

Elektronika

Auditorne vježbe 10

Pojačala s bipolarnim tranzistorom

- Ulazni signal:

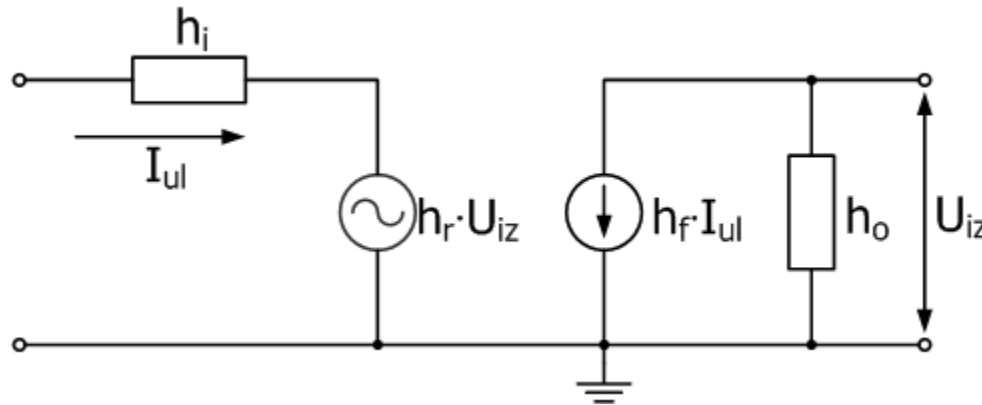
- Izmjenični signal
- Mala amplituda
- Srednja frekvencija (~ 1 kHz)

tzv. **dinamička analiza**

- Ulaz: 2 elektrode
 - Izlaz: 2 elektrode
 - Spojevi pojačala:
 - Pojačalo u spoju zajedničkog emitera (ZE)
 - Pojačalo u spoju zajedničke baze (ZB)
 - Pojačalo u spoju zajedničkog kolektora (ZC)
- => 1 elektroda je **zajednička!**

Nadomjesni model BJT u dinamičkim uvjetima

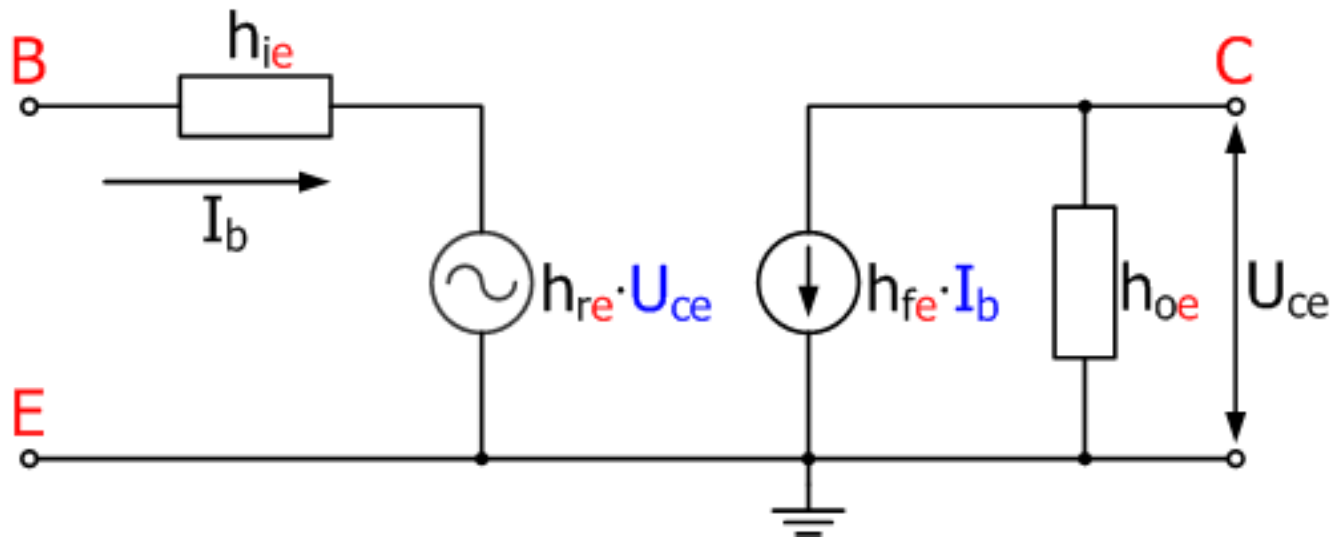
- Uvjet: mali signal i srednje frekvencije
- Nadomjesni model: **hibridni (h) model**



- Hibridni parametri:
 - h_i – **ulazni otpor** uz kratko spojeni izlaz
 - h_r – faktor **naponskog povratnog djelovanja** uz otvoreni ulaz
 - h_f – faktor **strujnog pojačanja** uz kratko spojeni izlaz
 - h_o – **izlazna vodljivost** uz otvoreni ulaz

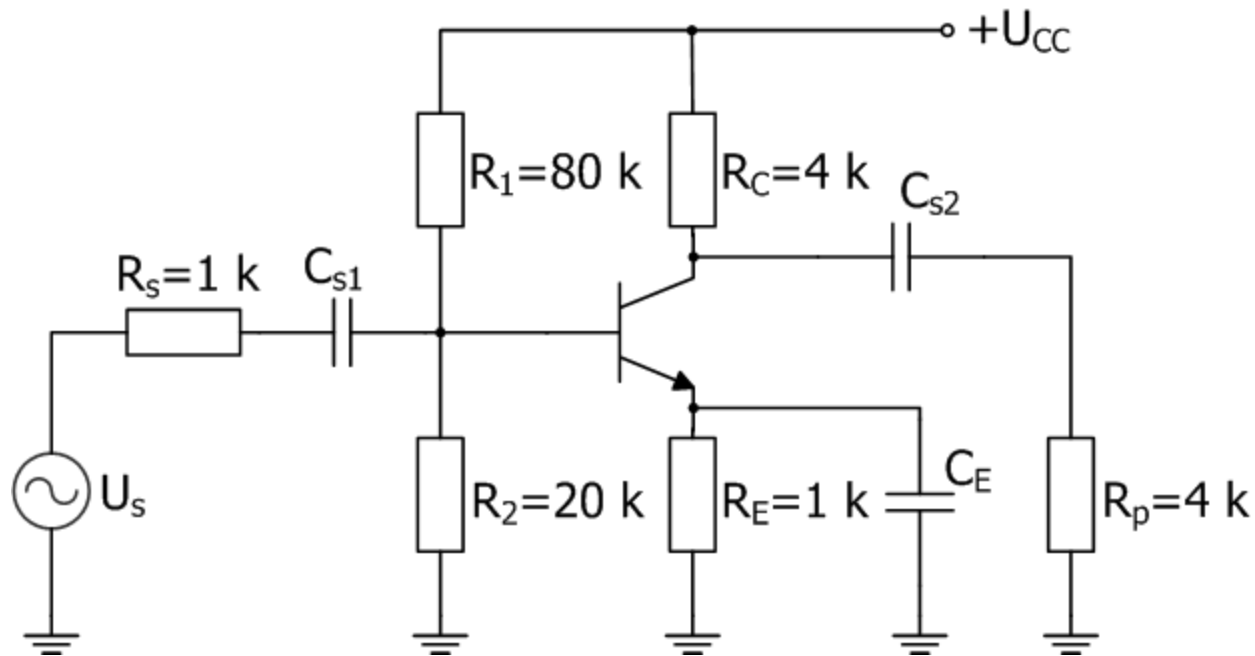
Pojačalo u spoju ZE

- Ulaz: baza
- Izlaz: kolektor

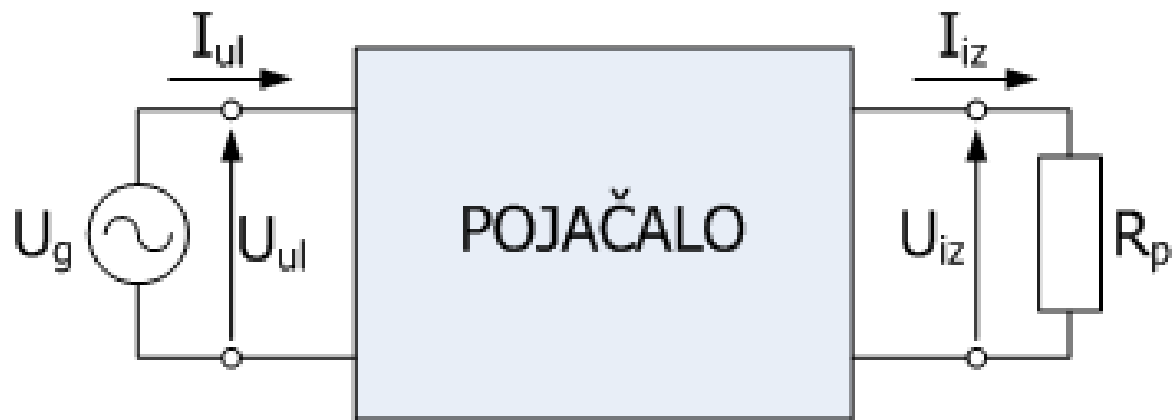


Zadatak 41.

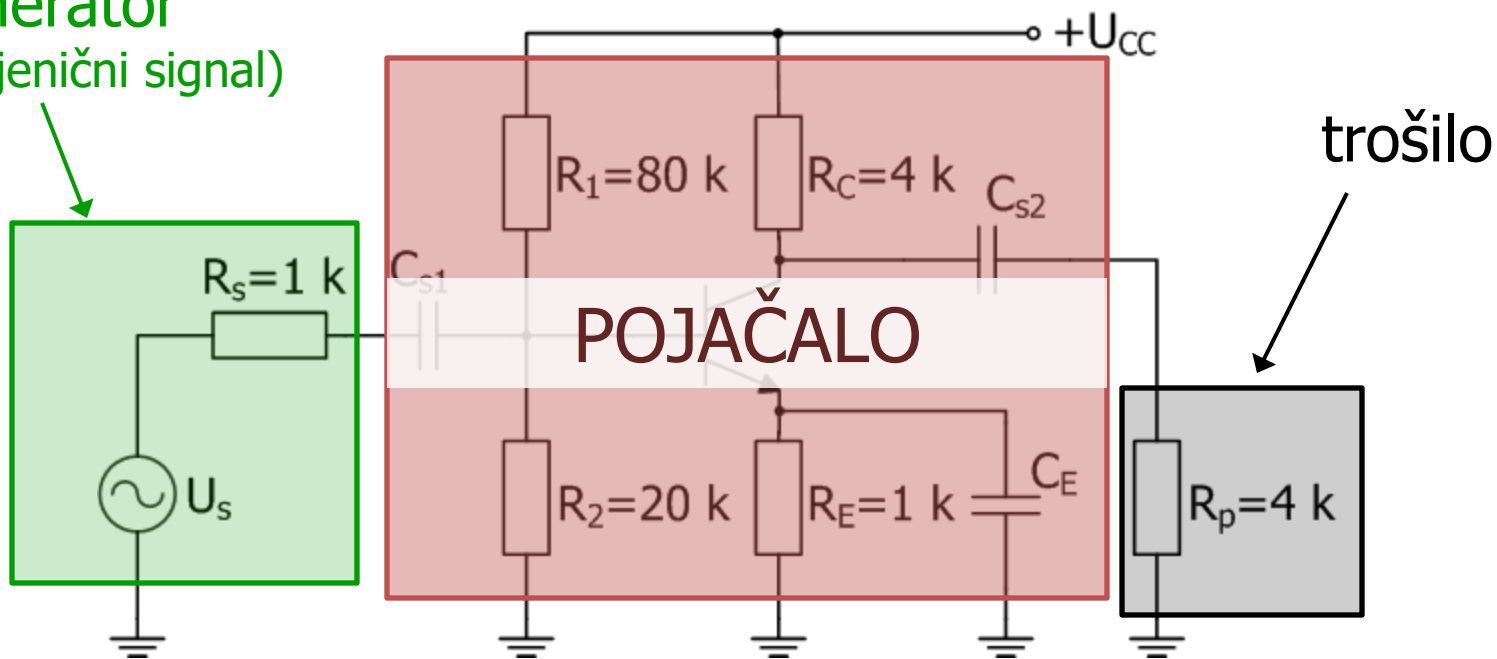
- Odrediti strujno i naponsko pojačanje te ulazne i izlazne otpore tranzistora i sklopa za pojačalo prikazano na slici. Poznato je: $h_{ie}=1\text{ k}\Omega$, $h_{fe}=100$, $h_{oe}=25\cdot 10^{-6}\text{ S}$, $h_{re}=2\cdot 10^{-4}$.



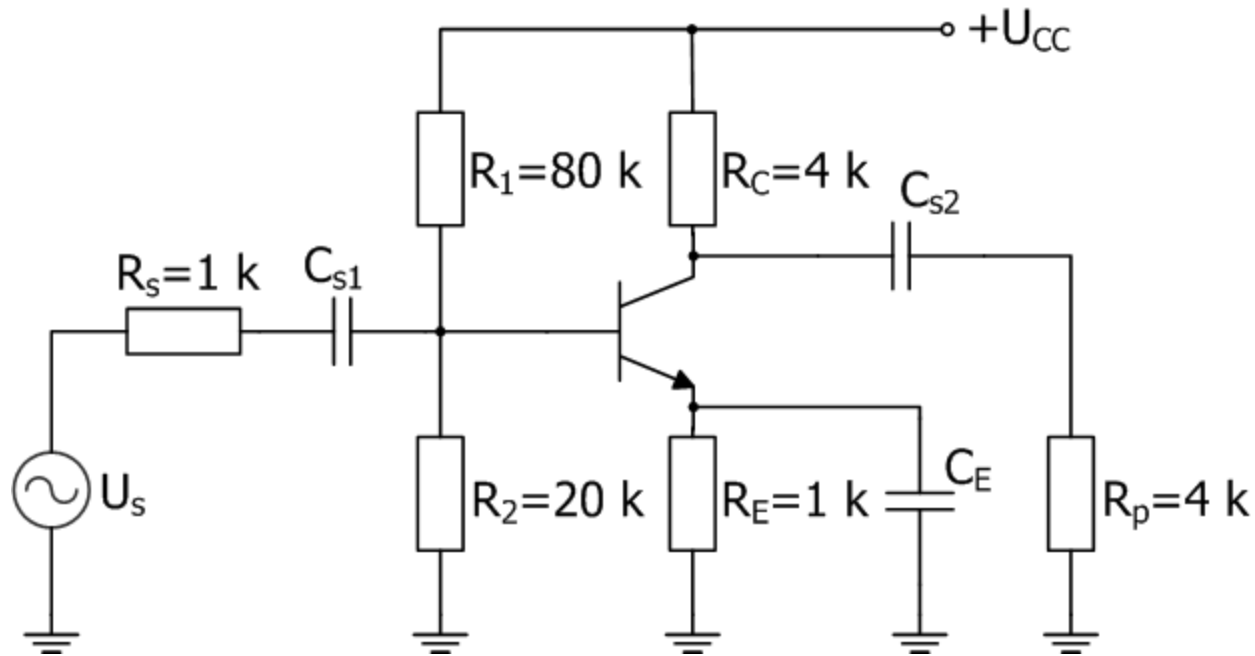
ZADATAK 41



generator
(mali izmjenični signal)

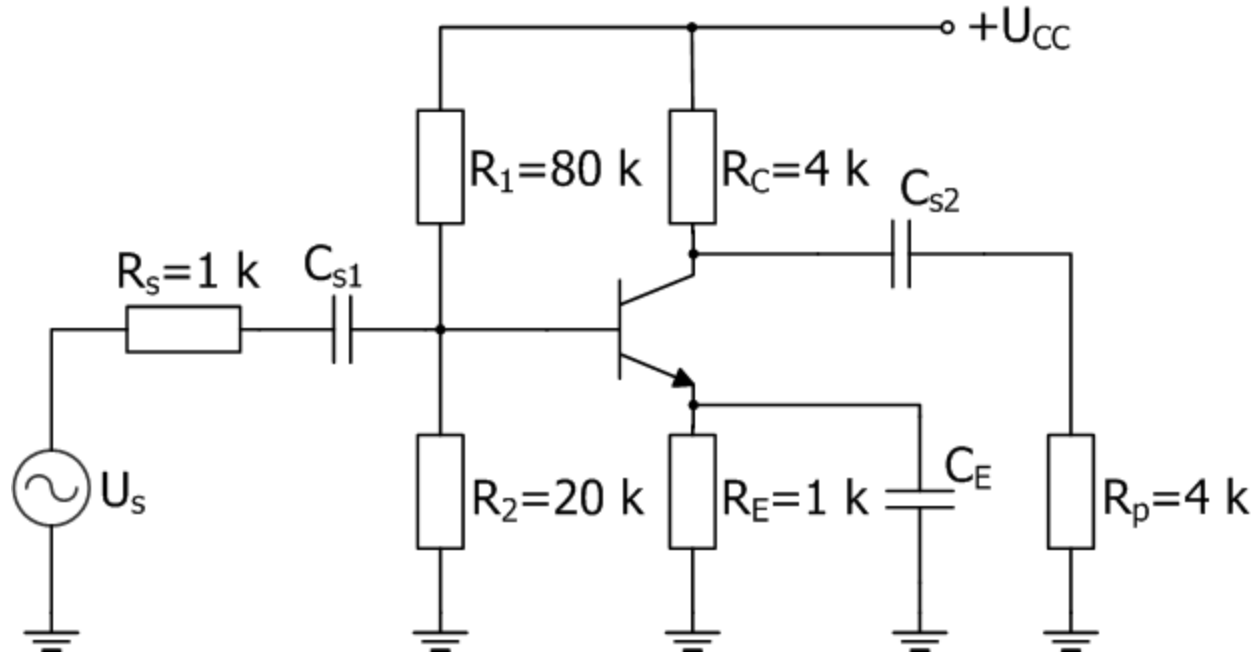


ZADATAK 41



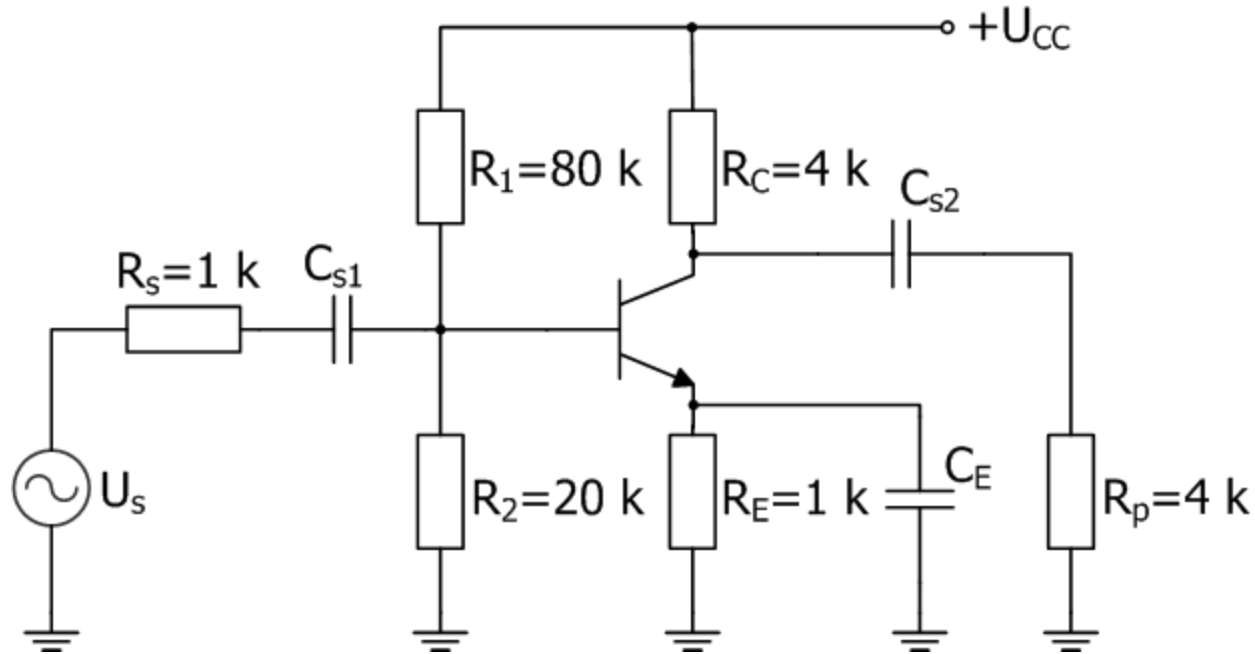
- Pitanja:
 - Koliko u mreži ima izvora? Koji su to izvori?
 - Čemu služi U_{CC} ?
 - Kolika je impedancija kondenzatora?
 - Kako se ponašaju kondenzatori u DC, a kako u AC uvjetima?

ZADATAK 41



- Još malo pitanja:
 - Koja je uloga kondenzatora C_{s1} i C_{s2} ?
 - Koja je uloga kondenzatora C_E ?
 - ... i konačno...
 - Kojom metodom riješiti mrežu?

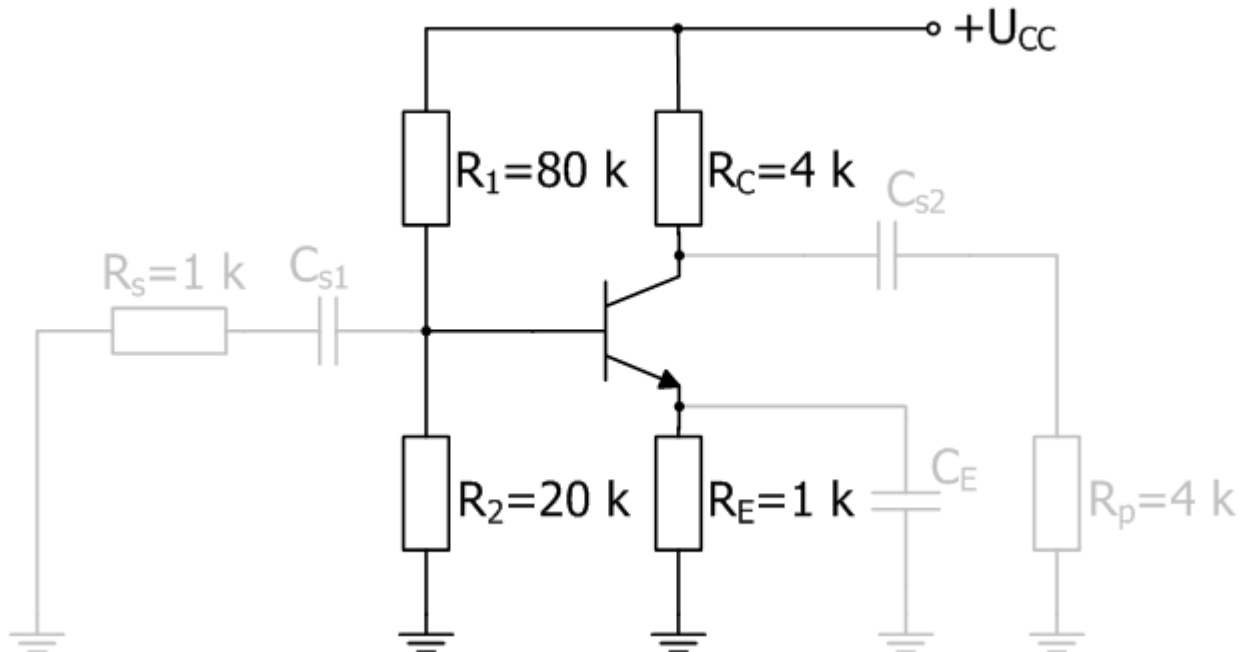
ZADATAK 41



- Metoda **superpozicije**:
 1. Isključiti U_s i riješiti mrežu za **statičke** uvjete (U_{CC})
 2. Isključiti U_{CC} i riješiti mrežu za **dinamičke** uvjete (U_s)

ZADATAK 41

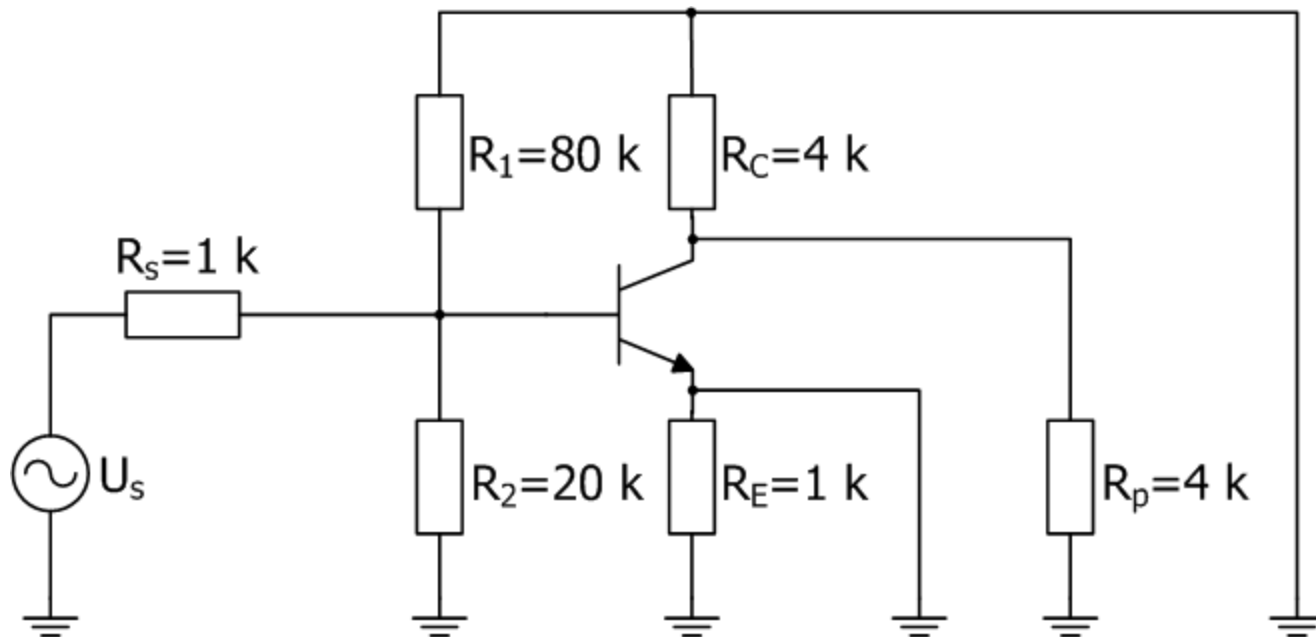
- U **DC** uvjetima otpor kondenzatora $\rightarrow \infty$



- \Rightarrow Zadatak 36

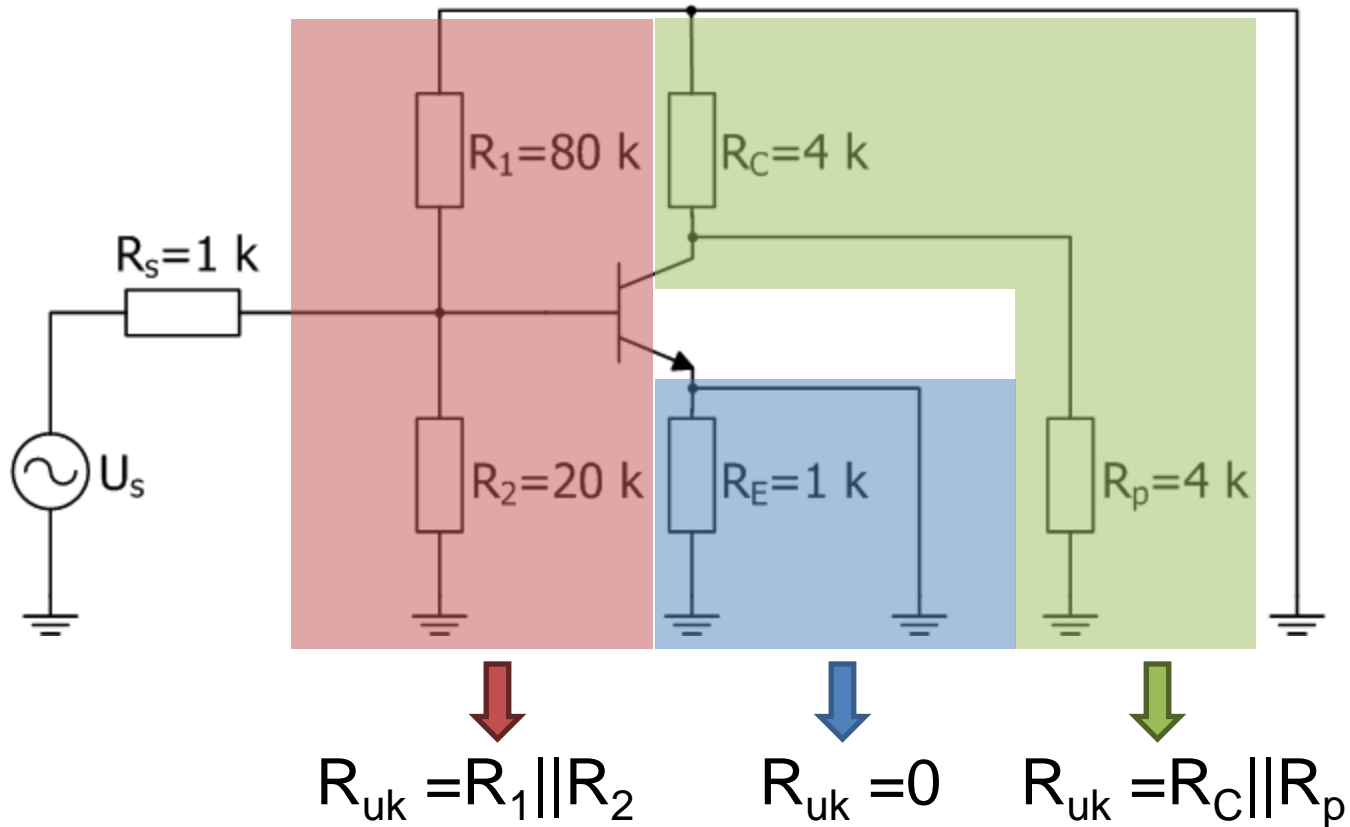
ZADATAK 41

- U **AC** uvjetima otpor kondenzatora $\rightarrow 0$

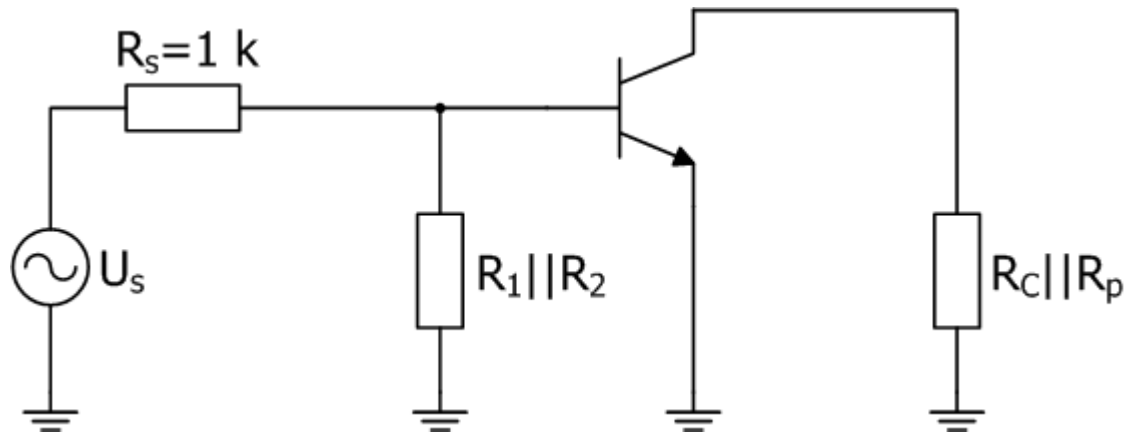


ZADATAK 41

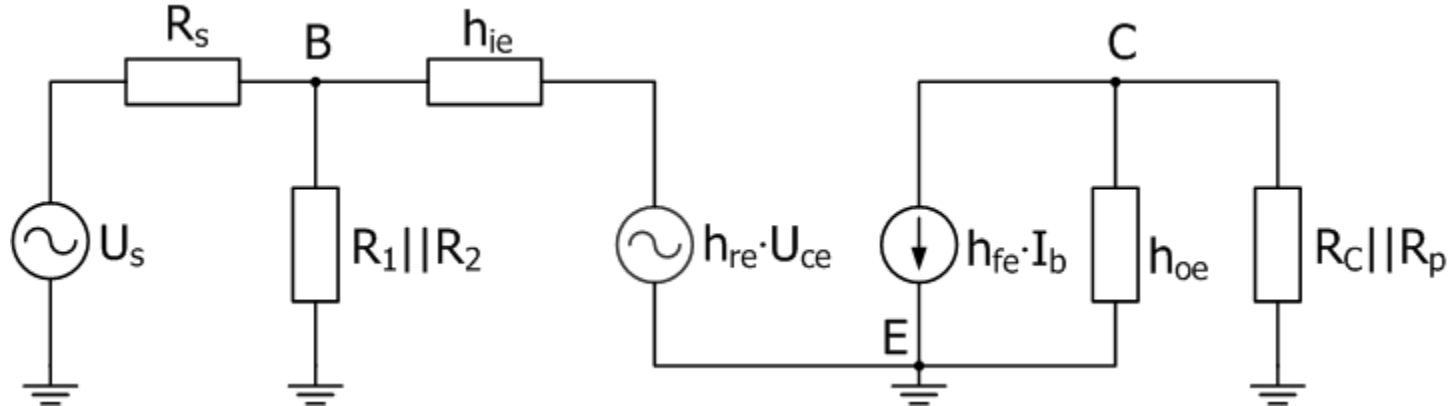
- U **AC** uvjetima otpor kondenzatora $\rightarrow 0$



ZADATAK 41



- Primjenom hibridnog nadomjesnog modela BJT:

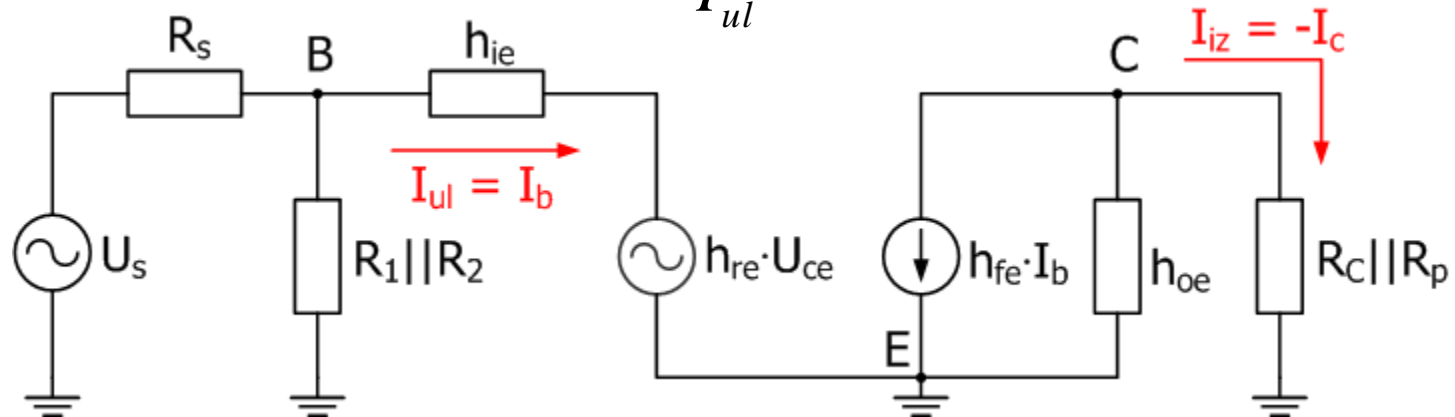


ZADATAK 41

- Potrebno je izračunati:

- Strujno pojačanje A_I
- Naponsko pojačanje A_V
- Ulazni otpor R_{ul}
- Izlazni otpor R_{iz}

- Strujno pojačanje $A_I = \frac{I_{iz}}{I_{ul}}$



Zadatak 41.

✓ Rješenje:

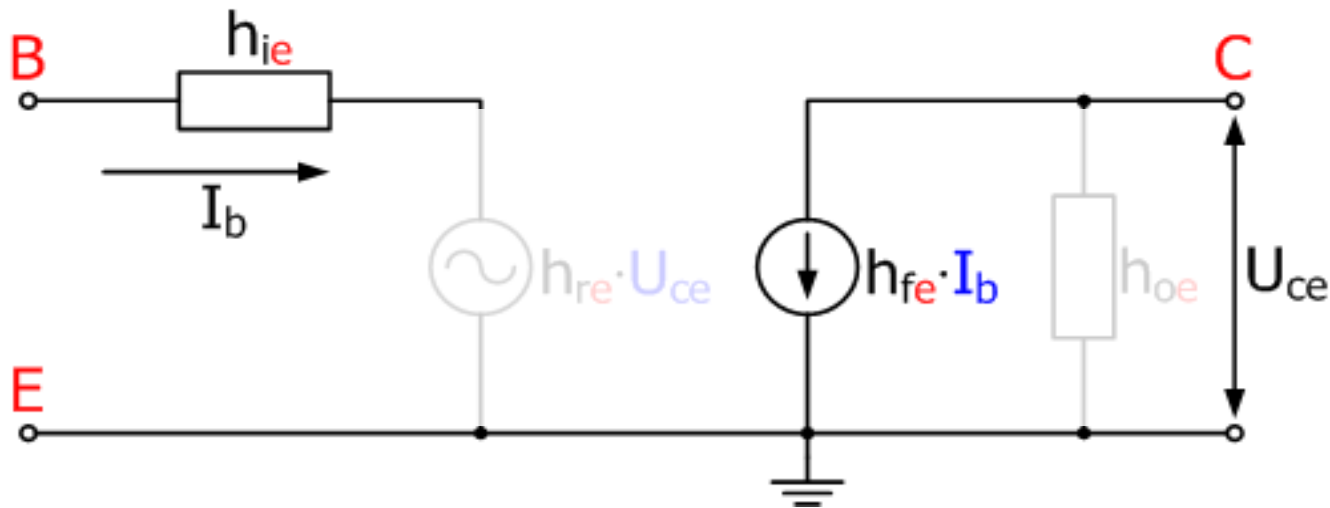
- $R_B = 16 \text{ k}\Omega$; $R_p' = 2 \text{ k}\Omega$; $R_s' = R_s \parallel R_B = 941 \text{ }\Omega$
- $A_i = -95,2$
- $R_{ul} = 962 \text{ }\Omega$; $R_{ul}' = 907 \text{ }\Omega$;
- $A_v = -198$
- $R_{iz} = 68,04 \text{ k}\Omega$; $R_{iz}' = 3,78 \text{ k}\Omega$.

Osnovna svojstva pojačala u spoju ZE

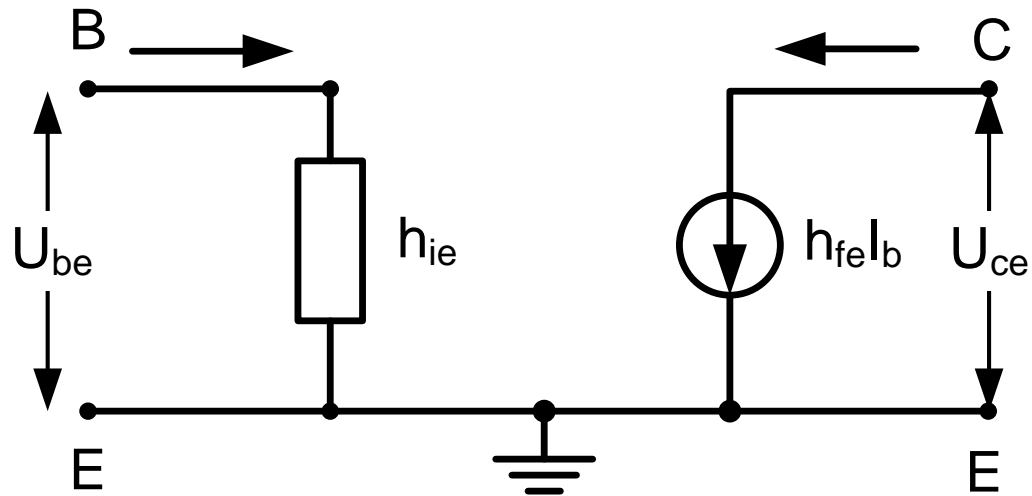
- Strujno pojačanje je negativno i reda veličine 10^2
- Naponsko pojačanje je negativno i reda veličine 10^2
- Ulazni otpor tranzistora je malo manji od h_{ie}
- Izlazni otpor tranzistora je relativno velik

Idealizirani hibridni model tranzistora

- Ako je:
 - $h_{oe}R_p < 0,1 \Rightarrow h_{oe}$ se može zanemariti
 - $h_{re}U_{ce} \ll U_{be} \Rightarrow h_{re}U_{ce}$ se može zanemariti

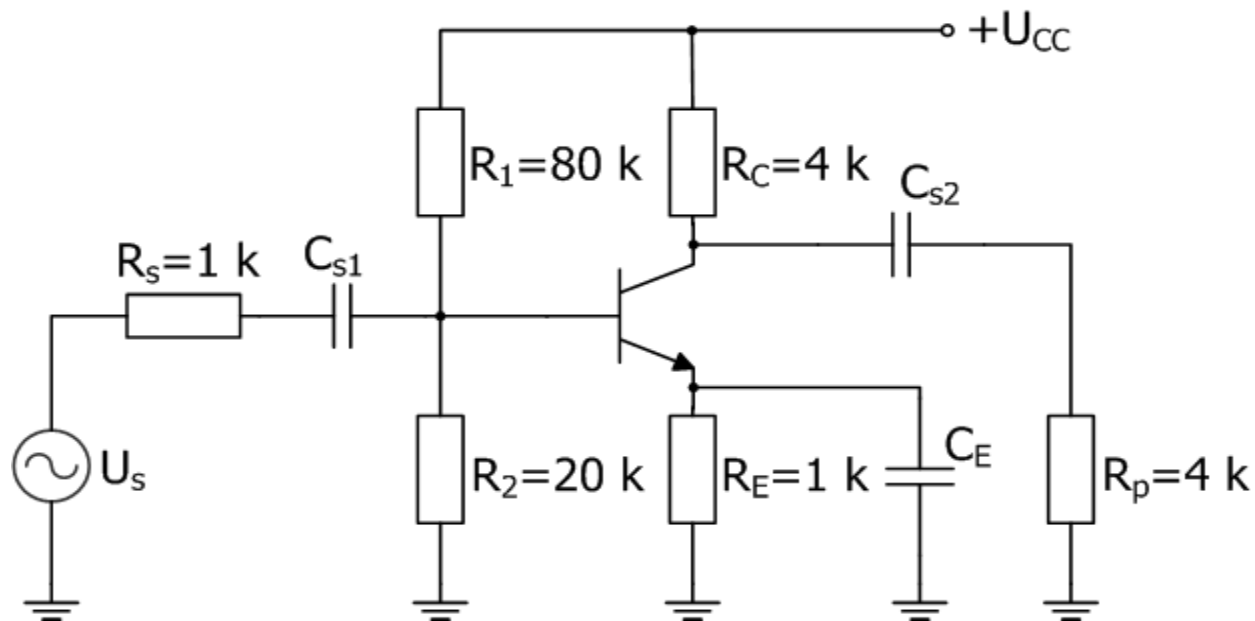


Idealizirani hibridni model tranzistora



Zadatak 42.

- Odrediti strujno i naponsko pojačanje te ulazne i izlazne otpore tranzistora i sklopa za pojačalo prikazano na slici. Poznato je: $h_{ie}=1\text{ k}\Omega$, $h_{fe}=100$, $h_{oe}=25\cdot 10^{-6}\text{ S}$, $h_{re}=2\cdot 10^{-4}$. Zadatak riješiti i za slučaj bez priključenog kondenzatora C_E . Primijeniti idealizirani hibridni model.



Zadatak 42.

✓ Rješenje:

$$R_B = 16 \text{ k}\Omega; R_p' = 2 \text{ k}\Omega$$

a) Kondenzator C_E je priključen:

- $A_I = -100$
- $R_{ul} = 1 \text{ k}\Omega; R_{ul}' = 941 \text{ }\Omega$;
- $A_V = -200$
- $R_{iz} \rightarrow \infty; R_{iz}' = R_C = 4 \text{ k}\Omega$

b) Kondenzator C_E je isključen:

- $A_I = -100$
- $R_{ul} = 102 \text{ k}\Omega; R_{ul}' = 13,8 \text{ k}\Omega$;
- $A_V = -1,96$
- $R_{iz} \rightarrow \infty; R_{iz}' = R_C = 4 \text{ k}\Omega$