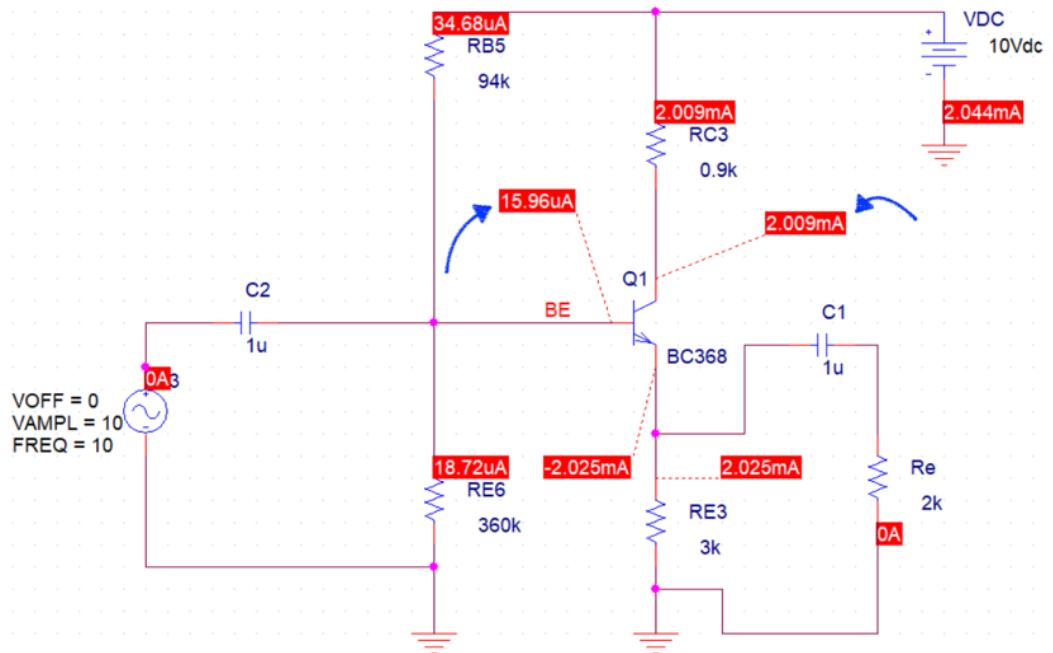
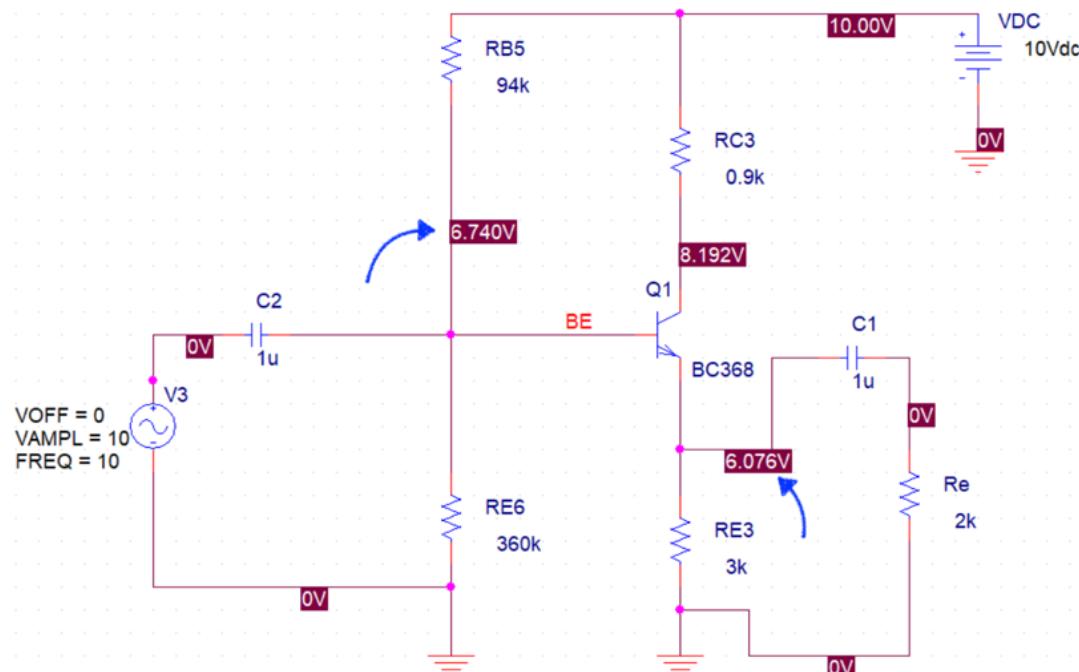


## Heading1

**Part 1:**



$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{2.009}{15.96} \times 1000 \approx 126$$

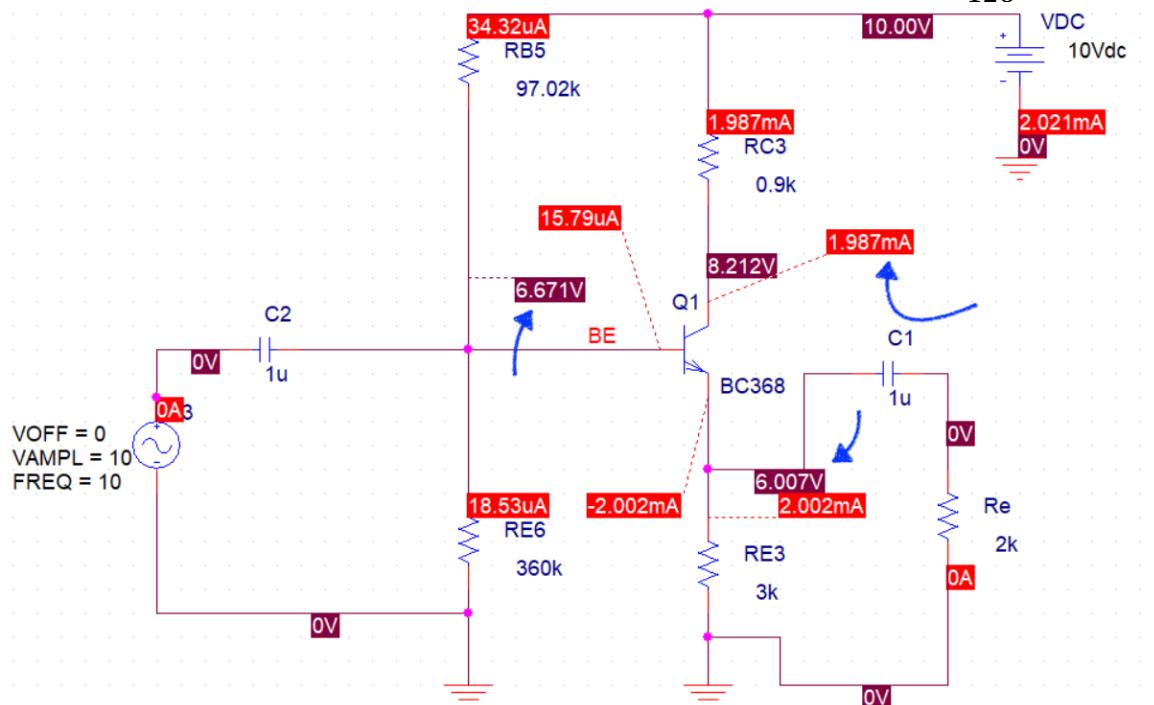


$$V_{BE,ON} = 6.74 - 6.076 = 0.664 \text{ v}$$

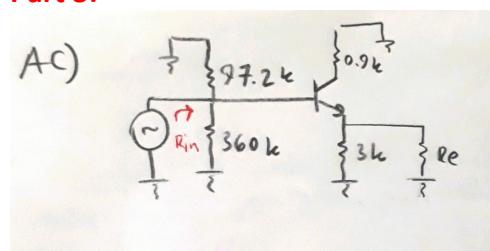
$$V_{CE,Q} = 8.192 - 6.076 = 2.116 \text{ volt} \rightarrow \text{for part 5}$$

**Part 2:**

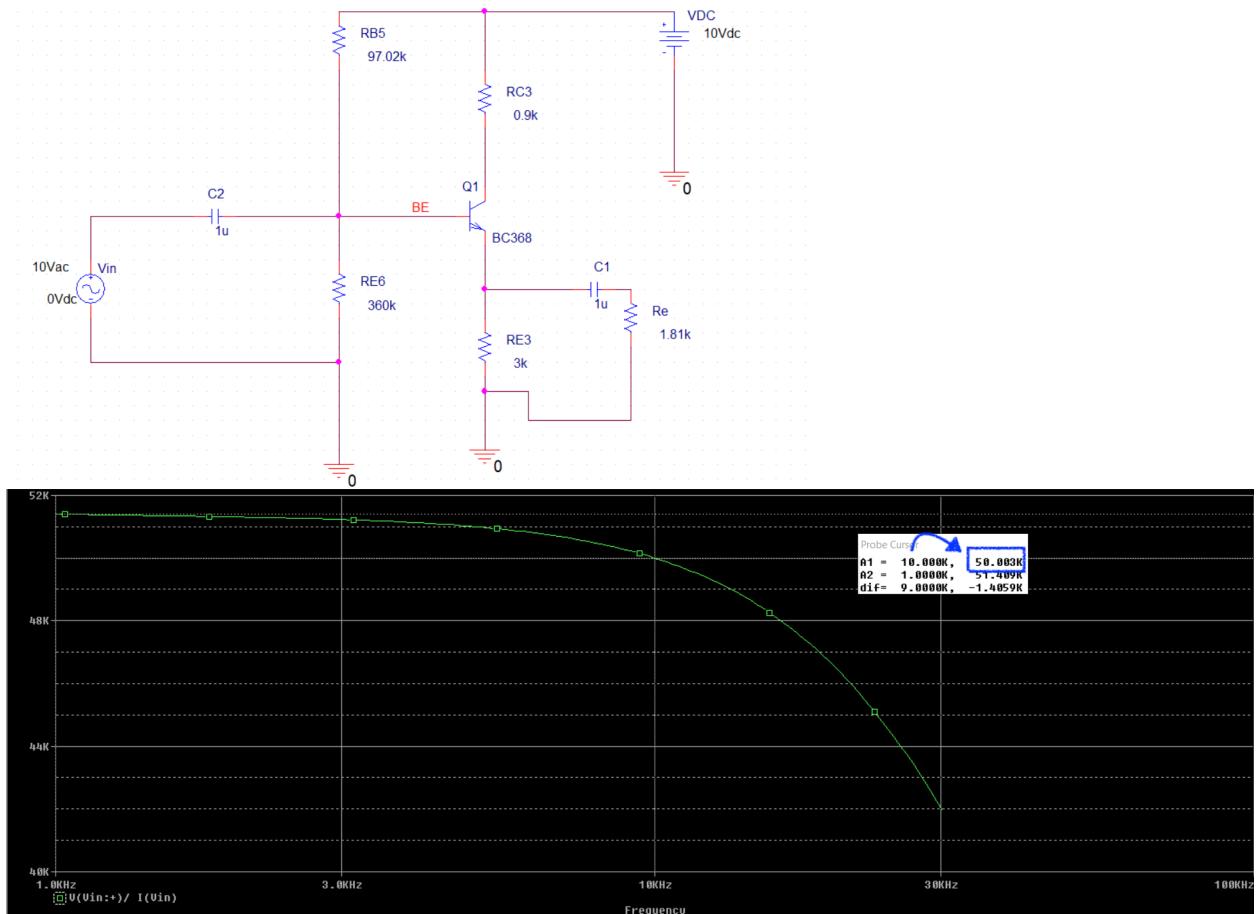
$$kvl(1): \frac{10 \times 360}{360 + R_{B5}} = \frac{360 \times R_{B5}}{360 + R_{B5}} \times \frac{2}{126} + 0.664 + 3 \times 2 \Rightarrow R_{B5} = \frac{360(10 - 6.664)}{6.664 + \frac{720}{126}} = 97.02 K\Omega$$



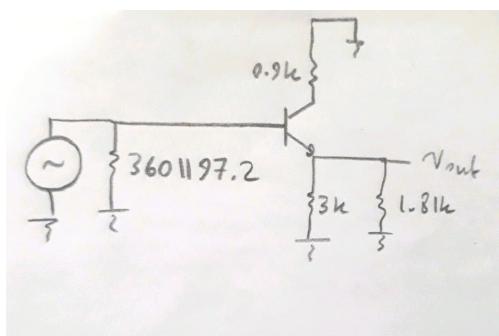
As we can see the transistor is in active mode and also  $I_c \approx 2mA$ .

**Part 3:**

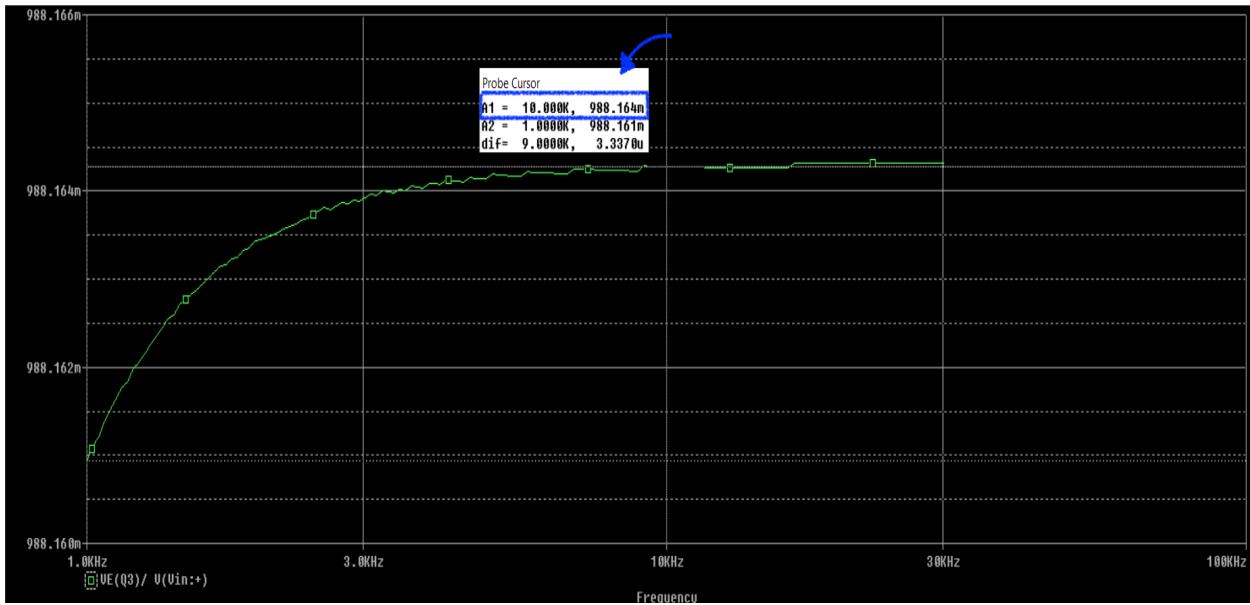
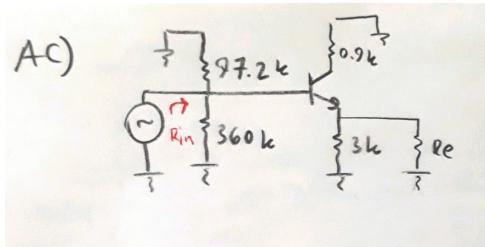
$$R_{in} = 360 || 97.2 || (r_\pi + (\beta + 1)(3||R_e)) = 50 \rightarrow r_\pi = 1.575 K\Omega, 360 || 97.2 = 76.5 K\Omega, \beta = 126 \rightarrow r_\pi + (\beta + 1)(3||R_e) = 144.3 \rightarrow 3||R_e = 1.13 K\Omega \rightarrow R_e = 1.81 K\Omega$$



#### Part 4:



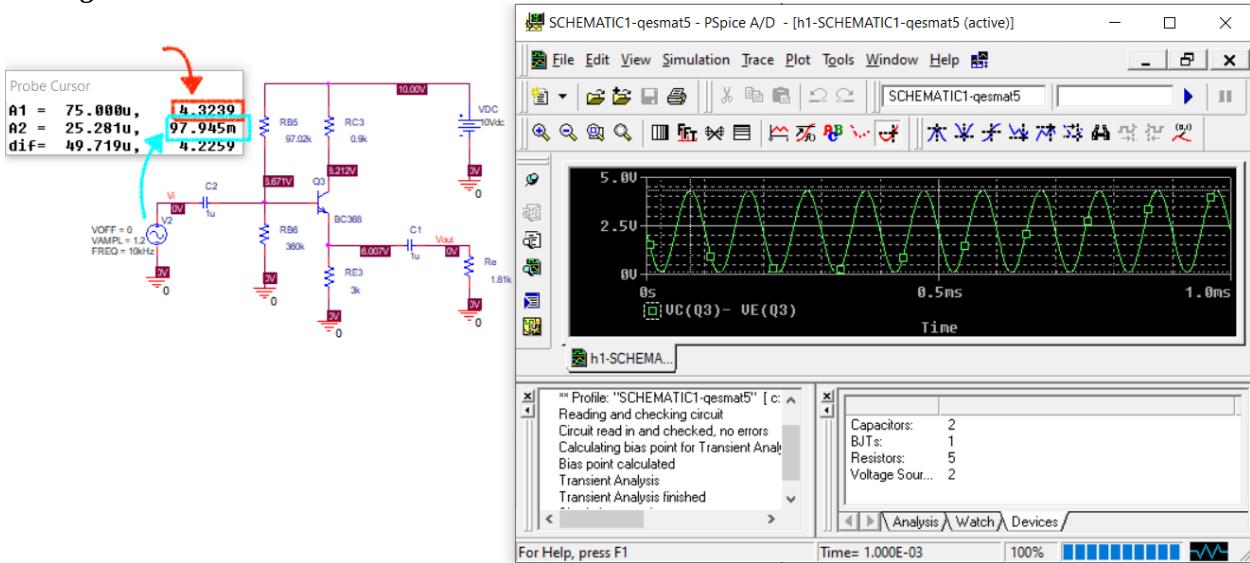
$$A_v = \frac{R_e || r_o || R_C}{R_e || r_o || R_C + \frac{1}{g_m}} = \frac{1.13 || 0.9}{1.13 || 0.9 + 0.0125} = \frac{0.5}{0.5125} \approx 0.975$$

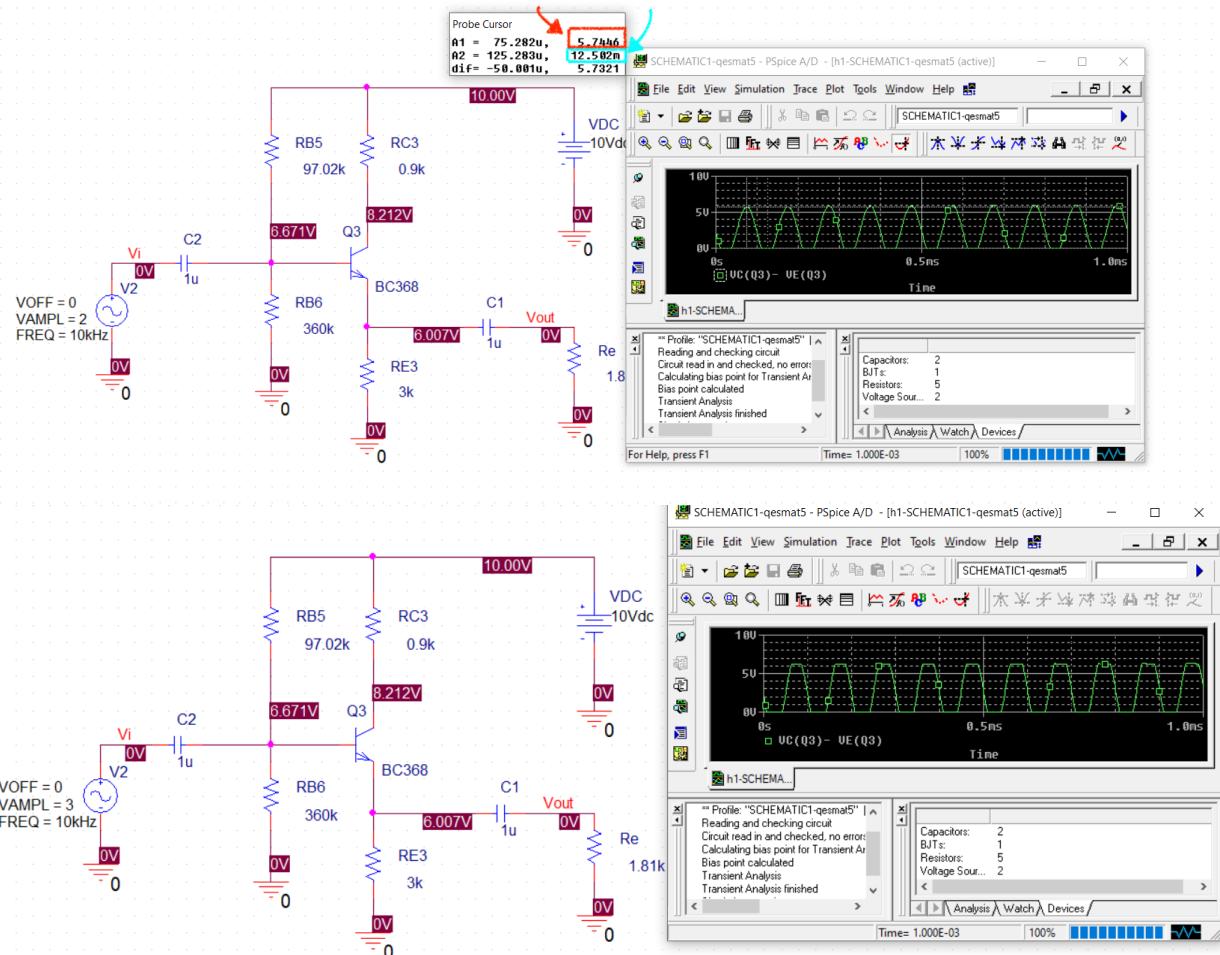
**Part 5:**

$$R_{ac} = 0.9 + 3||1.81 = 2.03K\Omega \rightarrow \Delta_2 = 2.03 \times 2 = 4.06 \text{ volt}$$

$$\Delta_1 = V_{CE,Q} - V_{CE,sat} = 2.116 - 0.2 = 1.916 \text{ volt} \rightarrow \min(\Delta_1, \Delta_2) = 1.916 \text{ volt}$$

Therefore the Max voltage that  $V_{CE}$  can have is  $2.116 + 1.916 = 4.032 \text{ V}$  and the Min voltage is  $2.116 - 1.916 = 0.2 \text{ V}$



**Part 6:**

$$V_{out} = (R_E || R_E) I_E \approx (R_E || R_E) I_C \rightarrow \Delta V_{out} = \Delta I_C (R_E || R_E) = \frac{\Delta V_{CE}}{R_{ac}} \times 1.13 = \frac{1.916}{2.03} \times 1.13 = 1.07 \text{ volt}$$

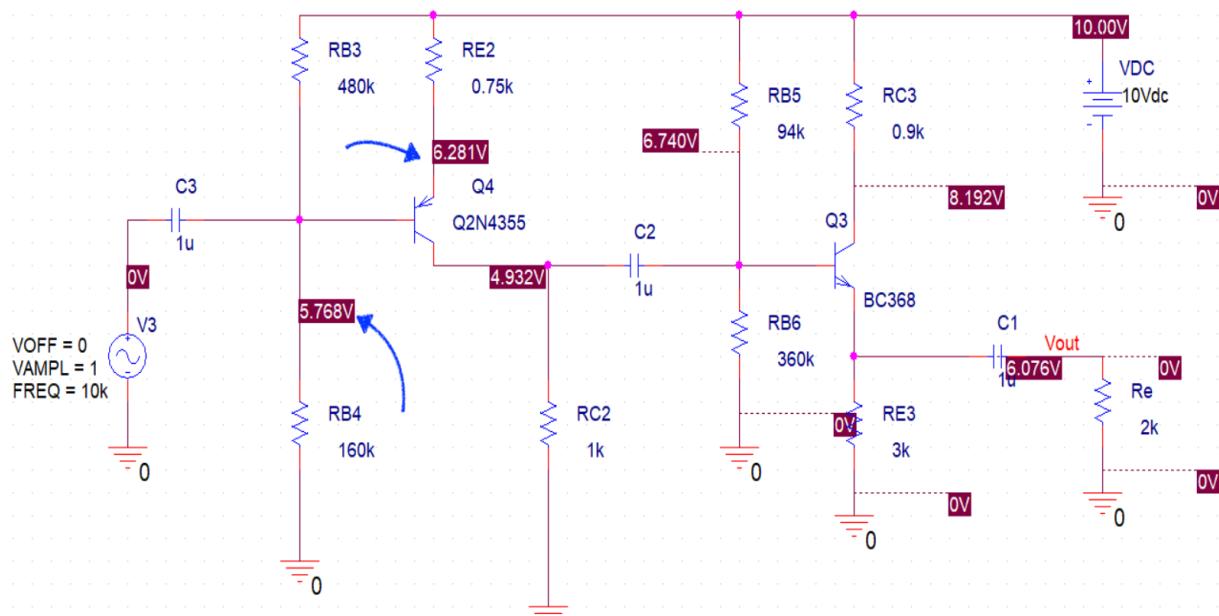
برای ولتاژ خروجی میتوانیم حداکثر ولتاژ سوینینگ پیدا کنیم ولی نکته اینجاست که چون ولتاژ خروجی نقطه کار ندارد نمیتوانیم سقفی برای سوینینگ مثبت و منفی آن بدست اوریم.

**Part 7:**

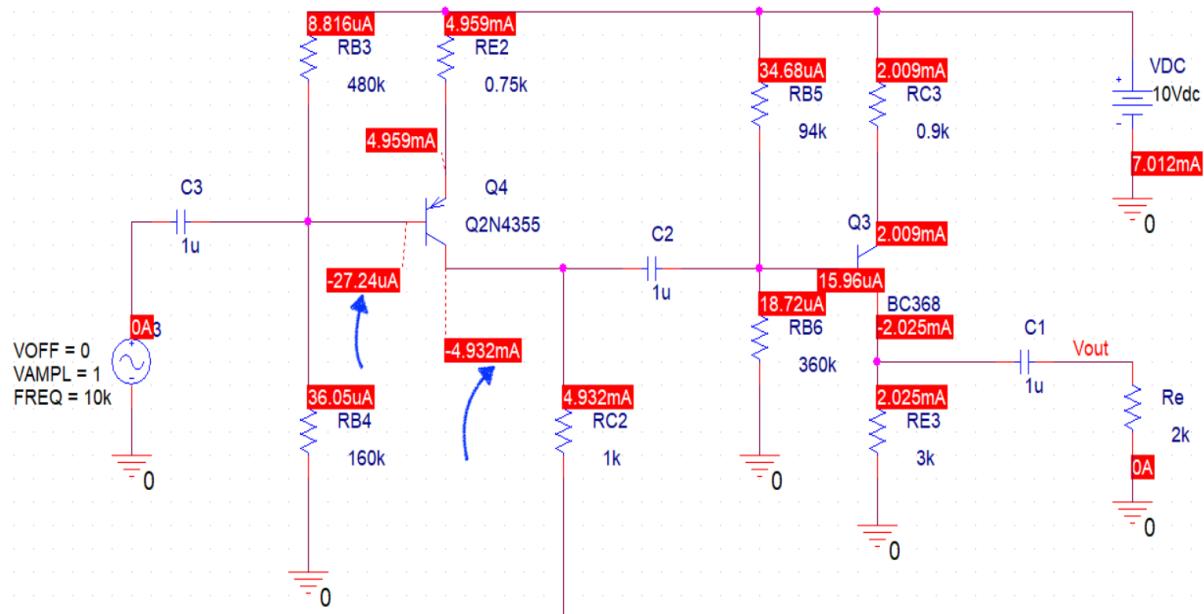
$$A_v = 0.975 \Rightarrow A_{vs} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s} \times A_v \xrightarrow{R_s=0} A_{vs} = A_v \rightarrow \Delta V_s = \frac{\Delta V_{out}}{A_{vs}} = \frac{1.07}{0.975} \approx 1.0974 \text{ volt}$$

## Heading 2

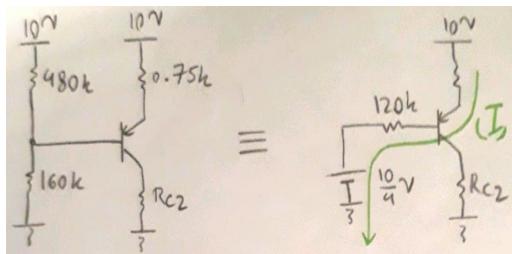
**Check Beta and Vbe:**



$$V_{EB,ON} = 6.281 - 5.768 = 0.513 \text{ volt}$$



$$\beta = \frac{I_C}{I_B} = \frac{4.932}{27.24} \times 1000 = 180$$

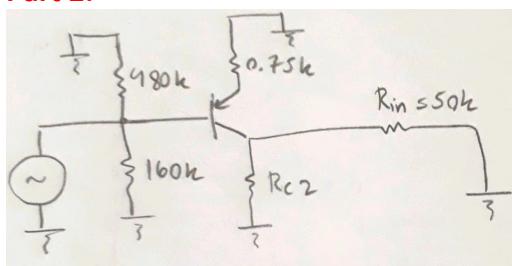
**Part 1:**

$$kv(1): 10 = 2.5 + 0.75 \times I_c + 120 \times \frac{I_c}{\beta} + 0.513 \Rightarrow 6.987 = I_c \left( 0.75 + \frac{120}{180} \right) = I_c \left( 0.75 + \frac{2}{3} \right) \Rightarrow$$

$$I_c = \frac{6.987}{0.75 + \frac{2}{3}} = 4.932 \text{ mA} \rightarrow \text{It's approximately as same as the simulation.}$$

$$V_{EC,Q} = 10 - (0.75 + R_{C2})I_c \rightarrow \text{Based on the calculation below } R_{C2} = 0.245k\Omega$$

$$\rightarrow V_{EC,Q} = 10 - 2.02 \times 4.932 = 6.056$$

**Part 2:**

$$R_{ac} = 0.75 + 50||R_{C2} \rightarrow \text{To have Max symmetric swing: } I_{CQ} = \frac{V_{CC} + V_{CE(sat)}}{R_{ac} + R_{dc}} = \frac{10 - 0.2}{0.75 + 50||R_{C2} + 0.75 + R_{C2}} = 4.932$$

$$\frac{9.8}{4.932} = 1.987 = 0.75 + 50||R_{C2} + 0.75 + R_{C2} \rightarrow 50||R_{C2} = 0.2435 \rightarrow \frac{50 \times R_{C2}}{50 + R_{C2}} = 0.2435 \rightarrow R_{C2} = 0.245 k\Omega$$

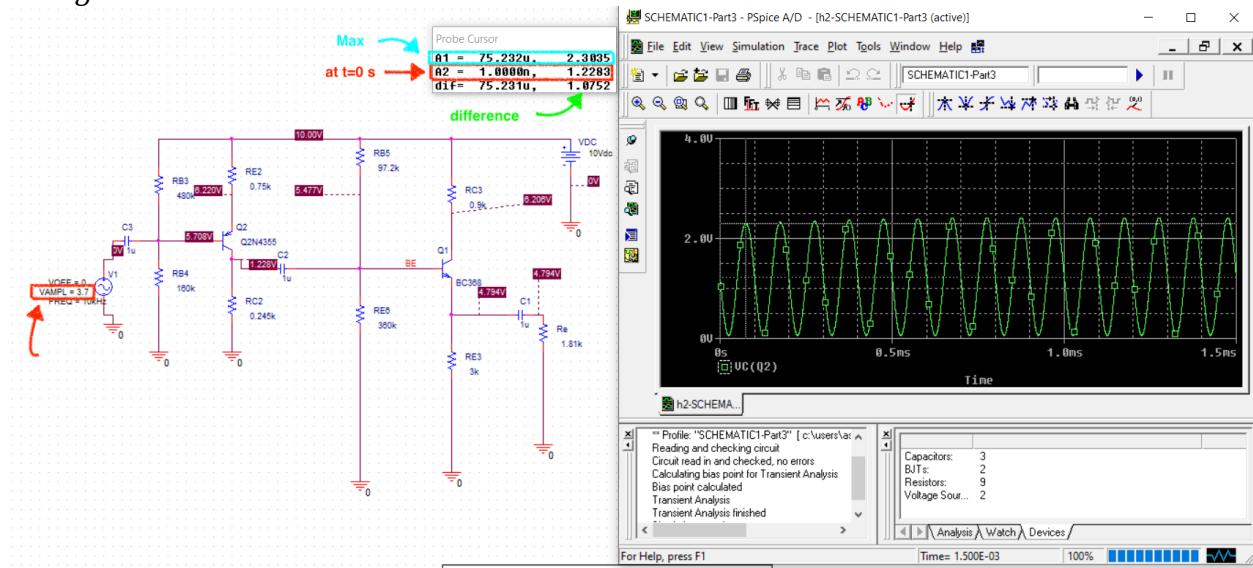
$$\Delta_1 = V_{CE,Q} - V_{CE,sat} = 6.056 - 0.2 = 5.856, \Delta_2 = R_{ac}I_{c,Q} = (0.2435 + 0.75) \times 4.932 \approx 4.89$$

$$\Rightarrow \Delta V_{CE} = \min(\Delta_1, \Delta_2) = 4.89$$

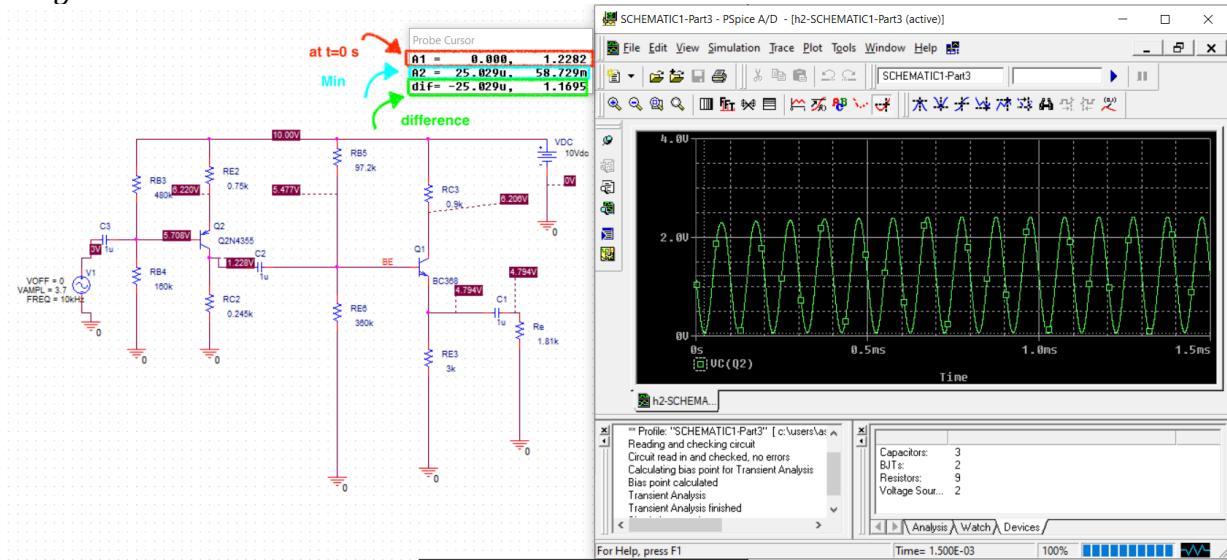
$$V_{out} = (R_{C2}||50)I_E \approx (R_e||R_E)I_C \rightarrow \Delta V_{out} = \Delta I_C(R_E||R_e) = \frac{\Delta V_{CE}}{R_{ac}} \times 0.2435 = \frac{4.89}{0.9935} \times 0.2435 \approx 1.2 V$$

**Part 3:**

*Swing +:*

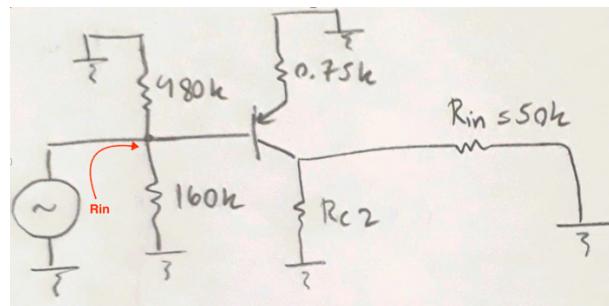


*Swing -:*

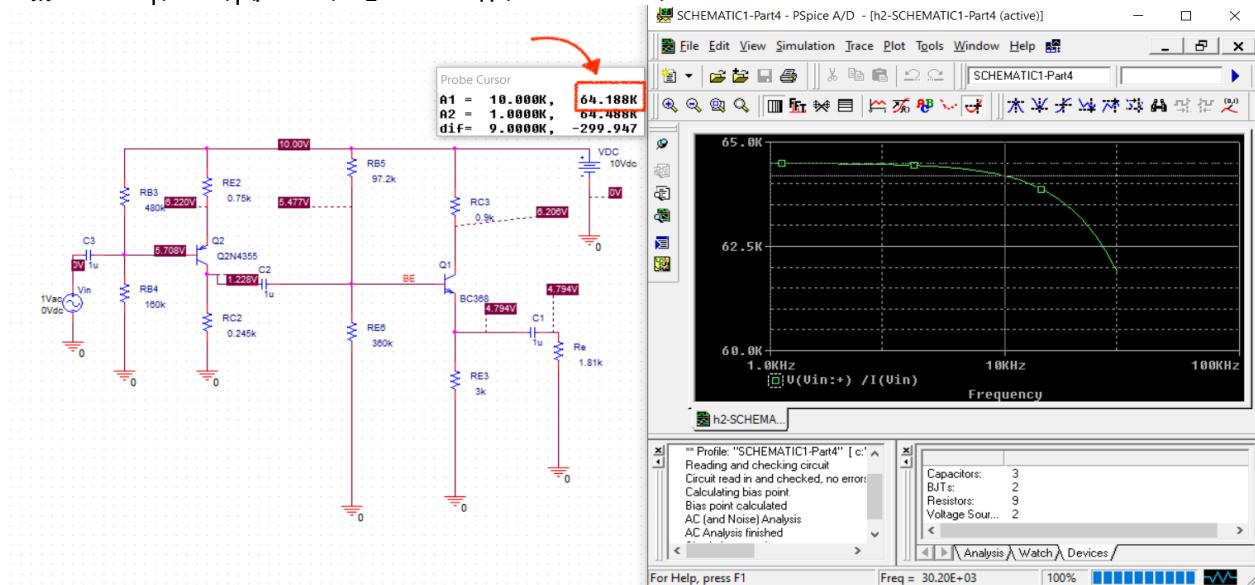


Max Swing+ = 1.0752 V, Max Swing- = 1.1695 V →  $\Delta V_{out} = \min(1.1695, 1.0752) = 1.0752 V \approx 1.2 V$   
 $V_{in}(\text{amplitude}) = 3.7 \text{ volt}$

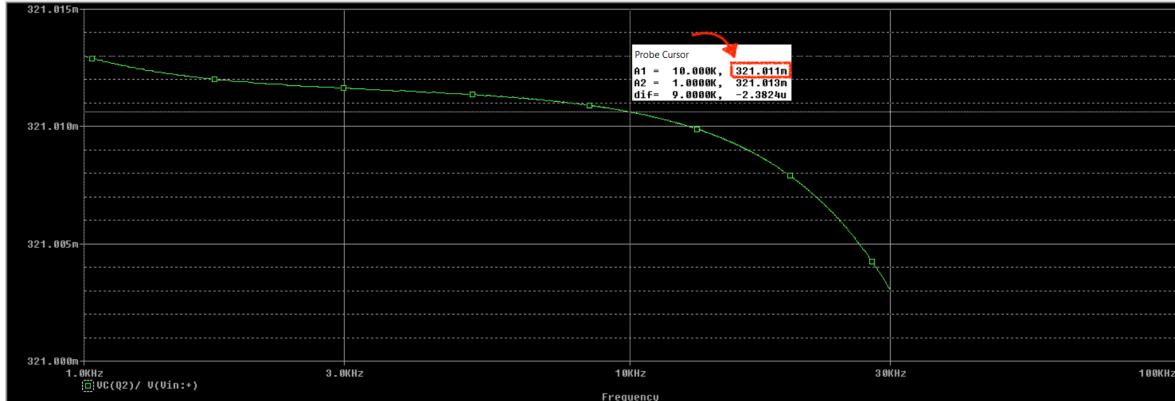
#### Part 4:



$$R_{in} = 480 || 160 || (\beta + 1) R_E = 120 || (181 \times 0.75) \approx 63.7 \text{ k}\Omega$$

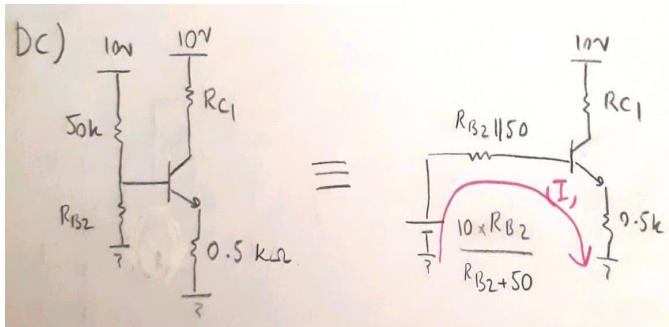


$$A_v = -\frac{R_C}{\frac{1}{g_m} + R_E} = -\frac{0.2435}{\frac{0.025}{4.932} + 0.75} \approx 0.32$$



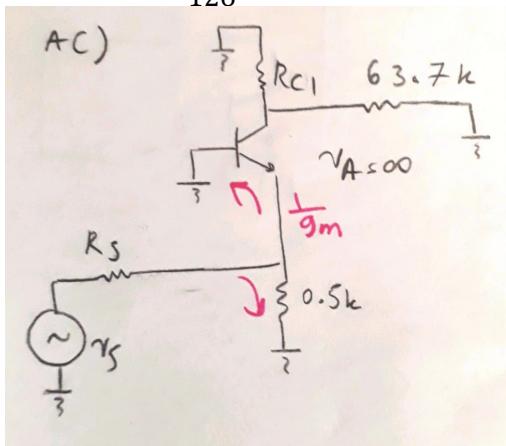
### Heading 3

**Part 1:**



**kvl (1):**  $\frac{10 \times R_{B2}}{R_{B2} + 50} = 0.664 + (R_{B2} \parallel 50) \times \frac{I_{CQ}}{126} + 0.5I_{CQ} \Rightarrow I_{CQ} = \frac{\left( \frac{10 \times R_{B2}}{R_{B2} + 50} - 0.664 \right)}{\frac{(R_{B2} \parallel 50)}{126} + 0.5}$

$$\Rightarrow g_m = \frac{\left( \frac{10 \times R_{B2}}{R_{B2} + 50} - 0.664 \right)}{\frac{(R_{B2} \parallel 50)}{126} + 0.5} \times \frac{1}{0.025}$$



$$R_{in} = \frac{1}{g_m} || 0.5 = 0.1 \Rightarrow \frac{1}{g_m} = \frac{1}{8} \rightarrow g_m = 8 = \frac{\left( \frac{10 \times R_{B2}}{R_{B2} + 50} - 0.664 \right)}{\frac{(R_{B2} || 50)}{126} + 0.5} \times \frac{1}{0.025}$$

$$\Rightarrow 0.2 = \frac{\left( \frac{10 \times R_{B2}}{R_{B2} + 50} - 0.664 \right)}{\frac{(R_{B2} || 50)}{126} + 0.5} \rightarrow (R_{B2} || 50) \frac{0.2}{126} + 0.1 + 0.664 = \frac{(R_{B2} || 50)}{5}$$

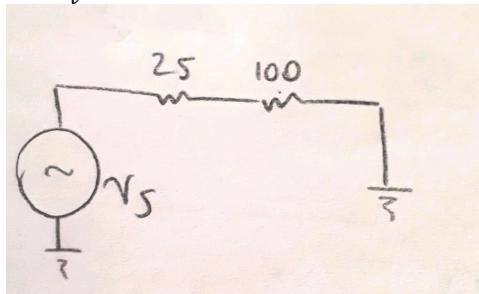
$$\Rightarrow (R_{B2} || 50) \left( 0.2 - \frac{0.2}{126} \right) = 0.764 \Rightarrow (R_{B2} || 50) \approx 3.85056 k\Omega \Rightarrow R_{B2} = 4.172 k\Omega$$

**Part 2:**

$$CB: A_v = g_m R_{C,tot} > 160 \xrightarrow{g_m=8} R_{C,tot} > 20 \rightarrow R_{C1} || 63.7 > 20 \rightarrow \frac{R_{C1} \times 63.7}{R_{C1} + 63.7} > 20 \rightarrow$$

$$\frac{R_{C1}}{R_{C1} + 63.7} > \frac{20}{63.7} \rightarrow \frac{R_{C1}}{63.7} > \frac{20}{43.7} \Rightarrow R_{C1} > \frac{20}{43.7} \times 63.7 \approx 29.16 k\Omega \Rightarrow R_{C1} = 32 k\Omega$$

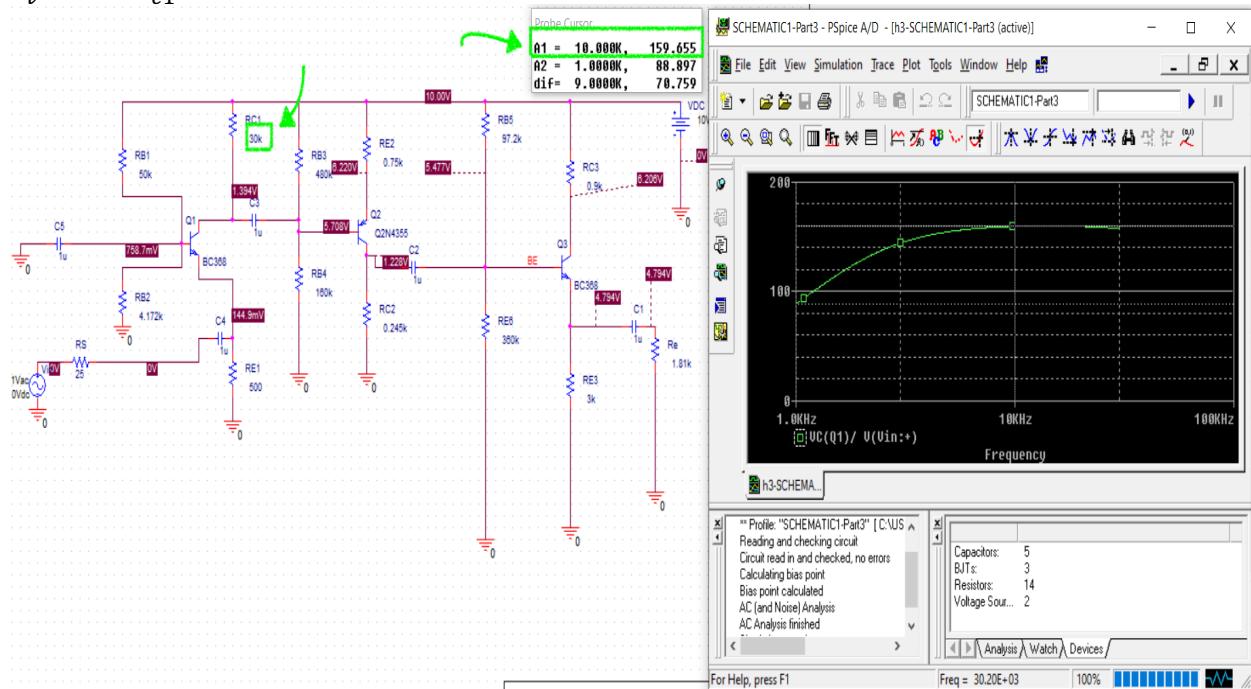
$$\Rightarrow A_v = 8 \times 21.3 = 170.4$$



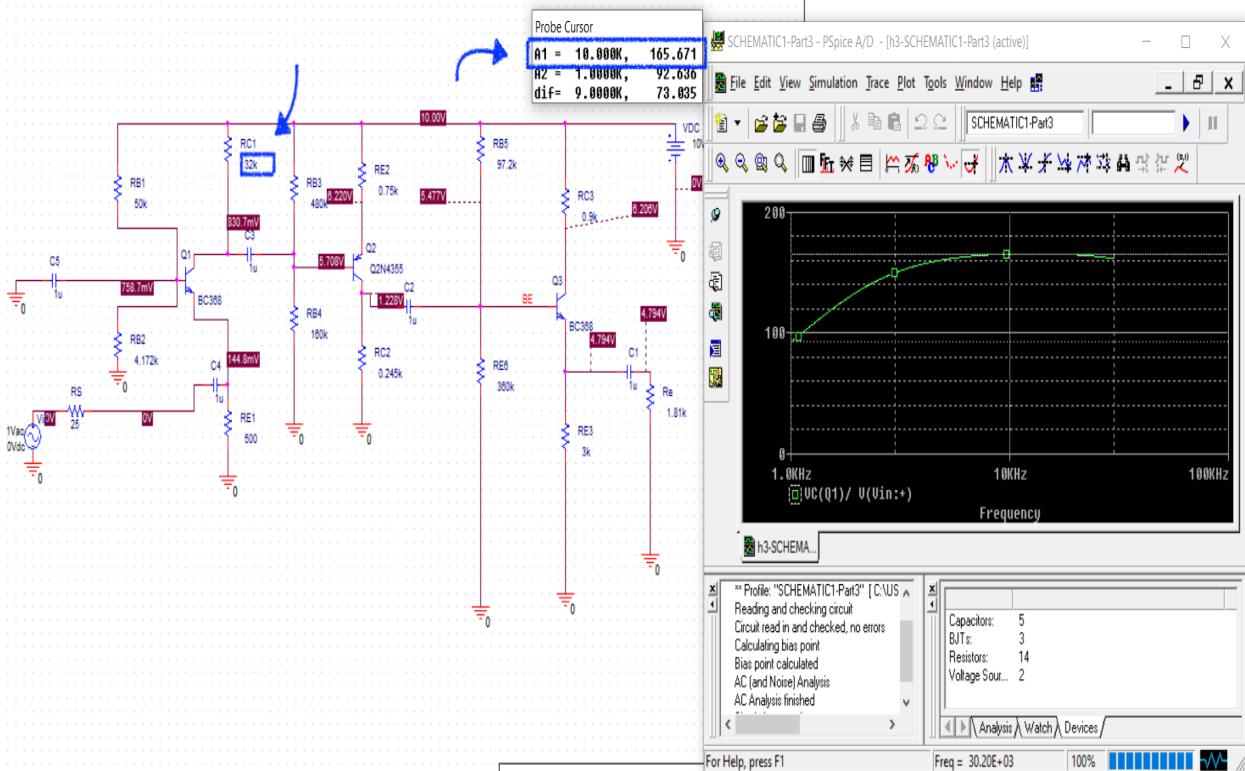
$$\frac{V_{o1}}{V_s} = A_v \times \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s} = 180.72 \times \frac{100}{125} = 136.32 \rightarrow \frac{V_{out}}{V_s} = 132.32 \times 0.32 \times 0.975 \approx 45.11$$

**Part 3:**

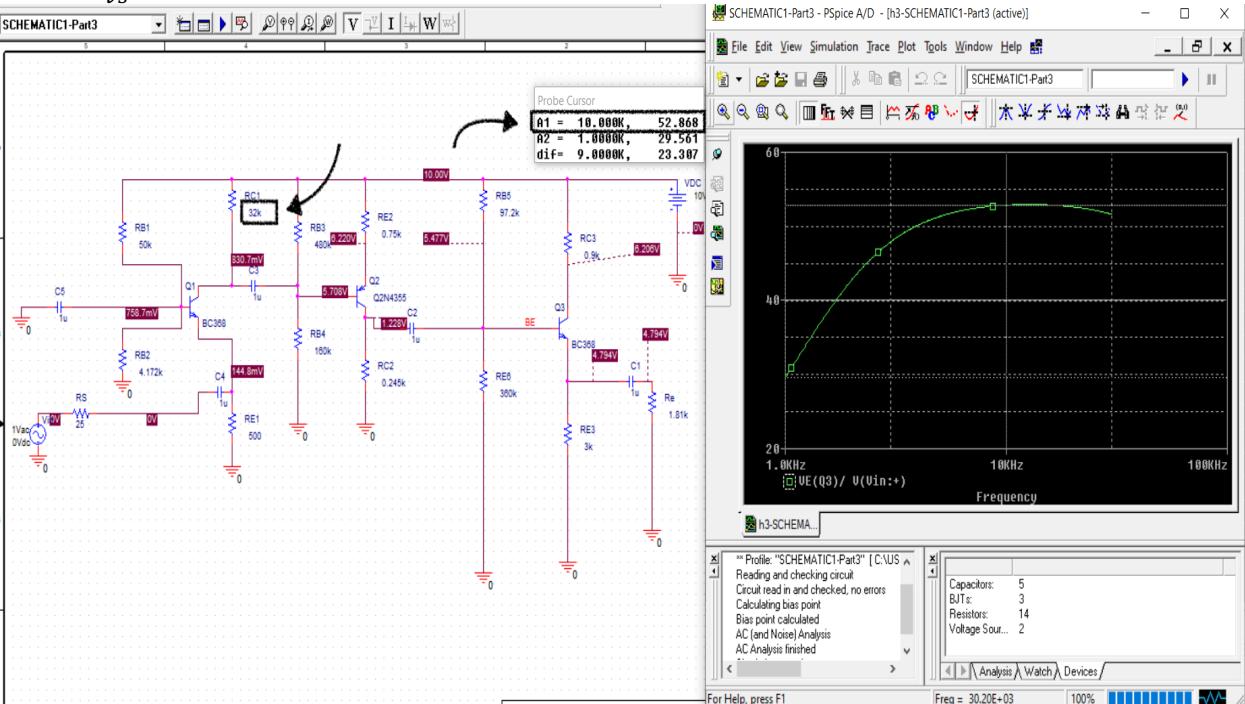
$A_v$  when  $R_{c1} = 30 k\Omega$



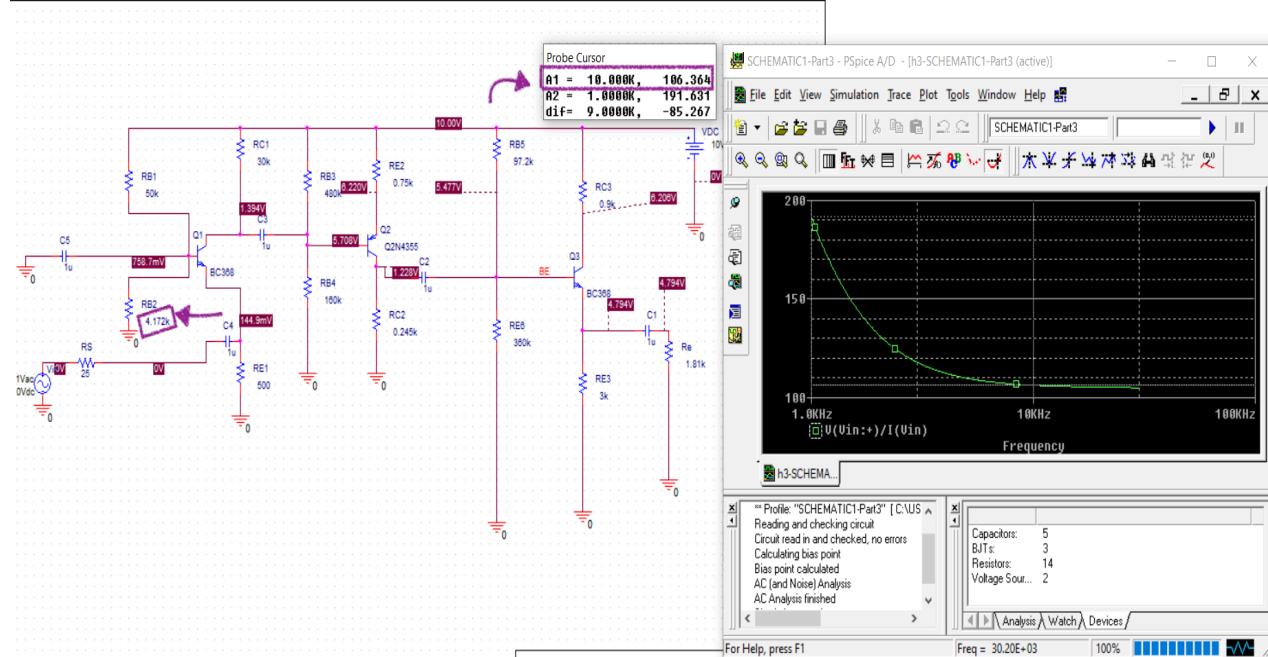
$A_v$  when  $R_{c1} = 32 k\Omega$



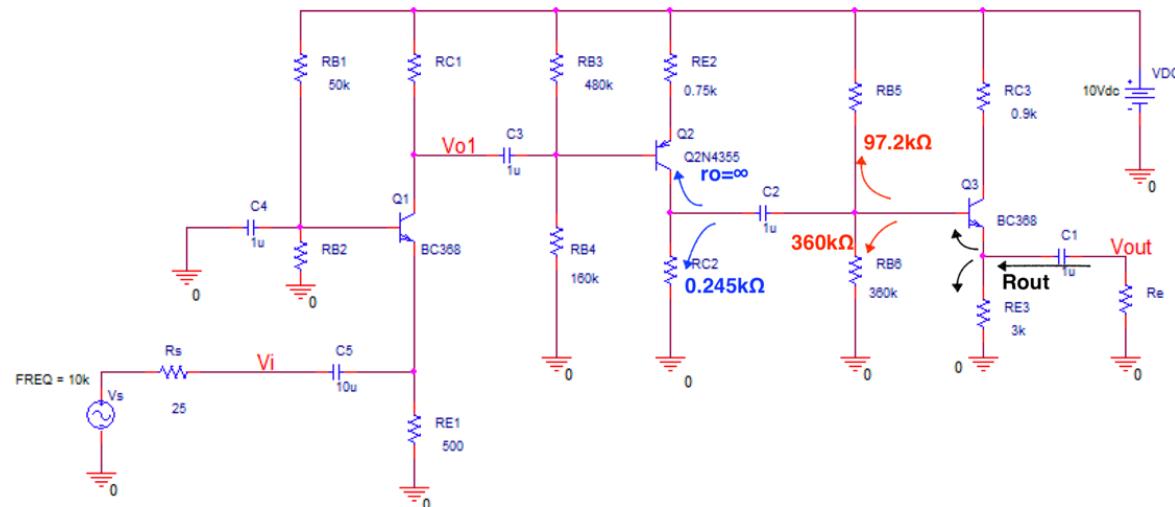
Total  $A_{vs}$ :



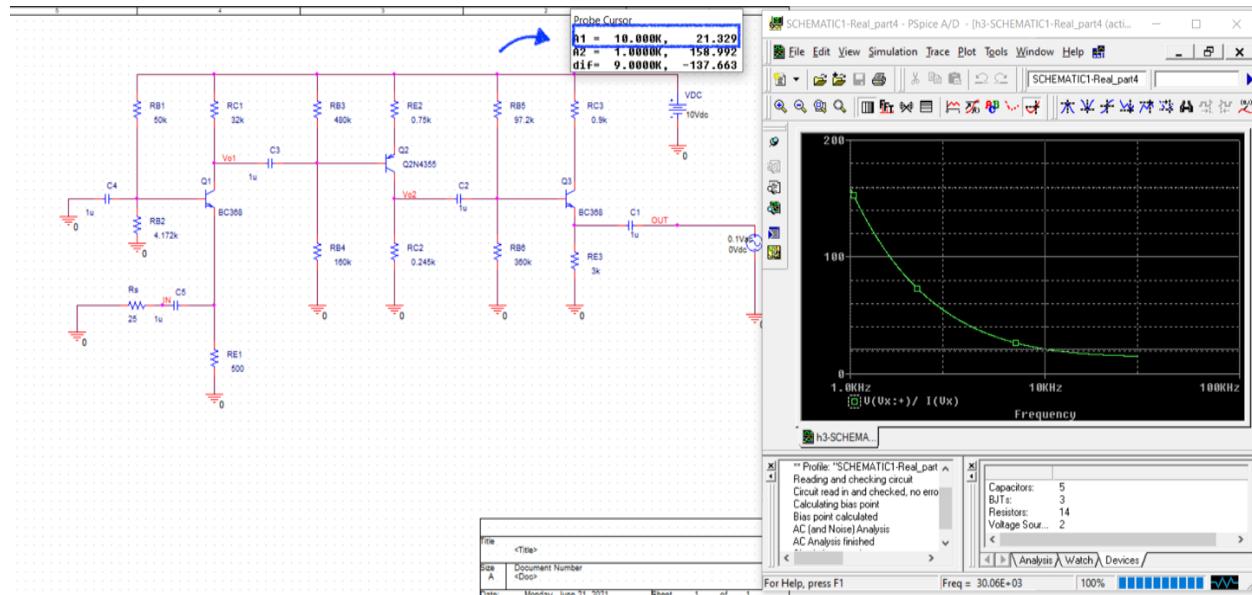
علت اخلاف شبیه سازی با تئوری این است که در تقویت کننده بیس مشترک حساسیت نسبت به جریان کاکتور بالاست و چون مخازن های ذاتی و مقاومت های مکانیکی را لحاظ نمی کنیم جریان در شبیه سازی و تئوری باهم اختلاف دارند، پس باعث می شود که بین بهره شبیه سازی و تئوری نیز اختلاف بوجود آید.

**Part 4:** $R_{in}$ :

همانطورکه میبینم مقاومت ورودی خیلی نزدیک ۱۰۰ اهم میباشد که با تئوری مطابقت دارد.  
برای بدست اوردن مقاومت ورودی در شبیه سازی باید ولتاژ ورودی را بر جریان خارج شده از آن تقسیم کنیم و نمودار آن را رسم کنیم و مقدار آن را در فرکانس ۱۰ kHz چک کنیم.

 $R_{out}$ :

$$R_{out} = 3 \left| \left( \frac{97.2 |360| |0.245|}{126 + 1} + \frac{1}{g_m} \right) \right| = 3 \left| (0.002 + 0.125) \right| = 0.0144 k\Omega$$



برای بدست اوردن  $V_{out}$ ، باید  $V_s$  را اتصال کوتاه کنیم، و در سمت خروجی منبع تست قرار دهیج و نسبت ولتاژ به جریان آن را حساب رسم کنیم و مقدار آن را در  $10\text{kHz}$  ببینیم.  
همانطور که میبینیم نتیجه تئوری و عملی تقریباً برابر است.

### Part 5:

دلیل اول این است که  $V_{out}$  درواقع همان  $V_{cb}$  ترانزیستور  $Q_1$  میباشد و اعوجاج  $V_{out}$  ضریبی از اعوجاج  $V_{ce}$  ترانزیستور  $Q_3$  میباشد. چون  $V_{cb}$  به طور مستقیم نمیتواند بر  $V_{ce}$  تاثیر بگذارد پس  $V_{out}$  نمیتواند بر  $V_{out}$  تاثیر مستقیم بگذارد.

دلیل دوم این است که، همانطور و میدانیم برای اینکه اعوجاج  $V_{out}$  را حساب کنیم، اعوجاج خروجی هر یک از طبقه هارا در میاوریم و در بهره طبقه های پیش روی آن ضرب میکنیم و درنهایت بین همه اینها مینیم میگیریم، برای طبقه سوم این اعوجاج از بقیه طبقات بیشتر است، پس در مینیم گیری قطعاً تاثیر نخواهد گذاشت پس اگر آن حساب نکنیم مشکلی وجود نمی آید.

### Part 6:

با توجه به مباحث تدریس شده و مدار زیر، اگر مدار را در حالت DC بررسی کنیم، اگر مقاومت منبع خیلی پایین باشد، صفر میشود و ترانزیستور اصلاً روشن نمیشود، ولی اگر در مدار خازن قرار دهیم در حالت DC، دیگر صفر نخواهد شد و ترانزیستور روشن خواهد بود.  
درواقع خازن ترانزیستور را در حالت DC از منبع جدا میکند و وقتی فرکانس منبع خیلی بالا رود باعث اتصال آن به منبع ولتاژ میشود و آن را تقویت میکند.

