

# الالكترونيات الطاقة

Lecture No. 5

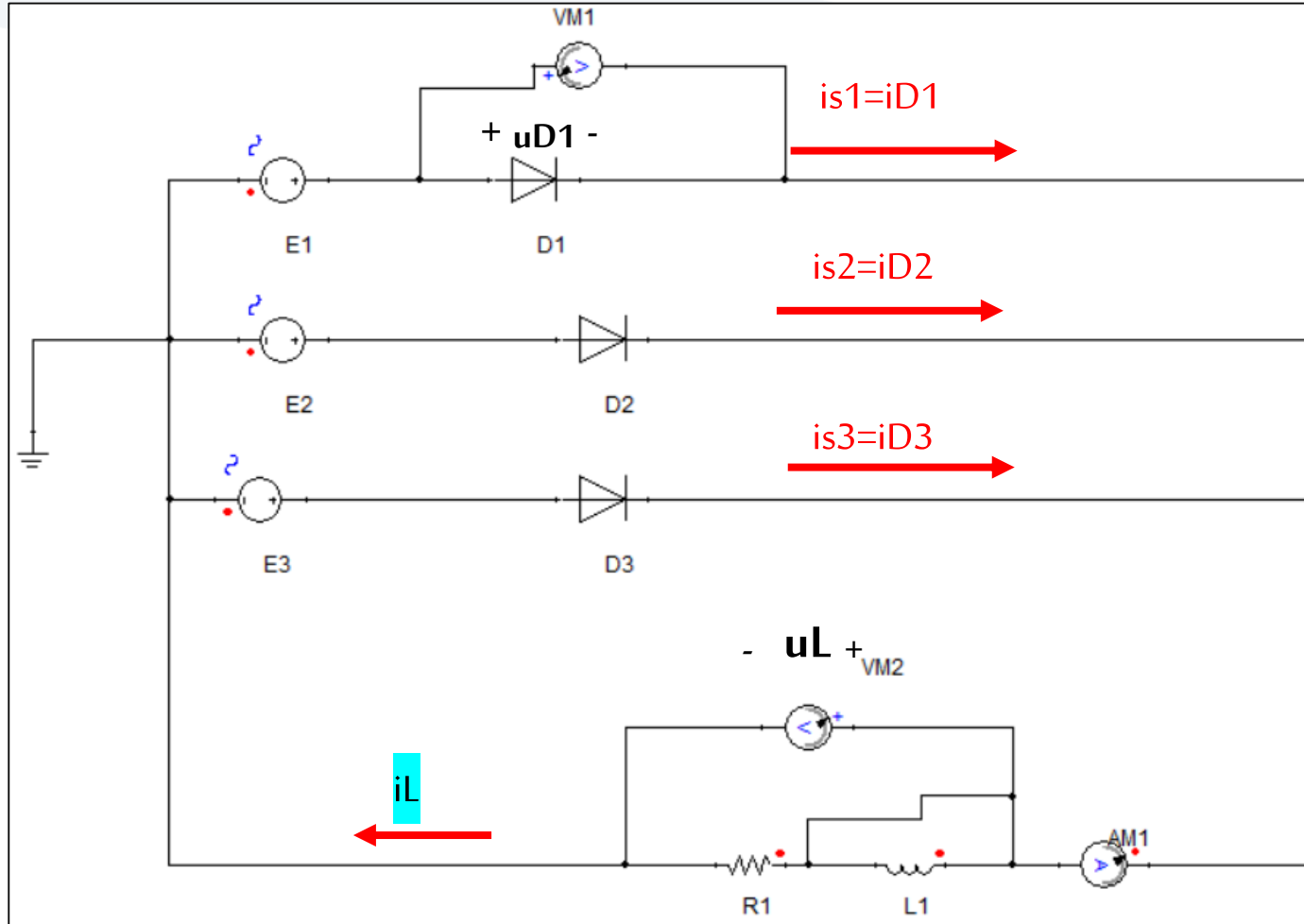
دارة تقويم ثلاثية الطور  
نقطة مشتركة

ميكاترونيكس - سنة رابعة - فصل ثاني

Dr. Eng. Essa Alghannam  
Ph.D. Degree in Mechatronics Engineering

2023

دارة تقويم ثلاثية الطور  
نقطة مشتركة



جهود الأطوار:

$$e_1 = e_a = u_2 = U_{2m} \sin(\theta) = \sqrt{2}U_{2rms} \sin(\theta)$$

$$e_2 = e_b = U_{2m} \sin(\theta - 120)$$

$$e_3 = e_c = U_{2m} \sin(\theta + 120)$$



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

Parameters - E1 - Voltage Source

Parameters | AC - Parameters | Output / Display

Name:   Show Name

Parameters

EMF Value:    Use Pin  
Value, Variable, Expression  AC use

Time Controlled:

Spice compatible

RMS Value:

Amplitude:   Phase:

Frequency:   Offset:

Period:  Rise Time:

Periodical:  Fall Time:

Delay:   Pulse Width:

Outputs

Voltage  Current  EMF Value

OK Cancel

Parameters - E2 - Voltage Source

Parameters | AC - Parameters | Output / Display

Name   Show Name

Parameters

EMF Value    Use Pin  
Value, Variable, Expression  AC use

Time Controlled

Spice compatible

RMS Value

Amplitude   Phase

Frequency   Offset

Period   Rise Time

Periodical   Fall Time

Delay   Pulse Width

Outputs

Voltage  Current  EMF Value

OK Cancel

Parameters - E3 - Voltage Source

Parameters | AC - Parameters | Output / Display

Name   Show Name

Parameters

EMF Value    Use Pin  
Value, Variable, Expression  AC use

Time Controlled

Spice compatible

RMS Value

Amplitude   Phase

Frequency   Offset

Period   Rise Time

Periodical   Fall Time

Delay   Pulse Width

Outputs

Voltage  Current  EMF Value

OK Cancel

Parameters - D1 - Diode

Parameters | Output / Display

Name   Show Name

Parameters

Type

Forward Voltage	Bulk Resistance	Reverse Resistance
<input type="text" value="0.8"/> <input type="text" value="V"/>	<input type="text" value="0.001"/> <input type="text" value="ohm"/>	<input type="text" value="100000"/> <input type="text" value="ohm"/>

Element Name   Use Pin

Outputs

Voltage  Current

OK Cancel

Parameters - L1 - Inductor ×

Parameters | Output / Display

Name   Show Name

Parameters

Inductance     Use Pin  
Value, Variable, Expression

Nonlinear   Use Pin  
 $i = f(\psi)$

Nonlinear   Use Pin  
 $L = f(i), dL/dt = 0$

Initial Value

Initial Value

Outputs

Voltage  Current  Inductance

Parameters - R1 - Resistor

Parameters | Output / Display

Name   Show Name

Parameters

Resistance    Use Pin  
Value, Variable, Expression

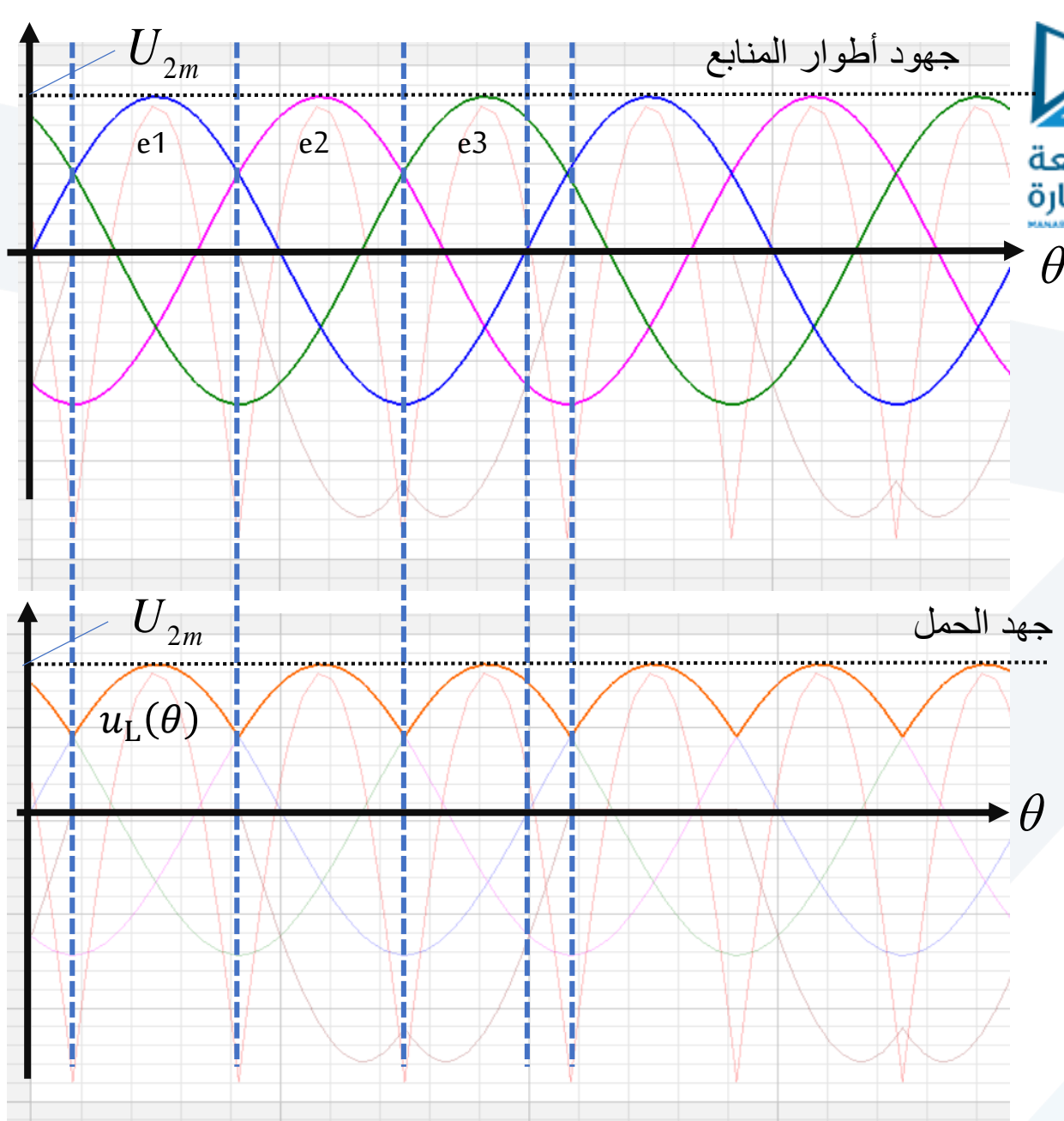
Nonlinear  
 $i = f(v)$    Use Pin

Outputs

Voltage  Current  Resistance

OK Cancel





$$e_1 = e_a = U_{2m} \sin(\theta) = \sqrt{2}U_{2rms} \sin(\theta)$$

$$e_2 = e_b = U_{2m} \sin(\theta - 120)$$

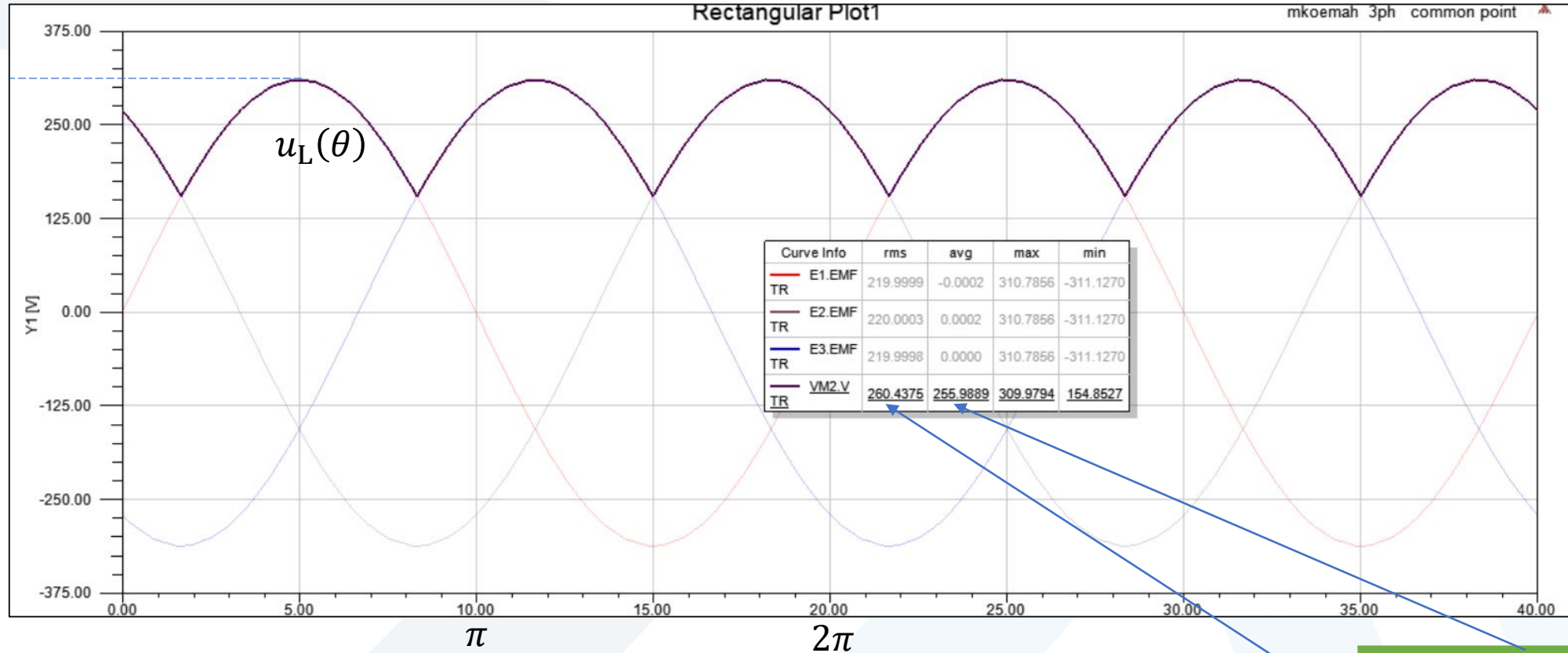
$$e_3 = e_c = U_{2m} \sin(\theta + 120)$$

$$U_{2m} = 310V$$

$$U_{2rms} = 220V$$

$$u_L = \begin{cases} e_1 & \text{when } D_1 \text{ is on} \\ e_2 & \text{when } D_2 \text{ is on} \\ e_3 & \text{when } D_3 \text{ is on} \end{cases}$$

$U_{2m}$



$U_{Lavg} = 1.169 \cdot 220 = 257V$   
 $U_{Lrms} = 1.189 \cdot 220 = 261V$

## بارامترات جهد الحمل

يكون الجهد عبر الحمل  $U_L$  مكون من مركبة مستمرة DC بالإضافة الى تموج AC.

القيمة المتوسطة لجهد الحمل

$$\begin{aligned}
 U_{L_{av}} &= \frac{3}{2\pi} \left[ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} U_{2m} \sin \theta . d\theta \right] = \frac{-3U_{2m}}{2\pi} \left[ \cos \theta \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \\
 &= \frac{-3U_{2m}}{2\pi} \left[ \cos \frac{5\pi}{6} - \cos \frac{\pi}{6} \right] \\
 &= \frac{-3U_{2m}}{2\pi} \left[ -\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right] \\
 &= \frac{3\sqrt{3}U_{2m}}{2\pi} = 0.827U_{2m} = 0.827\sqrt{2}U_{2rms} = 1.169U_{2rms} = 1.169 * 220 = 257.3v
 \end{aligned}$$

قيمة جهد الدخل العظمى

قيمة جهد الدخل الفعّالة

قيمة جهد الحمل المقوم المتوسطة

العلاقة السابقة تربط قيمة جهد الدخل الفعّالة وقيمة جهد الحمل المتوسطة

## بارامترات جهد الحمل

يكون الجهد عبر الحمل  $U_L$  مكون من مركبة مستمرة DC بالإضافة الى تموج AC.

القيمة الفعالة لجهد الحمل

$$U_{L_{rms}} = \sqrt{\frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} U_{2m}^2 \sin^2 \theta .d\theta} = \sqrt{\frac{3U_{2m}^2}{4\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} (1 - \cos 2\theta) .d\theta}$$

$$= \sqrt{\frac{3U_{2m}^2}{4\pi} \left[ \left( \frac{5\pi}{6} - \frac{\pi}{6} \right) - 0.5 \left[ \sin 2\theta \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \right]}$$

$$= \sqrt{\frac{3U_{2m}^2}{4\pi} \left[ \frac{2\pi}{3} - 0.5 \left[ -\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2} \right] \right]}$$

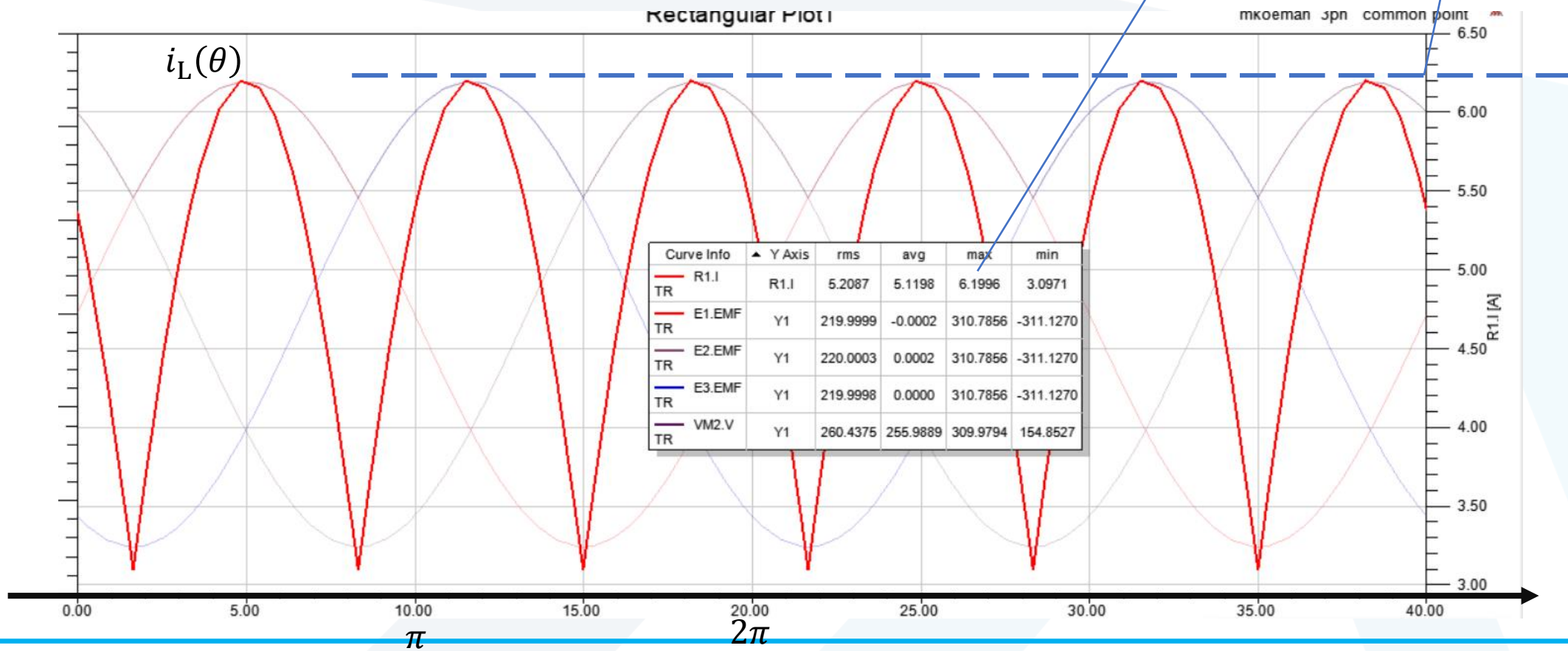
$$= \sqrt{\frac{3U_{2m}^2}{4\pi} \left[ \frac{2\pi}{3} + \frac{\sqrt{3}}{2} \right]} = \sqrt{\frac{3U_{2m}^2}{4\pi} \cdot \frac{4\pi + 3\sqrt{3}}{6}} = U_{2m} \sqrt{\frac{(4\pi + 3\sqrt{3})}{8\pi}} = 0.841U_{2m} = 1.189U_{2rms} = 1.189 * 220 \approx 261v$$

قيمة جهد الدخل العظمى

قيمة جهد الدخل الفعالة

$$I_{2m} = \frac{U_{2m}=311v}{R=50ohm} = 6.22A$$

تيار الحمل



## بارامترات تيار الحمل

يكون التيار عبر الحمل  $i_L$  مكون من مركبة مستمرة DC بالإضافة الى تموج AC.

القيمة المتوسطة لتيار الحمل

قيمة جهد الدخل العظمى

قيمة جهد الدخل الفعالة

$$I_{L_{av}} = \frac{3}{2\pi} \left[ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{U_{2m}}{R} \sin \theta \cdot d\theta \right] = \frac{-3U_{2m}}{2\pi R} \left[ \cos \theta \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} = \frac{3\sqrt{3}U_{2m}}{2\pi R} = 0.827 \frac{U_{2m}}{R} = 0.827\sqrt{2} \frac{U_{2rms}}{R} = 1.169 \frac{U_{2rms}}{R} \approx 5.14A$$

قيمة تيار الحمل المقوم المتوسطة

## بارامترات تيار الحمل

يكون التيار عبر الحمل  $i_L$  مكون من مركبة مستمرة DC بالإضافة الى تموج AC.

القيمة الفعالة لتيار الحمل

قيمة تيار الحمل الفعالة

قيمة جهد الدخل العظمى

قيمة جهد الدخل الفعالة

$$I_{L_{rms}} = \sqrt{\frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{U_{2m}^2}{R^2} \sin^2 \theta \cdot d\theta} = \frac{U_{2m}}{R} \sqrt{\frac{(4\pi + 3\sqrt{3})}{8\pi}} = 0.841 \frac{U_{2m}}{R} = 1.189 \frac{U_{2rms}}{R} = 1.189 * \frac{220}{50} \approx 5.23A$$

## Form factor

Form factor is defined as the ratio of RMS value to the DC value

F.F = RMS value / DC value

$$\frac{I_{L_{rms}}}{I_{L_{av}}} = \frac{\frac{U_{2m}}{R} \sqrt{\frac{(4\pi + 3\sqrt{3})}{8\pi}}}{\frac{3\sqrt{3}U_{2m}}{2\pi R}} = 1.016$$

بنسب قيمتي التيار الفعّالة والمتوسطة إلى بعضها تنتج العلاقة التالية:

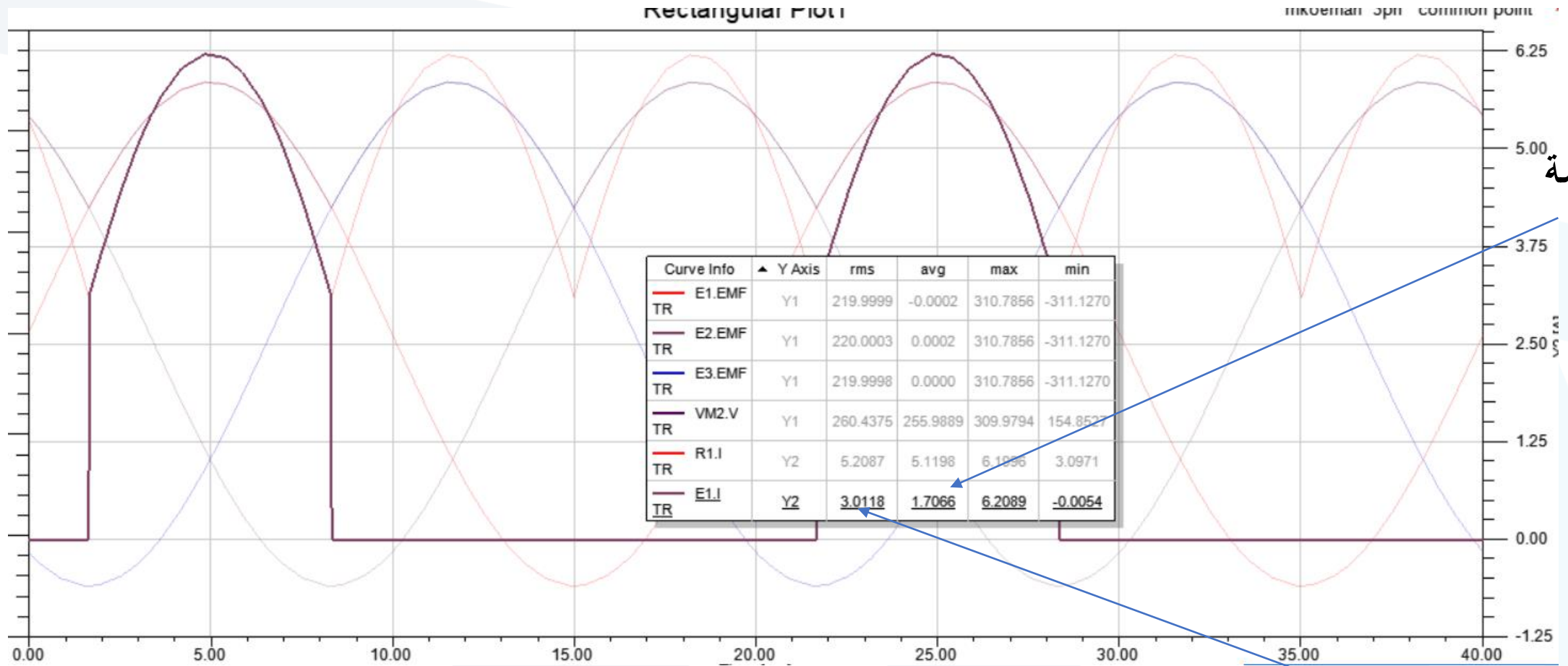


# Ripples factor

- Ripples factor = rms value of AC component of the output voltage / DC component of the output voltage
- The ripple factor is also simply defined as the ratio of ripple voltage to the DC voltage
- Ripple factor = Ratio of ripple voltage / DC voltage.
- The ripple factor should be kept as minimum as possible to construct a good rectifier.
- The ripple factor is given as:

$$\gamma = \sqrt{\left(\frac{U_{L_{rms}}}{U_{L_{av}}}\right)^2 - 1} = \sqrt{\left(\frac{U_{2m} \sqrt{\frac{(4\pi + 3\sqrt{3})}{8\pi}}}{\frac{3\sqrt{3}U_{2m}}{2\pi}}\right)^2 - 1} = 0.17$$

- The unwanted ripple present in the output along with the DC voltage is 17% of the DC magnitude.



تيار المنبع قيمة  
متوسطة

تيار المنبع قيمة فعالة

القيمة المتوسطة لتيار طور المنبع او تيار الديود

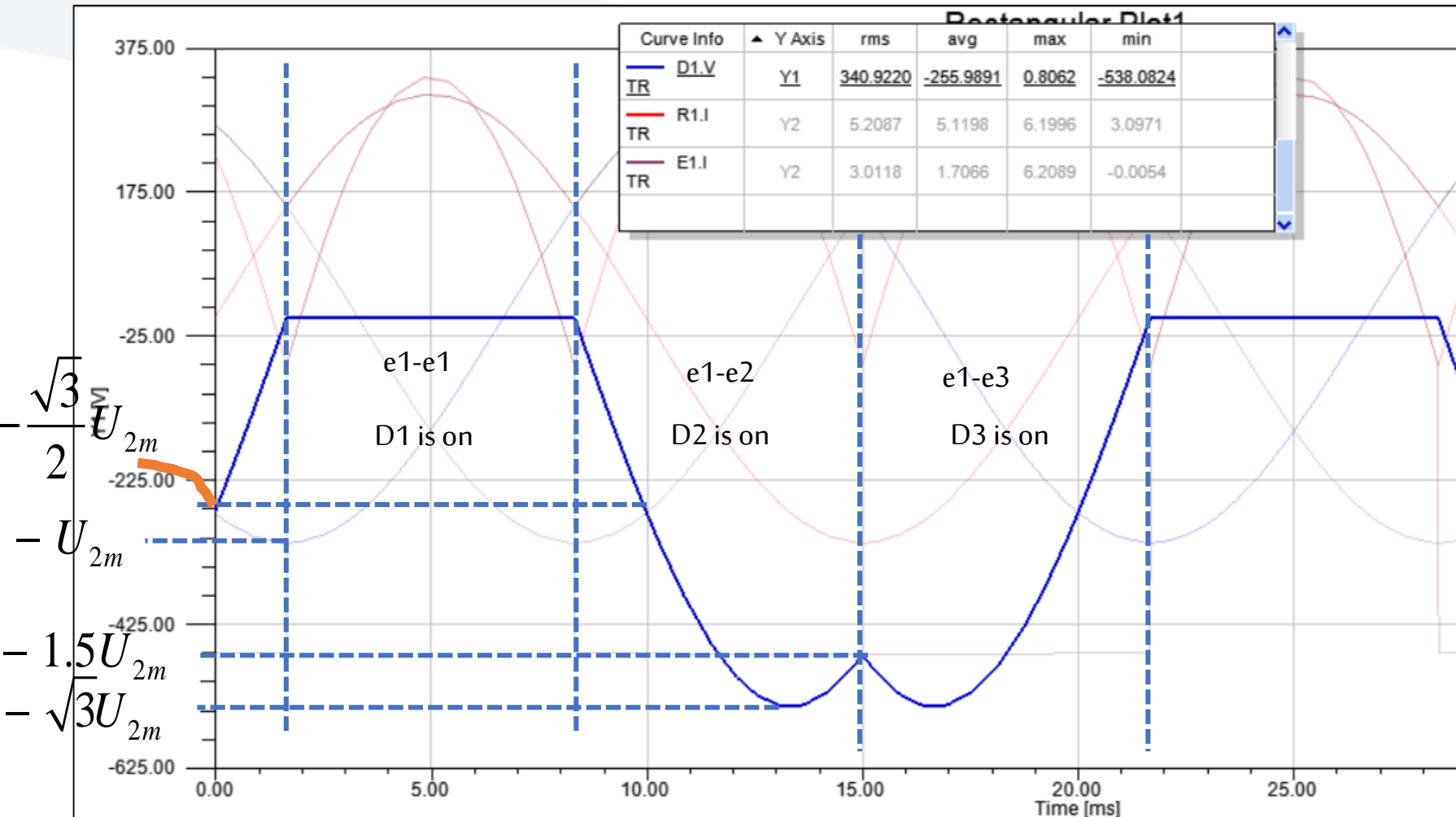
$$I_{S_{av}} = I_{D_{av}} = \frac{1}{2\pi} \left[ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{U_{2m}}{R} \sin \theta . d\theta \right] = \frac{\sqrt{3}U_{2m}}{2\pi R} = \frac{I_{L_{av}}}{3} = 0.275 \frac{U_{2m}}{R} = 0.275\sqrt{2} \frac{U_{2rms}}{R} = 0.39 \frac{U_{2rms}}{R} = 1.713A$$

$$I_{S_{rms}} = I_{D_{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \frac{U_{2m}^2}{R^2} \sin^2 \theta . d\theta} = \frac{U_{2m}}{\sqrt{3}R} \sqrt{\frac{(4\pi + 3\sqrt{3})}{8\pi}} = \frac{I_{L_{rms}}}{\sqrt{3}} = 0.485 \frac{U_{2m}}{R} = 0.686 \frac{U_{2rms}}{R} = 0.686 * \frac{220}{50} \approx 3A$$

القيمة الفعالة لتيار طور المنبع او تيار الديود

## Peak inverse voltage (PIV)

جهد الديود الأول العكسي



جهد الديود الاول هو كمون مصعده  
(e1) ناقص (كمون مهبطه والذي  
يتغير حسب أي ديود شغال من  
ديودات الفرع العلوي فيكون يا اما  
e2 او e3 او نفسه)

D1 is on =>  $v_{d1}=0$

D2 is on =>  $v_{d1}=e1-e2$

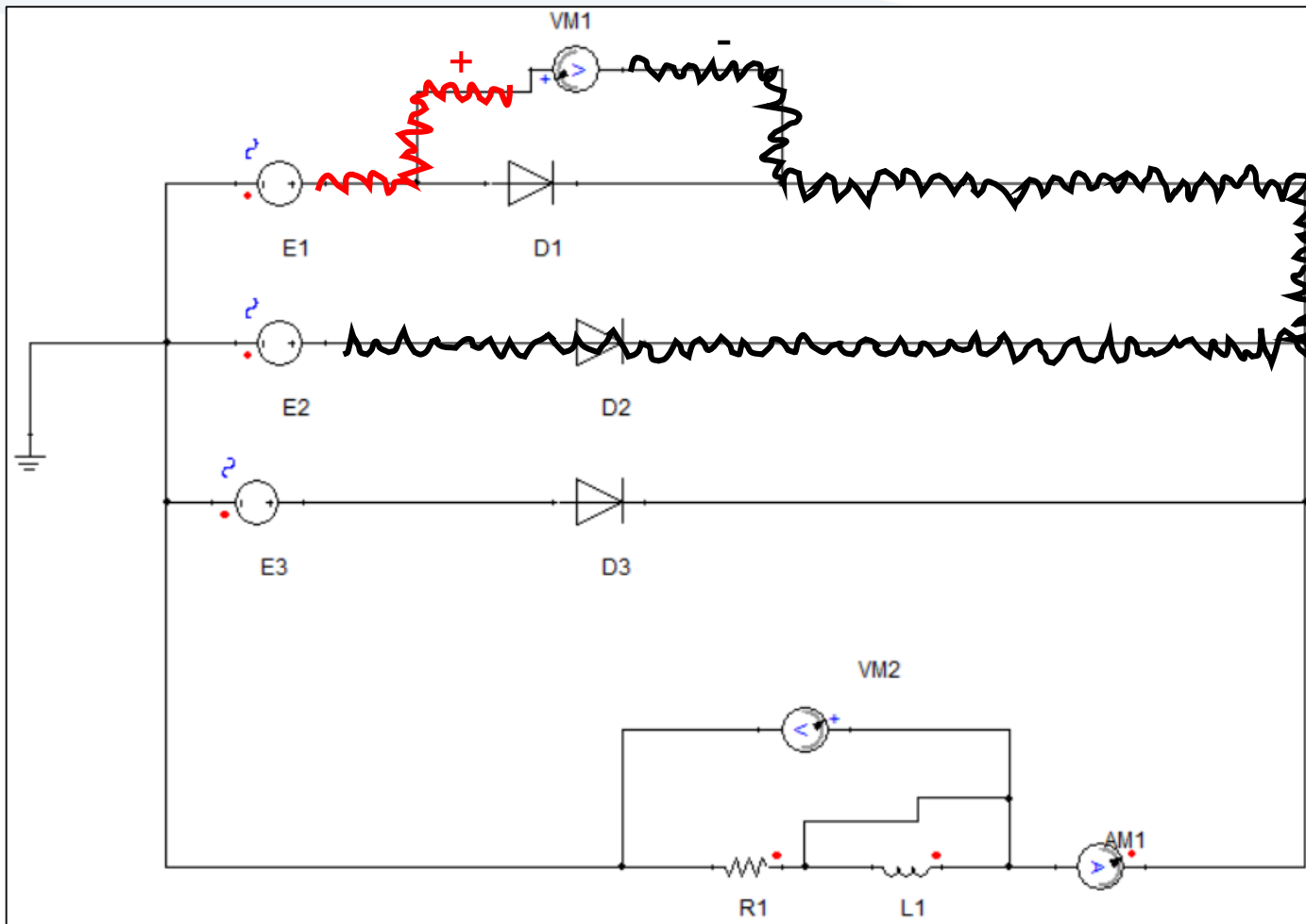
D3 is on =>  $v_{d1}=e1-e3$

$$V_{DR_{MAX}} = -\sqrt{3}U_{2m}$$

# Peak inverse voltage (PIV)

جهد الديود الأول العكسي

حالة أولى  $VD1 = 0$  الديود الأول انحياز أمامي

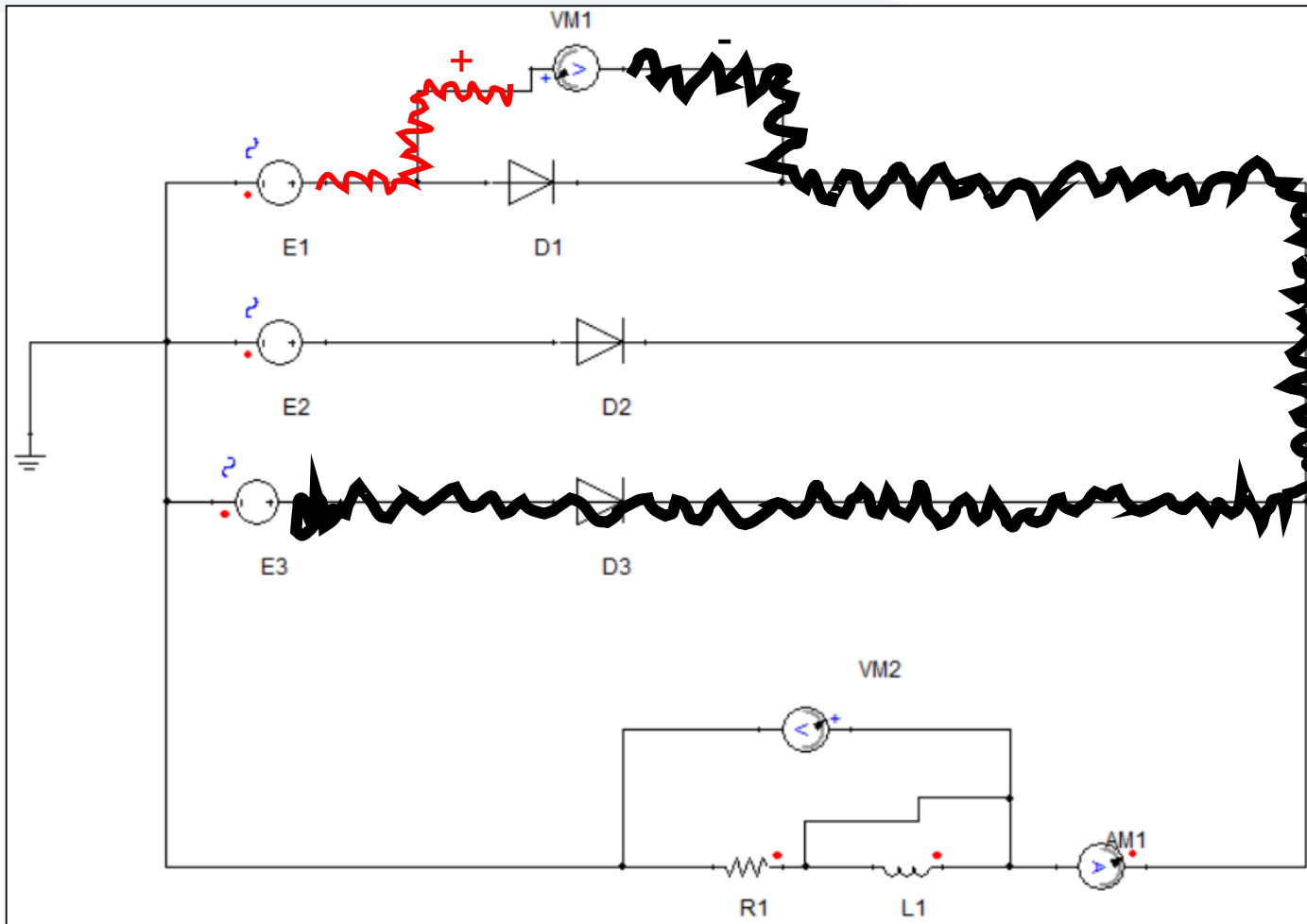


حالة ثانية الديود الأول والثالث انحياز عكسي بينما الديود الثاني انحياز أمامي

$$VD1 = e1 - e2$$

## Peak inverse voltage (PIV)








جهد الديود الأول العكسي

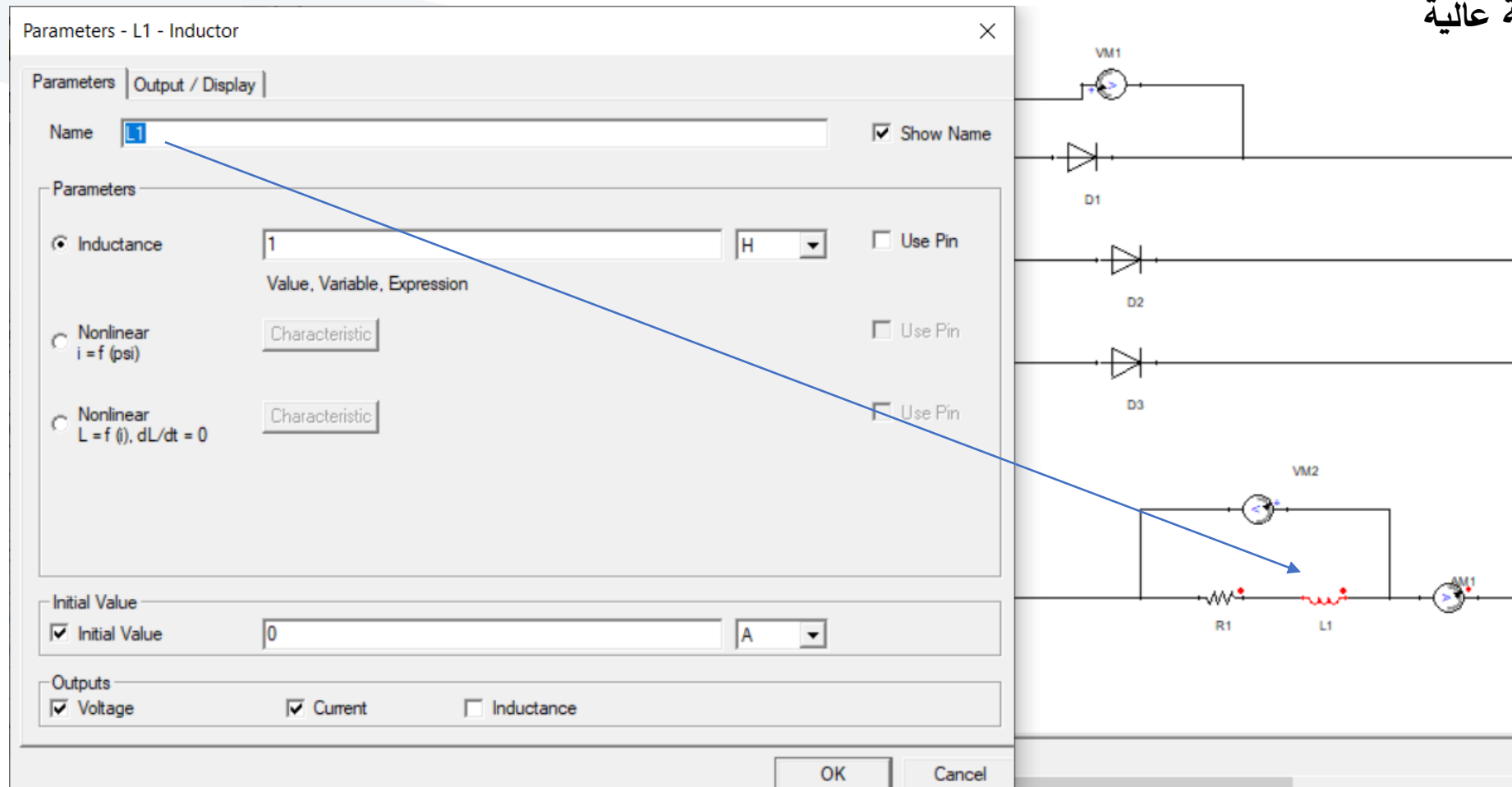


حالة ثالثة الديود الأول والثاني انحياز عكسي  
بينما الديود الثالث انحياز أمامي

$$VD1 = e1 - e3$$



Curve Info	▲ Y Axis	rms	avg	max	min
 E1.EMF TR	Y1	219.9999	-0.0002	310.7856	-311.1270
 E2.EMF TR	Y1	220.0003	0.0002	310.7856	-311.1270
 E3.EMF TR	Y1	219.9998	0.0000	310.7856	-311.1270
 VM2.V TR	Y1	260.4375	255.9889	309.9794	154.8527
 D1.V TR	Y1	340.9220	-255.9891	0.8062	-538.0824
 R1.I TR	Y2	5.2087	5.1198	6.1996	3.0971
 E1.I TR	Y2	3.0118	1.7066	6.2089	-0.0054

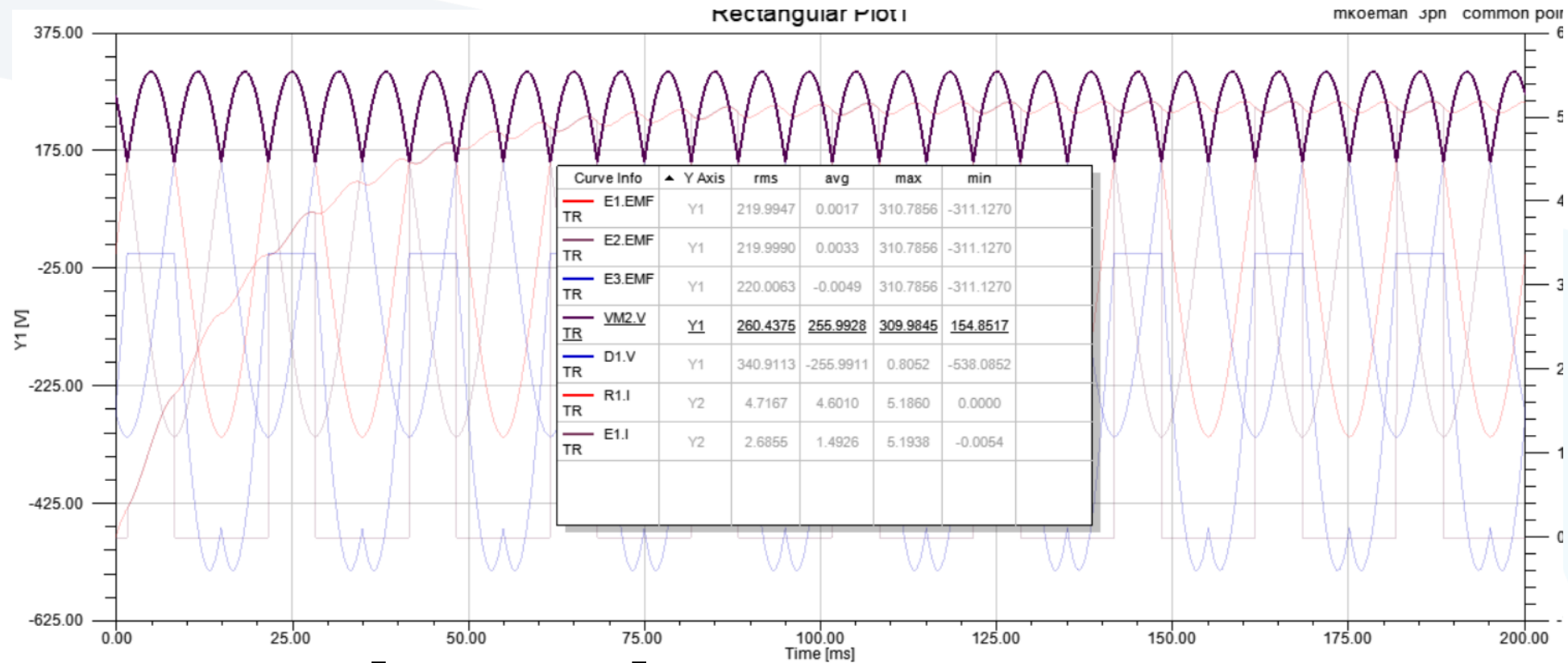


The image shows a circuit simulation interface. On the left, a dialog box titled "Parameters - L1 - Inductor" is open. It has two tabs: "Parameters" and "Output / Display".

- Name:** L1
- Parameters:**
  - Inductance:** 1 H (selected)
  - Nonlinear  $i = f(\psi)$ :** Characteristic
  - Nonlinear  $L = f(i), dL/dt = 0$ :** Characteristic
- Initial Value:** 0 A (checked)
- Outputs:** Voltage (checked), Current (checked), Inductance (unchecked)

On the right, a circuit diagram is shown. It features a voltage source VM1, a diode D1, and three other diodes D2, D3, and D4. A resistor R1 and an inductor L1 are connected in series. A voltmeter VM2 is connected across the inductor L1. A blue arrow points from the "Name" field in the dialog box to the inductor L1 in the circuit diagram.





جهد الحمل

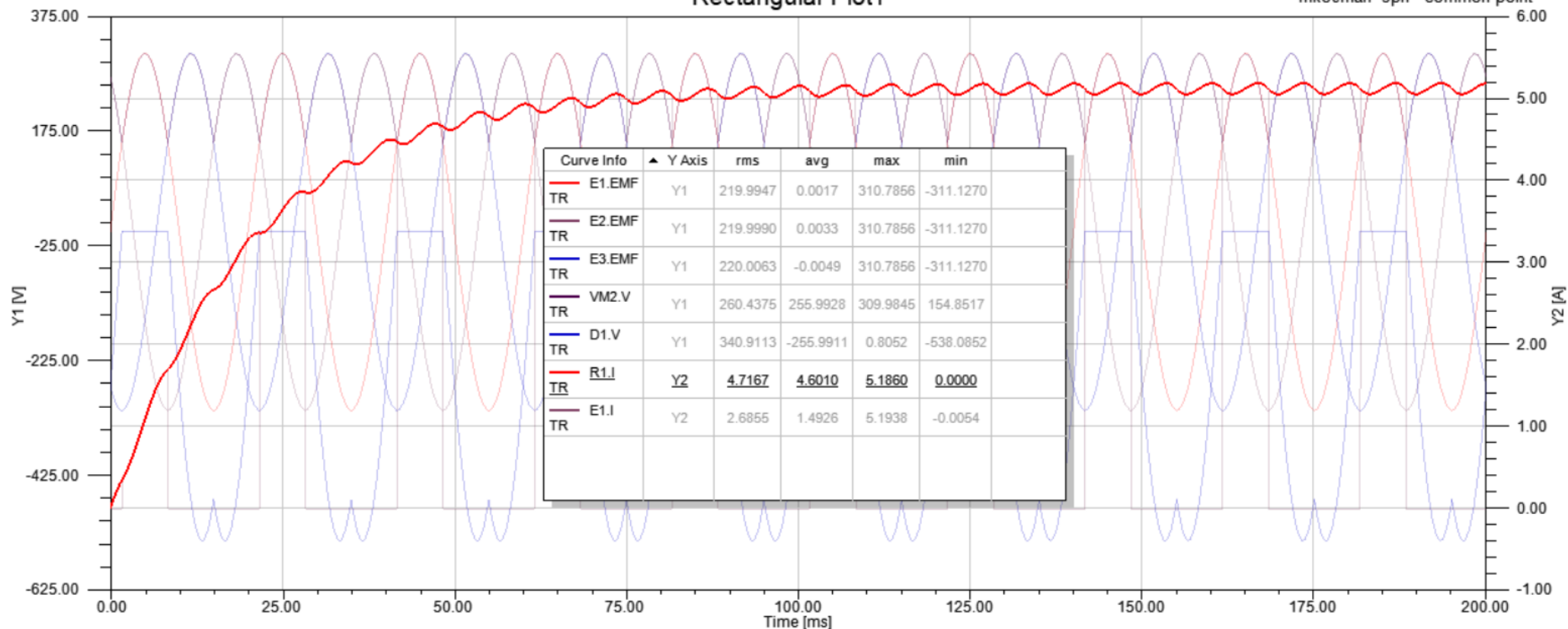
$$U_{L_{av}} = \frac{3}{2\pi} \left[ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} U_{2m} \sin \theta \cdot d\theta \right] = \frac{-3U_{2m}}{2\pi} \left[ \cos \theta \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} = \frac{3\sqrt{3}U_{2m}}{2\pi} = U_{L_{av0}} = 256.36v$$



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

Rectangular Plot1

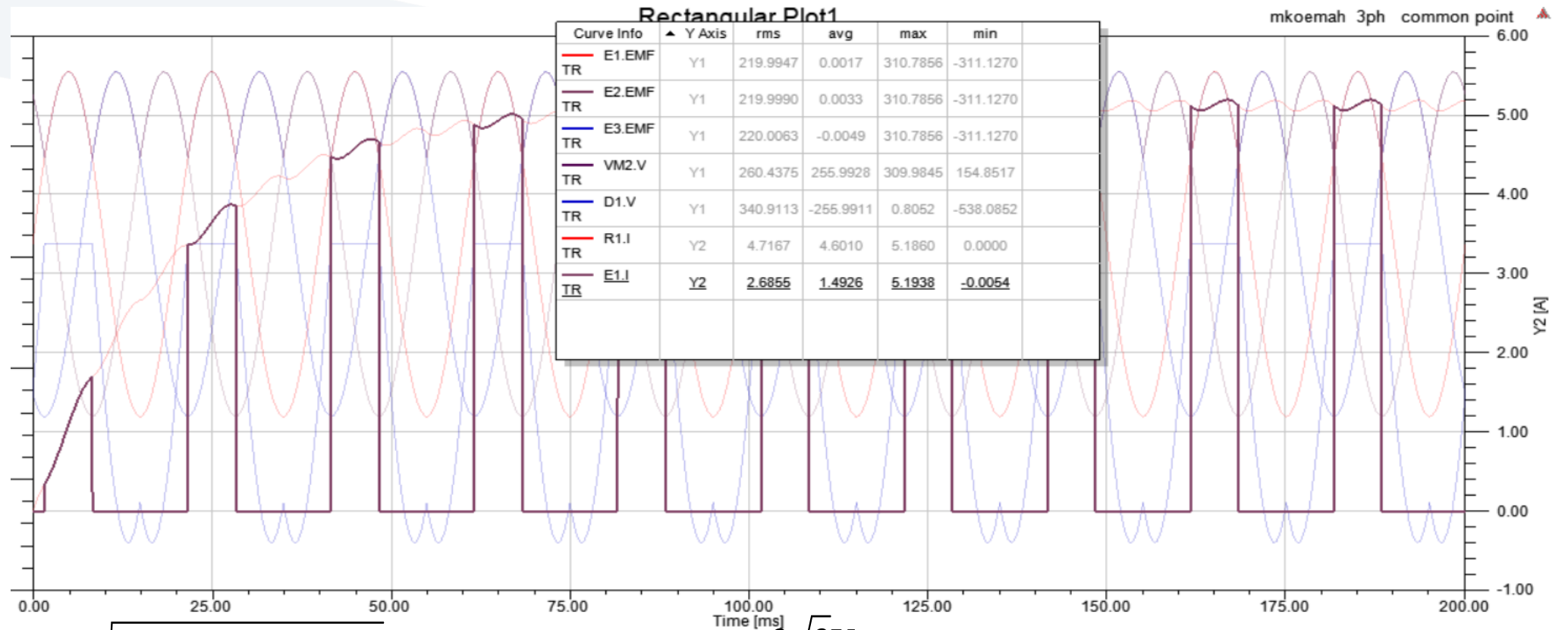
mkoemah 3ph common point ▲



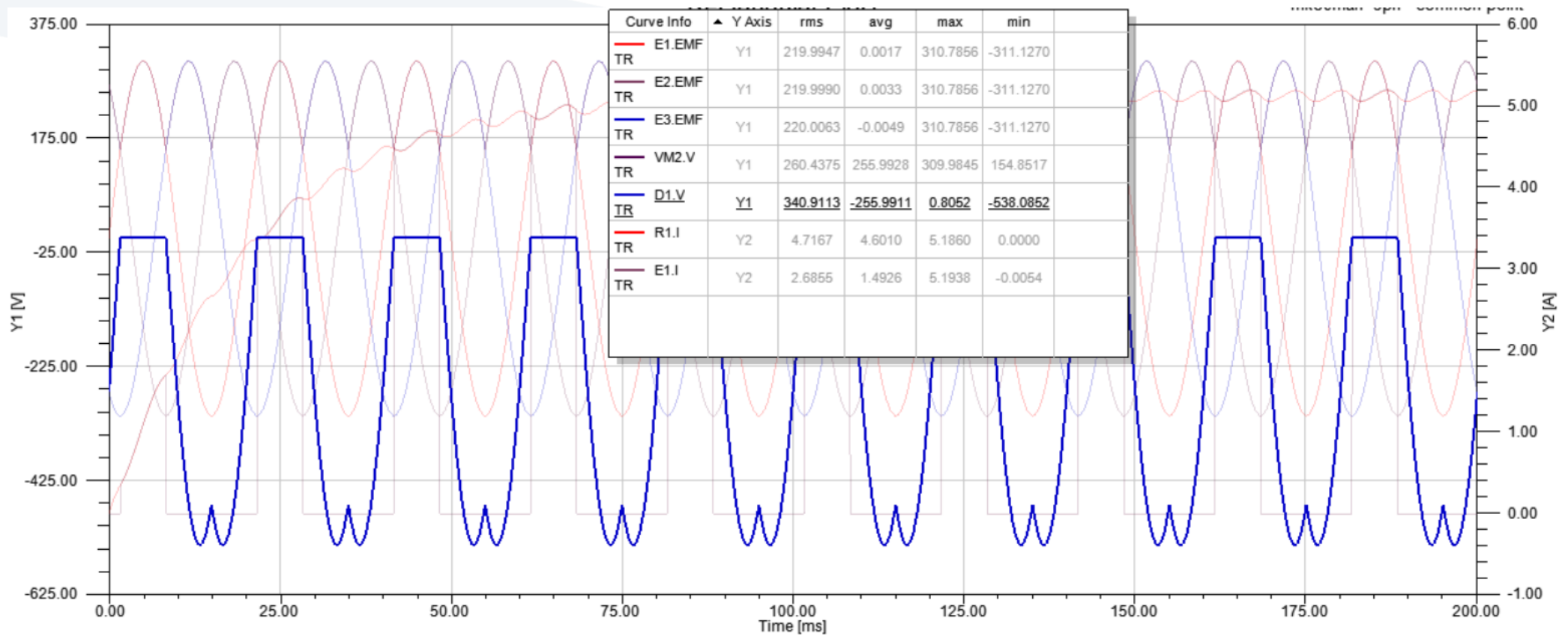
تيار الحمل

$$I_{L_{av}} = \frac{U_{L_{av}}}{R} = \frac{3\sqrt{3}U_{2m}}{2\pi R} = \frac{U_{L_{av0}}}{R} = \frac{256.36}{50} = 5.12A$$

$$i_L(\theta) = I_{L_{av}}$$



$$I_{s_{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[ \int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} (I_{L_{av}})^2 .d\theta \right]} = \sqrt{\frac{(I_{L_{av}})^2}{2\pi} \left[ \theta \right]_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}}} = \frac{I_{L_{av}}}{\sqrt{3}} = \frac{3\sqrt{3}U_{2m}}{2\pi R} = \frac{3U_{2m}}{2\pi R} = 0.477 \frac{U_{2m}}{R} = 0.477 * \frac{310}{50} = 2.96A$$

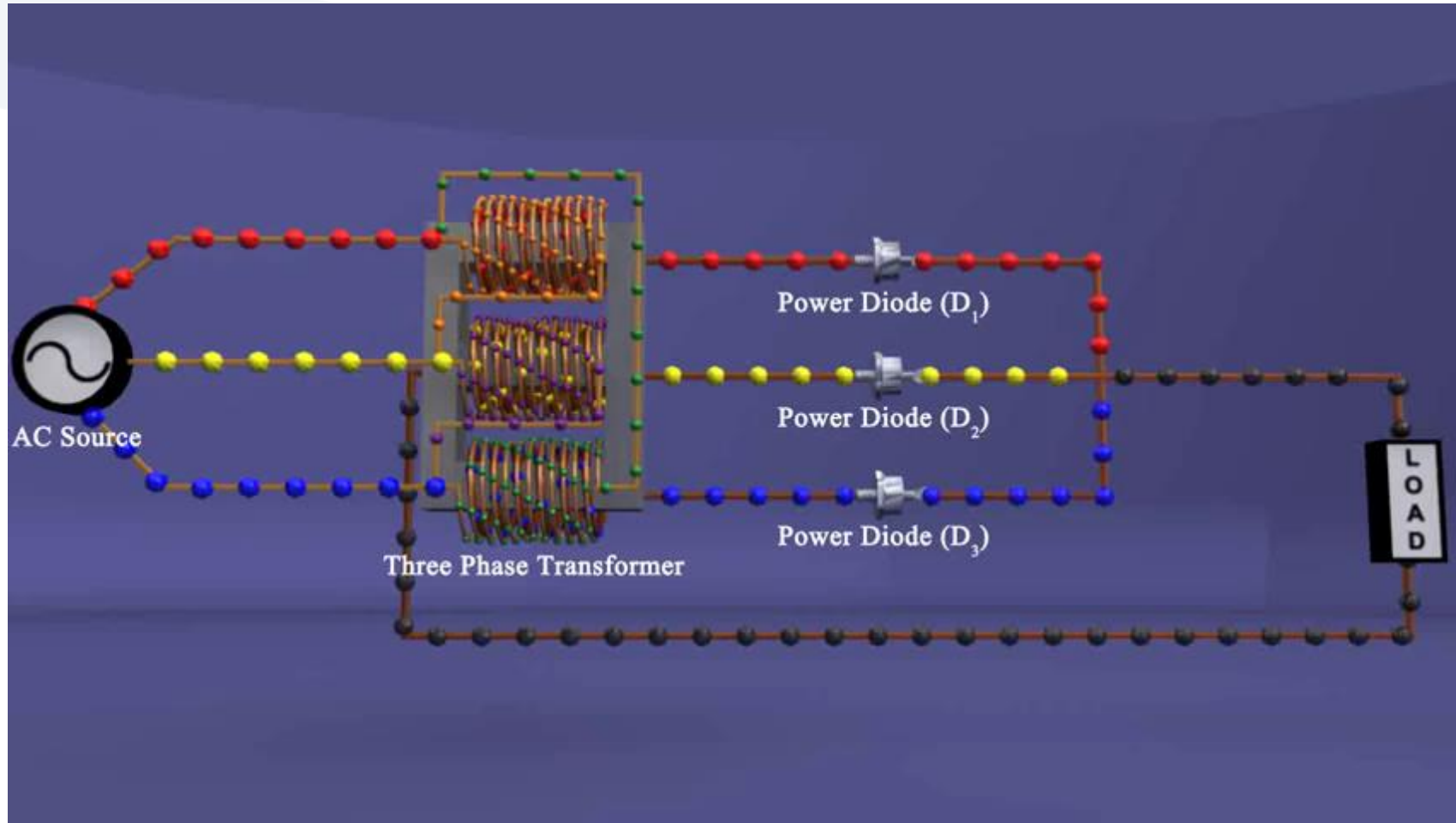




Curve Info	▲ Y Axis	rms	avg	max	min
TR E1.EMF	Y1	219.9947	0.0017	310.7856	-311.1270
TR E2.EMF	Y1	219.9990	0.0033	310.7856	-311.1270
TR E3.EMF	Y1	220.0063	-0.0049	310.7856	-311.1270
TR VM2.V	Y1	260.4375	255.9928	309.9845	154.8517
TR D1.V	Y1	340.9113	-255.9911	0.8052	-538.0852
TR R1.I	Y2	4.7167	4.6010	5.1860	0.0000
TR E1.I	Y2	2.6855	1.4926	5.1938	-0.0054

Curve Info	▲ Y Axis	rms	avg	max	min
TR E1.EMF	Y1	219.9999	-0.0002	310.7856	-311.1270
TR E2.EMF	Y1	220.0003	0.0002	310.7856	-311.1270
TR E3.EMF	Y1	219.9998	0.0000	310.7856	-311.1270
TR VM2.V	Y1	260.4375	255.9889	309.9794	154.8527
TR D1.V	Y1	340.9220	-255.9891	0.8062	-538.0824
TR R1.I	Y2	5.2087	5.1198	6.1996	3.0971
TR E1.I	Y2	3.0118	1.7066	6.2089	-0.0054

### 3 Phase Half Wave Rectifier (3D Animation)



انتهت المحاضرة