# الفصل السابع

# تقويم الإشارة الجيبية

# 7- تقويم الإشارة الجيبية

7.1 تطبيق جهود دخل جيبية – تقويم نصف موجة

7.1.1 دارة تقويم نصف موجة

7. 2 جهد القمة العكسي ($PIV$) للديود

7.3 تقويم موجة كاملة

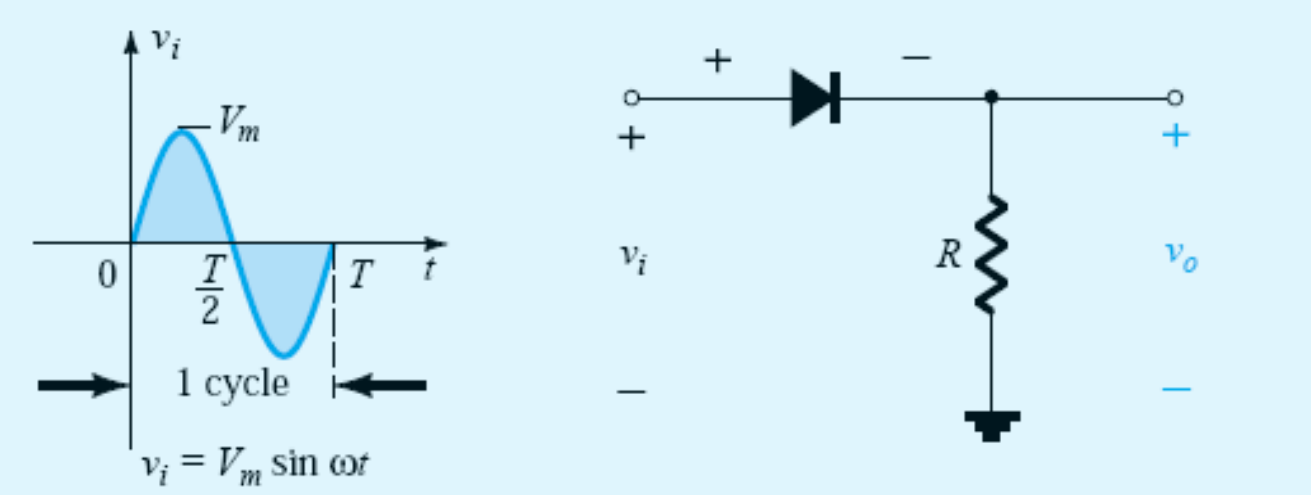
7.3.1 المقوم الجسري

7.4 مقوم موجة كاملة مكون من محولة ذات نقطة وسطى وديودين

# 7.1 تطبيق جهود دخل جيبية – تقويم نصف موجة

## 7.1.1 دارة تقويم نصف موجة

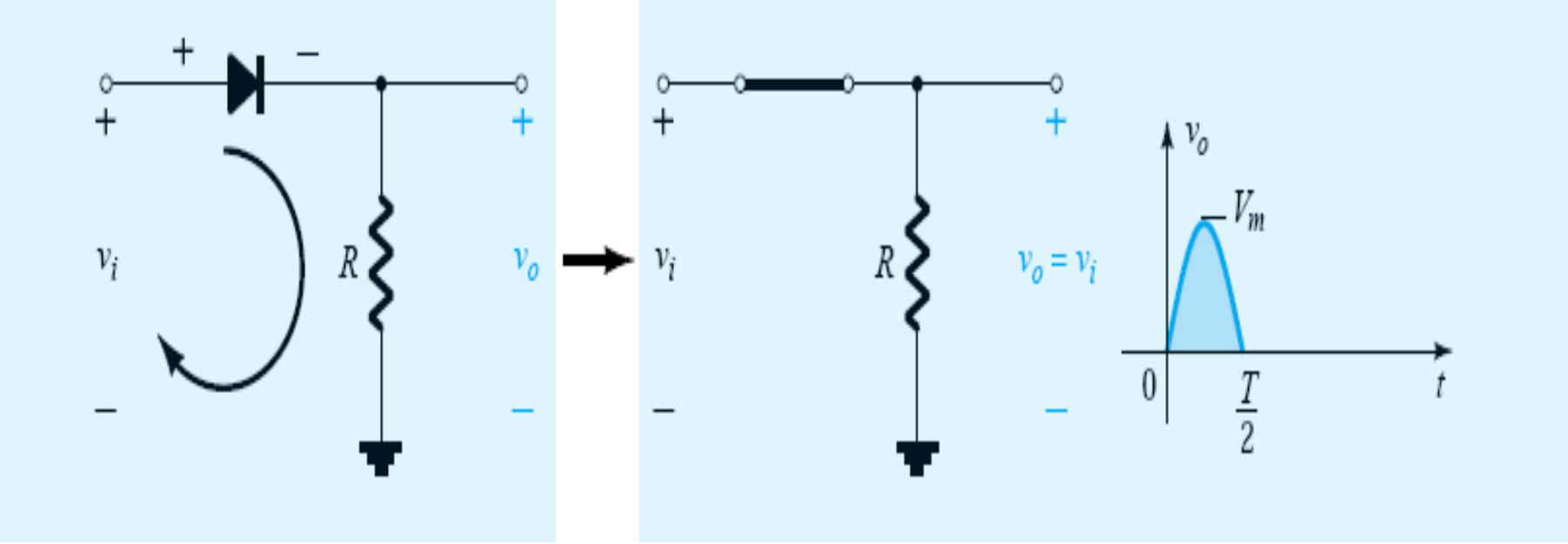
يبيّن الشكل (7.1) دارة تقويم نصف موجة، حيث يطبق على الدارة جهد دخل جيبي $v_i = V_m \sin \omega t$ مطاله الأعظمي $V_m$ ودوره $T(s)$ وتردده الزاوي $\omega \left(\frac{rad}{s}\right)$ وقيمته الوسطى $\bar{v} = 0$ . وإن جهد الخرج يساوي $V_o$, وقيمتة الوسطى $\bar{v}_0$ تستخدم في عملية التحويل من الجهد المتناوب $AC$ إلى الجهد المستمر $DC$ ، ويسمى الديود في الدارة بالمقوّم.




الشكل (7.1) مقوم نصف موجي

## ـ حالة ديود مثالي

خلال الفترة الزمنية ( $t = 0 \rightarrow \frac{T}{2}$ ) تكون قطبية إشارة الجهد $V_i$ موجبة كما هو مبيّن بالشكل (7.2)




الشكل (7.2) الدارة المكافئة في مجال التوصيل ( $t = 0 \rightarrow \frac{T}{2}$ )

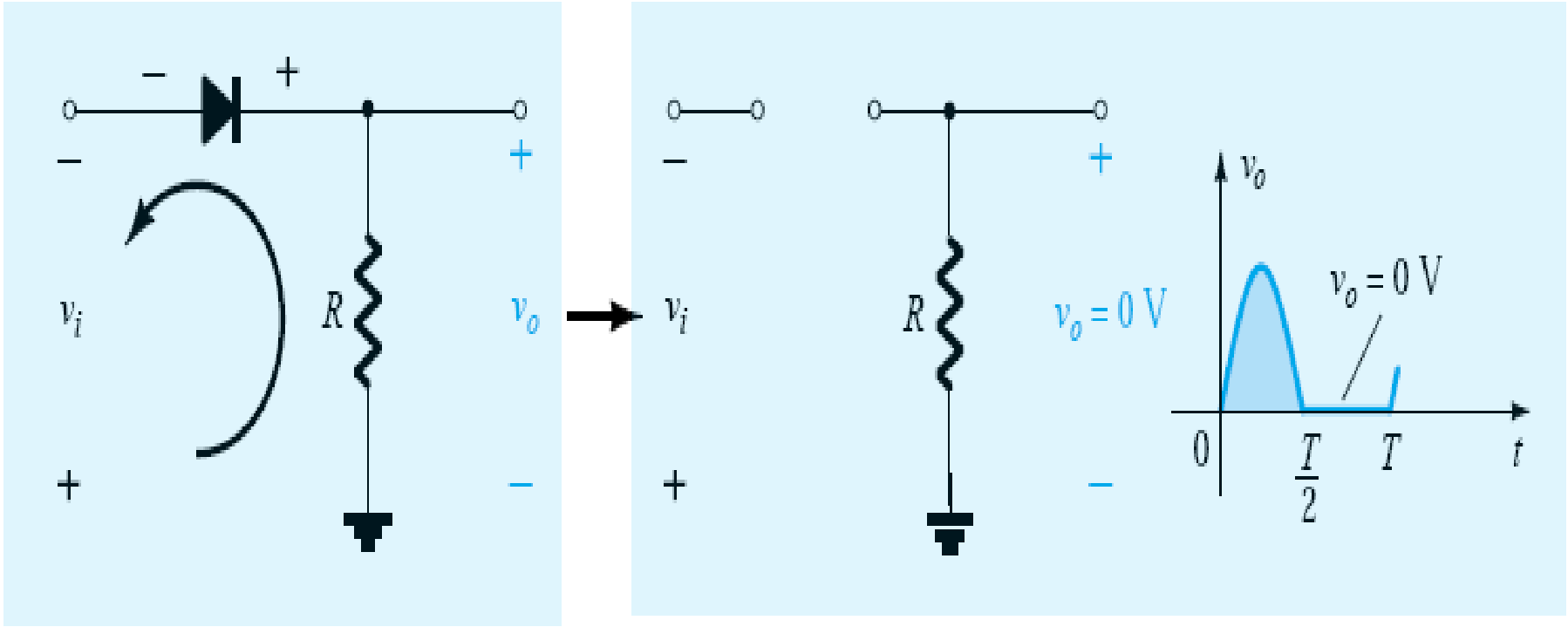
يطبق الجهد بالجهة المبينة في دارة المقوم وتجعل الديود في حالة عمل ( حالة توصيل on ) ، وقطبية الديود مبينة عليه. وبتبديل دارة القصر المكافئة للديود المثالي سوف نحصل على الدارة المكافئة كما في **الشكل (7.2)**، حيث من الواضح أن إشارة جهد الخرج مطابقة لإشارة الدخل.



Dr.Sadek pro

وخلال الفترة الزمنية $(t = \frac{T}{2} \rightarrow T)$ تكون قطبية إشارة الدخل كما هو مبين في الشكل (5.3) . وقطبية الديود المثالي تنتج حالة قطع للديود ( off ) ودارة مفتوحة مكافئة ( $i_D = 0$ ) وبالتالي $V_0 = iR = 0V$ خلال الفترة الزمنية :

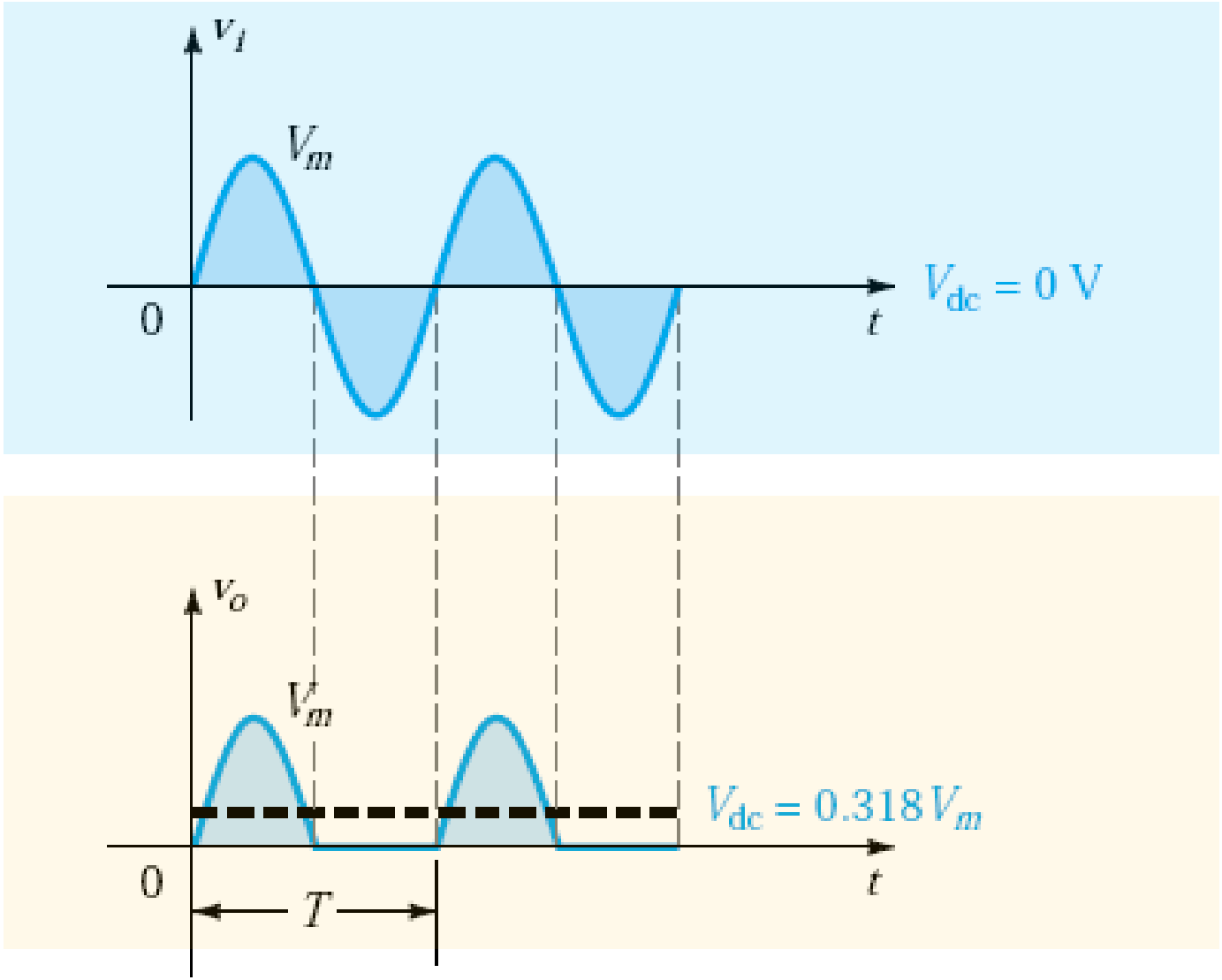
$$(t = \frac{T}{2} \rightarrow T)$$




الشكل (7.3) الدارة المكافئة في مجال القطع خلال الفترة الزمنية:

$$(t = \frac{T}{2} \rightarrow T)$$

وإشارتا الدخل $v_i$ والخرج $v_o$ مبينة في الشكل (7.4).




الشكل (7.4) إشارة التقويم النصف موجية

وإن القيمة الوسطى لإشارة الخرج يمكن تعيينها وتعطى بالعلاقة التالية:

$$V_{dc} = 0.318 V_m$$

إن عملية استبدال إشارة جيبية لتوطيد قيمة جهد مستمر تدعى عملية تقويم نصف موجة .

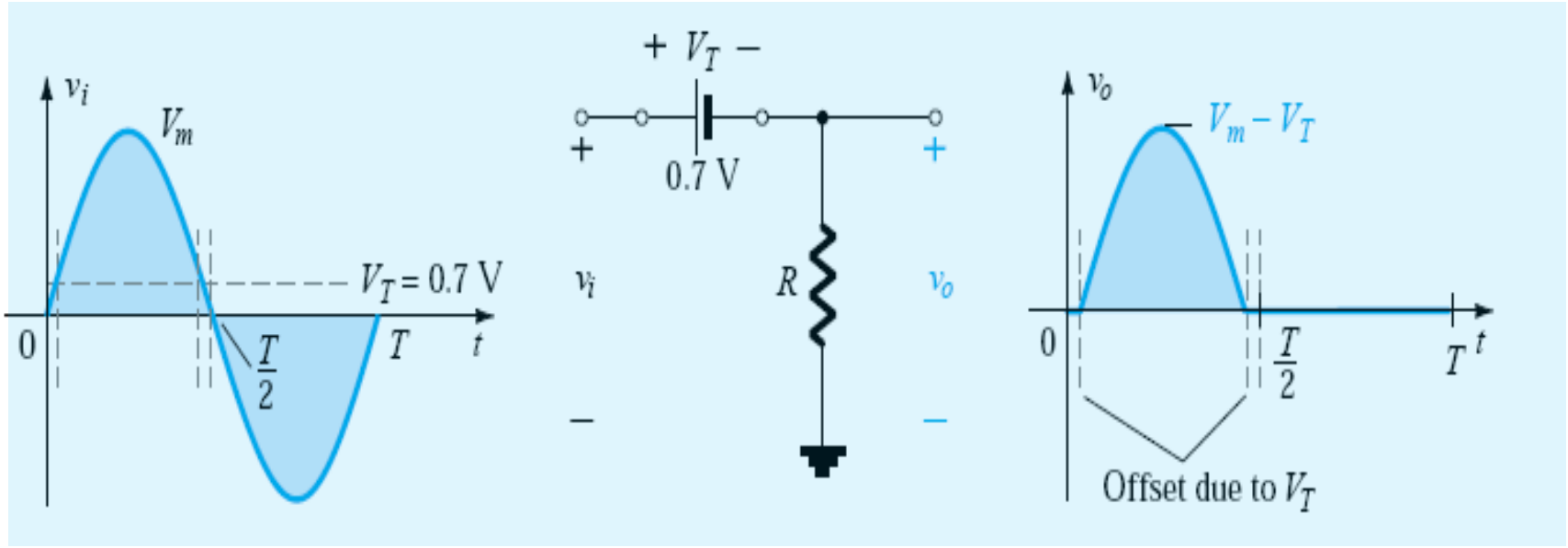
## ـ حالة ديود سيلكون

إن تأثير استخدام ديود سيلكون بجهد عتبة (توصيل) $V_T = 0.7V$ موضحة بالشكل (7.5) في مجال الانحياز الأمامي.

ولكي يبدأ الديود بالعمل (حالة التوصيل on) فإن مطال إشارة الجهد الدخل يجب أن يساوي على الأقل $V_T = 0.7V$ .

من أجل $V_i < 0.7V$ فالديود يبقى في حالة قطع (دارة مفتوحة off ) و $v_o = 0V$ كما هو موضح بالشكل (7.5) .

وفي حالة التوصيل فإن إشارة الخرج تساوي $v_o = v_i - V_T$ كما هو موضح بالشكل (7.5).




الشكل (7.5 ) تأثير جهد توصيل الديود $V_T = 0.7V$ على إشارة الخرج

وبالتالي فالتأثير هو تخفيض إشارة الخرج الموجبة وكذلك تخفيض قيمة جهد الخرج المستمر ($dc$) الناتج من دارة التقويم.

وبالتالي من أجل $V_m >> V_T$ فإن قيمة جهد الخرج المستمر تعطى بالعلاقة:

$$V_{dc} = 0.318(V_m - V_T)$$

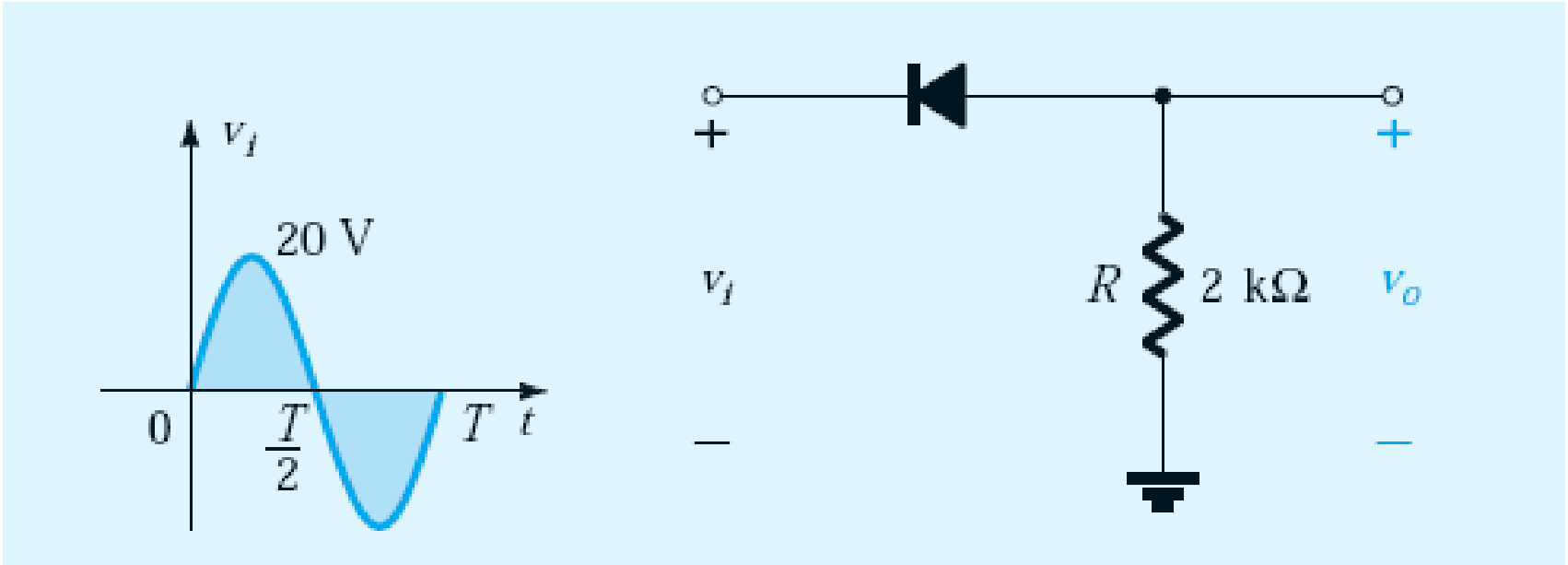


Dr.Sadek pro

## مثال (7.1)

a) ارسم إشارة جهد الخرج $v_o$ وعين قيمة جهد الخرج المستمر $V_{dc}$ لدارة التقويم الديود المثالي المبينة بالشكل (7.6a).

b) كرر الطلب (a) إذا استبدل الديود المثالي بديود سيلكون.




الشكل (7.6a) دارة التقويم

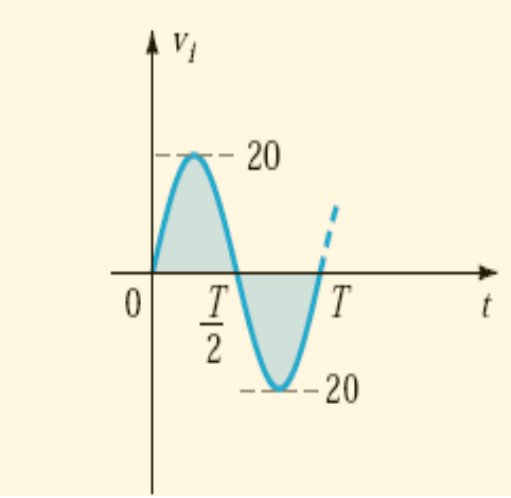
## الحل:

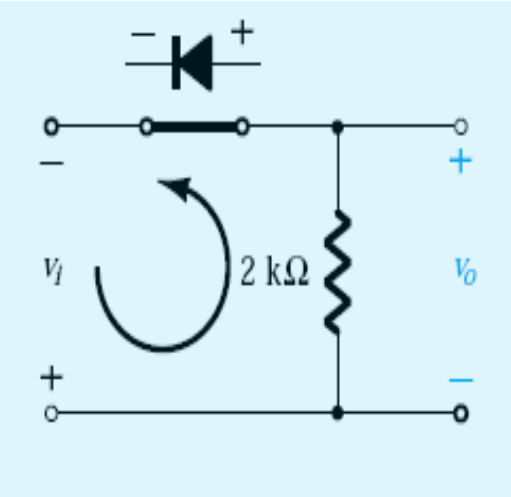
يكون الديود في حالة توصيل عند تطبيق الجزء السالب من إشارة الدخل كما هو موضح بالشكل (E7.16b). ويكون شكل إشارة الخرج كما هو مبين بالشكل،

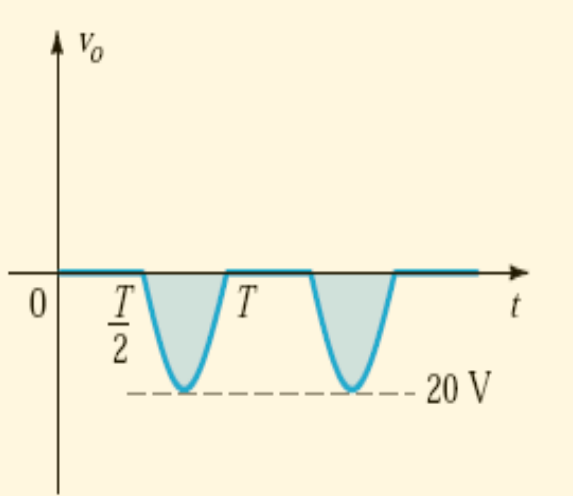
وقيمة جهد الخرج المستمر :

$$V_{dc} = -0.318V_m = -0.318(20) = -6.36V$$

والإشارة السالبة تشير إلى أن قطبية إشارة جهد الخرج بعكس قطبية إشارة الدخل.



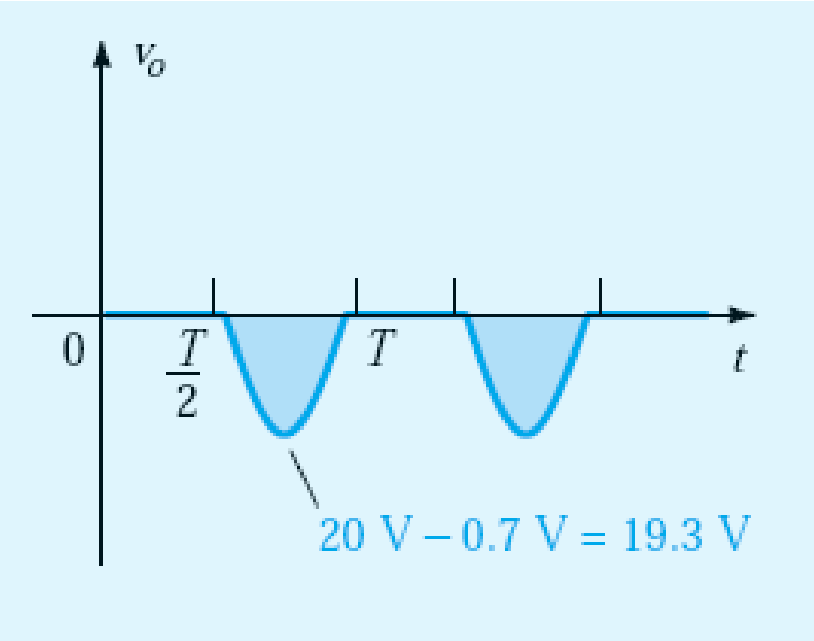

الشكل (E7.6b) إشارة جهد الخرج $v_o$ الناتجة عن دارة التقويم المبينة بالشكل (E7.6a)



Dr.Sadek pro

باستخدام ديود السيلكون فإن إشارة جهد الخرج $V_o$ تكون كما في الشكل (E7.6c) و جهد الخرج المستمر $V_{dc}$ يساوي:

$$V_{dc} = -0.318(V_m - 0.7) = 0.318(19.3) = -6.14V$$




الشكل (E7.6c) تأثير جهد التوصيل $V_T = 0.7V$ على إشارة جهد الخرج $V_o$



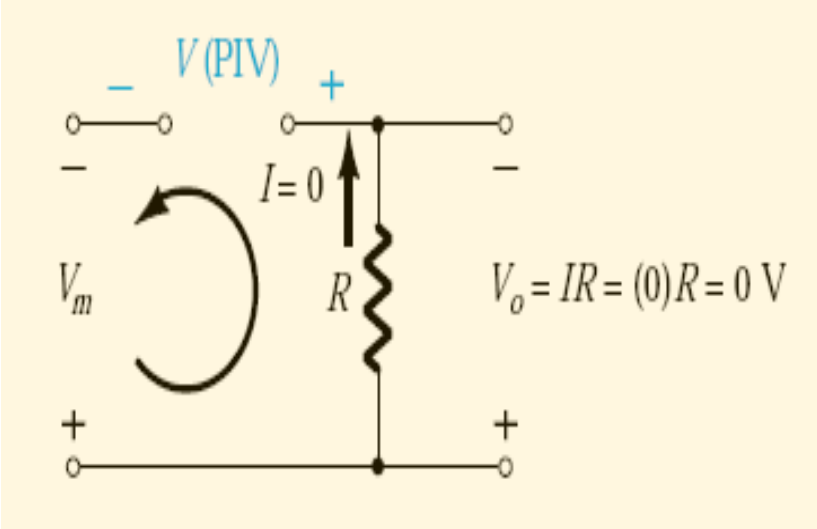
Dr.Sadek pro

# 7.2 جهد القمة العكسي ($PIV$) للديود

إن تقدير القيمة العظمى للجهد العكسي مهمة في تصميم نظام التقويم، حيث الجهد العكسي يجب أن لا يتجاوز قيمة جهد زينر (جهد الانهيار).

فالقيمة $PIV$ من أجل تقويم النصف موجي يمكن تحديدها من دارة التقويم في الشكل (7.7) والتي تبيّن ديود في حالة انحياز عكسي لدارة التقويم في الشكل (7.1).

بتطبيق قانون كيرشوف للجهد فإن قيمة $PIV$ للديود يجب أن تساوي أو تكون أكبر من القيمة العظمى لإشارة الجهد المطبق $V_m$ ، أي أن: $PIV \geq V_m$




الشكل (7.7) دارة تحديد قيمة $PIV$ لمقوم نصف موجي

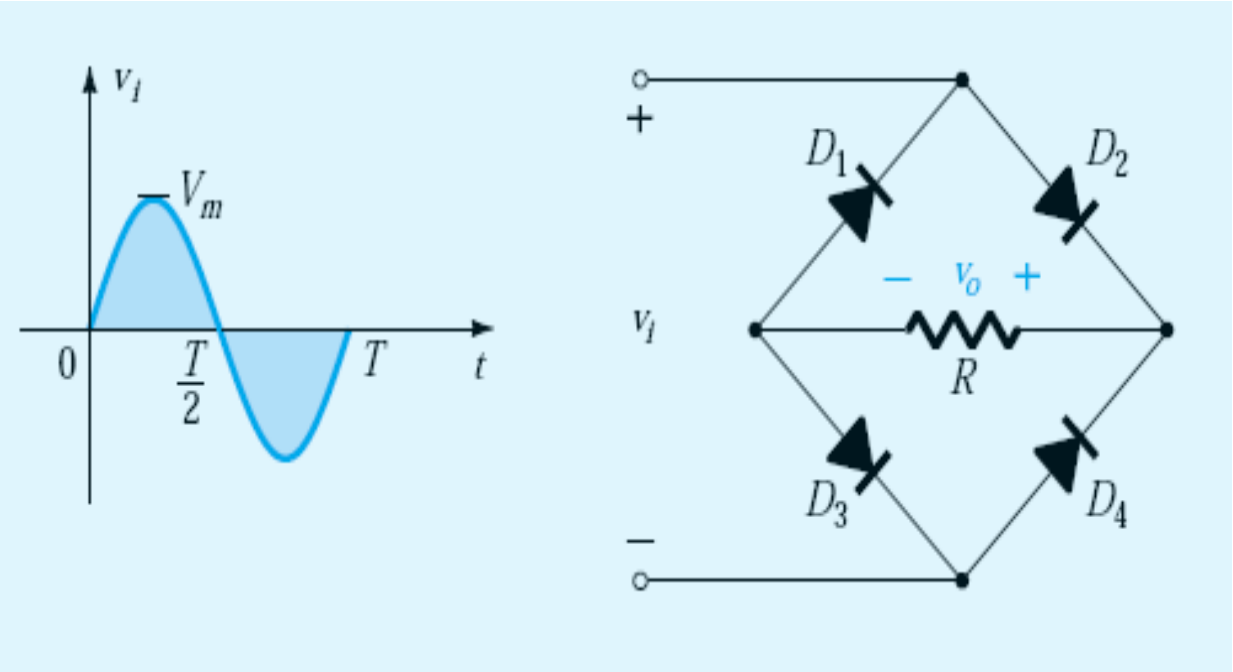


Dr.Sadek pro

## 7.3 تقويم موجة كاملة

### 7.3.1 المقوم الجسري

إن الحصول على جهد خرج مستمر $V_{dc}$ بنسبة 55% من إشارة دخل جيبية يكون ممكناً باستخدام مقوم الموجة الكاملة. ودارة التقويم المستخدمة لهذا الغرض هي دارة المقوم الجسري الموضحة بالشكل (7.8).




الشكل (7.8) دارة المقوم الجسري لتقويم الموجة الكاملة

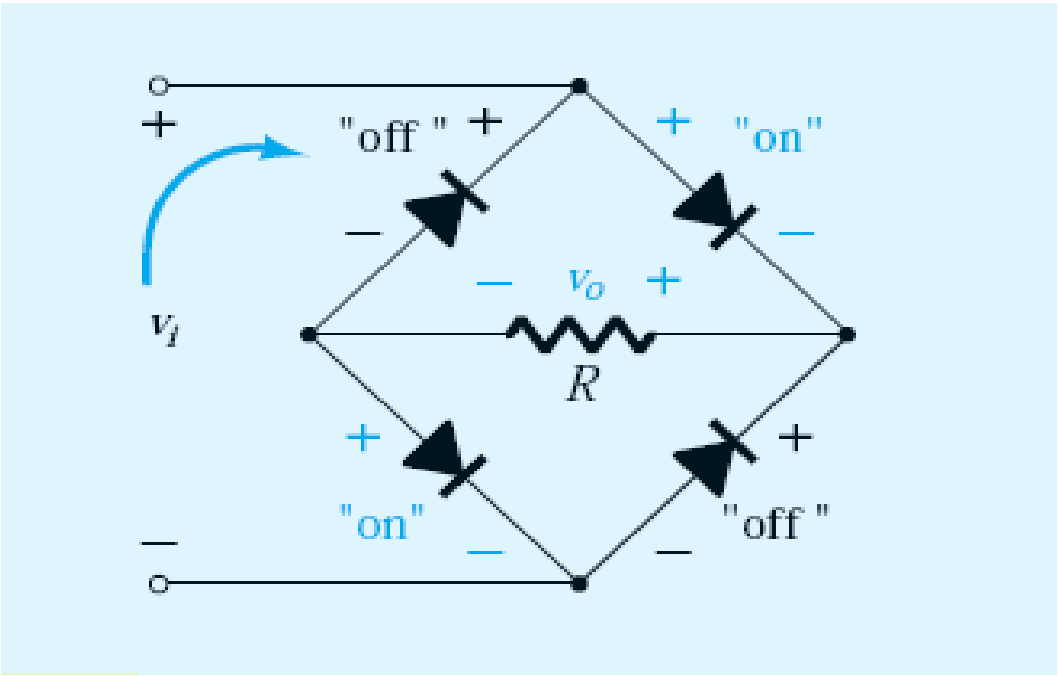


Dr.Sadek pro

## ـ حالة ديودات مثالية

إن دارة المقوم الجسري تحتوي أربعة ديودات ومقاومة حمل $R$ كما هو موضح بالشكل (7.9).

خلال الفترة الزمنية: $t = o \rightarrow \frac{T}{2}$ ، تكون قطبية إشارة الدخل مبينة بالشكل (7.9).




الشكل (7.9) قطبية إشارة الدخل خلال الفترة الزمنية ( $t = o \rightarrow \frac{T}{2}$ ) وحالات الديودات في جسر التقويم

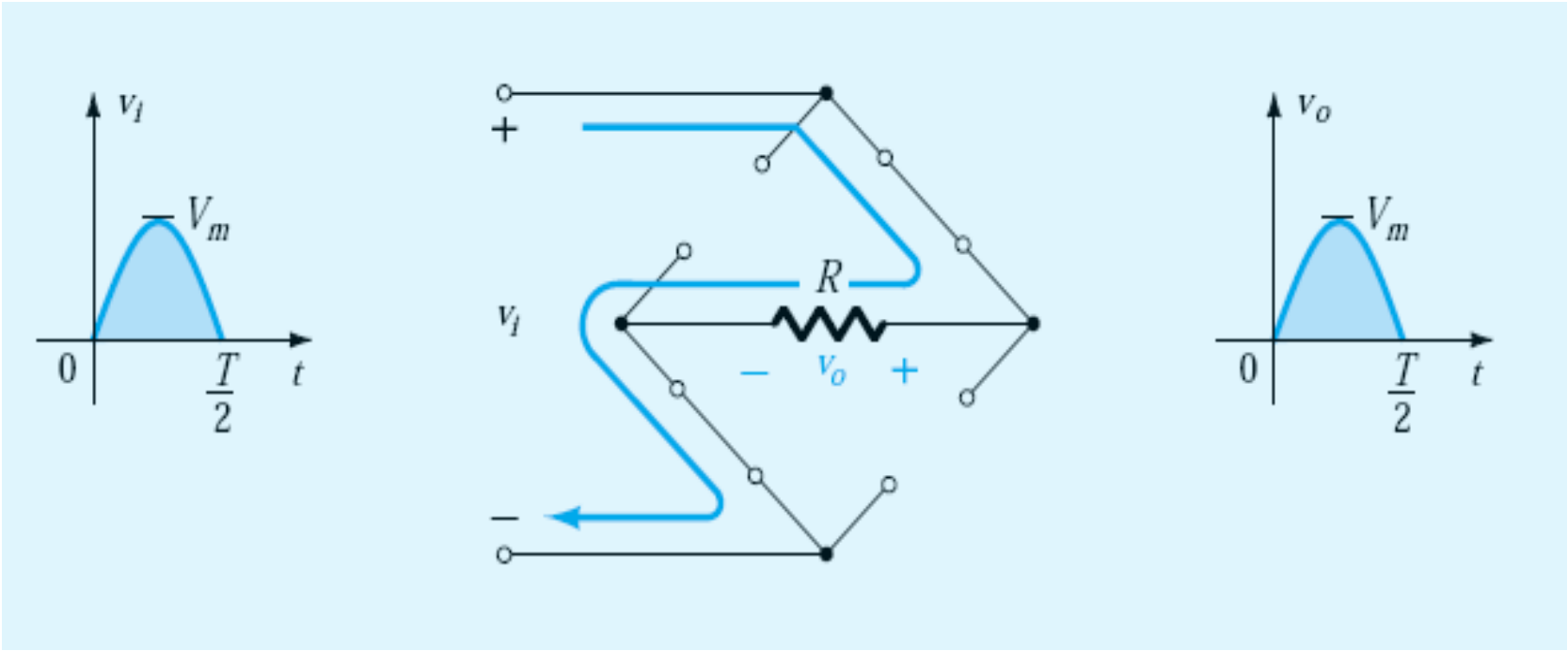
وقطبية الديودات المثالية مبينة بالشكل (7.9)، حيث تبيّن أنّ كل من الديودين $D_2$ و $D_3$ في حالة توصيل on، بينما الديودان $D_1$ و $D_4$ في حالة قطع (off).

وبالتالي نحصل على مسار التوصيل من أجل القسم الموجب لإشارة الدخل $v_i$ كما هو موضح بالشكل (7.10) والذي يبيّن التيار المار في المقاومة $R$ وقطبيتها.

وبما أن الديود مثالي فإن جهد الحمل (جهد الخرج) يساوي جهد الدخل، أي أن $v_o = v_i$ كما هو مبيّن بالشكل(7.10).

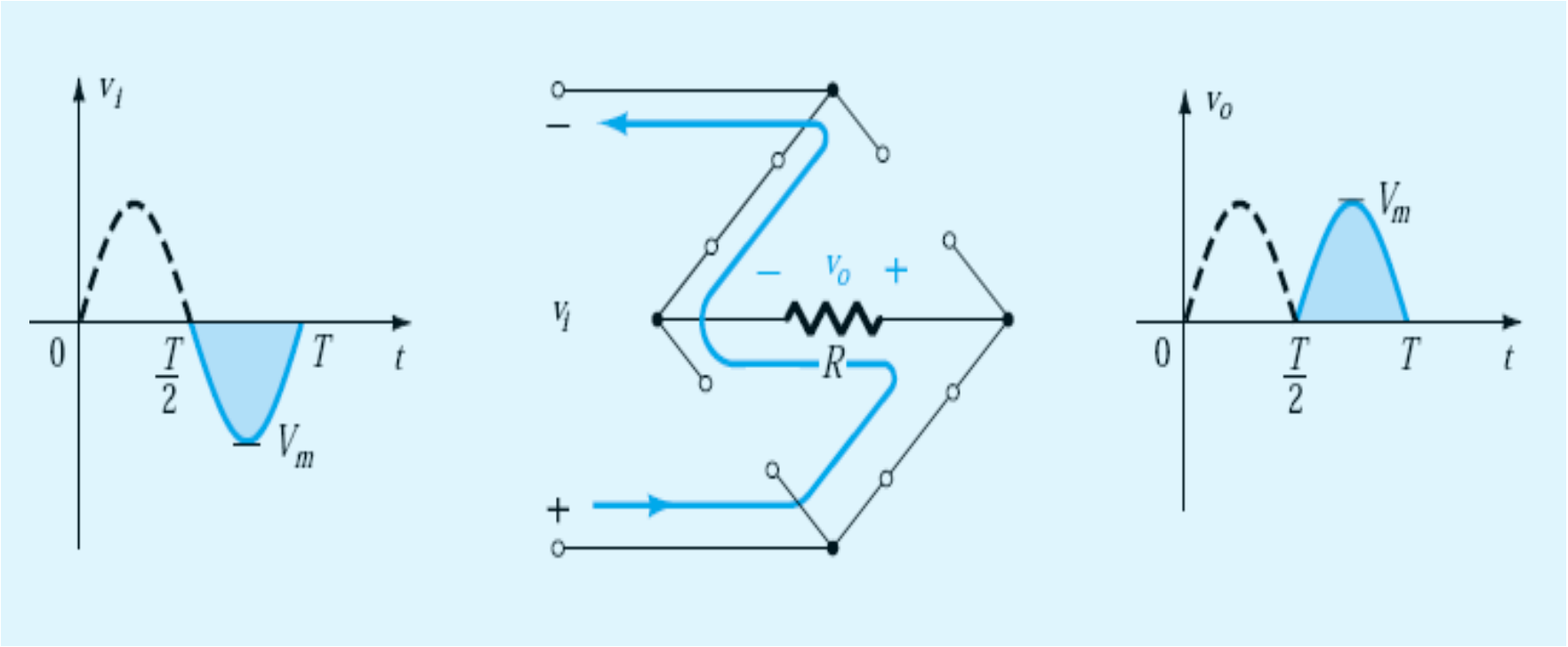


Dr.Sadek pro




الشكل (7.10) مسار التوصيل في دارة جسر التقويم من أجل القسم الموجب لإشارة الدخل $V_i$

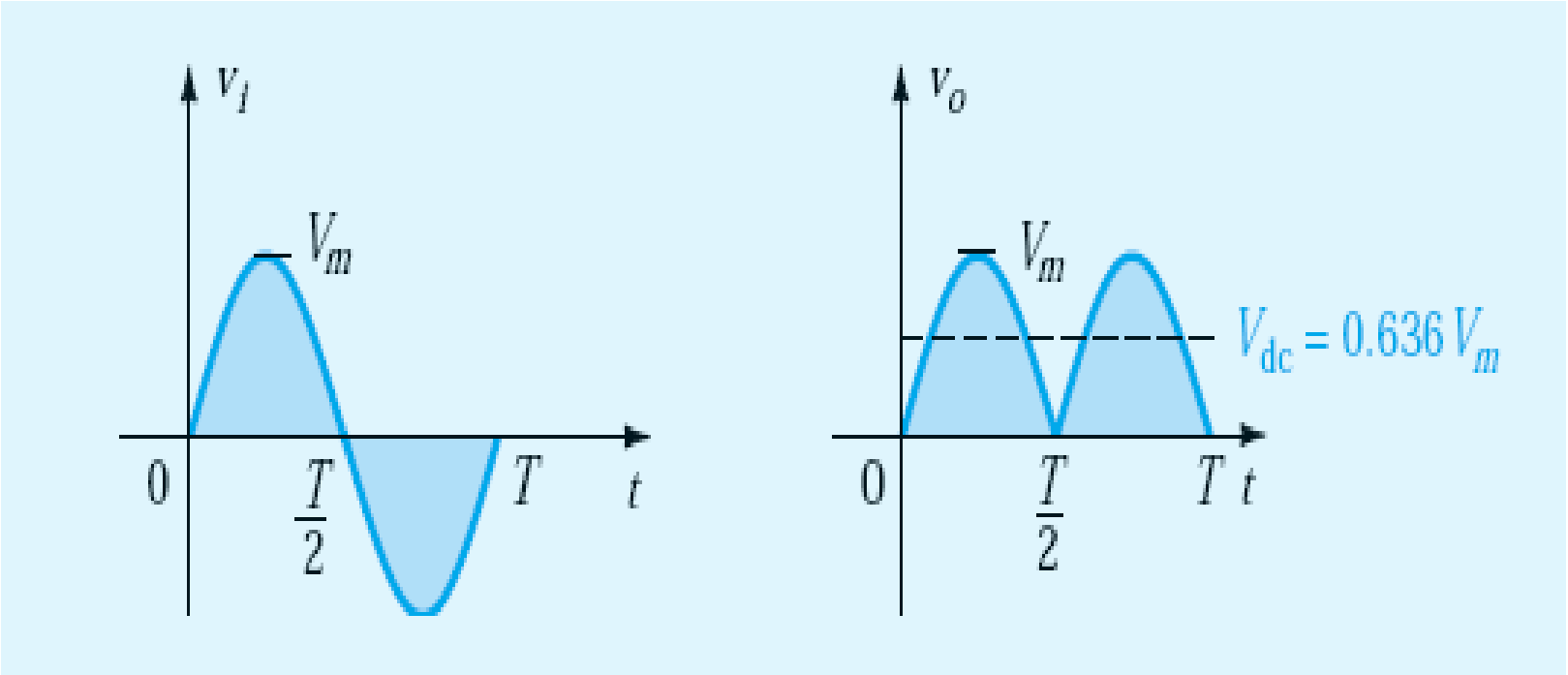
- أما في حالة القسم السالب لإشارة الدخل $V_i$ فإن ديودي التوصيل هما $D_1$ و $D_4$ كما هو موضّح بالشكل (7.11).




الشكل (7.11) مسار التوصيل في دارة جسر التقويم من أجل القسم السالب لإشارة الدخل $V_i$

والنتيجة الهامة هي أن قطبية مقاومة الحمل هي نفسها في الشكل (7.10)، وبالتالي ينتج جهد نصف موجة ثانية كما هو موضح بالشكل (7.11).

وبالتالي خلال دورة كاملة فإن إشارتي جهدي الدخل والخرج سوف تظهران كما هو مبيّن في الشكل (7.12).




الشكل (7.12) موجتا الدخل والخرج في مقوم الموجة الكاملة



Dr.Sadek pro

وبما أن مساحة موجة الخرج من أجل دورة كاملة تساوي ضعفي مساحة موجة الخرج لمقوم نصف موجة، وبالتالي فإن قيمة الجهد المستمر $V_{dc}$ تساوي ضعفي قيمة الجهد المستمر لمقوم نصف موجة. أي أن:

$$V_{dc} = 2(0.318V_m) = 0.636V_m$$



Dr.Sadek pro

## - حالة ديود سيلكون

إذا استخدمت ديودات سيلكون بدلاً عن الديودات المثالية كما في الشكل (7.13) ، فإنه يتم الأخذ بعين الاعتبار $V_T=0.7\ V$ من أجل ديود السيلكون.

بتطبيق قانون كيرشوف للجهد $KVL$ حول مسار التوصيل المغلق المبيّن بالشكل نستنتج:

$$v_i - V_T - v_O - V_T = 0$$

ومنه نجد:

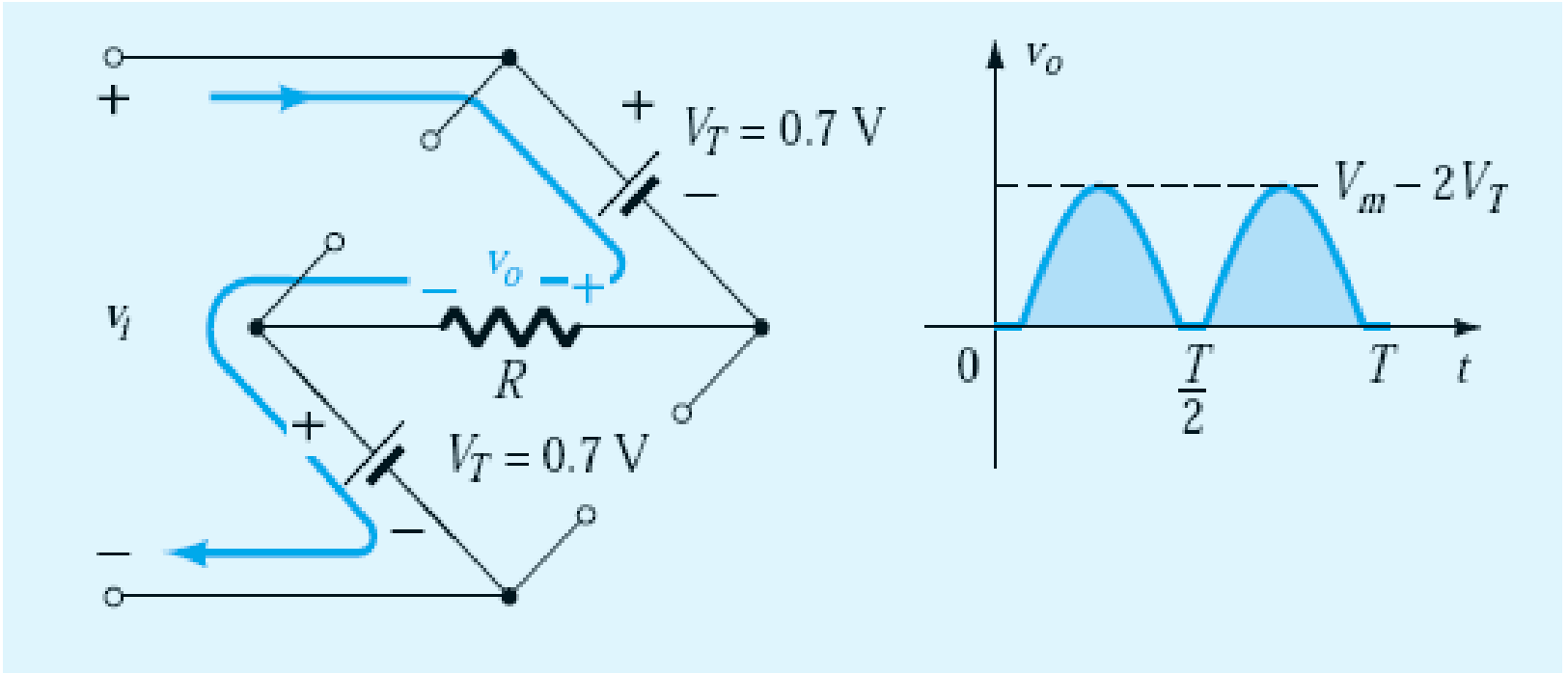
$$v_O = v_i - 2V_T$$

وبالتالي فإن جهد قمة إشارة الخرج $V_o$ تساوي:

$$v_{o\max} = V_m - 2V_T$$

وكذلك قيمة جهد الخرج المستمر $V_{dc}$ يساوي:

$$V_{dc} = 0.636(V_m - 2V_T)$$




الشكل (7.13) المقوم الجسري المكون من ديودات سيلكون

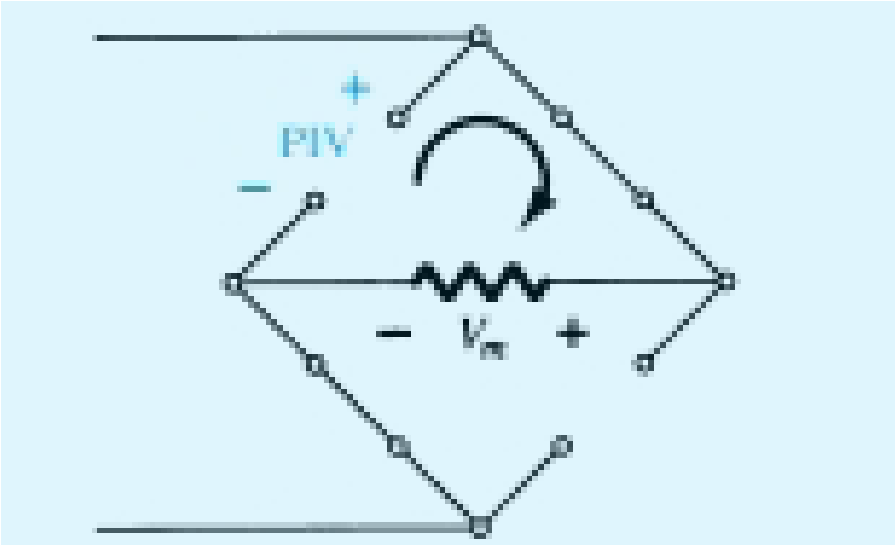


Dr.Sadek pro

## جهد القمة العكسية (*PIV*)

إن قيمة *PIV* لكل ديود يمكن تعيينها من الشكل (7.14) عند قمة إشارة الدخل الموجبة. فمن أجل الحلقة المغلقة المبينة فإن قيمة الجهد العظمى بين طرفي المقاومة تساوي $V_m$ وبالتالي قيمة *PIV* تساوي:

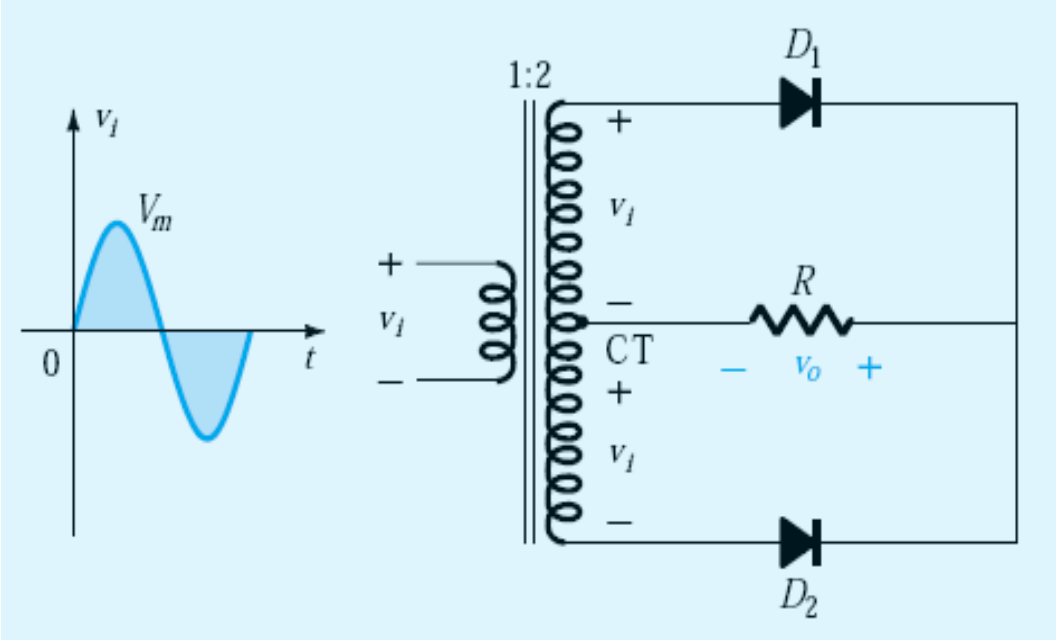
$$PIV \geq V_M$$




الشكل (7.14) تعيين قيمة *PIV* في جسر التقويم

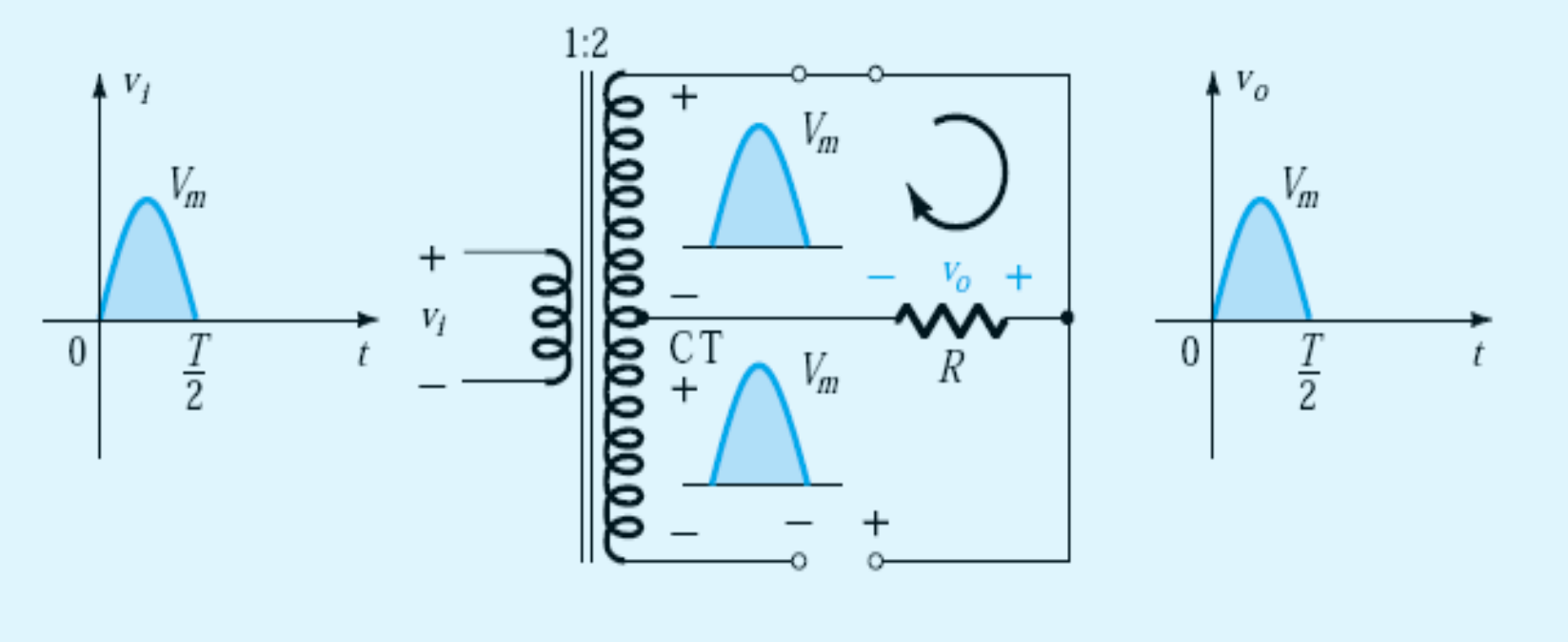
## 5.4 مقوم موجة كاملة مكون من محولة ذات نقطة وسطى وديودين

يبيّن الشكل (7.15) مقوم موجة كاملة، ويتكون المقوم من محولة ذات نقطة وسطى توطد إشارة جهد دخل $v_i$ على طرفي كل جزء من ثانوية المحولة، وديودين $D_1$ و $D_2$ ومقاومة الخرج $R$ حيث تظهر إشارة جهد الخرج $v_o$ بين طرفيها.




الشكل (7.15) مقوم موجة كاملة مكون من محولة ذات نقطة وسطى

عندما يطبق الجزء الموجب من إشارة جهد الدخل $v_i$ على أولية المحولة ، فإن دارة المقوم تبدو كما هو مبين بالشكل (7.16) حيث الديود $D_1$ يبدو دارة مقصورة مكافئة (حالة توصيل on) والديود $D_2$ يبدو دارة مفتوحة مكافئة (حالة قطع off).

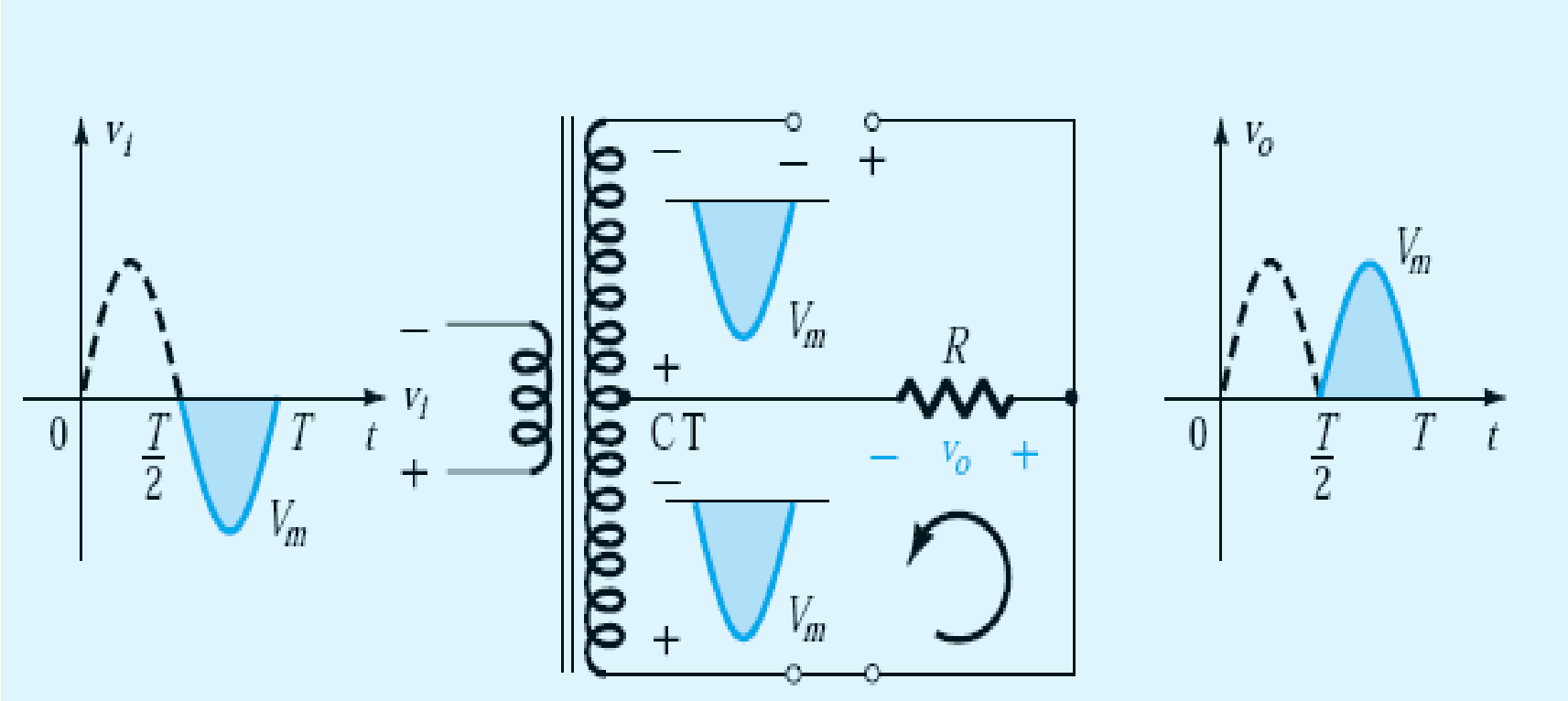



الشكل (7.16) حالات ديودات دارة المقوم من أجل الجزء الموجب لإشارة جهد الدخل $v_i$



Dr.Sadek pro

وعند تطبيق الجزء السالب من إشارة الدخل، فإن دارة المقوم تبدو كما في الشكل (7.17). فإنه يتم عكس حالتي الديودين ولكن يتم الحفاظ على نفس قطبية جهد مقاومة الحمل $R$، وبالتالي فإن التأثير النهائي هو أن إشارة جهد الخرج تكون نفسها في الحالتين كما في الشكل (7.17) ونفس قيمة جهد الخرج المستمر $V_{dc}$ .



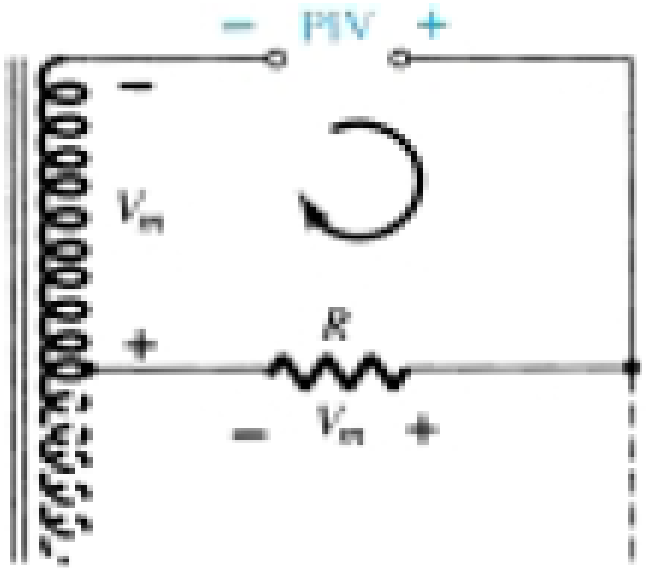

الشكل (7.17) حالات ديودات دارة المقوم من أجل الجزء السالب لإشارة جهد الدخل $V_i$



Dr.Sadek pro

## جهد القمة العكسية (PIV)

إن الدارة الموضحة بالشكل (7.18) تساعد في تعيين قيمة *PIV* من أجل كل ديود في دارة مقوم الموجة الكاملة ذي المحولة وسطية النقطة.




الشكل (7.18) تعيين قيمة ( *PIV* ) للديودات في المقوم ذي المحولة وسطية النقطة



Dr.Sadek pro

بتطبيق قانون كيرشوف للجهد *KVL* في الدارة نجد:

$$-V_{\text{sec}} + PIV - V_R = 0$$

ومنه نستنتج:

$$PIV = V_{\text{sec}} + V_R$$

وبما أن:

$$V_R = V_m$$

وكذلك

$$V_{\text{sec}} = V_m$$

وبالتالي نستنتج :

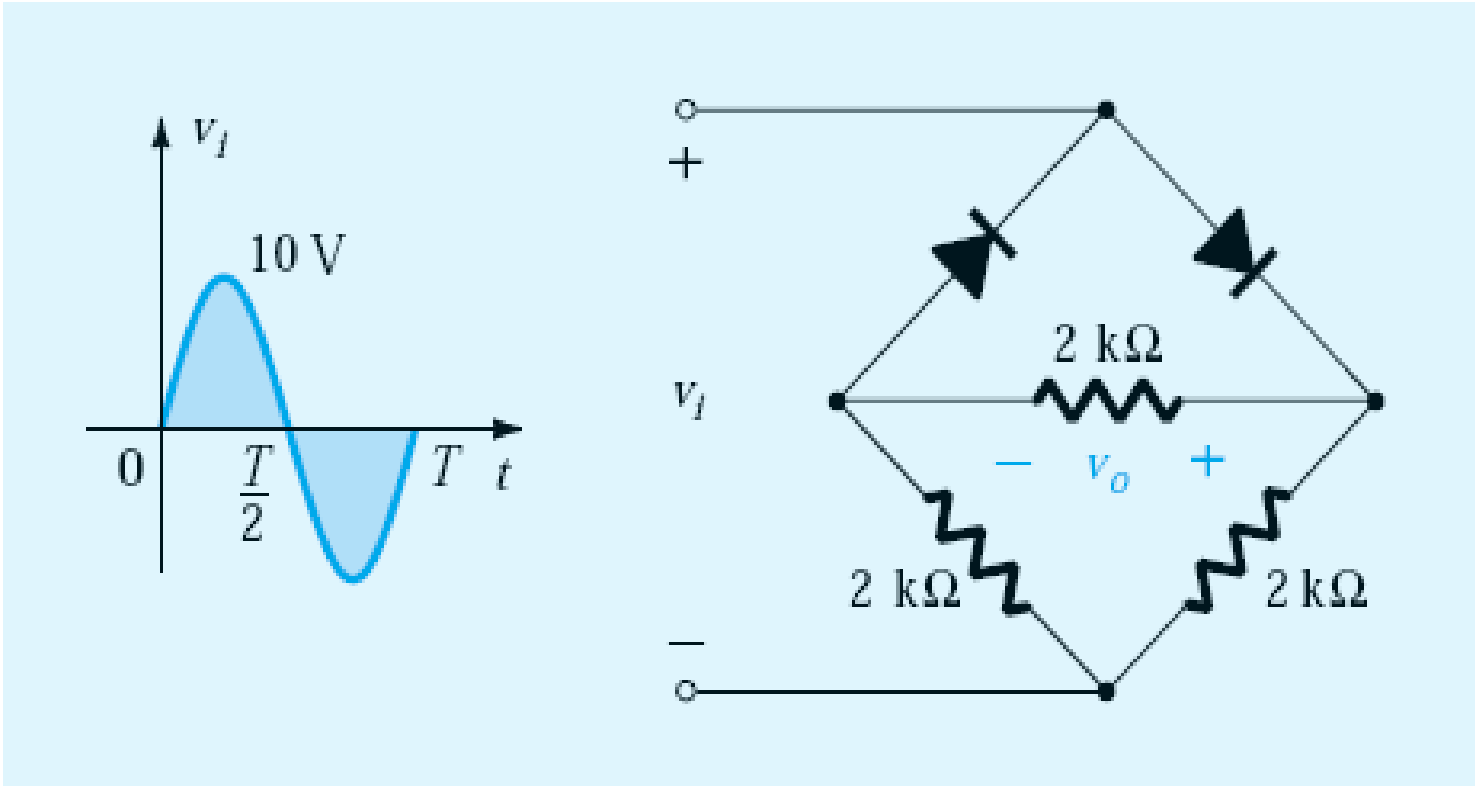
$$PIV \geq 2V_m$$



Dr.Sadek pro

## مثال (7.2)

عيّن موجة خرج الدارة المبينة بالشكل (E7.2) واحسب قيمة خرج الجهد المستمر *dc* وقيمة *PIV* لكل ديود.



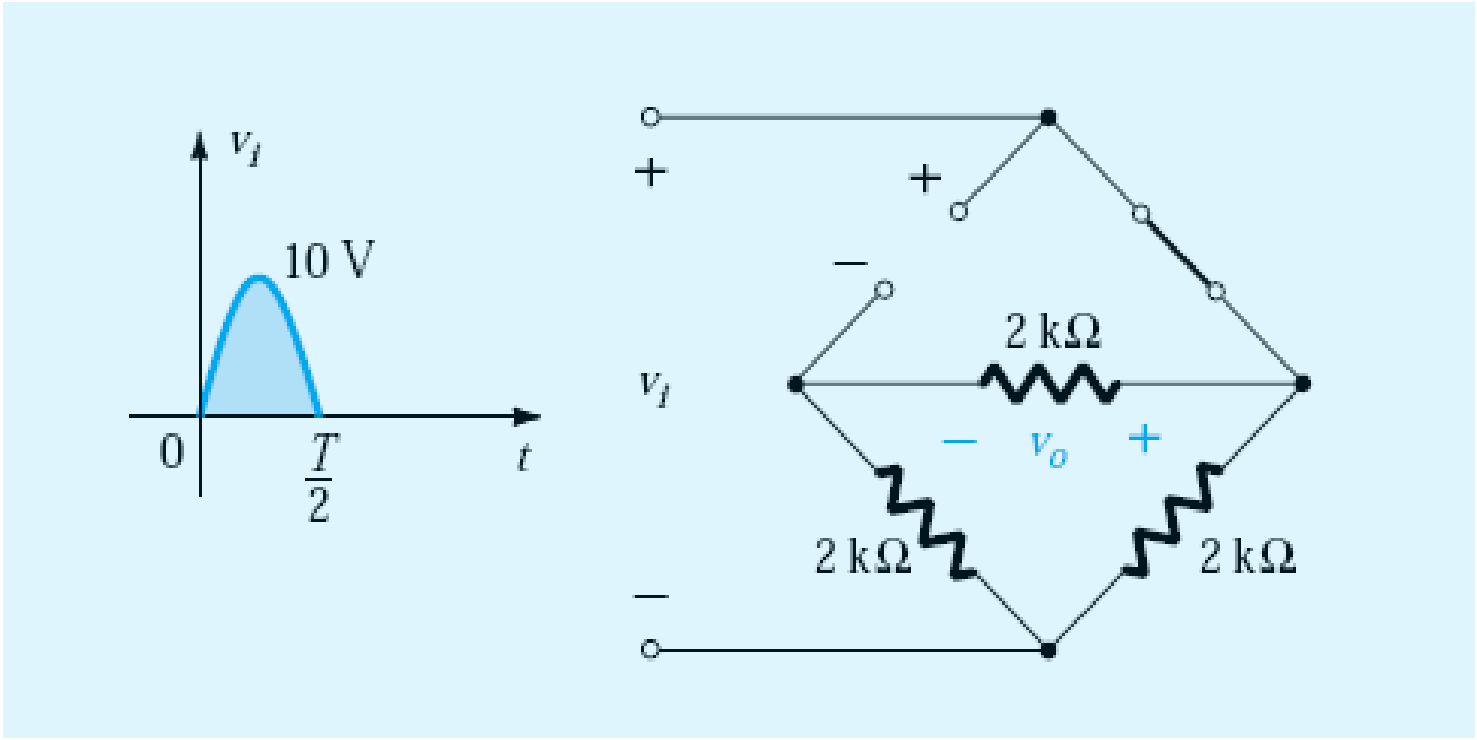

الشكل (E7.2) دارة جسر التقويم



Dr.Sadek pro

**الحل:**

إن دارة التقويم سوف تظهر كما هو مبين بالشكل (E7.2b) من أجل الجزء الموجب لإشارة الدخل $V_i$.




الشكل (E7.2b) دارة جسر التقويم من أجل الجزء الموجب لإشارة الدخل $V_i$



Dr.Sadek pro

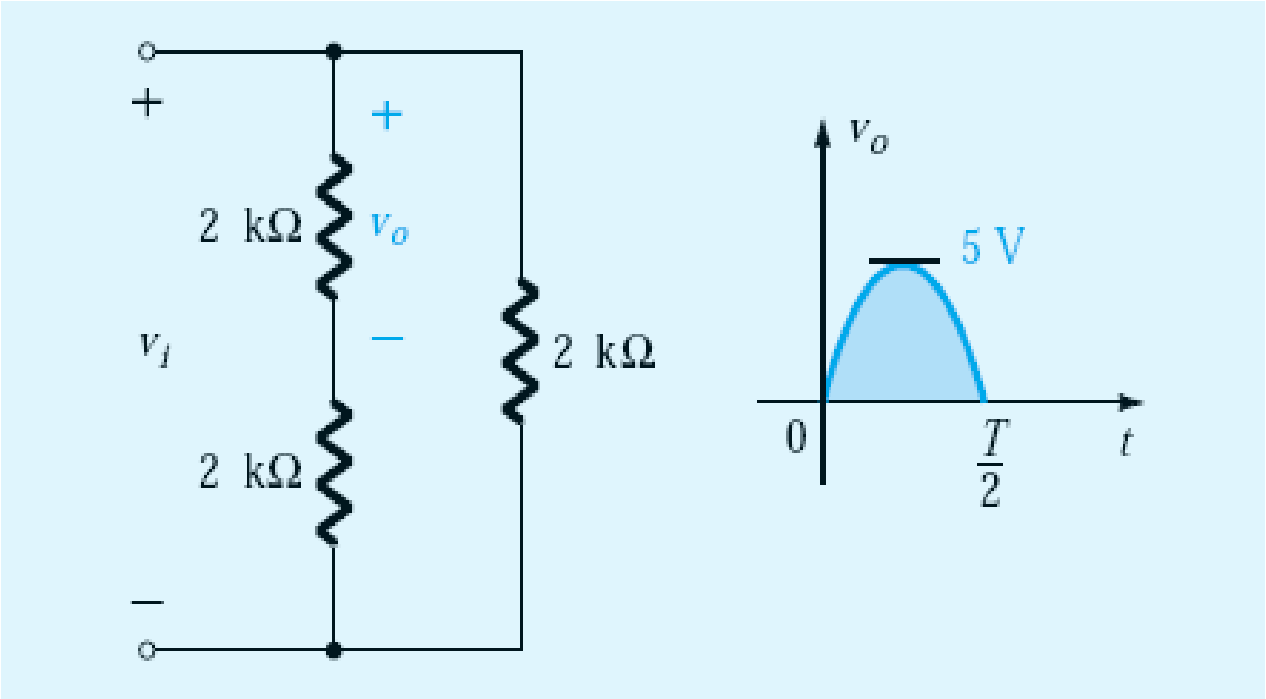
وبإعادة رسم دارة جسر التقويم كما في الشكل (E7.2c) ، و من تطبيق قانون مجزئ الجهد ( *VDR* ) نجد أن:

$$V_O = \frac{1}{2}V_i$$

أو

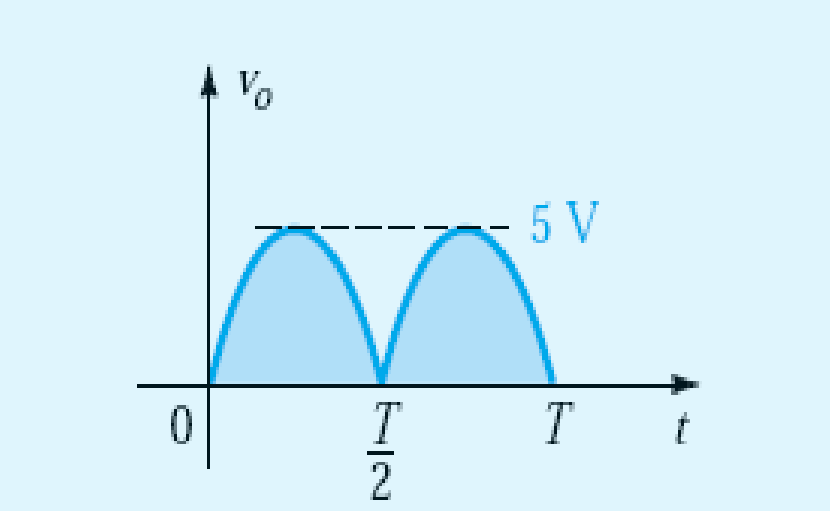
$$V_{O\max} = \frac{1}{2}V_{i\max} = \frac{1}{2}(10) = 5V$$

وإشارة الخرج موضحة بالشكل (E7.17c).




الشكل (E7.2c) إعادة رسم دارة جسر التقويم وإشارة الخرج $V_o$

أما من أجل الجزء السالب لإشارة الدخل فإنه يتبادل الديودان الحالات حيث تظهر إشارة الخرج $v_o$ كما في الشكل (E7.2d).




الشكل (E7.2d) إشارة خرج جسر التقويم

إن قيمة الجهد المستمر $dc$ لإشارة الخرج تساوي:

$$V_{dc} = 0.636(V_m) = 0.636(5V) = 3.18V$$

و تعيّن قيمة $PIV$ من العلاقة : $PIV = V_m$

والجهد الأعظمي $V_m$ بين طرفي المقاومة $R$ يساوي $5V$ .

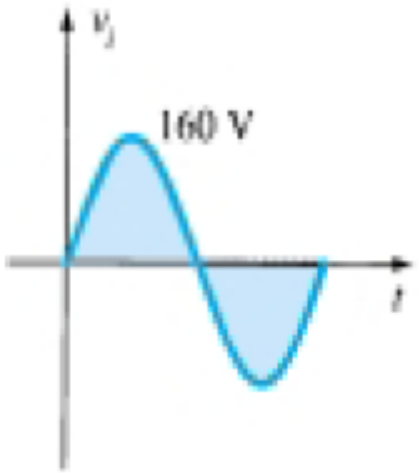
أي أن : $PIV=5V$ لكل من الديودين $D_1$ و $D_2$ .

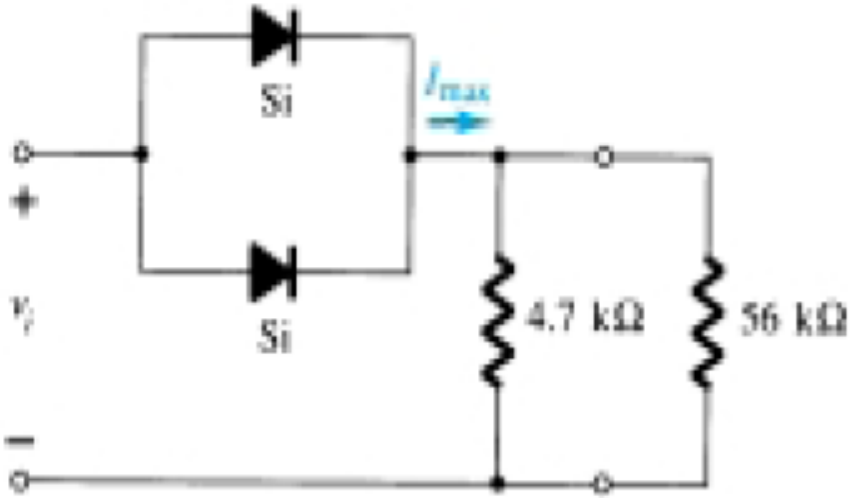

Dr.Sadek pro

# مسائل الفصل السابع

**$Q_1$** a) في الدارة المبينة بالشكل إذا كانت الإستطاعة العظمى لكل ديود تساوي $P_{max} = 14\ mW$ . عيّن شدة التيار الأعظمي المار في كل من الديودين مستخدماً نموذج الديود العملي.

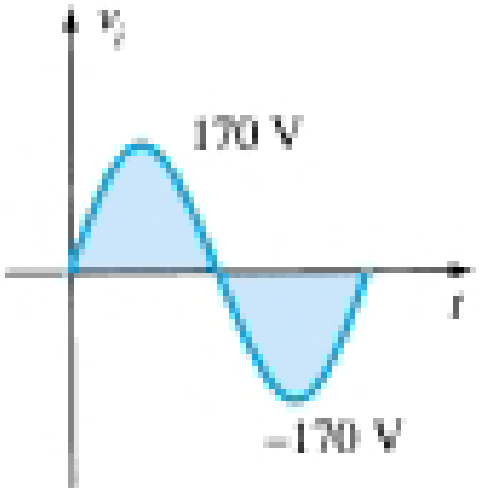
b) عيّن $I_{max}$ من أجل $V_{imax} = 160\ V$ .

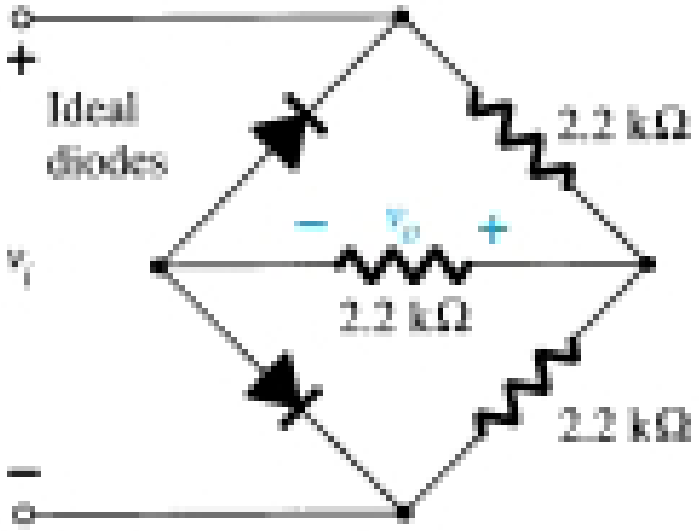


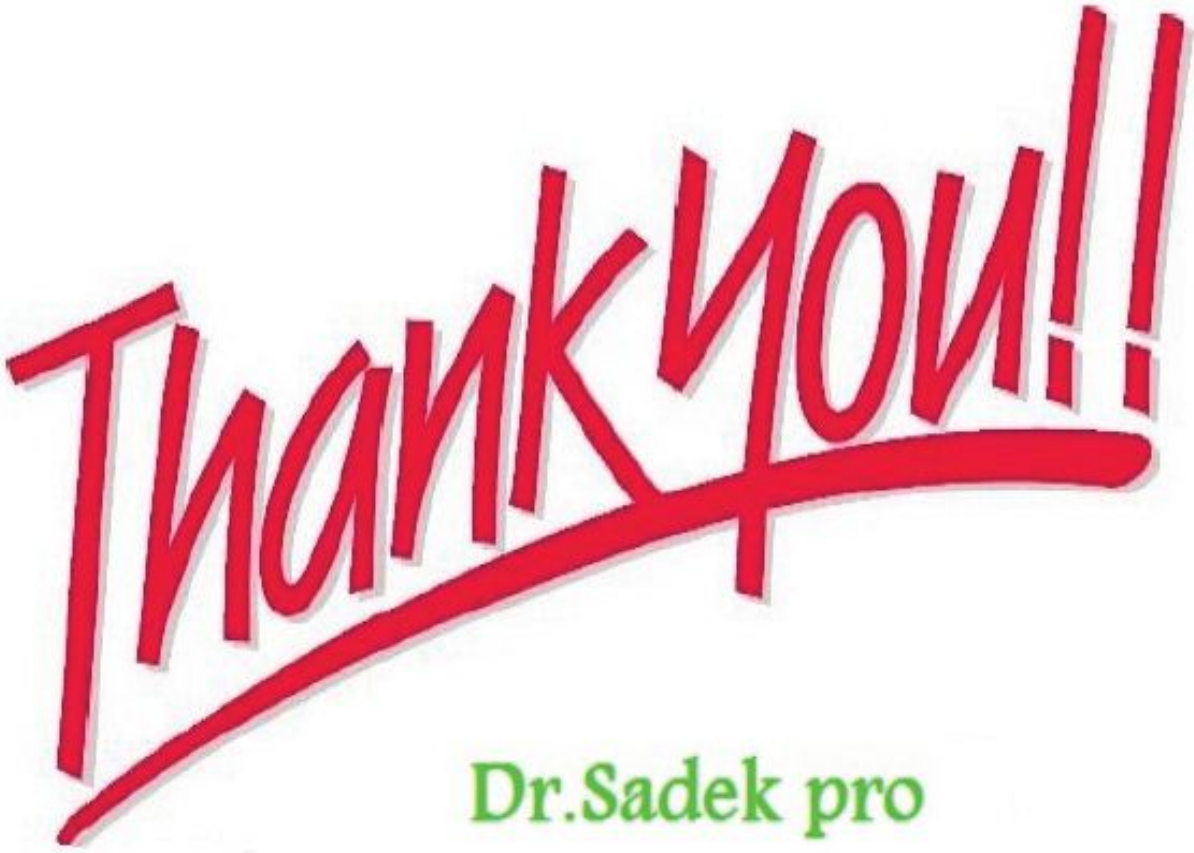

الأجوبة: a) 20mA ، b) 36.7 mA

**$Q_2$** - ارسم إشارة جهد الخرج $v_o$ للدارة المبينة بالشكل وعيّن قيمة جهد الخرج المستمر dc لإشارة الدخل $v_i$ المبينة.




الأجوبة : $v_{dc} = 36\ V$




Dr.Sadek pro

facebook

sadekpro

sadek berro د.صادق برو

...email

sadekpro @gmail.com

MOB 0933406346