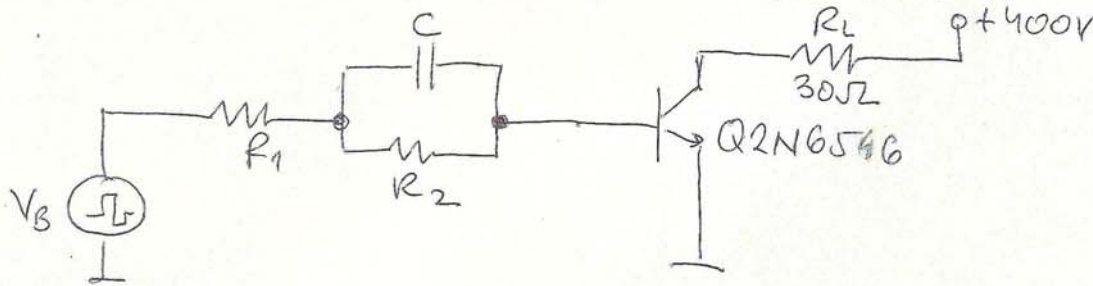


ЗАДАЧА 7

(1)

Дано: схема холостого хода БJT Q2N6546 (15A/400V). Транзистор усиливает сигнал от генератора $R_L = 30 \Omega$, при напряжении $+V_{CC} = 400V$. Потребно холостое напряжение из мкп. источника $V_B (-5V/+15V)$. Задача: определить и найти оптимальные параметры транзистора. Когда бы была оптимальная транзистора и ее мощность можно бы найти холост. $C = 330 \mu F$ и ее холостое $C^* = 1 \mu F$.

Потери о транзисторе Q2N6546: $V_{CES} \approx 0,4V$, $\beta^* = 7$.
 $V_{CEO} = 400V$, $I_C = 15A$, $V_{BES} = 0,8V$, $I_{Bmax} = 6,5A$.



Решение:

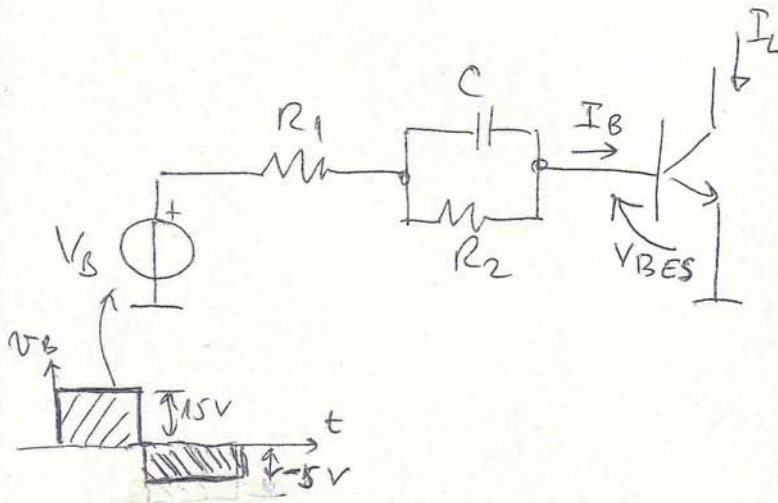


Схема отключения:

$$I_L = \frac{V_{CC} - V_{CES}}{R_L}$$

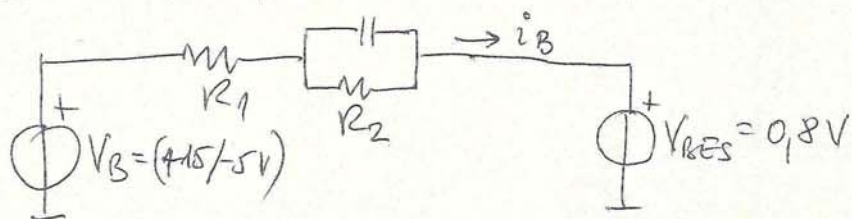
$$I_L = \frac{400 - 0,4}{30} = 13,33A$$

$$I_B = \frac{I_L}{\beta} = 1,9A \rightarrow \text{нельзя}$$

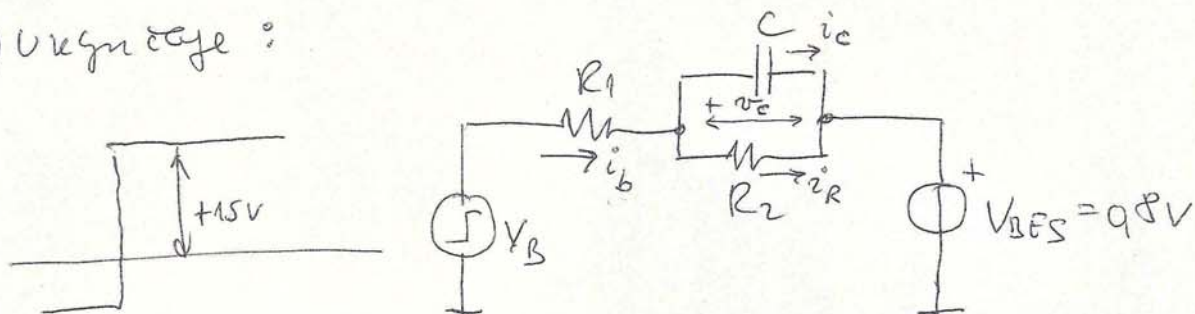
$$\underline{\underline{I_B = 2A}}$$

Аналіза робочого режиму

2



A) Укриття:



$$V_B - V_{BEES} = R_1 i_b + v_c$$

$$i_c = C \frac{dv_c}{dt} \quad i_R = \frac{v_c}{R_2}$$

$$i_b = i_c + i_R$$

$$i_b = \frac{v_c}{R_2} + C \frac{dv_c}{dt}$$

$$V_B - V_{BEES} = R_1 \left[\frac{v_c}{R_2} + C \frac{dv_c}{dt} \right] + v_c$$

$$V_B - V_{BEES} = \frac{R_1}{R_2} v_c + R_1 C \frac{dv_c}{dt} + v_c$$

$$V_B - V_{BEES} = R_1 C \frac{dv_c}{dt} + v_c \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

$$V_B - V_{BEES} = R_1 C \frac{dv_c}{dt} + \frac{R_1 + R_2}{R_2} v_c$$

$$\frac{R_1 R_2 \cdot C}{R_1 + R_2} \cdot \frac{dv_c}{dt} + v_c = \frac{V_B - V_{BEES}}{R_1 + R_2} \cdot R_2$$

$$\frac{R_1 R_2 \cdot C}{R_1 + R_2} = R_e \cdot C = \tau_1 \quad (\text{врем. константа при укритті}).$$

U početnom momentu $U_c(0) = 0$

(3)

U trenutku $t \rightarrow \infty$ $U_c(\infty) = \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} \cdot R_2$

Osim toga određujemo napon na C u intervalu između ovih dva prethodna.

$$U_c(t) = A e^{-\frac{t}{\tau_1}} + B$$

$$t = 0 \quad U_c(0) = 0 \Rightarrow A + B = 0$$

$$t \rightarrow \infty \quad U_c(\infty) = \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} \cdot R_2 = A e^{-\infty} + B$$

$$B = \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} \cdot R_2 \quad A = -B = -\frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} \cdot R_2$$

$$U_c(t) = \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} \cdot R_2 \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}} \right) \quad \tau_1 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot C$$

Štirnova jednačina

$$i_{C(t)} = C \cdot \frac{dU_c}{dt} = C \cdot \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} \cdot R_2 \cdot \frac{1}{\tau_1} e^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

$$i_c(t) = R_2 C \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_1 R_2 C} \cdot \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_1}}$$

$$i_c(t) = \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1} e^{-\frac{t}{\tau_1}} \quad \text{u } t = 0^+$$

$$i_c(0) = \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1}$$

$$i_c(\infty) = 0$$

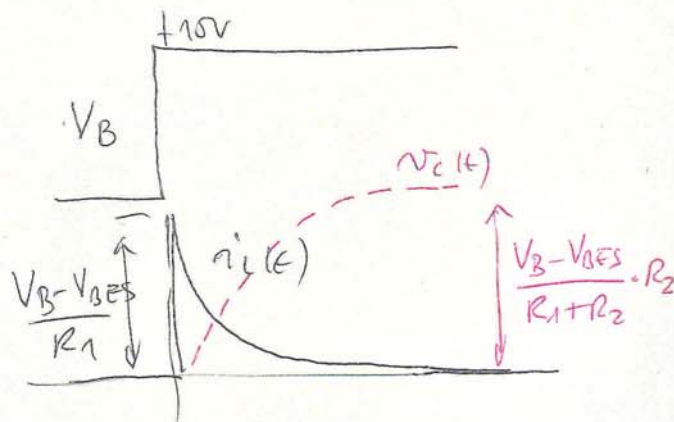
STRUKTURA BAZE REDUKCIJATA

(4)

$$i_b(t) = i_c(t) + i_R(t) = i_c(t) + \frac{v_c(t)}{R_2}$$

$$t \rightarrow \infty \quad i_b(\infty) = i_c(\infty) + \frac{v_c(\infty)}{R_2}$$

$$= 0 + \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} \cdot R_2 \cdot \frac{1}{R_2} = \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2}$$



POSTO JE MAXIMALNA
BIZNA STRUKTURA $I_{Bmax} = 6,5A$

$$\frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} + \frac{V_B - V_{BE5}}{R_1} = 6,5A$$

NOMINALNA BIZNA STRUKTURA
 $I_B = 2A$

$$\frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} = 2A$$

IZ GORNJE DVE JEDNAKOSTI
JE DOBATA DA JE

$$\frac{V_B - V_{BE5}}{R_1} = 6,5 - 2 = 4,5A$$

$$R_1 = \frac{V_B - V_{BE5}}{4,5} = \frac{15V - 0,8}{4,5}$$

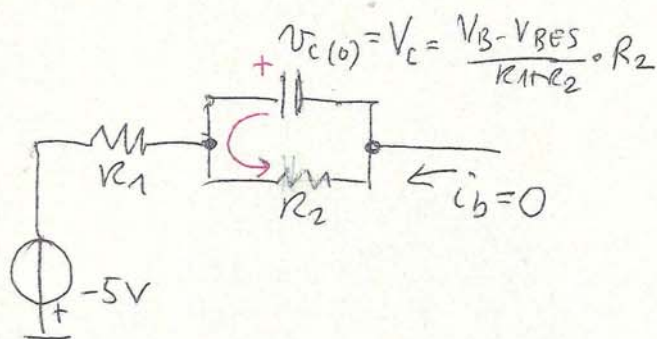
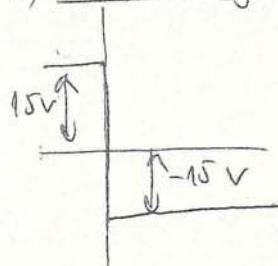
$$R_1 = 3,1 \Omega$$

JAKA VREDNOST IZRAČUNATI VREDNOST R_2 IZ
MOMENT

$$\frac{V_B - V_{BE5}}{R_1 + R_2} = 2A \Rightarrow R_2 = \frac{V_B - V_{BE5}}{2A} - R_1$$

$$R_2 = \frac{15 - 0,8}{2} - 3,1 = 4 \Omega$$

B) Skupčenie:



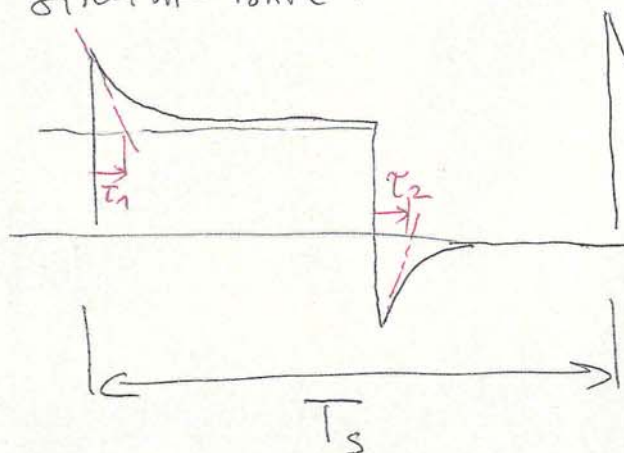
5

Keďže priemerovo negatívny napätie $V_B = -5V$ brúza BME postojíe zónaka $\emptyset$ (obstanať sa spoj B-E nantivka iuzno poutvón). Tada se uvažua tar c pázni zónu kot oíor R_2 sa vneuo: napia $\frac{V_B - V_{BE}}{R_1 + R_2} \cdot R_2$ na vneuo $\emptyset$, fuziu pázua uoa se dnt na sukí oíe (cvea umá) vneuo uoíuua tog pázua se

$$\tau_2 = R_2 C$$

Maximálna kmit učestvost se odveua sa Dve vneuo uoíuua $\tau_1 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot C$ i $\tau_2 = R_2 C$

Signál BME:



MAX kmit učestvost
↓

Min. perióda BME stuje

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f \rightarrow f_{max} \Rightarrow T \rightarrow T_{min}$$

Minimálna perióda moka BME zónaka $T_{min} = 5\tau_1 + 5\tau_2$

$$T_{min} = 5(\tau_1 + \tau_2)$$

$$f_{\max} = \frac{1}{T_{\min}} = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{\tau_1 + \tau_2}$$

$$f_{\max} = 0,2 \cdot \frac{1}{\tau_1 + \tau_2}$$

$$\tau_1 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \cdot C$$

$$\tau_2 = R_2 C$$

$$\text{ZA } C = 330 \text{ nF}$$

$$\tau_2 = 4 \cdot 330 \text{ n}$$

$$\tau_2 \approx 1,3 \mu\text{s}$$

$$R_1 = 3,1 \Omega$$

$$R_2 = 4 \Omega$$

$$\tau_1 = \frac{3,1 \cdot 4}{3,1 + 4} \cdot 330 \text{ nF} = 576,33 \text{ ns} \rightarrow 0,57633 \mu\text{s}$$

$f_{\max}$ u ovoj funkciji

$$f_{\max} = 0,2 \cdot \frac{1}{1,3 \mu\text{s} + 0,576 \mu\text{s}} \approx 106,6 \text{ kHz}$$

$$\text{ZA } C^* = 1 \mu\text{F}$$

$$\tau_2 = 4 \cdot 1 \mu = 4 \mu\text{s}$$

$$\tau_1 = \frac{3,1 \cdot 4}{3,1 + 4} \cdot 1 \mu = 1,746 \mu$$

$$f_{\max}^* = 0,2 \cdot \frac{1}{4 \mu\text{s} + 1,746 \mu\text{s}} = 0,03 \cdot 10^6 = \underline{\underline{34,8 \text{ kHz}}}$$

Zaključci:

* Koristićemo većeg kondenzatora se značajno smanjuje vreme uspostavljanja i isključivanja, ali se povećava potrebna kapacitivna (više potrebno u simulaciji)

* Da bi isključili i isključili opterećenje 30Ω , pri napona 400 V DC (snaga $\frac{400^2}{30} = 5,33 \text{ kW}$) potrebno se u ovom slučaju koristiti 14 W ($(R_1 + R_2) \cdot 2A = (3,1 + 4) \cdot 2 \approx 14 \text{ W}$)