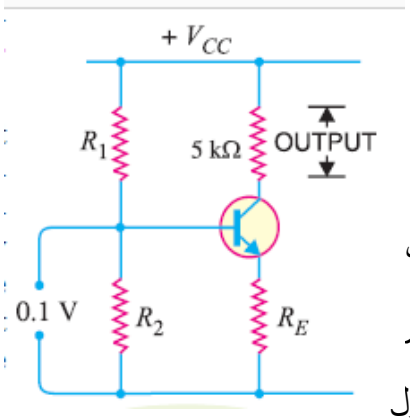
المحاضـــ 6 ـــرة

مكبرات الاشارة الصغييرة

مكبر مرحلة واحدة Single Stage Amplifier

يقصد بمكبر مرحلة واحدة هو احتواء دائرة التكبير الالكترونية على ترانزستور واحد كما في الشكل ادناه

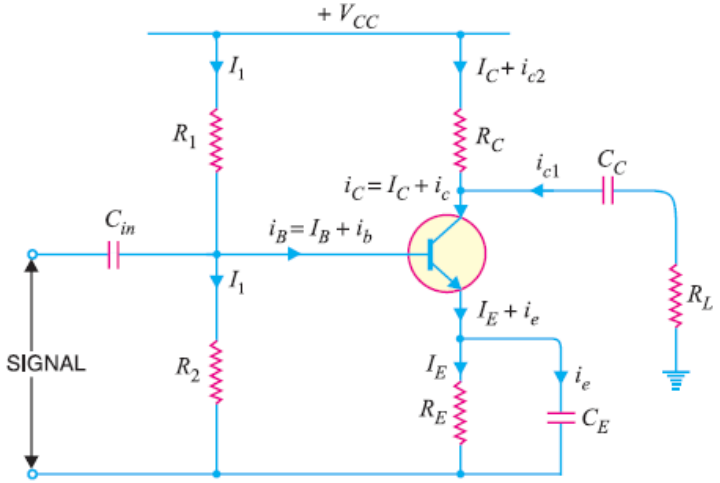


وتمثل دائرة مصممة كمجزء جهد.

س/ كيف تقوم الترانزستور بعملية تكبير الاشارة؟

ج/ عندما تجهز قاعدة الترانزستور بجهد متناوب صغير (اشارة صغيرة) فان تيار قاعدة متناوب صغير سوف يسري (ربط باعث مشترك)، نتيجة لذلك سوف يسري تيار في منطقة الجامع عبر المقاوم Rc ايضا متناوب ولكنه مكبر وبالتالي سوف يتكون جهد متناوب مكبر على طرفي المقاومة Rc اي الحصول على اشارة متناوبة مكبرة.

الدائرة ادناه تمثل دائرة مكبر اشارة متناوبة بمرحلة واحدة ويلاحظ فيها وجود المتسعات التي تكون وضيفتها كالاتي:



C_{in}: متسعة ادخال (عادة متسعة تصنع من محلول) وقيمتها بحدود 10 مايكروفاراد مهمتها امرار الاشارة المتناوبة من المصدر باتجاه قاعدة الترانزستور ومنع التيار المستمر الناتج من تسليط جهد مستمر من الذهاب باتجاه مصدر الاشارة المتناوبة.

C_E: متسعة الباعث وتكون قيمتها عادة 100 مايكروفاراد مهمتها منع الاشارة المتناوبة المرور عبر مقاومة الباعث وبالتالي سوف سوف يحصل هبوط بالجهد المتناوب المكبر مما سيودي الى تقليل الاشارة المكبرة.

(ملاحظة : قم بازالة المتسعة من التجربة التي اجريتها في المختبر لتلاحظ عملها)

C_c: متسعة الاقران وفائدتها ربط دائرة مكبر باخرى اذ تعمل على امرار الاشارة المتناوبة المكبرة بالمرحلة الاولى الى قاعدة الترانزستور في المرحلة الثانية وقيمتها بحدود 10 مايكروفاراد.

يلاحظ من الشكل ان تيار القاعدة عبارة عن تيارين مستمر ناتج عن التحييز واخر متناوب جاء من مصدر الاشارة الصغيرة وبالطبع سوف يكون هناك تياري اخراج مستمر ومتناوب تبعا لذلك.

(i) Base current. When no signal is applied in the base circuit, d.c. base current I_B flows due to biasing circuit. When a.c. signal is applied, a.c. base current i_b also flows. Therefore, with the application of signal, total base current i_B is given by:

$$i_B = I_B + i_b$$

(ii) Collector current. When no signal is applied, a d.c. collector current I_C flows due to biasing circuit. When a.c. signal is applied, a.c. collector current i_c also flows. Therefore, the total collector current i_C is given by:

$$i_C = I_C + i_c$$

where

$$I_C = \beta I_B = \text{zero signal collector current}$$

$$i_c = \beta i_b = \text{collector current due to signal.}$$

(iii) Emitter current. When no signal is applied, a d.c. emitter current I_E flows. With the application of signal, total emitter current i_E is given by :

$$i_E = I_E + i_e$$

It is useful to keep in mind that :

$$I_E = I_B + I_C$$

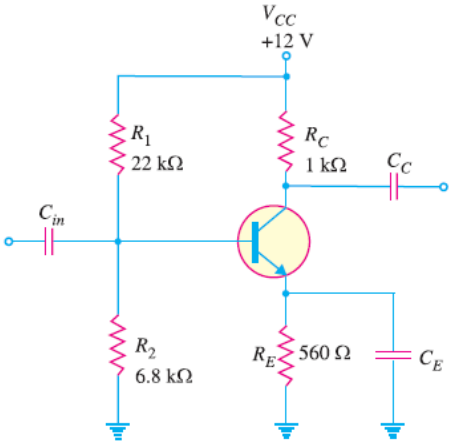
$$i_e = i_b + i_c$$

Now base current is usually very small, therefore, as a reasonable approximation,

$$I_E \simeq I_C \quad \text{and} \quad i_e \simeq i_c$$

س/ كيف يتم تحديد قيمة المتسعة C_E في الدائرة؟

ج/يجب ان تختار المتسعة C_E بحيث يمكنها امرار الترددات الواطئة والعالية اذ من المعلوم ان ممانعة المتسعة تتناسب عكسيا مع التردد. لو فرضنا ان اقل تردد للدائرة هو f_{min} فان المتسعة ستكون جيدة تمرير الاشارة اذا كانت ممانعتها اقل بعشرة اضعاف عن قيمة المقاومة R_E. مثلا للدائرة ادناه تحسب سعة المتسعة كالاتي:



$$X_{C_E} = \frac{R_E}{10}$$

In the given problem, $f_{min} = 2\text{kHz}$; $R_E = 560\Omega$.

$$\therefore \quad 10\, X_{C_E} = 560$$

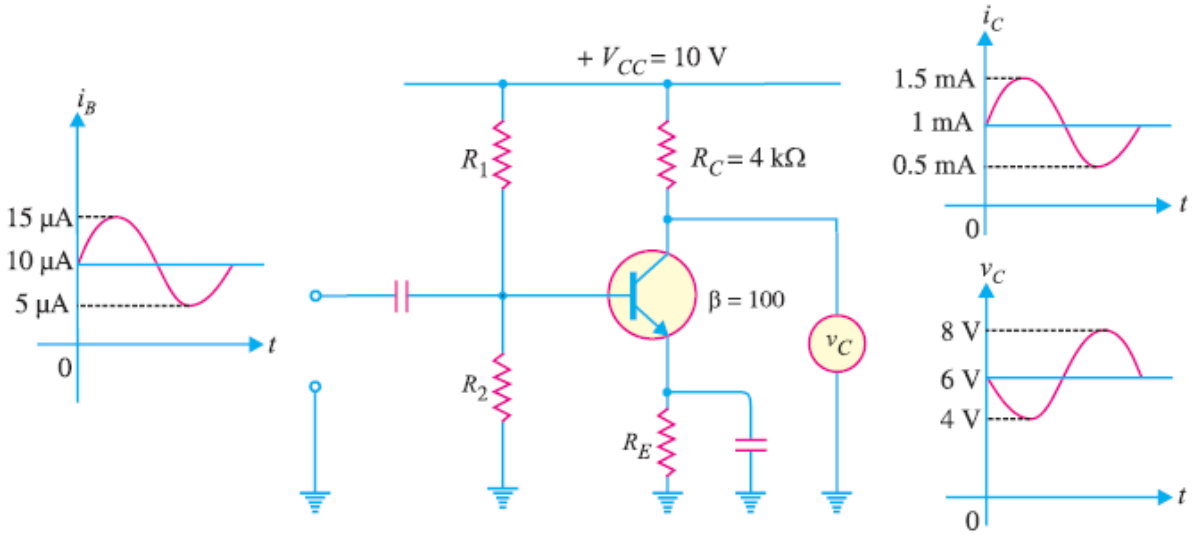
$$\text{or} \quad X_{C_E} = 560/10 = 56\Omega$$

$$\text{or} \quad \frac{1}{2\pi f_{min} C_E} = 56$$

$$\therefore \quad C_E = \frac{1}{2\pi f_{min} 56} = \frac{1}{2\pi \times (2\times 10^3) \times 56} = 1.42 \times 10^{-6}\, F = 1.42\ \mu F$$

س/ لماذا تكون الاشارة المكبرة في ترانزستور باعث مشترك معكوسة الطور عن الاشرة الداخلة؟

ج/ في دوائر التكبير يكون التيار الداخل والخارج بنفس الطور ولكن اشارة الخروج تعاكس اشارة الدخول بالطور (فرق الطور يبلغ 180 درجة) وسبب ذلك هو عندما تتغير قيمة الاشارة الداخلة بالاتجاه الموجب للموجة فان تيار القاعدة سوف يزداد حتى يصل اعلى قيمة له عند قمة الموجة ويتبع ذلك زيادة تيار الجامع والذي سوف يودي الى زادة الجهد على طرفي المقاومة R_C اي ان جهد الاخراج V_{CE} سوف يقل وهكذا عندما يقل جهد الادخال سيقل تيار الادخال وبالتالي يقل تيار الجامع فيزداد جهد الاخراج. المثال ادناه يبين ذلك.



The output voltage, $v_C = V_{CC} - i_C R_C$

(i) When signal current is zero (*i.e.*, in the absence of signal), $i_C = 1$ mA.

$\therefore \quad v_C = V_{CC} - i_C R_C = 10\text{ V} - 1\text{ mA} \times 4\text{ k}\Omega = 6\text{V}$

(ii) When signal reaches positive peak value, $i_C = 1.5$ mA.

$\therefore \quad v_C = V_{CC} - i_C R_C = 10\text{ V} - 1.5\text{ mA} \times 4\text{ k}\Omega = 4\text{ V}$

Note that as i_C increases from 1mA to 1.5 mA, v_C decreases from 6V to 4V. Clearly, output voltage is 180° out of phase from the input voltage as shown in Fig. 10.7.

(iii) When signal reaches negative peak, $i_C = 0.5$ mA.

$\therefore \quad v_C = V_{CC} - i_C R_C = 10\text{ V} - 0.5\text{ mA} \times 4\text{ k}\Omega = 8\text{ V}$

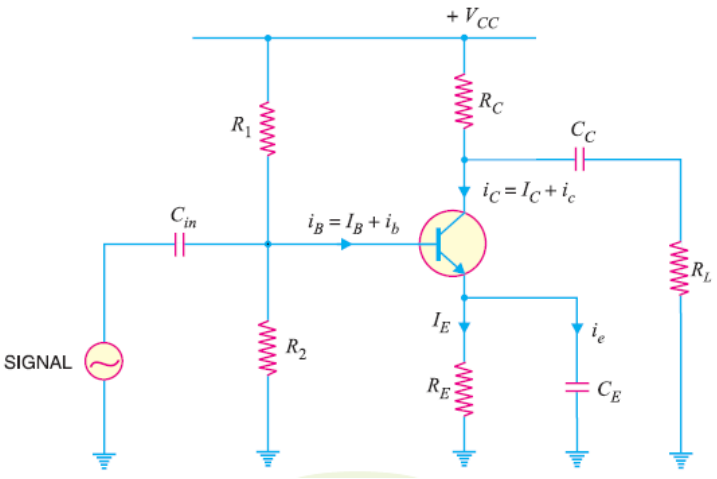
Note that as i_C decreases from 1.5 mA to 0.5 mA, v_C increases from 4 V to 8 V. Clearly, output voltage is 180° out of phase from the input voltage. The following points may be noted carefully about *CE* amplifier :

(a) The input voltage and input current are in phase.

(b) Since the input current and output current are in phase, input voltage and output current are in phase.

الدوائر المكافئة المستمرة والمتناوبة

لتسهيل دراسة دوائر التكبير يلجا الى ايجاد الدائرة المكافئة وبما انه هناك جهدين في الدائرة، جهد مستمر يعمل على تحييز مناطق الترانزستور (الادخال والاخراج) وجهد متناوب (اشارة) يراد تكبيرها، لذا فهناك دائرتين مكافئتين.



الدائرة المجاورة مكبر مرحلة واحدة

لايجاد الدائرة المكافئة للاشارة المستمرة

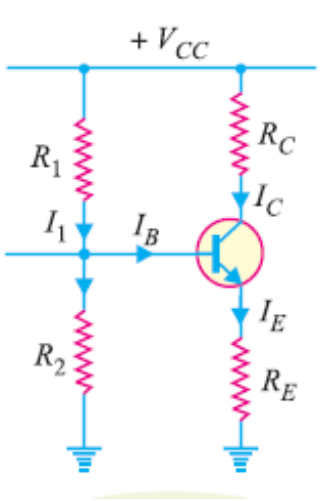
فان جميع المتسعات لا تمرر التيار المستمر

اي انها تمثل مفتاح مفتوح وبالتالي ستكون الدائرة

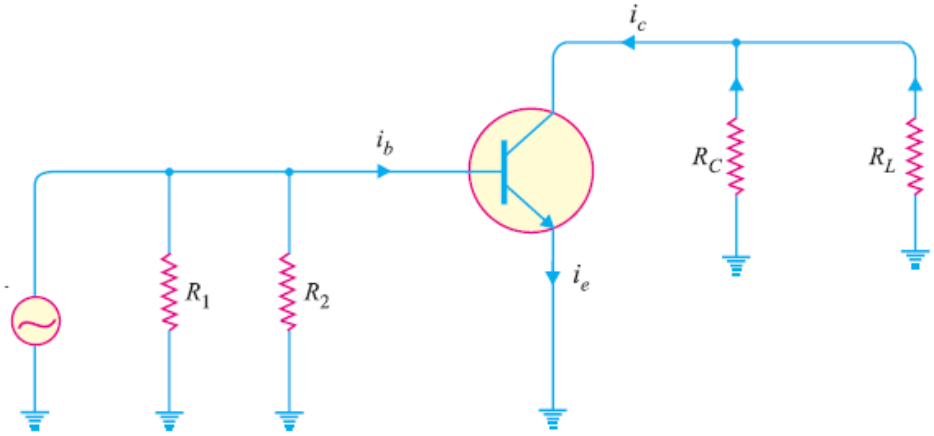
المكافئة كما في الشكل ادناه. اما في الدائرة المكافئة

للاشارة المتناوبة فان النتسعات تعمل كفتاح مغلق اي

يتم توصيل اطراف جميع المقاومات بالارضي كما في الدائرة ادناه.

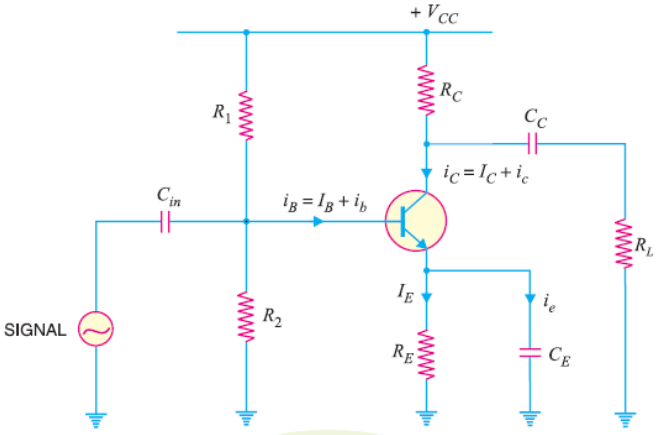


الدائرة المكافئة المستمرة



الدائرة المكافئة المتناوبة

مثال/ في الدائرة ادناه احسب الحمل المستمر والمتناوب ثم جد اقصى جهد اخراج مستمر واقصى جهد اخراج متناوب اضافة لتيار الاخراج المستمر والمتناوب



الحل/ بقصد بحمل الاخراج هو مقاومة دائرة الاخراج. بالاشارة المستمرة يكون حمل الاخراج مجموع مقاومة الجامع مع الباعث $\text{Load d.c}=R_C+R_E$ (يتم ذلك باعتماد الدائرة المكافئة)

اما مقاومة الحمل المتناوب R_{AC} فتحسب اعتمادا على الدائرة المكافئة المتناوبة وفيها تكون مقاومة الجامع R_C ومقاومة الحمل R_L على التوازي لذا تكون مقاومة الحمل لدائرة اخراج المتناو

a.c. load, $R_{AC} = R_C \parallel R_L$

$$= \frac{R_C R_L}{R_C + R_L}$$

جهد الاخراج المستمر الاعلى يحسب كالاتي:

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C (R_C + R_E)$$

The maximum value of V_{CE} will occur when there is no collector current *i.e.* $I_C = 0$.

$\therefore$ Maximum $V_{CE} = V_{CC}$

The maximum collector current will flow when $V_{CE} = 0$.

$\therefore$ Maximum $I_C = \dfrac{V_{CC}}{R_C + R_E}$

اما جهد الاخراج المتناوب الاعلى يحسب كالاتي:

(iii) When no signal is applied, V_{CE} and I_C are the collector-emitter voltage and collector current respectively. When a.c. signal is applied, it causes changes to take place above and below the operating point Q (*i.e.* V_{CE} and I_C).

Maximum collector current due to a.c. signal = $*I_C$

$\therefore$ Maximum positive swing of a.c. collector-emitter voltage

$$= I_C \times R_{AC}$$

Total maximum collector-emitter voltage

$$= V_{CE} + I_C R_{AC}$$

Maximum positive swing of a.c. collector current

$$= V_{CE}/R_{AC}$$

$\therefore$ Total maximum collector current

$$= I_C + V_{CE}/R_{AC}$$