الكوابس الثاني

الترانزستور Transistor

سبق ان درسنا الثنائي البلوري وبعض فوائده، ولاحظنا ان الثنائي البلوري يتكون من الوصلتين P و N موصولتين على التوالي، والان لو وصلنا ثلاث وصل على التوالي PNP او NPN ماذا يحدث ؟ ان تركيب بهذا الشكل يسمى بالترانزستور، وقد درس من قبل العالم (Shockley) في سنة 1949، وفي سنة 1951 قام بتصنيعه والذي احدث تطورا عظيما في عالم الالكترونيات.

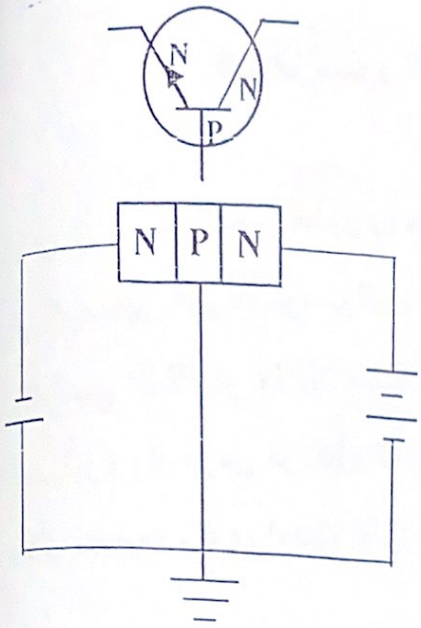
هنالك نوعين من الترانزستور وهما PNP و NPN وفي كلا النوعين يتكون الترانزستور من ثلاث وصلات وهي :

الوصلة الاولى: وتعرف **بالباعث** (Emitter) ويؤدي وظيفة الكاثود عند مقارنتها بالصمام الثلاثي ويكون فيها منسوب التطعيم عالي ووظيفتها بعث الالكترونات وتزويد القاعدة بها.

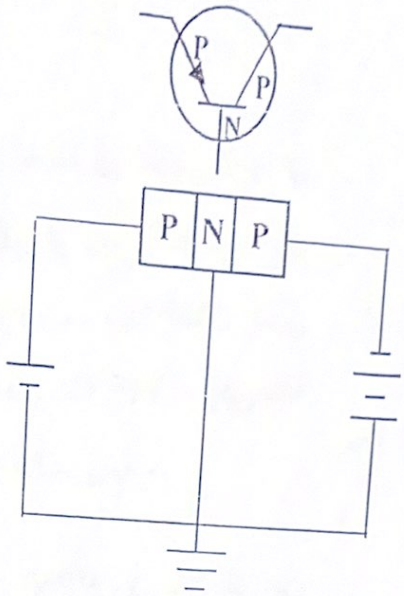
الوصلة الثانية: وتدعى **بالقاعدة** (Base) وتعمل عمل الشبكة بالصمام الثلاثي ويكون فيها منسوب التطعيم واطئ وتكون قليلة السمك، لكي تمرر الإلكترونات المستلمة من الباعث الى الجامع.

الوصلة الثالثة: وتدعى **بالجامع** (Collector) وتؤدي عمل الانود في الصمام الثلاثي ويكون منسوب التطعيم فيها بين المنسوب العالي للباعث والمنسوب الواطئ للقاعدة. وتسمى بالجامع لأنها تجمع الالكترونات القادمة من القاعدة، ويكون الجامع اوسع مساحة من الوصلتين الاخريتين لغرض تبديد الحرارة.

للترانزستور اتصالين شائعين أحدهما بين الباعث والقاعدة ويسمى بثنائي الباعث والاتصال الاخر بين القاعدة والجامع ويسمى بثنائي الجامع كما موضح في الشكل (1) وعند ايصال الترانزستور بقدرة خارجية يكون إيصال ثنائي الباعث بالاتجاه الأمامي اما ثنائي الجامع فيكون بالاتجاه العكسي.



ترانزستور نوع
NPN

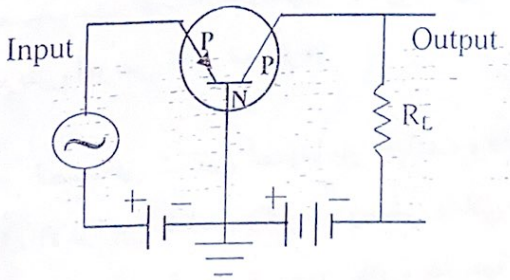


ترانزستور نوع
PNP

وللتميز بين الاقطاب توضع غالبا نقطة قرب قطب الجامع وفي بعض الاحيان يستعمل سهم او نتوء او بروز (Indextape). كما يمكن ايصال كلا النوعين بدوائر كهربائية وتقسم هذه الدوائر الى ثلاثة انواع هي:

1. دوائر القاعدة المشتركة:

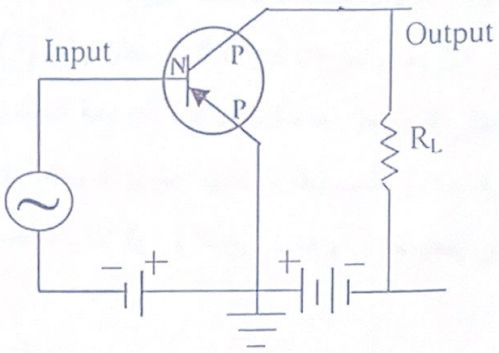
وفيها تغذى الاشارة بين الباعث والقاعدة ويؤخذ خرج الاشارة بين الجامع والقاعدة وهذه الدوائر تناظر تماما دائرة الشبكة الموصلة بالارض في الصمامات الالكترونية شكل (2-a).



شكل (2-a)

2. دوائر الباعث المشترك:

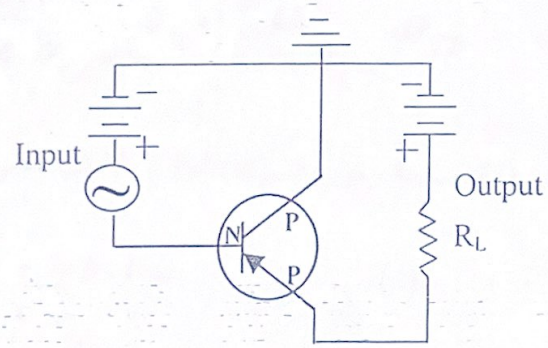
وفيها تغذى الاشارة بين القاعدة والباعث ويؤخذ خرج الاشارة المكبرة بين الجامع والباعث وتناظر تماما دائرة الصمام الثلاثي الاعتيادي أي الكاثود المشترك (Common Cathode) شكل (2-b).



شكل (2-b)

3. دوائر الجامع المشترك:

وفـــيها تغذى الاشارة بين القاعدة والجامع ويؤخذ الخرج من الباعث وهذه الدائرة تماثل دائرة تابع الكاثود (Cathode- Follower) في الصمام الثلاثي شكل (2-c).



شكل (2-c)

لهـــذه الدوائـــر الثلاث خواص معينة يمكن دراستها لغرض الاستفادة منها لمعرفة وظيفة الترانزستور وكيفية عمله بالدوائر الالكترونية.

تجربة رقم (9)

اسم التجربة: (دوائر القاعدة المشتركة)

النظرية:

لغـــرض اشتقاق معادلات الدائرة المكافئة في دائرة القاعدة المشتركة يجب الاخـــذ بنظر الاعتبار الاربع متغيرات في الدائرة شكل رقم (3) وهي I_E ، I_C ، V_{CB} ، V_{EB} وســـنختار اثنان من هذه المتغيرات الاربعة كمتغيرات غير معتمدة، والافضـــل اختـــيار الممكـــن الســـيطرة عليهما بسهولة وهما V_{CB} و I_E والاثنان الاخـــران كمتغيريـــن معتمديـــن وهمـــا V_{EB} و I_C لذا سنحصل على المعادلتين التاليتين:

$$V_{EB} = F(I_E, V_{CB}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$I_C = F(I_E, V_{CB}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

وبـــأخذ تفاضـــل المعادلـــة الاولى نحصل على دائرة الدخل المكافئة ومن تفاضل المعادلة الثانية نحصل على دائرة الخرج المكافئة. تفاضل المعادلة الاولى هي:

$$dV_{EB} = \left(\frac{\partial V_{EB}}{\partial I_E}\right)_{V_{CB}=C} dI_E + \left(\frac{\partial V_{EB}}{\partial V_{CB}}\right)_{I_E=C} dV_{CB} \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

يمكن كتابة المعادلة (3) بصيغة رموز الـــ(Hybrid) بالشكل التالي:

$$Veb = hib \,.\, ie + hrb \,.\, Vcb \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

$$hib = \left(\frac{\partial V_{EB}}{\partial I_E}\right)_{V_{CB}=C}$$

حيـــث ان hib =مقاومة الادخال حيث (i) تشير الى دائرة الدخل و(b) الى دائرة القاعدة المشتركة.

$$hrb = \left(\frac{\partial V_{EB}}{\partial VCB}\right)_{I_E=C}$$

حيث ان hrb = معامل تكبير الفولتية حيث (r) تشير الىان التكبير يكون بالاتجاه العكسي و(b) الى دائرة القاعدة المشتركة.

ومن تفاضل المعادلة (2) ينتج:

$$dI_C = \left(\frac{\partial I_C}{\partial I_E}\right)_{V_{CB}=C} dI_E + \left(\frac{\partial I_C}{\partial V_{CB}}\right)_{I_E=C} dV_{CB} \quad \ldots\ldots\ldots(5)$$

يمكن كتابة المعادلة (5) بصيغة رموز الـ(Hybrid) بالشكل التالي:

$$ic = hfb \cdot ie + hob \cdot Vcb \quad \ldots\ldots\ldots(6)$$

$$hfb = \left(\frac{\partial I_C}{\partial I_E}\right)_{V_{CB}=C}$$

حيث ان hfb =معامل تكبير التيار حيث (f) تشير الىان التكبير يكون بالاتجاه الامامي و(b) الى دائرة القاعدة المشتركة.

وبشكل عام تعرف معاملات الـ(Hybrid) كما يلي:

hib = تمثل مقاومة الدخل في دائرة الترانزستور ذو القاعدة المشتركة وتساوي معدل تغير فولتية الدخل بالنسبة الى تيار الدخل عندما تكون فولتية الخرج ثابتة وتقاس بالاوم.

$$hib = \left(\frac{\partial V_{EB}}{\partial I_E}\right)_{V_{CB}=C}$$

hrb = وتمثل معامل تكبير الفولتية بالاتجاه العكسي ويساوي معدل تغير فولتية الدخل الى معدل تغيير فولتية الخرج عند ثبوت تيار الباعث وهو مقدار خالي من الوحدات.

$$hrb = \left(\frac{\Delta V_{EB}}{\Delta V_{CB}}\right)_{I_E=C}$$

hfb = تمثل معامل تكبير التيار بالاتجاه الامامي ويساوي معدل تغير تيار الجامع الى معدل تغير تيار الباعث عند ثبوت فولتية الاخراج وهو مقدار خالي من الوحدات.

$$hfb = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}\right)_{V_{CB}=C}$$

hob = وتمثل توصيلية الاخراج وتساوي معدل تغير تيار الاخراج نسبة الى معدل تغير فولتية الاخراج عند ثبوت تيار الباعث اما القيمة (hob/1) فهي مقاومة الاخراج في دائرة القاعدة المشتركة وتقاس بالاوم.

$$hob = \left(\frac{\Delta I_C}{\Delta V_{CB}}\right)_{I_E=C}$$

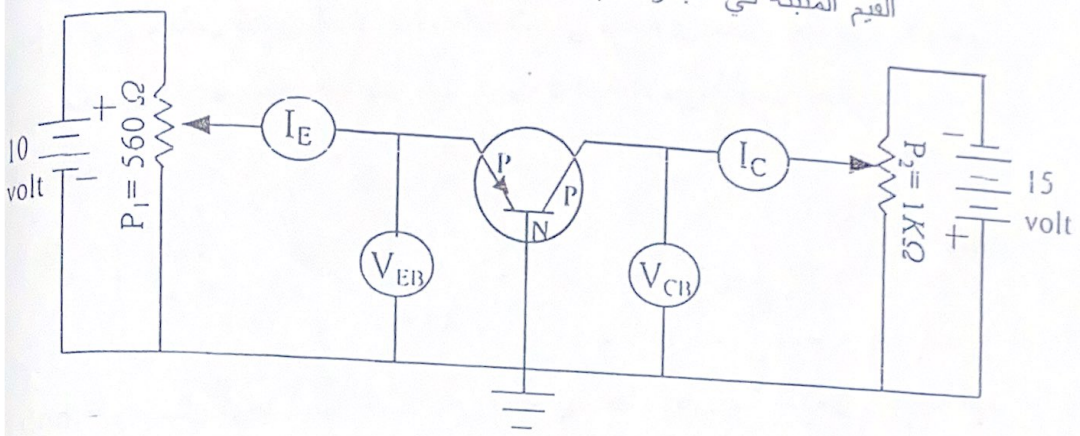
يمكننا ايجاد هذه العوامل من دراسة الخواص الاستاتيكية لدائرة القاعدة المشتركة.

طريقة العمل:

أ- دراسة خواص الاخراج

1. اوصل الدائرة كما في شكل (3) ملاحظا نوع الترانزستور المستعمل PNP او NPN .

2. ثبت قراءة (I_E) بجعلها مساوية لـ(0 mA) وذلك بتغيير المقاومة المتغيرة (P_1) ثم غير قيم (V_{CB}) بتغيير المقاومة المتغيرة (P_2) حسب القيم المثبتة في الجدول ثم سجل قيم (I_C) و (V_{EB}) .



شكل (3)

3. كرر الخطوة (2) عند تعيير قيمة (I_E) كما موجود في الجدول.

I_E	0 mA		1 mA		2 mA		3mA		4 mA	
V_{CB}	I_C	V_{EB}	I_C	V_{EB}	I_C	V_{EB}	I_C	V_{EB}	I_C	V_{EB}
0										
1										
2										
.										
.										
.										
.										
10										

4. ارسم علاقة بيانية بين قيم (V_{EB}) و (V_{CB}) ومنها اوجد قيمة معامل تكبير الفولتية العكسي (hrb) .

5. ارسم علاقة بيانية بين قيم (V_{CB}) و (I_C) ومنها اوجد قيمة توصيلية الاخراج (hob) ثم اوجد قيمة مقاومة الاخراج (1/hob) .

6. هـل يمكـنك ايجـاد قـيمة (hib) و (hfb) من البيانيين المذكورين في الخطوات 4 و 5 ؟ وضح ذلك .

ب- دراسة خواص الادخال

1. ثبـت قراءة (V_{CB}) بجعلها مساوية لـ(0 mA) ثم غير قيم (I_E) حسب القيم المثبتة في الجدول ثم سجل قيم (I_C) و (V_{EB}) .
2. كرر الخطوة (2) عند تغيير قيمة (V_{CB}) كما موجود في الجدول.

V_{CB}	0 volt		5 volt		10 volt		15volt		20 volt	
I_E	I_C	V_{EB}	I_C	V_{EB}	I_C	V_{EB}	I_C	V_{EB}	I_C	V_{EB}
0										
1										
2										
.										
.										
.										
.										
10										

3. ارسـم علاقـة بيانـية بين قيم (V_{EB}) و (I_E) ومنها اوجد قيمة مقاومة الادخال (hib) .
4. ارسـم علاقـة بيانية بين قيم (I_E) و (I_C) ومنها اوجد قيمة معامل تكبير التيار (hfb) .
5. هـل يمكـنك ايجـاد قيمة (hob) و (hrb) من البيانيين المذكورين في الخطوات 3 و 4 ؟ وضح ذلك .

<u>ملاحظة:</u>

يفضـل ان تكـون الرسوم البيانية كلها على ورقة واحدة لغرض ملاحظة الفرق بين الرسوم لذا قسم الورقة البيانية الى اربعة محاور.