

به نام خدا  
سوگل اصلان صفت

810198573

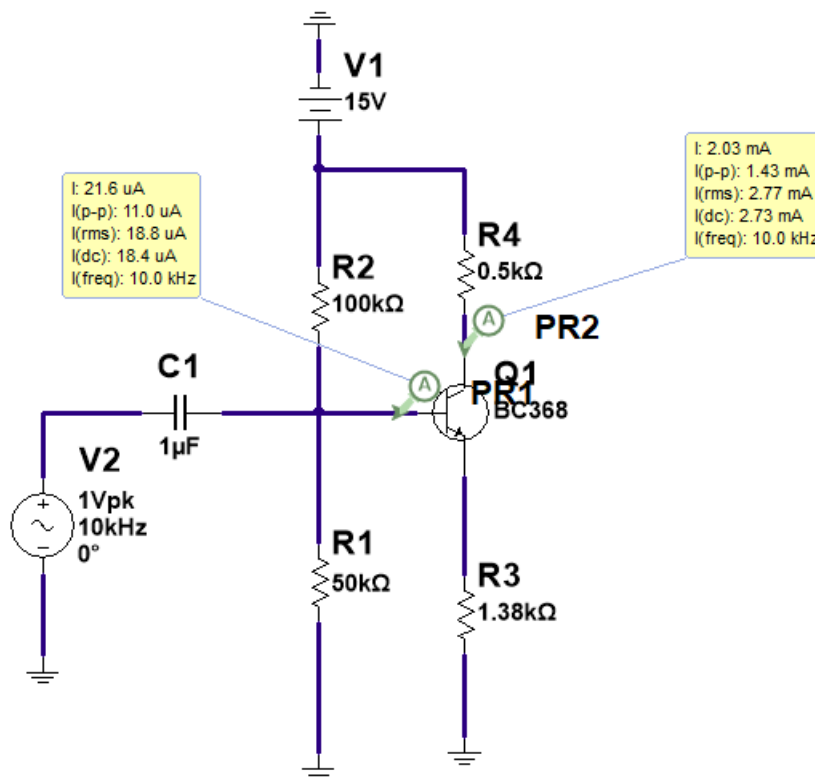
پروژه ی پایانی درس الکترونیک 1  
دکتر سنایی

Design 1: بخش 1

Design 2: بخش 2

Design 3: بخش 3

**1-1** : مقدار مقاومت را به دلخواه 50 کیلو گذاشتم و مطابق تصویر زیر جریان بیس و کلکتور را در مولتیسیم بدست آورده و سپس بتا را بدست آوردم



که بتا 148.37 بدست می آید

## 1.2

1-2

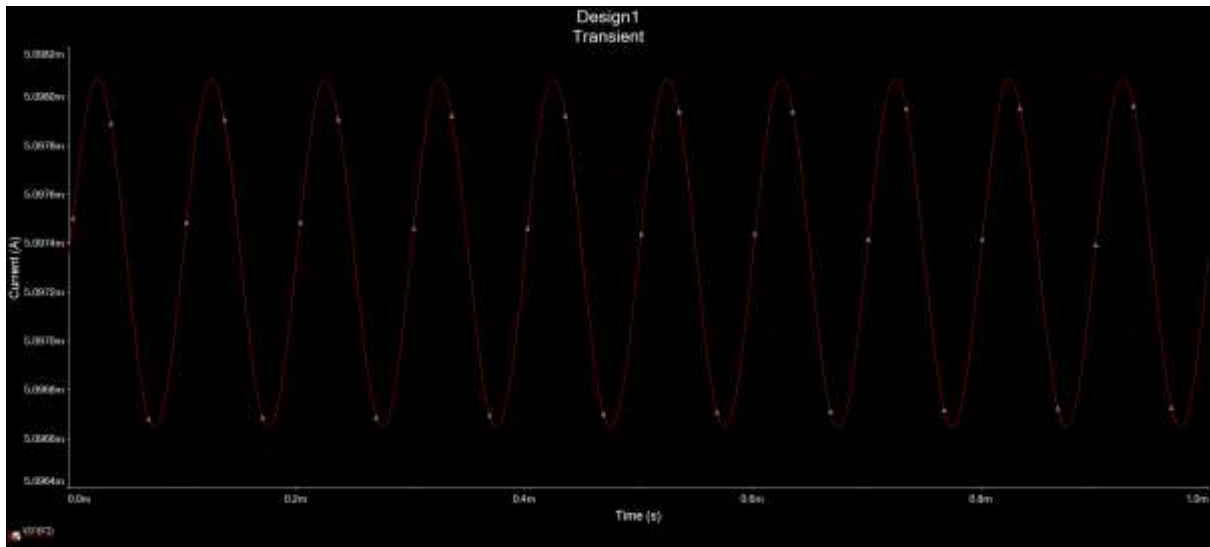
با نوشتن KVL در Base-Emitter

$$KVL: R_{B2} \times I_{RB2} - V_{BEon} - R_{E3} \times I_E = 0 \quad (I)$$

با جایگذاری مقادیر بدست آمده از سیمپلر ما داریم:

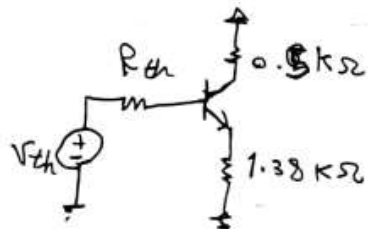
$$(J) \quad V_{BEon} = 0.669 \approx 0.7 \text{ V}$$

**1.3** همانطور که در محاسبات تئوری که در زیر آورده شده و در شبیه سازی مشخص است مقدار dc جریان کلکتور در 5 میلی آمپر قرار دارد



1-3 مدار DC را با استفاده از مدار معادل تونین درست می آوریم

$$I_C = 5 \text{ mA} \rightarrow I_E = 5 \text{ mA}$$



$$R_{th} = \frac{100 R_{B2}}{R_{B2} + 100} = 100 \parallel R_{B2}$$

$$V_{th} = \frac{R_{B2} V_{CC}}{R_{B2} + 100} = \frac{V_{CC} R_{th}}{100}$$

Base-Emitter  $\rightarrow$  KVL:  $V_{th} - R_{th} \frac{I_E}{\beta + 1} - V_{BEon} - 1.38 I_E = 0$

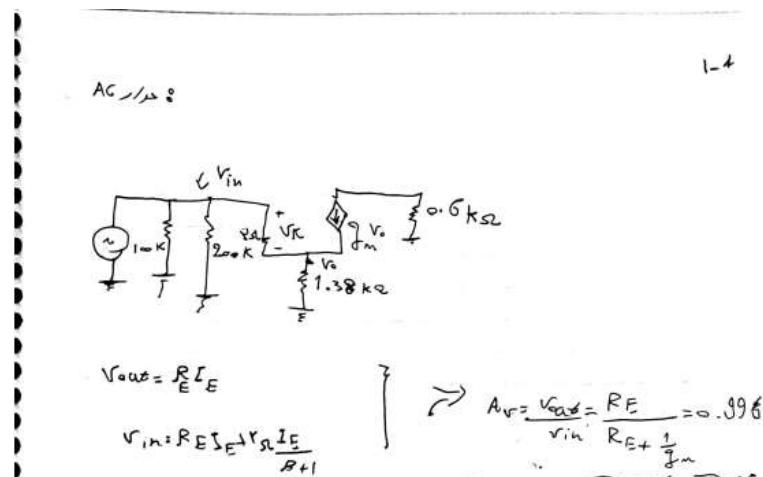
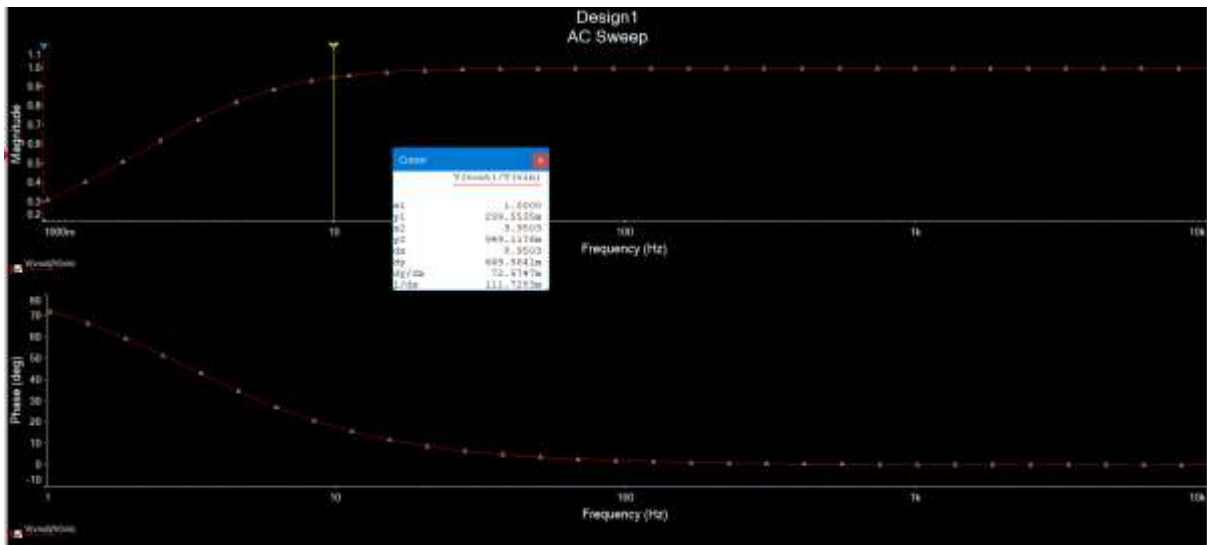
$$\rightarrow \frac{75 R_{th}}{100} - \frac{R_{th} \times 5}{100} - 0.7 - 1.38 \times 520 = 0 \rightarrow R_{th} = 66.49 \text{ k}\Omega$$

$$66.49 R_{th} = \frac{100 R_{B2}}{R_{B2} + 100} \rightarrow R_{B2} = 198.41 \text{ k}\Omega \quad \dots$$

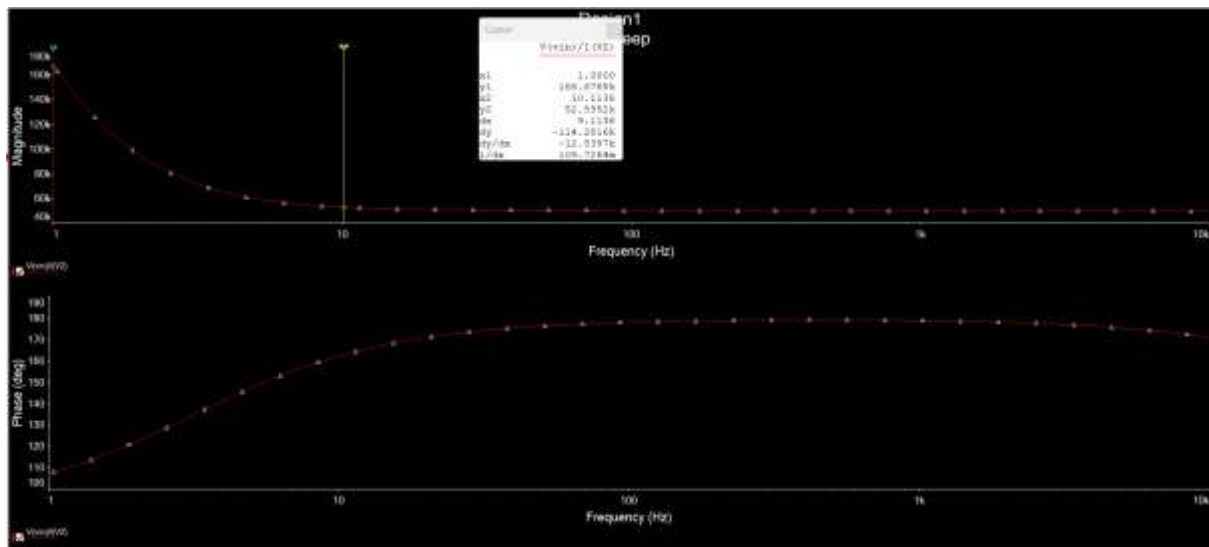
$R_{B2}$  را برابر  $200 \text{ k}\Omega$  قرار می دهیم.

• با کمک کردن Bias Point می بینیم به مقدار درست رسیدیم.

#### 1.4 شبیه سازی انجام شد و در عکس زیر نتایج مشخص است



همانطور که از cursor مشخص است بهره ی مدار 0.95 در فرکانس 10 هرتز بدست آمده و علت تفاوت اندک آن با تئوری این است که خازن در فرکانس های پایین و نزدیک dc رفتارهای فرکانسی دارد که نمیتوان آن را ایده آل در نظر گرفت و روی سیگنال اثر میگذارد



1-5

$$R_{in} = (R_{B2} \parallel R_B) \parallel (R_{K3} + R_{Em3} (1 + \beta))$$

$$\leadsto R_{in} = (66.67) \parallel (0.7 + 1.38 \times (1 + \beta))$$

$$R_{K3} = \frac{\beta}{I_{E3}} = \frac{\beta V_T}{I_{CQ3}} = \frac{140 \times 0.025}{5} = 0.7 \text{ k}\Omega$$

$$R_{in} = 49.63 \text{ k}\Omega$$

مقاومت ورودی در فرکانس 10 هرتز تقریباً منطبق است و دلیل تفاوت اندک با تئوری اثرات فرکانسی خازن میباشد

1.6 و 1.7 و 1.8

$$\Delta_1 = R_{oc} I_{CQ3}$$

$$R_{oc} = R_{C3} \parallel R_{Em3}$$

$$\Delta_1 = 1.93 \times 5 = 9.65 \text{ V}$$

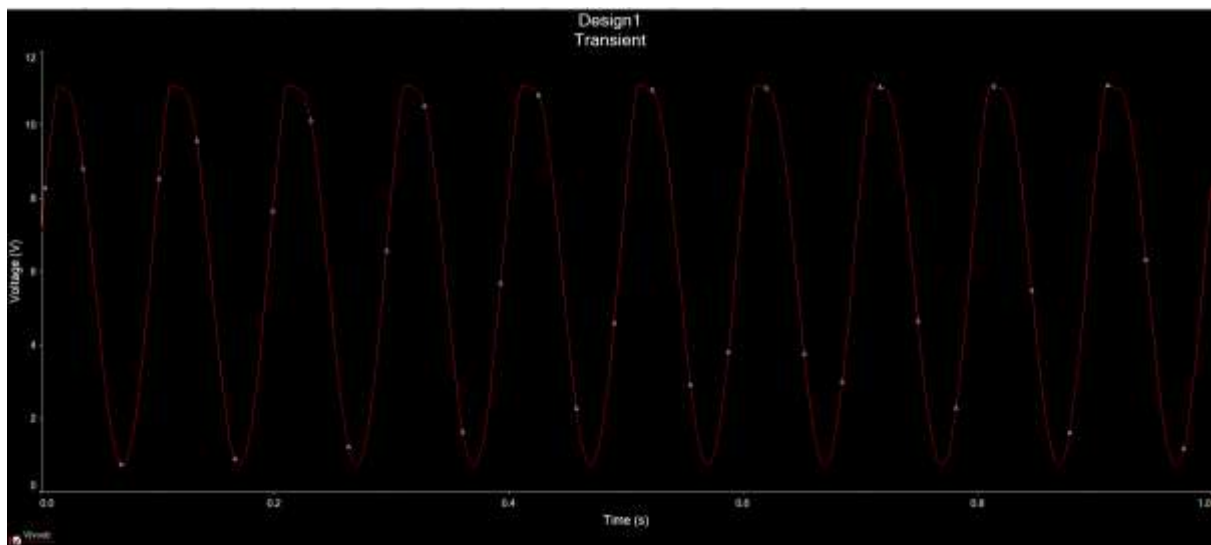
$$\Delta_2 = V_{CEQ} - V_{CEsat}$$

$$V_{CEQ} = 15 - 1.93 I_C = 5.1 \text{ V}$$

$$\Delta_2 = 4.9 \text{ V}$$

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

$$= 4.9 \text{ V}$$



همانطور که از تصویر مشخص است حدود 5 ولت سوپینگ داشتیم که تقریباً برابر با مقدار تئوری محاسبه شده است

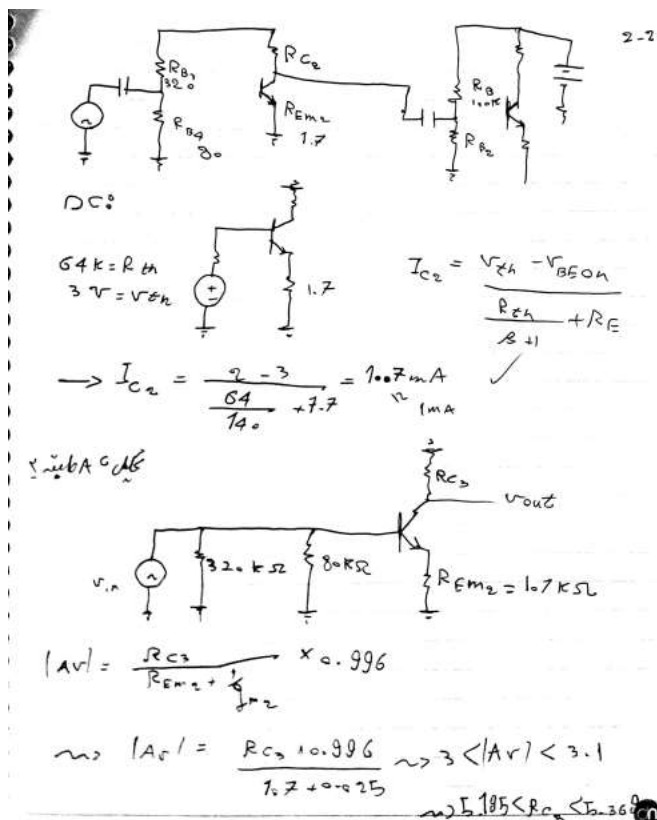
## 1.9

به دلیل مقاومت ورودی نسبتاً بالا و مقاومت خروجی پایین به عنوان جداساز بین طبقات بکار میرود زیرا با توجه به مقاومت ورودی نسبتاً بالایی که دارد لود روی طبقه ی قبل خود نمیگذارد و همچنین طبقه ی بعد خود را نیز تضعیف نمیکند و بهره ی حدود 1 دارد

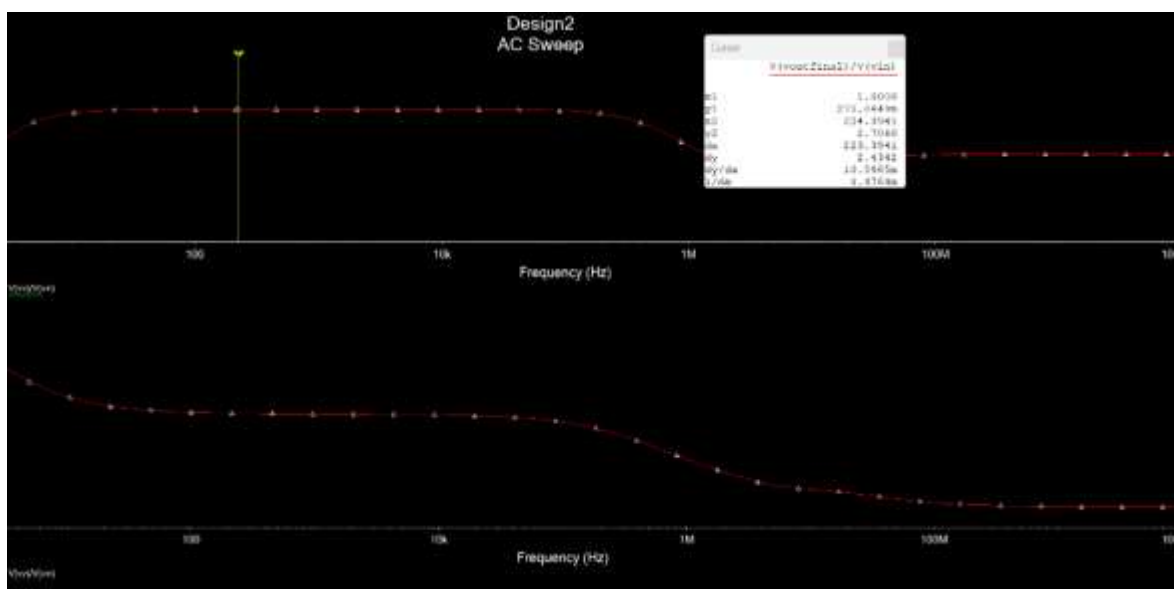
## 2.1

به علت بهره ی خوبی که دارد و همچنین مقاومت ورودی نسبتا بالای که دارد میتواند در طبقه ی اول استفاده شود

## 2.2



## 2.3



همانطور که مشاهده میشود بهره ی کلی برابر حاصل ضرب دو طبقه که 3 و 0.9 است یعنی حدودا 2.7 است که مطابق انتظار تقریبا برابر است

## 2.4

محاسبات تئوری

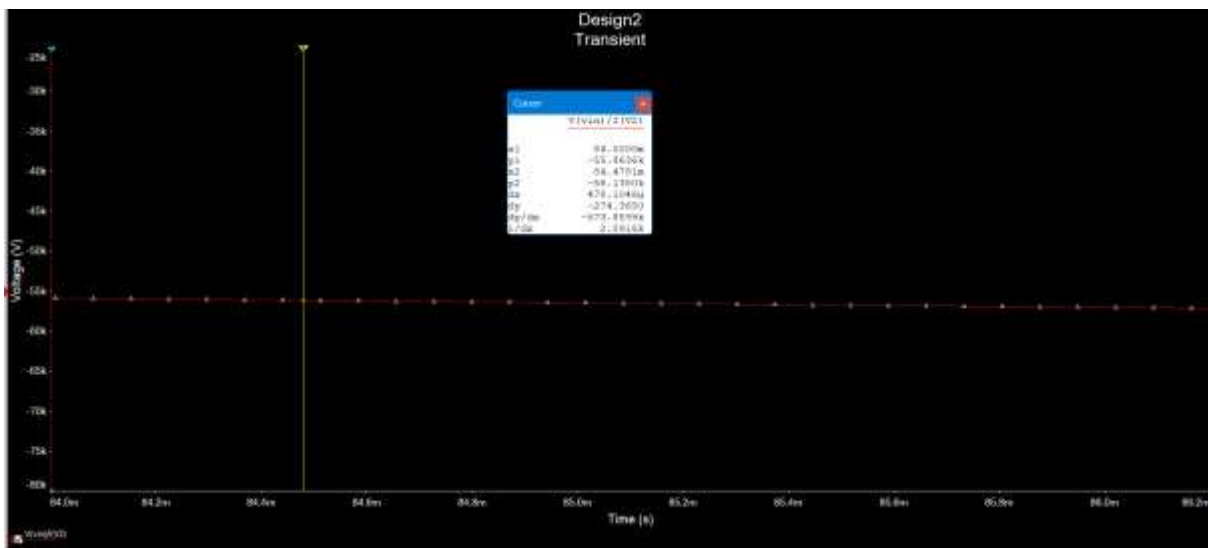
2.4

$$R_{in} = (R_{B3} || R_{B4}) || (r_{\pi 2} + R_{Em2}(1+\beta))$$

$$r_{\pi 2} = \frac{\beta}{g_{m2}} = \frac{140 \times 0.025}{1} = 3.5$$

$$\Rightarrow R_{in} = 64 || (3.5 + 230) = 50.6 \text{ k}\Omega$$

نتیجه ی شبیه سازی



تقریبا برابر هستند و علت تفاوت جزئی این است که امپدانس خازن و همچنین اثر ارلی در محاسبات تئوری در نظر گرفته نشده



## بخش 3

### 3.1

به علت مقاومت ورودی بالا و شیفیت فازی کم و همچنین سوپینگ زیاد

### 3.2

3-2

در ابتدا  $R_{in}$  را در شکلت AC بررسی می‌کنیم:

$R_{in} = R_{Em1} \parallel \frac{1}{\beta_{m1}}$

DC Analysis:

$I_{C1} = \frac{V_{th} - V_{BE(on)}}{\frac{R_{th}}{\beta + 1} + R_{Em1}}$

$V_{th} = \frac{15 R_{B6}}{R_{B6} + 50}$        $R_{th} = R_{B6} \parallel 50$

$\Rightarrow I_{C1} = \frac{\frac{15 (R_{B6} \parallel 50)}{50} - 0.7}{\frac{R_{B6} \parallel 50}{140} + 0.54} \rightarrow \frac{1}{\beta_{m1}} = \frac{0.025 \left( \frac{R_{B6} \parallel 50}{140} + 0.54 \right)}{\frac{15}{50} (R_{B6} \parallel 50) - 0.7}$

$$8 < R_{in} < 10 \leadsto 8 < 0.54 \parallel \frac{1}{\frac{1}{B} + 1} < 10$$

$$\leadsto 8 \times 10^{-3} < \frac{0.54 B}{0.54 + B} \rightarrow 4.32 \times 10^{-3} < 0.532B$$

$$\rightarrow B > 8.12 \times 10^{-3} \text{ (I)} \rightarrow \frac{B \times 0.54}{0.54 + B} < 10 \times 10^{-3}$$

$$\rightarrow B(0.53) < 5.4 \times 10^{-3} \rightarrow B < 0.01 \text{ (II)}$$

$$\text{I, II} \leadsto 8.12 \times 10^{-3} < B < 0.01$$

$$\rightarrow 8.12 \times 10^{-3} < 0.025 \left( \frac{R_{Bo} \parallel 50}{140} + 0.54 \right) < 0.01$$

$$0.325 < \frac{\frac{8C}{140} + 0.54}{0.3C - 0.7} < 0.4$$

: del'notes

$$0.325 < \frac{\frac{C}{140} + 0.54}{0.3C - 0.7}$$

$$\rightarrow 0.0975C - 0.228 < \frac{C}{140} + 0.54$$

$$\rightarrow 0.098 < 0.768 \leadsto C < 8.53 \rightarrow \frac{R_{Bo} \times 50}{R_{Bo} + 50} < 8.53$$

$$\rightarrow R_{Bo} (41.47) < 426.5 \leadsto R_{Bo} < 10.28 \text{ (I)}$$

: par'notes

$$\frac{\frac{C}{140} + 0.54}{0.3C - 0.7} < 0.4$$

$$\rightarrow 0.11C > 0.82 \rightarrow C > 7.45$$

$$\rightarrow \frac{R_{Bo} \times 50}{R_{Bo} + 50} > 7.45 \rightarrow R_{Bo} (42.53) > 372.6$$

$$\rightarrow R_{Bo} > 8.75 \text{ II}$$

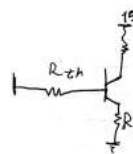
$$\text{I, II} \Rightarrow 8.75 < R_{Bo} < 10.28$$

$R_{C, \text{model}}$ 

3-3

$$V_{th} = V_{th} \times \frac{9}{9+50} = 15 \times \frac{9}{59} = 2,288$$

$$R_{th} = R_{B5} \parallel R_{B6} = 9 \parallel 50 = \frac{9 \times 50}{59} = 7,62$$



$$I_C \Rightarrow V_{th} - \frac{I_C R_{th}}{\beta} - 0,7 - R_E I_C = 0$$

$$I_C = \frac{2,288 - 0,7}{R_E + \frac{R_{th}}{\beta}} = \frac{1,588}{0,54 + \frac{7,62}{100}} = 2,886 \text{ mA}$$

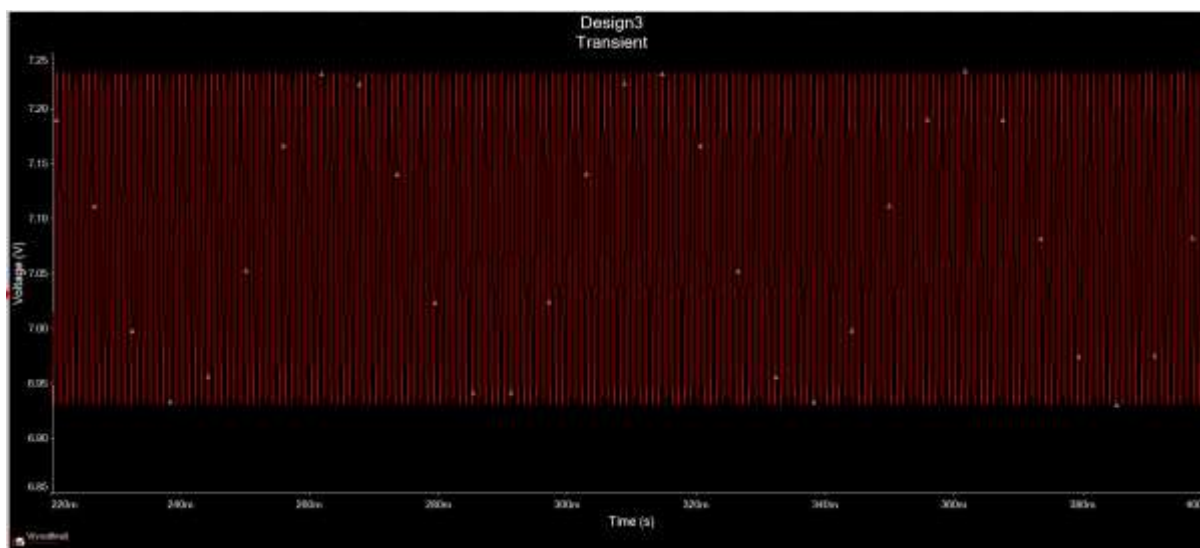
$$g_m = \frac{2,886}{V_T} = \frac{2,886}{0,025} = 107,44 \text{ ms}^{-1}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 + (1 + g_m R_E) \frac{R_S}{R_E}} g_m R_C$$

$$2,76 = \frac{1}{1 + (1 + 107,44 \times 0,54) \times \frac{2,7 \times 10^{-3}}{0,54}} \times 2,7 \times 107,44 \times 120$$

$$R'_C = 0,235$$

$$R'_C = R_C \parallel R_{in \text{ stage } 2} \rightarrow R_C = 2 \text{ k}\Omega$$



همانطور که مشاهده میشود با ورودی 1 میلی ولت pp خروجی حدود 280 میلی ولت سوینگ ac دارد که نشان از تقویت 280 برابری سیگنال دارد

### بخش 3.4

3.4

$$A v_1 = \frac{A v}{A v_2 \times A_3} = \frac{2.75}{2.17} \approx 110$$

### بخش 3.5

$$R_{out} = 1.38 \parallel \left( \overset{0.1025}{\frac{1}{g_m}} + \overset{100}{R_B} \parallel \overset{200}{R_{B2}} \parallel \overset{2.2}{R_{C02}} \right) = 25 \Omega$$

### 3.6

به دلیل اینکه مقدار بایاس دی سی هر طبقه با دیگری متفاوت است اگر خازن را برای جداسازی آنها بکار نبریم عملکرد مدار دچار اختلال میشود





