

## 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 السيلسيوم 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 منطقتي P ( منشطة من طراز P ) موجودة بين منطقتين N ( منشطتين من طراز N لكن بكيفية مختلفة ).

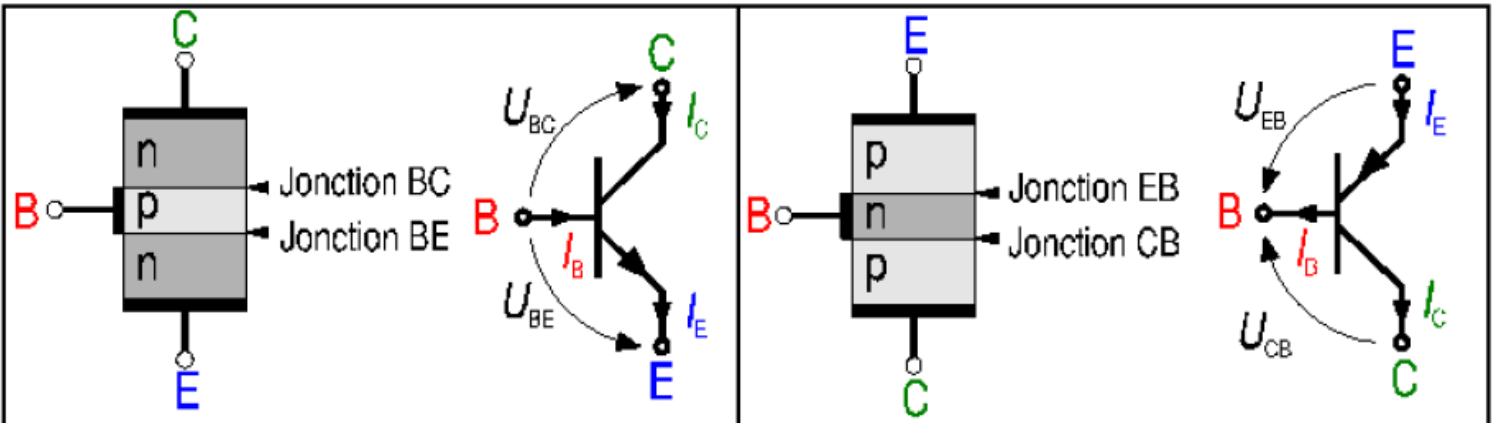
#### ♦ الترانزستور من نوع PNP

يحتوي على منطقتي 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 :



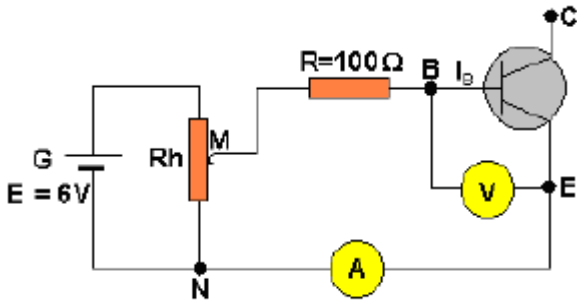
سنعتمد في باقي الدراسة، الترانزستور من نوع NPN، نظرا لشيوعه، حيث يدخل تياران كهربائيان من القاعدة والمجمع، ويخرج تيار كهربائي من الباعث.

عند تطبيق قانون العقد يمكن أن نكتب :

$$I_E = I_B + I_C$$

## 2. سلوك الترانزستور

### 1. استعمال " القطبين EC "



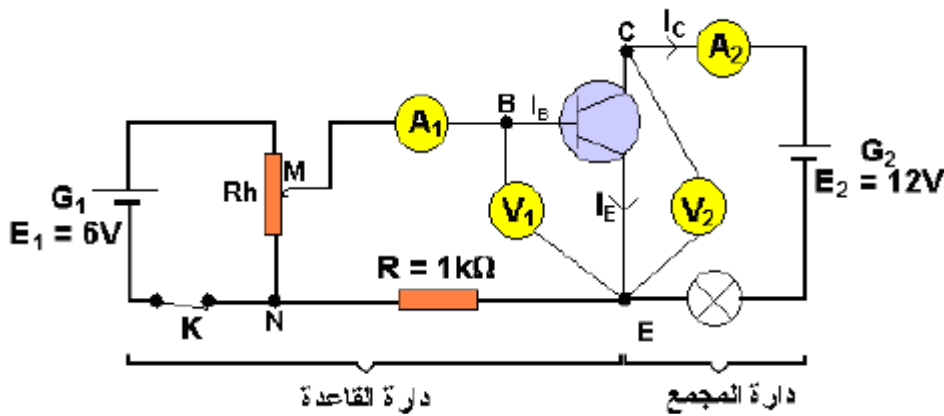
عند تطبيق توتر بين القطبين B و E لا يمر تيار كهربائي في الترانزستور إلا عندما يتجاوز التوتر بين مربطي القاعدة والباعث  $U_{BE}$  عتبة توتر  $U_S$ .  
عند تمثيل المميزة  $I_B = f(U_{BE})$  نحصل على مميزة تشبه مميزة صمام ثنائي ذي وصلة.

### استنتاج :

عند استعمال الوصلة BE فقط، يتصرف الترانزستور كصمام ثنائي عادي إذ عند تركيبه في المنحنى 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 الإمتعال	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 :

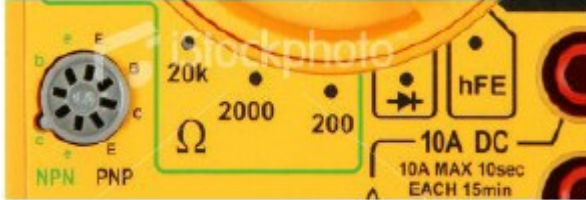
عندما يكون  $U_{BE} < U_S$ ، في هذا المجال نلاحظ أن  $I_C$  تتناسب اطرادا مع  $I_B$  بحيث :

$$I_C = \beta I_B$$

$\beta$  : تسمى معامل التضخيم للترانزستور، غالبا ما تكون محصورة بين 0 - 1000.

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

يمكن قياس  $\beta$  بواسطة جهاز Transistomètre أو جهاز متعدد القياس ( نقيس المعامل  $\beta$  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.

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

### 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.

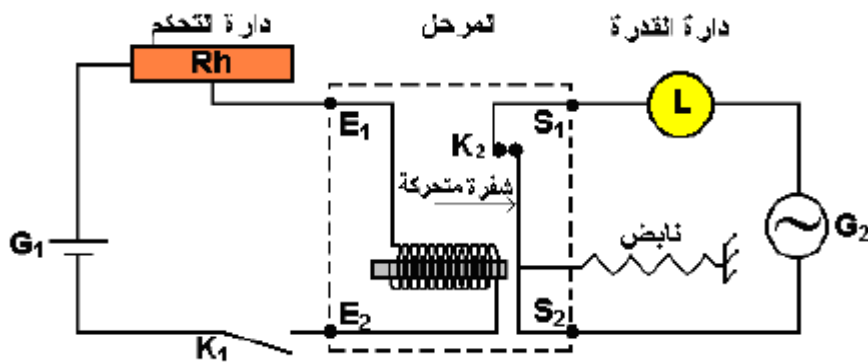
#### 4. بعض التراكيب الإلكترونية البسيطة التي تحتوي على الترانزستور

##### 4.1. الرحل : Relais



الم رحل رب اعبي ال قطب يتكون أ ساس ا من كهرمغناط يس قادر على ف تح أو غلق قاطع التيار حسب قيمة توتر دائرة التحكم للمرحل.

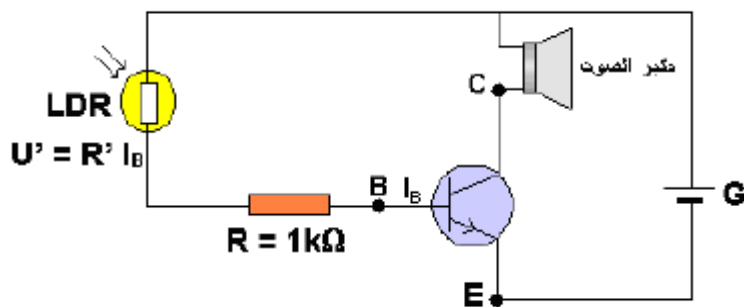
##### ◆ مبدأ اشتغال المرحل



عند غلق قاطع التيار  $K_1$  تجذب نواة الكهرمغناط يس مما يؤدي إلى غلق قاطع التيار  $K_2$  (الشفرة المتحركة). وبالتالي يضيء المصباح.

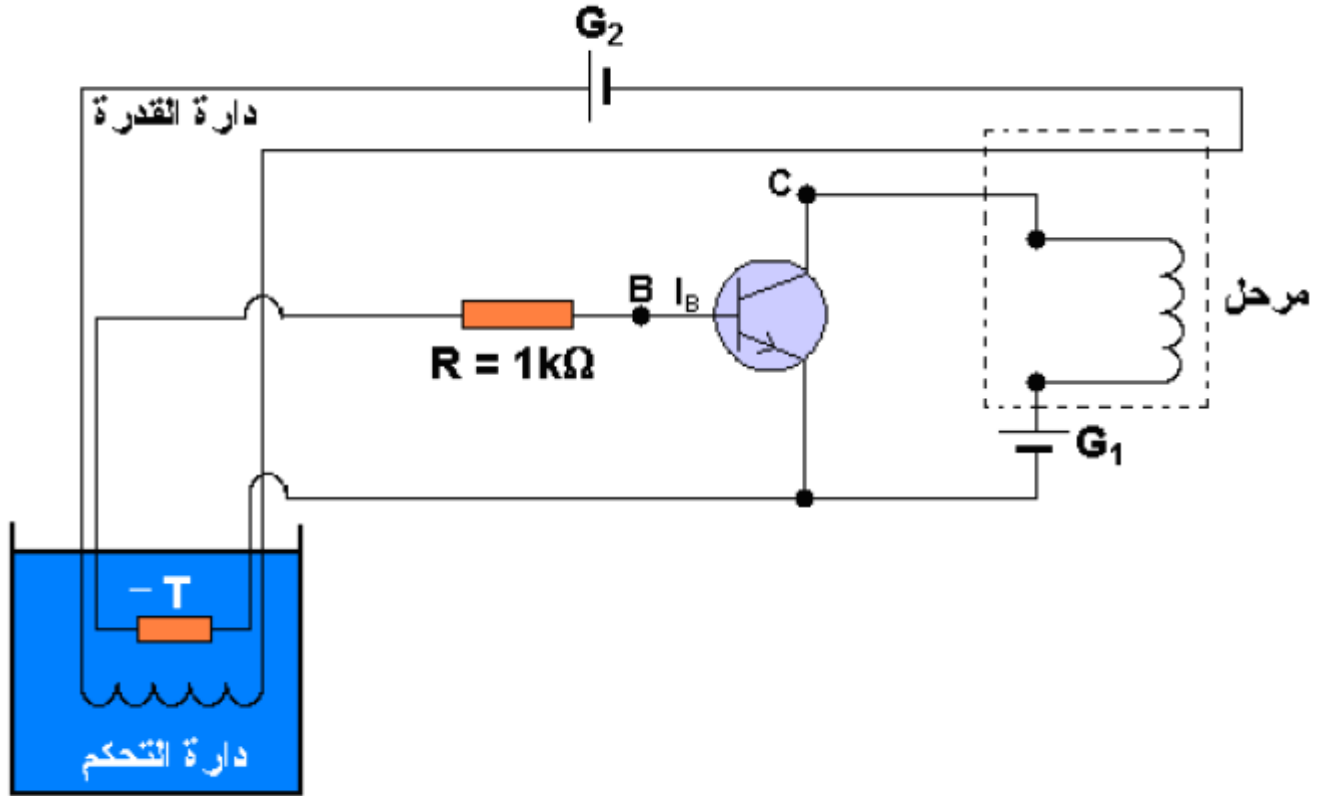
عند فتح قاطع التيار  $K_1$  ترجع الشفرة إلى موضعها الأول (بواسطة تأثير النابض) فيفتح قاطع التيار  $K_2$  فينطفئ المصباح.

##### 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 صوتا معيناً وفي الضلام لا يصدر أي صوت.

◆ **تعليق:** 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 لـ  $I_B$  قيمة مهمة، وبالتالي تكون كذلك لـ  $I_C$  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 دائرة القدرة. عند درجة حرارة مهمة لـ CTN تشتغل دائرة القدرة.

◆ **تعليق:**

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 دائرة القدرة.  
عند درجة حرارة مرتفعة تكون لـ CTN مقاومة ضعيفة وبالتالي يمر تيار  $I_B$ ، إذن يمر تيار  $I_E$ ، يغلق المرحل و تشتغل دائرة القدرة.