

Lecture No. 8 Part 2

دارة القالبه أحادية الأطوار نصف جسرته على حمولة أومية ومختلطة

ميكاترونكس - سنة رابعة - فصل ثانى

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

تستخدم هذه الدارة لتحويل التيار المستمر إلى تيار متناوب بمطال وتردد قابلين للضبط وذلك للتحكم بالمحركات التحريضية ((سرعة - عزم)). تستخدم القالبات في قيادة محركات التيار المتناوب التي تتطلب تنظيم عالي في السرعة والعزم لتشكل منبع تغذية قابل للضبط بالمطال والتردد

ويمكن أن يستخدم في القالبات إما :

- ثايرستورات (SCR,GTO)

- ترانزستورات (IGBT,MOSFET)

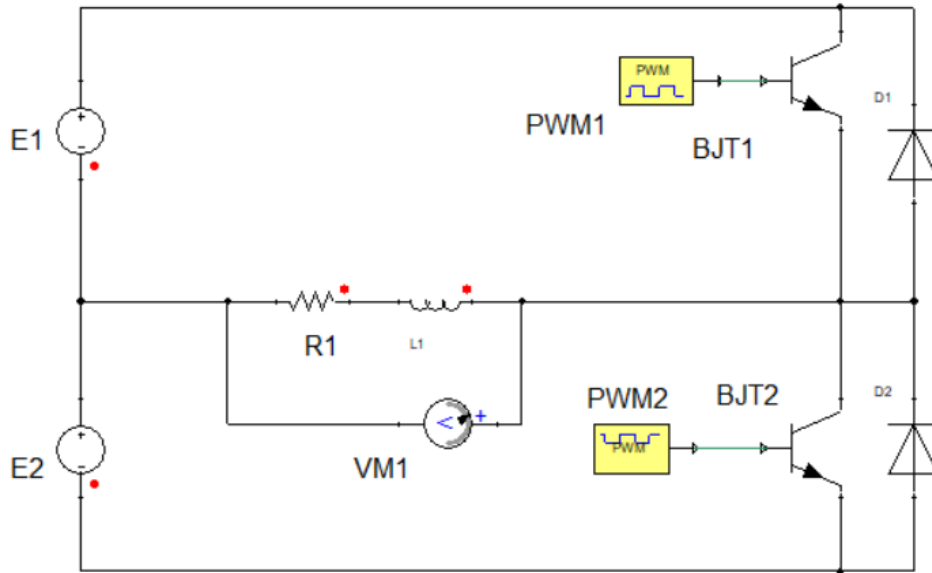
وتقسم القالبات إلى:

- قالبات جهد (VOLTAGE-SOURCE INVERTER)

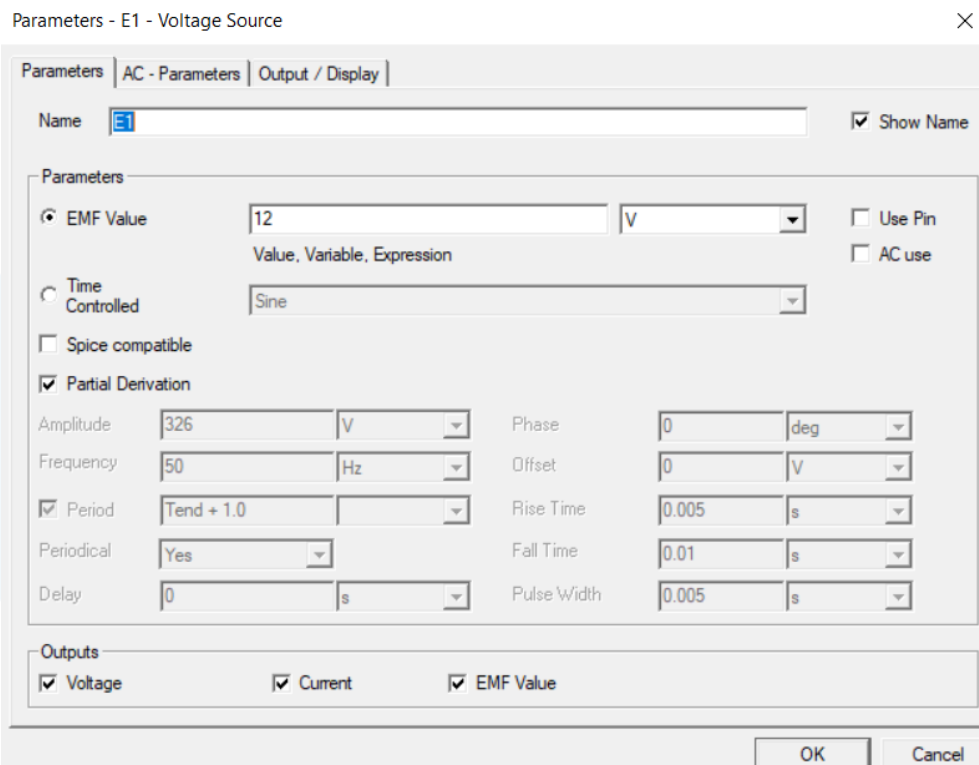
- قالبات تيار (CURRENT-SOURCE INVERTER)

ولكن قالبات التيار محدودة الاستخدام لأنها قد تشكل حالات تبديل قاسية متضمنة حالات قصر بالإضافة إلى أنها تشكل تشويش مغناطيسي. بينما قالبات الجهد فهي شائعة الاستخدام وذلك لكونها قادرة على تحقيق التعديل النبضي العرضاني (PWM) بحالات تشغيل ناعمة وأداء عالي وكذلك تعمل بتردد عالي تقاد بنظام تحكم رقمي يستخدم المعالجات الصغيرة والمتحكمات الرقمية > حيث يتم ضبط السرعة والعزم عن طريق تشكيل نبضات بتعديل نبضي عرضاني بتتابع واستمرارية محددة على مداخل المفاتيح

الالكترونية المشكلة للقالبة وذلك لتشكيل جهد دوري يطبق على المحركات اقرب ما يمكن من الجهد الجيبي
بتردد ومطال منظم
دارة النظام:



القيم العديية لعناصر الدارة المعطاة:
منايع التغذية (مستمر): إشارة جهد لمنيع التغذية المستمر بقيمة 25 فولت



Parameters - E2 - Voltage Source

Parameters | AC - Parameters | Output / Display

Name: E2 Show Name

Parameters

EMF Value: 12 V Use Pin
Value, Variable, Expression AC use

Time Controlled: Sine

Spice compatible

Partial Derivation

Amplitude: 326 V Phase: 0 deg

Frequency: 50 Hz Offset: 0 V

Period: Tend + 1.0 Rise Time: 0.005 s

Periodical: Yes Fall Time: 0.01 s

Delay: 0 s Pulse Width: 0.005 s

Outputs

Voltage Current EMF Value

OK Cancel

قيم الحمولة: في حال حمولة أومية يتم وضع قيمة المحارضة صفرا

Parameters - R1 - Resistor

Parameters | Output / Display

Name: R1 Show Name

Parameters

Resistance: 50 ohm Use Pin
Value, Variable, Expression

Nonlinear $i = f(v)$: Characteristic Use Pin

Outputs

Voltage Current Resistance

OK Cancel

Parameters - L1 - Inductor

Parameters | Output / Display

Name Show Name

Parameters

Inductance H Use Pin
Value, Variable, Expression

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

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

Initial Value

Initial Value A

Outputs

Voltage Current Inductance

OK Cancel

ديود تفريغ عكسي على طرفي الحمل

Parameters - D1 - Diode

Parameters | Output / Display

Name Show Name

Parameters

Type

Forward Voltage V Bulk Resistance ohm Reverse Resistance ohm

Element Name Use Pin

Outputs

Voltage Current

OK Cancel

مواصفات الترانزستور المستخدمة:

Parameters - BJT1 - Bipolar Junction Transistor

Parameters | Output / Display

Name: Show Name

Parameters

Type:

Forward Voltage:

Bulk Resistance:

Reverse Resistance:

Element Name: Use Pin

Control Signal

Control Signal: Use Pin

Value, Variable, Expression

Outputs

Voltage Current

OK Cancel

مولد النبضات:

Parameters - PWM1 - Pulse-Width Modulation - Implementation on Logical Level

Parameters | Output / Display

Name: Show

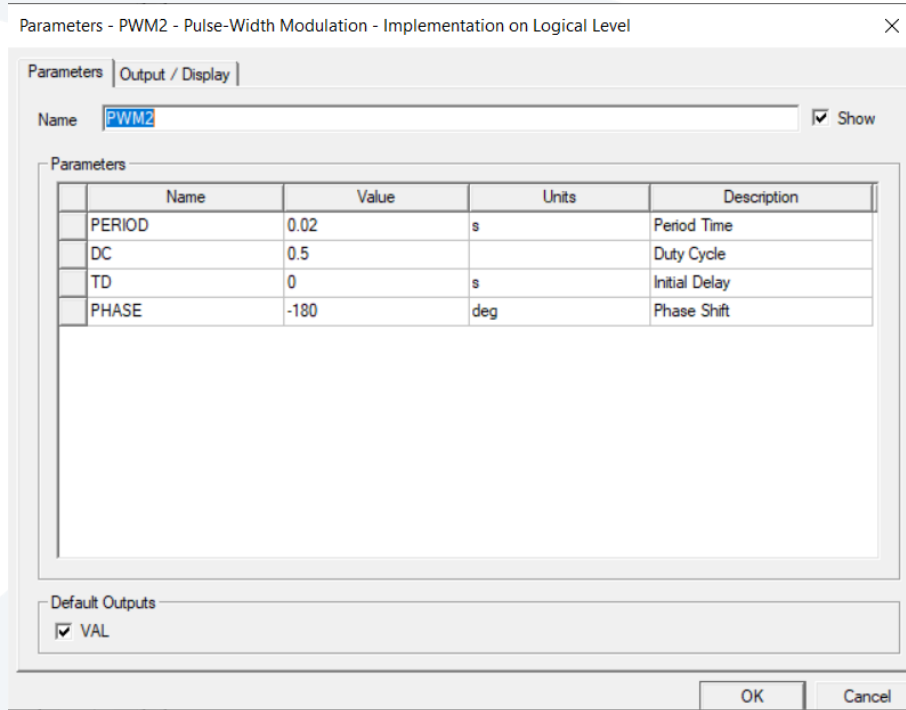
Parameters

| Name | Value | Units | Description |
|--------|-------|-------|---------------|
| PERIOD | 0.02 | s | Period Time |
| DC | 0.5 | | Duty Cycle |
| TD | 0 | s | Initial Delay |
| PHASE | 0 | deg | Phase Shift |

Default Outputs

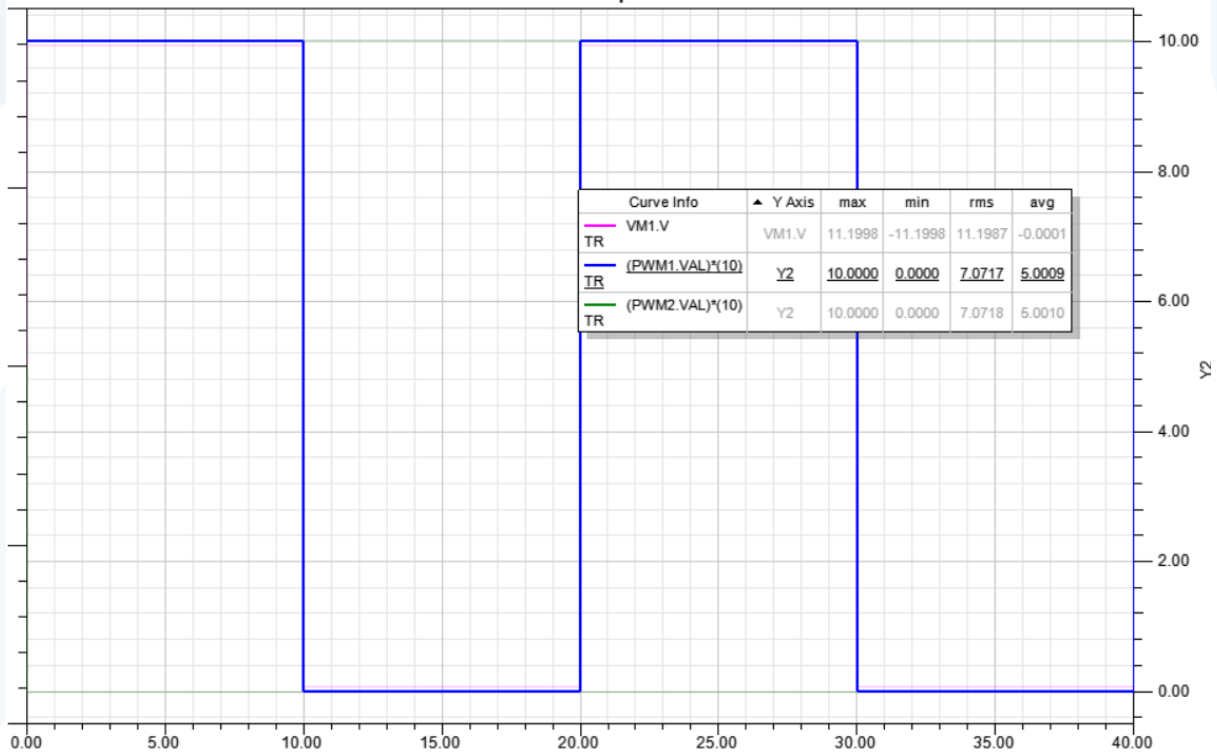
VAL

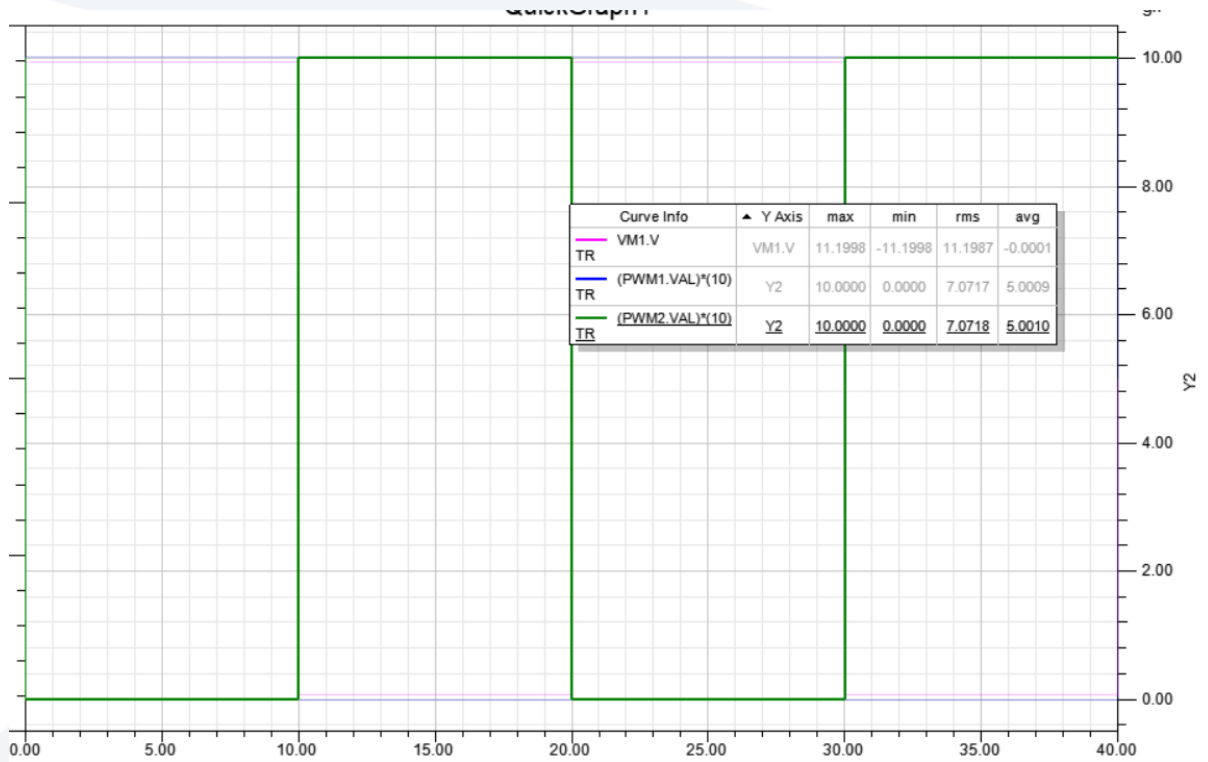
OK Cancel



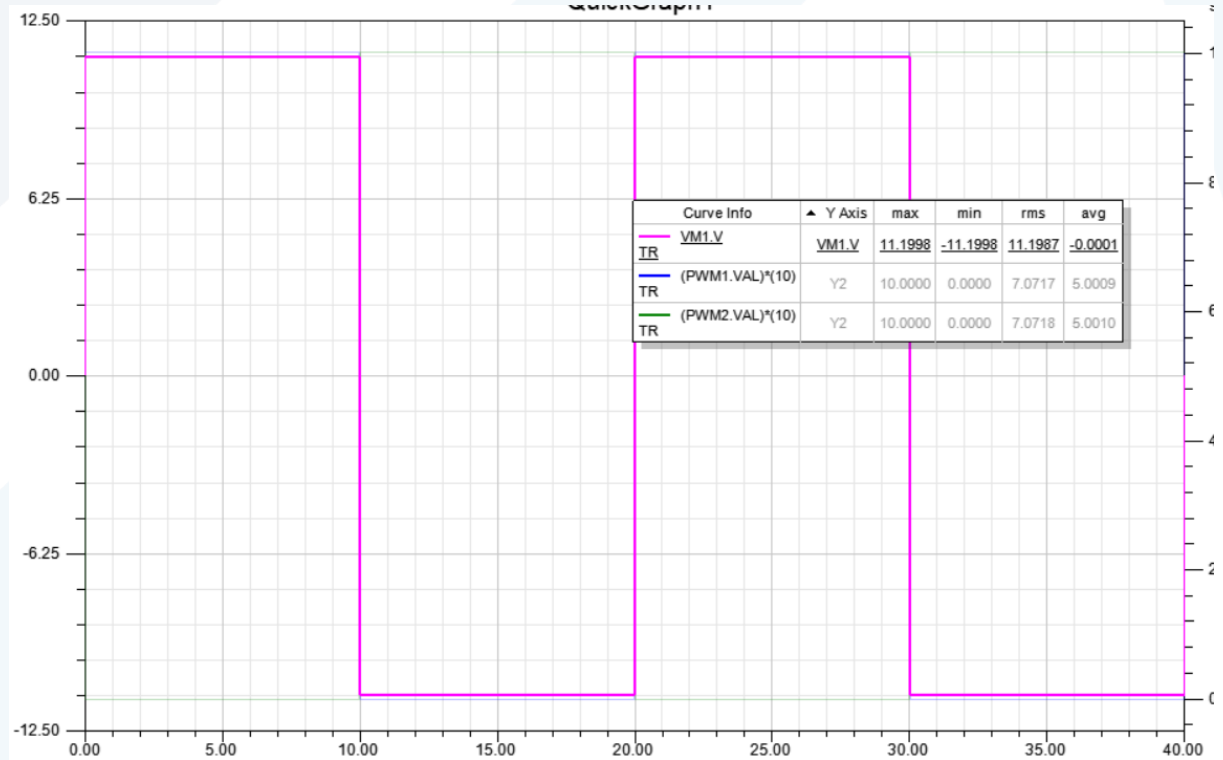
دراسة أداء الدارة واستنتاج إشارات جهد الخرج و تيار الخرج و تيار الترانزستور والمنبع
والجهد العكسي على الترانزستور:

نبضات التحكم على الترانزستور: 1 فولت و 0 فولت



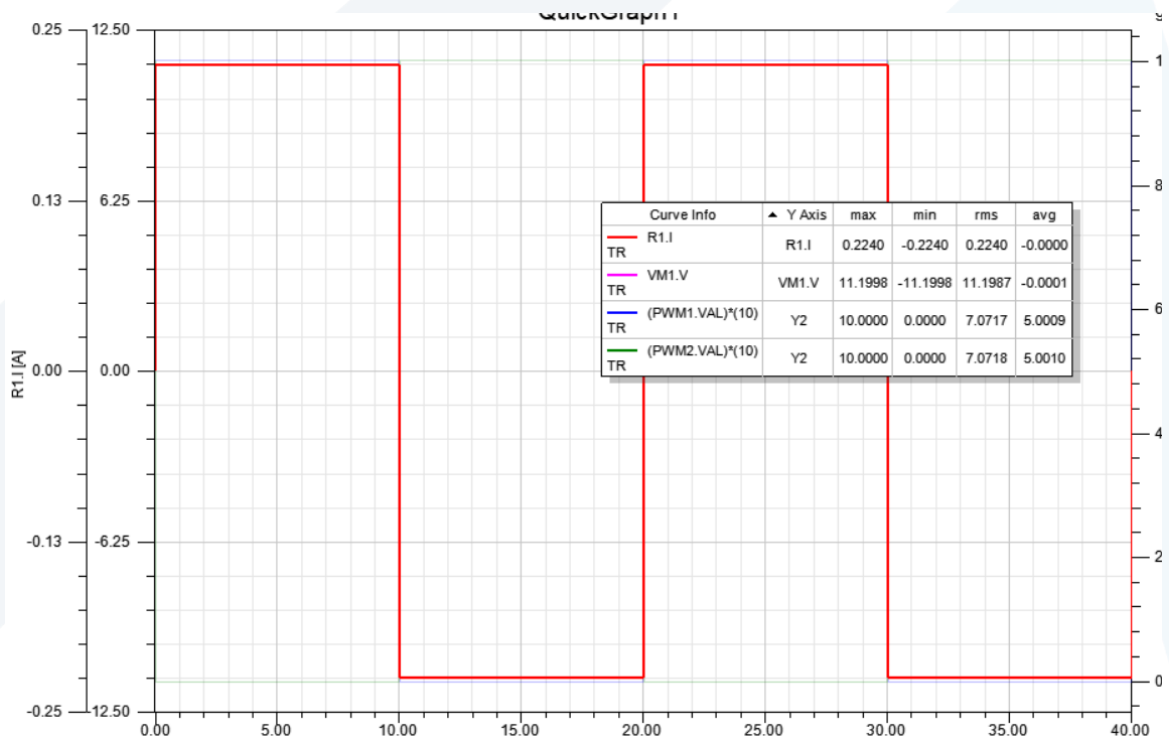


جهد الحمل



| Curve Info | ▲ Y Axis | max | min | rms | avg |
|-----------------------|----------|---------|----------|---------|---------|
| VM1.V TR | VM1.V | 11.1998 | -11.1998 | 11.1987 | -0.0001 |
| (PWM1.VAL)*(10) TR | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0717 | 5.0009 |
| (PWM2.VAL)*(10) TR | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0718 | 5.0010 |

تيار الحمل

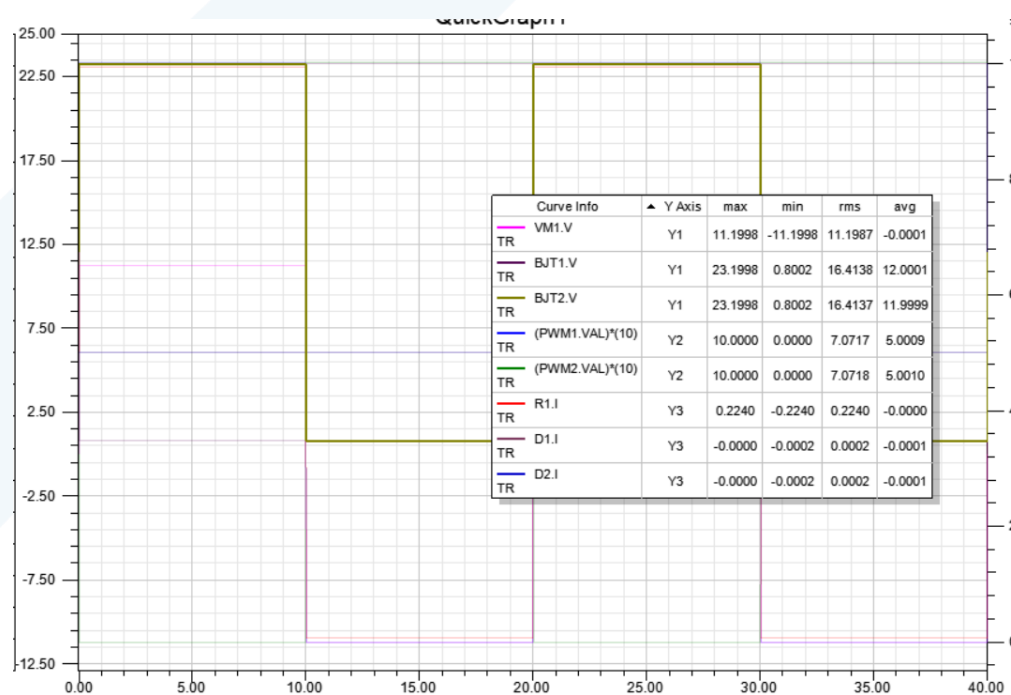
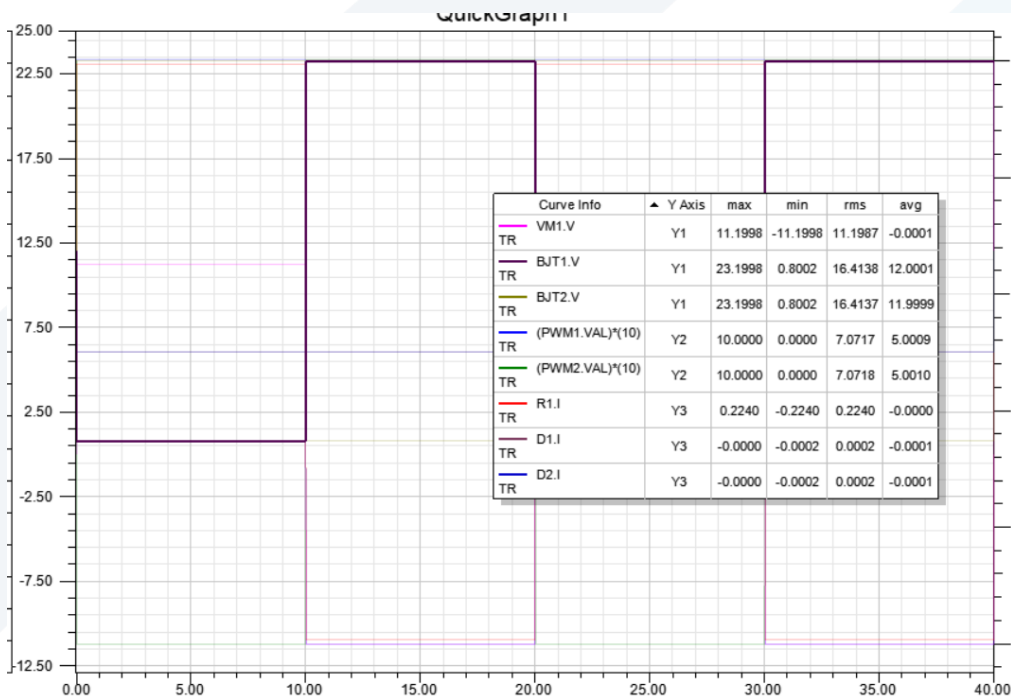


| Curve Info | ▲ Y Axis | max | min | rms | avg |
|-----------------------|----------|---------|----------|---------|---------|
| R1.I TR | R1.I | 0.2240 | -0.2240 | 0.2240 | -0.0000 |
| VM1.V TR | VM1.V | 11.1998 | -11.1998 | 11.1987 | -0.0001 |
| (PWM1.VAL)*(10) TR | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0717 | 5.0009 |
| (PWM2.VAL)*(10) TR | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0718 | 5.0010 |

تيار ديود التفريغ العكسي

| | | | | | |
|------|----|---------|---------|--------|---------|
| D1.I | Y3 | -0.0000 | -0.0002 | 0.0002 | -0.0001 |
| TR | Y3 | -0.0000 | -0.0002 | 0.0002 | -0.0001 |
| D2.I | Y3 | -0.0000 | -0.0002 | 0.0002 | -0.0001 |
| TR | Y3 | -0.0000 | -0.0002 | 0.0002 | -0.0001 |

الجهد العكسي على الترانزستور



$$u(t) = E_1 = E_2 = E = 12V$$

جهد الحمولة القيمة المتوسطة: حمولة أومية

$$U_{L_{av}} = \frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} E d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} -E d\theta \right] = 0$$

تيار الحمولة القيمة المتوسطة:

$$I_{L_{av}} = \frac{U_{L_{av}}}{R} = 0A$$

جهد الحمولة القيمة الفعالة:

$$U_{L_{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} E^2 d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} E^2 d\theta \right]} = \sqrt{\frac{E^2}{2\pi} 2\pi} = E = 12V$$

تيار الحمولة قيمة فعالة:

$$I_{L_{rms}} = \frac{E}{R} = \frac{12}{50} = 0.24A$$

| Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg |
|-----------------------|--------|---------|----------|---------|---------|
| VM1.V TR | Y1 | 11.1998 | -11.1998 | 11.1987 | -0.0001 |
| BJT1.V TR | Y1 | 23.1998 | 0.8002 | 16.4138 | 12.0001 |
| BJT2.V TR | Y1 | 23.1998 | 0.8002 | 16.4137 | 11.9999 |
| (PWM1.VAL)*(10) TR | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0717 | 5.0009 |
| (PWM2.VAL)*(10) TR | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0718 | 5.0010 |
| R1.I TR | Y3 | 0.2240 | -0.2240 | 0.2240 | -0.0000 |
| D1.I TR | Y3 | -0.0000 | -0.0002 | 0.0002 | -0.0001 |
| D2.I TR | Y3 | -0.0000 | -0.0002 | 0.0002 | -0.0001 |

حمولة مختلطة

Parameters - L1 - Inductor

Parameters | Output / Display

Name: L1 Show Name

Parameters

Inductance: 500 mH Use Pin
Value, Variable, Expression

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

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

Initial Value

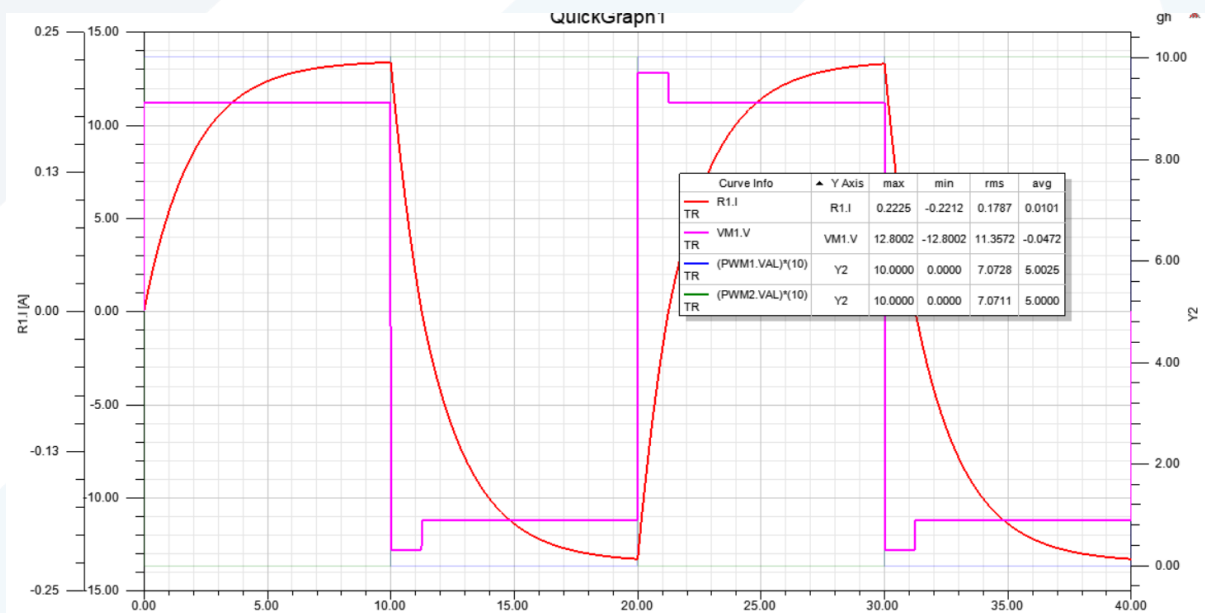
Initial Value: 0 A

Outputs

Voltage Current Inductance

OK Cancel

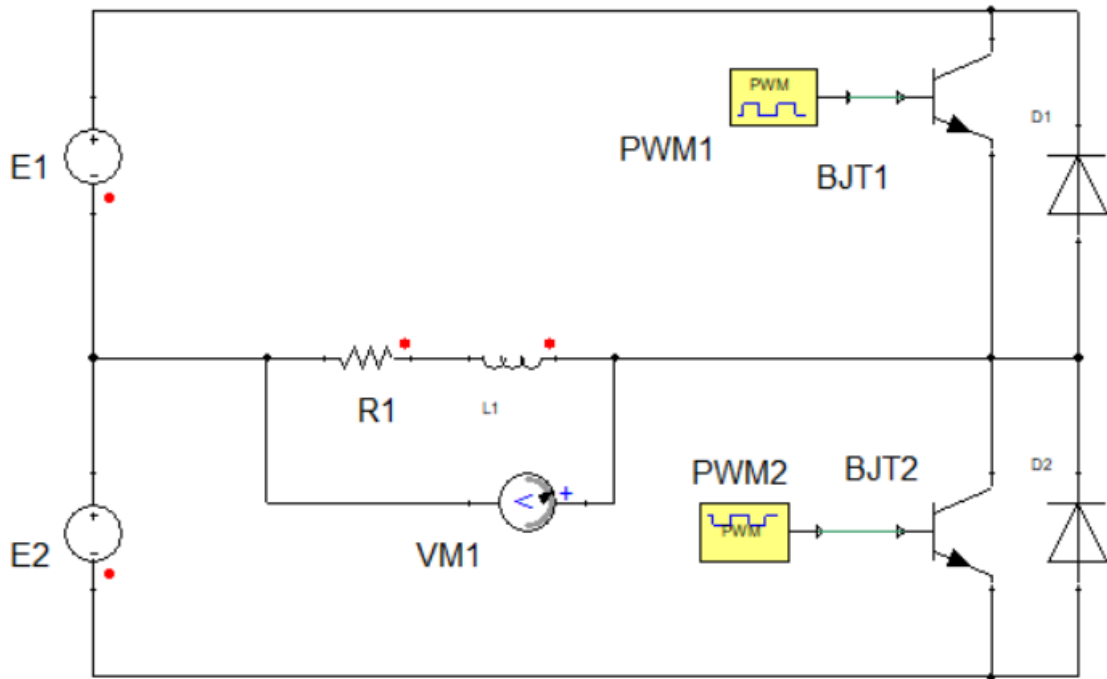
جهد الحمل على كامل الحمولة المختلطة و تيار الحمل



| Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg |
|------------|--------|---------|----------|---------|---------|
| R1.I | R1.I | 0.2225 | -0.2212 | 0.1787 | 0.0101 |
| VM1.V | VM1.V | 12.8002 | -12.8002 | 11.3572 | -0.0472 |

عندما يكون الترانزستور T1 في حالة توصيل (اي عندما تأتيه نبضة تحكم) يكون جهد الخرج المطبق على الحمل مساويا $U_{dc}/2$ وتيار الحمل التحريضي في حالة تزايد باتجاه الموجب واتجاه الاستطاعة اللحظية من حلقة التيار المستمر الى الحمل ثم يتم فصل الترانزستور T1 وعندها سوف يتم تفريغ التيار المخزن في الملف عن طريق الديود D2 وبشكل مشابه يتم توصيل الترانزستور T2 الذي يتوافق مع فصل T1 يكون جهد الخرج المطبق على الحمل مساويا $-U_{dc}/2$ والتيار التحريضي في حالة تزايد بالاتجاه السالب واتجاه الاستطاعة اللحظية من حلقة التيار المستمر الى الحمل وبعد ذلك يفصل T2 ليتم تفريغ التيار عبر الديود D2

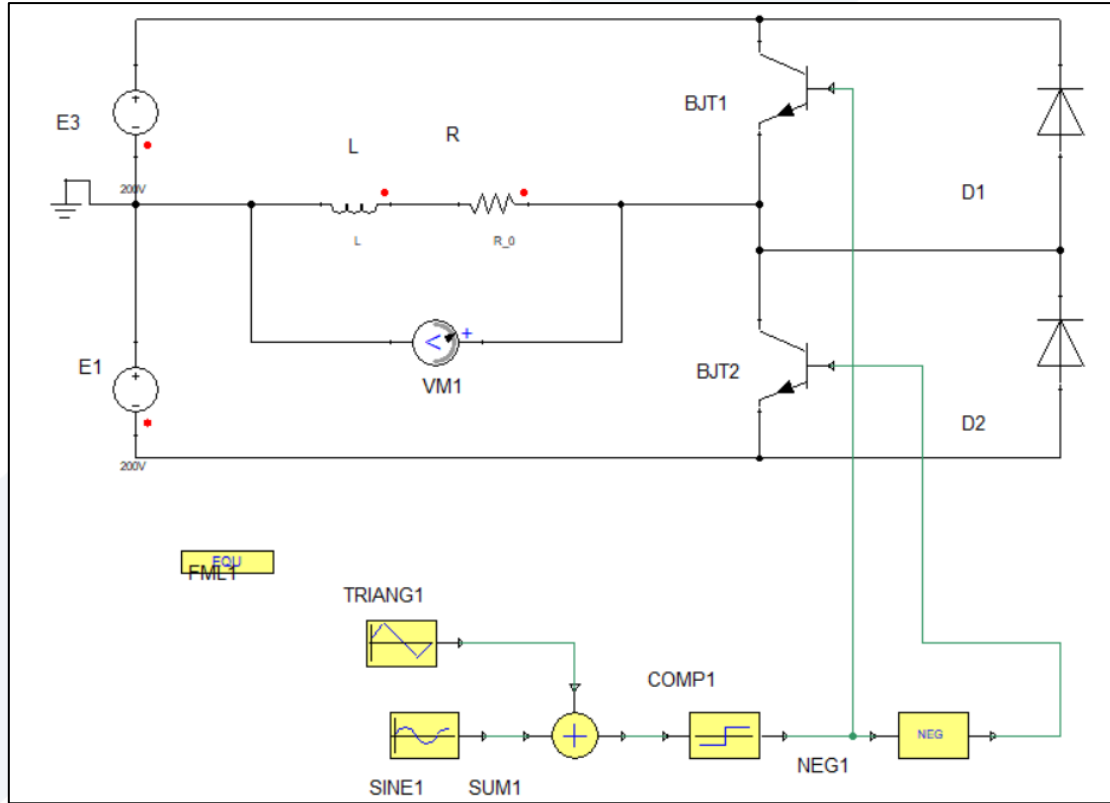
وبتكرار هذه العملية نكون قد حصلنا على اشارة دورية للتيار اقرب ما يمكن للاشارة الجيبية بمطالات وترددات قابلة للضبط



الطريقة التالية تسمى SPWM

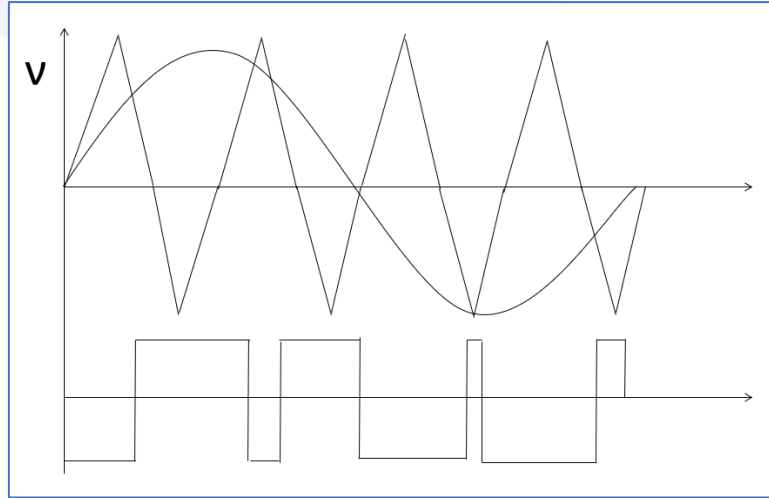
Sinusoidal Pulse-Width Modulation

التعديل النبضي العرضاني الجيبي



يقوم مبدأ التعديل النبضي العرضاني الجيبي SPWM على المقارنة بين إشارتين جيبيتية (مرجعية) ومثلثية (الحاملة) ونتيجة المقارنة نحصل على سلسلة من النبضات المتساوية بالمطال $(U_{dc}/2, -U_{dc}/2)$ ومختلفة بامتدادها (عرضها) وهذه النبضات تؤخذ إلى الترانزستورات لتعمل حسب هذه النبضات حيث يعمل كل ترانزستورين معا فتعطي بذلك على الخرج إشارة أقرب ما تكون إلى الإشارة الجيبية.

تعتمد على فكرة مقارنة إشارة مرجعية جيبيتية ذات تردد ومطال قابل للتغيير مع إشارة حاملة مثلثية بتردد ثابت أكبر من تردد الإشارة المرجع ومطال أيضا ثابت أكبر من مطال الإشارة المرجع، عندما تكون الإشارة المرجع خلال عينة من الزمن أكبر من الإشارة الحامل يتم قده احد الترانزستورين وعلى العكس عندما تكون الإشارة الحامل أكبر من الإشارة المرجع . يتم التحكم بعرض النبضات خلال نصف الدور بحيث لا تبقى ثابتة، وذلك عن طريق مقارنة الإشارة المرجعية ذات الشكل الجيبي مع الإشارة الحاملة ذات الشكل المثلثي.



يستخدم هذا النوع من التعديل لإلغاء تأثير التوافقيات الدنيا القريبة من التوافقية الأساسية .

Parameters - E1 - Voltage Source

Parameters | AC - Parameters | Output / Display

Name: Show Name

Parameters

EMF Value: Use Pin AC use

Time Controlled:

Spice compatible

Partial Derivation

| | |
|---|--|
| Amplitude: <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="V"/> | Phase: <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="deg"/> |
| Frequency: <input type="text" value="50"/> <input type="text" value="Hz"/> | Offset: <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="V"/> |
| <input checked="" type="checkbox"/> Period: <input type="text" value="Tend + 1.0"/> | Rise Time: <input type="text" value="0.005"/> <input type="text" value="s"/> |
| Periodical: <input type="text" value="Yes"/> | Fall Time: <input type="text" value="0.01"/> <input type="text" value="s"/> |
| Delay: <input type="text" value="0"/> <input type="text" value="s"/> | Pulse Width: <input type="text" value="0.005"/> <input type="text" value="s"/> |

Outputs

Voltage Current EMF Value

OK Cancel

Parameters | AC - Parameters | Output / Display

Name: Show Name

Parameters

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

Time Controlled:

Spice compatible

Partial Derivation

Amplitude: Phase:

Frequency: Offset:

Period: Rise Time:

Periodical: Fall Time:

Delay: Pulse Width:

Outputs

Voltage Current EMF Value

OK Cancel

سنستخدم نفس قيم الدارة من حيث جهد التغذية 12 فولت و المقاومة 50 أوم والمحاكاة 0.01 هنري

Parameters - FML1 - Equation

State | Output / Display

Name: Show Name

Parameters

| Equation | Show | Calculation Sequ... | Information | Include Info |
|--------------|--------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------|
| FRE := 100.0 | <input type="checkbox"/> | Before Analog S... | Variable (FRE:=100) | <input type="checkbox"/> |
| R_0 := 50 | <input type="checkbox"/> | Before Analog S... | Variable (R:=6) | <input type="checkbox"/> |
| L := 0.01 | <input type="checkbox"/> | Before Analog S... | Variable (L:=10m) | <input type="checkbox"/> |
| em := 22.0 | <input type="checkbox"/> | Before Analog S... | Variable (em:=22) | <input type="checkbox"/> |
| fc := 5000.0 | <input type="checkbox"/> | Before Analog S... | Variable (fc:=5000) | <input type="checkbox"/> |

OK Cancel

Parameters - TRIANG1 - Triangular Wave

Parameters | Output / Display

Name Show Name

Parameters

Amplitude Phase

Frequency Offset

Period

Periodical

Delay

Outputs

Value

OK Cancel

Parameters - SINE1 - Sine Wave

Parameters | Output / Display

Name Show Name

Parameters

RMS Value

Amplitude Phase

Frequency Offset

Period

Periodical

Delay

Outputs

Value

OK Cancel

Parameters - SUM1 - Summation

Parameters | Output / Display

Name: Show Name

Parameters

| Name | Use Pin | Sign | Input Signal |
|----------|-------------------------------------|------|--------------|
| INPUT[0] | <input checked="" type="checkbox"/> | + | SINE1.VAL |
| INPUT[1] | <input checked="" type="checkbox"/> | - | TRIANG1.VAL |
| INPUT[2] | <input type="checkbox"/> | + | _Empty |
| INPUT[3] | <input type="checkbox"/> | + | _Empty |
| INPUT[4] | <input type="checkbox"/> | + | _Empty |
| INPUT[5] | <input type="checkbox"/> | + | _Empty |
| INPUT[6] | <input type="checkbox"/> | + | _Empty |
| INPUT[7] | <input type="checkbox"/> | + | _Empty |

Sample Time: Use System Sample Time
 s Use Pin

Outputs
 Block Output Signal

OK Cancel

Parameters - COMP1 - Comparator

Parameters | Output / Display

Name: Show

Parameters

| Name | Value | Units | Description |
|-------|----------|-------|--------------|
| INPUT | SUM1.VAL | | Input Signal |
| THRES | 0 | | Threshold T |
| VAL1 | 1 | | Value A1 |
| VAL2 | -1 | | Value A2 |
| TS | 0 | s | Sample Time |

Default Outputs
 VAL

OK Cancel

Parameters - NEG1 - Negator ×

Parameters | Output / Display

Name: Show

| Parameters | | | | |
|------------|-------|-----------|-------|--------------|
| | Name | Value | Units | Description |
| | INPUT | COMP1.VAL | | Input Signal |
| | TS | 0 | s | Sample Time |

Default Outputs

VAL

OK Cancel

Transient Analysis Setup

Analysis Setup Name:

Analysis Control

Disable this analysis

End Time - Tend: s

Min Time Step - Hmin: s

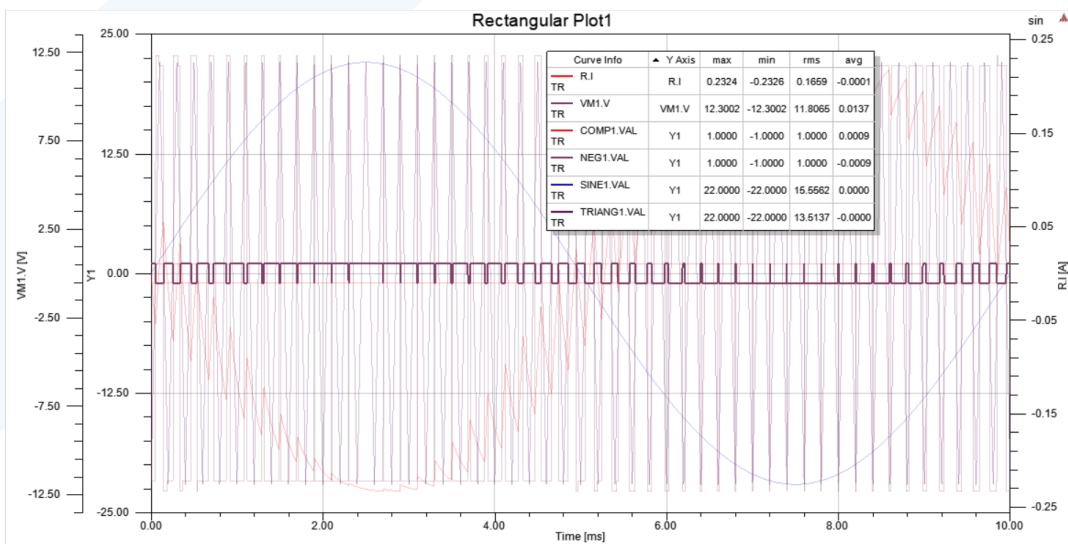
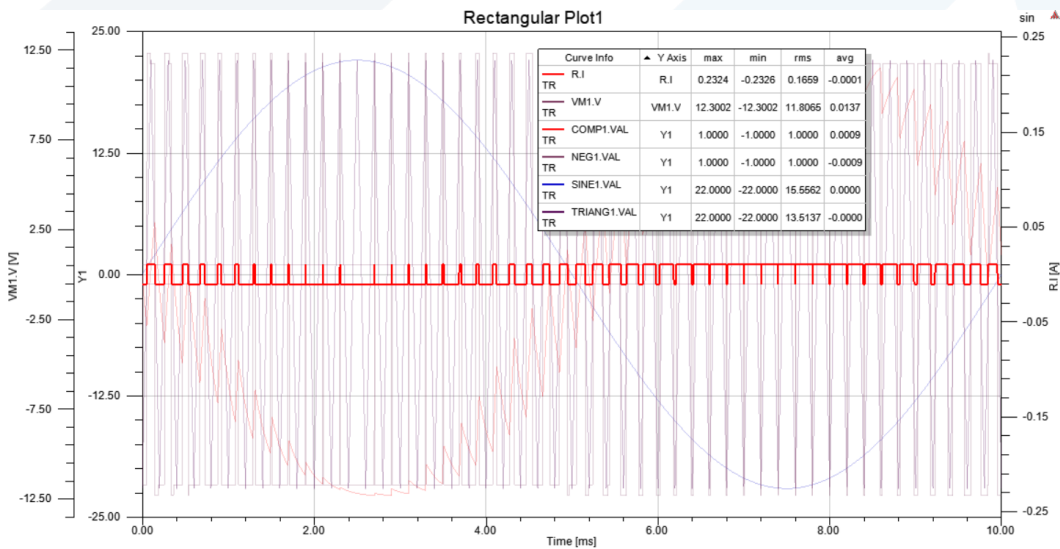
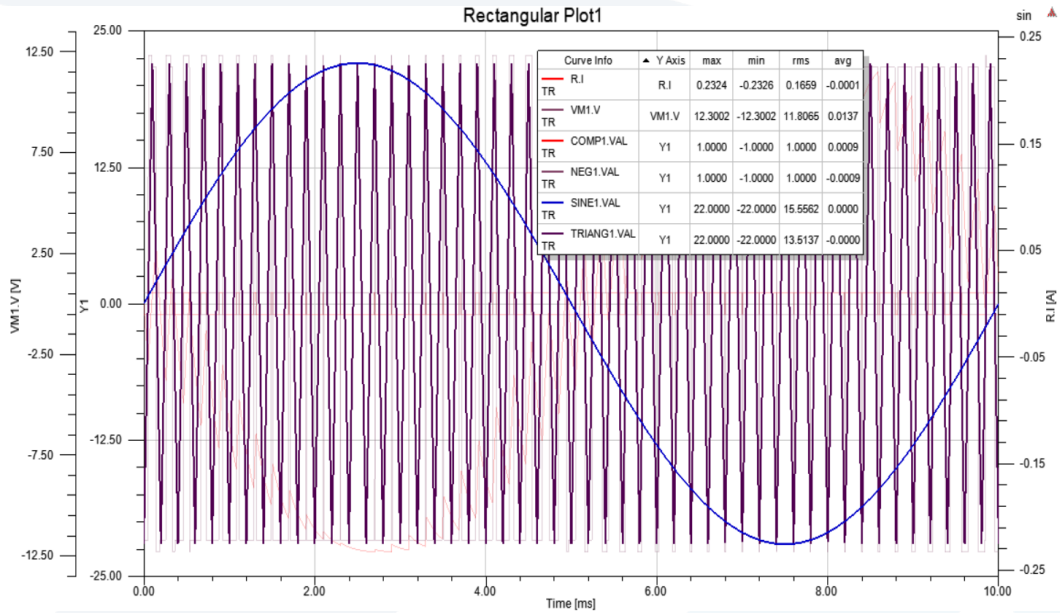
Max Time Step - Hmax: s

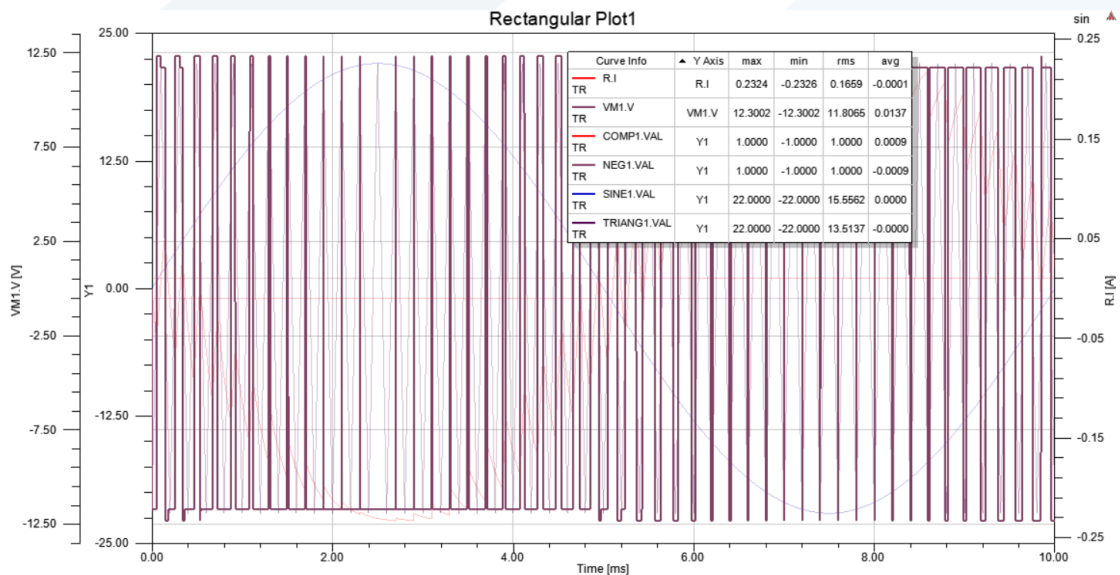
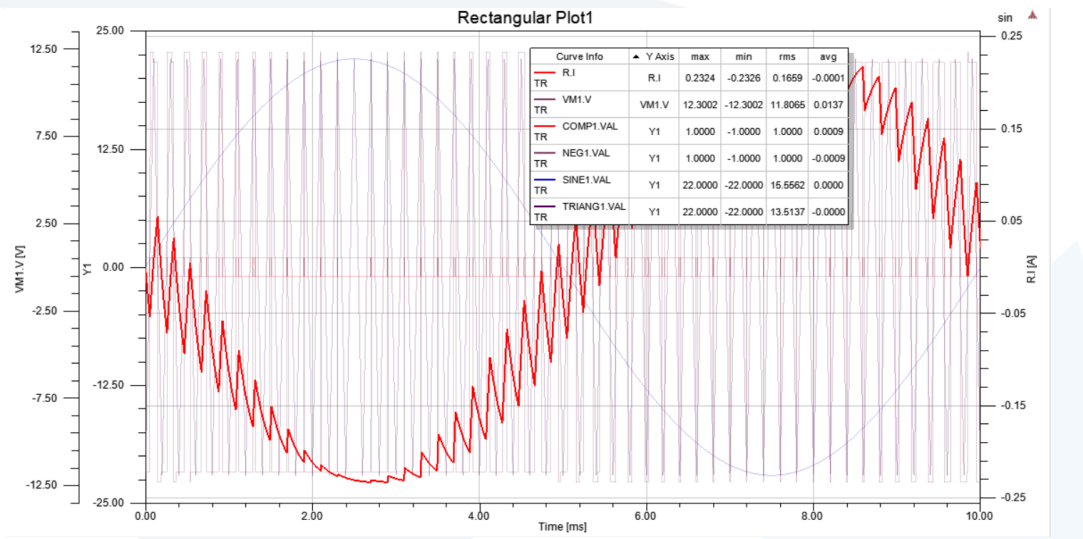
Use Initial Values

...

Enable continue to solve

Analysis Options





| Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg |
|-----------------|--------|---------|----------|---------|---------|
| VM1.V | Y1 | 11.1998 | -11.1998 | 11.1987 | -0.0001 |
| BJT1.V | Y1 | 23.1998 | 0.8002 | 16.4138 | 12.0001 |
| BJT2.V | Y1 | 23.1998 | 0.8002 | 16.4137 | 11.9999 |
| (PWM1.VAL)*(10) | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0717 | 5.0009 |
| (PWM2.VAL)*(10) | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0718 | 5.0010 |
| R1.I | Y3 | 0.2240 | -0.2240 | 0.2240 | -0.0000 |
| D1.I | Y3 | -0.0000 | -0.0002 | 0.0002 | -0.0001 |
| D2.I | Y3 | -0.0000 | -0.0002 | 0.0002 | -0.0001 |

| Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg |
|-------------|--------|---------|----------|---------|---------|
| R.I | R.I | 0.2324 | -0.2326 | 0.1659 | -0.0001 |
| VM1.V | VM1.V | 12.3002 | -12.3002 | 11.8065 | 0.0137 |
| COMP1.VAL | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | 0.0009 |
| NEG1.VAL | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | -0.0009 |
| SINE1.VAL | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 15.5562 | 0.0000 |
| TRIANG1.VAL | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 13.5137 | -0.0000 |

Transient Analysis Setup

Analysis Setup Name: TR

Analysis Control

Disable this analysis

End Time - Tend: 0.04 s

Min Time Step - Hmin: 1e-006 s

Max Time Step - Hmax: 0.0001 s

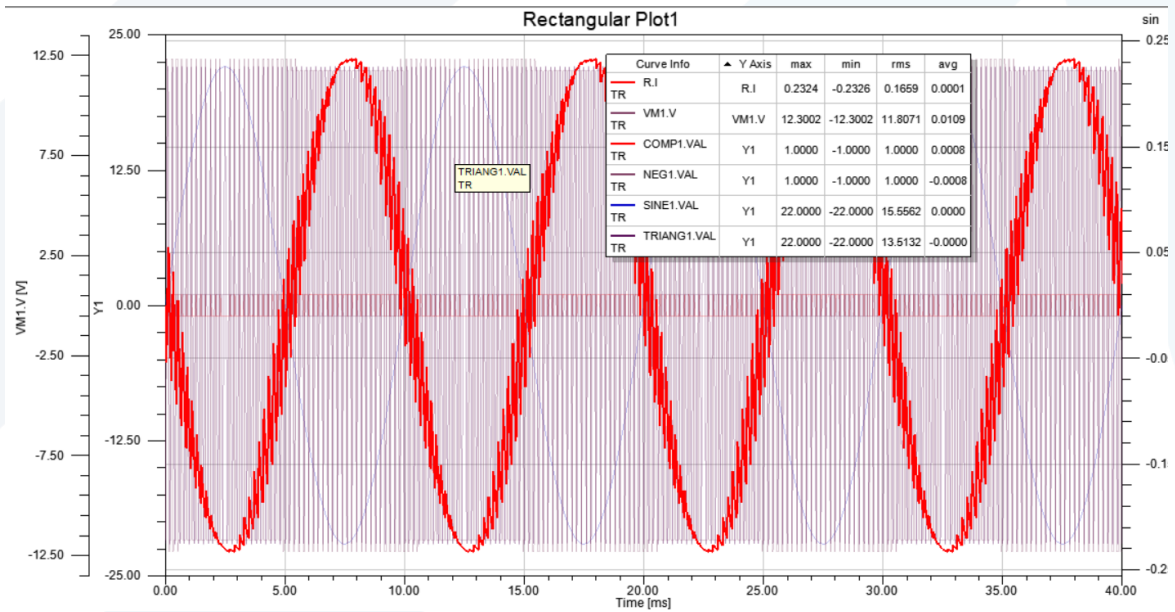
Use Initial Values

Enable continue to solve

Analysis Options: Options

OK Cancel

لتحسين النتائج رقميا
نزيد زمن المعالجة حتى
0.04 ثانية



| Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg |
|----------------|--------|---------|----------|---------|---------|
| TR R.I | R.I | 0.2324 | -0.2326 | 0.1659 | 0.0001 |
| TR VM1.V | VM1.V | 12.3002 | -12.3002 | 11.8071 | 0.0109 |
| TR COMP1.VAL | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | 0.0008 |
| TR NEG1.VAL | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | -0.0008 |
| TR SINE1.VAL | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 15.5562 | 0.0000 |
| TR TRIANG1.VAL | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 13.5132 | -0.0000 |

لاحظ نتائج وقارنها مع نتائج عند زمن أقل
لاحظ ان القيمة المتوسطة لتيار الحمل وجهد الحمل مساوية للصفر كونها متناظرة حول محور الزمن