جامعة المنارة الخاصة

كلية الهندسة

هندسة الميكاترونيكس

أسس الالكترونيات
Basic-Electronics

مدرس المقرر

د. السموءل صالح

الفصل الدراسي الاول

المحاضرة الثالثة + الرابعة

Diode Applications

تطبيقات الثنائي P-N

ثنائيات التثبيت والتنظيم (زينر)
Zener Diodes

عبارة عن ثنائيات تعمل في الاتجاه العكسي وتحديدا في منطقة الانهيار الحقلي (زينر). في الحالة الأمامية يعتبر كديود عادي. يستخدم كمنظم للجهد و كعنصر استقرار.

ثنائيات التقويم والتحديد
Rectifier& Clippers Diodes

عبارة عن ثنائيات تمرر باتجاه واحد بحيث تمرر التيار في الاتجاه الأمامي ولا تمرره في الاتجاه العكسي لذلك يستخدم كمقوم للتيار المتناوب من اجل الحصول على تيار مستمر.

الثنائيات السعوية
Capacitor Diodes

يعتمد على الأثر السعوي للمتصل وخاصة في الحالة العكسية بحيث تتعلق سعته بالجهد العكسي المطبق وكمية الإشابة.
درس سابقا

الثنائيات النبضية
Pulse Diodes

تمرر النبضة باتجاه واحد وتعمل بالتالي كمفتاح On, off.
يتمتع بخصائص الثنائي المثالي.

الثنائيات النفقية
Tunnel Diodes

تنتمي لعناصر المقاومة السالبة وتستخدم في توليد وتضخيم الإشارات، الثنائي ذو إشابة عالية جدا.

الثنائيات الخلفية
Backward Diodes

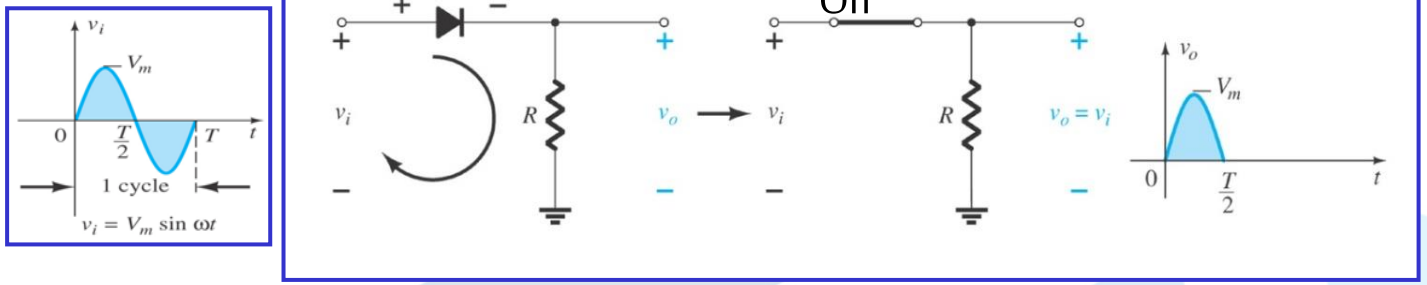
تنتمي لعناصر المقاومة السالبة، الثنائي هنا ذو إشابة متوسطة.

١- تحديد نصف موجة Half-Wave Clippers

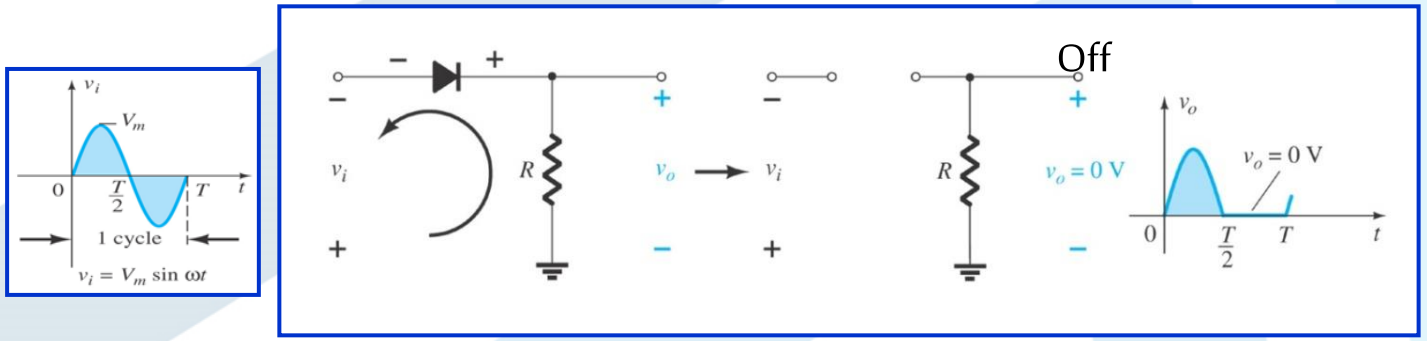
-- تهدف عملية التحديد إلى قص جزء من إشارة دخل ما وذلك للحصول على إشارة خرج محددة لتطبيق ما .

-- يمرر الديود فقط عند الانحياز الأمامي و بالتالي تمر نصف موجة التيار التي تحقق الوصلة الأمامية للثنائي هنا تعتبر الثنائيات تتبع التقريب الأول أو تعتبر مثالية، أما في الوصلة العكسية فلا يمرر.

١- حالة النبضة الموجبة:

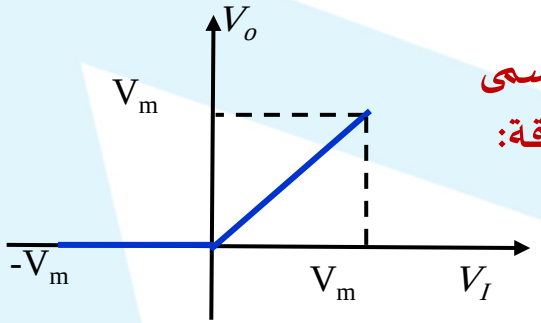


٢- حالة النبضة السالبة:



رسم مميزة الدارة أو ما يسمى استجابة الدارة وهي علاقة:

$V_O = f(V_I)$



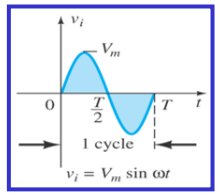
-- يمكن تطبيق هذه الدارة للحصول على التيار المستمر من دخل متناوب وتسمى الدارة في هذه الحالة بدارة التقويم وسندرسها لاحقاً.

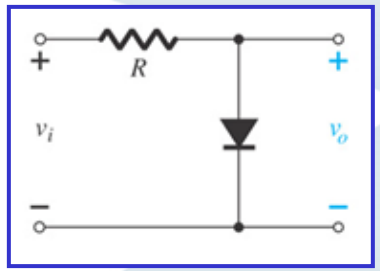
ثنائيات القص والتحديد Clippers Diodes

-- يصبح الثنائي مفتوح أو مغلق حسب قطبية إشارة الدخل وبالتالي نستعيض عنه بالعنصر المناسب وذلك حسب التقريب المطلوب إما مقاومة مع منبع جهد للحقيقي أو منبع جهد فقط للمبسط أو سلك للمثالي هنا نعتبرها مثالية.

-- يمرر الديود عند الانحياز الأمامي نستعيض عنه بسلك هذا يؤدي إلى أن الخرج يصبح معدوما، أما في الوصلة العكسية فلا يمرر الثنائي ونستعيض عنه بقاطع مفتوح إذا الخرج يصبح مساويا للدخل.

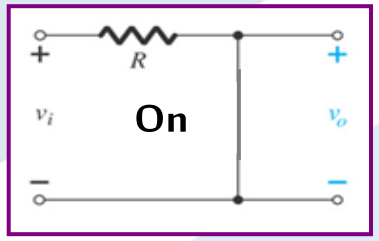
ثنائيات التحديد: ١- قص نصف الموجة الموجب.





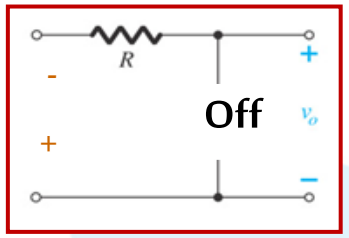
١- حالة النبضة الموجبة:

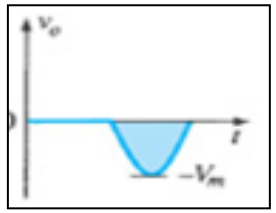
$D=on \Rightarrow V_o=0$



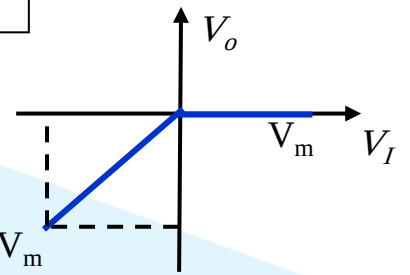
٢- حالة النبضة السالبة:

$D=off \Rightarrow V_o=V_i$

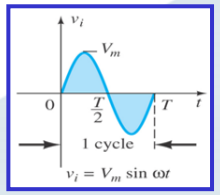


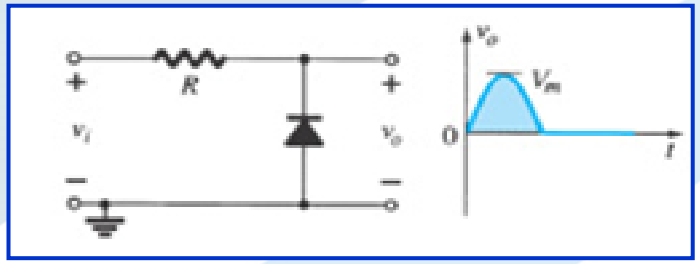


مميزة الدارة أو ما يسمى استجابة الدارة



ثنائيات التحديد: ٢- قص نصف الموجة السالب.





١- حالة النبضة الموجبة:

$D=off \Rightarrow V_o=V_i$

٢- حالة النبضة السالبة:

$D=on \Rightarrow V_o=0$

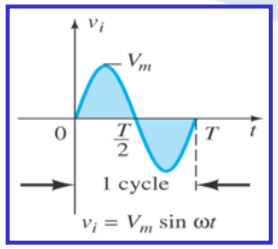
ملاحظة: في حال كان الديود حقيقي يستبدل بمقاومة و منبع جهد ويحسب جهد الخرج أما إذا استبدل بمنبع جهد فقط (المبسط) فالخرج في الحالة الأمامية يصبح مساويا للجهد العتبة الأمامي $V_o=V_\gamma$.

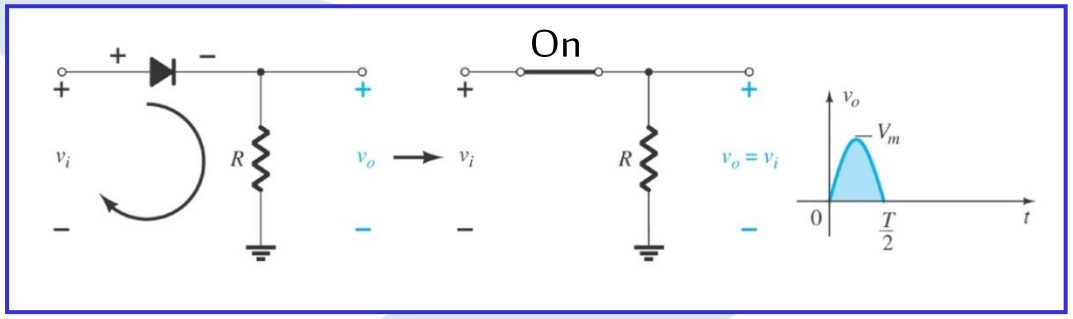
ثنائيات التقويم Rectification Diodes

-- تهدف عملية التقويم إلى الحصول على التيار و الجهد المستمرين لجهاز ما أو لدارة ما .

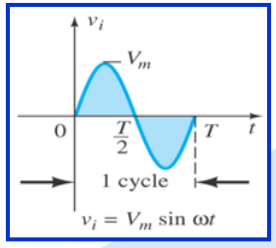
-- يمرر الديود فقط عند الانحياز الأمامي و بالتالي تمر نصف موجة التيار التي تحقق الوصلة الأمامية للثنائي هنا تعتبر الثنائيات تتبع التقريب الأول أو تعتبر مثالية، أما في الوصلة العكسية فلا يمرر.

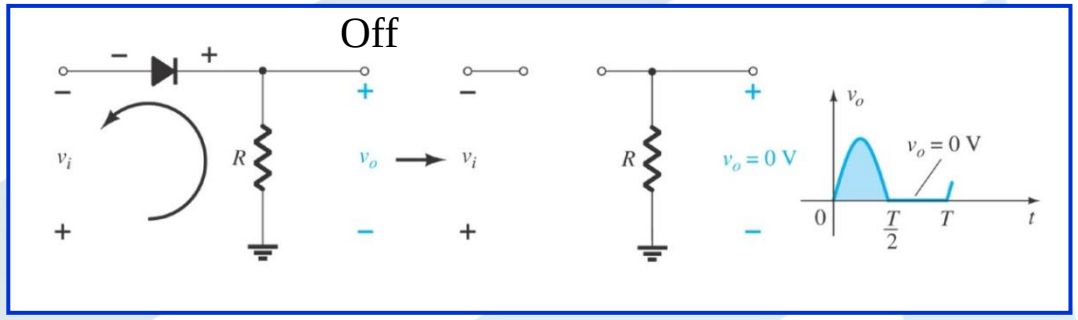
١- تقويم نصف الموجة Half-Wave Rectification





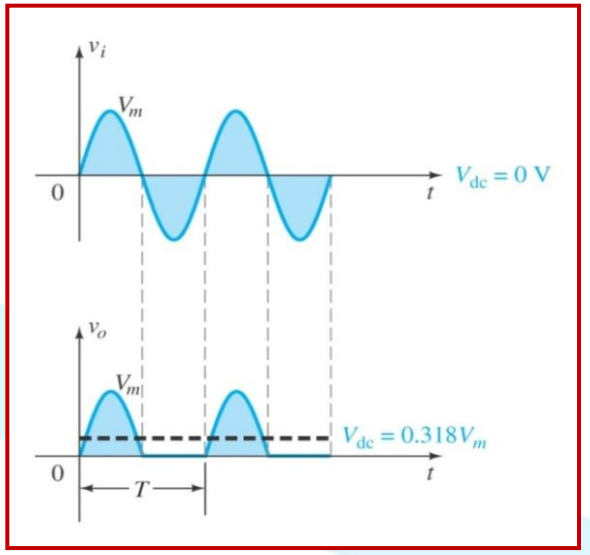
١- حالة النبضة الموجبة:





٢- حالة النبضة السالبة:

النتيجة النهائية:



-- الجهد المستمر في الخرج يساوي $V_{out} = 0.318V_m$ حيث V_m اكبر قيمة لموجة جهد الدخل.

-- نحتاج من اجل الحصول على التيار المستمر بشكل جيد إلى دارة ترشيح (RC) لتنعيم تيار الخرج، إذا توصل هذه الدارة على خرج دارة التقويم. [كيف يتم الحصول على جهد مستمر سالب أي تقويم القسم السالب؟؟]

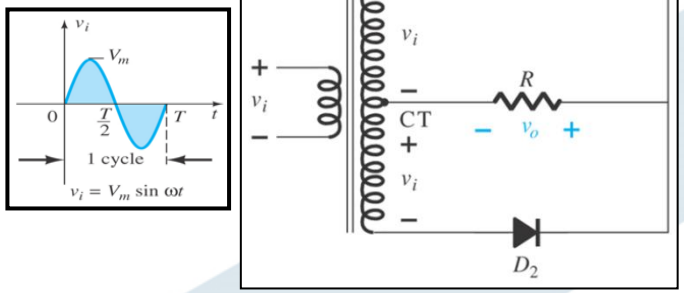
ثنائيات التقويم Rectification Diodes

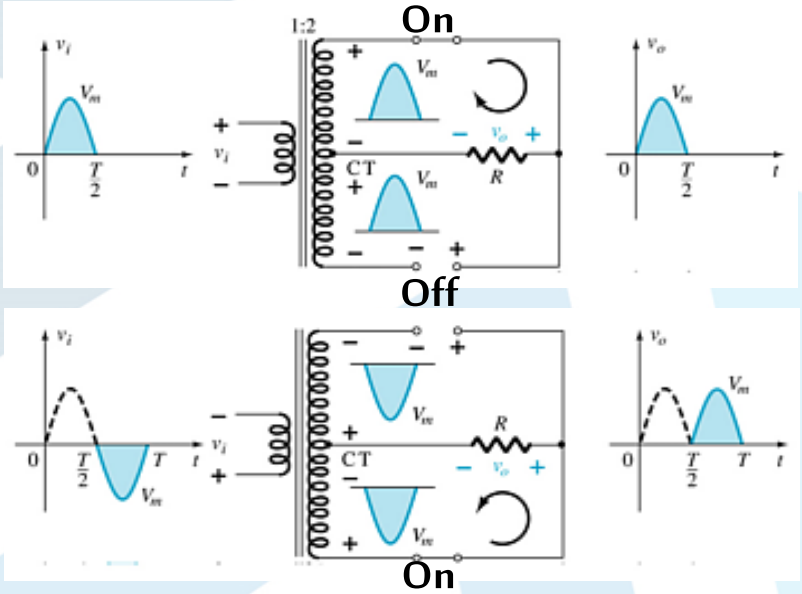
١- تقويم الموجة كاملة Full - wave Rectification

-- تتميز بوجود ثنائيين موصولين إلى محول ذو نقطة المنتصف كما هو واضح بالشكل.

-- تهدف إلى الحصول على التيار و الجهد المستمرين بالاعتماد على نصفي الموجة السالب و الموجب (إي أكثر تنعيما) .

-- يمرر الديود الأول إلى الخرج النبضة الموجبة بعد أن ينحاز أماميا و الثنائي الثاني يمرر القسم السالب من إشارة الدخل تعتبر الثنائيات تتبع التقريب الأول أو تعتبر مثالية، أما في الوصلة العكسية فلا يمرر.





١- حالة النبضة الموجبة:

D_1=on, D_2=off

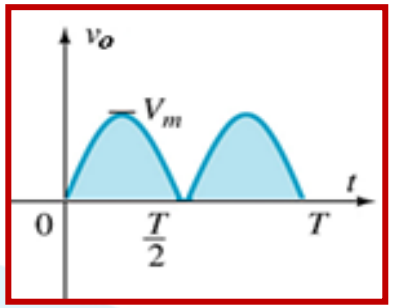
النبضة الموجبة تمرر إلى الخرج بنفس الاتجاه

٢- حالة النبضة السالبة:

D_1=on, D_2=off

النبضة السالبة تمرر إلى الخرج بعكس الاتجاه

النتيجة النهائية:



-- الجهد المستمر في الخرج يساوي $V_{out} = 0.636 V_m$ حيث V_m اكبر قيمة لموجة جهد الدخل.

-- نحتاج من اجل الحصول على التيار المستمر بشكل جيد إلى دارة ترشيح (RC) لتنعيم تيار الخرج وتوصل هذه الدارة على خرج دارة التقويم.

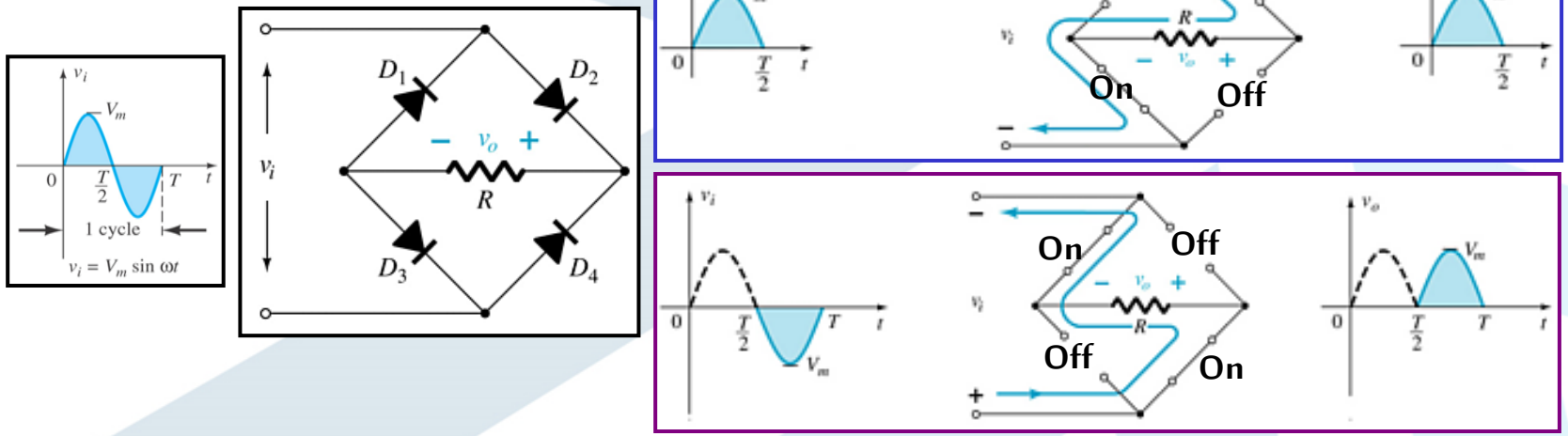
ثنائيات التقويم Rectification Diodes

-- تتميز بوجود أربع ثنائيات موصولة بشكل جسري كما هو واضح بالشكل.

-- يمرر الديود الثاني والثالث إلى الخرج النبضة الموجبة بعد أن ينحازا أماميا و الثنائيان الأول و الرابع يمررا القسم السالب من إشارة الدخل إلى الخرج. تعتبر الثنائيات تتبع التقريب الأول أو تعتبر مثالية، أما في الوصلة العكسية فلا يمرر.

١- تقويم الموجة كاملة Full-wave Rectification

دارة التقويم الجسرية



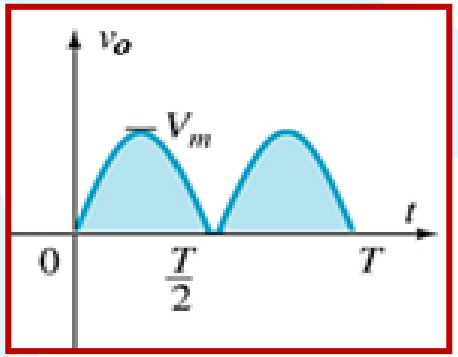
١- حالة النبضة الموجبة: D_2&D_3=on, D_4&D_1=off

النبضة الموجبة تمرر إلى الخرج بالاتجاه المبين.

٢- حالة النبضة السالبة: D_1&D_4=on, D_2&D_3=off

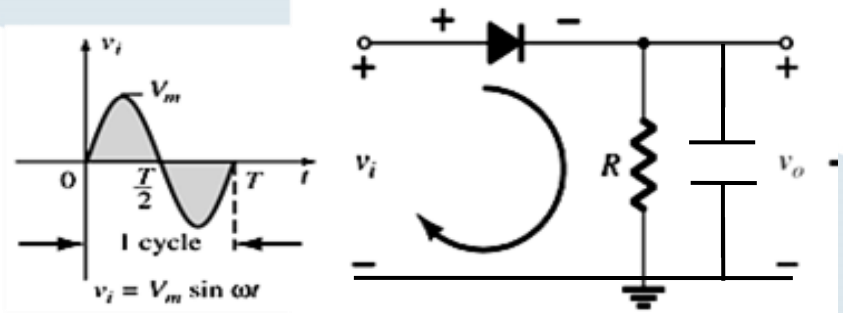
النبضة السالبة تمرر باتجاه عكسي.

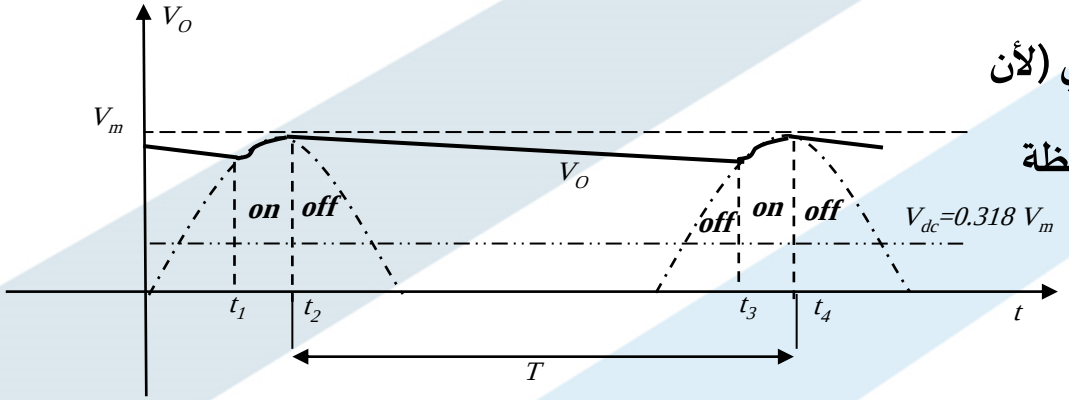
النتيجة النهائية:



-- الجهد الخرج المستمر يساوي $V_{out}=0.636V_m$ حيث V_m اكبر قيمة لموجة جهد الدخل.

عملية التنعيم لدارة تقويم نصف الموجة





-- في حال وجود مكثف التنعيم فإنه، وخلال الجزء الأول من النبضة الموجبة، القسم الصاعد، يكون الثنائي في حالة تمرير $D = on$، وهذا يسمح للمكثف بالشحن عبر المقاومة الأمامية للثنائي R_f بثابت شحن $\tau_{ch} = R_f C$ ذي قيمة صغيرة فيزيائياً لأن قيمة R_f صغيرة جداً.

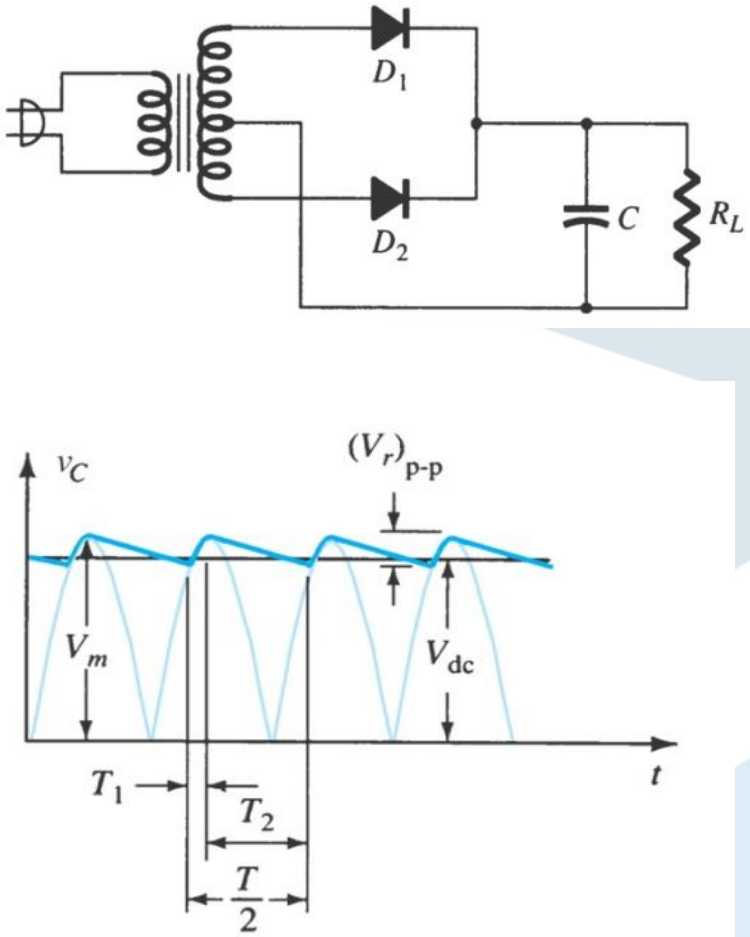
-- يشحن المكثف بشكل سريع جداً (لحظي)، ليصل الجهد بطرفيه إلى قيمة عظمى تصل إلى 95% من نبضة الدخل.

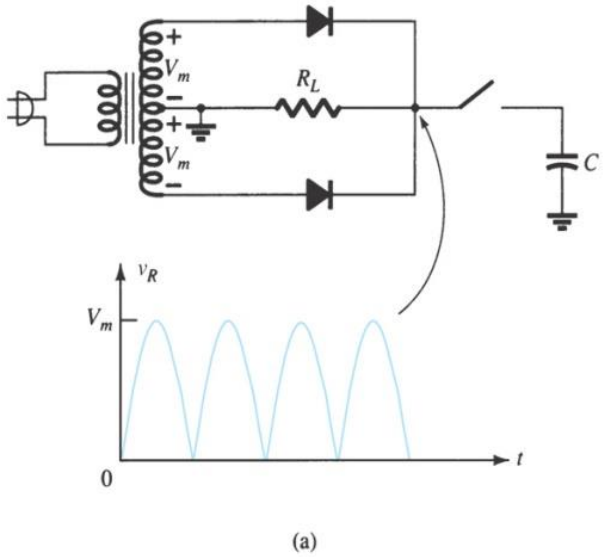
-- في القسم المنخفض من النبضة الموجبة، يصبح جهد المكثف (ذو قطبية مشابهة لجهد الدخل) مسيطراً ويعامل بوصفه منبع جهد مستمر، بالتالي يصبح الثنائي D في حالة انحياز عكسي (لأن موجب جهد المكثف يطبق على سالب الثنائي) وهذا يعني $D= off$، فيقوم المكثف ومن لحظة كون D في حالة قطع، بالتفريغ في المقاومة R. يعطى الثابت الزمني للتفريغ بالعلاقة:

$\tau_{desch} = R.C$ وهو ثابت زمني كبير نسبياً، ويتناسب طرداً مع R.

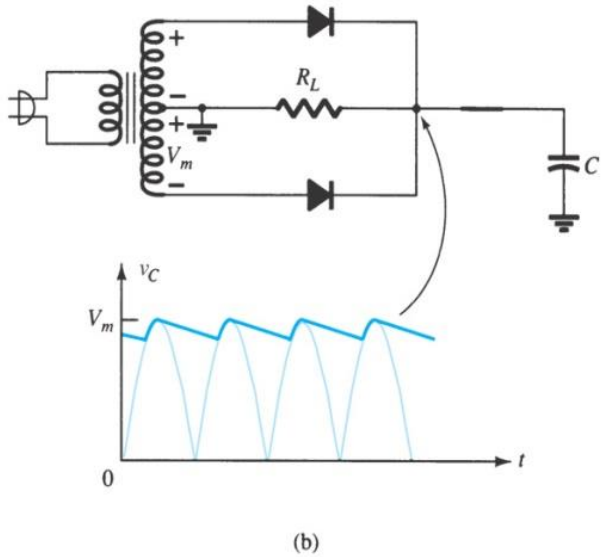
عملية التنعيم لدارة تقويم الموجة الكاملة

-- بنفس الالية السابقة وجود المكثف يقوم بعملية التنعيم ويكون الخرج في هذه الدارة أفضل لأنها دارة تقويم موجة كاملة (أقل تعرجا).





(a)

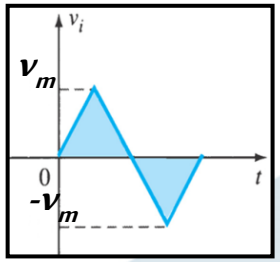


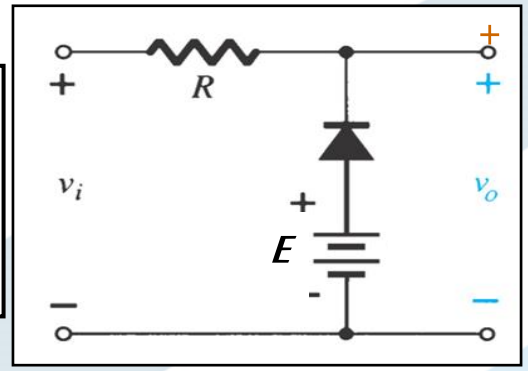
(b)

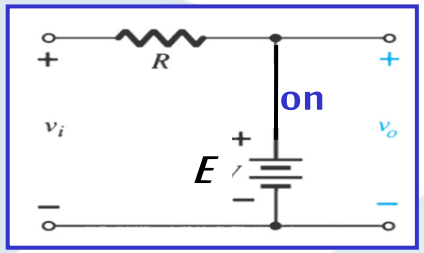
١- قص جزء من النبضة الموجبة والسالبة.

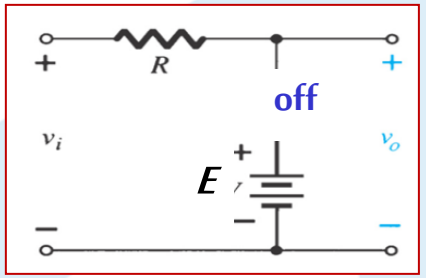
-- في الانحياز الأمامي و حتى يتم قص جزء من القسم الموجب أو السالب نضع منبع جهد مستمر E على التسلسل مع الديود وبالتالي عندما يكون الثنائي (المثالي) في حالة on نستعيض عنه بسلك ويصبح الخرج في هذه الحالة مساويا للجهد المستمر $V_o=E$ أو $V_o=E+V_\gamma$ إذا أخذنا التقريب الثاني للثنائي.

-- في الانحياز العكسي لا يمرر الديود يصبح off وبالتالي دارة مفتوحة إذا جهد الخرج يساوي جهد الدخل $V_o=V_i$.









١- حالة النبضة الموجبة:

نميز حالتين:

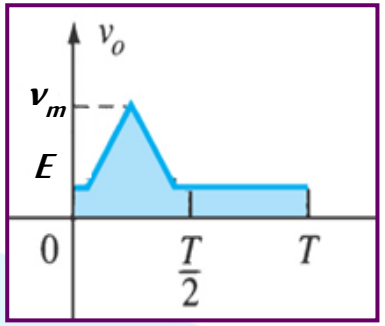
1- $V_i < E$ => D=on => $V_o = E$

2- $V_i > E$ => D=off => $V_o = V_i$

٢- حالة النبضة السالبة:

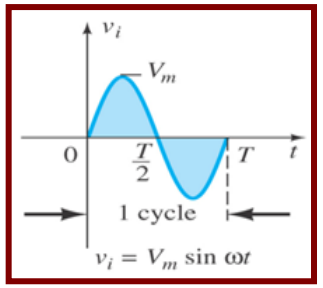
حالة واحدة:

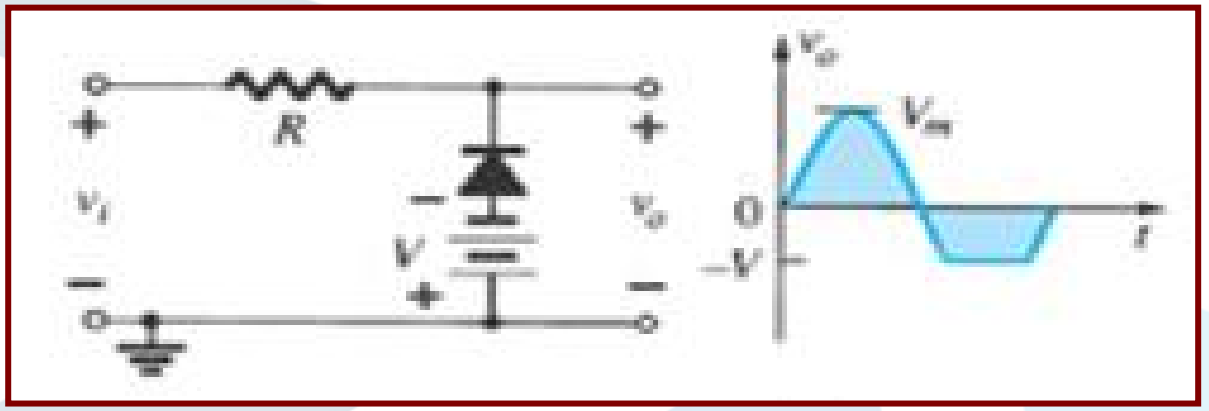
1- => D=on => $V_o = E_i$



١- قص جزء من النبضة الموجبة والسالبة.

٢- قص جزء من النبضة السالبة: يتم ذلك بعكس قطبية المنبع المستمر في الدارة.





-- القسم الموجب يجعل D=off دائما و بالتالي $V_o=V_i$

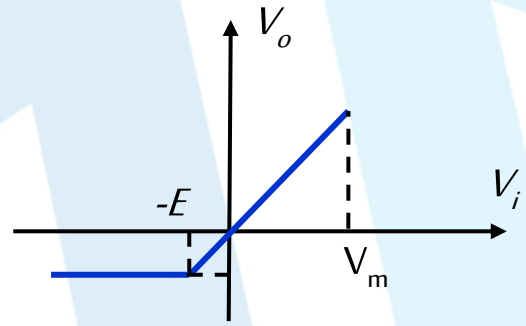
-- القسم السالب نميز حالتين:

1- $|V_i| < |V|$ => D=off => $V_o = V_i$

2- $|V_i| > |V|$ => D=on => $V_o=-V$

استنتاج مميزة الدارة أو استجابة الدارة

$V_o=f(V_i)$



$V_o = V_i$ معادلة مستقيم تمثل منصف الربع الأول والثالث

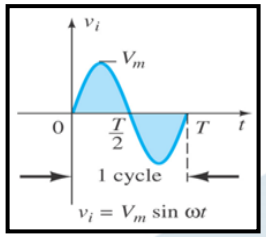
$V_o = -E$ معادلة مستقيم قيمة ثابتة، موازي لمحور الـ V_i.

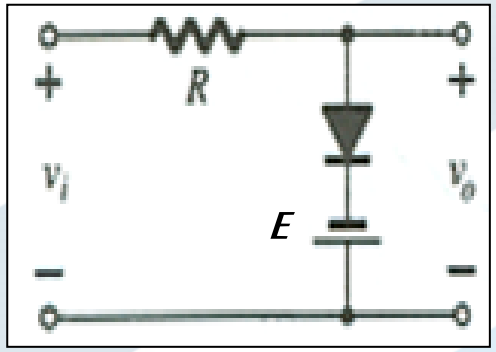
٣- قص جزء من النبضة السالبة وكامل النبضة الموجبة.

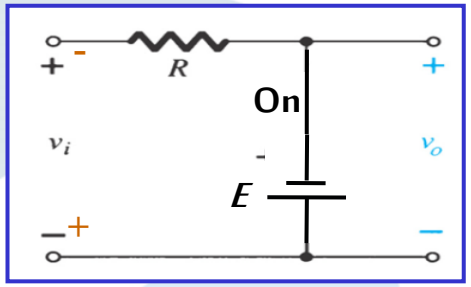
-- في هذه الحالة يتم عكس قطبية الثنائي ونناقش حالتي قطبية الجهد المستمر E.

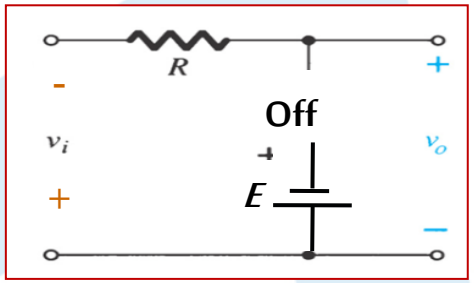
-- الانحياز الأمامي يكون الثنائي (المثالي) في حالة on نستعيض عنه بسلك ويصبح الخرج في هذه الحالة مساويا للجهد المستمر $V_o=E$ أو $V_o=E+V_\gamma$ إذا أخذنا التقريب الثاني للثنائي.

-- في الانحياز العكسي لا يمرر الديود يصبح off وبالتالي دارة مفتوحة إذا جهد الخرج يساوي جهد الدخل $V_o=V_i$.









١- حالة النبضة الموجبة:

حالة واحدة دائمة:

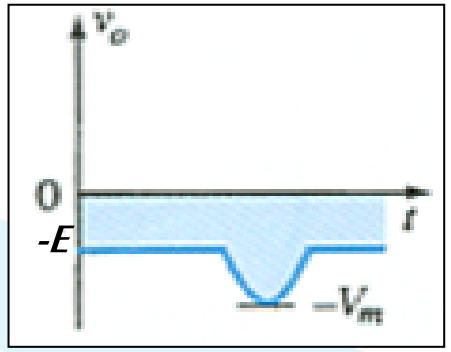
=> D=on => $V_o = E$

٢- حالة النبضة السالبة:

نميز حالتين:

1- $|V_i| < |E|$ => D=on => $V_o = -E$

2- $|V_i| > |E|$ => D=off => $V_o = V_i$



٣- قص جزء من النبضة الموجبة فقط.

٤- قص جزء من النبضة الموجبة يتم ذلك بعكس قطبية المنبع المستمر في الدارة.

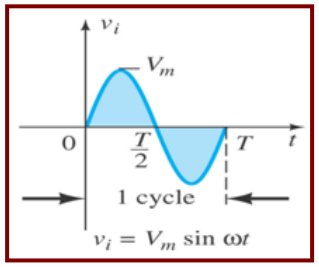
في القسم الموجب نميز حالتين:

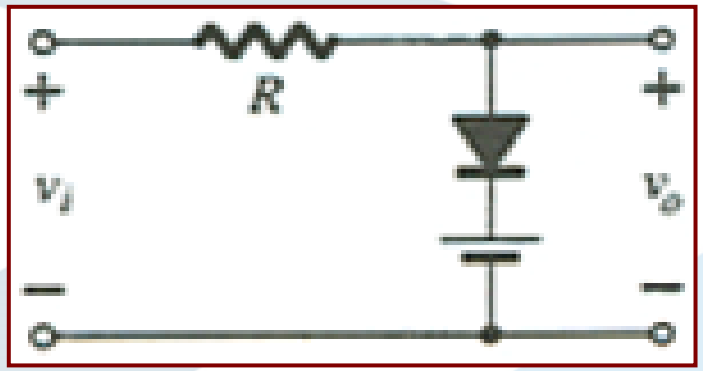
1- $V_i < E \Rightarrow D=off \Rightarrow V_o = V_i$

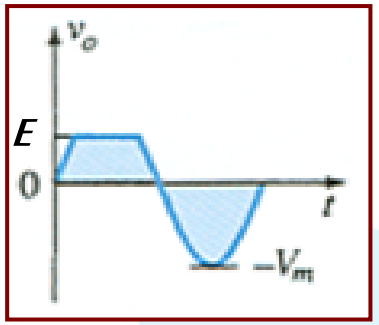
2- $V_i > E \Rightarrow D=on \Rightarrow V_o = E$

-- القسم السالب و E تجعل D=off دائما

وبالتالي $V_o = V_i$

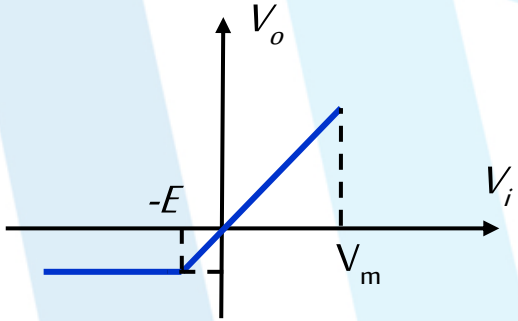






استنتاج مميزة الدارة أو استجابة الدارة

$V_O = f(V_i)$



$V_o = V_i$ معادلة مستقيم تمثل منصف الربع الأول والثالث

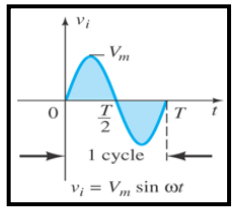
$V_o = -E$ معادلة مستقيم قيمة ثابتة، موازي لمحور الـ V_i.

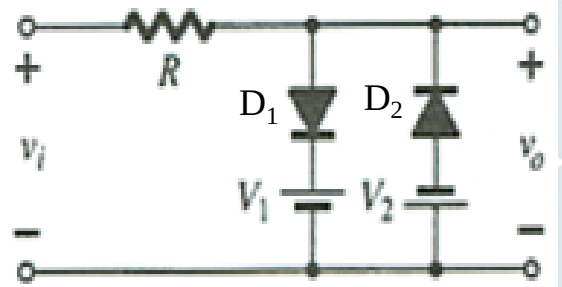
ثنائيات التحديد Clippers Diodes

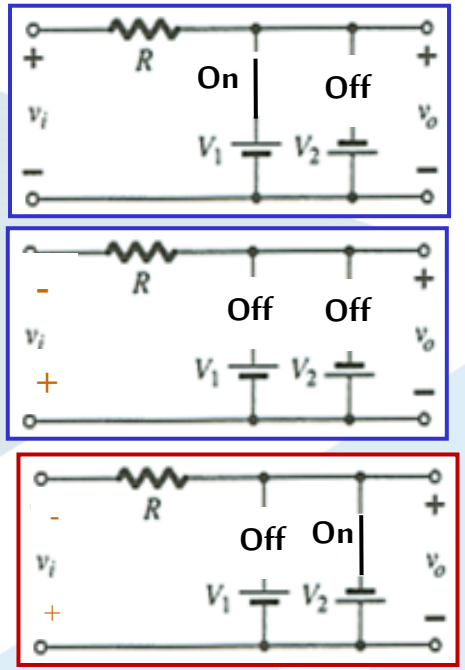
٤- قص جزء من النبضتين الموجبة والسالبة.

-- في هذه الحالة يتم وضع ثنائيين على التفرع ومتعاكسين في القطبية وفي كل فرع يوجد منبع للتيار المستمر بقطبية معينة وبقيمة مختلفة.

-- نناقش في هذه الحالة كل من الثنائيين على حدى.







١- حالة النبضة الموجبة لدينا:

$V_i > 0 \Rightarrow D_2 = off$ دائما

$V_i < V_1 \Rightarrow D_1 = off, D_2 = off \Rightarrow V_o = V_i$

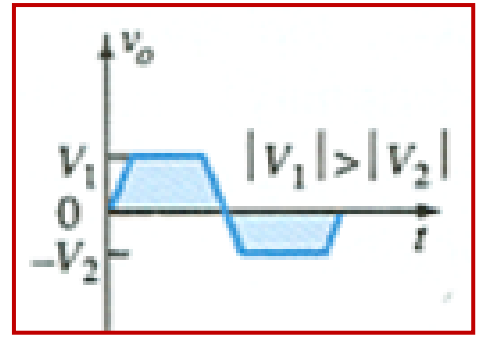
$V_i > V_1 \Rightarrow D_1 = on, D_2 = off \Rightarrow V_o = V_1$

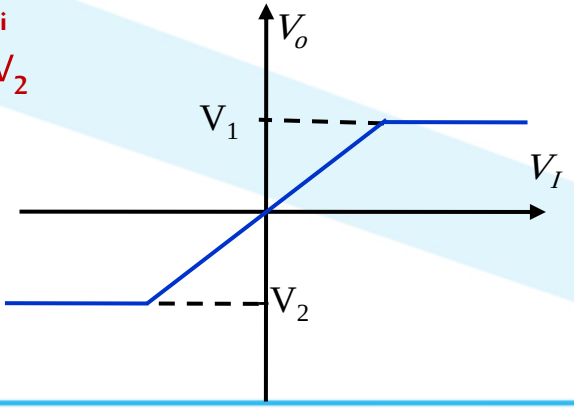
٢- حالة النبضة السالبة لدينا :

$V_i < 0 \Rightarrow D_1 = off$ دائما

$|V_i| < |V_2| \Rightarrow D_1 = off \ \& \ D_2 = off \Rightarrow V_o = V_i$

$|V_i| > |V_2| \Rightarrow D_1 = off \ \& \ D_2 = on \Rightarrow V_o = -V_2$

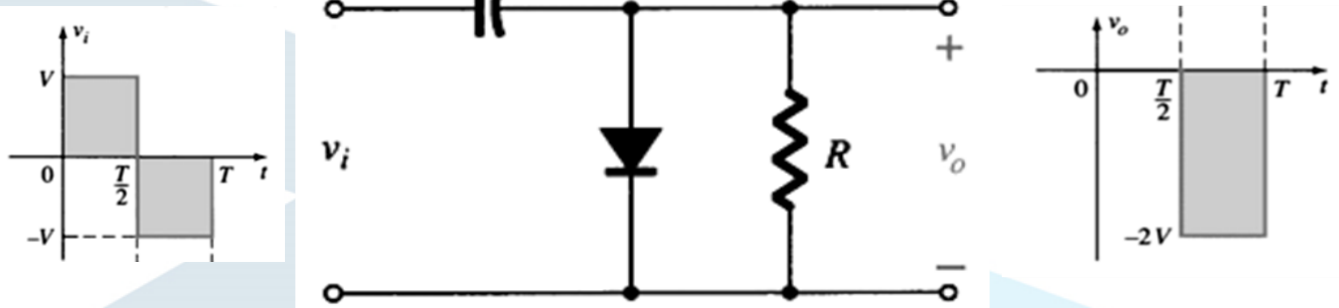




رسم علاقة جهد الخرج مع جهد الدخل $V_o = F(V_i)$ ويجب رسمها لكل الدارات السابقة.

ثنائيات الإزاحة Clamping Diodes

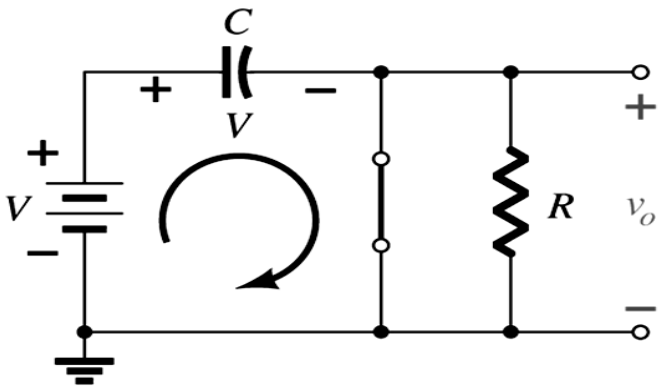
-- تعرّف دارة الإزاحة: بأنها دارة مكونة من ثنائي ومقاومة ومكثف، وهي تعمل على إزاحة الإشارة إلى مستوٍ مستمر آخر، بمعنى آخر، إضافة أو طرح قيمة مستمرة إلى هذه الإشارة وذلك دون تغير شكل أو مظهر الإشارة ودون تشويهها.



1- $V_i > 0 \Rightarrow$ for the Interval $0 \rightarrow T/2 \Rightarrow D = on, \tau_{ch} = R_f C <<< T/2$

عند النبضة الموجبة

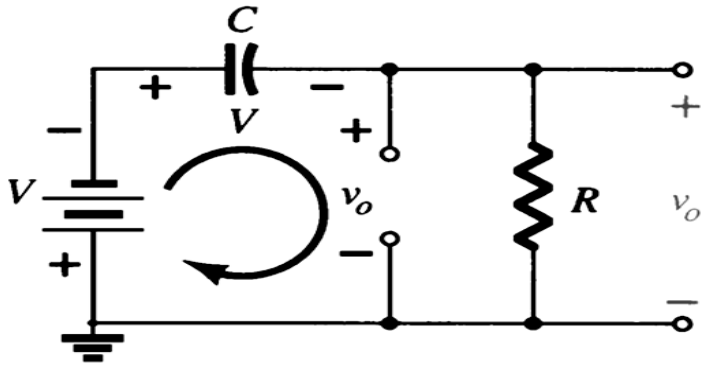
$V_c = -V_i$, $V_O = 0$.



2- $V_i < 0$ $V_{out} = -V_i + V_c \Rightarrow V_{out} = -V_i - V_i$; $\tau_{dech} = Rc >> T/2$

عند النبضة السالبة.

$V_{out} = -V_i - V_c = -2V_i$



ثنائيات زينر Zener Diodes

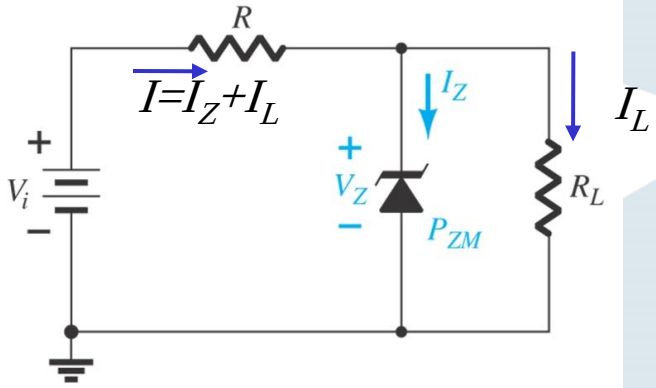
١- تعمل ثنائيات زينر في الاتجاه العكسي وتحديدا في منطقة الانهيار الحقلي (زينر) ويستخدم كمنظم للجهد وكعنصر استقرار.

٢- حسب نوع الانهيار يحدد جهد زينر للتثبيت إما جهود انهيار (تثبيت) منخفض ٢-6 v عند الانهيار التكاثري أو جهود انهيار اكبر من 7v عند الانهيار النفقي، إذا جهد التثبيت يتعلق بدرجة الإشابة ويمكن التحكم به عن طريقها.

٣- الدارة التالية تمثل ابسط دارة لتنظيم الجهد، الديود موصول عكسيا.

٤- المعامل الحراري لديود زينر موجب لأنه يعمل بالاتجاه العكسي لذلك في دارات التنظيم يجب وجود ديود عادي ذو معامل حراري سالب لتعويض المعامل السابق.

٥- مميزة ديود زينر التالية تبين مناطق عمل الديود كذلك الدارة المكافئة للديود في كل منطقة.



When $|V_i| \geq |V_z|$

The Zener is a regulator تنظيم، تثبيت عكسي

Voltage across the Zener is V_z

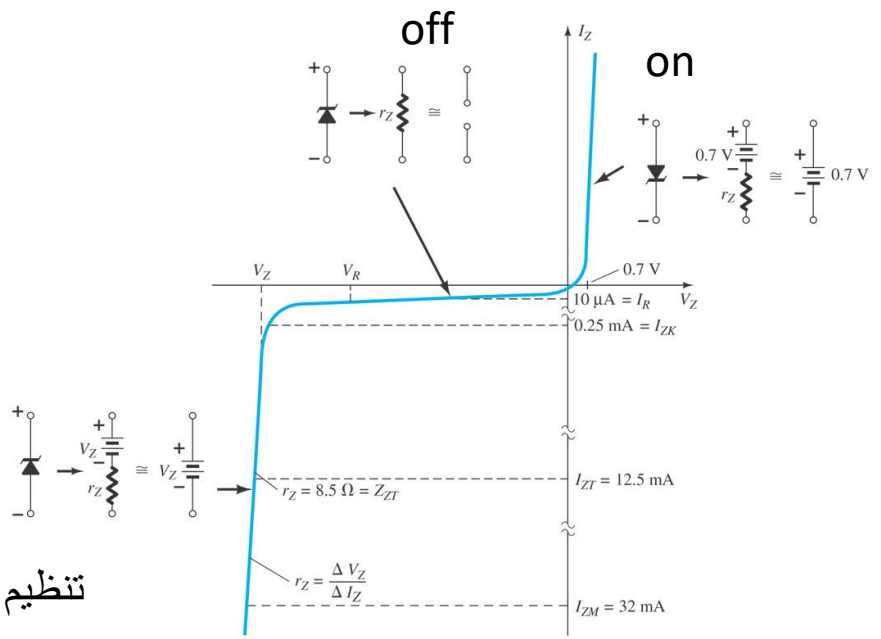
Zener current: $I_Z = I - I_L$

The Zener Power: $P_Z = V_Z I_Z$

When $|V_i| < |V_z|$

The Zener is off انحياز عكسي بدون تثبيت

The Zener acts as an open circuit

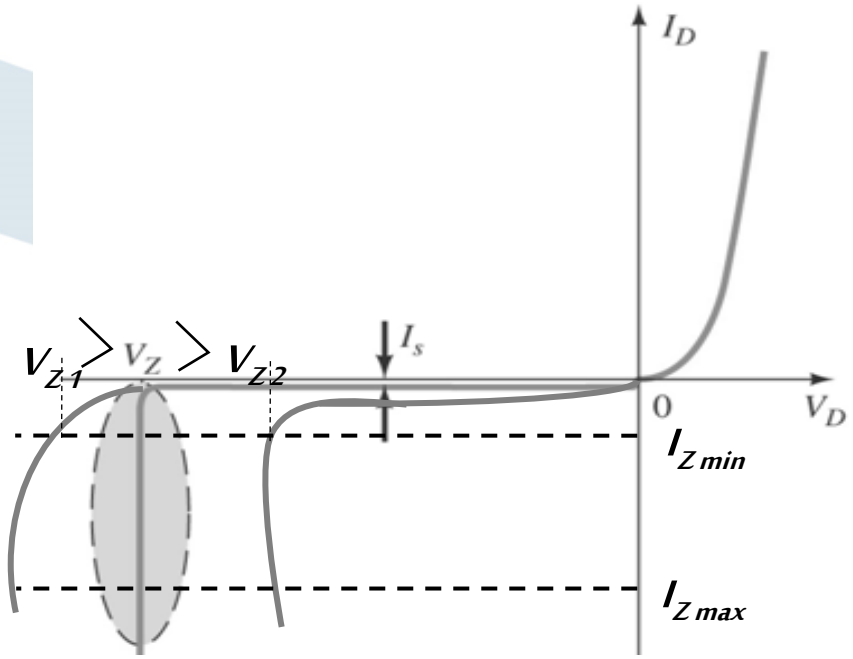


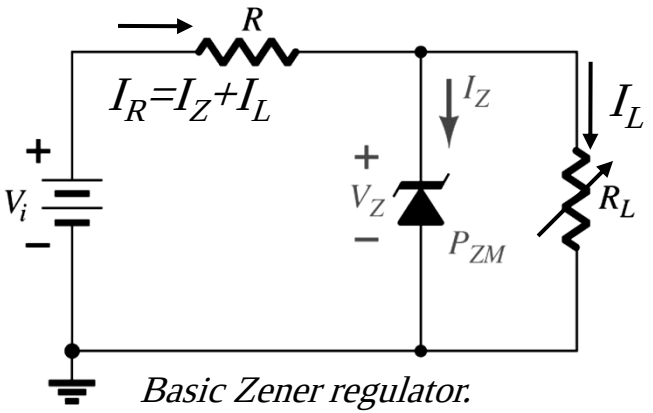
Zener diode characteristics

ثنائيات زينر Zener Diodes

-- يتعلق جهد التنظيم بنوع الانهيار ونوع المادة نصف الناقلة ودرجة إشابتها، ويتراوح بين $V(200 \rightarrow 1.8)$، فيكون لدينا جهود تثبيت منخفضة $(2\text{-}6\ [V])$ عند الانهيار النفقي وجهود تثبيت مرتفعة أي أكبر من $7\ V$ عند الانهيار التكاثري.

-- بين الشكل مميزة الفولت – أمبير لثنائي زينر مع جهود تنظيم مختلفة القيمة.





Basic Zener regulator.

معاملات ثنائيات التنظيم Zener Diodes Parameters

١- جهد وتيار التنظيم V_Z, I_Z أو جهد تثبيت الديود عند تيار تنظيم محدد.

٢- مجال تيار التنظيم المحدد بالقيمتين $[I_{Z\,min}, I_{Z\,max}]$.

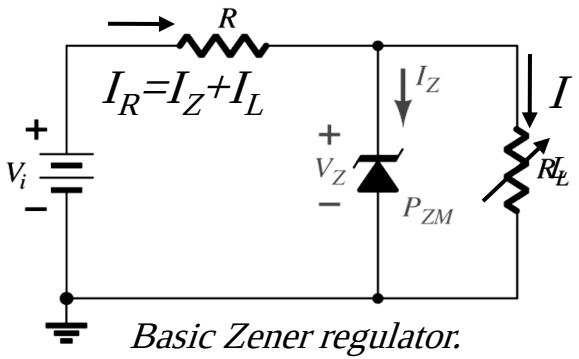
٣- الاستطاعة الأعظمية المسوح بها حتى لا ينهار الثنائي حراريا $P_{D\,max}=V_Z.I_{Z\,max}$

٤- المعامل الحراري لجهد التنظيم و استقرار جهد التنظيم ويعبر عن مقدار التغيرات الحاصلة في جهد التنظيم الناتجة عن تغيرات جهد الدخل. يعطى بـ: $S_v=\Delta V_Z/\Delta V_i\ \%$

٥- المقاومة الديناميكية للتنظيم R_Z و مقاومة الحمل R_L.

ثنائيات زينر Zener Diodes

معاملات ثنائيات التنظيم Zener Diodes Parameters



Basic Zener regulator.

المقاومة ***R***، مهمة للتنظيم في دارات التنظيم لذلك سنناقش قيمها وعلاقتها بالتنظيم.

أ- إذا كانت قيمتها كبيرة جدا => ثنائي زينر لا يمرر لان التيار المار بالديود يصبح اقل من التيار الأصغري المسموح $I_{Z\,min}$ والذي يعطى بـ: $I_{Zmin}=I_R-I_{Lmax}$ والتيار الأصغري المار بالحمل يصبح: $I_{Lmin}=I_R-I_{Z\,max}$

وتصبح قيمة المقاومة مساوية إلى: $$R_{Lmax}=\frac{V_Z}{I_{Lmin}}$$

ب- إذا كانت قيمتها صغيرة جدا => التيار لثنائي زينر سيتجاوز القيمة العظمى $I_{Z\,max}$ ويكون التيار الأعظمي المار بالدارة معطى بـ: $$I_{Lmax}=\frac{V_L}{R_L}=\frac{V_Z}{R_{Lmin}}$$

حيث القيمة الصغرى لمقاومة الحمل تعطى بـ: $$R_{Lmin}=\frac{RV_Z}{V_i-V_Z}$$

ملاحظة: يمكن دراسة دارة التنظيم (زينر) بثلاث حالات: ١- V_i=ct & R_L=ct . ٢- V_i=ct & R_L=variable ، ٣- V_i=variable & R_L=ct

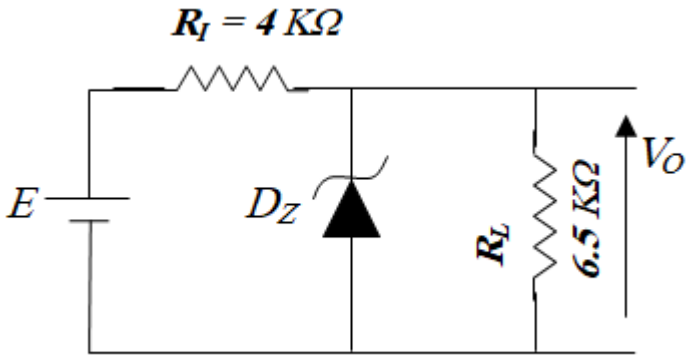
أمثلة Exampls

مثال١- في الدارة المبينة جانبا يعتبر ديود زينر مثالي و $V_Z = 13\ v$ وقيمة المنبع $E = 33\ v$ المطلوب:

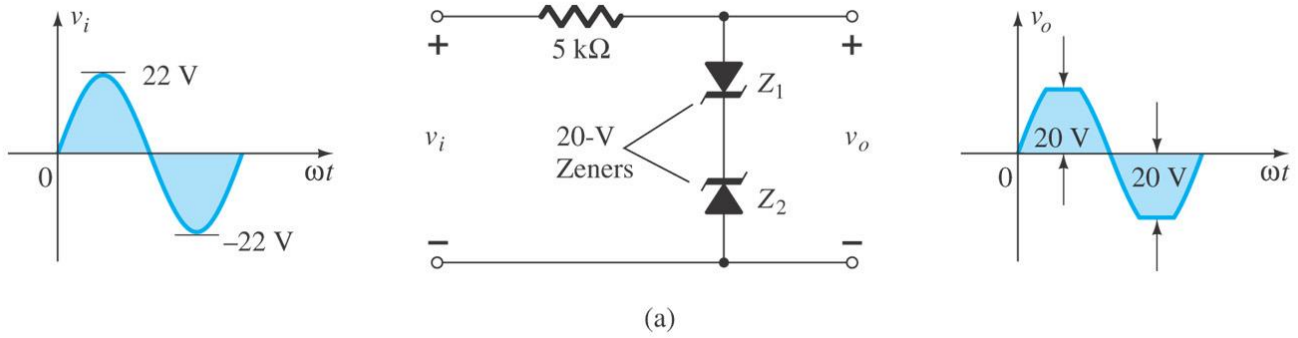
أ- حساب الجهود والتيارات المارة في الدارة: I_Z ، V_O، I_O، I_i.

ب- حدد مجال تنظيم التيار I_Z عندما تتغير مقاومة الحمل R_L الى $4.5\ K\Omega$.

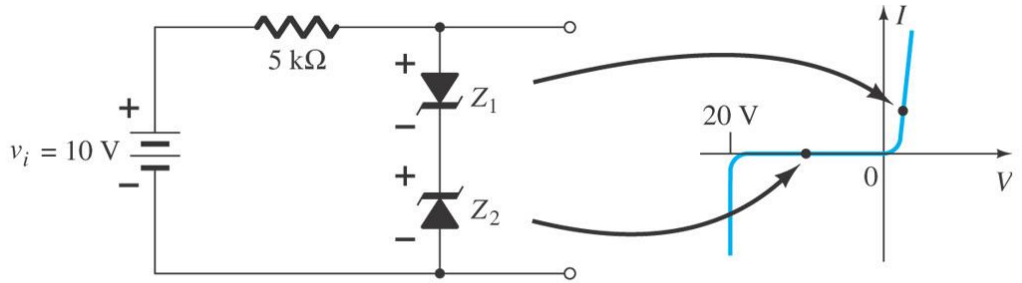
ج- تم عكس قطبية ديود زينر والمطلوب حساب الجهود والتيارات في الدارة.



Exam2:Sinusoidal ac regulation: (a) 40-V peak-to-peak sinusoidal ac regulator; (b) circuit operation at $v_i = 10$ V.



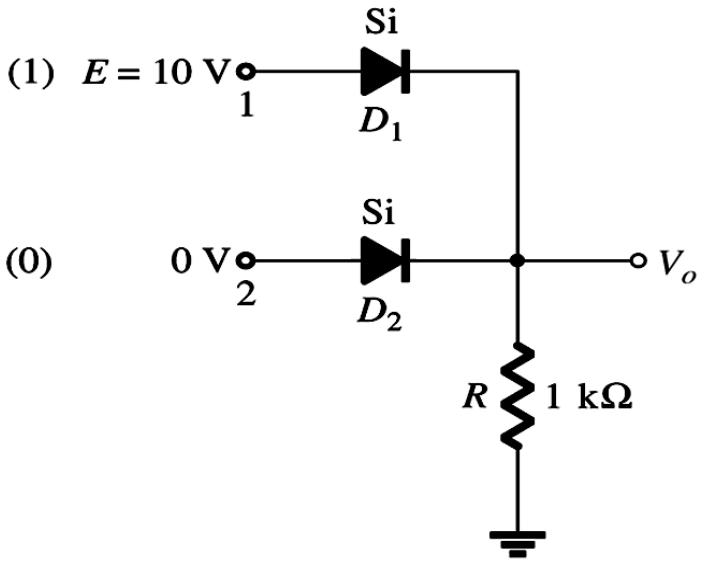
(a)



(b)

تمرين

في الدارة المبينة يفرض أن المتصل عبارة عن ثنائي مثالي (يتبع التقريب الأول)، أي إنه عبارة عن مفتاح (قطع– وصل) *(on- off)* المطلوب أيجاد قيمة الخرج V_0 .

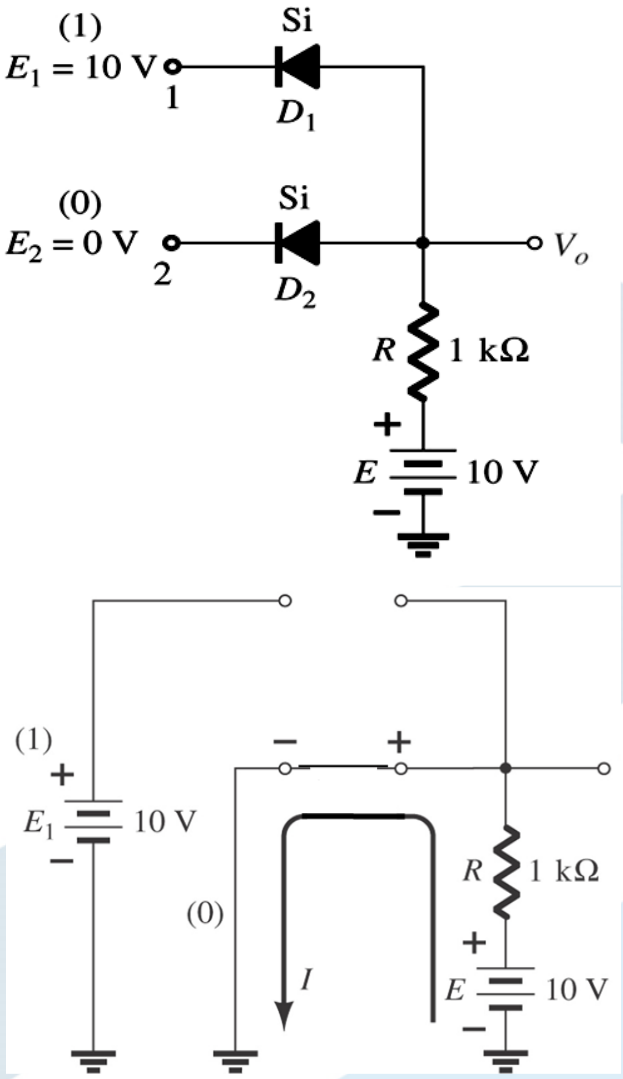


١- بتطبيق الجهد $E=10\,v$ على أحد المداخل إما A أو B (على الأقل) ⟸ الثنائي المطبق عليه يصبح في حالة تمرير وبالتالي يمر تيار عبره إلى R، وتصبح قيمة جهد الخرج في هذه الحالة $V_0=I.R$ أو $V_0=E=10\,v$.

٢- بتطبيق $E=0\,v$ على كلٍ من الثنائيين، فهذا يعني أن الثنائيين في حالة قطع $D_2=D_1=off$، ولا يمر تيار عبر المقاومة ⟸ $V_0=I.R=0\ v$ ، بناءً عليه يمكن وضع جدول يوضح مبدأ عمل هذه الدارة،

Input (A)	Input (B)	D_1	D_2	Output= V_o
0 v	0 v	off	off	$V_o=0\,v$
0 v	10 v	Off	on	$V_0=E=10\,v$
10 v	0 v	on	Off	$V_0=E=10\,v$
10 v	10 v	on	on	$V_0=E=10\,v$

-- يمكن رسم الدارة المكافئة لكل حالة وحساب التيار المار بالدارة.



تمرين: أعد نفس التمرين عند عكس قطبية الديود وبوجود منبع جهد مستمرعلى الخرج

يعتبر المتصل عبارة عن ثنائي مثالي (يتبع التقريب الأول)، أي إنه عبارة عن مفتاح (قطع– وصل) *(on- off)*.

(A)	*(B)*	D_1	D_2	*Out* V_0
0 v	*0 v*	*on*	*On*	v_O= *0 volt*
0 v	*10 v*	*on*	*Off*	v_O= *0 volt*
10 v	*0 v*	*off*	*On*	v_O= *0 volt*
10 v	*10 v*	*off*	*Off*	v_O= *10 volt*

المطلوب: رسم الدارة المكافئة للحالة الثالثة وحساب التيار المار بالدارة

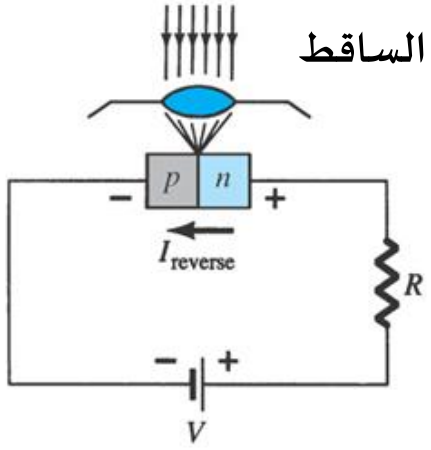
$$I = \frac{E}{R} = \frac{10[v]}{1[K\Omega]} = 10mA$$

الثنائيات الضوئية Light Diodes

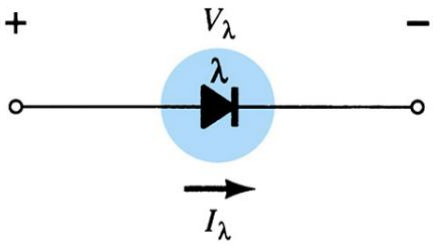
-- الثنائيات الضوئية نوعان:

١-١- الثنائي المستقبل للضوء Photo Diodes : عبارة عن متصل يعمل بالاتجاه العكسي (يمر تيار عكسي صغير) ويعتمد على استقبال الطاقة الضوئية و التي تقوم بتكسير الروابط في الثنائي مما يزيد من الحوامل الأقلية و هذا بدوره يزيد من التيار العكسي و بذلك يكون قد حول الطاقة الضوئية إلى تيار كهربائي.

عدسة لتكثيف الضوء الساقط على المتصل



<=>



١-٢- ثنائي المقاومة الضوئية Photoconductive Cells (Photoresistive Devices)

عبارة عن نصف ناقل تتغير مقاومته بشكل خطي مع الضوء الوارد، زيادة الضوء => زيادة الالكترونات الحرة في البنية => نقصان المقاومة.

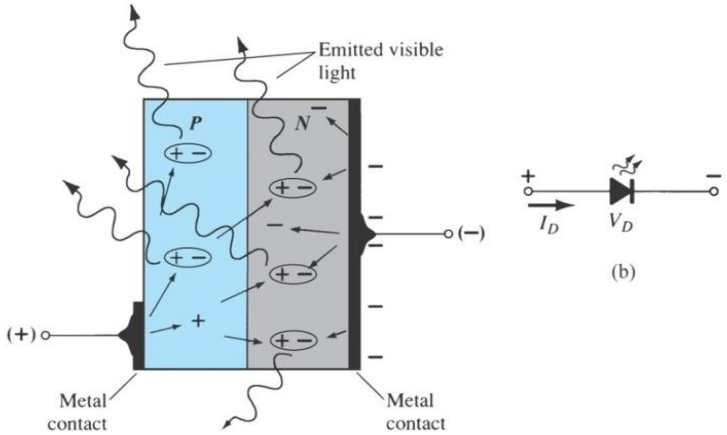
الثنائيات الضوئية Light Diodes

٢-١- الثنائي المرسل للضوء Light Emitting Diodes (LED): عبارة عن متصل يعمل بالاتجاه الأمامي، بتطبيق الجهد نحصل إصدار للضوء المرئي . هذه الآلية تعتمد على الطاقة المبددة في الثنائي نتيجة فك الروابط وتكوين الالكترونات غير المقيدة التي تسعى للاتحاد مع الثقوب.

الطاقة المبددة عبارة عن شكل حراري مع اثر بسيط للإصدار الضوئي مثل ثنائيات الـ Si &Ge

وآخر ضوئي (طاقة فوتونات) مع اثر بسيط حراري مثل الـ GaAs.

-- يصمم احد أقطاب المتصل المعدنية بحجم نوعا ما صغير بحيث يسمح لأكبر كمية من الضوء بالعبور (لاحظ الشكل الذي يبن مبدأ العمل لـ LED).

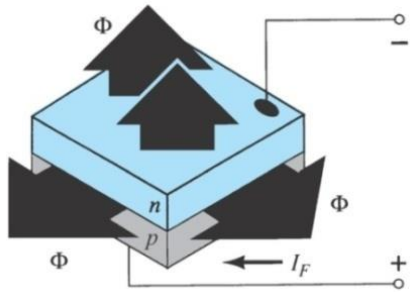


Process of electroluminescence in LED

٢-٢- الثنائي المرسل للأشعة تحت الحمراء Infra Red Diodes: يعمل بالاتجاه الأمامي بحيث يصدر حزمة من الأشعة (فوتونات) المتعلقة بالتيار الأمامي و الناتجة عن طاقة إعادة الاتحاد (إصدار للأشعة غير المرئية IR).

-- نوع المادة نصف الناقلة يحدد نوع الأشعة الصادرة من تحت حمراء حتى فوق بنفسجية حسب العلاقة التالية:

$$\lambda[m]=C/F=300/F[MHz]$$



General structure of a semiconductor IR-emitting diode

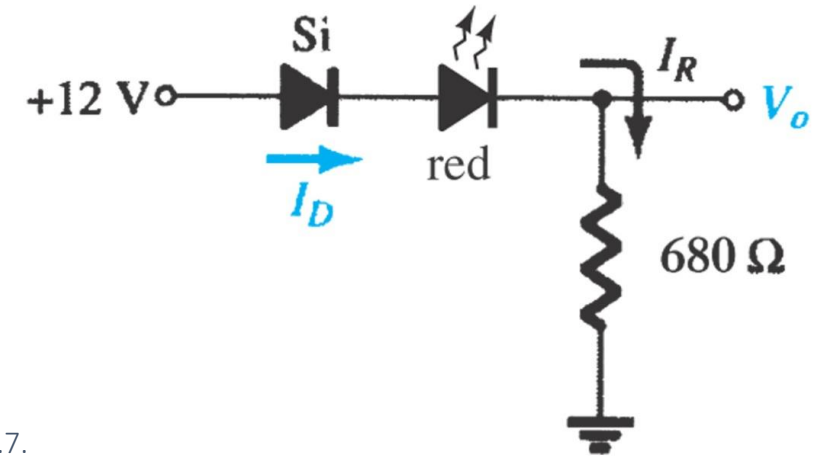
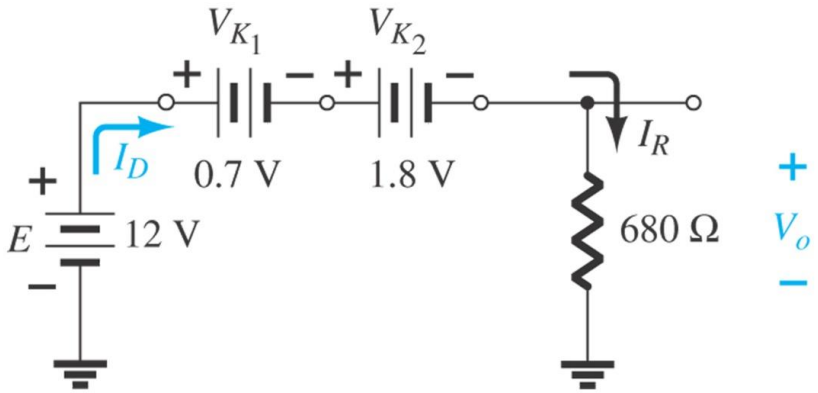


Fig. 2.19 Circuit for Example 2.7.

Fig. 2.20 Determining the unknown quantities for Example 2.7.



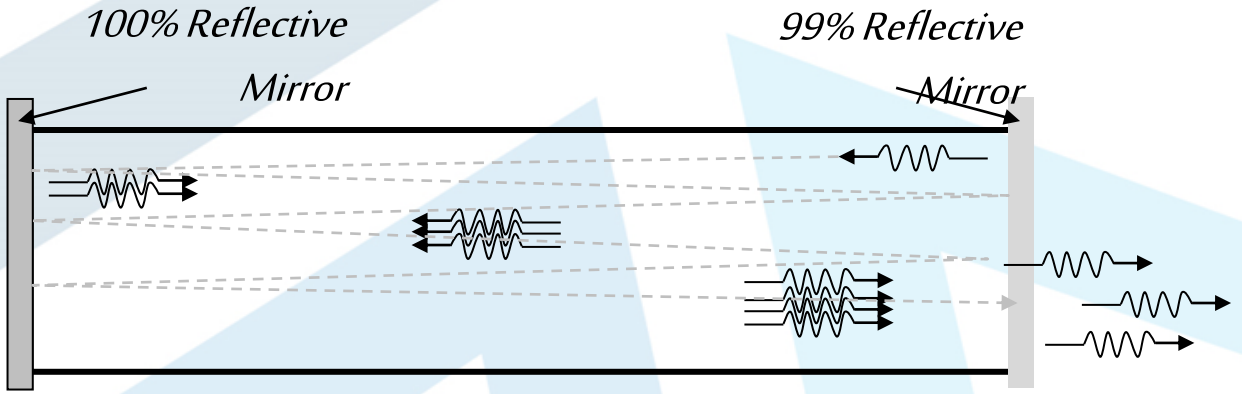
$$V_O = E - V_{\gamma 1} - V_{\gamma 2} = 12 - 0.7 - 1.3 = 10\ v$$

$$I_D = I_R = \frac{V_O}{R} = \frac{10}{680} = 0.0147 = 14.7\ mA$$

تطبيقات Application

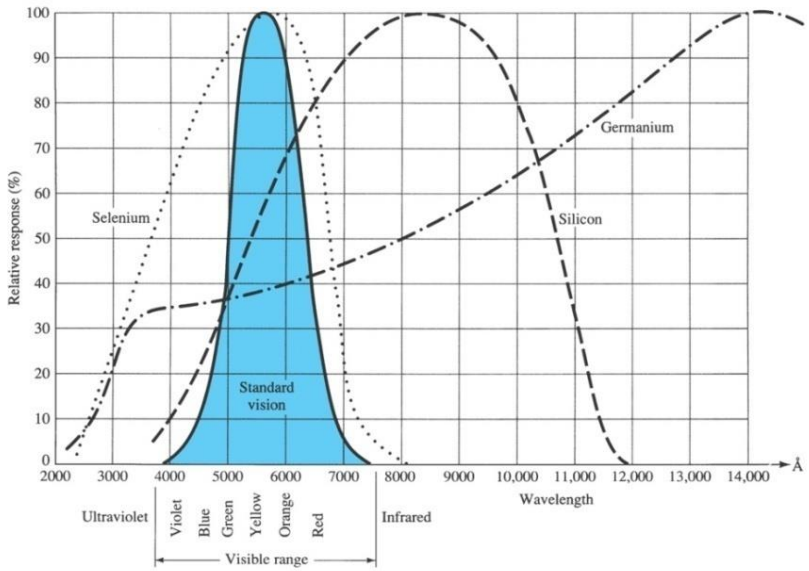
•- الثنائي الليزري *Laser Diode*:

عبارة عن ثنائي ضوئي وحيد الموجة يملك آلية إصدار الثنائي الضوئي *LED* نفسها. يعتمد على تضخيم الضوء بالإصدار المنشّط، ويحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية مكثفة، باستخدام انعكاسات متعددة ضمن أنبوب يحوي مرآة أولى عاكسة بشكل كامل من جهة، ومن الجهة المقابلة مرآة عاكسة جزئياً.

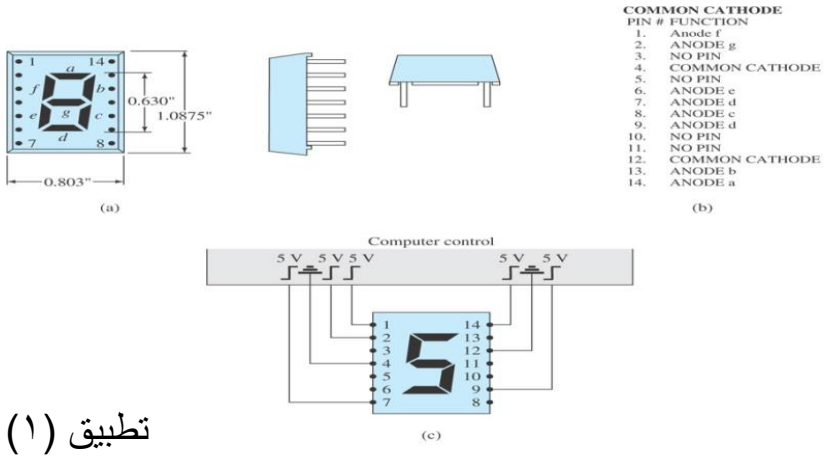


LASER = Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

تطبيقات Application



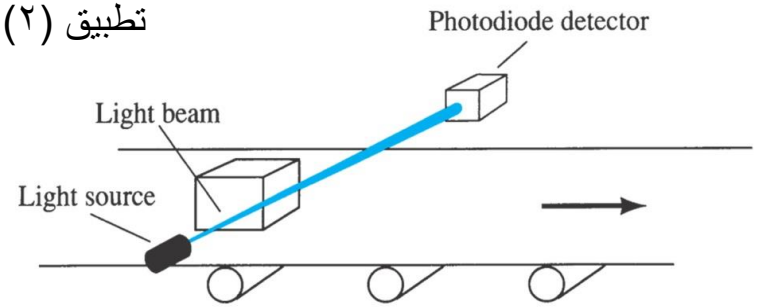
الاستجابة الطيفية لكل من Si , Ge & Selenium و مقارنتها باستجابة العين البشرية، و التي تحدد نوع المادة الواجب استخدامها لصنع احد الانواع السابقة



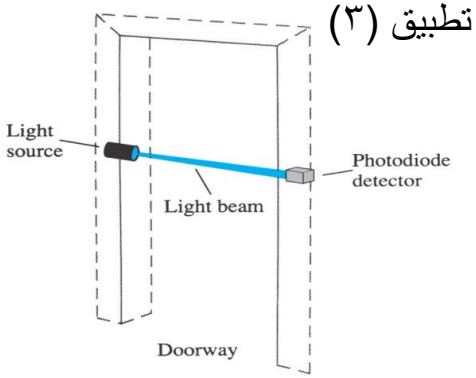
تطبيق (١)

شاشة إظهارسباعية القطاعات مع عرض لرقم خمسة

تطبيق (٢)

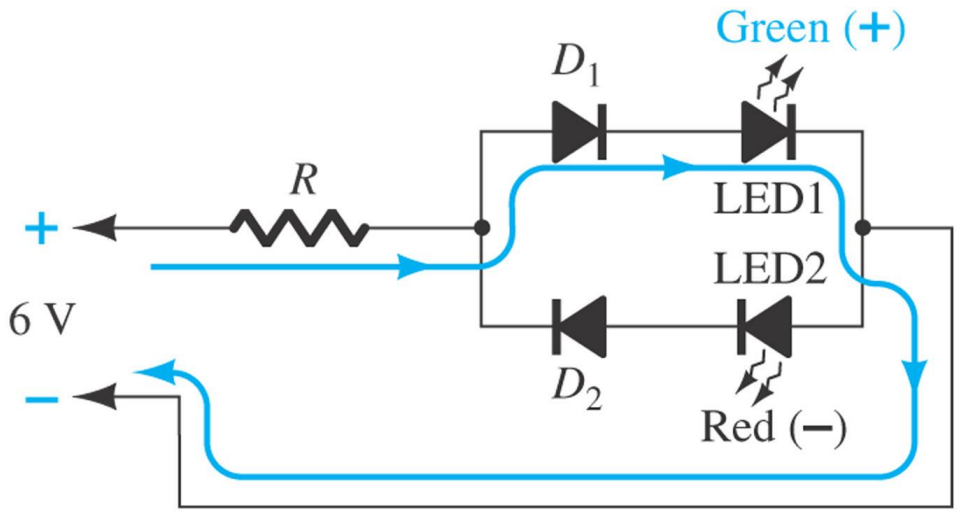


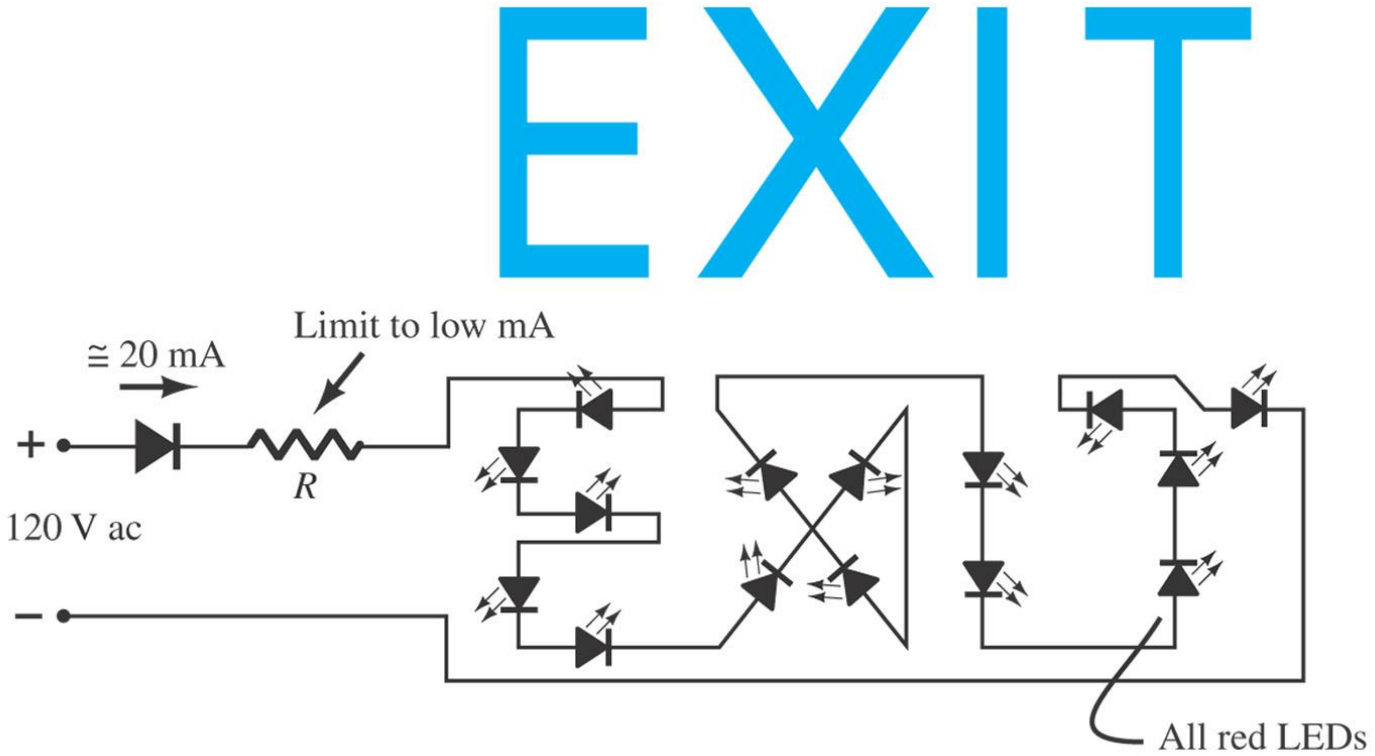
تطبيق (٣)



تطبيق (٤)

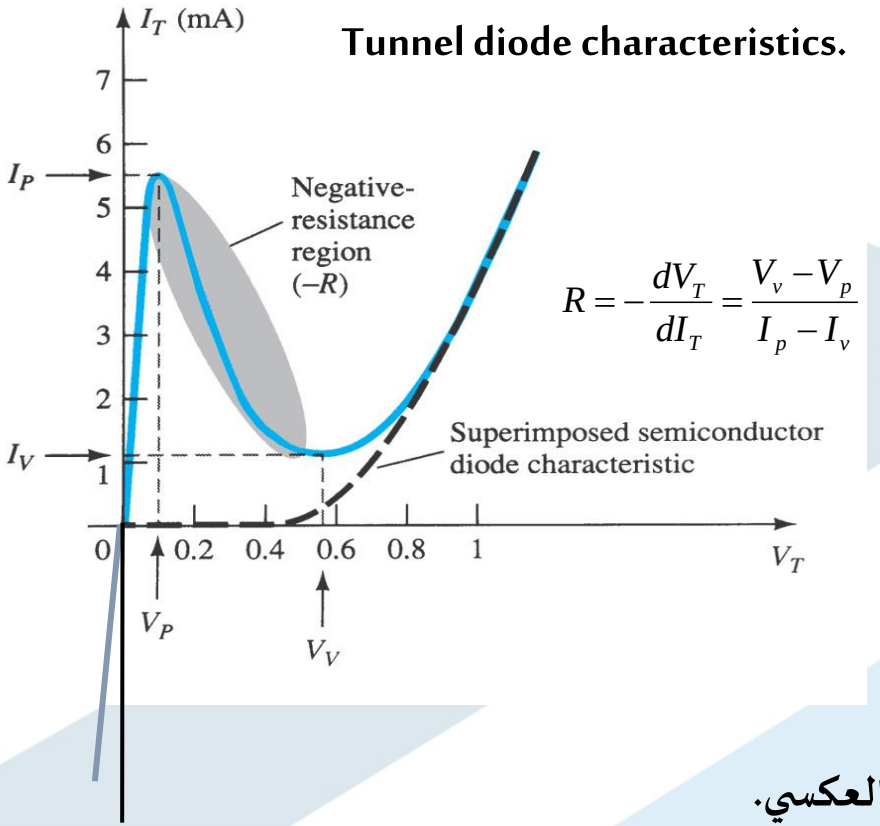
Fig. 2.135 Polarity detctor using diodes and LEDs.





إشارة خروج مكونة من الثنائيات الضوئية

Tunnel diode characteristics.



$$R = -\frac{dV_T}{dI_T} = \frac{V_v - V_p}{I_p - I_v}$$

الصنع ومبدأ العمل:

-- يتم إشابة مادة المتصل P-N بشكل كبير من 100 حتى بضعة ألاف من المرات زيادة عن إشابة المتصل العادي هذه العملية تقلل كثيرا من عرض المنطقة المجردة حتى 1/100 من العرض العادي وهي تشكل قناة لحوامل الشحن.

-- بتطبيق تغذية أمامية يزداد التيار بشكل كبير وبسرعة مع الزيادة الطفيفة للجهد نتيجة الإشابة العالية حتى نصل لقيمة عظمى I_p (تيار القمة)، وتكون حوامل الشحن قد توزعت، بعد ذلك وبزيادة الجهد ينخفض التيار (منطقة المقاومة السالبة)، يعاد تنظيم المنطقة المجردة حتى نصل لقيمة صغرى للتيار I_v تيار الوادي، بعد ذلك يسلك الثنائي النفقي سلوك الثنائي العادي

-- في الوصلة العكسية ونتيجة الإشابة العالية يزداد التيار بشكل كبير مع زيادة طفيفة للجهد العكسي.

الثنائيات النفقية والخلفية Tunnel & Backward Diodes

يستخدم في الوصلة الأمامية دائما حسب مكان توضع نقطة العمل:

١ - دارات الهزازات وذلك في قسم المقاومة السالبة من المميزة.

٢ - كمفتاح سريع في دارات الحاسب في منطقة التزايد السريع للتيار.

٣- كديود عادي في المنطقة الخطية من المميزة.

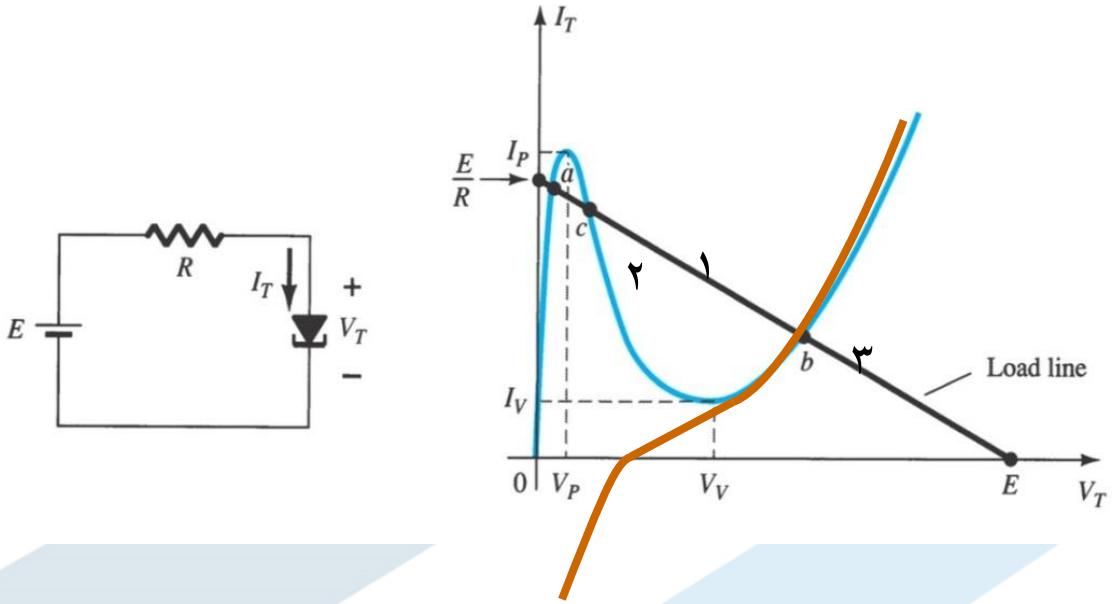
الثنائي الخلفي: ثنائي شبيه بالنفقي ولكن يختلف بـ:

١- درجة إلا شابة اقل من النفقي واكبر من العادي.

٢- عند جهود أمامية صغيرة يمرر تيارا صغيرا جدا.

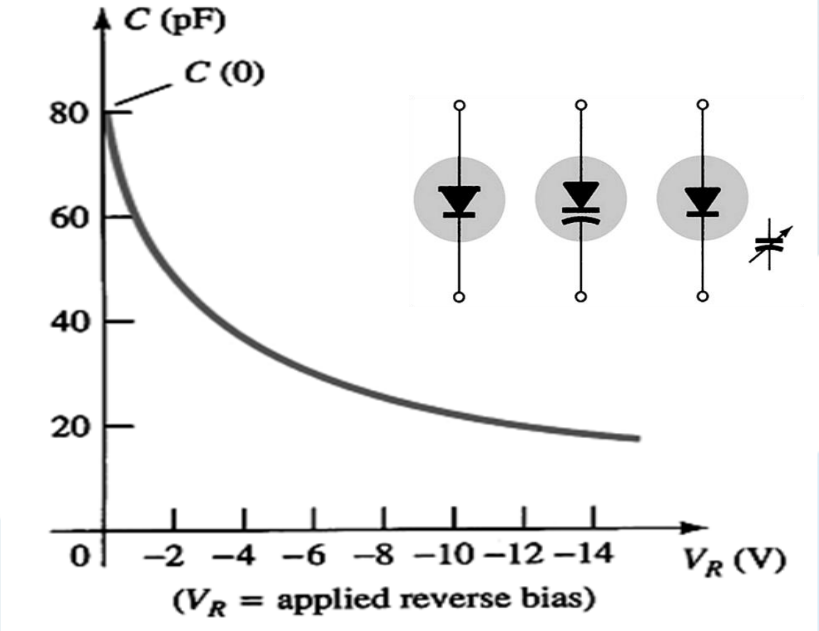
٣- يمرر تيارا عكسيا كبيرا عند جهود منخفضة من هنا أتى اسمه.

Tunnel diode and resulting load line



الثنائيات السعوية Varactor

مبدأ العمل: درس الأثر السعوي للثنائي سابقاً بقليل من التفصيل، وقد وجدنا أنه بزيادة الجهد العكسي المطبق على المتصل ينخفض الأثر السعوي، هذه الخاصية التي اعتمدت في تصميم الثنائي السعوي (*Varactor*)، الذي يمثل ثنائي يعمل بالاتجاه العكسي ويعتمد في عمله على الأثر السعوي للمتصل، الناتج عن وجود منطقة مجردة (منطقة عازلة) محاطة بلبوسين من الشحن (الشوارد الموجبة من جهة والسالبة من جهة أخرى).



-- تتعلق سعة المتصل بالجهد العكسي المطبق وكذلك بدرجة إشابة المادة نصف الناقلة وفق العلاقة التالية:

$$C_{T(V_R}) = \frac{C(0)}{(1 + |V_R / V_T|)^n}$$

حيث: $C(0)$ السعة الأولية دون تطبيق جهد عكسي.

n ثابت يأخذ قيمة $1/2$ في كل الثنائيات ويأخذ قيمة $1/3$ في ثنائي الانتثار.

V_R الجهد العكسي المطبق بين طرفي الثنائي.

V_T الجهد الحراري المعرف في الفصل الثاني الفقرة ٢-٣.

مميزة الثنائي السعوي، علاقة السعة المتشكلة مع الجهد العكسي مع الرمز.