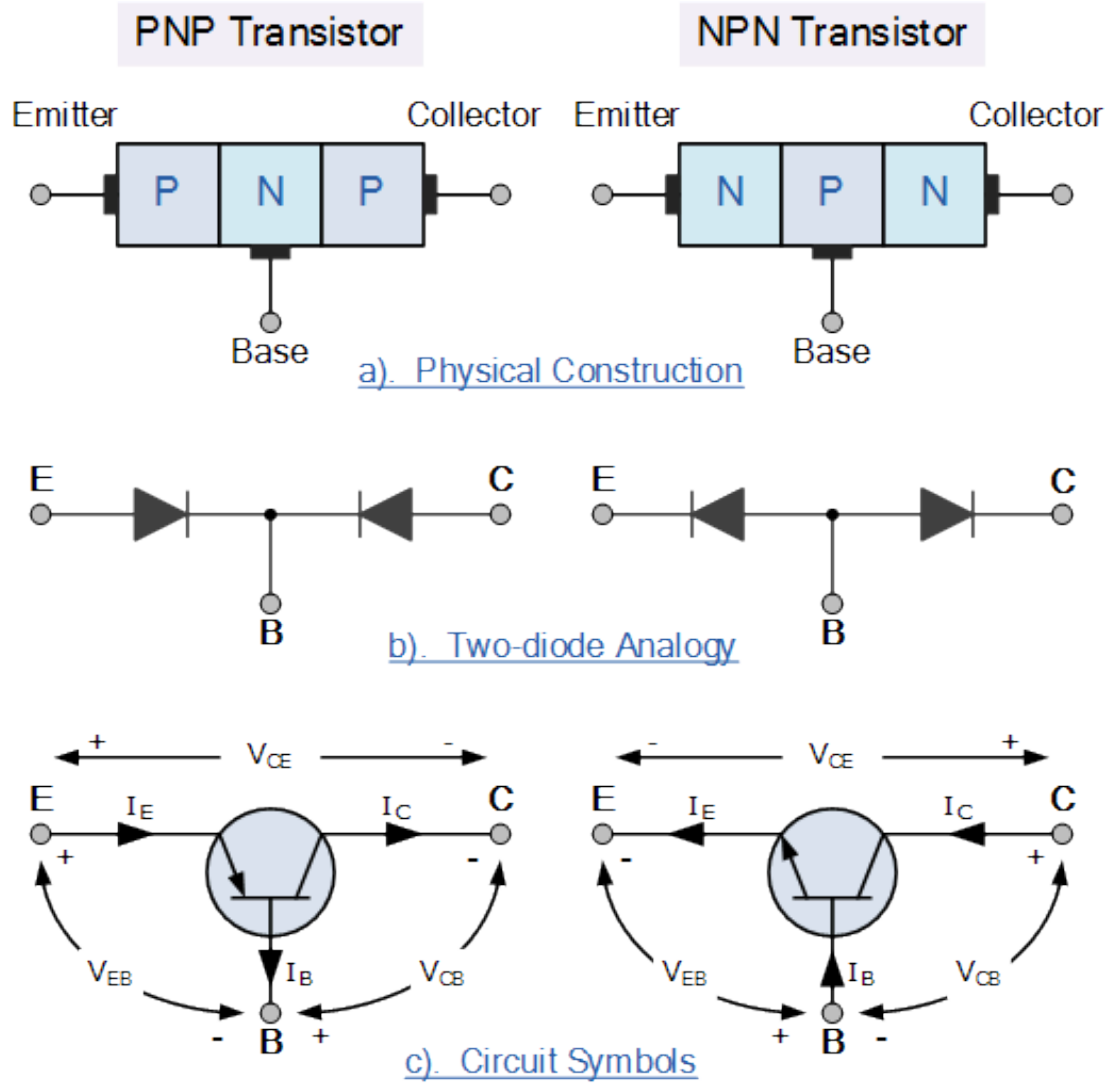


الترانزستور

الترانزستور (Transistor) اختصاراً لكلمتي Transfer Resistor أي مُقاومُ النقل

يعتبر الترانزستور من أهم العناصر الإلكترونية، حيث يمكن استخدامه كمكبر للإشارة وأيضاً كمفتاح إلكتروني.

وهو عبارة عن : ثلاث قطع من مادة شبه موصلة واحدة (سيليكون أو جرمانيوم)، تتصل مع بعضها كالآتي :



يسمى النوع الأول بـ ترانزستور pnp والنوع الثاني بـ ترانزستور npn.

والترانزستورات التي تصنع بهذا الشكل تدعى الترانزستورات ثنائية القطبية

bipolar junction transistors

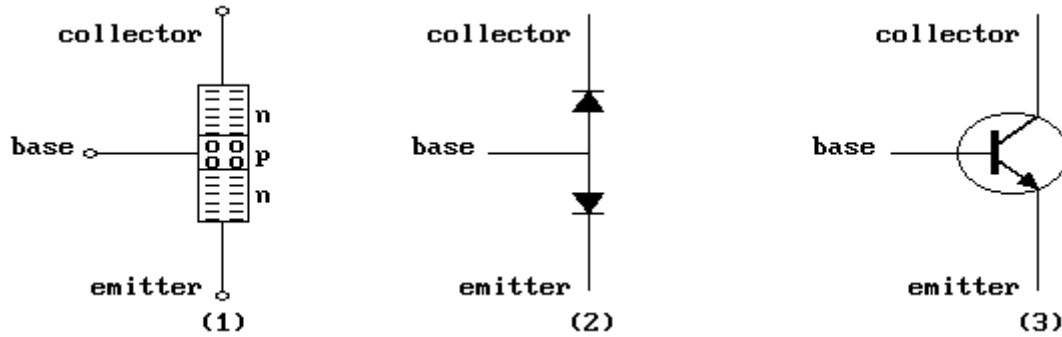
وهناك نوع ثاني من الترانزستورات لن نتطرق لدراستها، تدعى الترانزستورات أحادية

القطبية Unipolar junction transistors

واضح من شكل الترانزستورات السابقة ، أنها قد تعتبر كديودين متصلين مع بعضهم، والرسم

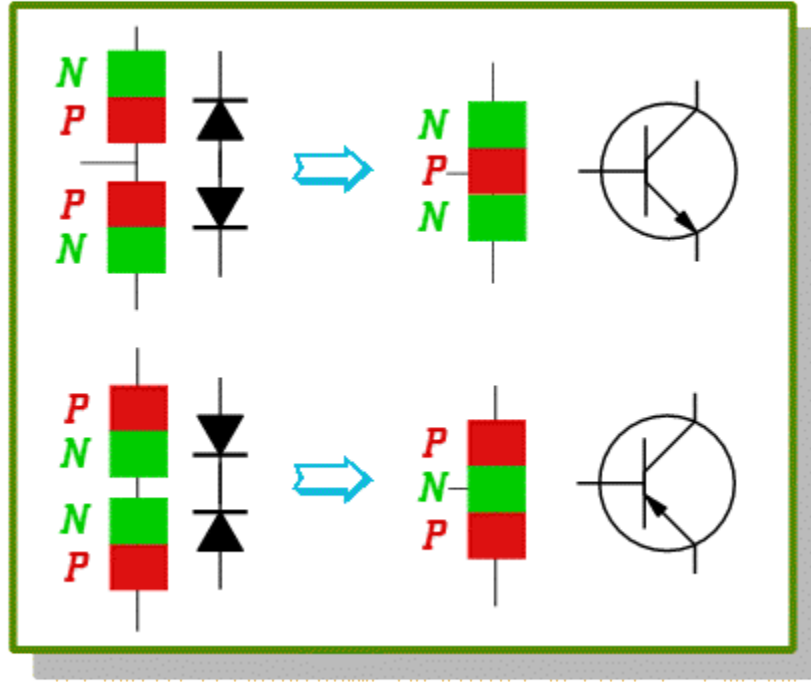
التالي يوضح رمز الترانزستور npn في الدارات الإلكترونية، وكذلك أسماء كل طرف من

أطرافه :



تأخذ الترانزستورات الحرف Q أو Tr في الدارات الإلكترونية.

وهذا الرسم التوضيحي للترانزستور pnp



نجد أن الأطراف الثلاثة للترانزستور تأخذ التسميات التالية :

(١) المجمع ، وهو الـ " Collector "

(٢) القاعدة ، وهي الـ " Base "

(٣) الباعث ، وهو الـ " Emitter "

تكون القاعدة أقل الطبقات سمكا وهي عبارة عن شريحة رقيقة، ويكون الباعث مماثل للمجمع في الحجم، ولكنه أكبر منه قليلا، ومعمول له عملية تطعيم بشده، أي يحمل كمية من الشحنات بكثافة أعلى.

الثلاث مواد مصنعة على النحو التالي في ترانزيستور الـ (NPN)

القاعدة (base): وهي عبارة عن مادة نصف ناقلة من العمود الرابع من جدول التصنيف الدوري (السيلكون أو الكربون) مشابهة بمادة البورون، حيث أن السيلكون يحوي أربع إلكترونات في مدار التكافؤ بينما يحوي البورون ثلاث إلكترونات، مما يجعل ارتباطهما الجزيئي غير محكم بحيث أن النقص بالإلكترون واحد في ذرة البورون يسمح

بوجود فجوة منتظرة إلكترون ليستقر ذلك الارتباط ويرمز لهذا النوع من أشباه الموصلات بـ (P) ، وهذا مما يجعل هذه المادة موصلة رديئة للكهرباء حيث أن موصليتها تساوي ١ مقارنة بالنحاس الذي هو ١٢٨١٠.

الجامع او المجمع (Collector): وهي عبارة عن مادة نصف ناقلة من العمود الرابع من جدول التصنيف الدوري (السيلكون أو الكربون) أيضاً مع مادة الزرنيخ التي تحمل خمس الكترونات في مجال التكافؤ، مما يجعل تركيبها الجزيئي ذو الكترون زائد عن وضع الاستقرار ولا يعني هذا كونه سالب فهو متعادل لأن المادة لم تفقد شيئاً من إلكتروناتها أو تكتسب ويرمز لهذا النوع بـ (N)

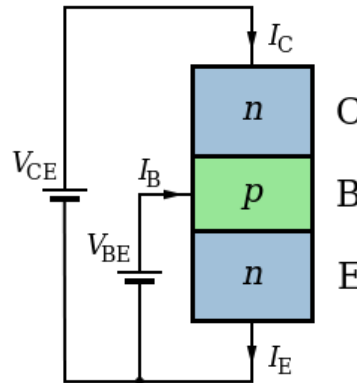
المشع او الباعث (Emitter): ويملك نفس تركيب المجمع من حيث وجود نفس العناصر ولكن هنا يختلف في زيادة كثافة الزرنيخ بشكل كبير.

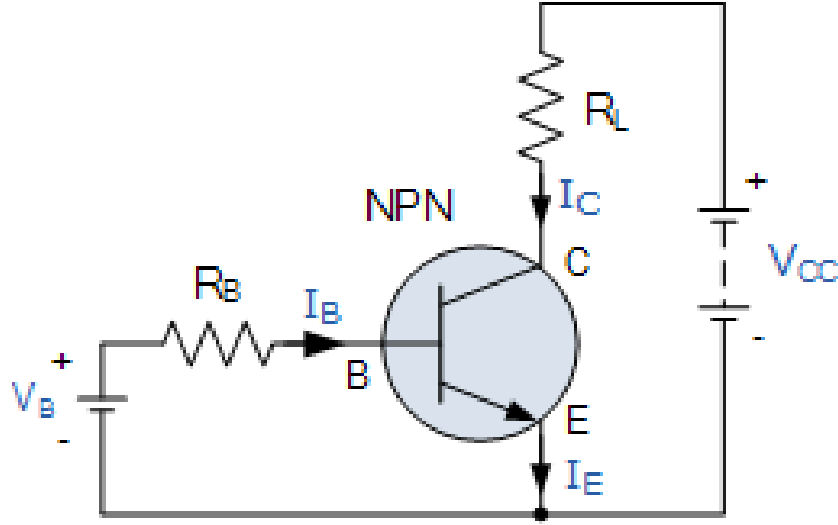
ملاحظة

إن الترانزستور قد يقال عنه أنه كديودين متصلين ببعضهم ، ولكن هذا للتشبيه والتوضيح فقط لأنه إذا تم توصيل ديودين بالطريقة السابقة فإنهم لن يسلكوا سلوك الترانزستور على الإطلاق.

طريقة عمل الترانزستور

إذا أخذنا ترانزستور NPN على سبيل المثال ، فإنه لكي يقوم الترانزستور بالتوصيل للتيار، فلا بد من فتح الوصلة ما بين القاعدة والباعث، أي يتم توصيل الدايدود (NP) أو (القاعدة- الباعث) توصيلاً أمامياً كما في الشكل الآتي:



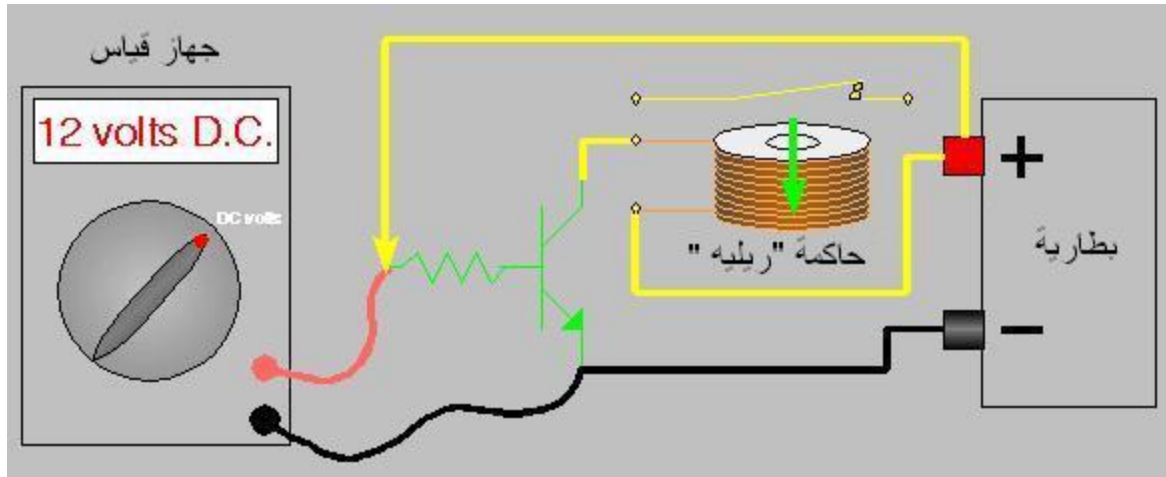


عمل الترانزيستور

هو عبارة عن مولد تيار متحكم به بواسطة جهد (Voltage Controlled Current Source)

نعني بذلك أنه عبارة عن جهاز يولد تيار في جزء من دائرة شدته على حسب جهد في جزء آخر من الدارة،

السؤال كيف يقوم بذلك؟؟؟

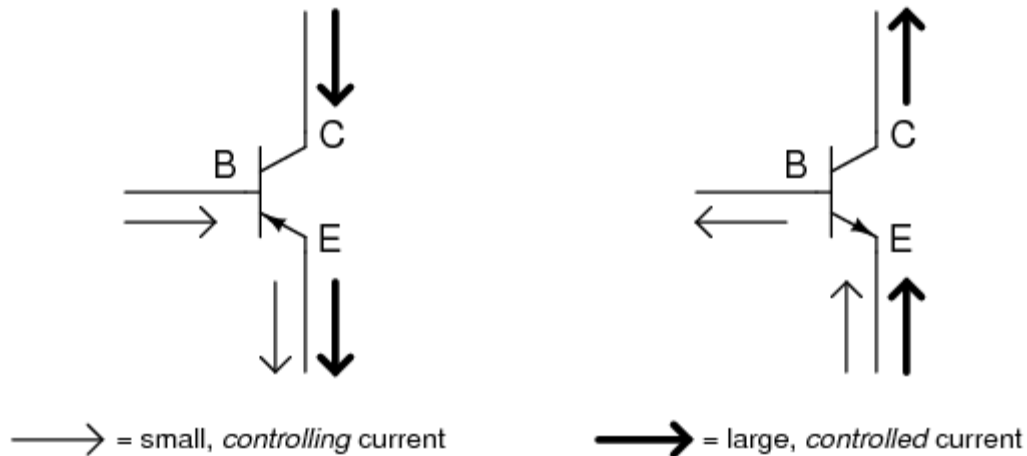


الجواب أنه عند توصيل الباعث والمجمع في دائرة بينما توصل القاعدة في فرق جهد في دائرة أخرى نجد أن الجهد الذي يعطى للقاعدة يتحكم بالتيار المار خلال الباعث والمجمع في الدائرة الثانية بشرط توصيل الباعث والمجمع بالنسبة لهذا النوع من الترانزيستور يكون بحيث أن الجهد عند المجمع أعلى من الجهد عند القاعدة و كلاهما أعلى من جهد الباعث وهذا ما يسمونه بـ (النمط الفعّال) (Active Mode) وإلا فلن يعمل الترانزيستور هذه الوظيفة وسيقوم بما يسمى بوظيفة (Switching) وهي التي تستخدم في الدارات الرقمية.

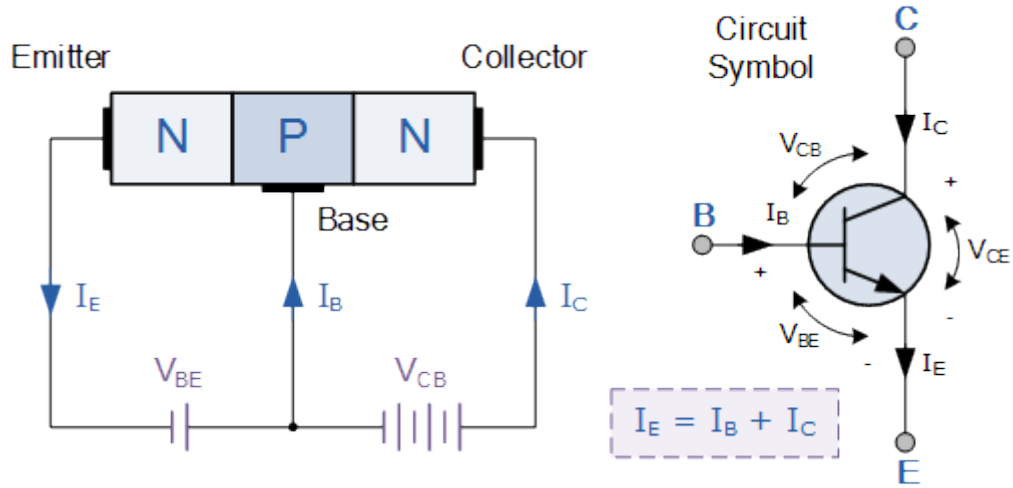
على كل حال عند توصيل الترانزيستور بالطريقة تلك يصبح ما بين القاعدة والباعث عبارة عن ديود عادي في الوضع الأمامي وما بين القاعدة و المجمع ديود عادي في الوضع العكسي ولكن عند توصيل الدائرة تقوم القاعدة بسحب الإلكترونات من الباعث لأنها أعلى جهداً فعندما تدخل إلى القاعدة يقوم المجمع باعتباره الأعلى جهداً بسحب معظم الإلكترونات إليه وما يخرج من طرف القاعدة إلا تيار بسيط جداً من الإلكترونات وعند تغيير جهد القاعدة تتغير سرعة القاعدة في سحب الإلكترونات إليها فيتغير بذلك التيار المار بين الباعث والمجمع.

تيارات الترانزيستور Transistor currents

التياران الأكثر أهمية في الترانزيستور هما تيار القاعدة I_B وتيار المجمع I_C ، التيار الأول هو التيار الحاكم، حيث يتحكم في التيار الثاني



بمعنى انه كلما ازداد تيار القاعدة ازداد تيار المجمع الى نقطة معينة تسمى حالة التشبع التي لا يزداد بعدها تيار المجمع بزيادة تيار القاعدة..

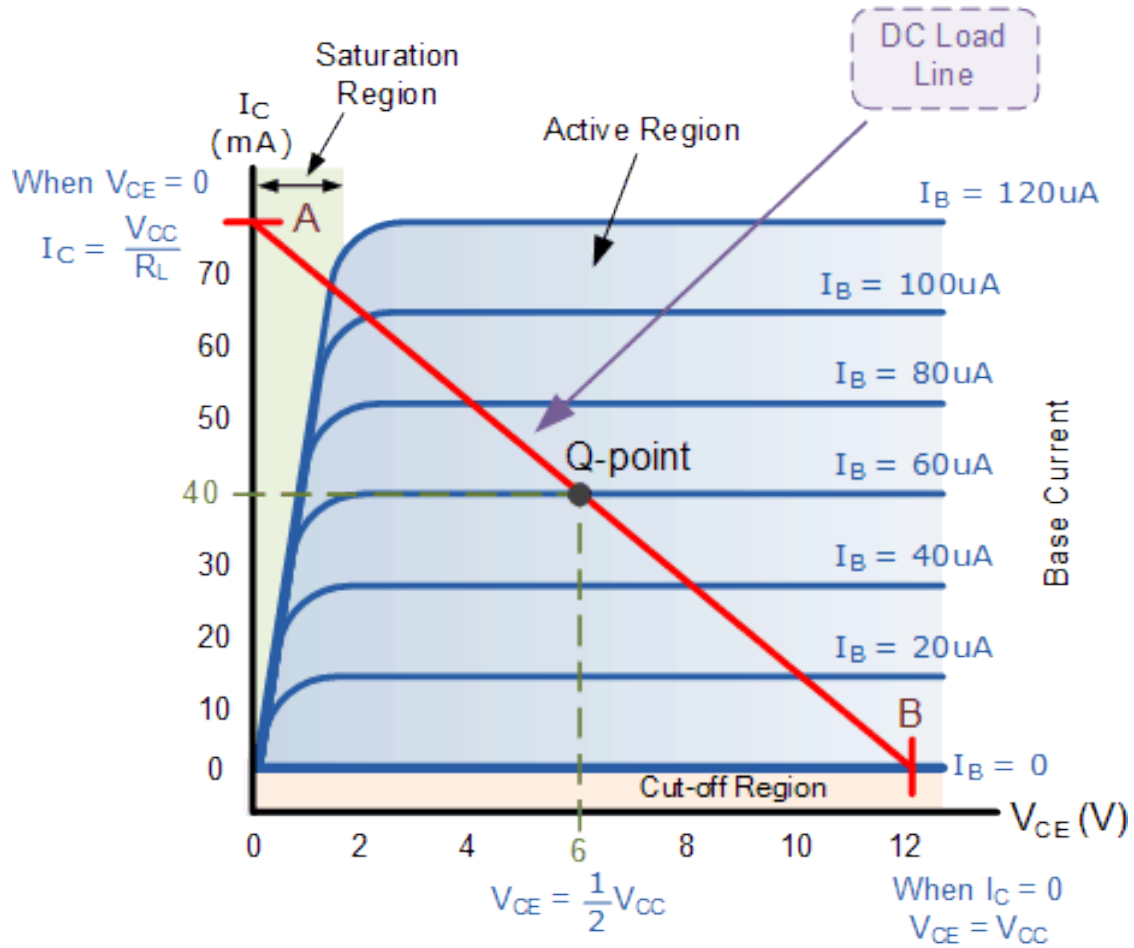
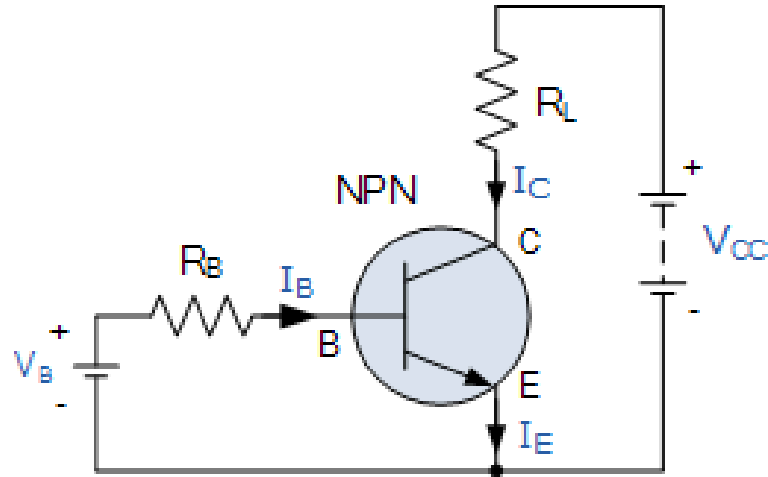


تيار القاعدة الحاكم عادةً يكون صغيراً جداً مقارنة بتيار المجمع، وهذا التيار الصغير يتحكم بتيار المجمع الكبير انظر الى الشكل اعلاه مرة اخرى، عند غلق المفتاح سيمر تيار صغير من البطارية قاعدة الترانزستور، هذا التيار يكفي لإضاءة الليد LED B اضاءة خافت

يقوم الترانزستور عندئذٍ بتكبير هذا التيار - التيار الصغير - ليسمح لتيار اكبر بكثير بالمرور من المجمع الى الباعث (طبعاً هو يمر من البطارية الى المقاومة ٤٧٠ اوم الى المجمع الى الباعث الى سالب البطارية). (هذا التيار الكبير القيمة يجعل الـ LED C يضيء اضاءة قوية).

عند فتح المفتاح، لا يمر تيار القاعدة فيصبح الترانزستور منطفي OFF فلا يمر تيار المجمع ايضاً وعليه لا يضيء أي LED.

مميزة الفولط امبير للترانزستور



أنواع الترانزستورات

إن نوعي الترانزستور يختلفان عن بعضهما اختلافا طفيفا في كيفية وضعهما في دارة معينة فكل منها له ثلاثة اطراف تسمى في حالة الترانزستور ثنائي القطب بـ : القاعدة "Base" والباعث "Emitter" والمجمع "Collector" وبمرور تيار متغير في القاعدة سيظهر تأثيره في المجمع والباعث، وفي حالة الترانزستور الحثلي تأثير المجال تسمى البوابة "Gate" ، المنبع "Source" ، المصرف "Drain" ويتحكم الجهد على البوابة في فرق الجهد بين المنبع والمصرف..

يمكن تقسيم الترانزستورات إلى عدة فئات حسب التقسيم:

١. تبعاً لشبه الموصل

جرمانيوم- سليكون – جاليوم

٢. تبعاً للبناء

BJT ثنائي القطب، MOSFET تأثير المجال، IGBT الترانزستور ذو البوابة المعزولة

٣. تبعاً للقطبية

NPN من النوع السالب ويعنى منطقة من النوع السالب يليها منطقة من النوع الموجب يليها

منطقة من النوع السالب

PNP من النوع الموجب ويعنى منطقة من النوع الموجبة يليها منطقة من النوع السالب يليها

منطقة من النوع الموجب

٤. تبعاً لقدرة التشغيل

صغير – متوسط – كبير

٥. تبعاً لأقصى تردد تشغيل

موجات راديوية أو موجات الميكرومترية ويعطى أقصى تردد وفعال بجهد الثقل ويرمز له بالرمز FT والذي ينتج نسبة تكبير مساوية للوحدة.

٦. تبعاً للتطبيق المستخدم فيه

مفتاح – متعدد الأغراض – صوتي عالي الجهد – زوجي متماثل – عالي نسبة التكبير

٧. تبعاً للتغليف الفيزيائي

ذو الثقب المعدني - ذو الثقب البلاستيكي- مغير القدرة

٨. تبعاً لمعامل التكبير

استخدامات الترانزستور

استخدام الترانزستور كمكبر

صُمم الترانزستور ذو الباعث المتصل بالأرض لكي يستجيب إلى الإشارات الصغيرة الداخلة إلى القاعدة ، ويقوم بتكبير هذه الإشارات على المخرج عند المجمع، وهناك العديد من تكوينات لدارات تقوم بالتكبير لها مميزات مختلفة سواء للتيار أو الجهد أو الاثنين معا بحسب المطلوب.

ففي بعض الهواتف المحمولة والتلفاز هناك العديد من المنتجات التي يدخل فيها الترانزستور كمكبر مثل مكبرات الصوت أو النقل الراديوي أو معالجة الإشارات وكانت أول دائرة ترانزستور ذات قدرات ضعيفة تصل إلى بعض الأجزاء من العشرة من الواط وتم تكبيرها. ومع التقدم ازدادت نسبة التكبير ونقائه تدريجيا عندما وجدت ترانزستورات أحسن وتم تقويم مواصفات الترانزستور ووصلت القدرات الآن إلى بضع المئات من الواط وبتكلفة قليلة.

✧ الترانزستور كمفتاح

الترانزستور هو أكثر المفاتيح الإلكترونية على حد سواء في الدارات ذات القدرة المنخفضة مثل البوابات المنطقية أو ذات القدرة العالية مثل مفاتيح مزودات الطاقة ومن أمثلة المفاتيح الخفيفة دارات الباعث المتصل بالأرض ففي الشكل عندما يزداد جهد القاعدة يزداد التيار في المجمع وعلى الحمل (المقاومة) زيادة أسية وبالتالي يقل الجهد في المجمع بسبب المقاومة وتكون المعادلة الحاكمة هي

$$V(Rc)=I_{ce}*Rc$$

$$V(Rc)+V(ce)=V_{cc}$$

هو فرق الجهد على المقاومة V_{RC} حيث التيار المار في المجمع I_{ce} : الجهد بين المجمع والباعث V_{ce} : فلو أمكن خفض V_{ce} للصفر (عملية التشبع التام) ولهذا فإن I_{ce} لن يزيد عن (V_{cc}/Rc) ، وكلما زاد التيار الداخل الى القاعدة فإن الترانزستور يتجه للتشبع، و من ثم يمكن اختيار التيار الداخل على القاعدة لجعل V_{CE} مساويا تقريبا للصفر أو مساويا لقيمة V_{cc} جهد المصدر - حالة القطع) ويستخدم الترانزستور كمفتاح في الدارات الرقمية حيث توجد القيم فقط فتح وغلق ولا تستخدم القيم بينهما. مقارنة بين الصمامات والترانزستورات قبل وجود الترانزستورات كانت الصمامات (Valves) أو انابيب التفريغ (Vacuum Tubes) هو المكون الوحيد في المعدات الإلكترونية ولكن بحلول الترانزستور أصبح هو الأكثر استخداما لما له العديد من المزايا:

١. صغر الحجم والوزن والذي يؤدي إلى تطوير الدارات الإلكترونية في أن تكون صغيرة جدا.

٢. عمليات التصنيع الآلية والتي تقلل التكلفة لكل وحدة مفردة.

٣. الجهود الصغيرة التي يستطيع العمل عليها مما جعله صالح لتطبيقات الدارات ذات البطاريات الصغيرة.

٤. لا تحتاج إلى دورة إحماء لمسخنات المهبط بعد تطبيق القدرة.

٥. الاستهلاك الضئيل للطاقة والكفاءة العالية في استخدام الطاقة.
٦. طول العمر الافتراضي حيث يعمل بعضها إلى ما يصل إلى أكثر من خمسين عام.
٧. سهولة بناء الدارات المتكاملة المتماثلة وهو الأمر المستحيل في حالة الصمامات
٨. عدم الحساسية للصدمات الميكانيكية والاهتزاز مما سهل حل هذه المشكلة مثلا في حالة الميكروفونات

الأشكال العملية للترانزستورات

