التجربة رقم (7) دراسة خواص الترانزستور

الغرض من التجربة: دراسة خواص الترانزستور ويتم ذلك من خالل حساب التكبير في الفولتية والتيار للدائرة.

الاجهزة المستخدمة: مصدر فولتية, لوح توصيل, ترانزستور, مقاومات ,فولتميتر ,أميتر .

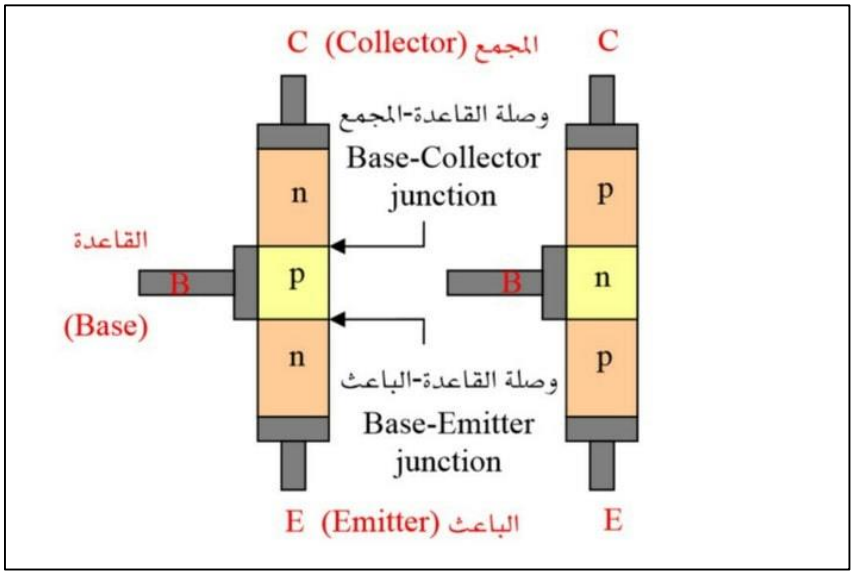
الجزء النظري

لقد أحدث اكتشاف الترانزستور في العام 1948 ثورة صناعية هائلة في العالم وما يزال في تطور إلى الآن، يُستخدم الترانزستور في كل الأجهزة التي نستخدمها كل يوم، بدءًا من الهاتف الذي تتصفح فيه هذا المقال، إلى أجهزة الكمبيوتر والألعاب، والأقمار الصناعية والمركبات الفضائية. ولا يكاد يخلو جهاز من الترانزستورات، ولا يمكن تصور عالم متقدم كما هو عليه الآن بدون هذه القطعة الصغيرة التي تسمى ترانزستور

الترانزستور بالإنجليزية Transistor :هو عنصر إلكتروني مصنوع من مواد شبه موصلة مثل السيلكون أو الجرمانيوم وله ثلاثة أطراف ويصنع إما بشكل منفرد أو يمكن أن يكون ضمن ملايين الترانزستورات في المعالجات الدقيقة والدوائر المتكاملة. وتستخدم الترانزستورات كمكبرات للتيار والجهد والقدرة وكذلك تستخدم في الدوائر الإلكترونية كمفاتيح عالية السرعة

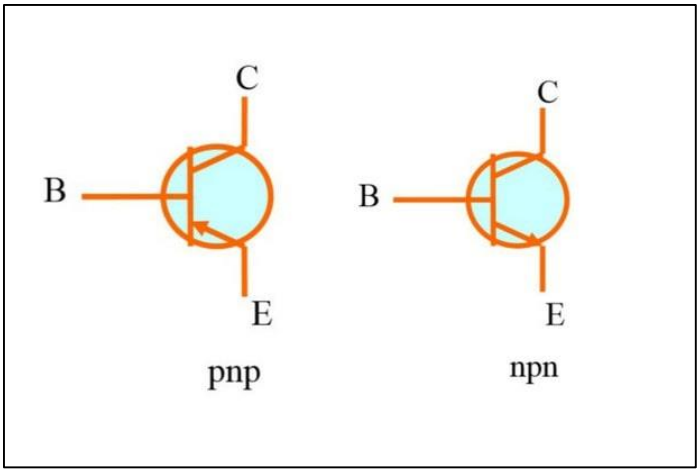
يوجد نوعين من الترانزستورات هما NPN :وPNP

إذًا؛ يتكون الترانزستور من ثلاث طبقات هي: الباعث، والمجمع، والقاعدة، ويحتوي على وصلتين موجب – سالب .pn الوصلة pn التي تربط منطقة القاعدة ومنطقة الباعث تسمى وصلة القاعدة-الباعث (Base-Emitter Junction) والوصلة التي تربط منطقة القاعدة ومنطقة المجمع تسمى وصلة القاعدة-المجمع .(Base-Collector Junction) كما هو مبين في الشكل التالي:



رمز الترانزستور

يُرمز للترانزستور بثلاثة أطراف يحيط بها دائرة، ويوجد سهم يحدد نوع الترانزستور فإذا كان متجه إلى الخارج فهذا يعني أن الترانزستور من نوعNPN ، وفي حالة كان السهم متجه للداخل فهذا يعني أنه ترانزستور.PNP



ويكون السهم موضوعًا على طرف الباعث ولاتجاه السهم هذا أهمية خاصة، حيث أنه يشير الى اتجاه تيار الباعث، وبالتالي فإن الفرق بين الرمزين هو في اتجاه السهم، أو بعبارة أخرى أن تيار الباعث في النوع NPN يخرج من الباعث بينما يتدفق تيار القاعدة وتيار المجمع الى داخل الترانزستور، أما في حالة الترانزستور من نوع PNP فإن تيار الباعث يتدفق إلى داخل الترانزستور في حين يخرج من الترانزستور كلٌ من تياري القاعدة والمجمع، كما هو موضح في الصورة السابقة.

كيف يعمل الترانزستور؟

يعمل الترانزستور ثنائي القطبية بصفة أساسية كمكبر، ولجعله يعمل بشكل مناسب

لكي يعمل الترانزستور لابد من عمل الانحياز المناسب لكل من وصلة بجهد مستمر خارجي، ويجب أن تكون القاعدة مع الباعث في حالة انحياز أمامي(Bias Forward) ، وأن تكون القاعدة مع المجمع (Base Junction Emitter) في حالة انحياز عكسي من الجدير بالذكر أن حالة الانحياز الأمامي والعكسي للوصلتين مشابه لعمل الدايود.

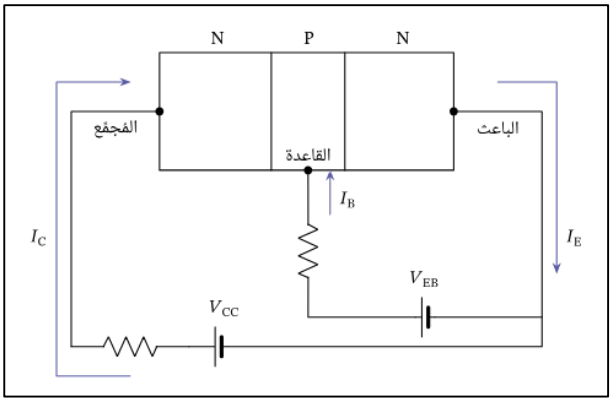
تحتوي منطقة الباعث ذات نسبة التطعيم العالية عددًا كبيرًا من الإلكترونات وفي حالة تطبيق فرق جهد عليها يعمل هذا على دفع عددًا من الالكترونات الحرة للتحرك نحو القاعدة ولكن كما سبق القول فإن سمك القاعدة صغير للغاية ونسبة التطعيم أيضًا صغيرة، لذا فإن نسبة صغيرة (حوالي 2%) منها تندمج مع الفجوات في القاعدة و تكون تيار القاعدة. أما معظم الالكترونات فتفضل أن تنجذب نحو منطقة المجمع بتأثير المجال الكهربائي المتكون من قوة التجاذب بين الأيونات السالبة والموجبة، نتيجة الانحياز العكسي لوصلة القاعدة والمجمع، وتتحرك الإلكترونات خلال منطقة المجمع خارجة خلال المجمع إلى الطرف الموجب لمصدر الجهد للمجمع مشكلة لتيار المجمع.

ترتبط قيم تيار المُجمّع، I_C،وتيار الباعث، I_E،وتيار القاعدة، I_B،على النحو الآتي $I_E=I_C+I_B$

نسبة I_Cإلى I_Bتمثِّل قيمة مهمة في دائرة الترانزستور. نسبة تكبير التيار في دائرة الترانزستور βتُعطى بالصيغة $\beta=I_c / I_B$

تعتمد شدة التيار I_Bمقارنةً بشدة التيار I_Cعلى سُمك منطقة القاعدة، وعلى الفرق في تركيز التطعيم بمنطقتَي الباعث والقاعدة.

الجزء العملي



1. قم بتوصيل الدائرة الكهربائية كما هو موضح في مخطط دائرة القاعدة المشتركة القياسي. تتضمن الدائرة عادةً الترانزستور NPN)

- مقياس فولتميتر لقياس جهد الدخل Vin المطبق بين الباعث والقاعدة.
- مقياس فولتميتر لقياس جهد المجمع - القاعدة.V_{CB}

2. تأكد من تصفير جميع أجهزة القياس (مقياس الأمبير والفولتميتر) قبل البدء في التجربة لضمان دقة القراءات.

3. قم بتطبيق جهد دخل صغير (Vin) بين الباعث والقاعدة باستخدام مصدر جهد متغير أو مزود طاقة قابل للتعديل. يمكنك البدء بجهد صفر ثم زيادته تدريجيًا.

4. قم بزيادة جهد الدخل (Vin) بقيم تدريجية صغيرة. في كل قيمة جديدة ل ، انتظر حتى تستقر قراءات التيارات ثم سجل قيم كل من تيار الباعث (IE) وتيار المجمع .(IC)

5. لحساب قيمة التكبير والتي تمثل نسبة تغير تيار المجمع إلى تغير تيار الباعث

$$\alpha = I_C/I_E$$

6 سجل قيمة تيار القاعدة (I_B) من مقياس الأمبير الموصل في دائرة القاعدة. وسجل قيمة تيار المجمع (I_C) من مقياس الأمبير الموصل في دائرة المجمع .لكل زوج من القيم المقاسة I_B وI_C ، قم بحساب تكبير التيار β باستخدام العلاقة التالية:

$$\beta = I_C/I_B$$

المناقشة

1. ما هي الوظيفة الأساسية للترانزستور؟
2. في دائرة ترانزستور ، إذا كان تيار القاعدة I_B = 50 mA ومعامل تكبير التيار المستمر β = 100, ١ فما هو قيمة تيار المجمع I_C؟ وما هو قيمة تيار الباعث I_E؟
3. على ماذا تعتمد شدة التيار I_B مقارنةً بشدة التيار I_C؟

مثال :

إذا كان تيار الباعث (I_E) في ترانزستور يساوي10 mA وتيار القاعدة (I_B) يساوي0.2 mA .احسب قيمة تيار المجمع.(I_C)

الحل:

نستخدم العلاقة الأساسية بين تيارات الترانزستور:

$$I_E = I_B + I_C$$

$$I_C = I_B - I_E$$

$$I_C = 10 - 0.2 = 9.8 \text{ mA}$$

مثال :

في ترانزستور إذا كان تيار المجمع (I_C) يساوي200 mA وتيار القاعدة (I_B) يساوي2 0 mA احسب قيمةمعامل التكبير للترانزستور.

الحل:

معامل التكبير للتيار المستمر β يُعرف بأنه نسبة تيار المجمع إلى تيار القاعدة:

$$\beta = I_C/I_B$$

$$\beta = 200/2 = 100$$

مثال: تأثير تغير تيار القاعدة على تيار المجمع

لنفترض أن لدينا ترانزستورًا بمعامل تكبير للتيار المستمرβ يساوي 80. إذا تغير تيار القاعدة بمقدار0.01 mA ما هو مقدار التغير في تيار المجمع؟

الحل:

$$\beta = I_C/I_B$$

$$80 = I_C /0.01$$

$$I_C = 80^* 0.01 = 0.8 \text{ mA}$$