# كلية العلوم التطبيقية

## قسم الفيزياء الحياتية

## المرحلة الثالثة

# الإلكترونيات

أ.م.د. غسان عدنان الهيتي

## ـ المحاضرة الثانية ـ

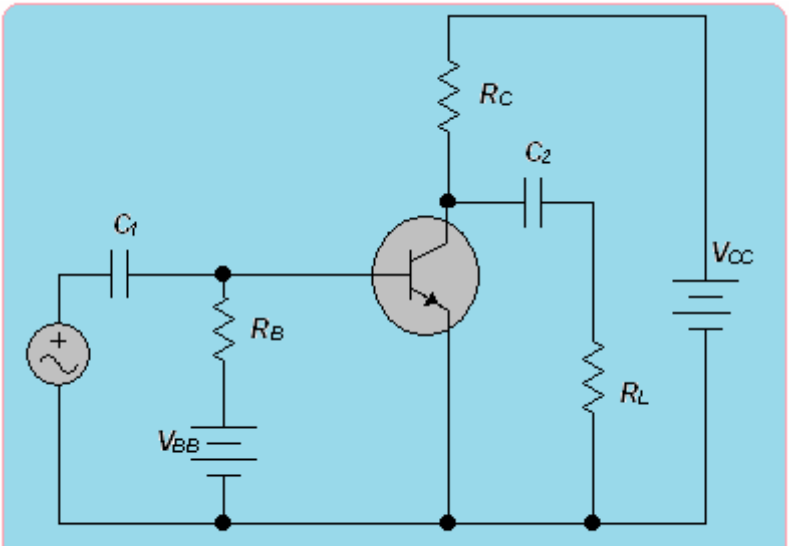
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

## دوائر الانحياز Biasing Circuits

توجد هناك عدة طرق شائعة لتحيز مكبر الترانزستور منها :

### A– الانحياز الثابت Fixed Biasing

يتم في هذا النوع من التحيز استخدام مصدرين للجهد:- الأول يعمل على تحيز وصلة القاعدة – الباعث ويدعى $V_{BB}$ والثاني يعمل على تحيز وصلة الجامع عكسيا أو يسمى $V_{CC}$.




شكل ( 4 ): دائرة ترانزستور منحاز بطريقة الانحياز الثابت ومصدرين $V_{BB}$ و $V_{CC}$ .

يتم حساب تيار القاعدة في هذه الدائرة عند تطبيق قانون كيرشوف للجهد على دائرة القاعدة حيث نجد أن :

$$V_{BB} = I_B R_B + V_{BE} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

$$V_{BE} = \begin{matrix} 0.7\ volt & for.Si \\ 0.3\ volt & for.Ge \end{matrix} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

لذا فانه يصبح بالإمكان اختيار قيمة $I_B$ المناسبة من خلال اختيار قيمة مناسبة لكل من $V_{BB}$ و$R_B$ وان معرفة $I_B$ سوف تساعدنا على إيجاد نقطة التشغيل إما باستخدام منحنيات خواص الإخراج حيث يتم تعين النقطة $Q$ وكما معروف من تقاطع خط الحمل المرسوم وعلى هذه الخواص أو من استخدام المعادلة :

$$I_C = b.I_B \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

في حالة معرفة $b$ ومن دون اللجوء إلى منحنيات الخواص أما النسبة لـ $V_{CE}$:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

فلو كانت $(R_B = 100\ K\Omega, R_C = 1\ K\Omega, V_{BB} = 4\ V, V_{CC} == 10\ V)$ وكانت درجة الحرارة $25^{o}C$.

$$I_{C(Max)} = 10\ mA \quad , \quad V_{CE(Max)} = 10\ V$$

لذا فان خط الحمل يتحدد بالنقطتين التاليتين: $(\ 10\ V,\ 0\ )$ , $(\ 0\ ,\ 10\ mA\ )$ وان النقطة $Q$ تمثل نقطة تقاطع منحني تيار القاعدة عند القيمة: $(\ I_B = \frac{4-0.7}{10.K\Omega} = 33mA\ )$



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

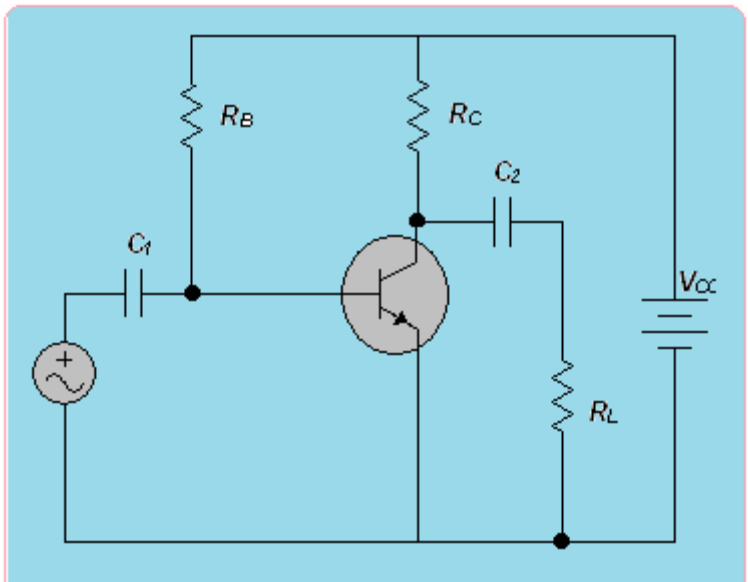
$$I_C = b.I_B = 33x10^{-6} A \times 100 = 3.3\ mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C = 10\ V - 3.3\ mA \times 1\ K\Omega = 10\ V - 3.3\ V = 6.7\ V$$

$$\therefore Q\ (\ 6.7\ V,\ 3.3\ mA\ )$$

وعند ارتفاع درجة الحرارة إلى $25^oC$ في هذه الحالة سيقل $V_{BE}$ ويزداد $I_{CO}$ إن النقصان في $V_{BE}$ لن يؤثر على قيمة تيار القاعدة ذلك لان وضع $V_{BE}$ مساويا ل ( $0.4\ volt$ )(يقل $V_{BE}$ بمعدل $2\ mV$ لكل درجة الحرارية في حالة السيلكون) لن يغير من قيمة تيار القاعدة ألا ب $2\ mA$ وعليه فان يمكن اعتبار $I_B$ ثابتا من جهة أخرى فان الزيادة في $I_{CO}$ يؤدي إلى زيادة كبيرة في $I_C$ حيث لدينا أن ( $I_C = b.I_B + (1+b)I_{CO}$ ). وبهذا فان نقطة $Q$ سوف تزحف نحو منطقة التشبع سيؤدي بالتالي إلى تشويه الإشارة الخارجة، فضلا عما جاء أعلاه من حيث عدم صلاحية هذه الدائرة للتكبير فان هذه الدائرة غير مرغوب فيها أيضا من ناحية اقتصادية ذلك لاستخدمها مصدرين للفولتية $V_{CC}$ و $V_{BB}$ مما يعني زيادة في استهلاك الطاقة وزيادة في الحجم أيضا ويمكن تجاوز العيب في هذه الدائرة وذلك بتقليص عدد المصادر إلى مصدر واحد واستغلال المصدر $V_{CC}$ في الحصول على تيار الانحياز (القاعدة) كما في الشكل(5)التالي حيث إن :

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$




شكل ( 5 ): دائرة ترانزستور منحاز بطريقة الانحياز الثابت وبمصدر واحد Vcc.

إلا إن هذه الدائرة تبقى هي الأخرى غير صالحة ويمكن إثبات ذلك في خلال حساب عامل الاستقرارية الحرارية $S$ هذه الدائرة وعلى النحو الآتي :

$$I_C = b.I_B + (1+b)I_{CO} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12)$$

وعند اخذ التفاضل بالنسبة لـ $I_C$ وعلى فرض أن $b$ ثابتة وكذلك $I_B$ نحصل على:

$$1 = b.\frac{dI_B}{dI_C} + (1+b)\frac{dI_{CO}}{dI_C} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (12^*)$$

$$\frac{dI_B}{dI_C} = 0$$



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

$$\frac{dI_C}{dI_{CO}} = S = b + 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (13)$$

فإذا كانت $b = 40$ فان $S = 41$ وهذا يعني أن الزيادة في $I_C$ أسرع أو اكبر بـ41 مرة من الزيادة في $I_{CO}$ وعليه فان هذا النوع في الدوائر غير مرغوب فيه على الإطلاق وذلك لان الزيادة في $I_C$ ستؤدي إلى إزاحة النقطة $Q$ وكذلك إلى زيادة القدرة التي يبددها والتي بدورها تزيد في رفع درجة الحرارة فيزداد $I_C$ بصورة اكبر وهكذا يحصل الهروب الحراري الذي يؤدي إلى تلف الترانزستور مع دائرة الانحياز الثابت،و يمكن أن تتحسن بشكل كبير عند إضافة المقاومة $R_E$ إلى الباعث في هذه الدائرة. فمن تطبيق القانون كيرشوف للجهد على دائرة القاعدة لدينا أن:

$$V_{CC} = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

فعند تعويض عن ( $I_E = I_C + I_B$ ) في (14) وبإجراء الترتيب اللازم نحصل على:

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE} - I_C R_E}{R_B + R_E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15)$$

$$\frac{dI_B}{dI_C} = -\frac{R_E}{R_B + R_E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15^*)$$

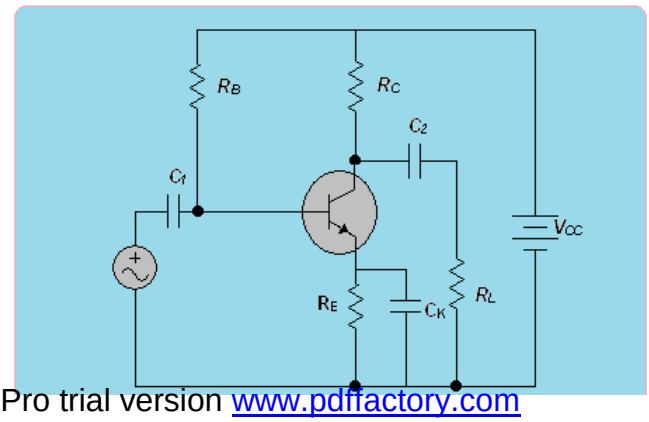
وبأخذ التفاضل بالنسبة لـ $I_C$ للمعادلة(12):

$$1 = b.\frac{dI_B}{dI_C} + (1+b)\frac{dI_{CO}}{dI_C}$$

ومن التعويض نجد أن:

$$S = \frac{1+b}{1+\dfrac{b}{\left(1+\dfrac{R_B}{R_E}\right)}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (15^{**})$$

كلما كبرت $b$ كلما قلت الاستقرارية بينما تزداد الاستقرارية كلما صغرت $R_B$ وازدادت $R_E$ حيث أن $R_E$ تعمل على تحسين عامل الاستقرارية. من ناحية أخرى فان الزيادة في $R_E$ يلزمها زيادة في $V_{CC}$ لتشغيل الترانزستور عند نفس نقطة التشغيل مما يعني زيادة في القدرة الضائعة كذلك فان إدخال $R_E$ سوف يؤدي إلى زيادة التغذية الخلفية السالبة مما يؤدي إلى تقليل الكسب في الجهد بصورة ملحوظة ولتجنب هذا الضياع في الكسب تربط عادة متسعة إمرار $C_K$ (كما في الشكل(6)) ذات قيمة ثابتة عبر المقاومة $R_E$ كي تقوم بإمرار الإشارة المتولدة حول $R_E$ إلى الأرض ومن ثم تمنع حدوث التغذية الخلفية السالبة للإشارة المتناوبة.






PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

هذا ويتم تعين نقطة العمل من المعادلة : $I_C = b.I_B$

وكذلك المعادلة :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (16)$$

وفي حالة $R_E = 0$ فان المعادلة تصبح :

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

يلاحظ من هذه المعادلة (15) انه في حالة كون $\frac{R_B}{R_E} << 1$ فان $S = 1$

وتزداد قيمة S كلما زادت النسبة $R_B/R_E$ حتى تصبح مساوية لـ $(\beta + 1)$ عندما تقترب $R_B/R_E$ من المالانهاية .

مما جاء اعلاه ، يمكن القول انه كلما كبرت $\beta$ كلما قلت الاستقرارية بينما تزداد الاستقرارية كلما صغرت $R_B$ اوزادت $R_E$ . اما كيف يعمل $R_E$ على تحسين عامل الثبات فهو ان اي زيادة في تيار المجمع $I_C$ سوف يقابلها زيادة في الجهد الهابط على $R_E$ اي زيادة في $I_E R_E = V_E$ ومن تقليل الفرق $(V_E - V_B)$ او $V_{BE}$ الذي يؤدي بدوره الى تقليل $I_B$ – انظر الشكل ( ١٤ ) – وبذلك يقل $I_C$ . من



PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com