وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
المعهد التقني الدور

الحقيبة التعليمية

القسم العلمي: التقنيات الالكترونية	
اسم المقرر: الالكترونيك	
المرحلة / المستوى: الأول	
الفصل الدراسي: الثاني	
السنة الدراسية: 2024- 2025	



معلومات عامة

اسم المقرر:	**الالكترونيك**						
القسم:	التقنيات الالكترونية						
الكلية:	المعهد التقني الدور						
المرحلة / المستوى	الاول						
الفصل الدراسي:	الاول						
عدد الساعات الاسبوعية:	نظري	2	عملي	2			
عدد الوحدات الدراسية:							
الرمز:	EOTO105						
نوع المادة	نظري		عملي		كلهما	*	
هل يتوفر نظير للمقرر في الاقسام الاخرى	-						
اسم المقرر النظير	-						
القسم	-						
رمز المقرر النظير	-						

معلومات تدريسي المادة

اسم مدرس (مدرسي) المقرر:	احمد نذير حمادي
اللقب العلمي:	**معاون رئيس مهندسين**
سنة الحصول على اللقب	2023
الشهادة :	**بكالوريوس هندسة كهربائية**
سنة الحصول على الشهادة	**2013**
عدد سنوات الخبرة (تدريس)	**17**

الوصف العام للمقرر

"يكتب في هذا الجزء وصفا عاما و ملخصا للمقرر الدراسي

تعريف الطالب مجال الالكترونيك والكهرباء عن طريق ادخال المفاهيم الاساسية العلمية التي تخص الهندسة وتسخيرها في هذا المجال والدفع بالطلبة بأتجاه البحث العلمي خارج اطار المنهج الدراسي

الاهداف العامة

حدد الأهداف الرئيسية للمقرر: ماذا يجب أن يتعلم الطلاب ويحققوا بنهاية المقرر؟ استخدم عبارات مثل "سيتعلم الطلاب" أو "سيتمكن الطلاب من". (ارجو الاطلاع على الدليل المرفق)

- سيتعلم الطلاب عن اساسيات الالكترونيك معرفة طبيعة العناصر الالكترونية
- معرفة الخصائص لطبيعة كل عنصر الكتروني من خلال المحاضرات
- معرفة طبيعة عمل العناصر الالكترونية ووظائفها في الدوائر الالكترونية

الأهداف الخاصة

- دراسة اشباه الموصلات وتفاصيل الذرة ومدارتها
- معرفة الترانزستور ثنائي القطبية (BJT- bi polar junction transistor) وطرق تحيزه واستخدامته في الدوائر الالكترونية
- معرفة الدوائر المهمة التي يدخل الترانزستور فيها
- معرفة الترانزستور ذو التأثير المجالي (FET- field effect transistor) وطرق تحيزه واستخدامته في الدوائر الالكترونية
- معرفة مكبر العمليات وانواعه

الأهداف السلوكية او نواتج التعلم

بعد الانتهاء من الدرس (المحاضرة) سيكون الطالب قادرا على ان:

- يعرف ماهو الترانزستور وماهي أهمية في الدوائر
- يعرف الترانزستور ورمزه وطرق توصيله
- يعرف خط الحمل ونقطة العمل والاطفاء للترانزستور

المتطلبات السابقة

- اذكر أي متطلبات سابقة قد يحتاجها الطالب قبل التسجيل في المقرر، مثل مواد دراسية سابقة أو مهارات معينة.

1- يجب على الطالب ان يكون ملم بالجانب النظري والعملي وله المعرفة الجيدة بالتعامل مع الأجهزة المختبرية عند ربط العناصر الالكترونية بالدائرة

الأهداف السلوكية او مخرجات التعليم الأساسية		
ت	تفصيل الهدف السلوكي او مخرج التعليم	آلية التقييم
1	معرفة الطالب بالالكترونيك	-المحاضرات الواجبات البيتية الامتحانات اليومية حلقات نقاشية
2	اكتساب الطالب القدرة على تحليل الدوائر للترانستور وإيجاد جيع حساباته وطرق توصيله واستخدامته في الدوائر الالكترونية	الاختبارات اليومية والشهرية وحل الواجبات المنزلية
3	تحقيق نتائج مقاربة بين التحليلات النظرية والعملية ليكون هنالك فهم مايحصل من خلال المحاضرات النظرية	من خلال اجراء تجارب اختبارات
4	معرفة الطالب أنواع الترانستورات منها ثنائي القطبية وذو التاثير المجالي وتركيبه ورموزها واهمية عمله في الدوائر	حل التمارين اختبارات نظرية

أساليب التدريس (حدد مجموعة متنوعة من أساليب التدريس لتناسب احتياجات الطلاب ومحتوى المقرر)

الاسلوب او الطريقة	مبررات الاختيار
1.المحاضرات النظرية والعملية من خلال الشرح	محدد وواضح ويطبق بسهولة وهو تقليدي
2. التعلم التفاعلي والمتبادل	التفاعل بين الطلبة
3. التعلم القائم على الأمثلة	اكتساب الطالب المهارات العملية وربط الجزء العملي بالجانب النظري
4. المناقشة في نهاية المحاضرة	تقيم الخلاصة والفهم للموضوع
5. توثيق المحاضرات فيديوياً	يتمكن الطالب من مراجعتها لزيادة ترسيخ الفهم لديه
6.برامج المحكاة للدوائر الالكترونية	تساعد على تحقيق نتائج عملية ويجب ان تتطابق مع التحليلات النظرية

نموذج وصف المقرر

تعليم الطالب مجال الالكترونيك والكهرباء عن طريق ادخال المفاهيم الاساسية العلمية التي تخص الهندسة وتسخيرها في هذا المجال .

1	المؤسسة التعليمية	الجامعة التقنية الشمالية/المعهد التقني الدور
2	القسم العلمي / المركز	التقنيات الالكترونية
3	اسم و رمز المقرر	الالكترونيك / EOTO105
4	اشكال الحضور المتاحة	الزامي
5	الفصل / السنة	**الفصل الثاني (15 اسبوع) / المستوى الاول**
6	عدد الساعات الدراسية (الكلي)	4 ساعة أسبوعيا - (60)ساعه بالفصل
7	تأريخ اعداد الوصف	2024/ 2/3
8	اهداف المقرر	ادخال المفاهيم الاساسية العلمية التي تخص مجال الالكترونيك والكهرباء وتسخيرها في هذا المجال
9	مخرجات البرنامج المطلوبة وطرائق التعليم والتعلم والتقييم	
	أ- الاهداف المعرفية	
أ-1	تأهيل الخريج علميا في مجال الالكترونيك والكهرباء عن طريق ادخال المفاهيم الاساسية العلمية التي تخص الهندسة وتسخيرها في هذا المجال والدفع بالطلبة بأتجاه البحث العلمي خارج اطار المنهج الدراسي	
	ب- الاهداف المهاراتية الخاصة بالبرنامج	
ب-1	القابلية على اداره المشاريع	
ب-2	القدرة على حل المشاكل في موقع العمل وحل الازمه في هذا المجال	
	طرائق التعليم والتعلم ((المحاضرات النظرية / المحاضرات العملية / الورشة / حل الامثلة / مشروع التخرج / التدريب الصيفي))	
	طرائق التقييم ((الاختبارات الشفهية/ الاختبارات التحريرية/ التقارير الاسبوعية / الحضور اليومي/ الامتحانات الفصلية والنهائية))	

ج- الاهداف الوجدانية و القيمية	
ج-1	القيام بواجباته في موقع العمل بدوافع مهنيه
طرائق التعليم والتعلم ((المحاضرات النظرية / المحاضرات العملية / الورشة / حل الامثلة / مشروع التخرج / التدريب الصيفي))	
طرائق التقييم ((الاختبارات الشفهية/ الاختبارات التحريرية/ الملاحظة/ السجل التراكمي للطالب))	
د- المهارات العامة والتأهيلية المنقولة (المهارات الاخرى المتعلقة بقابلية التوظيف والتطور الشخصي)	
د-1	تحسين مهاراتهم النقاشية
د-2	رفع مدركاتهم البحثية ونقل الطالب من مرحلة التعليم الى التعلم

10. بنية المقرر

المقرر الدراسي :- الالكترونيك المستوى الدراسي الأول – الفصل الاول

الاسبوع	الساعات	مخرجات التعلم المطلوبة	اسم الموضوع	طريقة التعلم	طريقة التقييم
1	4	المعرفة والتطبيق العملي	**الدائرة المكافئة المستمرة للترانزستور-خط الحمل المستمر-.**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
4+3+2	4	المعرفة والتطبيق العملي	**استخدام الترانزستور في تكبير الإشارات الصغيرة – الدائرة المكافئة المتناوبة- كسب التيار – كسب الجهد- كسب القدرة.-التقريب المثالي-الثوابت الهجينية-الدائرة –كسب الجهد-كسب hالمكافئة باستخدام معاملات التيار-كسب القدرة-مقاومتا الدخل والخرج-مكبرات الإشارة الصغيرة-سوق القاعدة-سوق الباعث.**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
5	4	المعرفة والتطبيق العملي	**استخدام الترانزستور في تنظيم الجهد-منظم توالي-منظم توازي –دائرة مصدر جهد مستمر.**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
7+6	4	المعرفة والتطبيق العملي	**MOSFET–ترانزستور تأثير المجال- تركيبه- منحني – منحني الخوص- E-MOSFETD-MOSFET – مقارنة بين Vgs,Idss,Vpمنحنيات جهد الضيق -نظرية العملBJT,JFET**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير

10+9+8	4	المعرفة والتطبيق العملي	**-انحياز مصدر التيارالثابت-نقطة FETدوائر انحياز – FETالعمل-الانحياز الذاتي-الدائرة المكافئة لل في تكبير الإشارة الصغيرة-مقارنة بين FETاستخدام FET– (MOSFET ,FET) .(BJT)أنواع ال**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
11	4	المعرفة والتطبيق العملي	**المقاوم المعتمد على الضوء –الثنائي الباعث للضوء-الثنائي الضوئي-الترانزستور الضوئي-لوحة القطع السبع-تركيبها وتطبيقاتها.**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
13+12	4	المعرفة والتطبيق العملي	**الموحدات السليكونية ذات التحكم بالتيار (الثايرستور) – التركيب والأنواع- الخواص- نظرية العمل-الترياك – الدياك-رمزهم-خواصهم-نظرية عملهم-مقارنة بين الثايرستور والدياك والترياك –حماية الثايرستور (من تغير الجهد, من تغير التيار) .**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
14	4	المعرفة والتطبيق العملي	**مكبر العمليات 741–رمزه- إطراف توصيله-استخداماته**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير
15	4	المعرفة والتطبيق العملي	**الدوائر المتكاملة- معناه- مزاياها ومساوئها- مقارنة بينها وبين المكونات المنفصلة-فكرة عن تصنيعها - مكبر العمليات 741 –رمزه- إطراف توصيله-استخداماته - تطبيقات مكبر العمليات – تكبير الإشارة الصغيرة- جمع الاشارات-طرح الاشارات – أمثلة .** **تطبيقات مكبر العمليات :مفاضل –مقارن- مكامل-قالب ---الخ**	عملي + نظري	الاختبارات والتقارير

11	البنى التحتية	
*	الكتب المقررة المطلوبة	متوفرة في مجانية القسم ومكتبة المعهد
*	المراجع الرئيسية (الرئيسية)	متوفرة في مجانية القسم ومكتبة المعهد
	المراجع الالكترونية، مواقع الانترنيت	شبكة الانترنيت

12	خطة تطوير المناهج
- استحداث مناهج دراسية ملائمة مع سوق العمل - عقد ندوات ومؤتمرات علمية تستهدف تحديث المناهج الدراسية - متابعة التطورات العلمية في مجال التخصص	

الوحدة النمطية

1- النظرة الشاملة (Over View):

أ- الفئة المستهدفة (Target Population):-

طلبة المرحلة الأولى في قسم التقنيات الالكترونيه.

ب- مبررات الوحدة (Rationale):-

تعريف الطلبة عن المواد الشبه موصله من حيث قابليتها للتوصيل الكهربائي وماهي المواد الشبه موصلة ، وهنالك نوعان من اشباه الموصلات شبه موصل نوع موجب وشبه موصل نوع سالب

ت- الفكرة المركزية (Central Ideas):-

1. التعرف على الترانزستورات ثنائية القطبية
2. ماهي مناطق الترانزستور
3. التعرف على طرق تحيز الترانزستور
4. معرفه تيارات الترانزستور
5. معرفه الفا dc وبيتا dc
6. معرفة طرق ربط الترانزستور
7. التعرف على منحنيات الترانزستور وخط الحمل المستمر ونقطة العمل
8. التعرف على انحياز القاعدة
9. التعرف على انحياز مقسم الجهد
10. معرفة انحياز بالتغذية الخلفية للجامع
11. التعرف على انحياز الباعث
12. استخدام الترانزستور كمفتاح
13. استخدام الترانزستور في تنظيم الفولتية .

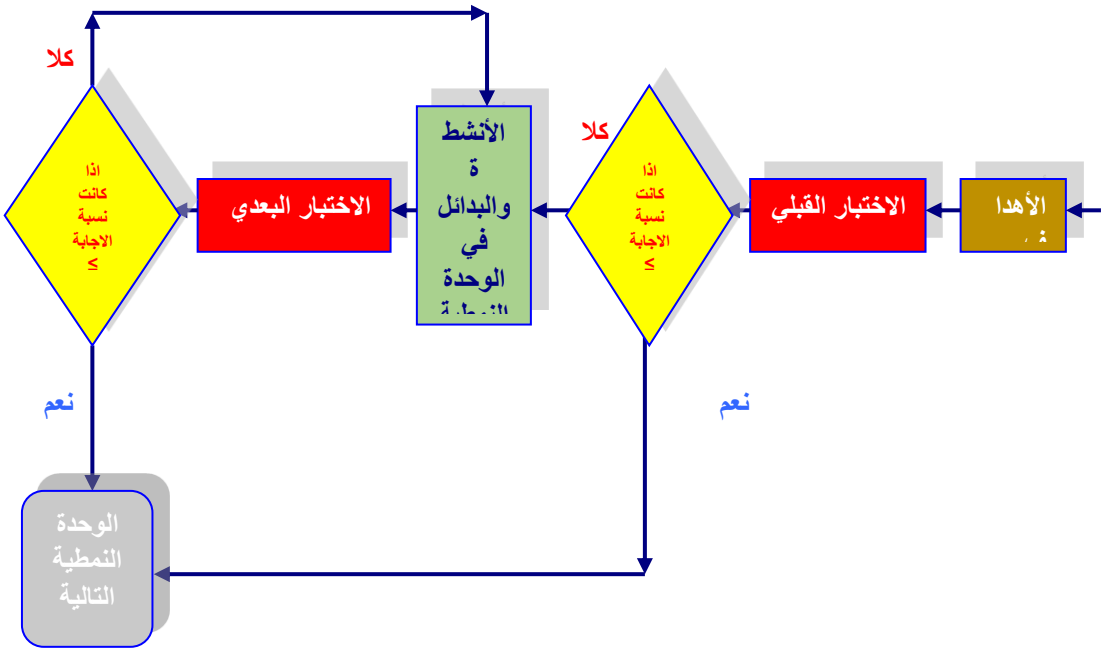
ث- أهداف الوحدة (Objectives):-

سيكون الطالب بعد دراستهِ لهذه الوحدة قادراً على أن:

1. معرفة الترانزستور واهميته
2. سهولة تحديد مناطق الترانزستور التعرف على اطرافه
3. تحديد تيارات الترانستور من خلال الحسابات النظرية
4. تعلم طرق ربط الترانستور في الدوائر الالكترونية

5. ايجاد الحسابات النظرية لنقطة العمل وخط الحمل المستمر والمنطقة الفعالة ومنطقة القطع.

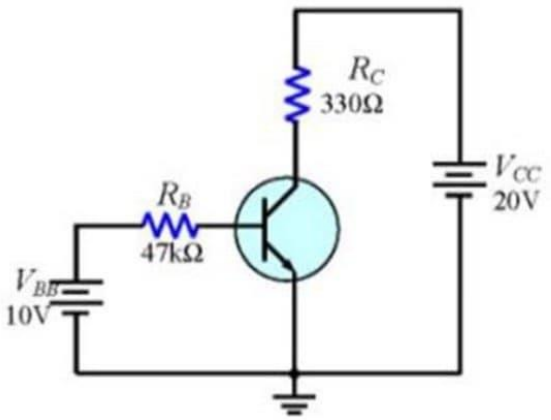
جـ - المخطط الانسيابي:



ثانيا: الاختبار القبلي والاختبار البعدي

ملاحظة : الإجابات الصحيحة مضللة بلون الأصفر

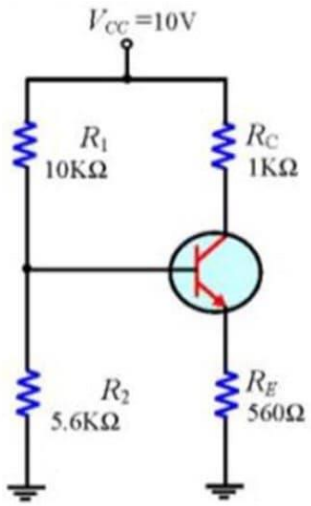
س1/ الدائرة الموضحة بالشكل ادناه حدد نقطة العمل Q point .علما ان Bdc=200 ؟



الاختيارات

1- IB=198microA ,IC=39.6mA , VCE=6.39A
2- IB=98microA ,IC=49.6mA , VCE=9.39A
3- IB=298microA ,IC=59.6mA , VCE=3.39A

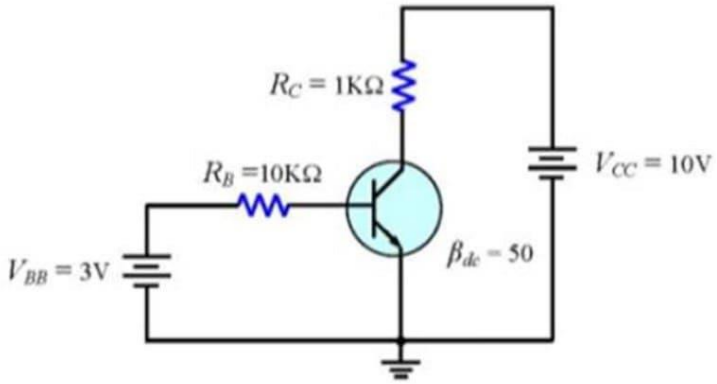
س2/ اوجد قيمة كل من IC , VCE في الدائرة الموضحة بالشكل ادناه علما ان Bdc=100؟



الاختيارات

1- VB=3.59V ,VE=2.89V , IE=5.16mA ,IC= 5.16mA, VCE=1.95V
2- VB=4.59V ,VE=3.89V , IE=8.16mA ,IC= 8.16mA, VCE=2.95V
3- VB=6.59V ,VE=4.89V , IE=6.16mA ,IC= 6.16mA, VCE=3.95V

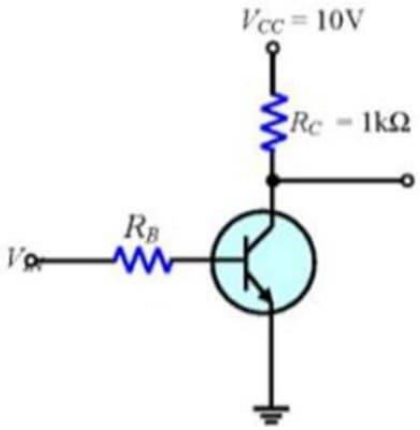
س3/ في الدائرة الموضحة بالشكل أوجد اذا كان الترانزستور في حالة تشبع ام لا ؟ علما ان جهد التشبع VCE(sat.)=0.2v



الاختيارات

1- IC(sat.)=9.8mA ,IB=0.23mA ,IC=11.5mA, الترانزستور في حالة تشبع
2- IC(sat.)=5.8mA ,IB=1.23mA ,IC=12.5mA, الترانزستور في حالة تشبع
3- IC(sat.)=8.8mA ,IB=2.23mA ,IC=13.5mA, الترانزستور في حالة غير تشبع

س4/ الدائرة الموضحة بالشكل ماقيمة VCE عندما تكون Vin=0 v , وماهي القيمة الصغرى للتيار IB المطلوبة لتشبع الترانزستور عندما تكون Bdc=200 مع اهمال قيمة VCE(sat.) واحسب اقصى قيمة للمقاومة RB عندما تكون VIN=5V؟



الاختيارات

1-VCE=VCC=10V ,IC(sat.)=10mA , IB(min)=50micro A ,RB(max)= 86k ohm

2- VCE=VCC=0V ,IC(sat.)=0mA , IB(min)=100micro A ,RB(max)= 1k ohm

3- VCE=VCC=10V ,IC(sat.)=20mA , IB(min)=10micro A ,RB(max)= 66k ohm

ثالثاً: عرض الوحدة النمطية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

الجامعة التقنية الشمالية

المعهد التقني / الدور

قسم التقنيات الالكترونية

الفصل الثاني / المستوى الاول

اسم المادة- الالكترونيك

مدرس المادة
احمد نذير حمادي
م. رئيس مهندسين

Created by Universal Document Converter

الترانزستورات ثنائية القطبية

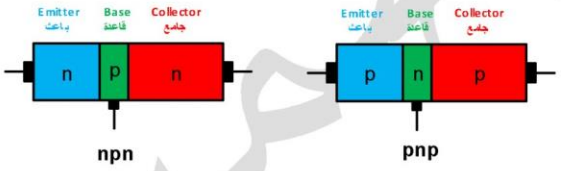
Bipolar Transistors

أصل كلمة ترانزستور مشتقة من الكلمتين (TRANSFER – RESISTOR) بمعنى مقاوم التحويل وهو من أهم العناصر الالكترونية الأساسية . حيث تم إنتاج أول ترانزستور عام ١٩٥١ حيث فتح المجال أمام تصنيع الدوائر المتكاملة وبتطور الأخير أنتج المعالج الدقيق في عام ١٩٧١ . حيث أصبحت الأخيرة أساسا لبناء الحاسبات الالكترونية وانتشارها الواسع كما تراه في الوقت الحاضر .

يعرف الترانزستور على انه عنصر الكتروني ثلاثي الطبقة ثنائي القطبية أي تشترك الالكترونات والفجوات في ميكانيكية عمل لإنتاج التيارات المختلفة فيه .

مناطق الترانزستور :

يبين الشكل (1a) بلورة نوع npn وقد طعم الباعث emitter بغزارة ، وان عمله هو حقن أو بعث الالكترونات إلى القاعدة base وتكون رقيقه وخفيفة التطعيم وتقوم بتمرير معظم الالكترونات المحقونة إلى الجامع collector والذي يكون تطعيمه بين تطعيم الباعث الغزير و تطعيم القاعدة الخفيف ويكون هو الأكبر بين المناطق الثلاث وعليه أن يبدد حرارة أكثر مما يبدده الباعث و القاعدة



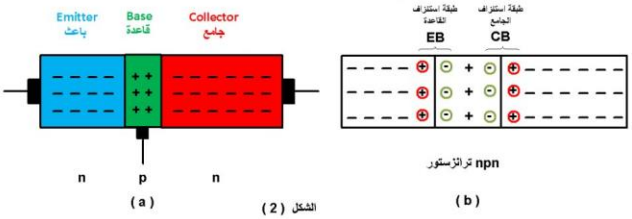
(a) الشكل (1) (b)

الترانزستور عبارة عن ثنائيين ، ندعو الثنائي الواقع إلى اليسار بثنائي الباعث- القاعدة وندعوه للبساطة ثنائي الباعث emitter diode ، أما الثنائي الواقع على اليمين فيسمى ثنائي الجامع- القاعدة وللسهولة ثنائي الجامع collector diode . أما الاحتمال الأخر للترانزستور فهو الترانزستورpnp المتمم للترانزستور npn وهذا يعني اتجاه التيارات والفولتيات في الترانزستور pnp عكس اتجاه التيارات والفولتيات في الترانزستور npn .

Created by Universal Document Converter

الترانزستور الغير المنحاز :

يبين الشكل (2a) الحاملات الغالبية قبل تحرك أي منها عبر الوصلتين . إن الالكترونات الحرة تنتشر عبر الوصلتين مما تؤدي إلى تكوين طبقتي استنزاف كما في الشكل (2b) لكل طبقة استنزاف يكون الجهد الحاجز (0.7v) للترانزستورات السليكونية ويساوي (0.3v) في ترانزستورات الجرمانيوم .



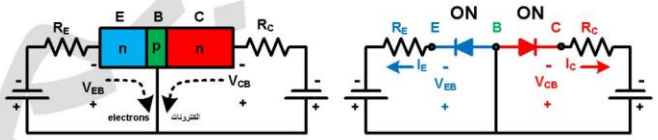
وبما أن المناطق الثلاثة لها مناسيب تطعيم مختلفة لا يكون لطبقتي الاستنزاف نفس العرض ، فطبقة الاستنزاف تنفذ اقل كلما كان التطعيم أكثر غزارة ، (كلما كان تطعيم منطقة ما غزيرا كان تركيز الايونات قرب الوصلة أعظم ، إن هذا يعني أن طبقة ألاستنزاف تنفذ فقط قليلا في الباعث ولكنها تنفذ عميقا في القاعدة ، أما طبقة استنزاف الجامع فتنفذ عميقا في القاعدة وتنفذ في الجامع بعمق أقل) .

طرق تحييز الترانزستور :

هناك عدة طرق لتحييز الترانزستور.

انحياز أمامي- أمامي (Forward-Forward) (FF):

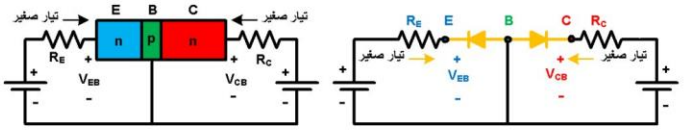
إن هذا الانحياز والموضح في الشكل (3a) سمي أمامي - أمامي لأن ثنائي الباعث و ثنائي الجامع منحازان أماميا ، إن الحاملات تعبر الوصلتين وتجري نازلة خلال القاعدة إلى سلك التوصيل الخارجي .



الشكل (3)
الدائرة المكافئة لإنحياز (FF)

انحياز عكسي- عكسي Reverse -Reverse (RR):

نلاحظ في هذا الانحياز والموضح في الشكل (4a) إن الثنائيان منحازان عكسيا وبذلك تسري تيارات ضعيفة جدا والمتكونة من تيار التشبع المنتج حراريا وتيار التسرب السطحي ويمكن إهمال هذه التيارات العكسية لصغرها .

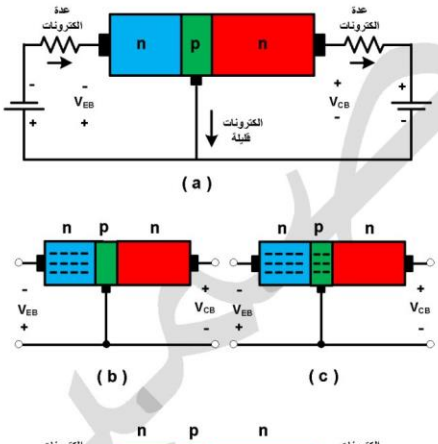


الشكل (4)
الدائرة المكافئة لإنحياز (RR)

Created by Universal Document Converter

انحياز أمامي - عكسي *Forward-Reverse (FR)* :

عندما نحيز ثنائي الباعث أماميا ونحيز ثنائي الجامع عكسيا ، الشكل (5a) فإننا نتوقع تيار باعث كبير ونتوقع تيار جامع صغير جدا أو معدوم . ولكن الذي نحصل عليه هو تيار جامع كبير وهذا السبب في كون الترانزستور هو اختراع عظيم . وفيما يلي صورة توضيحية موجزة عن سبب حصولنا على تيار جامع كبير . نتصور أن تياراً ثابتا من الالكترونات يغادر الطرف السالب من المصدر ويدخل منطقة الباعث . يؤدي الانحياز الأمامي لثنائي الباعث إلى إرغام الكترونات الباعث هذه على دخول منطقة القاعدة . وتعطي القاعدة الرقيقة والخفيفة التطعيم لمعظم هذه الالكترونات زمن بقاء كاف يتيح لها الانتشار إلى طبقة استنزاف الجامع وبعد ذلك يقوم مجال طبقة الاستنزاف بدفع تيار ثابت من الالكترونات إلى منطقة الجامع . تغادر هذه الالكترونات الجامع داخلة إلى سلك توصيل الجامع الخارجي ثم إلى الطرف الموجب من مصدر فولتية الجامع ، الشكل (5b) . إن أكثر من (95%) من الكترونات الباعث المحقونة إلى القاعدة تعبر إلى الجامع واقل من (5%) تسقط في فجوات القاعة وتسير خارجة من سلك توصيل القاعدة .



الشكل(5) إنحياز (FR)

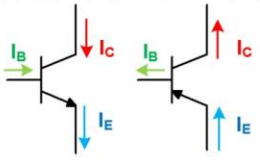
(a) الدائرة الحقيقية (b) الكترونات حرة في الباعث

(c) الكترونات حرة تدخل القاعدة (d) الكترونات حرة تنتشر الى الجامع

تيارات الترانزستور :

الشكل (6) يبين رموز واتجاهات تيارات الترانزستورات نوع npn وpnp ، حيث أن اتجاه تيار الباعث يتبع نفس اتجاه السهم الموجود على الرمز الخاص بالترانزستور وتياري القاعدة والجامع الاتجاه العكسي .

$$I_E = I_C + I_B$$



الشكل (6)

Created by Universal Document Converter

ألفا dc : (α_{dc})

هو النسبة بين تيار الجامع إلى تيار الباعث . وكما ذكرنا سابقا بان (95%) من الكترونات الباعث تصل إلى الجامع وهذا يعني أن تيار الجامع يساوي تقريبا تيار الباعث وكلما كانت القاعدة ارق واخف تطعيم كان تيار الجامع اقرب أكثر إلى قيمة تيار الباعث .

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E}$$ فمثلا لو قسنا ($I_C = 4.9mA$) و($I_E = 5mA$) ⟵ $$\alpha_{dc} = \frac{4.9}{5} = 0.98$$

بيتا dc : (β_{dc})

هو النسبة بين تيار الجامع إلى تيار القاعدة

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$$

في معظم الترانزستورات اقل من (5%) من الكترونات الباعث المنبعثة تلتحم مع فجوات القاعدة منتجة تيار القاعدة I_B ولذلك يكون β_{dc} اكبر من (20) ، وهو يتراوح (50-200) وقد تصل إلى (1000) .

يطلق على β_{dc} اسم كسب التيار المستمر ويرمز له في نظام الثوابت الهجينة h_{FE}

العلاقات بين α_{dc} و β_{dc} :

اثبت العلاقة $\alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{1+\beta_{dc}}$ و $\beta_{dc} = \frac{\alpha_{dc}}{1-\alpha_{dc}}$

$I_E = I_C + I_B$ و $I_B = I_E - I_C$

$\frac{I_E}{I_C} = \frac{I_C}{I_C} + \frac{I_B}{I_C}$ و $\frac{I_B}{I_C} = \frac{I_E}{I_C} - \frac{I_C}{I_C}$

$\frac{1}{\alpha_{dc}} = 1 + \frac{1}{\beta_{dc}}$ و $\frac{1}{\beta_{dc}} = \frac{1}{\alpha_{dc}} - 1$

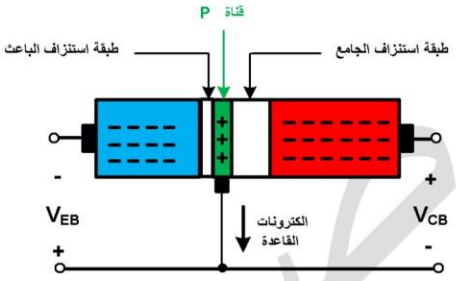
$\frac{1}{\alpha_{dc}} = \frac{\beta_{dc}+1}{\beta_{dc}}$ و $\frac{1}{\beta_{dc}} = \frac{1-\alpha_{dc}}{\alpha_{dc}}$

$\alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{1+\beta_{dc}}$ و $\beta_{dc} = \frac{\alpha_{dc}}{1-\alpha_{dc}}$

Created by Universal Document Converter

مقاومة امتداد القاعدة :

لترانزستور ثنائي القطبية طبقتي استنزاف تخترقان القاعدة ، وإذا أخذنا ترانزستور npn فان فجوات القاعدة تقتصر على قناة ضيقة من شبه الموصل نوع p كما موضح في الشكل (7) وبزيادة الانحياز العكسي على ثنائي الجامع أي زيادة V_{CB} يزداد عرض طبقة استنزاف الجامع وهذه تقلل عرض القناة التي تحوي فجوات القاعدة وهذا يعني أن هناك عدد اقل من فجوات القاعدة الجاهزة لإعادة الالتحام . إن مقاومة القناة p تسمى مقاومة امتداد القاعدة ويرمز لها r'_b وتعتمد قيمة هذه المقاومة على عرض القناة p وعلى تطعيم القاعدة ونموذجيا تتراوح قيمتها بين Ω (50-150) وفي حالات نادرة تصل إلى (1000Ω) .



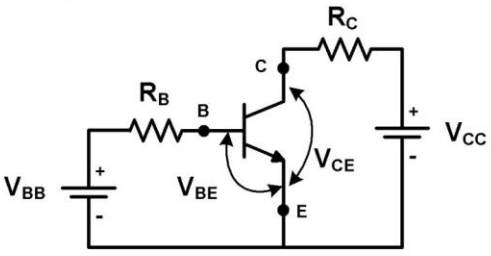
الشكل (7) مقاومة امتداد القاعدة

فولتيات الانكسار :

لقد علمنا من المواضيع السابقة بان الترانزستور عبارة عن ثنائيان . ولذلك بإمكان فولتية عكسية كبيرة على ثنائي الجامع أن تسبب انكسار . فعندما تكون V_{CB} كبيرة يحصل انكسار في ثنائي الجامع بسبب الانهيار أو ظاهرة التواصل . التواصل يعني أن طبقة استنزاف الجامع صارت عريضة بحيث تصل إلى طبقة استنزاف الباعث وفي هذه الحالة تنبعث الكترونات الباعث مباشرة إلى طبقة استنزاف الجامع وهذا يؤدي إلى تيار جامع كبير وبالتالي تلف الترانزستور . ولذلك يجب أن تبقى فولتية الجامع اقل من فولتية الانكسار المبينة في استمارة المعلومات للمصنع .

الربط بطريقة الباعث المشترك *Common Emitter (CE)* :

إن الربط بطريقة الباعث المشترك يعني أن الباعث ومصدرا الفولتية يتصلان بنقطة مشتركة ، الشكل (8) . إن هذه الدائرة تسمى بربط الباعث المشترك (*CE*) .



الشكل (8)

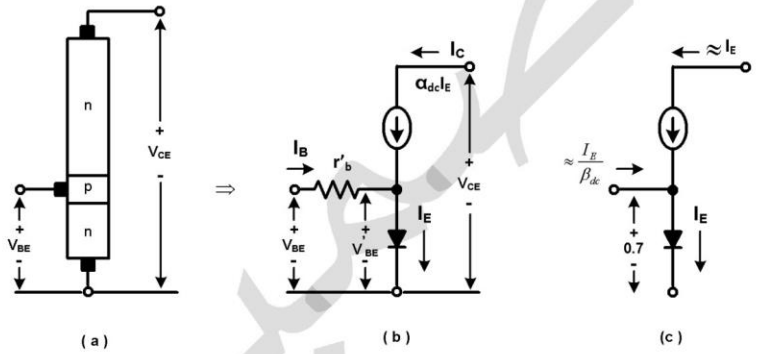
Created by Universal Document Converter

الدائرة التي سبق شرحها شكل (5) تسمى ربط القاعدة المشتركة (*CB*) لان القاعدة ومصدري الفولتية مربوطة إلى نقطة مشتركة .

الدائرة المكافئة للترانزستور :

لأجل توضيح عمل الترانزستور يمكننا استخدام الدائرة المكافئة المبينة بالشكل (9b) فالفولتية V'_{BE} هي الفولتية عبر طبقة استنزاف الباعث وعندما تكون هذه الفولتية حوالي (0.7v) أو اكبر يبعث الباعث الكترونات إلى القاعدة وبما أن التيار في ثنائي الباعث يسيطر على تيار الجامع ولهذا السبب فان مصدر تيار الجامع يجبر تيار مقداره ($\alpha_{dc} I_E$) على المرور في دائرة الجامع كل هذا مع فرض أن (V_{CE}) اكبر أو حوالي الفولت وإلا فان ثنائي الجامع لا يكون منحاز عكسيا وبذلك لا يعمل الترانزستور بصورة طبيعية . إن الفولتية V'BE تختلف عن الفولتية المسلطة V_{BE} بمقدار الهبوط عبر r'_b .

$$V_{BE} = V'_{BE} + I_B r'_b$$



الشكل (9)

ولكن هبوط الفولتية عبر r'_b يكون صغيرا بحيث يمكن إهماله لذلك يكون ($V_{BE} \cong V'_{BE}$) ولذلك فان الدائرة المكافئة في الشكل (9c) سنستخدمها في تحليلاتنا الأولية .

Created by Universal Document Converter

مثال:

إذا علمت أن لترانزستور ما تيار باعث (I_E = 20mA) ، (β_{dc} = 100) اوجد ؟

تيار الجامع (I_C) ، تيار القاعدة (I_B)، (α_{dc})

$$\alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{1+\beta_{dc}} = \frac{100}{1+100} = \frac{100}{101} = 0.99$$

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E}$$

$$I_C = \alpha_{dc} * I_E = 0.99*20 = 19.8mA$$

$$I_B = I_E - I_C = 20 - 19.8 = 0.2mA$$

منحنيات الترانزستور :

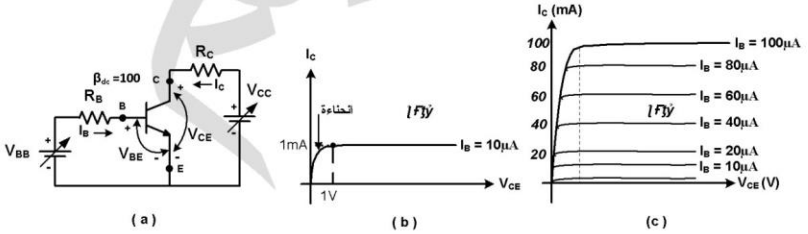
من الطرق التي تشرح معظم تفاصيل عمل الترانزستور هي المنحنيات البيانية التي تربط بين تيارات الترانزستور و فولتياته .

منحنيات الجامع (منحنيات خواص الإخراج)

يمكننا الحصول على معلومات لمنحنيات الجامع بربط (CE) وذلك ببناء دائرة كما في الشكل (10a) .

إن الفكرة هي تغيير قيم المجهزين V_{BB} و V_{CC} بأسلوب معين للحصول على فولتيات وتيارات مختلفة للترانزستور .

إن طريقة العمل الاعتيادية هي إعطاء I_B قيمة معينة وإبقائها ثابتة في أثناء تغيير قيمة Vcc وبقياس قيم Ic وV_{CE} يمكننا الحصول على معلومات لرسم Ic مع V_{CE} ولغرض التوضيح نفرض أن (I_B =10μA) في الشكل (10a) ألخطوه التي تليها نغير V_{CC} ونقيس Ic و V_{CE} الناتجين ولو رسمنا المعلومات لحصلنا الشكل (10b) لاحظ بأننا اشرنا على المنحني بالكتابة(I_B=10mA) لأننا حصلنا على هذا المنحني بإبقاء I_B ثابتا على (10μA) خلال القياسات .



الشكل (10)

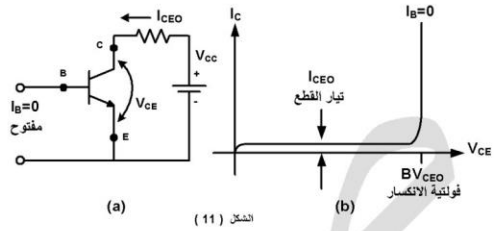
عندما تكون (V_{CE}) صفر لايكون ثنائي الجامع منحاز عكسيا لذلك يكون تيار الجامع صغير جدا لقيم V_{CE} المتراوحة بين الصفر وحدود الواحد فولت . حيث أن الانحياز العكسي يأخذ حوالي (0.7v) لجعل ثنائي الجامع منحاز عكسيا ، وحال الوصول إلى هذا المستوى . يجمع الجامع كل الالكترونات التي تصل إلى طبقة استنزافه . نلاحظ أن هناك زيادة قليلة في تيار الجامع بعد الانحناءة مع زيادة V_{CE} وسبب زيادة التيار هو زيادة عرض طبقة استنزاف الجامع واعتقال الكترونات قليلة أخرى من القاعدة قبل سقوطها في الفجوات .

ولو بينا عدة منحنيات لقيم مختلفة من (I_B) على نفس المخطط البياني نحصل على منحنيات الجامع البيانية الموضح بالشكل (10c) وبما إنا استخدمنا ترانزستور له (β_{dc} = 100) يكون تيار الجامع مائة مرة اكبر من تيار القاعدة لأية نقطة فوق المفصل لأي منحني .

Created by Universal Document Converter

تيار القطع وفولتية الانكسار :

إن اخفض منحني من منحنيات الجامع بالشكل (10c) يقابل تيار قاعدة مقداره صفر أي وكأنه فتح سلك القاعدة الموصل لاحظ الشكل (11a) . ويسمى تيار الجامع عندما يكون طرف القاعدة مفتوحا I_{CEO} . وقد نتج قسم من I_{CEO} بسبب الحاملات المنتجة حراريا وكذلك بسبب تيار السطح ألتسربي . لاحظ الشكل (11b)
وعند زيادة فولتية الجامع إلى قيم عالية تصل إلى فولتية الانكسار المعنونة BV_{CEO} .
ولأجل أن يعمل الترانزستور بصورة طبيعية يجب أن تبقى V_{CE} اقل من BV_{CEO} وعادة تكون قيم فولتية الانكسار من اقل من 20v إلى أكثر من 200v حسب نوع الترانزستور .

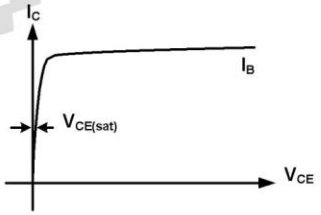


الشكل (11)

فولتية تشبع الجامع :

لأجل أن يعمل الترانزستور بصورة اعتيادية يجب أن يكون ثنائي الجامع منحاز عكسيا ويتطلب ذلك V_{CE} اكبر من أو في حدود الواحد فولت وهذا يعتمد على مقدار تيار الجامع المار .

لاحظ الشكل (12) . ماذا تعني $V_{CE(sat)}$ فهي قيمة الفولتية V_{CE} عند نقطة ما تحت الانحناءة وهي تساوي نموذجيا بضع أعشار من الفولت وعند تيارات جامع كبيرة جدا تجتاز الواحد فولت إن جزء المنحني الذي يقع تحت المفصل والموضح في الشكل (12) يسمى منطقة التشبع .

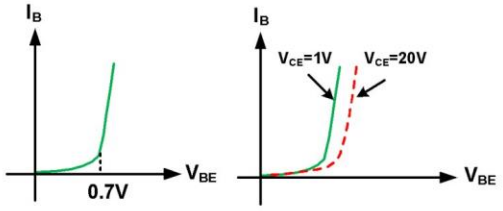


الشكل (12)

Created by Universal Document Converter

منحنى القاعدة : (منحنيات خواص الإدخال)

من الشكل (10a) يمكننا الحصول على المعلومات I_B و V_{BE} ليمكننا رسم منحني القاعدة (منحني خواص الإدخال) والمبين بالشكل (13a)



الشكل (13)

من المتوقع أن المنحني يشابه منحني ثنائي في الاتجاه الأمامي لان جزء القاعدة والباعث من الترانزستور عبارة عن ثنائي . عند زيادة فولتية الجامع فان طبقة استنزاف الجامع يزداد عرضها وهذا يؤدي إلى نقصان قليل في تيار القاعدة بسبب اعتقال طبقة استنزاف الجامع لالكترونات قاعدة قليلة أخرى . وعند رسم منحني قاعدة لفولتية جامع مختلفة يظهر لنا منحني جديد مختلف قليلا عن السابق لاحظ الشكل (13b) . عندما نثبت قيمة V_{BE}للمنحني في الشكل (13a) ونرفع فولتية V_{CE} نلاحظ أن تيار القاعدة يكون أصغر لان طبقة استنزاف الجامع تعتقل الكترونات قاعدة قليلة أخرى قبل أن تسقط في فجوات القاعدة ، ونتيجة لذلك يكون تيار القاعدة اصغر وكما تلاحظ في الشكل (13b) . إن المسافة بين المنحنيين قريبة ولذلك تؤخذ بنظر الاعتبار عند طلب أجوبة دقيقة .

دوائر انحياز الترانزستور :

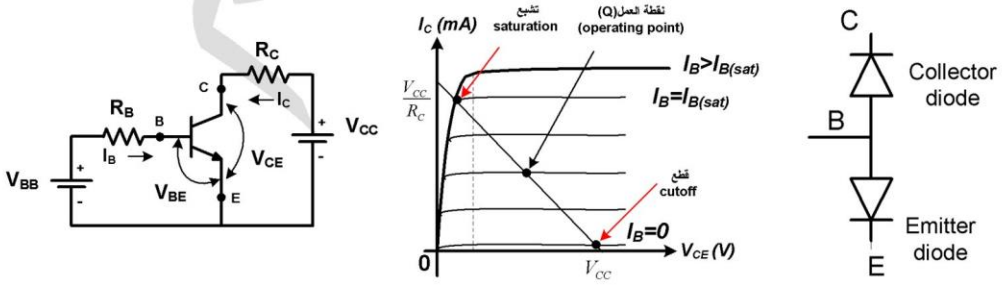
تعمل دوائر الترانزستور الخطية *linear* بانحياز أمامي على ثنائي الباعث وانحياز عكسي على ثنائي الجامع .

ومن الطرق الشائعة لتحييز الترانزستور للعمل الخطي :-

أ- إنحياز القاعدة . ب- إنحياز مقسم الجهد . ج- إنحياز بالتغذية الخلفية للجامع . د- إنحياز الباعث . . . . . وغيرها

انحياز القاعدة *Base-bias*

الشكل (1-a) عبارة عن مثال على إنحياز القاعدة



(a) Base bias إنحياز القاعدة

(b) Dc load line خط الحمل المستمر

الشكل (1)

حيث يحيز مصدر فولتية V_{BB} ثنائي الباعث أماميا خلال مقاوم محدد للتيار R_B .

الفولتية عبر R_B حسب قانون كيرشوف للفولتية هي $V_{BB} - V_{BE}$ ، وبذلك يكون تيار القاعدة حسب قانون اوم للتيار

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

Created by Universal Document Converter

حيث أن (V_{BE} = 0. 7v) لترانزستورات السليكون و (V_{BE} = 0.3v) لترانزستورات الجرمانيوم .

خط الحمل المستمر (dc load line)

في دائرة الجامع . يعمل مصدر الفولتية V_{CC} على تحييز ثنائي الجامع عكسيا خلال R_C .

بالاستعانة بقانون كيرشوف للفولتية $V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$

في معظم الدوائر . تكون (V_{CC} ، R_C) ثابتة و (V_{CE} ، I_C) متغيرة

نستطيع إعادة ترتيب المعادلة السابقة للحصول على

$$I_C = -\frac{V_{CE}}{R_C} + \frac{V_{CC}}{R_C}$$

هذه معادلة خطية تشبه $y = mx + b$

التي تمثل خطا مستقيم بانحدار مقداره m وتقاطع عمودي مقداره b على محور التيار والممثلة بالشكل (1b) حيث نرى أن التقاطع العمودي مقداره (Vcc/Rc)والتقاطع الأفقي مقداره (Vcc) وبانحدار يساوي (-1/Rc) . ويسمى هذا الخط بإسم خط الحمل المستمر (*dc load line*) لأنه يمثل جميع نقاط العمل الممكنة . إن نقطة عمل الترانزستور هي نقطة تقاطع خط الحمل المستمر مع تيار القاعدة ويرمز لها بنقطة (Q) .

القطع والتشبع *cutoff and saturation*

تعرف نقطة تقاطع خط الحمل المستمر بالمنحني ($I_B = 0$) بالقطع *cutoff* .

في هذه النقطة ، تيار القاعدة ($I_B = 0$) ويكون تيار الجامع (I_C) صغير جدا (يوجد تيار التسرب I_{CEO} فقط) .

عند القطع ، يخرج ثنائي الباعث من الانحياز الأمامي ويفقد الترانزستور عمله الطبيعي .

كتقريب دقيق ، تكون فولتية الجامع إلى الباعث : $V_{CE(cutoff)} = V_{CC}$

إن تقاطع خط الحمل والمنحني ($I_B = I_{B(sat)}$) [تيار القاعدة] يدعى بالتشبع *saturation*

في هذه النقطة ، تيار القاعدة يساوي ($I_{B(sat)}$) ويكون لتيار الجامع (I_C) قيمة عظمى .

عند التشبع ، يخرج ثنائي الجامع من الانحياز العكسي ويفقد الترانزستور عمله الطبيعي

كتقريب دقيق ، يكون تيار الجامع عند التشبع : $I_{c(sat)} \approx \frac{V_{cc}}{R_c}$

وأقل تيار قاعدة يحدث التشبع هو : $I_{B(sat)} = \frac{I_{c(sat)}}{\beta_{dc}}$

الفولتية بين الجامع والباعث عند التشبع هي $V_{CE} = V_{CE(sat)}$

حيث تبين $V_{CE(sat)}$ في استمارة المعلومات . قيمتها (نموذجيا) بضع أعشار من الفولت .

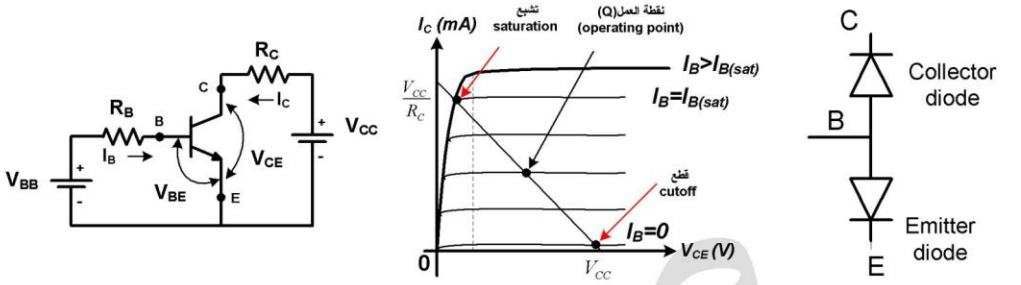
لا يزداد تيار الجامع إذا زاد تيار القاعدة عن $I_{B(sat)}$ لأن ثنائي الجامع لم يعد منحازا عكسيا

وبعبارة اخرى ، فإن تقاطع خط الحمل مع منحني قاعدة أعلى ينتج نفس نقطة التشبع ، الشكل (1- b) .

Created by Universal Document Converter

المنطقة الفعالة active region

تعتبر جميع نقاط العمل الواقعة بين القطع والتشبع هي المنطقة الفعالة للترانزستور. ويكون ثنائي الباعث منحازا أماميا في المنطقة الفعالة ، كما يكون ثنائي الجامع منحازا عكسيا . ونستطيع إيجاد تيار القاعدة (I_B) في أية دائرة ذات إنحياز قاعدة. إن نقطة تقاطع تيار القاعدة هذا مع خط الحمل هي النقطة الهامدة (Q) quiescent point في الشكل (1- b)

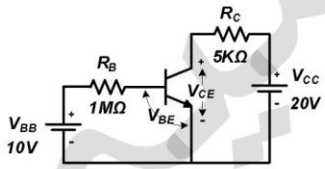


(a) Base bias إنحياز القاعدة

(b) Dc load line خط الحمل المستمر

الشكل (1)

مثال :



للترانزستور السليكوني في الدائرة أدناه ($\beta_{dc} = 100$)
احسب الفولتية بين الباعث والجامع V_{CE} ؟

الحل:

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_B = \frac{10 - 0.7}{1*10^6} = 9.3\mu A$$

$$I_C = \beta_{dc} * I_B$$

$$I_C = 100 * 9.3\mu A = 0.93mA$$

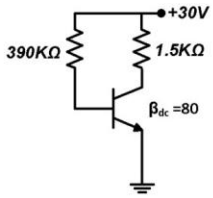
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C * R_C$$

$$V_{CE} = 20 - 0.93*10^{-3} * 5*10^3 = 15.4v$$

Created by Universal Document Converter

مثال:

في الدائرة الموضحة أدناه ارسم خط الحمل المستمر وعين إحداثيات نقطة العمل(Q) ؟



الحل:

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{30}{1.5*10^3} = 0.002\,A = 20mA$$

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} = 30v$$

$$I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{30 - 0.7}{390*10^3} = 0.0000715\,A$$

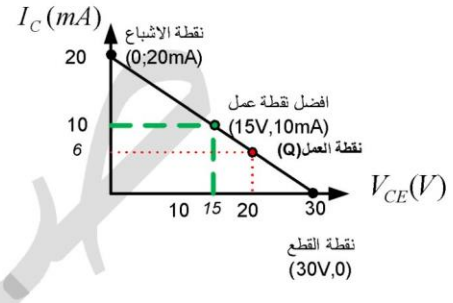
$$I_B = 71.5\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta_{dc} * I_B = 80 * 0.0000715 = 0.006008\,A$$

$$I_{CQ} \cong 6mA$$

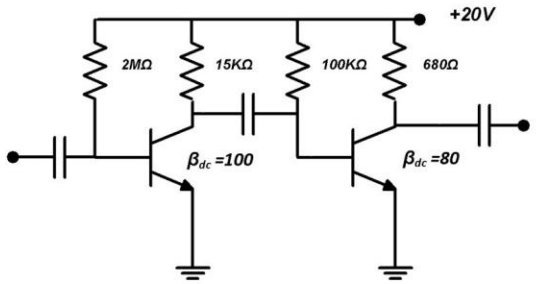
$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} * R_C$$

$$V_{CEQ} = 30 - 0.006 * 1.5 * 10^3 = 30 - 9 = 21v$$



Created by Universal Document Converter

مثال :
اوجد إحداثيات خط الحمل المستمر ونقطة العمل لكل مرحلة في الشكل الموضح أدناه ؟



الحل: في حالة التيار المستمر نتصور أن جميع المتسعات كدوائر مفتوحة.
وبذلك لا تمتلك التيارات المستمرة للترانزستور الأول تأثيرا على الترانزستور الثاني .

المرحلة الأولى

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{20}{15*10^3} = 0.001333\,A = 1.33mA$$

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} = 20v$$

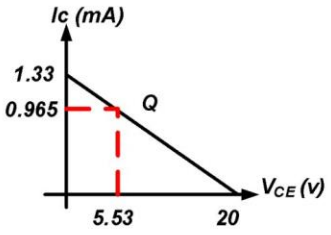
$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{20-0.7}{2*10^6} = 0.00000965\,A = 9.65\mu A$$

$$I_{CQ} = \beta_{dc} * I_{BQ} = 100 * 0.00000965 = 0.000965\,A$$

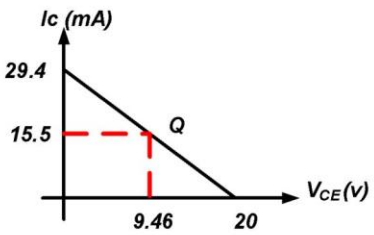
$$I_{CQ} = 0.965mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} * R_C = 20 - 0.000965 * 15 * 10^3$$

$$V_{CEQ} = 5.53v$$



المرحلة الاولى



المرحلة الثانية

Created by Universal Document Converter

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{20}{680} = 0.0294\,A = 29.4mA$$

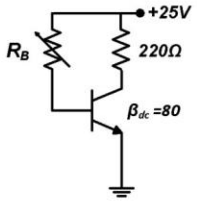
$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} = 20v$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{20 - 0.7}{100 * 10^3} = 0.000193\,A = 0.193mA$$

$$I_{CEQ} = \beta_{dc} * I_{BQ} = 80 * 0.193mA = 15.5mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} * R_C = 20 - 15.5 * 10^{-3} * 680 = 9.46v$$

مثال:



في الدائرة الموضحة أدناه إذا كان للترانزستور ($\beta_{dc} = 80$) و ($V_{CE(sat)} = 0.1v$)
وقد ضبطت R_B للحصول على التشبع . احسب قيمة $I_{C(sat)}$ ؟ وما قيمة R_B لذلك ؟

الحل:

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{25}{220} = 0.114\,A = 114mA$$ وهذا أقصى تيار جامع يمكن الحصول عليه

$$I_{B(sat)} = \frac{I_{C(sat)}}{\beta_{dc}} = \frac{114mA}{80} = 1.43mA$$ تيار القاعدة عند التشبع

$$R_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_{B(sat)}} = \frac{25 - 0.7}{1.43 * 10^{-3}} = 17K\Omega$$ أما قيمة مقاومة القاعدة عند التشبع

Created by Universal Document Converter

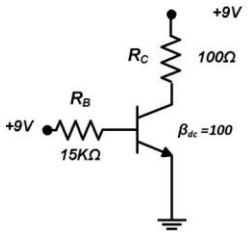
مثال :

في دائرة انحياز القاعدة الموضحة في الشكل أدناه

1- اوجد إحداثيات نقطة العمل Q

2- ارسم خط الحمل المستمر

3- اوجد قيمة مقاومة القاعدة R_B التي تجعل نقطة العمل Q في وسط خط الحمل المستمر



الحل:

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{9}{100} = 0.9A = 90mA$$

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} = 9v$$

$$I_{BQ} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B} = \frac{9 - 0.7}{15 * 10^3} = 0.0005533\,A = 0.5533mA$$

$$I_{CQ} = \beta_{dc} * I_{BQ} = 100 * 0.5533mA = 55.33mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} * R_C = 9 - 55.33 * 10^{-3} * 100 = 3.46v$$

إحداثيات نقطة العمل في منتصف خط الحمل

$$\left(\frac{I_{CQ(sat)}}{2}; \frac{V_{CE(cutoff)}}{2}\right)$$

ولذلك سيكون

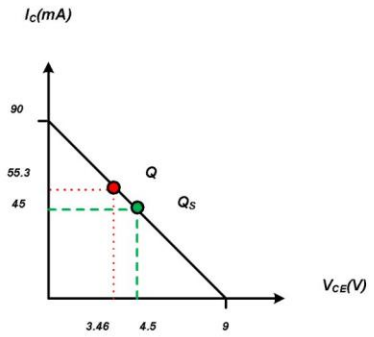
$$I_{CQ(m)} = \frac{I_{C(sat)}}{2} = \frac{90mA}{2} = 45mA$$

$$V_{CEQ(m)} = \frac{V_{CE(cutoff)}}{2} = \frac{9v}{2} = 4.5v$$

الرمز(m) نعني به وسط وهو للتوضيح

$$I_{BQ(m)} = \frac{I_{CQ(m)}}{\beta_{dc}} = \frac{45mA}{100} = 0.45mA$$

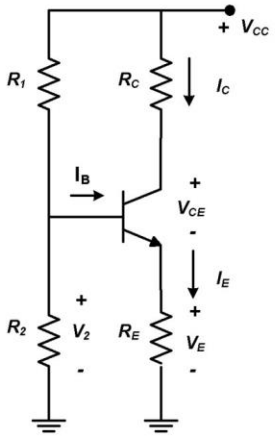
$$R_{B(m)} = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{I_{BQ(m)}} = \frac{9 - 0.7}{0.45 * 10^{-3}} = 18.44K\Omega$$



Created by Universal Document Converter

انحياز مقسم الفولتية Voltage-divider bias

يبين الشكل (2) انحياز مقسم الفولتية وهو الأوسع انتشارا. إن تسمية مقسم الفولتية جاءت من مقسم الفولتية المتكون من R_1 و R_2 . إن الفولتية على R_2 تعمل على جعل ثنائي الباعث منحاز أماميا . ويعمل المجهز Vcc على جعل ثنائي الجامع منحاز عكسيا



الشكل (2)

إن عمل دائرة مقسم الفولتية يتلخص بما يلي
يكون تيار القاعدة صغيرا جدا مقارنة بالتيار في R_1 وبالتيار في R_2
وبذلك نستطيع تطبيق قانون مقسم الفولتية لإيجاد قيمة V_2 عبر المقاومة R_2 :

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

وحسب قانون كيرشوف للفولتية :

$$V_E = V_2 - V_{BE}$$

وبذلك يمكننا حساب قيمة تيار الباعث (I_E)

$$I_E = \frac{V_2 - V_{BE}}{R_E}$$

وان تيار الباعث يساوي تقريباً تيار الجامع

$$I_C \cong I_E$$ وهذا يمثل الاحداثي الصادي لنقطة العمل (Q)

أما الفولتية بين الجامع والأرض $V_C = V_{CC} - I_C R_C$

الفولتية بين الباعث والأرض $V_E = I_E R_E$

وبذلك تكون الفولتية بين الجامع والباعث

$$V_{CE} = V_C - V_E = V_{CC} - I_C R_C - I_E R_E$$

$$I_C \cong I_E$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$$ وهذا يمثل الاحداثي السيني لنقطة العمل (Q)

إن تيار تشبع الترانزستور في انحياز مقسم الفولتية يمكن حسابه كما يلي

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

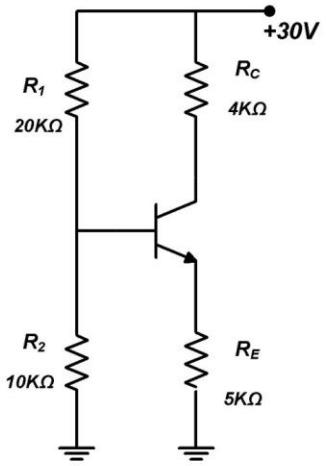
أما فولتية القطع حيث لا يمر تيار في الجامع وبذلك تظهر فولتية المجهز على طرفي الجامع و الباعث

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC}$$

Created by Universal Document Converter

مثال :

ارسم خط الحمل المستمر وعين نقطة العمل (Q) للدائرة المبينة أدناه ؟



لرسم خط الحمل المستمر نعين فولتية القطع و تيار التشبع

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} = 30v$$

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

$$I_{C(sat)} = \frac{30}{(4+5)*10^3}$$

$$I_{C(sat)} = 0.00333A = 3.33mA$$

لتعيين نقطة العمل (Q)

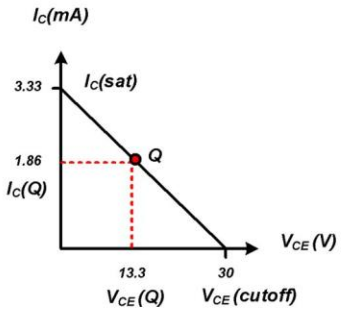
$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{CC} = \frac{10K}{20K + 10K} * 30v = 10v$$

$$I_E = \frac{V_2 - V_{BE}}{R_E} = \frac{10 - 0.7}{5*10^3} = 0.00186\,A = 1.86mA$$

$$I_{CQ} \cong I_E = 1.86mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 30 - 1.86*10^{-3}*(4+5)*10^3$$

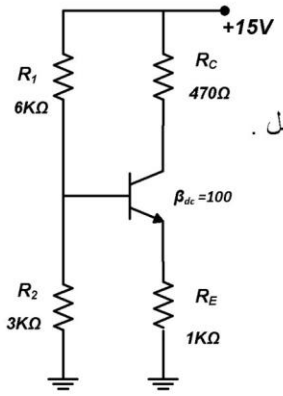
$$V_{CEQ} = 13.3v$$



Created by Universal Document Converter

مثال :

في الشكل أدناه اوجد القيمة الدقيقة لتيار الباعث علما أن $(V_{BE} = 0.7)$ ؟



لو فتحنا طرف القاعدة . يكون مقسم الفولتية غير محمل .

نطبق نظرية ثفنن :

$$V_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{CC}$$

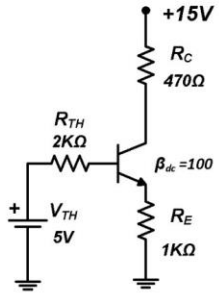
$$V_{TH} = \frac{3K}{6K + 3K} * 15v$$

$$V_{TH} = 5v$$

$$R_{TH} = R_1 // R_2$$

$$R_{TH} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 * 3}{6 + 3}$$

$$R_{TH} = 2K\Omega$$



لاحظ شكل الدائرة المكافئة

نطبق قانون كيرشوف للفولتية على دارة القاعدة والباعث

$$I_B R_{TH} + V_{BE} + I_E R_E - V_{TH} = 0$$

وبما أن

$$I_C \cong I_E$$

$$I_B \cong I_E / \beta_{dc}$$

وبذلك نستطيع كتابة المعادلة بالصيغة التالية :

$$\frac{R_{TH}}{\beta_{dc}} I_E + I_E R_E + V_{BE} - V_{TH} = 0$$

$$I_E \left(R_E + \frac{R_{TH}}{\beta_{dc}} \right) = V_{TH} - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E + R_{TH} / \beta_{dc}} = \frac{5 - 0.7}{1000 + 2000/100}$$

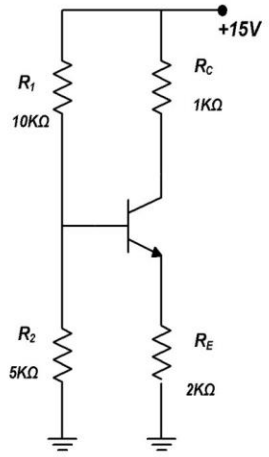
$$I_E = \frac{4.3}{1020} = 0.00422A = 4.22mA$$

Created by Universal Document Converter

مثال :

لدائرة مقسم الفولتية المبينة بالشكل أدناه (1- ارسم خط الحمل المستمر 2- اوجد إحداثيات نقطة العمل Q

3- احسب قيم المقاومات R_1 و R_2 التي تجعل نقطة العمل Q تقع وسط خط الحمل المستمر) ؟



$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E} = \frac{15}{(1+2)*10^3}$$

$$I_{C(sat)} = \frac{15}{3000} = 0.005A = 5mA$$

$$V_{CE(cutoff)} \cong V_{CC} = 15v$$

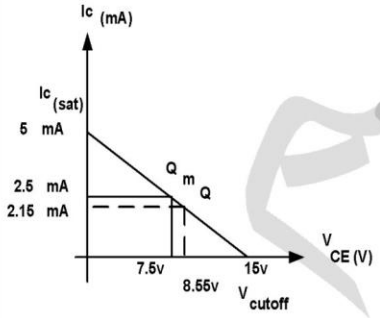
$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{CC} = \frac{5K}{10K + 5K} * 15v = 5v$$

$$I_{CQ} \cong I_E = \frac{V_2 - V_{BE}}{R_E} = \frac{5 - 0.7}{2*10^3} = \frac{4.3}{2000} = 0.00215A$$

$$I_{CQ} = 2.15mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ}(R_C + R_E) = 15 - 2.15*10^{-3}*(1+2)*10^3$$

$$V_{CEQ} = 8.55v$$



$$I_{CQ(m)} = \frac{I_{C(sat)}}{2} = \frac{5mA}{2} = 2.5mA$$

$$V_{CEQ(m)} = \frac{V_{CE(cutoff)}}{2} = \frac{15v}{2} = 7.5v$$

$$I_C \cong I_E$$

$$V_2 = V_E + V_{BE} = I_E * R_E + V_{BE} = (2.5*10^{-3})(2*10^3) = 5.7v$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{CC}$$

$$5.7 = \frac{5000*15}{R_1 + 5000}$$

$$5.7R_1 + 5.7*5000 = 75000 \Rightarrow 5.7R_1 = 75000 - 28500$$

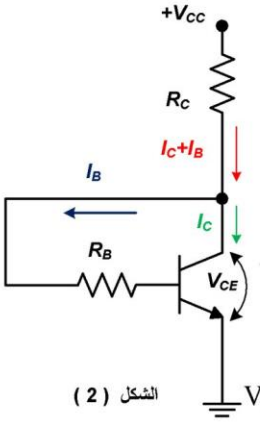
$$R_1 = \frac{46500}{5.7} = 8157\Omega \cong 8.15K\Omega$$

Created by Universal Document Converter

انحياز بالتغذية الخلفية للجامع Collector feedback-bias

يوضح الشكل (3) انحياز بالتغذية الخلفية للجامع ، ومن صفاته البساطة والاستجابة العالية للترددات الواطئة ، وما يميزه عن انحياز القاعدة أن مقاومة القاعدة مربوطة إلى الجامع وليس إلى مجهز القدرة .

نستعمل فولتية الجامع لسوق مقاومة القاعدة بدلاً من تسليط فولتية مجهز ثابتة على مقاوم القاعدة وهذا يؤدي إلى تقليص تأثير β_{dc} على نقطة العمل Q .



الشكل (2)

انحياز بالتغذية الخلفية للجامع

إن المعادلات المستخدمة لغرض تحليل دائرة انحياز بالتغذية الخلفية للجامع هي :

يمكننا تقريب تيار الجامع لنقطة العمل Q

$$I_C \cong \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B/\beta_{dc}}$$

أما الفولتية بين الجامع والباعث لنقطة العمل Q والتي تمثل الموقع على المحور السيني .

$$V_{CE} \cong V_{CC} - I_C R_C$$ لان تيار القاعدة صغير جدا

لغرض رسم خط الحمل المستمر يجب تحديد تيار التشبع $I_{C(sat)}$ و فولتية القطع $V_{CE(cutoff)}$

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} \qquad I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C}$$

إن قيمة مقاومة القاعدة التي تعطي انحياز عند نقطة وسطى (نقطة العمل Q وسط خط الحمل) يمكن أن تعطى بالمعادلة

$$R_B = \beta_{dc} * R_C$$

المعدل الهندسي :

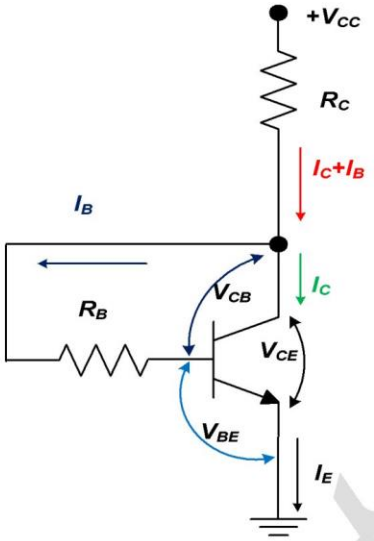
من الممكن أن تكون التغيرات في قيمة β_{dc} لنفس النوع من الترانزستور عند استعمال ألاف الترانزستورات من ذاك النوع هي (3:1) وقد تصل نسبة التغير إلى (9:1) بسبب التغيرات بدرجات الحرارة ولذلك يمكننا استخدام المعدل الهندسي كما في المعادلة :

$$\beta_{dc} = \sqrt{\beta_{dc(\min)}\beta_{dc(\max)}}$$

Created by Universal Document Converter

مثال :

في انحياز التغذية الخلفية للجامع اثبت العلاقة $I_C = \dfrac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B/\beta_{dc}}$



$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C + I_B)R_C$$
$$V_{CE} = V_{CC} - (I_E)R_C$$
$$I_E \cong I_C$$
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \mapsto (1)$$
$$V_{CE} = V_{CB} + V_{EB}$$
$$V_{CE} = I_B R_B + V_{BE}$$
$$V_{CE} = \frac{I_C}{\beta_{dc}} R_B + V_{BE} \mapsto (2)$$

وبحل المعادلتين (1) و (2)

$$V_{CC} - I_C R_C = \frac{I_C}{\beta_{dc}} R_B + V_{BE}$$
$$V_{CC} - V_{BE} = I_C R_C + I_C \frac{R_B}{\beta_{dc}}$$
$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B/\beta_{dc}}$$

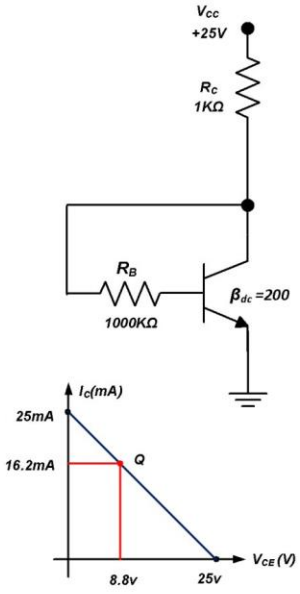
Created by Universal Document Converter

مثال :

في الدائرة الموضحة بالشكل أدناه

احسب قيمة تيار الجامع (Ic) والفولتية بين الجامع و الباعث (V_{CE})

وارسم خط الحمل المستمر وعين نقطة العمل (Q) عليه ؟



$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B/\beta_{dc}}$$

$$I_C = \frac{25 - 0.7}{1*10^3 + 100*10^3/200}$$

$$I_C = 0.0162\ A = 16.2mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

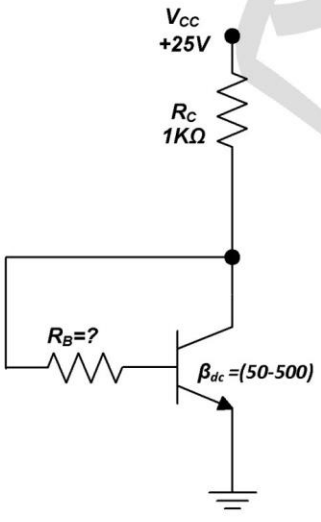
$$V_{CE} = 25 - 0.0162 * 10^3 = 8.8v$$

$$V_{CE(cutoff)} = V_{cc} = 25V$$

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{25}{1000} = 0.025\ A = 25mA$$

مثال :

في الدائرة الموضحة بالشكل أدناه إذا كانت قيمة β_{dc} تتراوح (50–450) احسب قيمة المقاومة R_B للانحياز عند نقطة وسطى ، اوجد قيمة V_{CE} وIc ؟



$$\beta_{dc} = \sqrt{\beta_{dc\,(min)} * \beta_{dc\,(max)}}$$

$$\beta_{dc} = \sqrt{50 * 450} = 150$$

$$R_{B(m)} = \beta_{dc} * R_C = 150 * 1k\Omega$$

$$R_{B(m)} = 150\ k\Omega$$

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_C + R_B/\beta_{dc}}$$

$$I_{CQ} = \frac{25 - 0.7}{1000 + (150000/150)}$$

$$I_{CQ} = 0.01215\ A = 12.15\ mA$$

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$V_{CEQ} = 25 - (12.15 * 10^{-3}) * (1 * 10^3)$$

$$V_{CEQ} = 12.58\ v$$

Created by Universal Document Converter

انحياز الباعث Emitter – bias

وهو الانحياز الشائع عند وجود مجهز مجزأ وكما مبين بالشكل (4) ، مجهز مجزأ يعني فولتيات موجبة وسالبة . نلاحظ أن ثنائي الباعث منحاز أماميا بواسطة مجهز الفولتية السالبة V_{EE} خلال المقاومة R_E . أما ثنائي الجامع فيكون منحاز عكسيا بواسطة مجهز الفولتية الموجب Vcc

تحليل دائرة انحياز باعث نموذجية :

إن الفولتية من الباعث إلى الأرض اقل من (1v) ولان V_{EE} اكبر بكثير من (1v) ، نستطيع معاملة النهاية العليا من المقاومة R_E كنقطة ارضي تقريبية ، الشكل (4) . ولذلك فان فولتية المجهز V_{EE} تظهر جميعها عبر R_E وبذلك :

$$I_E \cong \frac{V_{EE}}{R_E}$$

وكتقريب جيد تيار الجامع يساوي تيار الباعث ($I_c = I_E$) وبما أن الباعث يعمل كنقطة ارضي تقريبا ولذلك

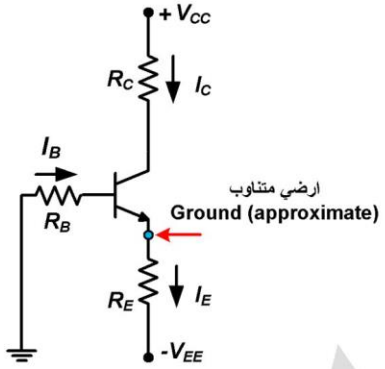
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

لو كان الترانزستور في منطقة التشبع فان تيار التشبع

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} + V_{EE}}{R_C + R_E}$$

أما إذا كان الترانزستور يعمل في منطقة القطع فان فولتية القطع

$$V_{CE(cutoff)} = (V_{CC} + V_{EE})$$

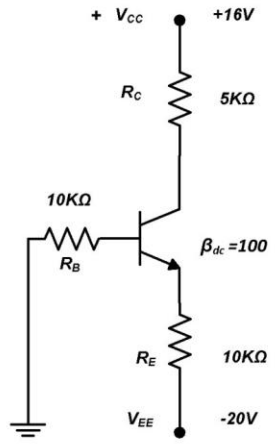


الشكل (4)

Created by Universal Document Converter

مثال :

للشكل الموضح أدناه احسب I_c و V_{CE} ، ارسم خط الحمل المستمر ، عين نقطة العمل Q عليه ؟



$$I_C \cong I_E = \frac{V_{EE}}{R_E} = \frac{20}{10*10^3}$$

$$I_{CQ} = 0.002A = 2mA$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

$$V_{CE} = 16 - 2*10^{-3} * 5*10^3$$

$$V_{CEQ} = 16 - 10 = 6v$$

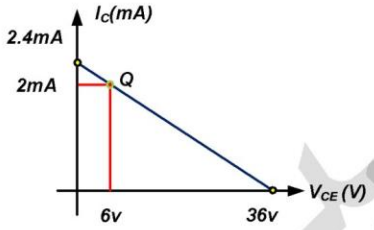
$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} + V_{EE}}{R_C + R_E}$$

$$I_{C(sat)} = \frac{16+20}{(5+10)*10^3}$$

$$I_{C(sat)} = 0.0024A = 2.4mA$$

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} + V_{EE}$$

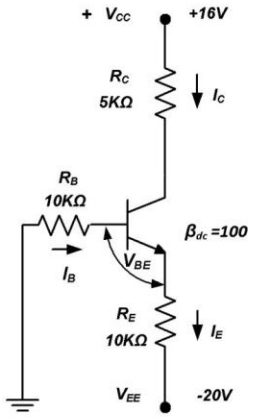
$$V_{CE(cutoff)} = 16 + 20 = 36v$$



مثال :

احسب القيمة الدقيقة لتيار الباعث I_E لدائرة انحياز الباعث الموضحة بالشكل أدناه ؟

نطبق قانون كيرشوف للفولتية على دارة الباعث – القاعدة



$$I_B R_B + V_{BE} + I_E R_E - V_{EE} = 0$$

$$I_B R_B + I_E R_E = V_{EE} - V_{BE}$$

$$\because I_C \cong I_E \Rightarrow\Rightarrow I_B = \frac{I_E}{\beta_{dc}}$$

$$R_B \frac{I_E}{\beta_{dc}} + I_E R_E = V_{EE} - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E + R_B/\beta_{dc}} = \frac{20 - 0.7}{10000 + \frac{10000}{100}}$$

$$I_E = \frac{19.3}{10100} = 0.00191A = 1.91mA$$

Created by Universal Document Converter

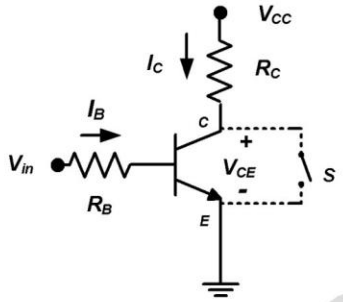
جدول يوضح بعض المحاسن و المثالب ومكان استخدام كل نوع من أنواع الانحياز:

النوع	الميزة	المثلبة	مكان الاستعمال
انحياز القاعدة	البساطة	حساس للتغيرات في β_{dc}	الدوائر الرقمية ودوائر الغلق والفتح
مقسم الفولتية	استقرار النقطة Q	يحتاج إلى أربعة مقاومات	مكبرات الغاية العامة
التغذية الخلفية للجامع	استجابة للترددات الواطئة	يعتمد على βdc جزئيا	مكبرات الإشارة الصغيرة
انحياز الباعث	استقرار النقطة Q	يحتاج إلى مجهز مجزأ	مكبرات الغاية العامة

Created by Universal Document Converter

استخدام الترانزستور كمفتاح (Transistor as Switch)

عندما يعمل الترانزستور في منطقتي القطع والإشباع فانه يشابه عمل المفتاح وكما موضح في الشكل والعلاقات أدناه :



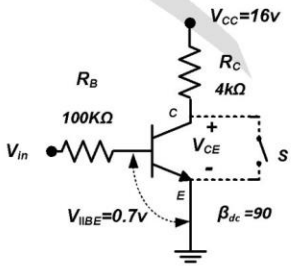
عندما تكون $V_{in} = 0$ فان $V_{CE} = V_{CC}$ (علل هذا) ، ويكون المفتاح (S) في حالة (open) .

عندما تكون $V_{in} \geq V$ حيث V هي اقل قيمة للفولتية تسبب حالة الإشباع في تيار الجامع (أي تجعل تيار الجامع في حالة الإشباع) أي $[I_C = I_C(sat)]$ وعندها يكون $V_{CE} = 0$ (لماذا ؟) ، أي أن المفتاح (S) يكون في حالة(close).

ويستفاد من هذه الدائرة في الأنظمة الرقمية التي تعتمد مبدأ ألـــ (٠ و ١) .

مثال : في دائرة الترانزستور كمفتاح إذا كانت : $\beta = 90$, $R_B = 100k\Omega$, $R_C = 4k\Omega$, $V_{CC} = 16v$ والترانزستور سليكون. احسب اقل قيمة لفولتية الإدخال تجعل الترانزستور في حالة توصيل .

الحل : نرسم الدائرة أولا ثم نوجد تيار $I_C(sat)$ ثم منه تيار $I_B(sat)$ وبعدها نوجد اقل قيمة لفولتية الإدخال وكما في الخطوات أدناه :



$$I_C(sat) = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{16}{4*10^3} = 4mA = 0.004Amp$$

$$I_B(sat) = \frac{I_C(sat)}{\beta} = \frac{4}{90} = 0.044mA = 44\mu A$$

$$V_{in} = I_B(sat) * R_B + V_{BE}$$

$$V_{in} = 0.044*10^{-3}*100*10^3 + 0.7 = 5.1volt$$

وهي اقل قيمة لفولتية الإدخال تجعل الترانزستور في حالة توصيل (ON) .

Created by Universal Document Converter

استخدام الترانزستور في تكبير الإشارات الصغيرة (Small Signal Amplification)

يعتبر مبدأ تكبير الإشارات الالكترونية الصغيرة مهما وواسع الانتشار في المنظومات الالكترونية الصغيرة والكبيرة منها فعندما يقوم المايكروفون بتحويل الصوت إلى إشارة الكترونية تكون صغيرة لا بد لها من مكبر لكي يتم الاستفادة منها في سوق السماعة، وعند نقل أي إشارة الكترونية بين مكان وأخر فإنها تقل وتضعف، ولا بد من إجراء عملية التكبير لها

ويوجد أنواع كثيرة من المكبرات ولكنها تشترك بنقاط أساسية بالإمكان توضيحها بالمخطط التالي :

1- التكبير (الكسب gain) ويتضمن : تكبير الفولتية $A_v = \frac{v_{out}}{v_{in}}$

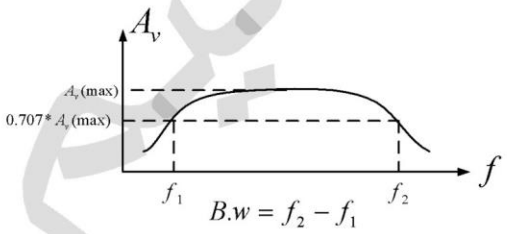
تكبير التيار $A_i = \frac{i_{out}}{i_{in}}$

تكبير القدرة $A_p = A_v * A_i = \frac{p_{out}}{p_{in}}$

أما الكسب بالـــ (dB ديسبل) فيمكن حسابه من العلاقة التالية :

$$A_v[in(dB)] = 20\log_{10}(A_v)$$

2- عرض الحزمة (B.W) وهو الترددات التي باستطاعة المكبر تكبير الإشارة فيها كما مبين أدناه في منحني الاستجابة الترددية :

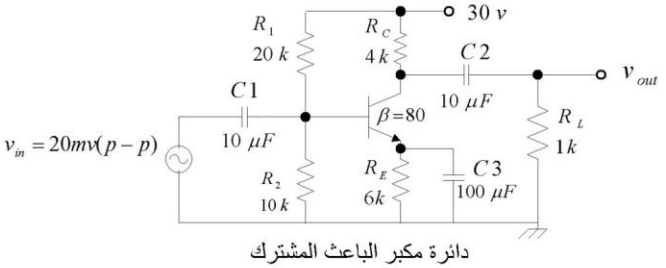


٣- مقاومة الإدخال R_{in} وهي المقاومة التي تواجهها إشارة الإدخال .

4- مقاومة الإخراج R_{out} وهي المقاومة التي تكون على التوالي مع مقاومة الحمل لإكمال دائرة الإخراج وتكون أفضل ما يمكن عندما يكونان متساويان ،عندها يقال أن الدائرة في حالة موائمة (matching) .

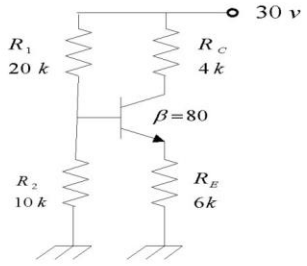
Created by Universal Document Converter

مثال : أوجد كسب الفولتية في الدائرة التالية (دائرة مكبر الباعث) .



دائرة مكبر الباعث المشترك

الحل : في البداية نرسم الدائرة المكافئة المستمرة بجعل المتسعات في حالة open وذلك لإيجاد قيمة التيار I_E



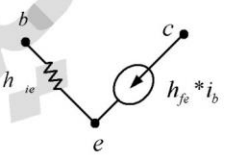
ملاحظة : نحلل الدائرة كما في مثال دائرة انحياز مقسم الجهد الذي تم حله مسبقا ويكون $I_E = 1.458mA$.

ثم نرسم الدائرة المكافئة المتناوبة بجعل المتسعات في حالة short وكذلك مصدر الـــ D.C . وتعويض الترانزستور بدائرته المكافئة المتناوبة التقريبية :

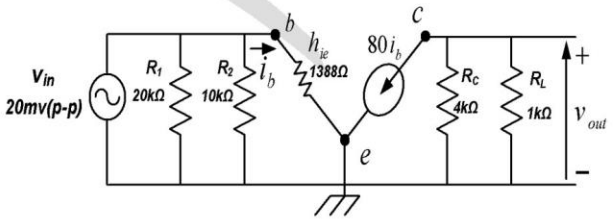
$$h_{fe} = \beta = 80$$

$$h_{ie} = \frac{25}{I_E(mA)} * (h_{fe} + 1)$$

$$h_{ie} = \frac{25}{1.458} * (80 + 1) = 1388\ \Omega$$



الدائرة المكافئة المتناوبة



$$i_b = \frac{v_{in}}{h_{ie}} = \frac{20*10^{-3}}{1388} = 14.4*10^{-6}A = 14.4\mu A$$

$$v_{out} = -80i_b * (R_C // R_L) = -80*14.4*10^{-3}*0.8*10^3$$

$$v_{out} = -921.6*10^{-3}volt = -921.6mv$$

$$|A_v| = \frac{v_{out}}{v_{in}} = \frac{921.6}{20} = 46$$

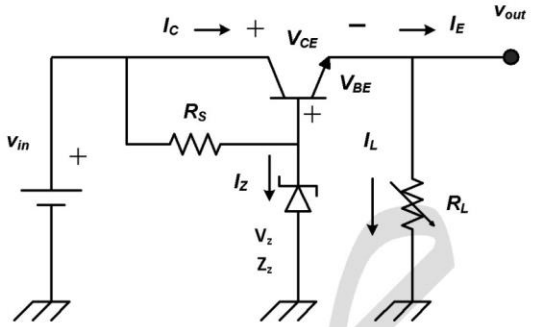
$$A_v(dB) = 20\log_{10} 46 = 33.2dB$$

ملاحظة : هناك مكبر القاعدة المشتركة وكذلك مكبر الجامع المشترك ولكن دائرة مكبر الباعث المشترك تعتبر من دوائر التكبير واسعة الانتشار .

Created by Universal Document Converter

استخدام ترانزستور ثنائي القطبية في تنظيم الفولتية

بالإمكان الاستفادة من الترانزستور ثنائي القطبية في تحسين أداء وكفاءة دائرة منظم زينر (التي تم شرحها مسبقا) وبين المخطط التالي لدائرة منظم التوالي (series regulator) وتسمى كذلك لان طرفي الترانزستور الجامع والباعث على التوالي مع الحمل أي أن $I_E \cong I_C = I_L$ ويسمى الترانزستور في هذه الدائرة ترانزستور العبور (Pass Transistor)



دائرة منظم التوالي

(ملاحظة : في دائرة منظم زينر تكون $\Delta I_Z = -\Delta I_L$)

وهذا يعني أن تحسنا بمقدار جيد يحصل على عامل تنظيم الفولتية .

مثال : في دائرة منظم التوالي اذا كانت :

V_{in} =15v , R_S = 220Ω , β = 100 , V_Z = 7.5v , Z_Z = 6Ω , R_L =200Ω أوجد تيار الحمل .

الحل :

$$V_{out} = V_Z - V_{BE} = 7.5 - 0.7 = 6.8v$$

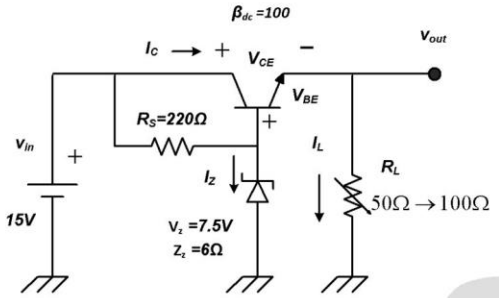
$$I_L = \frac{V_{out}}{R_L} = \frac{6.8}{200} = 34mA = 0.034A$$

ويجب أن يكون $I_L < I_{C(max)}$.

Created by Universal Document Converter

مثال : في المثال السابق إذا كانت مقاومة الحمل تتغير Ω(100 → 50) . احسب التغير التقريبي في فولتية الحمل .
وكذلك عامل تنظيم الفولتية المئوي V_R %

الحل : نرسم الدائرة .



$$V_{out} = V_Z - V_{BE} = 7.5 - 0.7 = 6.8v$$

$$I_L(\min) = \frac{V_{OUT}}{R_L(\max)} = \frac{6.8}{100} = 0.068A = 68mA$$

$$I_L(\max) = \frac{V_{out}}{R_L(\min)} = \frac{6.8}{50} = 0.136A = 136mA$$

$$\Delta I_L = I_L(\max) - I_L(\min) = 136 - 68 = 68mA$$

$$\Delta I_Z = -\frac{\Delta I_L}{\beta} = -\frac{68}{100} = -0.68mA$$

$$\Delta V_{out} = Z_Z * \Delta I_Z = 6 * (-0.68) = -4.08mv$$

وهو التغير التقريبي في فولتية الحمل .

ملاحظة : (قارن بين هذا التغير مع ما يناظره بدون ترانزستور) .

عامل تنظيم الفولتية المئوي

$$\frac{\Delta V_{out}}{V_{out}} * 100 = \frac{4.08 * 10^{-3}}{6.8} * 100 = 0.06$$

Created by Universal Document Converter

المحتوى العلمي

تجربة رقم (٧)

الغرض من التجربة :- دراسة مبسطة عن الترانزستور وكيفية تميزه

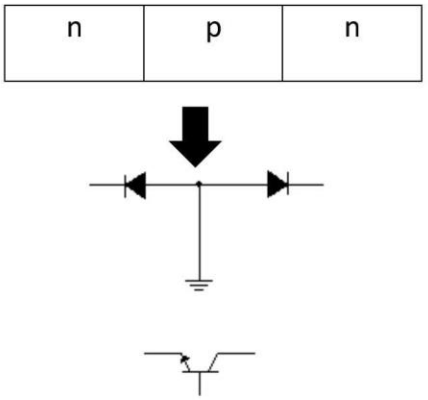
***الادوات المستخدمة :**

١- ترانزستور
٢- مقاومات
٣- مصدر قدرة مستمر
٤- اجهزة قياس للتيار والفولتية متعدد التدريج

أ- خطوات لاثبات ان الترانزستور عبارة ثنائين متعاكسين

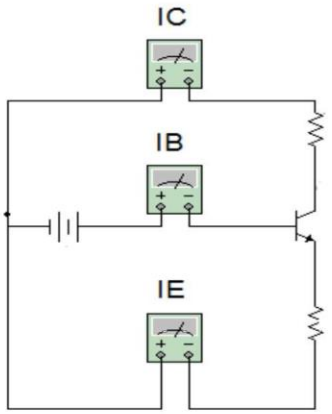
***الجزء النظري :**

الترانزستور عبارة عن بلورة نوع npn او بلورة نوع pnp حيث تمتلك مناطق (n) الكترونات حزمة التوصيل باعداد كبيرة وتمتلك مناطق (P) فجوات كثيرة .والترانزستور له وصلتين واحدة بين الباعث والقاعدة والاخرى بين القاعدة والجامع لهذا فهو عبارة عن ثنائيين



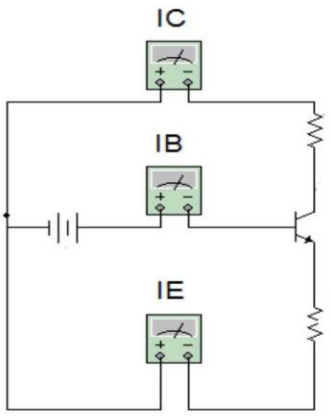
***رسم الدائرة**

١-



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

-٢



خطوات العمل

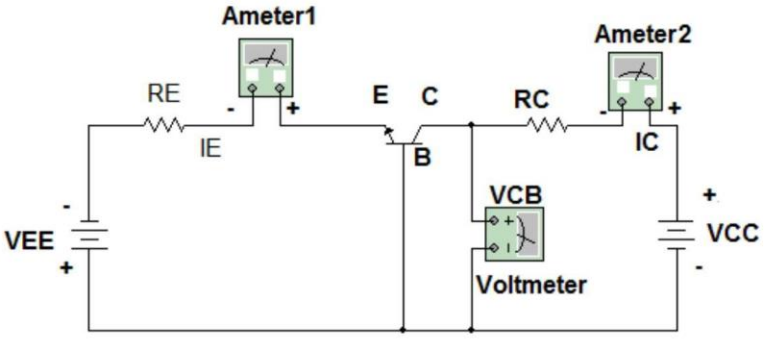
١- اربط الدوائر كل على حدة
٢- غير المصدر المستمر لعدة فولتيات ولاحظ قراءة التيار لكل فولتية

المناقشة

١- من خلال الدوائر التي ربطتها اشرح العلاقة بين الترانزستور والثاني وهل يتفق قولنا بان الترانزستور عبارة عن ثنائين مع نتائجك ؟ وكيف؟
٢- كيف سيكون عمل هذه الدوائر لو كان الترانزستور نوع PNP ؟ ولماذا؟ فسر ذلك

ب- دراسة خواص الترانزستور الخارجية ربط قاعدة مشتركة :-

رسم الدائرة



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

خطوات العمل:-

١- اربط الدائرة كما مبين بالشكل .
٢- حرك منظم المصدر VEE للحصول على قيمة مناسبة لتيار الباعث (IE).
٣- غير مصدر الجهد VCC للحصول على قيم VCB كما في الجدول (١).
٤- دون قراءة تيار الجامع (IC) لكل VCB مع التأكد بان تيار الباعث ثابت .
٥- كرر نفس الخطوات السابقة لقيمة اخرى ثابتة ل IE والحمل لجدول ثاني .

النتائج:-

Keep IE= Constant(5m)

VCB (V)						
IC (m)						

جدول رقم (١)

Keep IE= Constant(10m)

VCB (V)						
IC (m)						

اسئلة المناقشة :-

١- احسب مقاومة الخرج (o/p resistsnce) من الخواص عند قيمة معينة ل IE .

R O/P=ΔVCB/ΔIC

٢- احسب قيمة $\dot{\alpha}$ من العلاقة التالية لقيمة معينة ل VCB

$\dot{\alpha}=\Delta IC/\Delta IE$

VCB = Constant

٣- فسر سبب وجود قيمة لتيار (IC) مع العلم اذا اعتبرنا الجامع كثنائي فنلاحظ انه منحاز عكسيا ".
كيف تفسر ذلك ؟

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تجربة رقم (٨)

الغرض من التجربة :- خواص ترانزستور توصيل الباعث المشترك

الهدف : دراسة ورسم خواص الترانزستور في حالة ربط الباعث المشترك

***الادوات المستخدمة :**

١- ترانزستور
٢- مقاومات
٣- مصدر قدرة مستمر
٤- اجهزة قياس للتيار والفولتية متعدد التدريج

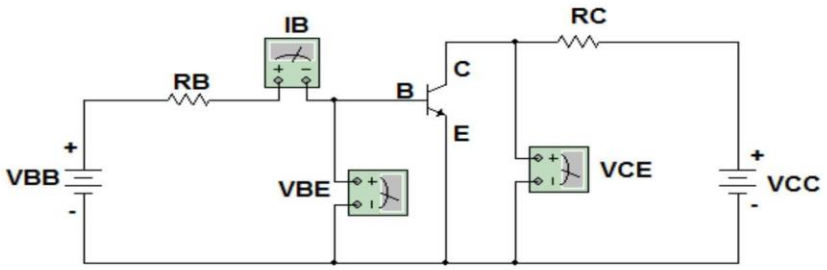
***الجزء النظري :**

ان دائرة الترانزستور ذو ربط الباعث المشترك لها استعمالات واسعة سيما في دوائر تكبير الاشارات الكهربائية الصغيرة ولذا واجب التعرف على خواص هذا النوع . ان هذه الخواص هي:

أ- خواص الدخل(القاعدة) وهي العلاقة بين IB وVBE لقيم ثابتة من VCE والتي يمكن الحصول عليها من الشكل (أ)

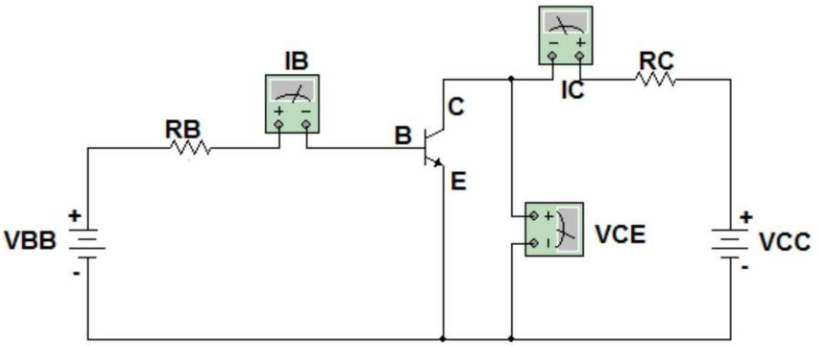
***رسم الدائرة**

أ-



شكل (أ)

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner



خطوات العمل

١- اربط الدائرة كما موضح في الشكل (أ) وتأكد من ان VBB=0 قبل التشغيل .
٢- غير فولتية VCC حتى تحصل على قيمة مناسبة للVCE ثم ثبت هذه القيمة .
٣- غير فولتية VBB حتى تحصل على قيم مناسبة لل VBE واقرأ قيم IB المناظرة لها وضع نتائجك في الجدول رقم (١)
٤- خذ قيمة لل VCE اكبر من تلك التي ثبتها في الخطوة رقم ٢ ثم اعد الخطوة رقم ٣.
٥- خذ قيمة لل VCE اصغر من تلك التي ثبتها في الخطوة رقم ٢ ثم اعد الخطوة رقم ٣.

جدول رقم 1 VCE= CONSTANT

VBE (V)									
IB(μA)									

(ب)

١- اربط الدائرة كما موضح في الشكل (ب) وتأكد من ان VCC=0 قبل التشغيل .
٢- غير فولتية VBB حتى تحصل على قيمة مناسبة للIB ثم ثبت هذه القيمة .
٣- غير فولتية VCC حتى تحصل على قيم مناسبة لل VCE واقرأ قيم IC المناظرة لها وضع نتائجك في الجدول رقم (2)
٤- خذ قيمة لل IB اكبر من تلك التي ثبتها في الخطوة رقم ٢ ثم اعد الخطوة رقم ٣.
٥- خذ قيمة لل IB اصغر من تلك التي ثبتها في الخطوة رقم ٢ ثم اعد الخطوة رقم ٣.

جدول رقم 2 IB= CONSTANT

VCE (V)									
IC(μA)									

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المناقشة

١- ارسم منحني خواص الدخل بمقياس رسم مناسب على ورقة بيانية بحيث يكون IBE على المحور العمودي وvbe على المحور الافقي ؟

٢- اشرح سبب تشابه منحني خواص الدخل مع الخواص الامامية للثنائي ؟

٣- احسب قيمة مقاومة الدخل Rin ومقاومة الخرج Rout كما يلي :

$$Rout = \frac{\Delta vce}{\Delta ic} \Big| ib = constant$$

$$Rin = \frac{\Delta vbb}{\Delta ib} \Big| vce = constant$$

٤- احسب قيمة التكبير (كسب) التيار حسب العلاقة الاتية

$$Bdc = \frac{\Delta ic}{\Delta ib} \Big| vce = constant$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تجربة رقم (٩)

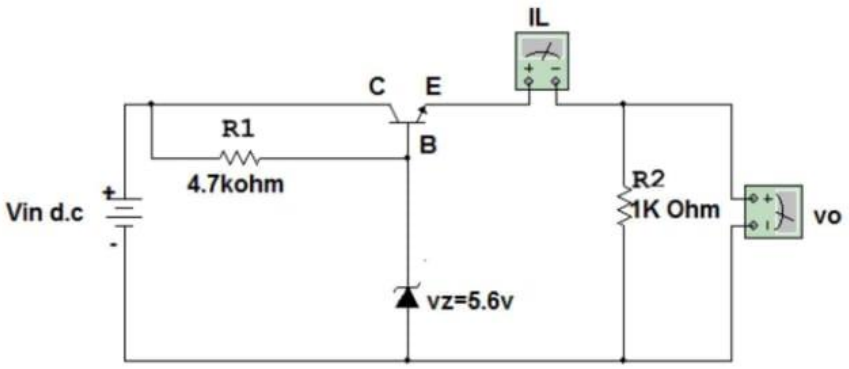
اسم التجربة:- استخدام الترانزستور في دوائر تنظيم الجهد ؟

الغرض من التجربة :- دراسة كيفية الحصول على جهد مستمر وثابت بأستعمال الترانزستور .

الادوات المستخدمة :- ١- ترانزستور / ٢- ثنائي زينر / ٣- مقاومات عدد ٣ / ٤- مصدر جهد مستمر ٥/ افوميتر عدد ٢ / ٦- اسلاك توصيل

الجزء النظري :-

للحصول على فولتيات ثابتة بأستخدام ثاني الزينر ، ولكن عند توصيل الحمل فأن جهده لايبقى ثابت لان اي تغيير في تيار الحمل يسبب تغيير مناظر في تيار ثنائي الزينر غير ثابت وهذه الحالة تكون مقبولة عند التغييرات البسيطة لتيار الحمل ، اما اذا تعدى التغير في تيار الحمل الحد المعين نلجأ الى استعمال ترانزستور على التوالى مع دائرة الحمل ويربط الترانزستور بطريقة الجامع المشترك لكي يبقى جهد الجمل ثابت ومساوي لل vz مطروحا منه فولتية VBE ويقل التغير في تيار ثنائي الزينر بمقدار كسب التيار B للترانزستور.



خطوات العمل :-

١- اربط الدائرة كما موضح في الشكل اعلاه.

٢- غير جهد الادخال vin وقس جهد الاخراج vo وتيار الحمل IL لكل قيمة من Vin كما في الجدول عندما RL=1K Ohm

٣- اعد الخطوة ٢ عندما RL=10 K Ohm

	Vin(v)									
RL=1K Ohm	Vo (v)									
	IL(Ma)									
RL=10K Ohm	Vo (v)									
	IL(Ma)									

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المناقشة :-

١- على ورق بياني اسم العلاقة بين vo وvin للخطوتين ٢و٣ من خطوات العمل بحيث يكون vo على المحور العمودي vin على المحور الافقي ؟

٢- اشرح نظرية عمل الدائرة موضح كيفية عمل الترانزستور فيها ؟

٣- ناقش نتائجك العملية التي حصلت عليها ؟

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تجربة رقم ١٠

اسم التجربة :- دائرة مضاعف الفولتية المستمرة

الغرض من التجربة :- دراسة استخدام الثنائي للحصول على فولتية اخراج مستمرة ومضاعفة .

الادوات المستخدمة :-

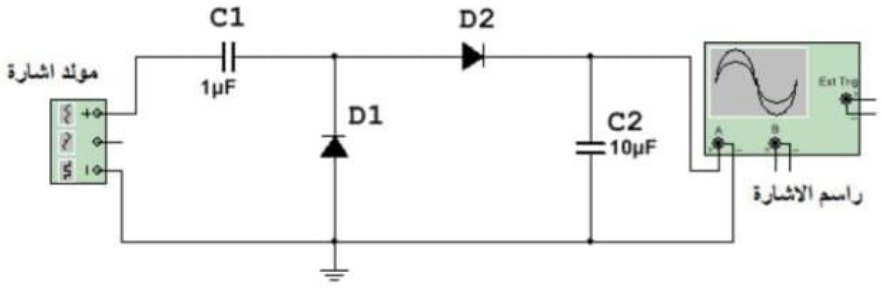
١- لوحة تجارب
٢- مصدر قدرة متناوب
٣- متسعتان
٤- ثنائيان
٥- جهاز فولتميتر
٦- جهاز راسم الاشارة (اوسليسكوب)

الجزء النظري:-

ان مضاعف الفولتية عبارة عن مقومي ذروة او اكثر وينتج فولتية مستمرة تساوي اضعاف فولتية الادخال وتستخدم في التطبيقات التي تحتاج فيها الى فولتية عالية وتيار قليل .

ويكون (D1) منحاز اماميا عند الذروة السالبة بينما يكون D2 منحاز عكسيا حيث تشحن C1 الى VP فولتية الذروة وعند الذروة الموجبة يكون D1 منحاز عكسيا و D2 منحاز اماميا وبما ان المصدر و C1 مربوطان على التوالى فأن C2 تشحن الى 2VP وبذلك نحصل على فولتية مضاعفة على الحمل RL ويعتمد ذلك على قيمة RL فيجب ان تكون كبيرة لكي يكون ثابت الزمن طويل .

رسم الدائرة



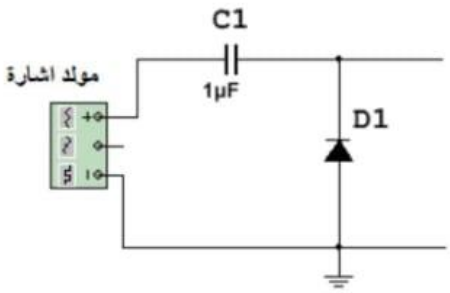
شكل رقم (٣)

خطوات العمل :-

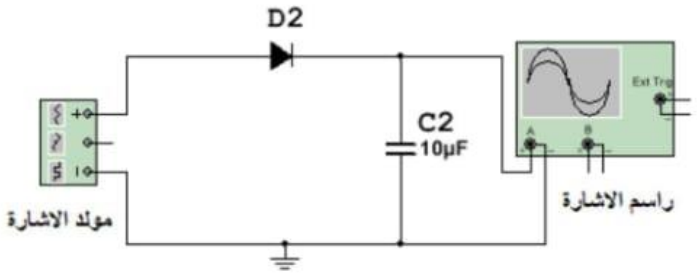
١- اربط الجزء الاول من الدائرة (clamping circuit) كما في الشكل (١) وارسم الموجة الداخلة والموجة الخارجة مع قياس الفولتية الخارجة بالاوفوميتر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شكل رقم (١)



٢- اربط الجزء الثاني من الدائرة كما في الشكل (٢) وارسم الموجة الخارجة بواسطة راسم الاشارة الاوسلسكوب وقس الفولتية الخارجة بالاوفوميتر .



شكل رقم (٢)

٣- اربط الدائرة كما في الشكل (٣) وقس الفولتية المستمرة الخارجة بالاوفوميتر.

المناقشة :-

١- اشرح عمل المتسعات في هذه الدائرة من خلال عمليتي الشحن والتفريغ ؟
٢- ارسم دائرة مضاعف الفولتية الى اربعة اضعاف واشرح كيف يمكن الحصول على هذه الفولتية؟
٣- اذكربعض التطبيقات العملية لهذه الدائرة ؟
٤- كيف نستطيع تحسين كفاءة هذه الدائرة ؟

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

- **المصادر** الاساسية :
- ROBERT BOYLESTAD LOUIS NASHELSKY Electronic Devices and circuit theory
- مبادئ الالكترونيك - Blbert Paul Malvino