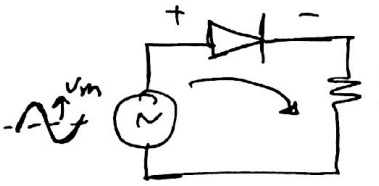
Lec ③

diode applications

Half and full wave Rectifier

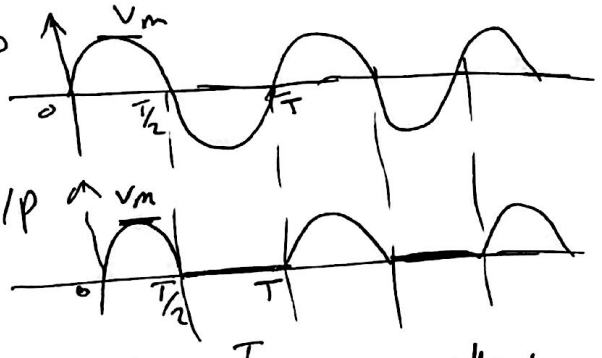
1 ⓐ half-wave Rectifier



① assume ideal diode

- The input signal is sinusoidal wave
- for +ve half cycle of signal, the diode becomes forward Bias ∴ act as short circuit (SC), and current pass through the load resistor and produce an output voltage across the load (R_L) with the same shape of input signal (+ve half cycle)
- for −ve half cycle the diode is Reverse Bias connection, So no current pass, The output at load Resistance is zero.

∴ i/p



← ideal diode

V_{avg} أو V_{out} (الجهد الكهربائي) نقيسه بالأفوميتر

$$V_{out\ average} = \frac{1}{T}\int_0^T V_m \sin\omega t\, dt = \frac{1}{T}\left[\int_0^{T/2} V_m \sin\omega t\, dt + 0\right]$$

$T = 2\pi$ for complete cycle

$$= \frac{V_m}{2\pi}\int_0^{\pi} \sin\omega t\, d\omega t = \frac{V_m}{2\pi}\left[-\cos\omega t\right]_0^{\pi} = \frac{V_m}{2\pi}[+1+1] = \frac{2V_m}{2\pi}$$

$$\boxed{V_{out} = \frac{V_m}{\pi}}$$

∴ the average Value of the output (measured By DC voltmeter) is $\frac{V_m}{\pi}$ → maximum Value of input signal

→ ⓑ For Practical diode (diode act as battery in forward)

So $V_{out(average)} = \frac{V_m - 0.7}{\pi}$ → of diode (Silicon)

$= \frac{V_m - 0.3}{\pi}$ → of diode (Germanuim)

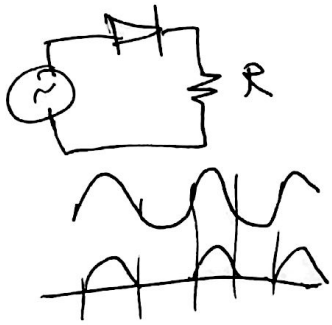
* PIV (Peak inverse Voltage) : It is the maximum value of Reverse voltage = peak value of input (ideal, Practical)

$\therefore V_{PIV} = V_{in}$

يتم تصميم الدايود بحيث يتحمل اكبر من PIV بـ 20% على الأقل تقريبا.

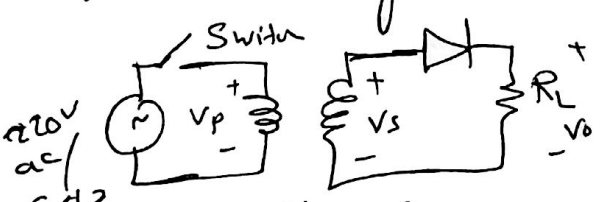
خلاصة (HWR): في نصف الموجة الموجب يكون الدايود كأنه سلك يمرر تيار ويكون الجزء على المقاومة (جهد) هو نفسه الجهد الداخل مباشرة .. أو يكون هو نفسه الجهد الداخل مطروح منه جهد الدايود $\overset{0.7}{0.3}$ لو اعتبرنا الدايود Practical بينما في نصف الموجة السالب يكون الدايود (Ideal أو Practical) عبارة عن سلك مقطوع (open) لا يمرر تيار وهكذا لا يوجد جزء على المقاومة

— ملاحظة لو قلبت الدايود فإن سيتعكس أداء الدايود وكأنه سيمرر تيار في حالة نصف السالب من الموجة ولا يمرر تيار في حالة نصف الموجب



---

b) Half wave Rectifier with transformer coupled input voltage



محول (transformer)

$V_{sec} = \left(\frac{N_{sec}}{N_{pri}}\right) V_{pri}$ $\begin{cases} V_o = V_{sec} & \text{ideal} \\ \text{or } V_{sec} - 0.7 & \text{Practical} \end{cases}$

— لو عدد لفات الملف الثانوي (sec) < عدد لفات الـ pri

دي الحاجة اللي بنروح منها الجهد الداخل

والعكس لو Nsec > Npri ∴ الجهد يزيد

— مزايا الـ Transformer :-

① Stepping down For i/p

② عزل الـ i/p (الـ 220V) عن دائرة الـ rectifier

لتقليل shock hazard خطورة الكهرباء

ملخص	Fullwave Rectifier is better for Power supply circuit than Halfwave Rectifier

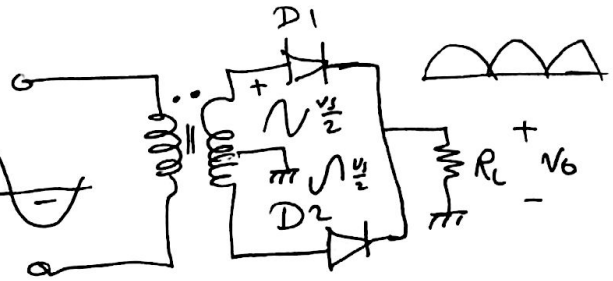
2 Full wave Rectifier : The output is twice half wave Rectifier

(a)

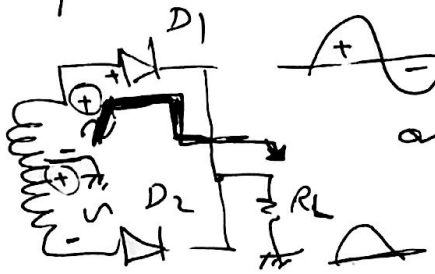
↳ for ideal diode $V_{out\,avg} = \frac{2V_m}{\pi}$

↳ " Practical - $= \frac{2V_{out}}{\pi}$

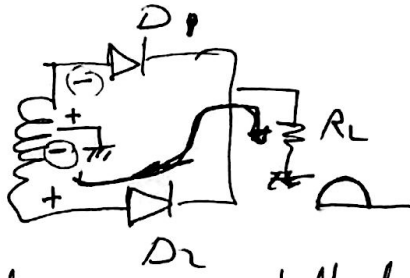
(a) FWR Center tapped rectifier



- For Positive half cycle the input polarity be as shown
  - D_1 (Forward)
  - D_2 (Reverse)
  - Current pass Through $D_1 \rightarrow R_L$



- for -ve half cycle D_1 off , D_2 ON



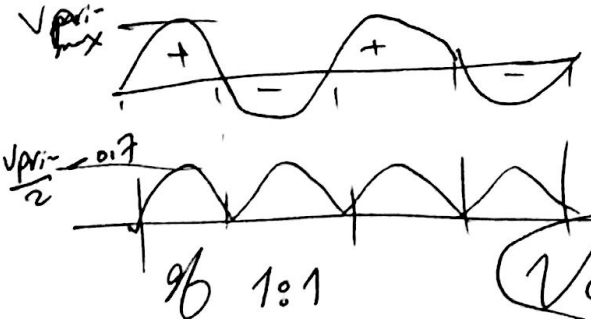
Current pass Through $D_2 \rightarrow R_L$, The o/p also in phase with +ve half cycle

$\sim \Leftarrow \sim$ Si 180° ← 2 ... Center ... top ... 2diode ... +ve

Effect of turns Ratio on o/p Voltage

* % turns Ratio of Transformer 1:1 ∴ $V_{sec} = V_{prim}$
  - → ∴ $V_{out}(R_L)$ in ideal diodes $= V_{sec}/2 = V_{prim}/2$
  - → " " " Practical $= \frac{V_{sec}}{2} - 0.7 = \frac{V_{prim}}{2} - 0.7$

* % of turns Ratio is 1:2 ∴ $V_{sec} = 2V_{prim}$
  - → V_{out} (ideal) $= \frac{V_{sec}}{2} = \frac{2V_{prim}}{2} = V_{prim}$
  - → V_{out} (practical) $= \frac{V_{sec}}{2} - 0.7 = V_{prim} - 0.7$

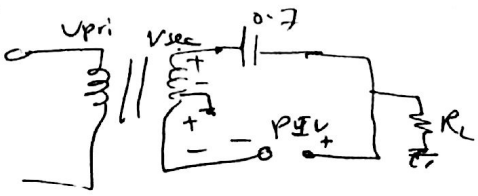


% 1:1

($V_{avg} \neq \frac{2V_{out}}{\pi}$)

... 2diode ... half wave Rectifier

How to Calc PIV in Center tap FWR



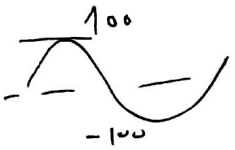
$V_{sec} = 0.7 + PIV$

$\boxed{PIV = V_{sec} - 0.7}$ → V_{sec} والـ V_{out} والـ

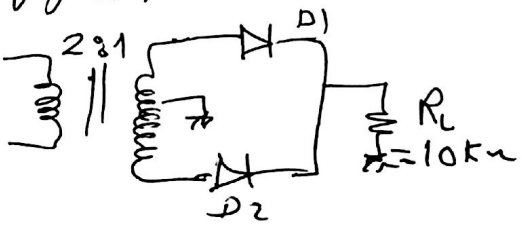
$\therefore V_{out} = \frac{V_{sec}}{2} - 0.7$ (نظرية)

$\therefore 2V_{out} + 1.4 = V_{sec}$

$\therefore \boxed{PIV = (2V_{out} + 1.4) - 0.7 = 2V_{out} + 0.7}$

Ex 

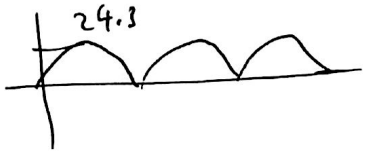
draw the waveform across R_L and across half of each the secondary winding of 100 v peak Sine wave is applied & Find PIV



Sol $V_{sec} = (\frac{1}{2}) V_p = 50V$

$\frac{V_{sec}}{2} = 25V$

→ V_{out} (practical) $= \frac{V_{sec}}{2} - 0.7$



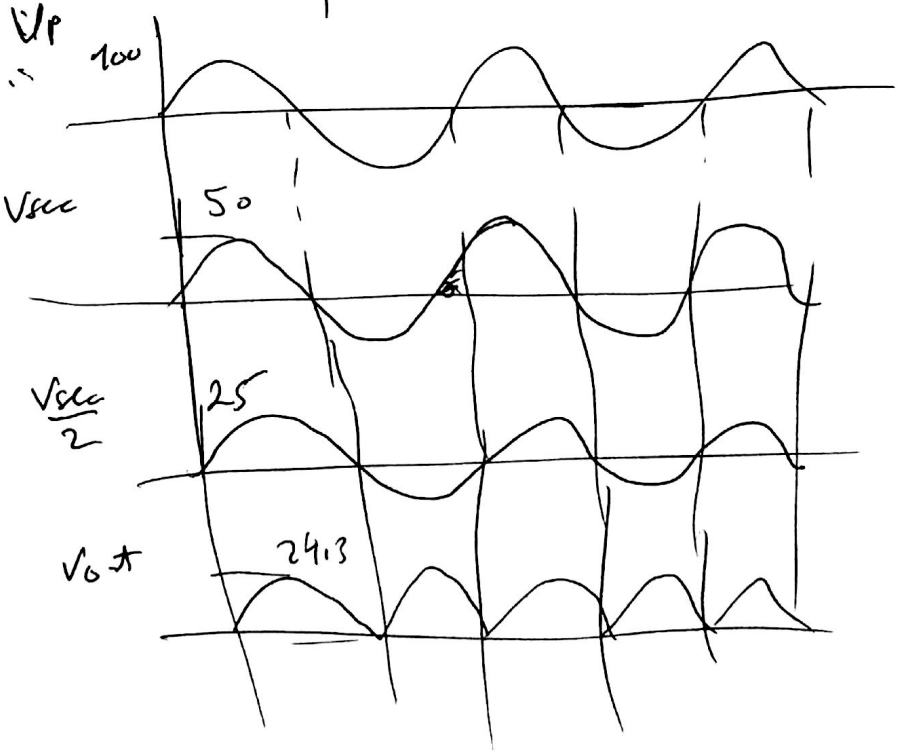
→ PIV

$= V_{sec} - 0.7$

$= 50 - 0.7 = 49.3V$

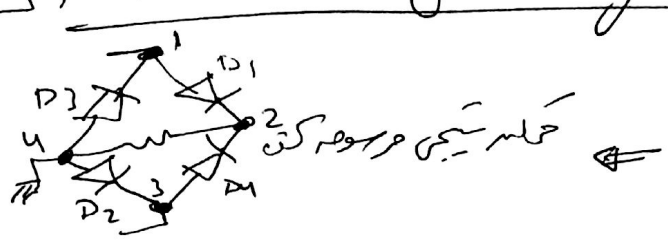
$PIV = 2V_{out} + 0.7$

$= 2 \times 24.3 + 0.7 = 49.3V$



2-

b Full Wave Rectifier Using bridge



(1) during +ve half cycle (ideal بافتراض الدايود)

تدخل نصف الموجة الموجبة إلى النقطة 1 Node فتجد أمامها D1 Forward و D3 Reverse

فيمر التيار من D1 كأنه short ثم يصل للنقطة 2 ثم يمر في RL فيمر في RL ويخرج من النقطة 4 ويكمل دائرته إلى المحول

وتكون D3 مفتوحة (Open) وكذلك D4 Reverse

Practical الدايود له جهد عتبة 0.7 فولت

فيكون $V_{out} = V_{sec} - 1.4$ (البديهة 1.4 فولت)

(1.4 فولت) ثم يصل للنقطة 4 فتجد أمامها D3 مفتوحة من البداية فيمر في D2 ثم يخرج من النقطة 3 ثم يعود للمحول (مكونا دائرة مغلقة)

(2) during -ve half cycle

في نصف الموجة السالبة

يدخل التيار من النقطة 3 فتجد أمامه D2 Forward و D4 Reverse فيمر في D2 ثم يصل للنقطة 2 فتجد أمامها D1 Reverse و D3 Forward فيمر في RL ثم يخرج من النقطة 4 ويكمل دائرته إلى المحول

(فرضا الجهد = 0) $V_{sec} = V_{practical}$ وفرضا $V_{sec} - 1.4 = V_{practical}$

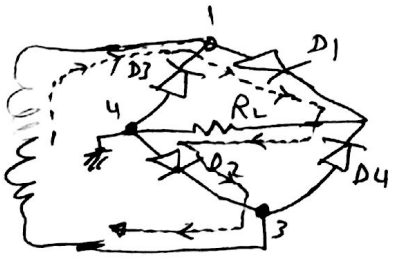
ثم يصل للنقطة 4 فتجد أمامها D2 مفتوحة من البداية فيمر في D3 ثم النقطة 1 ثم يخرج من المحول

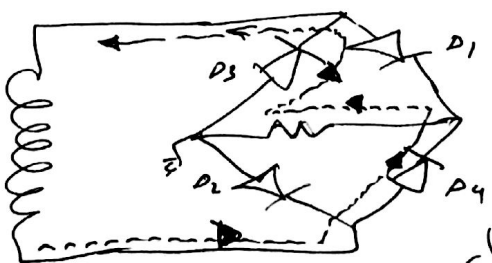
* نصفا الموجة (النصف الموجب والسالب) يصلوا في نفس الوقت تقريبا وبالتالي عند دخول أي جزء منهم يبقى فترة في diode واحد

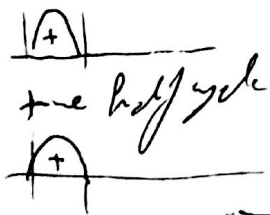
D1, D2 +ve half ← يمر فيهم

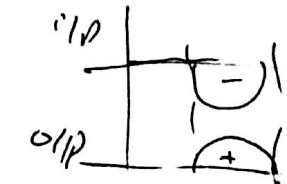
D3, D4 -ve half ↙

$$V_{out} = V_{sec} - 1.4$$ *









* ظاهريا مرور التيار في المقاومة في النصف الموجب هو نفسه في النصف السالب ولكن في الحقيقة لا يمر في الحالة السالبة لوجود 4 دايودات

How to calc PIV in FWR bridge

$V_{psec} = 0.7 + V_{PIV}$

$\Sigma V = 0 \;\therefore\; \boxed{V_{PIV} = V_{out} + 0.7}$

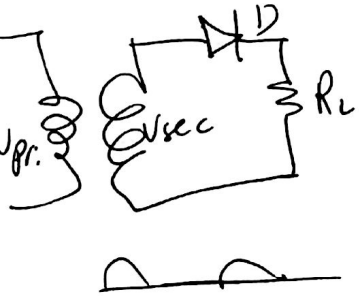
$V_{out} = V_{sec} - 1.4$

$\therefore V_{PIV} = V_{sec} + 1.4 + 0.7 \quad = V_{sec} - 0.7$

or $\boxed{V_{sec} = V_{PIV} + 0.7}$

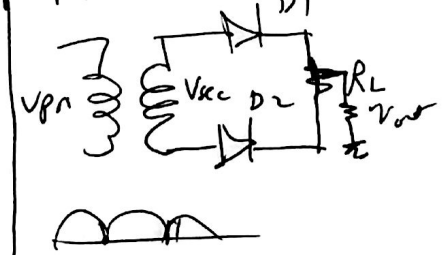
HWR

- $V_{out} = V_{sec} - 0.7$
- $V_{out\,avg} = \frac{V_{out}}{\pi}$
- $V_{PIV} = V_{sec} = N_p\,(1:1)$



FWR (centertap)

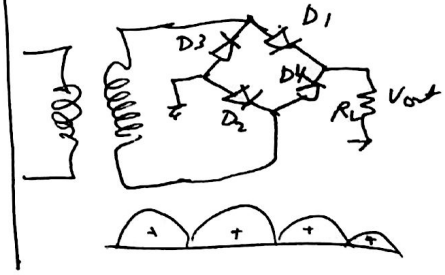
- $V_{out} = \frac{V_{sec}}{2} - 0.7$
- $V_{out\,avg} = \frac{2V_{out}}{\pi}$
- $PIV = 2V_{out} + 0.7$



$V_{PIV} = V_{sec} - 0.7$

FWR (bridge)

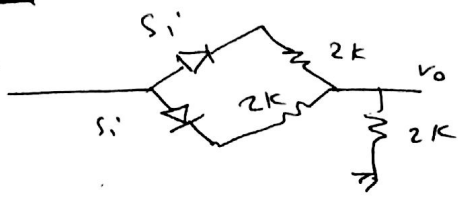
- $V_{out} = V_{sec} - 0.7 - 0.7$
- $V_{out\,avg} = \frac{2V_{out}}{\pi}$
- $V_{out} = V_{out} + 0.7$



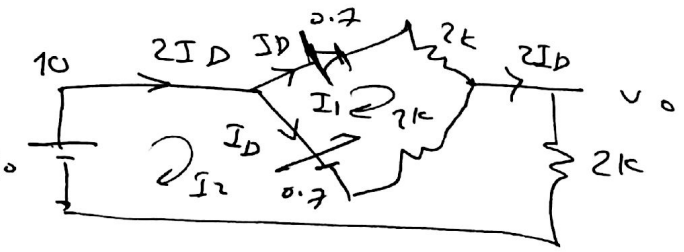
$V_{PIV} = V_{sec} - 0.7$

Example (1)

Find V_o, I_D (current of each diode)



Sol assume total current is $2I_D$



loop (1)

$-0.7 + 0.7 = I_1(2K + 2k) - 2k I_2$

$0 = 4I_1 - 2I_2$ or $I_2 = 2I_1$

loop (2) $10 - 0.7 = I_2(2+2)k - 2kI_2$

~~$9.3 = 4K I_2 - 2k I_2 = 4k I_1 - 2k(2I_1)$~~

~~$= (4 \cdot 2 I_1 - 2k \cdot 1$~~

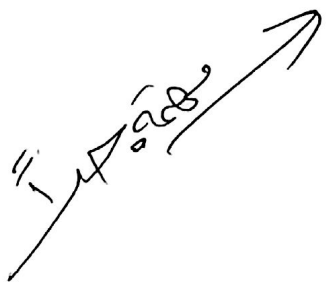
$9.3 = 4000 I_2 - 2000\left(\frac{I_2}{2}\right) = 3000 I_2$

$\therefore I_2 = \frac{9.3}{3000} = 3.1 mA$

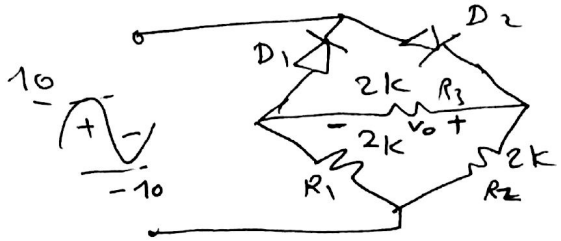
$I_1 = \frac{I_2}{2} = \frac{3.1}{2} mA = 1.55 mA$

But $I_1 = I_2$ $\therefore$ $I_D = 1.55 mA$

$V_o = [I_2 \times 2k] =$ ~~$(3.1 mA) 2K$~~ $= 6.2V$

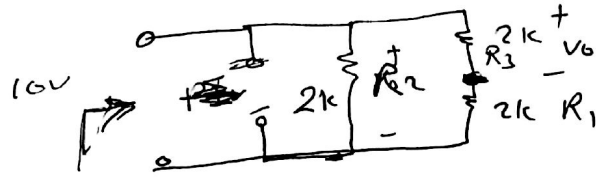


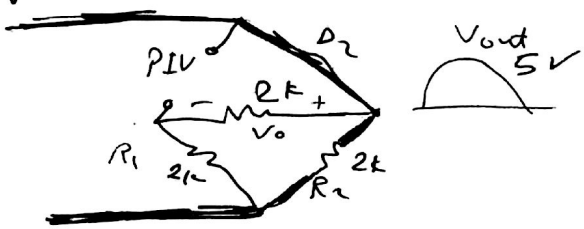
EX(2) assume ideal diodes
Find o/p (V_o) & calc. the dc level & PIV



Sol

at +ve half cycle (+) D2 on D1 off



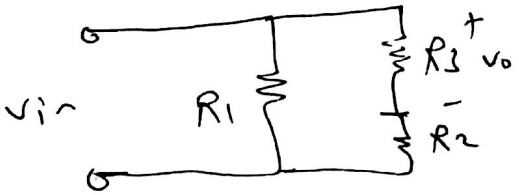


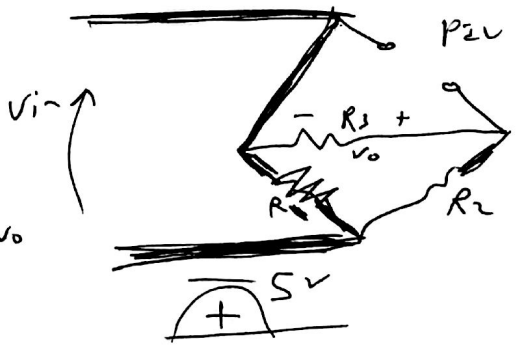
$$V_o = \frac{10 \times 2k}{2k+2k} = 5V$$

PIV = $V_{in} - V_{R1} = 10 - 5 = 5V$
or PIV = V_o

$$V_{DC} = V_{avg} = \frac{2V_{max}}{\pi} = \frac{2}{\pi}(5) = \frac{10}{\pi} = 3.18V$$

* at -ve half cycle





or $V_o = \frac{V_{in} \times R_3}{R_3 + R_2} = 5V$

$$V_{DC} = \frac{2(5)}{\pi} = 3.18V$$

PIV = $V_{out} = 5V$

or Total V_{out}