

Vaje pri predmetu Elektronika za študente FMT

Andrej Studen

June 4, 2013

5.marec 2013

- Določi tok skozi 5 V baterijo, ko vežemo dva $1k\Omega$ upornika
 - a) zaporedno ali
 - b) vzporedno
- Določi nadomestno upornost para upornikov z upornostjo R , ki ju vežemo
 - a) zaporedno [Sara Kebe], oziroma
 - b) vzporedno [Tadej Kirašič].
- Notranjo upornost in gonilno napetost baterije določimo tako, da nanjo najprej priključimo upor $R_1=1\ \Omega$, nato pa še upor $R_2=2\ \Omega$. V prvem primeru je tok $I_1=3\ \text{A}$, v drugem pa $I_2=2\ \text{A}$. Kolikšna je notranja upornost in kolikšna je gonilna napetost baterije? [Grega Horvat]
- Theveninov izrek: Kakšna je notranja upornost in gonilna napetost izvora napetosti, ki ga dobimo kot delilnik napetost s 5 V (idealne) baterije, na katero sta vezana upora 3 in 2 k Ω ? [Tjaš Savarin]
- Kakšna je notranja upornost in gonilna napetost atenuatorja π , ki ga dobimo, ko vanj sestavimo 47 Ω , 10 k Ω in 82 Ω upore, izvor napetosti pa ima gonilno napetost X in notranjo upornost 50 Ω ! [Anton Rovanešek] [Urban Malovič]

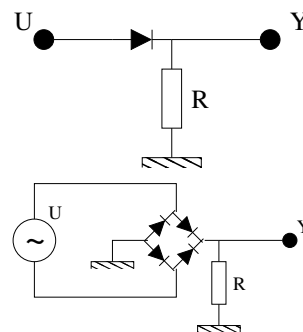
6. marec 2013

- Izrazi razmerje med vhodno in izhodno napetostjo v decibelih za atenuator π iz prejšnje naloge! [Jure Bijec]
- Določi napetost preko diode, ko teče preko nje tok 1, 10 oziroma 100 mA v prevodni smeri. [Žiga Čikič]

- Skiciraj napetost $Y(t)$. Vhod $U(t)=u(t)$ je sinusno nihanje z amplitudo 15 V. [Matej Knenjc]

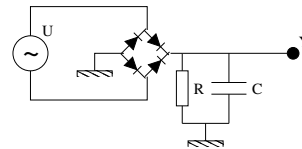
- Diodni most. Skiciraj napetost $Y(t)$. Vhod $U(t)=u(t)$ je sinusna izmenična napetost z amplitudo 15 V. [Grega Hrovat]

- Kakš se spreminja napetost na kondenzatorju, ki je vezan na napetostni izvor zaporedno z uporom R , ko vključimo napetostni izvor? [Jure Novak]

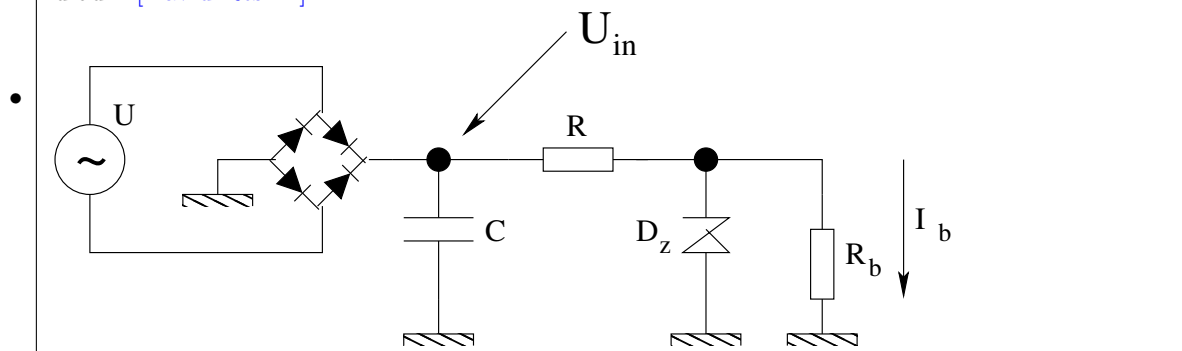


12. marec 2013

- Kako se spreminja napetost na kondenzatorju, ki vzporedno z uporom vezan na napetostni izvor, ko izvor izključimo? [Matjaž Kotar]
- Diodni most s kondenzatorjem. Skiciraj napetost $Y(t)$. Vhod $U(t)=u(t)$ je še vedno sinusna izmenična napetost z amplitudo 15 V. Kakšen kondenzator moramo vzeti, če hočemo da je $Y(t)$ vedno nad 12 V? Upor $R=1\text{ k}\Omega$, frekvenca izmenične napetosti je 50 Hz. [Marko Makuc]



Pred breme dodamo vzporedno vezano Zenerjevo diodo z napetostjo $U_Z=10\text{ V}$. Če naj bo tok skozi diodo vsaj $I_{Z,\min}=10\text{ mA}$ - kakšen je največ lahko predupor R med kondenzatorjem in bremenom? Na bremenu teče tok med 0 in $I_{b,\max}=100\text{ mA}$, kondenzator pa nam zgladi napetost U_{in} v območje med 20 in 25 V. Kakšna bo v najslabšem primeru moč, ki se porablja na Zenerjevi diodi? [David Resnik]



- Kakšna bo časovna slika signala z amplitudo 10 V, ko ga peljemo skozi varovalni diodi, priključeni na +5 oziroma -5 V? [Alen Bedek]

13. marec 2013

- Določi dinamično upornost diode, vezane zaporedno z uporom $50\ \Omega$, za majhne signale, naložene na nosilno napetost 0.1 oziroma 1 V! (To je enako kot iskanje amplitude sinusnega dela signala po prehodu skozi vezje)
- Izberi varovalni upor, da bo tok skozi diodo, ki jo napajamo s 3 V baterijo, pod 20 mA!
- Izrazi razmerje med vhodno in izhodno napetostjo v decibelih za napetostni merilnik z $R_1=1\text{ k}\Omega, 10\text{ k}\Omega, 100\text{ k}\Omega, R_2=10\text{ k}\Omega$!
- Pokaži frekvenčno odvisnost razmerja med amplitudo izhodnega in vhodnega signala za RC vezje! Načrtaj odvisnost razmerja v decibelih od logaritma produkta frekvence signala in RC konstante $t = \log_{10}(\omega RC)$! Pojasni tehnični izraz -20 dB na dekada! [Tjaš Savarin]
- Naredi enako še za CR vezje! [Grega Horvat]

19. marec 2013

- In še za kombinacijo vezij CR-RC! Pri kateri frekvenci bo imelo to vezje najmanjšo slabitev? [Anton Rovanišek]
- Primerjaj log-log sliko (decibeli napram logaritmu ωRC) CR-RC vezja in RLC, R vezan zaporedno, L in C pa vzporedno proti zemlji, gledamo napetost za uporom napram zemlji! [Andreja Hiti]

26. marec 2013

- Od zadnjic: Kako bo širina prepustnega pasu vezja (frekvenčnega pasu kjer je $A(\omega) \propto A_{\max}/\sqrt{2}$) odvisna od vrednosti komponent? [Matic Smodiš]
- Identificiraj kontakte tranzistorja in diode; za tranzistor določi tudi njegov tip! [Rok Zelinsček][Alen Bedek]
- Poveži tranzistorje na sliki s kontakti na bateriji, tako da bo skozi tranzistor tekla tok! [David Resnik]
- Kako bodo naslednje napake vplivale na tok skozi tranzistor (npn, R_B , R_C):
 - R_B pregori, torej ne prevaža več toka
 - R_C pregori
 - Imamo nam kratek stik preko R_B (recimo, zaradi napake pri lotanju)
 - Imamo kratek stik preko R_C .

[Andreja Hiti]

2.april

- Napetost na bazi npn tranzistorja spreminjamo od 0 do $U_+ = 15$ V. Upor $R_C = 1$ k Ω , upor $R_E = 1$ k Ω . Kakšna bo napetost na kolektorju, kakšna na emitorju in kakšen tok bo tekla skozi tranzistor? [Marko Mahne]

Kakšna bo notranja (Theveninova) upornost emitorskega sledilca. Upoštevaj:

- - Samo notranjo upornost izvora na bazi! [Jure Novak]
 - Tako upornost izvora na bazi kot upornost izvora, na katerega je priključen tranzistor!

Samo

izvor (U_X, R_X) na bazi:

$$U_{TH} = (U_X - 0.7) \cdot \left(1 - \beta \frac{R_X}{R_E}\right),$$

$$I_{TH} = \frac{U_X - 0.7}{R_X}$$

$$R_{TH} = \frac{R_X}{\beta}$$

Še izvor (U_+ , $R_+ = R_C$) za tranzistor:

$$U_{TH} \text{ enaka, če } U_+ - R_C I_C > U_X - 0.7 \rightarrow \frac{R_C}{R_E} < \frac{U_+ - U_X + 0.7}{U_X - 0.7}$$

$$I_{TH} \text{ enak, če } U_+ - R_C \beta I_B > U_E \sim 0 \rightarrow \frac{R_C}{R_X} < \frac{1}{\beta} \frac{U_+}{U_X - 0.7}$$

Lahko pa se zgodi, da ima izvor U_+ večjo notranjo upornost kot R_X/β ; takrat bo šel tranzistor v nasičenje, ko bomo računali Theveninov tok:

$$I_{TH} = \frac{U_+}{R_C} + \frac{U_X - 0.7}{R_X};$$

$$R_{TH} = \frac{R_C R_X (U_X - 0.7)}{R_X U_+ + R_C (U_X - 0.7)}$$

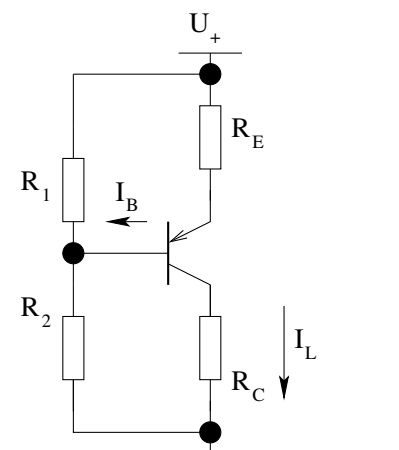
Ločimo dva primera; $R_X/\beta < R_C < R_X$. Takrat bomo zanemarili člen v imenovalcu ulomka za R_{TH} in je upornost izvora povezana z R_C namesto z R_X :

$$R_{TH} = \frac{R_C(U_X - 0,7)}{U_+} \left(1 - \frac{R_C(U_X - 0,7)}{R_X U_+} \right)$$

Lahko pa se nam zgodi še $R_C > R_X$, takrat nam emitorski sledilec ne pomaga, saj bo notranji upor kar R_X :

$$R_{TH} = R_X \left(1 - \frac{R_X U_+}{R_X U_+ + R_C(U_X - 0,7)} \right)$$

Tokovni izvor:
 Določi R_1 in R_2 v delilniku napetosti za bazo, da bo skozi porabnik (R_C) tekkel tok 1 mA, $U_+ = 15$ V in $R_E = 1$ k Ω . Pri izbiri R_1 in R_2 pazi, da bo bazni tok dovolj majhen v primerjavi s tokom skozi R_1 in R_2 ! Določi največjo upornost, pri kateri tokovni izvor še vedno deluje! [Grega Horvat]



Iz drugega stavka bomo sklepali, da je tok skozi bazo, I_B majhen. Potem bo napetost na bazi določena iz napetostnega delilnika R_1 in R_2 :

$$U_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_+$$

Tok skozi breme bo $I_L = I_C = I_E - I_B$; ob majhnem I_B bo $I_L = I_E$ in zaradi Ohmovega zakona:

$$I_E = \frac{U_+ - (U_B + 0,7)}{R_E} \rightarrow U_B = U_+ - R_E I_L - 0,7 = 13,3 \text{ V}$$

Lahko izberemo poljuben par R_1 in R_2 , tako da bomo zadostili prvi enačbi. Ena izbira bi bila $R_2 = 1,33$ M Ω , $R_1 = 170$ k Ω . Takrat teče skozi R_1 tok

$$I_1 = \frac{U_+ - U_B}{R_1} = 0,01 \text{ mA},$$

tok skozi bazo pa je $I_B = I_C/\beta \sim 0,01$ mA, in ni več majhen v primerjavi z I_1 , zato enačba z delilnikom napetosti ne velja več! Lahko sicer izračunamo U_B tudi z upoštevanjem I_B , no lahko pa izberemo take upore R_1 in R_2 , da bo $I_1 \gg I_B$. Že red velikosti *manjša* upora, $R_2 = 133$ k Ω in $R_1 = 17$ k Ω bosta dala

$$I_1 (R_1 = 17 \text{ k}\Omega) = 0,1 \text{ mA}$$

Skozi upor R_C bo tekkel tok 1 mA, dokler bo $U_C \geq U_E$ (pnp!). Upornik:

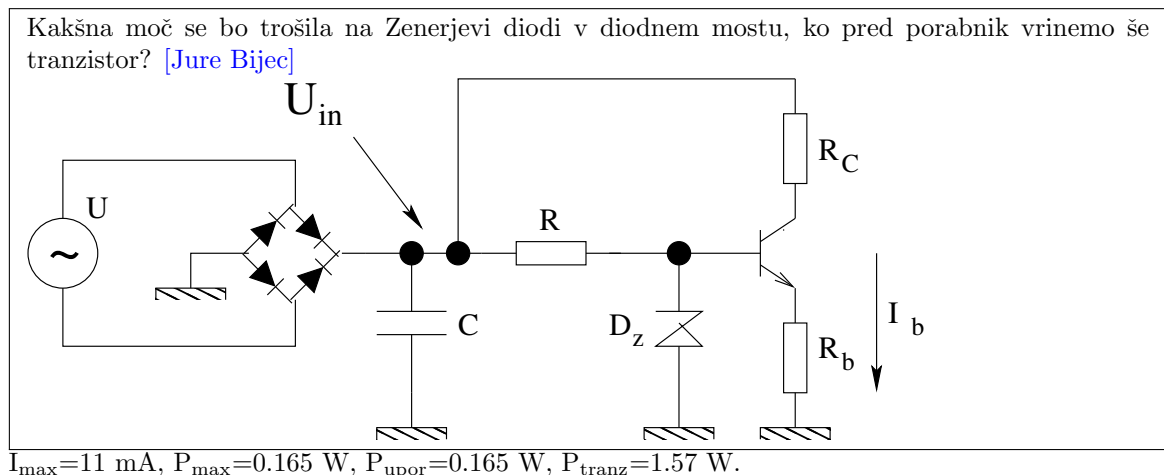
$$R_C = \frac{U_E}{I_L} = 14 \text{ k}\Omega$$

bo *največji*, pri katerem bo to še veljalo. Za upore, večje od mejnega, bo tranzistor v nasičenju, ob predpostavki $R_1, R_2 \ll R_C, R_E$ (malce ostrejše kot prej!), bo

$$I_L = \frac{U_B + 0,7}{R_C}$$

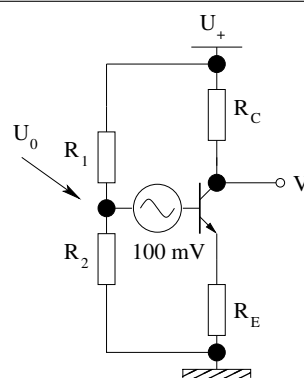
16. april

- Določi še največji upornik, pri katerem bo tek el navedeni tok in nariši odvisnost toka od upornosti bremena! [Rovansšek]



$R=0.9 \text{ k}\Omega$,

- Določi upornika R_1 in R_2 , ter R_C in R_E , da bo amplituda izmenične napetosti na izhodu (V) enaka 1 V! Pri $R_E=1 \text{ k}\Omega$, določi največji tok, ki teče skozi izvor izmenične napetosti. [Jure Novak]



Če je tok skozi bazo dovolj majhen, bo U_0 kar napetost napetostnega delilnika:

$$U_0 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} U_+$$

Levi konec napetostnega izvora bo tako na dobro določeni napetosti, desnega pa bo izvor premikal; veljalo bo:

$$U_B = U_0 + U_x \sin \omega t$$

kjer je U_X amplituda napetostnega izvora, 100 mV, ω pa je njegova krožna frekvenca. Potencial U_B je sestavljen iz časovno neodvisnega dela, premika U_0 , ki mu včasih rečemo tudi *delovna napetost*, in časovno spremenljivega dela, signala. Potem bo:

$$U_E = U_B - 0,7 = U_0 - 0,7 + U_X \sin \omega t$$

$$I_E = \frac{U_E}{R_E} = \frac{U_0 - 0,7}{R_E} + \frac{U_X}{R_E} \sin \omega t$$

Ob majhnem I_B bo $I_C \approx I_E$:

$$I_C = \frac{U_0 - 0,7}{R_E} + \frac{U_X}{R_E} \sin \omega t$$

$$\begin{aligned} U_C &= U_+ - R_C I_C \\ &= U_+ - \frac{R_C}{R_E} (U_0 - 0,7) - \frac{R_C}{R_E} U_X \sin \omega t \end{aligned}$$

Napetost na izhodu $V=U_C$ bo torej:

$$V = V_0 + V_X \sin(\omega t - \delta)$$

z delovno napetostjo:

$$V_0 = U_+ - \frac{R_C}{R_E} (U_0 - 0,7),$$

in amplitudo signala:

$$V_X = \frac{R_C}{R_E} U_X$$

Negativni znak pred časovno odvisnim delom predelamo v fazni zamik $\delta=\pi$. Hkrati rečemo, da je ojačevalec s skupnim emitorjem invertirajoči ojačevalec.

Nazaj k nalogi. Iz pogoja $V_X=1$ V bo:

$$\frac{R_C}{R_E} = \frac{V_X}{U_X} = 10$$

da pa bodo veljale predpostavke (predvsem tista o majhnem baznem toku), pa mora veljati:

$$\begin{aligned} U_C &> U_E \\ V_0 + V_X \sin(\omega t - \delta) &> U_0 - 0,7 + U_X \sin \omega t \\ \min(V_0 + V_X \sin(\omega t - \delta)) &> \max(U_0 - 0,7 + U_X \sin \omega t) \\ V_0 - V_X &> U_0 - 0,7 + U_X \\ U_+ - \frac{R_C}{R_E} (U_0 - 0,7) - \frac{R_C}{R_E} U_X - U_X &> U_0 - 0,7 \\ U_+ - 11U_X &> 11(U_0 - 0,7) \\ U_0 &< \frac{U_+}{11} - U_X + 0,7 = 1,97 \text{ V} \end{aligned}$$

Seveda mora veljati tudi:

$$\begin{aligned} U_C &< U_+ \\ \max(V_0 + V_X \sin(\omega t - \delta)) &< U_+ \\ V_0 + V_X &< U_+ \\ U_+ - \frac{R_C}{R_E} (U_0 - 0,7) + \frac{R_C}{R_E} U_X &< U_+ \\ U_0 - 0,7 &> U_X \\ U_0 &> U_X + 0,7 = 0,8 \text{ V} \end{aligned}$$

Torej lahko za U_0 izberemo poljubno napetost med 0,8 V in 1,97 V. Izberemo povprečje, vendar s tem ne izključujemo pravilnosti katerekoli vrednosti v tem intervalu. Ob $U_0=1,4$ V pa bo:

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1,4}{15}.$$

Recimo, da izberemo $R_E=1\text{ k}\Omega$. Potem bo:

$$R_C = 10\text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 13,6\text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1,4\text{ k}\Omega$$

$$I_E = 0,7 \pm 0,1\text{ mA}$$

$$I_2 = 1\text{ mA}$$

$$I_B = 0,007 \pm 0,001\text{ mA}$$

$$R_C = \frac{R_C}{R_E} 1\text{ k}\Omega$$

$$R_1 \approx 10R_E$$

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1,4}{15}$$

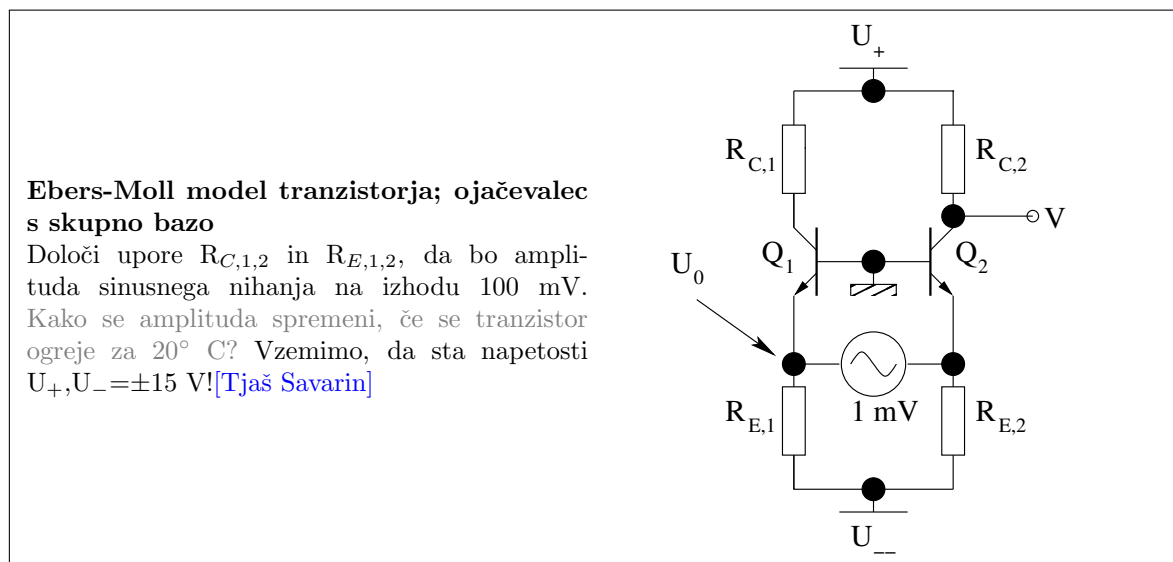
$$I_E = \frac{U_E}{R_E} = \frac{U_0 - 0,7}{R_E} \pm \frac{U_X}{R_E}$$

$$I_B = I_E/\beta$$

Tok skozi napetostni izvor izmenične napetosti bo tako vedno manjši od $0,008\text{ mA}$.

23.april

- Določi tok skozi izvor napetosti (glej prejšnjo nalogo)! [Tadej Kirašič]



na bazah tranzistorjev Q_1 in Q_2 sta enaki, obe sta 0 V napram zemlji. Zato bo $U_0 = -0,7\text{ V}$. Poskrbimo, da bo tok skozi $Q_1 \gg$ tok skozi Q_2 . Potem bo tok na povezavi, ki gre skozi izvor izmenične napetosti majhen in bo levi krak izvora zasidran na U_0 , desni krak pa bo nihal okrog njega z amplitudo $U_X = 1\text{ mV}$. Napetost na emitorju Q_2 bo tako:

$$U_{E,2} = U_0 + U_X \sin \omega t$$

Po Ebers-Mollu bo emitorski tok skozi desni tranzistor $I_{E,2}$ povezan z napetostjo med bazo in emitorjem:

$$I_{E,2} = I_{ES,2} \left(e^{\frac{U_{BE,2}}{U_T}} - 1 \right)$$

Kot pri diodi, je saturiran tok $I_{ES,2}$ reda velikosti fA-pA, in ob $U_{BE} \sim 0,7\text{ V}$ velja:

$$\frac{U_{BE,2}}{U_T} \gg 1 \rightarrow I_{E,2} = I_{ES,2} e^{\frac{U_{BE,2}}{U_T}}$$

Poglejmo, kako je z $U_{BE,2}$:

$$U_{BE,2} = U_{B,2} - U_{E,2} = 0 - U_0 - U_X \sin \omega t$$

Torej bo tok nekaj takega:

$$I_{E,2} = I_{ES,2} e^{-\frac{U_0}{U_T}} e^{-\frac{U_X}{U_T} \sin \omega t}$$

Funkcija $\exp(A \sin \omega t)$ je dokaj zlobna zadeva, no k sreči je konstanta A dovolj majhna, da lahko uporabimo Taylorjevo vrsto:

$$e^x = 1 + x + \mathcal{O}(x^2),$$

torej:

$$I_{E,2} = I_{ES,2} e^{-\frac{U_0}{U_T}} \left(1 - \frac{U_X}{U_T} \sin \omega t \right) = I_{E,2,0} + \Delta I_{E,2} \quad (1)$$

Za lažjo ponazoritev si lahko mislimo, da bo dodaten tok $\Delta I_{E,2}$ nastal kot posledica povečanja padca napetosti na virtualnem, dinamičnem uporu r_E med bazo in emitorjem, ki ga upoštevamo le za majhne signale naložene vrh konstantne napetosti U_0 :

$$\Delta I_{E,2} = \frac{\Delta U_{BE,2}}{r_E} \quad (2)$$

pri čemer je v našem primeru:

$$\Delta U_{BE,2} = U_{BE,2} - (-U_0) = -U_X \sin \omega t$$

in iz primerjave izrazov v (1) in definicije r_E (2) dobimo:

$$\Delta I_{E,2} = -I_{E,2,0} \frac{U_X}{U_T} \sin \omega t \quad \rightarrow \quad r_E = \frac{\Delta U_{BE,2}}{\Delta I_{E,2}} = \frac{U_T}{I_{E,2,0}}$$

kjer je $I_{E,2,0}$ kar tok, ki teče skozi Q_2 , če imamo namesto izvora izmenične napetosti kar kratkostično povezavo med emitorjema Q_1 in Q_2 . Na izhodu V, ki je $U_{C,2}$, bo napetost:

$$\begin{aligned} V = U_{C,2} &= U_+ - R_{C,2} I_{C,2} = U_+ - R_{C,2} I_{E,2} = U_+ - R_{C,2} I_{E,2,0} - R_{C,2} \Delta I_{E,2} \\ &= U_{C,2,0} - \frac{R_{C,2}}{r_E} \Delta U_{BE,2} \\ &= U_{C,2,0} + \frac{R_{C,2}}{r_E} U_X \sin \omega t \end{aligned}$$

Da bo torej amplituda 100 mV, bo moral biti $R_{C,2}$:

$$R_{C,2} = 100 r_E = 100 \frac{U_T}{I_{E,2,0}}$$

Denimo, da je $I_{E,2,0} = 1$ mA. Potem bo veljalo za $R_{E,2}$:

$$I_{E,2,0} = \frac{U_0 - U_-}{R_{E,2}} \quad \rightarrow \quad R_{E,2} = \frac{14,3 \text{ V}}{1 \text{ mA}} = 14,3 \text{ k}\Omega$$

Ob $U_T = 0,025$ V pri 300 K,

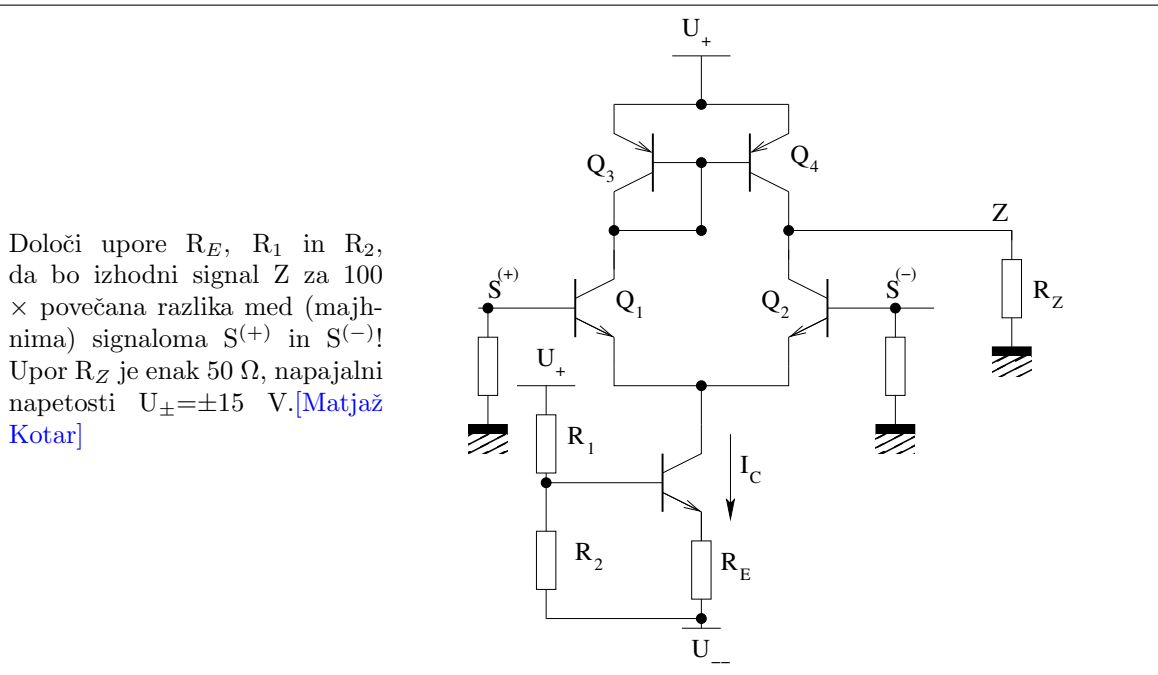
$$R_{C,2} = 100 \frac{0,025 \text{ mV}}{1 \text{ mA}} = 2,5 \text{ k}\Omega$$

Preverimo še $U_{C,2,0}$:

$$U_{C,2,0} = U_+ - R_{C,2} I_{E,2,0} = 15 \text{ V} - 2,5 \text{ k}\Omega \cdot 1 \text{ mA} = 12,5 \text{ V}$$

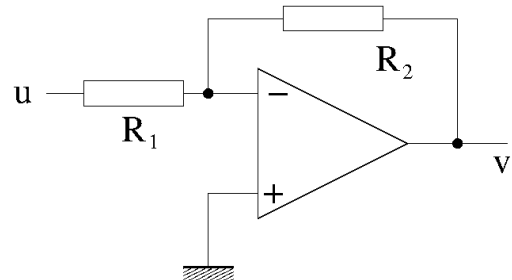
kar postavlja tranzistor v pravilno območje delovanja ($U_{C,2} > U_{E,2}$), tako da vse zgornje trditve držijo.

Preprosta rešitev, ki ne upošteva premika U_0 zaradi hkratnega gretja obeh tranzistorjev! Ko segrejemo tranzistor za 20° C, bo r_E zrasel za 10%. Ker se $R_{C,2}$ ne spreminja s temperaturo, bo tudi ojačanje manjše za taistih 10 %!

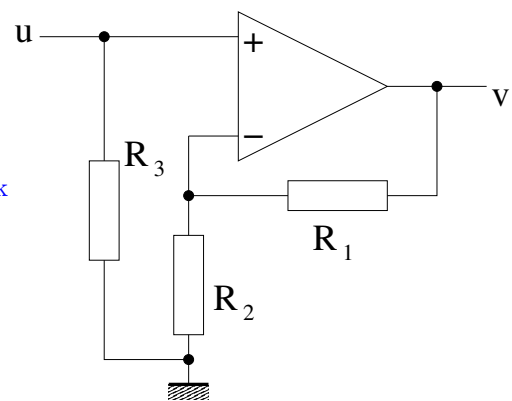


7. maj

- Določi še parametre tokovnega izvora iz prejšnje naloge! [Rovanšek]

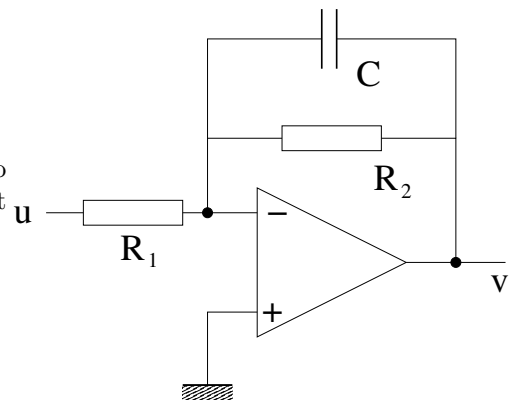


- Določi R_1 in R_2 , tako da bo ojačanje 10! [Jure Bijec]



- Kakšno je ojačanje vezja? Zakaj rabimo R_3 ? [Rok Zelinšček]

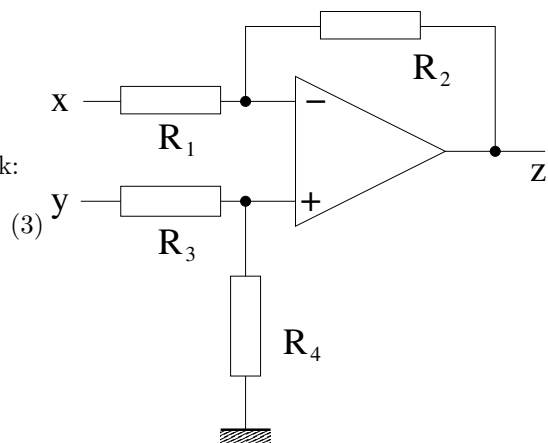
- Določi prenosno funkcijo vezja na sliki. Za frekvenčno okno široko 100 kHz določi kapaciteto C , če je upornost $R_2=10\text{ k}\Omega$. [Matic Smodiš]



- Določi upore R_1, R_2, R_3 in R_4 , da bo izhod z enak:

$$z = 2(y - x)$$

[Miha Markelj]



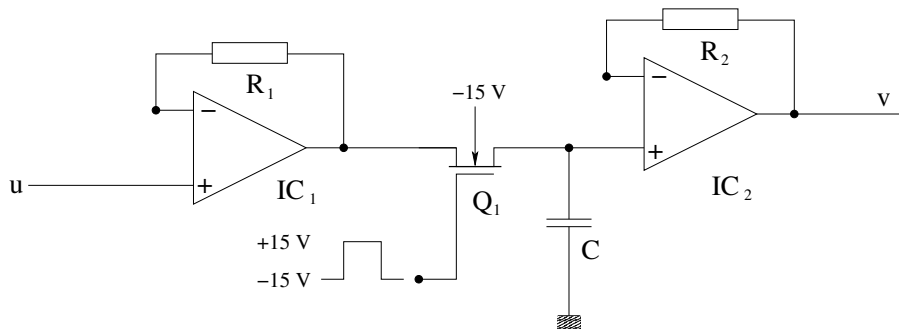
14. maj

Določi odvisnost spreminjanja toka I_{DS} v odvisnosti od U_{DS} za majhne napetosti U_{DS} . Pred-

- postavi kvadratično odvisnost do meje $U_{DS}=U_{GS}-U_T=\Delta$ in konstanten tok $I_{DS}=k(U_{GS}-U_T)^2$ za večje napetosti U_{DS} .
- Določi upor R_S , da bo tokovni izvor iz n-kanalnega JFET požiral tok 1 mA. Podatki za tranzistor $I_{DSS}=0.5\text{ mA}$, $U_T=-2\text{ V}$.

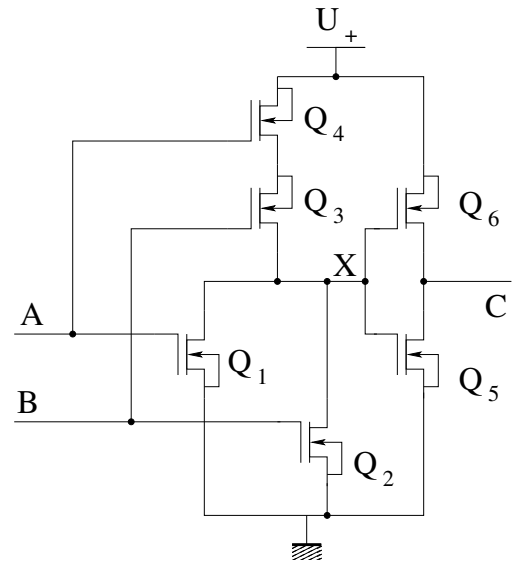
Vezje na sliki predstavlja preprosto realizacijo principa VZORČI IN DRŽI (ang. SAMPLE & HOLD). Oцени:

1. Kakšna je največja strmina, ki ji vezje še lahko sledi, če je največji tok, ki ga daje IC_1 , omejen na 10 mA? $C=0.01\ \mu\text{F}$.
2. Če je $R_{(ON)}=50\ \Omega$, kakšna je napaka na signalu, ko ima ta strmino $0,1\text{ V}/\mu\text{s}$?
3. Če IC_2 in Q_1 v zaprtem načinu prepuščata 1 nA, koliko bo padel signal v 1 ms?



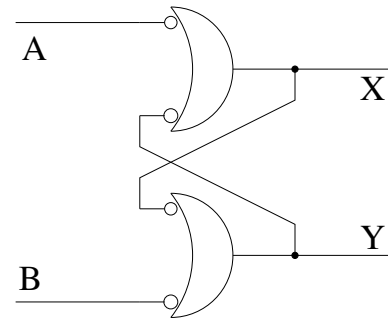
21. maj

- MOSFET kot digitalno stikalo: Na sliki je vezje ki vhodoma A in B priredi vrednost izhoda C. Signali A, B in C so logični signali - napetost okrog 0 V pripada logični vrednosti 0, napetost okrog U_+ pa je logična 1. Tranzistorji Q so MOSFETi; Q_1, Q_2 in Q_5 so tipa n, Q_3, Q_4 in Q_6 pa tipa p. Za MOSFET tipa n je U_T pozitivna, za tip p je negativna; po velikosti je ravno med 0 in U_+ . Zapiši logično funkcijo za C. Za katera logična vrata gre? [Tjaš Savarin]



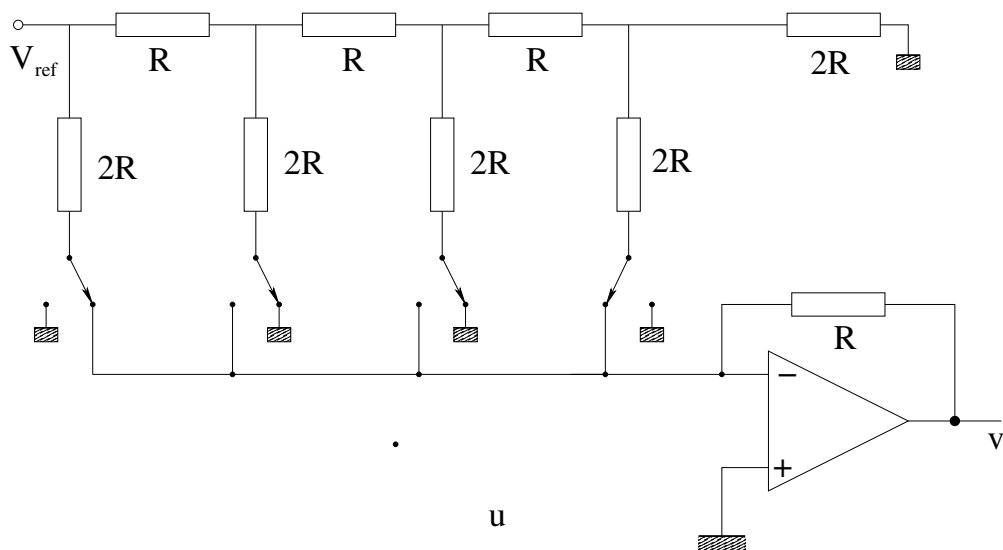
- Z uporabo Karnaughjevih diagramov sestavi vezje, ki od vseh 3-bitnih števil izbere praštevila! [Jure Bijec]

- Vezje na sliki je preprosta realizacija RS flip-flopa. Zapiši resničnostno tabelo in identificiraj vhode R in S ter izhode Q in \bar{Q} . [Matjaž Kotar]



28. maj

- Naredi dvo-bitni števec s kontrolo. Ko je kontrola 0, šteje števec običajno ($00 \rightarrow 01 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow \dots$). Če pa je kontrola 1, šteje števec nazaj ($11 \rightarrow 10 \rightarrow 01 \rightarrow 00 \rightarrow \dots$). Uporabi par D flip-flopov in si pomagaj s Karnaughjevimi diagrami. [Matic Smodiš]



- Določi vse tokove v vezju na sliki! Katero funkcijo opravlja vezje za različne lege stikal? [\[Matjaž Kotar\]](#)

28.maj

- Sinusni signal z amplitudo 1 V in krožno frekvenco 500 krad/s vzorčimo z 8-bitnim ADC pretvornikom z vhodnim intervalom med -1.5 V in 1.5 V s hitrostjo vzorčenja milijon vzorcev na sekundo (1 MSample/s). Zapiši prvih 10 pretvorb, ki jih obdelata pretvornik. Kako naj ADC predstavi negativna števila? [\[Markelj\]](#)