Lecture No. 8 Part 2

دارة القالبة أحادية الأطوار نصف جسريه على حمولة أومية ومختلطة

ميكاترونيكس ـ سنة رابعة ـ فصل ثاني

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:

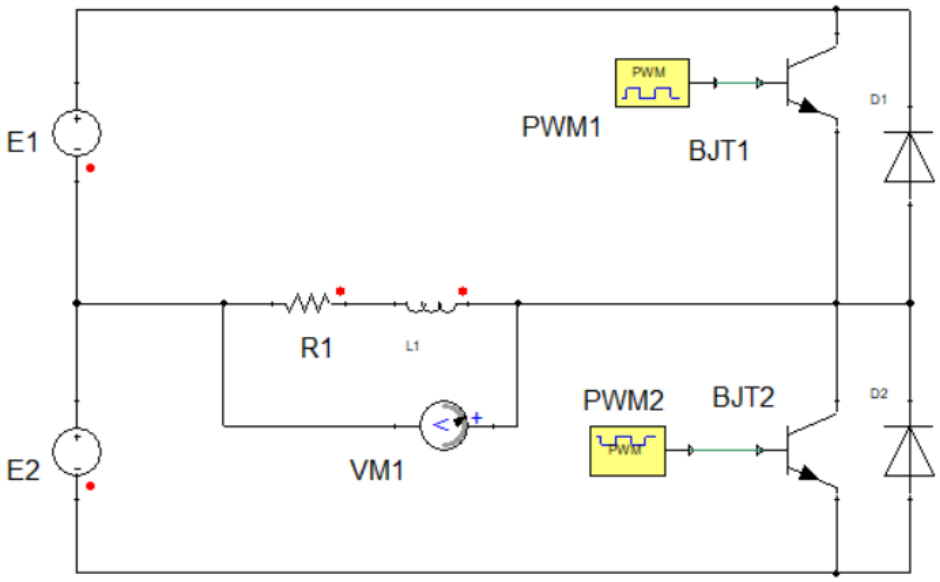
- قالبات جهد (VOLTAGE-SOURCE INVERTER)
- قالبات تيار (CURRENT-SOURCE INVERTER)

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 الصغرية والمتحكمات الرقمية <حيث يتم ضبط السرعة والعزم عن طريق تشكيل نبضات بتعديل نبضي عرضاني بتتابع واستمرارية محددة على مداخل المفاتيح

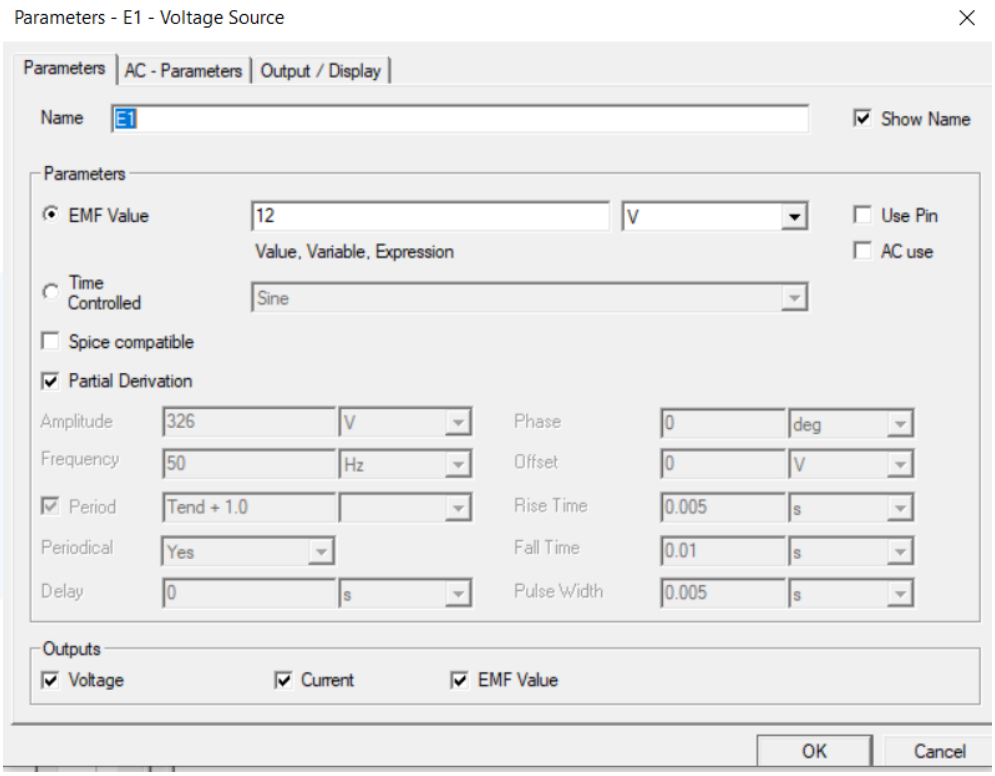
الالكترونية المشكلة للقالبة وذلك لتشكيل جهد دوري يطبق على المحركات اقرب ما يمكن من الجهد الجيبي بتردد ومطال منظم

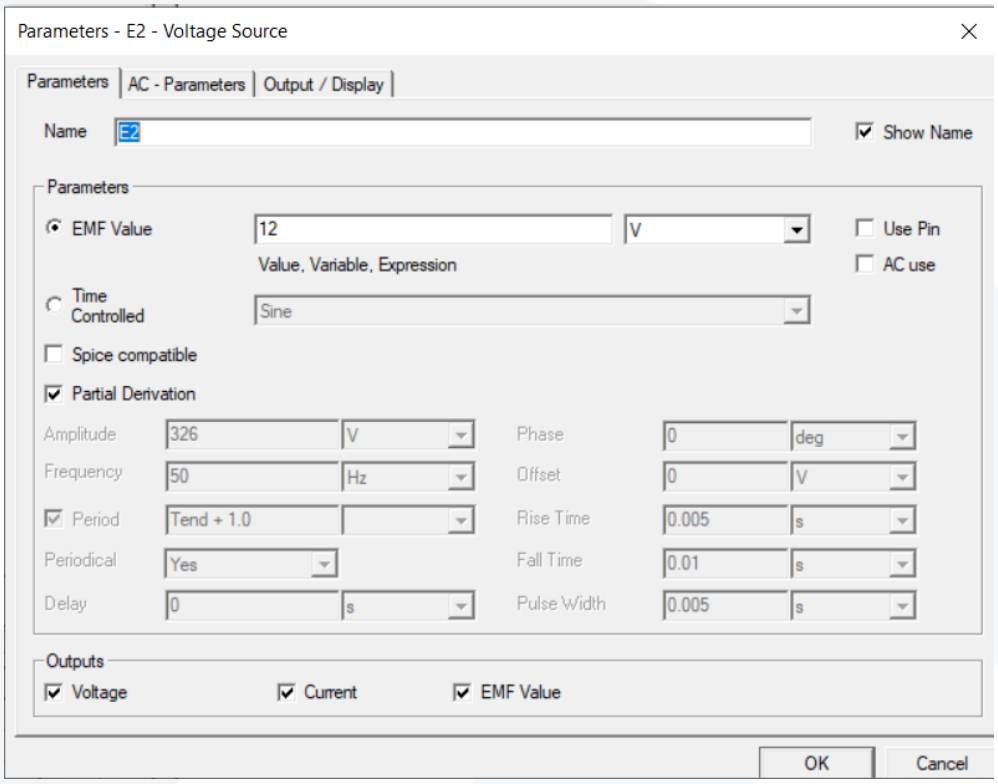
دارة النظام:



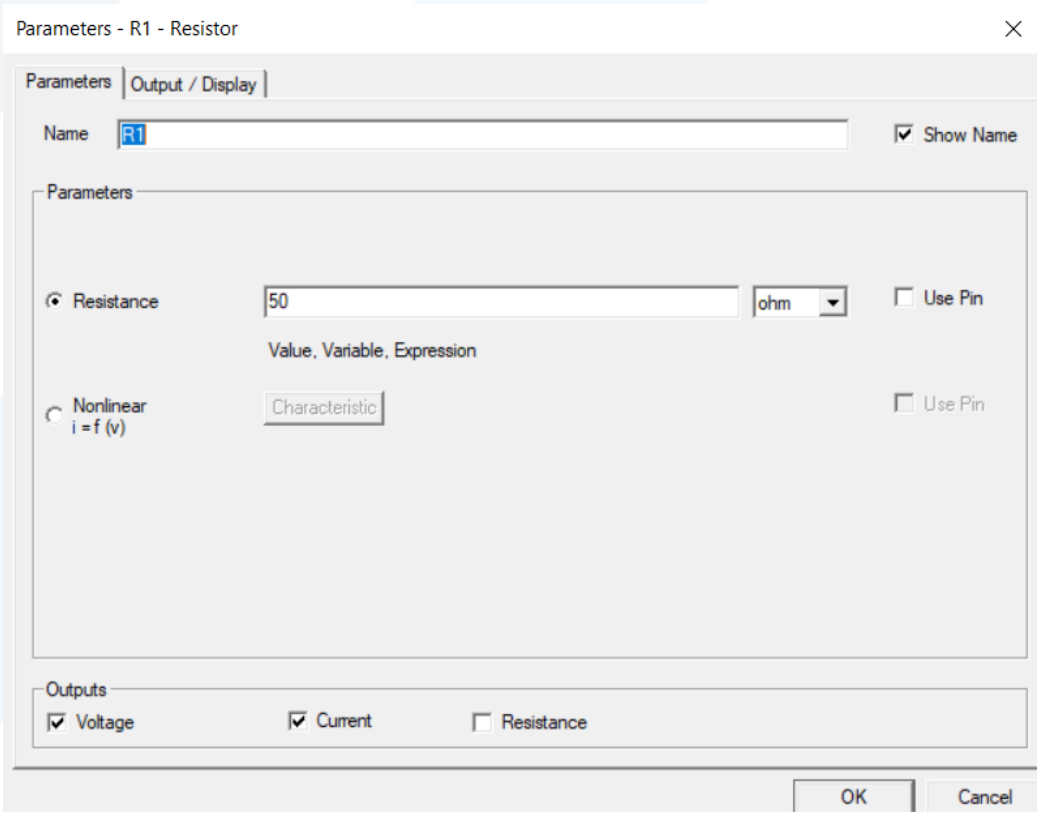
القيم العددية لعناصر الدارة المعطاة:

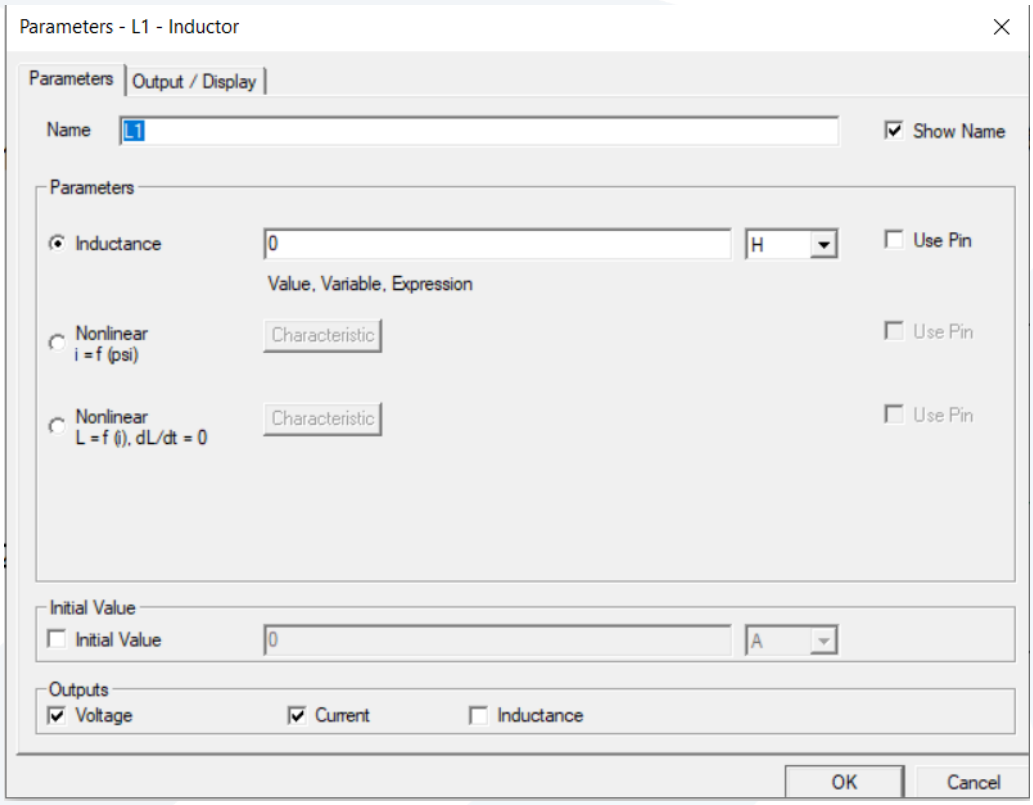
منابع التغذية (مستمر): إشارة جهد لمنبع التغذية المستمر بقيمة 25 فولت



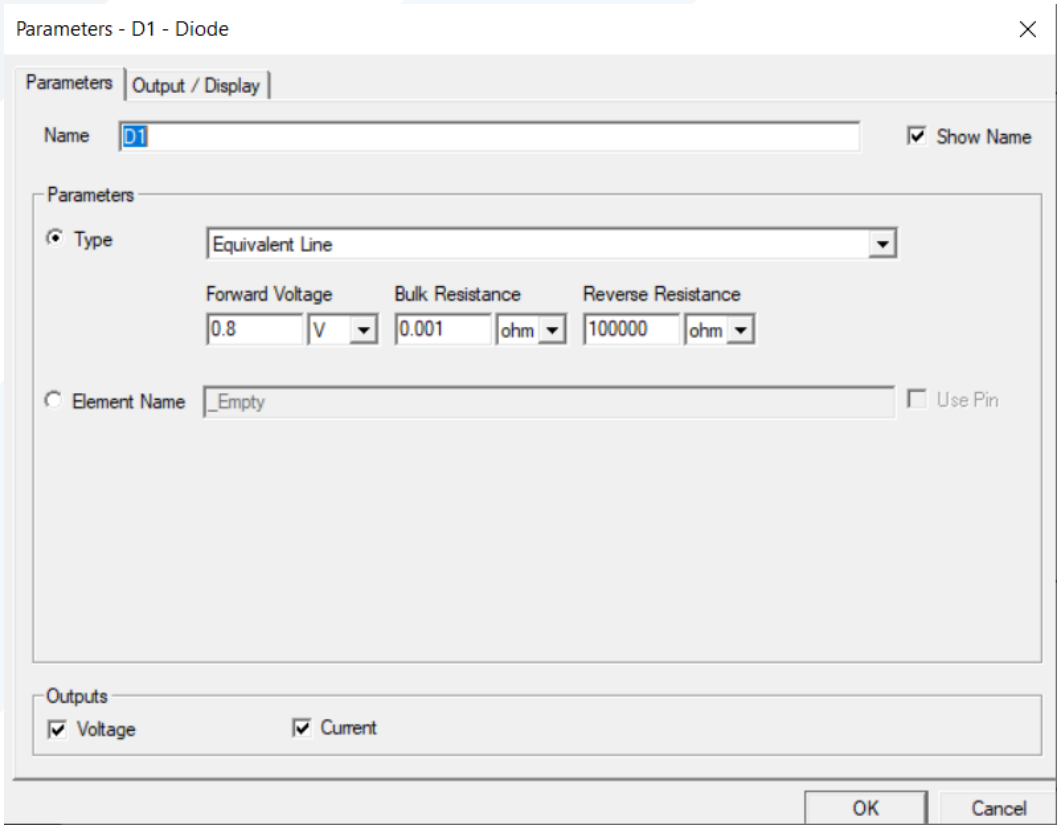


قيم الحمولة: في حال حمولة أومية يتم وضع قيمة المحارضة صفرا

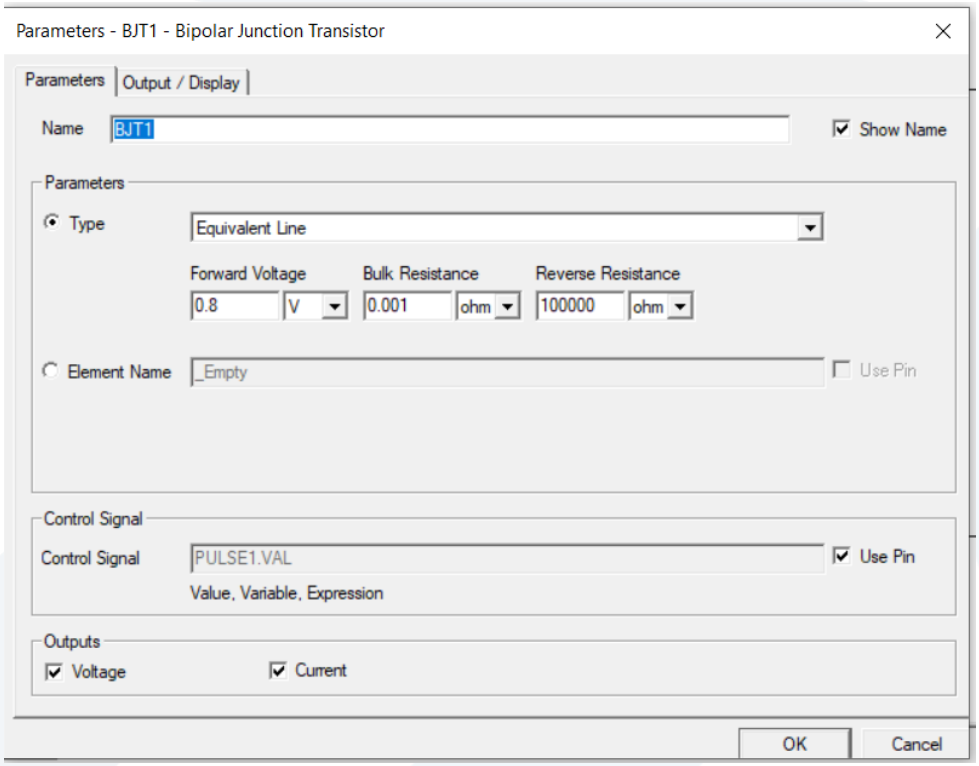




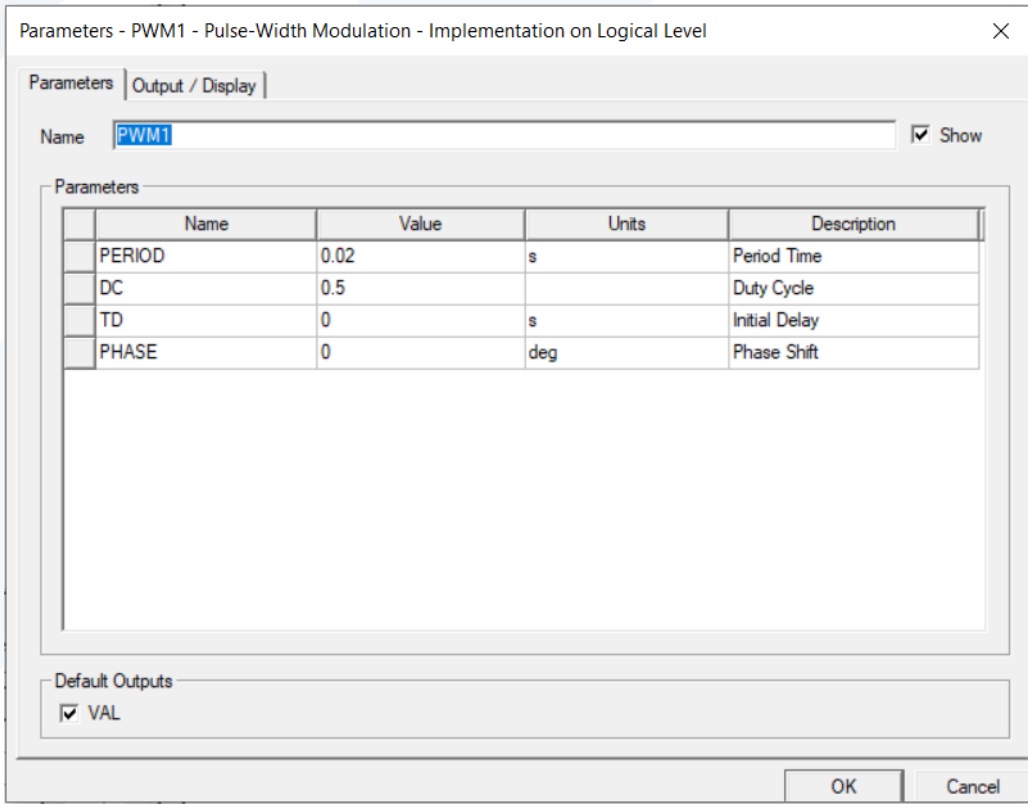
ديود تفريغ عكسي على طرفي الحمل

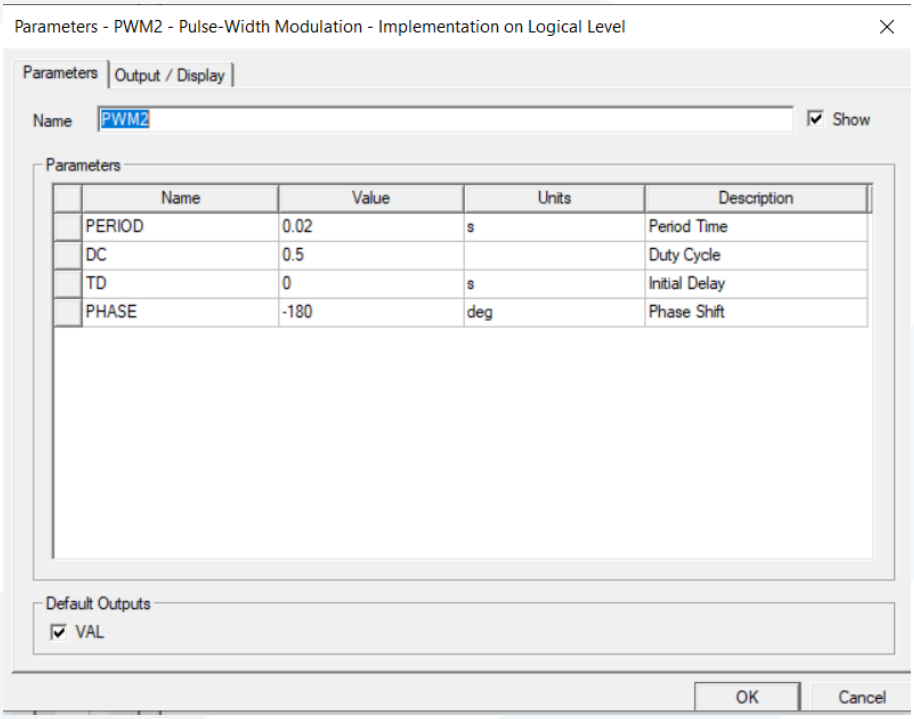


مواصفات الترانزستور المستخدمة:



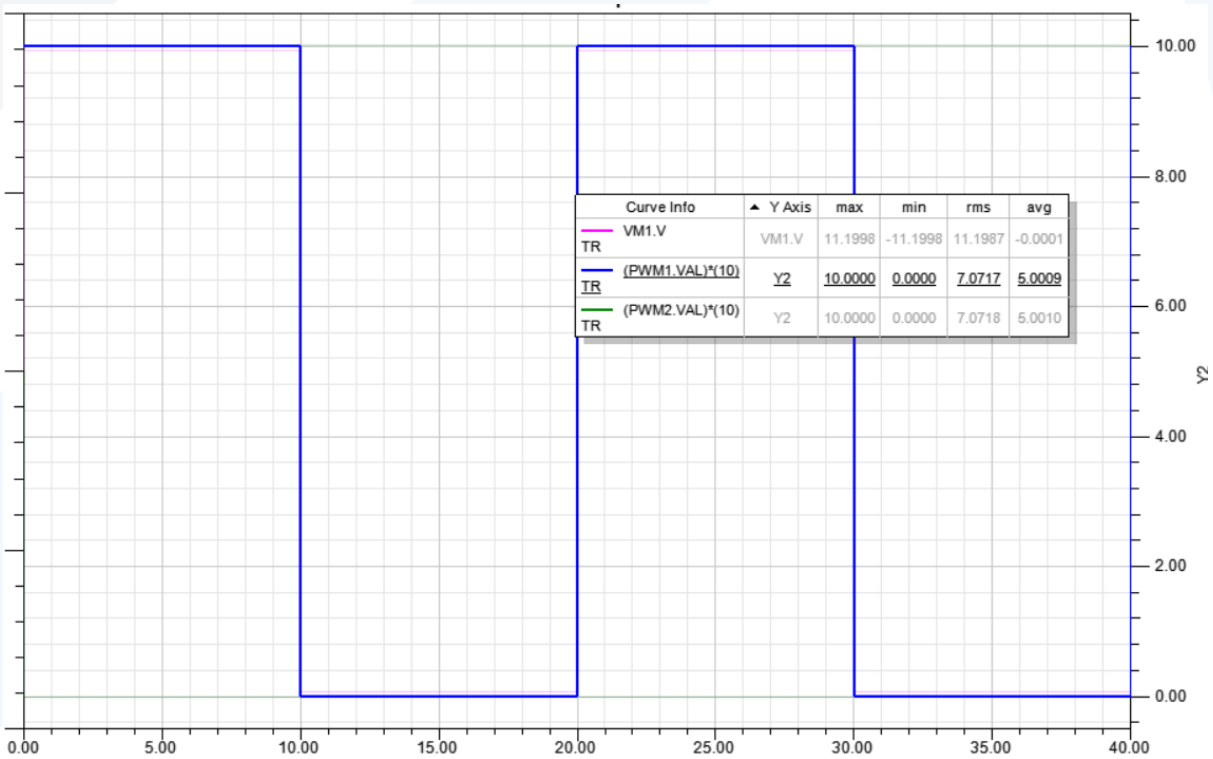
مولد النبضات:

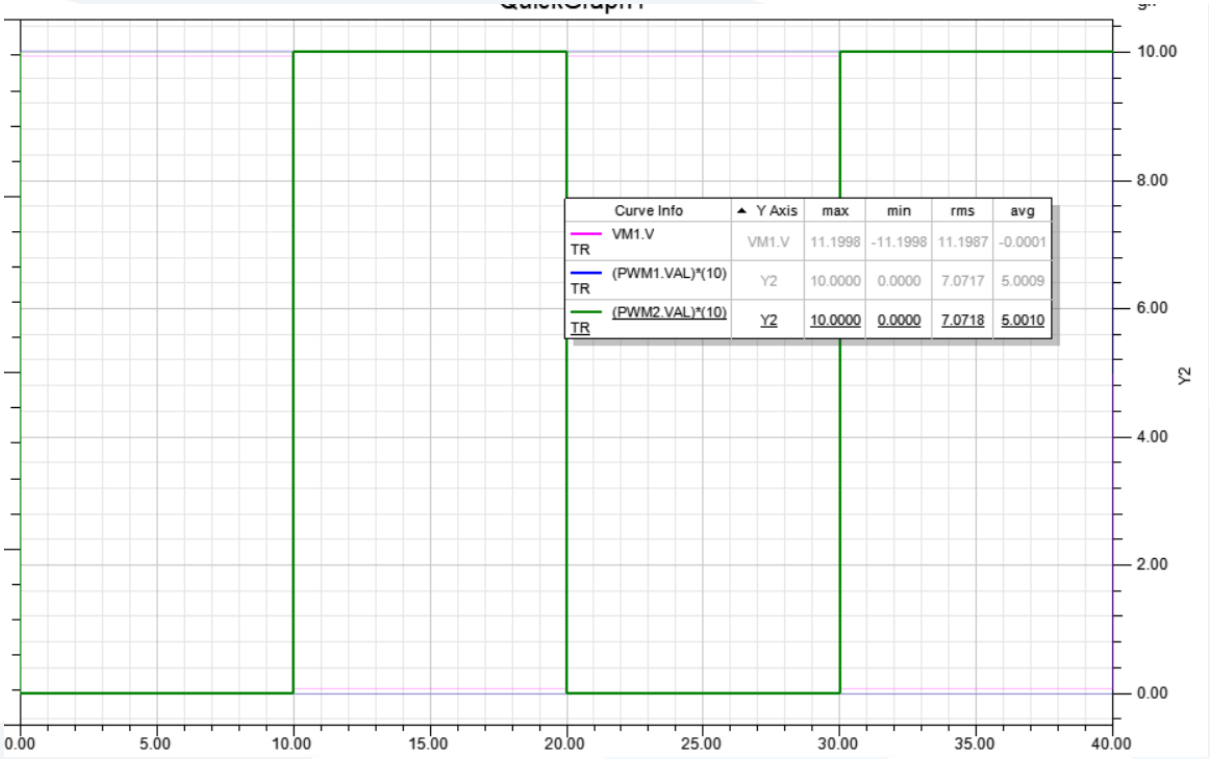




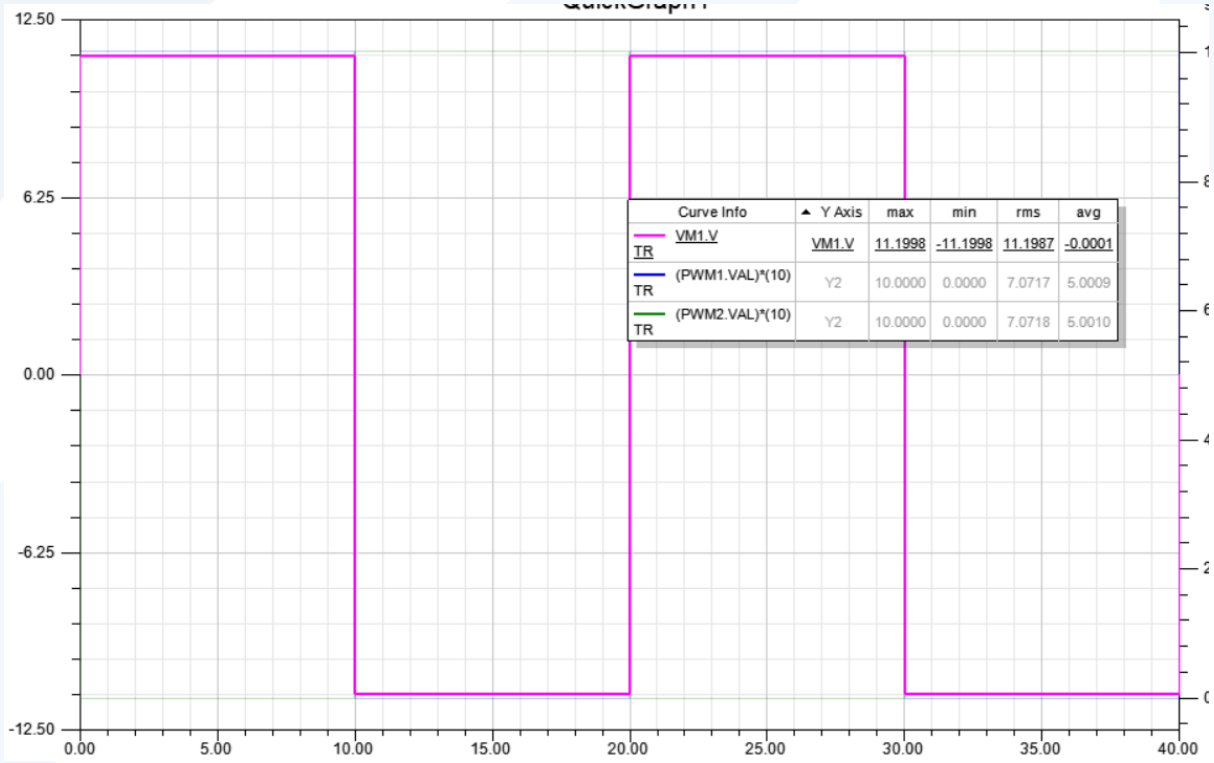
دراسة أداء الدارة واستنتاج إشارات جهد الخرج وتيار الخرج و تيار الترانزستور والمنبع والجهد العكسي على الترانزستور:

نبضات التحكم على الترانزستور: 1 فولت و 0 فولت



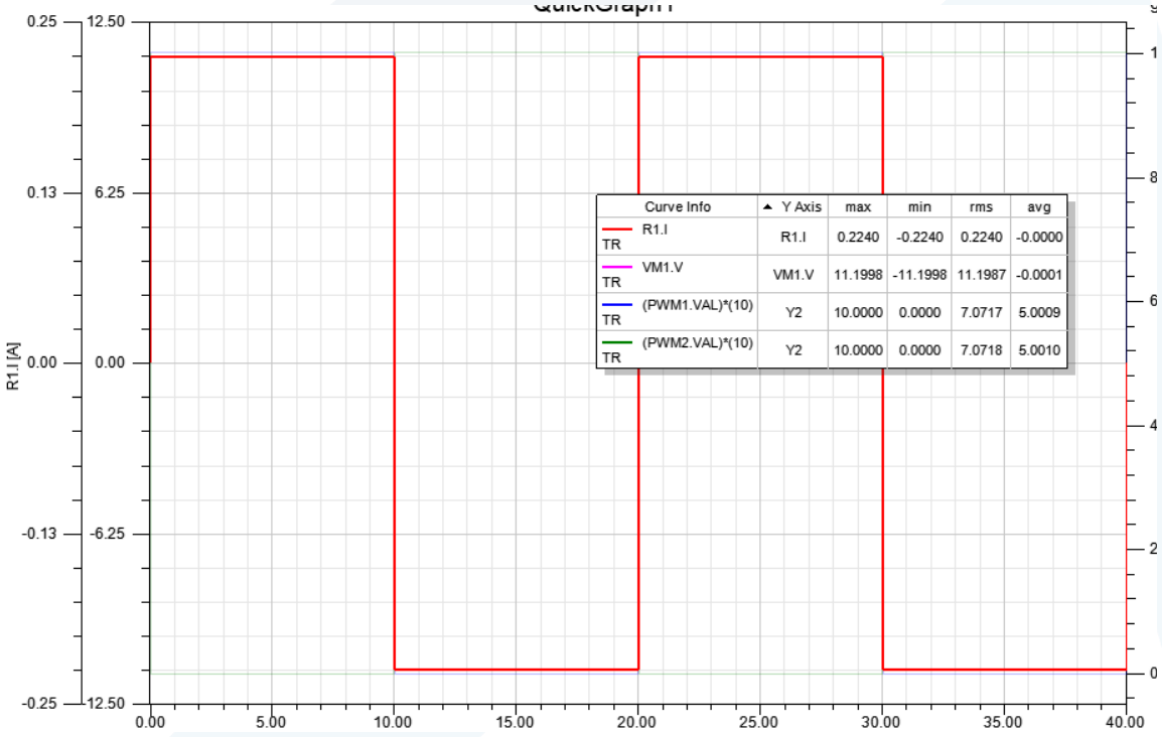

Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg
VM1.V TR | VM1.V | 11.1998 | -11.1998 | 11.1987 | -0.0001
(PWM1.VAL)*(10) TR | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0717 | 5.0009
(PWM2.VAL)*(10) TR | Y2 | 10.0000 | 0.0000 | 7.0718 | 5.0010
10.00
8.00
6.00
4.00
2.00
0.00
Y2
0.00
5.00
10.00
15.00
20.00
25.00
30.00
35.00
40.00

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
12.50
6.25
0.00
-6.25
-12.50
0.00
5.00
10.00
15.00
20.00
25.00
30.00
35.00
40.00

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

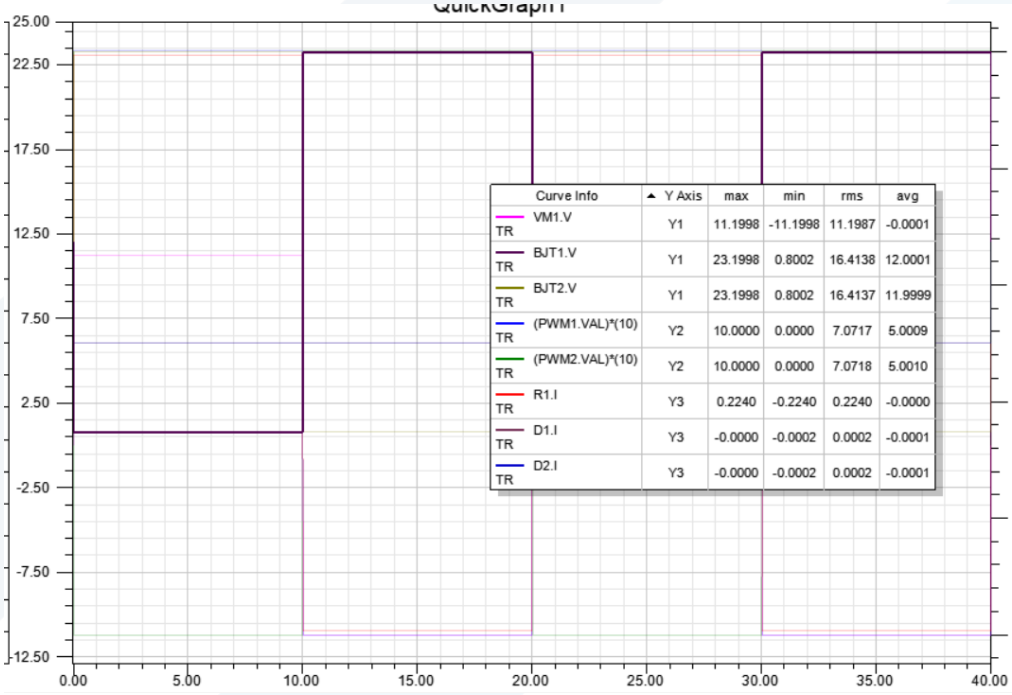


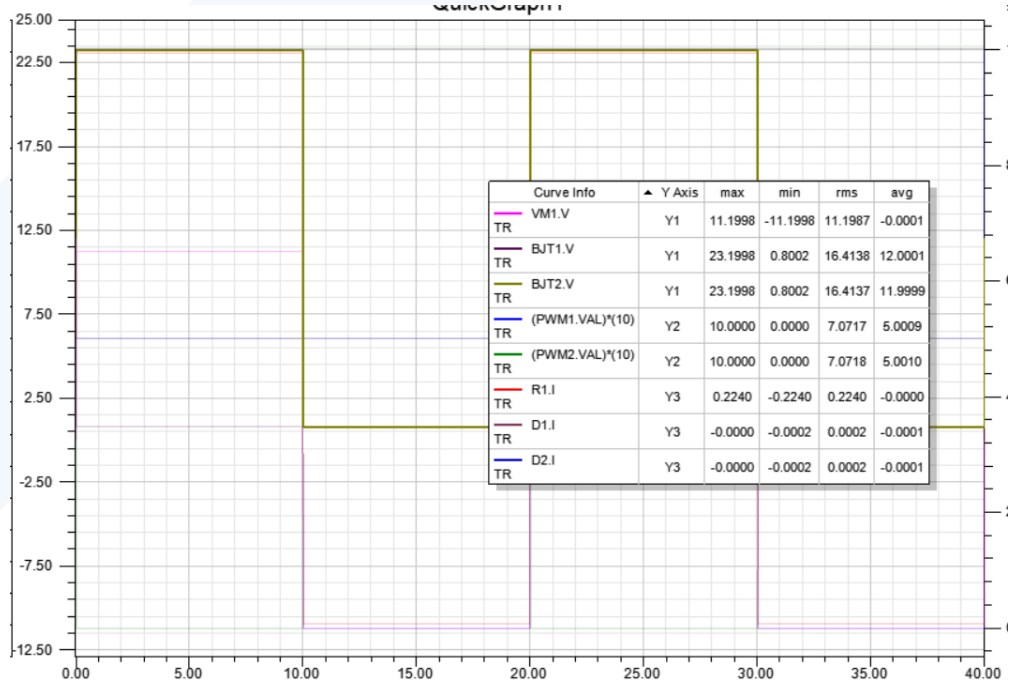
Curve Info	Y Axis	max	min	rms	avg
R1.I TR	R1.I	0.2240	-0.2240	0.2240	-0.0000
VM1.V TR	VM1.V	11.1998	-11.1998	11.1987	-0.0001
(PWM1.VAL)*(10) TR	Y2	10.0000	0.0000	7.0717	5.0009
(PWM2.VAL)*(10) TR	Y2	10.0000	0.0000	7.0718	5.0010

تيار ديود التفريغ العكسي

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

الجهد العكسي على الترانزستور





جهد التغذية

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

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:

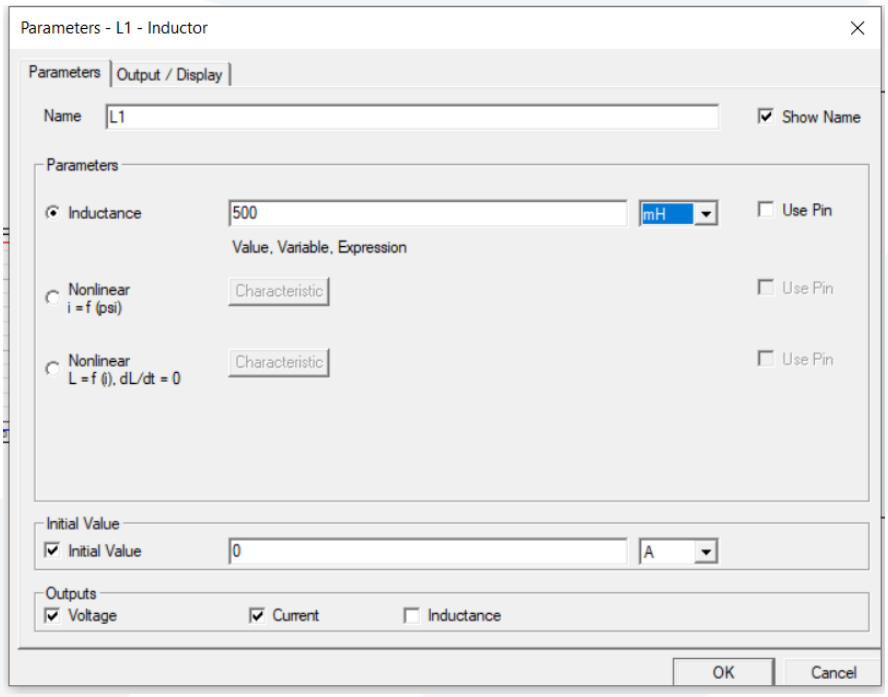
$$U_{L_{rms}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\left[\int_0^{\pi} E^2 d\theta + \int_{\pi}^{2\pi} E^2 d\theta\right]} = \sqrt{\frac{E^2}{2\pi}2\pi} = E = 12V$$

تيار الحمولة قيمة فعالة:

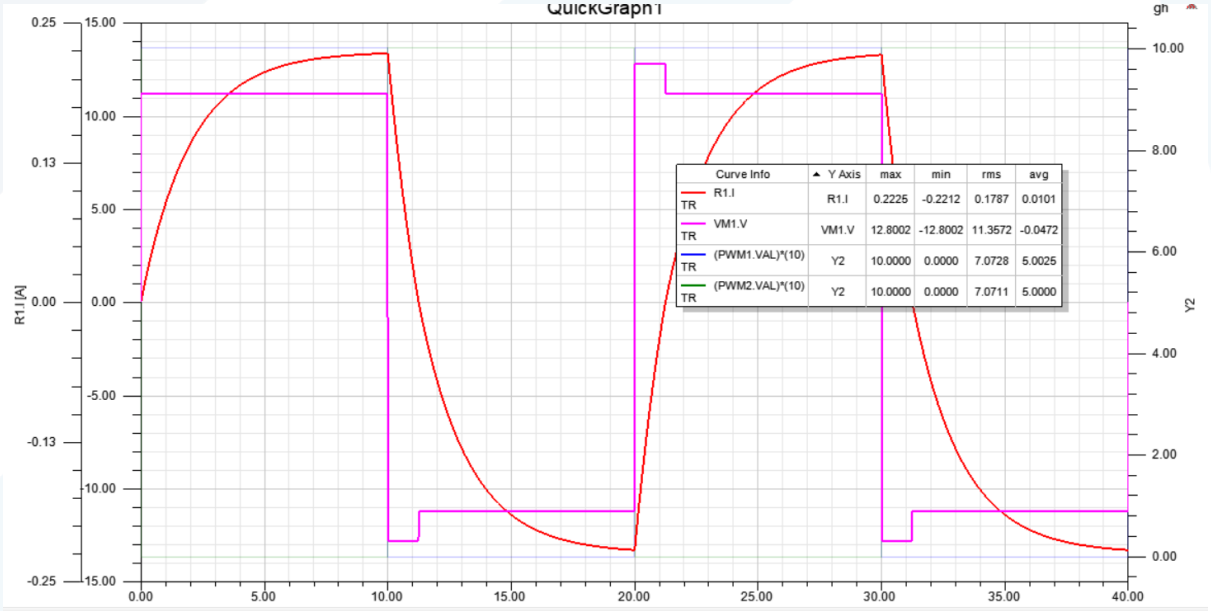
$$I_{L_{rms}} = \frac{E}{R} = \frac{12}{50} = 0.24A$$

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



جهد الحمل على كامل الحمولة المختلطة وتيار الحمل

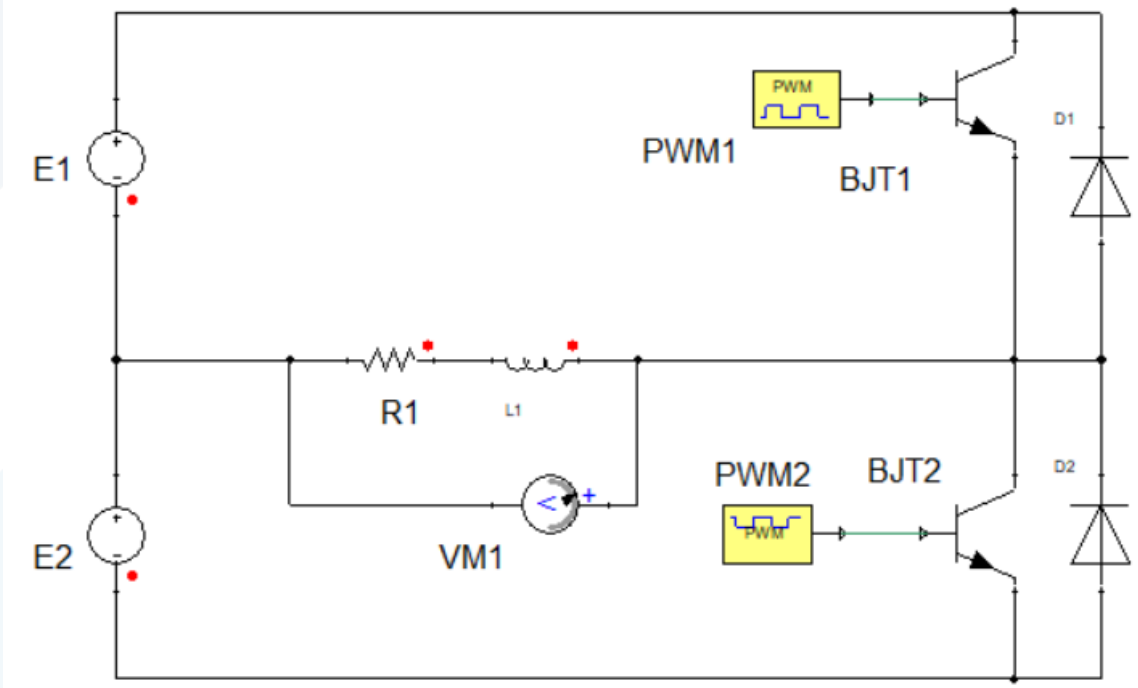


Curve Info	Y Axis	max	min	rms	avg
R1.I TR	R1.I	0.2225	-0.2212	0.1787	0.0101
VM1.V TR	VM1.V	12.8002	-12.8002	11.3572	-0.0472

عندما يكون الترانزستور T1 في حالة توصيل (اي عندما تأتيه نبضة تحكم) يكون جهد الخرج المطبق على الحمل مساويا Udc/2 وتيار الحمل التحريضي في حالة تزايد بالتجاه 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 Udc/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

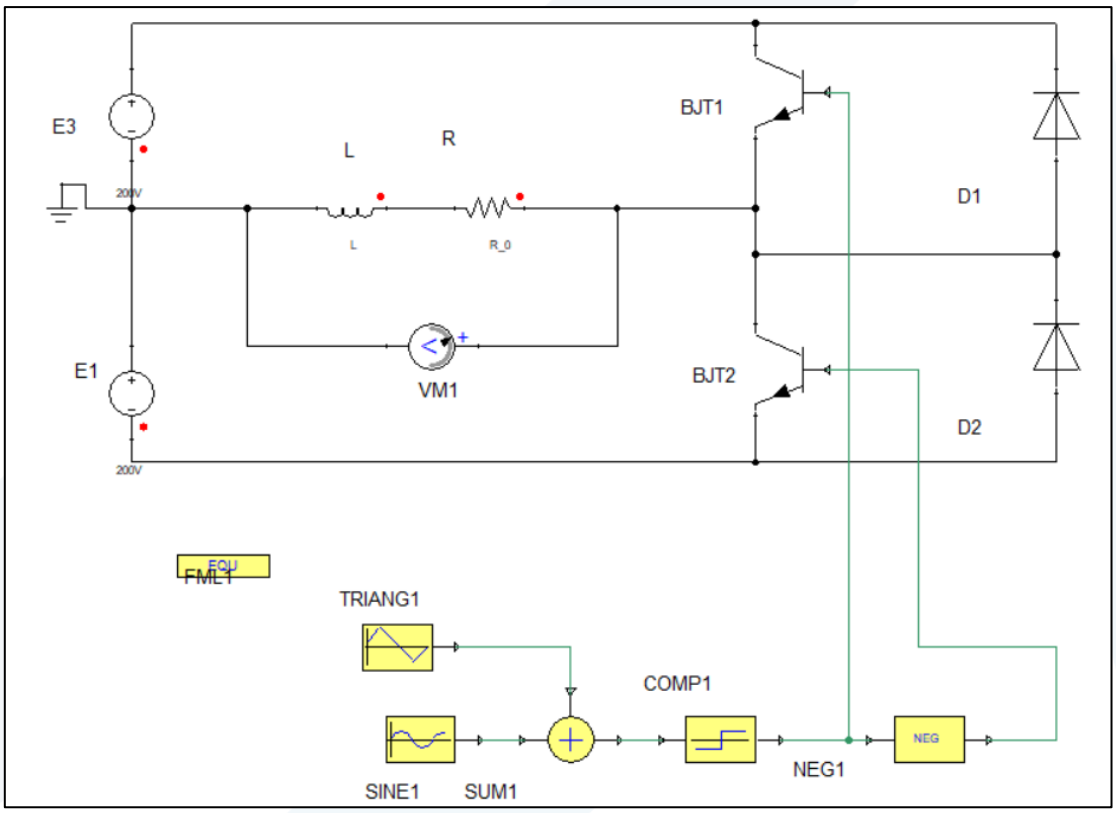
وبتكرار هذه العملية نكون قد حصلنا على اشارة دورية للتيار اقرب ما يمكن للاشارة الجيبية بمطالات وترددات قابلة للضبط



الطريقة التالية تسمى SPWM

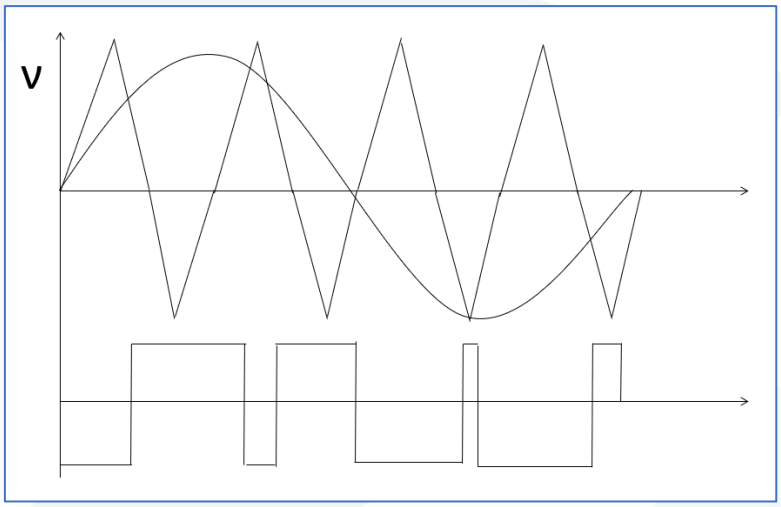
Sinusoidal Pulse-Width Modulation

التعديل النبضي العرضاني الجيبي

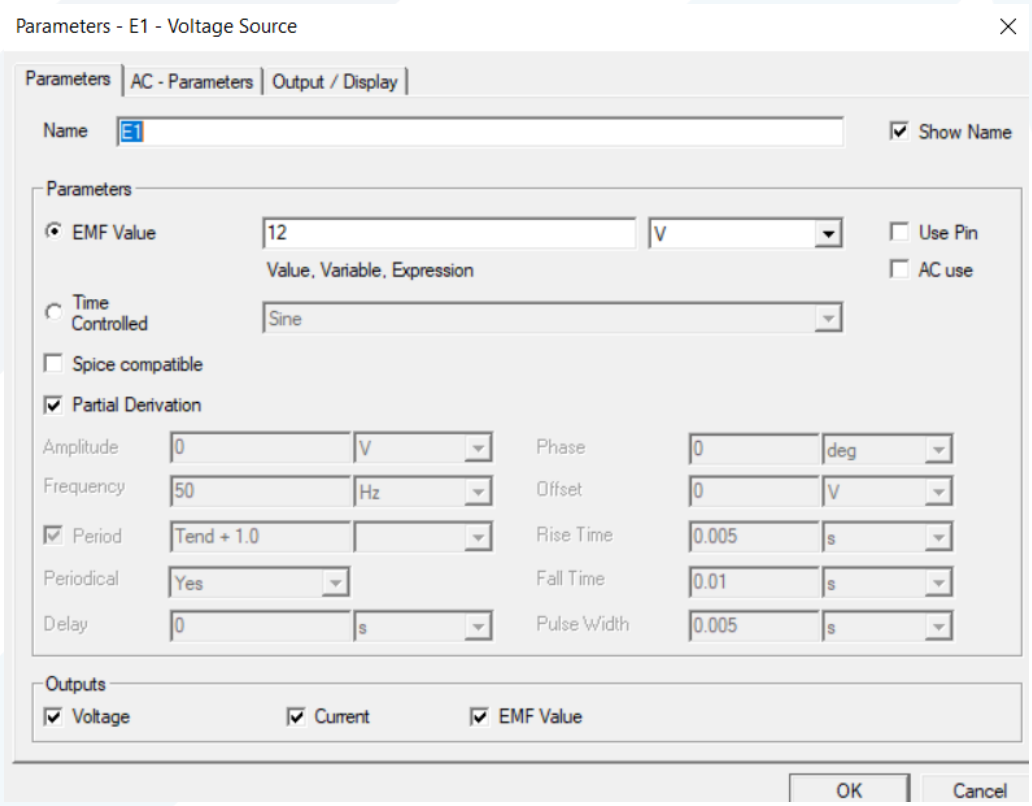


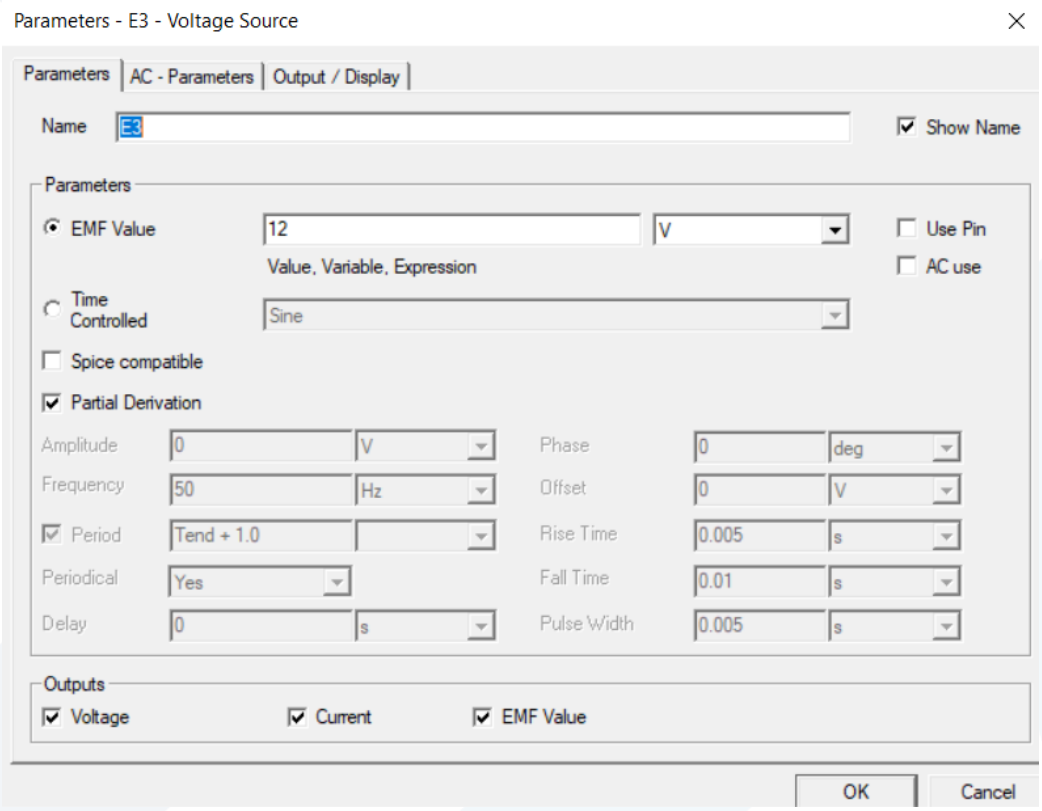
يقوم مبدأ التعديل النبضي العرضاني الجيبي SPWM على المقارنة بين إشارتين جيبية(مرجعية) ومثلثية(الحاملة) ونتيجة المقارنة نحصل على سلسة من النبضات المتساوية بالمطال (Udc/2,-Udc/2) ومختلفة بامتدادها (عرضها) وهذه النبضات تؤخذ إلى الترانزستورات لتعمل حسب هذه النبضات حيث يعمل كل ترانزستورين معا فتعطي بذلك على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

تعتمد على فكرة مقارن إشارة مرجعية جيبية 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 قدح 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.

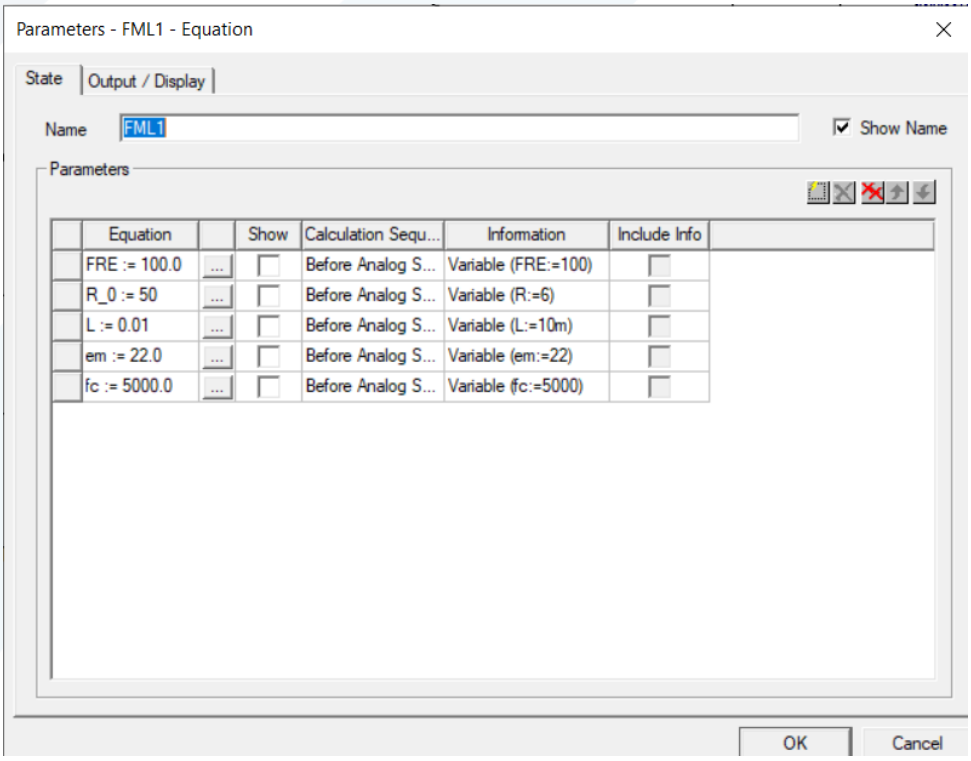


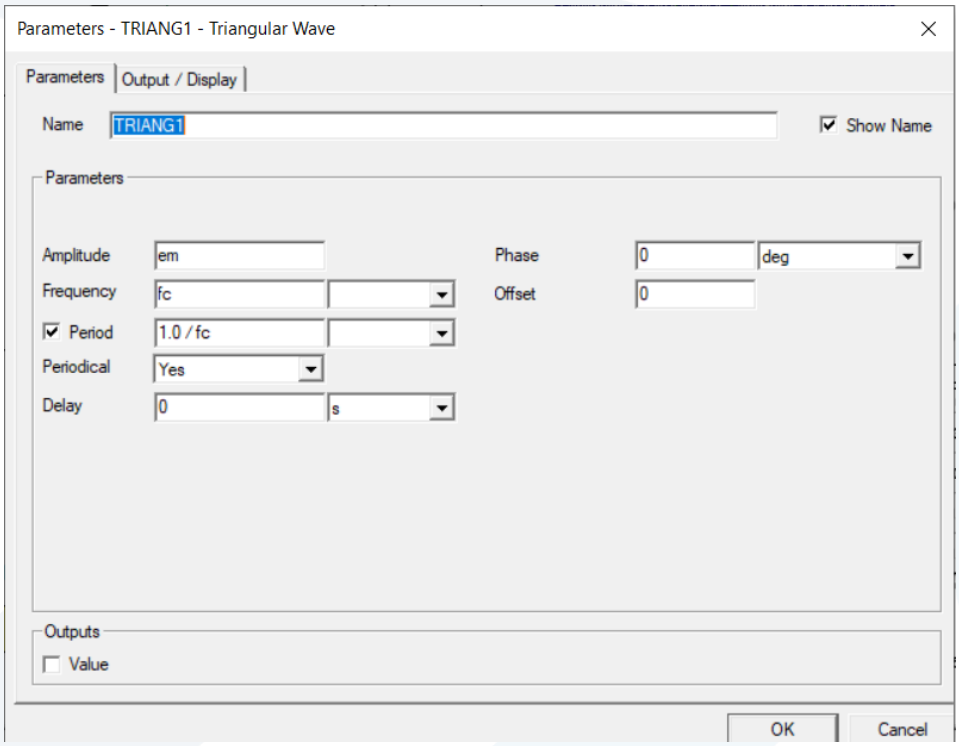
يستخدم هذا النوع من التعديل لإلغاء تأثير التوافقيات الدنيا القريبة من التوافقية الأساسية .

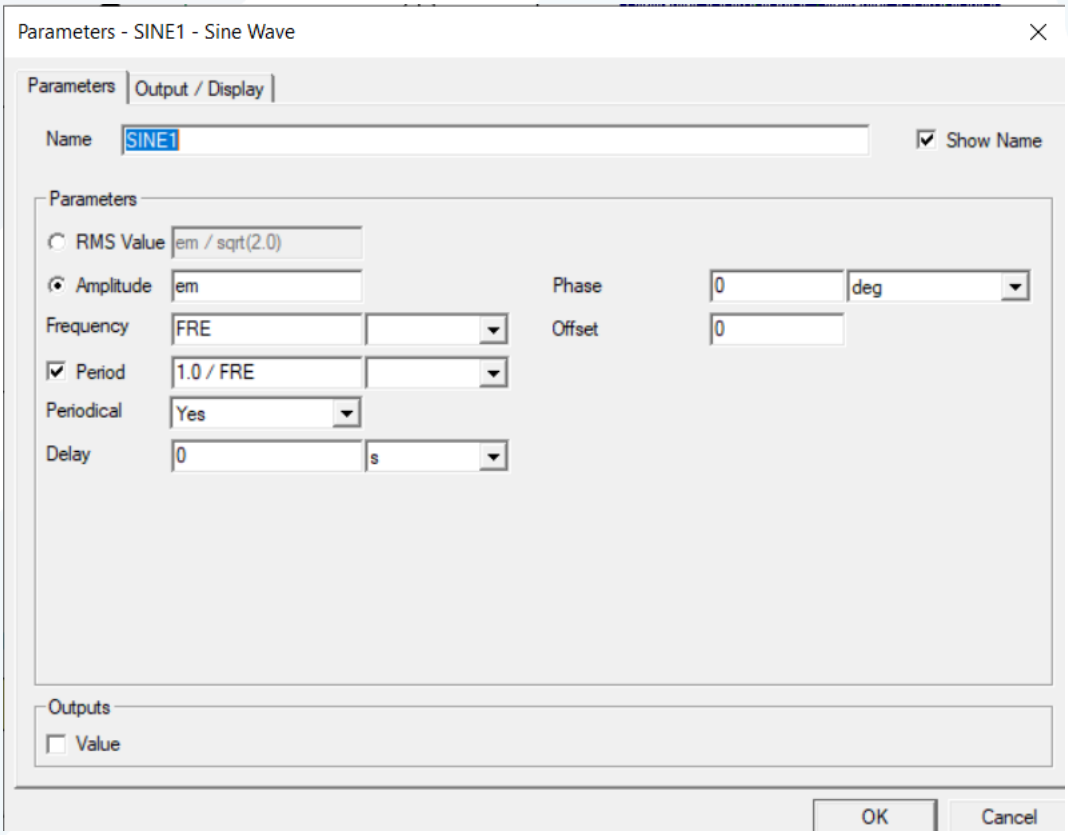


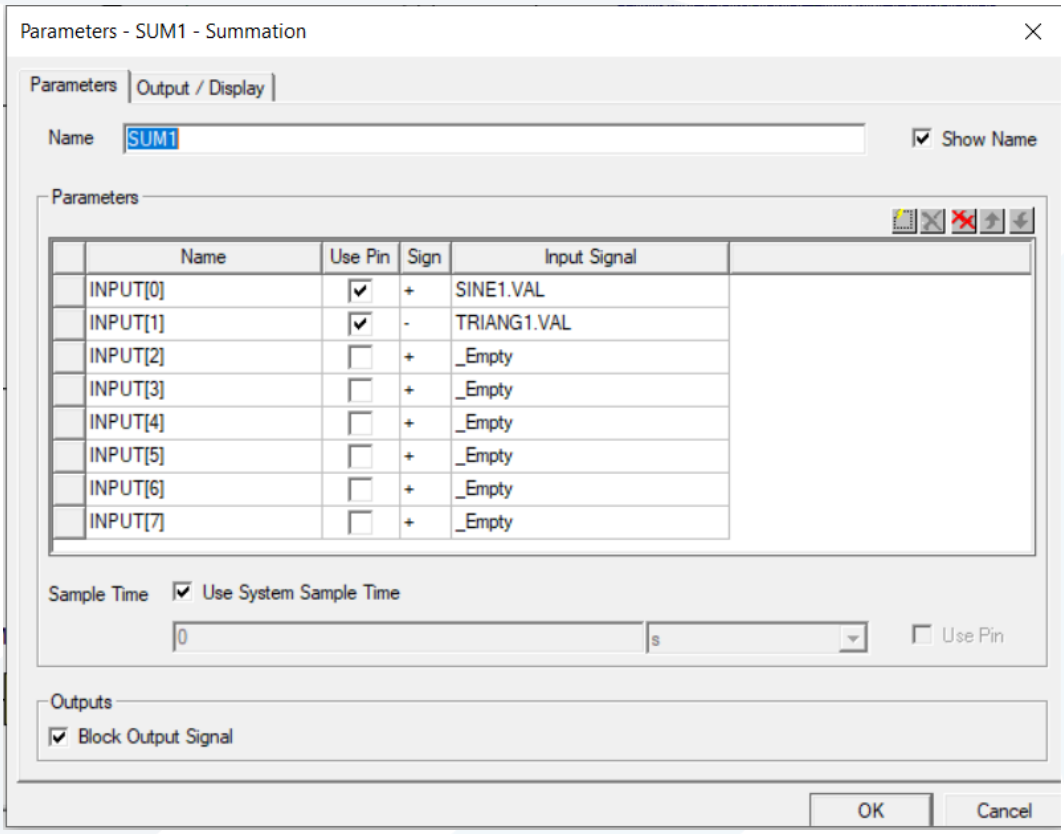


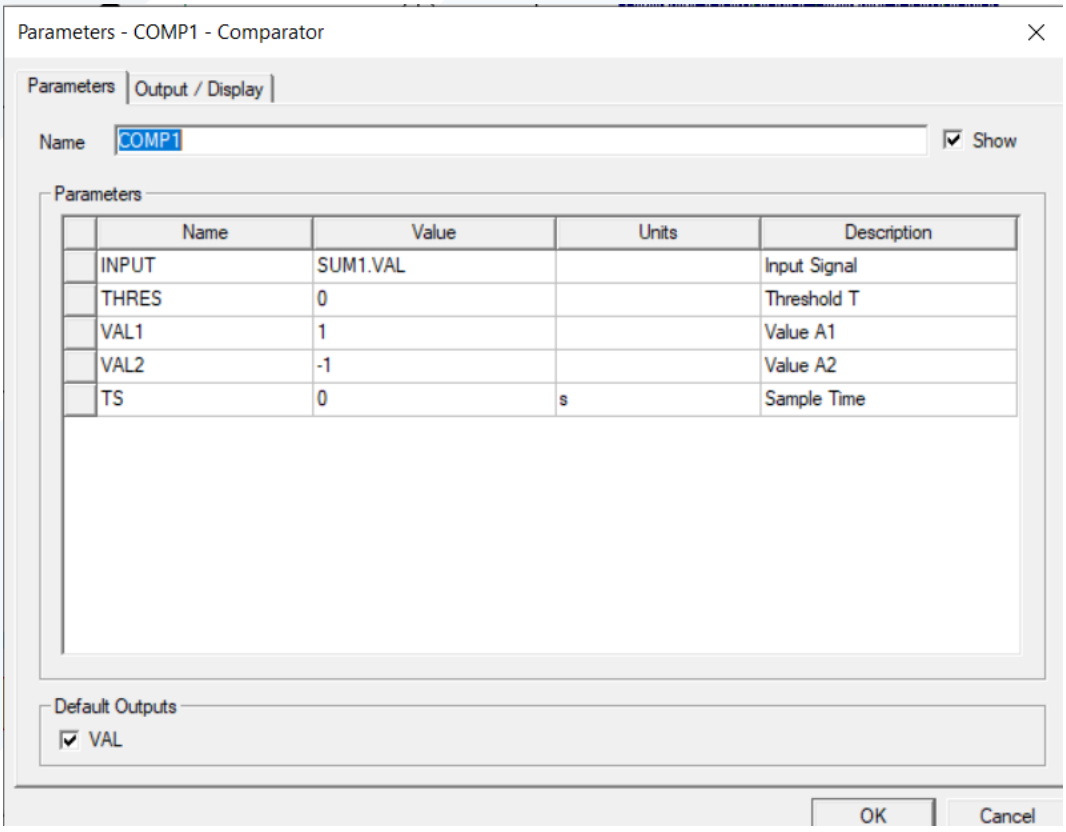
سنستخدم نفس قيم الدارة من حيث جهد التغذية 12 فولت و المقاومة 50 أوم والمحارضة 0.01 هنري

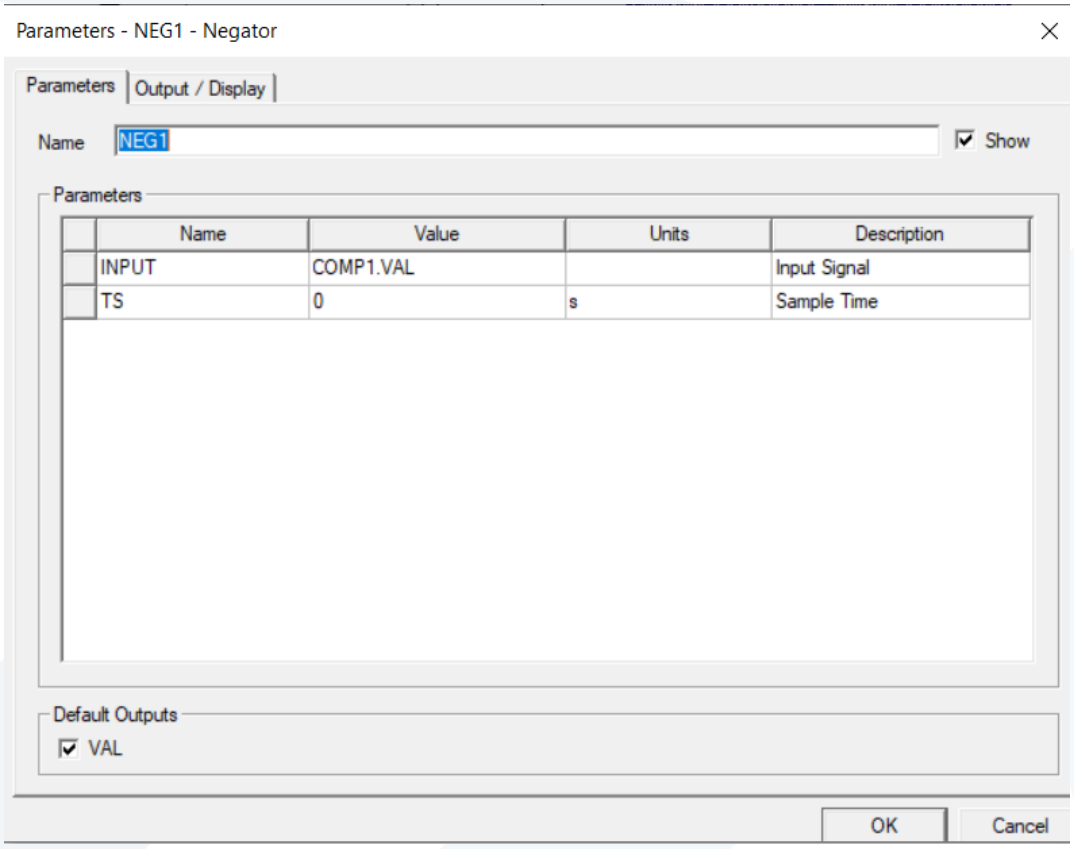


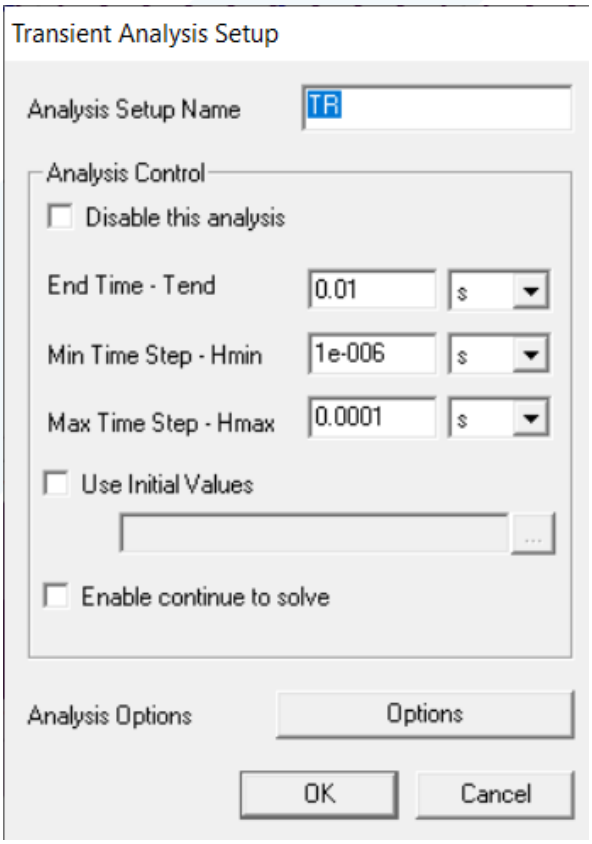

Parameters - TRIANG1 - Triangular Wave
Parameters
Output / Display
Name
TRIANG1
Show Name
Parameters
Amplitude
em
Phase
0
deg
Frequency
fc
Offset
0
Period
1.0 / fc
Periodical
Yes
Delay
0
s
Outputs
Value
OK
Cancel

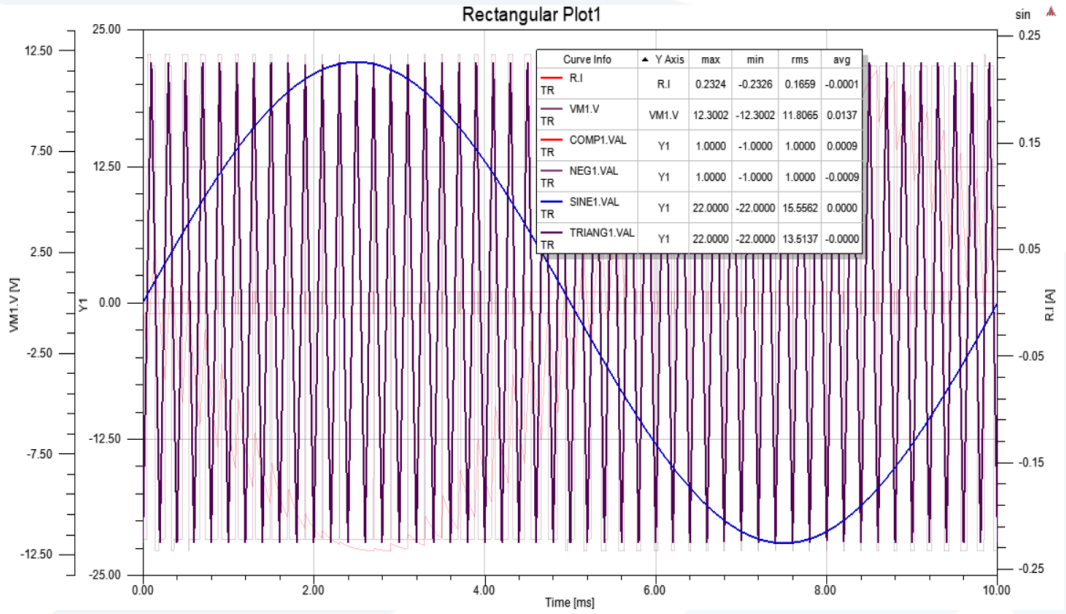

Parameters - SINE1 - Sine Wave
Parameters
Output / Display
Name
SINE1
Show Name
Parameters
RMS Value
em / sqrt(2.0)
Amplitude
em
Phase
0
deg
Frequency
FRE
Offset
0
Period
1.0 / FRE
Periodical
Yes
Delay
0
s
Outputs
Value
OK
Cancel

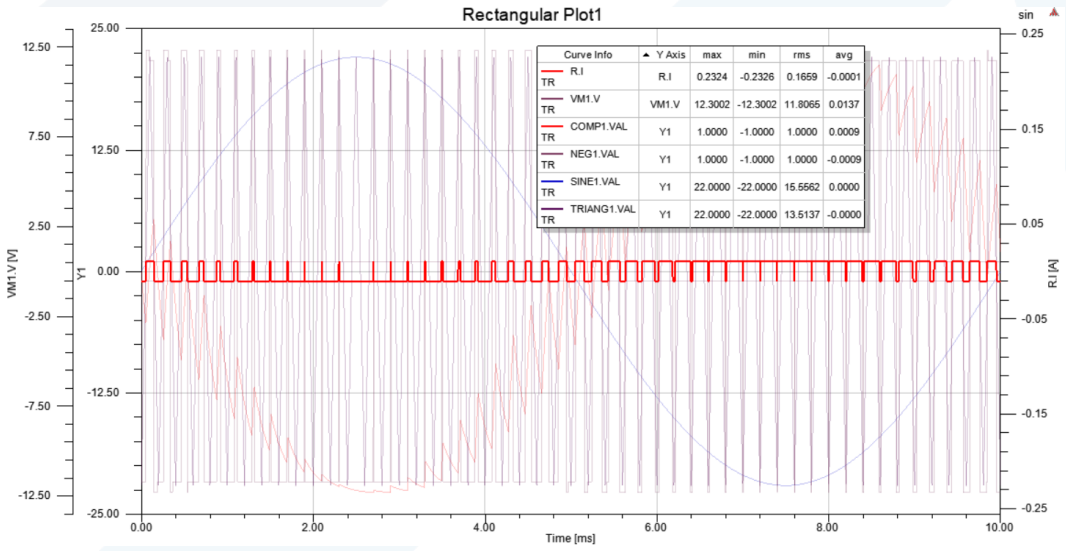

Parameters - SUM1 - Summation
Parameters
Output / Display
Name
SUM1
Show Name
Parameters
Name
Use Pin
Sign
Input Signal
INPUT[0]
+
SINE1.VAL
INPUT[1]
-
TRIANG1.VAL
INPUT[2]
+
_Empty
INPUT[3]
+
_Empty
INPUT[4]
+
_Empty
INPUT[5]
+
_Empty
INPUT[6]
+
_Empty
INPUT[7]
+
_Empty
Sample Time
Use System Sample Time
0
s
Use Pin
Outputs
Block Output Signal
OK
Cancel

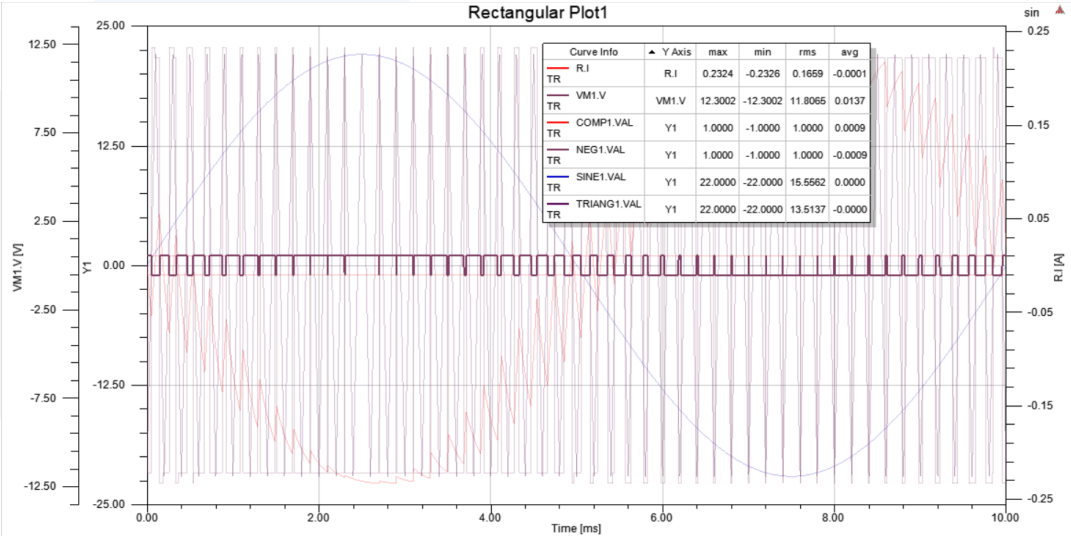

Parameters - COMP1 - Comparator
Parameters
Output / Display
Name
COMP1
Show
Parameters
Name
Value
Units
Description
INPUT
SUM1.VAL
Input Signal
THRES
0
Threshold T
VAL1
1
Value A1
VAL2
-1
Value A2
TS
0
s
Sample Time
Default Outputs
VAL
OK
Cancel

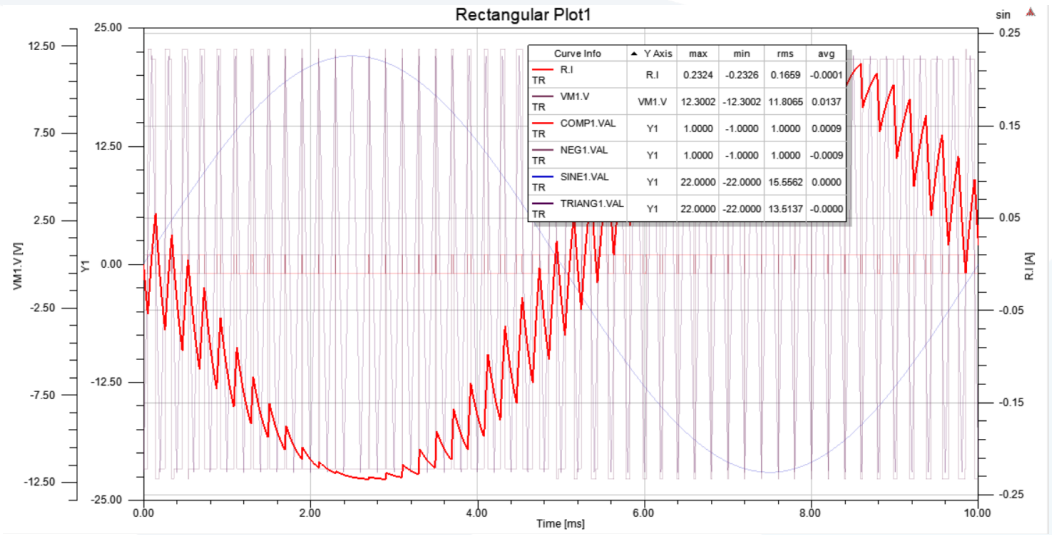

Parameters - NEG1 - Negator
Parameters
Output / Display
Name
NEG1
Show
Parameters
Name
Value
Units
Description
INPUT
COMP1.VAL
Input Signal
TS
0
s
Sample Time
Default Outputs
VAL
OK
Cancel

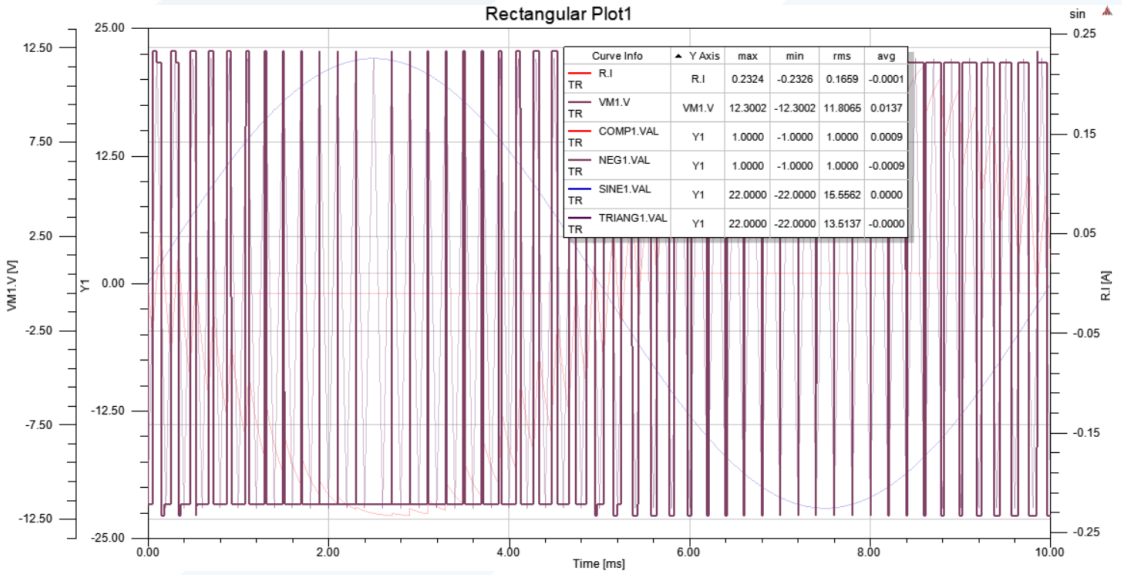

Transient Analysis Setup
Analysis Setup Name
TR
Analysis Control
Disable this analysis
End Time - Tend
0.01
s
Min Time Step - Hmin
1e-006
s
Max Time Step - Hmax
0.0001
s
Use Initial Values
Enable continue to solve
Analysis Options
Options
OK
Cancel


Rectangular Plot1
sin
Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg
R.I TR | R.I | 0.2324 | -0.2326 | 0.1659 | -0.0001
VM1.V TR | VM1.V | 12.3002 | -12.3002 | 11.8065 | 0.0137
COMP1.VAL TR | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | 0.0009
NEG1.VAL TR | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | -0.0009
SINE1.VAL TR | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 15.5662 | 0.0000
TRIANG1.VAL TR | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 13.5137 | -0.0000
VM1.V [V]
R.I [A]
Y1
Time [ms]


Rectangular Plot1
sin
Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg
R.I TR | R.I | 0.2324 | -0.2326 | 0.1659 | -0.0001
VM1.V TR | VM1.V | 12.3002 | -12.3002 | 11.8065 | 0.0137
COMP1.VAL TR | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | 0.0009
NEG1.VAL TR | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | -0.0009
SINE1.VAL TR | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 15.5662 | 0.0000
TRIANG1.VAL TR | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 13.5137 | -0.0000
VM1.V [V]
R.I [A]
Y1
Time [ms]

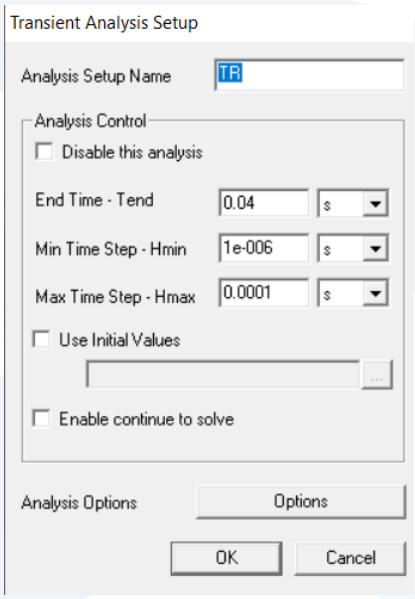

Rectangular Plot1
sin
Curve Info | Y Axis | max | min | rms | avg
R.I TR | R.I | 0.2324 | -0.2326 | 0.1659 | -0.0001
VM1.V TR | VM1.V | 12.3002 | -12.3002 | 11.8065 | 0.0137
COMP1.VAL TR | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | 0.0009
NEG1.VAL TR | Y1 | 1.0000 | -1.0000 | 1.0000 | -0.0009
SINE1.VAL TR | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 15.5662 | 0.0000
TRIANG1.VAL TR | Y1 | 22.0000 | -22.0000 | 13.5137 | -0.0000
VM1.V [V]
R.I [A]
Y1
Time [ms]



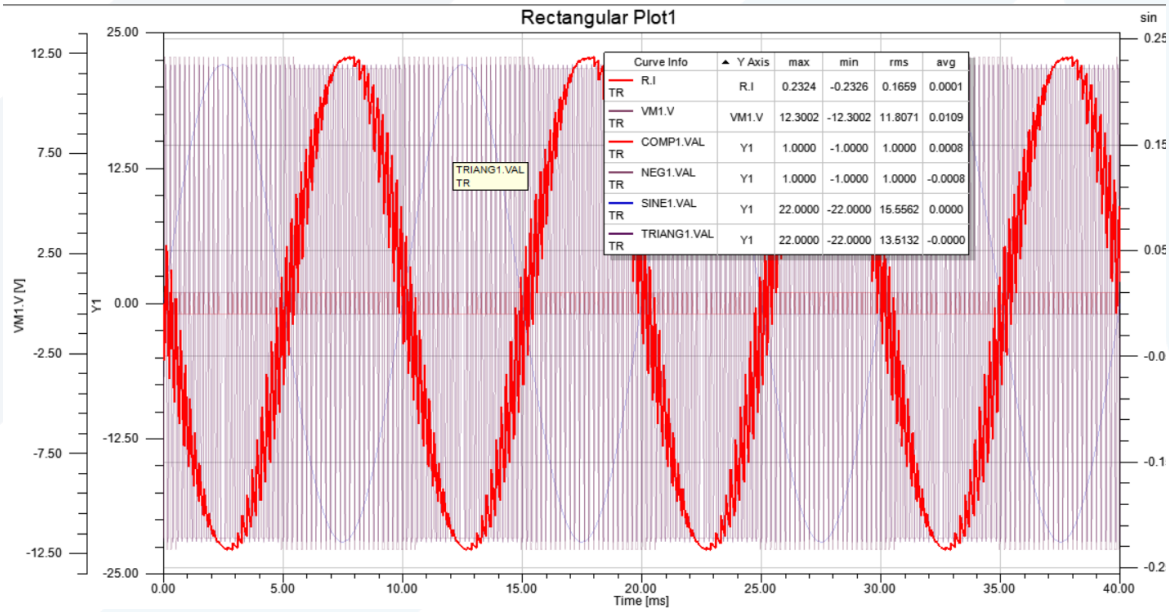


Curve Info	Y Axis	max	min	rms	avg
VM1.V TR	Y1	11.1998	-11.1998	11.1987	-0.0001
BJT1.V TR	Y1	23.1998	0.8002	16.4138	12.0001
BJT2.V TR	Y1	23.1998	0.8002	16.4137	11.9999
(PWM1.VAL)*(10) TR	Y2	10.0000	0.0000	7.0717	5.0009
(PWM2.VAL)*(10) TR	Y2	10.0000	0.0000	7.0718	5.0010
R1.I TR	Y3	0.2240	-0.2240	0.2240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

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



لتحسين النتائج رقميا
نزيد زمن المعالجة حتى
0.04 ثانية



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