уклучен на првијором губитак најмањи $F_S=2$, а струја хола
буде $0,5 \text{ mA}$.

Познато је: $\beta = 40$, $V_{CES} = 0,2 \text{ [V]}$, $V_{BES} = 0,8 \text{ [V]}$, $V_D = 0$ (негативно)

и $V_{BE} = 0,65 \text{ [V]}$.

Решение:



b) R_C ? R_1 ?

$$I_B R_1 = V_{CC} - V_{BES} \Rightarrow R_1 = \frac{V_{CC} - V_{BES}}{I_B} = 8,4 \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}} \Leftrightarrow \beta = \frac{0,5}{I_{BS}} \Rightarrow I_{BS} = \frac{0,5}{\beta} = 0,25 \text{ [mA]}$$

$$I_{CS} = \beta I_{BS} = 10 \text{ [mA]}$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{I_{CS}} = \frac{5 - 0,2}{10 \text{ [mA]}} = 480 \text{ [\Omega]}$$

Задание

Избранные схемы логических функций $f = (A \oplus B)(C \oplus D)$

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

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

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

$$\underbrace{\bar{A}\bar{A} + AB + \bar{A}\bar{B} + B\bar{B}}_0 + \underbrace{C\bar{C} + CD + \bar{C}\bar{D} + D\bar{D}}_0 = AB + \bar{A}\bar{B} + CD + \bar{C}\bar{D}$$

Hint:

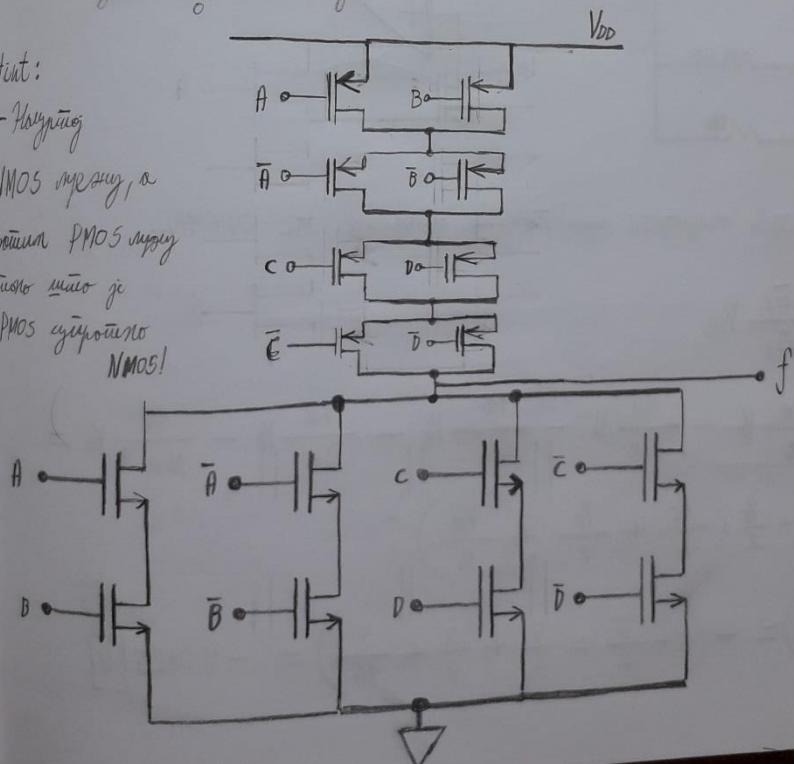
- Направо

NMOS мечу, а

таким PMOS мечу

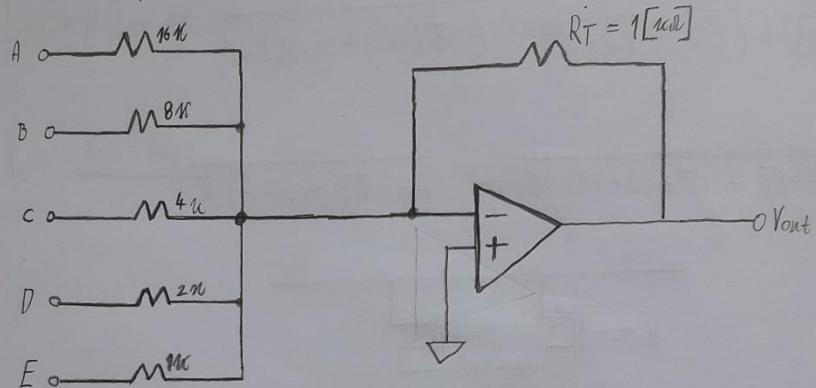
иное чисто же

PMOS супротивно
NMOS!



Задание Построение D/A конвертора на 5 битах для генерации плавающей запятой напряжения $\pm 0,3125[V]$. Определить V_{out} за условие $ABCDE = 10111$ и написать формулы для расчета выходных сигналов и ячейк OPAMP.

Решение: 5 биты $\{2^0, 2^1, 2^2, 2^3, 2^4\}$, $A_y = \frac{V_{out}}{V_{in}} = -\frac{Z_L}{Z_1}$



Изображено 5 битов конфигурации для генерации выходного сигнала для OPAMP...

$$V_{out} = \frac{-Z_2}{Z_1} V_{in}$$

$$V_{out} = \frac{-1k}{16k} V_E - \frac{1k}{2k} V_B - \frac{1k}{4k} V_C - \frac{1k}{8k} V_D - \frac{1k}{16k} V_A = \\ - \left(V_E + \frac{V_B}{2} + \frac{V_C}{4} + \frac{V_D}{8} + \frac{V_A}{16} \right)$$

$$V_{out}(10111) = - \left(5 + \frac{5}{2} + \frac{5}{4} + \frac{0}{8} + \frac{5}{16} \right) = -9,0625[V]$$

$$V_{APS}(11111) = -9,6875 [V] \quad \text{daher } 1 \Leftrightarrow +5 [V]$$

$$\Delta V = 0,3125 = \frac{1}{16} \cdot 5 [V] \quad \text{jetzt } V_{APS} = -(5 + 2,5 + 1,5 + 0,625 + 0,3125)$$



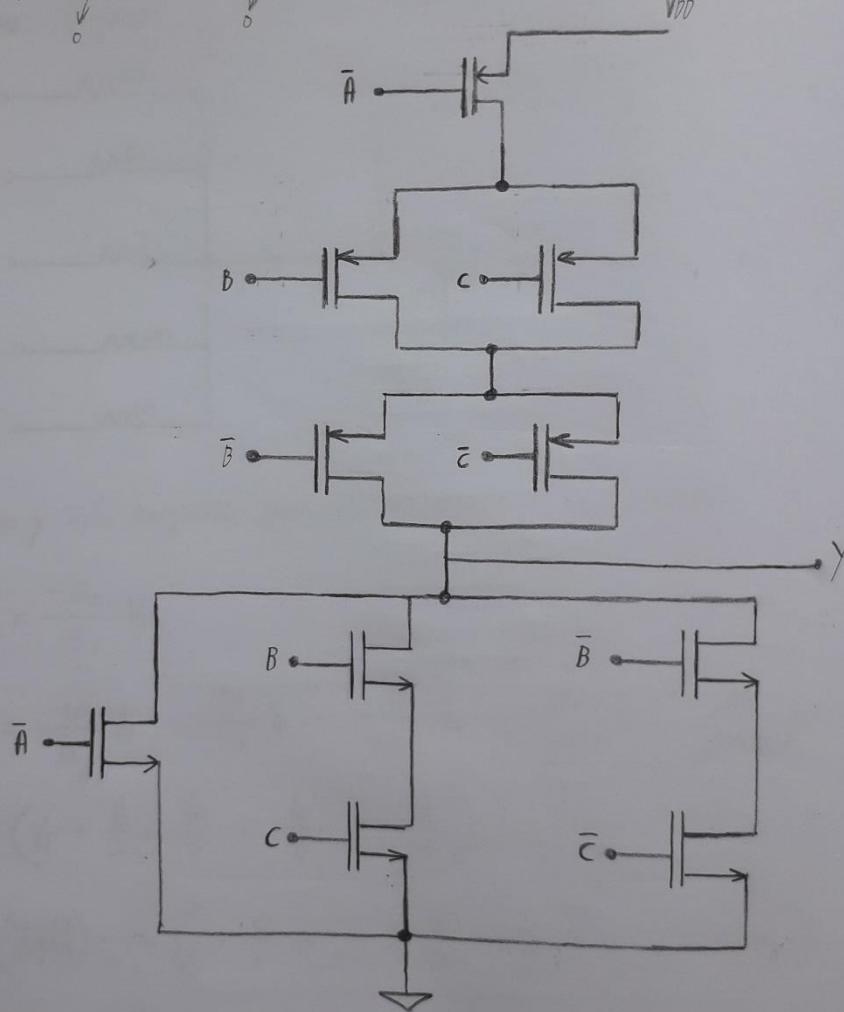
Задание

Изобразите схему логиче функции $f = A(B \oplus C)$.

Решение:

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

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

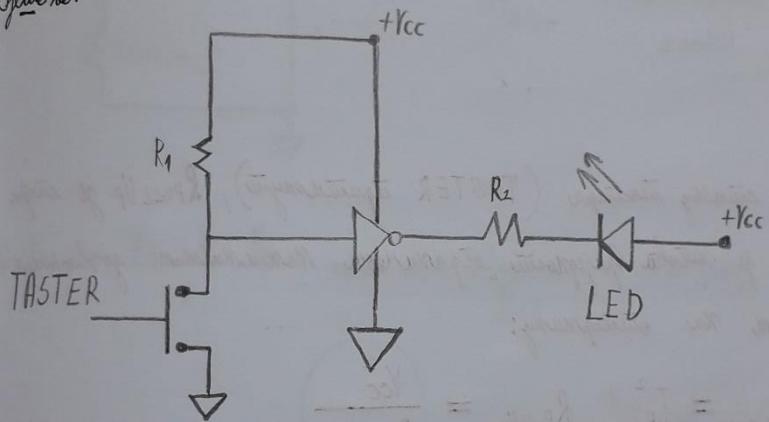


Задатак За кадо на сопствену ограничак:

a) min и max струјните способности отворачника R_1 .

b) Ако је максимална струја која може да тече кроз једињицу $5[\text{mA}]$, ограничак R_2 треба да се не прескочи.

Решение:



$$V_{H\min} = 2[\text{V}]$$

$$V_{O\text{H}} = 4,8[\text{V}]$$

$$V_{cc} = 5[\text{V}]$$

$$V_{L\max} = 0,8[\text{V}]$$

$$V_{OL} = 0,2[\text{V}]$$

$$P_{DR_1} = 100[\text{mW}]$$

$$I_{H\max} = 40[\mu\text{A}]$$

$$R_2?$$

$$V_b = 2[\text{V}]$$

$$I_{L\max} = 1,6[\text{mA}]$$

↳ Јединица Pull Up отворачник бара ногу тинејажу!

$$\textcircled{2} \quad P_{DR_1} = \frac{V_{CC}^2}{R_{1min}} \Rightarrow R_{1min} = \frac{V_{CC}^2}{P_{DR_1}} = \frac{25}{100 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow R_{1min} = 250[\Omega]$$

Nova je mrežica primenjena.

$$R_{1max} = \frac{V_{CC} - V_{IHmin}}{I_{IHmax}} = \frac{5-2}{40 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow R_{1max} = 75[\kappa\Omega]$$

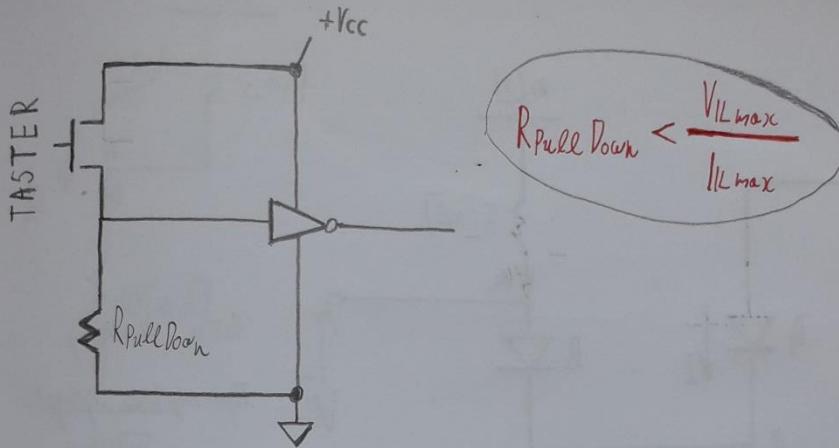
• U neaktivnom stanju mrežice (TASTER primenjenu), R_{PullUp} je uvezen. Na ovaj način je rezistor spretnost ograničena maksimalnom gubitkom napona primenjujem na ometnicu:

$$P_D = V_{CC} I_{R_{PullUp}} = I_{R_{PullUp}}^2 R_{PullUp} = \frac{V_{CC}^2}{R_{PullUp}}$$

• U neaktivnom stanju mrežice, udati potencijal mreža je uvezen R_{PullUp} uvezen na $+V_{CC}$. Brzine rezistora R_{PullUp} je ograničena maksimalnom gubitkom napona primenjujem na udatu potencijal mreža I_{IHmax} :

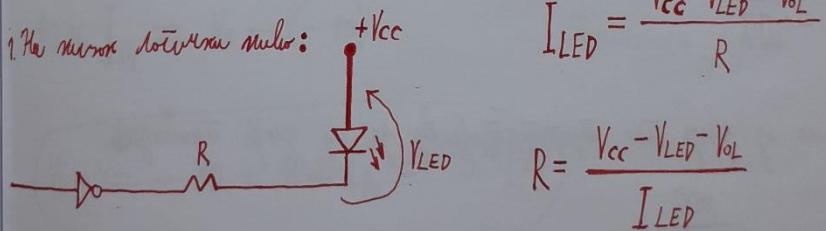
$$R_{PullUp_{max}} = \frac{V_{CC} - V_{IHmin}}{I_{IHmax}} \Rightarrow R_{PullUp} < \frac{V_{CC} - V_{IHmin}}{I_{IHmax}}$$

1. No de nomin Pull Down ou topo:

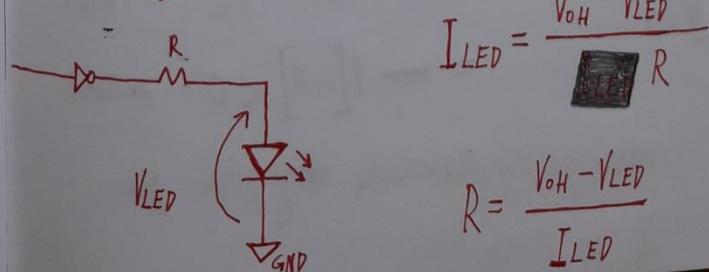


$$\text{b) } I_{LED} = \frac{V_{cc} - V_D - V_{OL}}{R_2} \Rightarrow R_2 = \frac{V_{cc} - V_D - V_{OL}}{I_{LED}} = 560 [\Omega]$$

1. Na mesma direcção nulo:

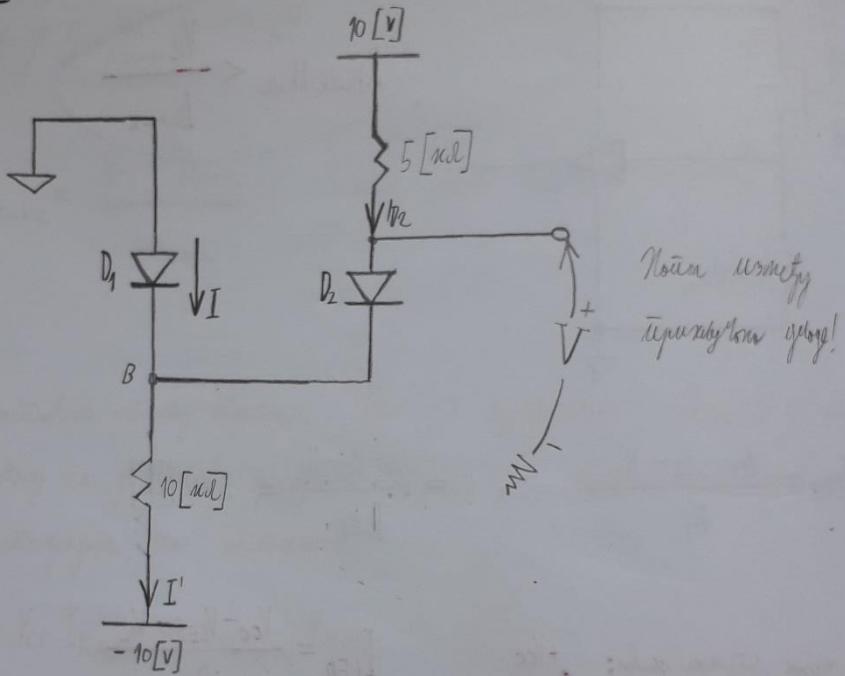


2. Na mesma direcção nulo:



Задание Найти I и V , зная что диоды:

Предположение:



• I и V решите ог грязи то транзисторы за ог грязи транзисторы.

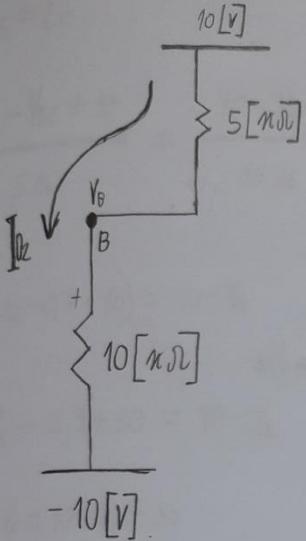
$$-I + I' - I_{D2} = 0$$

$$I = I' - I_{D2} = \frac{0 - (-10)}{10 \Omega} - \frac{10}{5 \Omega}$$

$$= -1 \text{ mA} < 0 \text{ мА}$$

Мати за транзисторы не ложна быт
 D_1 не ложа!!!

Premašćenje je ga D_1 - ne logor, D_2 - logor



$$I=0,$$

$$I_{D2} = \frac{10 - (-10)}{10k + 5k} = 1,33 \text{ [mA]}$$

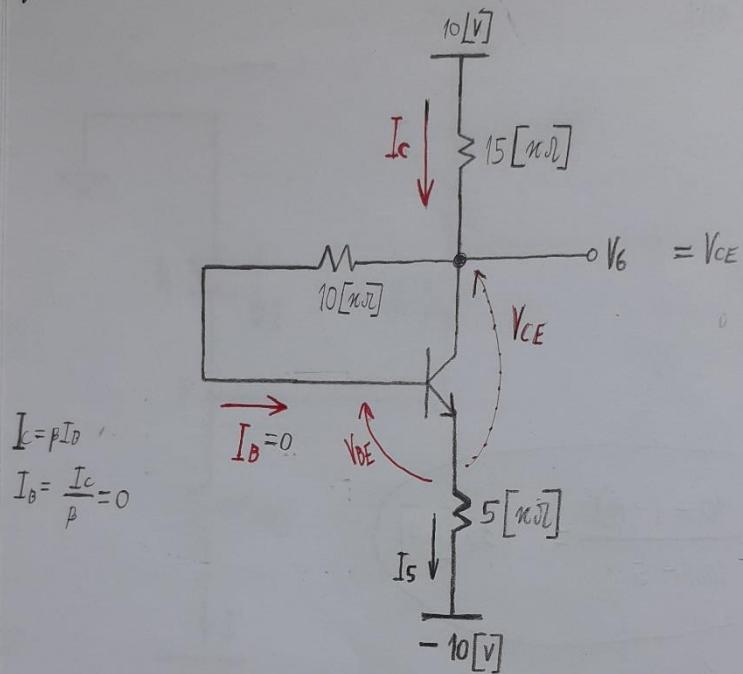
$$10k I_{D2} = V_B - (-10)$$

Premašćenje je jodno!

$$V_B = V = -10 + 10k I_{D2} = 3,3 \text{ [V]}$$

Задание
Найти V_b и I_5 . $V_{BE} = 0,7$, $\beta \rightarrow \infty$

Решение:



$$I_c = \beta I_B$$

$$I_B = \frac{I_c}{\beta} = 0$$

$I_E = I_c + I_B \Rightarrow (I_E = I_c)$ т.к. когда не мануальная точка
также ненулевая, то изображена...

$$I_E = I_5 \Rightarrow I_5 \cdot 5\text{m} = (V_b - V_{BE}) - (-10) \Rightarrow I_5 = \frac{V_b - V_{BE} + 10}{5\text{m}}$$

$$I_c = \frac{10 - V_b}{15\text{m}}$$

но же не учитывается

$$I_E = I_C$$

$$\frac{V_b - V_{BE} + 10}{5 \mu} = \frac{10 - V_b}{15 \mu} \quad | \cdot 15 \mu$$

$$3(V_b - 0,7 + 10) = 10 - V_b$$

$$3V_b - 2,1 + 30 = 10 - V_b$$

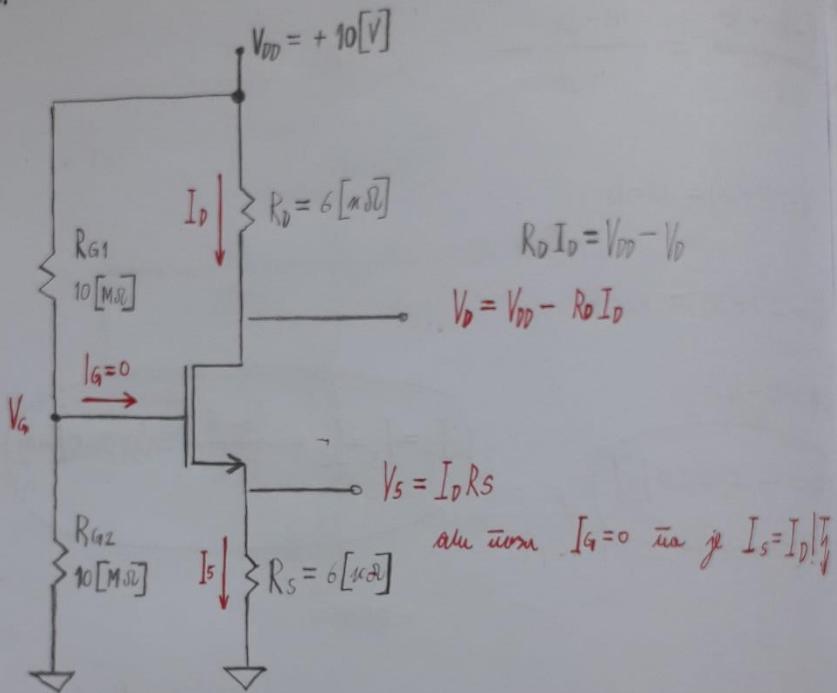
$$4V_b = 10 + 2,1 - 30$$

$$V_b = -4,475 [V]$$

$$I_5 = I_E = I_C = \frac{10 - V_b}{15 \mu} = 0,965 [\text{mA}]$$

19. Задача] Извесите напоне на изл. Токније $V_{th} = 1[V]$, $\beta_n = 1 \left[\frac{mA}{V^2} \right]$.

Решение:



$$V_G = \frac{V_D \cdot R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = \frac{10 \cdot 10 \cdot 10^6}{(10+10) \cdot 10^6} = \frac{100}{20} = 5[V]$$

$V_{GS} > V_{th}$ што значије је упореднички укручен.

До ти определује која област на пода покриштава. Потом је је физичка значења вако да реалнији је физичка употреба област.

$$V_S = I_D R_S = I_D [mA] 6 [\text{m}\Omega] = 6 I_D$$

$$V_{GS} = 5 - 6 I_D \quad \text{иа погонјава каше:}$$

$$I_D = \frac{1}{2} R_S (V_{GS} - V_{th})^2 =$$

Изразот е иаков $\left[\frac{mA}{V^2}\right]$ као V^2 !!!

$$\frac{1}{2} : 1 \left[\frac{mA}{V^2} \right] (5 - 6 I_D - 1)^2 = 1$$

$$\frac{1}{2} [mA] (16 - 48 I_D + 36 I_D^2) = (8 - 24 I_D + 18 I_D^2) [mA]$$

$$I_D = 8 - 24 I_D + 18 I_D^2$$

$$18 I_D^2 - 25 I_D + 8 = 0 \Rightarrow \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \Rightarrow I_D = \begin{cases} 0,89 [mA] \\ 0,5 [mA] \end{cases}$$

иа је ли иа погонка булагта?

$$\cdot \text{иа } I_D = 0,89 [mA], V_S = I_D R_S = 0,89 [mA] 6 [\text{m}\Omega] = 5,34 [V] > V_a \text{ иа}$$

ио да ова користимо $V_{GS} > V_{th}$ иако га булагамо на овојој погонки:

$$\cdot \text{иа } I_D = 0,5 [mA], V_S = I_D R_S = 3 [V], V_{GS} > V_{th} \checkmark,$$

$$V_D = V_{DD} - R_D I_D = 10 - 6 \cdot 0,5 = 7 [V], V_{DS} = V_D - V_S = 7 - 3 = 4 [V],$$

$V_{GS} > V_{th}$ иа $V_{DS} > V_{GS} - V_{th}$ ио је погонка годно!

Имеются 3 режима работы MOSFET транзистора:

1) Режим отсечки (cut-off):

$$V_{GS} < V_{th} \Rightarrow I_D = 0$$

2) Линейный (прямой) режим:

$$V_{GS} > V_{th}$$

$$V_{DS} < V_{GS} - V_{th}$$

$$I_D = \beta_n \left(2(V_{GS} - V_{th})V_{DS} - V_{DS}^2 \right)$$

3) Обратный режим:

$$V_{GS} > V_{th}$$

$$V_{DS} > V_{GS} - V_{th}$$

$$I_D = \frac{1}{2} \beta_n \left(V_{GS} - V_{th} \right)^2$$

35. Задание

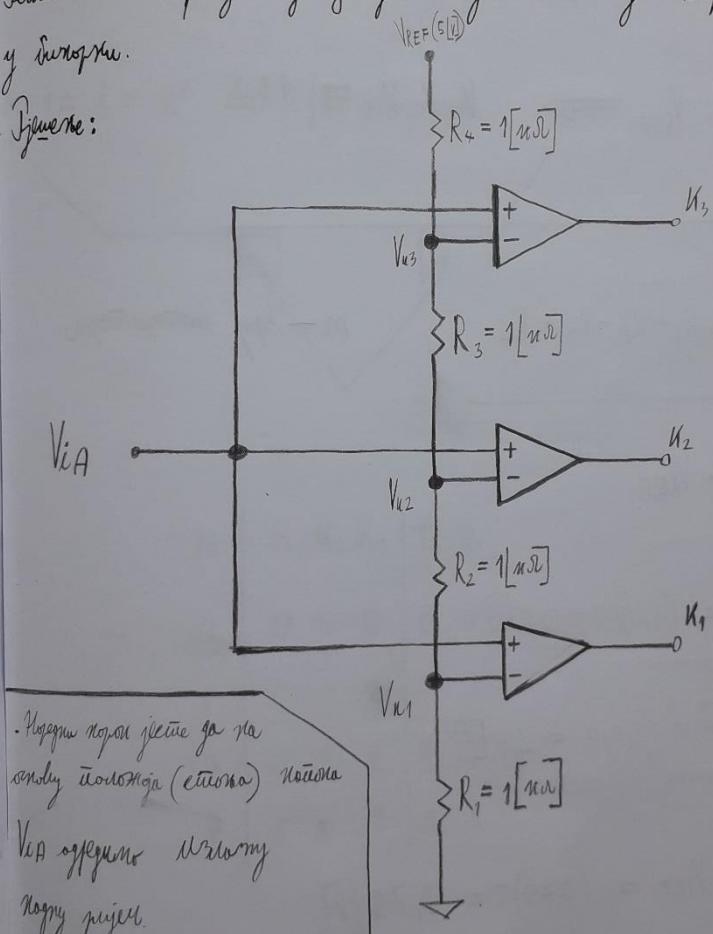
За A/D конвертор с пропорционально-интегрирующим преобразователем
напряжение на выходе при включении усилителя

равно 0° по V_{REF} . Какую роль выполняет эта логика конвертора?

Одним из условий V_{in} при которых не меняется узловая форма сигнала.

Рассмотрим процесс работы конвертера при включении конвертора в цепь.

Примечание:



Напряжение V_{in} влияет на
входы усилителя (стабилизацию).
Но если

V_{in} останется неизменным

Напряжение V_{in} .

$$V_{IA} \leq V_{U1} \Rightarrow K_3 K_2 K_1 = 000$$

$$V_{U1} \leq V_{IA} < V_{U2} \Rightarrow K_3 K_2 K_1 = 001$$

$$V_{U2} \leq V_{IA} < V_{U3} \Rightarrow K_3 K_2 K_1 = 011$$

$$V_{U3} \leq V_{IA} < V_{REF} \Rightarrow K_3 K_2 K_1 = 111$$

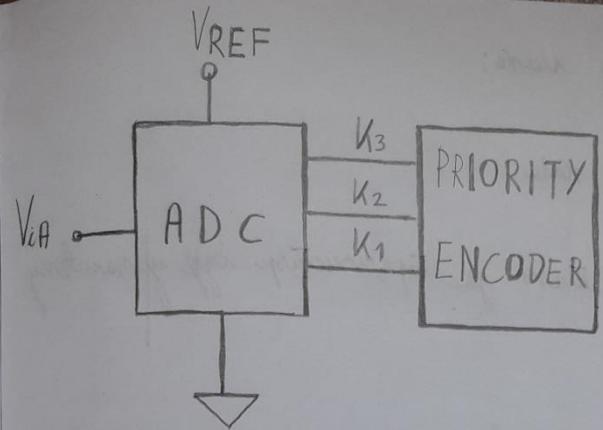
$$R_n = \sum_{j=1}^{m+1} R_j = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 , \quad m - \text{крайний номер резистора}$$

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

$$V_{U1} = \frac{R_1 V_{REF}}{R_n} = (0,25)5 = 1,25 [V]$$

$$V_{U2} = \frac{(R_1 + R_2) V_{REF}}{R_n} = (0,5)5 = 2,5 [V]$$

$$V_{U3} = \frac{(R_1 + R_2 + R_3) V_{REF}}{R_n} = (0,75)5 = 3,75 [V]$$



$$m+1 = 4 = 2^2 \Rightarrow 2 [b] \text{ priority code}$$

N	K ₃	K ₂	K ₁	D ₁	D ₀
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
2	0	1	1	1	0
3	1	1	1	1	1

25. Задача За датчика модула са структуром:

a) Определији датчичку физичкога мода.

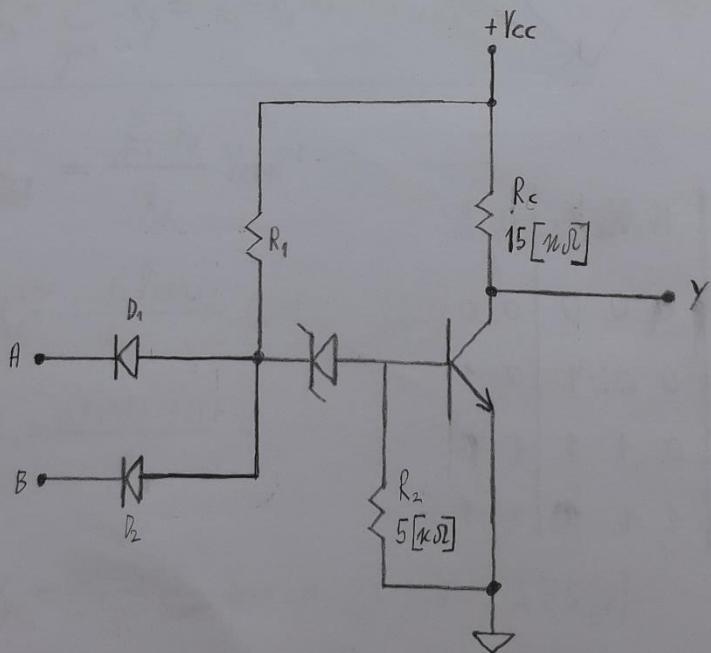
b) Определи јакиносту $R_{1\max}$ транзистора за нормални рад у заједничкој

$$\text{са } F_S = 2.$$

Познато је: $V_{CC} = 15 \text{ [V]}$, $\beta = 100$, $\beta_{min} = 20$, $V_{CEs} = 0,2 \text{ [V]}$,

$V_{BEt} = 0,6 \text{ [V]}$, $V_D = V_{BE} = 0,7 \text{ [V]}$, $V_{BES} = 0,8 \text{ [V]}$, $V_Z = 6,3 \text{ [V]}$.

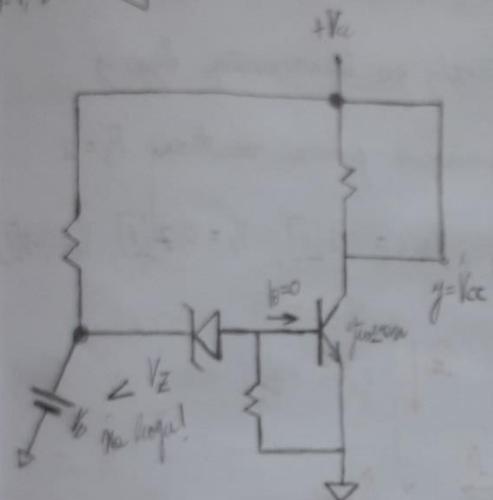
Једноставније:



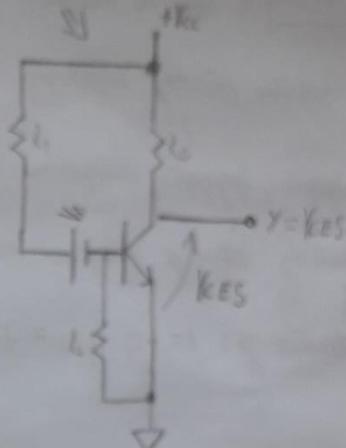
D $\beta=0, \beta=0$

$\beta=0, \beta=1$

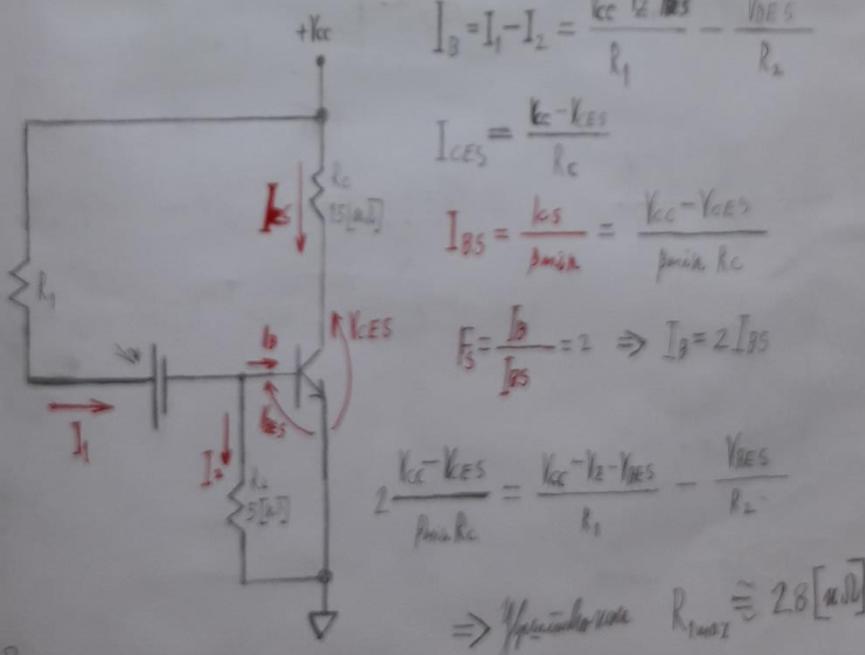
$\beta=1, \beta=0$



A $\beta=t, \beta=t$



b



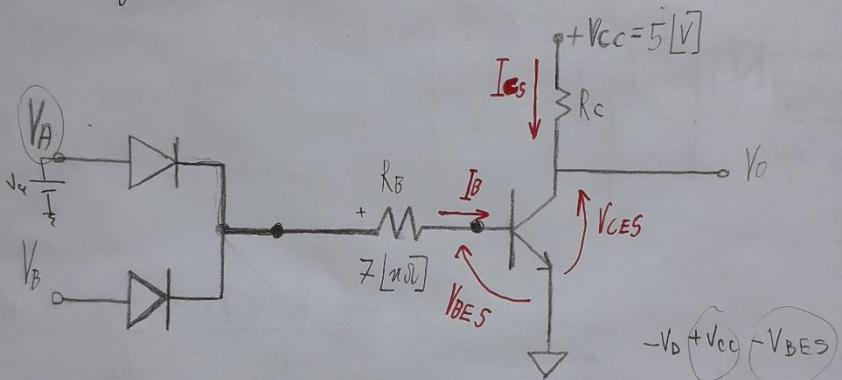
6. Задание | За кого на азаты:

a) Определите логическую функциюistora (отображение огёвки)

b) Определите приведённую схемуistora R_c и определите ток истока I_C

Задача 2: Истору якобым со фиксированной гибким зонтиком F_S=2.

Известно же: $\beta = 40$, $V_{CES} = 0,2 \text{ [V]}$, $V_{BES} = 0,8 \text{ [V]}$, $V_D = 0,7 \text{ [V]}$, $V_{BE} = 0,65 \text{ [V]}$



$$\Rightarrow \begin{array}{c|c|c} & V_A & V_B \\ \hline & 0 & 0 & 1 \\ & 0 & 1 & 0 \\ & 1 & 0 & 0 \\ & 1 & 1 & 0 \end{array} \quad V_A = V_B = 0 \Rightarrow T_r \text{ OFF} \Rightarrow V_o = V_{cc}$$

$$(V_A \parallel V_B) = V_{cc} \Rightarrow T_r \text{ OFF} \Rightarrow V_o = V_{ces}$$

1	1	0
1	1	0
1	0	0
0	0	1

⇒ 0

NIL

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

Rc?

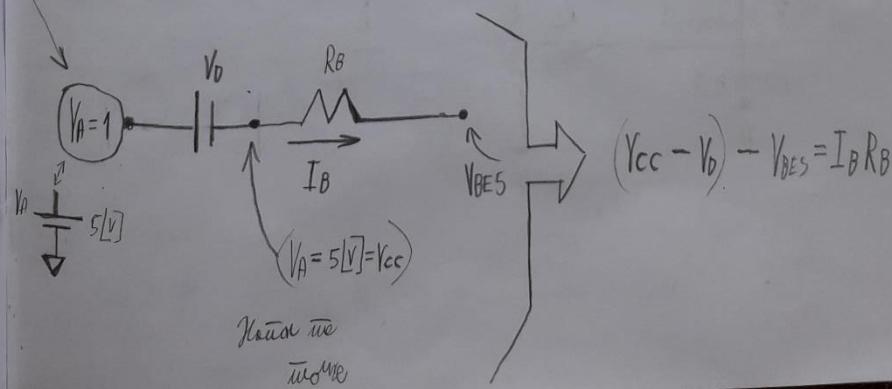
$$I_B R_B = (V_{CC} - V_{BES}) - V_D \Rightarrow I_B = \frac{V_{CC} - V_{BES} - V_D}{R_B}$$

$$= \frac{5 - 0,8 - 0,7}{7 \text{ m}} \Rightarrow (I_{BS} = 0,25 \text{ [mA]})$$

$$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}} \Rightarrow I_{BS} = \frac{I_B}{F_S} = \frac{0,25 \text{ mA}}{2} \Rightarrow (I_{BS} = 0,25 \text{ [mA]})$$

$$I_{CS} = \beta I_{BS} = 40 \cdot 0,25 \cdot 10^{-3} \Rightarrow (I_{CS} = 10 \text{ [mA]})$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{I_{CS}} = \frac{5 - 0,2}{10 \text{ [mA]}} \Rightarrow (R_C = 480 \text{ [\Omega]})$$



1. Задача За посилку на слушачи:

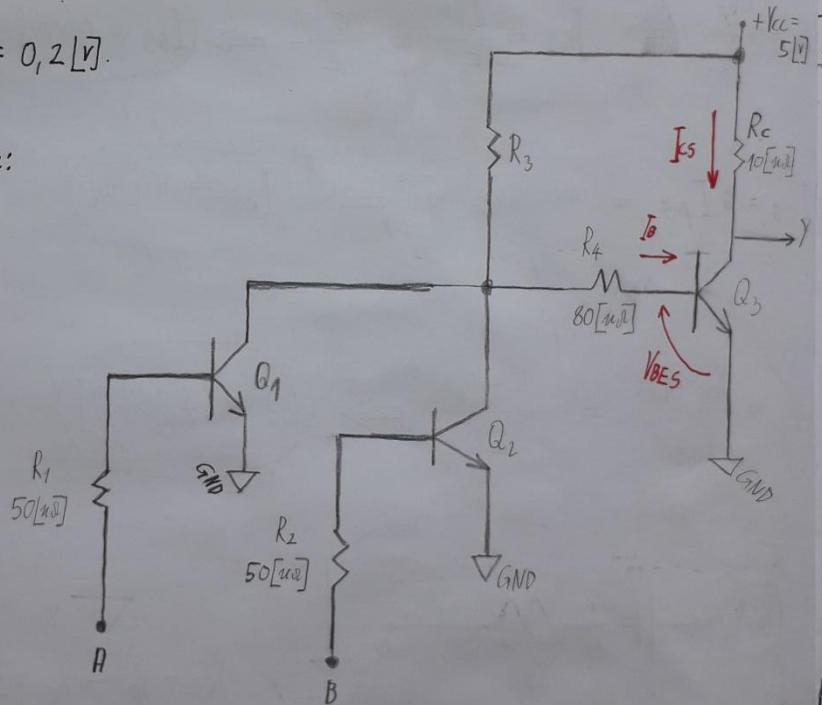
a) Оредити посилку фунжирују мора (образованите јединици).

b) Оредити околе опорници R_3 ($R_{3\min}$ и $R_{3\max}$), тако да ако је транзистор Q_3 у засићену умножак је узет.

Познато је: $\beta_{\min} = 20$, $V_{BEt} = 0,6 \text{ [V]}$, $V_{BE} = 0,7 \text{ [V]}$, $V_{BES} = 0,8 \text{ [V]}$,

$V_{CES} = 0,2 \text{ [V]}$.

Решење:



a)

$$A=0, B=0 \Rightarrow Q_1, Q_2 \text{ OFF}, Q_3 \text{ ON} \Rightarrow y = V_{CES3}$$

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

$$(A \parallel B) = 1 \Rightarrow (Q_1 \parallel Q_2) \text{ ON} \Rightarrow$$

Konan na moja je uvezena B upravljajuca Q₃, jer je $(V_{CQ1} \parallel V_{CQ2}) = V_{CES} \Rightarrow Q_3 \text{ OFF}$

$$\Rightarrow y = +V_{CC}$$

b) $V_A = V_B = 0$

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BES}}{R_3 + R_4}, \quad I_{CS} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_C}$$

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

$$I_B > I_{BS} \Rightarrow \frac{V_{CC} - V_{BES}}{R_3 + R_4} > \frac{V_{CC} - V_{CES}}{\beta_{min} R_C} \quad / : V_{CC} - V_{BES}$$

$$\frac{1}{R_3 + R_4} > \frac{V_{CC} - V_{BES}}{\beta_{min} R_C (V_{CC} - V_{BES})} \Leftrightarrow R_3 + R_4 < \frac{\beta_{min} R_C (V_{CC} - V_{BES})}{V_{CC} - V_{BES}}$$

poje

$$R_3 < \frac{\beta_{min} R_C (V_{CC} - V_{BES})}{V_{CC} - V_{BES}} - R_4 \xrightarrow{\text{Mogu!}} R_3 < \frac{95 \mu\Omega}{\frac{20 \cdot 10^3 \cdot 4,2}{4,8} - 80 \cdot 10^3} \Rightarrow R_{max} = 95 \mu\Omega$$

$$b) V_A = V_{CC} \quad || \quad V_B = V_{CC}$$

$$I_{CS} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_3}, \quad I_{BS} = \frac{I_{CS}}{\beta_{min}} = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{\beta_{min} R_3}$$

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

$$I_B > I_{BS} \Rightarrow \frac{V_{CC} - V_{BES}}{R_1} > \frac{V_{CC} - V_{CES}}{\beta_{min} R_3} \quad / : V_{CC} - V_{CES}$$

$$\frac{V_{CC} - V_{BES}}{R_1(V_{CC} - V_{CES})} > \frac{1}{\beta_{min} R_3} \iff R_3 > \frac{R_1(V_{CC} - V_{CES})}{\beta_{min}(V_{CC} - V_{BES})}$$

so $R_3 > \frac{50 \cdot 10^3 \cdot 4,8}{20 \cdot 4,2}$ why

$$R_3 > 2,875 \text{ [mΩ]} \Rightarrow \boxed{R_{3min} = 2,875 \text{ [mΩ]}}$$

Resposta!!!

Задание

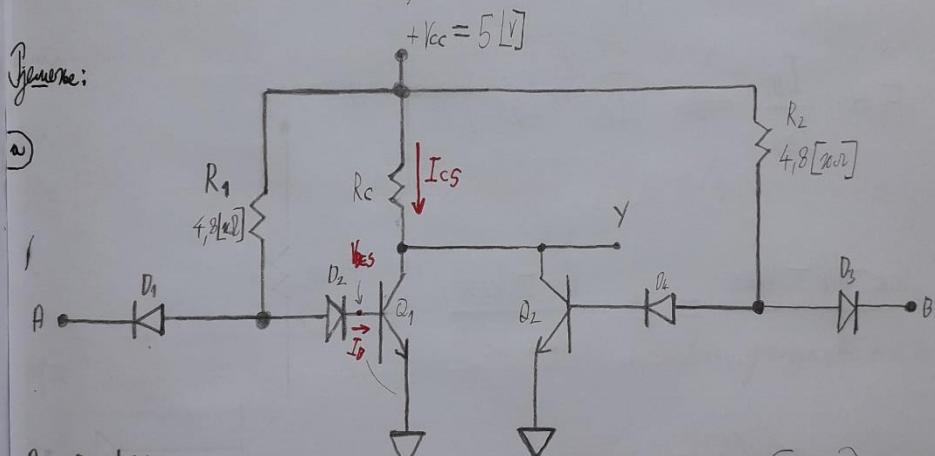
За датите на табуля:

- a) Определете логичната функција на врата (изразете ја со истиот облик).
- b) Определете пријегодите на емитерот R_E тако да транзисторот бидејќи го има најдобриот кофи за употреба.

Данеско је: $\beta_{min} = 20$, $V_{BEt} = 0,6 \text{ [V]}$, $V_{BE} = 0,7 \text{ [V]}$, $V_{BES} = 0,8 \text{ [V]}$,

$$V_{CES} = 0,2 \text{ [V]}, \quad V_D = 0,6 \text{ [V]}, \quad F_s = 3.$$

Поминке:



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

* $A = B = 0 \Rightarrow (D_1, D_3 \text{ ON}), (D_2, D_4 \text{ OFF})$ кога $V_D \left\{ \begin{array}{l} \leq V_{BEt}, \\ < V_{BE}, \\ < V_{BES} \end{array} \right\}$ т.е.

тако како I_B не е ненулев $\Rightarrow Q_1, Q_2 \text{ OFF}$

$\Rightarrow Y = V_{CC} = +5 \text{ [V]}$ што е логична 1.

* $A = 1 \vee B = 1 \Rightarrow (Q_1 \text{ OFF}), (Q_2 \text{ ON}) - \text{или} +V_{CC}$

$\Rightarrow Q_1, Q_2 \text{ рабат} \Rightarrow Y = V_{CES} = 0,2 \text{ [V]}$ што е логична 0.

b)

(R_c ?)

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

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

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

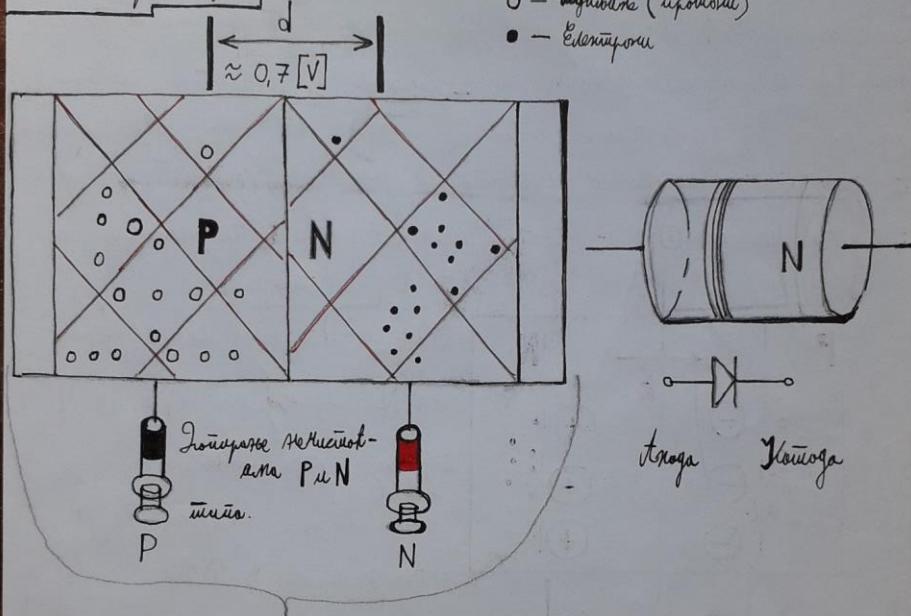
$$F_S = \frac{I_B}{I_{BS}} \Rightarrow (I_B = 3 I_{BS}) \text{ powody:}$$

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

$$R_C = \frac{3 R_1 (V_{CC} - V_{CES})}{\beta_{min} (V_{CC} - V_D - V_{BES})} = \frac{3 \cdot 4,8 \cdot 10^3 \cdot 4,8}{20 \cdot 3,6} = 960 [\Omega]$$

• У аустони, кога је једноковјерни напон за електричност

Потенцијални пресек Si диоде

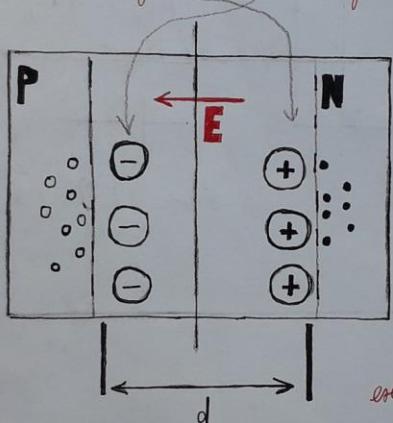


Да појасним:

У аустони се иницијирају неколико слободних електрона. Синтезирају се ампулне чији
число! Једна половина је допирата неметалничка N шарка, а друга металничко-
ва P шарка. На N страни додељени слободни електрони су електрони
, а на P страни додељени слободни електрони називају се позитрони.
На металничкото стапу исклучено хемијски појаснијад.

Напоме, када се токоделник појаснијади саје N и P страни,
електрони из N областима природно миграју ка мреживима из P
областима.

Чако је $\rho_e \approx 1,609 \cdot 10^{19} \text{ [C]}$ и $\rho_p \approx 1,609 \cdot 10^{19} \text{ [C]}$ када поступи алектропор и промоције се компенсишују (недужично посматране). алектропор изгубљена Електропор поступи N област и за сваки отрицани посматривање наслеђује још. Тада алектропор се компенсише са изгубљеном из P областим, па сваки који ступа без те изгубљене, ступа са изгубљеном поступљањем наслеђује још један поступак негативног наслеђујућег још. Чако наставља првоста област то јесте између \ominus и \oplus поступају извесна разлика посматривања.

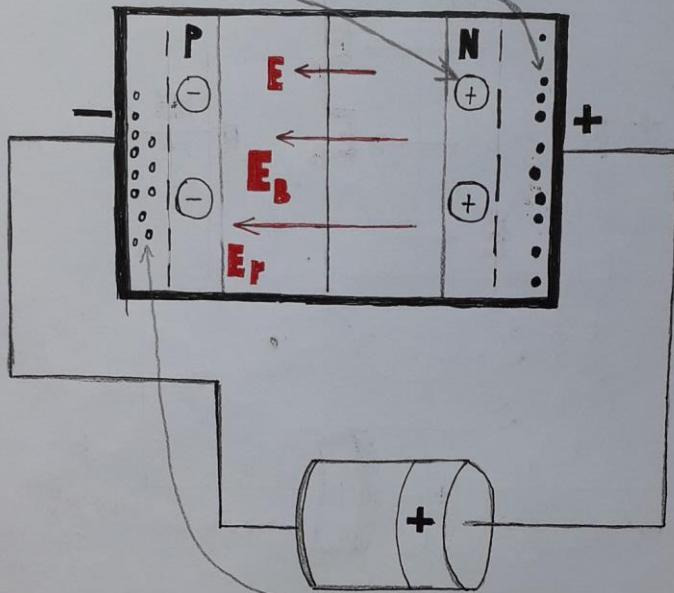


Чако \ominus тигра од све алектропоре из N изгубља, а \oplus из N изгубљује сваке промоције на слоју због сваког алектропора из N изгубљује чакој збирној поступљању изгубљује да из N изгубљује збирују

у P изгубљује. Кроз збиру не променију алектропори па сваки појам збира није да се изгуби.

Инвертирајућа поларизација Si југле

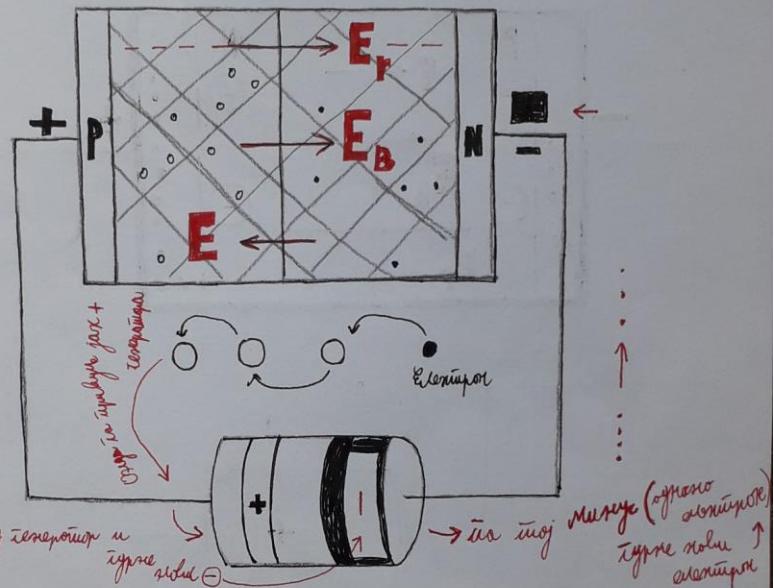
— Батерије (генератори) је привукао аспектор, а привлачење је сточено стварало да ће посланик још из N областима привлађен уз тог пој аспектора.



— Батерије (генератори) је привукао пушнице, а пој пушнице је тону избацио да је привукао хептолинске још из P областима.

Резултантно се тоне $\vec{E}_r = \vec{E} + \vec{E}_B$, зато што ако је разбута, аспектори не могу стечију да дођу у P областима и југа се пушама као отворена леса!

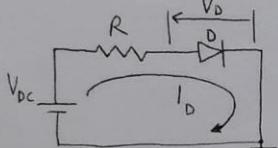
Директна индукција 5i зуоге



Дуга је аподлога од P ка N. Када је $|E_B| \gg |E|$, а $\vec{E}_r = \vec{E}_B - \vec{E}$ се има да
борбите \vec{E} је развијено. Када је борбите развијена између N и P директном
дуж магнета узима постоји се ток \vec{E}_r . Електрони из N прелазе у
турбину - са генератора, скитају са магнетом са магнетом у P
погодују, затим излазе из дуга јер их привлачи + генератора
да када узима у генератор остварују токе електричне мреже генератора
који се остварују ● у аподлогама који заједно остварују ● у дуга...

КОЛА СА ДИОДАМА

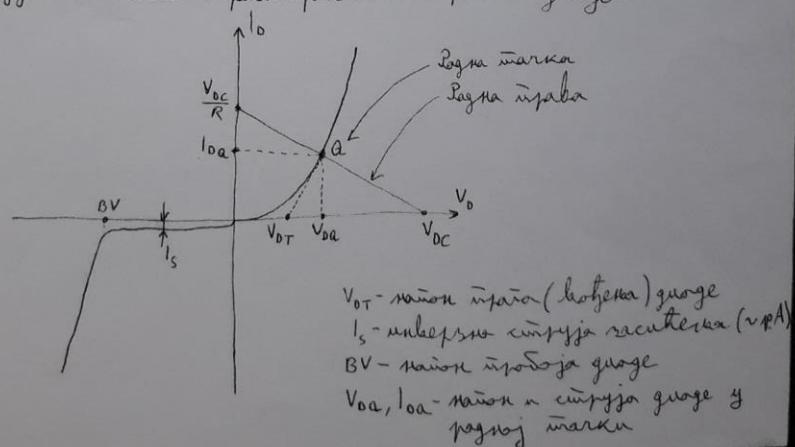
Разширенето основно звено кога пренесено на схеми:



$$I_D = \frac{V_{DC} - V_D}{R} \quad (\text{Ова једначина се користи за одредување раже транзистор})$$

Сопственик R служи да ограничи струју кроз диоду.

Струјно-напонска карактеристика реалне диоде:



У обичној дјеректној поларизацији, зависност струје
одноге I_o од напона V_o је:

$$I_o = I_s \left(e^{\frac{V_o}{n\varphi_T}} - 1 \right) ; \quad \varphi_T = \frac{kT}{q} \quad (\text{Природни потенцијал})$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad (\text{Болтувана константа})$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \quad (\text{Елементарно отпорство})$$

И-Баранцијар који може имати
брзину струје између 1 и 2,
зависно од материјала и
физичких карактеристика дуге.

$$\varphi_T = 26 \text{ mV} \text{ на температурни } T = 300 \text{ K} \quad (\approx 27^\circ \text{C}).$$

$$I_o = \frac{V_{DC} - V_o}{R} \Rightarrow \frac{V_{DC} - V_o}{R} = I_s \left(e^{\frac{V_o}{n\varphi_T}} - 1 \right)$$

Однос напона и струје у развој током пресцијалка
стапнику отпорности:

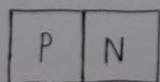
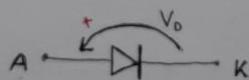
$$R_s = \frac{V_{DC}}{I_{oa}}$$

Динамичка отпорност дуге:

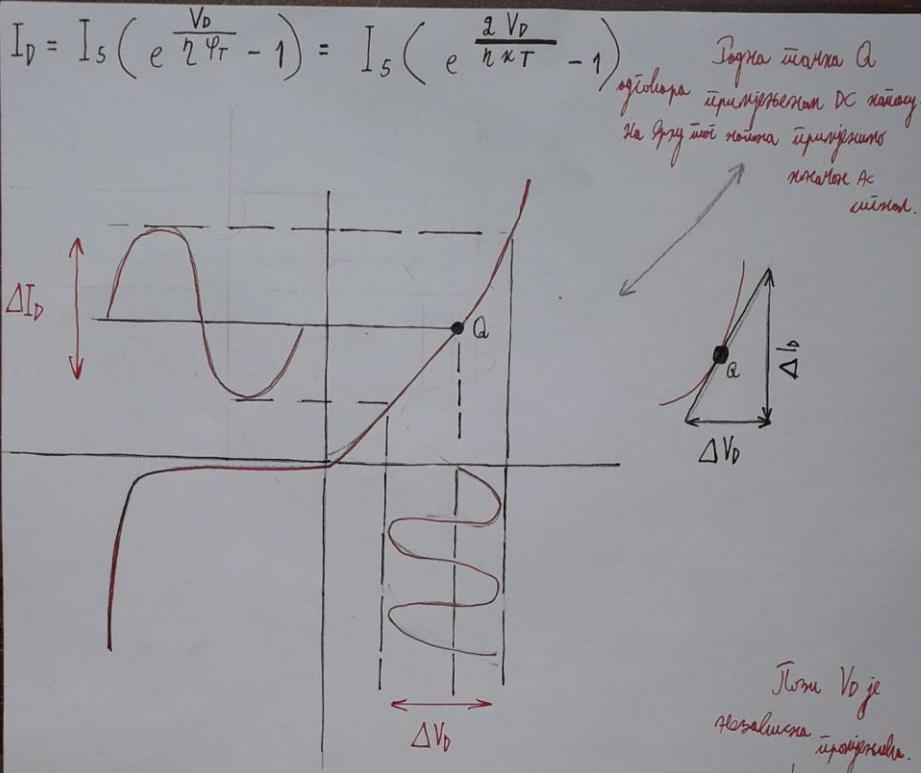
$$r_d = \frac{\Delta V_o}{\Delta I_o}$$

$$r_d = \frac{dV_o}{dI_o} = \frac{1}{dI_o/dV_o} = \frac{\varphi_T}{I_s e^{V_o/\varphi_T}}$$

За да се поједноставља анализа дуге која садржи
дуге, користи се з математичкијим методама.



Струја у дуги у алогу на његов напон што је ослободио напону.



$$r_A = \frac{dV_D}{dI_D} = \frac{1}{\frac{dI_D}{dV_D}} = \frac{1}{\frac{dI_S e^{\frac{V_D}{g_T}}}{dV_D}} = \frac{1}{(I_S e^{\frac{V_D}{g_T}})'} = \frac{1}{I_S e^{\frac{V_D}{g_T}}}$$

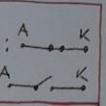
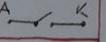
$$I_D = I_S \left(e^{\frac{V_D}{g_T}} - 1 \right) \approx I_S e^{\frac{V_D}{g_T}}$$

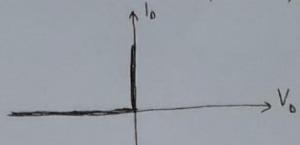
\Rightarrow

$$\text{zavoj za } n=1 \approx I_S e^{\frac{V_D}{g_T}}$$

Uzme V_0 je
nezelenuca napona.

1^o Moger negearke gvođe

- Za superkritično napoljavljenu gvođu je gvođa uključena u $V_0 = 0$; A 
- Za $V_0 < 0$ (univerzalno napoljavljena) je gvođa neaktivna u $I_0 = 0$; A 



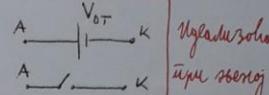
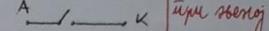
$$I_0 = \frac{V_{DC}}{R}$$

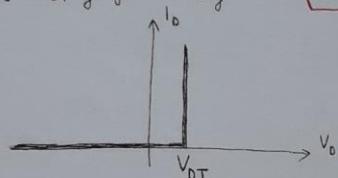
Nedeljnu gvođu prije zavojja

superkritičnoj polarnizaciji

Mijesam za krajnjim stupanj

2^o Moger negakomadoljane gvođe

- Za $V_0 > V_{DT}$ gvođa je uključena u $V_0 = V_{DT}$; A 
- Za $V_0 < V_{DT}$ gvođa je neaktivna u $I_0 = 0$; A 



$$I_0 = \frac{V_{DC} - V_{DT}}{R}$$

Negakomadoljne gvođe

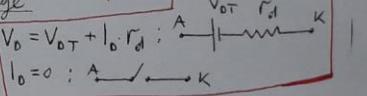
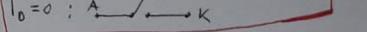
prije zavojja gvođenja

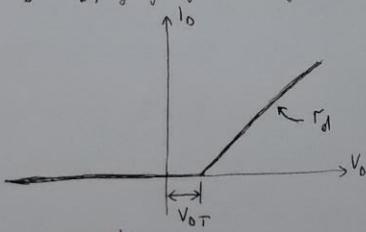
polarnizacija mijesam za

negakomadoljne gvođe

teheratorm.

3^o Pomoćni i nekaočni moger gvođe

- Za $V_0 > V_{DT}$ gvođa je uključena u $V_0 = V_{DT} + I_0 r_d$; A 
- Za $V_0 < V_{DT}$ gvođa je neaktivna u $I_0 = 0$; A 



$$I_0 = \frac{V_{DC} - V_{DT}}{R + r_d}$$

za poslovni

zavojnik

teheratorm.

Tako, negakomadoljne (pomoćni moger gvođe) prije zavojju

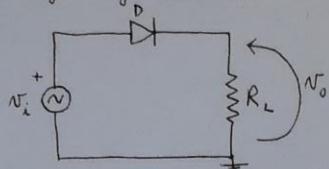


\geq od V_{DT} potrebe da pročuvaju se teheratori el. snage

($\triangleright = V_{DT}$ pročuvanja, $a > V_{DT}$ teheratori el. snage)

10) Испорукин атамасы жегностаран күнделеккен соңғасын
ішкелдешілгенде та салын, берілгенде када же:

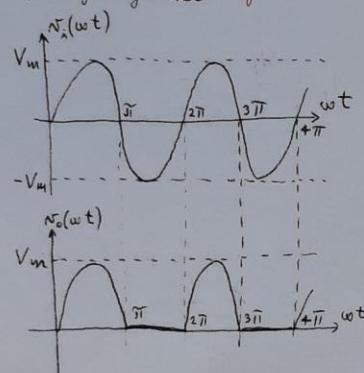
- a) Зураг негізгі
- b) Зураг негізгісінен соң мәннан тирада V_0



$$V_o(t) = V_m \sin(\omega t)$$

Решение:

- a) Зураг негізгі

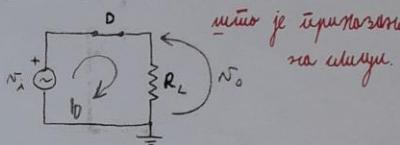


$$V_o(t) = \begin{cases} V_m \sin(\omega t), & 0 < \omega t < \pi \\ 0, & \text{шаралы} \end{cases}$$

За тоқтаптамы ал нөх, када же зураг

жүретінде шаралы болса и барлық шаралы:

$0 < \omega t < \pi$ кемде ал нөх шаралы



шаралы жаңынан

шаралы

за шаралы

$$V_o = ? \quad \text{Кепең за } V_o (V_o(t))$$

определено анықтамалы түлшілік және

Күнделеккен зонна.

$$V_{osr} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} V_m \sin(\omega t) d(\omega t)$$

$$V_{osr} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin(\omega t) d(\omega t)$$

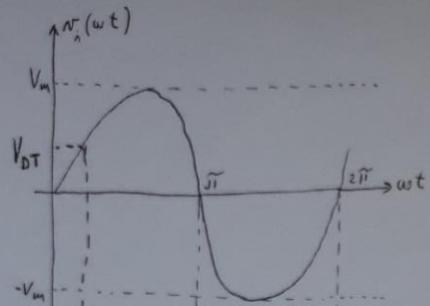
$$V_{osr} = \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} V_m \sin(\omega t) d(\omega t) + \int_{\pi}^{2\pi} V_m \sin(\omega t) d(\omega t) \right]$$

$$V_{osr} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m \sin(\omega t) d(\omega t) = - \frac{V_m}{2\pi} \cos(\omega t) \Big|_0^{\pi}$$

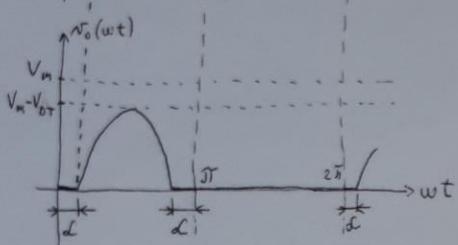
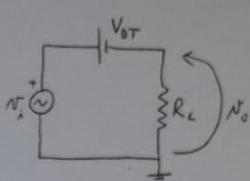
$$V_{osr} = \frac{V_m}{\pi}$$

$$\int_0^T \frac{1}{T} u(t) dt$$

8) Zweiter Regressionsfall



$$\mathcal{L} < \omega t < \pi - \mathcal{L} :$$



$$N_o(t) = \begin{cases} V_m \sin(\omega t) - V_{BT}, & \mathcal{L} < \omega t < \pi - \mathcal{L} \\ 0, & \text{where} \end{cases}$$

$$V_{osr} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} N_o(\omega t) d(\omega t) = \frac{1}{2\pi} \int_{\mathcal{L}}^{\pi - \mathcal{L}} [V_m \sin(\omega t) - V_{BT}] d(\omega t)$$

$$V_{osr} = \frac{V_m}{2\pi} [\cos \mathcal{L} - \cos(\pi - \mathcal{L})] - \frac{V_{BT}}{2\pi} (\pi - 2\mathcal{L})$$

$$V_{osr} = \frac{V_m}{\pi} \cos \mathcal{L} - \frac{V_{BT}}{2\pi} (\pi - 2\mathcal{L})$$

$$\mathcal{L} = ?$$

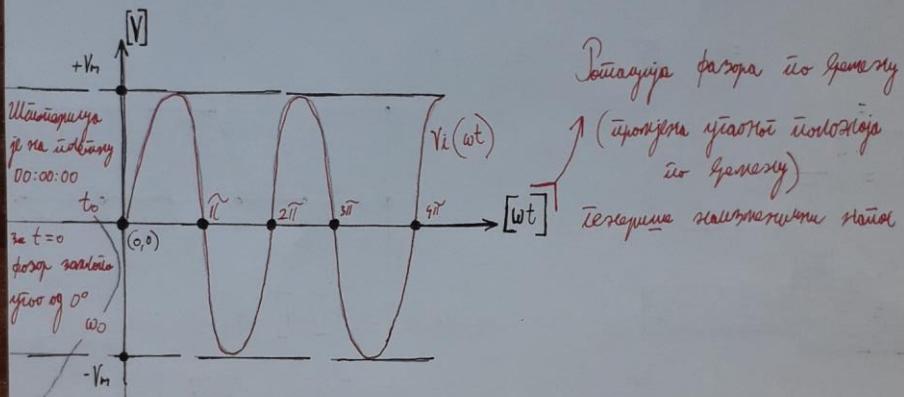
$$N_h(\mathcal{L}) = V_m \sin \mathcal{L} = V_{BT}$$

$$\sin \mathcal{L} = \frac{V_{BT}}{V_m} \Rightarrow \mathcal{L} = \arcsin \frac{V_{BT}}{V_m}$$

Задатак 10

Прије испитивањи хода гроја првога/ (не првога) сл. струјују се посматрање
удалjenosti и издашностји снага.

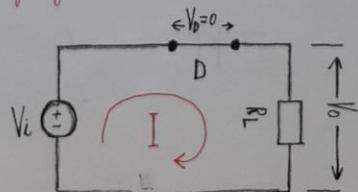
- У посматрањима сл. ходу физичке као један избор најбоља (V_i)
што да је удаљни снага (Напон генератора V_i) мали у оба случаја.



Не морамо пажљиво читати кукионују јер на генератору посматрано хода је (t_0, ω_0) стапа.

1. Уредни ход:

За: $0 < wt < \pi$ сл. струја у посматрањима сл. ходу имају карактеристику синуса, гроја је генератор постапајући (проток снаге) и узима снагу од ходу



1.

$V_0 = ?$

$V_L = I R_L$ Уртепе II Кирхгофов закону су са коријем влога да ће бити
половинска изненада помоћу којома преодређива се посториште.

Али је V_0 , због са крајевима променљивима посторишта омитором R_L

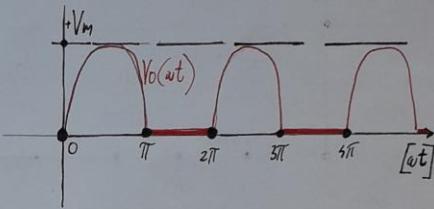
Како је стапак V_0 једнак стапаку генератора V_i то је:

$$V_0(t) = V_m \sin(\omega t), 0 < \omega t < \pi$$

$$V_0(t) = 0, \quad \omega t \notin (0, \pi)$$

$V_{sr} = ?$

$$V_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$



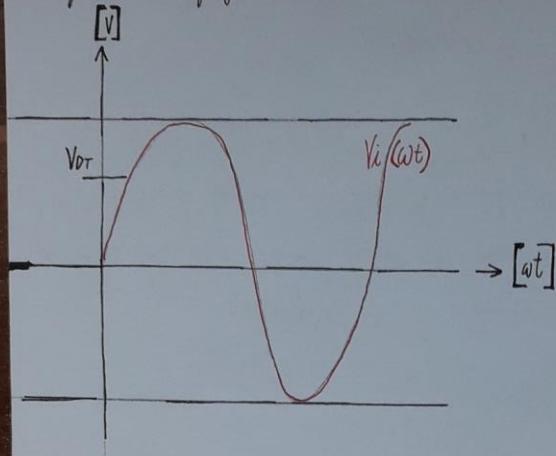
Зашто је $T = 2\pi \text{ [rad]}$? Са графиком

$$V_{sr} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_m \sin(\omega t) d\omega t = \text{Будујући да синус је } \pi \text{ [rad]} \\ \text{засимењује } +V_m, \text{ а синус је } \pi \text{ [rad]} \\ \text{засимењује } -V_m, \text{ али је } 2\pi \text{ и то се укључује. } \pi + \pi = 2\pi \text{ [rad]}$$

$$\frac{V_m}{2\pi} \int_0^{2\pi} \sin(\omega t) d\omega t = \text{Иза } 2\pi \text{ [rad] синус симетричан и једнако толико је једнак} \\ \text{који симетричан је.}$$

$$\frac{V_m}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} \sin(\omega t) d\omega t + \int_{\pi}^{2\pi} \sin(\omega t) d\omega t \right] = \frac{V_m}{2\pi} \left[-\cos(\omega t) \Big|_0^{\pi} - \cos(\omega t) \Big|_{\pi}^{2\pi} \right] = \\ = \frac{-V_m}{2\pi} \left(\underbrace{\cos(\pi) - \cos(0)}_{=-2} - \underbrace{\cos(2\pi) - \cos(\pi)}_{=0} \right) = -\frac{V_m}{2\pi} (-2) = \frac{V_m}{\pi}$$

2.º Uglavni značajci signala.



Početna je pitanja, za koje vrijednostni značajci signala $V_i(at)$ nisu jisti za koje vrijednosti otstupak V_i te bivši jednako jek ga generisani signali $V_0(at)$ - užljazni signali?

Generator se može:

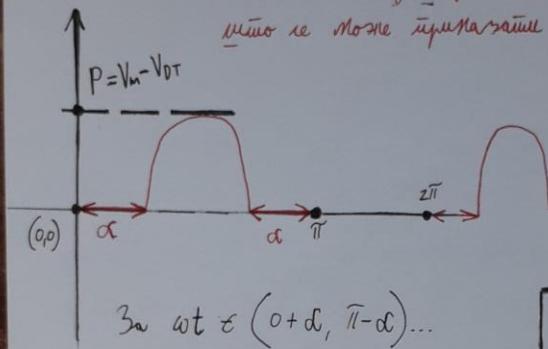
- Korisno jest da at nije od 0 ka $\pi, 2\pi \dots$, a V_i to periodični i biste usugovorili u tom periodu i obrnut.
- Kada je $at = \omega$ tada je $V_i(at) = V_0T$, signala periodičnog (1 perioda) ali. slijedi. U koliko postoji značaj V_0 , a kada at nije još perioda $\pi, 2\pi \dots$ postoji ga $\pi - \omega$, ~~za~~ signala $V_i(at)$ tada stečao V_0T i kroz perioda (u sl. kada) ne periodične ali. slijedi. ~~za~~ Zatim at ~~za~~ nije od π ka 2π tada $V_i(at)$ je stečao korisno vrijednost, signala se uskorno periodizira - u koliko nema ali. slijedi u taj period se periodično ...

[2.]

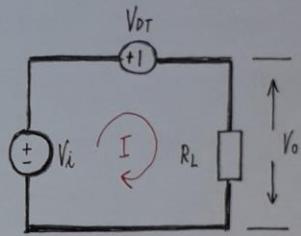
Доколе промес (периодични промес) промока струје кроз једно el. чланак
огледно постојаша напона V_0 је описан:

Нека струја (напон V_0) је 0 за $\omega t < \alpha$. У овом дијелу промене el. струја и
постоји напон V_0 дајући го $\pi - \alpha$, затим дуга је
инверзна поларизација... па у ходу нека струја даје вредност $\omega t > 2\pi +$

много се може приказати и графично:



За $\omega t \in (0 + \alpha, \pi - \alpha)$...



$$I = \frac{Vi - V_{DT}}{R_L}$$

$$\underline{R_L I = Vi - V_{DT}} \Leftrightarrow V_0 = \begin{cases} V_m \sin(\omega t) - V_{DT}, & \omega t \in (0 + \alpha, \pi - \alpha) \\ 0 & \omega t \notin (0 + \alpha, \pi - \alpha) \end{cases}$$

Одакле
занад

$$V_{sr} = ?$$

$V_{sr} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$ where, t je izmjenjivač koja izmjenjuje vrednost. Cinovač koju mu izmjenjuje vrednost at .

$$\overline{V_{sr}} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V_m \sin \omega t - V_D t) d\omega t =$$

$T = 2\pi [rad]$ je o 0 do $2\pi [rad]$ vrednost je jednak. Na izmjenjujućem vrednosti izmjenjujućem izmjenjujućem α do $\pi - \alpha$.

$$\frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} V_m \sin \omega t dt = - \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi-\alpha} V_D t d\omega t =$$

stoga je ω konstanta

$$= \frac{-V_m}{2\pi} \left[-\cos(\omega t) \Big|_{\alpha}^{\pi-\alpha} \right] - \frac{V_D}{2\pi} \left[\omega t \Big|_{\alpha}^{\pi-\alpha} \right] = \frac{-V_m}{2\pi} \left(\cos(\pi - \alpha) - \cos(\alpha) \right)$$

$$- \frac{V_D}{2\pi} (\pi - 2\alpha) = \frac{-V_m}{2\pi} (-\cos(\alpha) - \cos(\alpha)) - \frac{V_D (\pi - 2\alpha)}{2\pi} =$$

$$\frac{V_m \cos \alpha}{\pi} - \frac{V_D (\pi - 2\alpha)}{2\pi}$$

$$\alpha = ?$$

$$V_i(\alpha) = V_m \sin(\alpha) = V_D$$

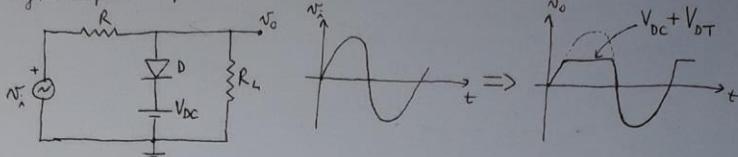
$$\sin(\alpha) = \frac{V_D}{V_m}$$

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{V_D}{V_m} \right)$$

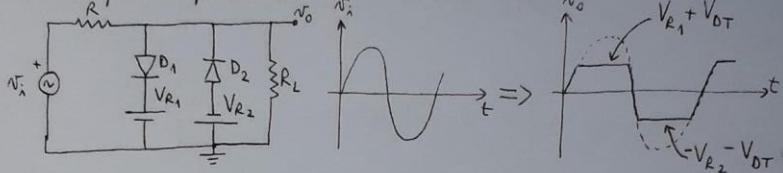
3.

- Операционални напони со генератор

• Тегостопарни операционари:

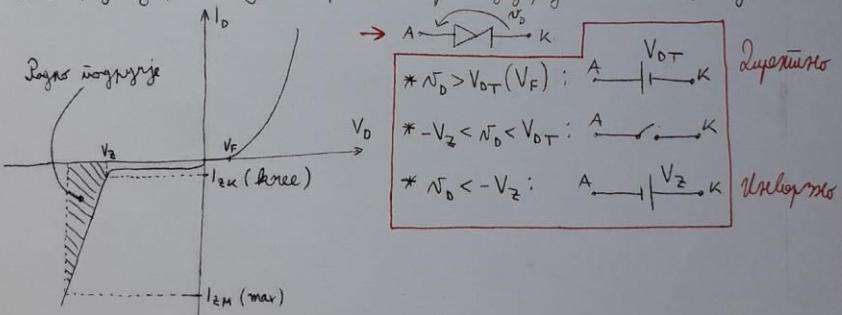


• Двоеснопни операционари:



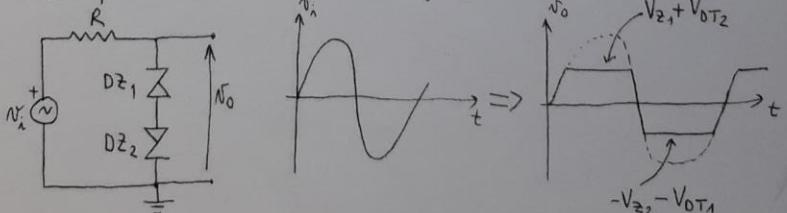
- Зенер диоди

Зенер диод користи се как преобразувач на напони. Пројективаје се да ради у режиму инверзне поседирање, у обласи првога.



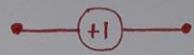
$$V_Z = 1,8 \div 200 \text{ V}$$

Двоеснопни операционари со зенер диоди:

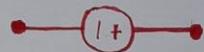


Кога је зенер генератор:

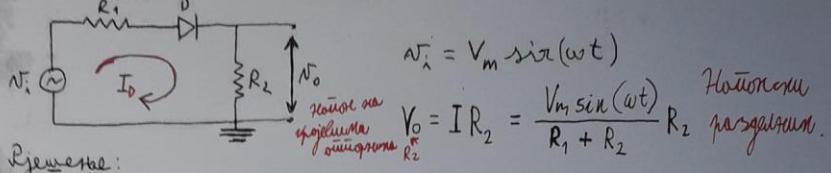
- Директно подизражавање и њега напоном $V_D > V_{DT}$



- Инверзно подизражавање и њега напоном $V_D > V_Z$

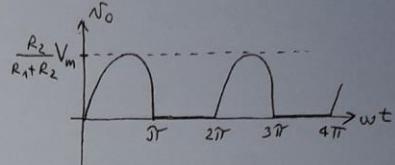


✓ ⑪ Синхронизирана је једнотактна симетрична стабилизација напона на изразу генератора. Синхронизирана је изразим напон.

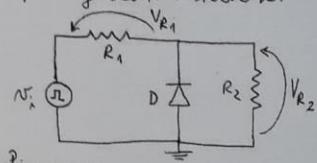


Решение:

$$V_0 = \begin{cases} \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_m \sin(\omega t), & 0 < \omega t < \pi \\ 0, & иначе \end{cases}$$

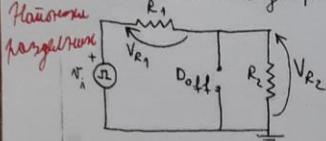


✓ ⑫ За касло на синхронизацији напона је облик напона на опорницима R_1 и R_2 . Израз је несиметричен, а на изразу је присуствујући напон.



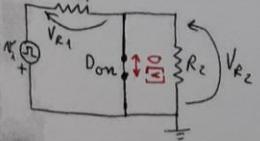
Решение:

1° Постављање напонограђивајућег напона:

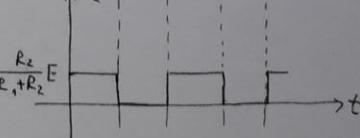
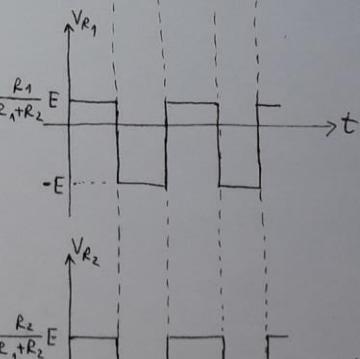
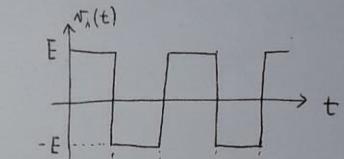


$$V_{R1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E; V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

2° Немајући напонограђивајућег напона



$$V_{R1} = -E; V_{R2} = 0$$

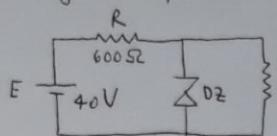


У случају када је напонограђивајући напон неправилан или краткотрајан, застапљају се губитоци напона у паралелном вентилу између тог краткотрајнога и опорника R_2 , а када

изг. II беше активан, када је напонограђивајући напон = 0 тада $R_2 \parallel 0 = 0$.

✓

- 13) На слици је дати стабилизатор напона за Зенер диоду. Која су све карактеристике: $V_Z = 10\text{V}$, $r_z = 10\Omega$. Определи струјују диоду, струјују отвореног, као и износу отпорности стабилизатора.



* Теко да струјију кроз диоду. Којо

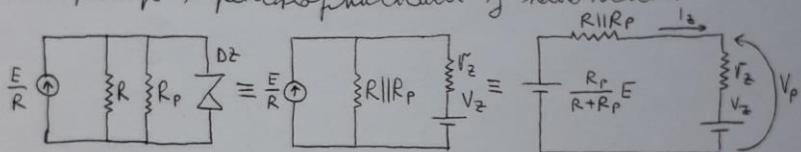
има 2 члана, збогве и дано је паралелно

макс у првом члану је. Којо из тој је

$$\text{дано одређе } I = \frac{E - V_Z}{R}.$$

Решење:

За да би поједностављено било, трансформисативнији је да се стабилизатор у струјији, зато тиме савладавамо отпорност након њега, те тиме подобрејемо струјни генератор трансформисативни у напонски.

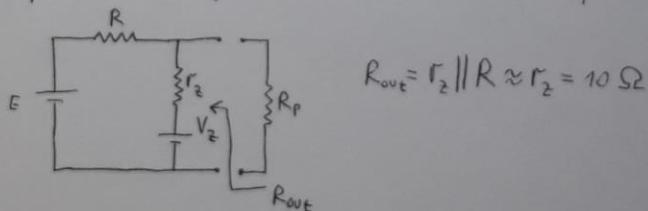


$$I_Z = \frac{\frac{R_P}{R+R_P} E - V_Z}{R||R_P + r_z} = 15,8 \text{ mA} \quad (\text{струја кроз Зенер диоду})$$

$$V_p = V_Z + r_z \cdot I_Z = 10,16 \text{ V} \quad (\text{напон на извору})$$

$$I_p = \frac{V_p}{R_p} = 33,9 \text{ mA} \quad (\text{струја кроз извор})$$

→ Износ отпорности је отпорност која се дели од струје изворске када се сви напонски генератори замејеје хартијским својем, а струјни генератори прескоче.



$$R_{out} = r_z \parallel R \approx r_z = 10 \Omega$$

⑭ Је лију приказани на слици употребљаване су + једнаке диоде, D_1 до D_4 , те је највећи напон U_D који се у-1 карактеристике могу приближно представити приказаним дејствима.

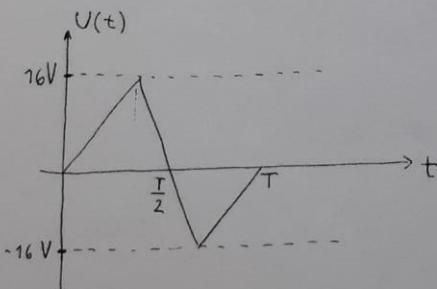
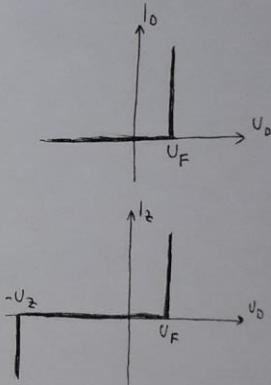
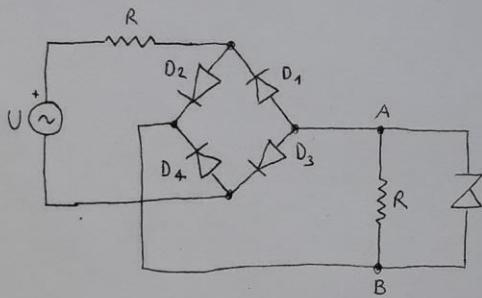
a) Одредити општи израз за варijјаблност напона $U_{AB}(U)$.

Ако је напон диоде подједнако у првом делу свијета U_F једнак 1 V , а други напон Зекер диоде у обласима првоја $U_Z = 5\text{ V}$;

b) Одредити варijјаблност напона U_{AB} за случај $U = 16\text{ V}$.

c) Напријати узако-изврту карактеристику кола $U_{AB}(U)$.

d) Напријати дејствија токовног облика напона $U_{AB}(t)$, ако напон $U(t)$ има синусидни пругасти токовни облик амплитуде 16 V .



Pjevetske:

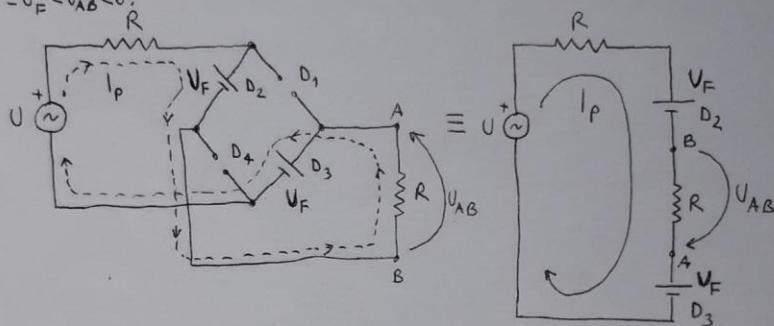
- Sag je o glocijskem nizkotensivnem krogu kog kjeri je grege v konfiguraciji prenosovih kroga.

- Natan U_{AB} je uveljavljen nizkotensivni.

- Za ta neki og zaporedni krog (D₁, D₄) krog (D₂, D₃) kojega, mora biti $|U| > 2U_F$. Za $|U| \leq 2U_F$ je $U_{AB} = 0$.

a) $U > 2U_F$:

• Za $-U_F < U_{AB} < 0$:



$$U_{AB} = -R I_p = -R \frac{U - 2U_F}{2R} = -\frac{U}{2} + U_F$$

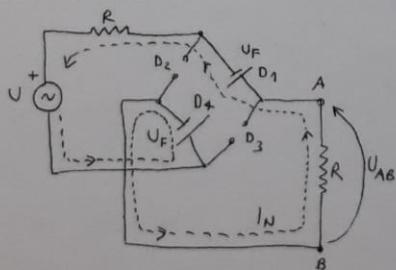
Zenek grega je morebitno da lezen krog na tan - U_{AB} gocimine srednjegostni U_F .

$$-U_{AB}(U_{GP}) = U_F \Rightarrow U_{AB}(U_{GP}) = -U_F \Rightarrow -U_F = -\frac{U_{GP}}{2} + U_F$$

$$U_{GP} = 4U_F = 4V$$

$U < -2U_F$

• Za $-U_F < U_{AB} < 0$:



$$U_{AB} = -R/I_N = -R \cdot \left(-\frac{U+2U_F}{2R} \right) = \frac{U}{2} + U_F$$

Затепе гуага ти тоенни га багер кага наини $-U_{AB}$ гарнише
брејгносцин U_F .

$$U_{AB}(U_{GN}) = -U_F \Rightarrow \frac{U_{GN}}{2} + U_F = -U_F$$

$$\boxed{U_{GN} = -4U_F = -U_{GP} = -4V}$$

$$U_{AB} = -U_F \text{ за } U < U_{GN} = -4U_F$$

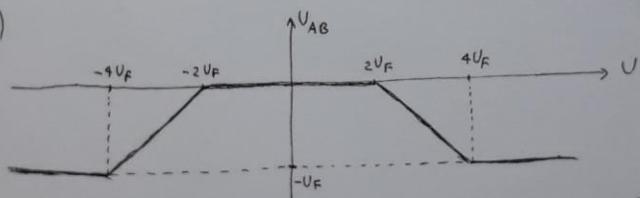
Кага макено формулесанин ошырим кепас за $U_{AB}(U)$:

$$U_{AB} = \begin{cases} 0 & , |U| \leq 2U_F \\ -\frac{U}{2} + U_F & , 2U_F < U < 4U_F \\ \frac{U}{2} + U_F & , -4U_F < U < -2U_F \\ -U_F & , U > 4U_F \\ -U_F & , U < -4U_F \end{cases}$$

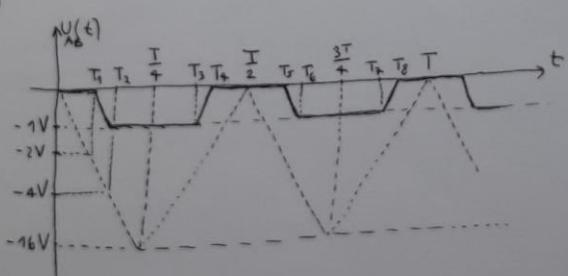
5) $U = 16V$ (мозайкалаңа тарынчала)

$$U = 16V > U_{GP} \Rightarrow \boxed{U_{AB}(16V) = -U_F = -1V}$$

б)



ж)



$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{T/4}{8} = \frac{T}{32} \\ T_2 &= \frac{T/4}{4} = \frac{T}{16} \\ T_3 &= \frac{T}{2} - T_2 = \frac{7T}{16} \\ T_4 &= \frac{T}{2} - T_1 = \frac{15T}{32} \\ T_5 &= \frac{T}{2} + T_1 = \frac{17T}{32} \\ T_6 &= \frac{T}{2} + T_2 = \frac{9T}{16} \\ T_7 &= T - T_2 = \frac{15T}{16} \\ T_8 &= T - T_1 = \frac{31T}{32} \end{aligned}$$

a

$$U_{AB} = ?$$

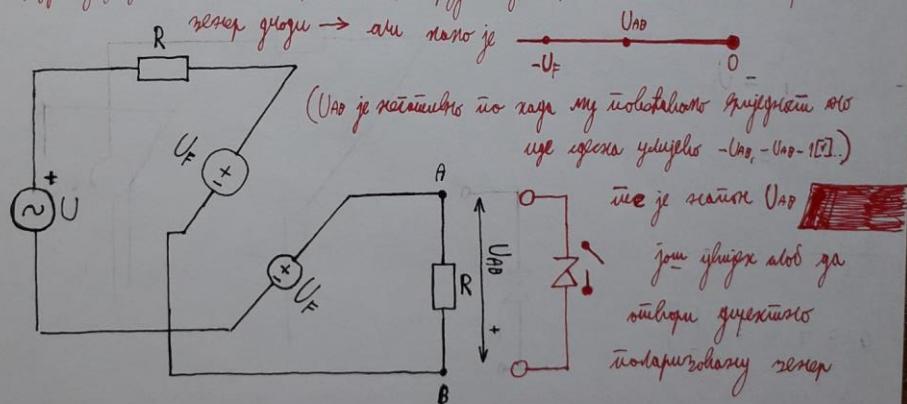
U је временски промјенљив напон генератора. Испитује се да U_{AB} у ова стапа, када је стабилна генератора напон или истог харизматике. Такође се означене су и стапа када је $U_{AB} = 0$ јер при неким напонима $U(t)$ генератора је способан да би добио напон у противно стапа нестабилан.

— Један начин претпоставка да смо тврди да се стабилни напон постигну као да је харизматика и проблем решење за нешто.

$U > 2U_F$ значи да је стабилан напон $|U| > 2U_F$, па (D_2, D_3) употреби али спирјују.

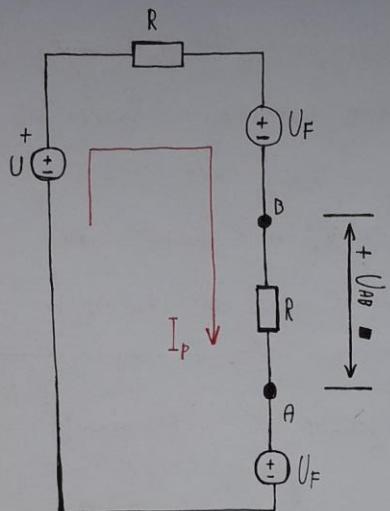
За $-U_F < U_{AB} < 0$ имамо да ће се стапи:

Спирјује је да ће се стапи B . Због рачуна, спирјује се да ће се стапи A и да ће се



напон ће се таја стапа постовати као симболика бара.

4.



$$U_{AB} = -R I_p = -R \frac{U - U_F - U_F}{2R} =$$

$$-R \frac{U - 2U_F}{2R} = -\frac{U}{2} + U_F$$

$-U_{AB}$ је посматрана пружачин

Зенер унага ће посматрати да унага хага $\overbrace{-U_{AB}}$ посматрате пружачине U_F .

$$-U_{AB}(U_{GP}) = U_F$$

$$U_{AB}(U_{GP}) = -U_F$$

$$-\frac{U_{GP}}{2} + U_F = -U_F$$

$$U_{GP} = 4U_F = 4[V]$$

Задатак је да зенер унага посматра пружачина, при посматривашој франчесину ампера, што је зенер унага стајниште вога датим $4[V]$.

$$U < -2U_F$$

$U < -2U_F \Leftrightarrow |U| > |-2U_F|$ uop (D₂, D₁) upolozne sl.

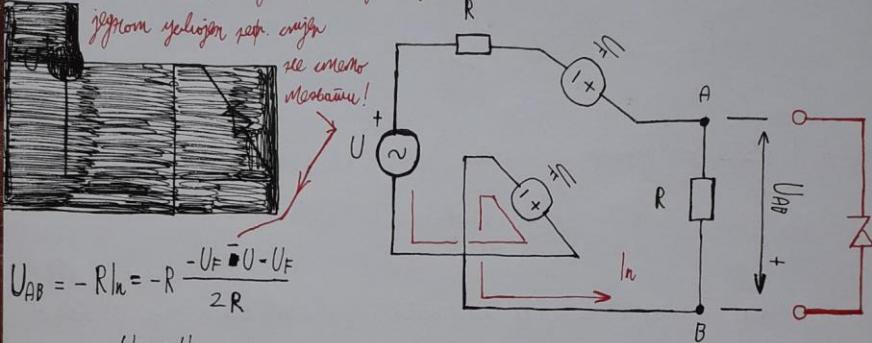
stupnju.

Za $-U_F < U_{AB} < 0$ zener dioda je omiljenja leza.

Uzrokovanje (stupnjuj) okrećutju ↗

jeftinim zelenim svet. svjetlom

se menjao
mesto!



$$U_{AB} = -R I_h = -R \frac{-U_F - U - U_F}{2R}$$

$$= -\frac{U - 2U_F}{2} = \frac{U}{2} + U_F$$

Konstantna vrijednost je $U_{AB} < 0$ zelen!

Zener dioda će početi da boga razliku U_{AB} dočarati se U_F .

$$-U_{AB}(U_{GN}) = U_F$$

$$U_{AB}(U_{GN}) = -U_F$$

$$\frac{U_{GN}}{2} + U_F = -U_F$$

$$U_{GN} = -4[V]$$

$$0, |U| \leq 2U_F$$

$$-\frac{U}{2} + U_F, 2U_F < U < 4U_F$$

$$\frac{U}{2} + U_F, -4U_F < U < -2U_F$$

$$-U_F, U > 4U_F$$

$$-U_F, U < -4U_F$$

$$= U_{AB}$$

1. Kada je $|U| \leq 2U_F$ u vodi je zatvoren na nema da stupa, a između njima nema da postoji usmjeri smer od A do B.

2. U je ugovoren u smjeru pozitivne smeri, $U > 2U_F$ ali nije jasno koliko je potrebno da se oviči u vodi.

3. U je ugovoren u smjeru suprotnom pozitivnoj smeri, U na negativnoj i u vodi se nalazi duževi od $-2U_F$ ali ne upadaju u $-4U_F$ da zatvori ciklus ne propisuje da stupa.

4. i 5. Zatvori ciklus je propisana, a kada je U_{AB} paralelna smjeru sa zatvorenim ciklom (kod paralelnih lezeva, prave su pod istim naponom)

može da je U_{AB} jednak nultom na krajevima zatvorenog ciklusa, a taj napis je napis $-U_F$ jer zatvori ciklus je ugovoren u smjeru paralelnosti!

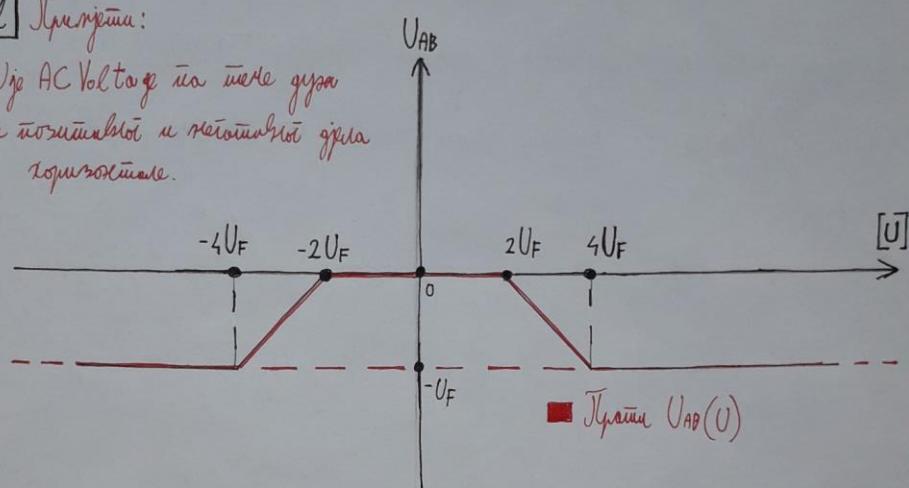
b

$$U = 16 \text{ [V]}$$

Uz rezultat a) za $U > 4 \text{ [V]}$ $U_{AB} = -U_F = -1 \text{ [V]}$

l) Pravljici:

U je AC Voltage na mreži gura u pozitivnu i negativnu fazu horizontalno.



Uz rezultat a) kada je $|U| \leq 2U_F$ mrežni gura se pozitivno preko omogućene leze. U sljedećim počekama $U \in [-2U_F, 2U_F]$ je $U_{AB}(U) = 0$ na kada ne more nastupati (što su u potpunosti $(U, 0)$) dobijajući rezultat kada nemo je ni nastupalo na mreži.

Kada $U \in \{-4U_F, -2U_F\} \cup \{2U_F, 4U_F\}$ mrežni gura (D_4, D_1) za $U \in [-4U_F, -2U_F]$

(D_2, D_3) za $U \in [2U_F, 4U_F]$ je omogućen

U približno $\pm 4U_F$ mrežni se $U_{AB}(U)$ približava $-U_F$.

Затим хвота се U ~~помпра~~ заобе $\approx \pm 4U_F$  $U_{AB}(U)$

секундној напону - U_F .

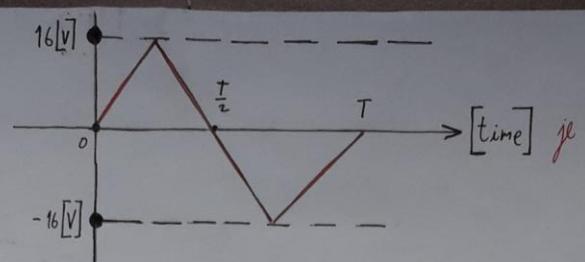
Улог јео ваганка се ради тако што се:

1. Прочитане зависности $U_{AB}(U)$ из табеле обраћајући се а).
2. Узима се U које по рукуни хоризонталне  осцилатору се U_{AB}

U_{AB}

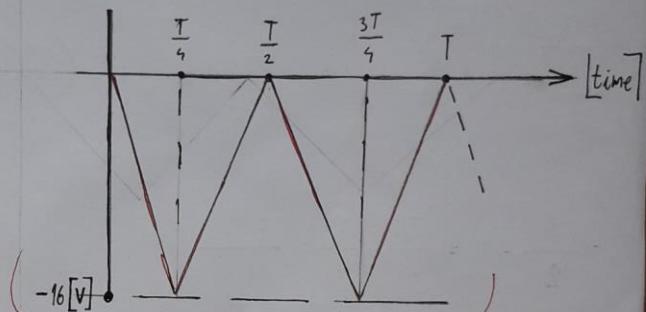
τ

• Ударное напряжение

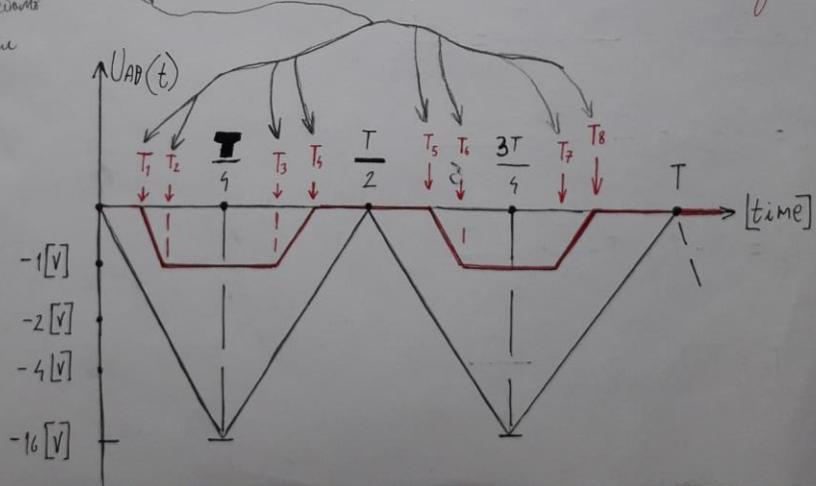


искусствен:

Задолжен
демонстра
тирующий
нога передает
сигнал



На базе этого звукового сигнала с амплитудой $\sqrt{2}$:



• Уага је $t(\text{time}) = \frac{T}{4}$ уага је $U = U_{\max} = -16 \text{ [V]}$

Временски премежува T_1 премежува временски премежува оцијорава
шагова губог, доколе кога се оцијора уага U јасне 2 [V] а

$$2 = \frac{16 \leftrightarrow}{8} \text{ за временското осијенија тегата } 16 = \frac{T}{4} \quad T_1 = \frac{\frac{T}{4}}{8} = \frac{T}{32}$$

\uparrow за временското осијенија тегата $2 = T_1$

$$\frac{1}{4} = \frac{16 \leftrightarrow}{8} \text{ за временското осијенија тегата } \frac{16}{8} = \frac{T}{4} \quad T_2 = \frac{\frac{T}{4}}{16} = \frac{T}{16}$$

\uparrow за временското осијенија тегата $\frac{16}{8} = T_2$ (оцијорава шагова губог)

$$T_3 = \frac{T}{2} - T_2 = \frac{T}{2} - \frac{T}{16} = \frac{7T}{16}$$

$$T_4 = \frac{T}{2} - T_1 = \frac{T}{2} - \frac{T}{32} = \frac{15T}{32}$$

$$T_5 = \frac{T}{2} + T_1 = \frac{T}{2} + \frac{T}{32} = \frac{17T}{32}$$

$$T_6 = \frac{T}{2} + T_2 = \frac{T}{2} + \frac{T}{16} = \frac{9T}{16}$$

$$T_7 = T - T_2 = T - \frac{T}{16} = \frac{15T}{16}$$

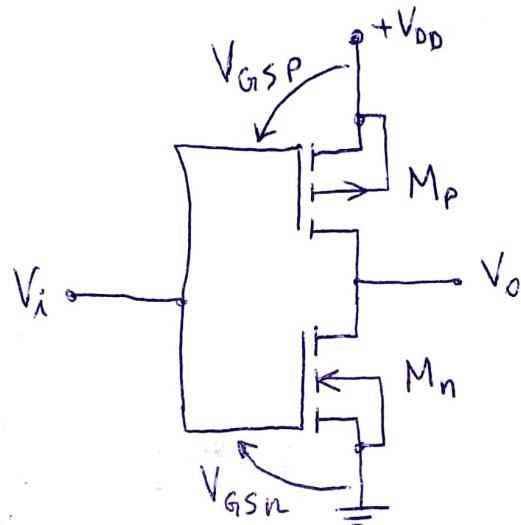
$$T_8 = T - T_1 = T - \frac{T}{32} = \frac{31T}{32}$$

CMOS ИНВЕРТОР

(26) Избескии израз за статичку преносну карактеристику CMOS инвертора. Скициралии преносну карактеристику CMOS инвертора. Оредити напон упора V_T CMOS инвертора. Познато је:

$$V_{DD} = 5 \text{ V}; k_n/k_p = 1; |V_{TN}| = |V_{TP}| = 1 \text{ V}.$$

Рјешение:



- Познато је 2 врсаја:

$$1^{\circ} \underline{V_i < V_{TN}}$$

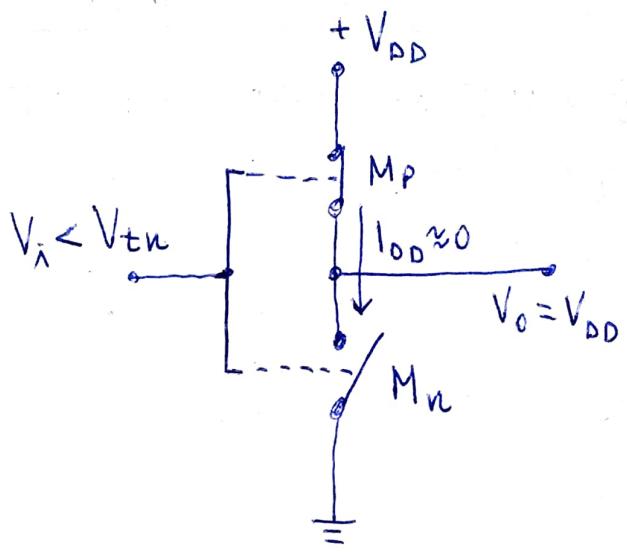
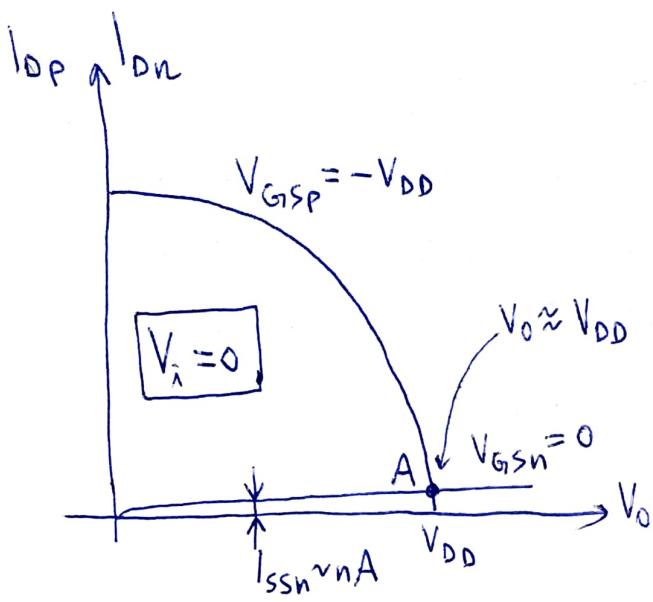
- Познато је $V_i < V_{TN}$, M_n је отворен. С обзиром да је напон упора pMOS транзистора (M_p) неизвестан ($V_{TP} < 0$), M_p је стварно укврен. Нпр. ако усвоимо да је $V_i = 0$, тада је:

$$V_{GSN} = V_i = 0$$

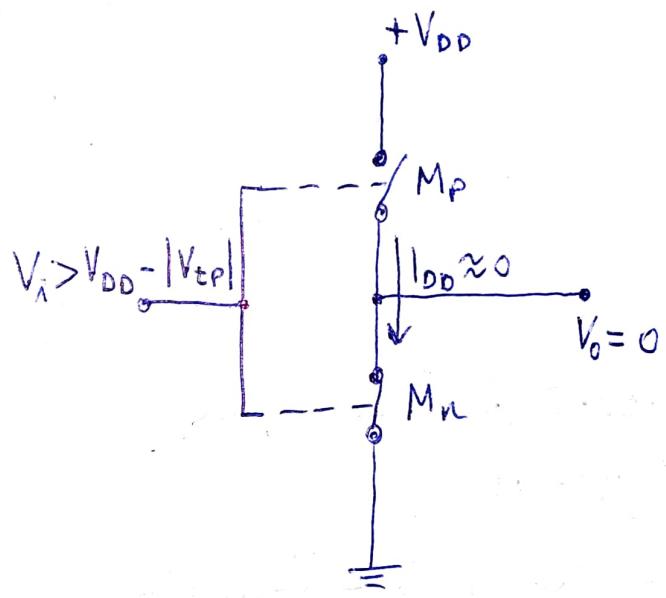
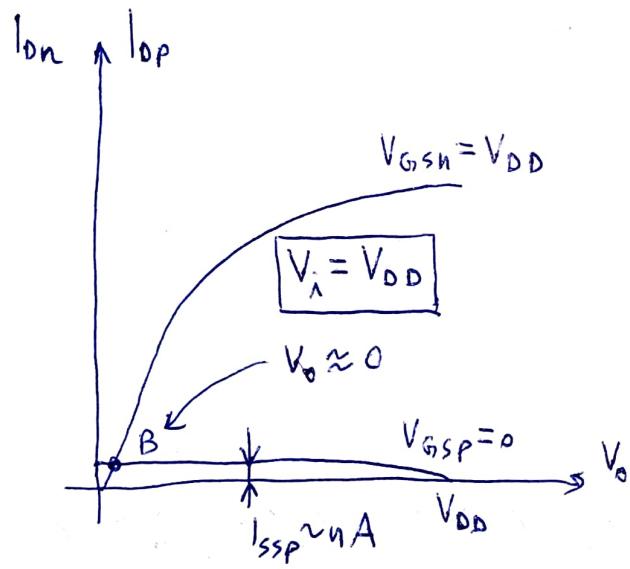
$$V_{GSP} + V_{DD} - V_i = 0 \Rightarrow V_{GSP} = -V_{DD} + V_i = -V_{DD}$$

- Радна токка нарав се у пресјеку карактеристика M_n и M_p транзистора.

- Струја закореног транзистора M_n , једнака је огњеног струји инверзне изолације PN чврјеба транзистора и пога је $n \text{ A}$.



$$2^{\circ} V_i > V_{DD} - |V_{tp}|$$



- У инверторској структуре $V_{tn} < V_i < V_{DD} - |V_{tp}|$, осима-
прем уз усеку за холјеце оба инвертора.

$$I_D = \begin{cases} k [2(V_{GS} - V_t)V_{DS} - V_{DS}^2], & V_{DS} < V_{GS} - V_t \text{ (напонска структура)} \\ k (V_{GS} - V_t)^2, & V_{DS} > V_{GS} - V_t \text{ (засецење)} \end{cases}$$

$$I_{Dn} = \begin{cases} k_n [2(V_i - V_{tn})V_o - V_o^2], & V_o < V_i - V_{tn} \\ k_n (V_i - V_{tn})^2, & V_o > V_i - V_{tn} \end{cases}$$

$$I_{DP} = \begin{cases} k_p [2(V_{DD} + V_{TP} - V_i)(V_{DD} - V_o) - (V_{DD} - V_o)^2], & V_o > V_i - V_{TP} \\ k_p (V_{DD} + V_{TP} - V_i)^2, & V_o < V_i - V_{TP} \end{cases}$$

$$k_n = \beta_n / 2 ; \quad k_p = \beta_p / 2$$

- Unavno ykryjno 5 obrazin:

I obrazin: $0 < V_i < V_{TN}$:

M_n OFF, M_p ON n y nenapoj je obrazin:

$$V_o = V_{DD} ; \quad I_{DD} \approx 0$$

II obrazin: $V_{TN} < V_i < V_o + V_{TP}$:

M_n ON n y zacutesky.

M_p ON n y nenapoj obrazin.

$$I_{DN} = I_{DP} \Rightarrow$$

$$k_n (V_i - V_{TN})^2 = k_p [2(V_{DD} + V_{TP} - V_i)(V_{DD} - V_o) - (V_{DD} - V_o)^2]$$

$$V_o = V_i - V_{TP} + \sqrt{(V_{DD} + V_{TP} - V_i)^2 - \frac{k_n}{k_p} (V_i - V_{TN})^2}$$

$$I_{DD} = k_n (V_i - V_{TN})^2$$

III obrazin: $V_o + V_{TP} < V_i < V_o + V_{TN}$

M_n ON n y zacutesky.

M_p ON n y zacutesky.

$$I_{DN} = I_{DP}$$

$$k_n (V_i - V_{TN})^2 = k_p (V_{DD} + V_{TP} - V_i)^2 = I_{DD} \text{ max}$$

IV областъ: $V_o + V_{tn} < V_i < V_{DD} + V_{tp}$

M_n ON и g налягане в областта.

M_p ON и g заоблачка.

$$I_{on} = I_{op}$$

$$k_n [2(V_i - V_{tn})V_o - V_o^2] = k_p (V_{DD} + V_{tp} - V_i)^2$$

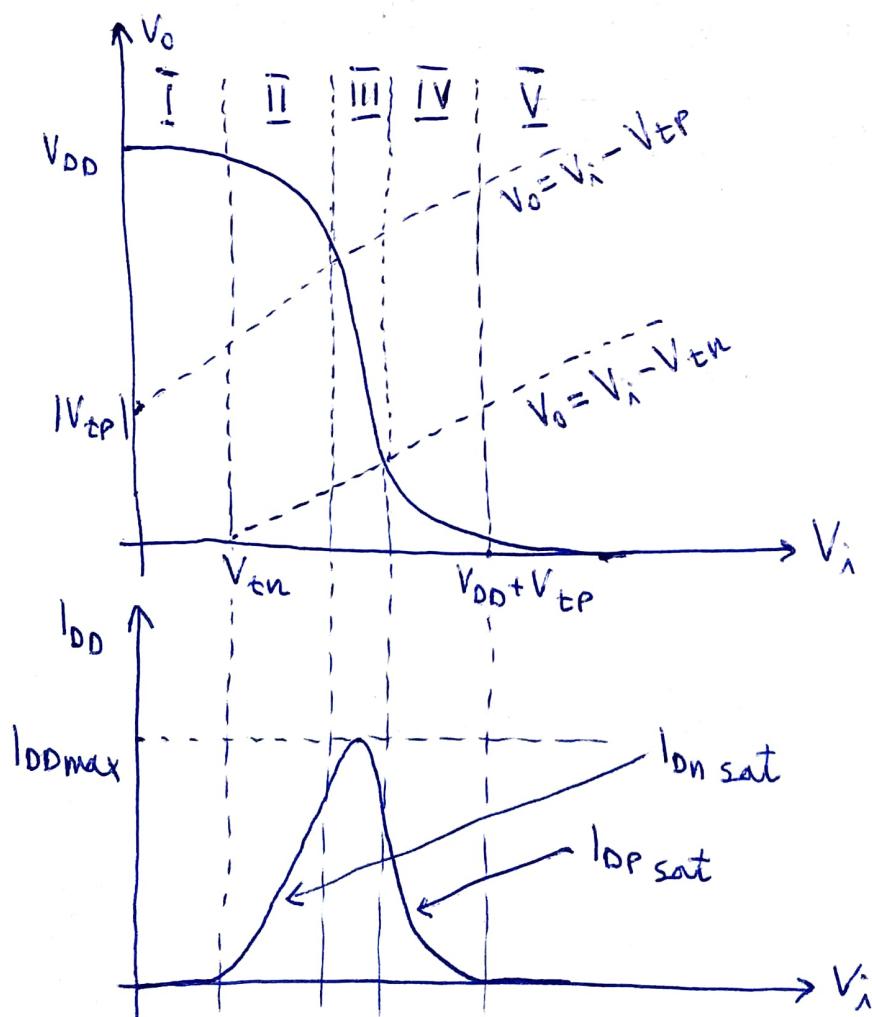
$$V_o = V_i - V_{tn} - \sqrt{(V_i - V_{tn})^2 - \frac{k_p}{k_n} (V_{DD} + V_{tp} - V_i)^2}$$

$$I_{DD} = k_p (V_{DD} + V_{tp} - V_i)^2$$

V областъ: $V_{DD} + V_{tp} < V_i < V_{DD}$

M_p OFF, M_n ON и g налягане в областта.

$$V_o = V_{DD}; I_{DD} \approx 0$$



-Način rada

Jednačina za karakterisiranje rada je u III obrazcu. Činjenica da potrošnja struje je konstantna, ali se razlikuje za oba obrazca, ako smatramo da je $V_i = V_T$:

$$k_n (V_T - V_{tn})^2 = k_p (V_{DD} + V_{tp} - V_T)^2$$

$$V_T = \frac{V_{DD} + V_{tp} + V_{tn} \sqrt{k_n/k_p}}{1 + \sqrt{k_n/k_p}} = V_{tn} + \frac{V_{DD} + V_{tp} - V_{tn}}{1 + \sqrt{k_n/k_p}}$$

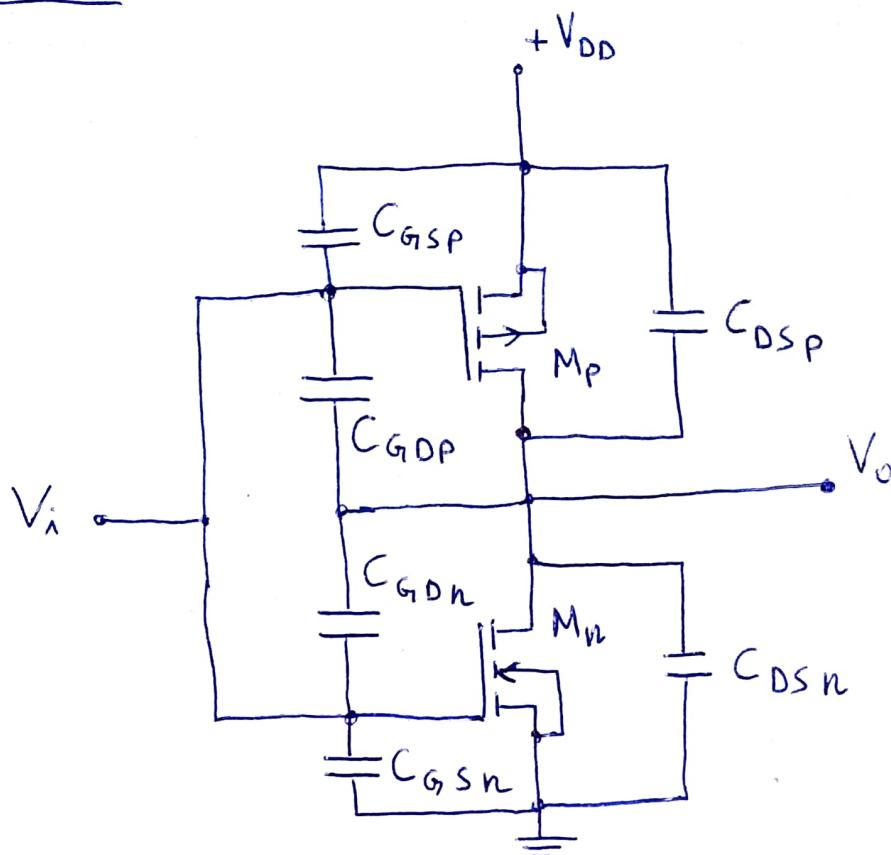
U ovoj su na zadatku brojnostim zaključeno da je invertor izravnati, jer je:

$$V_{tn} = |V_{tp}| \text{ i } k_n/k_p = 1, \text{ tada je:}$$

$$\boxed{V_T = \frac{V_{DD}}{2} = 2,5 \text{ V}}$$

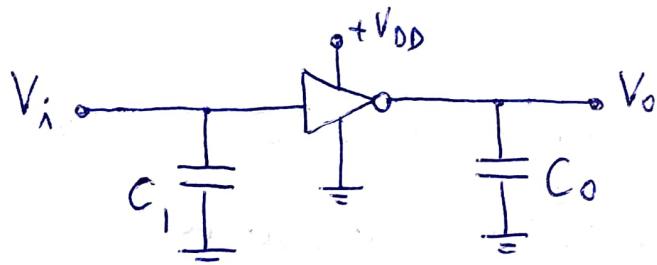
- 27) Za CMOS invertor uz prethodnoj zadatku opredeliti vremena traga u radu izlazne pojmove (t_{PHL} i t_{PLH} , respektivno). Pretpostavljeno je da invertor omogućen izlaznom kapacitetom $C_L = 1 \mu\text{F}$. Koriscenjem RC analize dobije se da je kapacitet rezistora R_C jednak $\frac{V_{DD}}{I_{out}}$ (kao što je to da se vidi iz zadatka), a da je vremena traga:
- $$t_{PLH} = C_L \cdot R_C = \frac{C_L \cdot V_{DD}}{I_{out}}$$
- zato je:
- $$t_{PLH} = \frac{1 \mu\text{F} \cdot 5 \text{ V}}{100 \mu\text{A}/\text{V}^2} = 50 \text{ ms}$$
- ili
- $$t_{PHL} = \frac{1 \mu\text{F} \cdot 5 \text{ V}}{100 \mu\text{A}/\text{V}^2} = 50 \text{ ms}$$

Рјемесе:



← Уена CMOS
инвертор са
параметарима
параситарима
капацитиви -
источника.

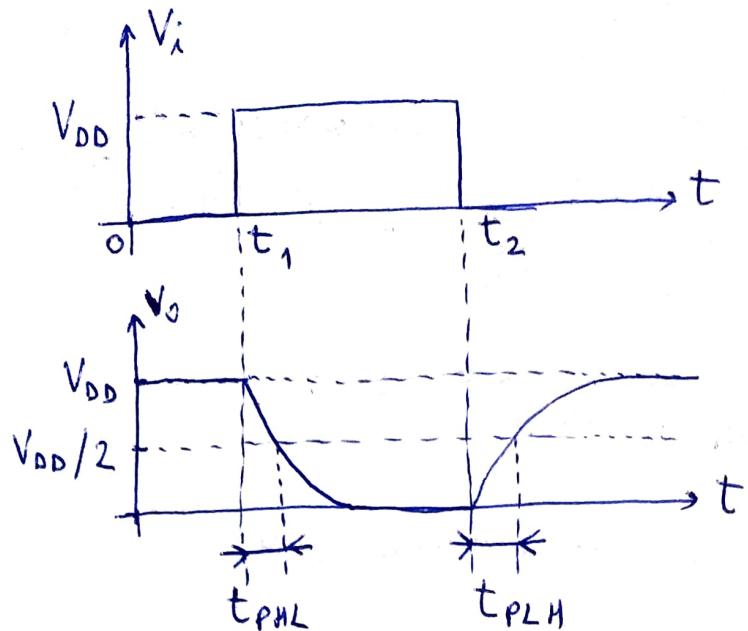
- Многобројна теорема: Потрошнија капацитивност
се увећавајује и пресикава на узас и узас.



- Узасе и узасе капацитивност инвертора
ограничено су да:

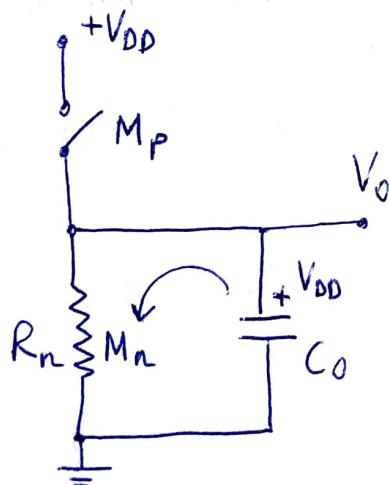
$$C_1 = C_{GSn} + C_{GSp} + 2(C_{GDn} + C_{GDP}) = 27,6 \text{ fF}$$

$$C_o = C_{DSp} + C_{DSn} + 2(C_{GDn} + C_{GDP}) = 1,02 \text{ pF}$$



- Transistor V_i sa 0 na V_{DD} :

do vremenjaka t_1 , kondenzator C_0 je preko izlaznog M_p bio polnut na V_{DD} . U vremenjaku t , uklanjaju se M_p, a uklanja M_n. Kondenzator na ulazu C_0 se prevezan preko M_n. Pagan je s prekidanom RC katu.



$$R_n = \frac{1}{2k_n(V_{DD} - V_{En})} = 1250\Omega$$

$$V_o(t) = V_c(t) = V_c(\infty) - [V_c(\infty) - V_c(0)] e^{-\frac{t}{R_n C_0}}$$

$V_c(0)$ - inicijalno stanje napona V_c na početku procesa

$V_c(\infty)$ - finalno stanje napona V_c kada će zakrene prevezan izlazni y nosivost podatkov katu.

$$V_c(\infty) = 0$$

$$V_c(0) = V_{DD}$$

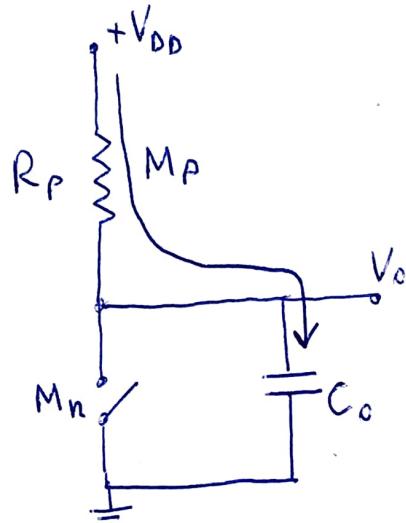
$$V_o(t) = V_{DD} e^{-\frac{t}{R_n C_0}}$$

$$V_o(t_{PHL}) = \frac{V_{DD}}{2} \Rightarrow t_{PHL} = R_n C_0 \ln 2 = 0,69 R_n C_0$$

$$t_{PHL} = 88 \text{ ns}$$

- Povećana V_i sa V_{DD} na 0:

do trenutka t_2 , kondenzator C_0 je učvršćen. U trenutku t_2 isključuje se M_n , a uključuje M_p . Kondenzator C_0 se puni preko M_p .



$$R_P = \frac{1}{2k_p(V_{DD} + V_{tp})} = 1250\Omega$$

$$V_o(t) = V_c(\infty) - [V_c(\infty) - V_c(0)] e^{-t_p/R_p C_0}$$

$$V_c(\infty) = V_{DD}; V_c(0) = 0$$

$$V_o(t) = V_{DD} \left(1 - e^{-t/R_p C_0}\right)$$

$$V_o(t_{PLH}) = \frac{V_{DD}}{2}$$

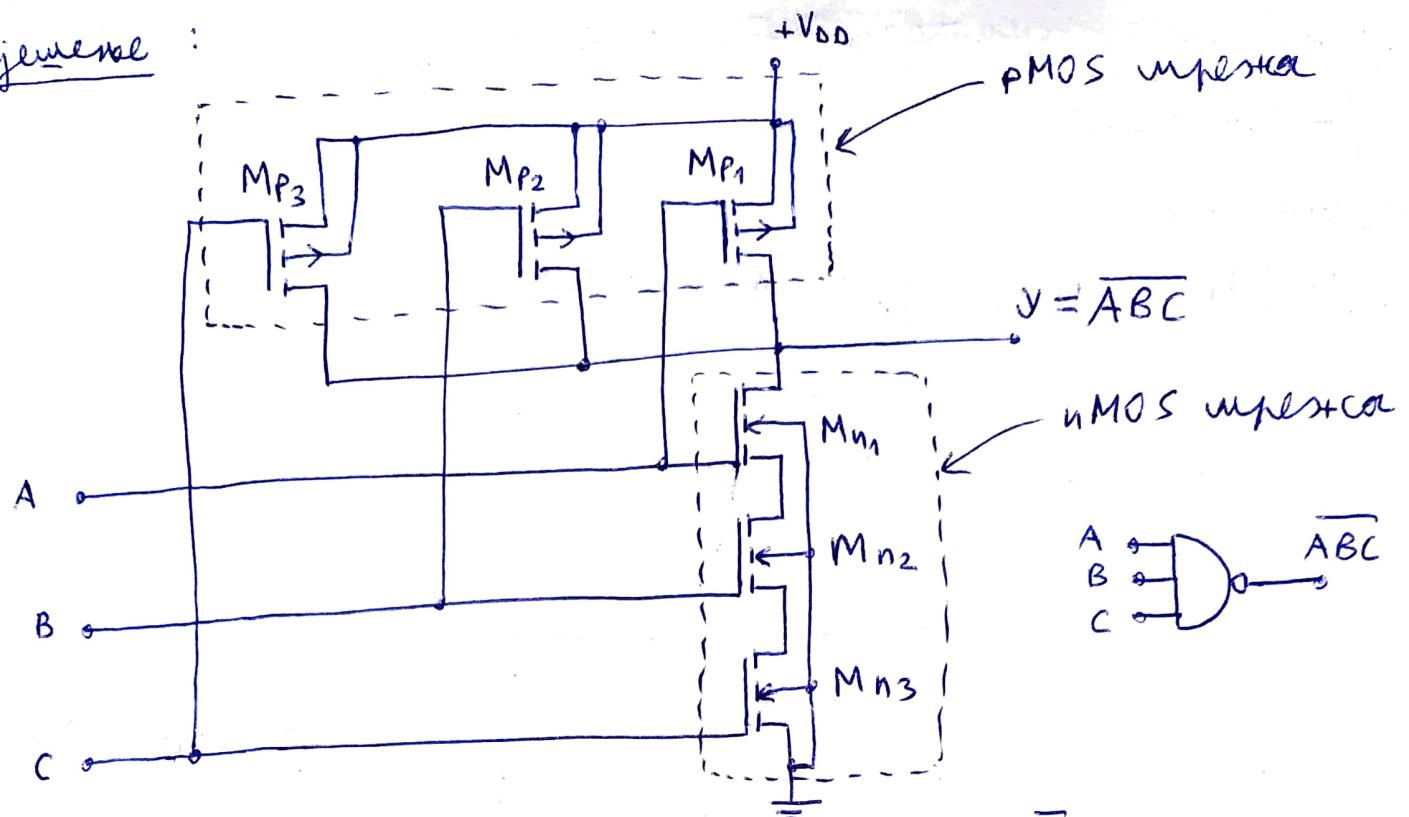
$$t_{PLH} = R_p C_0 \ln 2 = 0,69 R_p C_0 = 88 \text{ ns}$$

28) Realizovanje logičke funkcije pomoću HN i NIJU logičkih kola u komplementarnom CMOS logiku.

Prilikom sinteze logičkih kola treba se pridržavati sledećih pravila:

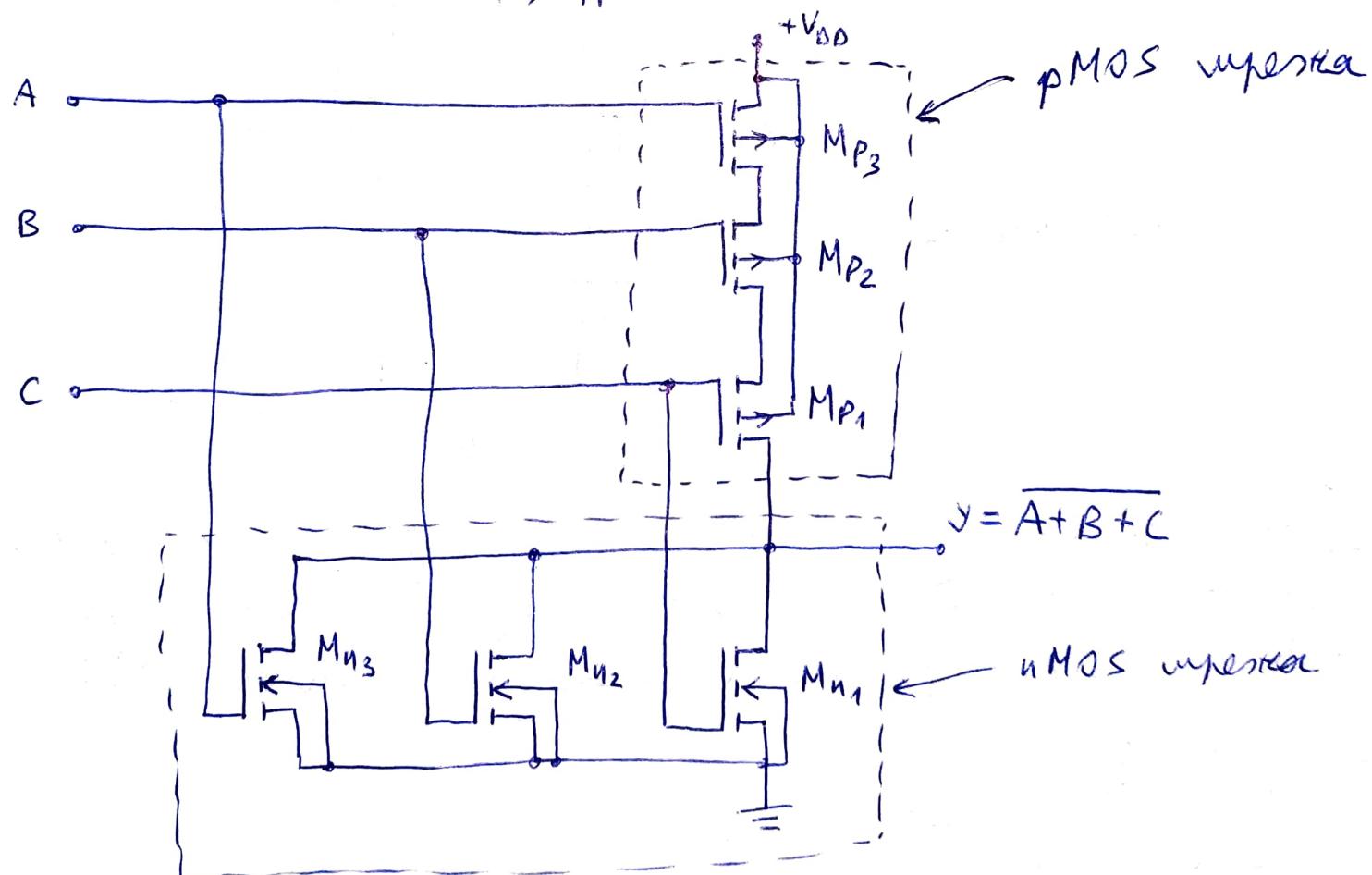
- Kolo se sastoji od nMOS i pMOS tranzistora u presek.
- Presece su dugarne, tj. serijskoj vezi nMOS ogoljava paralelna veza pMOS tranzistora u obzvnu.
- Jelka stoga presek je izvor kola.
- Broj tranzistora u slakoj preseki jednak je broju ulaza logičkih kola.
- Slakom ulazu povezuju se jedan ili više CMOS tranzistora.

Pjeneške



fuksija nMOS uređja ogretnja je da $f_n = \bar{f}$, a pMOS
uređaj je gurač.

$$f = \overline{ABC} \Rightarrow f_n = ABC, f_p = A + B + C$$



$$f = \overline{A+B+C} \Rightarrow f_n = A + B + C, f_p = ABC$$

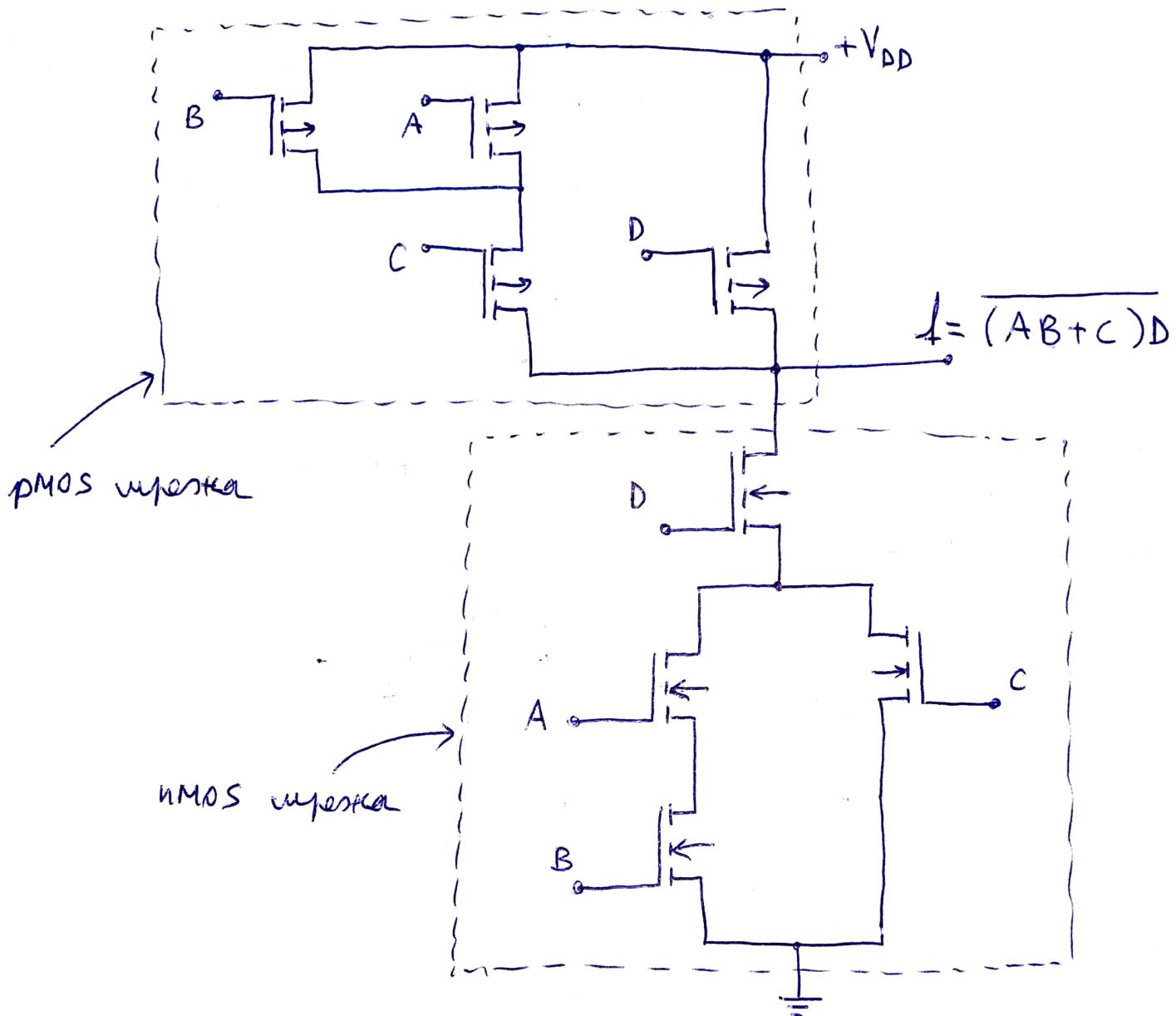
-nivo u n ogibavom serijskoj besi, dok nivo u n
ogibavom paralelnoj besi.

(29) Избраним методом извршење вијаке функције:

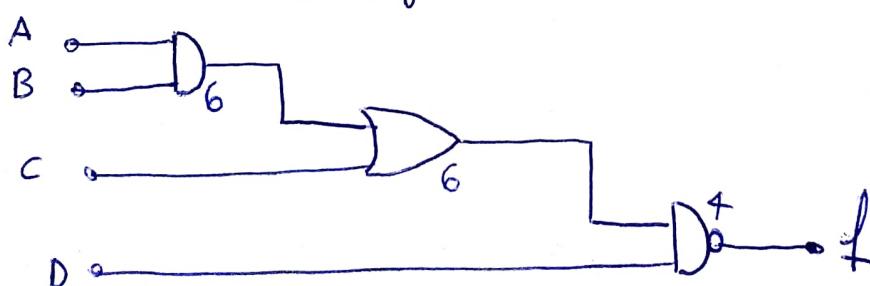
$$f = \overline{(AB+C)D}$$

Pjenevke:

$$f_n = (AB+C)D, \quad f_p = (A+B)C + D$$



Одакле је извршена функција реализација са најмањим бројем транзистора (8), челио када су сва реализација имплементирани истицани колико:



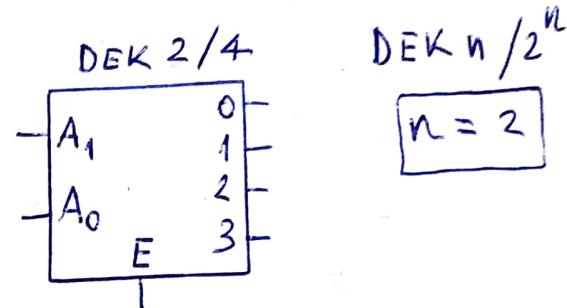
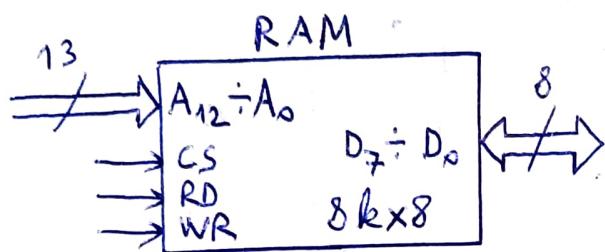
← Потребан 16 транзистора.

RAM MEMORIJE

- 31) Најпримитивни блок једног memorije RAM има карактеристика $128\text{ k} \times 8$, ако су на распоредатку memorije компоненте $8\text{k} \times 8$ бути у склопу DEK 2/4.

Pojedinke:

Потребујено ћете компоненте:



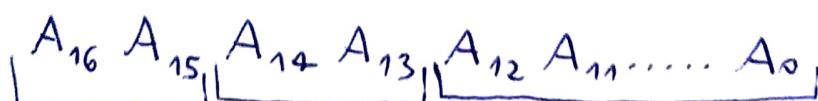
$$8\text{k} \times 8: 8\text{k} = 8 \cdot 1024 = 2^3 \cdot 2^{10} = 2^{13} \Rightarrow 13 \text{ адресних узара}$$

$$N = \frac{128\text{k} \times 8}{8\text{k} \times 8} = \frac{128}{8} = 16 \Rightarrow \text{Потребују сан } 16 \text{ компоненти } 8\text{k} \times 8.$$

$128\text{k} \times 8: 128\text{k} = 128 \cdot 1024 = 2^7 \cdot 2^{10} = 2^{17} \Rightarrow$ Компоненти коју развијено треба да има 17 адресних узара.

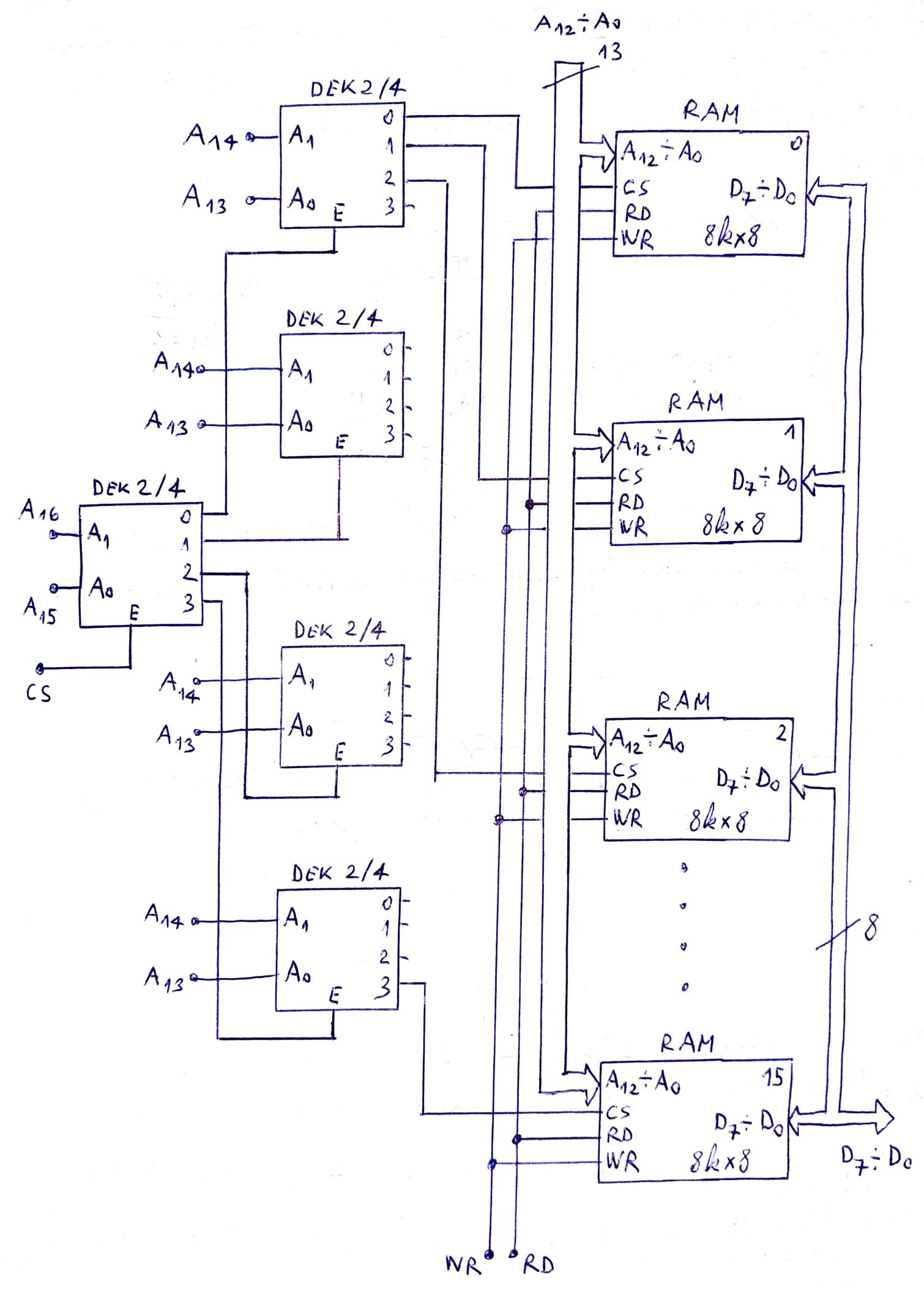
$$K = \left\lceil \frac{17 - 13}{n} \right\rceil = \left\lceil \frac{4}{2} \right\rceil = 2 \Rightarrow \text{Потребују сан 2 склопа склопа DEK 2/4.}$$

$$M = \left\lceil \frac{N}{2^n} \right\rceil = \left\lceil \frac{16}{4} \right\rceil = 4 \Rightarrow \text{Потребују сан 4 склопа склопа DEK 2/4 у групама од четири.}$$



Скуп узара
(1 × DEK 2/4)

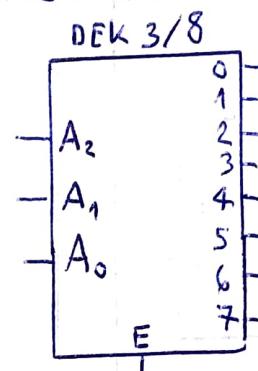
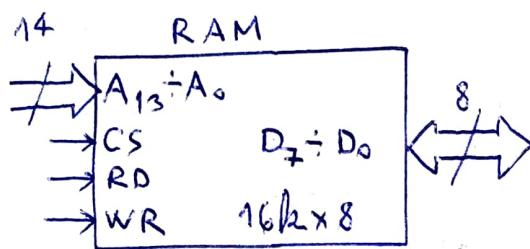
Други узар
(4 × DEK 2/4)



(32) Наименати блок мень менораже RAM түрінде кандидатта $512 \text{ k} \times 16$ әкелей ыңғашрататын менораже компоненті $16 \text{ k} \times 8$ н әзізгеріп DEK 3/8.

Решение:

- Төсілдегінде компоненттер:

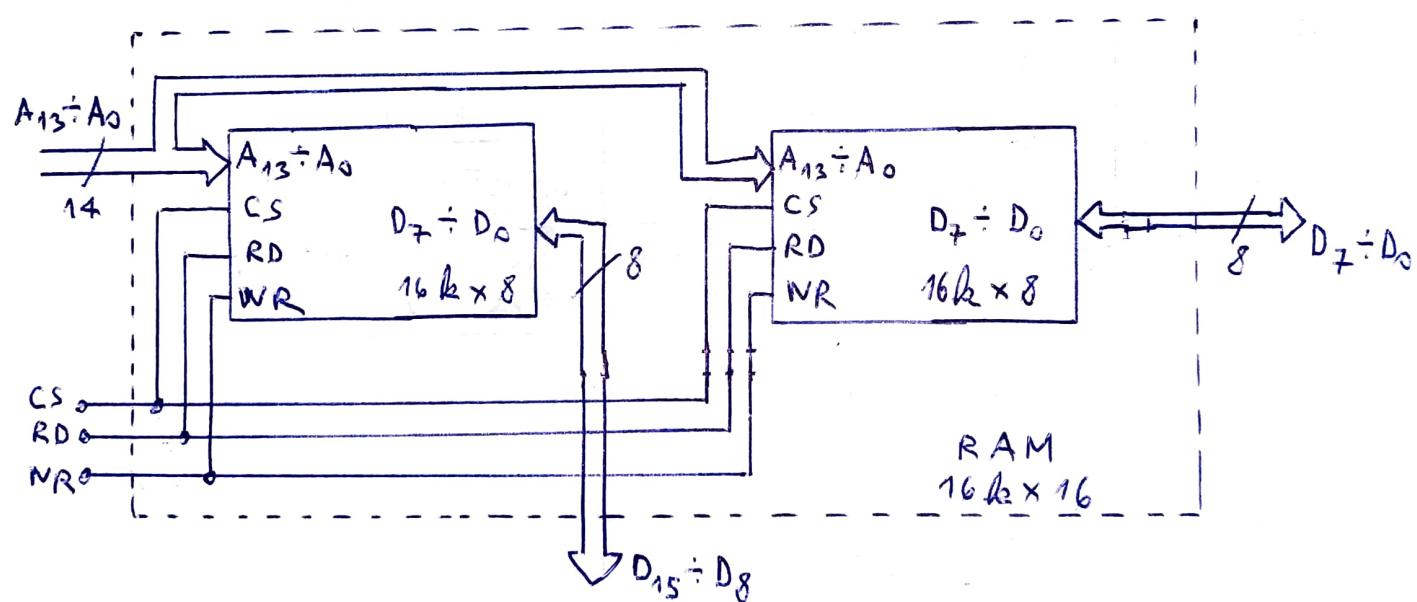


DEK $n/2^n$

$$n = 3$$

$$16 \text{ k} \times 8 : 16 \text{ k} = 16 \cdot 1024 = 2^4 \cdot 2^{10} = 2^{14} \Rightarrow 14 \text{ адрессінің үлгіза}$$

- Төсілдегінде компоненттер 16 k x 8 ға пайдаланып жасалған 16 k x 16:



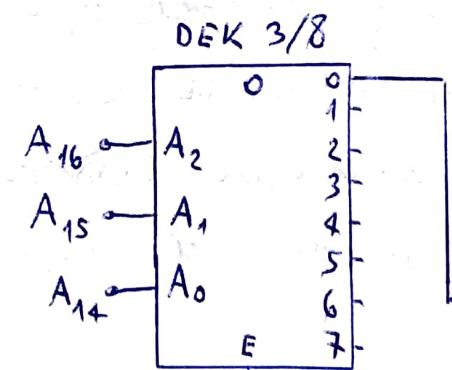
$$512 \text{ k} \times 16 : 512 \text{ k} = 2^9 \cdot 2^{10} = 2^{19} \Rightarrow 19 \text{ адрессінің үлгіза}$$

$$K = \left\lceil \frac{19 - 14}{n} \right\rceil = \left\lceil \frac{5}{3} \right\rceil = 2 \Rightarrow 2 \text{ шаблон} \text{ DEK } 3/8$$

$$M = \left\lceil \frac{N}{2^n} \right\rceil = \left\lceil \frac{32}{8} \right\rceil = 4 \Rightarrow \text{шаблон} \text{ 4} \times \text{DEK } 3/8 (\text{гүйін шаблон})$$

$$N = \frac{512 \text{ k} \times 16}{16 \text{ k} \times 16} = \frac{512}{16} = 32 \Rightarrow \text{шаблон} \text{ 32} \times \text{RAM } 16 \text{ k} \times 16$$

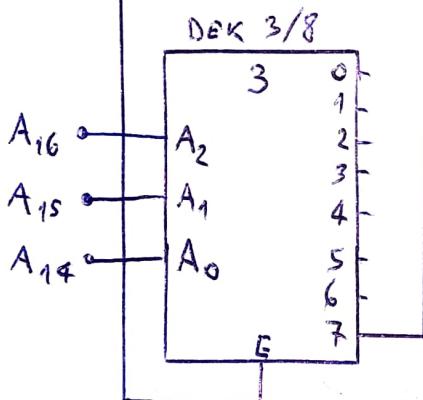
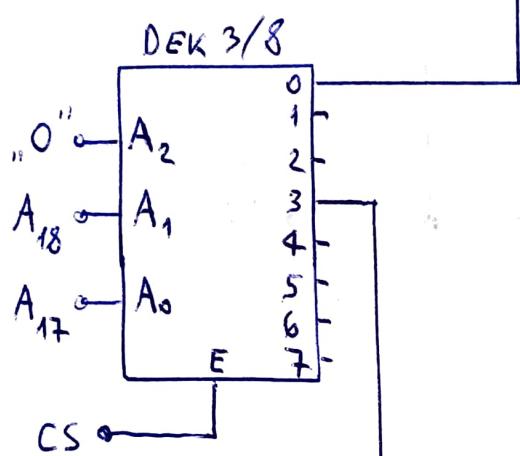
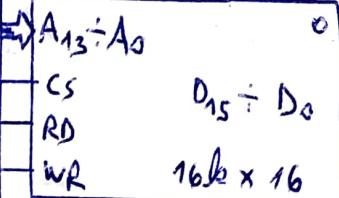
A₁₈ A₁₇ A₁₆ A₁₅ A₁₄ A₁₃ A₁₂ ... A₀
Шаблон шаблон 2 гүйін шаблон



$A_{13} \div A_0$

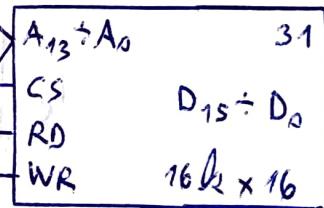
14

RAM



RD WR

RAM

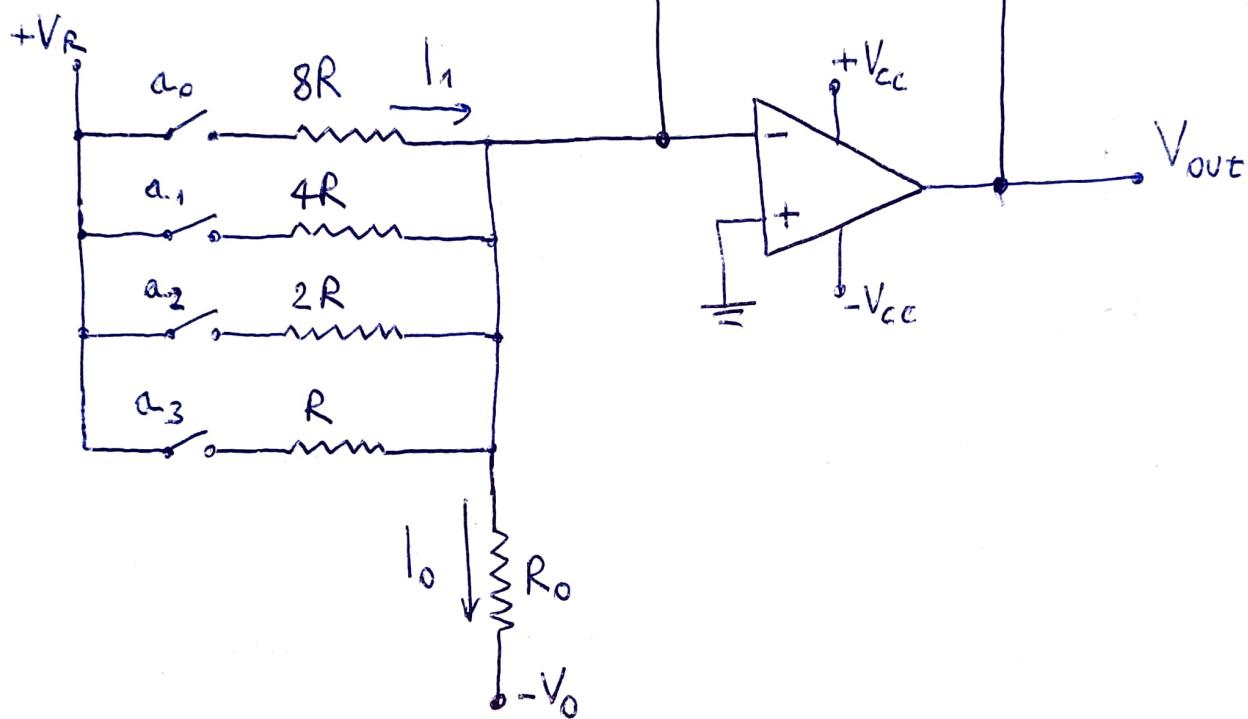


16
 $D_{15} \div D_0$

D/A КОНВЕРТОРЫ

(33) Проектирование интегральной схемы D/A конвертора с операционным усилителем на языке HDL за BCDXS3. Использование узлов для извлечения напряжения и определения напряжения изменения ΔV и напряжения тока I_o для вычисления V_{APS} .

Решение:



• За $a_0 = 1$, $a_1 = a_2 = a_3 = 0$, можно получить:

$$V_{out} = -(I_1 - I_o) R_F \quad \leftarrow$$

$$I_o = \frac{V_o}{R_o} ; \quad I_1 = a_0 \frac{V_R}{8R} \quad \rightarrow$$

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_o} V_o - a_0 \frac{V_R}{8R} R_F$$

- Из полученного уравнения можно выразить напряжение на выходе за V_{out} :

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

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - V_R \frac{R_F}{R} \left(\frac{\alpha_0}{8} + \frac{\alpha_1}{4} + \frac{\alpha_2}{2} + \frac{\alpha_3}{1} \right)$$

$$V_{out} = \frac{R_F}{R_0} V_0 - V_R \frac{R_F}{8R} \left(\alpha_0 + \alpha_1 \cdot 2 + \alpha_2 \cdot 4 + \alpha_3 \cdot 8 \right)$$

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

• $BCD \times S3$ kog unutar svitryg je 0011, tada:

$$\alpha_3 = \alpha_2 = 0, \quad \alpha_1 = \alpha_0 = 1$$

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

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

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

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

• Način računanja godajući za $\alpha_0 = 1, \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$:

$$\Delta V = V_R \frac{R_F}{4R}$$

• Način računanja godajući za $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1$

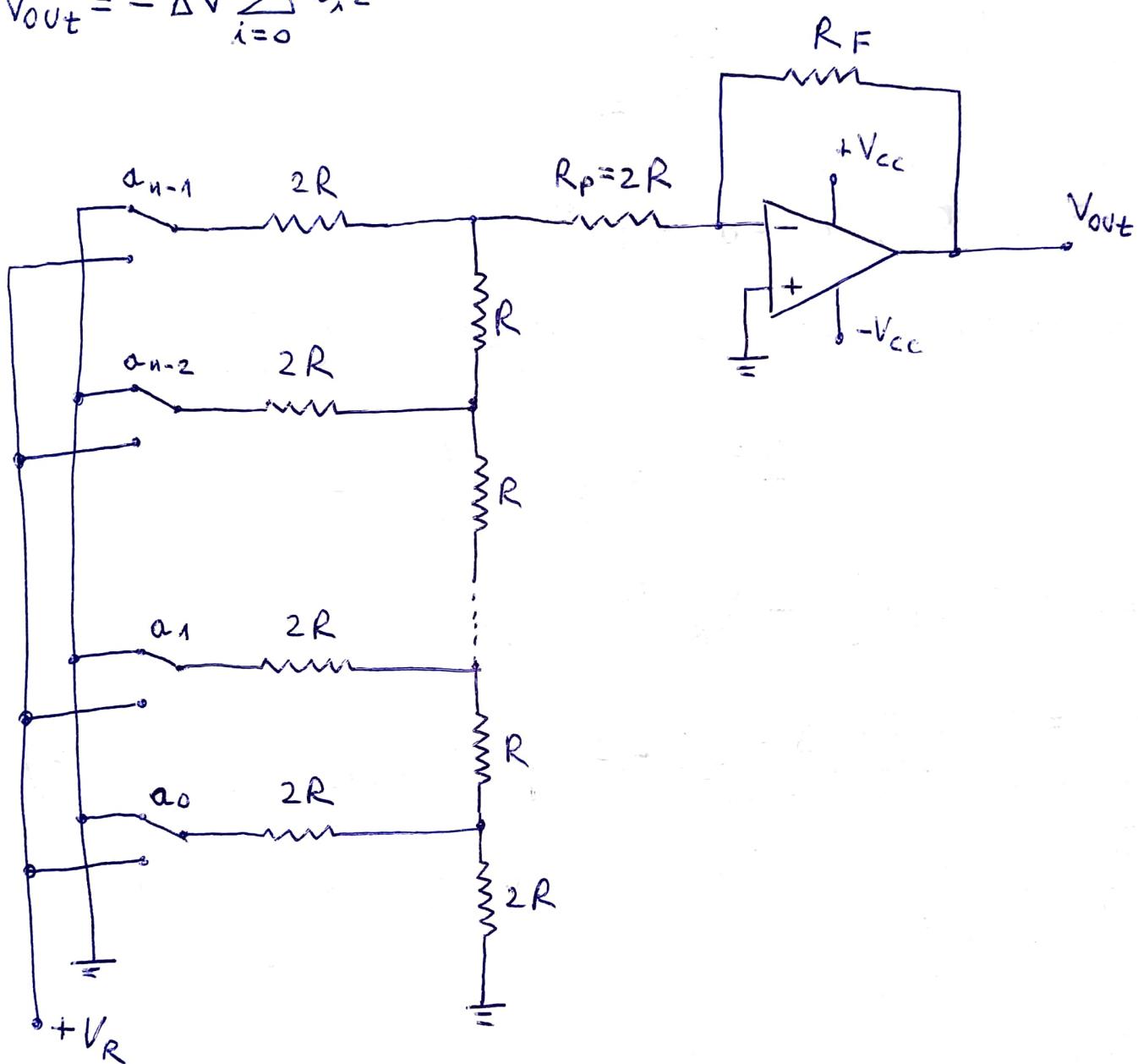
$$V_{out} = V_R \frac{R_F}{8R} (3 - 1 - 2 - 4 - 8)$$

$$\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1$$

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

34) Na слици je prikazana mreža D/A konverzijom sa
nečinjavacim mrezom. Iskoristiti izraz za niza-
vnu mrežu konverzije u obliku:

$$V_{out} = -\Delta V \sum_{i=0}^{n-1} a_i 2^i$$

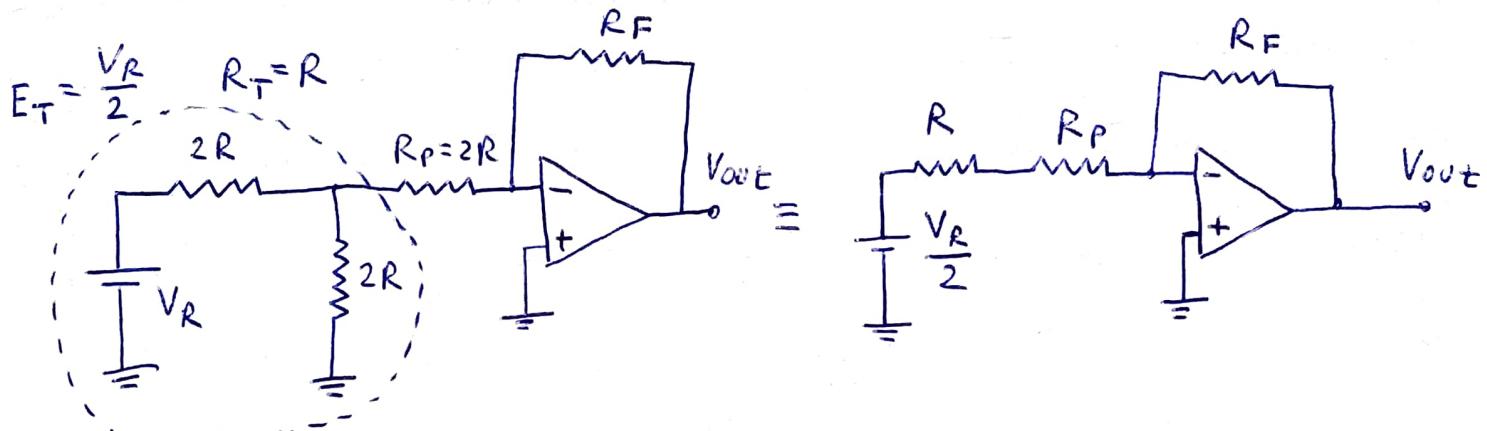


Dopunjiti izraz za koju je parova klasika:

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

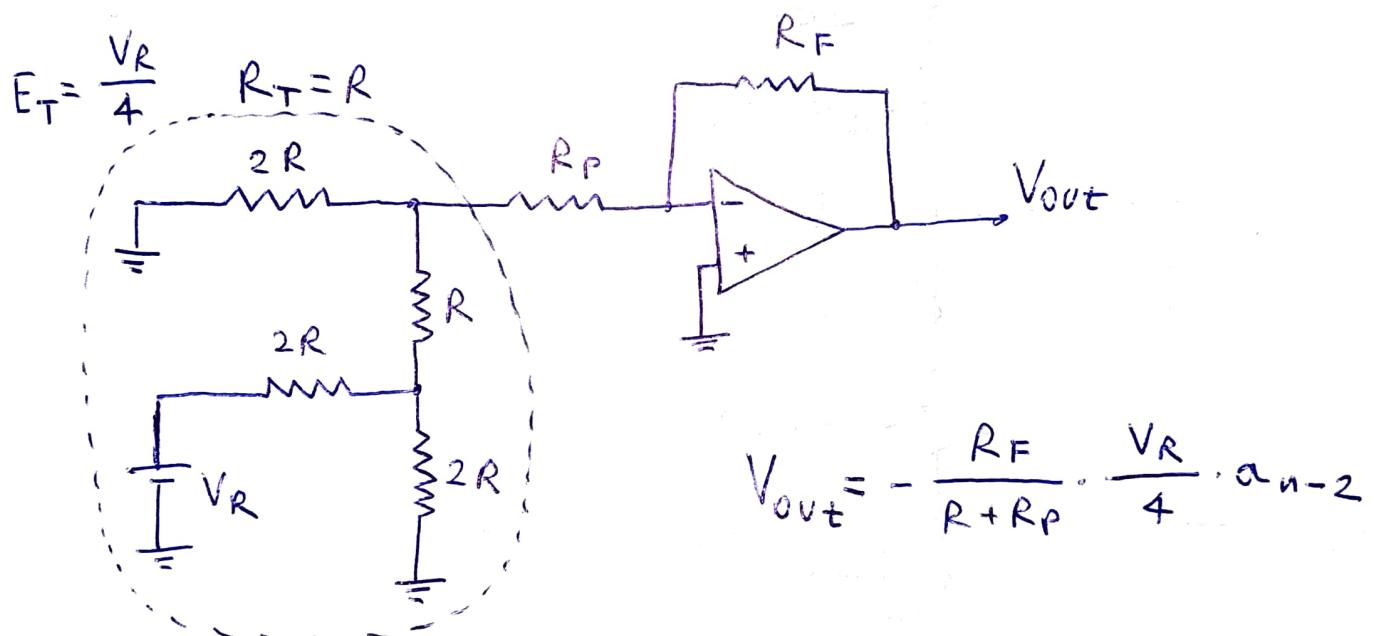
Pjevnički:

- Za $a_{n-1} = 1$, $a_{n-2} = \dots = a_1 = a_0 = 0$, dobijamo negativne nivo:



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

- Za $a_{n-2} = 1$, $a_{n-1} = a_{n-3} = \dots = a_1 = a_0 = 0$, dobijamo negativne nivo:



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

- Zaključujemo ga je slijedi nizas za nivo V_{out} :

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

- Uz učinkovitu zagonsku dobijamo:

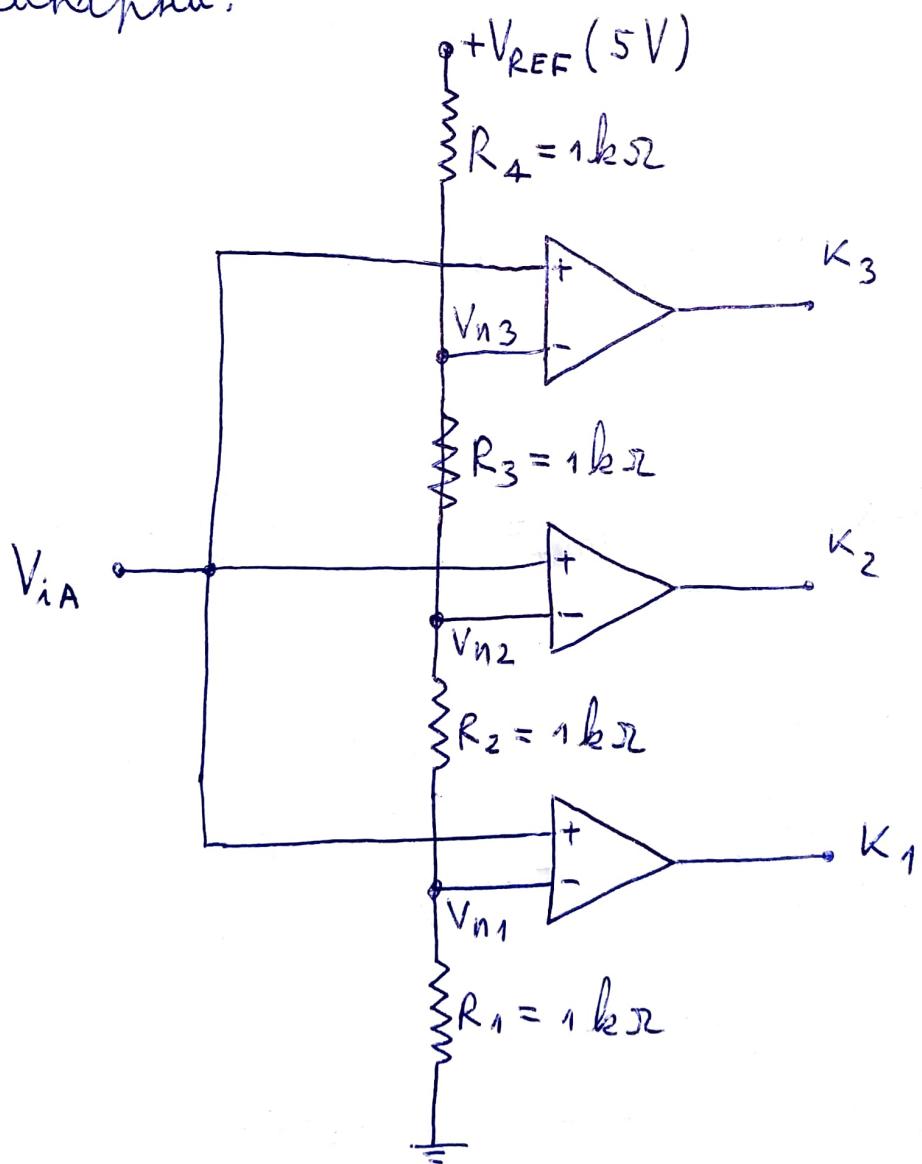
$$\frac{R_F}{R+R_P} \cdot \frac{V_R}{2^n} = \frac{V_R}{2^n} \Rightarrow \frac{R_F}{R+R_P} = 1 ; R_P = 2R$$

$$R_F = 3R$$

A/D конвертор

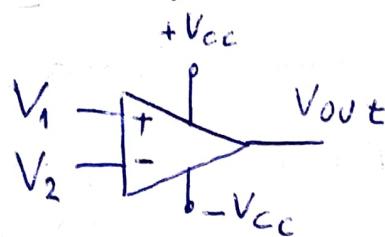
(35) За A/D конвертор са паралелним компараторима одредити кодне редоследе које се добијају на излазу при преносим узакој напону од 0 до V_{REF} . Карактеристични су обај конвертора?

Одредити напоне $V_n i$ при којима се мењаје излазна кодна редослед. Решавати методом која добијамо код на излазу конвертора превади у бинарни.



Pjemeške:

- Гэс илрэвийн сүйрэл, шинэчлэгжүүхийн тохиолдлын
саалбар түзүүлжүүгийн хамгаалалтад:



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

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

$$V_{iA} < V_{n_1} \Rightarrow K = K_3 K_2 K_1 = 000$$

$$V_{n_1} \leq V_{iA} < V_{n_2} \Rightarrow K = 001$$

$$V_{n_2} \leq V_{iA} < V_{n_3} \Rightarrow K = 011$$

$$V_{n_3} \leq V_{iA} < V_{\text{REF}} \Rightarrow K = 111$$

$$R_n = \sum_{j=1}^{m+1} R_j = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 4 \text{ k}\Omega ; \quad m - \text{төгийн хамгаалалтад}$$

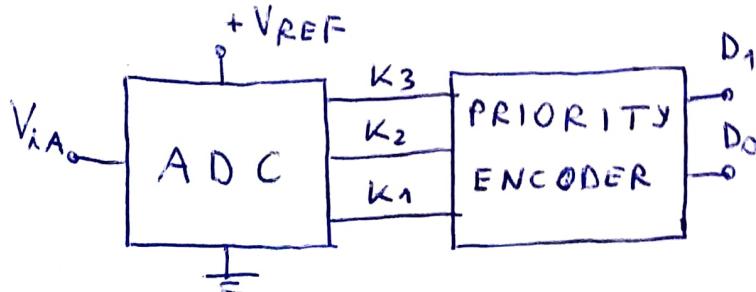
$$V_{ni} = \frac{\sum_{j=1}^i R_j}{R_n} V_{\text{REF}}$$

$$V_{n_1} = 0,25 \text{ V} \quad V_{\text{REF}} = \Delta V \quad (\text{найвн хувьтана})$$

$$V_{n_2} = 0,5 \text{ V}$$

$$V_{n_3} = 0,75 \text{ V}$$

$$V_{n_1} = 1,25 \text{ V} ; \quad V_{n_2} = 2,5 \text{ V} ; \quad V_{n_3} = 3,75 \text{ V}$$

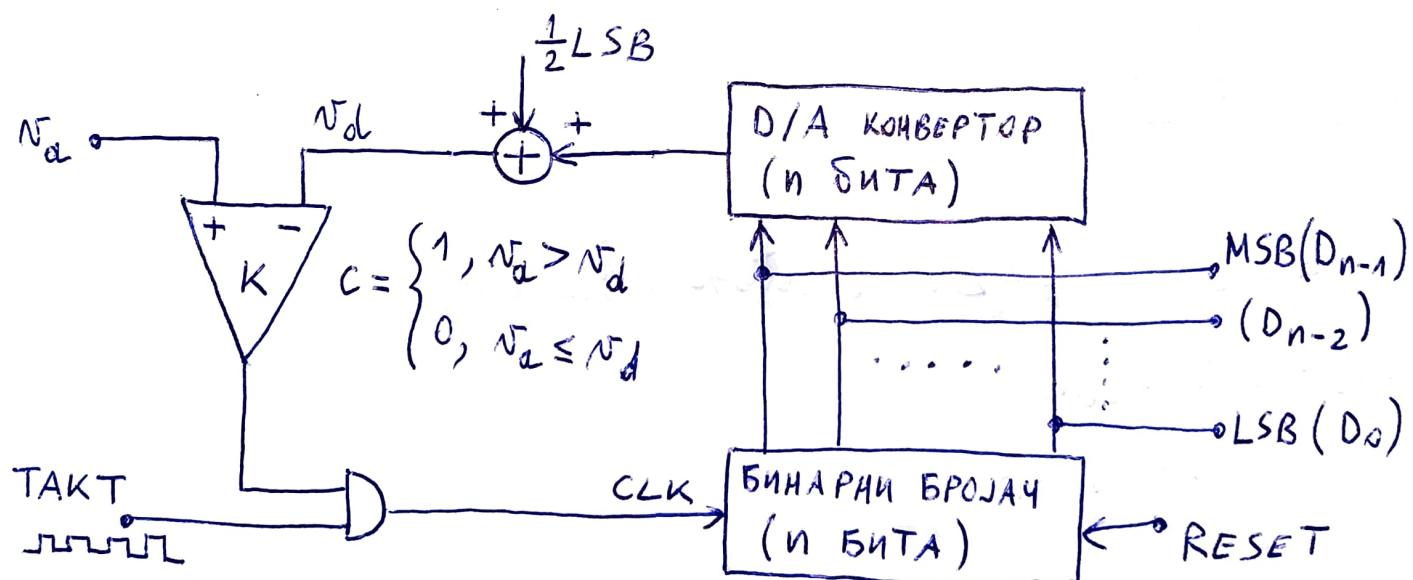


N	K ₃	K ₂	K ₁	D ₁	D ₀
0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1
2	0	1	1	1	0
3	1	1	1	1	1

$$m+1 = 4 = 2^2 \Rightarrow 2\text{-шинаа резонансуулж$$

36) Максимална честотност тактичког импулса који се узима приједољујући A/D конвертора са слике, одредена је са максималним временским Капијевим бројем t_{cnt} , максималним временским огњиштем D/A конвертора t_{R-DAC} и временским огњиштем компаратора t_{R-CMP} . Ако је код A/D конвертора са 12 битовим искоришћеним бројем са временским Капијевим $t_{cnt} = 200 \text{ ns}$, D/A конвертор са $t_{R-DAC} = 300 \text{ ns}$ и компаратор са $t_{R-CMP} = 50 \text{ ns}$, одредити:

- Максималну честотност тактичког импулса (f_{max}).
- Време које конвертор изводи максималну честоту напона (t_{max}).
- Брзину одијеравања у најгорем случају (f_s)



Pjevnički:

Upravljanje zaga A/D konverzatora: Pretpostavljeno je da je u zag A/D konverzatora došlo za vrijednost $V_a > \frac{1}{2} LSB$. Komparatori su tako u razini gaje "1" mimo ovisnosti o poziciji maksimuma i nulu i - koja je binarni broj (činjenice da je upravljanje binarno 00...0 upravlja brojčanom konverzijom). Činjenice da broj je preko D/A konverzatora prenosi u obliku binarnog broja koji je gotovo da je u zag konverzatora. Činjenice da broj uokolo ležećih pozicija mogu biti maksimuma, te kada godinama bude neke vrijednosti od V_a (nakon D/A konverzije), komparatori gaje "0" za tavan razlike, ovisnosti o kojem je poziciju maksimuma u prema broju. Toga je posljedica A/D konverzije zakrivljen u uzoru binarnog broja gajitve vrijednosti V_a u godinama odnosu. Uzorak sabiraju se u koju je gotovo $\frac{1}{2} LSB$ je ga se zadovoliti emisije na konverzatoru kada je $V_a = V_d$. Osim nego je ga te betove vrijednosti V_a u poziciju gajitve u prema konverzije.

a) Period makina mora da zagonosi u tok:

$$T \geq t_{\text{cnt}} + t_{R-\text{DAC}} + t_{R-\text{CMP}} = 550 \text{ ns}$$

Maksimalka frekvencija makina iznosi:

$$f_{\max} = \frac{1}{T} = 1,9 \text{ MHz}$$

b) Za konverziju maksimalne ulazne vrijednosti potrebno je $2^n - 1$ perioda makina, tje je n broj bitova brojara u D/A konverzijatoru. Ako se pretpostavlja da konverzijor radi sa maksimalnom frekvencijom makina, dobiva se:

$$t_{\max} = (2^{12} - 1) T = 2,252 \text{ ms}$$

b)

$$f_s = \frac{1}{t_{\max}} = 444 \text{ Hz}$$