كلية العلوم التطبيقية

قسم الفيزياء الحياتية

المرحلة الثالثة

الإلكترونيات

أ.م.د. غسان عدنان الهيتي

- المحاضرة الأولى -

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

دوائر انحياز الترانزستور Circuits Of Transistor Bias

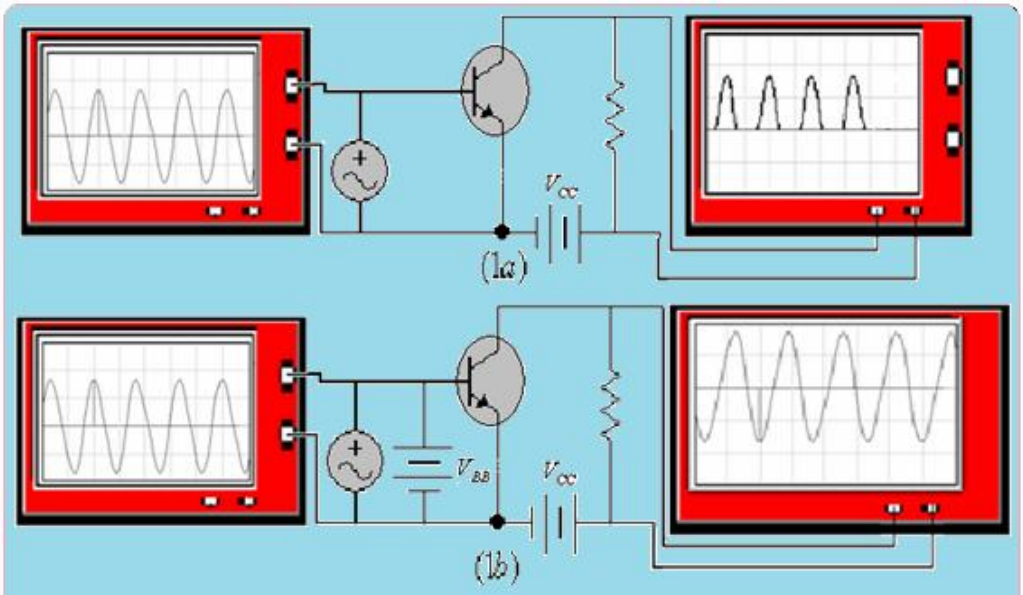
الانحياز : وهي عملية تسليط فولتية مناسبة على أطراف الترانزستور وذلك للتحكم بمرور حاملات الشحنة من خلالها .

التكبير في الترانزستور : وهي تلك العملية التي يقوم بها الترانزستور عند تغذية طرف الإدخال فيه بالإشارة الصغيرة فينتج من طرف الإخراج فيه الإشارة مكبرة.

التكبير الأصلي Amplification Footfalls: وهو عملية تكبير للإشارات الضعيفة بحيث تكون الإشارات الخارجية نسخه طبق الأصل من الإشارات الداخلة من دون حدوث أي قطع أو تشويه. إن الحصول على تكبير أصيل يتطلب تحقيقا للشروط التالية:

A– وجود تيار مجمع مستمر مناسب:

يبين الشكل(1a)دائرة ترانزستور ض نوع NPN وقد تم تحييز وصلة الجامع عكسيا بواسطة مصدر الفولتية المستمرة V_{CC} بينما ربطت القاعدة إلى مولد الذبذبات الجيبية – الباعث، بحيث تكون منحازة أماميا خلال النصف الموجب من الاشارة مما يسبب سريان تيار القاعدة الذي يحدث بدوره تيار جامع كبير وبالتالي فان نصف الموجب سوف يظهر مكبر في الدائرة الجامع . من جهة أخرى خلال النصف السالب من الموجة الداخلة تصبح وصلة القاعدة –باعث منحازة عكسياً مما يعمل على قطع التيار القاعدة وبالتالي عدم ظهور هذا النصف السالب في دائرة الجامع لذا فان الموجة الخارجية على الرغم من إنها مكبرة لا تكون نسخة طبق الأصل من الموجة الداخلة (حيث تم قطع جزئها السالب) وبهذا يكون التكبير في هذه الدائرة غير أصيل .



شكل (1):انحياز الترانزستور.

وإذا ما أخذنا مصدر الفولتية المستمرة V_{BB} إلى الدائرة القاعدة وبالقطبية المبينة في الشكل (1b) فان هذه الفولتية تعمل على تحيز وصلة القاعدة – الباعث مما يؤدي إلى سريان تيار القاعدة حيث إن في هذه الدائرة تكون وصلة القاعدة منحازة أماميا بصورة دائمة بشرط أن تيار القاعدة والناتج عن تسليط V_{BB} يكون مساويا أو اكبر من أعلى قيمة يصلها تيار القاعدة المتناوب والناتج عن تسليط الفولتية الداخلية وفي هذه الحالة فان تيار الجامع يقل بازدياد تيار القاعدة خلال النصف السالب من الموجة الداخلية ولهذا يعرف تيار بإشارة صفر Ic_0 Zero signal collector current وبالتالي فان الموجة الخارجية تكون نسخة طبق الأصل

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

من الموجة الداخلة لكنها مقلوبة(وسيتم معرفة السبب لاحقا) ويتم عندئذ الحصول على التكبير الأصيل المطلوب.

B– وجود فولتية قاعدة – باعث (V_{BE}) مناسبة:

إن الحصول على تكبير فعلي حقيقي لا يتم إلا عندما يكون تيار القاعدة (المستمر) I_B اكبر من أعلى قيمة ل i_b (تيار القاعدة المتناوب) الداخل. هذا الشرط لا يمكن تحقيقه إلا في حالة التغلب على الجهد الحاجز V_{BE} عند وصلة(القاعدة – باعث) تكون قيمته مساوية لـ $(0.3\ volt)$ للجرمانيوم $(0.7\ volt)$ للسيلكون ومن هنا كان نقصان V_{BE} عن القيمة المناسبة خلال أي جزء من الإشارة الداخلية سوف يؤدي إلى توقف سريان تيار القاعدة ومن ثم قطع ذلك الجزء من الإشارة وبالتالي عدم الحصول على التكبير المرغوب .

C: وجود فولتية جامع – باعث مناسبة:

إذا ما أريد الحصول على تكبير أصيل فانه يلتزم تسليط فولتية V_{CE} لا تقل عن $(0.5\ volt)$ بالنسبة إلى الجرمانيوم و $(1\ volt)$ بالنسبة للسليكون هذه الفولتية تدعى بفولتية الركبة Knee Voltage فعندما تكون V_{CE} واطئة (اقل من $(0.5\ volt)$ لـ Ge و $(1\ volt)$ لـ Si) فان وصلة الجامع باعث لن تكون منحازة عكسياً بشكل عملي وبهذا فان الجامع لايكون قادراً على اجتذاب جميع الالكترونات المحقونة من الباعث من هنا فان تيار الجامع سوف يقل بينما يزداد التيار القاعدة وبالتالي فان قيمة b تهبط هي الأخرى .
لذا فان هبوط V_{CE} خلال أي جزء من الإشارة الداخلة سيؤدي إلى عدم تكبير هذا الجزء من الإشارة الخارجية وعدم الحصول على التكبير المطلوب ، مما جاء أعلاه يتضح بان من أهداف تحيز الترانزستور هو الحفاظ على الانحياز الأمامي لوصلة الباعث والانحياز العكسي لوصلة الجامع طوال فترة وجود إشارة الإدخال وللوصول إلى هذا الهدف يلزمنا ***دائرة تحتوي على مصدر الفولتية المستمرة مع المرفقات الخاصة بها تربط إلى الترانزستور تسمى بدائرة الانحياز*** Biasing Circuit وبهذا فانه من الواضح إن عملية تحيز الترانزستور ضرورية جداً لكي يعمل الترانزستور بشكل سليم .

استقرارية نقطة التشغيل والعمل Operating Point Stability

فضلا عن توفر الشروط أعلاه للحصول على تكبير أصيل فانه يجب أن تقع نقطة التشغيل في المنطقة الفعالة (الخطية) وان وضح نقطة التشغيل في المنطقة الفعالة يعني إن التغيير في التيار أو الفولتية عند مدخل الترانزستور سوف يؤدي إلى التغيرات مماثلة في التيار و الفولتية في دائرة الجامع . إن وضع نقطة العمل في هذه المنطقة يمكن أن يتم من خلال الاختيار المناسب للجهود المستمرة (d.c) المسلطة ومن ثم التيارات المستمرة التي تمر نتيجة لاستخدام دائرة الانحياز المناسبة، ذلك لان اختيار نقطة عمل مناسبة وتسليط إشارة إدخال مناسبة تؤدي إلى ظهور إشارة إخراج غير مشوهه.وبهذا فان اختيار دائرة الانحياز المناسبة لها دور حيوي في التكبير الخطي.
يتبين مما جاء أعلاه إن المعيار الأساس الذي يتم بموجة صلاحية دائرة الانحياز هذه أو تلك يكون في مدى مقدرة هذه الدائرة أو تلك في الحفاظ على موقع نقطة العمل ثابتاً وعليه فانه يصبح من المناسب التعرف على العوامل:

A-الاختلاف في قيمة عامل التكبير β:

من البديهي لا يوجد ترانزستوران متشابهان تماما وعلية فان قيمة b لهما مختلفان وان كانا في نفس النوع من جهة أخرى فان قيمة b تتغير أيضا لنفس الترانزستور مع تغير I_C أو درجة الحرارة وبهذا أصبح من المعتاد أن تحتوي المواصفات لأي نوع من الترانزستورات على اقل وأعلى قيمة لـ b . إن النقصان أو الزيادة في قيمة b سوف يؤدي إلى نقصان أو زيادة المسافات بين منحيات الخواص وبالتالي تغير موقع نقطة التشغيل Q إلى الأسفل أو إلى الأعلى وعلى التوالي .
معامل الاستقرارية S_B : وهو عبارة عن معدل التغير في I_C إلى التغيرات في b مع ثبوت I_{CO} و V_{BE} .

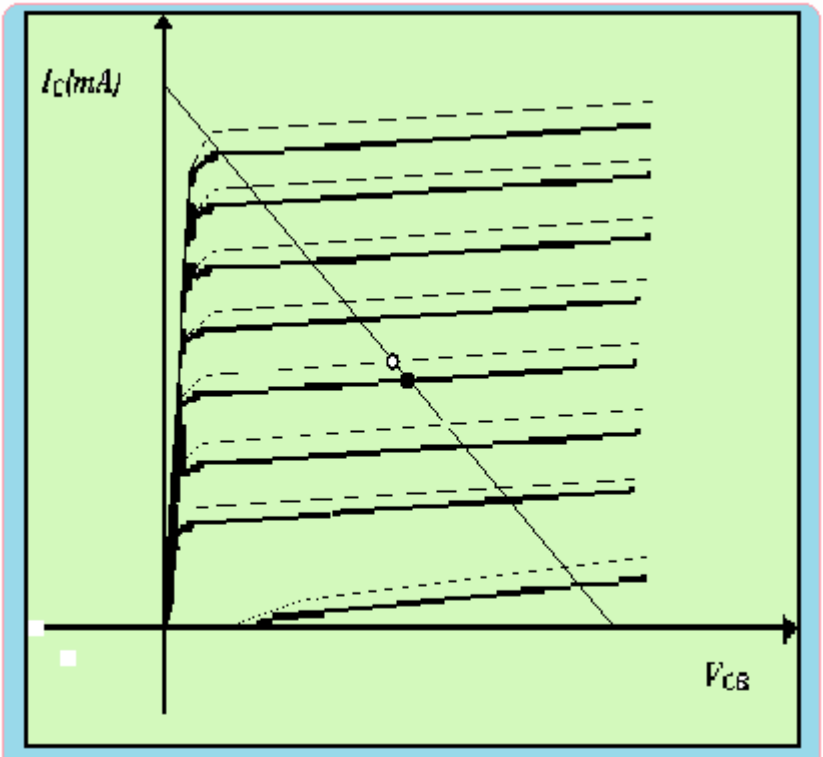
$$S_B = \frac{I_C}{b} \cong \frac{\Delta I_C}{\Delta b} \qquad \text{.....} (1)$$

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

B- التغير في درجة الحرارة:

ترتفع درجة حرارة الترانزستور نتيجة لمرور التيارات فيه وكما هو معروف فان لتغير درجة الحرارة تأثير على عمل أجهزة أشباه الموصلات تأثيرا بالغا فعند ارتفاع درجة الحرارة تزداد توصيله أشباه الموصلات وتنمو التيارات فيها ومما يجدد ذكره إن التيار العكسي في وصلة الـ PN هو الذي ينمو بالذات وبشدة عند ارتفاع درجة الحرارة ،وبالنسبة للترانزستور يكون هذا التيار هو تيار التسرب للجامع I_{CBO} يؤدي نمو هذا التيار عند ارتفاع درجة حرارة الترانزستور إلى تغير مميزاته ويمكن ملاحظة ذاك بسهولة من مميزات الإخراج للدائرتين CB و CE على التوالي . فعلى فرض انه يوجد ترانزستور جرمانيوم يتميز بالمقدار $b = 100$, $I_{CBO} = 2mA$ عند 20^oC فعند الارتفاع في درجة الحرارة إلى 70^oC . وكما معروف فان التيار العكسي سوف يتضاعف في هذه الحالة 2^5 مرة (أي 32 مرة) وعند 70^oC يصبح $I_{CBO} = 64mA$ أي سيزداد بمقدار $62mA$ وعلى اعتبار أن المعامل (a) لا يعتمد على درجة الحرارة فان تيار الجامع و بموجب المعادلة التالية:شكلا(3):تغير موقع نقط

$$I_C = a.I_E + I_{CO} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$



شكل (2) :تغير موقع نقطة التشغيل لدائرة القاعدة المشتركة مع تغير درجة الحرارة.

سوف يزداد بمقدار $62mA$ وحيث إن مقدار التيار I_C لا يقل عادة عن الملي أمبير لذا فان مثل هذه الزيادة لن تغير من نظام تشغيل الترانزستور كثيرا فمن الشكل (2) نلاحظ بأن الدائرة CB تعد مستقرة حراريا حتى عند ارتفاع درجة الحرارة بعشرات الدرجات لا يتغير نظام تشغيل الترانزستور في هذه الدائرة من جهة أخرى يتغير الوضع تماما عندما يعمل الترانزستور في دائرة CE.

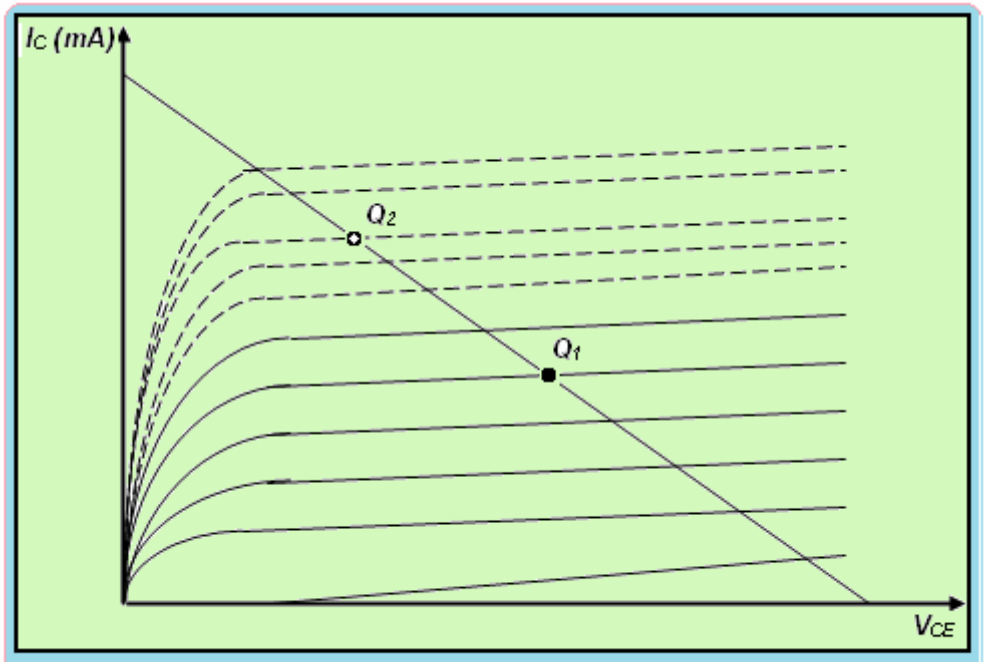
ففي هذه الدائرة يكون تيار التسرب الجامع I_{CEO} اكبر بـ b مني المرات تقريبا من I_{CBO} وعليه فان I_{CEO} يكون عند درجة 20^oC مساويا لـ $I_{CEO} = b.I_{CBO} = 200mA$ وعند ارتفاع درجة الحرارة إلى 70^oC ينمو هذا التيار **32** مرة يصبح مساويا $6.4\ mA$ أي يزداد بمقدار $6.2\ mA$ ومن المعادلة:

$$I_C = b.I_B + I_{CEO} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

يتضح انه عند ثبوت b , I_B مع تغير درجة الحرارة فان تيار الجامع سينمو بنفس المقدار الذي ينمو I_{CEO} أي بمقدار $6.2\ mA$ ولهذا فانه من المتوقع أن يتغير وضع مميزات الخروج بشدة عندما يكون تغير

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

التيار بمثل هذه الشدة وهذا ما يبينه الشكل(3) التالي فمن خلال التسخين الزائد تتحول نقطة التشغيل Q_1 إلى Q_2 ولهذا يتلف نظام التكبير تماما ويقل بدرجة كبيرة ، وعليه فان الباعث المشترك لا تتمتع باستقرار حراري جيد وتغير خصائصها بشدة عند ارتفاع درجة الحرارة ومن الجدير بالإشارة إلى انه عند تغير درجة الحرارة لا يتغير المميزات فقط بل وتتغير كل معاملات الترانزستور من هنا يتبين أهمية الاستقرار الحراري الدائرة مكبر الترانزستور .



شكل (3): تغير موقع نقطة التشغيل لدائرة الباعث المشترك مع تغير درجة الحرارة.

معامل الاستقرار الحراري: S وهو عبارة عن معدل التغير في التيار الجامع إلى التغير في تيار التسرب العكسي I_{CO} عند ثبوت I_B و V_{BE} . ويعرف رياضياً بأنه:

$$S = \frac{dI_C}{dI_{CO}} \quad \text{.....} \quad (4)$$

وكلما كان S صغيرا كلما كانت استقرارية اكبر لذا فانه يلزم أن يكون S صغيرا ما أمكن ذلك .

C- التغير في قيمة V_{BE} : يقاس مدى تغير V_{BE} من ترانزستور لآخر أو بسبب من التغير في درجات الحرارة.
معامل الاستقرارية S_V : وهو عبارة عن معدل التغير في I_C مع التغير في V_{BE} عند ثبوت كل من I_{CO} و b ويكتب رياضياً بأنه:

$$S_v = \frac{dI_C}{dV_{BE}} \cong \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{BE}} \quad \text{.....} \quad (5)$$

على الرغم من كل ما قيل عن S_b و S_V إلا أن العامل المؤثر يبقى هو S وان أي دائرة تعطى استقرار جيدا لـ I_C مع I_{CO} تعطى استقرارية جيده لـ b و V_{BE} بسبب من التغير في درجة الحرارة ومن هنا فان المعامل S يعد العامل الأكثر استخدما وفعالية في تحديد جودة دائرة الانحياز .

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