الکترونیک 1- پاسخ تمرینها

طراحی مدارهای بایاس ترانزیستور پیوندی

---

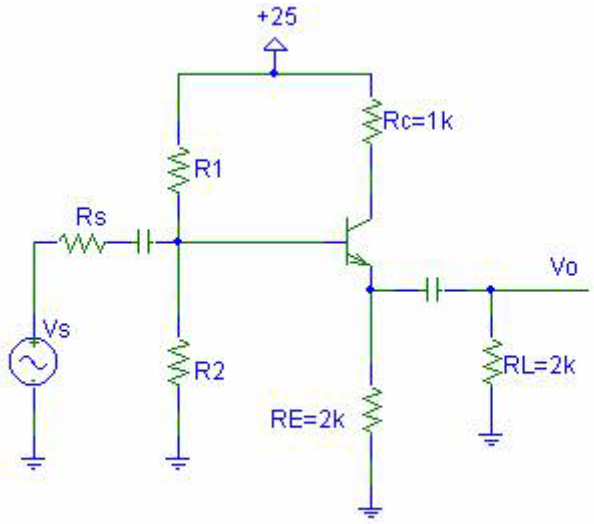
1) درمدار شکل زیر، ترانزیستور داراي β=60 مي باشد

الف) به ازاي مقادیر R1 = 20 kΩ , R2 = 5 kΩ حداکثر دامنه نوسان متقارن جریان و ولتاژ نقطه کار را بدست آورید. حداکثر دامنه نوسان Vo چقدر است ؟

ب) R1 , R2 را به گونه اي طرح کنید که خروجي داراي حداکثر دامنه نوسان متقارن باشد و آن را بدست آورید .

ج) بند (ب) را در صورتي که مقاومت Rc بابیاس گردد تکرار کنید .

{مثال حل شده در کلاس حل تمرین مورخ 82/10/2}



حل :

$R_T = R1 \parallel R2 = 20 \parallel 5 = 4\ k\Omega$

$V_T = Vcc * R2 / (R1+R2) = 25 * 5 / (20+5) = 5\ v$

DC : $V_T = R_T * I_B + V_{BE} + R_E * I_E$

$I_E = (\beta+1) * I_B = 61 * I_B$

I_B = 34.1 µA , I_c= β*I_B=2 mA , I_E = (β+1)*I_B = 2.1 mA

R_{ac}=R_c+R_E || R_L = 1+2 || 2= 2 kΩ

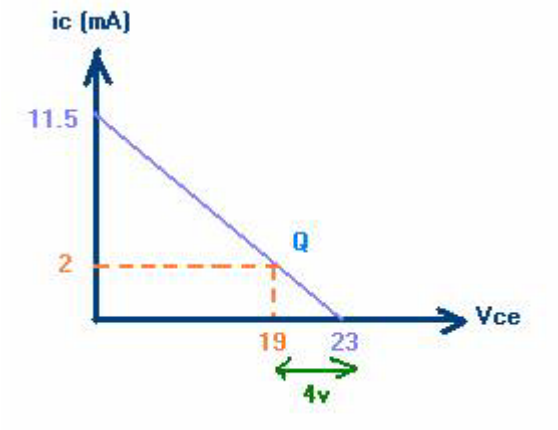
R_{DC}=R_c+R_E=1+2=3 kΩ

V_{CEQ} = Vcc-R_{DC}*I_{CQ} = 25 – 3*2 = 19 v

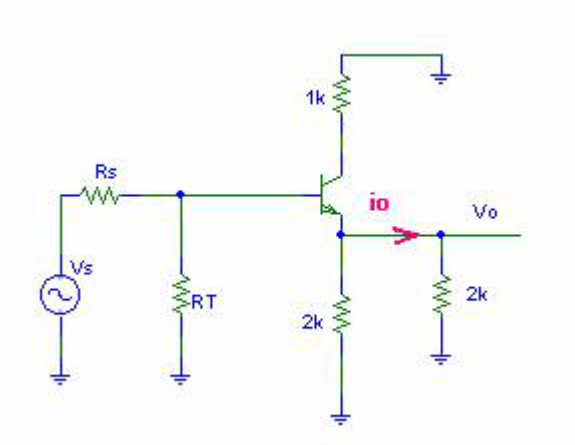
Vce = -Rac * ic ic = -0.5* vce

IC-I_{CQ} = -0.5 (v_{CE} – V_{CEQ})

iC= -0.5* vce + 11.5



Vce,max = 4 v , ic,max = 0.5 * 4 =2 mA

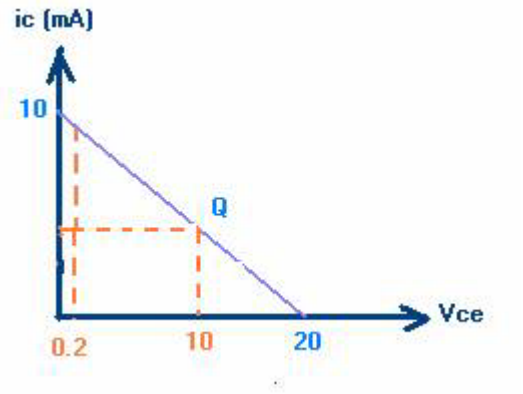


Vo= 2*io io = ic /2 vo = 2 * (ic/2) = ic vo,max = ic,max = 2 v

ب)

I_{CQ} = Vcc / (Rac + R_{DC}) = 25 / (2+3) = 5 mA

V_{CEQ} = Vcc*Rac / (Rac + R_{DC}) = 25*2 / 5 = 10 v , iC – I_{CQ} = -0.5 (v_{CE} – V_{CEQ}) iC = -0.5 * vCE + 10 , ic,max = 0.5 * 9.8 = 4.9 mA



R_T = 0.1 * β* R_E = 12 kΩ

V_T = R_T*I_B + V_{BE} + R_E*I_E = 11.7 v

R1 = (Vcc / V_T) * R_T = 25 * 12 / 11.7 = 25.64 kΩ

R2 = (vcc * R_T) / (Vcc – V_T) = 22.6 kΩ

ج)

Rac = R_E || R_L = 1 kΩ

$R_{DC} = R_c + R_E = 1+2 = 3 \ k\Omega$

$I_{CQ} = V_{cc} / (R_{ac} + R_{DC}) = 25 / 4 = 6.25 \ mA$

خط بار Ac : $v_{ce} = -R_{ac} * i_c$ $\quad i_c = - v_{ce}$

خط باردار DC : $V_{CE} = V_{cc} – R_{DC} * I_c$

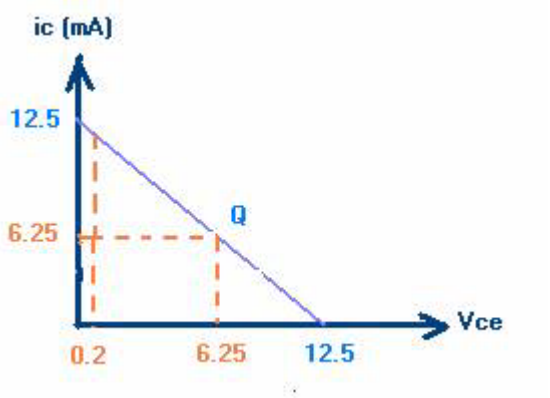
نقطه کار : Q (6.25 mA , 6.25 v)

$R_T = 0.1* \beta * R_E = 6*2= 12 \ k\Omega$

$V_T = R_T * I_B + V_{BE} + R_E * I_E = 12* (6.25 / 60) +0.7 + 2*6.25 = 14.45 \ v$

$R1 = 20.8 \ k\Omega \quad , \quad R2 = 28.44 \ k\Omega$

محاسبه حداکثر دامنه نوسان : $iC – I_{CQ} = - (v_{CE} – V_{CEQ}) , \quad iC = -v_{CE} + 12.5$



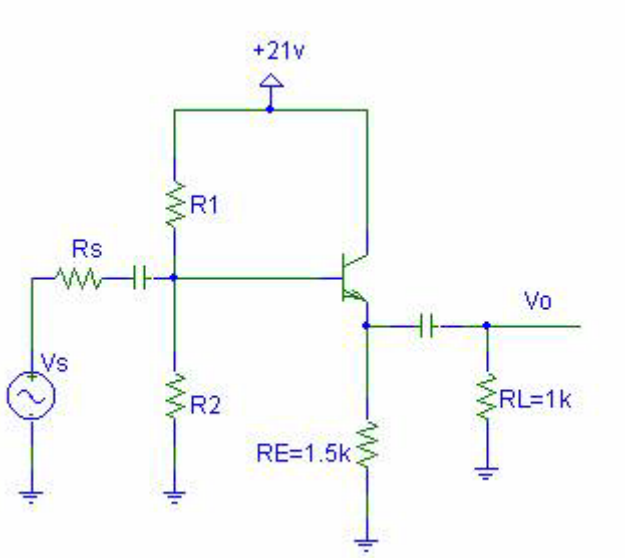
.....

2) در مدار كلكتور مشترك شكل زير ترانزيستور داراي 150=>β<=100 مي باشد .

الف) مقادير R1 , R2 براي داشتن حداكثر دامنه نوسان متقارن خروجي محاسبه كنيد .

ب) حداكثر دامنه نوسان متقارن ولتاژ و جريان كلكتور و ولتاژ خروجي را محاسبه نماييد .

{مثال فصل 5 از كتاب تحليل و طراحي مدارهاي الكترونيك جلد اول تاليف مهندس تقي شفيعي}



حل :

$R_{ac} = R_E \parallel R_L = 0.6\ k\Omega$

$R_{DC} = R_E = 1.5\ k\Omega$

$I_{CQ} = V_{cc} / (R_{ac} + R_{DC}) = 21 / (1.5 + 0.6) = 10\ mA$

$V_{CEQ} = 21 * 0.6 / (1.5 + 0.6) = 6\ v$

$R_T = 0.1 * \beta * R_E = 10*1.5 = 15\ k\Omega$

$V_T = R_T * I_c / \beta_{av} + V_{BE} + R_E * I_E = 15*10/125 + 0.7 + 1.5*10 = 16.9\ v$

$R1 = 21* 15 / 16.9 = 18.6\ k\Omega$

$R2 = 21 * 15 / (21 - 16.9) = 76.8\ k\Omega$

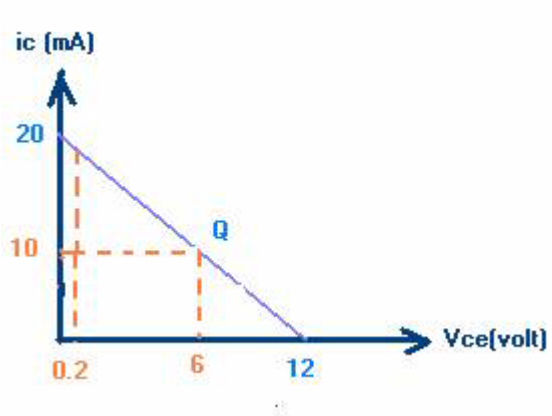
ب)

DC : $V_{CE} = V_{cc} - R_{DC} * I_C$

$i_C = 14 - 2/3\ V_{CE}$

خط بار ac : $v_{ce} = - R_{ac} * i_c$ $i_C = - 1.67\ v_{ce}$ $i_C - I_{CQ} = -1.67 (v_{ce} - V_{CEQ})$

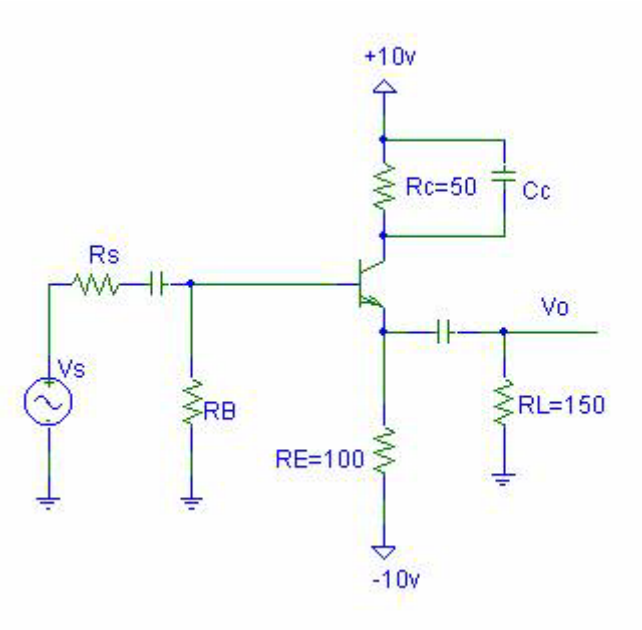
$i_C = -1.67 * v_{CE} + 20$



.....

3) در مدار شکل زیر با فرض $R_B >> \beta * R_E$ نقطه کار را بدست آورید ، خطوط بار DC , ac را رسم کرده و حداکثر دامنه نوسان متقارن خروجي را محاسبه نماييد .

{مثال فصل 5 از کتاب تحليل و طراحي مدارهاي الکترونيك جلد اول تاليف مهندس تقي شفيعي}



حل :

$R_B*I_B + V_{BE} + R_E*I_E - 10 = 0$

$I_{EQ} = (10 - 0.7) / 0.1 = 93$ mA

$V_{CEQ} = 10 + 10 - (0.1 + 0.05)*93 = 6.1$ v

مختصات نقطه کار : Q (93 mA , 6.1 v)

$R_{ac} = R_E \parallel R_L = (200*150) / (100 + 150) = 60 \ \Omega$

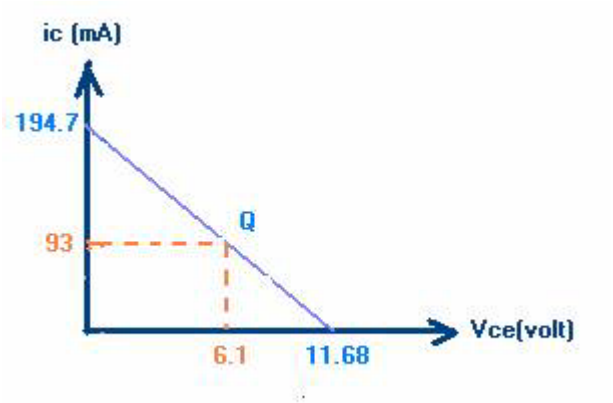
$R_{DC} = R_c + R_E = 50 + 100 = 150 \ \Omega$

$V_{ce} = -R_{ac}*i_c$ $i_c = -16.67* v_{ce}$

$V_{CE} = V_{cc} - V_{EE} - R_{DC}*I_C$

$i_C = 133.33 - 6.67*V_{CE}$ $i_C - I_{CQ} = -16.67 (v_{ce} - V_{CEQ})$

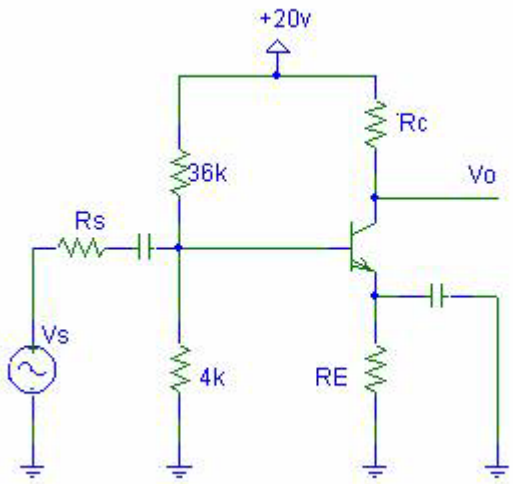
$i_C = -16.67*v_{CE} + 194.7$



.....

4) در مدار شكل زير ترانزيستور داراي $40 <= \beta <= 60$, $V_{BE(on)} = 0.7$ v مي باشد . R_E , R_C را طوري تعيين كنيد كه نقطه كار از پايداري مطلوبي نسبت به تغييرات β برخوردار بوده و ضمناً دامنه نوسان متقارن خروجي حداكثر گردد. حداكثر دامنه نوسان خروجي چقدر است ؟

{مثال فصل 5 از كتاب تحليل و طراحي مدارهاي الكترونيك جلد اول تاليف مهندس تقي شفيعي}



حل :

شرط پايداري : $R_T = 0.1 * \beta_{min} * R_E$

$R_E = 10/40\ (36 \parallel 4) = 0.9\ k\Omega$

$I_{CQ} = 20 / (R_c + R_c + R_E) = 20 / (2R_c + 0.9)$

$V_T = R_T * I_B + V_{BE} + R_E * I_E = 20*4 / (36 + 4) = 2\ v$

$2 = 3.6 * I_e / (\beta_{av} + 1) + 0.7 + 0.9 * I_E$

$\beta_{av} = 50$

$I_E = 1.34\ mA$

$I_{CQ} = 20 / (2R_c + 0.9) = 1.34$

$R_c = 7\ k\Omega$

$V_{CEQ} = 20 - (R_c + R_E) * I_E = 9.4\ v$

خط بار ac : $i_c = -v_{ce} / R_{ac} = -0.143 * v_{ce}$

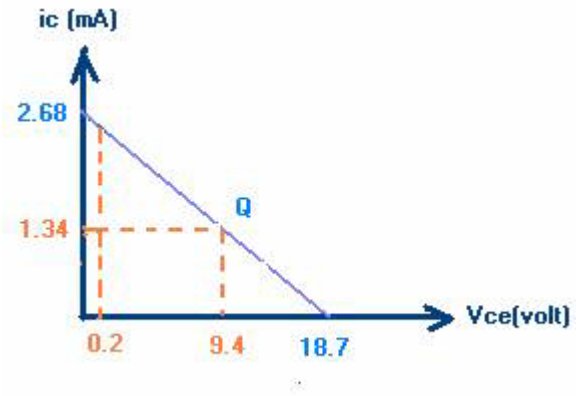
DC : $V_{CE} = V_{cc} - R_{DC} * I_C$

$I_C = 2.53 - 0.127 * V_{CE}$

نقطه كار : Q (1.34 mA , 9.4 v)

$i_C - I_{CQ} = - (v_{CE} - V_{CEQ}) / R_{ac}$

$i_C = -0.143\ v_{CE} + 2.68$



.....

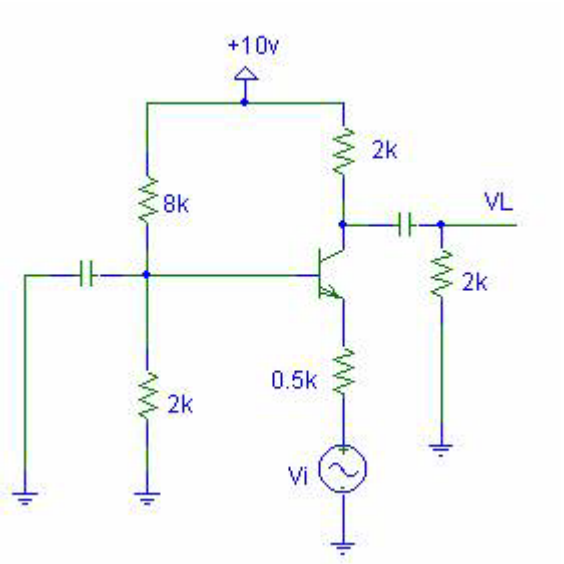
5) در مدار بیس مشترك شكل زير مطلوبست :

الف) محاسبه نقطه كار ترانزيستور با فرض $\beta = 100$

ب) رسم خطوط بار ac, DC

ج) محاسبه حداكثر دامنه نوسان متقارن ولتاژ خروجي

{مثال فصل 5 از كتاب تحليل و طراحي مدارهاي الكترونيك جلد اول تاليف مهندس تقي شفيعي}



حل :

الف)

$R_T = 8 \parallel 2 = 1.6\ k\Omega$

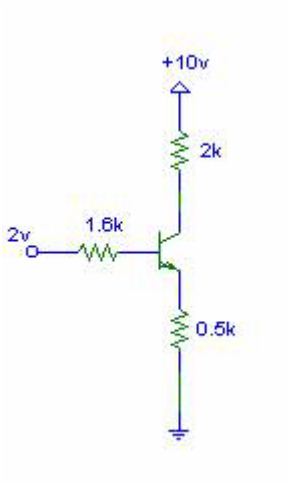
$V_T = 10*2 / (8+2) = 2\ v$

$I_B = (V_T – V_{BE(on)}) / (R_T + (\beta + 1)R_E) = 0.025$ mA

$I_{CQ} = \beta * I_B = 2.5$ mA

$V_{CEQ} = 10 – (2 + 0.5) * 2.5 = 3.75$ v

$V_{BCQ} = 0.7 – 3.75 = -3$ v



ب)

$V_{CB} = V_{CE} – V_{BE(on)} = Vcc – (Rc + R_E) * Ic – V_{BE}$ (on)

$V_{CB} = 9.3 – 2.5 * Ic$

$R_{DC} = 2.5$ kΩ

$Vcb = - (2 \| 2) ic = - ic$

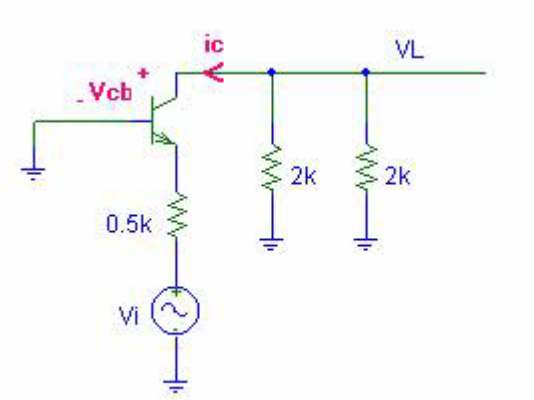
$Rac = 1$ kΩ

خط بار كلي : $iC – I_{CQ} = - (v_{CB} – V_{CBQ}) / Rac$

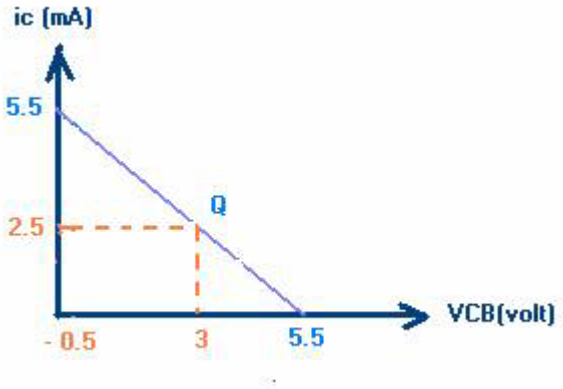
$I_{CQ} = 2.5$ mA

$V_{CBQ} = 3$ v

$iC = -v_{CB} + 5.5$



ج) با توجه به نمودار خط بار كلي ، مشاهده مي شود كه حداكثر دامنه نوسان متقارن ic , vcb به ترتيب 2.5 mA و 2.5 ولت است . از آنجا كه $v_L = v_{cb}$ ، بنابراين حداكثر دامنه نوسان متقارن خروجي نيز برابر 2.5 ولت خواهد بود.



.....

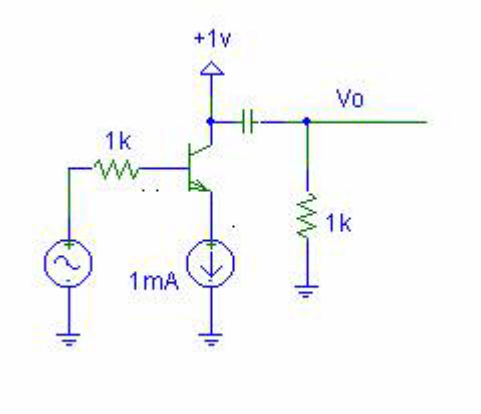
6) در مدار شكل زير حداكثر دامنه ولتاژ Vo را در هر يك از حالات زير بدست آوريد :

الف) در ولتاژ خروجي و در نيم سيكل مثبت برش ايجاد شود .

ب) در ولتاژ خروجي و در نيم سيكل منفي برش ايجاد شود .

($\beta = \infty$, V_{BE} (on) = 0.7 v , V_{CE} (sat) = 0.2 v)

{مثال فصل 5 از كتاب تحليل و طراحي مدارهاي الكترونيك جلد اول تاليف مهندس تقي شفيعي}



حل :

DC : I_{CQ} =1 mA

$R_{DC} = \infty$

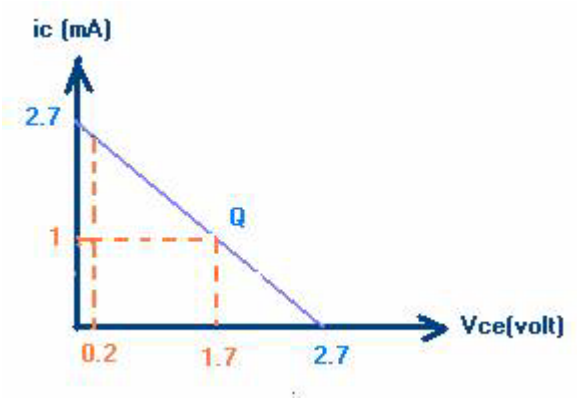
Ac: ic= -vce

Rac= 1 kΩ

$V_B = 0$

V_E = - 0.7 v $V_{CEQ} = 1 - (-0.7) = 1.7$ v $i_C - I_{CQ} = - (v_{CE} - V_{CEQ})$

$i_C = -v_{CE} + 2.7$



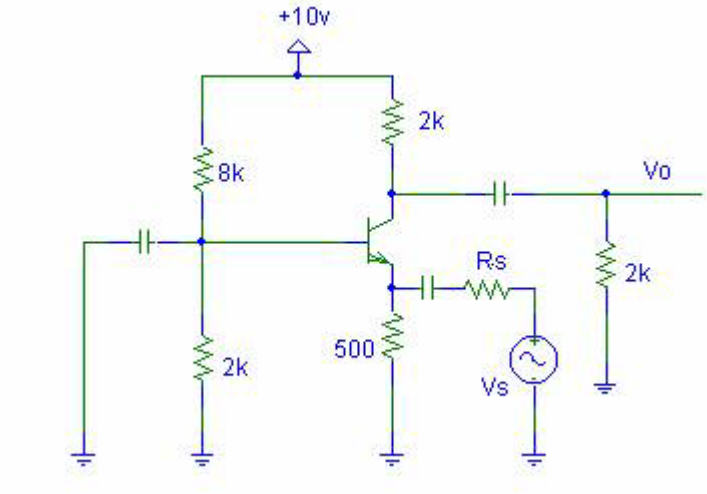
Vo = - vce

Vce,max = 1 v vo,max = -1 v vce,min = -1.5 v vo,max = 1.5 v

.....

7) در تقویت کننده شکل زیر با فرض $\beta=100$, V_{BE} (on) = 0.7 v مختصات نقطه کار و حداکثر نوسان دامنه متقارن Vo را بدست آورید .

{ تمرين 5 ازفصل 5 كتاب مباني الكترونيك تاليف دكتر سيد علي مير عشقي }



حل:

$V_{th} = 10 * 2 / (2 + 8) = 2\ v$

$R_{th} = 2*8 / (2 + 8) = 1.6\ k\Omega$

$R_{th}*I_B + 0.5*I_E = V_{th} - 0.7$

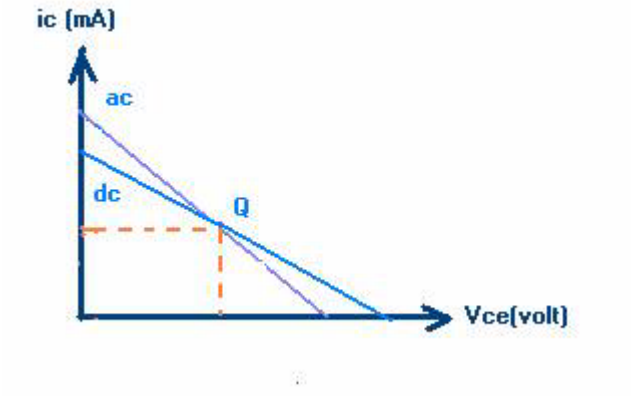
$1.6*I_B + 0.5(\beta + 1)*I_B = 2 - 0.7$

$I_B = 1.3 / (1.6 + 0.5(101)) = 1.3 / 52.1$

$I_c = \beta*I_B = 2.5\ mA$

$V_{CB} = 10 - 2*I_c - 0.7 - 0.5*I_E$

$V_{CB} = 10 - 2*2.5 - 0.7 - 0.5(2.5 + 0.025) = 3\ v$



با توجه به شکل خط بارها همواره شیب خط بار ac زیادتر شده و لذا اگر Q وسط خط بار ac نباشد ، حداکثر انحراف جهت متقارن بودن از دو طرف قطع خواهد بود نه حد اشباع و لذا ماکزیمم دامنه ic مي تواند mA 2.5 باشد که در این حالت :

$R_{ac} = 2 \parallel 2 = 1\ k\Omega$

$V_o = i_{c,max}*R_{ac}$

$V_o = 2.5*1 = 2.5\ v$

.....

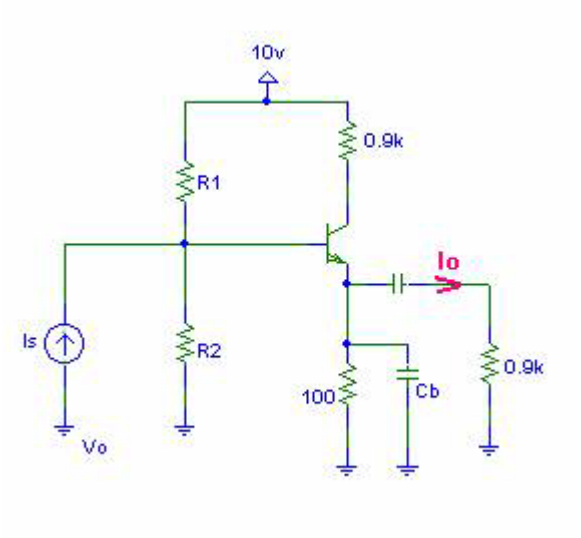
8) تقویت کننده شکل زیر را با فرض $\alpha = 0.99$ در نظر بگیرید .

الف) R1, R2 را طوري محاسبه كنيد كه دامنه نوسان متقارن جريان io حداكثر شود .

ب) خط بارهاي DC , ac را رسم كنيد حداكثر دامنه جريان كلكتور چقدر است ؟

ج) حداكثر دامنه جريان io چقدر مي تواند باشد ؟

{ تمرين 3 ازفصل 5 كتاب مباني الكترونيك تاليف دكتر سيد علي مير عشقي }



حل :

الف)

ICQ = Vcc / (Rac + RDC)

RDC = 0.9 +0.1 =1 kΩ

Rac = (0.9 * 0.9) / (0.9 +0.9) = 0.45

ICQ = 10 / (1 + 0.45) = 10 / 1.45 = 200 /29

α = 0.99 , β = 99

IBQ = 200 / 29*99 = ICQ / β

Rth*IB + RE*IE = Vth –0.7

Rth* IB + RE *(β + 1)IB = Vth – 0.7

IB = (Vth – 0.7) / (Rth + RE (β + 1))

IC = β(Vth – 0.7) / (Rth + RE (β+1)) = (vth – 0.7) / (Rth/ β + RE)

Rth <= 0.1 * RE

Rth = 0.1* β* RE

IB = (Vth – 0.7) / (0.1* RE *β + RE (β + 1)) = (vth – 0.7) / (1.1 β + 1)RE

Rth / 99 = 0.1*0.1

Rth = 0.99

200/29 * 99 = (vth – 0.7) / (1.1 99 + 1)*1

Vth = 1.46 v

Vth = 10 * R2 / (R1 + R2)

R1= 6.8 kΩ , R2 = 1.46*R1 / (10 – 1.46) = 1.46* 6.8 / (10 – 1.46) = 1.16 kΩ

(ب

VCE - VCEQ = - 0.45 (iC – ICQ)

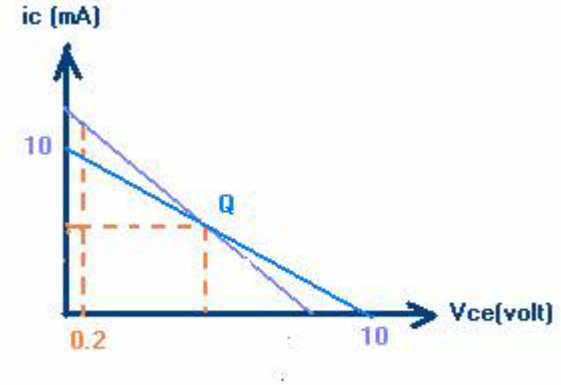
VCEQ = Vcc – RDC* ICQ = 10 – (0.9 + 0.1)*200 / 29

VCEQ = 3.1 v

0.2 – 3.1 = - 0.45 (iC – 200 / 29)

iC=6 / 0.45 = 13.34 mA

ic = iC – ICQ = 13.34 – 200 /29 = 6.44



ج)

$I_{o,max} = 6.44 / 2 = 3.22$ mA