

الجزء الثاني : الكهرباء : Electricité

الوحدة 6 : التراكيب الإلكترونية – الترانزستور

Montages électroniques – Le transistor

1. تعريف الترانزستور



اكتشف الترانزستور سنة 1948 من طرف علماء من الولايات المتحدة (**Bradeen – Shockly – Brattain**). وهو مركبة كهربائية لها ثلاثة أقطاب ، وقد عرفت هذه المركبة من خلال توظيفها في أجهزة الاستقبال الإداعي، والتي سميت آنذاك بإسمها. يعتبر هذا الإكتشاف عنصرا أساسيا في تقدم الإلكترونيك.

يتكون الترانزستور من بلور شبه موصل من Si السيليسيوم و Ge الجرمانيوم. يتم تنشيطه بإضافة كمية صغيرة جدا من ذرات دخيلة حيث نحصل على ثلاث مناطق مختلفة الموصلية. يعتبر الترانزستور ثلاثي القطب تخرج منه ثلاث أسلاك موصلة مرتبطة داخليا بالمناطق الثلاث. وتسمى هذه المناطق بـ (الباعث – القاعدة – المجمع)، ونميز بين نوعين من الترانزستور :

♦ ترانزستور من نوع NPN

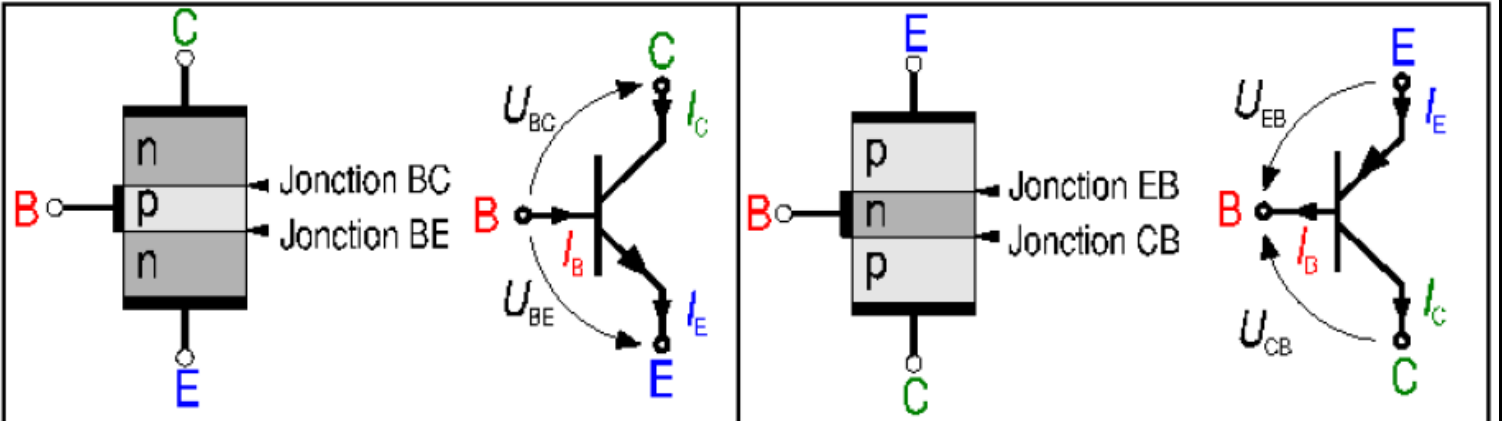
يحتوي على منطقة P (منشطة من طراز P) موجودة بين منطقتين N (منشطتين من طراز N لكن بكيفية مختلفة).

♦ الترانزستور من نوع PNP

يحتوي على منطقة N (منشطة من طراز N) موجودة بين منطقتين P (منشطتين من طراز P لكن بكيفية مختلفة). نسمي الوصلة، المنطقة الوسيطة التي تفصل بين منطقتين مختلفتي التنشيط ؛ فالترانزستور يحتوي إذن على وصلتين مختلفتين.

يمكن التعرف على الأقطاب الثلاثة للترانزستور اعتمادا على وثائق وبطاقات تقنية، كما يمكن استعمال جهاز أوممتر لهذا الغرض.

* نرسم للترانزستور بـ :



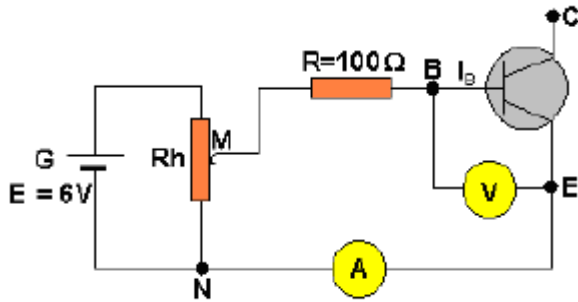
سنعتمد في باقي الدراسة، الترانزستور من نوع NPN، نظرا لشيوعه، حيث يدخل تياران كهربائيان من القاعدة والمجمع، ويخرج تيار كهربائي من الباعث.

عند تطبيق قانون العقد يمكن أن نكتب :

$$I_E = I_B + I_C$$

2. سلوك الترانزستور

1. استعمال " القطبين EC "



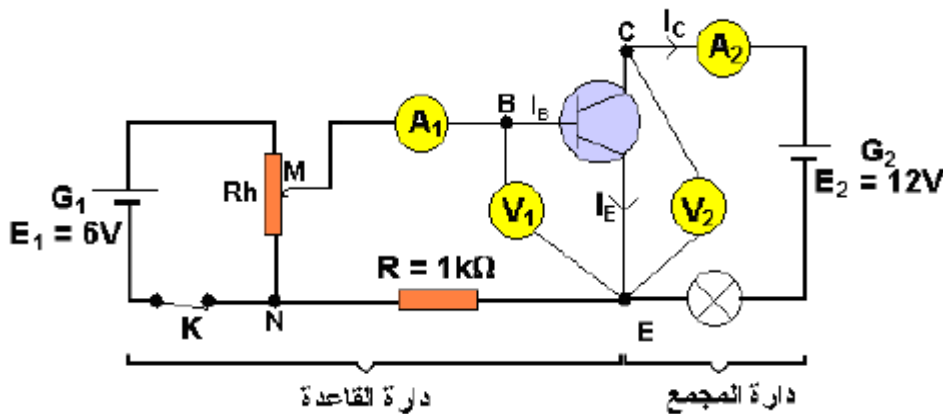
عند تطبيق توتر بين القطبين B و E لا يمر تيار كهربائي في الترانزستور إلا عندما يتجاوز التوتر بين مربطي القاعدة والباعث U_{BE} عتبة توتر U_S .
عند تمثيل المميّزة $I_B = f(U_{BE})$ نحصل على مميّزة تشبه مميّزة صمام ثنائي ذي وصلة.

استنتاج :

عند استعمال الوصلة BE فقط، يتصرف الترانزستور كصمام ثنائي عادي إذ عند تركيبه في المنحى المار لا يسمح بمرور التيار الكهربائي إلا إذا كان التوتر بين مربطيه $U_{BE} > U_S$ عتبة التوتر.

2. استعمال كل أقطاب الترانزستور

نستعمل الأقطاب الثلاث للترانزستور (دائرة القاعدة + دائرة المجمع) وذلك بإنجاز التركيب الكهربائي التالي :



عندما نغلق قاطع التيار K ونغير التوتر U_{BE} مع إبقاء التوتر U_{CE} ثابتا ($U_{CE} = 4,5V$) نحصل على النتائج المدونة في الجدول الآتي :

$U_{BE} (V)$	0	0,2	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84
$I_B (mA)$	0	0	0	0	0,2	0,4	0,8	1,2	2	3	5	7,2
$I_C (mA)$	0	0	0	0	30	60	120	180	198	202	204	204
أنظمة الإستعمال	الترانزستور متوقف				النظام الخطي (مضخم)				الترانزستور مشبع			

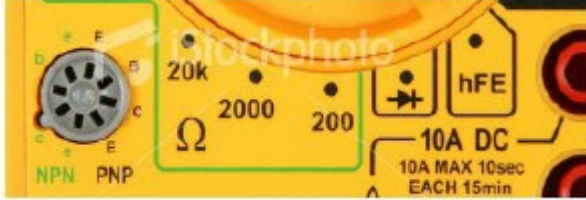
عموما عند تغيير التوتر U_{BE} يمر الترانزستور من ثلاثة أنظمة :

حالة التوقف :

عندما يكون قاطع التيار K مفتوحا $I_B = 0$ و $I_C = 0$ يكون الترانزستور في هذه الحالة مكافئا لقاطع تيار مفتوح بين المجمع C والباعث E.

حالة الإشتغال الخطي :

عندما يكون $U_{BE} < U_S$ ، في هذا المجال نلاحظ أن I_C تتناسب اطرادا مع I_B بحيث :

$$I_C = \beta I_B$$


β : تسمى معامل التضخيم للترانزستور، غالبا ما تكون محصورة بين 0 – 1000.

دائرة القاعدة تتحكم في دائرة المجمع، تسمى بظاهرة مفعول الترانزستور.

يمكن قياس β بواسطة جهاز Transistomètre أو جهاز متعدد القياس (نقيس المعامل β أو h_{FE}).

حالة الإشباع :

عندما تصبح شدة التيار I_C ثابتة حتى بالنسبة لقيم تزايدية لـ I_B نقول أن الترانزستور أصبح مشبعا. يكون في هذه الحالة التوتر بين المجمع و الباعث منعدما ويصبح الترانزستور مكافئا لقاطع تيار مغلق بين المجمع C و الباعث E.

أنظمة الإشتغال	متوقف	مضخم	مشبع
EB استقطاب	معاكس	مباشر	مباشر
CB استقطاب	معاكس	مباشر	مباشر
النتائج	$I_B = 0$	$I_C = \beta I_B$	$I_C < \beta I_B$
	$I_C = 0$	$U_{CE} > 0$	$U_{CE} = 0V$
	$U_{CE} = E_2$	$U_{CE} > U_{BE}$	$U_{CE} < U_{BE}$

ملحوظة :

يمكن للترانزستور أن يمر بسرعة من الحالة المتوقفة إلى حالة الإشباع أو العكس صحيح دون المرور بالإشتغال الخطي، نقول أن الترانستور يشتغل بالكل أو لا شيء.

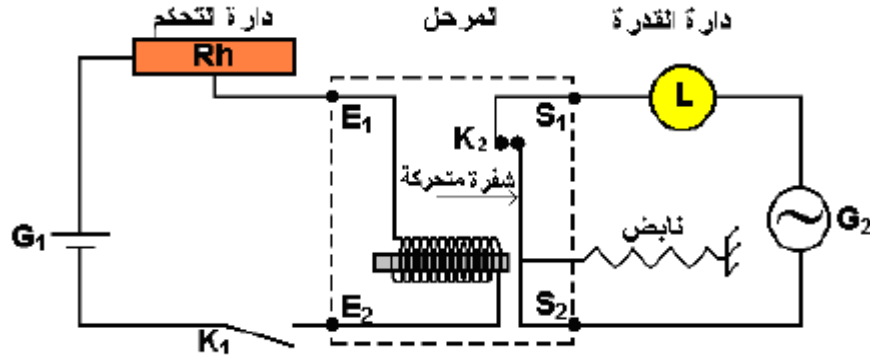
4. بعض التراكيب الإلكترونية البسيطة التي تحتوي على الترانزستور

4.1. الرّحل : Relais



الم رّحل رباعي القطب يتكون أساساً من كهرمغناطيس قادر على فتح أو غلق قاطع التيار حسب قيمة توتر دائرة التحكم للمرحل.

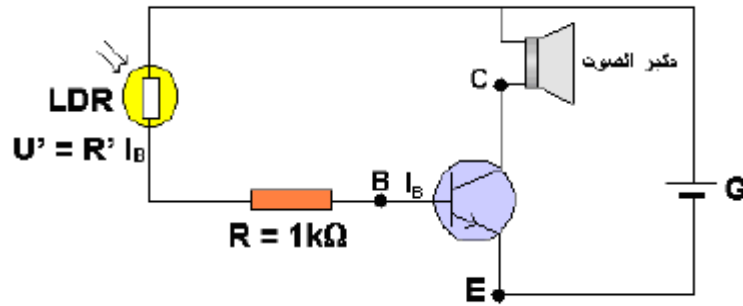
◆ مبدأ اشتغال المرحل



عند غلق قاطع التيار K_1 تجذب نواة الكهرمغناطيس مما يؤدي إلى غلق قاطع التيار K_2 (الشفرّة المتحركة). وبالتالي يضيء المصباح.

عند فتح قاطع التيار K_1 ترجع الشفرّة إلى موضعها الأول (بواسطة تأثير النابض) فيفتح قاطع التيار K_2 فينطفئ المصباح.

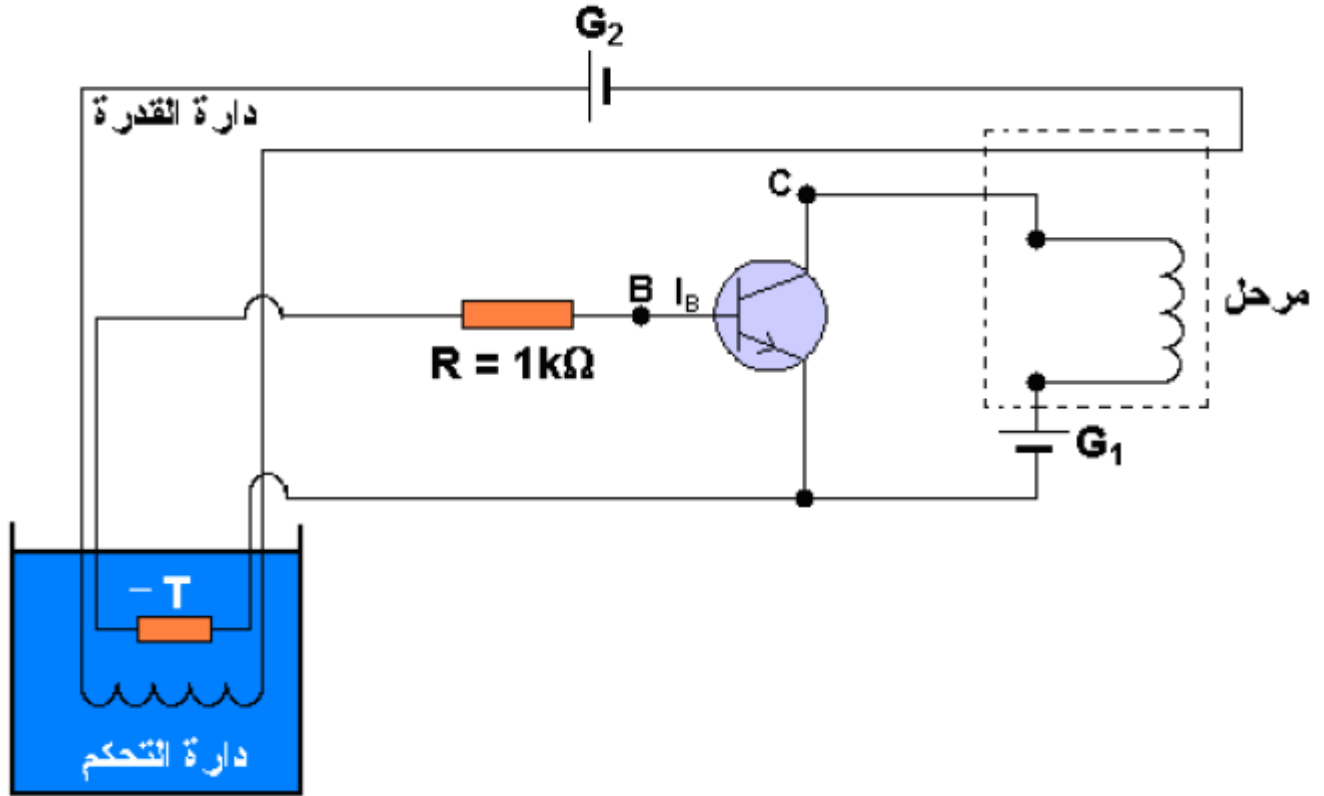
4.2. تركيب مؤشر الضوء



هذا التركيب يمكن من التحكم في مكبر الصوت بواسطة إضاءة المقاومة الضوئية L.D.R، في الضوء يصدر مكبر الصوت صوتاً معيناً وفي الضلام لا يصدر أي صوت.

♦ تعليل : في الضلام تكون مقاومة L.D.R هي $R' = 1M\Omega$ و بالتالي $I_B = 0$ وهي قيمة صغيرة جدا يمكن اعتبارها منعدمة. وبالتالي $I_C \approx 0$ ، إذن لا يمر أي تيار في مكبر الصوت. في الضوء تكون كذلك مقاومة L.D.R هي $R' = 100\Omega$ ومنه تكون I_B قيمة مهمة، وبالتالي تكون كذلك I_C قيمة مهمة تمكن من تشغيل مكبر الصوت.

3. 4. مؤشر السخونة



يمكن هذا التركيب من التحكم في المرحل بواسطة المقاومة الحرارية CTN. عند درجة حرارة منخفضة لـ CTN لن تشتغل دارة القدرة. عند درجة حرارة مهمة لـ CTN تشتغل دارة القدرة.

♦ تعليل :

عند درجة حرارة منخفضة تكون لـ CTN مقاومة جد كبيرة و بالتالي تكون I_B منعدمة، ومنه $I_C = 0$ إذن يقفل المرحل ولا تشتغل دارة القدرة. عند درجة حرارة مرتفعة تكون لـ CTN مقاومة ضعيفة وبالتالي يمر تيار I_B ، إذن يمر تيار I_E ، يغلق المرحل و تشتغل دارة القدرة.