

**Priprema za 3.MI - Sklopovi s bipolarnim tranzistorima**

(9. poglavlje Elektronike1 2006/2007 )

**SADRŽAJ**

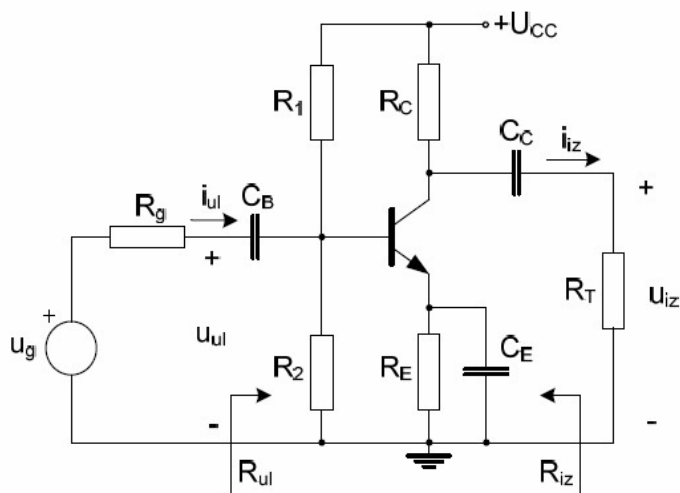
- 1) Spojevi pojačala s bipolarnim tranzistorima
- 2) Određivanje statičke radne točke ( $I_{BQ}$ ,  $I_{CQ}$ ,  $U_{BEQ}$ ,  $U_{CEQ}$ )
- 3) Određivanje dinamičkih parametara ( $r_{be}$ ,  $r_{ce}$ ,  $g_m$ )
- 4) Određivanje parametara tranzistora ( $A_v$ ,  $A_{vg}$ ,  $A_i$ ,  $R_{ul}$ ,  $R_{iz}$ )
- 5) Par napomena za kraj

**1) SPOJEVI POJAČALA****1.1) Pojačalo u spoju zajedničkog emitera (ZE):****1.1.1) Kako prepoznati pojačalo u spoju zajedničkog emitera?**

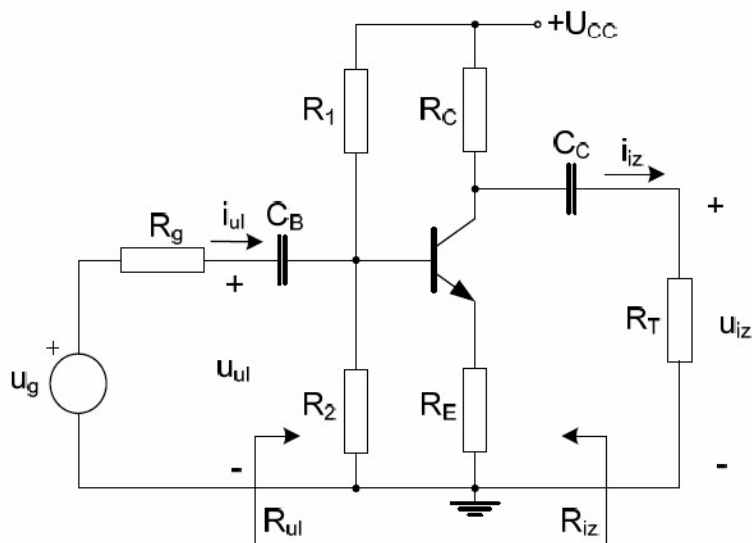
Jednostavno, pogledati shemu i vidjeti na što su spojeni ulaz i izlaz pojačala. U ovom slučaju ulaz je spojen na bazu tranzistora a izlaz na kolektor tranzistora te im je zajednički priključak emiter.

**1.1.2) Pojačalo u spoju zajedničkog emitera (bez  $R_E$ )**

Pod pojmom bez  $R_E$ -a se ne misli da se otpornik  $R_E$  ne nalazi u shemi nego da ga pri dinamičkoj analizi kondenzator  $C_E$  prespaja, te se svi proračuni za  $A_v$ ,  $A_{vg}$ ,  $A_i$ ,  $R_{ul}$  i  $R_{iz}$  rade kao da tog otpornika ni nema u shemi.

**1.1.3) Pojačalo u spoju zajedničkog emitera (sa  $R_E$ )**

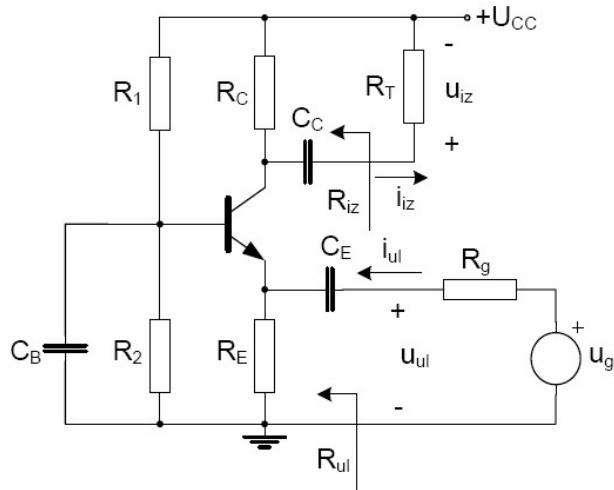
U ovom spoju nema kondenzatora  $C_E$  te je emiter preko  $R_E$ -a spojen na masu.



**1.2) Pojačalo u spoju zajedničke baze (ZB):**

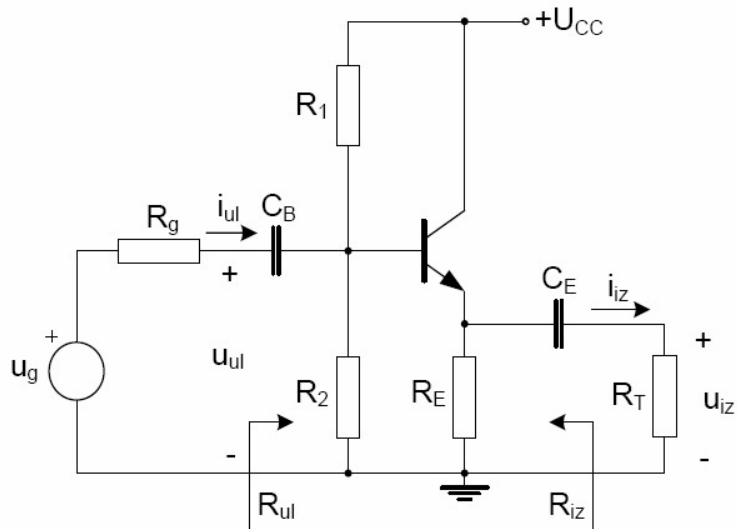
1.2.1) Kako prepoznati pojačalo u spoju zajedničke baze?

Jednostavno, pogledati shemu i vidjeti na što su spojeni ulaz i izlaz pojačala. U ovom slučaju ulaz je spojen na emiter tranzistora a izlaz na kolektor tranzistora te im je zajednički priključak baza.

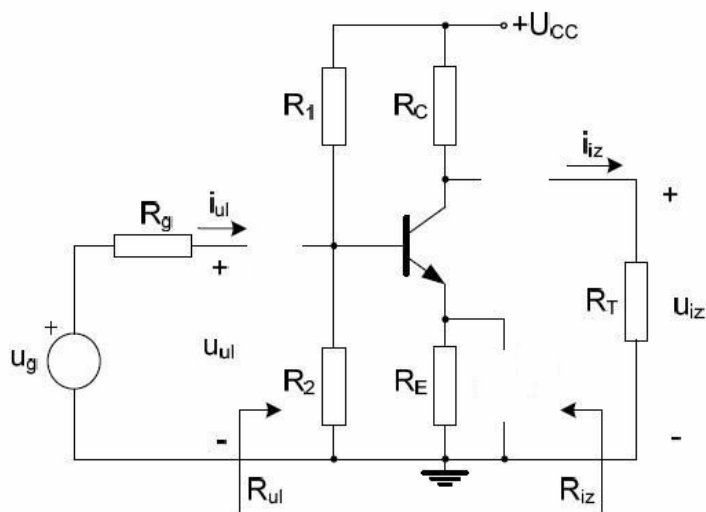
**1.3) Pojačalo u spoju zajedničkog kolektora (ZC):**

1.3.1) Kako prepoznati pojačalo u spoju zajedničkog kolektora?

Jednostavno, pogledati shemu i vidjeti na što su spojeni ulaz i izlaz pojačala. U ovom slučaju ulaz je spojen na bazu tranzistora a izlaz na emiter tranzistora te im je zajednički priključak kolektor.

**2) ODREĐIVANJE STATIČKE RADNE TOČKE ( $I_{BQ}$ ,  $I_{CQ}$ ,  $U_{BEQ}$ ,  $U_{CEQ}$ )****2.1) Kako iz početne sheme nacrtati shemu za određivanje SRT?**

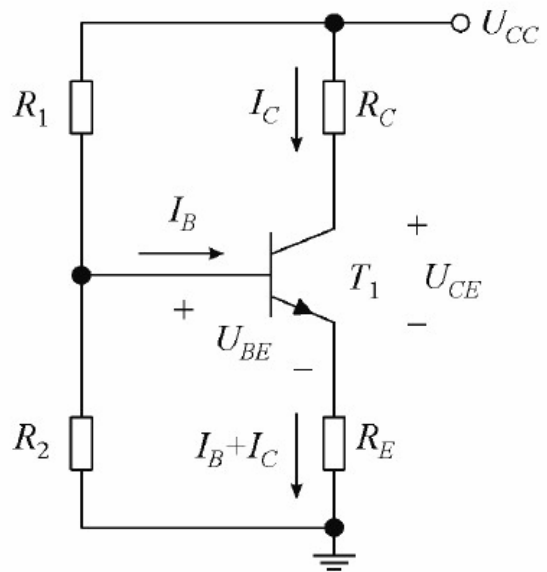
Pri statičkoj analizi kondenzatori predstavljaju beskonačno veliki otpor te se to na shemi prikazuje kao isključena sklopka. Znači sve što je iza kondenzatora se odspaja. Primjer za pojačalo sa zajedničkim emiterom:



Imamo dva slučaja ove analize, bez i sa otporom  $R_C$ .

### 2.2) Određivanje statičke radne točke sa otporom $R_C$ u shemi:

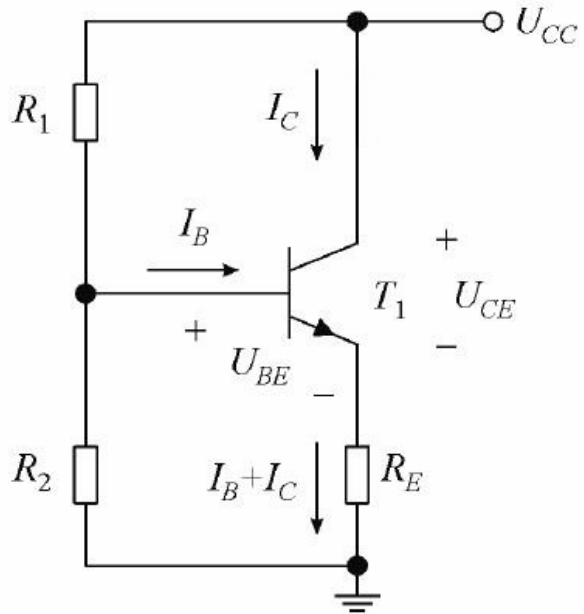
$$\begin{aligned} R_b &= R_1 \parallel R_2 \\ U_{bb} &= R_2 / (R_1 + R_2) * U_{cc} \\ I_{bq} &= (U_{bb} - U_y) / (R_b + (1 + \beta) * R_e) \\ I_{cq} &= \beta * I_{bq} \\ U_{beq} &= U_y \\ U_{ceq} &= U_{cc} - R_c * I_{cq} - R_e * (I_{bq} + I_{cq}) \end{aligned}$$



### 2.3) Određivanje statičke radne točke bez otpora $R_C$ u shemi:

$$\begin{aligned} R_b &= R_1 \parallel R_2 \\ U_{bb} &= R_2 / (R_1 + R_2) * U_{cc} \\ I_{bq} &= (U_{bb} - U_y) / (R_b + (1 + \beta) * R_e) \\ I_{cq} &= \beta * I_{bq} \\ U_{beq} &= U_y \\ U_{ceq} &= U_{cc} - R_e * (I_{bq} + I_{cq}) \end{aligned}$$

NAPOMENA: Razlike u formulama za određivanje SRT bez i sa  $R_C$ -a je u samo ovoj zadnjoj (boldanoj) formuli.



**3) ODREĐIVANJE DINAMIČKIH PARAMETARA ( $r_{be}$ ,  $r_{ce}$ ,  $g_m$ )**

Samo par formula ovaj put, ništa strašno:

$$h_{fe} = \beta$$

$$r_{be} = U_t / I_{bq}$$

$$r_{ce} = (U_{ceq} + U_a) / I_{cq}$$

$$g_m = h_{fe} / r_{be}$$

**4) ODREĐIVANJE PARAMETARA TRANZISTORA ( $A_v$ ,  $A_{vg}$ ,  $A_i$ ,  $R_{ul}$ ,  $R_{iz}$ )****4.1) Određivanje parametara tranzistora u spoju zajedničkog emitera:**

4.1.1) Bez otpora  $R_e$

$$A_v = -g_m * (R_c \parallel R_t)$$

$$A_i = -h_{fe} * R_c / (R_c + R_t) * R_b / (R_b + r_{be})$$

$$R_{ul} = R_b \parallel r_{be}$$

$$R_{iz} = R_c$$

4.1.2) Uz otpor  $R_e$

$$A_v = -h_{fe} * (R_c \parallel R_t) / R_{ul}'$$

$$A_i = -h_{fe} * R_c / (R_c + R_t) * R_b / (R_b + R_{ul}')$$

$$R_{ul}' = r_{be} + (1 + h_{fe}) * R_e$$

$$R_{ul} = R_b \parallel R_{ul}'$$

$$R_{iz} = R_c$$

**4.2) Određivanje parametara tranzistora u spoju zajedničke baze:**

$$A_v = g_m * (R_c \parallel R_t)$$

$$A_i = h_{fe} / (1 + h_{fe}) * R_c / (R_c + R_t) * R_e / (R_e + R_{ul}')$$

$$R_{ul}' = r_{be} / (1 + h_{fe})$$

$$R_{ul} = R_e \parallel R_{ul}'$$

$$R_{iz} = R_c$$

**4.3) Određivanje parametara tranzistora u spoju zajedničkog kolektora:**

$$A_v = g_m * (R_e \parallel R_t) / (1 + g_m * (R_e \parallel R_t))$$

$$A_i = (1 + h_{fe}) * R_e / (R_e + R_t) * R_b / (R_b + R_{ul}')$$

$$R_{ul}' = r_{be} + (1 + h_{fe}) * (R_e \parallel R_t)$$

$$R_{ul} = R_b \parallel R_{ul}'$$

$$R_{iz} = R_e \parallel [(R_g \parallel R_b + r_{be}) / (1 + h_{fe})]$$

**NAPOMENE (vrijede za sve spojeve):**

$$A_{vg} = A_v * R_{ul} / (R_{ul} + R_g)$$

$$A_i = A_v * R_{ul} / R_t$$

**5) PAR NAPOMENA ZA KRAJ:****5.1) Kako na kraju rješavati zadatke iz sklopova s bipolarnim tranzistorima?**

E pa ovako. Idemo po koracima:

- 1) Na ispitu ćete dobiti shemu. Prvo odredite u kojem se zajedničkom spoju nalazi pojačalo - 10 sekundi
- 2) Odrediti statičku radnu točku (nije potrebno pamtiti sve one napisane formule, lako se "očitaju" sa same sheme) - 2 minuta
- 3) Odrediti dinamičke parametre, potrebno je znati onih par formula - 1 minute
- 4) Odrediti parametre pojačala (potrebno je zapamtiti formule). Imamo četiri različita slučaja. - 3 minute

Znači, ukupno vrijeme potrebno za riješiti ovaj zadatak iznosi cca. 6 minuta. Za 5 bodova i malo učenja napamet ne čini se tako loše, zar ne?

**5.2) Još malo pa gotovo!**

Evo još samo jedna mala napomena, predznaci pojačanja **ne ovise** o tipu bipolarnog tranzistora.