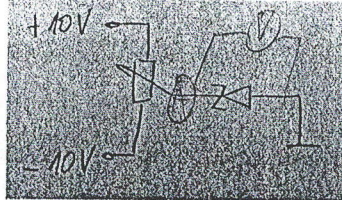


1. kolokvij Elektronike v fiziki (FMT)

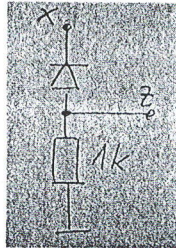
9. april 2019

1. Narisano vezje je namenjeno meritvi tokovno-napetostne karakteristike Zenerjeve diode. Narišite, kako bi v to vezje vezali idealni voltmeter in idealni ampermeter, da bi neposredno pomerili obe količini za diodo.

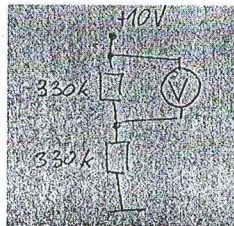


$I \approx 1/2$
 $V \approx 1/2$

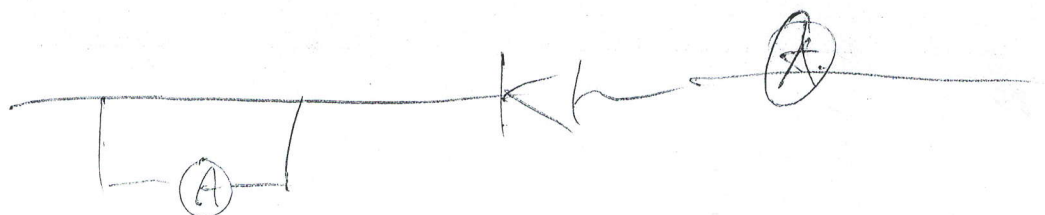
2. Narišite shemo vezja, v katerem svetlečo diodo krmilimo z izhodno nožico mikrokrmilnika, ki je lahko bodisi pri 0V (takrat naj LED sveti) ali pri 3,3V (LED ugasnjena). Na voljo sta tudi napajalna priključka, ki sta stalno pri 0V in pri 3,3V. Izračunajte primerne vrednosti za morebitne dodatne elemente. LED primerno sveti, ko skozi njo teče približno 10mA.
3. Narišite graf z odvisnostjo izhodne napetosti z od vhodne napetosti x , za vrednosti x med -5V in 5V. Sledi je pripadajoča shema vezja.



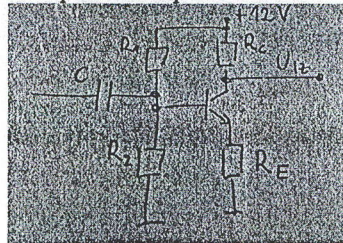
4. Za enako vezje kot v 4. nalogi narišite graf poteka vhodne napetosti $x(t)$, ki se kakorkoli po vaši izbiri zvezno spremeni od -5V do +5V in zopet nazaj na -5V. Dorišite še pripadajoči graf poteka izhodne napetosti $z(t)$.
5. Koliko pokaže v naslednji vezavi merilnik napetosti z notranjo upornostjo $1M\Omega$?



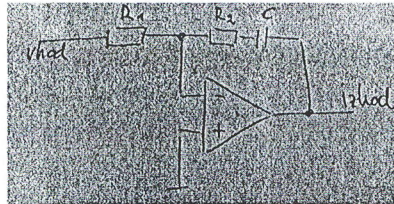
4,29 V



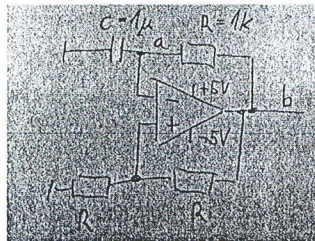
6. Za razliko od naloge 2 tokrat z enakim mikrokrmilnikom prižigamo in ugašamo žarnico na žarilno nitko, ki je narejena za napetost 10V in takrat prepusti 100mA toka. Tolikšnega toka izhod mikrokrmilnika ne prenese, zato skonstruirajte shemo s tranzistorskim stikalom. Seveda imate na voljo neodvisen napajalni vir pri +10V, tranzistorje in uporčke.
7. Izberite vrednosti upornikov tako, da bo velikost ojačenja 5 in delovna točka izhoda pri aritmetični sredini napajalnih napetosti. Upornik ob kolektorju naj ima 10kΩ.



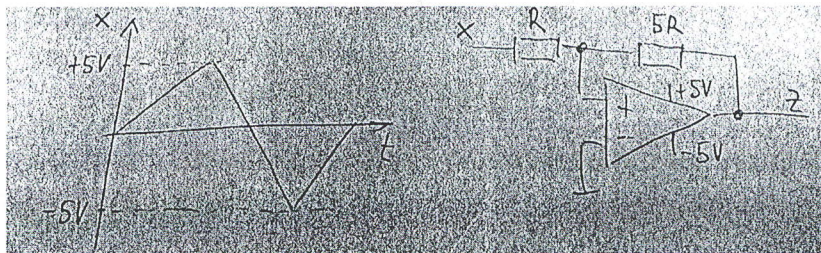
8. Kolikšno je ojačenje narisane ojačevalnika za harmonske signale s frekvencami, ki so mnogo višje od $1/R_2C$?



9. Narišite v isti graf potek signalov *a* in *b*. Izračunajte periodo oscilacij.



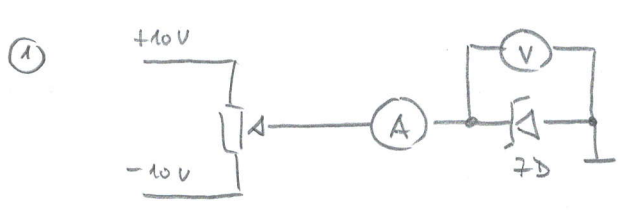
10. Narisani signal $x(t)$ vodimo v vhod vezja. Narišite potek izhodne napetosti $z(t)$.



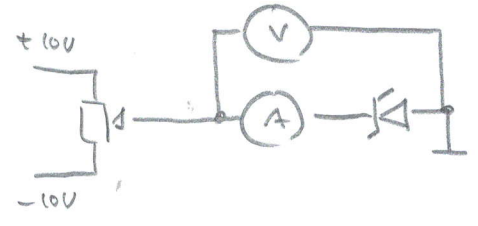
Pri vseh nalogah predpostavite, da je operacijski ojačevalnik idealni in da gre njegova izhodna napetost do navedenih napajalnih napetosti.

Časa za reševanje je 75 minut, zapiskov ne uporabljamo. Srečno! M.V.

1. kolobvij 9.4.2019



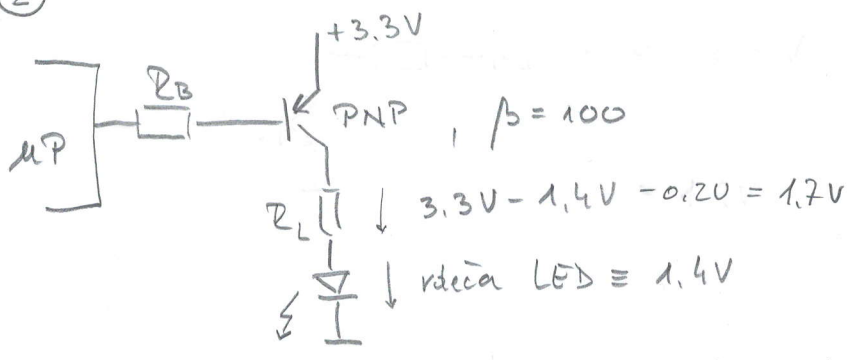
ali



$$\begin{aligned}
 I_A &= I_{ZD} + I_V \\
 &= I_{ZD} + \frac{U_{ZD}}{R_V} \\
 &= I_{ZD} + \frac{U_{ZD}}{10M\Omega} \quad \text{↑ tipično} \\
 U_V &= U_{ZD}
 \end{aligned}$$

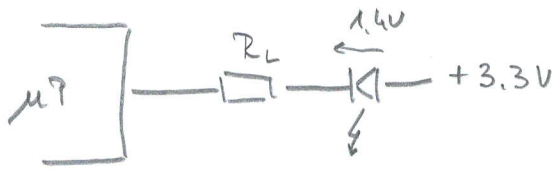
$$\begin{aligned}
 I_A &= I_{ZD} \\
 U_V &= U_{ZD} + I_{ZD} \cdot R_A \\
 &= U_{ZD} + I_{ZD} \cdot 10\Omega \quad \text{↑ tipično za mala območja merjenja toka}
 \end{aligned}$$

2)



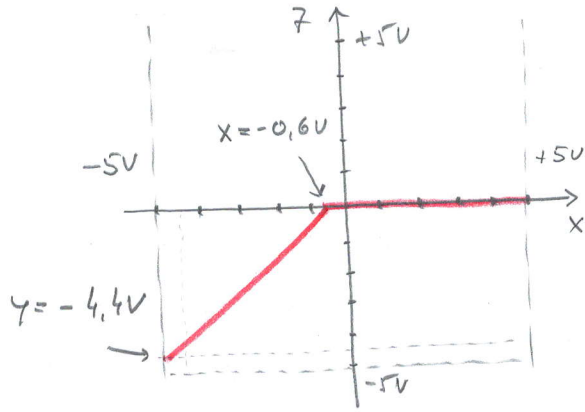
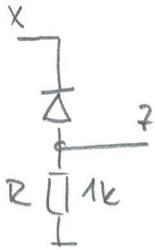
- ustavimo rdečo LED; pedec napetosti na njej znaša 1.4V (ko LED svetli)
- LED pogonjemo skozi tranzistor; ko ta polno prevaja, je med kolektorjem in emitorjem 0.2V, za pedec napetosti na R_L torej ostane $3.3V - 1.4V - 0.2V = 1.7V$
- upornost R_L torej znaša $1.7V / 0.01A = 170\Omega$
- iz laste tranzistorja teče tok, ki znaša $0.01A / \beta = 100\mu A$
- na R_B namerim padec napetosti $3.3V - U_{BE} = 3.3V - 0.6V = 2.7V$
- največja dopustna upornost R_B zato znaša $R_B = \frac{2.7V}{100\mu A} = 27k\Omega$

če mikroprocesor lahko golta 10mA pre hudi: enostavnost je:



$$R_L = \frac{3.3V - 1.4V}{0.01A} = 190\Omega$$

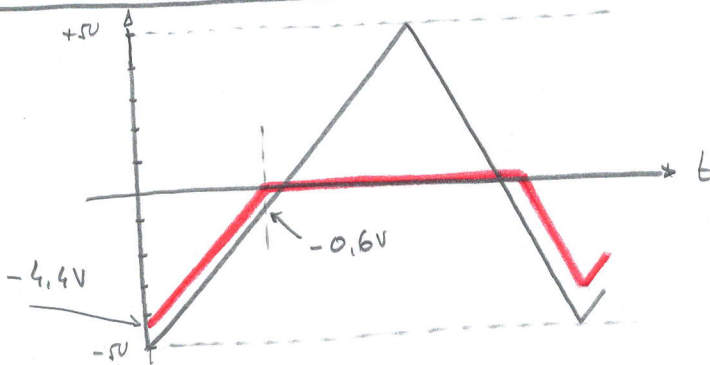
3



a) dioda prevaja, ko je napetost med x in z vsaj -0,6V

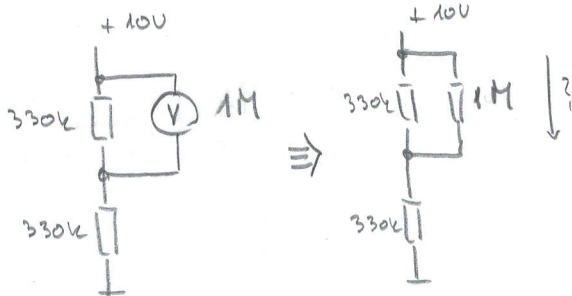
b) dioda ne prevaja, ko je napetost med x in z večja od -0,6V

4



svinčnik = x
rdeče = z

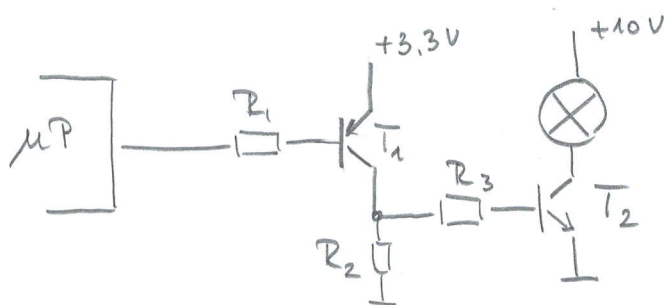
5



$$330k \parallel 1M = \frac{330 \cdot 1000k}{330 + 1000} = 248,12k$$

$$? = \frac{248,12}{330 + 248,12} \cdot 10V = \underline{\underline{4,292V}}$$

⑥



T_1 : PNP
 T_2 : NPN

- a) začnemo pri T_2 : vzemimo, da znaša $\beta_2 = 100$, potem mora v bazo tega T_2 teči tok vsaj 1mA za tok 100mA skozi kolektor istega tranzistorja; tok teče v bazo T_2 skozi upornik R_3 in tranzistor T_1 (kadar ta prevaja), iz tega določimo R_3

$$R_3 \leq \frac{3,3\text{V} - 0,6\text{V} - 0,2\text{V}}{0,001\text{A}} = 2,5\text{k}\Omega$$

ker je temica ob delu hladna kar nekaj časa, izberimo torej $R_3 = 1\text{k}\Omega$, to da $I_{B2} = 2\text{mA}$ v zgornji formuli: $0,6\text{V} \equiv$ padec napetosti U_{BE} za T_2
 $0,2\text{V} \equiv$ napetost nasičenja za T_1

- b) nadaljujemo pri T_1 : vzemimo, da znaša $\beta_1 = 100$, potem mora v bazo tega T_1 teči tok vsaj $0,02\text{mA}$ za tok 2mA skozi kolektor; tok teče v bazo tega T_1 skozi upornik R_1 , zato določimo R_1 .

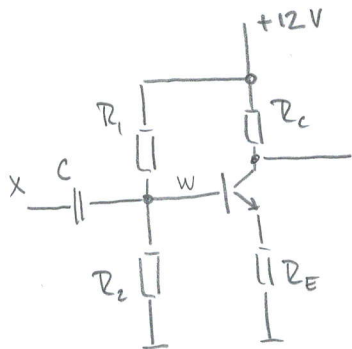
$$R_1 \leq \frac{3,3\text{V} - 0,6\text{V}}{0,02\text{mA}} = 135\text{k}\Omega$$

za dobro mesto toka v bazo T_1 izberemo $R_1 = 100\text{k}\Omega$

- c) upornik R_2 postavlja za to, da T_2 ne prevaja kadar ni toka skozi T_1 ; bazna napetost T_2 mora biti definirana tudi takrat. Upornost T_2 je lahko velika ($10 \times$ ali celo $100 \times R_3$). Izberimo

$$R_2 = 100\text{k}\Omega$$

⑦



$$R_c = 10k$$

$$G = 5 \Rightarrow G = \frac{R_c}{R_E} \Rightarrow \underline{\underline{R_E = 2k\Omega}}$$

delovna točka $\approx 6V \Rightarrow$ izračunaj I_c

$$I_c = \frac{U_{RC}}{R_c} = \frac{6V}{10k} = \underline{\underline{0,6mA}}$$

- napetost na R_E : to se slozi emitor je priblizno enaka tuki slozi kolektor, zato izracunam napetost na R_E

$$\underline{\underline{U_{RE} = I_c \cdot R_E = 1,2V}}$$

- ker tranzistor prevaja, je med njegovo bazo in emitorjem napetost priblizno $0,6V$; napetost w je torej

$$w = 0,6 + U_{RE} = \underline{\underline{1,8V}}$$

- tako napetost mora generirati delilnic napetosti R_1, R_2 , zato zapiseem:

$$12 \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 1,8$$

in izracunom razmerje uporabim:

$$12R_2 - 1,8R_2 = 1,8R_1 = 10,2R_2$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{10,2}{1,8} = \underline{\underline{5,67}}$$

- ce predpostavim, da je $\beta = 100$, teie v bazo tranzistorja

$$\text{torej } I_B = \frac{I_c}{\beta} = 6\mu A$$

- slozi delilnic naj teie tuki, ki je vsaj $10x$ vecji, torej $60\mu A$. zato zapiseem:

$$60\mu A = \frac{12}{R_1 + R_2}$$

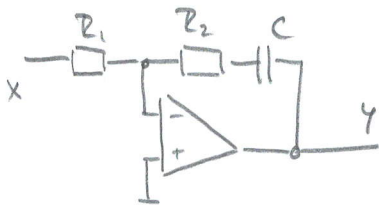
in po premetovanju dobim:

$$60 \cdot 10^{-6} \cdot (5,67R_2 + R_2) = 12 \Rightarrow R_2 = \frac{12}{60 \cdot 10^{-6} \cdot 6,67}$$

$$\underline{\underline{R_2 = 30k\Omega}}$$

$$\underline{\underline{R_1 = 170k\Omega}}$$

8



$$\frac{x}{R_1} + \frac{y}{R_2 + \frac{1}{sC}} = 0 \Rightarrow \frac{y}{x} = - \frac{R_2 + \frac{1}{sC}}{R_1}$$

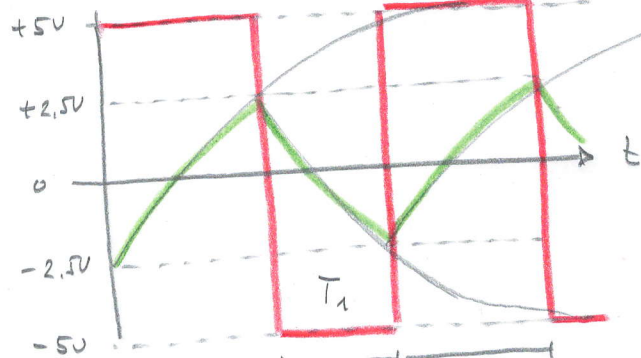
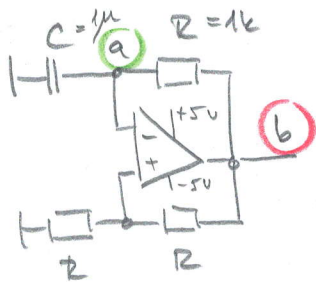
$$T(p) = \frac{y}{x} = - \frac{1 + R_2 C p}{R_1 C p} \Rightarrow T(i\omega) = - \frac{1 + i\omega R_2 C}{i\omega R_1 C}$$

za $\omega \gg 1/R_2 C$ ima drugi član u števcu mnogo večjo vrednost od 1, zato pišemo

$$T(i\omega) = - \frac{i\omega R_2 C}{i\omega R_1 C} = - \frac{R_2}{R_1}$$

Ojačanje je kraj: $G = |T(i\omega)| = R_2/R_1$

9



moralo bi biti simetrično!

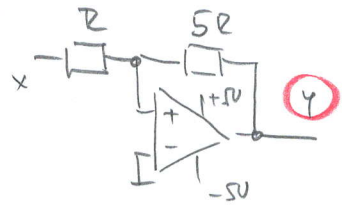
$$\rightarrow 2.5 = 7.5 \cdot e^{-T_1/RC} \Rightarrow \ln 3 = T_1/RC \Rightarrow T_1 = R \cdot C \cdot \ln 3$$

$$\rightarrow \text{perioda} = 2 \cdot T_1 \Rightarrow$$

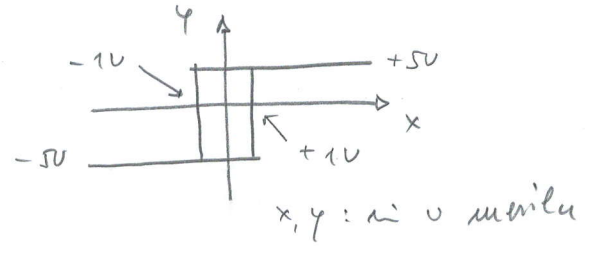
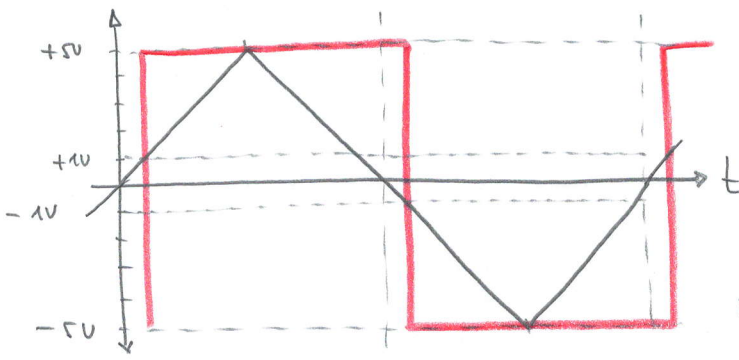
$$\text{perioda} = 2 \cdot 10^3 \cdot 10^{-6} \cdot \ln 3$$

$$= 2 \cdot 10^{-3} \cdot \ln 3 \sim 2 \text{ms}$$

10



uporabitev: vezje je komparator s histerezo
 (pozitivna povratna vezava)
 histerezna razlika je simetna
 $\pm 1V$

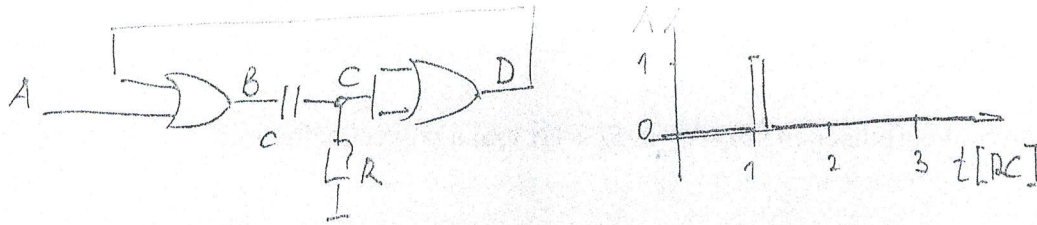


← svinčnik : x
 rdeče : y

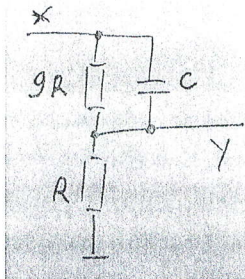
2. kolokvij iz Elektronike v fiziki

4. junij 2019

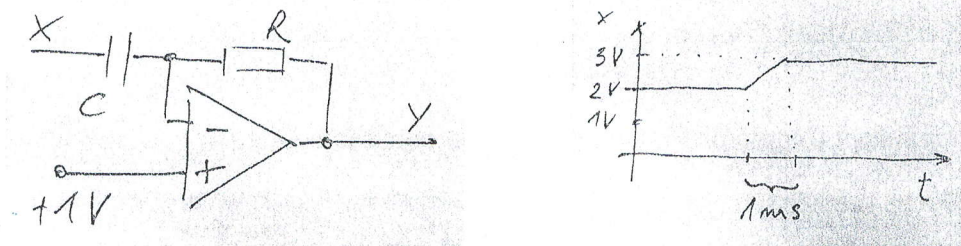
1. K naslednjemu vezju je podan potek signala A . Narišite še grafe za potek B , C in D .



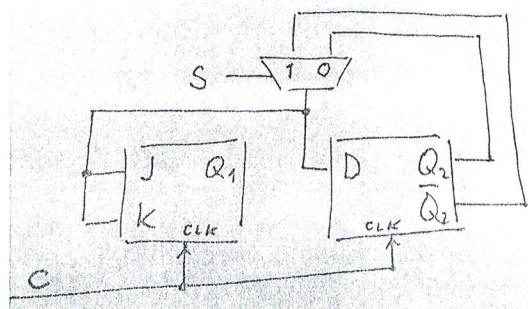
2. Za narisano vezje velja $R=1k\Omega$, $C=100nF$. Narišite Bodejev diagram za ojačenje v točki y v odvisnosti od frekvence vhodnega harmoničnega signala x .



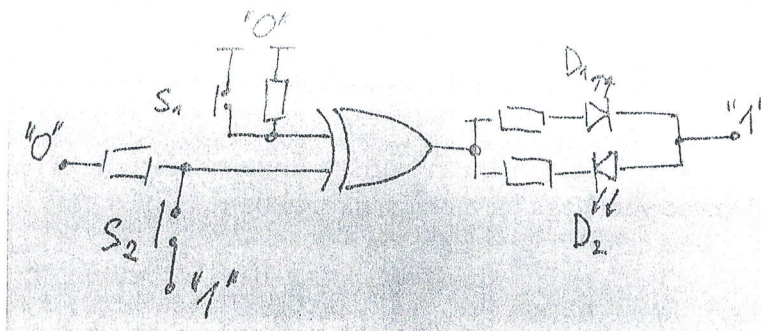
3. Uporabimo enako vezje kot v nalogi 2, a tokrat vhodni signal pripeljemo v vozlišče y , odziv pa merimo v vozlišču x . Z besedami utemeljite, kakšno je sedaj ojačenje sistema in kako je odvisno od frekvence vhodnega signala.
4. Narišite potek $y(t)$ pri pogojih, kot jih ilustrira podani graf $x(t)$. $R=1k\Omega$, $C=1000nF$. Privzemite, da je bil signal x prej že dolgo pri napetosti 2V.



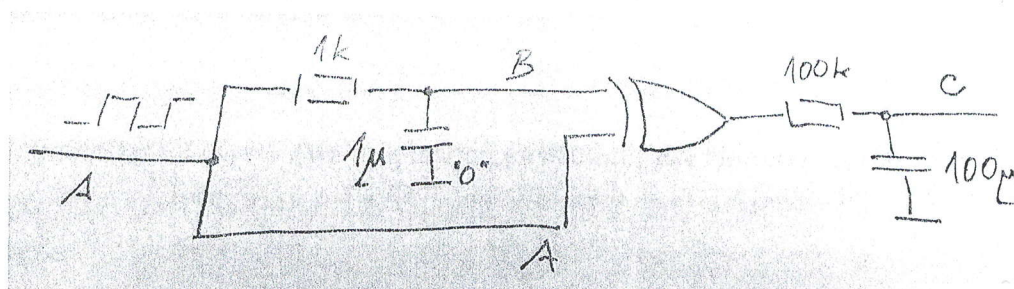
5. Narišite diagram stanj (Q_1, Q_2) za naslednji avtomat. Ne pozabite na odvisnost od S . Kdaj (časovno) se prožijo prehodi?



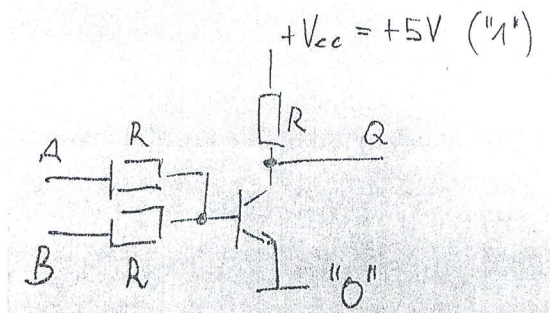
- Z najmanjšim možnim multiplekserjem in največ enimi negacijskimi vrati realizirajte vezje, ki med števili od $000_{(2)}$ do $111_{(2)}$ (torej od nič do sedem) z logično »0« označi natanko tista, ki po deljenju s tri dajo ostanek ena.
- Funkcija $Q(A,B,C,D)$, ima vrednost 1 v primerih, ko so (A,B,C,D) : $(0,0,0,0)$, $(1,0,0,0)$, oziroma $(1,0,1,0)$, v primerih $\overline{AC}=1$ in v primerih $B=1$ nam je vseeno za rezultat, v preostalih primerih pa je enaka 0. Za Q konstruirajte Karnaughov diagram, nato izpišite optimiziran Boolov izraz za $Q(A,B,C,D)$.
- Pri katerih kombinacijah stikal S_1 in S_2 sveti vsaka od svetlečih diod?



- Signal A s periodo 2ms v veji B fazno premaknemo. Uporabljena logična vrata tako delujejo kot fazni demodulator. Na kakšno napetost se ustali vozlišče C , če logična vrata napajamo z 0V in 3,3V.

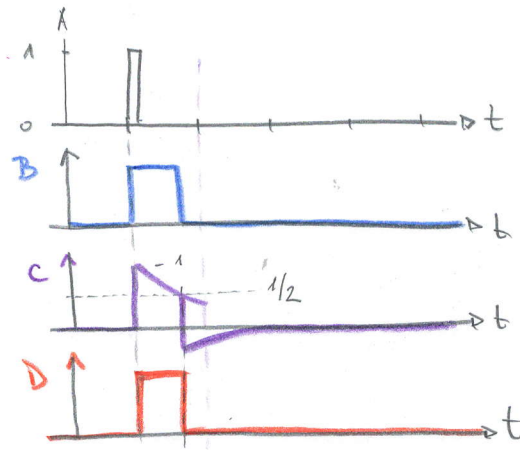
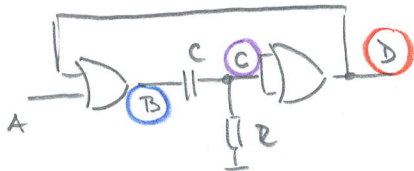


- Za naslednjo realizacijo logičnih vrat zapišite tabelo obnašanja $Q(A,B)$.

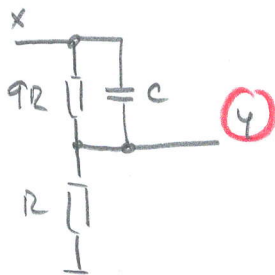


Časa za reševanje je 75 minut, zapiskov ne uporabljamo. Srečno! M.V.

①



②



$$\frac{Y}{R} + \frac{Y-X}{9R} + \frac{Y-X}{\frac{1}{Cp}} = 0$$

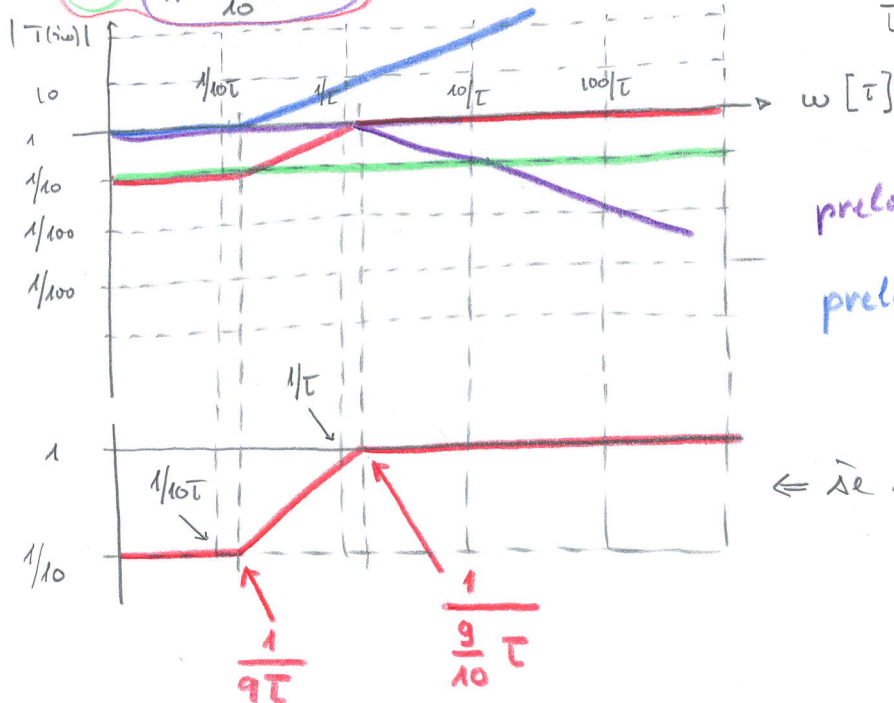
$$9Y + Y - X + 9RCpY - 9RCpX = 0$$

$$Y(10 + 9\tau p) = -X(1 + 9\tau p)$$

$$T(p) = \frac{Y}{X} = - \frac{1 + 9\tau p}{10 + 9\tau p} = - \frac{1 + 9\tau p}{1 + \frac{9}{10}\tau p} \cdot \frac{1}{10}$$

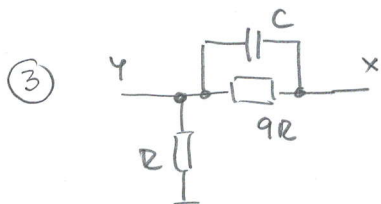
$$T(i\omega) = - \frac{\frac{1}{10} \cdot \frac{1 + 9i\omega\tau}{1 + \frac{9}{10}i\omega\tau}}$$

$$\tau = 10^3 \cdot 10^{-7} = 10^{-4} \text{ s}$$



prelom pri $\omega = \frac{1}{\frac{9}{10}\tau}$
prelom pri $\omega = \frac{1}{9\tau}$

← se ulazit, prećamo

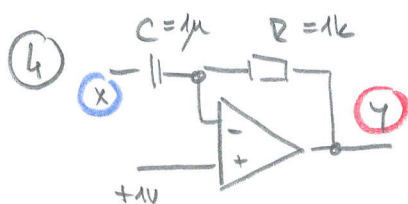


skorji elementa $9R$ in C ni toliko prohi x , zato na teh dveh elementih ni padca napetosti

↓

$X = Y$

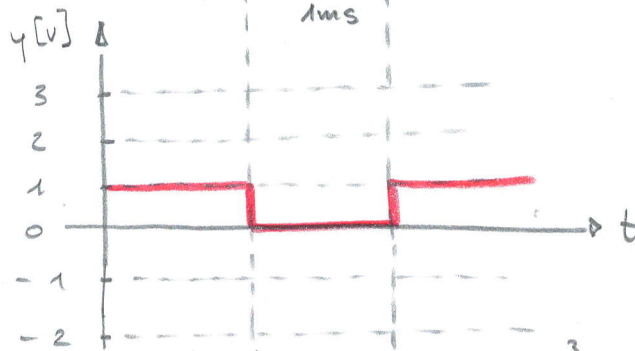
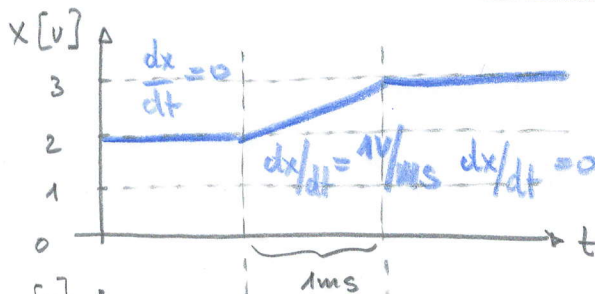
neodvisno od frekvence!



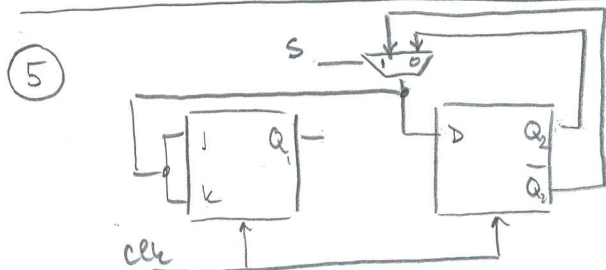
vezje je diferencialor:

$$y = 1V - \tau \frac{dx}{dt}$$

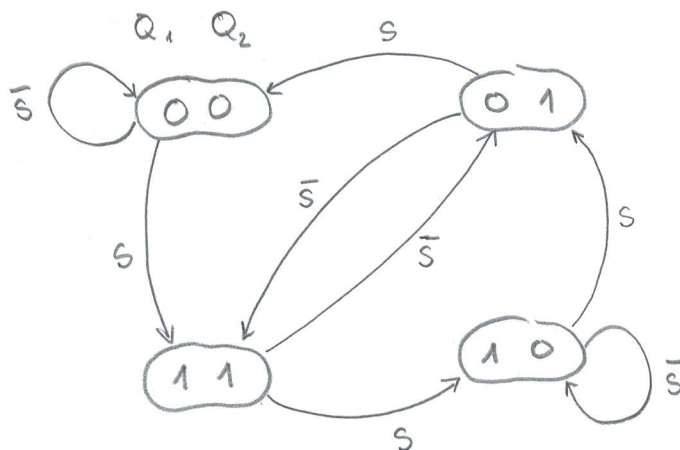
↑
 $10^{-6} \cdot 10^3 = 10^{-3}$



$$y = +1V - 10^{-3} \cdot \frac{10^3 V}{1s} = 0V$$

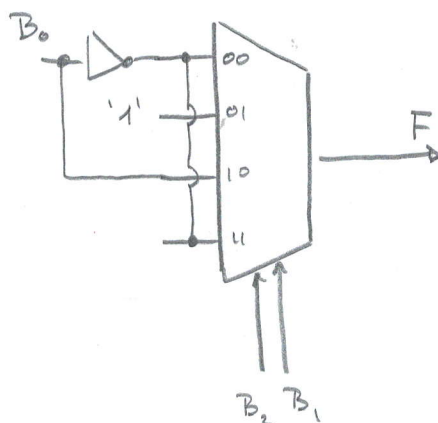


J	K	Q ⁺
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1



6

$B_2 B_1 B_0$	ostaneš	F
0 0 0	0	1
0 0 1	1	0
0 1 0	2	1
0 1 1	0	1
1 0 0	1	0
1 0 1	2	1
1 1 0	0	1
1 1 1	1	0



7

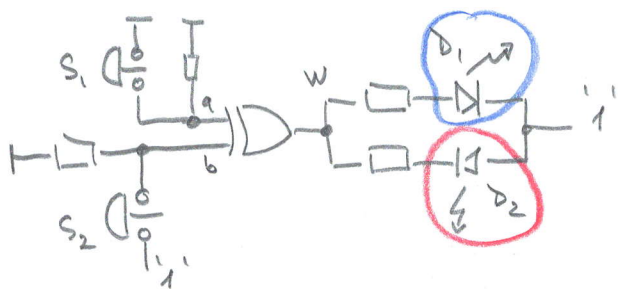
CD	AB			
	00	01	11	10
00	1	x	x	1
01	0	x	x	0
11	x	x	x	0
10	x	x	x	1

rešica: izbrame vrednosti

potem izpišemo:

$$Q(A, B, C, D) = \overline{B}$$

8



D_1 : aploh ne svetli!

D_2 : svetli za $w = 0$

↓

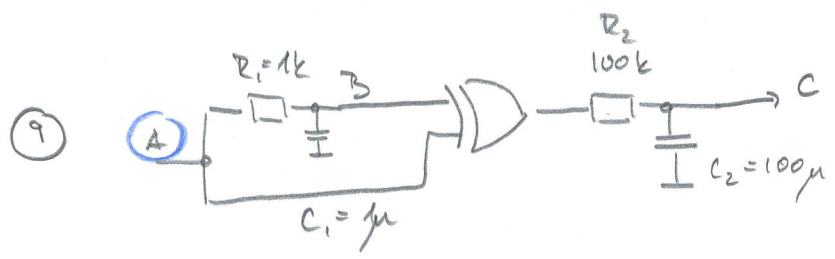
$w = 0$ za $a = b$; $a = '0'$ ne gleda na S_1

↓

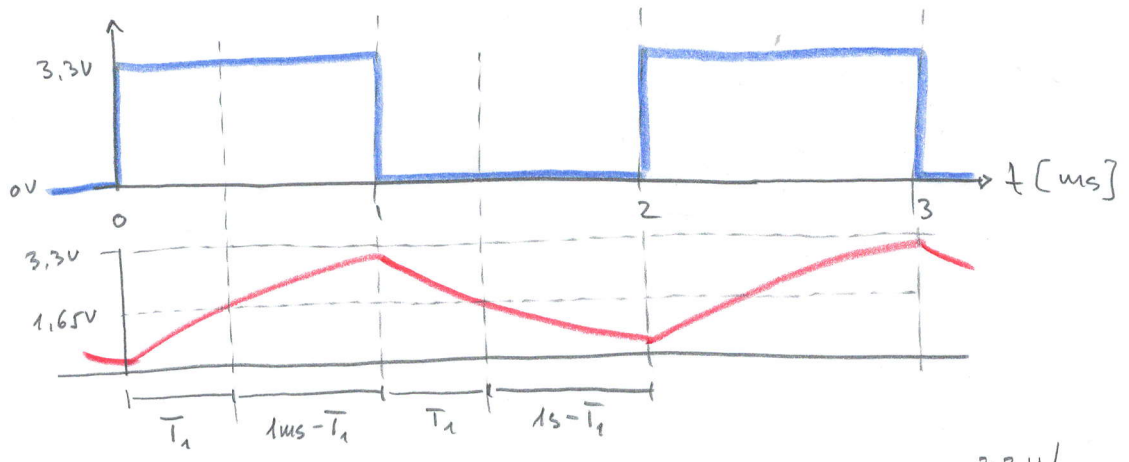
b mora biti 0

↓

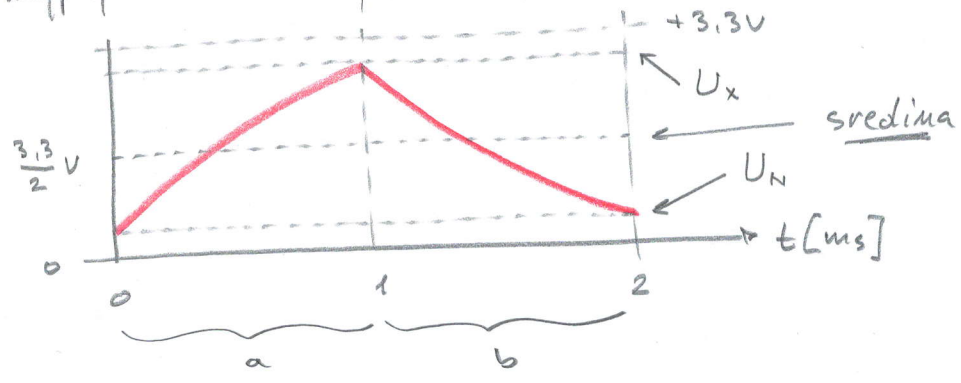
S_2 mi shisnjen!



$$\tau_1 = 10^3 \cdot 10^{-6} = 10^{-3} \text{ s}$$



najprej iščemo T_1 ; v T_1 pade signal B na $3.3V/2$



→ signal v času (a) naraste enak, kot kasneje v času (b) pade

↓
 → določimo najprej U_N in U_x ; pripadajoči enačbi za polnenje in praznjenje kondenzatorja sta:

a) $U_x = (3.3V - U_N)(1 - e^{-1}) + U_N$ in

b) $U_N = U_x e^{-1}$; $e^{-t/\tau} = e^{-1}$; $t = 1ms$; $\tau = 1ms$

$$\begin{aligned} U_x &= (3.3V - U_x e^{-1})(1 - e^{-1}) + U_x e^{-1} \\ &= 3.3V - 3.3V \cdot e^{-1} - U_x e^{-1} + U_x e^{-2} + U_x e^{-1} \end{aligned}$$

$$U_x(1 - e^{-2}) = 3.3V(1 - e^{-1}) \Rightarrow U_x = 3.3V \frac{1 - e^{-1}}{1 - e^{-2}} = \boxed{2.412V}$$

$$U_N = U_x e^{-1} = \boxed{0.888V}$$

→ dobavimo T_1 , čas, v katerem exp. naraščajoča napetost B pride na $1/2$ napajalne napetosti (3.3V):

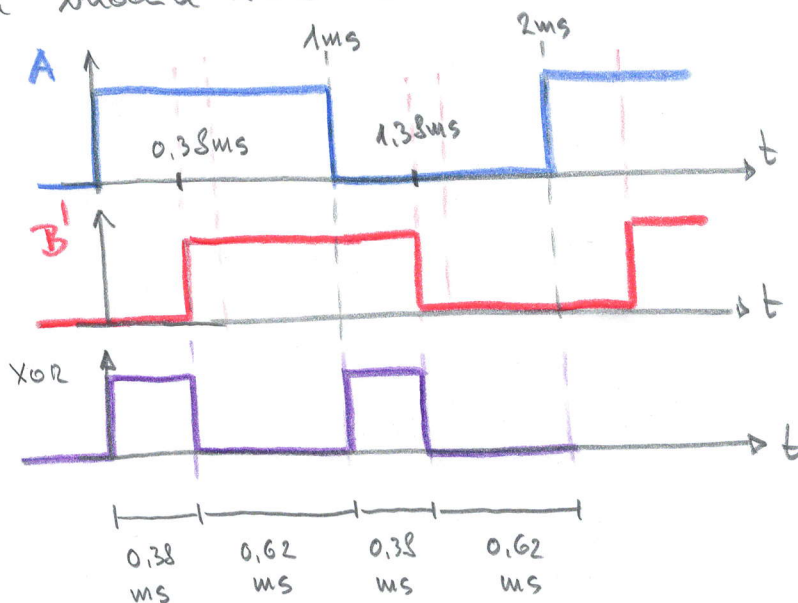
$$\frac{3.3V}{2} = (3.3V - U_H)(1 - e^{-T_1/\tau}) + U_H$$

enako lahko dobimo tudi iz druge formule (padajoče napetosti)

$$\frac{3.3V}{2} = U_x \cdot e^{-T_1/\tau} \Rightarrow T_1 = \tau \ln \frac{1.65}{2.412} = 0.38\tau$$

$$T_1 = 0.38ms$$

→ na vhodih XOR vrat tako dobimo signala



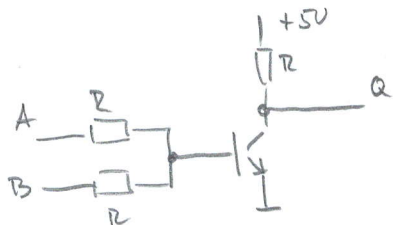
B' = digitalizirana verzija B

povprečna vrednost tega XOR signala je

$$\langle XOR \rangle = 3.3V \cdot \frac{0.38ms}{1ms} = \underline{\underline{1.25V}}$$

2019/12

(10)

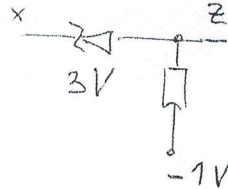


A	B	Q
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

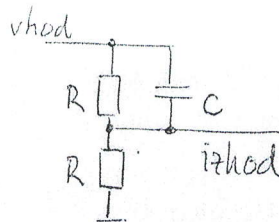
1. pismeni izpit iz Elektronike v fiziki (FMT)
14. junij 2019

V vseh nalogah sta napajalni liniji pri +5V in -5V.

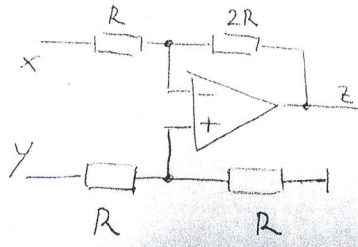
- Narišite graf odvisnosti potenciala z od potenciala x , ko se x naraščajoče in padajoče spreminja med -5V in +5V.



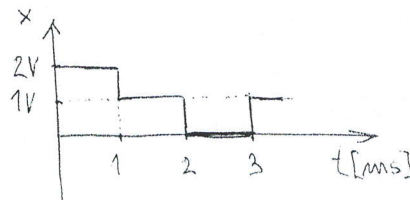
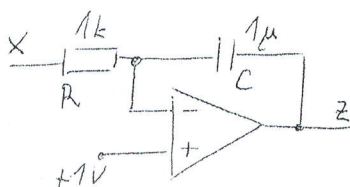
- Narišite Bodejev diagram za ojačenje spodnjega frekvenčnega filtra; $RC = 1\text{ms}$.



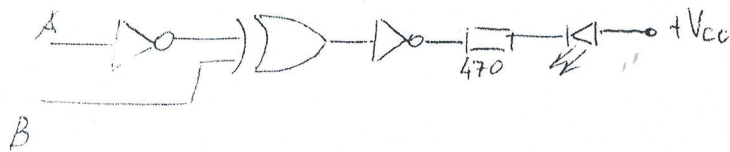
- Narišite shemo za tranzistorski ojačevalnik z velikostjo ojačenja 6dB. Izhodna impedanca naj bo $2\text{k}\Omega$, delovno točko izhoda nastavite na sredino napajalnega intervala. Vhod naj bo kapacitivno sklopljen tako, da bo ojačenje konstantno od $\nu = 100\text{Hz}$ dalje. Manjša od obeh upornosti v vhodnem delilniku napetosti naj bo $10\text{k}\Omega$.
- Zapišite funkcijsko odvisnost signala z od vhodnih x in y .



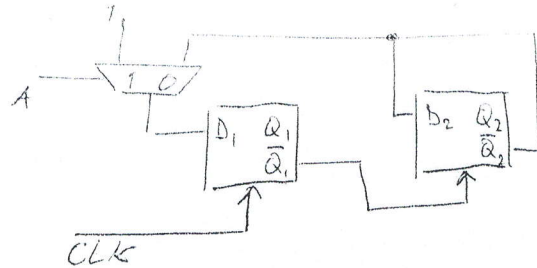
- Narišite shemo za komparator s histereznima mejama pri 0V in 2V. Histerezno asimetrijo dosežite z uporabo diode.
- Narišite potek izhodnega signala z . Kondenzator je ob času $t = 0$ prazen.



7. Pri katerih kombinacijah A in B je svetleča dioda ugasnjena?



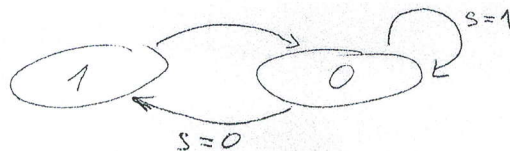
8. Narišite diagram stanj Q_1, Q_2 za tale avtomat. Bodite pozorni na vhodni parameter A . Na spodnji stranici vsakega od flip-flopov je vhod za urni signal.



9. Zapišite najenostavnejšo funkcijo vhodnih štirih parametrov, ki sledi iz narisane Karnaughovega diagrama. (Le rešitev z najmanjšim možnim številom logičnih operacij prinese celo točko.)

AB \ CD	00	01	11	10
00	0	x	x	0
01	x	1	x	x
11	x	x	x	x
10	x	1	1	0

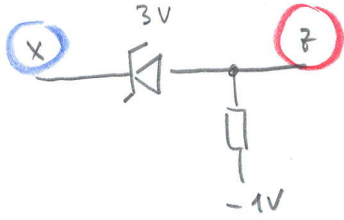
10. Narišite shemo za sinhroni avtomat, ki deluje na narisani način.



Časa za reševanje je 60 minut, zapiskov ne uporabljamo. Srečno! M.V.

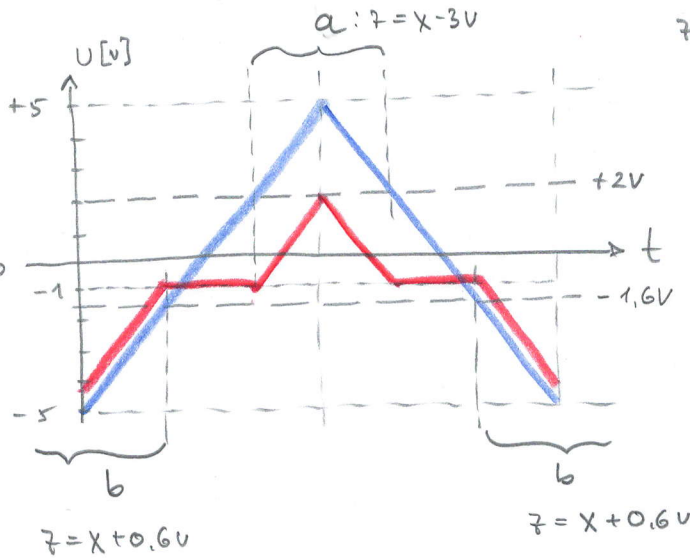
1. izpitni molz, 14.6.2019

1

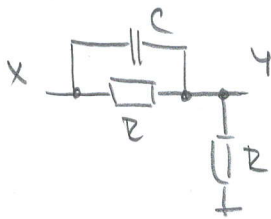


zb prevaja za: a) $x \geq z + 3V; z = -1V$
 b) $x \leq z - 0.6V; z = -1V$

tozij: a) $z = x - 3V$ za a) primer
 $z = x + 0.6V$ za b) primer



2

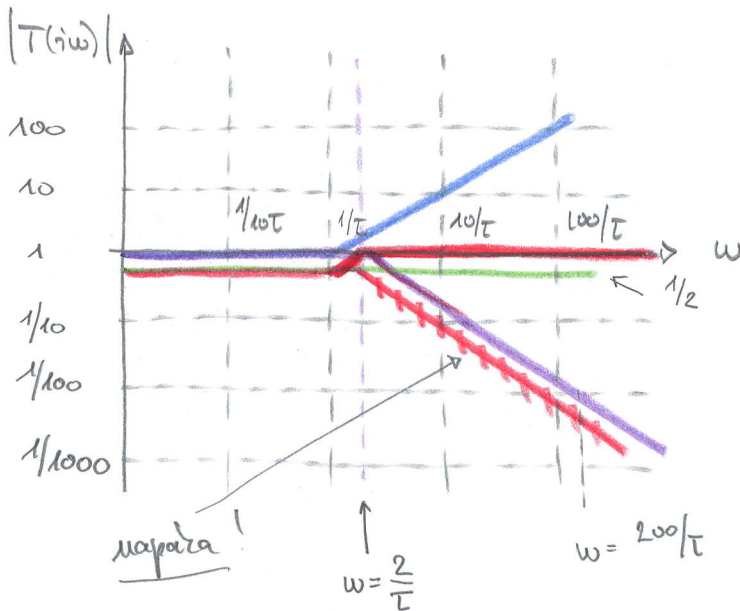


$$\frac{y}{R} + \frac{y-x}{R} + \frac{y-x}{\frac{1}{Cp}} = 0$$

$$y + y - x + yTp - xTp = 0$$

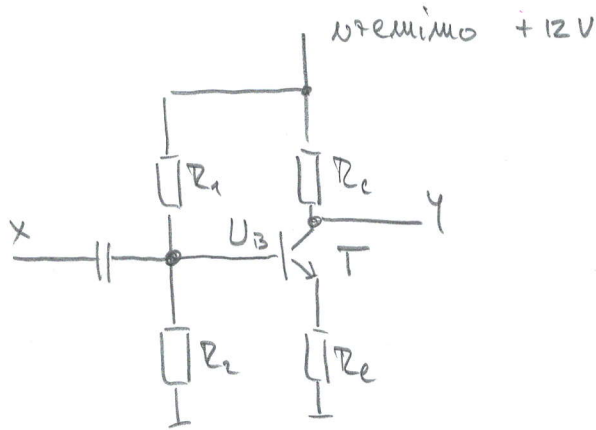
$$2y + yTp = x(1 + Tp) = 2y(1 + \frac{T}{2}p)$$

$$T(p) = \frac{y}{x} = \frac{1}{2} \frac{1 + Tp}{1 + \frac{T}{2}p} \Rightarrow T(i\omega) = \frac{1}{2} \frac{1 + i\omega T}{1 + i\omega \frac{T}{2}}$$



- najmanje ω : $|T(i\omega)| = 1/2$
- pri $\omega = 1/T$ se začne ojačanje povečevati proti 1
- pri $\omega = 2/T$ postane ojačanje 1
- pri velikih ω je ojačanje 1

3



- a) izh. impedanca je približno enaka R_c , torej $R_c = 2k\Omega$
- b) ojačanje naj bo $6dB \equiv 2$,
tako je $R_e = R_c/2 = 1k\Omega$
- c) delovna točka na sredini:

na R_c je 2x napetosti, na R_e je 1x napetosti, za "sredino intervala" mora biti tudi na tranzistorju 2x napetosti. Velja torej: $x = \frac{12V}{5} = 2,4V \Rightarrow$ na $R_e = 2,4V$

$$\text{na } R_c = 2 \times 2,4V = 4,8V$$

$$\text{na } T \text{ med } C \text{ in } E = 2 \times 2,4V = 4,8V$$

d) tok skozi R_c : $\underline{I_{Rc}} = \frac{U_{Rc}}{R_c} = \frac{4,8V}{2k\Omega} = \underline{2,4mA}$

e) tok v bazo T za $\beta = 100 \Rightarrow \underline{I_B} = 24\mu A$

f) napetost na bazi: $\underline{U_B} = U_{RE} + 0,6V = 2,4V + 0,6V = \underline{3V}$

g) delitev R_1, R_2 torej deli napajalno napetost na $1/4 \Rightarrow$
torej je $\underline{R_1 = 3R_2}$

h) tok skozi R_2 mora biti vsaj 10x tok v bazo $I_B \Rightarrow$

$$\underline{R_2} = \frac{U_B}{10 \cdot I_B} = \frac{3V}{10 \cdot 24\mu A} = \underline{12,5k\Omega} \quad (10k)$$

$$\underline{R_1} = 37,5k\Omega \quad (30k)$$

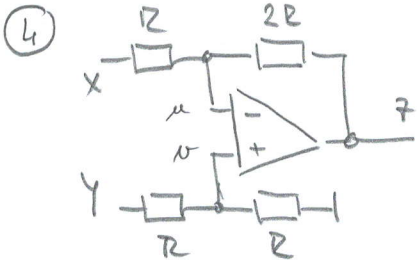
i) shodna upornost v vežje je enaka vspredno vežarima R_1 in R_2 ter shodni upornosti v tranzistor

$$R_{vH \text{ tranzistor}} = \beta \cdot R_e = 100 \cdot 1k = 100k$$

\Rightarrow zanemari proti R_2

$$R_{vH} \approx R_1 \parallel R_2 = 10k\Omega$$

j) $\omega_p = 2\pi \cdot 100Hz = \frac{1}{R_{vH} \cdot C} \Rightarrow \underline{C} = \frac{1}{2\pi \cdot 100 \cdot 10^4} = \underline{0,16\mu F}$



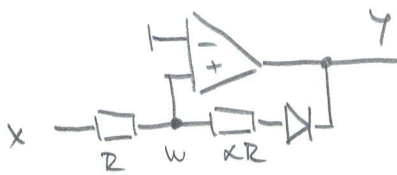
a) $v = \frac{4}{2} = u$

b) $\frac{\frac{4}{2} - x}{R} + \frac{\frac{4}{2} - z}{2R} = 0$

$4 - 2x + \frac{4}{2} - z = 0 \Rightarrow z = \frac{3}{2} \cdot 4 - 2x$

5

napajanje $\pm 5V$!



$U = +5V$: dioda ne prevaja kompenzator primenja $Z = 0V$ (inv. vhod)

$U = -5V$: dioda prevaja, vhodni signal x se mora dvignuti tako visoko, da ne-invertirani vhod pride do $0V$ ($w = 0$)

$\frac{w - x}{R} + \frac{w - y - 0.6V}{\alpha R} = 0$

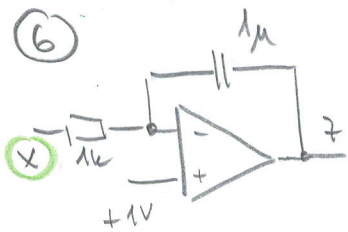
α : razmerje upornosti

$-x\alpha = y + 0.6V$

$-2V \cdot \alpha = -5V + 0.6V \Rightarrow \alpha = \frac{4.6V}{2V} = \underline{\underline{2.3}}$

izberi upornika $R = 1k\Omega$ in $\alpha R = 2.3k\Omega$

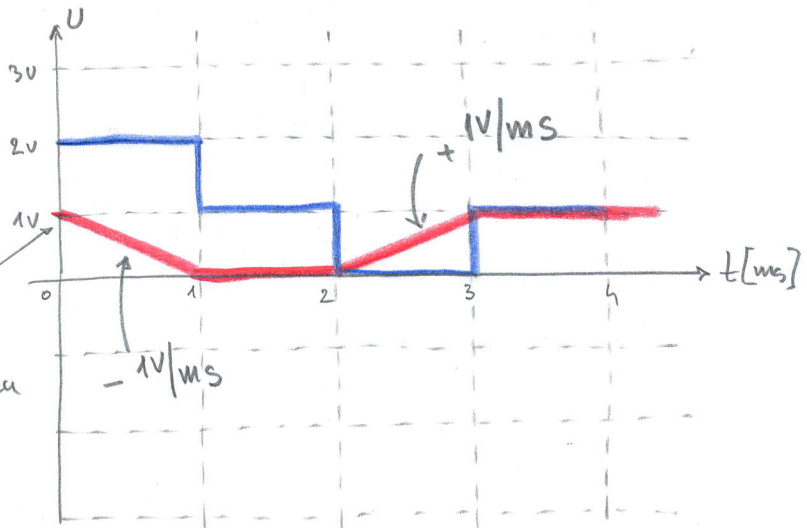
6



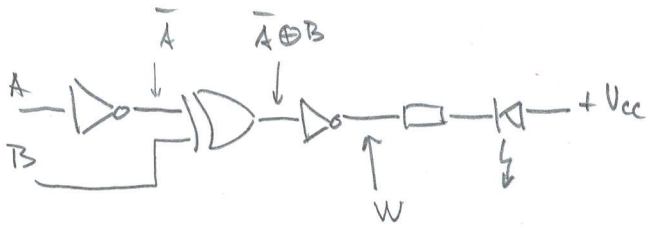
$T(p) = -\frac{1}{R \cdot C} \int x dt + k$
 \uparrow
 10^{-3}

konst. je na zacetku prazen!

razlika med vhodoma je nullo!



7

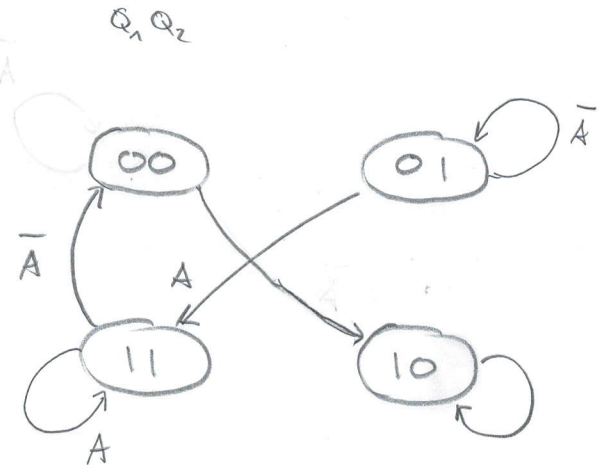
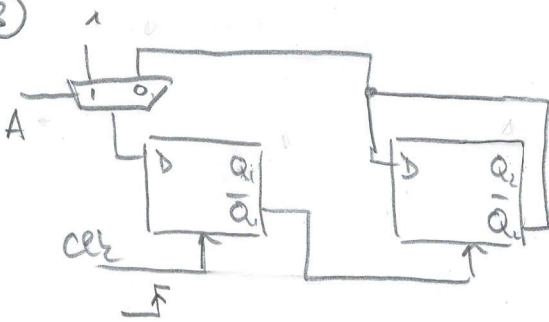


dioda svehi za $W=0$

$$W = \overline{A \oplus B} = \overline{\overline{A} \cdot B + A \cdot \overline{B}} = \overline{\overline{A} \cdot B} \cdot \overline{A \cdot \overline{B}} = (\overline{\overline{A} \cdot B}) \cdot (\overline{A \cdot \overline{B}}) = (A + B) \cdot (\overline{A} + \overline{B}) = \overline{A} \cdot \overline{A} + \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot \overline{B} + \overline{B} \cdot B = \overline{A} \cdot \overline{B} + A \cdot \overline{B} + \overline{B} \cdot B = \overline{B} \cdot (\overline{A} + A) + \overline{B} \cdot B = \overline{B} \cdot 1 + \overline{B} \cdot B = \overline{B} + \overline{B} \cdot B = \overline{B} + B = 1$$

$W=0$ za $A=B$

8



9

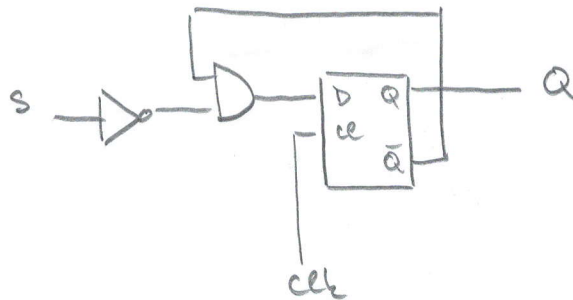
		AB			
		00	01	11	10
CD	00	0	X	X	0
	01	X	1	X	X
	11	X	X	X	X
	10	X	1	1	0

$F = B$

10

S	Q	Q+	D _Q
X	1	0	0
1	0	0	0
0	0	1	1

$D_a = \overline{S} \cdot \overline{Q}$ ali $D_a = S + Q$



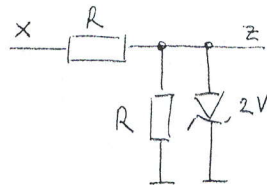
2. pismeni izpit iz Elektronike v fiziki (FMT)

27. junij 2019

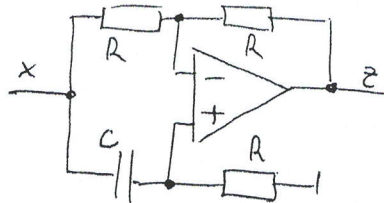
V vseh nalogah, kjer je to pomembno, sta napajalni liniji pri 0V in 10V.

Operacijski ojačevalniki so idealni, njihova izhodna napetost pa je omejena v zgornjem smislu.

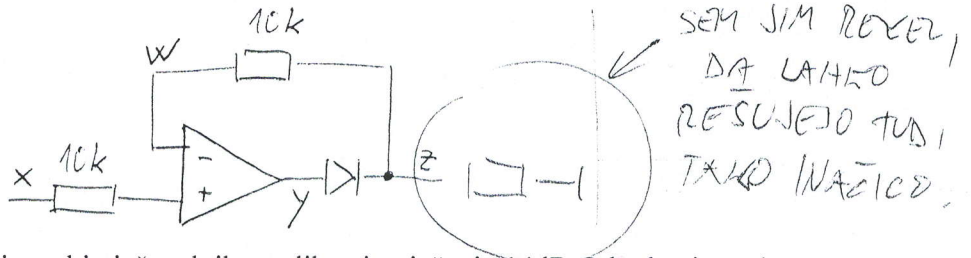
- Narišite graf odvisnosti napetosti z od napetosti x , za vse vrednosti x med $-5V$ in $5V$.
 $R = 4,7 \text{ k}\Omega$.



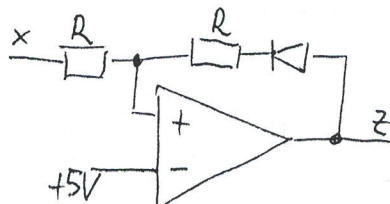
- Narišite Bodejeva diagrama za ojačenje in za fazni odziv spodnjega frekvenčnega filtra.
 $RC = 1 \text{ ms}$.



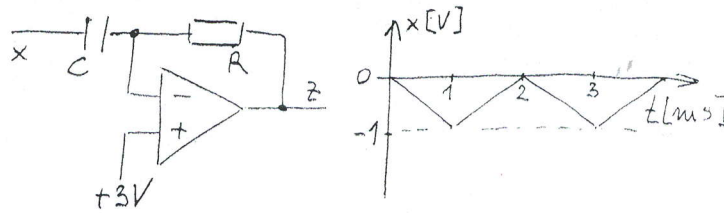
- Narišite grafe za odvisnosti $y(x)$, $w(x)$ in $z(x)$, ko x zavzame vrednosti med $-2V$ in $+12V$.
Operacijski ojačevalnik napajamo, kot je zapisano nad nalogami.



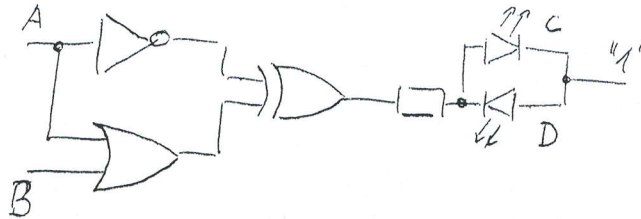
- Narišite shemo za tranzistorski ojačevalnik z velikostjo ojačenja 14dB. Izhodna impedanca naj bo $5 \text{ k}\Omega$, delovno točko izhoda nastavite na sredino napajalnega intervala (delilnik napetosti zastavite tako, da bo skozenj tekel približno desetkrat tolikšen tok, kot teče v bazo tranzistorja, $\beta = 100$).
- Narišite karakteristiko $z(x)$ za naslednje vezje.



6. Narišite potek izhodnega signala z ; $RC = 1\text{ms}$.



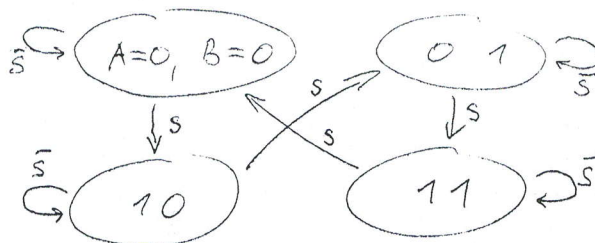
7. Za vse kombinacije A in B navedite, kdaj gori vsaka od svetlečih diod C in D ?



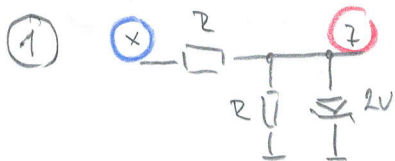
8. Zapišite najenostavnejšo funkcijo $F(A,B,C,D)$. V primerih $(0,0,0,0)$, $(1,1,0,0)$, $(1,0,0,0)$, $(0,1,1,1)$ in $(0,1,1,0)$ naj bo $F = 1$. V primerih $(0,0,0,1)$ in $(1,0,1,0)$ naj bo $F = 0$. Pri ostalih kombinacijah vhodnih parametrov nam je vseeno za vrednost F . Rešujte s Karnaughovim diagramom. Le rešitev z najmanjšim možnim številom logičnih operacij prinese celo točko.

9. Funkcijo F iz prejšnje naloge realizirajte z multiplekserjem velikosti »1 od 8« in največ enimi negacijskimi vrati.

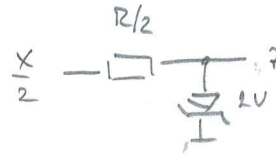
10. Narišite shemo za sinhroni avtomat, ki deluje na narisani način.



Časa za reševanje je 60 minut, zapiskov ne uporabljamo. Srečno! M.V.

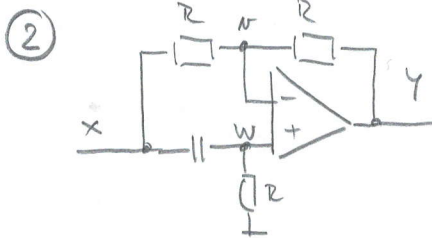
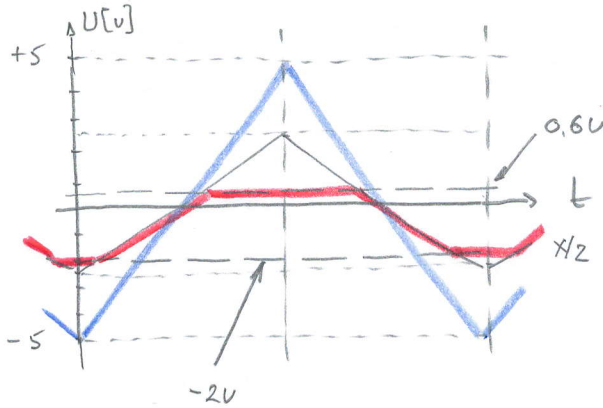


thevenin \Rightarrow



dioda prevaja za:

- a) $z \geq 0,6V$
- b) $z \leq -2V$



a) $w = \frac{R}{R + \frac{1}{Cp}} x = x \frac{Tp}{1 + Cp}$

b) $w = w$

c) $\frac{w - x}{R} + \frac{w - y}{R} = 0 \Rightarrow 2w - x - y = 0$

$2x \frac{Tp}{1 + Cp} - x = y$

$2xTp - x - xTp = y(1 + Cp)$

$-x(1 - Cp) = y(1 + Cp) \Rightarrow$

$T(p) = \frac{y}{x} = -\frac{1 - Cp}{1 + Cp}$

$T(i\omega) = -\frac{1 - i\omega T}{1 + i\omega T} = -\frac{1 - 2i\omega T - \omega^2 T^2}{1 + \omega^2 T^2}$

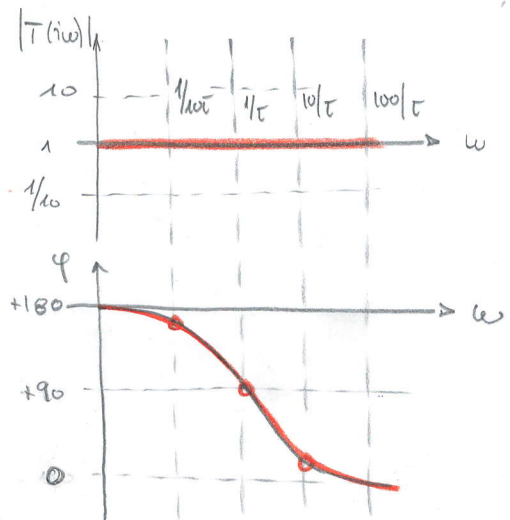
$|T(i\omega)| = 1$

$\angle \varphi = \frac{\text{Im}(T(i\omega))}{\text{Re}(T(i\omega))} = \frac{-2\omega T}{1 - \omega^2 T^2}$

$\omega = \frac{1}{100T} : \angle \varphi = \frac{+ \frac{2}{100}}{1 - \frac{1}{10000}} = -\frac{2}{100} \Rightarrow \varphi = -1.1^\circ + 180^\circ$

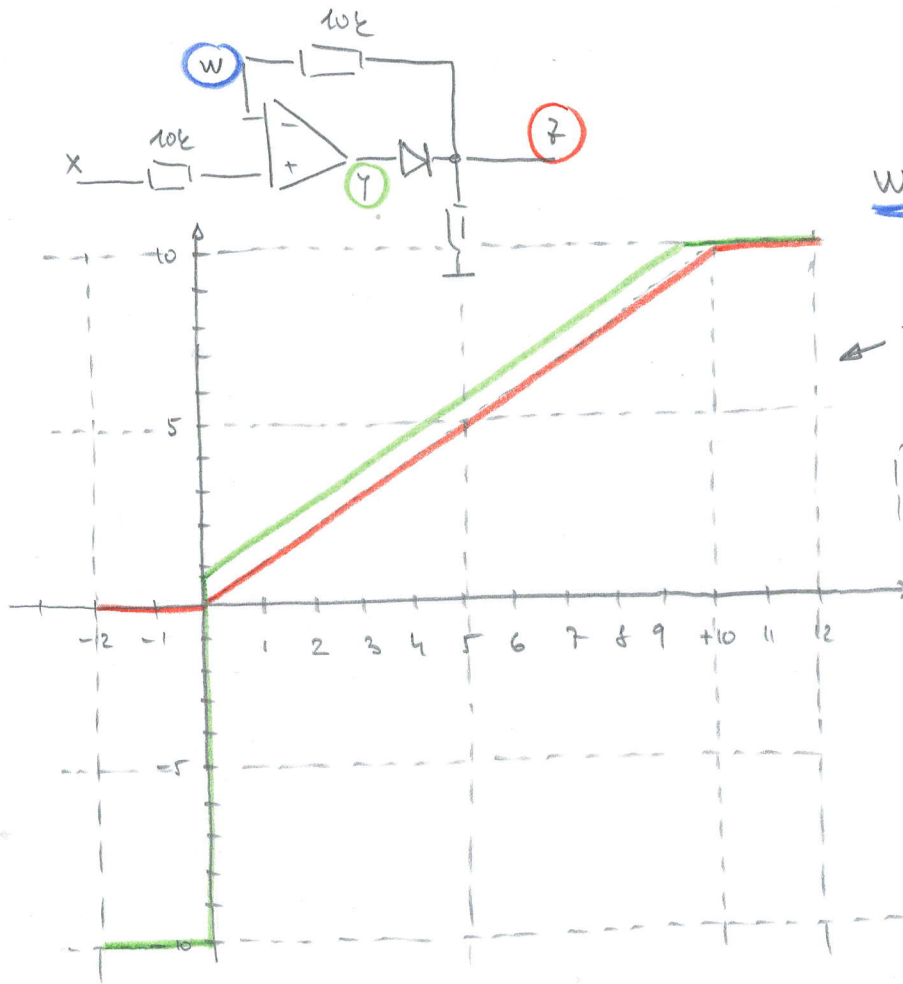
$\omega = \frac{1}{T} : \angle \varphi = \frac{+2}{0} = +\infty \Rightarrow \varphi = -90^\circ + 180^\circ$

$\omega = \frac{10}{T} : \angle \varphi = \frac{-20}{1 - 100} = \frac{-20}{-99} = \frac{20}{99} \Rightarrow \varphi = -1.69^\circ + 180^\circ$



7. zad. predt mate
N T(i\omega)

3



$W = Z$ za idealni OP

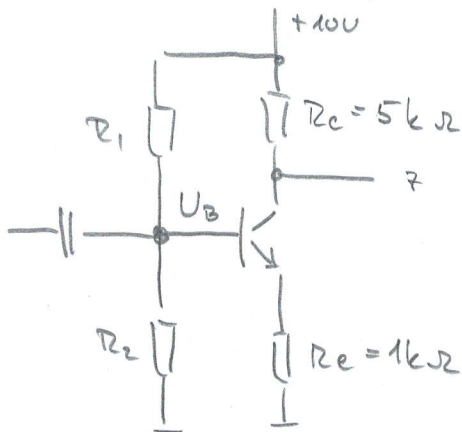
za napajanja $\pm 10V!$

za napajanja $+10/0 [V]$

ne zlema črta
izmedaj Z
orazimo za
 $X \leq 0$

4

$$G = 14 \text{ dB} = 20 \cdot \log \frac{Y}{X} \Rightarrow \frac{Y}{X} = 10^{14/20} \Rightarrow \text{ojacanje je } \underline{\underline{5}}$$



$$R_C = 5 R_E = 5k\Omega$$

$$R_E = 1k\Omega$$

a) delovna točka na 5V

$$U_{RC} = 5V$$

$$U_{RE} = 1V$$

$$U_B = \underline{\underline{1.6V}} = U_{RE} + 0.6V$$

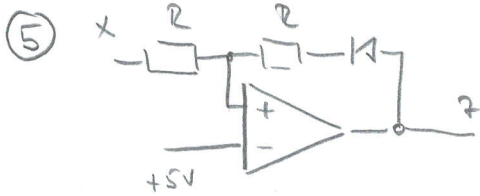
$$b) U_{R2} = 1.6V, U_{R1} = 10V - 1.6V = 8.4V \Rightarrow R_1 = \frac{8.4}{1.6} R_2 = \underline{\underline{5.25 R_2}}$$

$$c) I_E = \frac{U_{RE}}{R_E} = 1.6 \text{ mA}$$

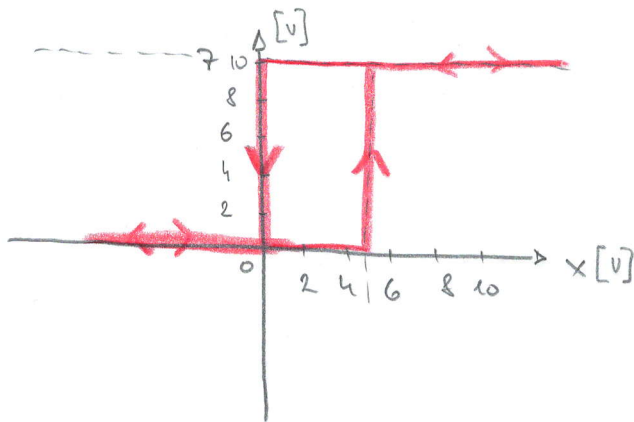
$$I_B = I_E / \beta = 16 \mu\text{A} \Rightarrow I_{R2} = 10 \cdot I_B = 160 \mu\text{A}$$

$$R_2 = \frac{U_{R2}}{I_{R2}} = \frac{1.6V}{160 \mu\text{A}} = \underline{\underline{10k\Omega}}$$

$$R_1 = \underline{\underline{52.5k\Omega}}$$

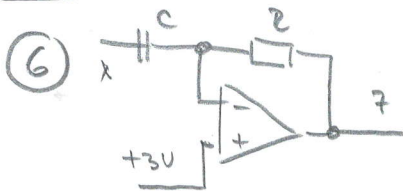


- vezje je komparator s histerezo
- dioda omogoča histerezo le za + izhodne z



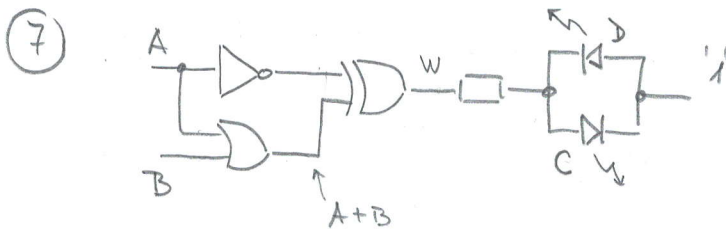
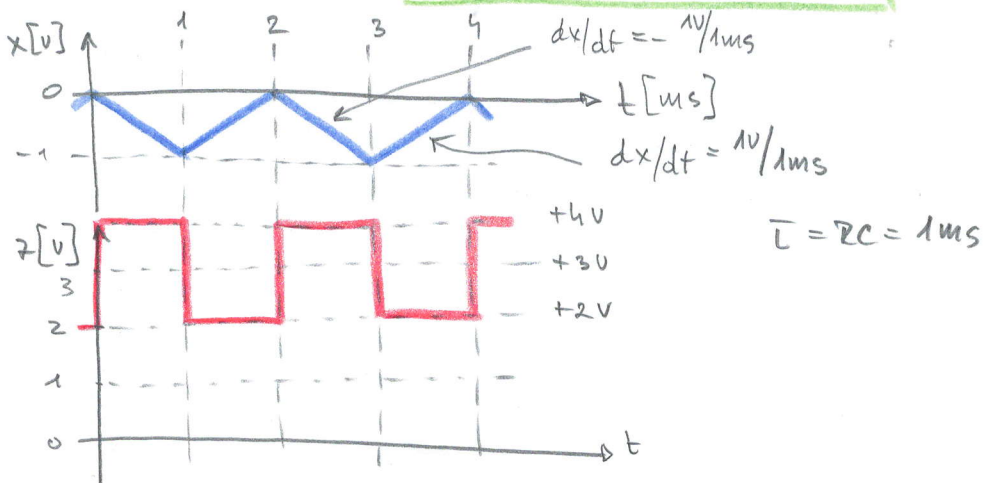
$$z = \begin{cases} +10 \rightarrow \text{histereza a)} \\ 0 \rightarrow \text{ni histereze b)} \end{cases}$$

napajanje +5V
dioda je idealna



- vezje je diferenciator

$$T(p) = -RC \frac{dx}{dt} + 3V$$



uporabnik: LED C me svetl
LED B svetl za W=0

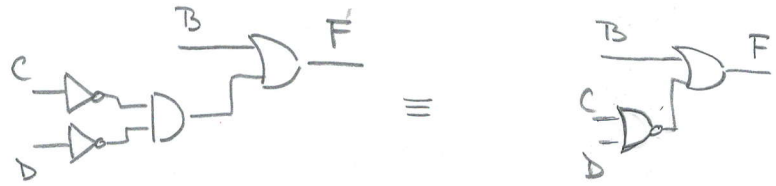
$$\begin{aligned} W &= (A+B) \oplus \bar{A} = \\ &= \overline{A+B} \cdot \bar{A} + (A+B) \cdot \bar{\bar{A}} = \\ &= \bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{A} + A \cdot A + A \cdot B = \\ &= \bar{A} \cdot \bar{B} + A \end{aligned}$$

A	B	W
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

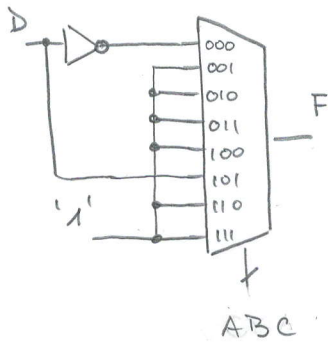
8

	AB			
CD	00	01	11	10
00	1	x'	1	1
01	0	x'	x'	x
11	x	1	x'	x
10	x	1	x'	0

$$F = B + \bar{C}\bar{D}$$



9

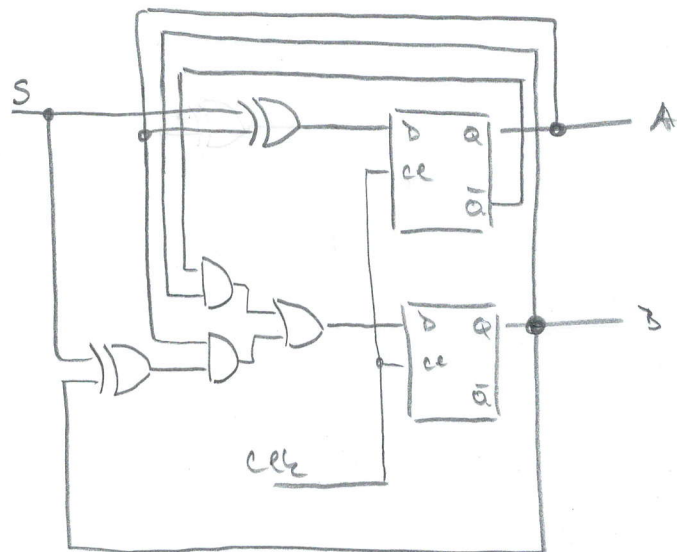


10

S	AB	A ⁺	B ⁺
0	00	0	0
1	00	1	0
0	01	0	1
1	01	1	1
0	10	1	0
1	10	0	1
0	11	1	1
1	11	0	0

$$A^+ = A \cdot D = S \cdot \bar{A} + \bar{S} \cdot A = S \oplus A$$

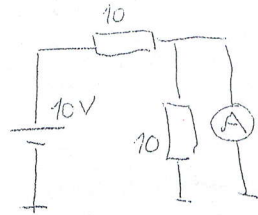
$$B^+ = B \cdot D = \bar{A} \cdot B + A \cdot (S \oplus B)$$



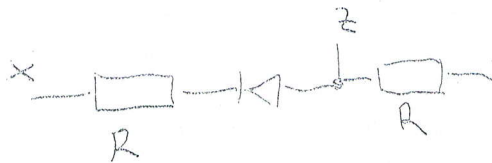
3. pismeni izpit iz Elektronike v fiziki (FMT)

9. september 2019

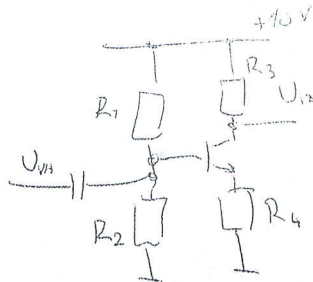
1. Koliko pokaže merilnik toka z notranjo upornostjo 1Ω ?



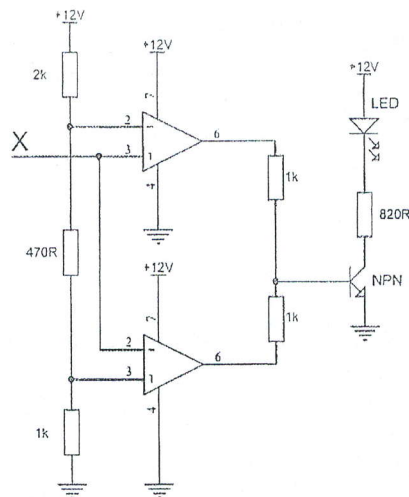
2. Narišite graf $z(x)$ za vse vrednosti x med $-2V$ in $2V$.



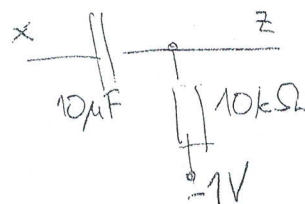
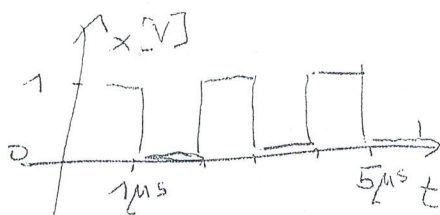
3. Določite vrednosti upornikov tako, da bo velikost ojačenja $6dB$, skozi tranzistor naj teče tok $1mA$, izhodna napetost naj bo pri $5V$.



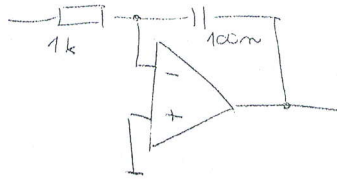
4. Pri katerih vrednostih x LED sveti?



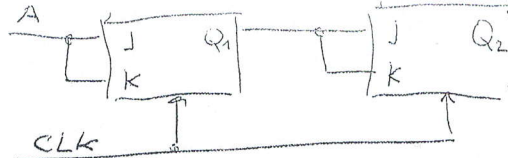
5. Narišite potek $z(x)$.



6. Narišite Bodejeva diagrama za vezje s slike.



7. Narišite diagram stanj (Q_1, Q_2) za naslednji avtomat.



8. S Karnaughovo optimizacijo poiščite najenostavnejšo funkcijo $F(A,B,C,D)$, ki ima v primerih $(A,B,C,D) = (0,0,1,1), (0,1,1,0), (1,0,0,0)$ oz. $(1,1,0,1)$ vrednost 0, v primerih $(1,1,1,1), (1,0,1,1)$ in $(1,0,1,0)$ pa je $F=1$.

9. Sestavite integrator:

- * z vhodno upornostjo $10\text{ k}\Omega$,
- * in s časovno konstanto 10 ms .

Operacijski ojačevalnik ni idealni:

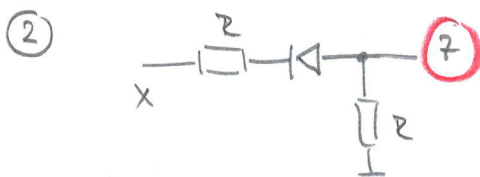
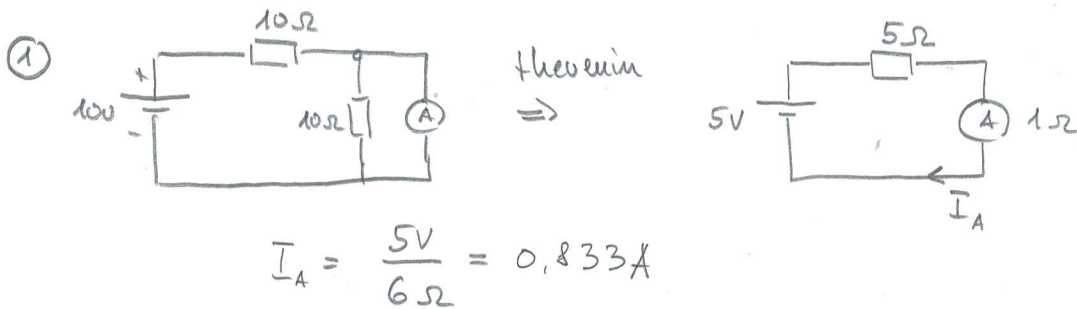
- * v vsakega od vhodov teče po 100 nA .

Napajamo ga s $\pm 10\text{ V}$. Koliko časa traja, da se pri ozemljenem vhodu izhodna napetost „odpelje“ od 0 V do skrajne napetosti, kjer obtiči?

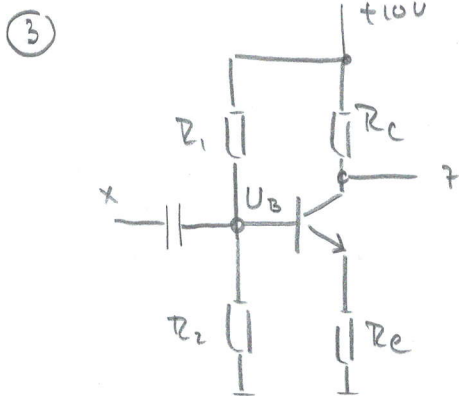
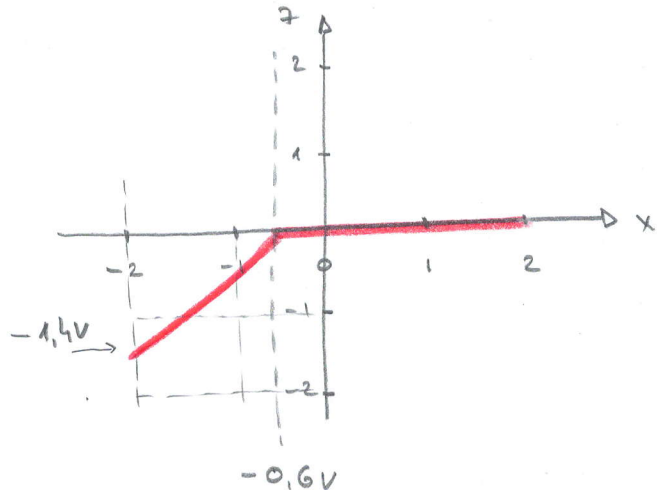
10. Integratorju iz prejšnje naloge ozemljimo vhod in v povratno zanko vzporedno vežemo še upornik za $1\text{ M}\Omega$? Kakšna je po daljšem času končna izhodna napetost?

Časa za reševanje je 60 minut, zapiskov ne uporabljamo. Srečno! M.V.

3. izpitni rok, 9.9.2019



dioda prevaja
za $x \leq -0,6V$



- ojačanje +6dB \Rightarrow ojačanje je 2

$$R_C = 2R_E$$

- izh. napetost pri +5V $\Rightarrow U_{RC} = 5V$

- tož $I_C = 1mA \Rightarrow R_C = \frac{5V}{1mA} = 5k\Omega$

$$R_E = 2,5k\Omega$$

- $\beta = 100 \Rightarrow I_B = 10\mu A \Rightarrow I_{R2} = 10 \cdot 10\mu A = 100\mu A$

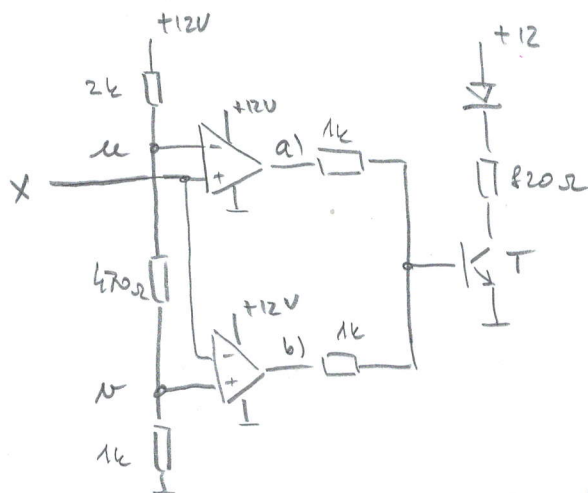
- $U_{RE} = R_E \cdot I_C = 2,5V \Rightarrow U_B = U_{RE} + 0,6V = 3,1V$

- delilna napetost R_1, R_2 : razmerje: $U_{R2} = 3,1V$, $U_{R1} = (10 - 3,1)V = 6,9V$

upomina: $R_1 = \frac{6,9}{3,1} \cdot R_2 = 2,22 R_2$

- $R_2 = \frac{U_{R2}}{I_{R2}} = \frac{3,1V}{100\mu A} = 31k\Omega$, $R_1 = 69k\Omega$

4



upodobitve: - LED svetli ko T prevaja

- T prevaja za: a = +12 ali b = +12

- imamo dva komparatorja, primerjamo 7 napetostima u in v

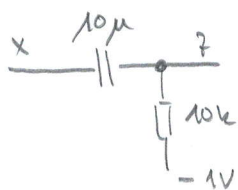
$$u = 12V \cdot \frac{470}{2000 + 470} = 5,08V$$

$$v = 12V \cdot \frac{1000}{2000 + 1470} = 3,46V$$

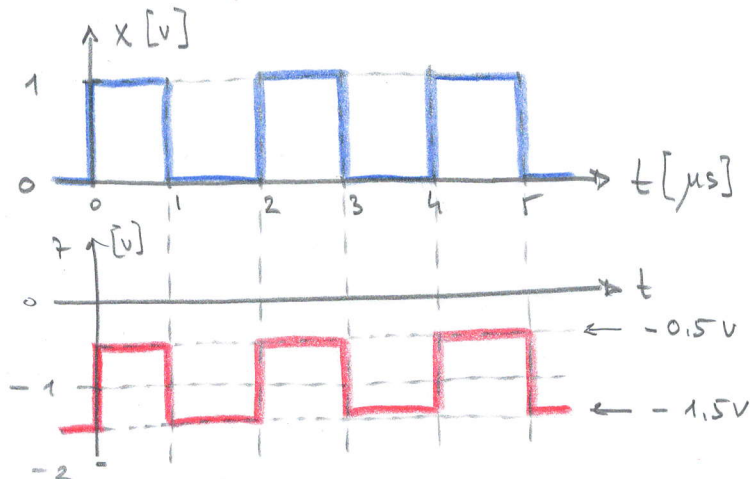
- a = +12V za $x > u$
- b = +12V za $x < v$

LED svetli za $x > 5,08V$
in za $x < 3,46V$

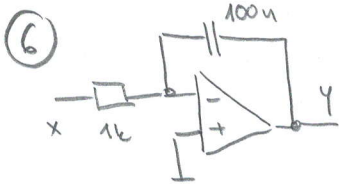
5



$$\tau = 10 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^3 = 0,1s$$



predpostavka: x je prisoten od tvečara naprej...

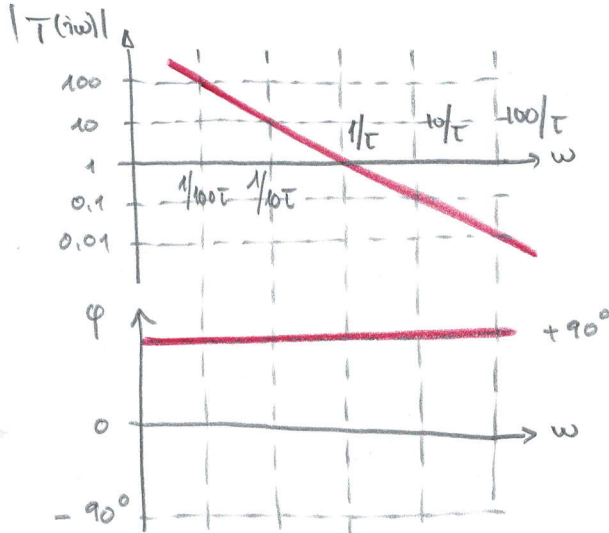


upotritev: vezje je integrator

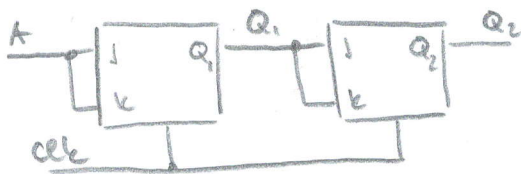
$$T(p) = -\frac{1}{RCp} \Rightarrow T(i\omega) = -\frac{1}{i\omega RC} = \frac{i}{\omega RC}$$

$$|T(i\omega)| = \frac{1}{\omega RC}$$

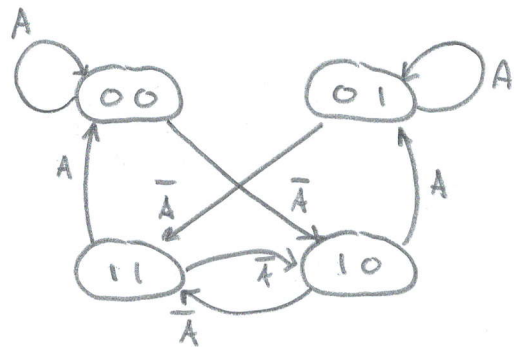
$$\varphi = +90^\circ \Leftarrow \arg \varphi = \frac{\text{Im}(T(i\omega))}{\text{Re}(T(i\omega))} = \frac{1}{\omega RC \cdot 0} = +\infty$$



7



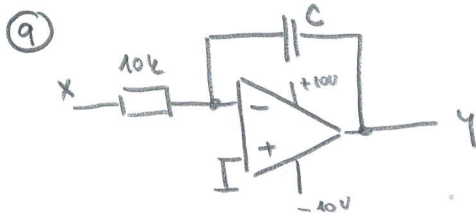
J	K	Q ⁺
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{Q}



8

CD \ AB	00	01	11	10
00	x	x	x	0
01	x	x	0	x
11	0	x	1	1
10	x	0	x	1

F = A · C



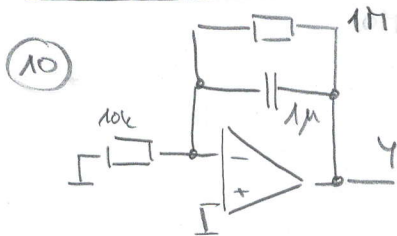
$$I = IC = \underbrace{10 \cdot 10^{-3}}_{C = 1\mu F} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot C$$

$$I_{BIAS} = 100\text{ nA}$$

pri otvorenem vhodu ($x=0V$) prideva I_{BIAS} skozi kondenzator C , zato se ta polni in izhodi signal y enakomerno narašča

$$Q = C \cdot U = I \cdot t \Rightarrow C = 10^{-6} \text{ F}, \quad U = 10V, \quad I = 10^{-7} \text{ A}$$

$$t = \frac{10^{-6} \cdot 10}{10^{-7}} = \underline{\underline{100 \text{ s}}}$$



y po daljšem času?

$C_{1\mu}$ se napoli na končno vrednost, lei zmasa

$$y = I_{BIAS} \cdot 1M\Omega = \underline{\underline{100 \text{ mV}}}$$