وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الجنوبية
المعهد التقني العمارة
قسم التقنيات الالكترونية والاتصالات

الحقيبة التدريسية لمادة مبادئ الالكترونيك

الصف الاول

تدريسي المادة
م.م وسام رحيم رسن

الفصل الدراسي الاول

جدول مفردات مادة مبادئ الالكترونيك

الأسبوع	الفصل الاول/ تفاصيل المفردات النظرية
الأول	نظرية أشباه الموصلات-التركيب الذري-مستويات الطاقة-البلورات-التوصيل في البلورات-تيار الفجوة-كيفية تحرك الفجوات.
الثاني	التطعيم-بلورة موجبة نوع P-بلورة نوع سالبة N تيار الالكترونات وتيار الفجوات-المقاومة الإجمالية.
الثالث والرابع	ثنائيات أشباه الموصلات-وصلة — PNتكوين منطقة الإخلاء-الجهد الحاجز-تل الطاقة-التأثيرات الحرارية-الثنائي المنحاز-الانحياز الأمامي-الانحياز العكسي-منحنيات الخواص في الاتجاهين الأمامي والعكسي –تيار العبور الزائل-تيار حاملات الأقلية –تيار التسرب ألسماحي-جهد الانكسار-جهد الانهيار-أعظم تيار إمامي-أعظم تيار عكسي-الدائرة المكافئة للثنائي.
الخامس	الثنائي كموحد للتيار-موحد نصف الموجه-القيمة –القيمة المستمرة للتيار وحسابها- الفعالة-تردد الخرج
السادس	توحيد الموجة الكاملة- باستخدام محولة تفرع وسطي- الموحد القنطري- حساب القيم المستمرة والفعالة للجهود والتيارات-تردد الخرج.مقارنة بين توحيد نصف الموجة والموجة الكاملة –مقارنة بين موحدات الموجة الكاملة.
السابع	المرشحات – الترشيح باستخدام المتسعة-مرشحات (LC) و(RC) – جهود الخرج- التموج –مضاعفات الجهد-دوائر التقليم-التقليم الموجب-التقليم السالب-التقليم المركب-كاشف الذروة الى الذروة-ملزمات الموجبة والسالبة.

الثامن و والتاسع	ثنائي الزينر- تركيبه- رمزه- خواصه الأمامية- والعكسية- جهود الانهيار والانكسار- ممانعة زينر-تحمل القدرة—تأثيرات درجة الحرارة-تقريب الزينر-تنظيم الجهد المستمر-دائرة مصدر جهد مستمر –الثنائي متغير السعة وتطبيقاته.
العاشر الحادي عشر	الترانزستور ثنائي القطبية-تركيبة-رمزه-خواصه-مناطقه- تعريف (Bdc) – تعريف (Cdc) – العلاقة بينهما-تعريف المناطق المهمة على منحنيات الخواص.دوائر انحياز الترانزستور- انحياز القاعدة- انحياز الباعث- انحياز الجامع.-التقريب في الترانزستور والدائرة المكافئة .
الثاني عشر	منحنيات خواص الترانزستور –مناطق العمل-تعريف -Iceo, Icbo منحني كسب التيار-العلاقة بين Ic ,Icbo .
الثالث عشر	دوائر انحياز الترانزستور-انحياز القاعدة-انحياز الباعث.
الرابع عشر	انحياز الجامع-الانحياز الذاتي-انحياز التغذية الخلفية –انحياز مقسم الجهد— أمثلة تطبيقية .

الهدف من دراسة مادة

تهدف دراسة مادة مبادى الالكترونيك. للصف الاول الى:دراسة *المكونات الالكترونية المصنعة من أشباه الموصلات باختلاف أنواعها –تركيبها-خواصها-استخداماتها في الدوائر الالكترونية-تطبيقاتها وتحليل الدوائر الالكترونية الخاصة بها*

الفئة المستهدفة:

طلبة الصف الاول / قسم قسم التقنيات الالكترونية والاتصالات

التقنيات التربوية المستخدمة:

سبورة واقلام
السبورة التفاعلية
عارض البيانات Data Show
جهاز حاسوب محمول Laptop

الاسبوع الأول

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:
أنشطة تفاعلية صفية
أسئلة عصف ذهني
أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
واجب بيتي
واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)
....
.....

أساليب التقويم:
التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

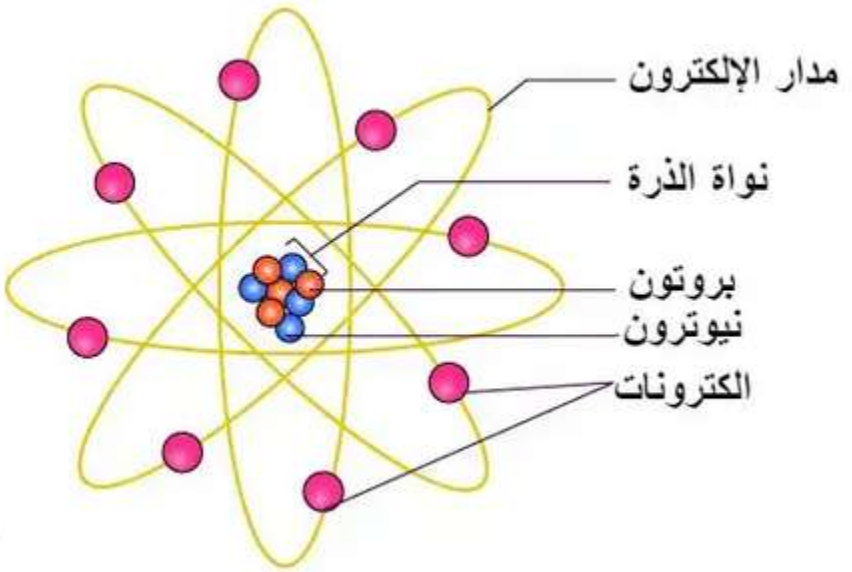
عنوان المحاضرة: (نظرية أشباه الموصلات-التركيب الذري-مستويات الطاقة-البلورات-التوصيل في البلورات-تيار الفجوة-كيفية تحرك الفجوات.)

التركيب الذري

الذرة (Atom): وهي الوحدة الأساسية للمادة .

.تتكون الذرة من

- النواة يكون موقعها في مركز الذرة تحتوي النواة على بروتونات (موجبة الشحنة) ونيوترونات (متعادلة الشحنة).
- إلكترونات(سالبة الشحنة) تدور حول النواة في الغلاف الذري المحيط بالنواة في مدارات محددة.



الشكل (١) تركيب الذرة

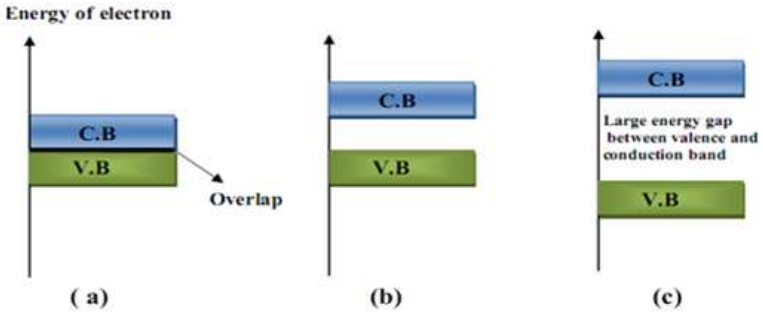
تدور الالكترونات ذات الشحنة السالبة والكتلة الخفيفة حول النواة بمدارات دائرية او على شكل قطع ناقص ولينتقل الالكترون من مدار الى اخر يجب ان يكتسب اويفقد جزء من طاقتة حسب المدار الذي ينتقل الية يجب ان تكون طاقة الالكترون مساوية الى طاقة المدار المنتقل الية وتكون طاقة المدار اكبر كلما ابتعد عن النواة.

مستويات الطاقة في الذرة

يمتلك كل الكترون طاقة معينة ضمن المستوي الذي يدور فيه. واذا امتلك طاقة اضافية تجعل طاقته مساوية الى طاقة مستوى اخر فأنه يقفز اليه ويدور ضمنه. وتكون طاقة المستويات القريبة من النواة قليلة وتزيد عند الابتعاد عن النواة. اي ان الالكترون ذو الطاقة العالية يكون في المستويات البعيدة عن النواة. ولذا يكون اقل ارتباطاً بالنواة. هناك مناطق خالية من وجود الالكترونات بين هذة تسمى بالمناطق المحرمة او المحظورة forbidden) regions). توجد مدارات خارجية غير مشبعة بالالكترونات ويدعى هذا المدار بمدار التكافؤ (valence level) واما المدار الذي يليه والخالي

من الالكترونات في درجة الصفر المطلق فهو مدار التوصيل (conduction level) وبين هذين المدارين هناك فجوة طاقة محرمة او ممنوعة (forbidden energy gap). يوجد في البلورة ملايين الذرات المتجاورة ولذلك فأن الالكترونات للذرات المتجاورة تتأثر ببعضها البعض وينتج عن هذا الارتباط اندماج مستويات الطاقة للذرات جميعا وتتكون حزمة مستويات طاقة بدلا عن مدارات منفردة. وبذلك ينتج حزمة من مستويات الطاقة تسمى

حزمة التكافؤ (valence band) ونرمز لها بالرمز E_V وتكون الالكترونات ضمن هذه الحزمة مقيدة بالذرة ولا تشترك بالتوصيل الكهربائي وحين تحصل الكترونات التكافؤ على طاقة كافية تكون فيها متحررة من الارتباط بالذرة تقفز الى الحزمة التالية وهي
حزمة التوصيل (conduction band) وسميت حزمة التوصيل لان الالكترونات المتواجدة فيها تشارك في عملية التوصيل الكهربائي ويرمز لها بالرمز E_C. وتوجد بين الحزمتين منطقة محرمة لا يوجد فيها مستويات طاقة.



الشكل (٢) حزمة مستويات الطاقة ا-الموصلات ب- اشباة الموصلات ج- العوازل

اشباة الموصلات

تصنف المواد حسب توصيلها للتيار الكهربائي

عادة في ثلاث فئات:

الموصلات ـ العوازل ، ـ أشباه الموصلات.

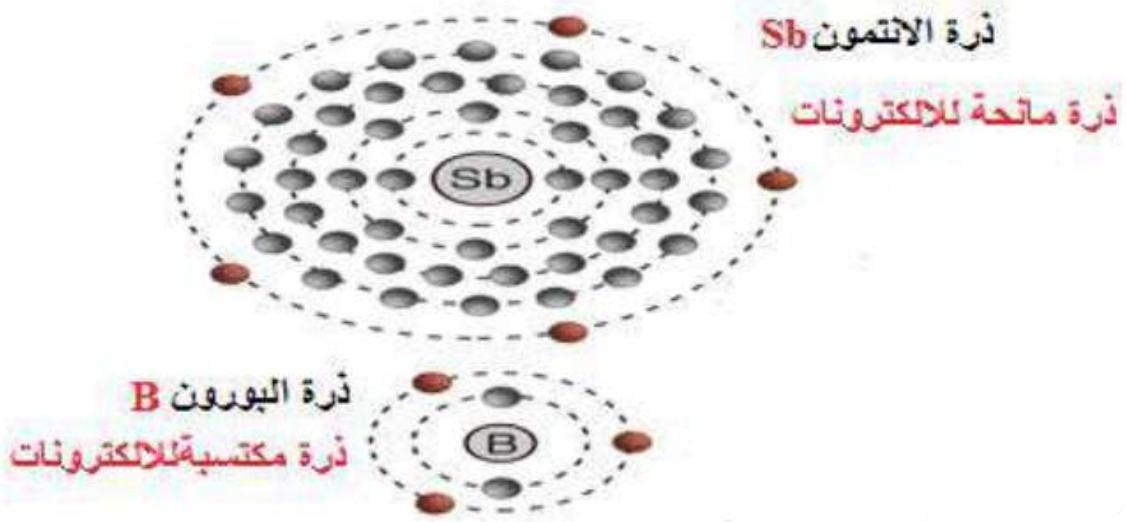
الموصلات : هي المواد التي تسمح بمرور التيار الكهربائي من خلالها بسهولة، مثل الذهب الفضة النحاس.تتميز المواد الموصلة بعدم وجود فجوة(نطاق محضور) بين نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل .

العوازل: هي المواد التي لا تسمح بمرور التيار الكهربائي من خلالها ، مثل المطاط و الخشب.تتميز المواد المواد العازلة والسبب اتساع المسافة (نطاق محضور) بين نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل.

اشباة الموصلات: المواد التي تتراوح التوصيلية فيها بين العوازل الجيدة والموصلات الجيدة ،بمعنى آخر أنها مرة تعتبر موصل جيد للكهربائية ومرة اخرى غير موصلة (عازلة)،لذا فهي حالة وسط بين الموصلات والعوازل

يمكن تقسيم اشباه الموصلات الى نوعين :-

أشباه الموصلات النقية :اشباة الموصلات النقية والخالية من الشوائب تتميز بكونها عازلة عند درجة حرارة الصفر المطلق لأن حزمة التوصيل تكون فارغة من الإلكترونات ,ولكنها موصلة عند ارتفاع درجة الحرارة.عند رفع درجة حرارة المادة شبه الموصلة تزداد طاقة الكترونات التكافؤ وبذلك يزداد عدد الإلكترونات التي تنتقل من حزمة التكافؤ الى حزمة التوصيل،وبالتالي فان توصلية هذه المواد سوف تزداد مع ارتفاع درجة الحرارة. لنأخذ ذرة الأنتمون ^{51}b على سبيل المثال



الشكل (٣) توزيع الالكترونات في اغلفة الذرة

اشباه الموصلات الغير نقية :- اشباه الموصلات غير النقية (أو المشوبة) هي مواد شبه موصلة نقية تم إضافة شوائب إليها لزيادة قدرتها على التوصيل الكهربائي بشكل مسيطر علية ويمكن اضافة شوائب ثلاثية التكافؤ اوخماسية التكافؤ .

الاسبوع الثاني

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

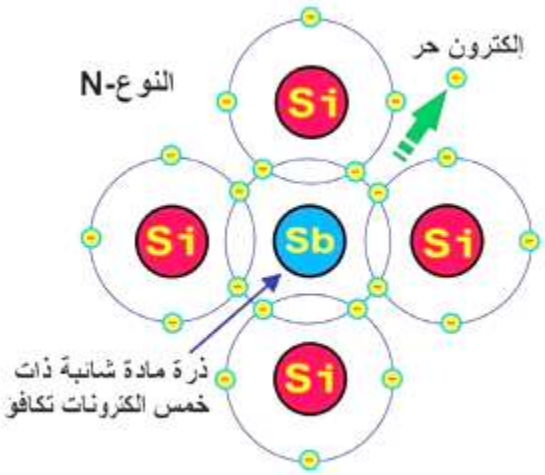
عنوان المحاضرة :

(التطعيم-بلورة موجبة نوع P-بلورة نوع سالبة N تيار الالكترونات وتيار الفجوات-المقاومة الإجمالية).

التطعيم (التشويب:) "Doping"

عملية إضافة شوائب إلى بلورة السليكون أو الجرمانيوم بنسب معينة لزيادة عدد الإلكترونات الحرة أو زيادة عدد الفجوات.

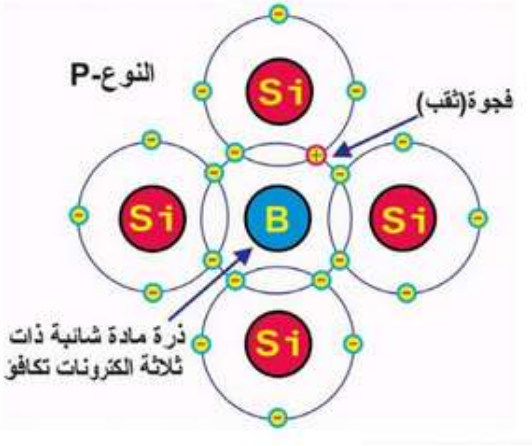
أشباه الموصلات من النوع n: تتكون عن طريق إضافة ذرات ذات خمس إلكترونات تكافؤ (مثل الفوسفور أو الزرنيخ أو الأنتيمون) إلى مادة شبه موصلة نقية (مثل السيليكون) يرمز لة بالحرف السالب (negative). الذرات الخماسية التكافؤ تدعى عادة بالذرات المانحة وذلك لانها تنتج الكترون نطاق توصيل.



شكل (٤) التطعيم بشائبة مانحة

أشباه الموصلات من النوع p:

للحصول على فجوات اضافية عن طريق التطعيم باستعمال شوائب ثلاثية التكافؤ ثلاثية التكافؤ هي الذرة الموجود في مدارها التكافؤي ثلاث الكترونات أاي تظهر فجوة في كل ذرة ثلاثية يمكننا السيطرة على عدد الفجوات في الذرة المطعمة يكون بالسيطرة على كمية الشوائب المضافة .



شكل (٥) التطعيم بشائبة متقبلة

في أشباه الموصلات، عندما يتم تطبيق مجال كهربائي، تتحرك الإلكترونات الحرة (الإلكترونات التي ليست مرتبطة بذراتها) نحو **القطب الموجب، مما يمثل تيارًا كهربائيًا. يُعرف هذا التيار بتيار الإلكترونات..**

تيار الفجوات : الفجوات تستطيع الحركة وتنتج تيارا يوجد في شبة الموصل نوعان من التيارات هما تيار حزمة التوصيل وتيارالفجوة .

الاسبوع الثالث والرابع

مدة المحاضرة: ٤ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. أنشطة تفاعلية صفية
٢. أسئلة عصف ذهني
٣. أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)
٤. واجب بيتي
٥. واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)

أساليب التقويم:

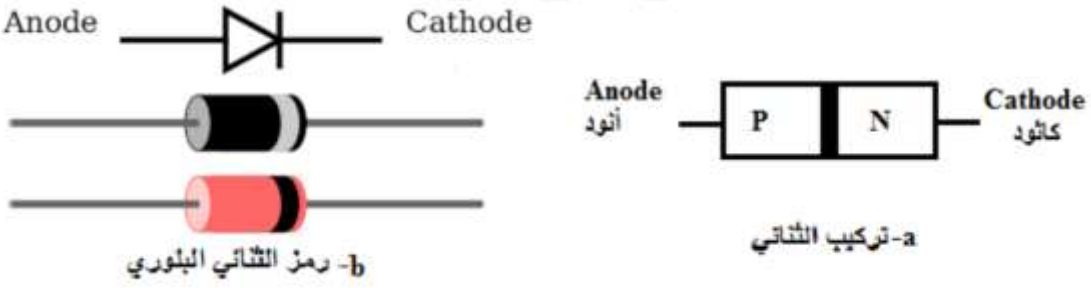
١. التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).
٢. اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).
٣. التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.

عنوان المحاضرة :

(ثنائيات أشباه الموصلات-وصلة PN—تكوين منطقة الإخلاء-الجهد الحاجز- تل الطاقة-التأثيرات الحرارية-الثنائي المنحاز-الانحياز الأمامي-الانحياز العكسي-منحنيات الخواص في الاتجاهين الأمامي والعكسي –تيار العبور الزائل-تيار حاملات الأقلية –تيار التسرب ألسماحي-جهد الانكسار-جهد الانهيار-أعظم تيار إمامي-أعظم تيار عكسي-الدائرة المكافئة للثنائي.).

الثنائي البلوري Diode

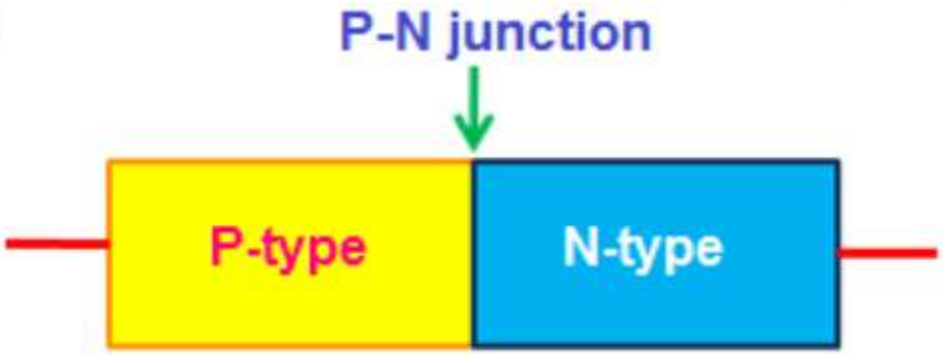
يتكون الثنائي البلوري من وصل قطعتين احدهما نوع(p) والاخرى نوع(N).



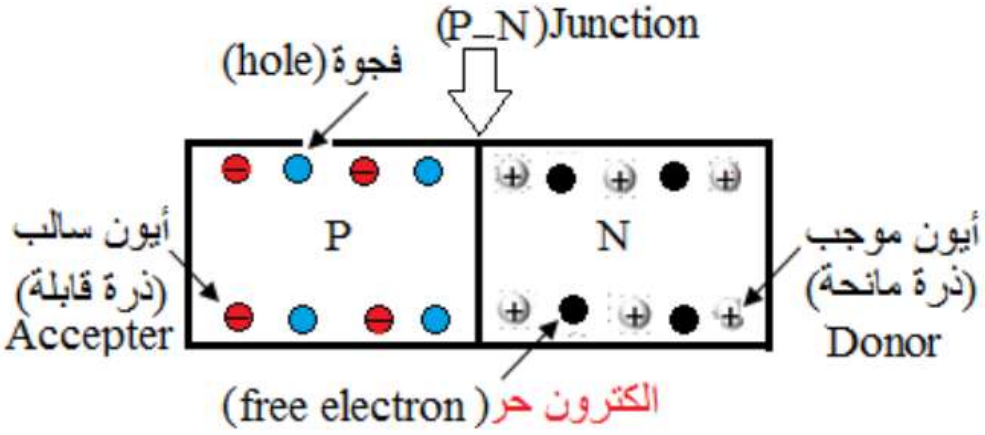
شكل (٦) تركيب ورمز الثنائي

يحصل إنتشار الإلكترونات الحرة من القطعة(N) الى القطعة(P) أما الفجوات(الثقوب) فيكون إنتشارها بالعكس لإختلاف

توزيع الشحنات على جانبي الوصلةالمفرق Junction

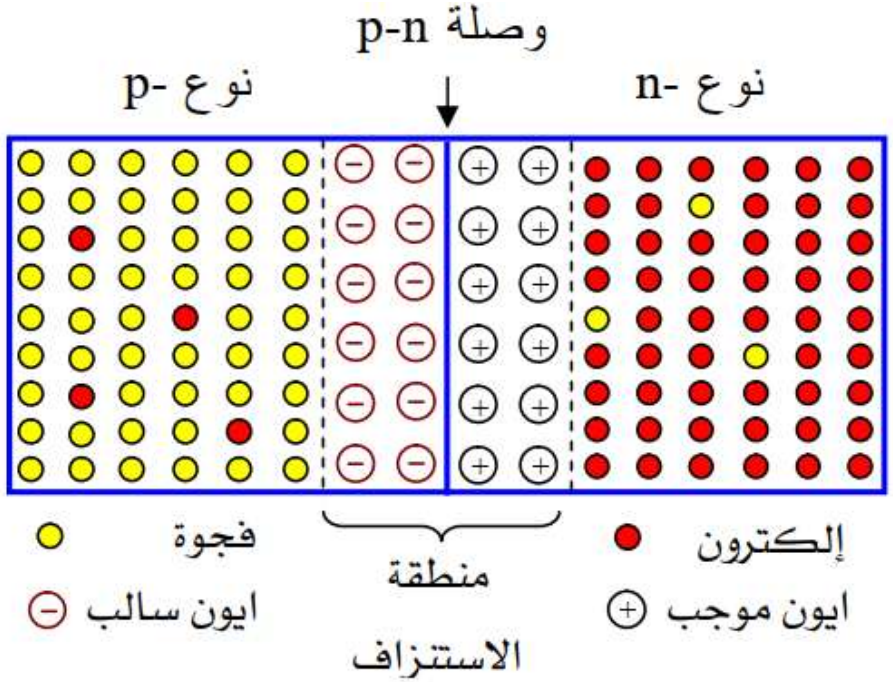


شكل (٧) يبين منطقة الوصلة في الثنائي البلوري



شكل (٨) توزيع الالكترونات والفجوات في هيكل البلورة شبة الموصلة

في حالة عدم تساوي عدد الإلكترونات مع عدد الفجوات في جهتي بلورة الثنائي يتولد مجال كهربائي يؤدي إلى انتقال الشحنات بين القطعتين ويستمر الانتقال حتى يتساوى الجهد بين الطرفين،وإن هذا المجال يعمل على إيقاف تيار الانتشارالمتولد عند وصلة (P-N).



شكل (٩) منطقة الاستنزاف في ثنائي P-N

المنطقة المهجورة "Depletion "

وهي المنطقة على جانبي ملتقى(P-N) وتكون خالية من الشحنات الحرة تقريبا بسبب إتحاد الإلكترونات مع الفجوات فيها. وتدعى أيضا بمنطقة الإستنزاف لإستنزاف الإلكترونات والفجوات فيها، ويتراوح عرضها في حدود المايكرومتر 10^{-6} m.

الجهد الحاجز (V_0) "potential barrier "

يمثل فرق الجهد بين طرفي الوصلة نتيجة لعملية الإنتشار ويعمل على منع عملية إنتشار الفجوات (الثقوب) من الجهد الواطئ الى الجهد العالي إلا عند زيادة الفجوات بطاقة كافية تمكنها من عبور الحاجز.

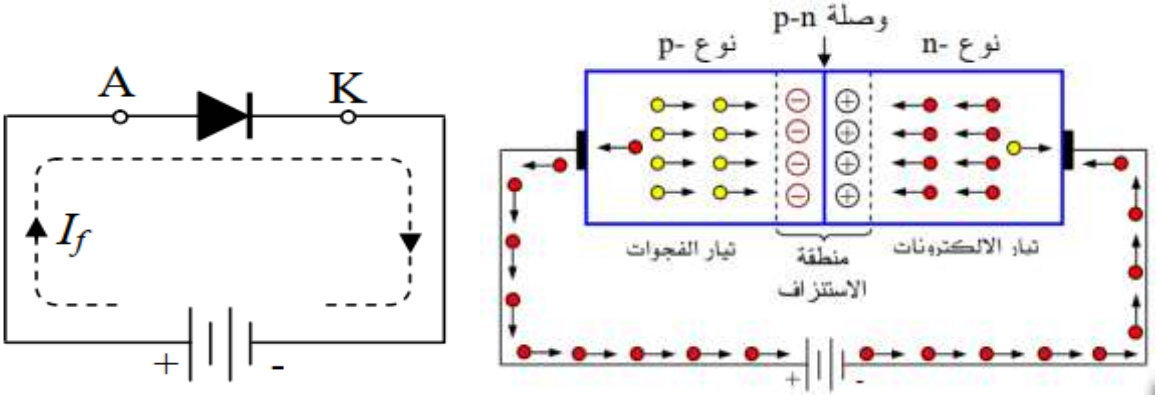
الجهد الحاجز للسليكون ولجرمانيوم (Si=0.7V ,Ge=0.3V)

يعمل الثنائي عند تسليط فولتية عبر طرفيه، وهناك نوعان من الربط (التحييز) هما:

١-الإنحياز الأمامي Forward bias

2- الإنحياز العكسي Reverse bias

ألانحياز الأمامي



شكل (١٠) ثنائي الوصلة في حالة الانحياز الامامي

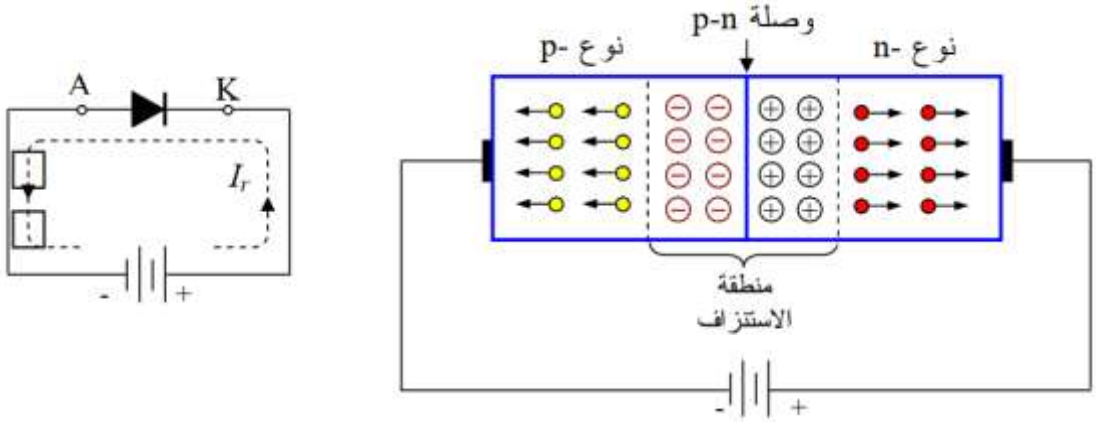
توصيل الطرف الموجب (الأنود) بالقطب الموجب للبطارية والطرف السالب (الكاثود) بالقطب السالب للبطارية، يكون الدايود في حالة انحياز أمامي، ، يحصل الآتي

أ- الحاملات الأغلبية(الفجوات) الموجودة في الطرف(P) تعبر الوصلة Junction نحو الطرف السالب للبطارية. اما الإلكترونات (الحاملات ألأغلبية) في الطرف(N) فتمر عبر الوصلة الى الطرف الموجب للبطارية ولذلك يسري تيار عالي في الثنائي (مقاومة قليلة) .

ب- تأثير البطارية عند زيادة قيمة جهد البطاريةعن قيمة الجهد الحاجز فان عرض منطقة الاستنزاف يقل مما يسمح بمرور التيار بين قطبي المصدرعبر الوصلة.الجهد الحاجزللدايود المصنوع من السليكون (Si=0.7V) والمصنوع من الجرمانيوم (Ge=0.3V).

٢-الانحيازالعكسي(Reverse Bias):

الشكل١١ يمثل ثنائي شبه موصل في حالة انحياز عكسي حيث يربط القطب السالب من البطارية بالجههp للثنائي بينما القطب الموجب للبطارية يرتبط بالجهه n

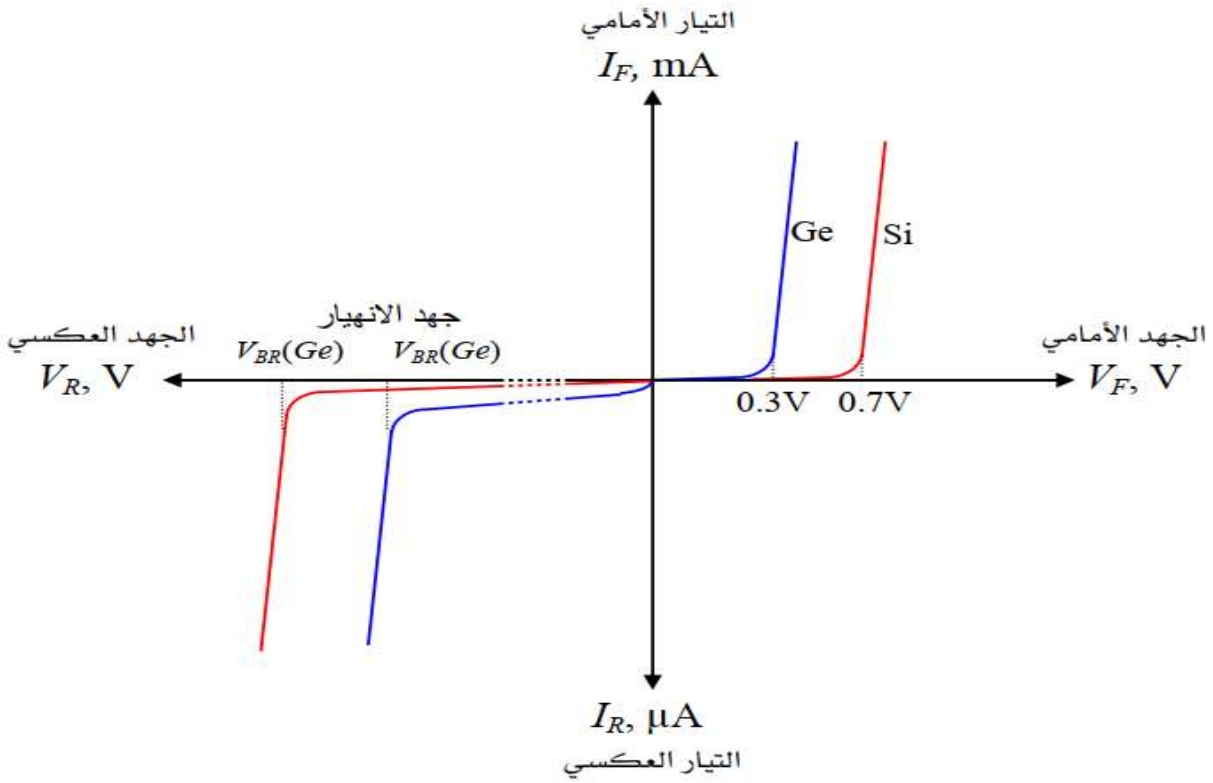


شكل (١١) ثنائي الوصلة في حالة الانحياز العكسي

ان الطرف السالب للبطارية سوف يعمل على جذب الفجوات باتجاهه وكذلك الطرف الموجب يقوم على جذب الإلكترونات الحرة باتجاهه، ونتيجة لذلك سوف تبتعد الفجوات والإلكترونات الحرة عن الوصلة، تُخلف الإلكترونات الهاربة وراءها أيونات موجبة، وتُخلف الفجوات المغادرة أيونات سالبة. لهذا السبب تتوسع طبقة الاستنزاف (يزداد عرضها) وكلما زاد جهد الانحياز العكسي زاد عرض طبقة الاستنزاف. ان الأيونات الجديدة تزيد من فرق الجهد على طبقة الاستنزاف. وكلما زاد عرض طبقة الاستنزاف كبر فرق الجهد، ويتوقف نمو طبقة الاستنزاف عندما يتساوى فرق جهد الوصلة مع فولتية التحييز العكسية المسلطة.

تيار العبور الزائل (Transient Current):هو تيار مؤقت يتدفق عبر الوصلة الثنائي (diode) في حالة الانحياز العكسي (reverse bias) عندما تتسع منطقة الاستنزاف (depletion region). هذا التيار يستمر فقط فترة قصيرة بضع نانو ثانية خلال فترة توسع منطقة الاستنزاف ويتوقف بمجرد استقرارها.

Semiconductor Diode Characteristics ممنحي الخواص للثنائي البلوري



شكل (١٢) منحى الخواص للثنائي

● يمثل العلاقة بين التيار المارخلال الثنائي والجهد المطبق في حالة الانحياز الامامي والعكسي
● لكل من الثنائيات في حالة الإنحياز الأمامي فولتية توصل معينة يبدأ بعدها الثنائي بالعمل، فمثلا يعمل ثنائي السليكون بعد(0.7V) في حين يبدأ ثنائي الجرمانيوم بالعمل ب(0.3 V)وكما مبين في الجزء الايمن العلوي للشكل رقم(12)
●الجزء الايسرالسفلي في حالة الانحياز العكسي يبين يبدا التيار قليل فقط تيار تسرب سطحي وعند وصول فرق الجهد العكسي بين طرفي الثنائي الى القيمة V_bوالتي تسمى جهد الانهيارbreakdown voltage يزداد مقدار التيار العكسي المار في الثنائي بشكل كبير مما قد يؤدي الى إحتراقه.

منحني الخواص للدايود

منحني الخواص للثنائي كما مبين في الشكل رقم ( )١٢هو المنحنى الكامل الذي يوضح خصائص الثنائي في حالة التوصيل الأمامي والتوصيل العكسي ويسمي أيضاً بمنحنى خواص الجهد والتيار للثنائي.

من منحني الخواص يمكن استنتاج ما يلي

:

❖ عندما نقوم بتوصيل جزء من مادة شبه الموصل نوع السالب مع الجزء الموجب، تتكون لدينا وصلة تسمى الوصلة ثنائية القطبية" P-N Junction "، أي أن لها قطبين قطب سالب Nوقطب موجب ، Pإضافة إلى تكون منطقة استنزافDepletion Region" " ويسمى ها التركيب الجديد بالثنائيDiode"."

❖ يعد الثنائي من أبسط العناصر الإلكترونية، وهو يسمح بمرور التيار في اتجاه واحد(في حالة الانحياز الأمامي(فقط) ، Forward Biasing(ويمنع مرور التيار في الاتجاه الآخر وذلك في حالة الانحياز العكسي

❖ يكون الثنائي في حالة انحياز أماميforward biased إذا كان جهد المصعدanode أعلى من جهد المهبط cathode .

❖ في حالة الانحياز الأمامي يبدأ الثنائي بإيصال التيار الكهربائي عندما يبلغ فرق الجهد بين طرفيه قيمة محددة تسمى فولتية العتبة) ،Threshold Voltage ويرمز لها بالرمز V_γ

❖ عند الانحياز الأمامي وعندما يكون فرق الجهد بين طرفي الثنائي أعلى ، V_γفإن تغيرا قليلا لفرق الجهد بين طرفي الثنائي يسبب تغيراً كبيراً للتيار المار فيه.

❖ يكون الثنائي في حالة إنحياز عكسيreverse إذا كان جهد المهبطcathode أعلى من جهد المصعد anode .

❖ عندما يكون الثنائي في حالة انحيازعكسي يمر في الثنائي تيار قليل جداً يسمى تيار الاشباع saturation current أوتيار التسريب leakage current

❖ عند وصول فرق الجهد العكسي بين طرفي الثنائي الى القيمة V_bوالتي تسمى جهد الانهيار breakdown voltage يزداد مقدار التيار العكسي المار في الثنائي بشكل كبير مما قد يؤدي الى إحتراقه.

❖ قيمة تيار التسريب تبقى ثابتة (تقريبا) ولا تتغير بتغير مقدار فرق الجهد العكسي بين طرفي الثنائي مادامت قيمة فرق الجهد بين طرفيه أقل من V_b.

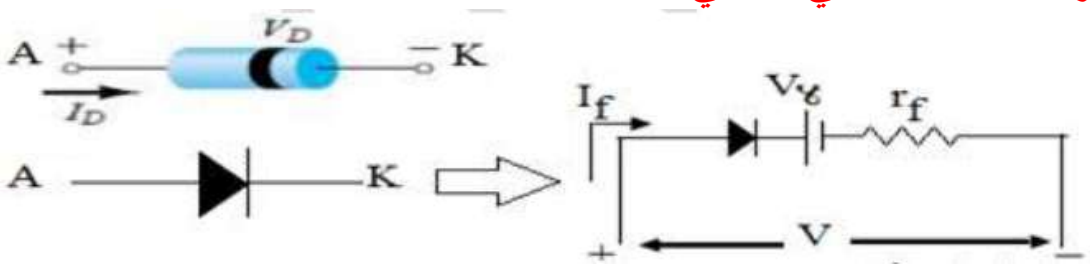
فولتية الانهيار: وهي الفولتية التي يبدأ عنها تيار الثنائي بالزيادة السريعة في حالة الإنحياز العكسي.

جهد الإنحناء :وعندها يبدأ تيار الثنائي بالزيادة الكبيرة في حالة الإنحياز الأمامي وهي تساوي قيمة الجهد الحاجز Voحيث تضمحل طبقة الإستنزاف، ويكون مقدارها للسليكون Si= 0.7Vوللجرمانيوم Ge= 0.3V وكما موضح في الشكل (١٢)

أعظم تيار أمامي I_f max :ويمثل أعظم قيمة لتيار الثنائي(في حالة الإنحياز الأمامي) دون أن يتلف.

أعظم فولتية عكسية PIV :وهي أقصى فولتية عكسية تسلط على الثنائي دون أن يعطب أو تتغير خواصه .

الدائرة المكافئة للثنائي المثالي:



شكل (١٣) دائرة مكافئة للثنائي البلوري

$$I_f = \frac{V - V_\gamma}{r_f}$$

يمكن وصف تيار الثنائي في حالة الإنحياز الإمامي

حيث: rf :تم مقاومة الثنائي في حالة الإنحياز الأمامي.

V_γ: الفولتية التي يبدأ عندها الثنائي بالتوصيل فولتية العتبة.

I_f :تيار الإنحياز الأمامي.

Vf:فولتية الإنحياز الأمامي

الاسبوع الخامس

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**
٣. **التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.**

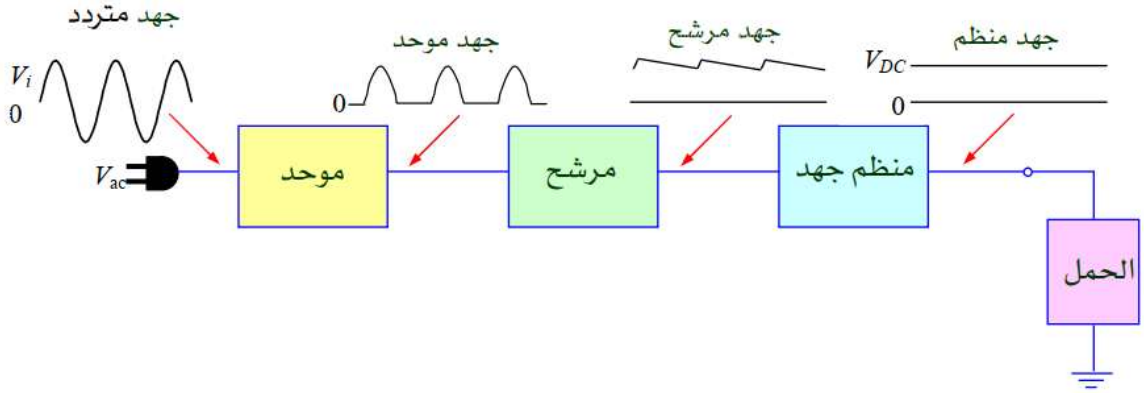
عنوان المحاضرة : الثنائي كموحد للتيار-موحد نصف الموجه-القيمة –القيمة المستمرة للتيار وحسابها- الفعالة- تردد الخرج

دوائر التقويم "Rectification"

تستخدم دوائر التقويم لتحويل التيار المتناوب(AC) الى تيار مستمر(DC)تستخدم لشحن البطاريات أو لتغذية الأجهزة الالكترونية المختلفة، إذ لا يخلو أي جهاز الكتروني تقريباً من وحدة تغذية تحوي إحدى دوائر التقويم.وتستخدم المقومات الخاصية الرئيسية للدايود وهي إمكانية الدايود بالسماح بمرور التيار الكهربائي خلاله باتجاه معين ومنعه من المرور بالإتجاه الآخر.وتعتبر هذه الطريقة أفضل من استخدام البطاريات التي يتطلب استبدالها باستمرار، إضافة إلى أن بعض الأجهزة تتطلب قدرة عالية لا يمكن توفيرها باستخدام البطاريات الصغيرة لذا سوف نستعرض أولا الشكل العام لدوائر القدرة للتيار المستمر ثم كيفية بناء دوائر تقويم نصف الموجة والموجة الكاملة وفائدة عمل المرشحات.

مصدر القدرة للتيار المستمر:-

يستخدم مصدر القدرة للتيار المستمر لتجهيز كافة الدوائر الإلكتيرنية بالقدرة اللازمة لعملية التشغيل، حيث أنه يقوم بتحويل الجهد القياسي المتردد إلى جهد مستمر ذو قيمة ثابتة. ويمثل الشكل التالي المخطط الكتلي لمصدر القدرة للتيار المستمر حيث يقوم المقوم أولا بتقويم اتجاه التيار في صورة نبضات ثم يقوم المرشح بعملية تنعيم الإشارة عن طريق مجموعة مكثفات، ثم ياتي دور منظمات الجهد والتي تحافظ على قيمة الإخراج عند قيمة محددة حسب نوع التطبيق المستخدم فيه الدائرة.



شكل (١٤) مخطط كتلي لمصدر الجهد المستمر

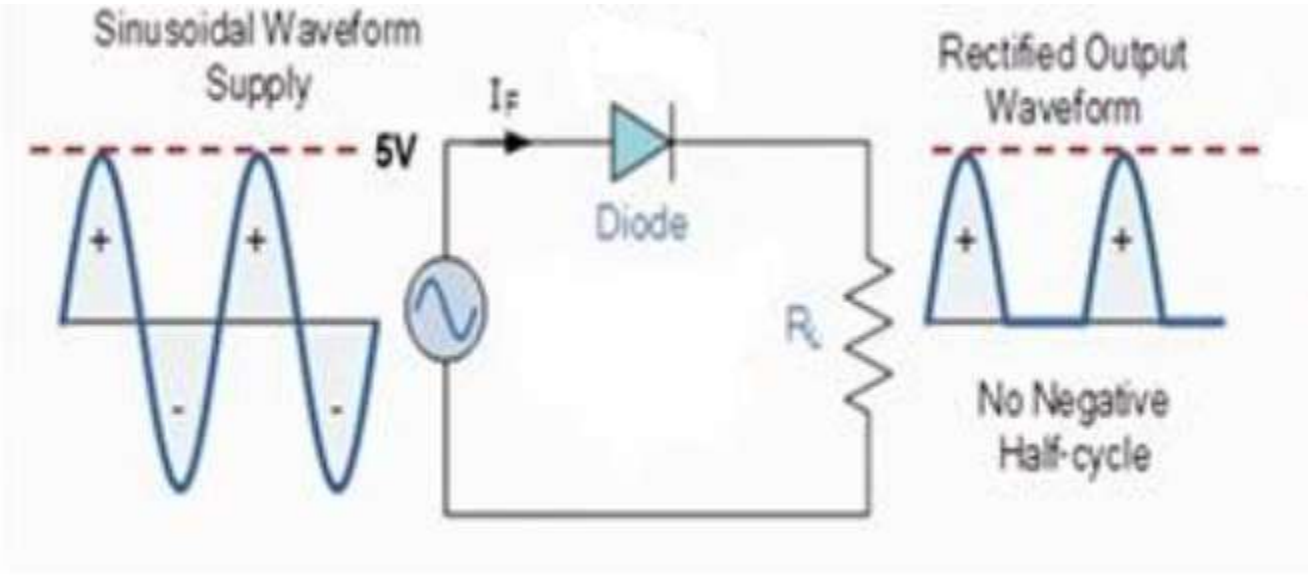
أنواع دوائر التقويم :

موحد نصف الموجة Half Wave Rectification

موحد الموجة الكاملة Full Wave Rectification

ـ موحد نصف الموجة :إن دائرة تقويم(توحيد) نصف الموجة تتكون من مصدر تغذية متردد ودايود ومقاومة حمل التي تمثل عمليا الجزء المراد تغذيته. يوضح الشكل رقم موجة الدخل الجيبية والمكونة من نصف موجب وآخر سالب, ففي أثناء النصف الموجب، يكون جهد القطعة P أكبر من جهد القطعةN للدايود مما يجعله في حالة انحياز أمامي، فيمر التيار في مقاومة الحمل، ويستهلك الثنائي، 0.7V ويقع باقي الجهد على مقاومة الحمل وعندما يتغير اتجاه موجة الادخال في النصف السالب، فإن جهدP يكون أقل من جهد

Nوبالتالي فإن الموحد لايمررالتيار إلى الحمل لأنه في حالة انحياز عكسي، ونتيجة لذلك، يكون الجهد الواقع على مقاومة الحمل صفرا ويتحمل الموحد كل جهد الادخال والذي يسمى قمة الجهد العكس(PIV،)ولذا فإنه يجب التأكد من أن قيمة PIV تكون أقل من جهد انهيار الثنائي VB وإلا فإن الثنائي سوف ينهار ويمرر تيار خلال النصف السالب وتفشل عملية التقويم. يوضح الشكل( ) موجة الادخال وموجة الاخراج، ومن الملاحظ أن جهد الاخراج مكون من نصف موجة الادخال، ولذا سميت الدائرة بدائرة تقويم نصف موجة



شكل (١٥) دائرة موحد نصف الموجة

أن قيمة جهد الإخراج تساوي جهد القمة للإدخال مطروحا منها 0.7V والتي يستهلكها الدايود:

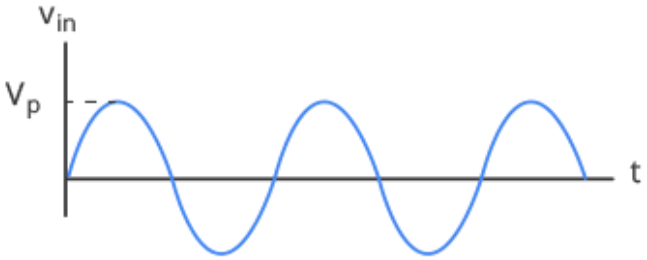
$$V_{p(out)} = V_{p(in)} - 0.7$$

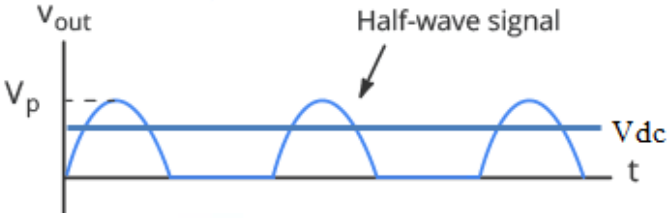
والقيمة المتوسطة لجهد الإخراج هي:

$$V_{AV.}=\frac{V\{P(out)\}}{\pi}$$

فكرة عمل مقوم نصف الموجة:

عند تسليط اشارة متناوبة(موجة جيبية) على حمل(مقاوم R_L عبر الثنائي البلوريD تسمى هذه الدائرة بمقوم نصف الموجة .خلال نصف الموجة الموجب لفولتية المصدر(الإدخال)يكون الثنائي Dفي حالة إنحياز أمامي فتكون فولتية الإخراج,مساوية تقريبا لفولتية الإدخال(على اعتبار الثنائي مثالي)حيث يتصرف كمفتاح مغلق .أما خلال نصف الموجة السالب يكون الثنائي في حالة إنحياز عكسي فتكون فولتية الإخراج تقريبا صفر حيث يتصرف الثنائي كمفتاح مفتوح،لهذا تظهر الفولتية عبر الحمل (R_L)كأنصاف موجبة فقط وكما مبين في الشكل(١٥).





$$V_{dc}=\frac{1}{T}\int_0^T V(t)dt$$

$$V_{dc}=\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} V_P \sin t\, dt$$

$$V_{dc}=\frac{Vp}{2\pi}\{\int_0^{\pi}\sin t dt+\int_{\pi}^{2\pi}0dt\}$$

$$V_{dc}=\frac{Vp}{2\pi}\{-\cos t\}_0^{\pi}=-\frac{Vp}{2\pi}[-1-1]=\frac{Vp}{\pi}$$

التيار المعدل (المستمر) $I_{dc}=\frac{V_{dc}}{R_L}$

جذر متوسط التربيع (Root Mean Square) (V_{rms}) $V_{r.m.s}in=\frac{V_{pin}}{\sqrt{2}}$

فولتية الإخراج لدائرة المعدل $V_{r.m.s}$ (out) $V_{r.m.s(out)}=\frac{V_{pout}}{2}$

القيمة الفعالة للتيار (I r.m.s) :

$$I_{rms}=\frac{V_{rms(out)}}{R_L}$$

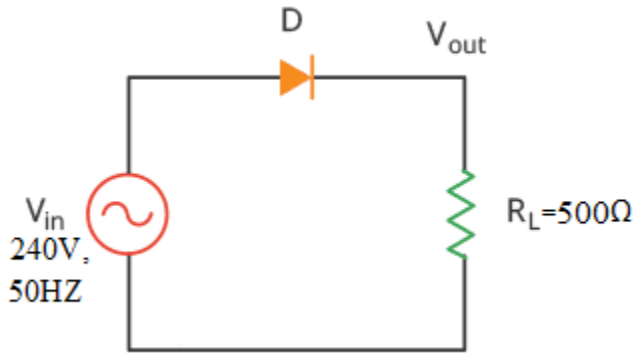
تردد الاخراج

$$f_{out} = f_{in}$$

اقصى جهد عكسي Peak Inverse Voltage (PIV)

$$PIV = VP$$

مثال : لدائرة موحد نصف الموجة الموضحة في الشكل ادناة اوجد الاتي
الفولتية المعدلة للاخراج
اعظم قيمة لتيار الحمل
القيمة الفعالة للتيار
اعظم فولتية عكسية
تردد الاخراج



الحل :

V_{rms} =240 V

1-$V_{dc}=\frac{Vp}{\pi}$, $V_{rms(in)}=\frac{V_{p(in)}}{\sqrt{2}}$ $\Longrightarrow$ $V_{p(in)}=(\sqrt{2})\ V_{rms(in)}= =(\sqrt{2})\ (240)==340V$

$V_{rms\ (out)}=\frac{V_{p(in)}}{2}=\frac{340}{2}=170V$ $\Longrightarrow$ $V_{dc}=\frac{Vp}{\pi}=\frac{340}{\pi}=108V$

2-$I_p=\frac{V_p}{R_L}=\frac{340}{500}=0.68$ Amp.

3-$I_{rms}=\frac{Ip}{2}=\frac{680}{2}=340$ mA

4-PIV= - V_p= -340 V

5-$f_{out}=f_{in}=50H_z$

فولتية التموج :- (V_r) "Ripple Voltage"

من خلال الإشارة الخارجة(فولتية إخراج المقوم نصف الموجة) كما موضح في الشكل (17) نلاحظ ان هناك مركبتان أحدهما (V_{dc}) والاخرى (V_{rms})،ويمكن حساب فولتية التموج من العلاقة التالية:

$$\text{Ripple Voltage}(V_r)= \sqrt{V^2rms + V^2dc}$$

معامل التموج :- (r%) "Ripple factor"

هو النسبة بين قيمة فولتية التموج(V_r) الى القيمة المستمرة(V_{dc}).يستخدم هذا المعامل للمقارنة بين مجهزات القدرة،فكلما كان المقدار صغيرا كان مجهز القدرة افضل.

$$\text{Ripple factor= r\%} = \frac{V_r}{V_{dc}} * 100\%$$

مثال: إحسب فولتية ومعامل التموج للمثال السابق(موحد نصف الموجة).

$$V_{rms(out)}= \frac{V_{p(in)}}{2} = \frac{340}{2} = 170V$$

$$V_{dc}= \frac{Vp}{\pi} = \frac{340}{\pi} = 108\ V\ ,\ \pi=3.14$$

$$V_r= \sqrt{V^2rms + V^2dc} = \sqrt{(170)^2 + (108)^2} = \sqrt{28900 + 11664} = 131.3V$$

$$r\% = \frac{V_r}{V_{dc}} * 100\% = \frac{131.3}{108} * 100\% = 121.5\%$$

الاسبوع السادس

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**
٣. **التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.**

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

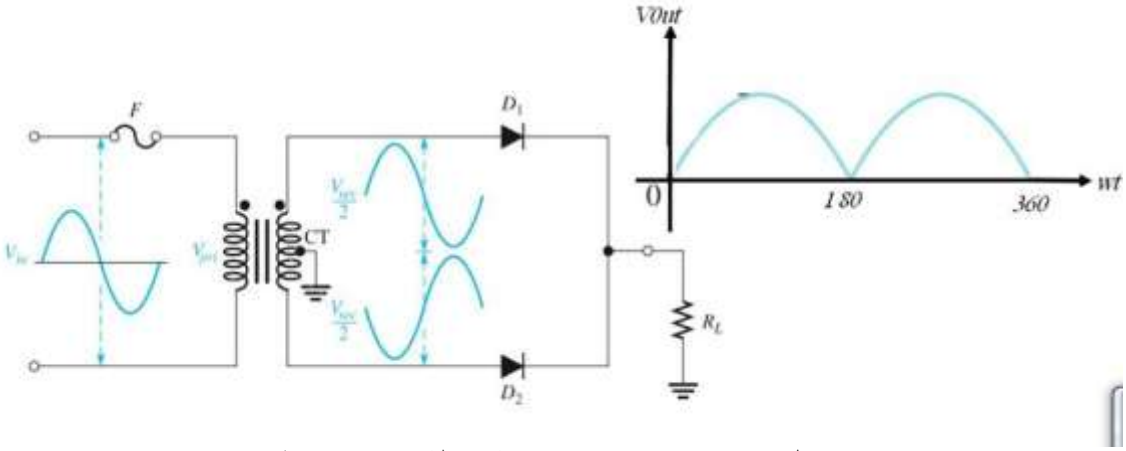
١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**
٣. **التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.**

عنوان المحاضرة: **توحيد الموجة الكاملة- باستخدام محولة تفرع وسطي- الموحد القنطري-حساب القيم المستمرة والفعالة للجهود والتيارات-تردد الخرج.مقارنة بين توحيد نصف الموجة والموجة الكاملة –مقارنة بين موحدات الموجة الكاملة.**

موحد الموجة الكاملة "Full wave rectifier"

في حالة المقوم نصف الموجة نستفيد من نصف موجة الدخل فقط. وبالتالي يحصل هدر في نصف القدرة، وقد أمكن تفادي هذه المشكلة باستخدام تقويم الموجة الكاملة.هذه الدائرة تقوم بتقويم التيار في مقاومة الحمل اثناء النصف الموجب والنصف السالب من موجة الادخال.وهناك عدة أنواع:

باستخدام محولة تفرع وسطي " Center tap transformer" :



شكل (١٦) دائرة موحد موجة كاملة بتفرع وسطي

خلال نصف الموجة الموجب يكون الثنائيD1في حالة توصيلonو D2في حالة قطعoffفيمر التيارIfعبر المقاومة(RL،)كما موضح في الشكل(١٦), أما خلال نصف الموجة السالب فيكون D1في حالة قطع off و D2في حالة توصيلonفيمر التيار عبر المقاومة RL وكما موضح في الشكل(١٦)

1- فولتية المعدل $V_{dc} = \frac{2V_p}{\pi}$ ----------

2- فولتية الملف الثانوي $V_2 = V_{p1} - V_{p2} = 2V_p$ ----------

3- أقصى فولتية عكسية $PIV = -V_2 = -2V_p$ ----------

4- تردد الإخراج يساوي ضعف تردد الإدخال $f_{out} = f_{in}$ ----------

مثال:للدائرة الإلكترونية الموضحة في الشكل رقم(١٧) اوجد باستخدام التقريب المثالي

١ - تيار الاخراج المعدل

٢- اعظم قيمة لتيار الحمل

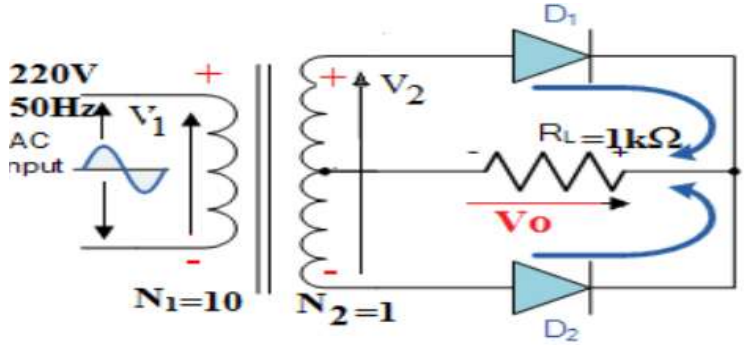
٣- القيمة الفعالة للتيار

اعظم فولتية عكسية

ارسم شكل موجة الاخراج

تردد الاخراج

٧- معامل التموج



الحل :

$\frac{V_2}{V_2}=\frac{N_2}{N_1}$, $V_{2(rms)}=V_{1(rms)}*\frac{N_2}{N_1}=220*\frac{1}{10}=22V$

$V_{2(rms)}=\frac{V_{2(peak)}}{\sqrt{2}}$, $V_{2(peak)}=\sqrt{2}*V_{2(rms)}=\sqrt{2}\,(220)=31V$

$V_{p1}=V_{p2}=\frac{V_2}{2}=\frac{31}{2}=15.5V$

$$V_{dc}=\frac{2V_{p1}}{\pi}=\frac{2*15}{\pi}=9.9V$$

$$V_{1(rms)}=\frac{V_{p1}}{\sqrt{2}}=\frac{15.5}{\sqrt{2}}=11V$$

$$1\text{-}I_{dc}=\frac{V_{dc}}{R_L}=\frac{9.9}{1000}=9.9\ mA$$

$$2\text{-}I_{p1}=I_{p2}=\frac{V_{p1}}{R_L}=\frac{15.5}{1000}=15.5\ mA$$

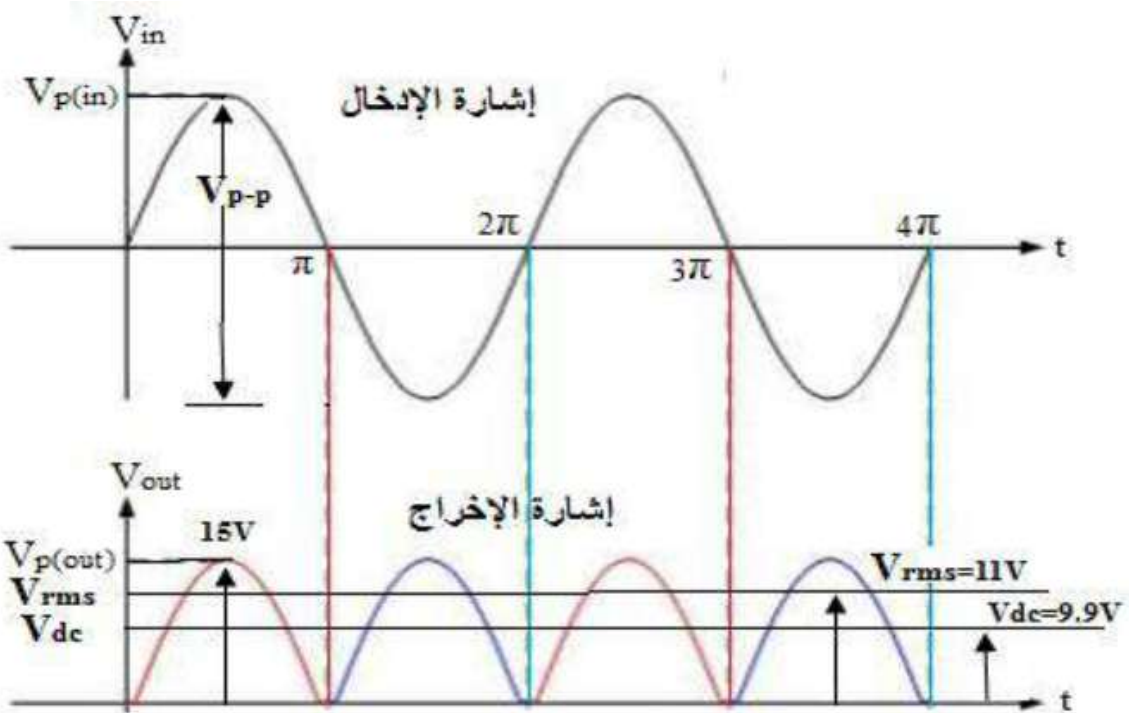
$$3\text{-}I_{rms}=\frac{I_p}{\sqrt{2}}\frac{15.5}{\sqrt{2}}=11mA$$

$$4\text{-PIV}=-2V_{p1}=-2*15.5=-31V$$

$$5\text{-}f_{out}=2f_{in}=2*50=100Hz$$

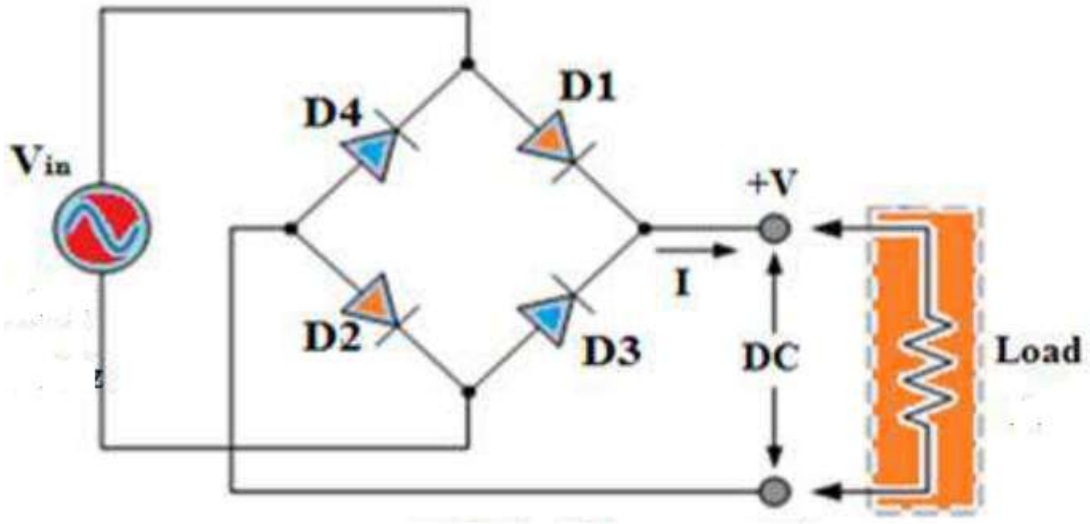
$$6\text{-}V_r=\sqrt{(Vrms)^2-(Vdc)^2}=\sqrt{(11)^2-(9.9)^2}=4.8V$$

$$r\%=\frac{V_r}{V_{dc}}*100\%=\frac{4.8}{9.9}*100\%=48\%$$



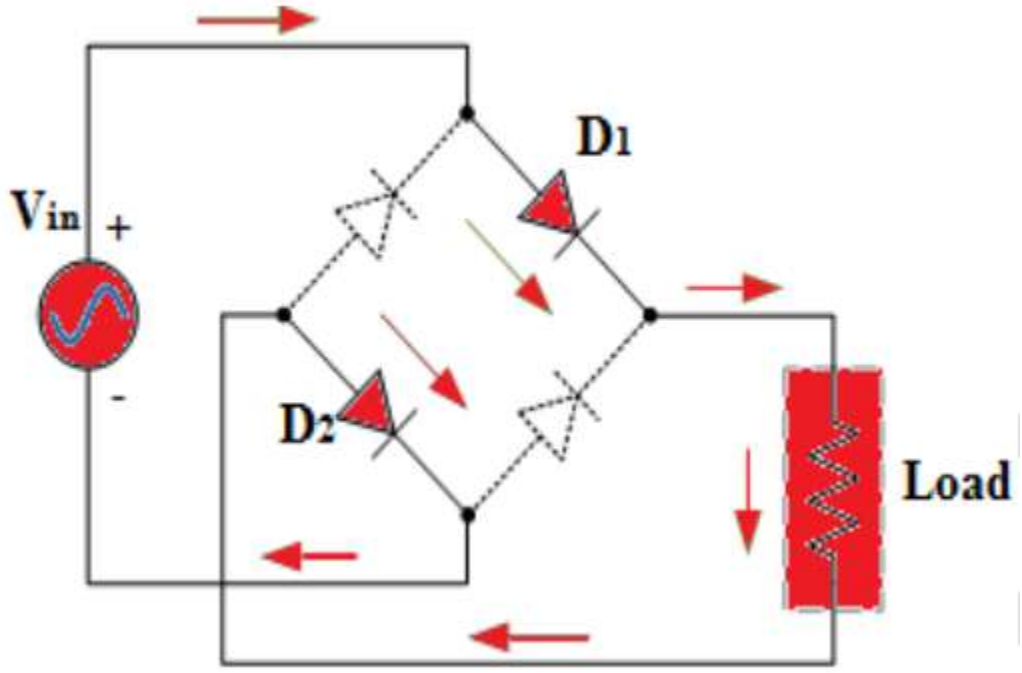
الموحد القنطري "Full Wave Bridge Rectifier"

كما ذكرنا سابقا في حالة المقوم نصف الموجة نستفيد من نصف موجة الدخل فقط. وبالتالي يحصل ضياع في نصف القدرة، وقد أمكن تفادي هذه المشكلة باستخدام تقويم الموجة الكاملة.هذه الدائرة تقوم بتقويم التيار في مقاومة الحمل اثناء النصف الموجب والنصف السالب من موجة الدخل. وتستخدم في هذه الدائرة اربعة ثنائيات متصلة على شكل قنطرة، ولذلك سميت بقنطرة تقويم الموجة الكاملة Full Wave Bridge Rectifierكما في الشكل رقم(١٧)



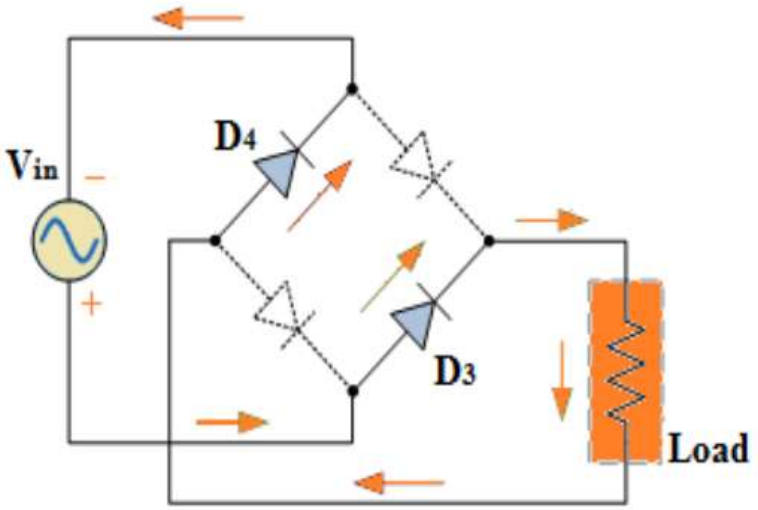
شكل (١٧) الموحد القنطري

فكرة العمل :في النصف الموجب من موجة الدخل يكون الثنائيان D1 D2في حالة انحياز أمامي، ويكون الثنائيان D3 و D4في حالة انحياز عكسي، فيمر التيار في مقاومة الحمل من خلال D1ويعود من خلال D2كما في الشكل(18)
لاحظ اتجاه التيارفي الحمل.



شكل (١٨)

أثناء النصف السالب من موجة الادخال يكون الثنائيان D3و D4في حالة انحياز أمامي،onأما الثنائيانD1 وD2 فيكونان في حالة انحياز عكسي،offفيمر التيار في مقاومة الحمل من خلال D3ويعود من خلال D4كما في الشكل(١٩) نلاحظ أن اتجاه التيار في الحمل يكون في نفس نفس الاتجاه في النصف الموجب



الشكل(١٩)

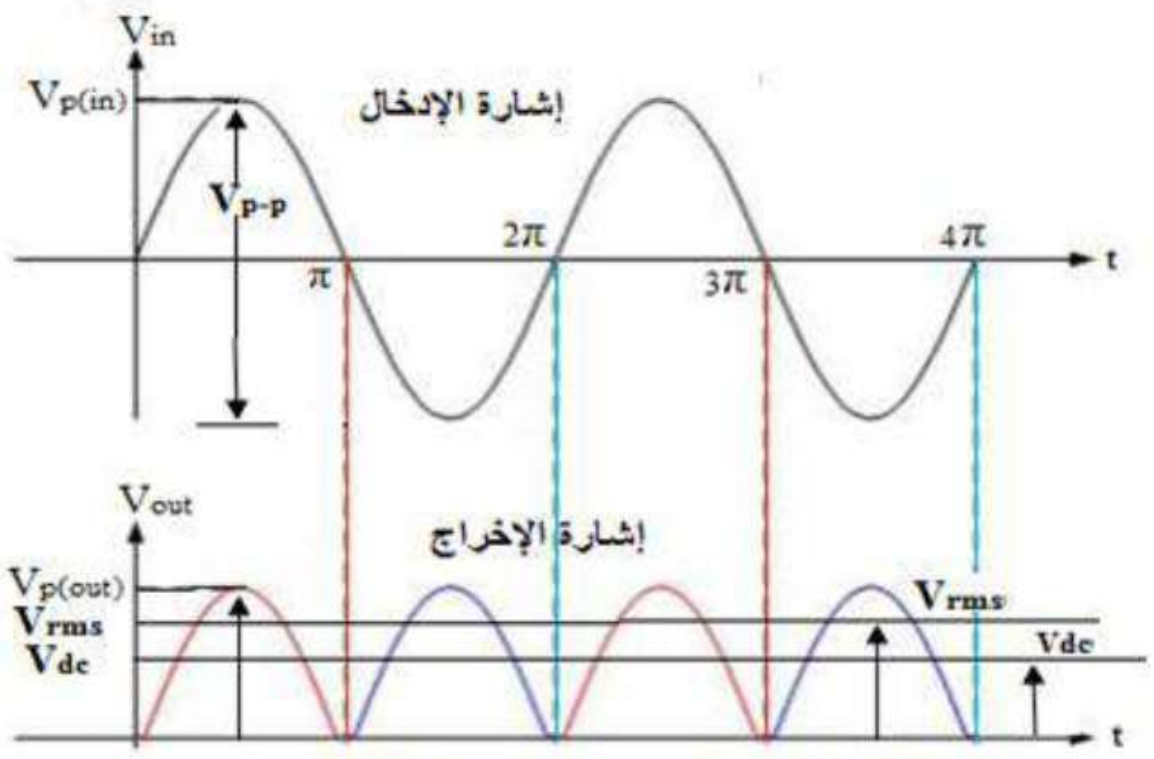
أثناء مرور التيار في الحمل خلال كل نصف موجة من موجة الإدخال، هناك ثنائيين يعملان لتمرير التيار، لذلك فإن قيمة جهد الإخراج هي:

$$V_p = V_{p(in)} - 1.4$$

والقيمة المتوسطة لجهد الخرج هي :

$$V_{Av.} = 2 \times \frac{V_{p(out)}}{\pi}$$

ويكون شكل موجتي الإدخال والإخراج كما مبين في الشكل رقم(٢٠)



شكل (٢٠)

لا يمثل الهبوط في الجهد 1.4V خسارة كبيرة، لإن جهد الادخال عادة يكون كبيرا ولا نحتاج إلا لنسبة صغيرة منه. أن سعر قنطرة التقويم زهيد جدا ولا يمثل أي تكلفة مادية، وقد تم إنتاج القنطرة في قطعة الكترونية واحدة إذ لا نحتاج إلى توصيل أربعة ثنائيات أثناء بناء الدائرة عمليا.

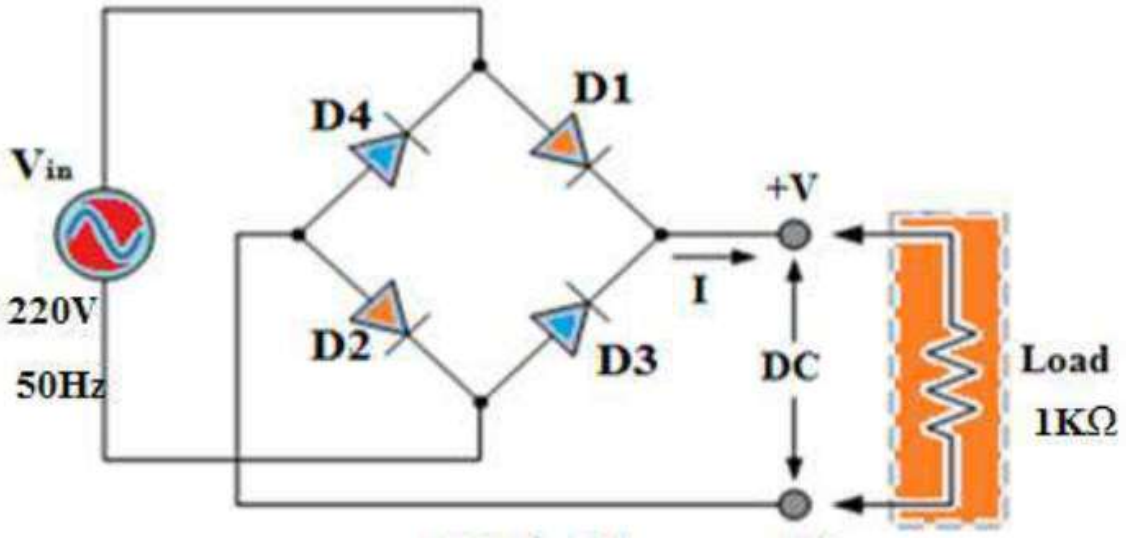
مثال -:باستخدام الدائرة الإلكترونية الموضحة في الشكل (٢١) أوجد باستخدام التقريب المثالي:

1-أقصى فولتية عكسيةPIV

2-تردد الإخراجfout

3-معامل التموج(r%) للدائرة.

4-إرسم شكل إشارة الإخراج



الشكل (٢١)

الحل :-

$$V_{rms(in)}=\frac{V_{p(in)}}{\sqrt{2}}, \quad V_{p(in)}=\sqrt{2}\ V_{rms}=\sqrt{2}\ (220)=311V$$

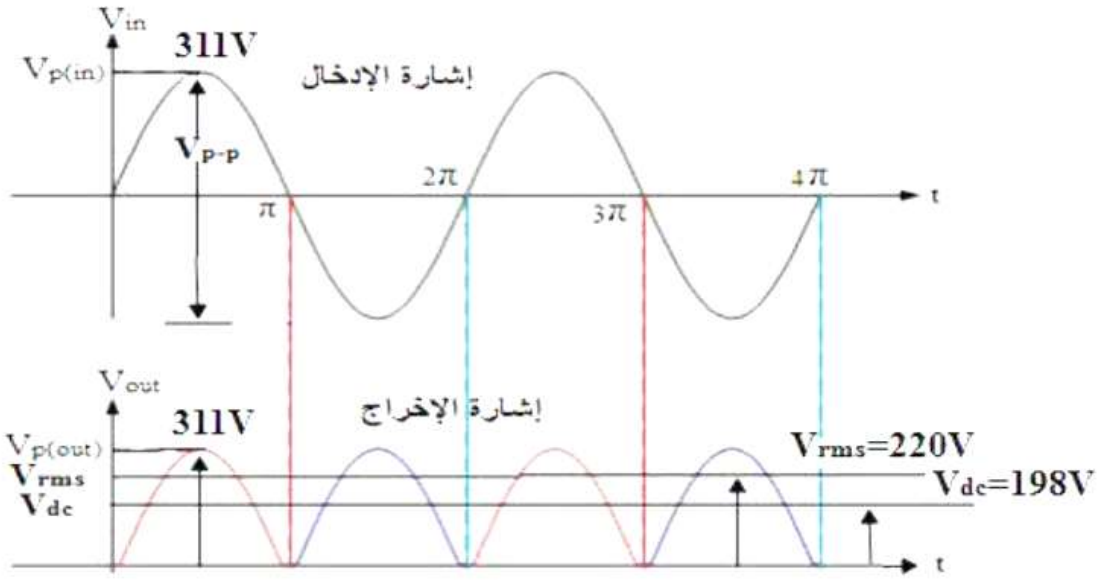
$$V_{dc}=\frac{2V_p}{\pi}=\frac{2}{3.14}\times 311=198V$$

$$1\text{-}PIV=-V_p=-311V$$

$$2\text{-}f_{out}=2\times f_{in}=2\ (50)=100Hz$$

$$3\text{-}V_r=\sqrt{(Vrms)^2-(Vdc)^2}=\sqrt{(220)^2-(198)^2}=95.89V$$

4 – شكل اشارتي الادخال والاخراج



الاسبوع السابع

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**
٣. **التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.**

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

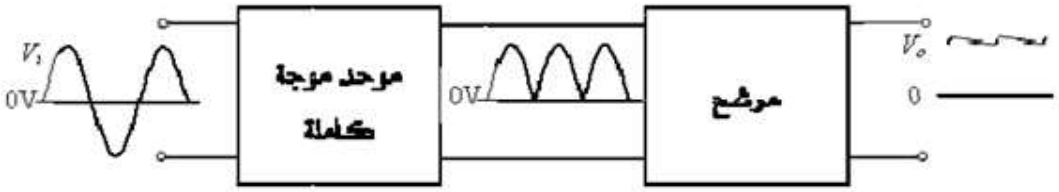
أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**

مفردات المحاضرة :- المرشحات – الترشيح باستخدام المتسعة-مرشحات (LC) و(RC) – جهود الخرج- التموج – مضاعفات الجهد-دوائر التقليم-التقليم الموجب-التقليم السالب-التقليم المركب-كاشف الذروة الى الذروة-ملزمات الموجبة والسالبة.

المرشحات "Filters

إن الفولتية التي حصلنا عليها من المقومات(نصف الموجة والموجة الكاملة،)هي فولتيات باتجاه واحد(مستمرة)ولكنها تحتوي على نسبة تموج،وبعبارة اخرى ليست فولتيات مستمرة خالصة.ولكي يتحقق هذا الشرط استخدمت المرشحات لتعطي فولتيات مشابهه تماما الى فولتية البطارية، وكما لاحظنا سابقا أن شكل موجة الاخراج عبارة عن أجزاء موجبة قد تم توحيد اتجاه التيار فيها ، حيث لا يوجد تغيرفي الاتجاه (لا يوجد جزء سالب) ، ولكن هذه الموجة ليست بقيمة ثابتة مع الزمن كما هو الحال في التيار المستمر، لذلك كان لابد من مرشح لإزالة التموجات في موجة الاخراج.

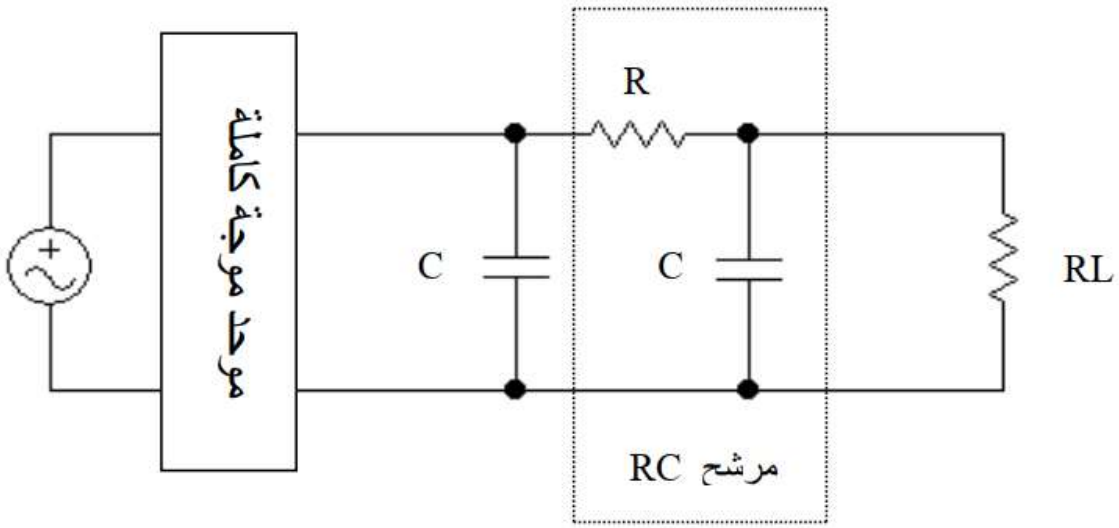


شكل (٢٢) مخطط كتلي لدائرة المرشح

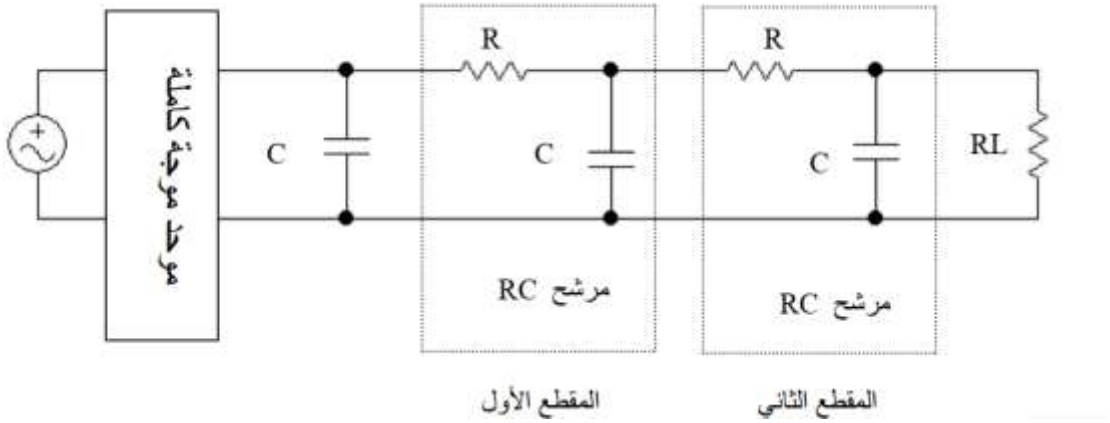
مرشحات RC , LC

مرشح RC : "RC Filter"

الشكل ادناه يوضح مرشح متسعة على التوازي ومقاومة على التوالي تقوم بتحديد تيار الشحن الذي تسحبه المتسعة لذلك يجب الاخذ بنظر الاعتبار عند تصميم المرشح قيم كل من المتسعة والمقاومة على ان تكون قيمة المقاومة (R) اكبر بكثير من قيمة (XC) ويمكن استخدام اكثر من مرحلة ترشيح لتقليل مركبة التيار المتناوب الى اقل مايمكن



شكل (٢٣) دائرة مرشح RC



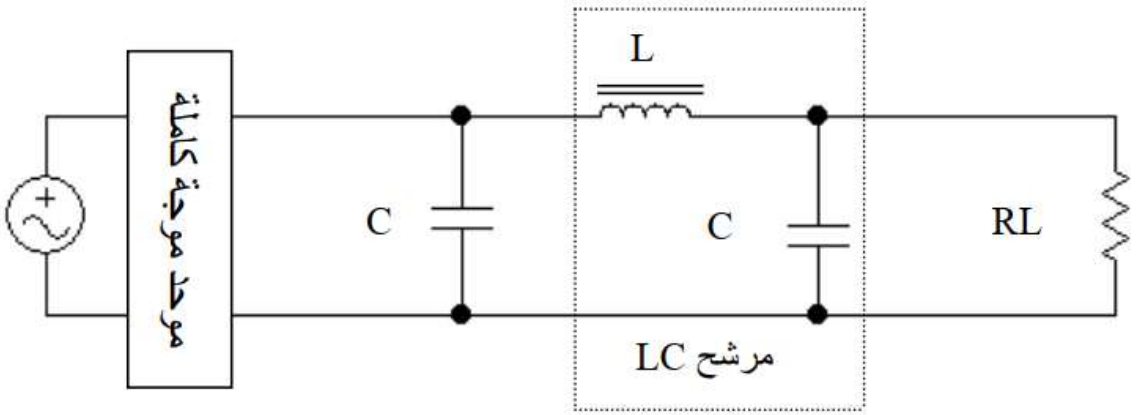
شكل (٢٣) دائرة مرشح RC (مقطعين)

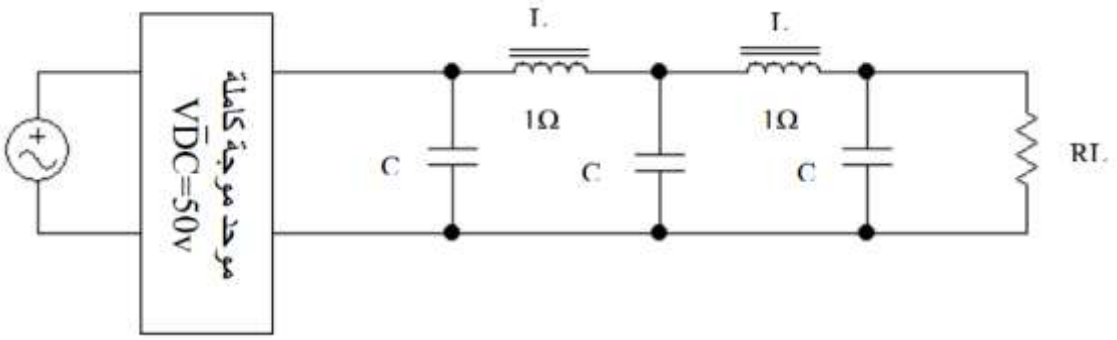
يمكن يمكن استخدام اكثر من مقطع واحد كما موضح بالشكل).وكل مقطع يعمل مقسم فولتية متناوبة ، التوهين الكي يساوي حاصل ضرب مقادير توهين كل مقطع لو فرضنا كل مقطع يقلل التموج بعامل مقدارة ١٥ مرة التوهين الكلي لمقطعين يساوي ١٥×١٥=٢٢٥ ولثلاث مقاطع يساوي٣٣٠٠ .

العيب الرئيسي لهذا المرشح هو خسارة الفولتية المستمرة على المقاومة R ، يمكن استخدام هذا المرشح عمليا عند تيارات حمل قليلة.

مرشح LC

يفضل استخدام هذا المرشح عندما يكون تيار الحمل كبير تكون قيمةXL اكبر بكثير من XC وبذلك يتم تقليل التموج . وتكون نموذجيا اكبر عشرة مرات في الاقل ليتوهن بعامل قدرة ١٠ مرات في الاقل ويمكن استخدام اكثر من مقطع واحد كما موضح بالشكل



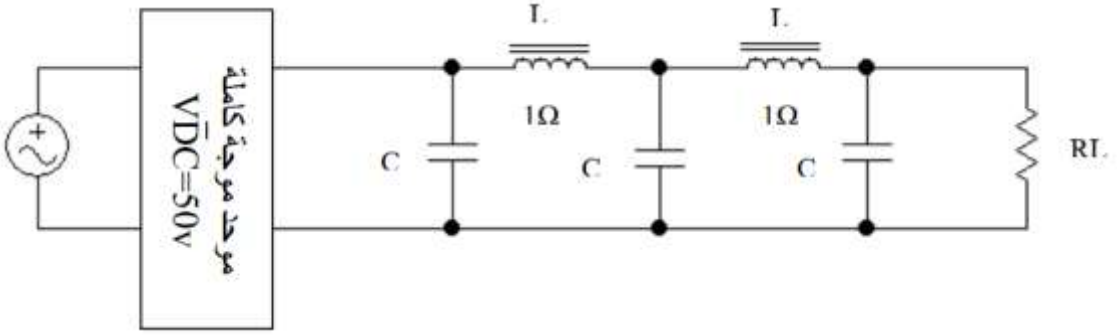


مثال1 :

مرشح LC ذو مقطعين اذا كانت المقاومة في كل ملف خانق تساوي 1Ω اما فولتية الاخراج المستمرة من مقوم الموجة الكاملة تساوي 50v اوجد:-

1- فولتية الاخراج المستمرة .

2- اذا كانت XL= 10*C لكل مقطع مامقدار التوهين الكلي ؟



$$VDC = \frac{RL}{2R+RL} * \overline{VDC} = \frac{1000}{1002} * 50 = 49.9V$$

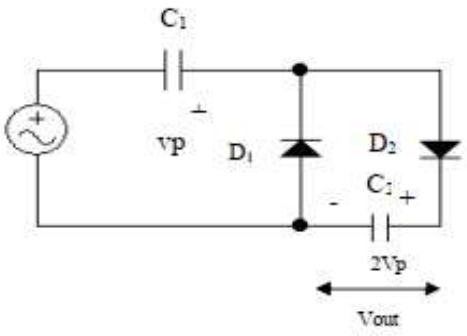
التوهين الكلي 10*10=100 مرة

مضاعف الفولتية Voltage Multiplier

وهي الدائرة التي تنتج فولتية مستمرة تساوي أضعاف ذروة فولتية الإدخال' وتستخدم في التطبيقات التي تحتاج الى فولتية عالية وتيار قليل 'مثل صمام الصورة للتلفزيون ومرسمة الذبذبات وعارضة الحاسبات.

1- مضاعف الفولتية للضعف Voltage Doublers

أ- في النصف السالب للموجة (الذروة السالبة)يكون:-

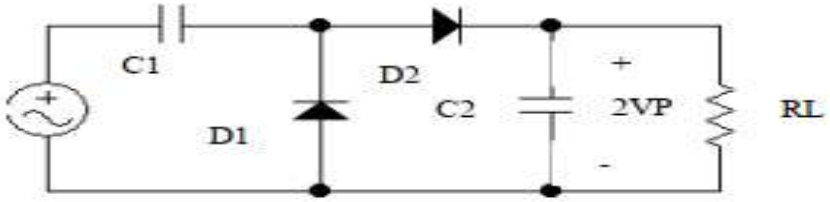


D2 off

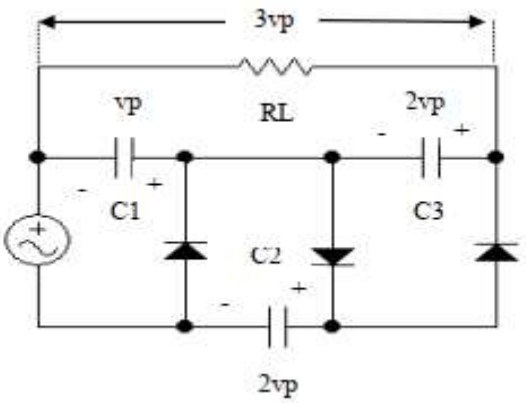
D1 on

هذا يعمل على شحن المتسعة c_1 الى Vp وبالقطبية المبينة في الدائرة.

ب- في النصف الموجب D2 On , D1 off وبما ان المصدر والمتسعة C1مربوطان على التوالي ستشحن المتسعة C2 الى 2VP وبالقطبية المبينة في الدائرة، وباعادة رسم الدائرة، وبربط مقاومة الحمل RL نحصل على أخراج مستمر يساوي تقريبا 2VP وهذا يعني أن فولتية الإخراج هي ضعف ذروة الإدخال



2 - مضاعف الفولتيةالى ثلاثة اضعاف Voltage Tripler



عند ربط مقطع آخر نحصل على مضاعف الفولتية إلى ثلاثة أضعاف كما في الدائرة.
أن دائرة الثنائي D1 والثنائي D2تعمل على مضاعف الفولتية للضعف. عند الذروة السالبة يكون D3 on وهذا يعمل على شحن المتسعة C3الى 2VP وبالقطبية المبينة في الدائرة ويكون أخراج الدائرة عبرC1,C3 أي ان الإخراج يكونV 3.

المقلم Clipper

في بعض التطبيقات الرقمية نرغب في إزالة فولتيات الإشارة فوق أو تحت مستوى فولتية محددة ويكون ذلك باستخدام ثنائيات مقلمةD

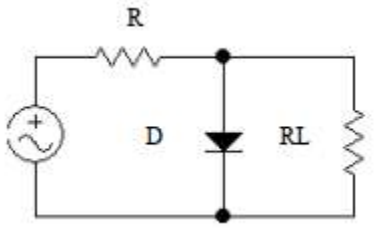
المقلم الموجب غير منحاز

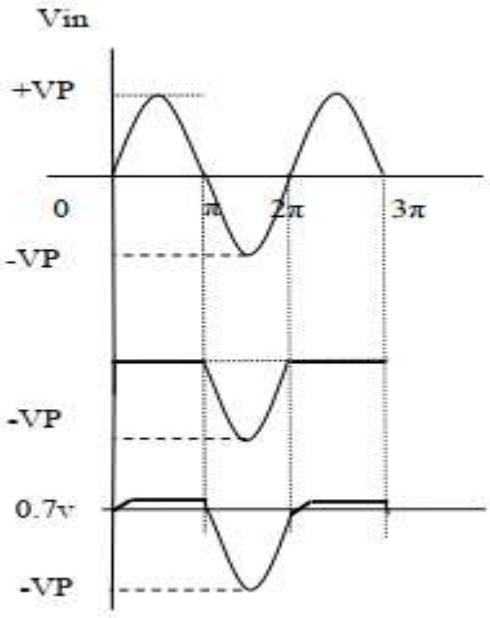
وهي الدائرة التي تزيل جميع الأجزاء الموجبة.

1- في النصف الموجب من الموجة يكون الثنائي في حالة انحياز أمامي أي كتقريب اولي مفتاح مغلق.

- الفولتية الخارجة صفر

2- في النصف السالب من الموجة يكون الثنائي في حالة انحياز عكسي ويكافئ دائرة مفتوحة بالتالي تصبح الدائرة مقسم فولتية باخراج قدرة .





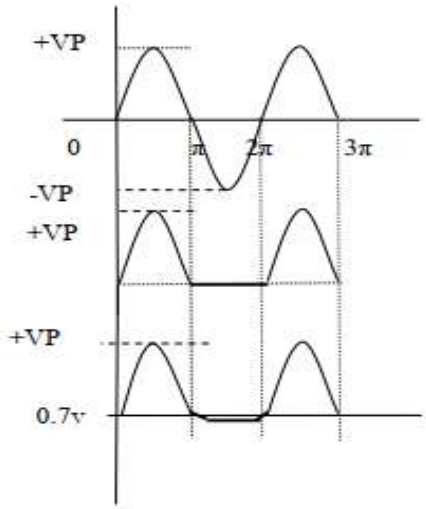
$$Vout = \frac{RL}{R+RL} * VP$$

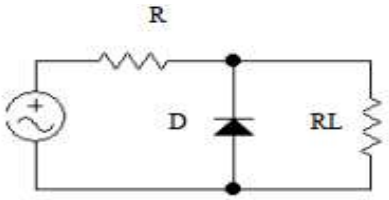
وتكون عادة RL>>R لذلك Vout

Vout= -Vp

المقلم السا لب

هذه الدائرة تعمل على إزالة الأجزاء السالبة او تحت الصفر





اذ كان الثنائي مثالي

في التقريب الثاني تكون الإشارة كالأتي

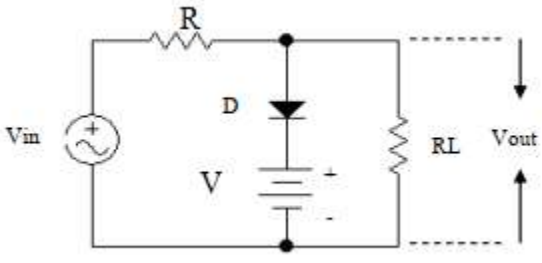
الثنائي سيلكون Si

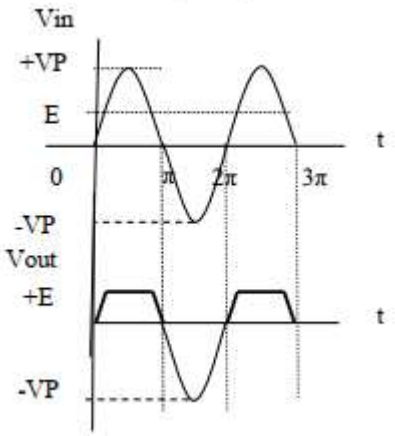
المقلم المنحاز *Baised Clipper*

قد نرغب بمستويات تقليم تختلف عن الصفر في بعض التطبيقات يمكن تحريك مستوى التقليم الى مستوى موجب اوسالب نستخدم المقلم المنحاز.

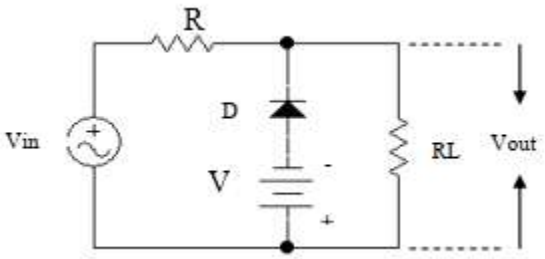
المقلم المنحاز الموجب

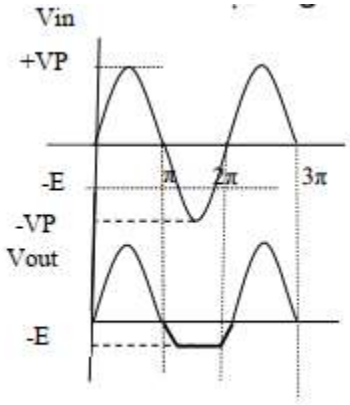
لكي يكون الثنائي في حالة توصيل يجب ان تكون فولتية الإدخال اكبر من V , (Vin > V)
يكون في حالة توصيل أمامي (مفتاح مغلق) وفولتية الاخراج تساوي V وعندما تكون من (Vin < V)
يصبح الثنائي مفتوحا وتصبح الدائرة كمقسم جهد ويجب ان تكون من (RL > R) لكي تظهر معظم فولتية الادخال في الاخراج.





المقلم المنحاز السالب

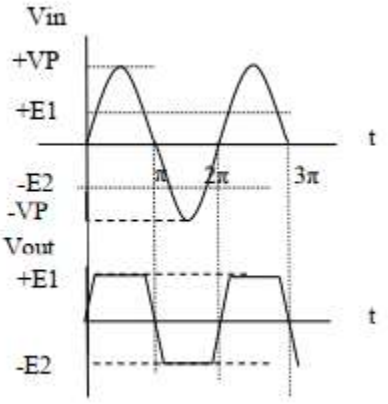


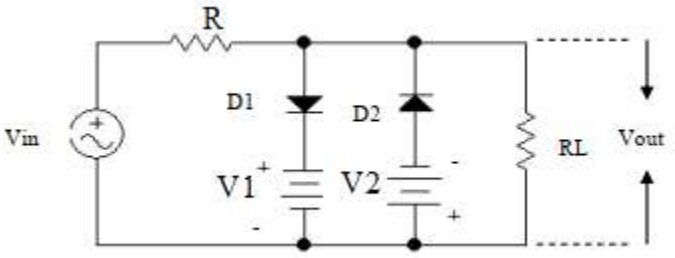


في النصف الموجب من الموجة عندما Vin > V يكون انحيازة الثنائي عكسي وتظهرمعظم فولتية الادخال في الاخراج في النصف السالب من الموجة عندما Vin < V يكون الثنائي في حالة انحياز امامي فولتية الاخراج تساوي (Vout =- V)

المقلم ا لمركب

بالامكان جمع مقلم منحاز موجب ومقلم منحاز سالب كما مبين في الشكل.
عندما تكون Vin >+V1 يكون D1 في حالة توصيل وتكون Vout =+V1
عندما Vin <-V2 –يكون D2 في حالة توصيل وتكون فولتية الاخراج Vout= -V2





وعندما تقع Vin بين V_1+و V_2- لايوصل اي الثنائيين فان فولتية الإخراج تساوي Vout ≈Vin لان RL >>R وتكون الإشارة الخارجة تقريبا مربعة

الاسبوع الثامن +التاسع

المحاضرة : الثامنة +التاسعة

مدة المحاضرة: ٤ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**
٣. **التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.**

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**

مفردات المحاضرة :- المرشحات – الترشيح باستخدام المتسعة-مرشحات (LC) و(RC) – جهود الخرج- التموج – مضاعفات الجهد-دوائر التقليم-التقليم الموجب-التقليم السالب-التقليم المركب-كاشف الذروة الى الذروة-ملزمات الموجبة والسالبة.

ثنائي زينر *Zener Diode*

وهو عبارة عن مادة شبه موصلة بنسبة شوائب أكثر مما هو عليه في الثنائي الاعتيادي فتكون منطقة الاستنزاف ضيقة جدا مما يسمح للثنائي بالعمل في الانحياز العكسي،ويعتبر نوع خاص من الثنائيات يمكنه العمل في منطقة الانكسار في حالة الانحياز العكسي دون حدوث تلف فيه، أما في حالة الانحياز الأمامي فيتصرف كثنائي عادي. ويعتبر أساس عمل منظمات الجهد ،حيث يتم الحفاظ على جهد الحمل ثابتا (تقريبا) بالرغم من تغير فولتية المصدر ومقاومة الحمل. يتوفر ثنائي زنر(تجاريا) بفولتيات تتراوح من 1.8Vإلى 200Vبقدرة تصل إلى ،200W ويعتبر هذا الثنائي العنصر الأساس في دوائر تنظيم الجهد.

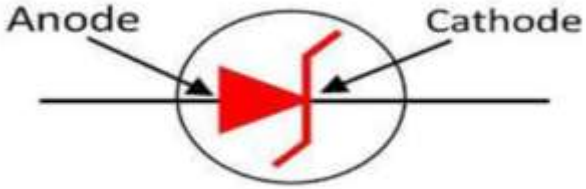
- لكي يعمل ثنائي زينر كمنظم للجهد يجب توفر الشروط التالية :

١- يجب .ان يكون انحيازة عكسي

- الجهد المسلط عبر ثنائي زينر اكبر من جهد زينر دايود

– يجب ان يكون تيار الدائرة اقل من اعظم تيار زينر I_Z

شكل ثنائي زنر



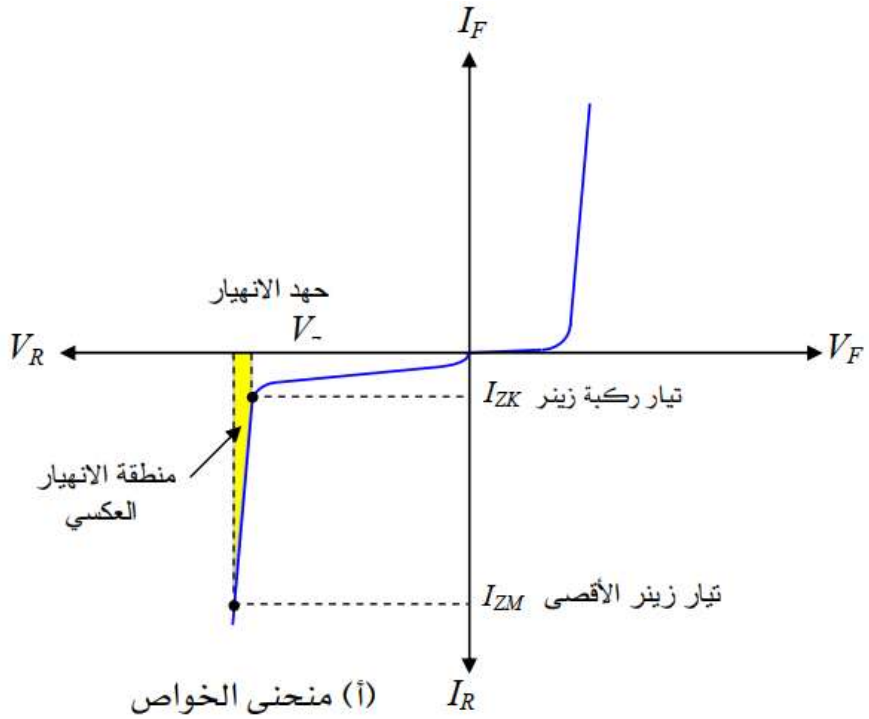
رمز ثنائي زنر

- يتم التحكم في جهد الانهيار من خلال التحكم في نسبة الشوائب (التطعيم)المضافة إلى عنصر السليكون(Si)لتحويله إلى نوع (n) أو(P) .
- يتوفر ثنائي زينر تجاريا بجهود تتراوح (200V- 1.8V) بقدرة تصل الى 100W
- **ظاهرة انهيار :** توجد ظاهرتان تحدثان الانهيار

1- **ظاهرة انهيار زينر**: في الثنائيات التي يكون مستوى التطعيم فيها عالي جدا.وتحدث هذه الظاهرة في فولتية انكسار تقل عن (5V).

2- ظاهرة الانهيار المتتابع : تحدث هذه الظاهرة عندما يكون مستوى التطعيم خفيفا.وتحدث هذه الظاهرة في الفولتيات اعلى من 5V.

يبين منحنى الخواص لثنائي زنر والذي يعمل كثنائي عادي عند الانحياز الأمامي(Forward Bias)فيما يعمل كمثبت للجهد عند الانحياز العكسي.



يبين المنحني خواص ثنائي الزينر. التيار العكسي يكون قليل لحد الاهمال قبل فولتية الانكسار VZحيث يزداد التيار بصورة عمودية تقريبا. وتعطي VZمن استمارة المعلومات عند تيار يسمى I_{ZT}يسمى تيار الاختبار Test Current

تبديد القدرة في ثنائي الزينر $P_Z=I_ZV_Z$

ويجب ان تكون Pz ضمن مدى تحمل القدرة للثنائي وبعكسه يتلف الثنائي

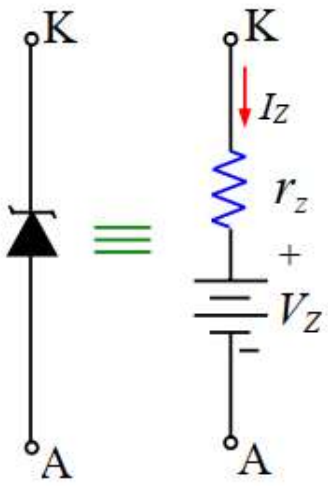
تيار زينر الاقصى I_{ZM}:هو أقصى قيمة للتيار يتحمله الثنائي في الانحياز العكسي دون ان يتلف واي زيادة عن قيمة هذا التيار تودي الى انهيار الثنائي وذلك بسبب زيادة القدرة المتبددة وبالتالي ارتفاع درجة الحرارة عن القيمة القصوى التي يمكن ان يتحملها الثنائي .

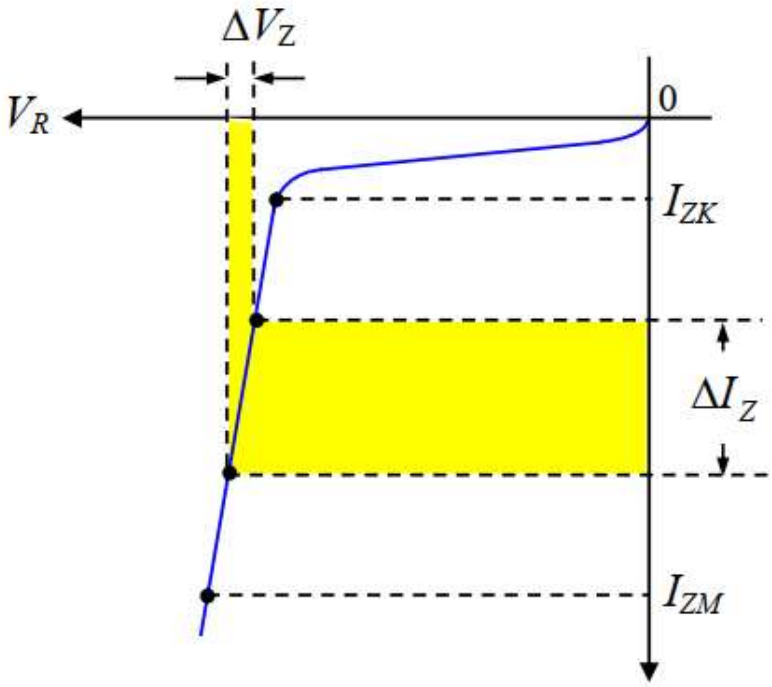
تيار الركبة لزينر دايود I_{ZK}:اقل قيمة للتيار العكسي المار في زينر دايود التي تحافظ على ثنائي زينر في منطقة الانهيار للعمل كمنظم جهد .

- لايعمل زينر دايود كمنظم جهد اذا كان التيار العكسي المار خلال زينر دايود اقل من **تيار الركبة لزينر دايود I_{ZK}**.

1- الدائرة المكافئة لزينر دايود (التقريب المثالي)

يكون الثنائي كبطارية قيمتها تساوى V_Z وموصولة معها مقاومة صغيرة r_Z





$$r_Z = \frac{\Delta V_Z}{\Delta I_Z}$$

حيث

ΔV_Z : التغير في الجهد

ΔI_Z : التغير في التيار

r_Z : المقاومة

القدرة المبددة في زينر

$P_Z=I_Z V_Z$ حسب علاقة القدرة القدرة المبددة تعتمد على قيمة التيار I_Z والفولتية V_Z ونظرا لان قيمة فولتية زينر ثابتة فان قيمة القدرة المبددة تعتمد على قيمة التيار المار في ثنائي زينر.

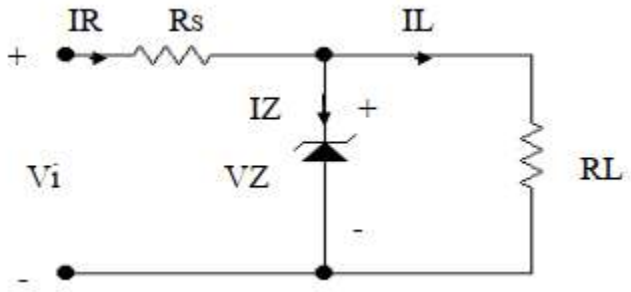
اعظم قيمة متبددة $P_{Z(max)}=I_{ZM}V_Z$

تيار زينر الاقصى I_{ZM}

تطبيقات الزينر دايود *Zener Diode Appliation*

ثنائي زينر منظم (مثبت) للجهد

تنظيم الفولتية عندما تكون فولتية الادخال متغيرة فولتية الادخال متغيرة مع ثبوت مقاومة الحمل R_L



عندما تكون فولتية الادخال متغيرة يحافظ ثنائي زينر على فولتية الحمل ثابتة هذا يؤدي الى زيادة الجهد المطبق على R_S وبالتالي زيادة التيار I_S الزيادة في التيار تتدفق خلال ثنائي زينر I_Z بينما تيار الحمل I_L يبقى ثابتا.

$Vi\ (min) = I_L\ (R_L + Rs)$

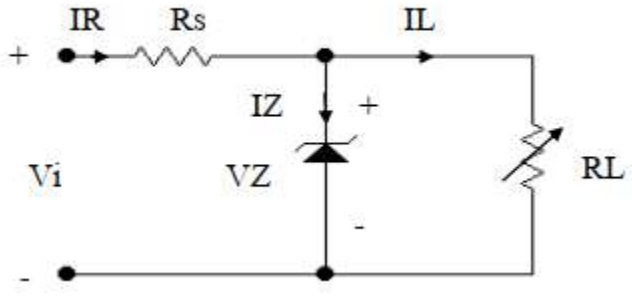
The Maximum Value of input voltage is limited by $I_Z max$

$I_R\ (max) = I_Z\ (max) + I_L$

$Vi\ (max) = V_{Rs}\ (max) + V_Z$

$= I_R\ (max)\ Rs + V_Z$

التنظيم عندما يكون الحمل متغيرة



تنظيم الفولتية عندما يكون الحمل متغير يدعى تنظيم الحمل

ثبوت Vi عندما يكون الحمل متغير RL

IR تبقى ثابتة

$$IR = \frac{VRs}{Rs} = \frac{Vi-Vz}{RS}$$

IL (max) ⟹ IZ (min)

IL (min) ⟹ IZ (max)

IL (max) = IR - IZ (min)

RL (min) = $I\,L\,(V\,Z\ \ max)$

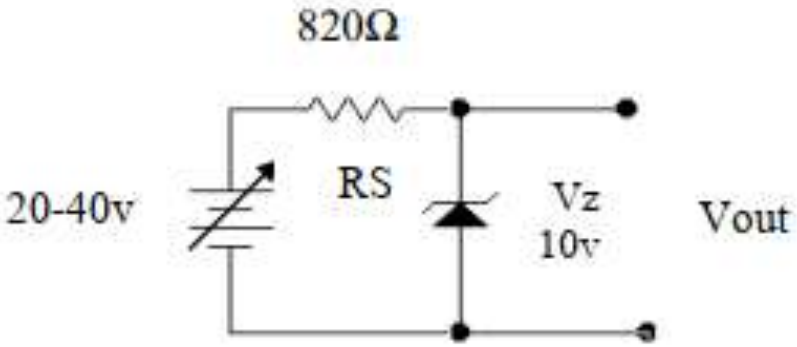
RL (max) = $I\,L\,(V\,Z\ \ min)$

س 1:أن الثنائي زينر في الدائرة له r_Z=7Ω, $VZ = 10V$
استخدم التقريب المثالي لحساب:

a) Vout

b) اقصى تيار Iz(max)

C) اقصى تيار Iz(min)

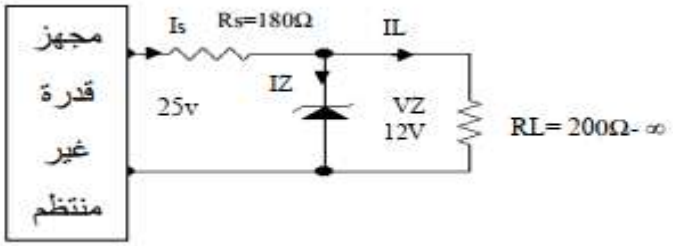


A. Vout = VZ = 10V

B. $IZ(\max) = \frac{Vin(max)-ZV}{R} = \frac{40-10}{820} = 36.6\ mA$

C. $IZ(\min) = \frac{Vin(min)-ZV}{R} = \frac{20-10}{820} = 12.2\ mA$

مثال ٢ :احسب التيار المار في مقاومة التوالي Rsواحسب أعظم واصغر تيار حمل وكذالك أعظم واصغر تيار زنير باستخدام التقريب المثالي



$$IS = \frac{Vin-Vout}{Rs} = \frac{Vin}{Rs} = \frac{25-12}{180} = 72mA$$

$$IL(\max) = \frac{Vout}{RL\ (min)} = \frac{VZ}{RL(min)} = \frac{12}{200} = 60mA$$

$$IL(\min) = \frac{Vout}{RL\ (mix)} = \frac{VZ}{RL(max)} = \frac{10}{\infty} = 0$$

Is = IZ+IL

IZ= IS- IL

IZ(max) = IS – IL (min) = 72-0=72mA

IZ(min) = IS – IL (max) = 72-60=12mA

الاسبوع العاشر +الحادي عشر

المحاضرة : العاشرة + الحادية عشرة

مدة المحاضرة: ٤ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**
٣. **التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.**

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**

مفردات المحاضرة :-

الترانزستور ثنائي القطبية-تركيبية-رمزه-خواصه-مناطقه- تعريف (Bdc) – تعريف (Cdc) – العلاقة بينهما-تعريف المناطق المهمة على منحنيات الخواص.دوائر انحياز الترانزستور- انحياز القاعدة- انحياز الباعث- انحياز الجامع.- التقريب في الترانزستور والدائرة المكافئة .

الترانزستور

اصل كلمة ترانزستور مشتقة من الكلمتين Transfer - Resistorيمعنى المقاومةالمتنقلة. يعتبر الترانزستور من اهم العناصر في الداوئر الالكترونية. تم انتاجه في عام ١٩٥١حيث فتح المجال الى جميع انواع الاختراعات ذات الصلة مثل تصنيع الداوئر المتكاملة التي طورت الى المعالج الدقيق.

العوامل التي ساعدت على انتشارة بشكل كبير

(صغر الحجم ، سهولة التصنيع ، قلة التكاليف وكذلك الاستهلاك القليل للطاقة)

ويوجد نوعين رئيسيان من الترانزستورات وهما الترانزستور ثنائي القطبية وترانزستور تأثير المجال.

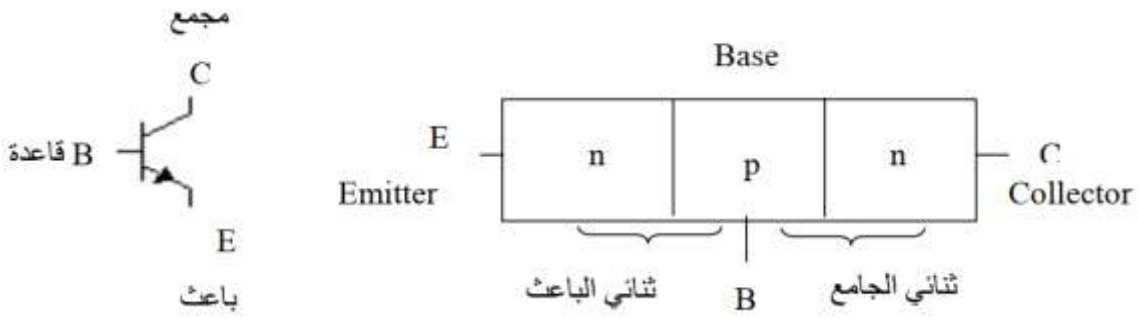
.

الترانزستور ثنائي القطبية Bipolar Transistor

يمكن تطعيم بلورة pn للحصول على بلورة نوع pnp وبلورة npn وتدعى هذه البلورة ترانزستورثنائي الوصلة .

يُعرف الترانزستور ثنائي القطبية على انه عنصر الكتروني ثلاثي الطبقة ثنائي القطبية اي تشترك الالكترونات و الفجوات في ميكانيكية عمله لانتاج التيارات المختلفة فيه.

تركيب الترانزستور ورمزه :-



ترانزستور نوع npn

الباعث Emitter : وهو غزير التطعيم وواجبه بعث أو حقن الالكترونات إلى القاعدة .

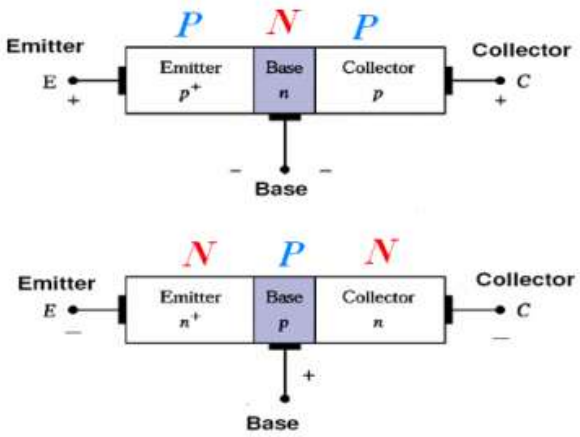
القاعدة Base : وهي خفيفة التطعيم ورقيقة وتقوم بتمرير معظم الالكترونات المحقونة الى الجامع .

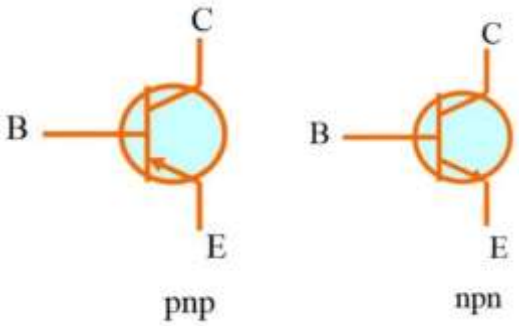
الجامع collector : وهو متوسط التطعيم وواجبه جمع الالكترونات من القاعدة ،والجامع هو الأكبر من المناطق الثلاثة وهو يبدد حرارة أكثر مما يبدد القاعد ة والباعث .

انواع الترانستور ثنائى القطبية (BJT)

ترانزستور نوع pnp

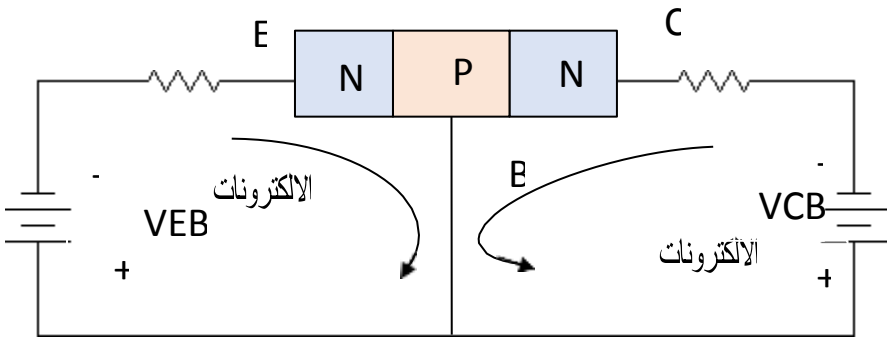
ترانزستور نوع npn



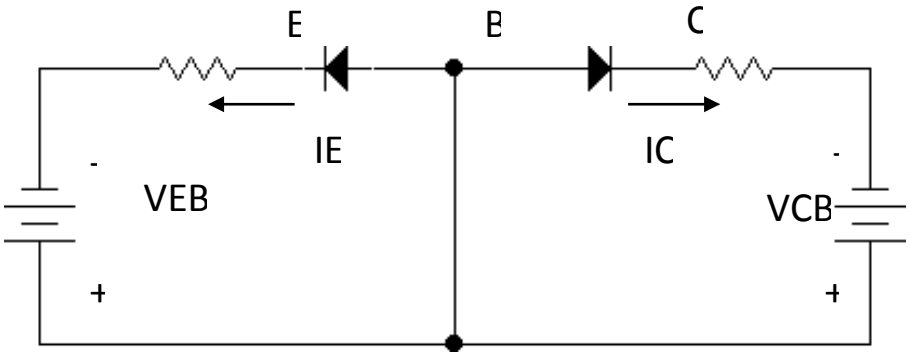


التركيب البلوري للترانستور **رمز الترانزستور**

1- الانحياز أمامي – أمامي FF – Baise



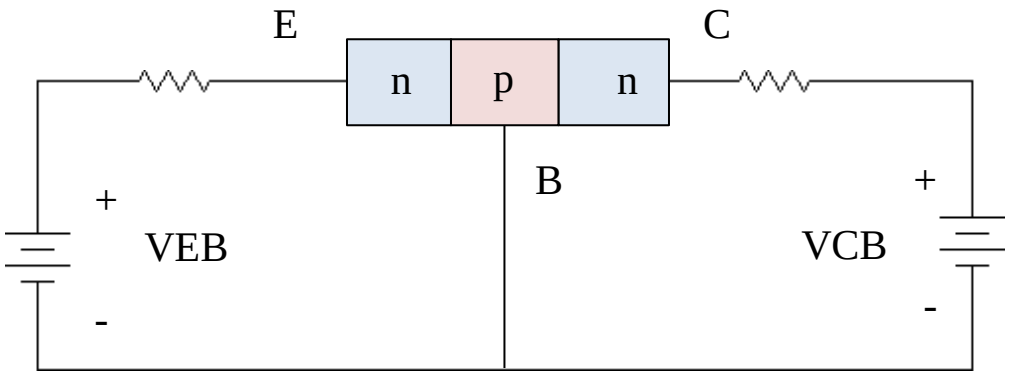
الشكل(a)) يمثل طريقة ربط الانحياز F-F



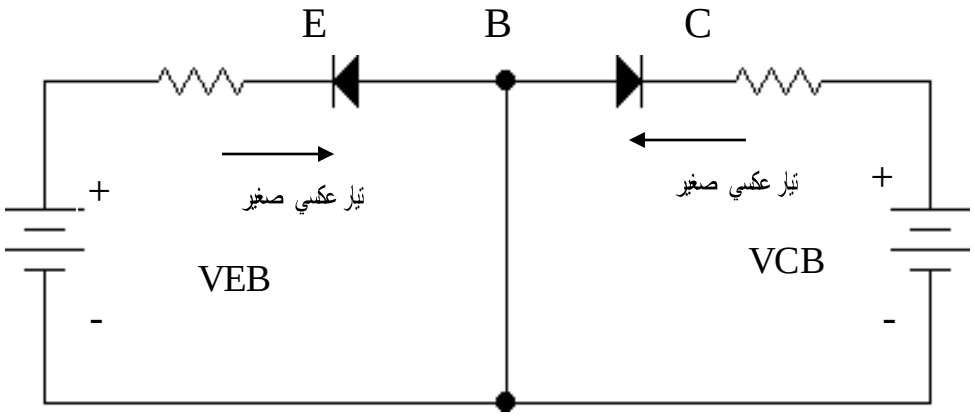
شكل b

والشكل (b) يمثل الدائرة المكافئة وسوف يمر التيار IC,IE تيار أمامي اعتياد

2- انحياز عكسي - عكسي R.R Baise



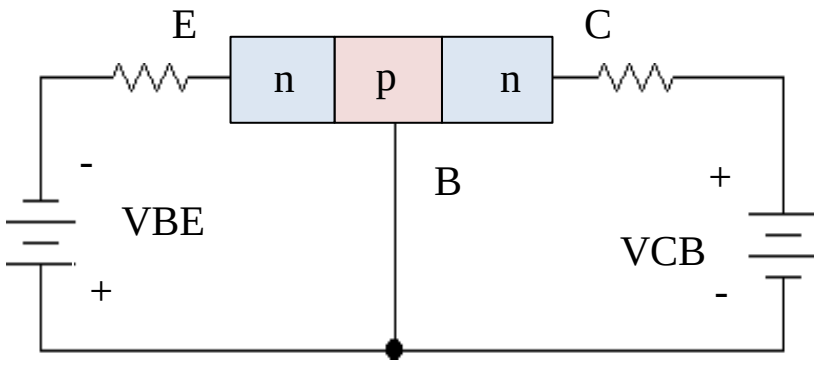
شكل a



شكل b

الدائرة)a(تمثل انحياز R.R والدائرة (b) تمثل الدائرة المكافئة ، وتكون تيارات صغيرة عكسية فقط .

3- انحياز أمامي – عكسي F.R



عمل الدائرة :-

ان تيار ثابت من الالكترونات تغادر الطرف السالب للمصدر وتدخل منطقة الباعث يودي الانحياز الامامي)VBE=0.7v(الى ارغام الالكترونات اي الكترونات الباعث على دخول منطقة القاعدة قسم من الالكترونات يتم التحامه مع فجوات القاعدة والسريان عبر سلك القاعدة وتكون قليلة لكون الفجوات قليلة ولكون القاعدة رقيقة وخفيفة التطعيم تعطي زمن بقاء كافي لمعظم الالكترونات للانتشار في طبقة استنزاف الجامع وبعد ذلك يقوم مجال طبقة الاستنزاف بدفع تيار ثابت من الالكترونات الى منطقة الجامع تغادر الالكترونات الجامع داخلة الى سلك توصيل الجامع الخارجي ثم الى الطرف الموجب من مصدر فولتية الجامع.

اكثر من 95% من الالكترونات الباعث المحقونة تعبر الى الجامع . واقل 5% تسقط في فجوات القاعدة.

فا $(\alpha_{d.c})$ d.c

وهي نسبة تيار الجامع الى الباعث اي

$$\alpha_{d.c} = \frac{IC}{IE}$$

IC تيار الجامع

IE تيار الباعث

وبما ان معظم الالكترونات المحقونة تصل الى الجامع لذا يكون كتقريب أساسي في الترانزستور

$$IC \approx IE$$

$$\alpha_{d.c} \approx 1$$

بيتا d.c $(\beta_{d.c})$

وهي نسبة تيار الجامع إلى القاعدة اي

$$\beta_{d.c} = \frac{IC}{IB}$$

IB تيار القاعدة

وبما ان اقل من 5% من الالكترونات المحقونة من الباعث تلتحم مع فجوات القاعدة لذا تكون $\beta_{d.c}$ اكبر من 20 وتتراوح عادة من 50 الى 200

العلاقة بين α_{dc} و β_{dc}

IE=IC+IB

$\frac{IC}{IB}=1+\frac{IC}{IB}$ ---------- بالقسمة على IC

$\frac{1}{\alpha d.c}=1+\frac{1}{\beta d.c}$ ---------- (1)

$\frac{1}{\alpha d.c}=\frac{\beta d.c+1}{\beta d.c}$

$\alpha_{d.c}=\frac{\beta d.c}{\beta d.c+1}$ ----------$\beta_{d.c}$ بدلالة $\alpha_{d.c}$

بالعودة إلى المعادلة رقم (1)

$\frac{1}{\alpha d.c}=1+\frac{1}{\beta d.c}$

$\frac{1}{\beta d.c}=\frac{1}{\alpha d.c}-1$

$\frac{1}{\beta d.c}=\frac{1-\alpha d.c}{\alpha d.c}$

$\beta_{d.c}=\frac{\alpha d.c}{1-\alpha d.c}$ - -------- $\alpha_{d.c}$ بدلالة $\beta_{d.c}$

مثال:- افرض تيار القاعدة IB=1mA وتيار الباعث IE=200mA جد $\beta d.c$

IE=IC+IB

IC=IE-IB

=200-1

=199mA

$\beta_{d.c}=\frac{IC}{IB}=\frac{199mA}{1mA}=199$

مثال:- لترانزستور $\beta_{d.c}$=400, IE =50 mA جد IB

$\alpha_{d.c}=\frac{\beta d.c}{\beta d.c+1}=\frac{400}{400+1}=0,997$

α d.c=$\frac{IC}{IE}$

IC=αd.c*IE

=0.997*50mA

=49.85mA

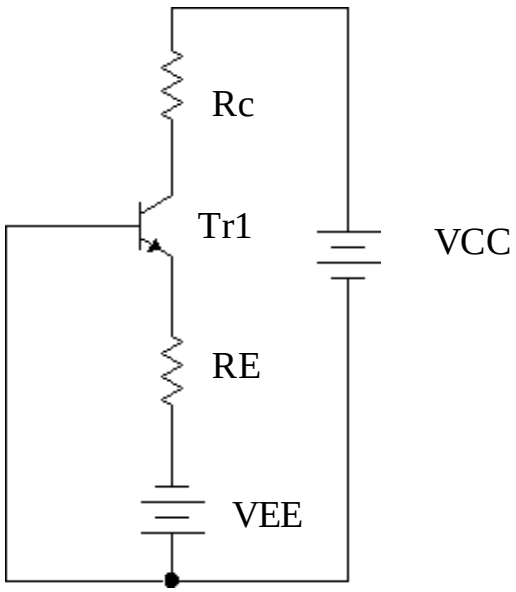
IE=IC+IB

IB=IE-IC

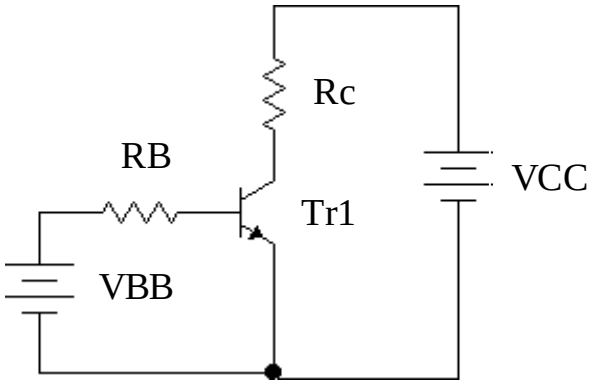
50mA-49.85=0.15mA

طرق ربط الترانزستور

1- ربط القاعدة المشترك C.B

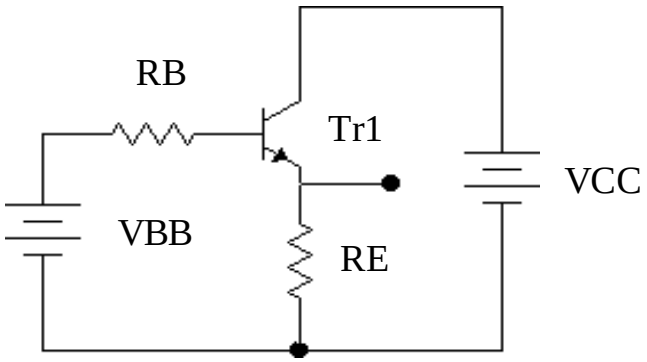


2- ربط الباعث المشترك C.E

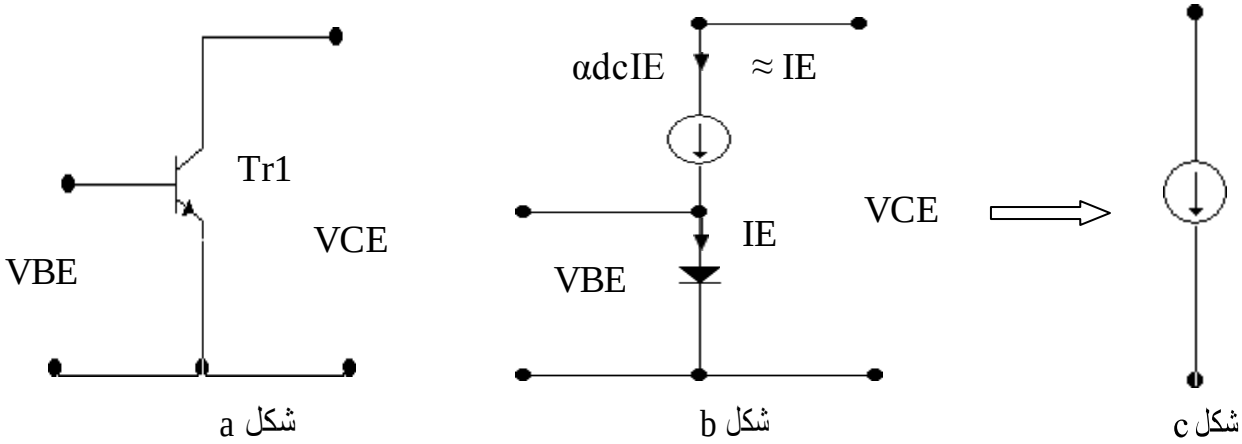


عند ربط الباعث المشترك لاتتغير طريقة عمل الترانزستور.وهذا يعني ان الباعث مكتنظ بالالكترونات.وعندما تكون Ge=0.3v, (Si=0.7v) = VBE يبعث الالكترونات الى القاعدة ومن ثم الى الجامع.

3- ربط الجامع المشترك C.C



الدائرة المكافئة للترانزستور



شكل a شكل b شكل c

من اجل بلورة عمل الترانزستور يمكن رسم دائرة مكافئة للدائرة a وهي الدائرة bوعندما تكون VBEتساوي 0.7)على فرض ان الترانزستور سليكون(او اكبر يبعث الباعث الالكترونات الى القاعدة ومن ثم الى الجامع. فان تيار في ثنائي الباعث يسيطر على تيار الجامع لهذا السبب يمكن تمثيل الجامع كمصدر تيار

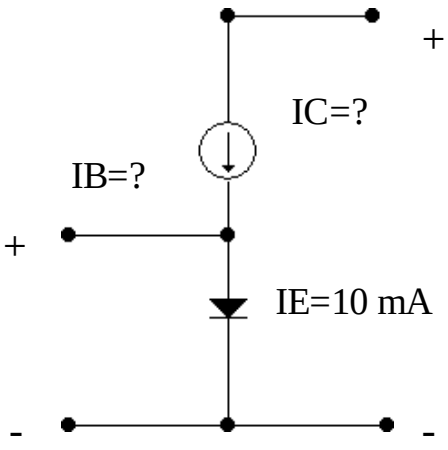
قيمته $\alpha\, d.c\, IE$ وباستخدام تقريب أساسي هو $\alpha d.c = 1$ تكون قيمة التيارات كالاتي:

$$IC=IE\ ,\ IB=\frac{IE}{\beta d.c}$$

وهذه الدائرة على فرض $VCE \prec 1$ لكي نضمن ثنائي الجامع يكون منحاز عكسيا.

مثال:-

للدائرة المكافئة التالية تيار الباعث $IE=10mA, \beta d.c=50$ اوجد قيمة التيارات ؟؟



الحل

باستخدام التقريب الاساسي $\alpha\, d.c = 1$

$$IC=IE=10mA$$

$$IB=\frac{IE}{\beta d.c}=\frac{IC}{\beta d.c}=0.2mA$$

الاسبوع الثاني عشر +الثالث عشر
المحاضرة : الثانية عشر +الثالثة عشر

مدة المحاضرة:4 ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

1. **أنشطة تفاعلية صفية**
2. **أسئلة عصف ذهني**
3. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
4. **واجب بيتي**
5. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

1. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
2. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**
3. **التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.**

مدة المحاضرة:2 ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

1. **أنشطة تفاعلية صفية**
2. **أسئلة عصف ذهني**
3. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
4. **واجب بيتي**
5. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

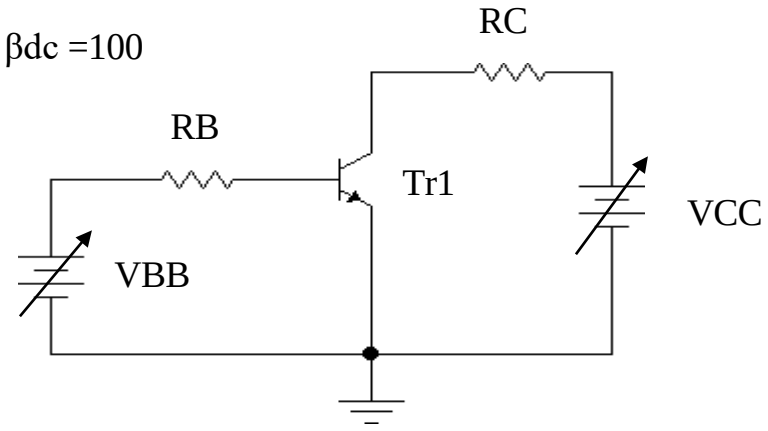
1. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
2. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**

مفردات المحاضرة :- منحنيات خواص الترانزستور –مناطق العمل-تعريف -Iceo, Icbo منحني كسب التيار- العلاقة بين Icbo, Ic.

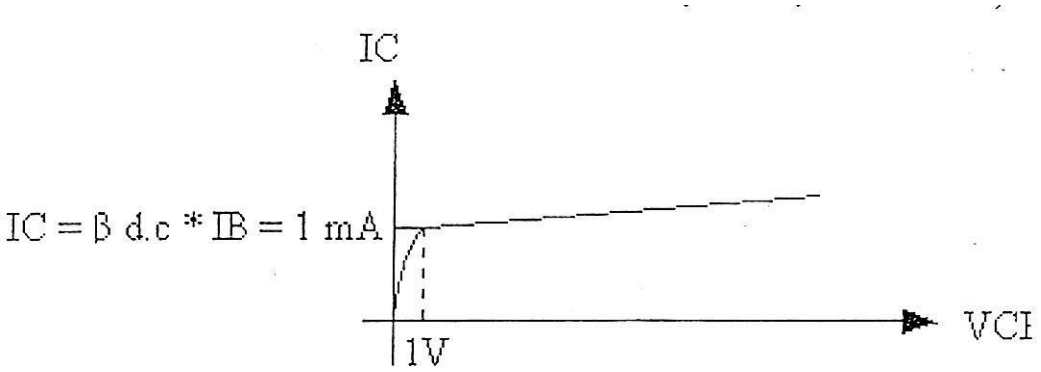
دوائر انحياز الترانزستور-انحياز القاعدة-انحياز الباعث.

منحنيات الترانزستور

منحنيات الجامع



عند تثبيت IB عند قيمة معينة (IB = 10 µA) وذلك بتغيير VBB وبعدها بتغيير VCC وبقياس VCE نحصل على IC , المنحني ادناه

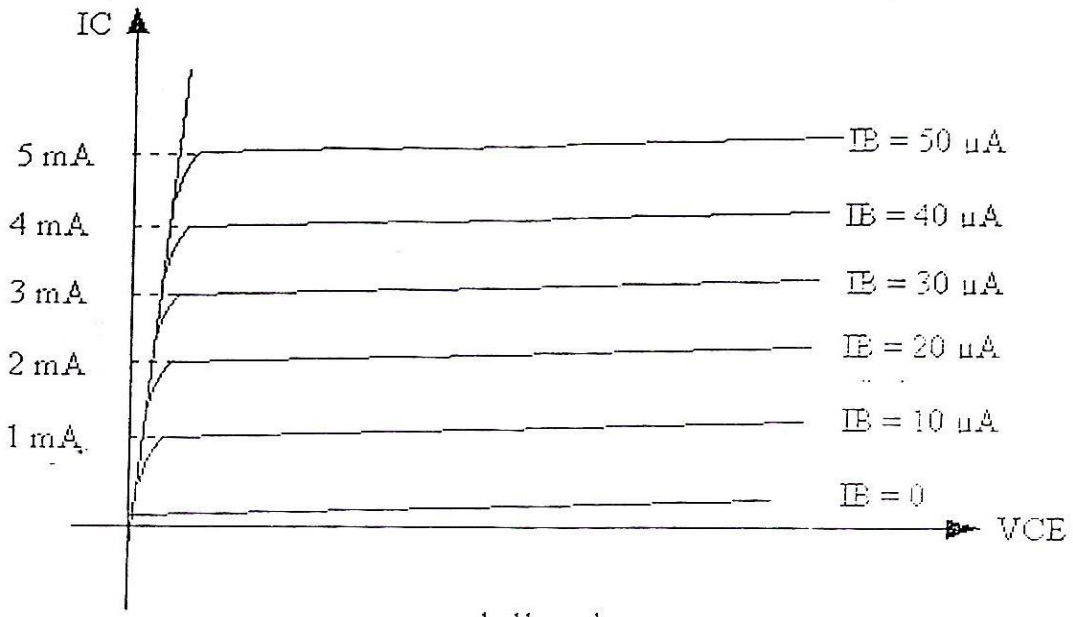


وهذا يعتبر عمل الترانزستور فعند فولطية اقل من 0.7 لا يكون الثنائي منحاز عكسيا ويكون التيار IC قليل , وعند فولتية اكبر من 0.7v يكون الثنائي منحاز عكسيا , ويجمع جميع الالكترونات عندما يكون

$$IC = \beta\ d.c * IB = 1mA$$

ويبقى IC ثابت تقريبا مع تغيير VCE مع زيادة بسيطة لزيادة الانحياز العكسي وزيادة منطقة الاستنزاف للجامع .

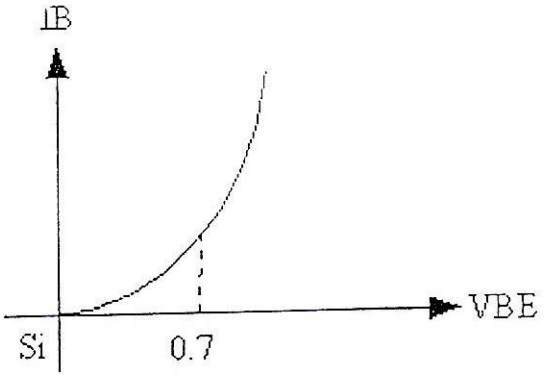
ويتغير IB لعدة قيم نحصل منحنيات الجامع الاتي



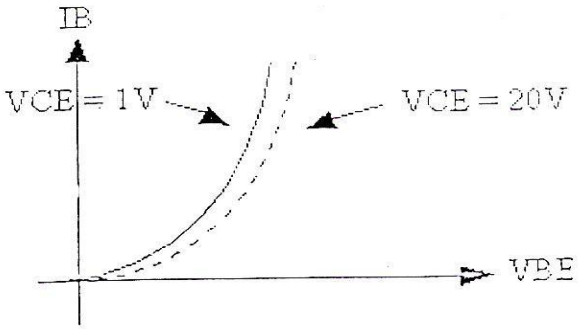
منحنيات الجامع

منحني القاعدة

منحني القاعدة هو منحني اعتيادي لثنائي الباعث

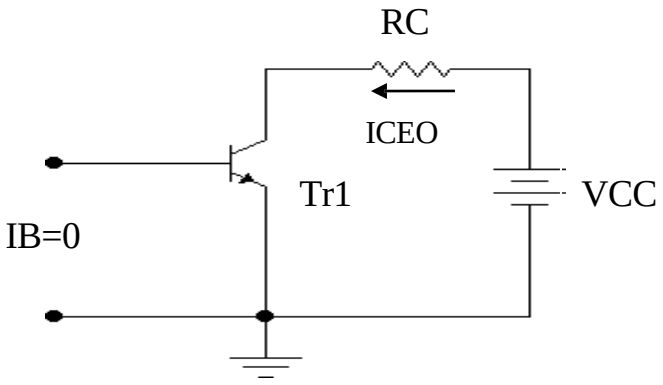


ويمكن الاشارة عند زيادة VCE سوف يزداد الانحياز العكسي وتزداد طبقة الاستنزاف (استنزاف الجامع) ويزداد اعتقال او جمع الالكترونات لذا يقل IB بصورة قليلة ويكون المنحني كالاتي



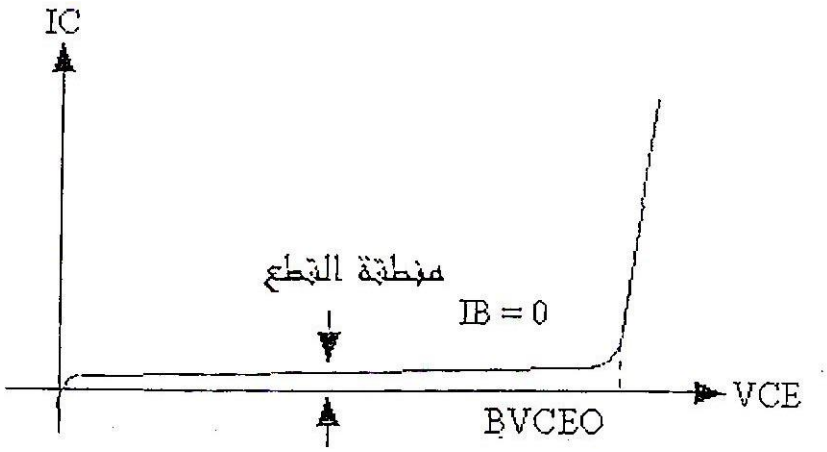
تيار القطع وفولتية الانكسار

ان اخفض منحني من منحنيات الجامع عندما يكون IB=0 اي القاعدة مفتوحة وتكون الدائرة كالاتي :



ويسمى تيار الجامع عندما يكون طرف القاعدة مفتوح ICEO (حيث الحرف O يرمز الى القاعدة المفتوحة Open Bais) وهو التيار العكسي وهو مجموع تيار الحاملات الاقلية المنتجة حراريا مضاف اليه تيار التسرب السطحي .

وبزيادة فولتية VCE الى فولطية الانكسار BVVCEO حيث بزيادة التيار العكسي بصورة كبيرة كما مبين بالشكل

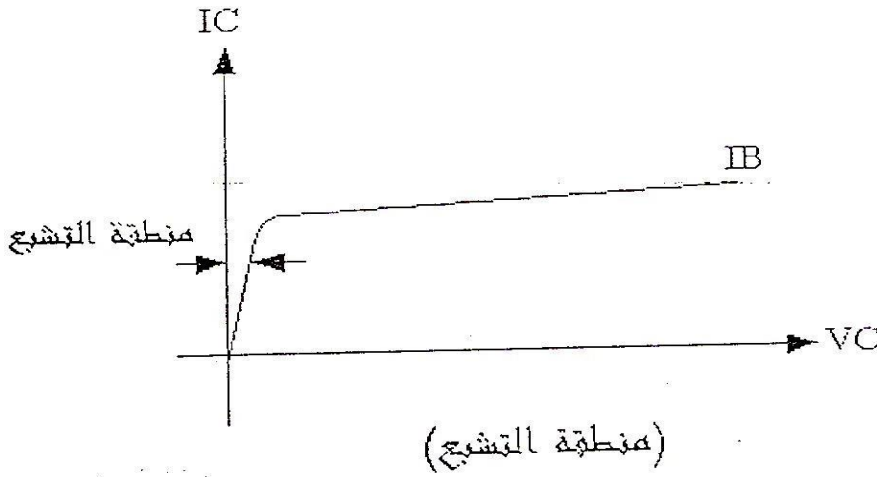


ولكي يعمل الترانزستور بصورة طبيعية يجب ان تبقى VCE اقل من BVCEO وتسمى المنطقة الواقعة تحت المنحني IB = 0 بمنطقة القطع

فولتية التشبع او فولتية تشبع الجامع

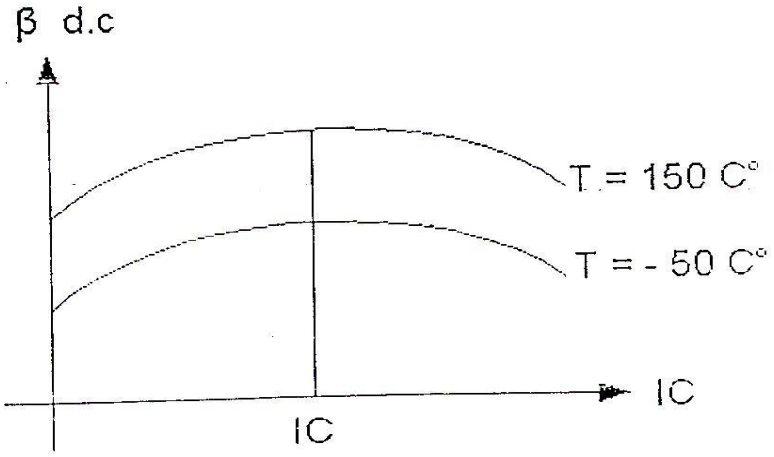
لاجل لان يعمل الترانزستور بصورة اعتيادية يجب ان يكون ثنائي الجامع في حالة انحياز عكسي ويتطلب هذهVCE اكبر او في حدود الواحد فولت ، لذا تسمى المنطقة التي تقع تحت المفصل باسم منطقة التشبع ،

وفولتية VCE بفولطية تشبع الجامع VCE_{sat} وتعطى عادة VCE_{sat} من استمارة المعلومات وتساوي $VCE_{sat} = 0.2V$ نموذجيا



منحني كسب التيار

تعتبر قيمة β d.c لترانزستور ما كمية مهمة جدا وهي مهمة لاستقرار نقطة العمل للترانزستور والمنحنيات ادناه

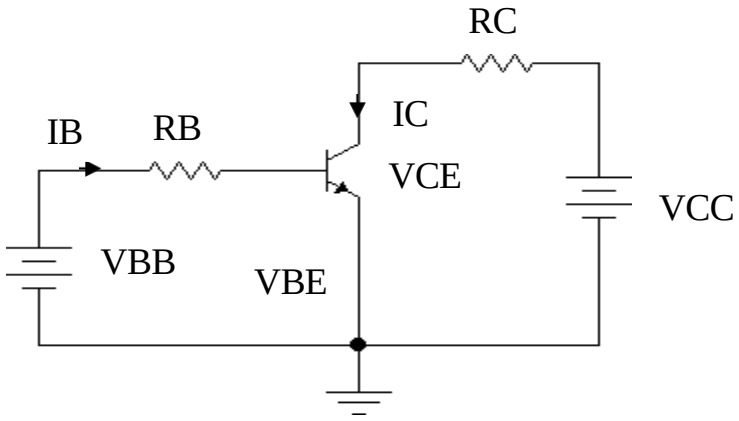


تمثل منحنيات كسب التيار فعند ثبوت درجة الحرارة تزداد قيمة β d.c الى قيمة عظمى عند زيادة تيار الجامع وباستمرار زيادة تيار الجامع تقل β d.c وتكون النسبة تقريبا 2:1

وان زيادة درجة الحرارة عند تيار جامع معين تعمل على زيادة β d.c وعلى مدى كبير من درجات الحرارة (To 50ċ 150ċ) تصل التغيرات في β d.c الى النسبة 3:1

دوائر انحياز الترانزستور

انحياز القاعدة



في دائرة انحياز القاعدة حيث يحيز مصدر الفولطية VBB ثنائي الباعث خلال المقاومة RB حيث $IB = \frac{VBB-VBE}{RB}$

حيث VBE تساوي (Ge = 0.3V , Si = 0.7V)

خط الحمل المستمر

في دائرة الجامع يعمل المصدر VCC على تحيز ثنائي الجامع عكسيا

VCE = VCC – IC RC وبالقسمة على RC

$$IC = -\frac{VCC}{RC} + \frac{VCC}{RC} \quad \text{.....(1)}$$

حيث VCC . RC ثابت IC, VCEمتغير

نستطيع ان نتصور المعادلة رقم (1) كمعادلة خطية

$$Y = mx + b$$

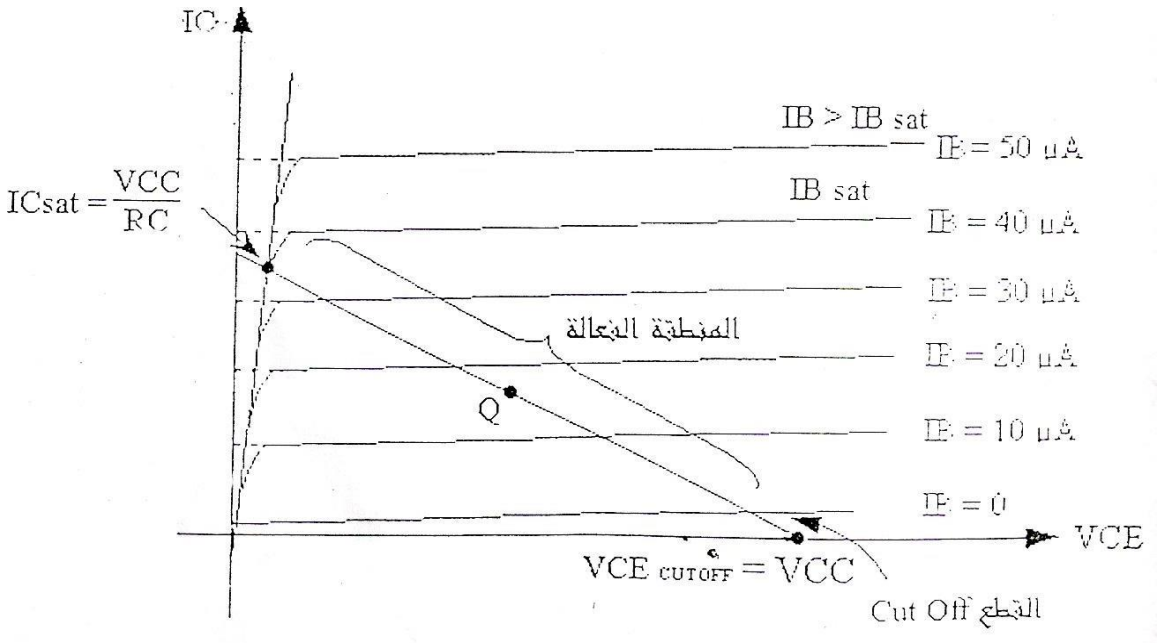
$$Y = IC$$

$$x = VCE$$

$$b = \frac{VCC}{RC}$$

$$m = -\frac{1}{RC}$$ ميل المعادله

وعند ميل هذا الخط على منحنيات الجامع نحصل على خط الحمل المستمر والذي يمثل نقاط عمل الترانزستور



تعرف نقطة تقاطع خط الحمل بالمنحني IB=0 بالقطع Cut Off حيث تيار الجامع تيار صغير جدا

(ICEO) وهو تيار العكسي ويساوي تقريبا صفر وعند التعويض بالمعادلة رقم (1) IC=0 نحصل

$$VCE = VCC$$

وتسمى VCE في هذه النقطة VCE Cut Off

وتعرف نقطة تقاطع خط الحمل والمنحني IB Sat بالتشبع Saturation وهذا يعني مثاليا دائرة قصر بين طرفي الجامع والباعث اي VCE = 0 وبالتعويض بالمعادلة رقم (1) نحصل على قيمة IC Sat

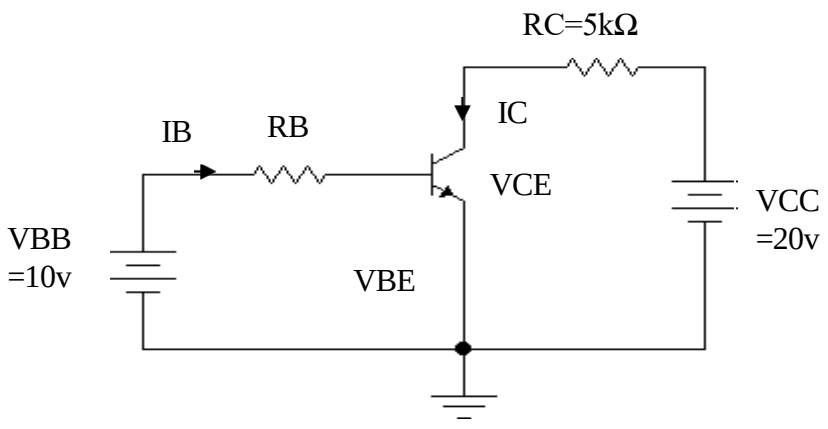
$$\text{IC Sat} = \frac{VCC}{\text{RC}}$$

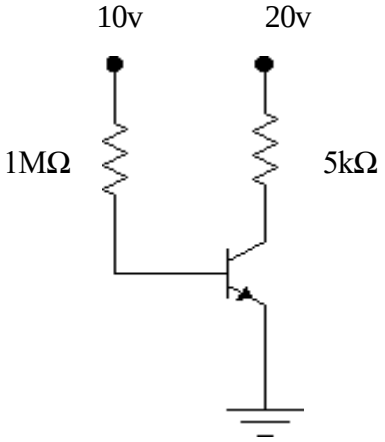
واقل تيار قاعدة يحدث التشبع هو

$$\text{IB Sat} = \frac{IC\ Sat}{\beta\ \text{d .c}}$$

تعرف جميع نقاط العمل الواقعة بين القطع والتشبع بالمنطقة الفعالة للترانزستور حيث ثنائي الباعث منحاز أمامي وثنائي الجامع منحاز عكسيا ، وتسمى نقاط تقاطع تيار القاعدة مع خط الحمل Q point نقطة العمل او النقطة الهامدة آو نقطة السكون .

مثال 1: لترانزستور سليكون في الشكل أدناه $\beta_{d.c}$ = 100 ما مقدار الفولتية بين الجامع والباعث VCE مع رسم خط الحمل وإيجاد نقطة العمل Q point





الحل :-

VCE =VCC –IC RC

IC = IB * β dc

$IB = \frac{VBB-VBE}{RB} = \frac{10-0.7}{1*10^6}$

=9.3μΩ

IC = 100* 9.3 *10 ^{6}

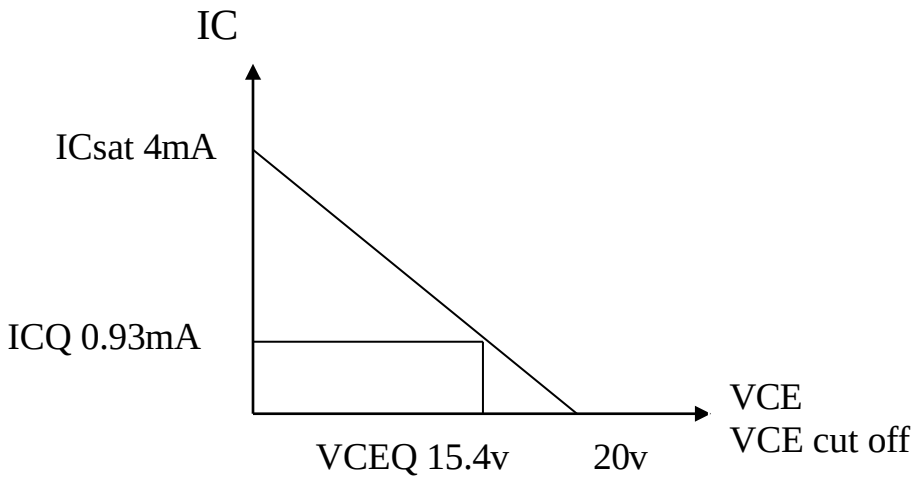
=0.93mA

VCE = 20- 0.93 *10 $^{-3}$ * 5* 10 ^{3}

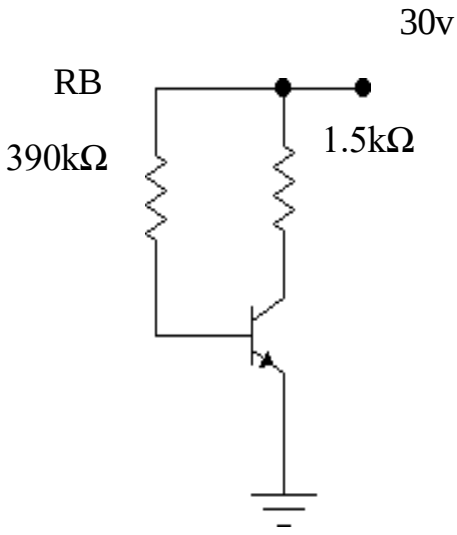
=15.4V

IC Sat = $\frac{VCC}{\text{RC}}$ = 4mA

VCE Cut off = VCC



مثال2: لترانزستور $\beta_{d.c} = 80$ **ارسم خط الحمل واين تقع نقطة العمل Q اذا كانت RB= 390KΩ**



$$IC\ Sat = \frac{VCC}{RC} = \frac{30v}{1.5k\Omega} = 20mA$$

VCE Cut off = VCC =30v

$$IB = \frac{VBB-VBE}{RB} = \frac{30-0.7}{3901*10^3}$$

=75.1μΩ

*IC = IB * β dc*

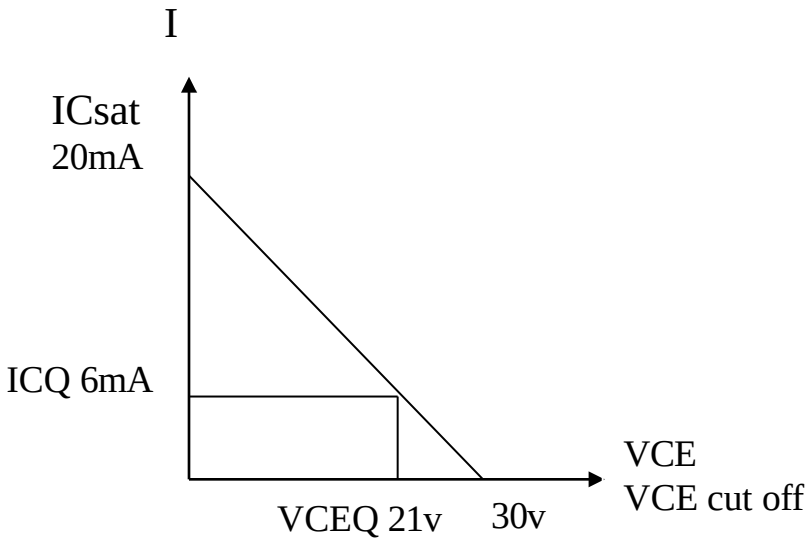
*IC = 75.1 *10^{-6} *80*

=6mA

VCE =VCC –IC RC

*VCE = 30- 6 *10 $^{-3}$ * 1.5* 10 ^{3}*

=21V



الاسبوع الرابع عشر+الخامس عشر
المحاضرة : الرابعة عشر+الخامسة عشر

مدة المحاضرة: ٤ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**
٣. **التغذية الراجعة النهائية (التقويم الختامي)، ويقصد به حل الأسئلة المعطاة كنشاط صفي في نهاية المحاضرة.**

مدة المحاضرة: ٢ ساعة.

الأنشطة المستخدمة:

١. **أنشطة تفاعلية صفية**
٢. **أسئلة عصف ذهني**
٣. **أنشطة جماعية (إذا تطلب الامر)**
٤. **واجب بيتي**
٥. **واجب الكتروني (ويفضل انشاء صفوف الكترونية Classrooms لدمج التعليم الحضوري بالتعليم الالكتروني حسب التوجهات الحديثة للتعليم والتعلم)**

أساليب التقويم:

١. **التغذية الراجعة الفورية من قبل التدريسي (التقويم البنائي).**
٢. **اشراك الطلبة بالتقويم الذاتي (تصحيح اخطائهم بأنفسهم).**

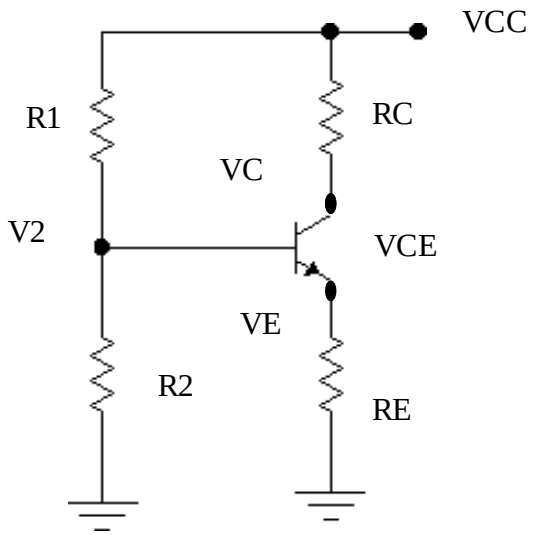
مفردات المحاضرة :-

انحياز الجامع-الانحياز الذاتي-انحياز التغذية الخلفية –انحياز مقسم الجهد—أمثلة تطبيقية .

انحياز مقسم الفولتية

Voltage Divider Bais

الدائرة التالية تمثل انحياز مقسم الفولتية وهو الاوسع انتشارا في الدوائر الخطية ، الفولتية V2 على المقاومة R2 وهي التي تجعل ثنائي الباعث منحاز اماما ويعمل المجهز VCC على جعل ثنائي الجامع منحاز عكسيا . ولكون تيار القاعدة قليل بالمقارنة بتيار R1,R2 لذلك يمكن إهماله وبذلك تكون الفولتية على R2 تساوي



الفولتية بين الباعث والارضي $V2 \approx \frac{R2}{R1+R2} * VCC$

تيار الباعث $VE=V2 - VBE$

الفولتية بين الجامع والارضي $IE = \frac{V2-VBE}{RE} = \frac{VE}{RE} =$

الفولتية بين الباعث والارضي $VC=VCC - IC * RC$

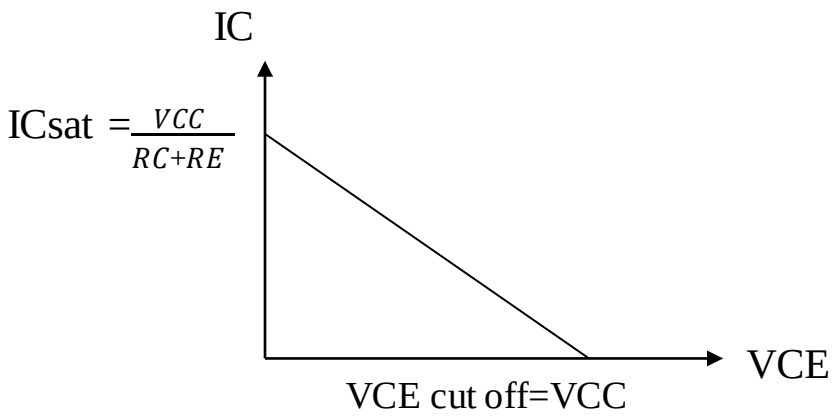
$VE= IE * RE$

VCE = VC –VE = VCC – IC*RC – IE * RE

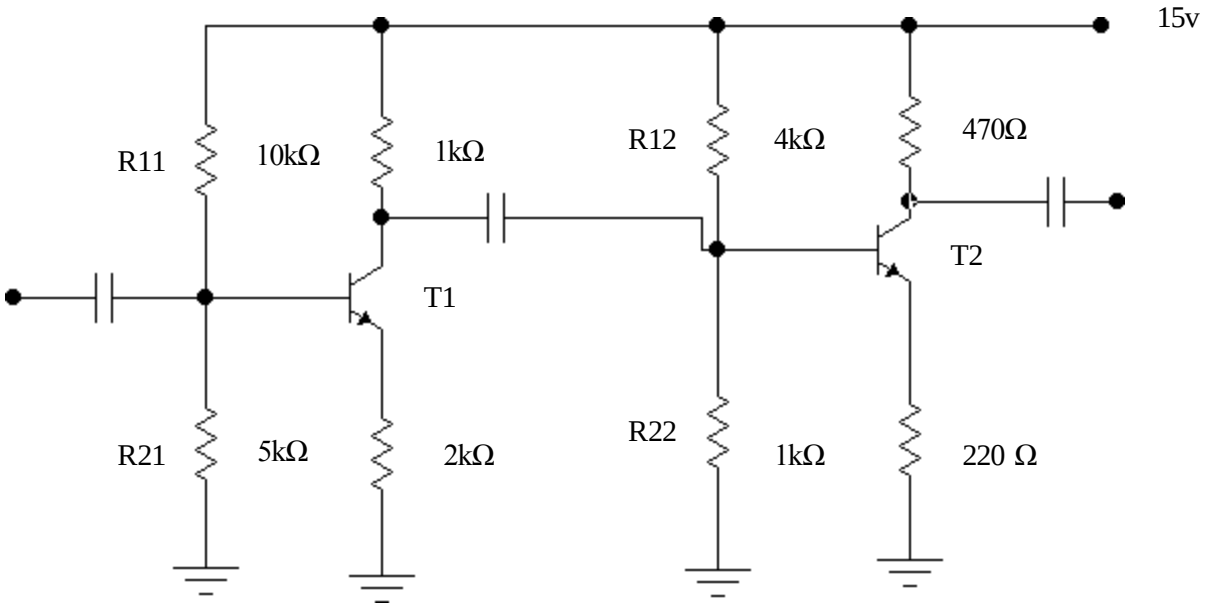
VCE≈ VCC – IC(RC +RE) (IC≈IE)

$$IC\ Sat = \frac{VCC}{RC + RE}$$

VCE cutoff = VCC



مثال : ارسم خط الحمل لكل مرحلة من الدائرة التالية مع تحديد نقطة العمل ترانزستور لكل Q Point



ملاحظة : تكون المتسعات بالنسبة للتيار المستمر دائرة مفتوحة لذا تكون كل مرحلة معزولة عن مرحلة .

بالنسبة لـ T1

$$IC\ Sat\ = \frac{VCC}{RC + RE}$$

$$IC\ Sat\ = \frac{15}{3 * 10^3} = 5mA$$

VCE cutoff = VCC = 15v

$$V2T1\ = \frac{R21}{R11 + R21} * VCC$$

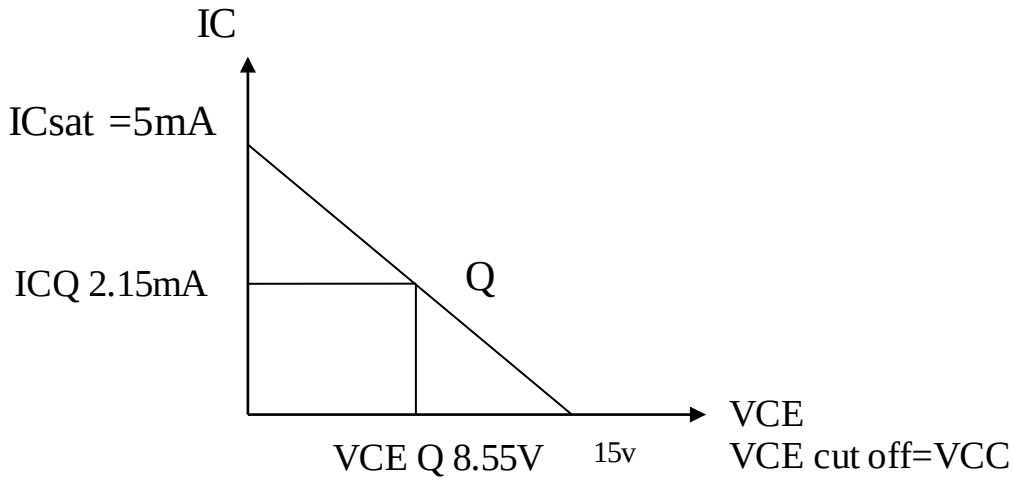
$$V2T1 = \frac{5*10^3}{15*10^3} * 15 = 5V$$

$$IE\ = \frac{V2T1 - VBE}{RE} = \frac{4.3}{2 * 10^3} = 2.15mA$$

IC ≈ IE =2.15mA

VCE= VCC – IC(RC +RE)

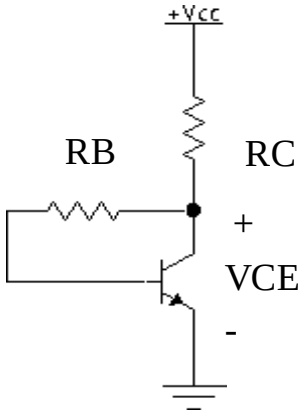
= 15 – 2.15 *10 $^{-3}$ * 3 * 10 ^{3}= 8.55V



الانحياز بالتغذية الخلفية للجامع

يكون ربط المقاومة RB الى الجامع ويكون الانحياز الأمامي لثنائي الباعث بتاثير فولتية الجامع VCE عن طريق المقاومة RB وهذا يؤدي الى تقليص تاثير β d.c على نقطة العمل Q والسبب

نفرض ارتفاع في درجة الحرارة يؤدي الى زيادة في β d.c ثم الى زيادة في تيار الجامع وهذا يعني زيادة في هبوط الفولتية على RC وبالتالي هبوط في فولتية الجامع VCE ولهذا يقل تيار القاعدة ويقل بدوره تيار الجامع لذا لا يزيد تيار الجامع بنفس تاثير زيادة β d.c .



لإيجاد تيار الجامع وفولتية الجامع نستخدم قانون كرشوف للفولتية

$$VCC-VCE-(IC+IB)*RC=0$$

$$VCE=VCC-IE*RC$$

$$VCE\approx VCC-IC*RC \qquad (IC\approx IE)$$

وباستخدام قانون كرشوف للفولتية لدائرة القاعدة

$$VCE-IB*RB-VBE=0$$

$$VCE=IB*RB+VBE$$

$$VCE=\frac{IC}{\beta dc}*RB+VBE$$

$$\frac{IC*RB}{\beta dc}+VBE=VCC-IC*RC$$

$$IC=\frac{VCC-VBE}{RC+\frac{RB}{\beta dc}}$$

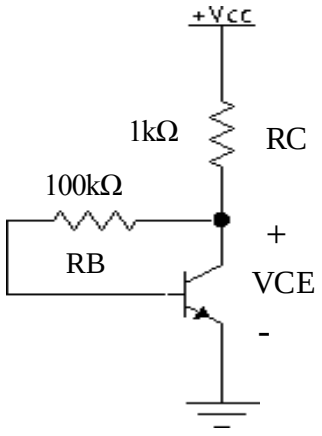
ومن المعادلة نجد

VCE= VCC- IC * RC

$$IC\ sat = \frac{VCC}{RC}$$

VCE cut off = VCC

مثال : للدائرة التالية ترانزستور نقطة العمل سيلكون $\beta_{d.c} = 200$ ارسم خط الحمل المستمر واين تقع Q ؟؟



الحل-:

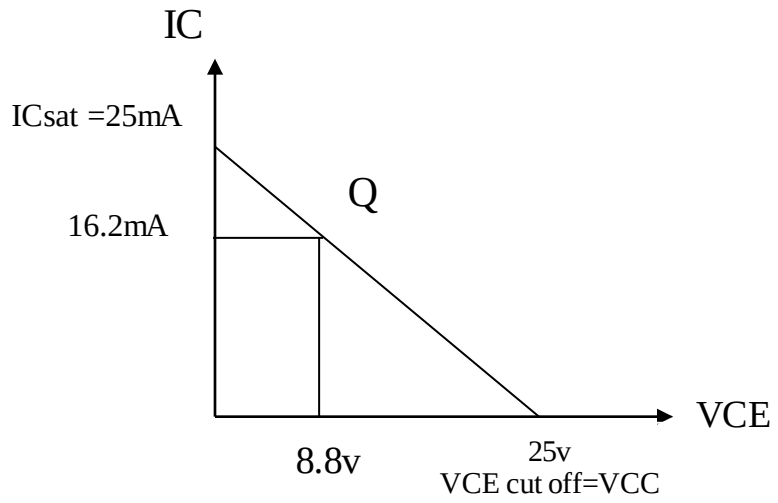
VCE= VCC- IC * RC

$$IC\ sat = \frac{VCC}{RC} = \frac{25}{1*10^3} = 25mA$$

VCE cut off = VCC =25v

$$IC = \frac{VCC - VBE}{RC + \frac{RB}{\beta dc}} = \frac{25 - 0.7}{1 * 10^3 + \frac{100 * 10^3}{200}} = 16.2\ mA$$

$$VCE = 25 - 16.2 * 10^{-3} * 1 * 10^3 = 8.8v$$



مثال : للمثال السابق ، ما قيمة RB لكي تكون نقطة العمل Q نقطة وسطية (اهمل تاثير VBE) ؟؟

عندما تكون Q نقطة وسطية يعني

$$IC\ Q = \frac{ICQ}{2} = \frac{VCC}{2R} = 12.5\ mA$$

$$IC = \frac{VCC - VBE}{RC + \frac{RB}{\beta dc}}$$ بعد اهمال VBE

$$12.5 * 10^3 = \frac{25}{1000 + \frac{RB}{200}}$$

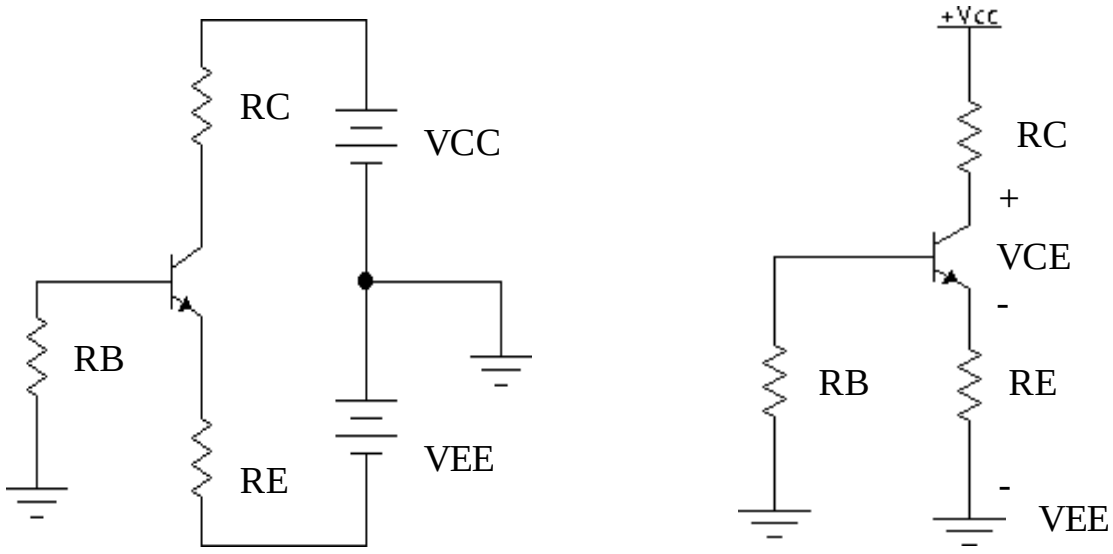
$$RB = 200k\Omega = RC * \beta dc$$

نستنتج عندما $RB = RC * \beta dc$

Q تكون نقطة وسطية وعندما تعوض هذه القيمة في معادلة تيار الجامع

$$IC = \frac{VCC}{RC + \frac{RB}{\beta dc}} = \frac{VCC}{2RC}$$

انحياز الباعث Emitter bais



نحتاج في هذا الانحياز الى مجهز قدرة مجزء فولتية اي فولتية موجبة VCC وفولتية سالبة VEE ثنائي الباعث ينحاز اماميا بواسطة مجهز الفولتية VEE خلال المقاومة RE وثنائي الجامع ينحاز عكسيا بواسطة مجهز الفولتية VCC ان الفولتية بين الباعث والارضي قليلة جدا (اقل من 1V) لذا نستطيع ان نعامل نقطة VE تقريبا ارضي

$$VEE - IE * RE = 0$$

$$IE \approx IC = \frac{VEE}{RE}$$

وباستخدام قانون كيرشوف للفولتية لدائرة الجامع الباعث

$$VEE - IE * RE - VCE - IC * RC + VCC = 0 \text{ ---------- (1)}$$

$$VEE - IE * RE = 0$$

$$VCE \approx VCC - IC * RC$$

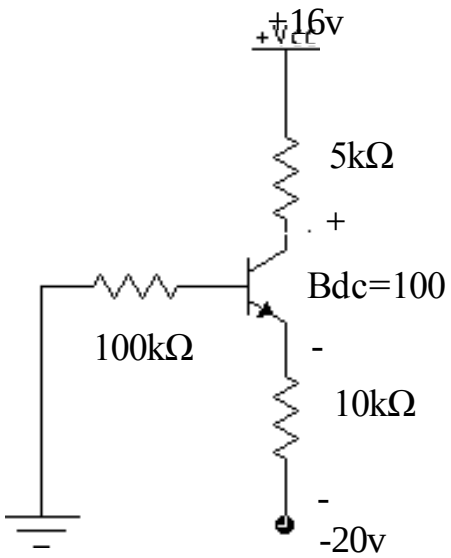
وبالعودة الى المعادلة رقم (1) وعند التعويض $IE \approx IC$

$$IC = \frac{(VCC+VEE)-VCE}{RE+RC}$$

$$IC = \frac{VCC+VEE}{RE+RC}$$

VCE cut off =VCC + VEE

مثال : احسب IC_{sat} , VCE_Q , IC_Q للدائرة التالية



$$ICQ \approx IE = \frac{VEE}{RE} = \frac{20}{10*10^3} = 2mA$$

VCE = VCC – IC * RC

$= 16 – 2 * 10^{-3} * 5 * 10^{3} = 6V$

$$ICsat = \frac{VCC+VEE}{RE+RC}$$

$$ICsat = \frac{16 + 20}{5 * 10^3 + 10 * 10^3} = 2.4\ mA$$