كلية العلوم التطبيقية

قسم الفيزياء الحياتية

المرحلة الثالثة

الإلكترونيات

أ.م.د. غسان عدنان الهيتي

– المحاضرة الثالثة -

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

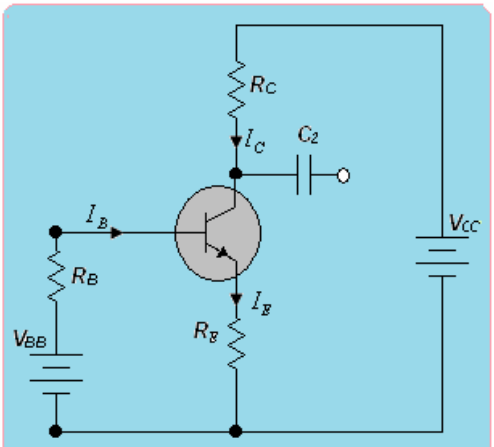
B– التغذية الخلفية Feedback

يبين الشكل (7) دائرة ترانزستور ذو باعث مشترك عادية ،مع اختلاف واحد بسيط وهو المقاومة R_E الموصلة بين الباعث وبين القطب السالب (أو الأرضي) للبطارية (للدائرة).تعمل هذه المقاومة على توفير تغذية خلفية سالبة للحفاظ على ثبات نقطة التشغيل حيث تقلل من الاضطرابات والتشويه الناتجان عن بارامترات الترانزستور،وذلك مثل المعامل b الذي يتغير مع تغير الظروف المحيطة مثل تغير درجة الحرارة وبالتالي تعمل (أي b) على تغير موقع نقطة التشغيل للترانزستور.

ويمكن توضيح فكرة التغذية الخلفية السالبة على النحو التالي:

بزيادة درجة الحرارة، مع ثبات فرق الجهد بين القاعدة والباعث V_{BE}، يزداد تيار الجامع I_C بسبب زيادة التيار I_{CO}، وعليه يزداد تيار الباعث I_E أيضا تبعا للعلاقة:

$$I_C = a\, I_E \quad , \quad a \approx 1$$



شكل(7):دائرة ترانزستور ذات تغذية خلفية.

وبزيادة تيار الباعث I_E يزداد الجهد على الباعث V_E وبالتالي يقل الجهد على القاعدة V_B تبعا للعلاقة التالية:

$$V_{BB} = V_B + V_{BE} + V_E = I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

حيث إن V_{BB}, V_{BE}, R_B, R_E ثوابت، ولكن بانخفاض الجهد V_B ينخفض تيار القاعدة I_B ولان:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE} - I_E R_E}{R_B} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

وعليه ينخفض تيار الجامع I_C مرة أخرى تبعا للعلاقة: $I_C = bI_B$. وهكذا...يزيد تيار الجامع I_C بزيادة درجات الحرارة ثم ينخفض تحت تأثير الجهد الناتج على المقاومة R_E ،وهنا نلاحظ الدور الذي تقوم به المقاومة في حفظ ثبات نقطة تشغيل الترانزستور والتي تعتمد على ثبات تيار الجامع I_C .

ولكن من عيوب هذه الدائرة بالإضافة إلى تقليل الكسب في الدائرة،فانه يتطلب جعل b ثابتة للترانزستور أن تكون المقاومة R_E كبيرة جدا أو أن تكون المقاومة R_B صغيرة جدا(وهذا صعب لحد ما)، الأمر الذي يترتب عليه أن يكون الجهد V_{CC} كبيرا وهذا يزيد من التكلفة.

وللتغلب على هذه المشكلة تم تصميم ما يسمى ب "مجزئ الجهد"، يتكون مجزئ من المقاومتان R_1, R_2 ، حيث يعمل الجهد الناتج على المقاومة R_2 على أن يكون هناك جهد انحياز أمامي على وصلة الباعث –القاعدة.حيث يقوم مجزئ الجهد بتقسيم جهد الفولتية المستمرة بحيث يكون هناك جهد ثابت على القاعدة وغير معتمد على تيار القاعدة على أن يكون تيار المجزئ كبيرا بالمقارنة مع تيار القاعدة.ومع ذلك

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

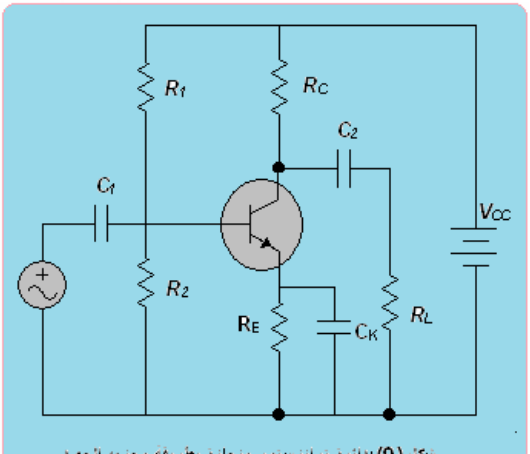
فحتى مع ثبوت جهد القاعدة، فأن تيار الجامع سيتغير مع تغير الحرارة وهنا يجئ دور المقاومة R_E التي تعمل على توفير التغذية الخلفية السالبة واللازمة لثبات نقطة التشغيل .

C – انحياز مجزئ الجهد Potential Divider Biasing

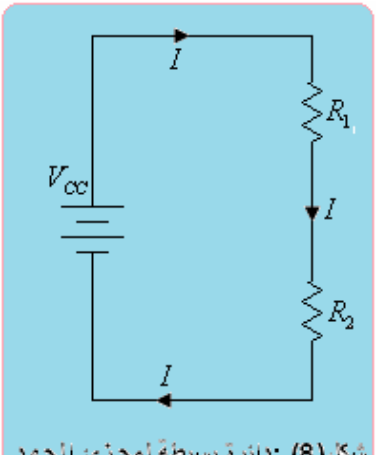
يعد هذا النوع من دوائر الانحياز الأوسع انتشار في الدوائر الخطية والأكثر استخداما في تجهيز الترانزستور بالانحياز اللازم والاستقرار الحراري .ويمكن توضيح فكرة مجزئ الجهد كالآتي:
على فرض أن لدينا الدائرة المبينة في الشكل(8)التالي وفيها المقاومتان R_1, R_2 موصلتين على التوالي تحت تأثير جهد قدره V_{CC} فيكون:

$$V_{CC} = I(R_1 + R_2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (19)$$

وعلى فرض إننا وصلنا مقاومة ما مع المقاومة R_2 على التوازي فان الجهد الناشئ على هذه المقاومة سيكون هو نفسه على المقاومة R_2 (من قوانين التوازي).وبنفس المنطق إذا ما استبدلنا هذه المقاومة المجهولة بدائرة كهربائية ولتكن دائرة الترانزستور، فيكون الجهد المؤثر أو الجهد الداخل على قاعدة الترانزستور V_B هو عبارة عن جهد المقاومة R_2 لأنهما على التوازي. في الدائرة في شكل(9) على فرض أن I_1 يسري خلال R_1 وان I_B هو صغير جدا يمكن إهماله لذا فانه من الممكن اعتبار التيار المار في R_2 هو I_1 أيضا لذا فانه:



شكل(9):دائرة ترانزستور منحازة بطريقة مجزئ الجهد.



شكل(8): دائرة بسيطة لمجزئ الجهد.

$$I_1 = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

ومن ثم فان الجهد المتولد حول R_1 يكون مساويا:

$$V_1 = I_1 R_1 = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} R_1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

أما الجهد حول R_2 فيكون هو الآخر مساويا لـ:

$$V_2 = I_1 R_2 = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} R_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (21)$$

وهكذا يتم تجزئة الجهد V_{CC} إلى V_2 و V_1 بحيث أن $(V_{CC} = V_1 + V_2)$ ومن هنا جاءت التسمية بمجزئ الجهد وباستخدام قانون كيرشوف للجهد في دائرة القاعدة نجد أن :

$$V_2 = V_{BE} + V_E = V_{BE} + I_E R_E \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

$$I_E = \frac{V_2 - V_{BE}}{R_E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (23)$$

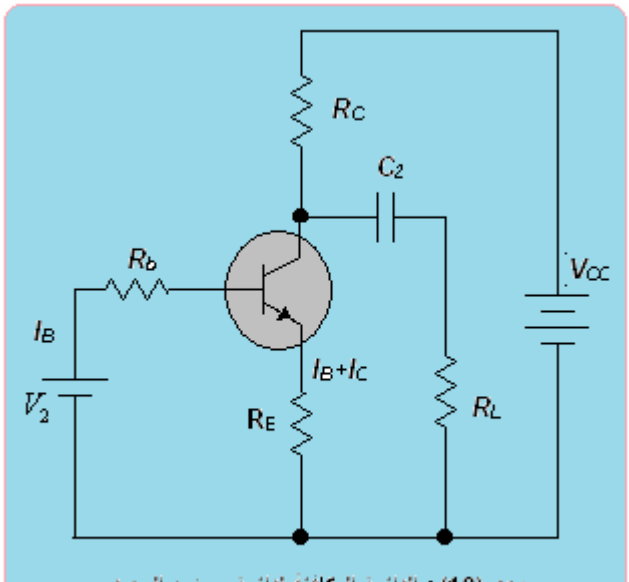
PDF created with pdfFactory Pro trial version www.pdffactory.com

وعلى فرض أن I_B صغير جدا يمكن إهماله بحيث يمكن اعتبار $I_E \approx I_C$ لذا فان:

$$I_C = \frac{V_2 - V_{BE}}{R_E} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24)$$

يلاحظ من المعادلة (24) إن I_C لا تعتمد على b وإنما تعتمد هذه المرة على V_{BE} وحيث إن V_2 اكبر بكثير من V_{BE} وان التغير فيه يكون صغير لذا فانه يمكن القول أن I_C لا يعتمد هنا على أي من معاملات الترانزستور وهكذا يكون باستطاعته هذه الدائرة توفير استقرارية عمل جيدة للترانزستور ولهذا فان دائرة مجزئ الجهد تكون أوسع انتشاراً بين دوائر الانحياز .

وبتطبيق نظرية ثفنن على دائرة القاعدة تتبسط دائرة الانحياز إلى الشكل (10) حيث تمثل R_b المقاومة المكافئة.



شكل (10) : الدائرة المكافئة لدائرة مجزئ الجهد.

$$R_b = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (25)$$

أما الفولتية V_2 تساوي:

$$V_2 = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2} R_2 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (26)$$

ولإيجاد S نجد $\frac{dI_B}{dI_C}$ أولا فمن الشكل (10)نلاحظ أن:

$$V = R_b I_B + V_{BE} + R_E (I_C + I_B) \quad \ldots\ldots (27)$$

$$\frac{dI_B}{dI_C} = -\frac{R_E}{R_b + R_E}$$

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:

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

$$S = \frac{1+b}{1+\dfrac{b}{\left(1+\dfrac{R_b}{R_E}\right)}} \quad \text{.....} \quad (28)$$

وكلما قلت قيمتا R_1 و R_2 فان S تتحسن ولكن تزداد القدرة التي تبددانها كذلك تقل مقاومة الإدخال الكلية التي يراها مصدر الإشارة.

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