وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
الجامعة التقنية الشمالية
اسم التشكيل

الحقيبة التعليمية

كلية البوليتكنيك
الموصل

القسم العلمي: تقنيات صناعة الاطراف والمساند

اسم المقرر: الكترونيك تناظري

المرحلة / المستوى: الاول

الفصل الدراسي: الثاني

السنة الدراسية: 2025-2026

معلومات عامة

اسم المقرر:	**الكترونيك تناظري**
القسم:	تقنيات صناعة الاطراف والمساند
الكلية:	كلية البوليتكنيك/ الموصل
المرحلة / المستوى	الاول
الفصل الدراسي:	الثاني
عدد الساعات الاسبوعية:	نظري 2 عملي 2
عدد الوحدات الدراسية:	4
الرمز:	EMTI
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:	زيد خلف محمد
اللقب العلمي:	مدرس مساعد
سنة الحصول على اللقب	2023
الشهادة :	ماجستير
سنة الحصول على الشهادة	2021
عدد سنوات الخبرة (تدريس)	3

الوصف العام للمقرر

يهدف هذا المقرر : تعريف الطالب بالمكونات الالكترونية المختلفة.

الاهداف العامة

- سيكون الطالب قادر على الالمام بالمكونات الالكترونية المصنعة من اشباه الموصلات باختلاف انوعها – تراكيبها- خواصها – استخداماتها في الدوائر الالكترونية – تطبيقاتها-
- تحليل الدوائر الخاصة بها – المكونات الالكترونية الضوئية وتطبيقاتها

الأهداف الخاصة

- سيتمكن الطلاب من قراءة وفهم المخططات والرسوم البيانية للدوائر الكترونية.
- سيتعرف الطلاب على قطع الكترونية المختلفة.
- سيتمكن الطلاب من حسابات خاصة في الدوائر التي تحتوي على عناصر الكترونية .
- سيتقن الطلاب استخدام القوانين والمبادئ الرياضية لتحليل دوائر الكترونية.
- سيتعرف الطلاب على التطبيقات العملية للدوائر ا والكترونية.

الأهداف السلوكية او نواتج التعلم

- - تطبيق استخدام ترانزستور في دوائر الكترونية
- - حسابات الفولتيات والتيارات لدوائر ترانزستور
- - طرق عملية لفحص ترانستور
- - الدوائر انحياز الترانستور وخصائصها
- - استخدام ترانزستور كمنظم جهد
- -عمل ترانزستور الضوئي

المتطلبات السابقة

-

الأهداف السلوكية او مخرجات التعليم الأساسية		
ت	تفصيل الهدف السلوكي او مخرج التعليم	آلية التقييم
1	تطبيق استخدام ترانزستور في دوائر الكترونية	امتحان تحريري واسئلة شفوي ومناقشة
2	حسابات الفولتيات والتيارات لدوائر ترانزستور	امتحان تحريري واسئلة شفوي ومناقشة
3	طرق عملية لفحص ترانستور	امتحان تحريري واسئلة شفوي ومناقشة
4	الدوائر انحياز الترانستور وخصائصها	امتحان تحريري واسئلة شفوي ومناقشة
5	استخدام ترانزستور كمنظم جهد	امتحان تحريري واسئلة شفوي ومناقشة
6	عمل ترانزستور الضوئي	امتحان تحريري واسئلة شفوي ومناقشة

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

الاسلوب او الطريقة	مبررات الاختيار
1. **المحاضرة التفاعلية**	طرح الأسئلة على الطلاب أثناء المحاضرة لزيادة مشاركتهم
2. **التعلم التعاوني**	تشجيع الطلاب على المناقشة والتفاعل داخل المجموعات

الفصل الاول من المحتوى العلمي						
عنوان الفصل	الوقت					
التوزيع الزمني	النظري	العملي	العنوان الفرعي		طريقة التدريس	التقنيات	طرق القياس
الأسبوع الأول	2	2	دوائر انحياز الترانزستور انحياز قاعدة	دائرة انحياز القاعدة للترانزستور ورسم خط الحمل المستمر وتعيين نطة العمل (Q) حل أمثلة على انحياز القاعدة	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	
الأسبوع الثاني	2	2	انحياز مقسم الفولتية	دائرة انحياز مقسم الفولتية وحل الأسئلة الرياضية	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	
الأسبوع الثالث	2	2	**انحياز بالتغذية الخلفية للجامع**	لدائرة انحياز الترانزستور بالتغذية الخلفية للجامع المعدل الهندسي لقيمة ((βdc	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	

الأسبوع الرابع	2	2	**دائرة انحياز الباعث**	دائرة انحياز الباعث	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	
الاسبوع الخامس	2	2	**حل أمثلة تطبيقية على الانحيازات**	حل أمثلة تطبيقية على الانحيازات	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	
الاسبوع السادس	2	2	**الدوائر المكافئة المتناوبة**	الدوائر المكافئة المتناوبة	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	
الاسبوع السابع	2	2	**تقريب الترانزستور المثالي للدوائر المكافئة المتناوبة**	الدائرة المكافئة المتناوبة للترانزستور والتقريب المثال وسوق القاعدة وسوق الباعث وكسب الجهد وكسب التيار وممانعة الدخل	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	
الاسبوع الثامن	2	2	**ممانعة المصدر ومكبر**	خواص الغايات	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة	

		الباعث	المشترك حساب مفهوم ممانعة المصدر مكبر الباعث المشترك كسب الفولتية وكسب التيار كسب القدرة المسائل التطبيقية		وأجوبة, مناقشة		
الاسبوع التاسع	2	**مكبر الجامع المشترك**	مكبر الجامع المشترك حل الأمثلة	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة		
الاسبوع العاشر	2	**استخدام الترانزستور في تنظيم الجهد**	منظمات التوالي منظمات التوازي	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة		
الاسبوع الحادي عشر	2	**ترانزستورات تأثير المجال**	ترانزستور تأثير المجال ألوصلي (JFET) وتركيبه ورمزه نظرية عمله ومنحنيات خواصه	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة		
الاسبوع الثاني عشر	2	**ترانزستورات موسفيت (الأستنزافية-التعزيزية) بالأسلوبين ألاستنزافي والتعزيزي و ترانزستور المجال ذات الاوكسيد المعدني ألتعزيزي و منحنيات ترانزستور**	منحني المواصلة التبادلية لترانزستور JFET ترانزستورات موسفيت الاستنزافية والتعزيزية منحنيات خواص	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة		

			موسفيت ومنحيات المواصلة التبادلية لترانزستورات موسفيت			
الاسبوع الثالث عشر	2	2	**دوائر انحياز ترانزستورات(FET)**	دوائر انحياز FET تعيين نقطة Q استخراج المعدل الهندسي للمواصلة التبادلية التحييز بمصدر التيار (مجهزان و مجهز واحد)	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	
الاسبوع الرابع عشر	2	2	**تحييز ترانزستورات ذات الاوكسيد المعدني**	تحييز ترانزستورات ذات الاوكسيد المعدني مكبر المنبع المشترك مكبر المصرف المشترك مكبر البوابة المشتركة	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	
الاسبوع الخامس عشر	2	2	الثنائيات الباعثة للضوء	المقاوم المعتمد على الضوء (LDR)	محاضرة	عرض تقديمي، شرح، أسئلة وأجوبة, مناقشة	

			لوحة القطع السبع				
			الثنائيات الضوئية				

المحتوى العلمي

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة: 1	
عنوان المحاضرة:	دوائر انحياز الترانزستور انحياز قاعدة
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة	لتعريف الطالب دائرة انحياز القاعدة للترانزستور ورسم خط الحمل المستمر وتعيين نطة العمل (Q) وحل أمثلة على انحياز القاعدة .
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب قادر على تطبيق دائرة انحياز القاعدة و رسم خط الحمل المستمر وتعيين نقطة (Q) العمل على خط الحمل وكذلك قادراً على حل المسائل الرياضية المتعلقة بانحياز القاعدة
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	تطبيق دائرة انحياز القاعدة
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

املاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- تعمل دوائر الترانزستور الخطية بانحياز أمامي على ثنائي --------- وانحياز عكسي على ثنائي ----------

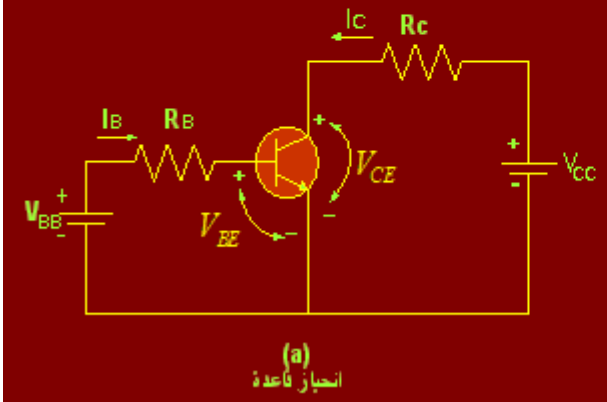
2- تعتبر جميع نقاط العمل الواقعة بين ---------- و ---------- هي المنطقة الفعالة للترانزستور

5- المحتوى العلمي

دوائر انحياز الترانزستور

تعمل دوائر الترانزستور الخطية Linear بانحياز أمامي على ثنائي الباعث وانحياز عكسي على ثنائي الجامع . وفيما يلي طرق شائعة لتحيز الترانزستور للعمل الخطي .

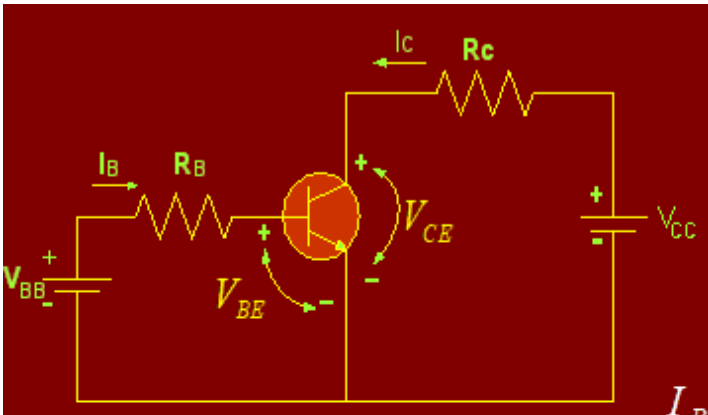
انحياز القاعدة Base-bias



(a)
انحياز قاعدة

الشكل (7-1)

يبين الشكل (7-1) دائرة انحياز قاعدة ونلاحظ بان مصدر الفولتية VBB يحيز ثنائي الباعث أماميا خلال مقاومة تحديد التيار RB .



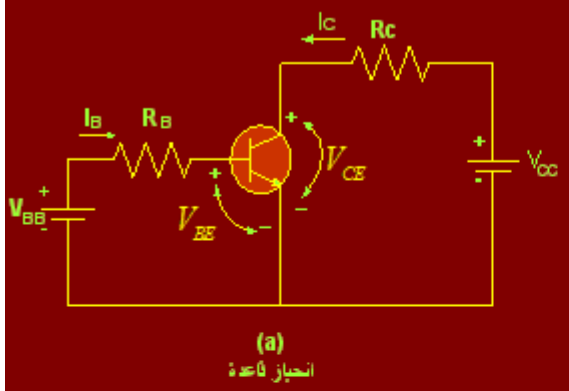
(a)
انحياز قاعدة

إن الفولتية عبر RB حسب قانون كيرشوف للفولتية تساوي (VBB – VBE) وبذلك يكون تيار القاعدة حسب قانون اوم للتيار

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

حيث أن (VBE = 0.7v) لترانزستورات السليكون بينما تكون (VBE = 0.3v) لترانزستورات الجيرمانيوم .

خط الحمل المستمر



(a)
انحياز قاعدة

يعمل المجهز Vcc في دائرة الجامع على تحييز ثنائي الجامع عكسيا من خلال المقومة Rc وبذلك يمكننا حساب الفولتية (VCE) وحسب قانون كيرشوف للفولتية .

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

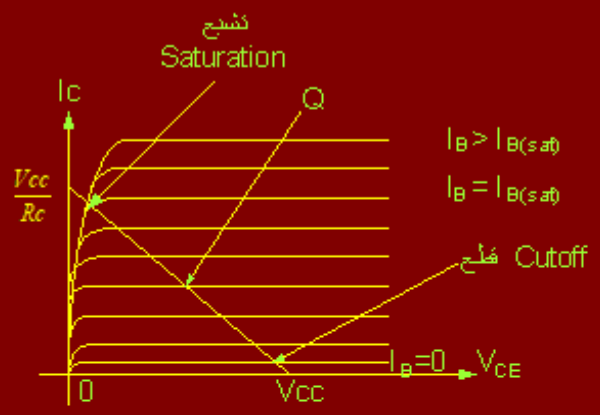
في معظم الدوائر تكون Vcc و Rc ثابتة و VCE و Ic متغيرة
ومن ترتيب المعادلة السابقة نحصل

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

$$Y = mx + b$$

وهذه المعادلة خطية تشبه

المنطقة الفعالة



خط الحمل المستمر

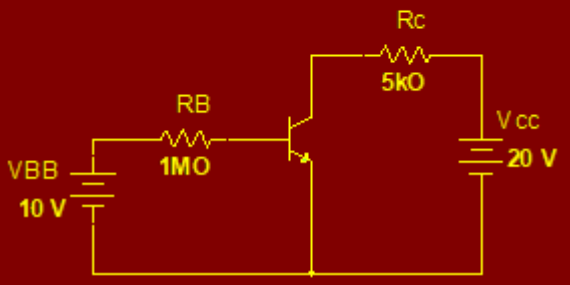
تعتبر جميع نقاط العمل الواقعة بين القطع والتشبع هي المنطقة الفعالة للترانزستور حيث يكون ثنائي الباعث منحاز أماميا وثنائي الجامع منحاز عكسيا في هذه المنطقة ولغرض إيجاد تيار القاعدة في أية دائرة ذات انحياز قاعدة بالاستعانة بالمعادلة

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

إن نقطة تقاطع تيار القاعدة هذا مع خط الحمل هي النقطة الهامدة (Q) quiescent point

مثال

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



الحل

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

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

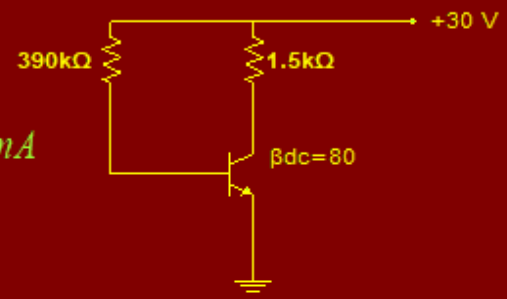
$$I_C = \beta_{dc} * I_B$$

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

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C * R_C = 20 - 0.93(10^{-3})5(10^3) = 15.4v$$

مثال

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



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

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

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

$$I_B = 75.1\mu A$$

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

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

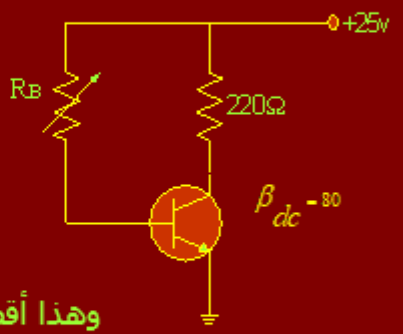
$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_{CQ} * R_C$$

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

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



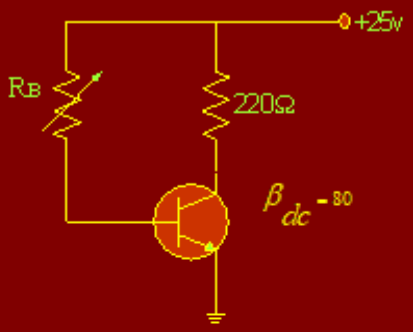
$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{25}{220} = 0.114A$$

$$I_{C(sat)} = 114mA$$

وهذا أقصى تيار جامع يمكن الحصول عليه

تيار القاعدة عند التشبع

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



أما قيمة مقاومة القاعدة عند التشبع

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

مثال

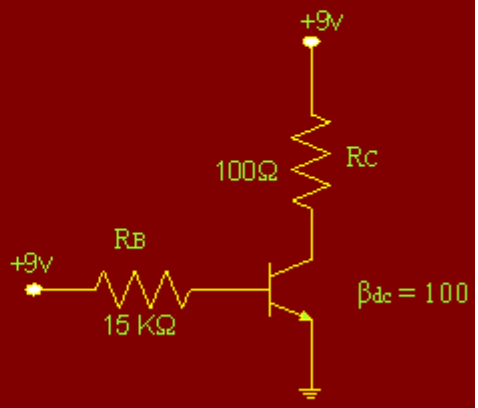
في دائرة انحياز القاعدة الموضحة في الشكل أدناه

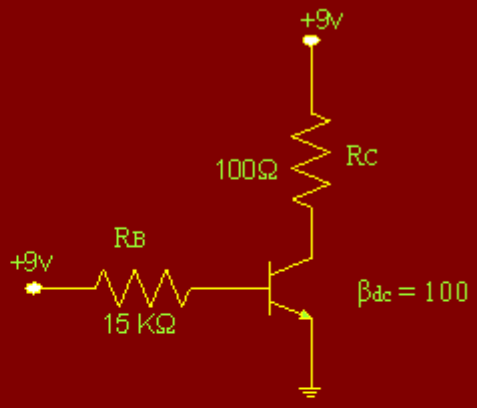
1- أوجد إحداثيات نقطة العمل Q

2- ارسم خط الحمل المستمر

3-أوجد قيمة مقاومة القاعدة RB التي تجعل نقطة العمل Q في وسط خط الحمل المستمر

$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{9}{100} = 0.09A = 90mA$$





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

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

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

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

إحداثيات نقطة العمل في منتصف خط الحمل ($\frac{I_{CQ(sat)}}{2}; \frac{V_{CE(cutoff)}}{2}$)

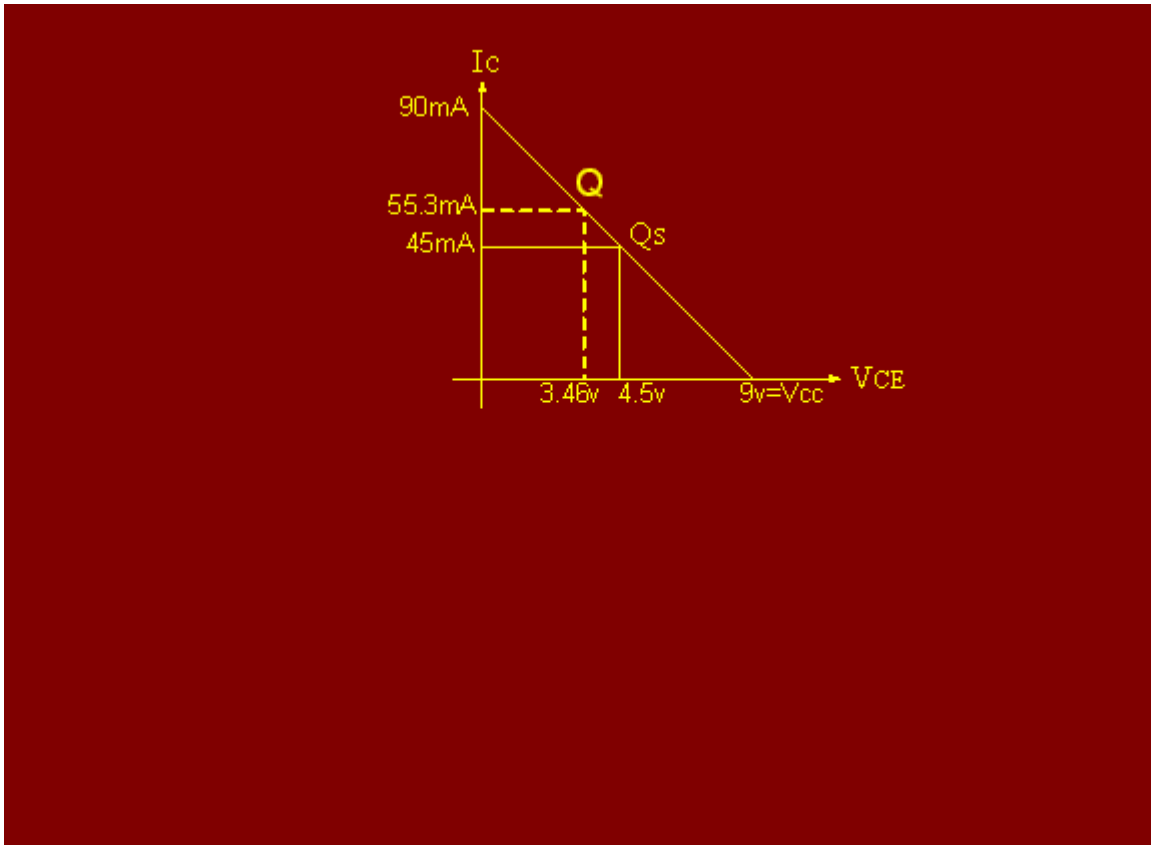
$$I_{CQ(m)} = \frac{I_{C(sat)}}{2} = \frac{90mA}{2} = 45mA$$ ولذلك سيكون

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

الرمز(m) نعني به وسط وهو للتوضيح

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

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



6- الاسئلة البعدية

الاختبار البعدي

املاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- في دائرة انحياز القاعدة يعمل مصدر الفولتية V_{BB} على جعل ثنائي الباعث منحاز امامياً خلال المقاومة ---------- R_B

2- خط ---------- يمثل كافة نقاط العمل الممكنة وتقاطع هذا الخط مع تيار القاعدة الصحيح يعطي نقطة ---------- الفعلية للترانزستور

3- النهاية العلوية لخط الحمل المستمر تسمى نقطة ---------- . في هذه النقطة يكون تيار الجامع ذو قيمة ----------

4- عند التشبع يصور دائرة قصر بين ---------- و ----------

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1. الباعث , الجامع 2. القطع , التشبع	1. المحددة للتيار 2. الحمل المستمر , العمل (Q) 3. التشبع , عظمى 4. الجامع , الباعث

- **المصادر** الاساسية :

- **مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم**

- **مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار**
- **المصادر المقترحة:**

- **ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino**
- **electronic-devices-9th-edition by-floyd-**

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة: 2	
عنوان المحاضرة:	انحياز مقسم الفولتية
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة : طلبة معهد	
الهدف العام من المحاضرة	لتعريف الطالب على عمل الترانزستور في دائرة انحياز مقسم الفولتية
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة على تطبيق انحياز مقسم الفولتية وكيفية تحديد قيم تيارات وفولتيات دائرة انحياز مقسم الفولتية وحل الأسئلة الرياضية المتعلقة بانحياز مقسم الفولتية
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	تطبيق انحياز مقسم الفولتية
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- إن انحياز ---------- هو الأوسع انتشاراً في الدوائر الخطية المنفصلة

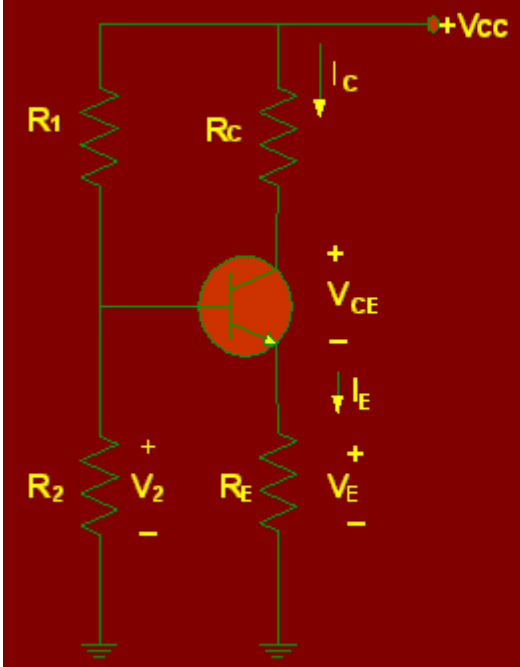
2- إن تسمية مقسم الفولتية جاءت من دائرة مقسم الفولتية المتمثلة بالمقاومات ----- و ----------

3- تيار تشبع الترانزستور في انحياز مقسم يساوي فولتية المجهز Vcc مقسوماً على مجموع مقاومتي ---------- و ----------

5- المحتوى العلمي

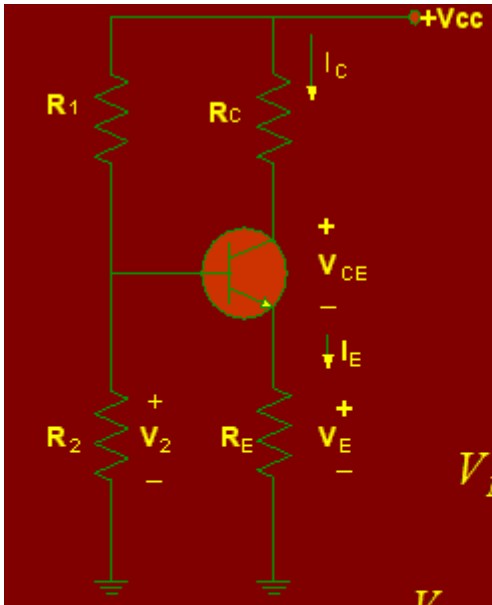
انحياز مقسم الفولتية

Voltage-divider bias



شكل (7-2)

يبين الشكل (7-2) انحياز مقسم الفولتية وهو الأوسع انتشارا في الدوائر الخطية المنفصلة . إن تسمية مقسم الفولتية جاءت من مقسم الفولتية المتكون من R1 و R2 . إن الفولتية على R2 تعمل على جعل ثنائي الباعث منحاز أماميا . ويعمل المجهز Vcc على جعل ثنائي الجامع منحاز عكسيا



إن عمل دائرة مقسم الفولتية يتلخص بما يلي
يكون تيار القاعة صغيرا جداً مقارنة بالتيار في R1وبالتيار في R2وبذلك نستطيع تطبيق قانون مقسم الفولتية لإيجاد قيمة V2 عبر المقاومة R2 :

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

وحسب قانون كيرشوف للفولتية :

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

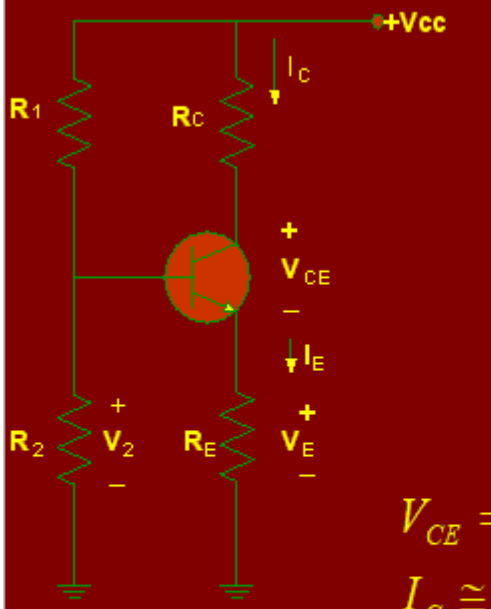
وبذلك يمكننا حساب قيمة تيار الباعث (IE)

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

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

$$V_E = I_E R_E$$

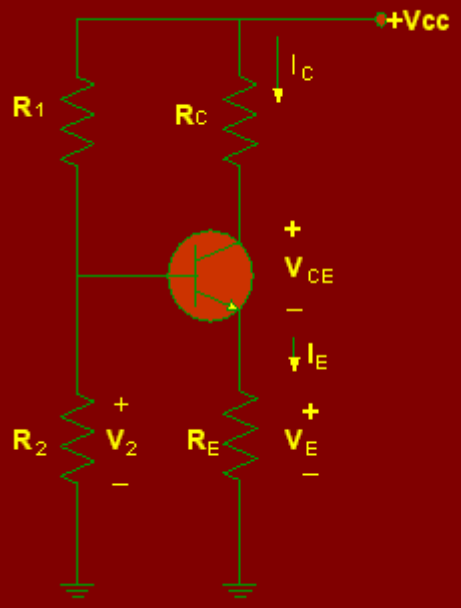
وبذلك تكون الفولتية بين الجامع والباعث

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

$$I_C \cong I_E$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$$

وهذا يمثل الاحداثي السيني لنقطة العمل (Q)



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

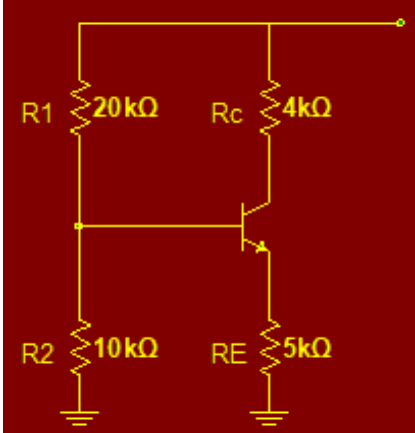
$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

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

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

مثال

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



لرسم خط الحمل المستمر نعين فولتية القطع و تيار التشبع

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

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

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

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

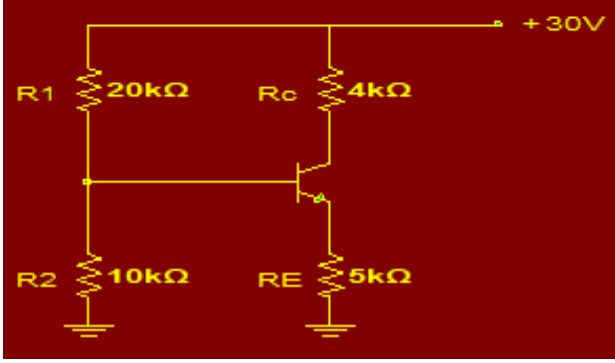
$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{CC} = \frac{10K}{20K + 10K} * 30v = 10v$$

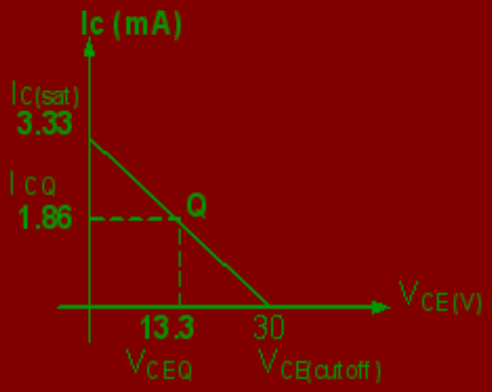
$$I_E = \frac{V_2 - V_{BE}}{R_E} = \frac{10 - 0.7}{5 * 10^3} = 0.00186A = 1.86mA$$

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

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

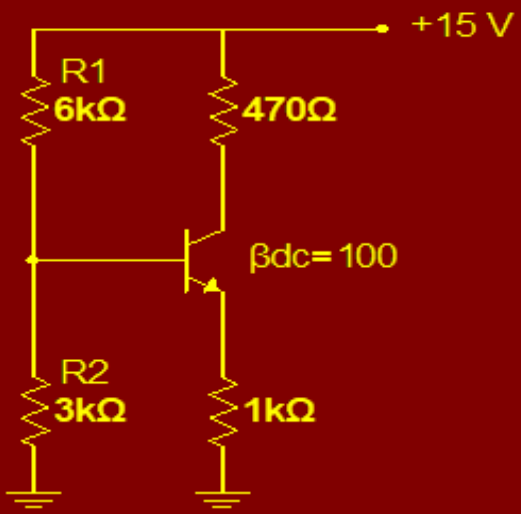
$$V_{CEQ} = 13.3v$$



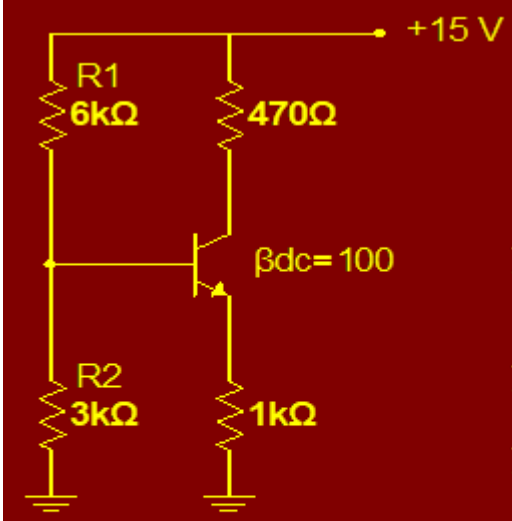


مثال

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



الحل



لو فتحنا طرف القاعدة . يكون مقسم الفولتية غير محمل . نطبق نظرية ثفنن :

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

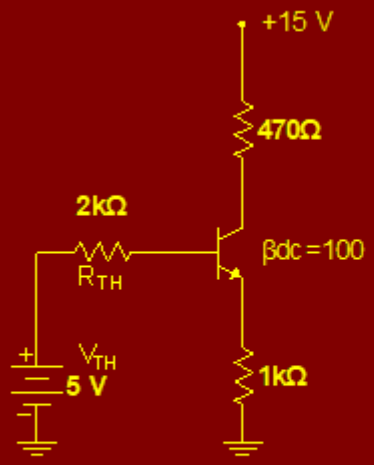
$$V_{TH} = \frac{3K}{6K + 3K} * 15v$$

$$V_{TH} = 5v$$

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

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

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



لاحظ شكل الدائرة المكافئة
نطبق قانون كيرشوف للفولتية على دارة القاعدة و الباعث

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

وبما أن

$$I_C \cong I_E$$

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

وبذلك نستطيع كتابة المعادلة بالصيغة التالية :

وبذلك نستطيع كتابة المعادلة بالصيغة التالية :

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

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

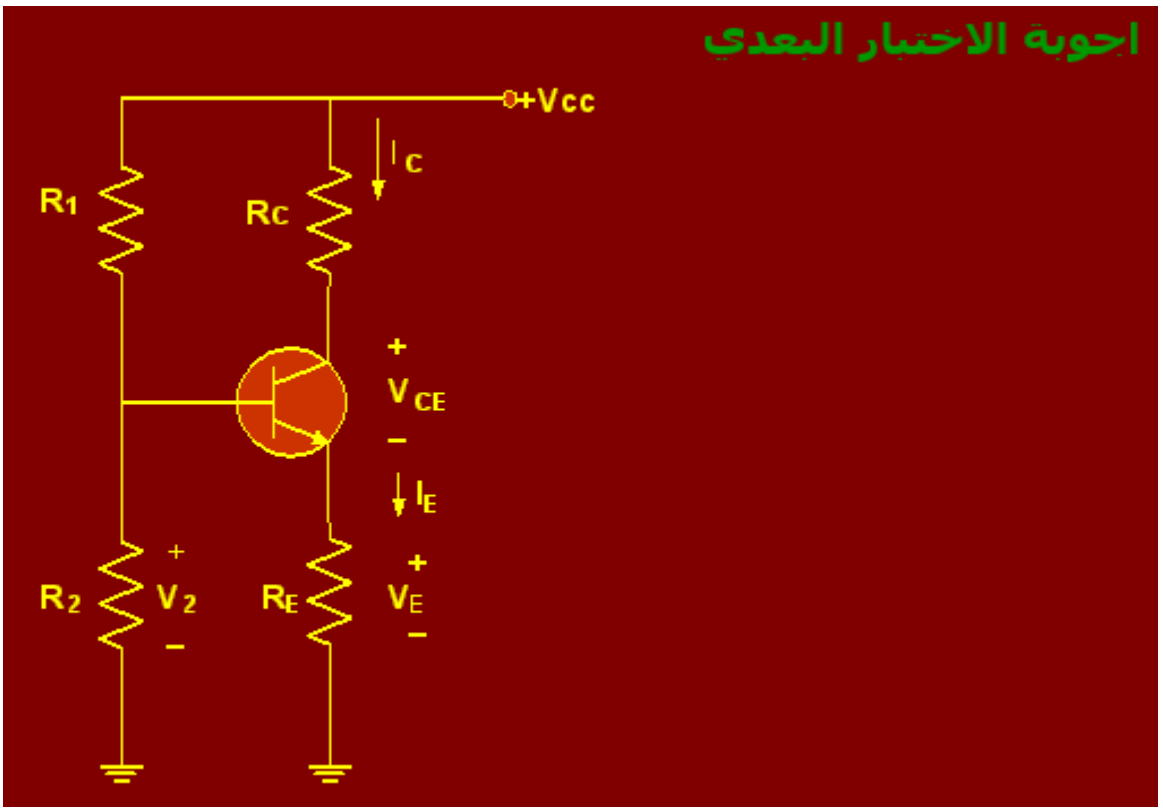
$$I_E = \frac{V_{TH} - V_{BE}}{R_E + R_{TH} / \beta_{dc}} = \frac{5 - 0.7}{1000 + 2000/100}$$

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

6- الاسئلة البعدية

س1) أرسم دائرة انحياز مقسم الفولتية محدداً عليها التيارات و الفولتيات

اجوبة الاختبار البعدي



في نهاية الحقيبة

- **المصادر الاساسية :**
-
- **مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم**
- **مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار**
- **المصادر المقترحة:**
- **ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino**
- **-electronic-devices-9th-edition by-floyd**
-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة: 3	
عنوان المحاضرة:	انحياز بالتغذية الخلفية للجامع
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة :	لتعريف الطالب على انحياز بالتغذية الخلفية للجامع Collector feedback-bias لدائرة الترانزستور
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	بعد المحاضرة سيكون الطالب قادر على تطبيق انحياز بالتغذية الخلفية للجامع Collector feedback-bias و تعليم الطالب طرق حل المسائل التصميمية لدائرة انحياز الترانزستور بالتغذية الخلفية للجامع وما هو المعدل الهندسي لقيمة ((βdc
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على تطبيق انحياز بالتغذية الخلفية للجامع
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

1- انحياز التغذية الخلفية للجامع يتصف ب ---------- والاستجابة الجيدة للترددات ----------.

2- في دائرة الانحياز بالتغذية الخلفية للجامع تربط مقاومة القاعدة إلى ---------- وليس إلى ---------- وهذا ما يميز أنحياز التغذية الخلفية للجامع عن انحياز القاعدة.

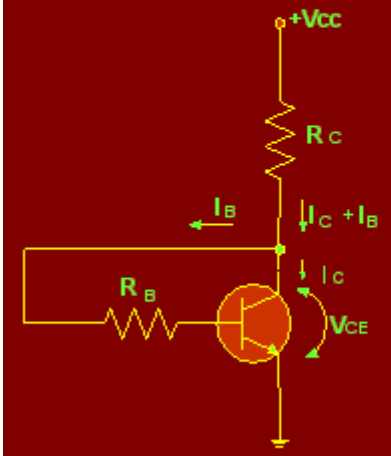
3- عدد المقاومات المستخدمة في انحياز التغذية للجامع هو ---------- فقط

5- المحتوى العلمي

انحياز بالتغذية الخلفية للجامع

Collector feedback-bias

يوضح الشكل (3-7) انحياز بالتغذية الخلفية للجامع ، ومن صفاته البساطة والاستجابة العلية للترددات الواطئة ، وما يميزه عن انحياز القاعدة أن مقاومة القاعدة ربطة 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 .

إن المعادلات المستخدمة لغرض تحليل دائرة انحياز مقسم الفولتية 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 .

لان تيار القاعدة صغير جداً

$$V_{CE} \cong V_{CC} - I_C R_C$$

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

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

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

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 βdc 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 :

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

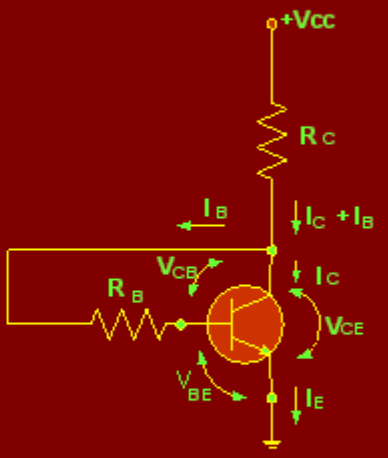
مثال

في دائرة انحياز التغذية الخلفية للجامع اثبت العلاقة

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

الحل

نرسم الدائرة



$$V_{CE} = V_{CC} - (I_C + I_B)R_C$$

$$V_{CE} = V_{CC} - (I_E)R_C$$

$$I_E \cong I_C$$

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C \quad ----(1)$$

$$V_{CE} = V_{CB} + V_{EB}$$

$$V_{CE} = I_B R_B + V_{BE}$$

$$V_{CE} = \frac{I_C}{\beta_{dc}} R_B + V_{BE} \quad ---(2)$$

وبحل المعادلتين (1) و (2)

وبحل المعادلتين (1) و (2)

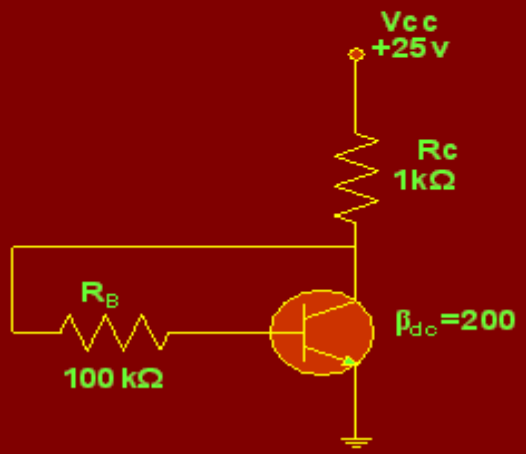
$$V_{CC} - I_C R_C = \frac{I_C}{\beta dc} R_B + V_{BE}$$

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

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

مثال

في الدائرة الموضحة بالشكل أدناه احسب قيمة تيار الجامع (Ic) والفولتية بين الجامع و الباعث (VCE) وارسم خط الحمل المستمر وعين نقطة العمل (Q) عليه ؟



الحل

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

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

$$I_C = 0.0162A = 16.2mA$$

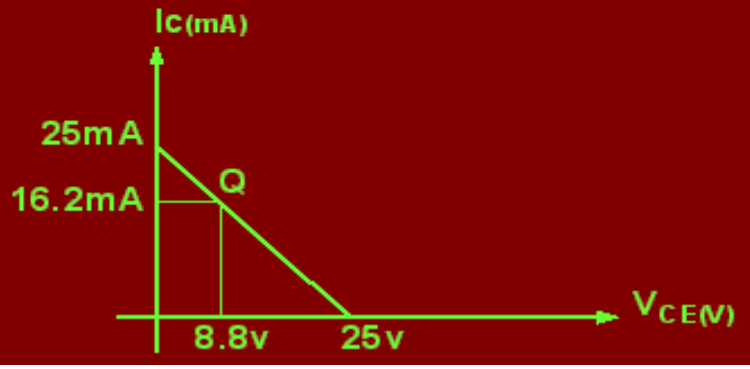
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

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

$$V_{CE(cutoff)} = V_{CC} = 25v$$

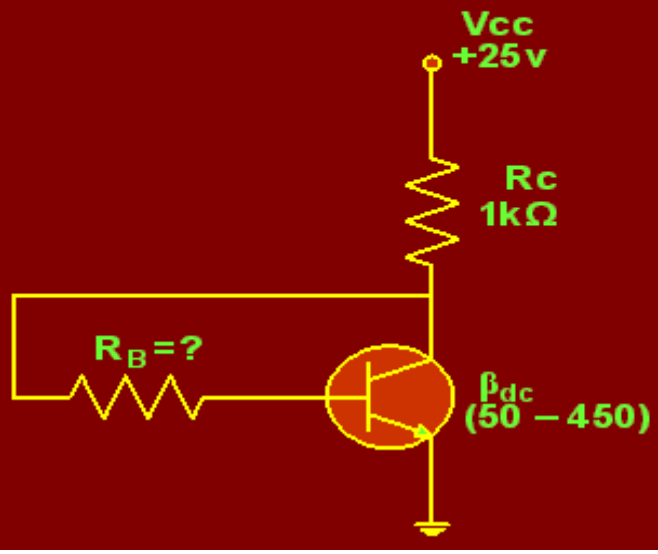
$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC}}{R_C} = \frac{25}{1000}$$

$$I_{C(sat)} = 0.025A = 25mA$$



مثال

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



الحل

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

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

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

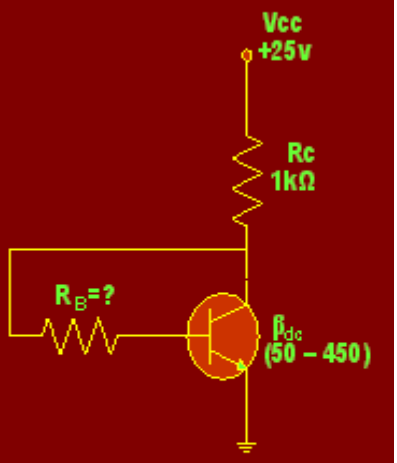
$$R_{B(m)} = 150k\Omega$$

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

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

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

$$V_{CEQ} = V_{CC} - I_C R_C = 25 - 12.15 * 10^{-3} * 1 * 10^{3} = 12.58v$$



6- اللاسئلة البعدية

س1) املاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- في دائرة أنحياز التغذية الخلفية للجامع نستعمل فولتية الجامع لسوق مقاوم القاعدة وهذا يؤدي إلى تغذية خلفية تساعد على تقليص تأثير ---------- على النقطة ----------

2- في دوائر انحياز الترانزستور ماعدا دائرة الانحياز بالتغذية الخلفية للجامع يتناسب تيار الجامع طردياً مع ---------- ولكن بوجود التغذية الخلفية لا يزداد تيار -------- بنفس سرعة زيادة ----------

س2) في انحياز التغذية الخلفية للجامع اثبت العلاقة؟

أجوبة الاختبار القبلي

1- البساطة , الواطئة
2- الجامع , مجهز قدرة
3- اثنان

أجوبة الاختبار ألبعدي

س1)
1- βdc ,Q
2- βdc , الجامع , βdc

في نهاية الحقيبة

- **المصادر الاساسية :**
-
- **مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم**
- **مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار**
- **المصادر المقترحة:**
  - **ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino**
  - **electronic-devices-9th-edition by-floyd-**
-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	**4**
عنوان المحاضرة:	انحياز الباعث
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة :	لتعريف الطالب على دائرة انحياز الباعث Emitter – bias
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على تطبيق دائرة انحياز الباعث وتحليل الدائرة
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على تطبيق دائرة انحياز الباعث وتحليل الدائرة
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- انحياز الباعث هو ذلك الانحياز الشائع عند وجود مجهز ----------

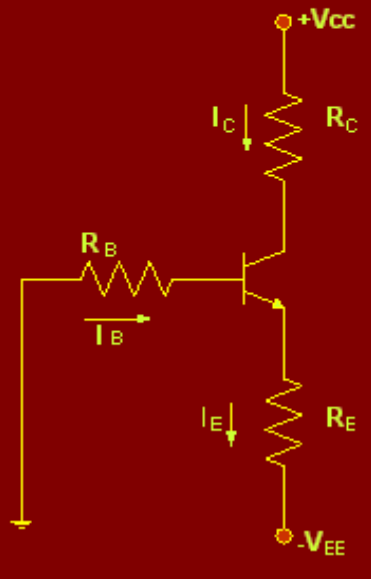
2- مجهز مجزأ يعني فولتيات ---------- و فولتيات ----------

3- سمي انحياز الباعث بسبب تحييز ثنائي الباعث بانحياز أمامي بواسطة مجهز فولتية ذات قطبية ---------- VEE خلال مقاومة ----------

5- المحتوى العلمي

انحياز الباعث Emitter – bias

وهو الانحياز الشائع عند وجود مجهز مجزأ وكما مبين بالشكل (4-7) ، مجهز مجزأ يعني فولتيات موجبة وسالبة . نلاحظ أن ثنائي الباعث منحاز أماميا بواسطة مجهز الفولتية السالبة VEE خلال المقاومة RE . أما ثنائي الجامع فيكون منحاز عكسيا بواسطة مجهز الفولتية الموجب VCC



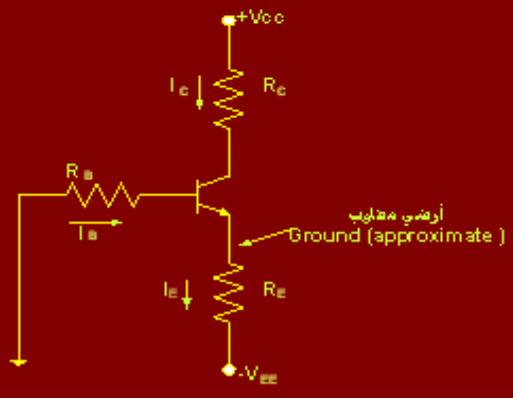
شكل (4-7)

تحليل دائرة انحياز باعث نموذجية

إن الفولتية من الباعث إلى الأرض اقل من (1v) ولان VEE اكبر بكثير من (1v)ولذلك نستطيع معاملة النهاية العليا من المقاومة RE كنقطة ارضي تقريبية انظر الشكل (4-7) . ولذلك فان فولتية المجهز VEE تظهر جميعها عبر RE ولذلك :

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

وكتقريب جيد تيار الجامع يساوي تيار الباعث (IC = IE) وبما أن الباعث يعمل كنقطة ارضي تقريبا ولذلك



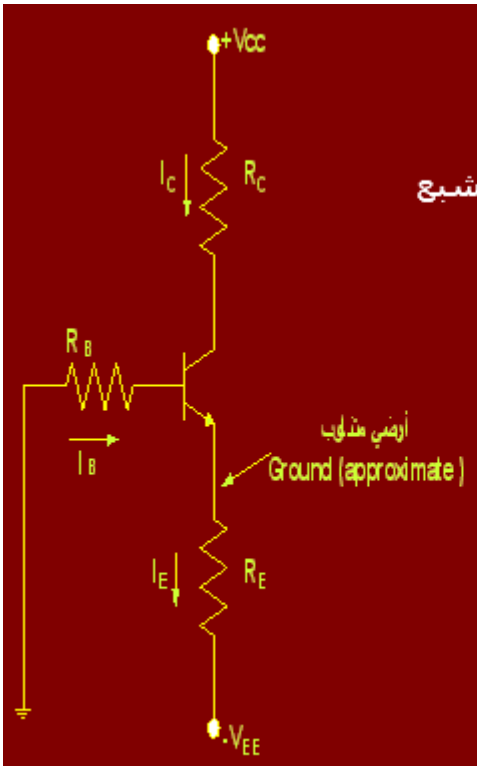
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C R_C$$

لو كان الترانزستور في منطقة التشبع فان تيار التشبع

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

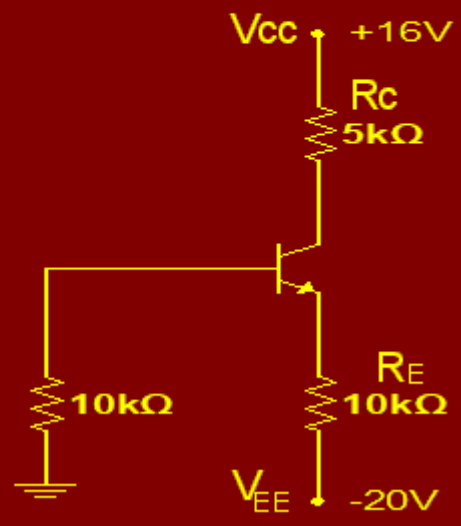
أما إذا كان الترانزستور يعمل في منطقة القطع فان فولتية القطع

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



مثال

احسب Ic و VCE للشكل الموضح أدناه وكذلك ارسم خط الحمل المستمر وعين نقطة العمل Q عليه ؟ علما أن (β_{dc} =100)



الحل

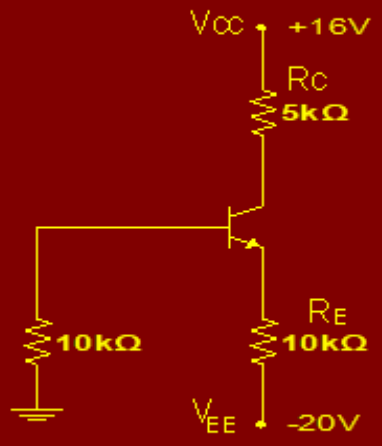
$$I_C \cong I_E = \frac{V_{EE}}{R_E} = \frac{20}{10 * 10^3}$$

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

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

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

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



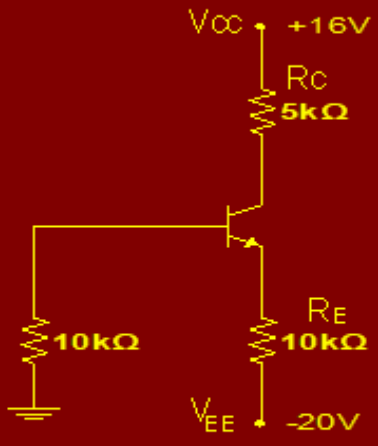
$$I_{C(sat)} = \frac{V_{CC} + V_{EE}}{R_C + R_E}$$

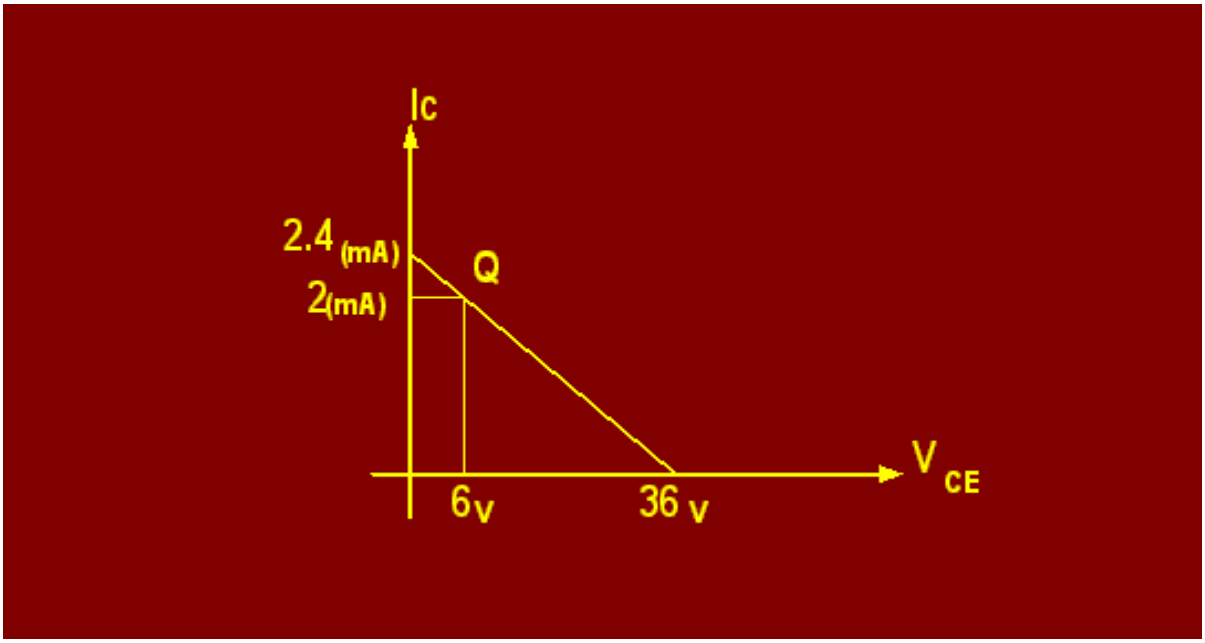
$$I_{C(sat)} = \frac{16 + 20}{(5 + 10) * 10^3}$$

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

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

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





6- الاسئلة البعدية

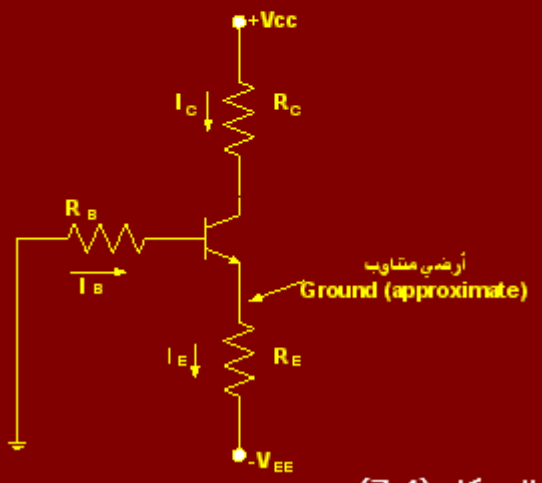
س1) اشرح مع الرسم دائرة تحليل انحياز الباعث؟

أجوبة الامتحان القبلي

1- مجزأ
2- موجبة , سالبة
3- سالبة, RE

اجوبة الاختبار البعدي

إن الفولتية من الباعث إلى الأرض اقل من (1v) ولان VEE اكبر بكثير من (1v)ولذلك نستطيع معاملة النهاية العليا من المقاومة RE كنقطة ارضي تقريبية انظر الشكل (4-7) . ولذلك فان فولتية المجهز VEE تظهر جميعها عبر RE ولذلك :



الشكل (4-7)

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

وكتقريب جيد تيار الجامع يساوي تيار الباعث (Ic = IE) 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

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

.

- **المصادر الاساسية :**
-
- **مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم**
- **مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار**
- **المصادر المقترحة:**
  - **ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino**
  - **electronic-devices-9th-edition by-floyd-**
-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	**5**
عنوان المحاضرة:	
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة :	لتعريف الطالب على حل أمثلة تطبيقية على الانحيازات
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على حل الأسئلة الرياضية والتصميمية للانحيازات
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على حل الأسئلة الرياضية والتصميمية للانحيازات
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

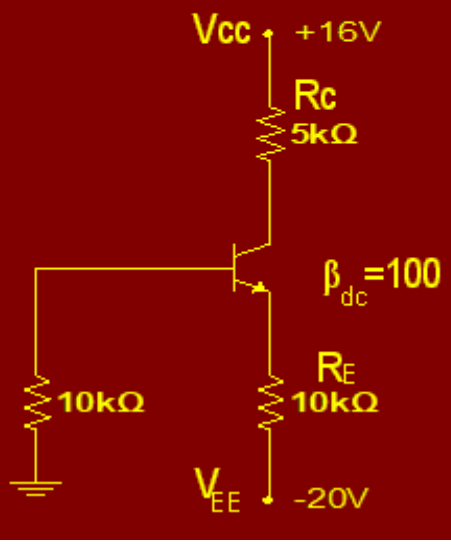
1- انحياز القاعدة يمتاز بالبساطة وهو حساس للتغيرات في -------- ويستخدم في دوائر ---------- وفي دوائر ----------

2- انحياز مقسم الفولتية يمتاز باستقرار نقطة -------- ومن مثالبه يحتاج إلى --------- و يستخدم في ----------

5- المحتوى العلمي

مثال

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



نطبق قانون كيرشوف للفولتية على دارة الباعث – القاعدة

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

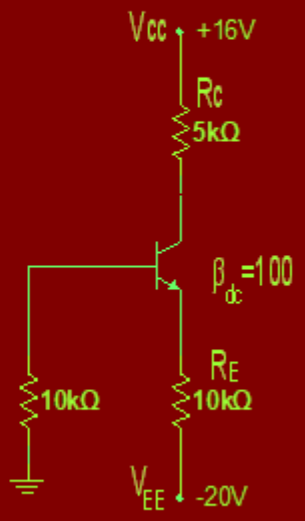
$$I_B R_B + I_E R_E = V_{EE} - V_{BE}$$

$$\because I_C \cong I_E$$

$$\therefore I_B = \frac{I_E}{\beta_{dc}}$$

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

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



$$I_E = \frac{20 - 0.7}{10000 + 10000/100} = \frac{19.3}{10100} = 0.00191A = 1.91mA$$

إن الجدول في أدناه يوضح بعض المحاسن و المثالب لكل نوع من أنواع الانحياز

النوع	الميزة	المثلبة	مكان الاستعمال
انحياز القاعدة	البساطة	حساس للتغيرات في βdc	الدوائر الرقمية ودوائر القلق 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

6- الاسئلة البعدية

املاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- يتميز انحياز التغذية الخلفية للجامع ب ---------- ويعتمد جزئياً على -------- ويستخدم في ----------

2- متسعة الإقران هي المتسعة التي تنقل الإشارة المتناوبة من نقطة ---------- الى نقطة ----------

3- متسعة الإمرار هي المتسعة التي تنقل الإشارة المتناوبة من نقطة ---------- الى نقطة ----------

في نهاية الحقيبة

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-

-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	**6**
عنوان المحاضرة:	الدوائر المكافئة المتناوبة
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة :	لتعريف الطالب على تمثيل دائرة مكافئة متناوبة
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على حل الأسئلة للدائرة مكافئة للترانستور
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	حل الأسئلة للدائرة مكافئة للترانستور
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- انحياز القاعدة يمتاز بالبساطة وهو حساس للتغيرات في ------- ويستخدم في دوائر ---------- وفي دوائر ----------

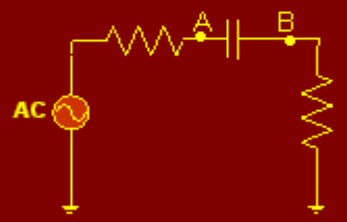
2- انحياز مقسم الفولتية يمتاز باستقرار نقطة ------- ومن مثالبه يحتاج إلى --------- و يستخدم في ----------

5- المحتوى العلمي

الدوائر المكافئة المتناوبة

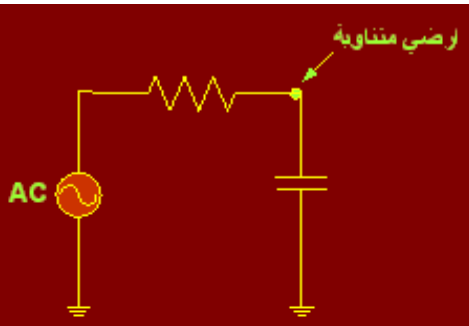
بإمكاننا تسليط فولتية متناوبة عبر ثنائي الباعث . وهذا يجعل تيارات وفولتيات الترانزستور تمتلك تغيرات متناوبة لها نفس التردد وبتصميم مناسب نستطيع تكبير الإشارة المتناوبة . أي زيادة قيمة الذروة إلى الذروة .

متسعات الإقران والإمرار



الشكل (8-1a)

إن معظم المتسعات في دوائر الترانزستور إما متسعات اقران (Coupling) أو متسعات إمرار (Bypass) . إن متسعة الإقران هي المتسعة التي تعبر الإشارة المتناوبة من نقطة غير مؤرضة إلى نقطة غير مؤرضة أخرى لاحظ الشكل (8-1a) .



شكل (8-1b)

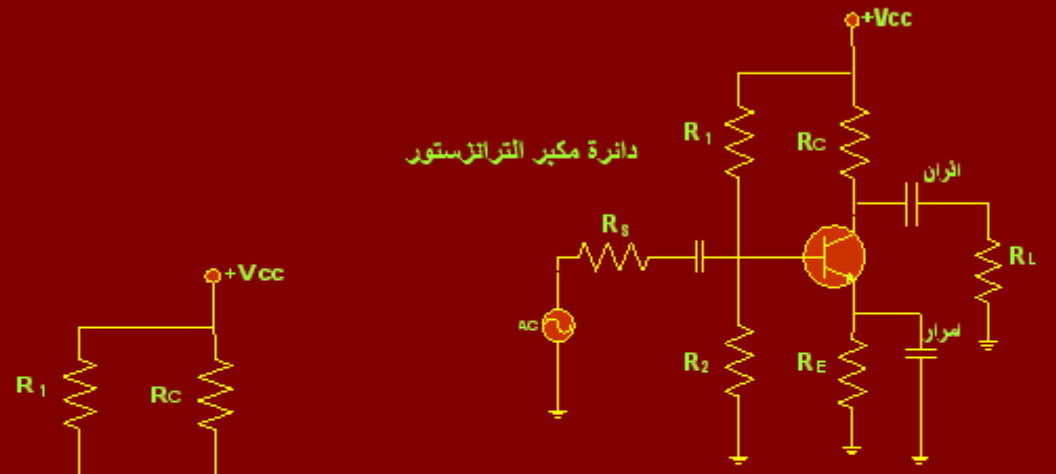
أما متسعة الإمرار فهي المتسعة التي تربط نقطة غير مؤرضة بنقطة مؤرضة لاحظ الشكل (8-1b) .

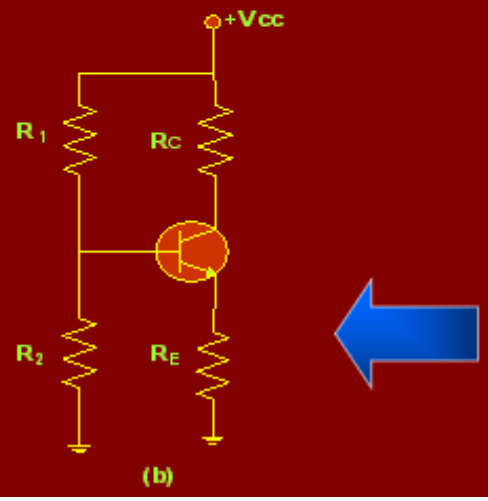
وكتوضيح أولي وكما ذكرنا سابقا تعتبر المتسعة دائرة مفتوحة مع التيار المستمر ودائرة مغلقة أو دائرة قصر مع التيار المتناوب .

نظرية التراكب لدوائر ac-dc

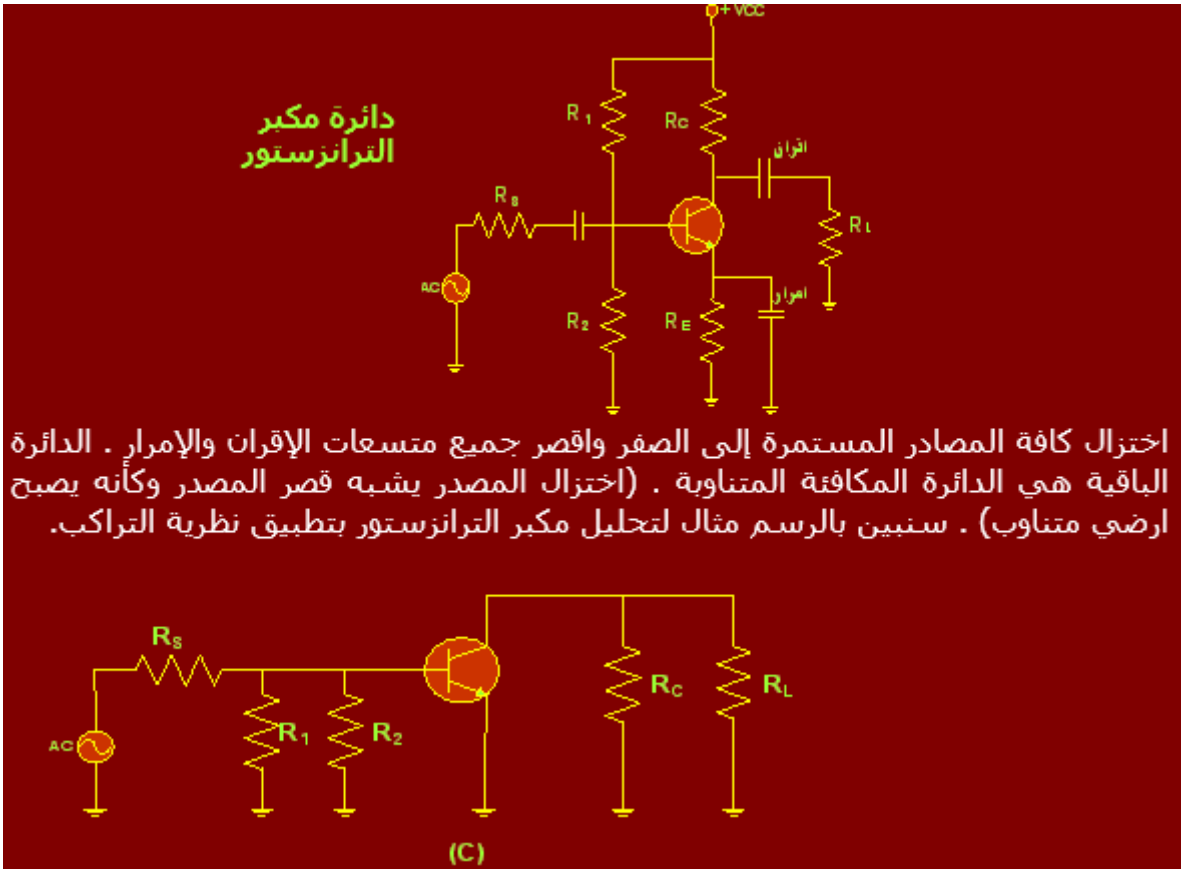
تجهز المصادر المستمرة في مكبر الترانزستور تيارات و فولتيات مستمرة . وتنتج المصادر المتناوبة تموجات في فولتيات وتيارات الترانزستور . لغرض تحليل هذه الدوائر نستخدم نظرية التراكب superposition بطريقة خاصة . نحلل الدائرة المستمرة بأخذ جميع المصادر المستمرة في نفس الوقت ونحسب التيارات والفولتيات المستمرة . بعد ذلك نحلل الدائرة المتناوبة بأخذ جميع المصادر المتناوبة في نفس الوقت ونحسب التيارات والفولتيات المتناوبة وبجمع التيارات والفولتيات المستمرة والمتناوبة جبريا نحصل على التيارات والفولتيات الكلية .

طريقة تطبيق نظرية التراكب





اختزال كافة المصادر المتناوبة إلى الصفر وافتح جميع المتسعات . الدائرة المتبقية هي الدائرة المكافئة المستمرة ولتي تهمنا في احتساب التيارات والفولتيات المستمرة



6- الاسئلة البعدية

الاختبار البعدي

املاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- يتميز انحياز التغذية الخلفية للجامع ب ---------- ويعتمد جزئياً على -------- ويستخدم في ----------

2- متسعة الإقران هي المتسعة التي تنقل الإشارة المتناوبة من نقطة ---------- الى نقطة ----------

3- متسعة الإمرار هي المتسعة التي تنقل الإشارة المتناوبة من نقطة ---------- الى نقطة ----------

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1. βdc , الرقمية , الغلق والفتح 2. Q , أربع مقاومات , الغاية العامة	1- استجابة للترددات الواطئة , βdc , مكبرات الغاية العامة 2- غير مؤرضة , غير مؤرضة 3- غير مؤرضة , مؤرضة

في نهاية الحقيبة

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-
-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	**7**
عنوان المحاضرة:	تقريب الترانزستور المثالي للدوائر المكافئة المتناوبة
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة :	لتعريف الطالب على الدائرة المكافئة المتناوبة للترانزستور والتقريب المثالي وسوق القاعدة وسوق الباعث وكسب الجهد وكسب التيار وممانعة الدخل
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على تطبيق الدائرة المكافئة المتناوبة للترانزستور والتقريب المثال وسوق القاعدة وسوق الباعث وكسب الجهد وكسب التيار وممانعة الدخل
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	تطبيق الدائرة المكافئة المتناوبة للترانزستور
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات_

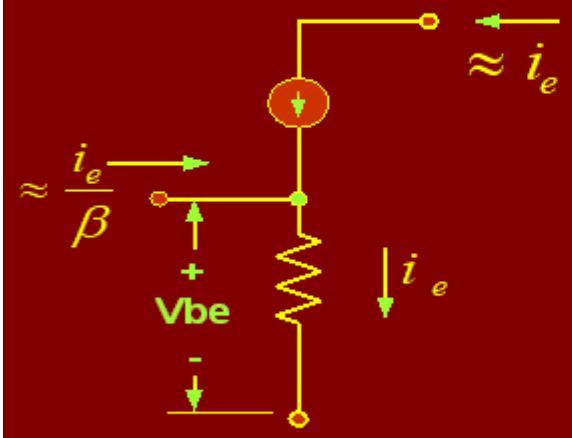
1- إن المقاومة r'e تساوي نسبة التغير في ---------- إلى التغير في ---------- وتعتمد قيمتها على موقع نقطة العمل Q_

2- إن βac تمثل النسبة بين ---------- الى ---------- وهي تمثل كسب التيار

3- تستخدم طريقة نظرية ---------- لحساب قيم التيارات ---------- و ---------- بعد ايجاد نقطة Q

5- المحتوى العلمي

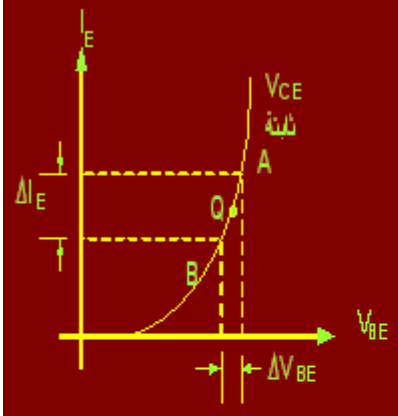
تقريب الترانزستور المثالي للدوائر المكافئة المتناوبة



شكل (8-2)

يبين الشكل (8-2) نموذج بسيط لتقريب الترانزستور المثالي .
عند اخذ الإشارة المتناوبة بنظر الاعتبار يعمل ثنائي الباعث عمل مقاومة مقدارها (r'e) ويعمل ثنائي الجامع عمل مصدر تيار مقداره (ie) تقريبا .وسنستخدم هذا التقريب أساس لفهم عمل الترانزستور المتناوب .

صيغة r'e



إن المقاومة r'e تساوي نسبة التغير في VBE إلى التغير في IE وتعتمد قيمتها على موقع Q . انظر الشكل (8-3) حيث كلما وقعت النقطة Q في مكان أعلى من المنحني تصبح (r'e) اصغر لان نفس التغير في الفولتية ينتج تغير اكبر في التيار .

$$r'_e = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_E}$$

وباستخدام الرياضيات الحديثة تحسب قيمة r'e بالمعادلة

$$r'_e = \frac{25mV}{I_E(mA)}$$

الممكن في بعض الأحيان أن تعطي استمارات المعلومات hib وهي نفسها r'e .

بيتا ac

تمثل النسبة بين تيار الجامع المتناوب ic إلى تيار القاعدة المتناوب ib ويرمز لها βac أوβ للبساطة . في بعض الأحيان تعطي استمارة المعلومات قيمة (hfe) التي هي نفسها β وتمثل كسب التيار المتناوب للإشارة الصغيرة .

$$\beta = \frac{i_c}{i_b}$$

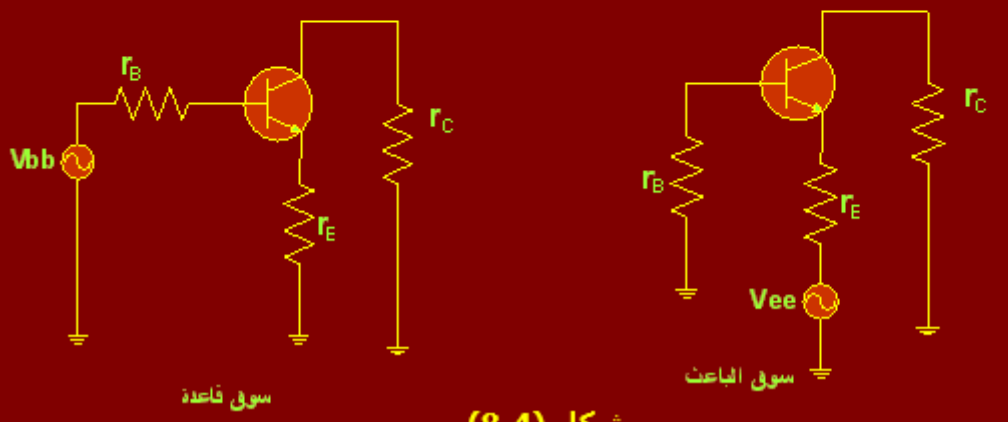
يكون لمعظم الترانزستورات αاكبر من (0.95) وβ اكبر من (20) .

مكبرات الإشارة الصغيرة

بعد تحييز الترانزستور في المنطقة الفعالة نستطيع تسليط فولتية متناوبة عبر ثنائي الباعث لإنتاج تغيرات في تيار الجامع وعندما يسري هذا التيار خلال مقاوم خارجي تنتج إشارة إخراج اكبر من إشارة الإدخال . وهذا يسمى التكبير amplification

سوق القاعدة و سوق الباعث

نستطيع تطبيق نظرية التراكب لأجل حساب التيارات المستمر والمتناوبة في دائرة الترانزستور بعد إيجاد نقطة Q . نستطيع اختزال كافة المصادر المستمرة إلى الصفر و قصر جميع متسعات الإقران و الإمرار للحصول على الدائرة المكافئة المتناوبة . رغم وجود تصاميم مختلفة وعديدة للمكبرات . يمكن تقليص مراحل المكبر إلى شكلين رئيسيين هما : سوق القاعدة و سوق الباعث وكما موضح بالشكل (8-4)



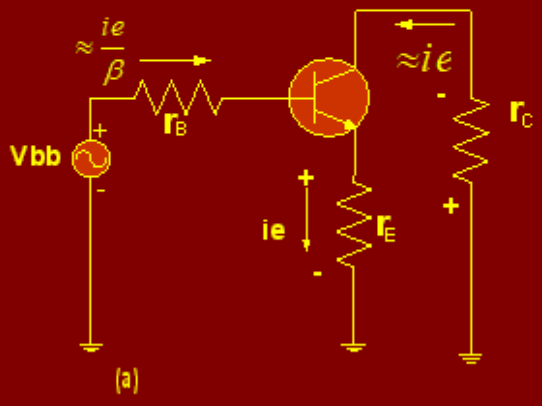
شكل (8-4)

صيغ سوق القاعدة

يلعب تيار الباعث دوراً رئيسياً في عمل الترانزستور, عندما نجد (ie) .نستطيع الحصول على تيار الجامع (ic) لأنه يساوي تقريبا (ie) أو نستطيع إيجاد تيار القاعدة (ib) بالقسمة على β .

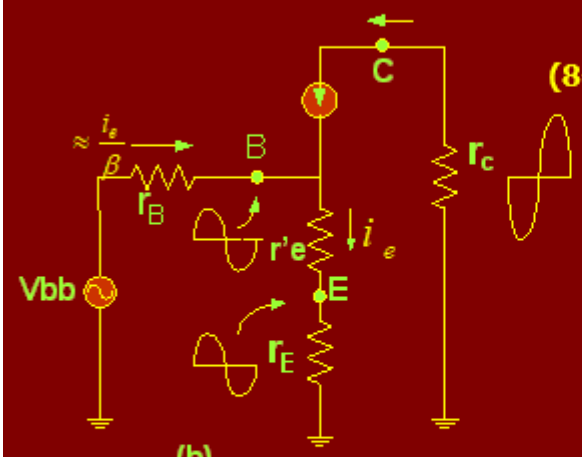
صيغة تيار الباعث

نلاحظ في الشكل (8-5a) التيارات المتناوبة الثلاثة التي تسري في الترانزستور ،ليس مهما تحليل الدائرة في النصف السالب أو النصف الموجب من ذبذبة فولتية الإدخال لان النتائج لأي نصف تنطبق على النصف الآخر عندما نتمم (نعكس) كافة التيارات و الفولتيات



الشكل (8-5a)

. عند تحليلنا الشكل (8-5a) عند النصف الموجب لفولتية الإدخال وعند تصور الترانزستور بالنموذج المثالي نحصل على الدائرة المبينة بالشكل (8-5b) .



بالشكل (8-5b)

الدائرة الناتجة بدءاً بالمصدر Vbb نستطيع جمع الفولتيات في اتجاه عقرب الساعة لنحصل على

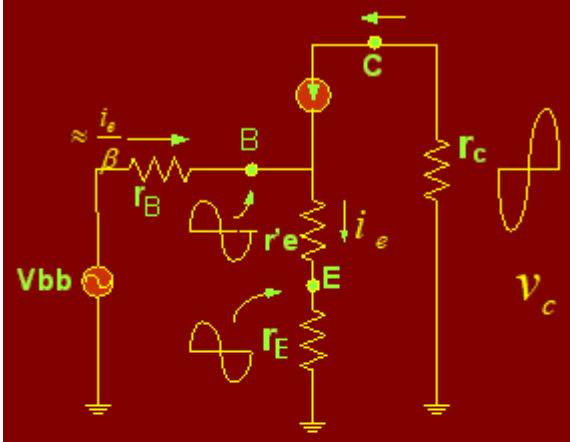
$$-v_{bb} + \frac{i_e}{\beta} r_B + i_e (r'_e + r_E) \cong 0$$

وبعد حل المعادلة نحصل على:

$$i_e \cong \frac{v_{bb}}{r_E + r'_e + r_B / \beta}$$

صيغ الفولتية

الفولتيات المتناوبة الأساسية الثلاث في أي مكبر ترانزستور بعد ملاحظة الشكل (8-5b) هي



شكل (8-5b)

1- فولتية الجامع إلى الأرض

$$v_c \cong i_e r_c$$

تكون فولتية الجامع المتناوبة خارجة عن طور فولتية القاعدة بمقدار 180° أي يحدث قلب طور.

2- فولتية الباعث إلى الأرض

$$v_e = i_e r_E$$

تكون فولتية الباعث المتناوبة في نفس طور فولتية القاعدة.

3- فولتية القاعدة إلى الأرض

$$v_b = i_e (r'_e + r_E)$$

كسب الفولتية

يعتبر كسب الفولتية من القاعدة إلى الجامع هو الكسب الأهم ويمثل بالمعادلة :

$$A_V = \frac{v_c}{v_b}$$

ويمكن التعبير عن هذا الكسب بصيغة عملية :

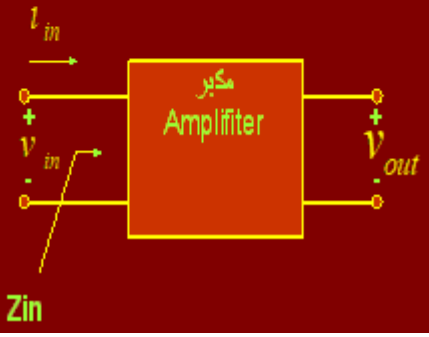
$$A_V = \frac{r_c}{r'_e + r_E}$$

ممانعة الإدخال

في مدى التردد الاعتيادي لمكبر . حيث تبدو متسعات الإقران والإمرار كدوائر قصر تعرف ممانعة الإدخال المتناوبة كالآتي :ـ

$$Z_{in} = \frac{v_{in}}{i_{in}}$$

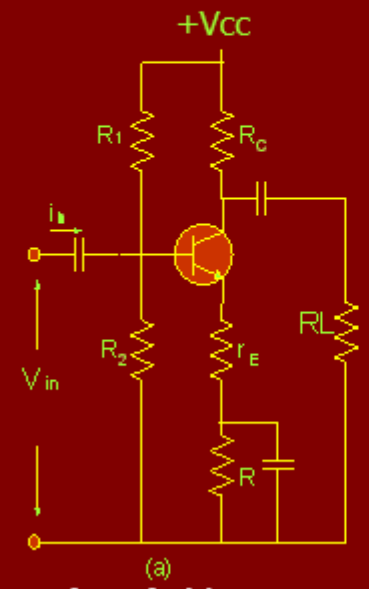
يوضح الشكل مكبر داخل الصندوق ولكي يعمل يجب أن تكون فولتيه إدخال v_{in} عبر طرفي الإدخال والمصدر يعطي تيار متناوب i_{in}



للمكبر والنسبة بين الفولتية والتيار هي ممانعة إدخال المكبر . وكلما كبرت كان أجود

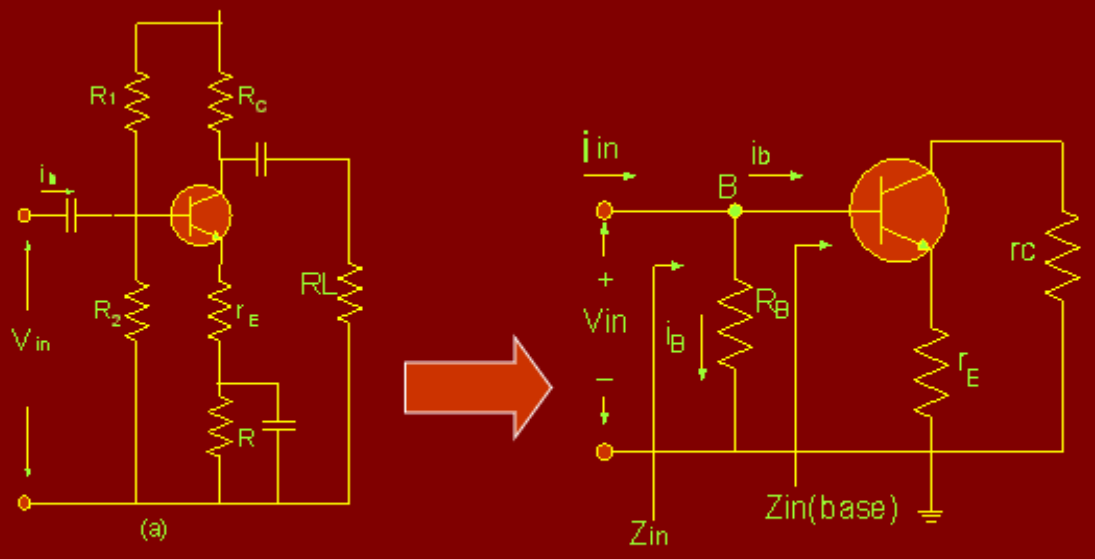
مركبتا ممانعة الإدخال

في مكبر سوق القاعدة يجب على المصدر المتناوب أن يجهز تيارا متناوبا للقاعدة إضافة إلى ذلك يجب أن يعطي تياراً لمقاومات الانحياز في دائرة القاعدة . لاحظ الشكل (8-6a)مكبر نوع سوق القاعدة ـ



شكل (8-6a)

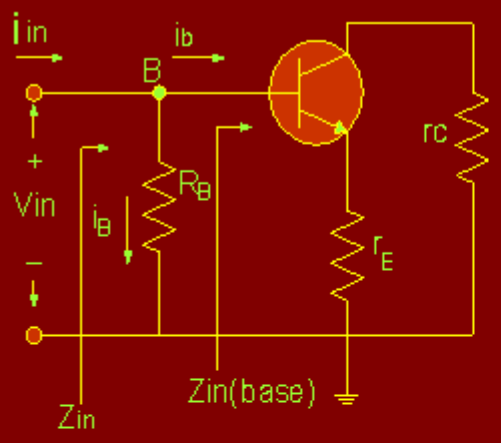
كما يبين الشكل (8-6b)الدائرة المكافئة المتناوبة ـ



في الدائرة المكافئة RBهي حصيلة R1 و R2 أي أن ـ

$$R_B = R_1 // R_2$$

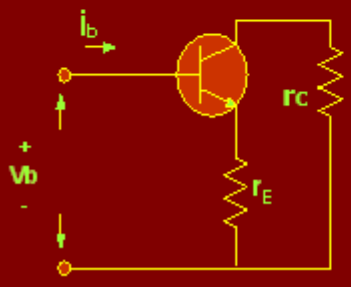
في نصف الذبذبة الموجب من فولتية المصدر يسري تيار الإدخال iin إلى المكبر والذي يتجزأ عند النقطة B إلى iB الذي يسري خلال RB و ib إلى القاعدة . ولذلك تكون ممانعة الإدخال



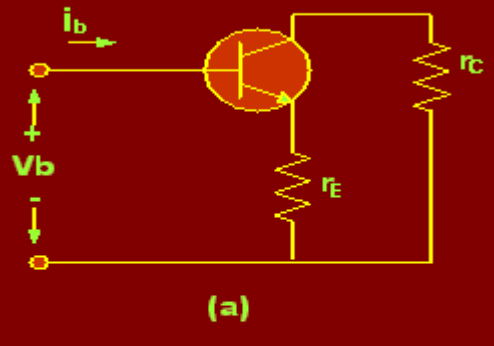
$$Z_{in} = R_B \,//\, Z_{in(base)}$$

فـي الشـكل (8-7a) قيمـة ممانعـة الإدخال للقاعدة هي :

$$Z_{in(base)} = \frac{v_b}{i_b}$$



الشكل (8-7a)



الشكل (8-7b) يمثل النموذج المثالي للترانزستور . بما أن Vb تظهر عبر r'e و rE إذاً :_

$$Z_{in(base)} = \frac{i_e(r'_e + r_E)}{i_e/\beta}$$

أو

$$Z_{in(base)} \cong \beta(r_E + r'_e)$$

6- الاسئلة البعدية

الاختبار البعدي

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات_

1- الفولتيات المتناوبة الأساسية الثلاث في أي مكبر ترانزستور هي فولتية ---------- وفولتية ---------- وفولتية ----------

2- رغم وجود تصاميم مختلفة وعديدة للمكبرات . يمكن تقليص مراحل المكبر إلى شكلين رئيسيين هما ---------- و ----------

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1.IE , VBE 2.تيار الجامع المتناوب , تيار القاعدة المتناوب 3.المستمرة , المتناوبة	1.الجامع الى الارض , الباعث الى الارض , القاعدة الى الارض 2.سوق القاعدة , سوق الباعث

- المصادر الاساسية :
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:
- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	**8**
عنوان المحاضرة	ممانعة المصدر ومكبر الباعث المشترك
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة	لتعريف الطالب ممانعة المصدر و مكبر الباعث المشترك وتحليل الدائرة المتناوبة للمكبر وكسب الجهد وكسب التيار وكسب القدرة وكيفية حل المسائل التطبيقية
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة حساب مفهوم ممانعة المصدر وتحليل مكبر الباعث المشترك وكيفية حساب كسب الفولتية وكسب التيار وكسب القدرة وكيفية حل المسائل التطبيقية
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	حساب مفهوم ممانعة المصدر وتحليل مكبر الباعث المشترك
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

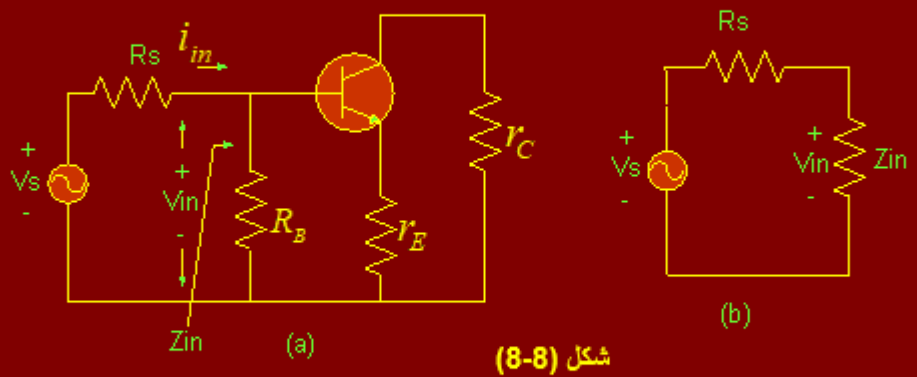
1- إن لكل مصدر ممانعة داخلية في بعض الأحيان تكون صغيرة يمكن ---------- وفي بعض الأحيان ---------- لا يمكن إهمالها.

2- يسمى مكبر الشارة المتناوبة الذي يربط باعث الترانزستور فيه الى الارضي ب----------

5- المحتوى العلمي

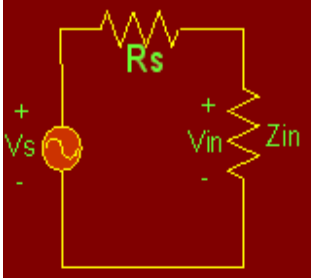
ممانعة المصدر

ان لكل مصدر متناوب ممانعة داخلية وتكن هذه الممانعة صغيرة بحيث يمكن إهمالها ولكن في بعض الحالات لا يمكن إهمالها .



شكل (8-8)

نلاحظ في الشكل (8-8a) مصدر متناوب يسوق مكبر خلال ممانعة المصدر (Rs)وبما أن للمكبر ممانعة إدخال (Zin) . وبذلك تكون دائرة إدخال المكبر كمقسم فولتية انظر الشكل (8-8b) لذلك فإن الفولتية المتناوبة التي تظهر عبر طرفي إدخال المكبر هي



(b)

لذلك فإن فولتية الإدخال المتناوبة التي تظهر عبر طرفي إدخال المكبر هي

$$v_{in} = \frac{Zin}{Zin + Rs} v_S$$

وبهذا القانون نستطيع حساب فولتية الإدخال لأي مكبر مساق من القاعدة

مثال على ذلك . لو (Zin = 4kΩ) و (Rs = 1kΩ)

$$v_{in} = \frac{4000}{1000 + 4000} v_S = 0.8 v_S$$

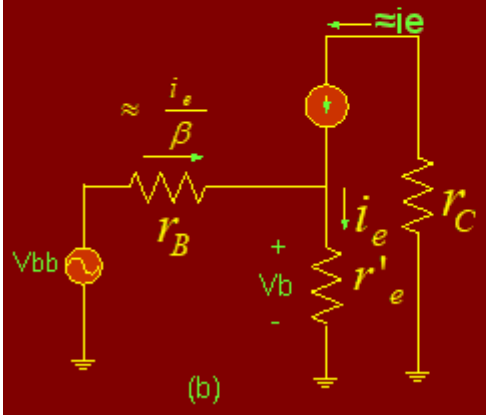
هذا يعني أن (80%)من فولتية المصدر المتناوب تظهر عبر طرفي إدخال المكبر

أما إذا كانت ممانعة المصدر Rs أصغر بكثير من ممانعة الإدخال Zin في هذه الحالة تكون

$$v_{in} \cong v_s$$

مكبر الباعث المشترك Common-emitter (CE)

وهي حالة خاصة لدائرة سوق القاعدة عندما تكون ($r_E = 0$) أي يكون الباعث على ارضي متناوب . يبين الشكل (8-8a) دائرة مكبر باعث مشترك . خلال نصف الذبذبة الموجب لفولتية المصدر يسري تيار الجامع المتناوب وتيار القاعدة المتناوب إلى داخل الترانزستور بينما يسري تيار الباعث المتناوب إلى خارجه . لذا تكون فولتية الجامع المتناوبة خارج طور فولتية القاعدة المتناوبة بمقدار (180°) .



لمعرفة كسب الفولتية من القاعدة إلى الجامع لاحظ الشكل (8-8b) . والذي تم تحويل الترانزستور فيه إلى النموذج المثالي .

إن تكبير الفولتية

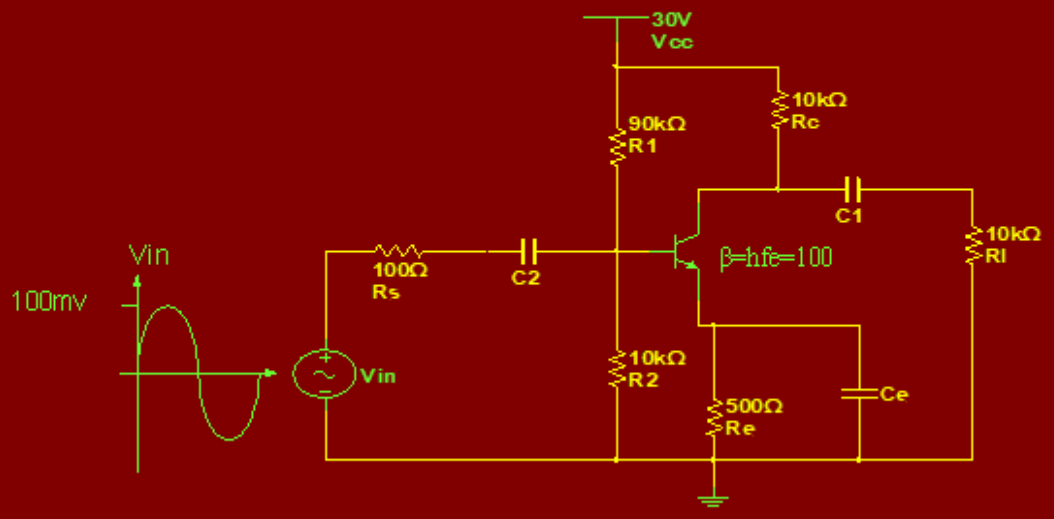
$$A_V \cong \frac{v_c}{v_b} \cong \frac{i_e r_c}{i_e r'_e}$$

وبذلك سيكون القانون

$$A_V \cong \frac{r_c}{r'_e}$$

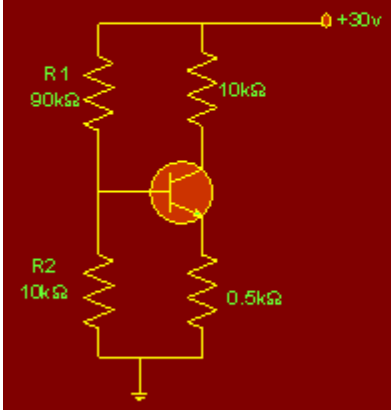
مثال

في دائرة مكبر الباعث المشترك المبينة أدناه احسب ؟ (1- تكبير الفولتية Av ، 2- تكبير التيار Ai، 3- ممانعة الدخل Zin ، 4– ممانعة الخرج Zout ، 5- الكسب الكلي للفولتية A



الحل

نقوم بإيجاد الدائرة المكافئة المستمرة (1- نختزل كافة المصادر المتناوبة إلى الصفر
2- نجعل جميع متسعات الإقران و الإمرار دوائر مفتوحة)

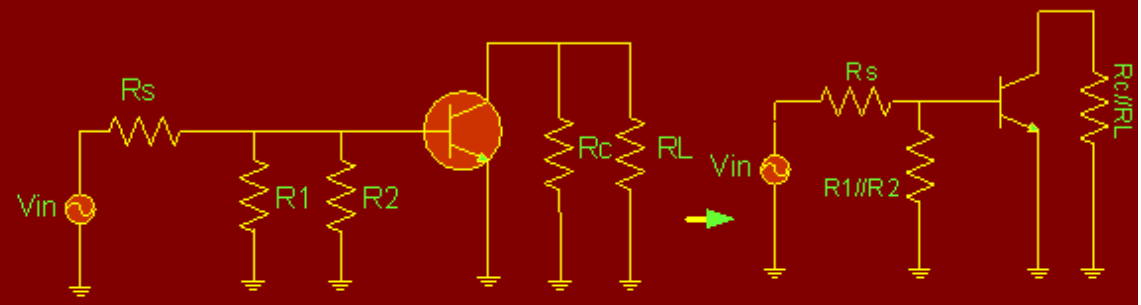


$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} Vcc = \frac{10k\Omega}{90k\Omega + 10k\Omega} 30v = 3v$$

$$I_E = \frac{V_2 - V_{BE}}{R_E} = \frac{3 - 0.7}{500} = 0.0046A = 4.6mA$$

$$r'_e = \frac{25mv}{I_E(mA)} = \frac{25mv}{4.6mA} \cong 6\Omega$$

نقوم بتحليل الدائرة المكافئة المتناوبة



$$hie = Z_{in(base)} = \beta(r'_e + r_E) = \beta(r'_e) = 100 * 6 = 600\Omega$$

إن الثوابت الهجينة h تكون سهلة القياس وهي تعطي بعض البيانات عن خواص الترانزستور والتي ستشرح لاحقا .

كسب الفولتية للمكبر

$$A_V = -\frac{r_C}{r_E + r'_e} = -\frac{10000\Omega}{6\Omega} = -1666.6$$

ممانعة الدخل

$$R_B = R_1 // R_2 = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{90 * 10}{90 + 10} = 9K\Omega$$

$$Z_{in} = h_{ie} // R_B = \frac{h_{ie} * R_B}{h_{ie} + R_B} = \frac{0.6 * 9}{0.6 + 9} = 0.56K\Omega$$

كسب التيار

$$Ai = h_{fe} = \frac{i_c}{i_b} = \beta_{ac} = 100$$

ممانعة الخرج

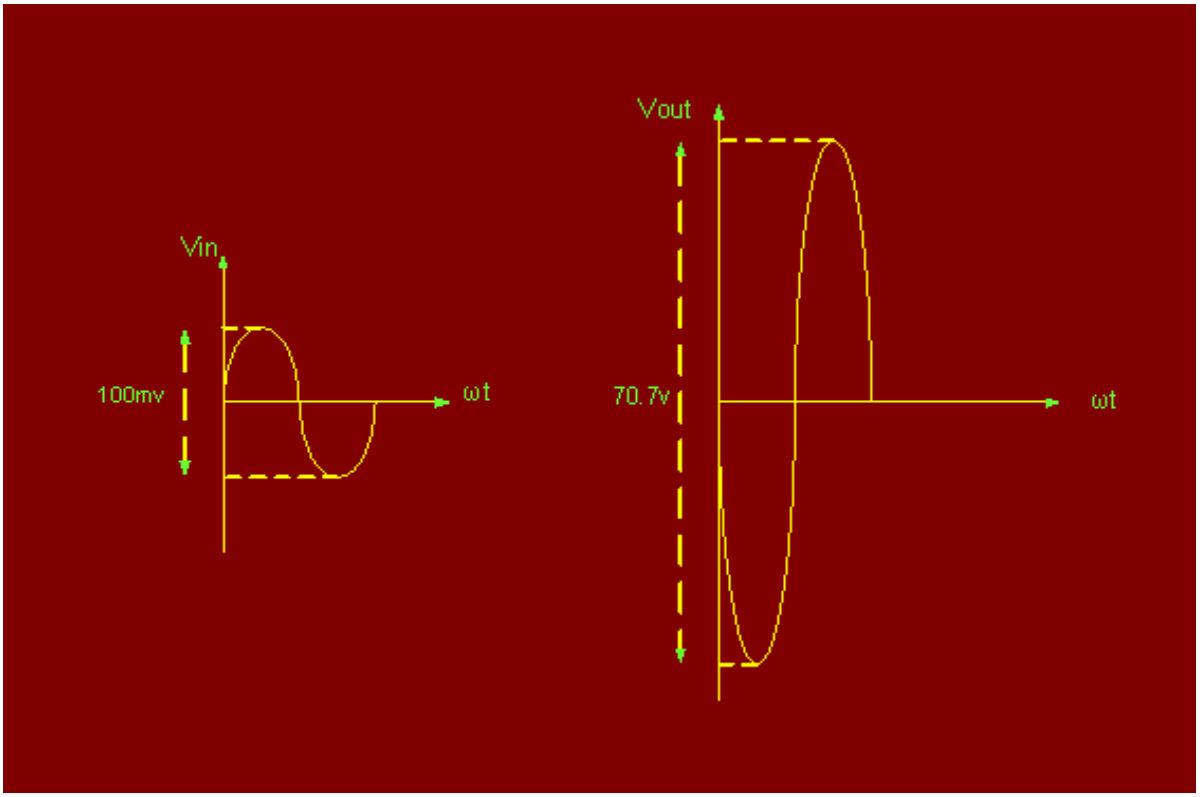
$$Zout = R_C = 10K\Omega$$

الكسب الكلي للفولتية

$$A = A_V * \frac{Zin}{Zin + Rs} * \frac{R_L}{R_L + R_S}$$

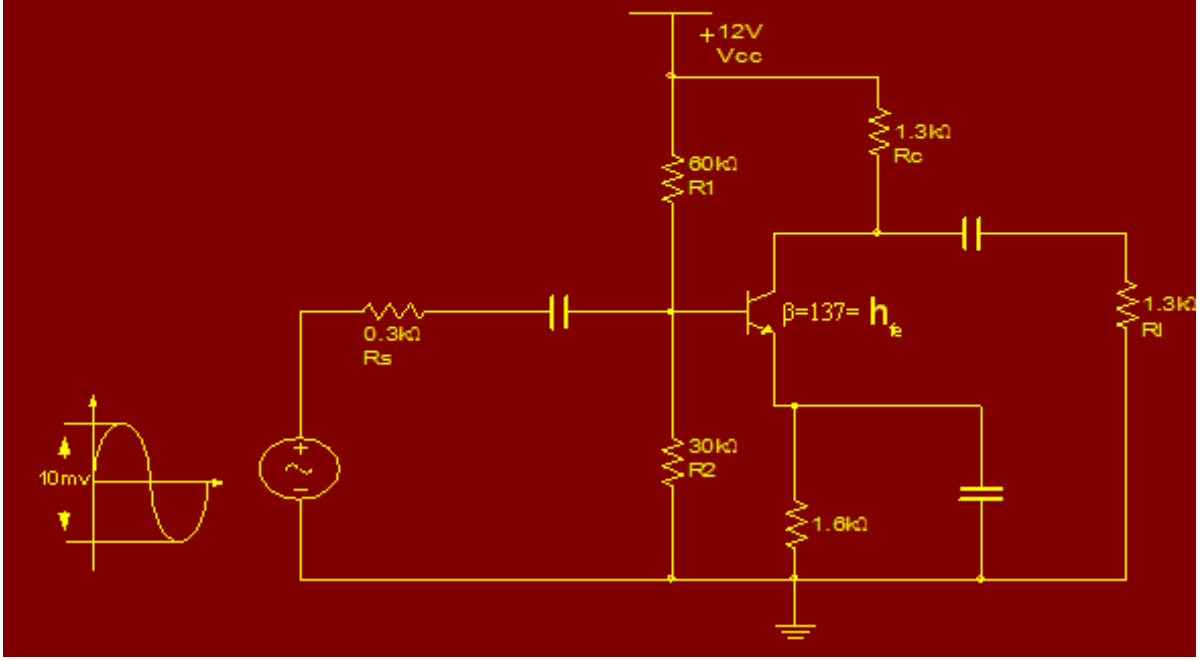
$$A = 1666.6 * \frac{560\Omega}{560\Omega + 100\Omega} * \frac{10K\Omega}{10K\Omega + 10K\Omega}$$

$$A \cong 707$$

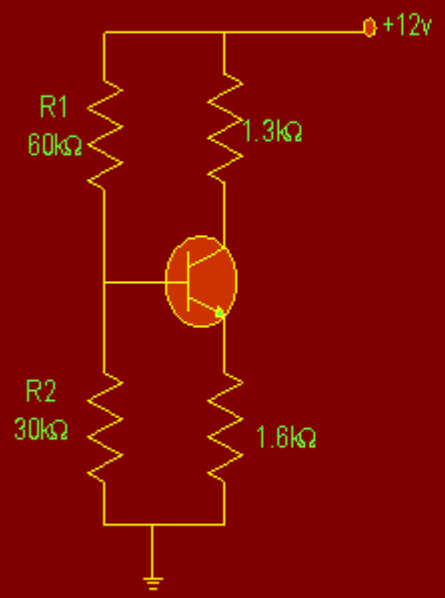


مثال

في دائرة مكبر الباعث المشترك الموضحة أوجد ممانعة الدخل (Zin) ؛ ممانعة الخرج (Zout)تكبير الفولتية (Av) ؛ التكبير الكلي (A) ؟



الحل



نحلل الدائرة المكافئة المستمرة للمكبر

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * Vcc$$

$$V_{R2} = \frac{30;\Omega}{60K\Omega + 30K\Omega} * 12$$

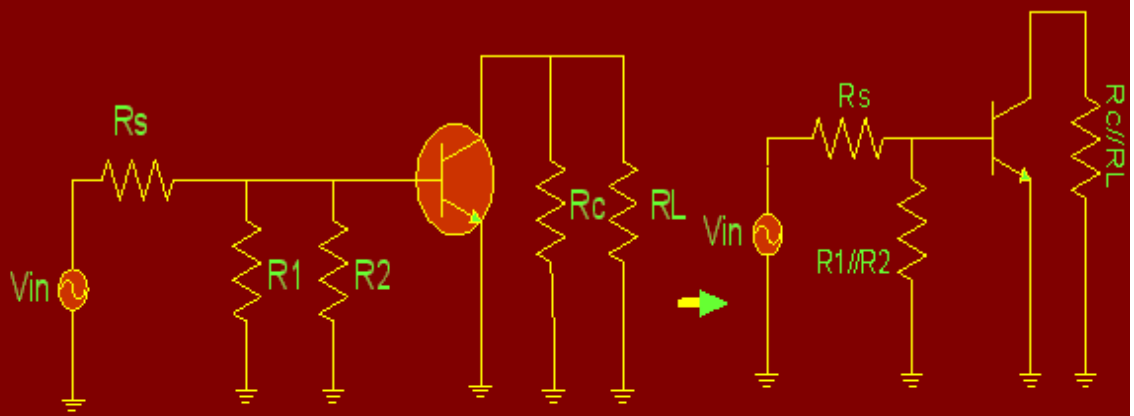
$$V_{R2} \cong 4v$$

$$I_E = \frac{V_{R2} - V_{BE}}{R_E} = \frac{4 - 0.7}{1.6 * 10^3}$$

$$I_E = 0.00206A \cong 2mA$$

$$re' = \frac{25(mv)}{I_E(mA)} = \frac{25mv}{2mA} = 12.5\Omega$$

نحلل الدائرة المكافئة المتناوبة للمكبر



$$Z_{in(base)} = h_{ie} = re' * h_{fe} = 12.5 * 137 = 1712\Omega \cong 1.7K\Omega$$

$$R_B = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} = \frac{30 * 60}{30 + 60} = 20K\Omega$$

$$Z_{in(T)} = Z_{in(base)} // R_B = \frac{Z_{in(base)} * R_B}{Z_{in(base)} + R_B} = \frac{1.7 * 20}{1.7 + 20} \cong 1.6K\Omega$$

$$Z_{out} = Rc = 1.3K\Omega$$

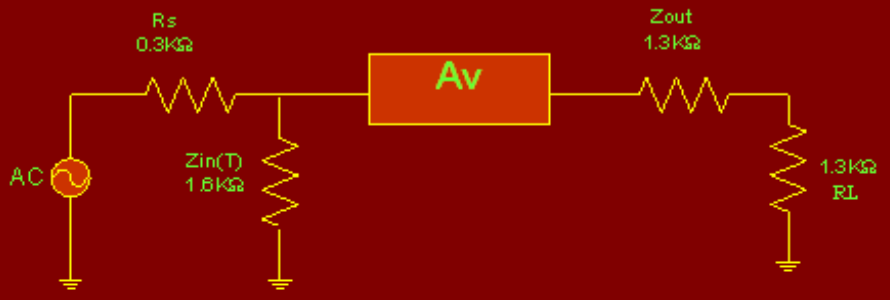
لحساب كسب الفولتية للترانزستور(Av)

$$Av = \frac{-Rc}{re' + R_E} = \frac{-1.3 * 10^3\,\Omega}{12.5\Omega + 0} = -104$$

أو

$$Av = -\frac{h_{fe} * Rc}{h_{ie}} = \frac{137 * 1.3}{1.7} \cong -104$$

الكسب الكلي للفولتية (Av)



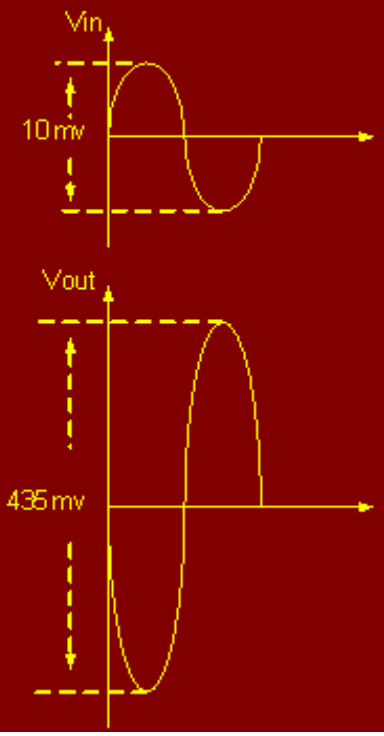
$$A = Av * \frac{Z_{in(T)}}{Z_{in(T)} + Rs} * \frac{R_L}{R_L + Zout}$$

$$A = 104 * \frac{1.5}{1.5 + 0.3} * \frac{1.3}{1.3 + 1.3} \cong 43.5$$

فولتية الإخراج

$$A = \frac{Vout}{Vin} \Rightarrow Vout = A * Vin$$

$$Vout = 43.5 * 10mv = 435mv$$



6- الاسئلة البعدية

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1- اهمالها , كبيرة 2- مكبر الباعث المشترك	1- المتناوبة , الإقران , الإمرار 2- المستمرة , الإمرار , الإقران 3- 180°

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-
-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	**9**
عنوان المحاضرة	مكبر الجامع المشترك
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة.	لتعريف الطالب على مكبر الجامع المشترك ومكبر القاعدة المشتركة
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على تطبيق مكبر الجامع المشترك وطرق تحليله وحل الأمثلة المتعلقة بدائرته وكذلك مكبر القاعدة المشتركة وطرق تحليل دائرته وحل الأمثلة
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على تطبيق مكبر الجامع المشترك ومكبر القاعدة المشتركة وطرق تحليلهما وحل الأمثلة المتعلقة بهما
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

الاختبار القبلي

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1.يسمى مكبر الجامع المشترك ب ----------

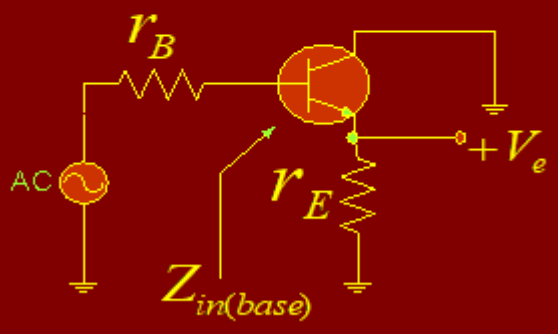
2- يستخدم مكبر الباعث المشترك لغرض رفع مستوى الممانعة في حالة كون --------- اصغر من ----------

3- يستخدم مكبر القاعدة المشتركة في تطبيقات الترددات --------- ونادراً ما يستخدم في تطبيقات الترددات ---------

5- المحتوى العلمي

مكبر الجامع المشترك Common – Collector (CC)

ويسمى أيضا تابع الباعث ويستخدم لغرض رفع مستوى الممانعة في حالة أن تكون RS >RL حيث تفقد معظم فولتية المصدر عبر ممانعة المصدر الداخلية (Rs) لاحظ الشكل (8-9) والذي يبين الدائرة المكافئة المتناوبة لتابع الباعث فيها المصدر المتناوب يسوق القاعدة وتؤخذ إشارة الإخراج من الباعث وكما ذكرنا سابقا تكون ممانعة إدخال القاعدة هي



شكل (8-9)

$$Z_{in(base)} = \beta(R_E + re')$$

أو

$$Z_{in(base)} \cong \beta(R_E)$$

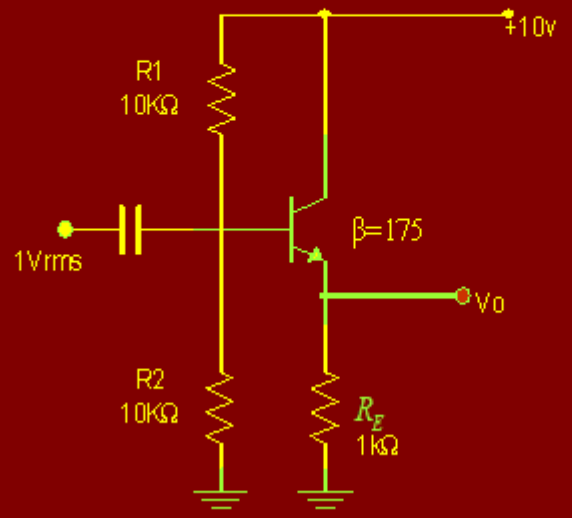
يكون كسب الفولتية في مكبر الجامع المشترك اقل من واحد . ويساوي واحد تقريبا ل RE >>re' ونحن لا نحصل على كسب للفولتية في مكبر الجامع المشترك ولكن نحصل على كسب قدرة G

$$G = \beta \frac{r_E}{r_E + re'}$$

حيث أن العامل الأول هو كسب التيار والعامل الثاني هو كسب الفولتية وفي الحالة الاعتيادية يكون re' أصغر بكثير من r E نحصل على G=β

مثال

في دائرة مكبر الجامع المشترك الموضحة في الشكل أدناه احسب تكبير الفولتية Av ، ممانعة الدخل Zin ، كسب التيار Ai ،كسب القدرة G أو Ap ، ممانعة الخرج Zout ؟



$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * Vcc$$

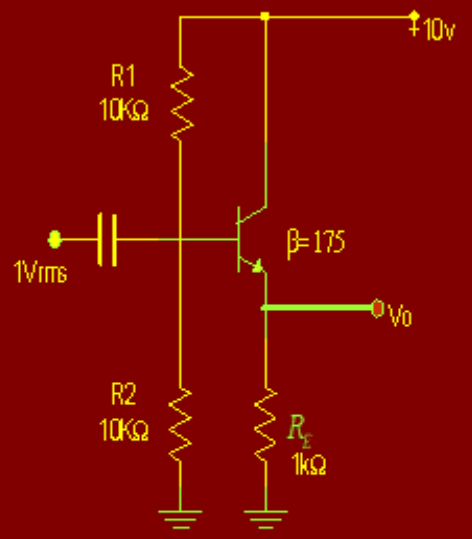
$$V_{R2} = \frac{10K\Omega}{10K\Omega + 10K\Omega} * 10v$$

$$V_{R2} = 5v$$

$$I_E = \frac{V_{R2} - V_{BE}}{R_E} = \frac{5 - 0.7}{1 * 10^3}$$

$$I_E = 0.0043A = 4.3mA$$

$$re' = \frac{25mv}{I_E mA} = \frac{25}{4.3} = 5.8\Omega$$



$$Z_{in(base)} = \beta * (r_E + re')$$

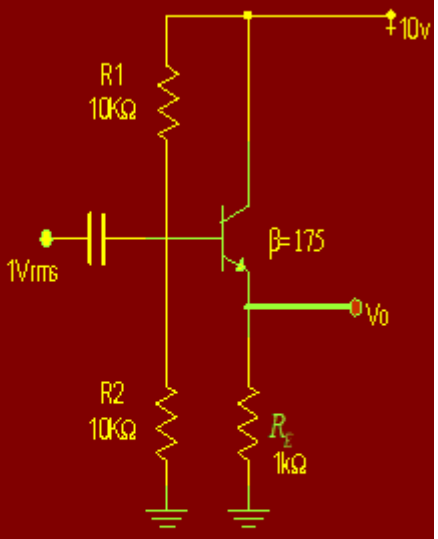
$$\because re' << r_E$$

$$\therefore Z_{in(base)} \cong \beta * r_E = 175 * 1K\Omega = 175K\Omega$$

$$R_B = R1 // R2 = \frac{R1 * R2}{R1 + R2} = \frac{10 * 10}{10 + 10} = 5K\Omega$$

$$Z_{in(T)} = Z_{in(base)} // R_B = \frac{Z_{in(base)} * R_B}{Z_{in(base)} + R_B}$$

$$Z_{in(T)} = \frac{175 * 5}{175 + 5} = 4.86K\Omega$$



تكبير الفولتية

$$A_V = \frac{r_E}{r_E + re'} = \frac{1000}{1000 + 5.8} = 0.99 \cong 1$$

نقوم بحساب كسب التيار

$$Ai = \frac{i_e}{i_{in}}$$

$$A_V = \frac{v_e}{v_b} \Rightarrow v_e = A_V * v_b$$

$$i_e = \frac{A_V * v_b}{R_E} = \frac{1 * 1V_{r.m.s}}{1K\Omega} = 1mA$$

$$i_{in} = \frac{V_{in}}{Z_{in}} = \frac{1V_{r.m.s}}{4.8K\Omega} \cong 0.2083mA$$

$$A_i = \frac{1mA}{0.2083mA} = 4.8$$

يكون كسب القدرة (Ap) أو(G)

$$A_p = A_V * A_i = 1 * 4.8 = 4.8$$

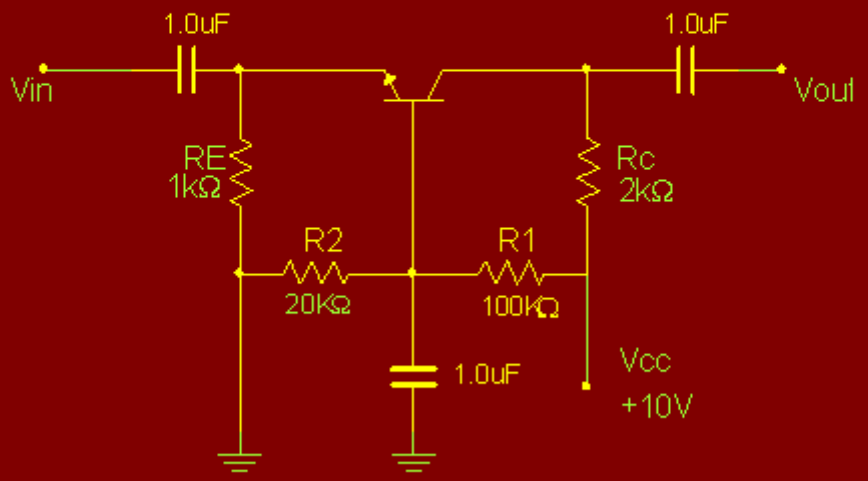
$$Z_{out} \cong re' = 5.8\Omega$$

مكبر القاعدة المشتركة Common – base (CB) Amplifier

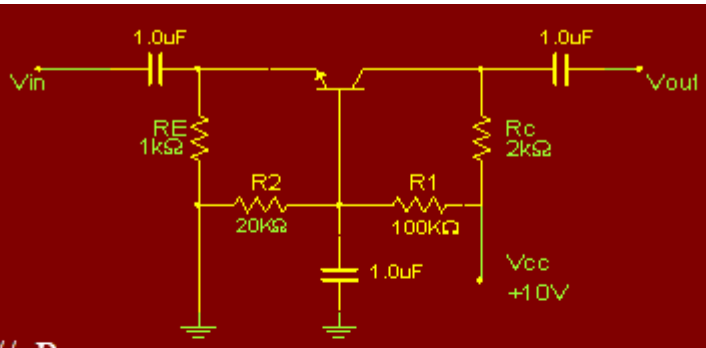
تكون ممانعة إدخال مكبر القاعدة المشتركة قليلة جدا بحيث تحمل معظم مصادر الإشارة فوق طاقتها .هذا النوع من المكبرات يستخدم أحيانا في تطبيقات التردد العالي الذي يزيد على (10MHz) ونادرا ما يستخدم عند الترددات الواطئة .

مثال

في دائرة مكبر القاعدة الموضح أدناه اوجد ممانعة الإدخال Zin ،كسب الفولتية Av ،كسب التيار Ai ،كسب القدرة Ap ، ممانعة الإخراج Zout ؟



الحل



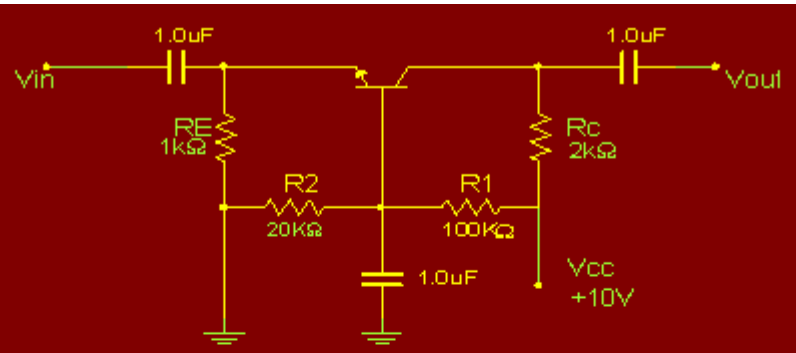
$$Zin = re' // R_E$$

$$\because re' << R_E \Rightarrow Zin \cong re'$$

$$V_{R2} = V_b = \frac{R2}{R1+R2} * Vcc = \frac{20K\Omega}{100K\Omega+20K\Omega} * 10v = 1.67v$$

$$I_E = \frac{V_{R2} - V_{BE}}{R_E} = \frac{1.67-0.7}{1K\Omega} 0.97mA$$

$$re' = \frac{25mv}{I_E mA} = \frac{25mv}{0.97mA} = 25.7\Omega = Zin$$



$$A_V = \frac{Vc}{Ve} = \frac{ie * Rc}{ie * re'} = \frac{Rc}{re'} = \frac{2K\Omega}{25.7\Omega} = \frac{2000\Omega}{25.7\Omega} = 77.8$$

$$Ai = \frac{i_c}{i_e} \cong 1$$

$$A_P = A_V * A_i = 77.8 * 1 = 77.8$$

$$Zout \cong Rc = 2K\Omega$$

الخلاصة :

يلخص الجدول (8-10) عمل المكبرات (CB),(CC),(CE)

CB	CC	CE	
rc/re'	1	rc/re'	A
1	β	β	Ai
rc/re'	β	βrc/re'	G
re'	β(rE+re')	βre'	Zin
re'	re'	re'/β	Zout

الثوابت الهجينة Hybrid (h) parameters

هي ثوابت سهلة القياس ولذلك تعطي بعض البيانات عن خواص الترانزيستور في الترددات الواطئة بدلالة ثوابت (h) الأربعة ، وهنا سنبين ماهية ثوابت h وعن علاقتهم بثوابت r' التي كنا نستعملها

ثوابت h الأربعة في ربط الباعث المشترك (CE) هي :

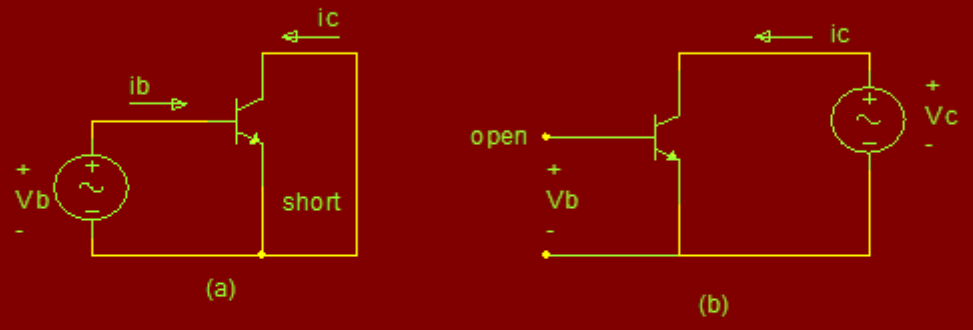
h_{ie} = ممانعة الإدخال عندما (rc=0)

h_{fe} = كسب التيار عندما (rc=0)

h_{re} = كسب الفولتية العكسي عندما (Rs=∞)

h_{oe} = مسامحة الإخراج عندما (Rs=∞)

الثابتان الأولان يعطيان بالنسبة لمقاومة حمل متناوب ac تساوي صفر ، أي عندما تكون دائرة الإخراج في حالة قصر لاحظ الشكل (8-11a)



شكل (8-11)

عندما (rc=0) $\Longleftarrow h_{fe} = \frac{i_c}{i_b}$ ؛ $h_{ie} = \frac{v_b}{i_b}$

العلاقة مع الثوابت r'

تعتبر الثوابت r' أسهل الثوابت للتعامل معها . بينما تعتبر الثوابت h الأسهل للقياس . الجدول (8-12) يبين العلاقة التقريبية بين ثوابت r' وh وكثير من الشركات تجهز ثوابت h بدلالة الباعث المشترك .

ثوابت h	ثوابت r'
h_{fe}	β
$h_{fe}/(h_{fe}+1)$	α
h_{ie}/h_{fe}	re'
h_{fe}/h_{oe}	rc'

6- الاسئلة البعدية

الاختبار البعدي

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- تعتبر الثوابت r' أسهل الثوابت للتعامل معها . بينما تعتبر الثوابت h الأسهل ---------

2- نحن لا نحصل على كسب --------- في مكبر الجامع المشترك ولكن نحصل على كسب ----------

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1. تابع الباعث 2. Rs , R_L 3. العالية , الواطئة	1. للقياس 2. الفولتية , القدرة

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-

-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	**10**
عنوان المحاضرة	استخدام الترانزستور في تنظيم الجهد
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة •	لتعريف الطالب على استخدام الترانزستور في تنظيم الجهد
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على تصميم منظمات الفولتية باستخدام الترانزستور في منظمات التوالي ومنظمات التوازي
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على تصميم منظمات الفولتية باستخدام الترانزستور في منظمات التوالي ومنظمات التوازي
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

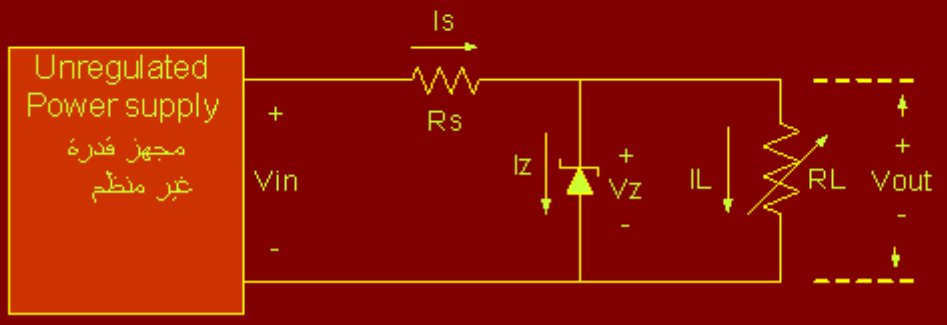
4 - الاسئلة القبلية

5- المحتوى العلمي

استخدام الترانزستور في تنظيم الجهد

منظم ثنائي زينر

يمكن استعمال ثنائي زينر كمنظم فولتية وكما نتذكر عند شرحنا بأن معدل الفولتية و التموج عبر متسعة المرشح يعتمدان على مقاومة المصدر و متسعة المرشح و مقاومة الحمل لاحظ الشكل (14-8)



شكل (14-8)

وكلما كانت Vin اكبر من Vz فإن ثنائي زينر يعمل في منطقة الانكسار . يعني هذا مثالياً على ان الفولتية النهائية ثابتة وكتقريب ثاني تسبب ممانعة زينر تغيراً طفيفا في الإخراج النهائي مع تغيرات فولتية الخط وتيار الحمل .

التحديد في منظم زينر هو الآتي : تغيرات في تيارات الحمل تنتج تغيرات متساوية ومضادة في تيار زينر .

$$\Delta I_Z = -\Delta I_L$$

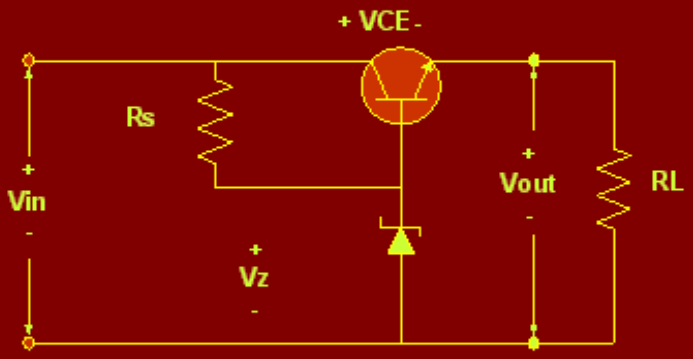
التغيرات في تيار زينر الساري خلال ممانعة زينر تنتج تغيرات في فولتية الإخراج النهائية

$$\Delta V_L = Zz * \Delta Iz$$

كلما زادت التغيرات في تيار زينر . زادت التغيرات في فولتية الإخراج . لو كانت التغيرات في تيار زينر مجرد بضع ملي امبيرات . فإن التغيرات في فولتية الإخراج قد تكون مقبولة . لكن لو كانت التغيرات بعشرات الملي امبيرات أو أكثر .فان تغيرات فولتية الحمل تصبح كثيرة جدا لكثير من التطبيقات

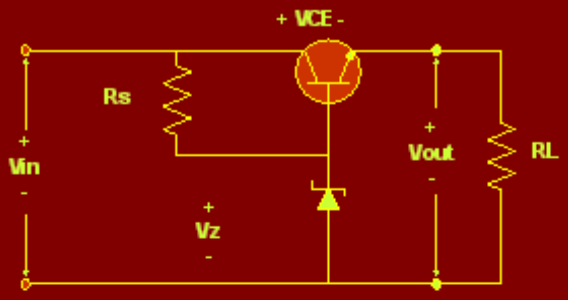
منظم التوالي Series Regulators

عندما تكون التغيرات في تيار زينر كبيرة فالوسيلة الأبسط هي بإضافة تابع الباعث وكما في الشكل (8-15) .حيث أن فولتية الحمل لاتزال تساوي فولتية زينر مطروحا منها هبوط الفولتية V_{BE} في الترانزستور . لكن التغيرات في تيار زينر قد قللت بمعامل قدره β من المرات



(8-15)

$$\Delta I_E = \frac{-\Delta I_L}{\beta}$$



ان الدائرة في الشكل (8-15) هي مثال لمنظم فولتية توالي وذلك لأن طرفا الجامع و الباعث على التوالي مع الحمل ولهذا السبب يجب ان يسري تيار الحمل خلال الترانزستور وغالبا ما يسمى بترانزستور المرور (pass transistor)

الفولتية عبر ترانزستور المرور تساوي :

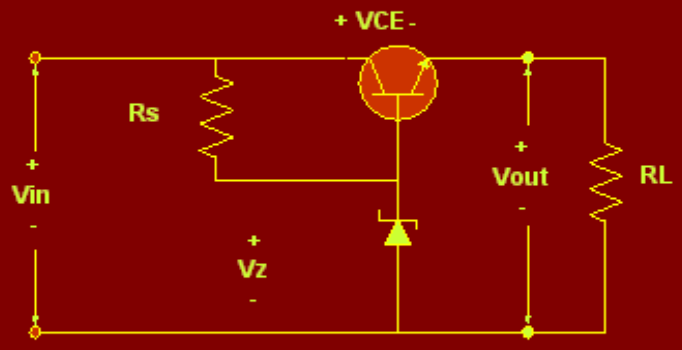
$$V_{CE} = Vin - Vout$$

وتبديد القدرة يكون :

$$P_D = (Vin - Vout) * I_L$$

مثال

في الشكل (8-15) فولتية زينر (7.5 فولت) وβ =100 و مقاومة الحمل (R_L=100Ω)
كم هي فولتية الحمل و كم هو تيار الحمل علما ان $V_{in} > V_{out}$ ؟



(8-15)

الحل

فولتية الحمل تساوي فولتية زينر مطروحا منه هبوط الفولتية V_{BE}=0.7

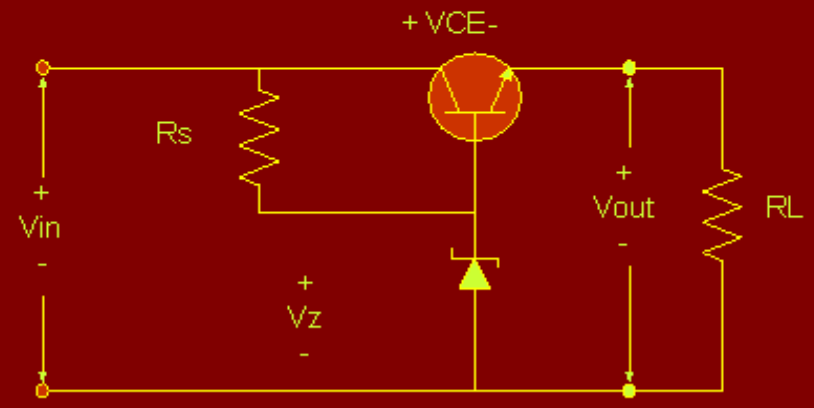
$$Vout = V_Z - V_{BE}$$
$$Vout = 7.5 - 0.7 = 6.8v$$

تيار الحمل يكون

$$I_L = \frac{Vout}{R_L} = \frac{6.8v}{100\Omega}$$

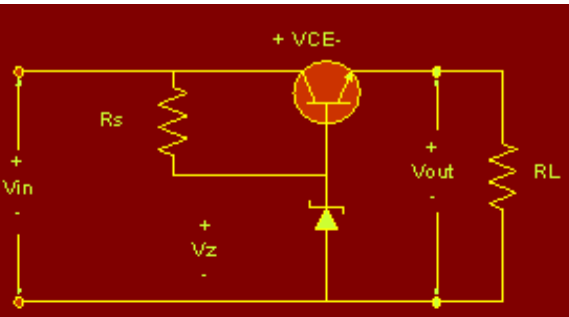
مثال

في منظم الفولتية المبين بالشكل (8-16) إذا كانت Vz = 7.5 v و β = 100 وكانت Zz = 6Ω كم هو التغير في تيار الحمل عندما تتغير مقاومة الحمل (RL=100)إلى (RL=50Ω) وكم هو التغير في تيار زينر وكم هو التغير التقريبي في فولتية الحمل ؟



شكل (8-16)

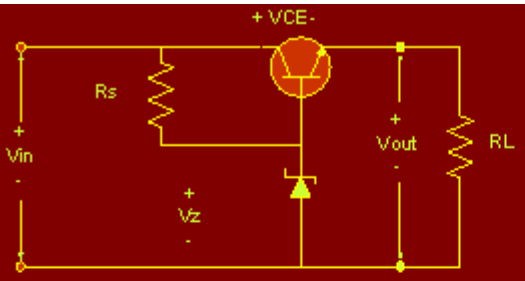
الحل



$$Vout = Vz - V_{BE} = 7.5 - 0.7 = 6.8v$$

عندما تكون مقاومة الحمل 50Ω

$$I_L = \frac{Vout}{R_L} = \frac{6.8v}{50\Omega} = 136mA$$



مقدار التغير في تيار الحمل هو

$$\Delta I_L = 136mA - 68mA = 68mA$$

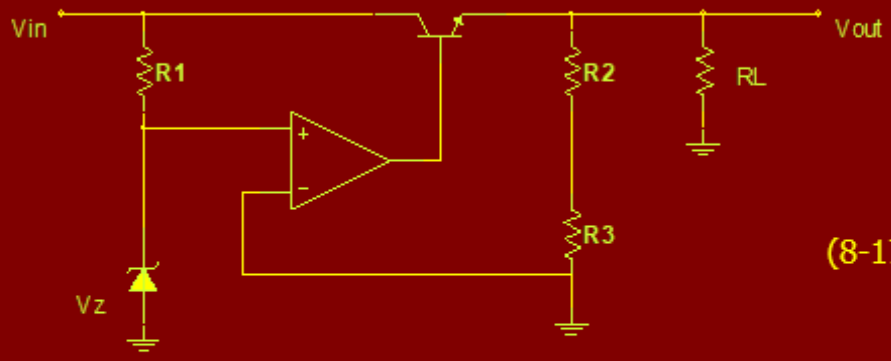
مقدار التغير في تيار زينر هو

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

التغير التقريبي في فولتية الحمل سيكون

$$Vout = Zz * \Delta Iz = 6\Omega * (-0.68mA) = -4.08V$$

منظم توالي باستخدام مكبر العمليات

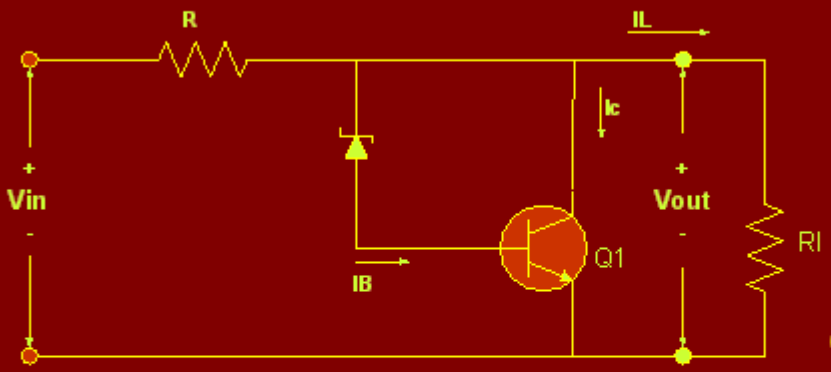


شكل (8-17)

يبين الشكل (8-17) منظم توالي باستخدام مكبر عمليات ويلخص عمل الدائرة وللحصول على فولتية ثابتة في الاخراج.فعندما تكون فولتية الاخراج اكبر من فولتية زينر يؤخذ نموذج من الاخراج الى المقارن الذي يقوم بدوره باعطاء ايعاز إلى الترانزستور بتقليل فولتية الاخراج وفي حالة كون فولتية الاخراج اقل من فولتية زينر يقوم بإعطاء إيعاز إلى الترانزستور بزيادة فولتية الاخراج الى أن تصبح مساوية الى فولتية زينر

منظم التوازي

Shunt Regulators

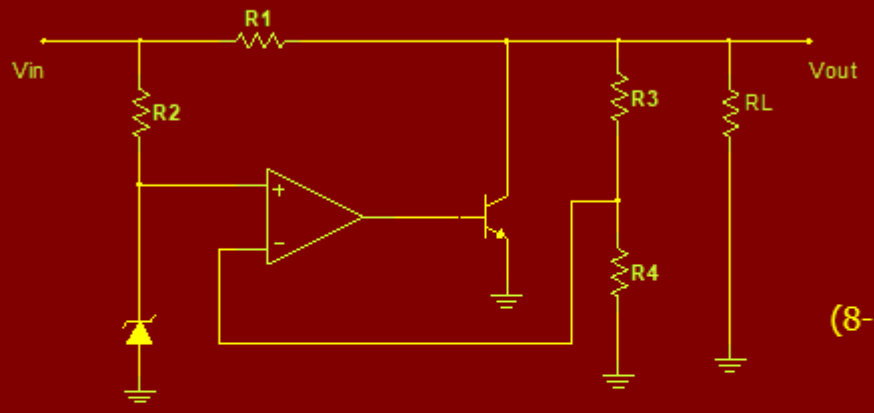


شكل (8-17)

يستخدم منظم الفولتية المبين بالشكل (8-17) ترانزستور Q1 على التوازي مع ثنائي زينر ولذلك تكون الفولتية على مقاومة الحمل مساوية لفولتية زينر (Vz) زائدا هبوط الفولتية (V_{BE}) للترانزستور Q1

$$Vout = Vz + V_{BE}$$

منظم توازي باستخدام المقارن



شكل (8-18)

يبين الشكل (8-18) منظم توازي باستخدام المقارن الذي يقوم بدوره بالسيطرة على فولتية الاخراج فعند زيادة فولتية الاخراج اكثر من فولتية زينر يقوم باعطاء ايعاز الى الترانزستور لكي يقلل الفولتية الى أن تصبح مساوية الى فولتية زينر وفي حالة ارتفاع فولتية الاخراج الى قيمة أعلى من فولتية زينر يعطي ايعاز الى الترانزستور بتقليل فولتية الخرج الى ان تصبح مساوية الى فولتية زينر

الاختبار البعدي

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- هناك نوعان من منظمات الفولتية باستخدام الترانزستور هما ---------- و----------

2- فولتية الحمل في منظم التوالي باستخدام الترانزستور تساوي فولتية -------- مطروحا منها ----------

3- إن معادلة فولتية خرج منظم التوازي باستخدام الترانزستور هي ----------

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1. تابع الباعث 2. الجامع , الباعث	1- منظم توالي , منظم توازي 2 - Vz , V_{BE} 3- $Vout = Vz + V_{BE}$

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-

-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	11
• عنوان المحاضرة	ترانزستورات تأثير المجال
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة	لتعريف الطالب على ترانزستور تأثير المجال ألوصلي (JFET) وتركيبه ورمزه ونظرية عمله ومنحنيات خواصه
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم: •	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على اسنخدام ترانزستور تأثير المجال الوصلي (JFET) ومناطقه(تركيبه) وطريقة عمله و رمزه ومنحنياته
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على اسنخدام ترانزستور تأثير المجال الوصلي (JFET) ومناطقه(تركيبه) وطريقة عمله و رمزه ومنحنياته
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

الاختبار القبلي

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- يعرف ترانزستور تأثير المجال ألوصلي بأنه ---------- القطبية

2-يعتمد التيار المار خلال ترانزستور تأثير المجال ألوصلي على حاملات التيار الأغلبية وهي الالكترونات في حالة ---------- والفجوات في حالة ----------

3- يكون لترانزستور تأثير المجال ثلاث مناطق وهي ---------- و ---------- و ------

5- المحتوى العلمي

ترانزستورات تأثير المجال

مقدمة

قبل عام 1952بدأت الأبحاث لإنتاج مقاومة يمكن التحكم في قيمتها عن طريق تغيير المجال الكهربائي المطبق عليها . في عام 1952 أعلن العالم شوكلي عن اكتشافه ترانزستور التأثير المجالي . إلا أن استعمال هذا الترانزستور لم يتحقق إلا في عام 1962 وذلك لعدم توفر الإمكانية التقنية و التكنولوجية لتصنيعه في ذلك الوقت

ترانزستور تأثير المجال (FET)

ترانزستور تأثير المجال (FET) Field Effect Transistor

وهو عنصر من عناصر أشباه الموصلات يعتمد في عمله على التحكم في التيار المار خلاله بواسطة المجال الكهربائي . يعرف ترانزستور تأثير المجال بالترانزستور أحادي القطبية (Unipolar transistor) وذلك تميزاً عن الترانزيستور ثنائي القطبية (Bipolar transistor), حيث التيار المار خلاله يعتمد فقط على حاملات التيار الأغلبية وهي الالكترونات في حالة القناة n والفجوات في حالة القناة p .

ترانزستور المجال الوصلي JFET

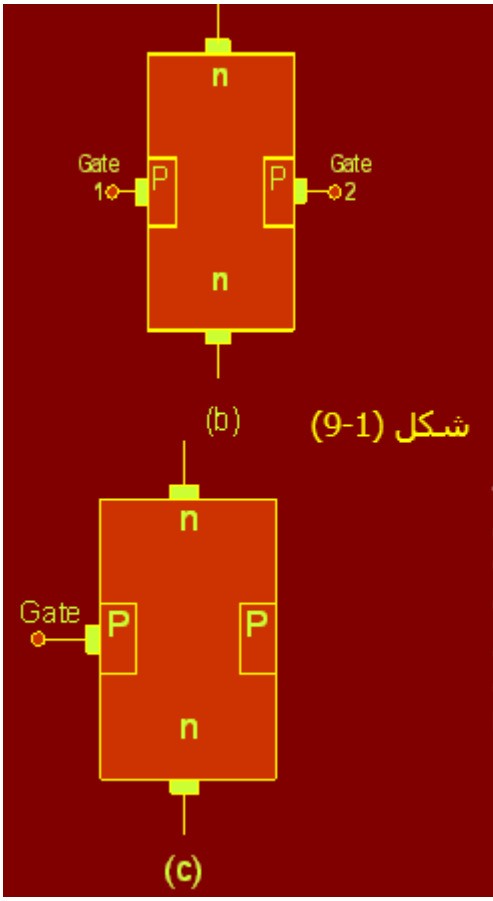
وهو ترانزستور أحادي القطبية ويحتاج إلى الحملات الأغلبية فقط لكي يعمل

مناطق ترانزستور المجال الوصلي

يبين الشكل (9-1a) جزء من JFET . تدعو النهاية السفلى بالمنبع (source) وتدعو النهاية العليا بالمصرف (drain) أما قطعة شبه الموصل بين المنبع و المصرف تدعى بالقناة (channel) . إن المادة المستعملة في هذا الشكل هي مادة شبه موصل نوع n لذا ستكون الحاملات الأغلبية هي الكترونات حزمة التوصيل ولذا سنحصل على مقدار معين من التيار اعتمادا على قيمة الفولتية VDD وعلى مقدار مقاومة القناة

شكل (9-1)

(a)

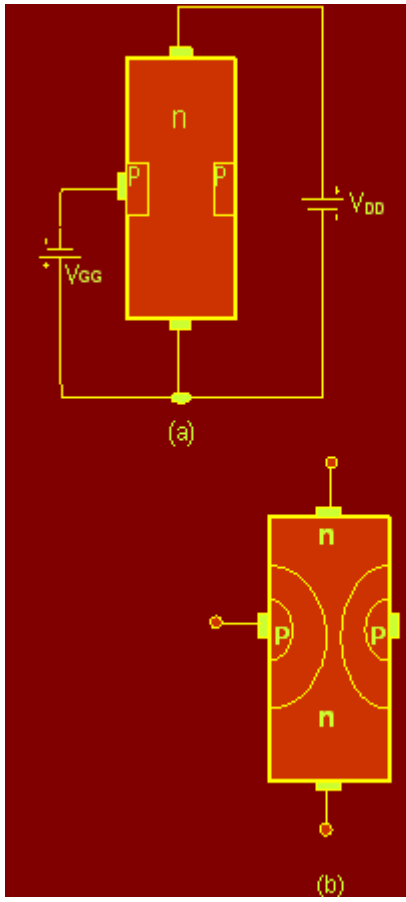


شكل (9-1)

عند إضافة منطقتي P على جهتي القناة نحصل على ترانزستور المجال الوصلي نوع القناة n وكل من منطقتي P تسمى البوابة (Gate) لاحظ الشكل (9-1b) . عند ربط كل بوابة بطرف خارجي منفصل ندعو المكون ترانزستور المجال الوصلي ذو البوابة المزدوجة dual-gate يستعمل هذا النوع من الترانزستور في دوائر المازج .

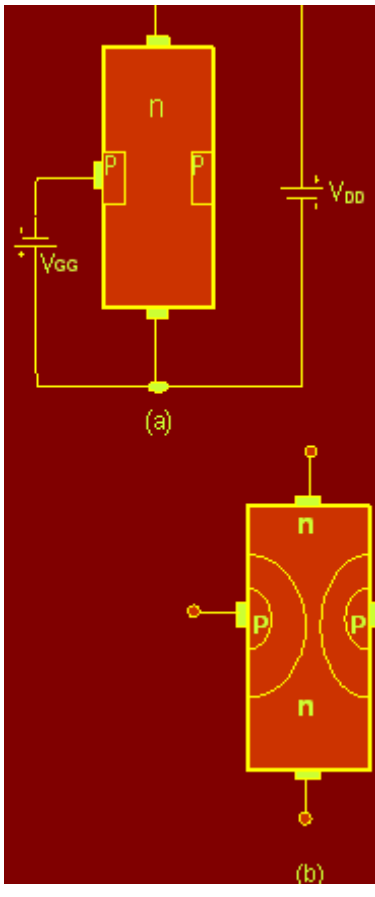
. أما ترانزستور JFET الذي ربطة بوابتاه داخليا من قبل المصنع والذي سنفصل عمله يسمى بترانزيستور JFET ذو البوابة المفردة حيث انه يمتلك طرف بوابة خارجي واحد لاحظ الشكل (9-1c) . عند استخدامنا هذا النوع من الترانزستور يجب أن نعلم أن لمنطقتي P نفس الجهد لأنهما قد ربطتا داخلياً .

تحيز ترانزستور المجال الوصلي



عند تسليط فولتية سالبة بين البوابة و المنبع في الترانزستور JFET ذو القناة نوع n يعني تحييز البوابة عكسيا ولذا سيسري تيار صغير جداً من الممكن إهماله في طرف البوابة كتقريب أولي انظر الشكل (9-2a)

إن أسم تأثير المجال filed effect ينسب إلى طبقتي الاستنزاف حول كل وصلة p n لاحظ الشكل (9-2b) والذي يبين طبقتي الاستنزاف هاتين



على التيار المار من المنبع إلى المصرف أن يسري خلال القناة الضيقة بين طبقتي الاستنزاف وان حجم طبقتي الاستنزاف يعين عرض القناة الموصلة حيث كلما كانت فولتية البوابة أكثر سالبيه تصبح القناة الموصلة أضيق وبذلك يقل التيار المار بين المنبع والمصرف وهذا يعني أن فولتية البوابة تسيطر على التيار بين المنبع والمصرف . إن الفرق الرئيسي بين JFET والترانزستور ثنائي القطبية هو ان البوابة منحازة عكسيا بينما القاعدة منحازة أمامياً .

ان لترانزستور JFET مقاومة إدخال عالية قياسا بترانزستور ثنائي القطبية ولكن مقابل ذلك السيطرة على تيار الإخراج اقل .

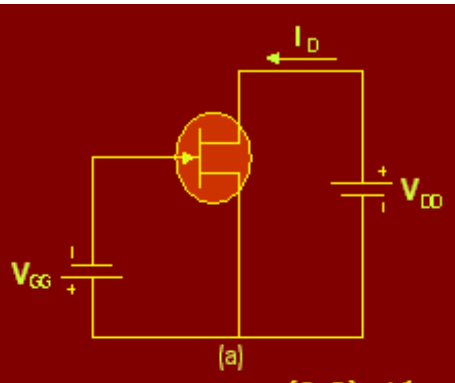
الرمز التخطيطي

JFET
ذو قناة نوع n

JFET
ذو قناة نوع P

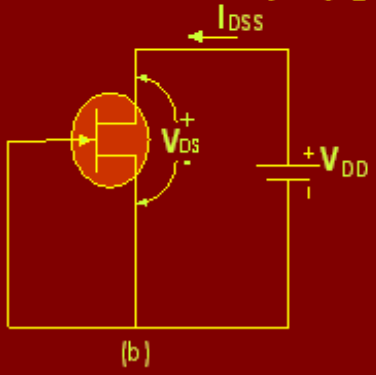
منحنيات مصرف JFET

يبين الشكل(9-3a) ترانزستور مجال وصلي بفولتيات انحياز اعتيادية . حيث أن التيار الاعتيادي سيسري خلال القناة من المصرف إلى المنبع .

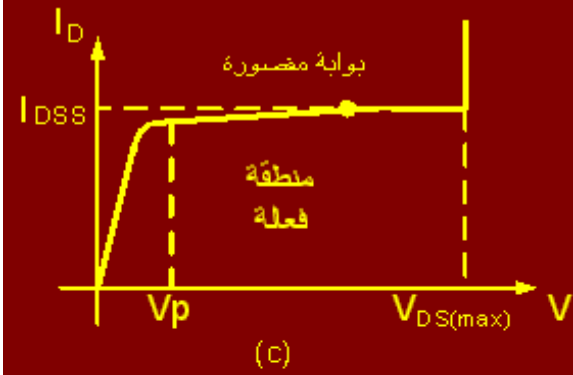


شكل (9-3)

. بعبارة أخرى ، يمكننا أن نقلص VGS إلى الصفر لاحظ الشكل (9-3b) هذه الحالة تسمى حالة قصر البوابة



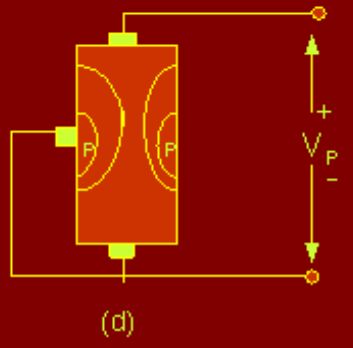
\



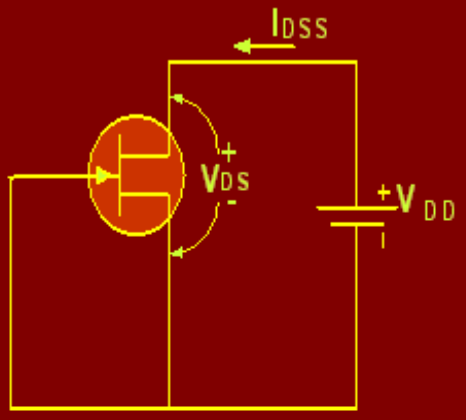
شكل (3-9)

الشكل (3c-9) هو منحني العلاقة بين تيار المصرف وفولتيته لحالة قصر البوابة . يبدأ تيار المصرف بالارتفاع السريع أولا ثم يستوي بعد ذلك . في المنطقة بين Vp و $V_{DS(max)}$ يكون تيار المصرف ثابتاً تقريباً وفي حالة زيادة فولتية المصرف لقيمة كبيرة جدا يحصل انكسار في ترانزستور المجال الوصلي . إن المنطقة الفعالة على طول الجزء الأفقي من المنحني تقريبا .

$$Vp<VDS<VDS(max)$$



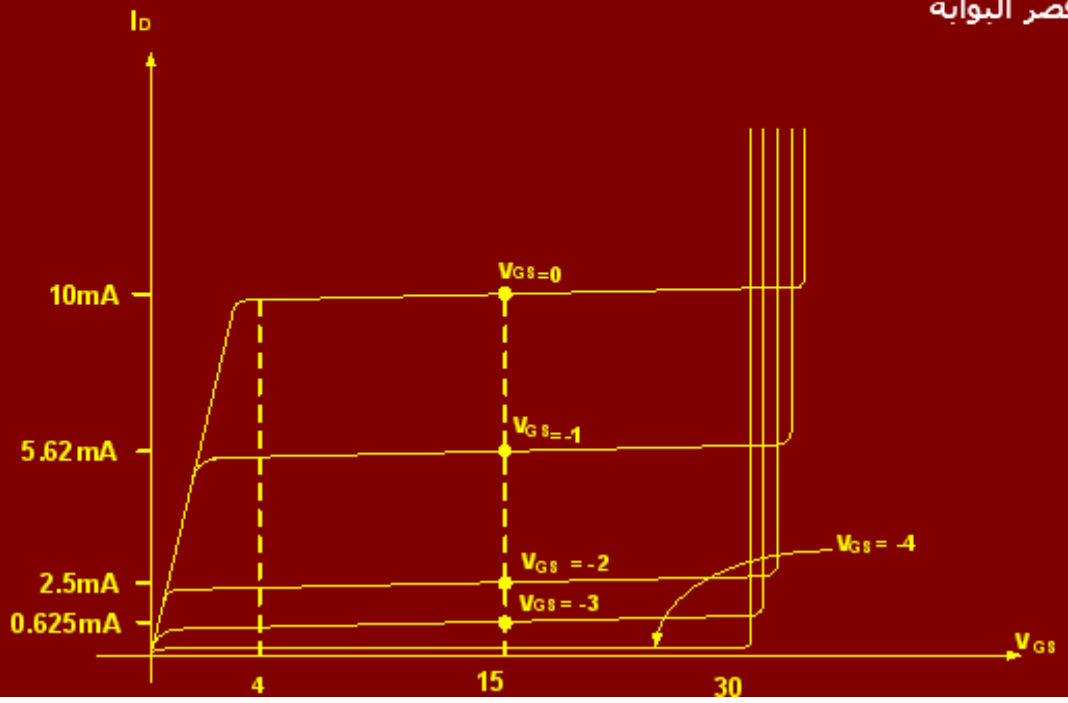
فولتية الضيقVp هي فولتية المصرف التي يكون تيار المصرف فوقها ثابتا تقريباً .عند ملاحظة الشكل (3d-9) والذي يبين الممر الضيق بين طبقتي الاستنزاف يحاول تحديد التيار وان أية زيادة في فولتية المصرف تنتج زيادة طفيفة في تيار المصرف ولهذا السبب يكون ثبوت تيار المصرف في المنطقة الفعالة تقريبا لاحظ الشكل (3c-9)



. إن الرمز IDSS يمثل تيار المصرف إلى المنبع مع قصر البوابة وهو مقاس لفولتية مصرف تقع بين الضيق و الانكسار. إن المنحني يكون مستويا تقريبا في المنطقة الفعالة . إن IDSS مقاس لظروف قصر البوابة ولذا فهو أقصى تيار يمكننا الحصول عليه بالعمل الاعتيادي لترانزستور المجال الوصلي ، كل الفولتيات الأخرى على البوابة سالبة وتنتج تيار مصرف اقل .

فولتية القطع بين البوابة و المصرف

عند ملاحظتنا شكل (4-9) والتي تبين منحنيات المصرف لترانزستور تأثير المجال نموذجي والتي تشابه منحنيات الجامع . إن أعلى منحني يقابل (VGS=0) وهي حالة قصر البوابة

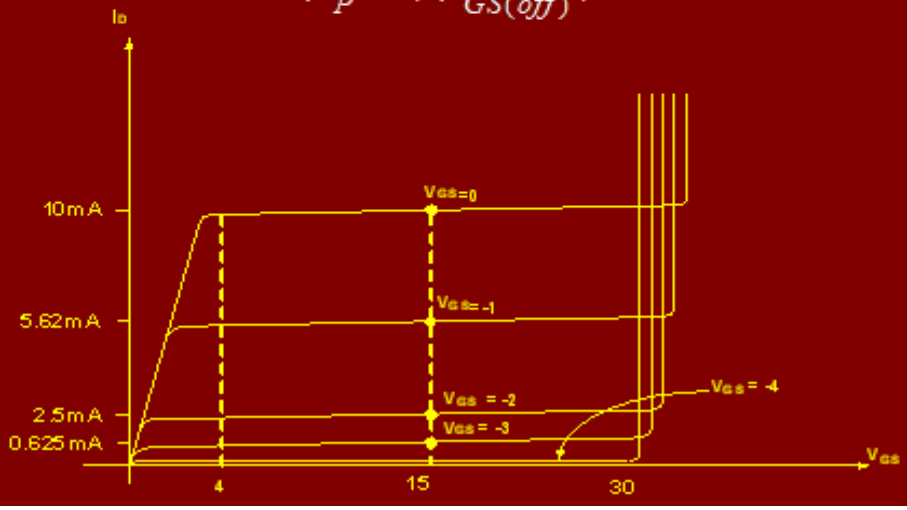


وكما نرى أن فولتيات بوابة سالبة تقود إلى تيارات مصرف اقل وكما موضح في الشكل (4-9)

المنحني السفلي له أهمية خاصة،(VGS= -4v) تقلل تيار المصرف الى الصفر تقريباً .تسمى هذه الفولتية بفولتية القطع بين البوابة و المصرف (VGS(off . عند (VGS =VGS(off)) تتلامس طبقتا الاستنزاف وهذا يفسر سبب كون تيار المصرف يساوي صفر تقريباً

كما لاحظنا سابقاً أن Vp هي قيمة فولتية المصرف التي تضيق او تحصر التيار لحالة قصر البوابة ونتيجة لذلك فإن

$$V_P = /V_{GS(off)}/$$



الشكل (4-9)

إن استمارة المواصفات لا تعطي قيمة Vp ولكنها تعطي VGS(off) والتي هي مكافئة لها

بما أن حالة قصر البوابة تعطينا اعلى منحني مصرف و VGS(off)تنتج أوطأ منحني مصرف لذلك يكون مدى VGS هو

$$VGS(off) < VGS < 0$$

وعندما تكون VGS ضمن هذا المدى يجب أن يكون تيار المصرف ID ضمن الحيز

$$0 < ID < IDSS$$

6- الاسئلة البعدية

الاختبار البعدي

املأ الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- في ترانزستور تأثير المجال فولتية الضيق --------والتي يكون تيار ---------- فوقها ثابتاً تقريباً

2- اعلى منحني من منحنيات المصرف لترانزستور تأثير المجال يقابل VGS تساوي ------ وهي حالة --------- البوابة

مفاتيح أجوبة الاختبارات

اجوبة الاختبار القبلي	اجوبة الاختبار البعدي
1.أحادي 2.القناة من نوع n , القناة من نوع p 3.منبع , مصرف , القناة	1.Vp أو ($V_{GS(off)}$, المصرف 2.صفر , قصر البوابة

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-
-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:12	
• عنوان المحاضرة	ترانزستورات موسفيت (الأستنزافية-التعزيزية)
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
• الهدف العام من المحاضرة	لتعريف الطالب على منحني المواصلة التبادلية لترانزستور JFET وترانزستورات موسفيت الاستنزافية والتعزيزية ومنحنيات خواص موسفيت ومنحيات المواصلة التبادلية لترانزستورات موسفيت بالأسلوبين ألاستنزافي والتعزيزي و ترانزستور المجال ذات الاوكسيد المعدني ألتعزيزي و منحنيات ترانزستور المجال ذات الاوكسيد المعدني النوع ألتعزيزي.
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على استخدام ترانزستور JFET وترانزستورات موسفيت الاستنزافية والتعزيزية وترانزستورات موسفيت بالأسلوبين ألاستنزافي والتعزيزي في دوائر الالكترونية
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على استخدام ترانزستور JFET وترانزستورات موسفيت الاستنزافية والتعزيزية وترانزستورات موسفيت بالأسلوبين ألاستنزافي والتعزيزي في الدوائر الكترونية
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

الاختبار القبلي

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- الفرق الرئيسي بين JFET وترانزستور ثنائي القطبية هو ان البوابة في حالة انحياز-------- بينما تكون القاعدة في حال انحياز---------- هذا هو الفرق الحاسم وهذا يعني ان JFET هو مكون منضبط ----------

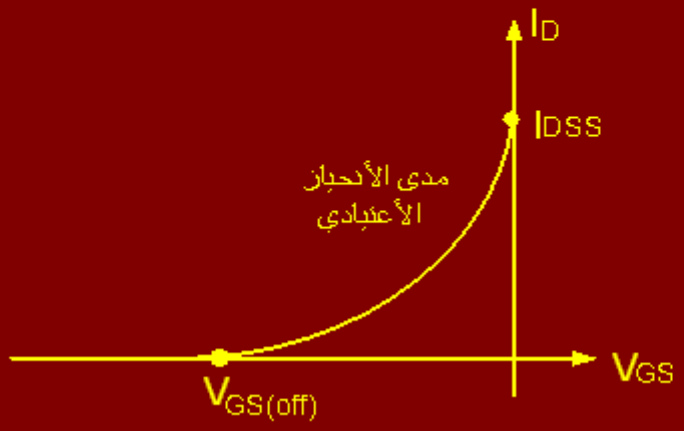
2- تسمى الفولتية بين البوابة والمنبع التي تكاد تجعل E MOSFET موصلاً بالفولتية ----------

3- الفرق الرئيسي بين JFET و MOSFET هو أننا نستطيع أن نسلط فولتيات بوابة -----مع بقاء تيار البوابة ----------

5- المحتوى العلمي

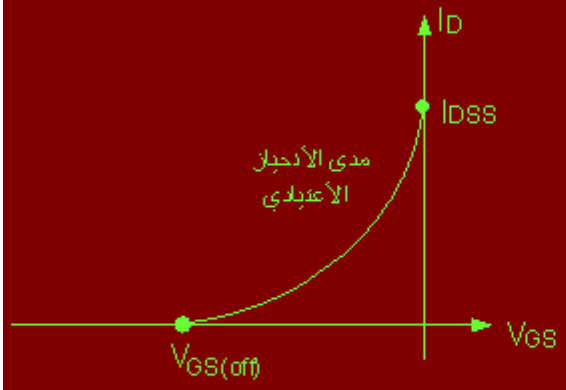
منحني المواصلة التبادلية

في ترانزستور ثنائي القطبية كما ذكرنا سابقاً بأن منحني الموصلة التبادلية ينسب تيار الإخراج إلى فولتية الإدخال أي انه المحني الذي يربط بين Ic و VBE اما في JFET يكون منحني يربط بين ID و VGS وكما مبين بالشكل (5-9)



شكل (5-9)

وكما نلاحظ في الشكل (5-9) هو جزء من قطع مكافئ ولذلك يمكن تبيان معادلة المواصلة التبادلية على انها



شكل (5-9)

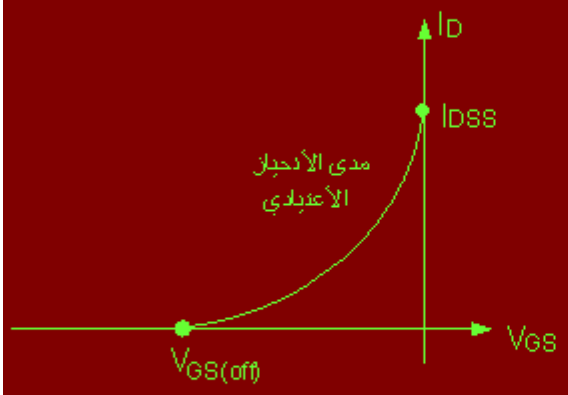
$$I_D = I_{DSS}\left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right]^2$$

بهذه المعادلة يمكننا أن نحسب تيار المصرف لأي فولتية بوابة في المنطقة الفعالة

وكما نلاحظ في الشكل (5-9) هو جزء من قطع مكافئ ولذلك يمكن تبيان معادلة المواصلة التبادلية على انها

$$I_D = I_{DSS}\left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right]^2$$

بهذه المعادلة يمكننا أن نحسب تيار المصرف لأي فولتية بوابة في المنطقة الفعالة



شكل (5-9)

منحني المواصلة التبادلية المنسب

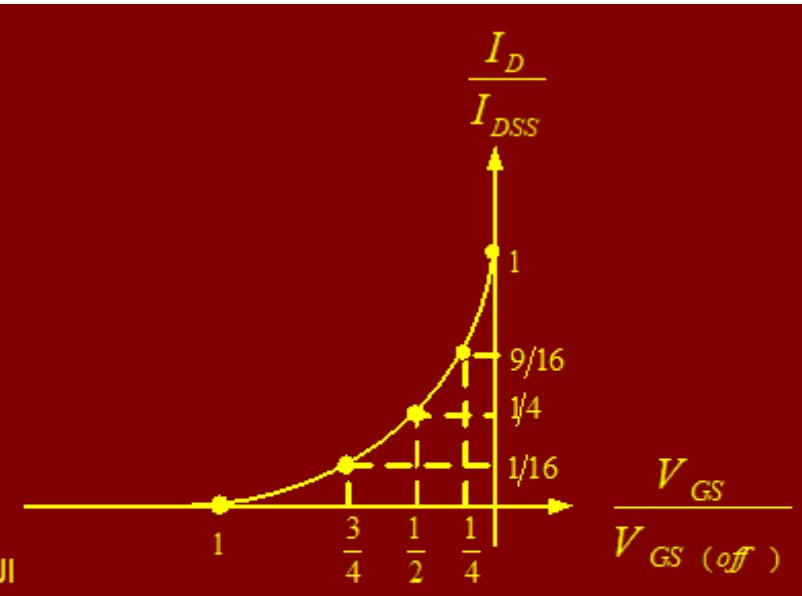
يمكننا أن نعيد ترتيب المعادلة

$$I_D = I_{DSS}\left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right]^2$$

للحصول على

$$\frac{I_D}{I_{DSS}} = \left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right]^2$$

وبتعويض 0 ، 4/1، 2/1، 4/3، 1 عن $\left|V_{GS}/V_{GS(off)}\right|$ نستطيع أن نحسب قيم $\left(I_D/I_{DSS}\right)$ المقابلة وهي 1 و 16/9 و 4/1 و 16/1 و 0 وكما موضح في الشكل (6-9)



الشكل (6-9)

يلخص الشكل (6-9) هذه النتائج وهو ينطبق على كافة ترانزستورات المجال ألوصلي ولذلك يمكننا ان نعين نقطة انحياز وسطى بالمعادلة :

$$V_{GS} \cong \frac{V_{GS(off)}}{4}$$

المواصلة التبادلية

يسمى المقدار(gm) بالمواصلة التبادلية (transconductance)والتي تعرف

$$g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta V_{GS}}$$

على أن تكون VDS ثابتة

وتقاس بوحدة السيمنس (S)

في استمارة المواصفات الترانزستور المجال ألوصلي نحصل على قيمة gm عند (VG=0) وسنرمز لقيمة gm هذه برمز gmo لكي نبين إنها مقاسه عند (VG=0) ولذلك من الممكن اعطاء قيمة gm عند أي نقطة بدلالة gmo بالمعادلة التالية

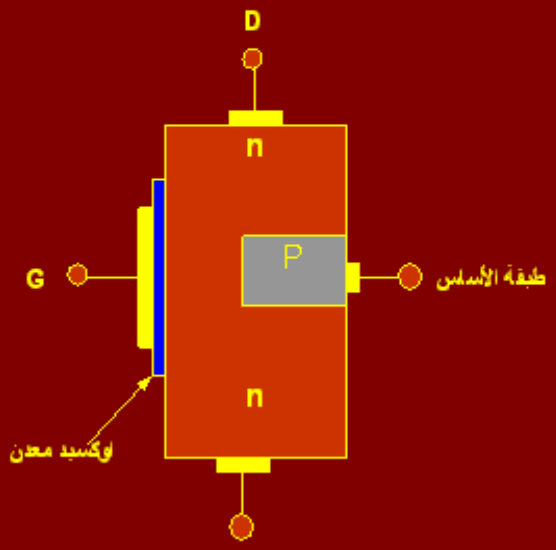
$$g_m = g_{mo}\left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right]$$

ترانزستورات موسفيت (الأستنزافية-التعزيزية) MOSFET

الفرق الرئيسي بين JFET و MOSFET هو أننا نستطيع أن نسلط فولتيات بوابة موجبة مع بقاء تيار البوابة صفر

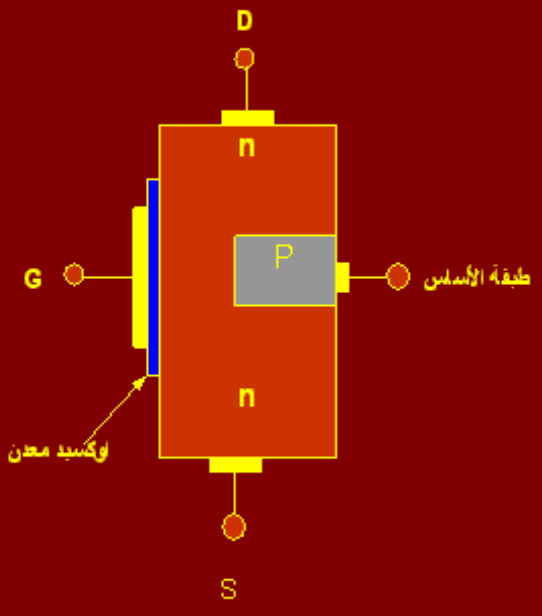
مناطق MOSFET

يبين الشكل (7-9) مناطق ترانزستور mosfet نلاحظ القناة من نوع n وإن فولتية موجبة مسلطة على طرفي المنبع و المصرف تجبر الكترونات حزمة التوصيل على السريان من المنبع إلى المصرف



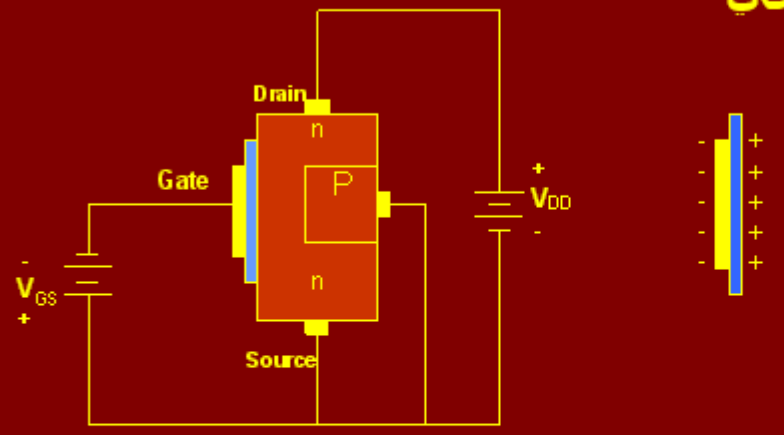
الشكل (7-9)

المصرف نلاحظ في الشكل (7-9) بأن ترانزستور موسفيت يمتلك منطقة P مفردة نسمي هذه المنطقة بطبقة الأساس (substrate) . تضيق هذه المنطقة القناة بين المنبع و المصرف بحيث يبقى ممر ضيق عند الجهة اليسرى من الشكل وبذلك يجب على الالكترونات المارة من المنبع إلى المصرف ان تمر خلال هذه القناة الضيقة . ترسب طبقة رقيقة من اوكسيد معدني (أوكسيد السليكون عادةً) على الجهة اليسرى من القناة ويكون الأوكسيد المعدني هذا عازلاً. ترسب بوابة معدنية على العازل



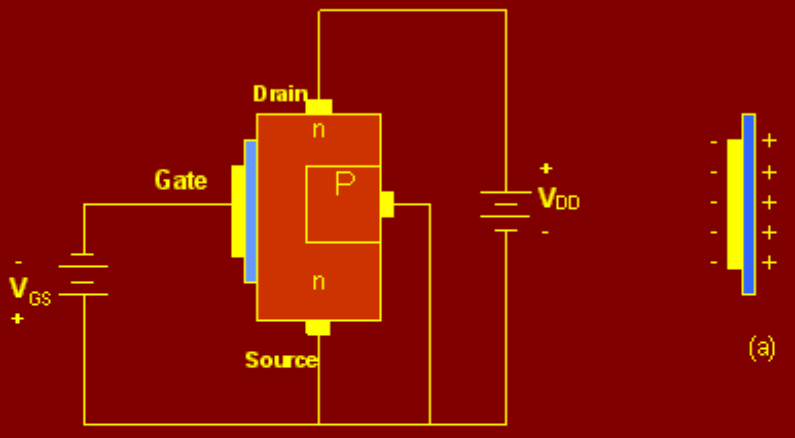
الشكل (7-9)

الأسلوب ألاستنزافي



الشكل (9-8)

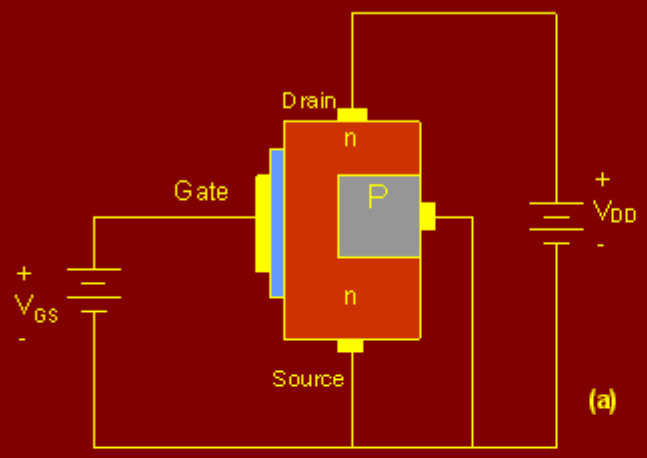
يرغم المجهز V_{DD} الكترونات حزمة التوصيل علي السريان من المنبع الى المصرف مروراً بالقناة الضيقة على يسار طبقة الأساس P ان فولتية البوابة تسيطر على عرض القناة وبما أن البوابة معزولة نستطيع تصورها على أنها أحد لوحي متسعة وان الاوكسيد المعدني يعمل كعازل والقناة n كلوح آخر



. وكما نعلم بأن شحنات على لوح متسعة تحث شحنات معاكسة على اللوح الآخر ولذلك فان فولتية بوابة سالبة تعني الكترونات على البوابة .هذه الالكترونات تنافر الكترونات حزمة التوصيل في القناة n تاركة أيونات موجبة في جزء من القناة وكما في الشكل (9-8b) وبعبارة أخرى قد أخلينا بعض من الكترونات حزمة التوصيل للقناة n

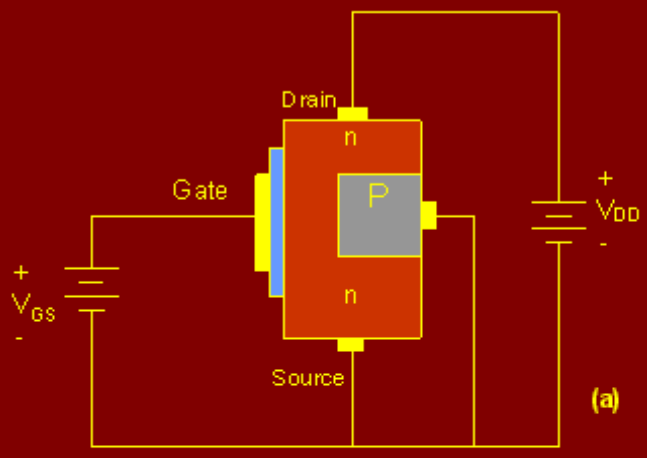
وكلما ازدادت سالبية فولتية البوابة زاد استنزاف الكترونات حزمة التوصيل في القناة n ومع فولتية بوابة سالبة كافية نستطيع قطع التيار بين المنبع والمصرف .

الأسلوب ألتعزيزي



الشكل(9-9)

بما أن البوابة معزولة عن القناة نستطيع تسليط فولتية موجبة كما مبين في الشكل(9-9a)
وكما نعلم بان البوابة تعمل كلوح متسعة ولكن في الأسلوب ألتعزيزي تحث الشحنات الموجبة على البوابة شحنات سالبة في القناة n لاحظ الشكل(9-9b) الشحنات السالبة هذه هي الكترونات حزمة التوصيل مسحوبة إلى القناة ولان هذه الالكترونات أضيفت إلى الالكترونات الموجودة في القناة يزداد العدد الكلي لالكترونات حزمة التوصيل في القناة وكلما كانت فولتية البوابة أكثر موجبيه كان التوصيل من المنبع إلى المصرف اكبر

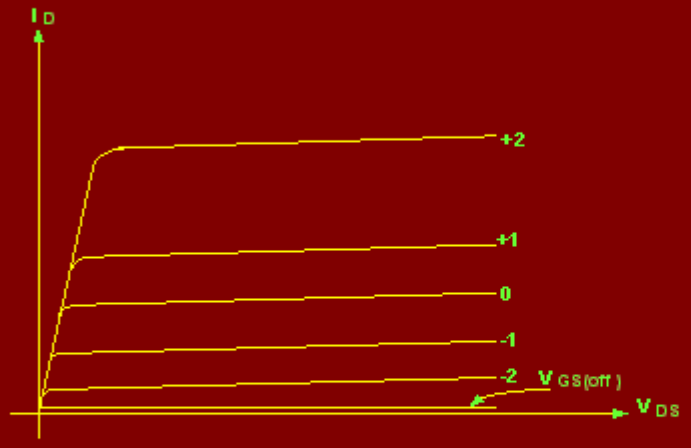


الشكل(9-9)

بسبب الطبقة العازلة يسري تيار بوابة صغير جداً بحيث يمكن إهماله في أي من أسلوبي الأداء وإن مقاومة إدخال هذا الترانزستور تكون عالية جداً
المكون المتمم لموسفيت نوع قناة n هو موسفيت نوع قناة p

منحنيات موسفيت

يبين الشكل (9-10) منحنيات مصرف نموذجية ل mosfet من نوع القناة n



الشكل(9-10)

تمثل $V_{GS(off)}$ فولتية البوابة السالبة التي تؤدي إلى قطع تيار المصرف ومع VGS أقل من الصفر

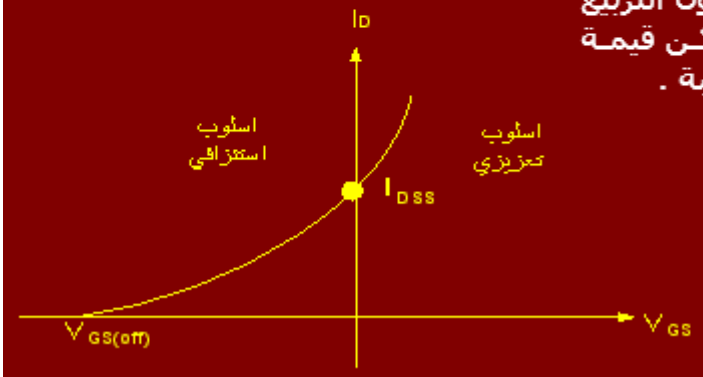
نحصل على أداء نموذج استنزافي من الجانب الآخر تعطي VGS أكبر من صفر أداء نموذج تعزيزي

منحني المواصلة التبادلية

الشكل(9-11)هو منحني المواصلة التبادلية ل mosfet حيث يمثل I_{DSS} تيار المصرف إلى المنبع لحالة قصر البوابة .ولكن الآن يمتد المنحني إلى يمين نقطة الأصل ولكن لا يزال المنحني قطعاً مكافئاً ولذلك يمكننا استعمال معادلة قانون التربيع .

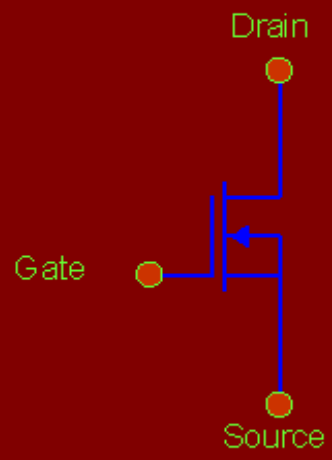
$$I_D = I_{DSS}\left[1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS(off)}}\right]^2$$

هذه المعادلة مطابقة لمعادلة قانون التربيع لترانزستور المجال الوصلي .ولكن قيمة V_{GS} ممكن أن تكون موجبة أو سالبة .



الشكل(9-11)

الشكل (9-12) يوضح الرمز ذو القناة n



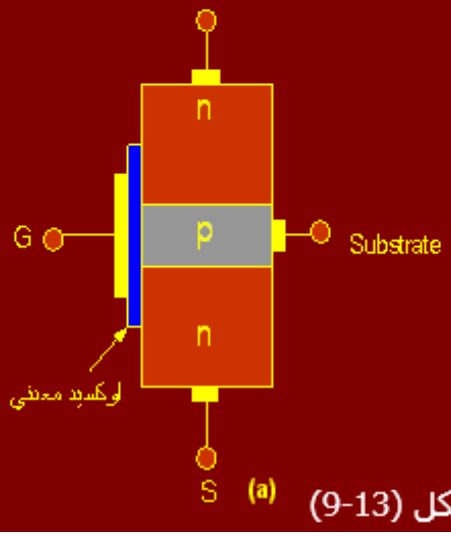
الشكل(9-12)

ترانزستور المجال ذات الاوكسيد المعدني التعزيزية

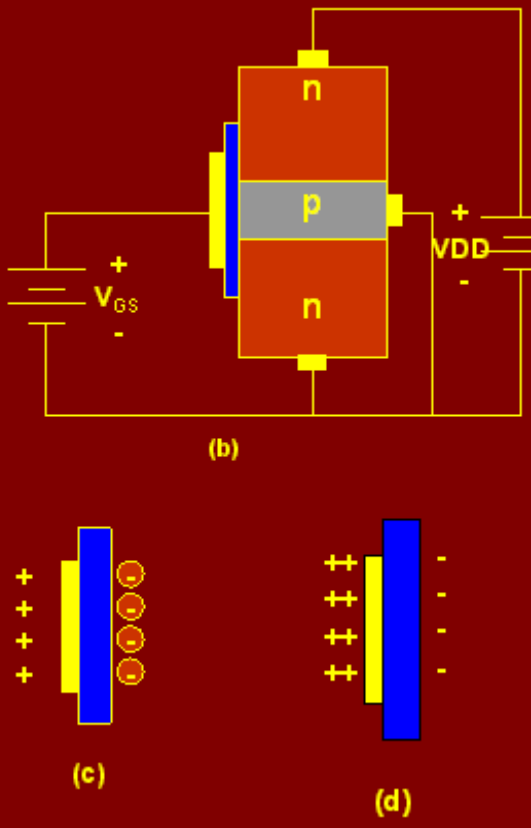
هناك نوع آخر من MOSFET هو النوع التعزيزي فقط (enhancement-only type) وهو يعمل في النموذج التعزيزي فقط وهذا النوع يستخدم في الدوائر الرقمية

تكوين طبقة الانقلاب

يبين الشكل (9-15a)الأجزاء المختلفة لـ MOSFET من النوع التعزيزي فقط والذي نلاحظ فيه ان طبقة الأساس تمتد حتى تصل الاوكسيد المعدني وبذلك لم تعد هناك قناة n بين المنبع والمصرف



شكل (9-13)



يبين الشكل (9-13b) قطبيات الانحياز الطبيعي فعندما (VGS=0) فان المجهز VDD يحاول ان يجبر الكترونات حزمة التوصيل على السريان من المنبع إلى المصرف . ولكن لطبقة الأساس p الكترونات حزمة التوصيل المنتجة حراريا واتي تكون قليلة.وبخلاف الحاملات القلية هذه وبعض التسرب السطحي فان التيار بين المنبع والمصرف يساوي صفر . وللحصول على تيار يجب ان نسلط فولتية موجبة كافية على البوابة وهنا تعمل البوابة كلوح متسعة والاوكسيد المعدني مثل عازل كهربائي وطبقة الأساس p مثل اللوح الآخر للمتسعة ومع فولتيات بوابة صغيرة تحت الشحنات الموجبة شحنات سالبة في طبقة الأساس p لاحظ الشكل (9-13c)وعندما تكون البوابة موجبة بما فيه الكفاية تستطيع ان تكون طبقة رقيقة من الكترونات حزمة التوصيل التي تمتد على طول الطريق من المنبع إلى المصرف لاحظ الشكل (9-13d) .

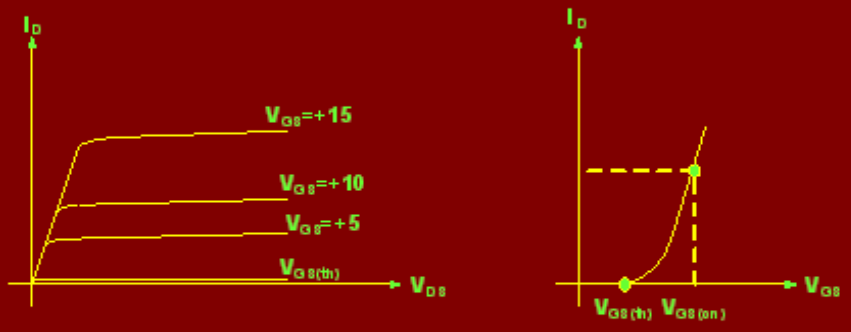
الطبقة المتكونة من الكترونات حزمة التوصيل تقع مقابل الاوكسيد المعدني وبذلك لم تعد هذه الطبقة تعمل مثل شبه موصل نوع pولكنها تبدو مثل شبه موصل من نوع n ولهذا السبب طبقة المادة p الملامسة للاوكسيد المعدني تسمى بطبقة الانقلاب من النوع n

الفولتية الحدية

ان أدنى فولتية بين المنبع و البوابة تكون طبقة انقلاب من النوع n تسمى بالفولتية الحدية $V_{GS(th)}$.ولكي يمر تيار بين المنبع و المصرف يجب ان تكون $V_{GS} > V_{GS(th)}$

منحنيات MOSFET النوع التعزيزي فقط

يبين الشكل (9-14a) مجموعة منحنيات MOSFET من النوع التعزيزي فقط المنحني السفلي هو منحني VGS(th) ومع فولتيات بوابة اكبر من القيمة الحدية نحصل على منحنيات اعلى.



(a) (b)

شكل (9-14)

يبين الشكل (9-14) منحني المواصلة التبادلية والمنحني عبارة عن قطع مكافئ أو قانون التربيع يقع رأس القطع المكافئ عند VGS(th) لهذا السبب تكون معادلة القطع المكافئ مختلفة عن السابق فهي تساوي

$$I_D = K\left[V_{GS} - V_{GS(th)}\right]^2$$

حيث أن K هو ثابت التناسب

الرمز التخطيطي لترانزستور MOSFET النوع التعزيزي فقط

MOSFET
غير موصل
اعتياديا ذو قناة
n

MOSFET
غير موصل
اعتياديا ذو قناة
p

شكل (9-15)

يبين الشكل (9-15) الرمز التخطيطي لترانزستور MOSFET من النوع التعزيزي فقط ذو القناة n والمتمم له ذو القناة p

6- الاسئلة البعدية

الاختبار البعدي

املأ الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- قانون التربيع هو اسم آخر للقطع المكافئ . منحني المواصلة التبادلية هو جزء من القطع مكافئ. هذا هو السبب في تسمية ترانزستورات المجال الوصلي غالباً باسم مكونات ----------

2- المواصلة التبادلية تساوي تغيراً في تيار المصرف مقسوما على تغير مقابل في فولتيته ----------

3- يرمز للمواصلة التبادلية بالرمز ---------- وعندما ($V_{GS}=0$) يرمز للمواصلة التبادلية بالرمز ----------

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1.عكسي , أمامي , بالفولتية 2.الحدية 3.موجبة , صفر	1.قانون التربيع 2.البوابة 3. g_m , g_{mo}

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-

-

المحتويات (لكل فصل في المقرر)

رقم المحاضرة:	13
عنوان المحاضرة	دوائر انحياز ترانزستورات(FET)
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة •	لتعريف الطالب على دوائر انحياز FET . الانحياز الذاتي وتعيين نقطة Q وتعريف الطالب على المعدل الهندسي للمواصلة التبادلية و الانحياز بمصدر التيار
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب قادر على تطبيق دوائر انحياز FET وكذلك التعرف على الانحياز الذاتي وكيفية تعيين نقطة Q وكيفية استخراج المعدل الهندسي للمواصلة التبادلية وكذلك الانحياز الذاتي و كيفية التحيز بمصدر التيار (مجهزان و مجهز واحد)
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على تطبيق دوائر انحياز FET وكذلك التعرف على الانحياز الذاتي وكيفية تعيين نقطة Q وكيفية استخراج المعدل الهندسي للمواصلة التبادلية
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

الاختبار القبلي

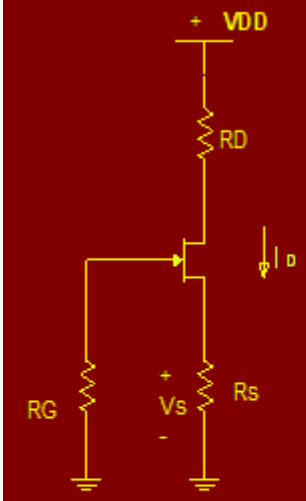
إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- طريقة شائعة لتحييز JFET هي ---------- . يسري تيار المصرف خلال مقاوم -------- لينتج Vs . وبما أن البوابة عند ارضي مستمر تقريبا (V_{GS}= -Vs)

2- يثبت الانحياز الذاتي نقطة العمل الهامدة ضد ---------- في ثوابت JFET

5- المحتوى العلمي

دوائر انحياز ترانزستورات(FET)



شكل (9-16 a)

يبين الشكل (9-16a) انحيازا ذاتيا وهو أكثر الطرق شيوعا في تحييز JFET حيث يسري تيار المصرف إلى الأسفل خلال المقاومتين $R_D; R_S$ منتج فولتية بين المصرف و المنبع

مقدارها: V_{DS}

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D(R_D + R_S)$$

ان الفولتية عبر مقاومة المنبع هي : $V_S = I_D * R_S$

ولان تيار البوابة صغير جداً بحيث يمكن إهماله لذلك يكون طرف البوابة عند ارضي مستمر

$$V_G \cong 0$$

ولذلك فان فرق الجهد بين البوابة والمنبع سيكون

$$V_{GS} = 0 - I_D R_S$$

أي أن

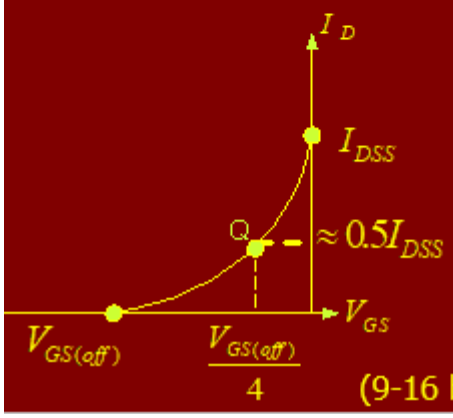
$$V_{GS} = -I_D R_S$$

$$V_{GS} = -I_D R_S$$

من هذه المعادلة نستنتج بان هبوط الفولتية على R_S ينتج فولتية الانحياز V_{GS} ولا حاجة لمصدر خارجي يسوق البوابة . ولذلك سميت دائرة الانحياز الذاتي . من صفات دائرة الانحياز الذاتي إنها تثبت نقطة العمل الهامدة (Q) ضد تغيرات ثوابت JFET

في الشكل (9-15b) فولتية البوابة ($V_{GS(off)}/4$) تنتج تيار مصرف قدره ($I_{DSS}/2$

وبتعويض هاتين الكميتين في المعادلة



شكل (9-16 b)

$$V_{GS} = -I_D R_S$$

وحلها لإيجاد Rs تعطي

$$R_S = \frac{-V_{GS(off)}}{2I_{DSS}}$$

وباستعمال المعادلة $V_{GS(off)} = \frac{2I_{DSS}}{g_{mo}}$

نستطيع تقليص المعادلة إلى الشكل البسيط و المفيد التالي

$$R_S \cong \frac{1}{g_{mo}}$$

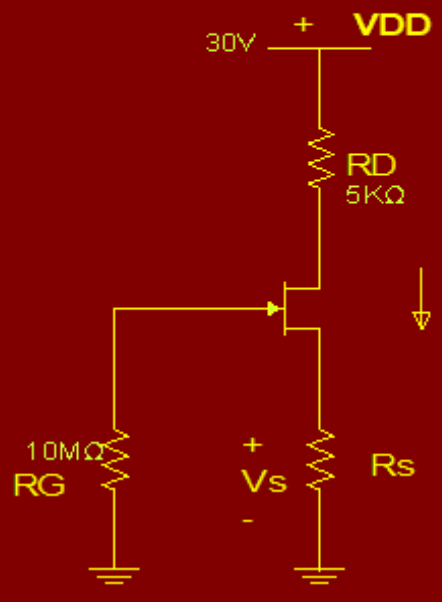
ولذلك إذا علمت قيمة (g_{mo})

يؤخذ مقلوبها للحصول على مقاومة المنبع والتي تعين تيار مصرف مساوي لنصف I_{DSS}

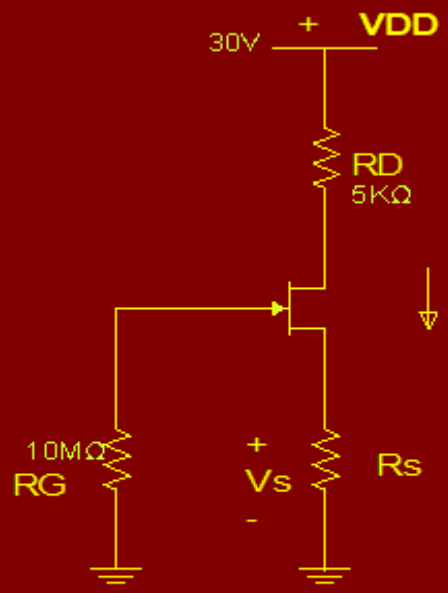
مثال

في الشكل (9-17) لترانزستور JFE قيمة $(g_{mo} = 5000\mu s)$ و (IDSS=5mA)

كم هي قيمة Rs لانحياز عند نقطة وسطى؟وكم هي VGS المقابلة؟ وما قيمة VDS



الحل



$$Rs \cong \frac{1}{g_{mo}} = \frac{1}{5000(10^{-6})} = 200\Omega$$

بما أن مقومة المنبع عند نقطة وسطى لذا سيكون التيار عند نقطة وسطى (2.5mA) الفولتية بين البوابة والمنبع هي :

$$V_{GS} = -I_D R_S = -2.5(10^{-3})200 = -0.5v$$

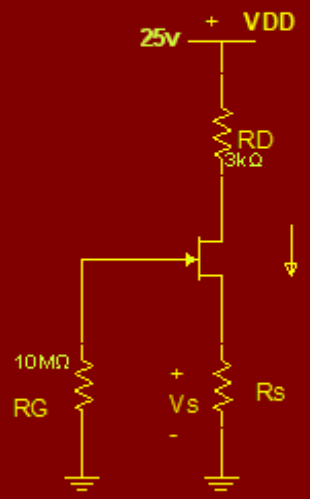
الفولتية بين المصرف والمنبع هي :

$$V_{DS} = V_{DD} - I_D(R_D + R_S)$$
$$V_{DS} = 30 - 2.5(10^{-3})(5000 + 200)$$
$$V_{DS} = 17v$$

مثال

في الشكل (18-9) إذا كان للترانزستور $(g_{mo} = 2.5mS)$ كم هي قيمة Rs لانحياز عند نقطة وسطى؟

الحل



$$R_S \cong \frac{1}{g_{mo}} = \frac{1}{2.5(10^{-3})} = 400\Omega$$

هذه المقاومة تعين تيار مصرف ID مقداره نصف IDD تقريباً

شكل (18-9)

مثال

في دائرة انحياز ذاتي استعمل ترانزستور تأثير المجال FEJT وكانت $(g_{mo} = 1mS)$ كحد أقصى كم هي قيمة Rs التي نحتاجها لتعيين انحياز عند نقطة وسطى $(g_{mo} = 5mS)$

الحل

نلاحظ هنا تغيراً كبيراً في قيمة المواصلة التبادلية (gmo) ولذلك يجب أن يؤخذ المعدل الهندسي والذي يعطى بالمعادلة التالية

$$g_{mo} = \sqrt{g_{mo(\min)}\, g_{mo(\max)}}$$

وبتعويض قيمتي (g_{mo}) الدنيا والعليا

$$g_{mo}\sqrt{1*(10^{-3})*5*(10^{-3})} = 2.24mS$$

لذلك .

$$R_S = \frac{1}{g_{mo}} = \frac{1}{2.24(10^{-3})} = 446\Omega$$

انحياز بمصدر التيار

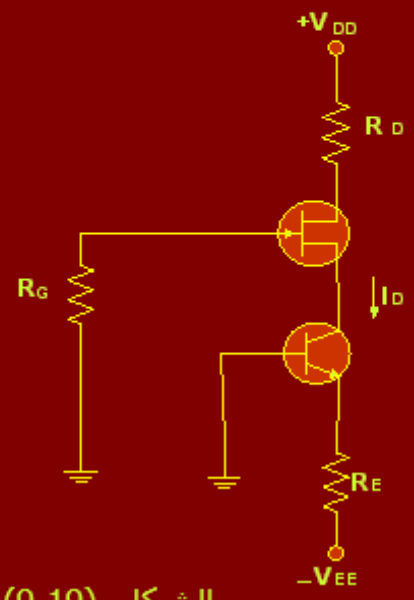
الانحياز بمصدر التيار هو الطريقة المثلى في تثبيت تيار المصرف ضد التغيرات في ثوابت FET

مجهزان اثنان

يبين الشكل (19-9) كيف يتم ذلك عند توفر مجهز مجزأ (مجهز ذو فولتية موجبة وأخرى سالبة) .ترانزستور ثنائي القطبية يعمل مثل مصدر تيار ويجبر ترانزستور المجال الوصلي على امتلاك (ID=Ic) _.

في الشكل (19-9)تيار الباعث في الترانزستور ثنائي القطبية يساوي تقريباً :

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



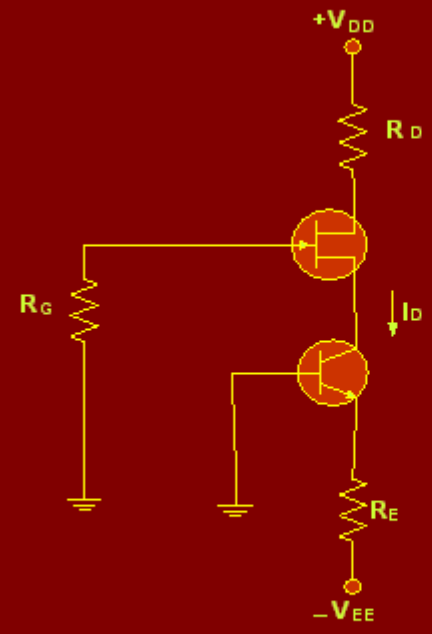
الشكل _(19-9)

كما نعلم أن ثنائي الجامع يعمل كمصدر للتيار، لذلك فهو يرغم تيار المصرف على أن يساوي I_E تقريباً شرطا يجب تحقيقه

$$I_C < I_{DSS}$$

هذا يضمن أن V_{GS} سالبة

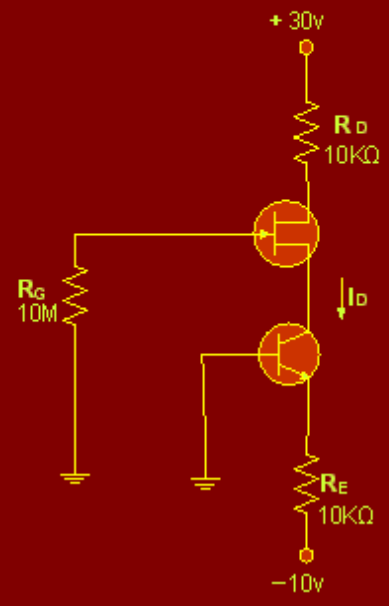
انحياز بمصدر التيار هو غامر في أحسن حالاته حيث تخرج V_{GS} وتغيراتها من الحسابات تقريباً.المتغير المؤثر الوحيد هو V_{BE} في الترانزستور ثنائي القطبية



الشكل _(9-19)

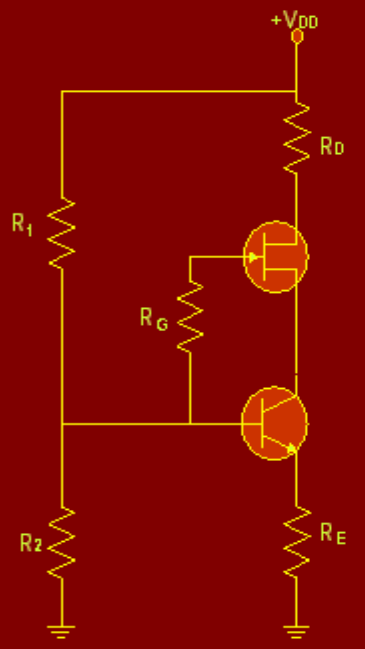
مثال

في الشكل (9-20) احسب قيمة الفولتية بين المصرف و الأرض؟



شكل(9-20)

مجهز واحد



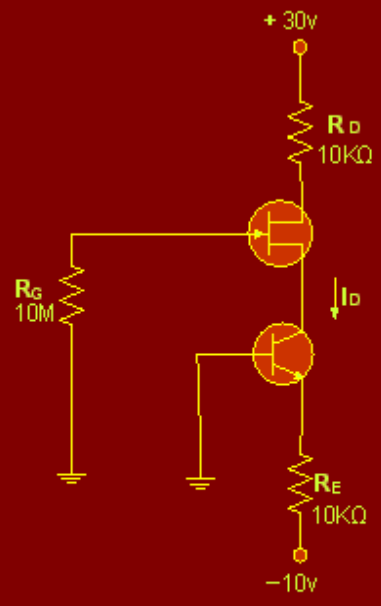
شكل (21-9)

عند عدم توفر مجهز فولتية سالبة لايزال بالإمكان استخدام انحياز بمصدر التيار كما في الشكل(21-9) كما نلاحظ أن انحياز الترانزستور ثنائي القطبية بواسطة مقسم الفولتية (R1,R2) وبذلك فان معظم فولتية R2 تظهر عبر RE وبذلك يكون تيار البعث لا يعتمد على خواص ترانزستور المجال تقريباً

وهكذا يعمل ثنائي الجامع مثل مصدر للتيار.مرغماً تيار المصرف يساوي تيار الجامع

ملاحظة مهمة يجب الانتباه إليها بأننا لم نؤرض النهاية السفلى من المقاومة RG بل ربطة إلى قاعدة ترانزستور ثنائي القطبية وهذا مهم لجعل ثنائي الجامع منحاز عكسياً

الحل



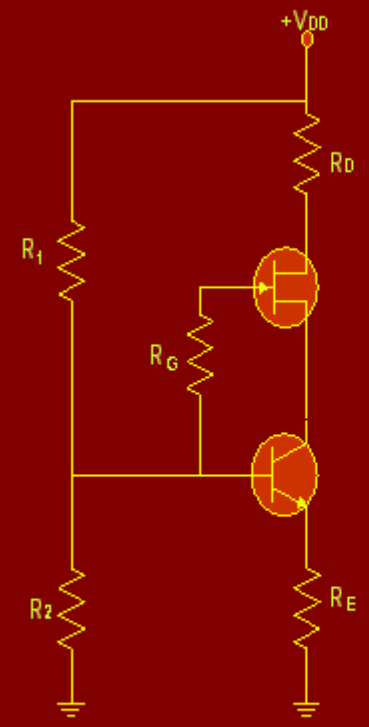
تيار الباعث هو

$$I_E \cong \frac{V_{EE}}{R_E} = \frac{10}{10000} = 1mA$$

والذي يرغم تيار المصرف على أن يساوي تقريباً(1mA) الفولتية بين المصرف و الأرض

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D$$
$$V_D = 30 - 0.001(10000)$$
$$V_D = 20v$$

مجهز واحد



شكل (9-21)

عند عدم توفر مجهز فولتية سالبة لايزال بالإمكان استخدام انحياز بمصدر التيار كما في الشكل(9-21) كما نلاحظ أن انحياز الترانزستور ثنائي القطبية بواسطة مقسم الفولتية (R1,R2) وبذلك فان معظم فولتية R2 تظهر عبر RE وبذلك يكون تيار البعث لا يعتمد على خواص ترانزستور المجال تقريباً

وهكذا يعمل ثنائي الجامع مثل مصدر للتيار.مرغماً تيار المصرف يساوي تيار الجامع

ملاحظة مهمة يجب الانتباه إليها بأننا لم نؤرض النهاية السفلى من المقاومة RG بل ربطة إلى قاعدة ترانزستور ثنائي القطبية وهذا مهم لجعل ثنائي الجامع منحاز عكسياً

6- الاسئلة البعدية

الاختبار البعدي

املأ الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- إذا كانت gmo معلومة , خذ مقلوبها يكون لديك مقاومة المنبع Rs التي تعين تيار مصرف يساوي ---------- IDSS تقريبا . في حالة ايجاد حيز كبير ل gmo لنوع معين من ترانزستورات المجال الوصلي نستعمل ---------- للمواصلة التبادلية

2- طريقة اخرى لتثبيت النقطة Q في دائرة JFET غير الانحياز الذاتي وهي انحياز ----------ترانزستور ثنائي القطبية يعمل مثل مصدر ---------- وبرغم ترانزستور المجال الوصلي على أن يكون لديه IDمساوياً ل IC

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1-الانحياز الذاتي , المنبع 2-التغيرات	1- نصف , المعدل الهندسي 2- مصدر التيار , تيار

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-
-

رقم المحاضرة:	14
عنوان المحاضرة	تحييز ترانزستورات ذات الاوكسيد المعدني
اسـم المدرس:	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
• الهدف العام من المحاضرة	لتعريف الطالب على تحييز ترانزستورات ذات الاوكسيد المعدني . الدائرة المكافئة المتناوبة لدائرة FET , مكبر المنبع المشترك , مكبر المصرف المشترك , مكبر البوابة المشتركة
الاهداف السلوكية	سيكون الطالب قادر على تطبيق مواضيع انحياز الصفر في ترانزستورات D MOS و انحياز تغذية المصرف الخلفية لترانزستورات E MOSFET . الدائرة المكافئة المتناوبة لدائرة FET , مكبر المنبع المشترك , مكبر المصرف المشترك , مكبر البوابة المشتركة

استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	قدرة على تحييز ترانزستورات ذات الاوكسيد المعدني . الدائرة المكافئة المتناوبة لدائرة FET , مكبر المنبع المشترك , مكبر المصرف المشترك , مكبر البوابة المشتركة
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

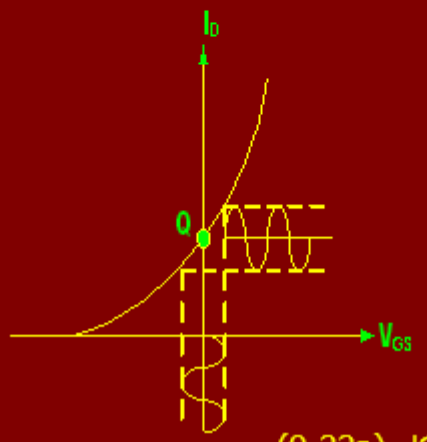
4 - الاسئلة القبلية

5- المحتوى العلمي

تحييز ترانزستورات المجال ذات الاوكسيد المعدني

يمكن أن تكون VGS موجبة أو سالبة في ترانزستور MOS الأستنزافية من جهة أخرى يجب ان تكون قيمة VGS اكبر من VGS(th) في ترانزستورات MOS التعزيزية للحصول على تيار

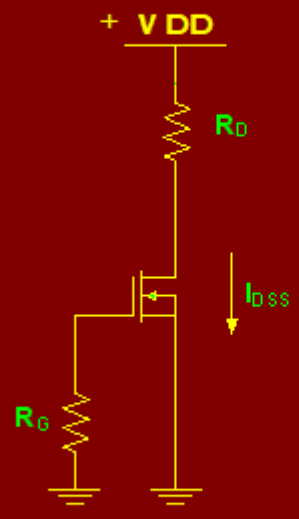
انحياز الصفر في ترانزستورات D MOS



شكل (9-22a)

بما ان D MOSFET من الممكن أن يعمل في الأسلوبين الأستنزافي و التعزيزي نستطيع تعيين نقطة (Q) عند (VGS=0) وكما نلاحظ في الشكل (9-22a) عندئذ تستطيع إشارة إدخال متناوبة عند البوابة أن تنتج تغيرات فوق و تحت النقطة Q المقدرة على استخدام (VGS=0) هي ميزة حميدة عند أخذ الانحياز بنظر الاعتبار

وهي تجيز دائرة الانحياز في الشكل (9-22b) وليوجد في هذه الدائرة البسيطة فولتية بوابة او منبع مسلطة ولذلك (VGS=0) و (ID=IDSS) ولذلك



شكل (9-22b)

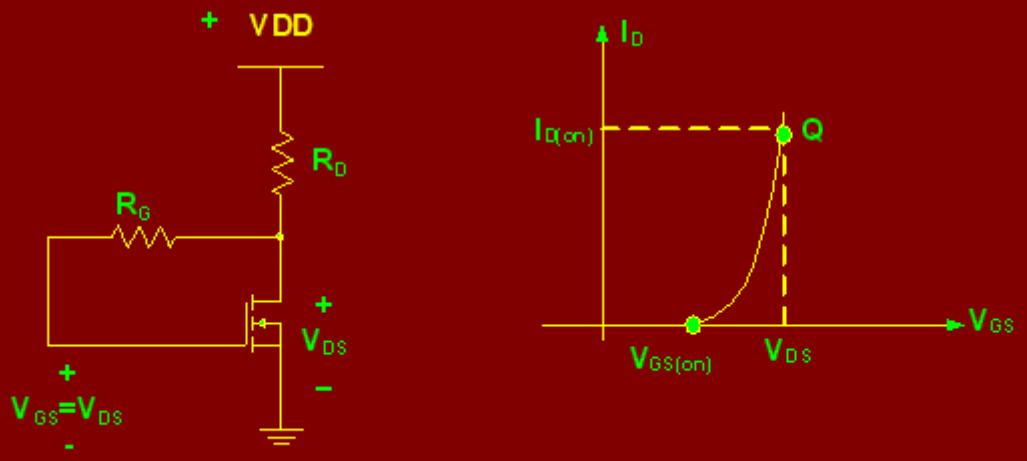
$$V_{DS} = V_{DD} - I_{DSS} R_D$$

طالما كان VDS اكبر من Vp يكون الأداء على الجزء المستوي تقريباً من منحني المصرف (VGS=0).

ينفرد انحياز الصفر مع zero-bias في الشكل (9-22b) مع ترانزستورات D MOS.فهو لن يعمل مع الترانزستورات ثنائية القطبية ولا مع JFET أو E MOSFET

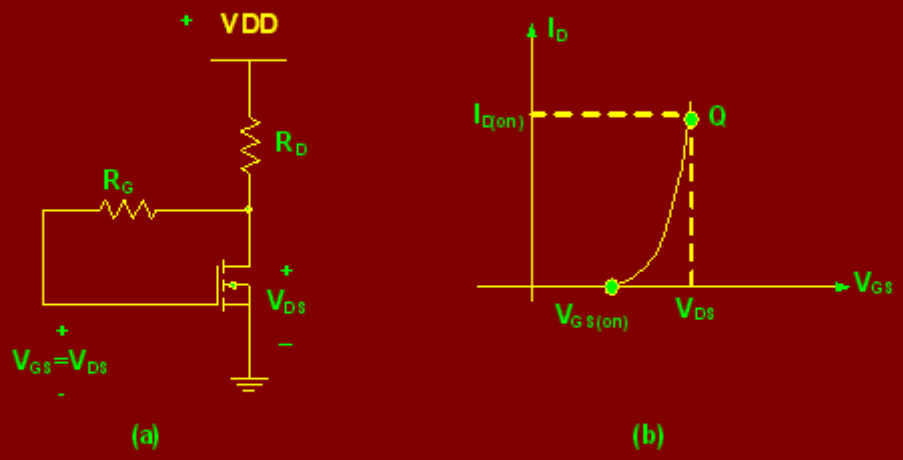
انحياز تغذية المصرف الخلفية لترانزستورات E MOSFET

يبين الشكل (9-23a)انحياز بالتغذية الخلفية للمصرف وهو الانحياز الذي نستطيع ان نستعمله مع ترانزستور E MOSFET مع تيار بوابة يمكن إهماله . لا تظهر فولتية عبر RG لذلك (VGS=VDS) ولضمان أداء فوق فولتية الضيق بكثير يجب ان تحتفظ VDS بفولتية أعلى من(10v) نموذجيا



(a) شكل (9-23) (b)

كما في انحياز التغذية الخلفية للجامع . تحاول الدائرة في الشكل (9-23a) ان تتعادل مع التغيرات في خواص FET . لو يحاول ID أن يزداد لسبب ما فان VDS تزداد و هذه تقلص VGS التي تعادل جزئيا الزيادة الأصلية في ID



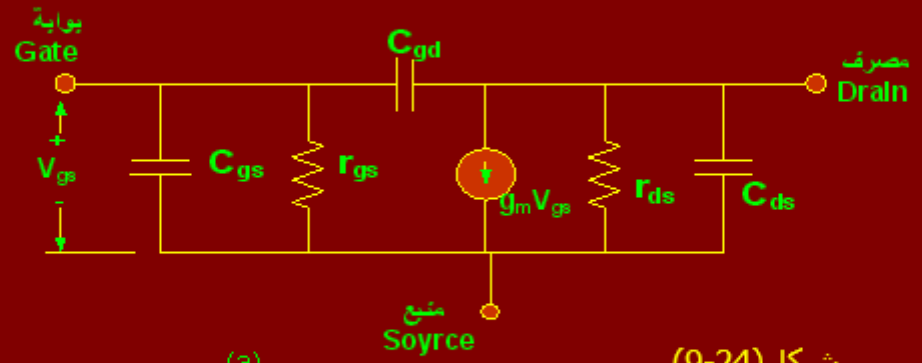
(a) (b)

شكل (9-23)

يبين الشكل (9-23b) النقطة Q على منحني المواصلة التبادلية. (VGS=VDS) و ID=ID (on) وهي تلك القيمة من تيار المصرف فوق النقطة الحدية بكثير

الدائرة المكافئة المتناوبة لدائرة FET

وتتضمن مجاثة السلك الموصل والمتسعات الداخلية . سنهمل مجاثة الأطراف والتأثيرات ذات الأهمية القليلة ونبدأ بالدائرة المكافئة التقريبية المبينة بالشكل (9-24a)

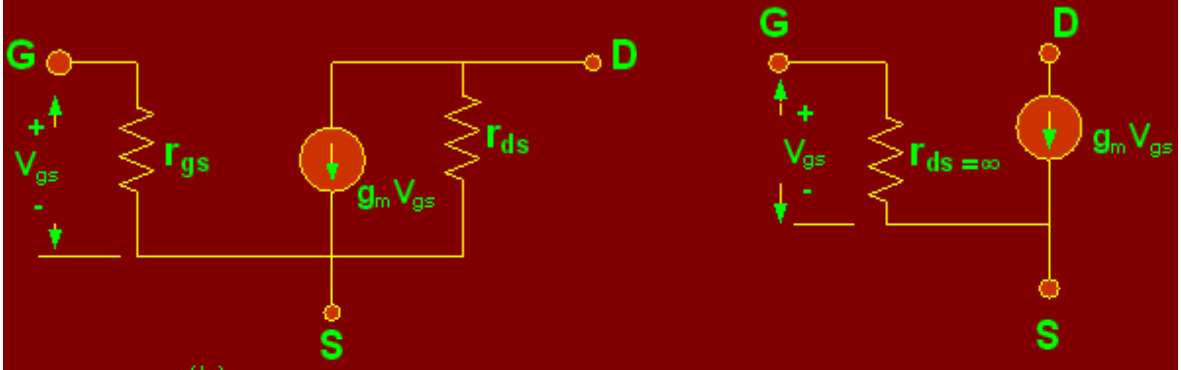


(a)

شكل(9-24)

حيث أن Cgd المتسعة بين البوابة والمصرف . Cgs هي المتسعة بين البوابة والمنبع. rgs هي المقاومة المتناوبة بين البوابة والمنبع . ومن الجهة الأخرى Cds و rds هي المتسعة و المقاومة المتناوبة من الصرف إلى المنبع.

نموذج التردد الواطئ



شكل(9-24)

عند ترددات واطئة تكون Xc لكل متسعة عالية بما يكفي لإهمالها وبذلك تتقلص الدائرة المكافئة الى الشكل (9-24b)

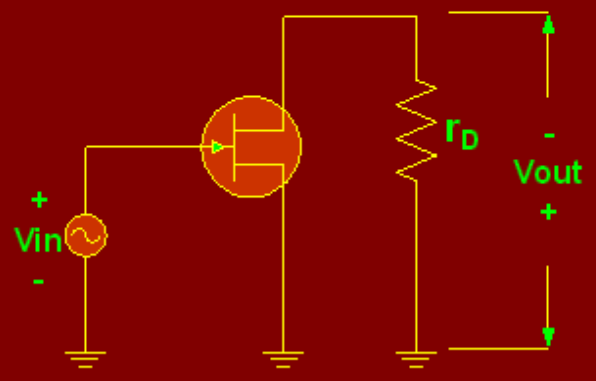
بينما يمثل الشكل (9-24c) الدائرة المكافئة المتناوبة المثالية لترانزستورات JFET و MOSFET تظهر فولتية الإدخال المتناوبة عبر مقاومة إدخال قيمتها ما لانهاية ويعمل المصرف مثل مصدر تيار ذي قيمة :

$$i_d = g_m v_{gs}$$

تيار المصرف المتناوب يساوي حاصل ضرب المواصلة التبادلية في الفولتية المتناوبة بين البوابة و المنبع

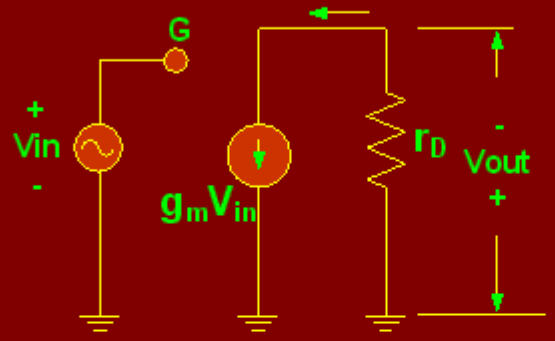
مكبر المنبع المشترك

التحليل المتناوب لمكبرات FET حيث نبدأ بقصر كافة متسعات الإقران و الإمرار وبعد ذلك نختزل مجهزات القدرة المستمرة الى الصفر وبعدها تبسط الدائرة المكافئة المتناوبة قدر الإمكان وذلك بتطبيق نظرية ثفنن وجمع المقاومات المتوازية وبذلك تتقلص الدائرة كما في الشكل (9-25a)



شكل (9-25a)

ولو استبدلنا FET بالنموذج المثالي نحصل على الشكل (9-25b) . يقوم مكبر منبع مشترك بقلب الإشارة دائماً



شكل (9-25b)

في الشكل (9-25b) تكون فولتية الخرج

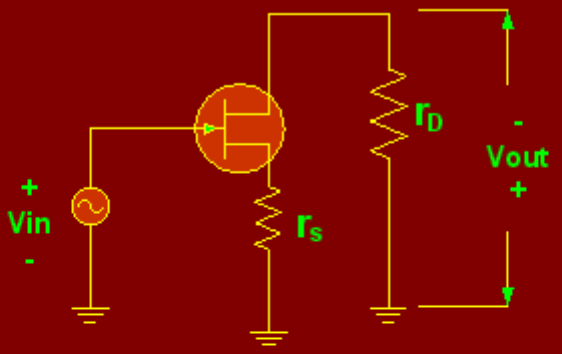
$$v_{out} = i_d r_d = g_m v_{in} r_D$$

ويمكن ترتيبها

$$\frac{v_{out}}{v_{in}} = g_m r_D$$

لذلك كسب الفولتية لمكبر منبع مشترك

$$A = g_m r_D$$

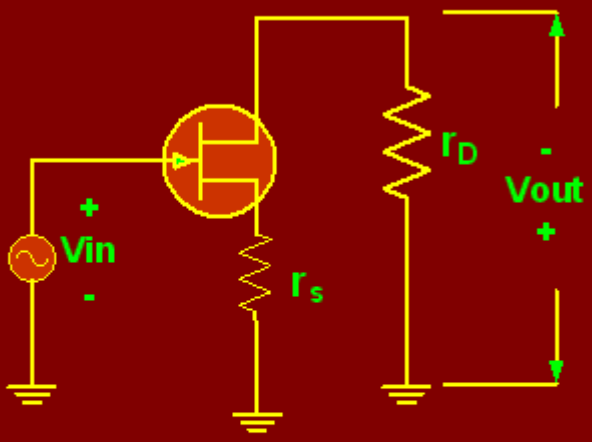


شكل (9-25c)

تتقلص الدائرة المكافئة المتناوبة في بعض الأحيان الى الشكل (9-25c) في هذه الحالة هناك تغذية خلفية محلية مشابهة لمقاومة باعث بدون متسعة إمرار في المكبر ثنائي القطبية ولذلك سيكون تكبير الفولتية :

$$A = \frac{g_m r_D}{1 + g_m r_S}$$

مكبر المصرف المشترك



شكل (9-26)

في الشكل (9-25) يمكن ان تساوي rd صفرا كما يمكن اخذ إشارة الخرج من المنبع في هذه الحالة يكون لدينا تابع الباعث (source follower) ويكون كسب الفولتية فيه

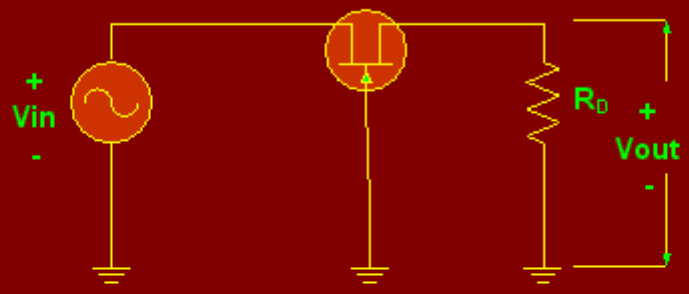
$$A = \frac{g_m r_s}{1 + g_m r_s}$$

اذا كانت $g_m r_s$ اكبر بكثير من واحد تتقلص المعادلة الى الشكل التالي

$$A=1$$

تابع الباعث يسمى مكبر المصرف المشترك ولتابع الباعث مقاومة إدخال عالية جدا ولذلك يستخدم في بداية مراحل أجهزة القياس مثل الفولتميترات و مرسمات الذبذبات

مكبر البوابة المشتركة



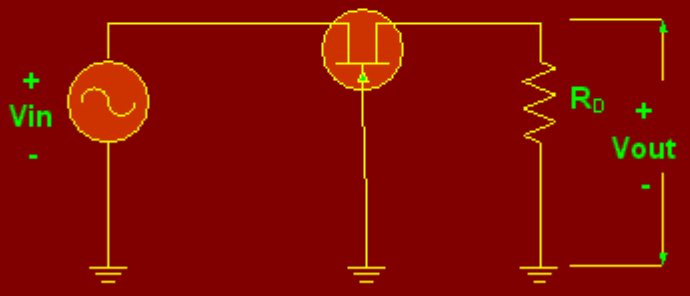
شكل (9-27)

الشكل (9-27) هو الدائرة المكافئة المتناوبة لمكبر بوابة مشتركة (Common-gate) ستكون فولتية الإخراج هي :

$$v_{out} = i_d r_D = g_m v_{gs} r_D$$

ممانعة الإدخال

لمكبرات المنبع المشترك و المصرف المشترك مقاومة إدخال عالية جدا تقترب من ما لانهاية ولكن مكبر البوابة المشتركة يختلف عن ذلك فتكون مقاومة إدخاله قليلة



6- الاسئلة البعدية

الاختبار ألبعدي

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1- تكون معادلة كسب الفولتية في مكبر الباعث ---------- إذا كانت $g_m r_s$ اكبر بكثير من واحد تتقلص المعادلة الى ----------

2- لمكبر منبع مشترك طرف المنبع فيه عند ارضي متناوب كسب فولتيته مقداره ---------- مضروبة في r_D تقريباً

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار البعدي
1.موجبة , سالبة , V_{GS} 2. D , E	1 , A=1 2- g_m

$\frac{g_m r_s}{1 + g_m r_s}$

- المصادر الاساسية :
-
- مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم
- مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار
- المصادر المقترحة:

- ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino
- electronic-devices-9th-edition by-floyd-
-

رقم المحاضرة:	15
عنوان المحاضرة	الثنائيات الباعثة للضوء
اسـم المدرس: محمد بشار	زيد خلف
الفئة المستهدفة :	طلبة معهد
الهدف العام من المحاضرة	لتعريف الطالب على المقاوم المعتمد على الضوء (LDR) , الثنائيالضوئي , لوحة القطع السبع
الأهداف السلوكية او مخرجات التعلم:	سيكون الطالب بعد المحاضرة قادر على تطبيق المقاوم (LDR) المعتمد على الضوء مكوناته ورموزه وكذلك الثنائيات الباعثة للضوء (LED) و الثنائيات الضوئية و لوحات الإظهار بالثنائيات الباعثة للضوء
استراتيجيات التيسير المستخدمة	عرض التقديمي وامثلة محلولة
المهارات المكتسبة	القدرة على تطبيق المقاوم (LDR) المعتمد على الضوء مكوناته ورموزه وكذلك الثنائيات الباعثة للضوء (LED) و الثنائيات الضوئية و لوحات الإظهار بالثنائيات الباعثة للضوء
طرق القياس المعتمدة	امتحان التحريري ومناقشة

4 - الاسئلة القبلية

الاختبار القبلي

إملاء الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

**1- إن المقاوم الضوئي عبارة عن مكون يتضمن طبقة متعددة---------
.ويمكن أن يعرض للضوء من خلال غلاف ---------- أو---------- ولهذا
المكون طرفا توصيل**

**2- في الثنائي الباعث للضوء فان الطاقة تشع على شكل ضوء ويتم ذلك
باستخدام عناصر مثل ---------- و ---------- و ----------**

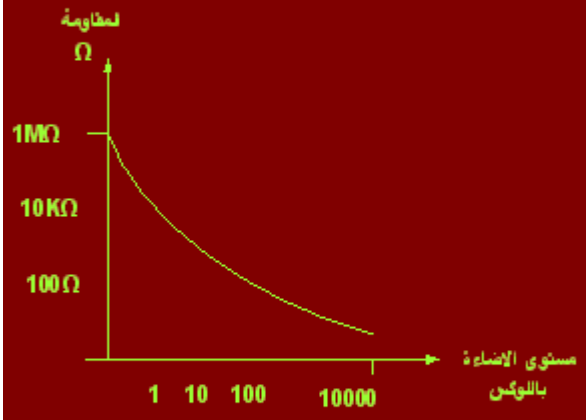
5- المحتوى العلمي

المقاوم المعتمد على الضوء

إن المقاوم الضوئي عبارة عن مكون يتضمن طبقة متعددة البلورات.ويمكن أن يعرض للضوء من خلال غلاف شفاف أو نصف شفاف ولهذا المكون طرفا توصيل مربوطان إلى طبقتي شبه موصل. لذلك يظهر التغير بمقاومة شبه الموصل بين هاذين الطرفين عند سقوط الضوء عليه. يبين الشكل (1-10) الرموز الشائعة المستعملة في الدوائر للمقاومات المعتمدة على الضوء.في شبه الموصل ترتبط الالكترونات بالذرات التي تكون البلورة ويكون ذلك عند عدم تعرض شبه الموصل للضوء كما تكون الالكترونات الحرة في المادة قليلة ويزداد تأثير الإيصال الضوئي بزيادة تطعيم شبه الموصل الأساسي

شكل (1-10)

عند سقوط الضوء (الأشعة فوق البنفسجية) المرئي أو الأشعة تحت الحمراء على البلورات تمتص الشبكة الطاقة الضوئية وتطرد منها الالكترونات , وتصبح جاهزة لحمل التيار. وبذلك تصبح المادة موصلة وتقل مقاومتها بزيادة شدة الضوء الساقط على شبه الموصل

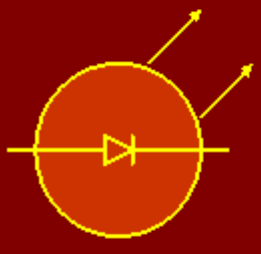


شكل (2-10)

يبين الشكل (2-10) منحني تقليل مقاومة مقاوم ضوئي نموذجي عند زيادة مستوى الإضاءة
تستعمل المقاومات الضوئية في السيطرة على إنارة الطرق والسيطرة على العارضات السينمائية وكذلك تستخدم في العدادات و السيطرة في المصانع وذلك لقلة كلفتها وجودة استجابتها للضوء المرئي وتحملها للجهود العالية. كما يصل تحملها لدرجات حرارة عالية تصل إلى 75°C ويمكن أن تصل قدرتها إلى 25W

الثنائيات باعثة الضوء light-emitting diode (LED)

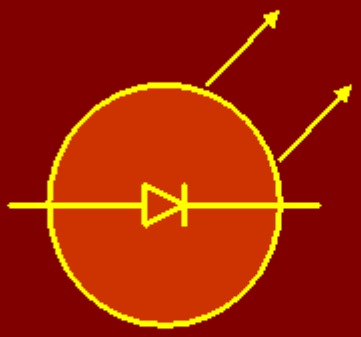
في ثنائي منحاز أماميا تعبر الكترونات حزمة التوصيل الوصلة وتسقط في الفجوات وعند سقوط هذه الالكترونات من حزمة التوصيل إلى حزمة التكافؤ تشع طاقة ففي الثنائي المقوم تنطلق هذه الطاقة على شكل حرارة ولكن في الثنائي الباعث للضوء فان الطاقة تشع على شكل ضوء ويتم ذلك باستخدام عناصر مثل الغاليوم و الزرنيخ و الفسفور وبذلك يستطيع المصنع إنتاج ثنائيات باعثة للضوء تشع أضواء حمراء أو خضراء أو صفراء أو تحت الحمراء (غير مرئية) . إن ثنائيات باعثة للضوء والتي تنتج إشعاعات مرئية تستخدم في عارضات الأجهزة والحاسبات والساعات الرقمية وفي كثير من المجالات. أما الثنائي الباعث للضوء غير المرئي فيستخدم في أجهزة الإنذار ومجالات أخرى تتطلب إشعاع غير مرئي .



(a)
الثنائي الباعث
الضوء

شكل (3a-10)

إن ميزة ثنائي الباعث للضوء LED على المصباح الوهاج هي طول العمر (يصل الى عشرين عام) وصغر الفولتية وسرعة الغلق و الفتح . يبين الشكل (10-3a) رمز الثنائي الباعث للضوء



(a)
الثنائي الباعث
االضوء

شكل (10-3a)

الثنائيات الضوئية photodiode

إن الطاقة الحرارية تنتج الحاملات الأقلية في الثنائي وكلما ازدادت درجة الحرارة ازداد التيار في الثنائي المنحاز عكسيا

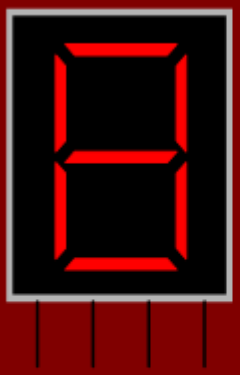
كذلك تستطيع الطاقة الضوئية إنتاج الحاملات الأقلية فعند استخدام شباك صغير تتعرض خلاله الوصلة إلى الضوء , يستطيع المصنع أن ينتج ثنائيا ضوئيا فعندما يسقط ضوء على وصلة ثنائي ضوئي منحاز عكسيا تتولد أزواج " إلكترون – فجوة " داخل طبقة الاستنزاف وكلما زادة شدة الإضاءة كان عدد الحاملات المنتجة ضوئياً اكبر ويعني زيادة التيار ولهذا السبب يمكن عمل كاشفات ضوئية ممتازة من الثنائيات الضوئية

الشكل (10-3b) يبين رمز الثنائي الضوئي

(b)
الثنائي الضوئي

شكل (10-3b)

لوحات الإظهار بالثنائيات الباعثة للضوء

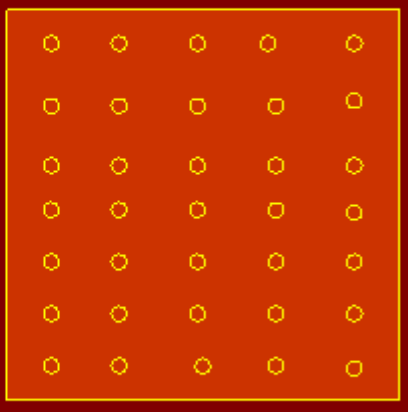


شكل (10- 4a)

إن الثنائيات الباعثة للضوء الاحادية تستخدم بانتشار كمصباح واجهة الأجهزة . وقد وجد بالإمكان تغليف عدد من الثنائيات الباعثة للضوء الاحادية بصورة مجتمعة للحصول على لوحة تظهر الأرقام العشرية و الحروف الهجائية بصور ضوئية وللحصول كذلك على صفوف مستقيمة من الثنائيات الباعثة للأشعة تحت الحمراء كمصادر ضوء للشريط المثقب و لقارئ الكارتات

يبين الشكل (10-4a) التركيب الشائع للثنائيات الباعثة للضوء السبع في لوحة إظهار القطع السبع والتي يمكننا إظهار أي رقم من (0)إلى (9) وذلك بإضاءة عارضات معينة لكل رقم . إن ترتيب القطع السبع لا يستخدم لإظهار الحروف الهجائية على الرغم من إمكانية إظهاره لعدد محدد من الحروف مثل (E, F,L) ..... الخ

وتستخدم مصفوفة النقاط (5*7) المبينة بالشكل (10-4b)لإظهار جميع الحروف وفي هذه المصفوفة يتم ترتيب (35) ثنائي باعث للضوء بحيث يكون هناك (5)ثنائيات في كل صف و(7) ثنائيات في كل عمود عندها يمكن إظهار جميع الحروف وذلك بإضاءة نقاط محدودة في اللوحة لكل حرف



(b)

شكل (10- 4b)

6- الاسئلة البعدية

الاختبار البعدي

املأ الفراغات التالية بما يناسبها من الكلمات

1-في المقاوم الضوئي يزداد تأثير الإيصال الضوئي بزيادة ---------- شبه الموصل الأساسي

2- إن ميزة ثنائي الباعث للضوء LED على المصباح الوهاج هي ---------- وصغر ---------- و---------- الغلق و الفتح

مفاتيح أجوبة الاختبارات

أجوبة الاختبار القبلي	أجوبة الاختبار ألبعدي
1. البلورات , شفاف , نصف شفاف 2. الغاليوم , الزرنيخ , الفسفور	1. تطعيم 2. العمر , الفولتية , سرعة

- **المصادر** الاساسية :

- **مبادئ الالكترونيات- تأليف (Albert Paul Malvino ,Ph.D.) ترجمة / بدر محمد علي الوتار – د. رياض كمال الحكيم**
- **مشروع كتاب أساسيات الكترونية / تأليف د. رياض كمال الحكيم – بدر محمد علي الوتار**
- **المصادر المقترحة:**
  - **ELECTRONIC PRINCIPLES, EIGHTH EDITION by malvino**
  - **electronic-devices-9th-edition by-floyd-**