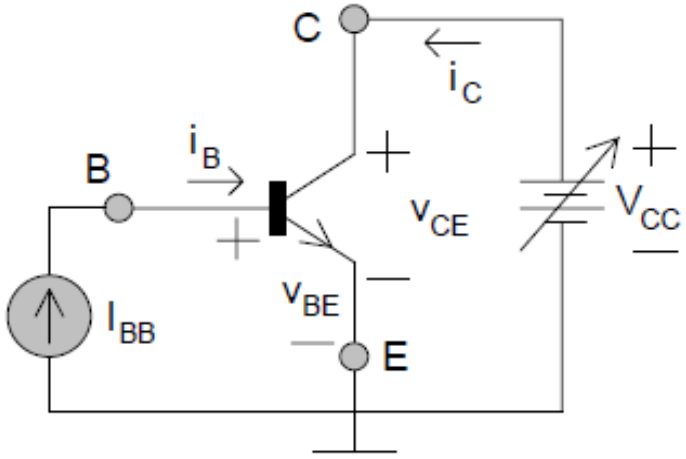
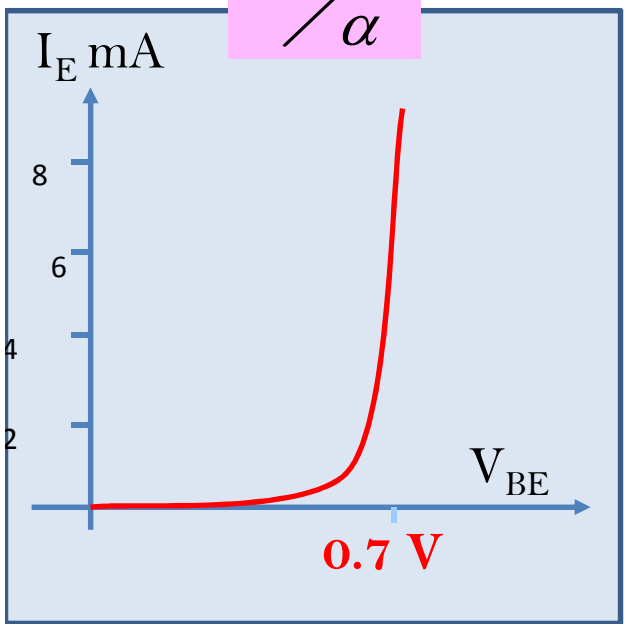
التمثيل البياني لخواص الترانزستور BJT الموصل بطريقة CE
Graphical Representation of BJT characteristics

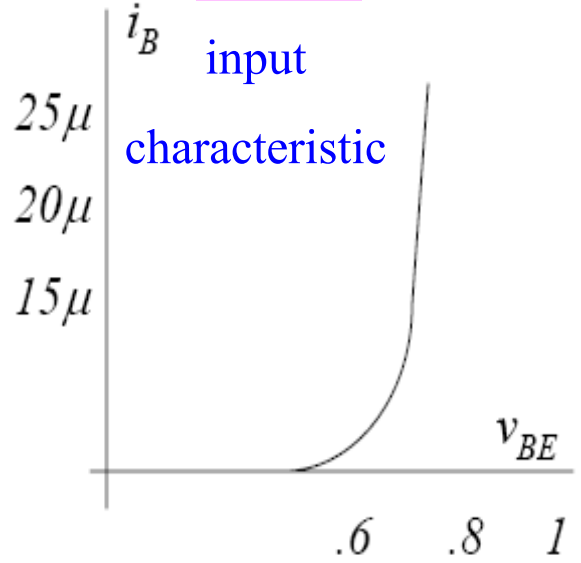


العلاقة $i_E - v_{BE}$ ، العلاقة $i_B - v_{BE}$ و العلاقة $i_C - v_{BE}$ كلها أسية ولكن بمقاييس مختلفة.

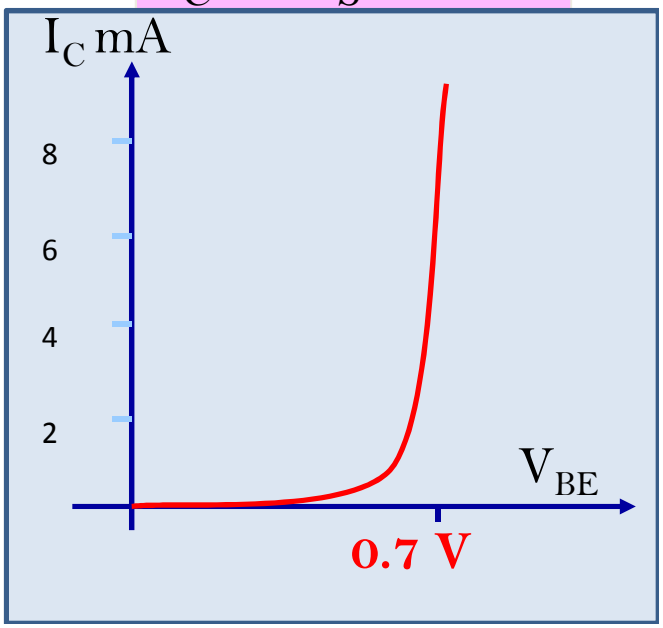
I_C / α



I_C / β



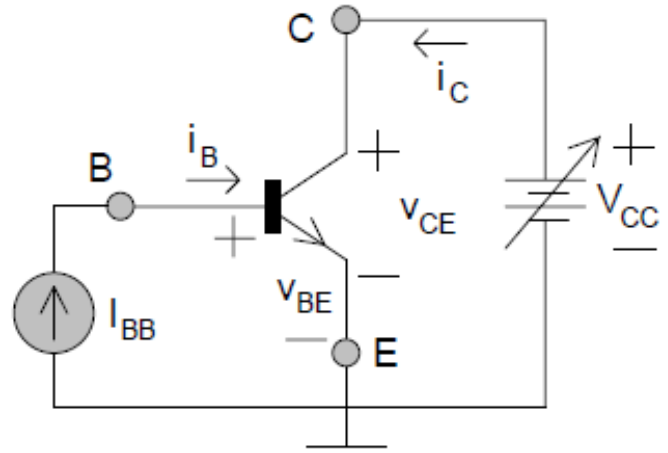
$$I_C = I_S\, e^{V_{BE}/V_T}$$

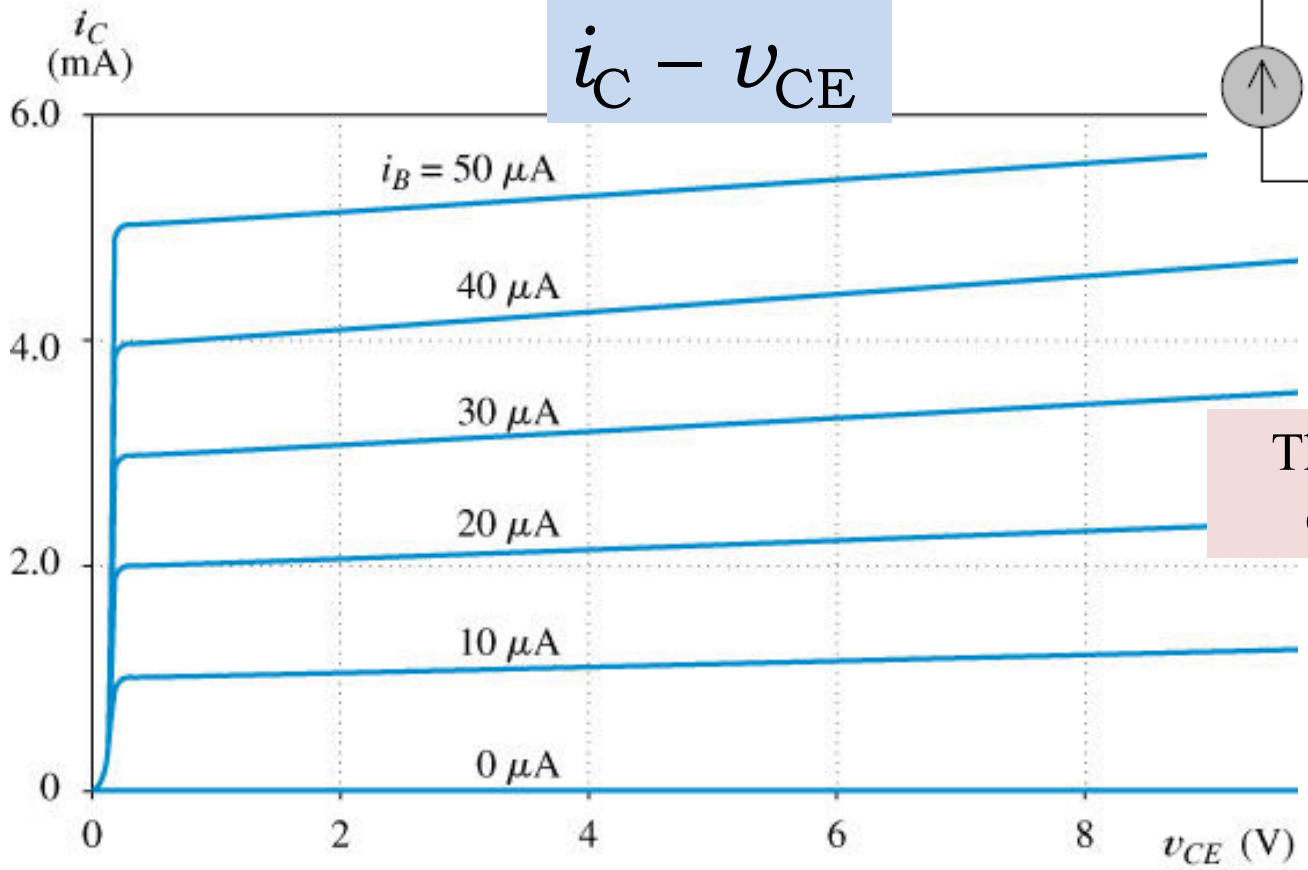


التمثيل البياني لخواص الترانزستور BJT الموصل بطريقة CE
Graphical Representation of BJT characteristics

output characteristics

$i_C - v_{CE}$





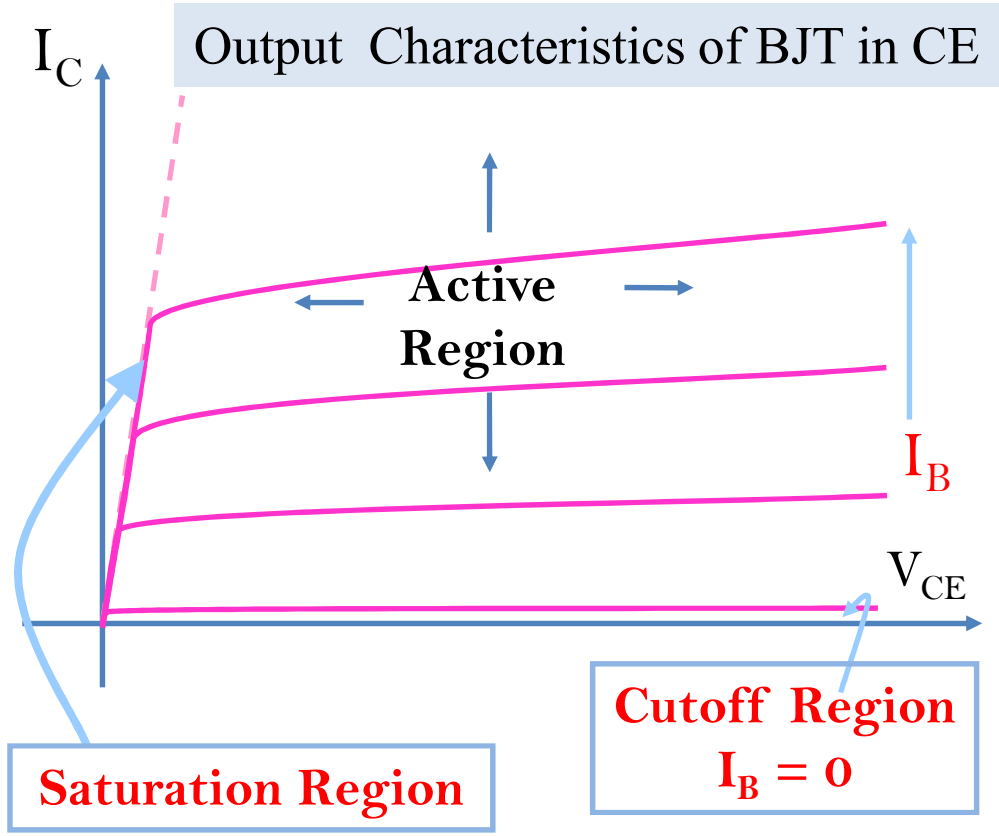
The collector behaves as a constant current source

تحديد مناطق تشغيل الترانزستور على منحنيات خواص الخرج

Mode	BEJ	CBJ
Cutoff	Reverse	Reverse
active	Forward	Reverse
Saturation	Forward	Forward

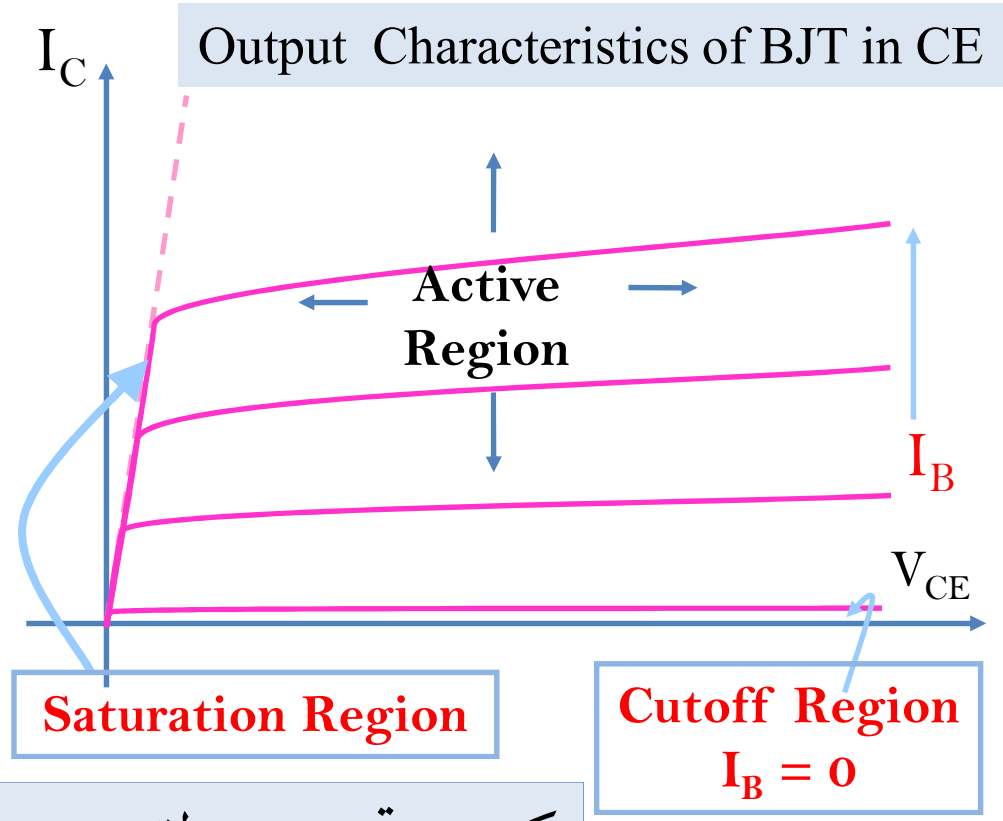
$$V_{CE} = V_{BE} + V_{CB}$$

Mode	V_{BE}	V_{CB}
Cutoff	-	+
active	+	+
Saturation	+	-



تحديد مناطق تشغيل الترانزستور على منحنيات خواص الخرج

Region	Description
Active	Small base current controls a large collector current
Saturation	$V_{CE(sat)} \sim 0.2V$, V_{CE} increases with I_C
Cutoff	Achieved by reducing I_B to 0, Ideally, I_C will also equal 0.

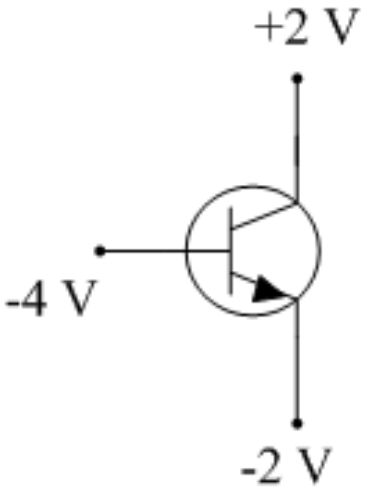


كيف تحدد منطقة تشغيل الترانزستور؟

بمعرفة V_{BE} (active) وV_{CE}(sat).

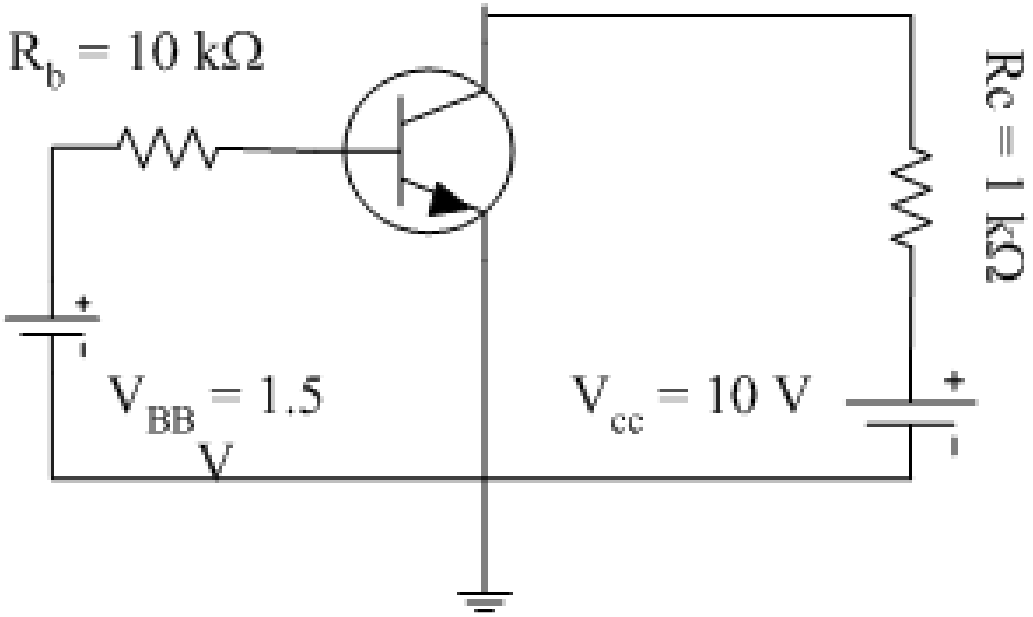
تدريب1

حددي منطقة عمل الترانزستور الموصل كما في الدائرة.



تدريب2

حددي منطقة عمل الترانزستور الموصل كما في الدائرة الموضحة. حيث $V_{BE} = 0.7\ V,\ \beta=100\ ,\ V_{CE}(sat)= 0.1V$

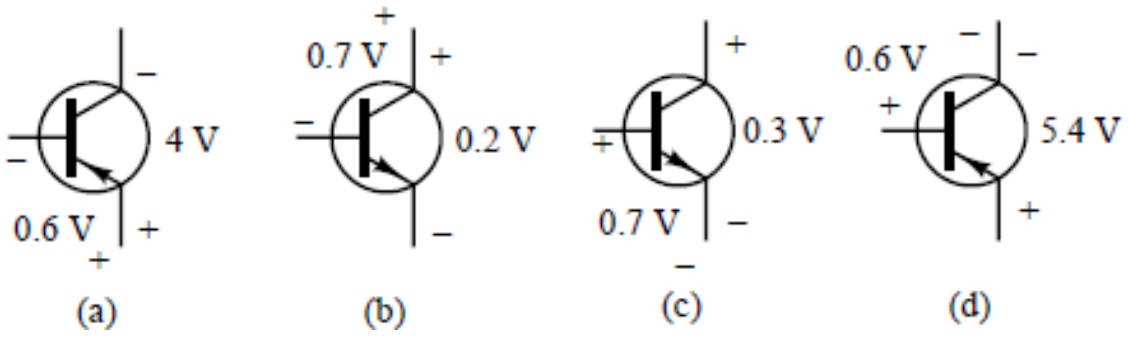


تحديد مناطق تشغيل الترانزستور

Determine the region of operation for the following transistors:

a. npn, $V_{BE} = 0.8$ V, $V_{CE} = 0.4$ V
b. npn, $V_{CB} = 1.4$ V, $V_{CE} = 2.1$ V
c. pnp, $V_{CB} = 0.9$ V, $V_{CE} = 0.4$ V
d. npn, $V_{BE} = -1.2$ V, $V_{CB} = 0.6$ V

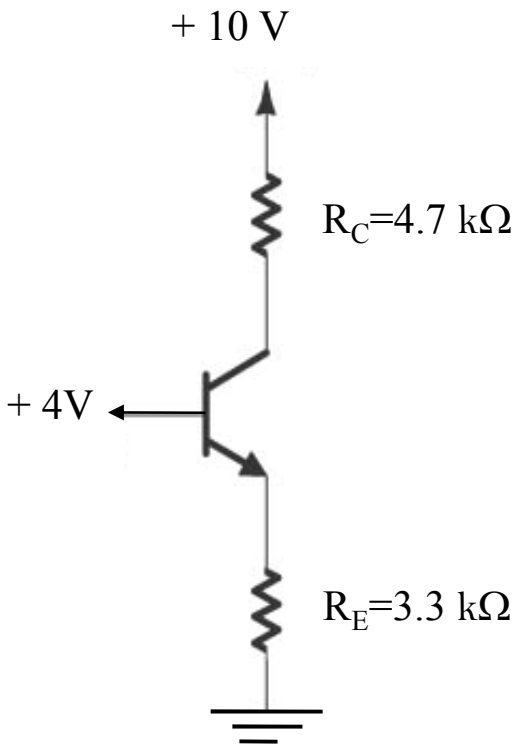
For each transistor shown in Figure P9.1, determine whether the BE and BC junctions are forward- or reverse-biased, and determine the operating region.



Analysis of Transistor Circuits at DC

تحليل دوائر الترانزستور للتيار المستمر

تحديد منطقة عمل الترانزستور



تعيين قيم جهود النقاط وتيارات الفروع الغير معلومة

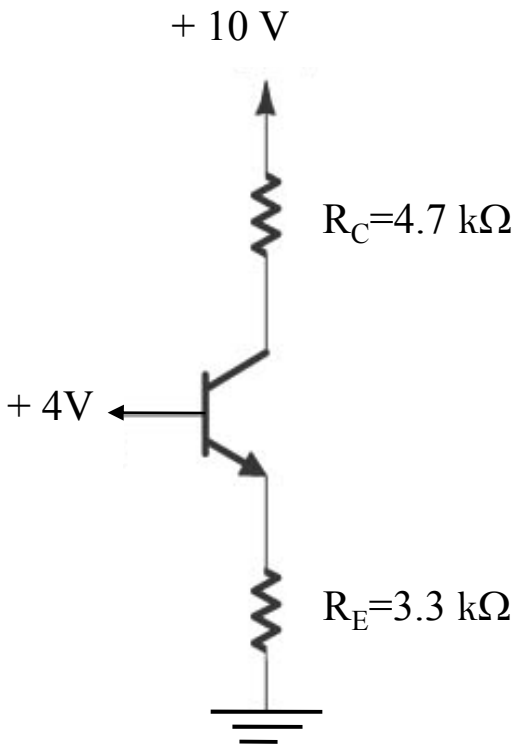
فرض ثبات الجهد V_{BE} عند القيمة 0.7 V

فرض قيمة β=100

المطلوب

I_E, I_C , I_B

V_E, V_C



القاعدة موصلة بـــ +4 V و الباعث بالأرضي

في الانحياز الأمامي BEJ

1

$$V_E = 4 - 0.7 = 3.3\ V$$

$$I_E = \frac{V_E - 0}{R_E}$$

2

$$I_E = \frac{3.3}{3.3\ X\ 1000} = 1\ mA$$

$$I_C = \alpha\ I_E$$

The value of α is obtained from: $\alpha = \frac{\beta}{\beta + 1} = \frac{100}{101} \cong 0.99$

Thus I_C will be:

3

$$I_C = 0.99 \times 1 = 0.99 \text{ mA}$$

To determine V_C:

$$V_C = 10 - I_C R_C$$

$$V_C = 10 - 0.00099 \times 47000$$

4

$$V_C = +5.3 \text{ V}$$

Since B at +4 V, CBJ is reverse-biased

The Transistor is indeed in the Active Mode

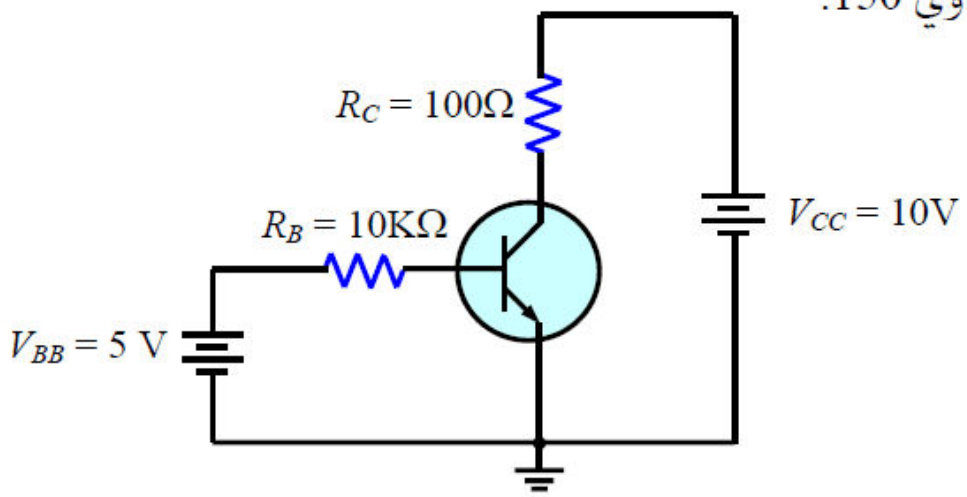
To determine I_B:

5

$$I_B = \frac{I_E}{\beta + 1} = \frac{1}{101} \cong 0.01 \text{ mA}$$

E:4.8

مثال 4 -2: أوجد قيمة كل من I_B و I_C و I_E و V_{BE} و V_{CE} و V_{CB} في الدائرة الموضحة بشكل(4 -8) علما بأن المعامل β_{dc} للترانزستور تساوي 150.



شكل(4 -8)

الحل:

يمكن حساب التيارات I_B وI_C وI_E كالآتي:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{5V - 0.7V}{10\ K\Omega} = 430\ \mu A$$

$$I_C = \beta_{dc} I_B = (150)(430\mu A) = 64.5mA$$

$$I_E = I_C + I_B = 64.5mA + 430\ \mu A = 64.9\ mA$$

لحساب كل من V_{CE} وV_{CB} نطبق المعادلات التالية:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C\ R_C = 10V - (64.5mA)(100\Omega) = 10V - 6.45V = 3.55\ V$$

$$V_{CB} = V_{CE} - V_{BE} = 3.55\ V - 0.7\ V = 2.85\ V$$

تدريب

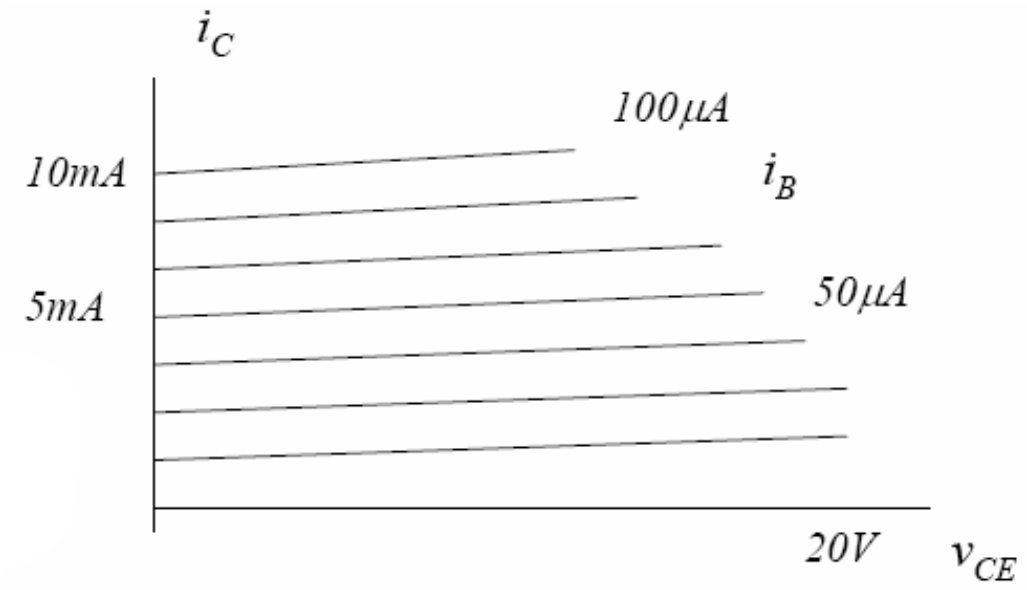
Given: $I_B = 50\ \mu A$, $I_C = 1\ mA$

Find: I_E , β , and α

Solution:

تدريب

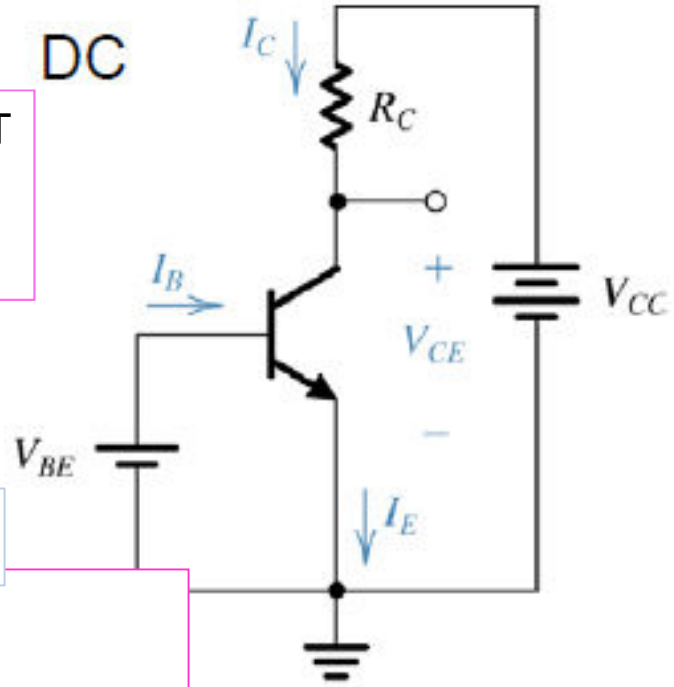
Calculate the values of β and α from the transistor shown in the graph.



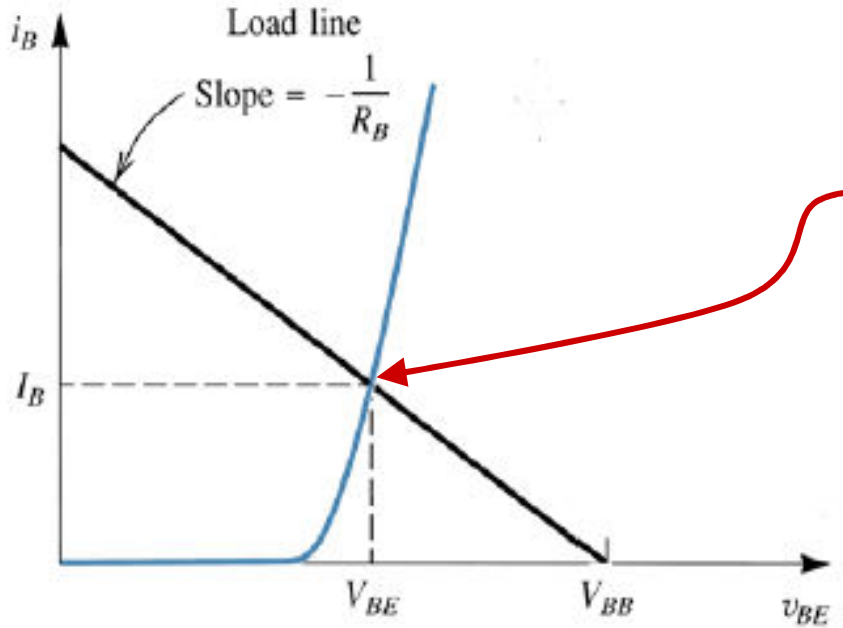
Graphical Analysis التحليل بيانياً

Calculating the Q-point for BJT is the first step in analyzing the circuit.

تحديد نقطة عمل الترانزستور

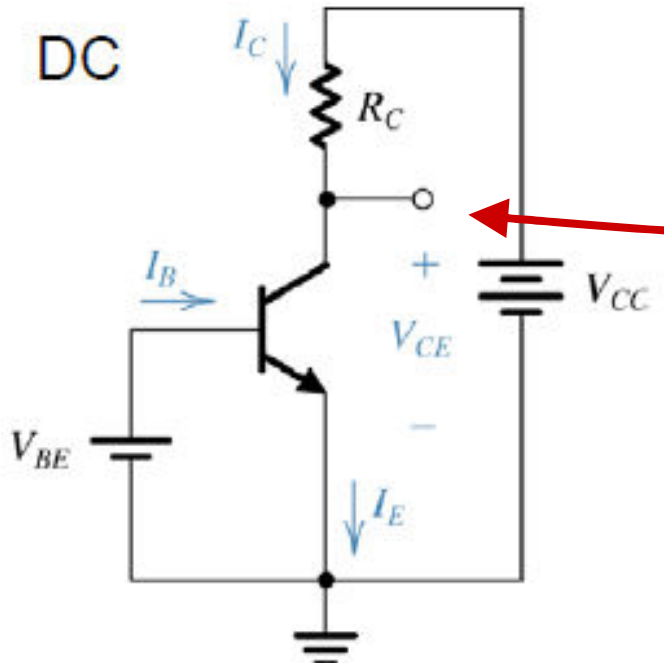


Base-Emitter Circuit Q point



تحديد النقطة Q على منحنى خواص الدخل $(I_B - V_{BE})$

Graphical Analysis التحليل بيانياً



بعد تحديد النقطة Q لدائرة القاعدة – الباعث، ننتقل إلى دائرة المجمع– الباعث.

Now that we have the Q-point for the base circuit, let's proceed to the collector circuit.

Apply KVL around the collector circuit:

- Rewrite as: $I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} - \frac{V_{CE}}{R_C}$

- This is a load-line curve, representing a line that intersects the I_C axis at V_{CC}/R_C and the V_{CE} axis at V_{CC}, with slope $-1/R_C$.

– نطبق KVL حول دائرة المجمع:

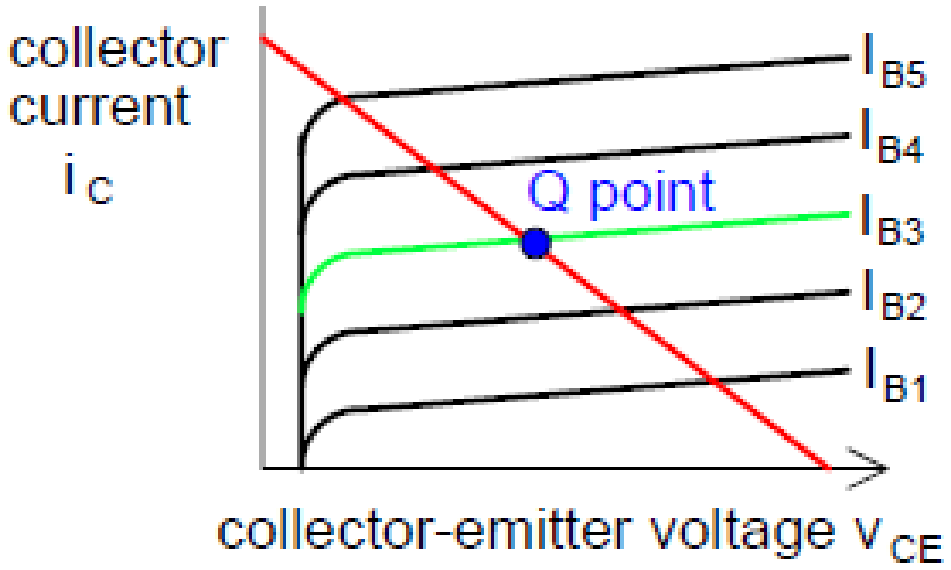
$$V_{CC} = i_C R_C + V_{CE}$$

$$I_C = \frac{V_{CC}}{R_C} - \frac{V_{CE}}{R_C}$$

– هذه معادلة خط الحمل الذي يتقاطع مع محور I_C عند $\frac{V_{CC}}{R_C}$ ومع محور V_{CE} عند V_{CC} بميل $-\frac{1}{R_C}$

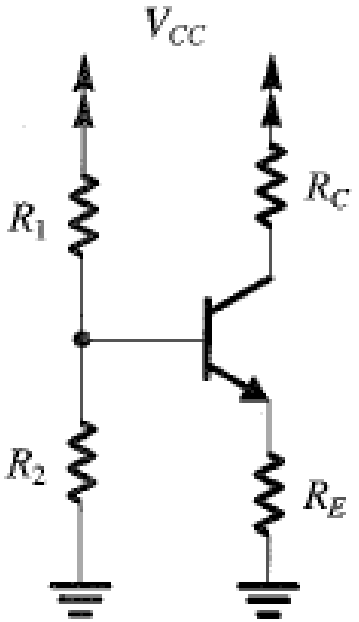
التحليل بيانياً Graphical Analysis

- يتقاطع خط الحمل مع مجموعة منحنيات تيار المجمع.
- النقطة التي يتقاطع فيها هذا الخط مع المنحنى بقيمة I_B المحددة سابقاً هي النقطة Q.



- تحدد إحداثيات نقطة Q قيمة تيار المجمع I_C والجهد V_{CE}.
- عادة تكون Q في منتصف المنطقة النشطة.

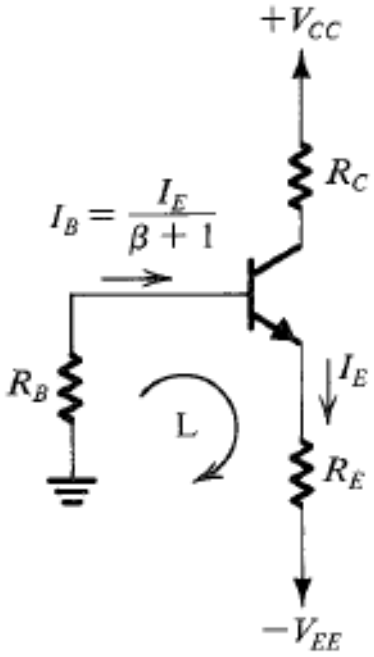
الانحياز في دوائر مكبر الترانزستورBJT Biasing in BJT Amplifier Circuits



The Classical Bias Arrangement

1- طريقة الانحياز التقليدي

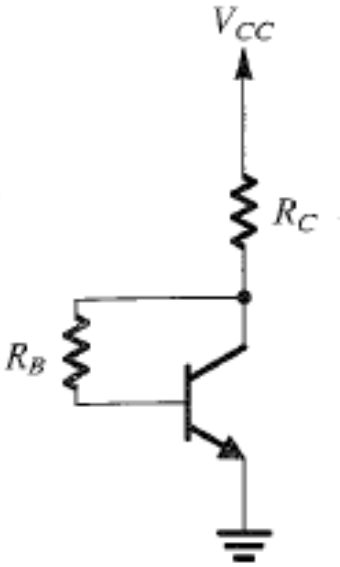
مجزئ لجهد مصدر واحد



2- طريقة الانحياز التقليدي بمصدري جهد.

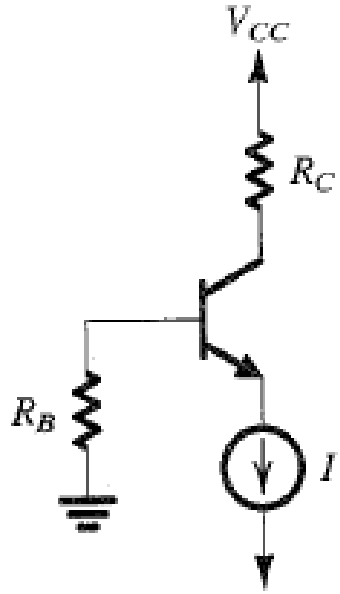
A Two-Power Supply Version of The Classical Bias Arrangement

الانحياز في دوائر مكبر الترانزستورBJT Biasing in BJT Amplifier Circuits



3- الانحياز باستخدام مقاومة التغذية العكسية بين القاعدة والمجمع

Biasing Using a Collector-to Base Feedback Resistor



4- الانحياز باستخدام مصدر تيار ثابت

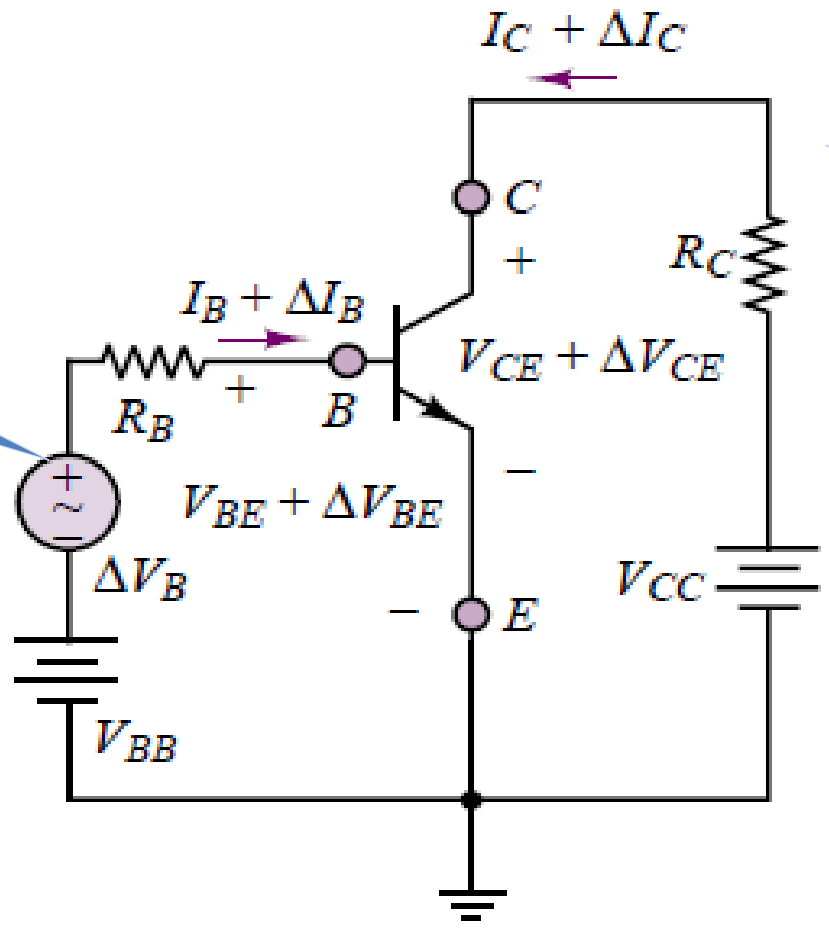
Biasing Using a Constant-Current Source

The Transistor as an Amplifier التراانزستور كمكبر

BJT CE Amplifier المكبر بباعث مشترك

دائرة المكبر الأساسية

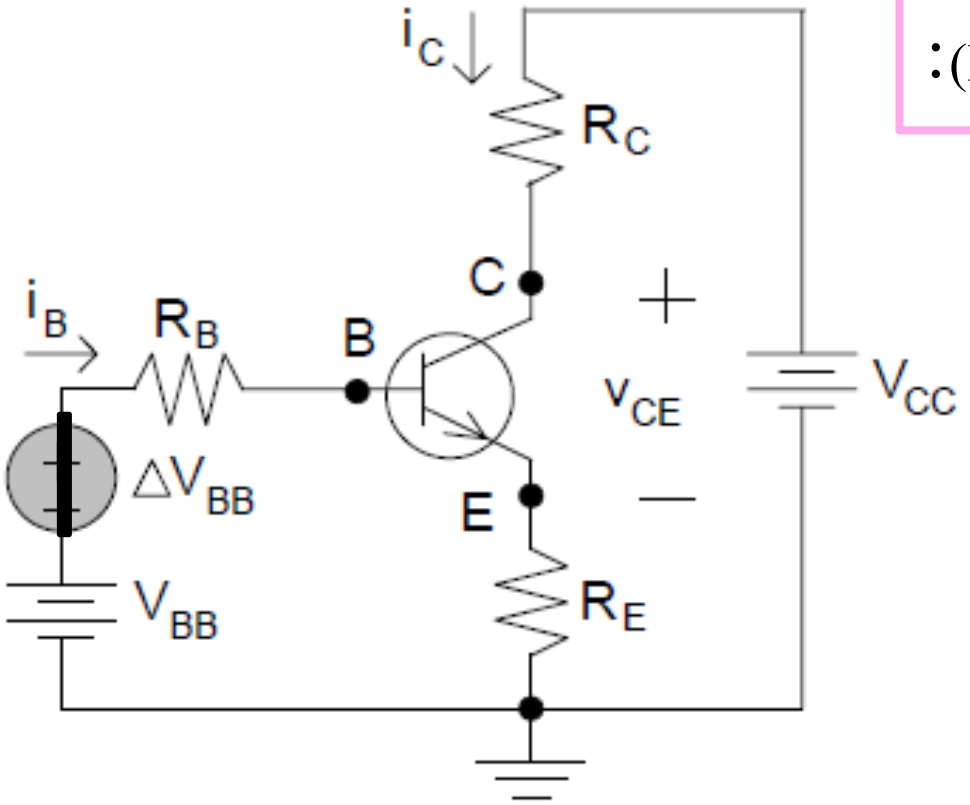
تمثل الإشارة المراد تكبيرها بالمصدر المتردد



ليعمل الترانزستور كمكبر يجب تحييزه ليعمل في المنطقة النشطة

The Transistor as an Amplifier الترانزستور كمكبر

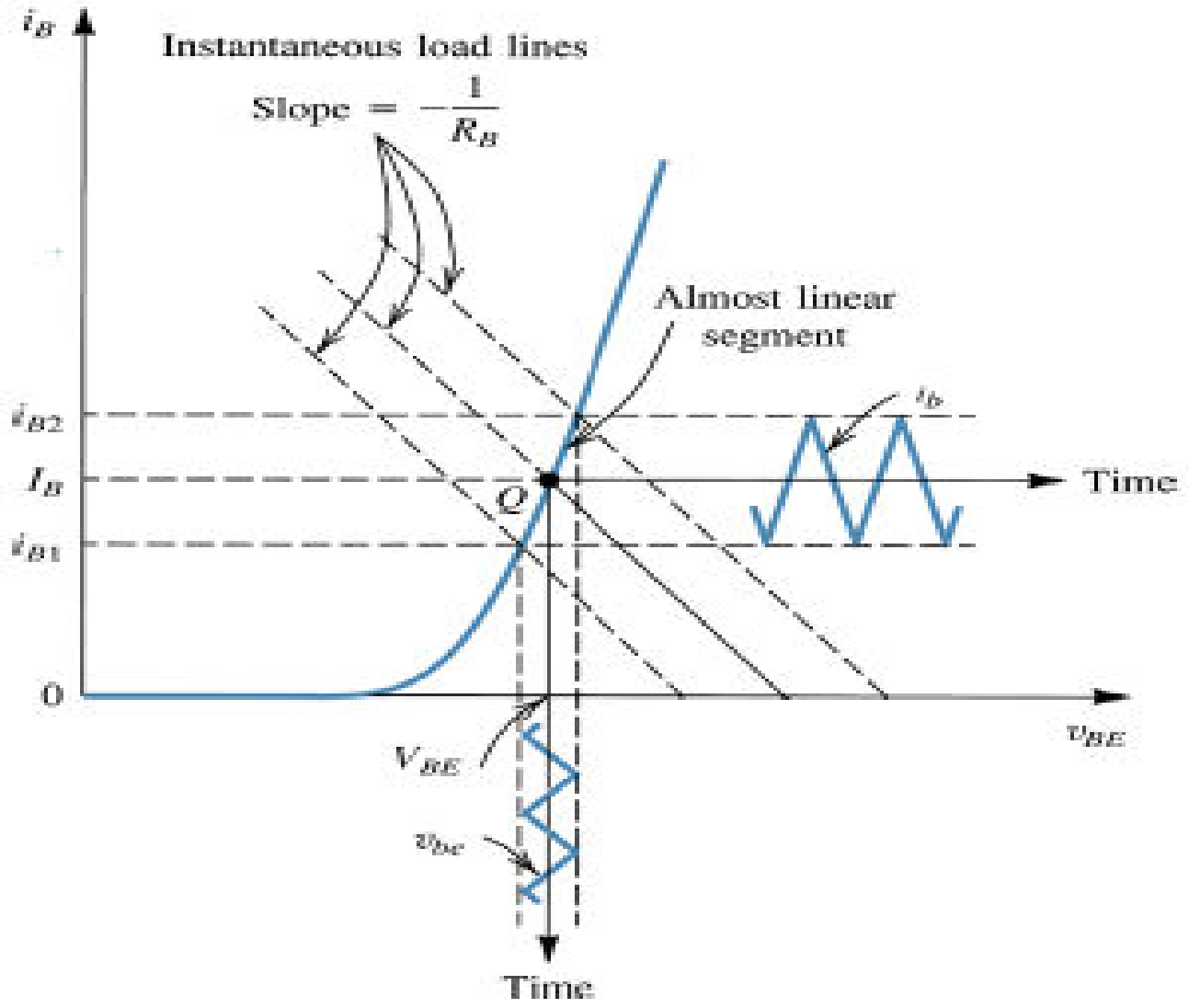
لتحليل دائرة المكبر بيانياً نقوم بالخطوات التالية:



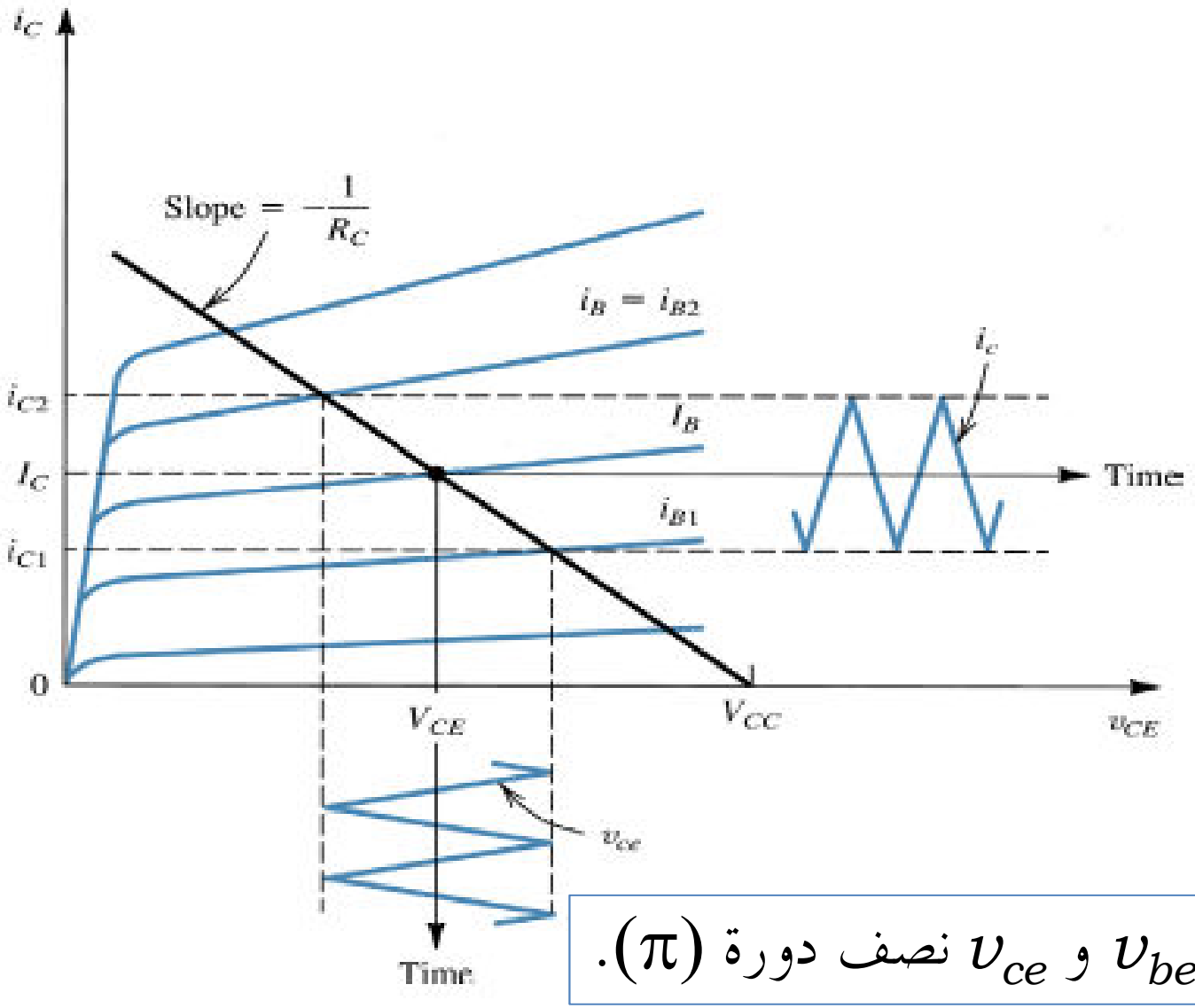
نبدأ بالحالة المستمرة (DC condition):

- تستبدل المصادر المترددة بدوائر قصر.
- تحدد إحداثي نقطة التشغيل $Q(I_C, V_{CE})$ ثم ، I_B , V_{BE} .

-تطبيق إشارة جهد صغيرة (a small voltage signal) Δv_b وإيجاد i_B المقابلة.



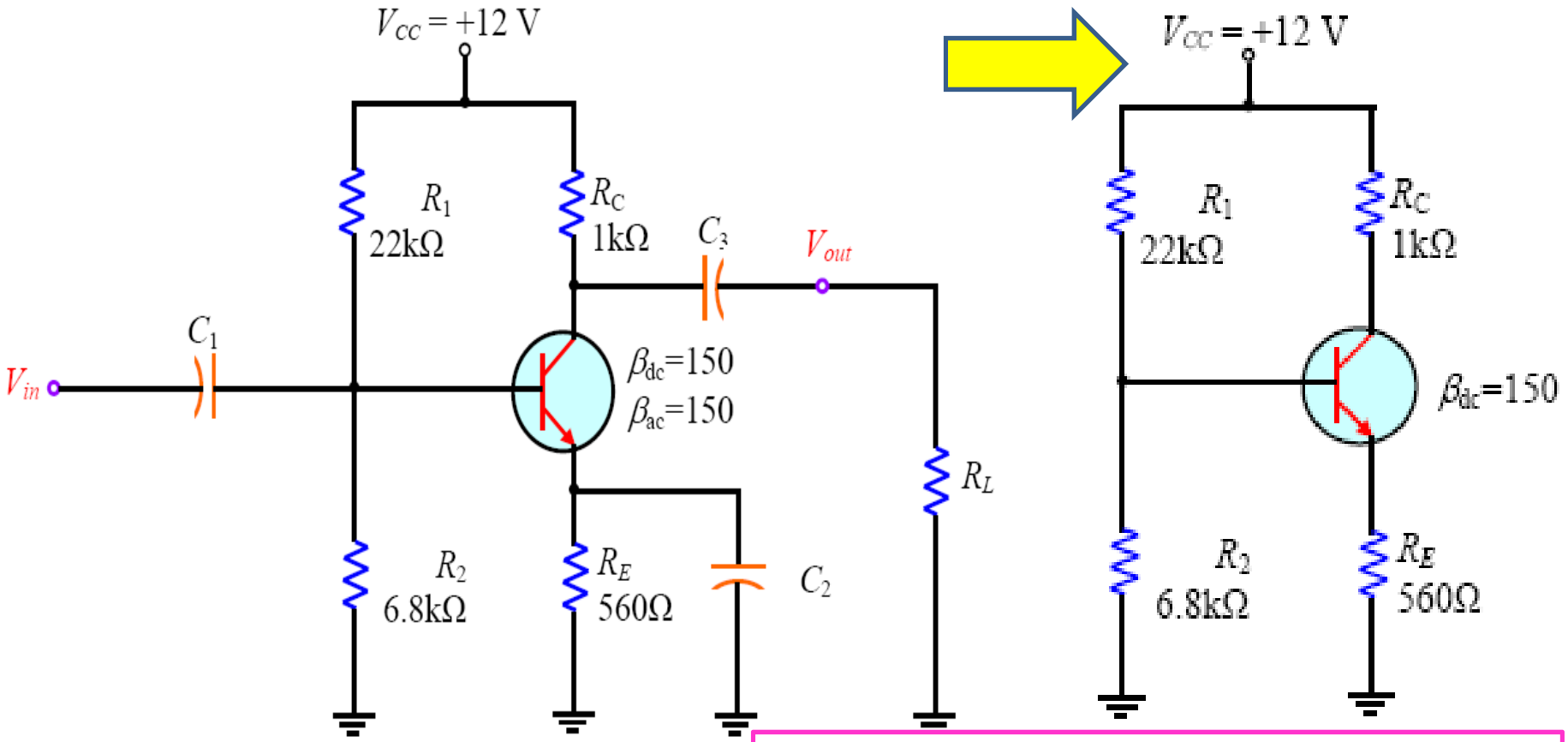
إيجاد v_{Ce} المقابلة. والتأكد ما إذا كان الترانزستور سيبقى يعمل في المنطقة النشطة.



فرق الطور بين الجهد v_{be} و v_{ce} نصف دورة (π).

مكبر الباعث المشترك

التحليل في حالة التيار المستمر

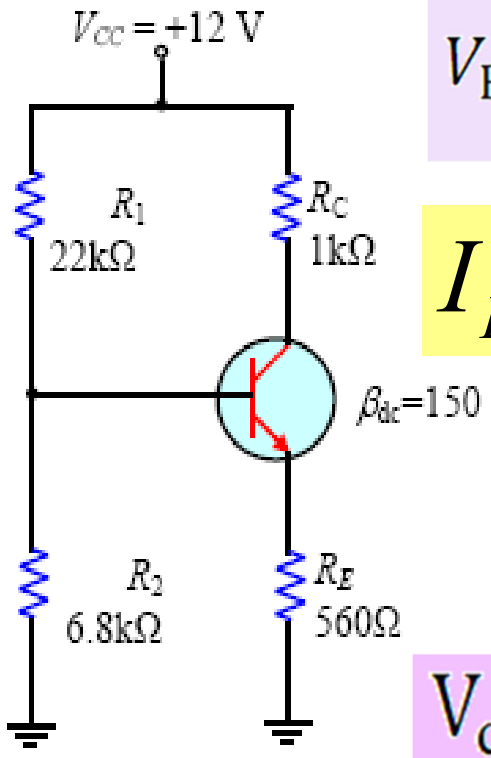


لماذا حذفت R_L و لم تحذف R_E

مكبر الباعث المشترك

التحليل في حالة التيار المستمر

$$V_B, V_E, V_C, V_{CE}, I_E, I_C, I_B$$



$$V_B = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) V_{cc} = \left(\frac{6.8\ K\Omega}{28.8\ K\Omega}\right) 12\ V = 2.83\ V$$

$$I_E = \frac{2.83 - .7}{560} = 3.8\,mA$$

$$I_C \cong 3.8\text{mA}$$

$$V_E = V_{RE} = R_E\, I_E$$

$$560 \text{ X } 3.8 \text{ X } 10^{-3} = 2.13 \text{ V}$$

$$V_c = V_{cc} - I_c R_c$$

$$= 12 - (3.8\,mA)(1\,K\Omega) = \mathbf{8.2}\ V$$

$$V_{CE} = V_C - V_E = 8.2\text{V} - 2.13\text{V} = 6.07\text{V}$$

مكبر الباعث المشترك

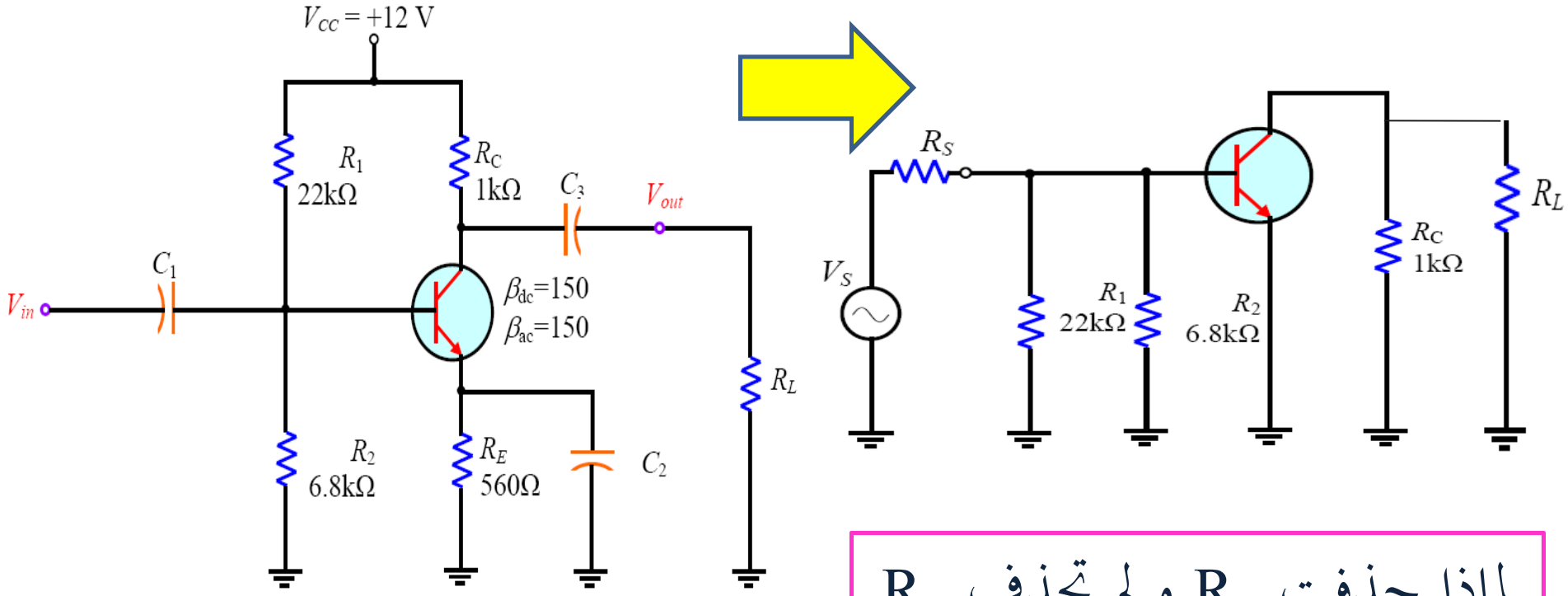
التحليل في حالة التيار المتردد

للتفريق بينها *e,b,c* في حالة التحليل للتيار المتردد نستخدم الرموز الصغيرة وبين حالة التحليل للتيار المستمر E,B,C.

- قصر كل المكثفات.
- قصر جميع مصادر التيار المستمر وتحويلها لأرضي.
- التحليل بين دائرة الدخل والخرج.

مكبر الباعث المشترك

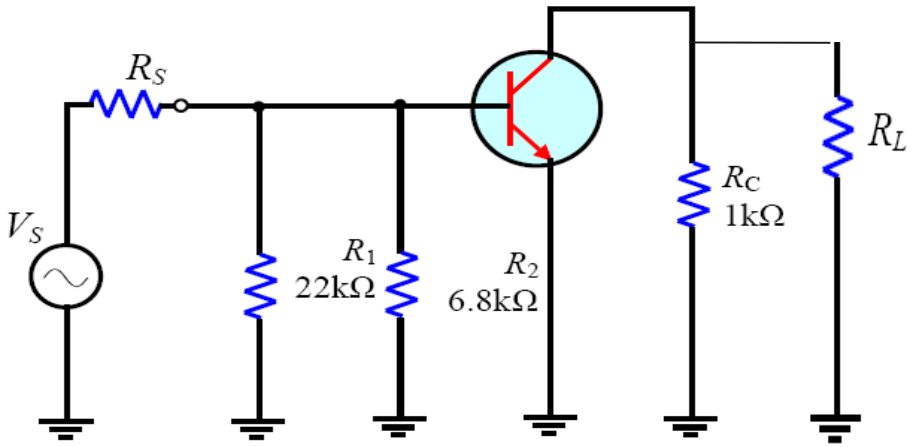
التحليل في حالة التيار المتردد



لماذا حذفت R_E و لم تحذف R_L

مكبر الباعث المشترك

التحليل في حالة التيار المتردد



المقاومة الداخلية r'_e للباعث

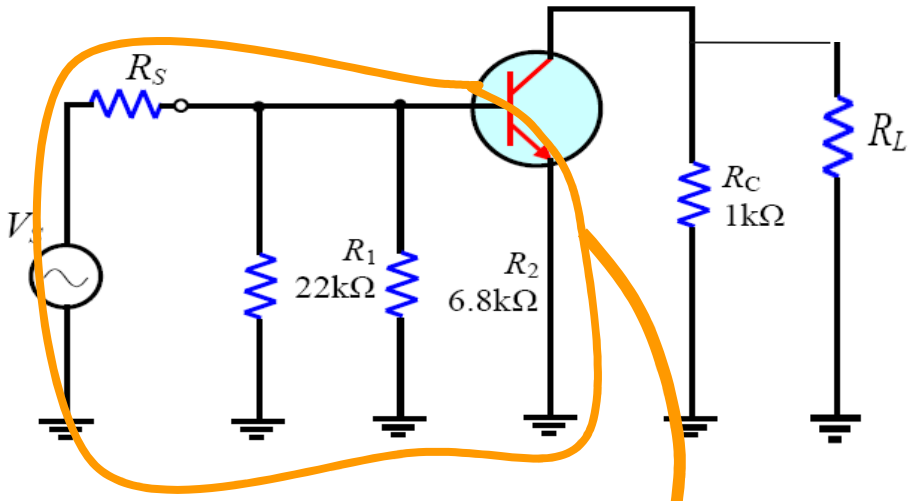
مقاومة الوصلة BEJ للتيار المتردد (منخفضة)

يمكن حسابها من:

$$r'_e = \frac{25\,\text{mV}}{I_E}$$

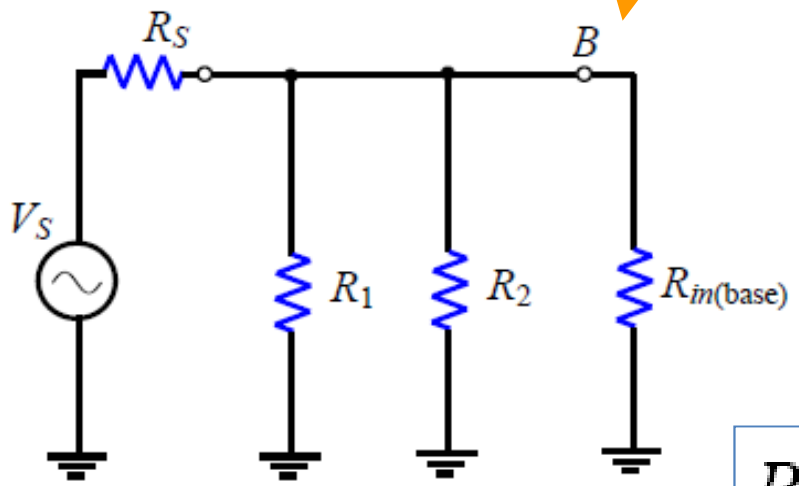
مكبر الباعث المشترك

التحليل في حالة التيار المتردد



تيار الباعث

$$I_e = \frac{V_b}{r'_e}$$



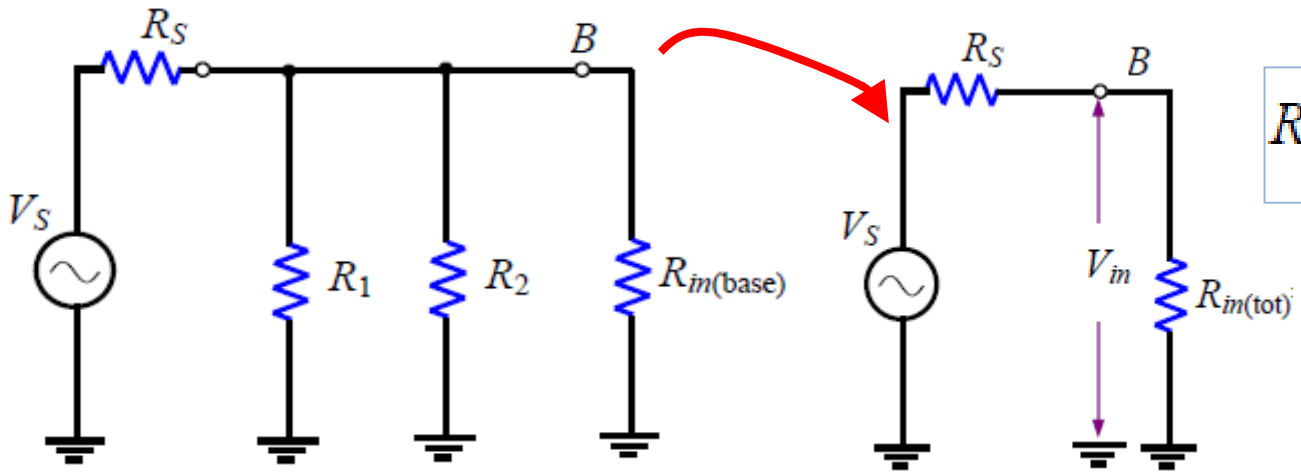
مقاومة القاعدة (الدخل)

$$R_{in(base)} = \frac{V_b}{I_b} = \frac{I_e r'_e}{\left(\frac{I_e}{\beta_{ac}}\right)}$$

$$R_{in(base)} = \beta_{ac} r'_e$$

مكبر الباعث المشترك

التحليل في حالة التيار المتردد



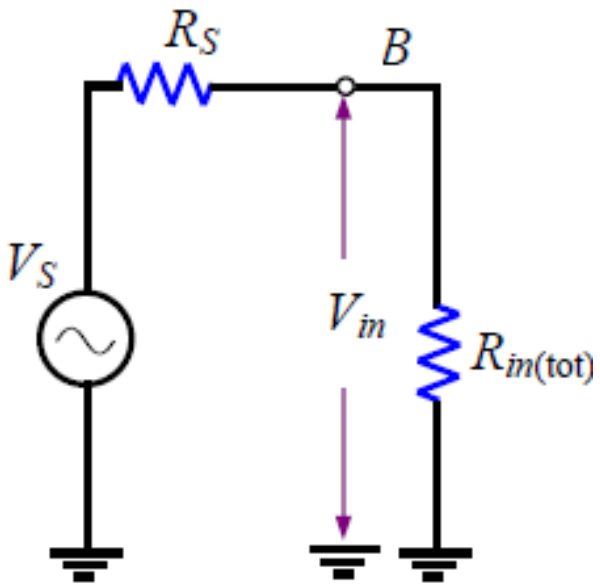
$$R_{in(tot)} = R_1 // R_2 // R_{in(base)}$$

جهد القاعدة

$$V_b = \left(\frac{R_{in(tot)}}{R_s + R_{in(tot)}} \right) V_s$$

مكبر الباعث المشترك

التحليل في حالة التيار المتردد



جهد القاعدة

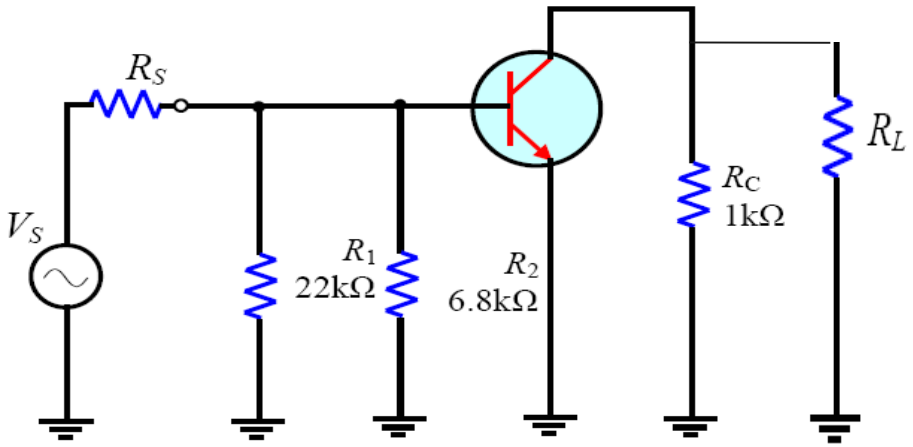
$$V_b = \left(\frac{R_{in(tot)}}{R_s + R_{in(tot)}} \right) V_s$$

إذا كانت $R_S \ll R_{in(tot)}$

$$v_S \cong v_b$$

مكبر الباعث المشترك

التحليل في حالة التيار المتردد



مقاومة الخرج

مقاومة الخرج لدائرة مكبر الباعث المشترك تساوي:

$$R_{out} = R_C \backslash\backslash R_L$$

R_c لدائرة مكبر الباعث المشترك تساوي مقاومة المجمع R_{out} مقاومة الخرج (بدون مقاومة حمل)

مكبر الباعث المشترك

التحليل في حالة التيار المتردد

كسب الجهد

يمكن حساب التكبير بعد حساب مقاومة الدخل ومقاومة الخرج لدائرة مكبر الباعث المشترك:

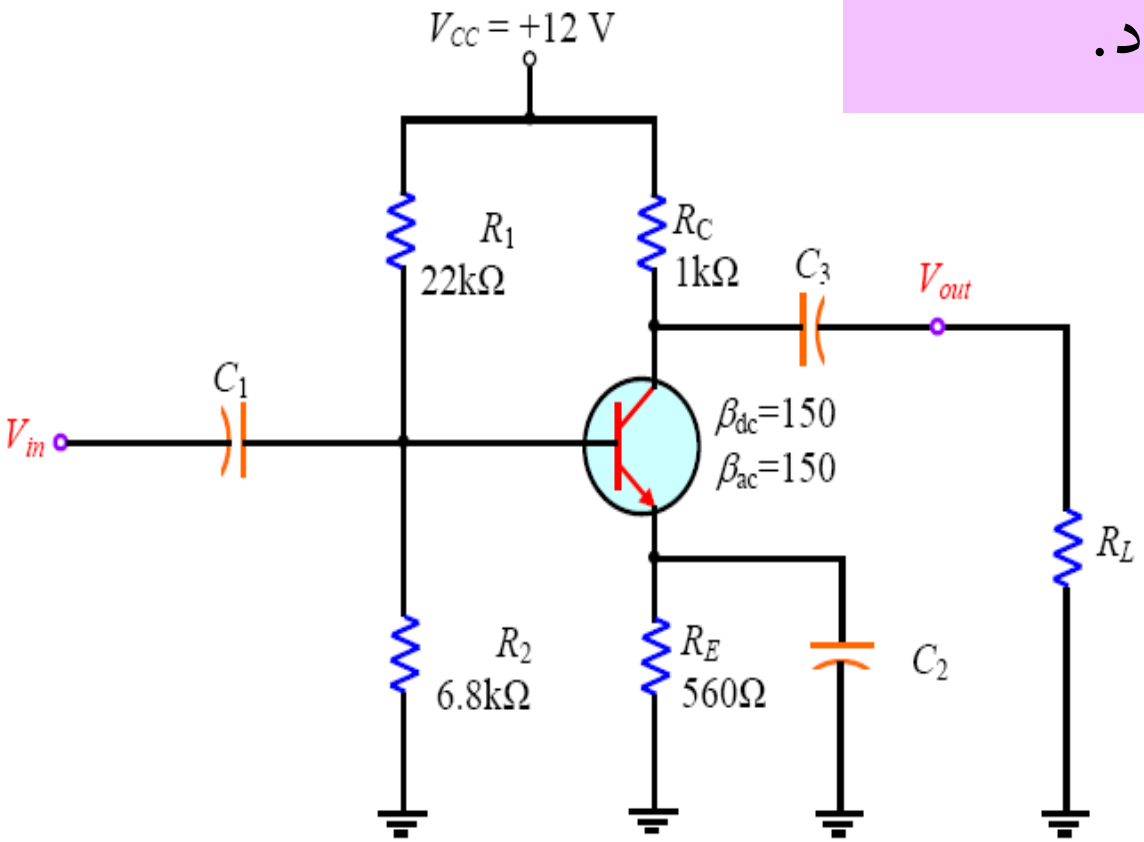
$$A_v = \frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{V_c}{V_b}$$

$$A_v = \frac{I_e R_C}{I_e r'_e}$$

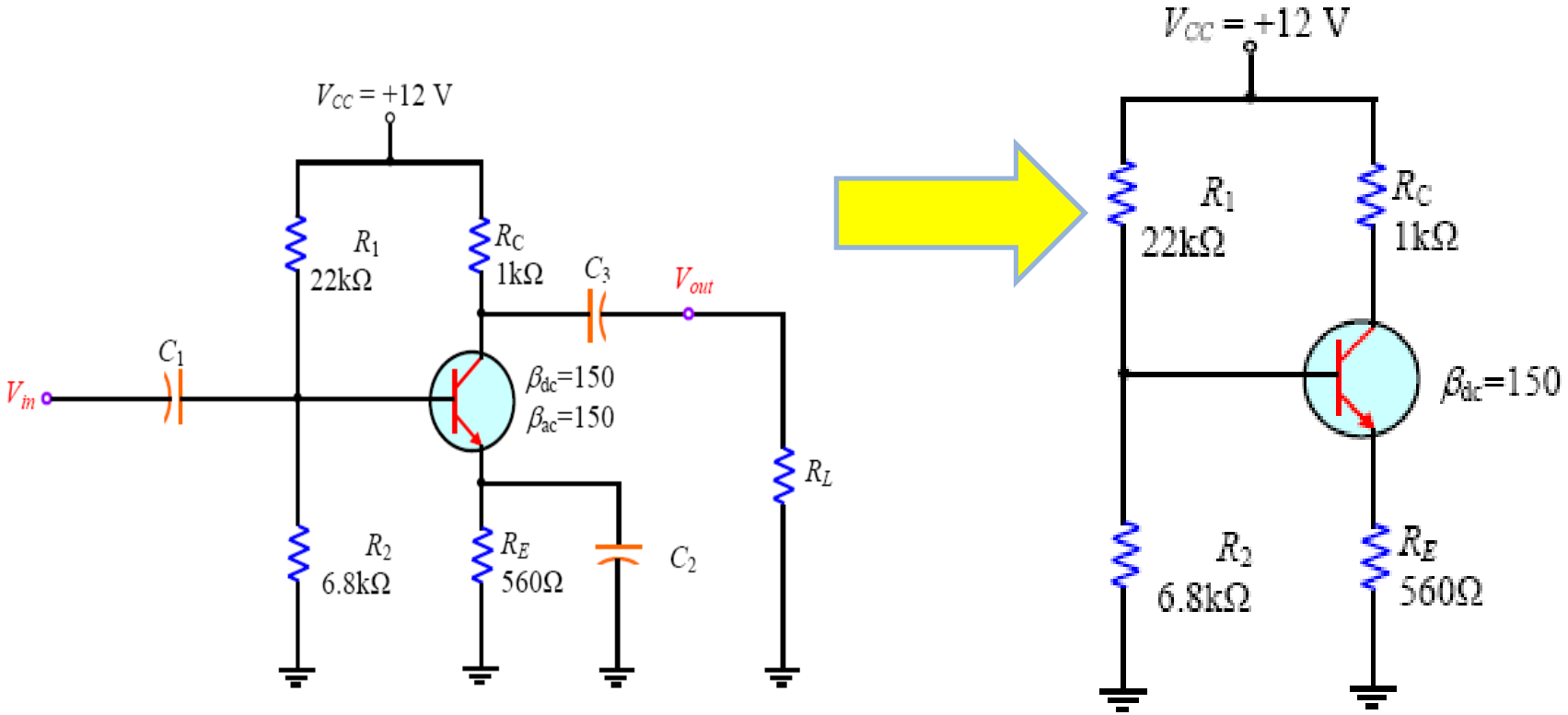
$$A_v = \frac{R_{out}}{r'_e}$$

تدريب

1- احسبي مقاومة الباعث الداخلية للتيار المتردد.



$$r'_e = \frac{25\,\text{mV}}{I_E}$$

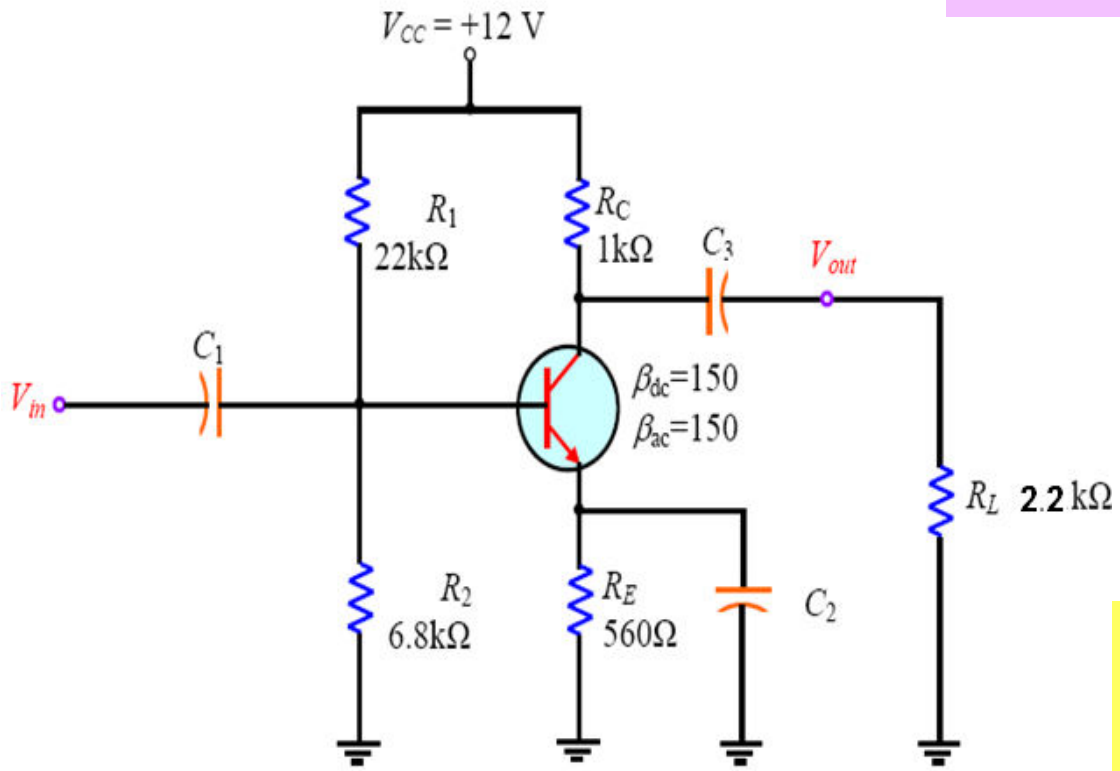


$$V_B \cong \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) V_{CC} = \left(\frac{6.8\text{K}\Omega}{28.8\text{K}\Omega}\right) 12\text{V} = 2.83\text{V}$$

$$I_E = \frac{2.83 - .7}{560} = 3.8\,mA$$

$$r_e = \frac{25}{3.8} = 6.58\Omega$$

2- احسبي التكبير للجهد.



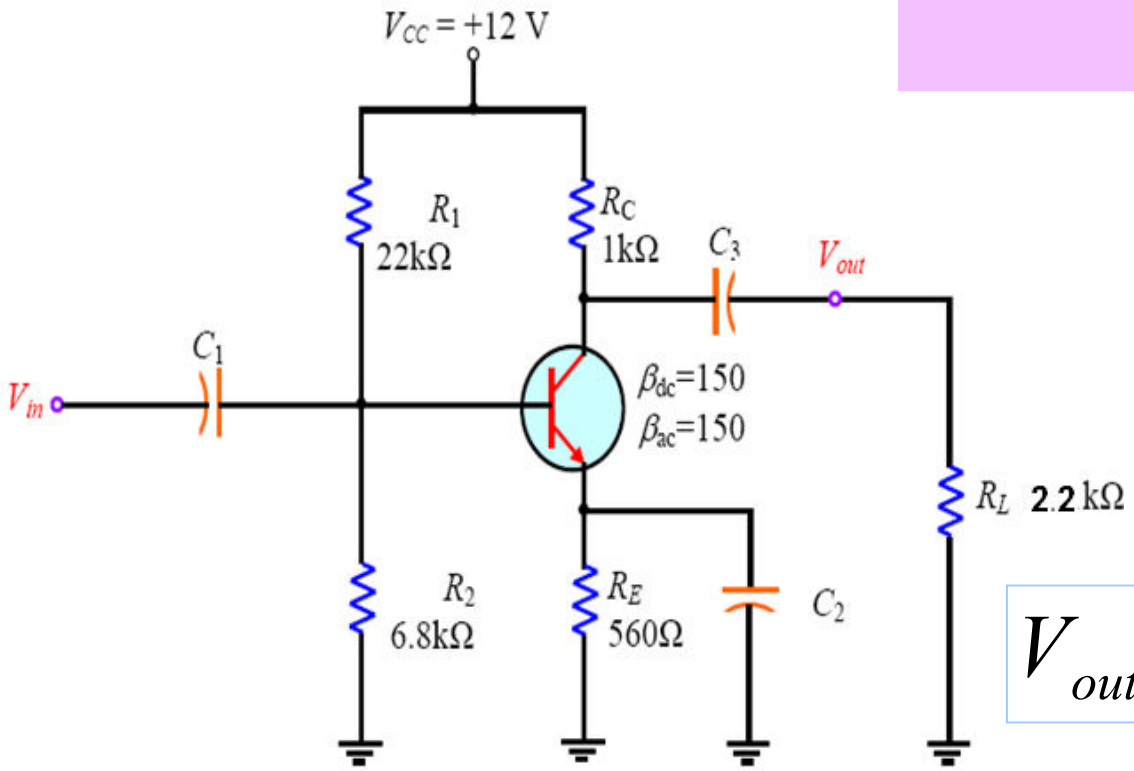
$$A_v = \frac{R_{out}}{r_e'}$$

$$R_{out} = R_C \backslash\backslash R_L$$

$$R_{out} = \frac{2.2*1}{3.2} = 688\Omega$$

$$A_v = \frac{688}{6.58} = 105$$

3- احسبي جهد الخرج إذا كان
جهد المصدر 2 mV



$$A_v = \frac{688}{6.58} = 105$$

$$V_{out} = 105 * 2 = 210\,mV$$

لمكبر باعث مشترك مع موزع جهد المواصفات: $R_{in(base)}=68\ k\Omega$, $R_1=33\ k\Omega$, $R_2=15\ k\Omega$. مقاومة الدخل تساوي:

أ.(68 kΩ)، ب.(8.95 kΩ)، ج.(22.2 kΩ)، د.(12.3 kΩ).

7. لمكبر باعث مشترك مقاومة حمل 10 kΩ.إذا كان $R_C=2.2\ k\Omega$, $r`_e=10\ \Omega$ فكسب الجهد يساوي: أ.(220)، ب.(1000)، ج.(10)، د.(180).