المحاضرة : السادسة د. توفيق أبوشديد

# نمذجة الدارات الكهربائية ومحاكاتها باستخدام برنامج Matlab\Simulink

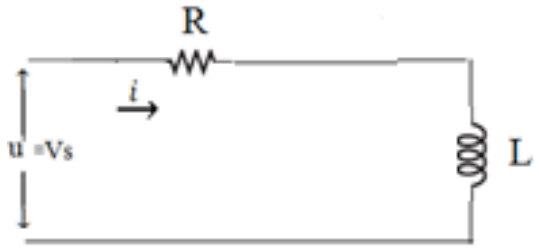
## إدخال المعطيات وإظهار النتائج باستعمال الملفات

توجد طرق أخرى لإدخال المعطيات وإخراج النتائج منها:

إما باستعمال الملفات، أي تشكيل ملف لقراءة محددات الدارة ومعطياتها، وملف آخر لإظهار النتائج، حيث يعطى كل ملف اسماً منفصلاً.

أو تشكيل ملف واحد لقراءة محددات الدارة وإخراج النتائج حيث تعد هذه الطرائق المتبعة في عملية المحاكاة.

بالعودة للمثال في المحاضرة السابقة، حيث تم إدخال قيم المحددات مباشرة ضمن العناصر في المخطط الصندوقي لبعض العناصر، كما تم إسناد باقي القيم للمحددات من خلال نافذة الأوامر، بفرض أننا نريد من البرنامج قراءة المحددات وإظهار النتائج باستخدام الملفات.




حيث معطيات الدارة:

$$R = 20\,\Omega\,, \qquad L = 0.1\,H$$

$$f = 50\ \text{Hz}\,, \omega_e = 2\pi f\,,\ \ \text{u} = \text{Usin}(\omega_e t),\ \ U = 100\,V$$

$\text{u}_1$: التوتر الهابط على المقاومة $R$ ويساوي $\text{u}_1 = iR$،

$\text{u}_2$: التوتر الهابط على المحارضة $L$ ويساوي $\text{u}_2 = L\frac{di}{dt}$

**الخطوة الأولى:** استنتاج المعادلة التفاضلية للدارة (النموذج الرياضي):

$$u = \text{u}_1 + \text{u}_2 = iR + L\frac{di}{dt}$$

نعيد كتابة المعادلة التفاضلية لتصبح على الشكل:

$$\frac{di}{dt} = \frac{1}{L}\,u - \frac{R}{L}\,i \ \ \ldots(*)$$

نحصل على قيمة شدة التيار المار في الدارة بمكاملة المعادلة التفاضلية(*) وفرض القيمة الابتدائية للتيار (الشروط الابتدائية) تساوي الصفر $i_0 = 0$، نحصل على النموذج النهائي اللازم لإنشاء مخطط المحاكاة للدارة بأحد الشكلين التاليين:

الشكل الأول:

$$i = \frac{1}{L}\int (u - Ri)dt \ \ldots(1)$$

الشكل الثاني:

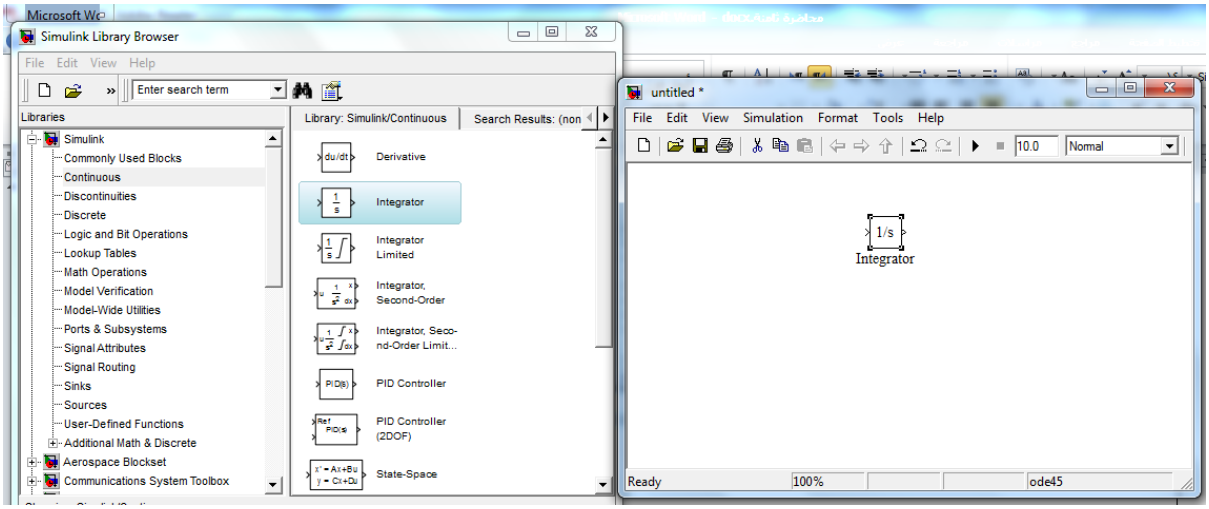
$$i = \int \left(\frac{1}{L}u - \frac{R}{L}i\right)dt \ \ldots(2)$$

**الخطوة الثانية:** رسم المخطط الصندوقي اللازم لإجراء المحاكاة:

نستنهض برنامج الماتلاب ومن ثم الأداة Simulink إما بالضغط على الأيقونة الموجودة في شريط الأدوات أعلى نافذة الأوامر، أو من خلال كتابة Simulink ضمن نافذة الأوامر والضغط على enter ستظهر عندها نافذة مستعرض مكتبات الـ Simulink (Simulink Library Browser)

ننشئ مشروع جديد New ونضيف إليه عنصر التكامل Integrator وذلك بسحب العنصر من مكتبة الـ Simulink وإفلاته ضمن المساحة البيضاء للمشروع الجديد، نضيف إليه عنصر التكامل Integrator للتعبير عن حد التكامل في المعادلة (1).

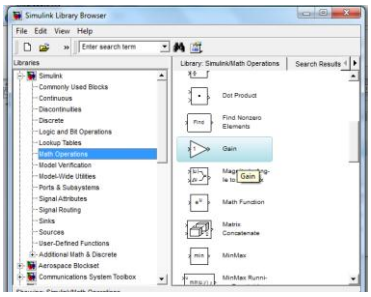
Simulink> Continuous> Integrator.

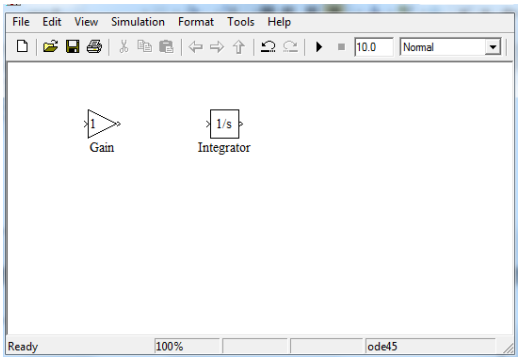



يتم التعبير عن الحد $\frac{1}{L}$ من المعادلة (1) بواسطة العنصر الموجود ضمن المكتبة Math Operations:

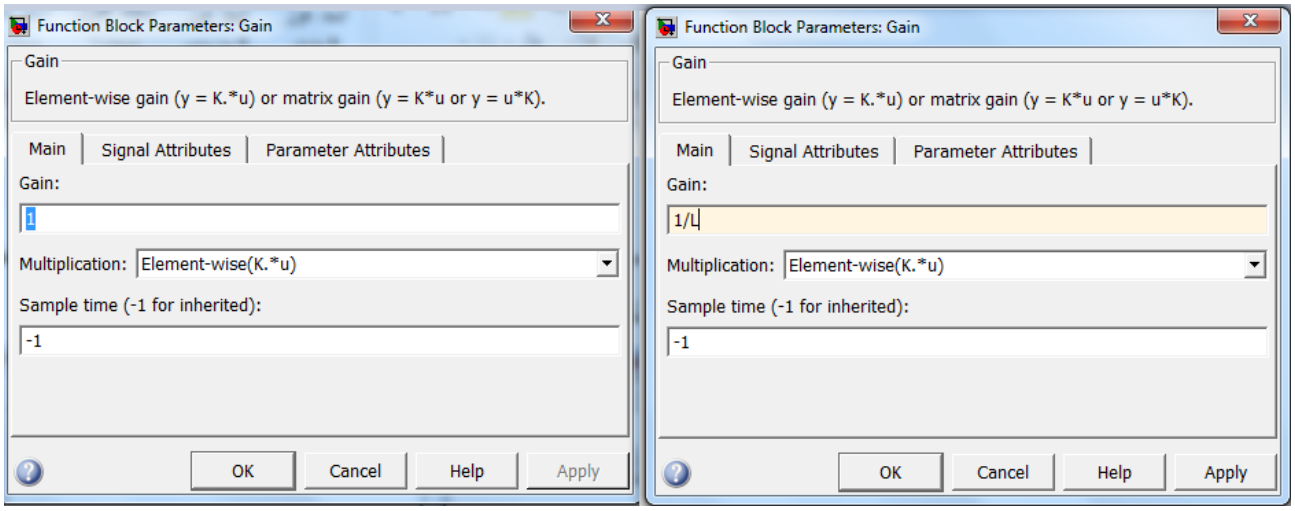
Simulink> Math Operations> Gain.

نضيف العنصر Gain إلى المشروع الجديد وذلك بسحب العنصر من مكتبة Math Operations ضمن مكتبات الـ Simulink وإفلاته ضمن المساحة البيضاء للمشروع الجديد.





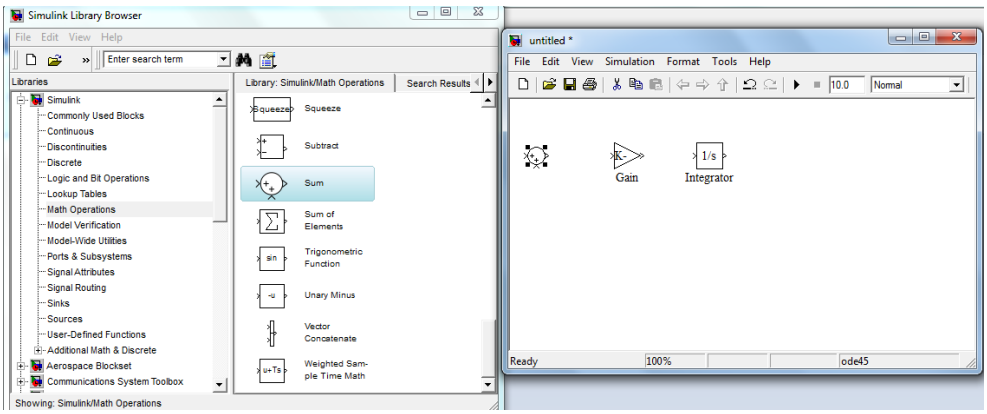

نضبط قيمة العنصر Gain بالضغط عليه مرتين متتاليتين بزر الماوس الأيسر ونعدل قيمته الافتراضية (1) إلى القيمة الجديدة 1/L :



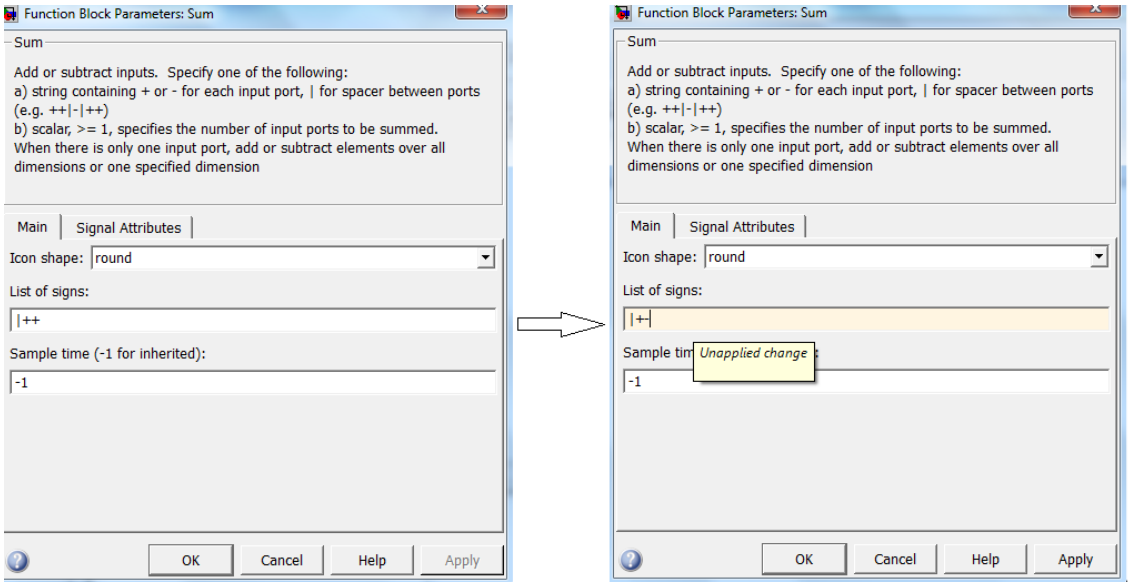

نعبر عن الحد $u - i.R$ من المعادلة(1) الذي يمثل الفرق بين جهد التغذية والجهد على طرفي المقاومة بواسطة عنصر التجميع Sum من المكتبة الرياضية Math Operations:

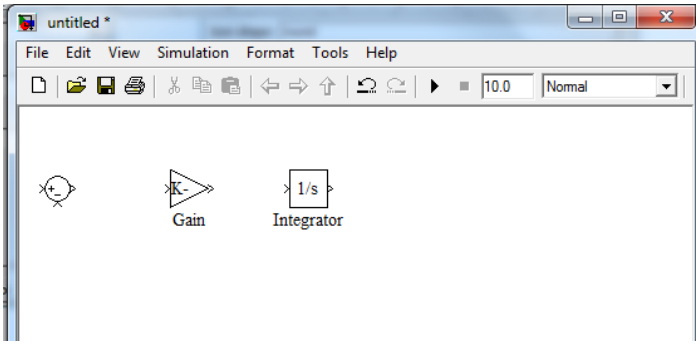
Simulink> Math Operations> Sum

يتم سحب العنصر Sum بزر الماوس الأيسر وإضافته إلى المشروع السابق

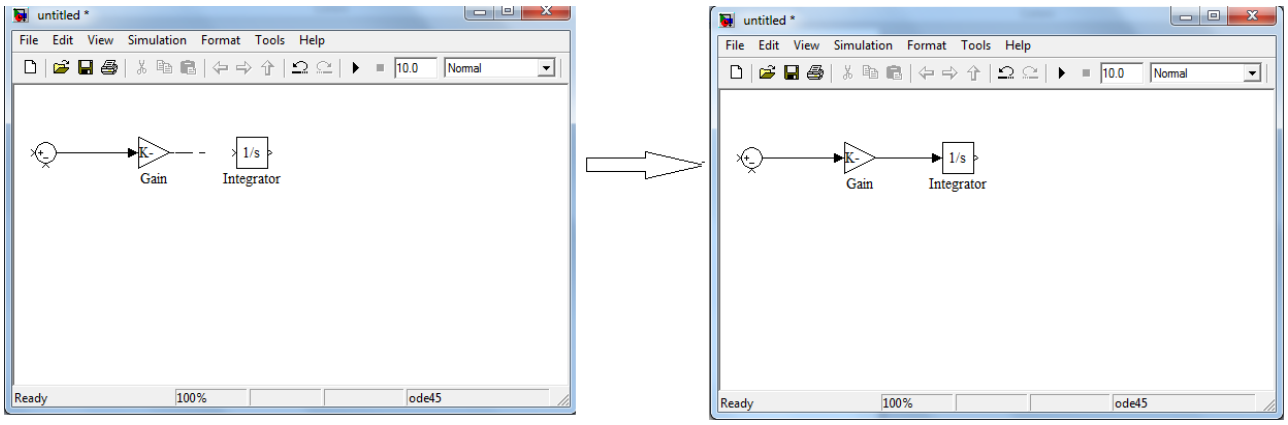


لكن عنصر التجميع بشكله الافتراضي يمثل مجموع اشارتين + + ، وفي المثال لدينا جهد التغذية $u$ بإشارة موجبة بينما الجهد على طرفي المقاومة $i.R$ بإشارة سالبة، لتغيير إشارتي دخل العنصر إلى − + ، نضغط مرتين متتاليتين على عنصر التجميع ونعدل إشارتي الدخل من ++ إلى −+ ثم نضغط Ok لتثبيت التغيرات:



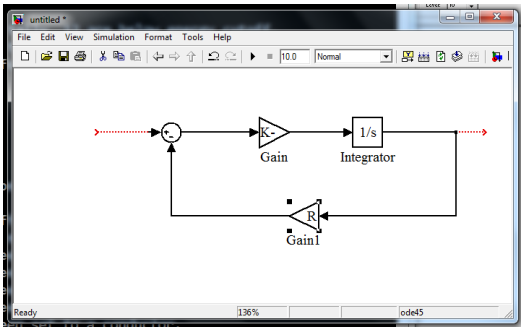

نضغط بزر الماوس الأيسر على سهم الخرج للعنصر Gain ثم نسحب مع الاستمرار بالضغط على زر الماوس الأيسر حتى نصله بدخل عنصر التكامل Integrator، وبنفس الطريقة نصل خرج عنصر التجميع بدخل Gain .



نضيف عنصر Gain آخر من أجل تمثيل المقاومة:

Simulink> Math Operations> Gain.

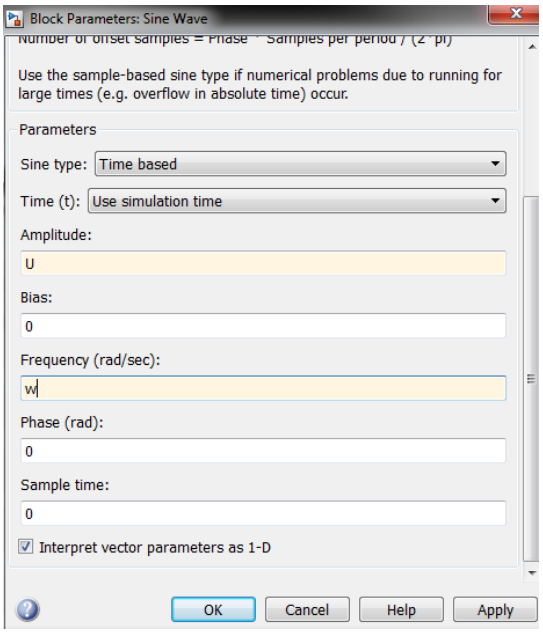
نصل مخرجه بعنصر التجميع بإشارة سالبة، ونصل مدخله بمخرج عنصر التكامل ونعدل قيمته إلى R




نضيف عنصر جديد للمشروع يمثل جهد التغذية، سنعبر عنه بمنبع جيبي sine wave

نضغط عليه بزر الماوس الأيسر ونعدل قيم الطويلة amplitude إلى U، والتردد $frequency = 2\pi f = w\ rad/s$ يمكن الوصول إليه من خلال مكتبة المصادر Sources :

Simulink> Sources> sine wave



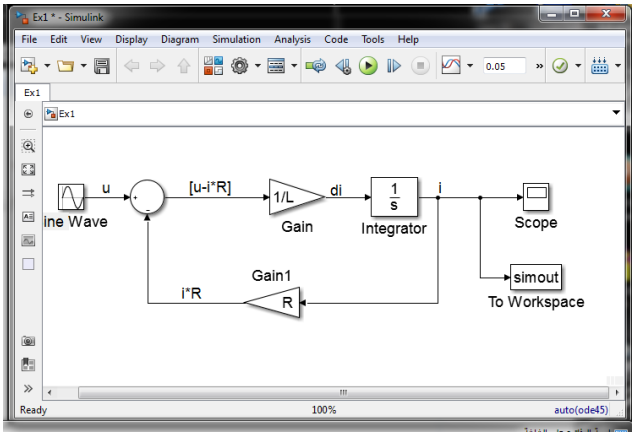

ولإظهار النتائج نضيف عنصر إظهار للخرج Scope من المكتبة Sinks :

Simulink> Sinks> Scope.

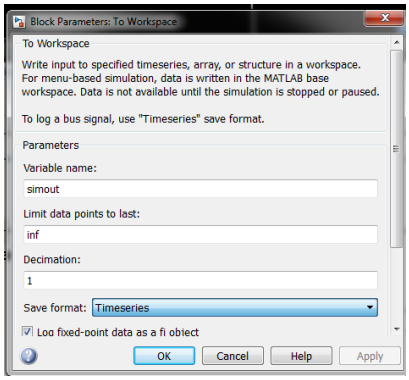
يتم إرسال النتائج إلى نافذة العمل والأوامر من خلال العنصر To Workspace:

يتم إضافته للمخطط الصندوقي من المكتبة Sinks :

Simulink> Sinks> To Workspace.



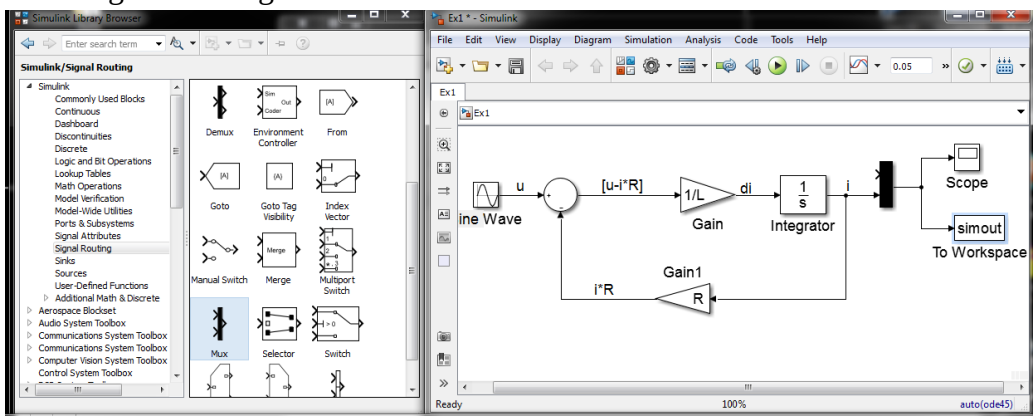

الاسم الافتراضي له simout، بالضغط المزدوج على هذا العنصر يمكن تغيير اسم العنصر وطريقة حفظ وإظهار المتحولات.




بعد فتح مربع الحوار الخاص بالعنصر To Workspace يمكن تعديل طريقة حفظ وعرض النتائج من خلال سهم الإسدال الموجود بجانب الخانة Save format، نختار طريقة العرض arrays لعرض النتائج على شكل مصفوفة.

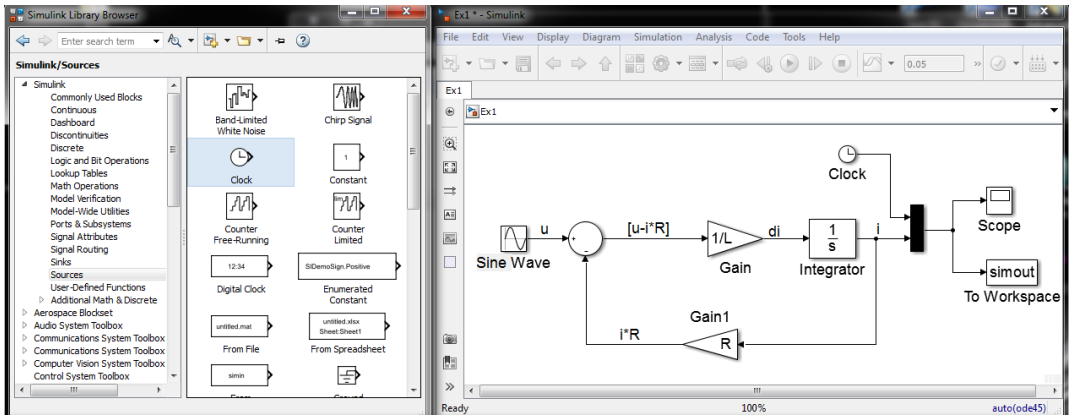
إذا كان المطلوب عرض أكثر من إشارة نستخدم العنصر MUX مازج الإشارة ويمكن التحكم في عدد مداخل هذا العنصر بحسب عدد الإشارات المراد إظهارها وعرضها، يؤخذ العنصر MUX من المكتبة Signal Routing

Simulink> Signal Routing> MUX

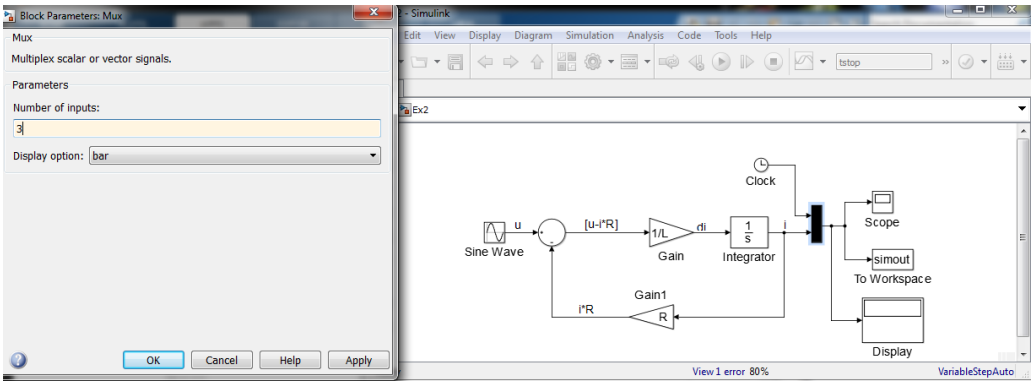



نستخدم معه عداد الزمن clock يؤخذ من المكتبة sources وذلك بهدف عرض قيم التيار بدلالة زمن المحاكاة:

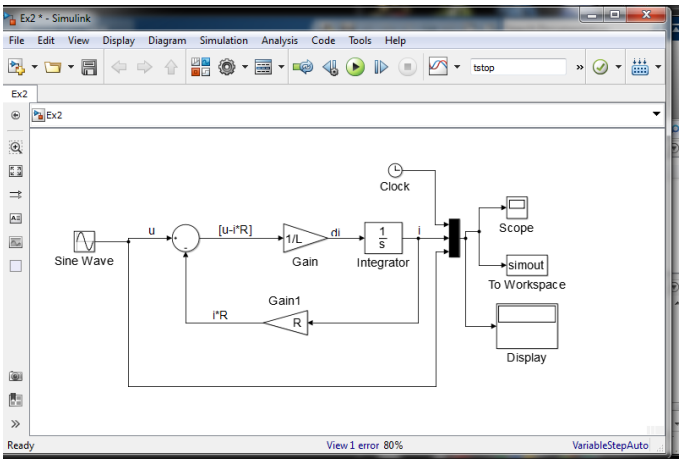
Simulink> Sources > Clock




من أجل إظهار ورسم اشارة الجهد والتيار بدلالة زمن المحاكاة نضغط بشكل مزدوج على العنصر Mux ثم نبدل عدد المدخلات إلى 3:

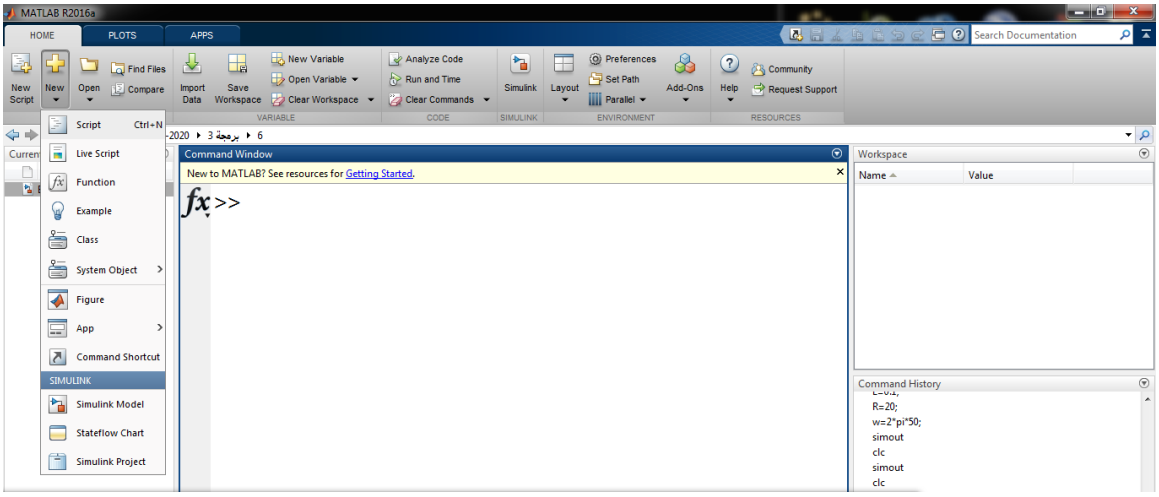



ثم نصل المدخل الثالث للعنصر Mux بالعنصر المعبر عن جهد التغذية:




**أولاً: كتابة ملف الإدخال:**

بعد إنشاء المخطط الصندوقي السابق، نضغط على زر الإجراء New الموجود أعلى نافذة البرنامج ونختار منه Script

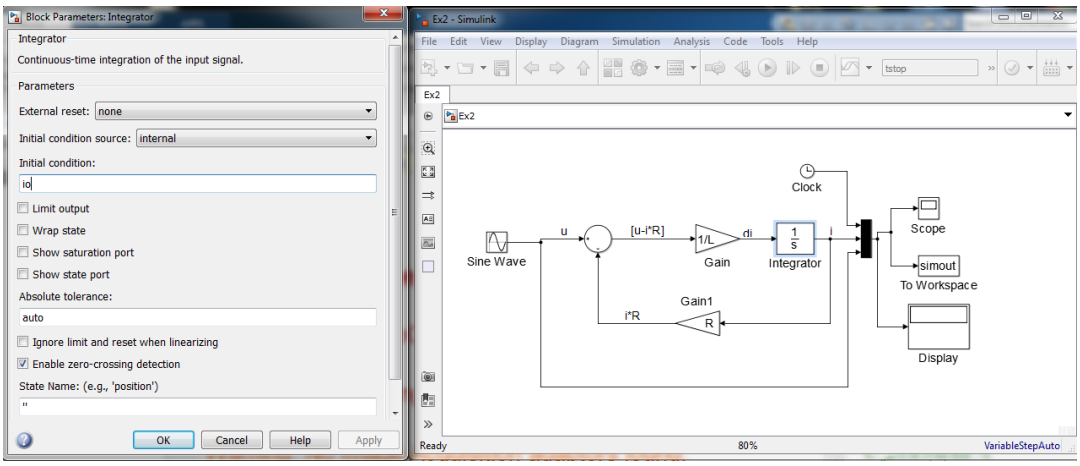



ستظهر لدينا نافذة منقح النصوص Editor غير معنونة، وفيها تتم كتابة ملف الإدخال اللازم لإسناد المعطيات للمحددات الموجودة لدينا ضمن المخطط الصندوقي وهذه المحددات هي:

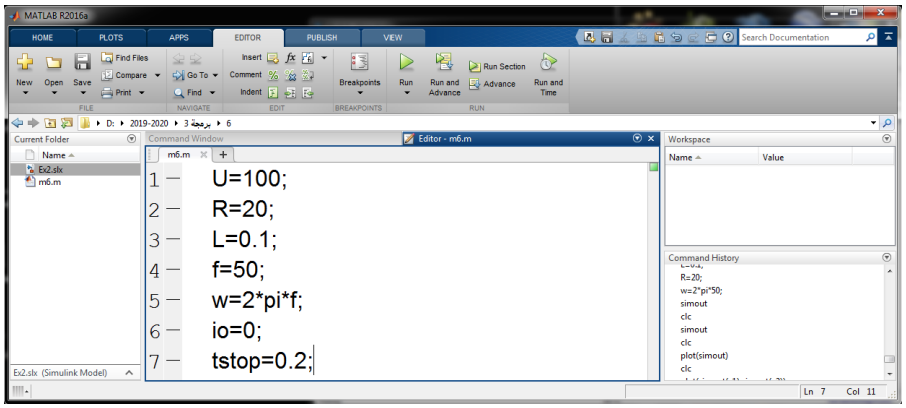
U القيمة العظمى للجهد ، $L$ المحارضة ، $R$ المقاومة ، $w$ التردد الزاوي ، $f$ التردد بالهرتز

$io$ القيمة الابتدائية للتيار (الشروط الابتدائية تضاف ضمن عنصر التكامل)،

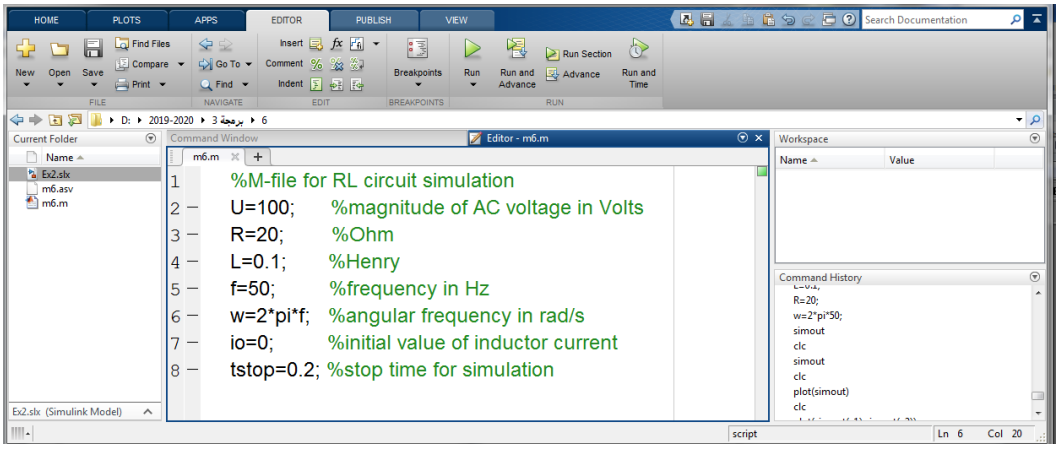
$tstop$ زمن المحاكاة (يوضع هذا المتغير في خانة زمن المحاكاة).




نعود إلى منقح النصوص Editor ثم نقوم بكتابة ملف الإدخال وحفظ الملف ضمن مسار العمل على الشكل التالي:



يمكننا كتابة عنوان للملف على شكل تعليق داخل الملف أو سطر تعليق بجانب كل تعليمة في الملف على أن يسبق هذا التعليق بالرمز %، كما يلي:

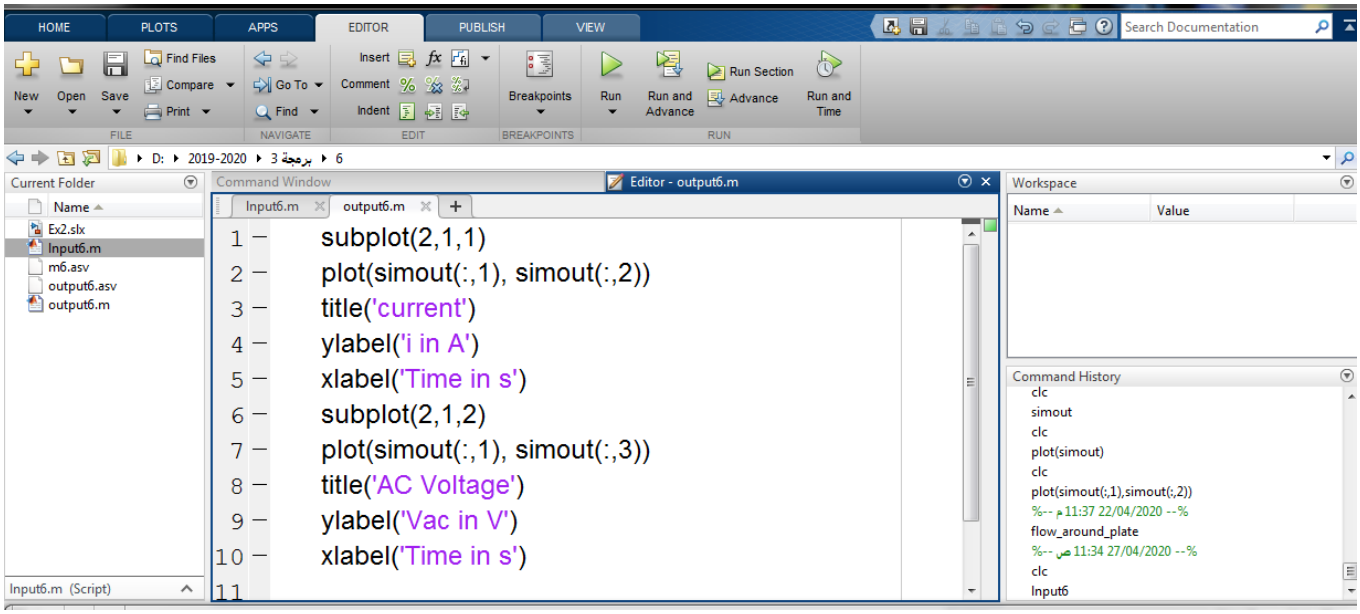



هذه التعليقات تظهر باللون الأخضر ويتم تجاهلها من قبل البرنامج.

**ثانياً: كتابة ملف إظهار النتائج:**

يتم تشغيل ملف إظهار النتائج بعد انتهاء المحاكاة وتصدير قيم المحاكاة إلى نافذة Workspace من خلال العنصر To Workspace الذي تمت إضافته إلى المخطط الصندوقي، والغاية من هذا الملف هو رسم النتائج وإظهارها وفق رغبة المستخدم أو للحصول على تفاصيل اضافية للرسوم البيانية غير موجودة ضمن عناصر الإظهار الرئيسية في المكتبة sinks.

نضغط على زر الإجراء New الموجود أعلى نافذة البرنامج ونختار منه Script ثم نكتب فيه التعليمات الخاصة لرسم النتائج ونحفظه ضمن مسار العمل:




نبين فيما يلي شرح سطور ملف الإظهار:

السطر الأول: تقسيم المخطط إلى جزأين والمباشرة بالرسم في الجزء الأول من المخطط ،

السطر الثاني: رسم القيم المخزنة في العمود الثاني simout(:,2) للمتغير simout (تمثل قيم التيار أي الإشارة الثانية الداخلة إلى العنصر Mux على المخطط الصندوقي) بدلالة قيم العمود الأول simout(:,1) في نفس المتغير (تمثل قيم زمن المحاكاة أي الإشارة الأولى الداخلة إلى العنصر Mux على المخطط الصندوقي)،

السطر الثالث: إعطاء تسمية أو عنوان للجزء الأول في المخطط،

السطر الرابع: إعطاء عنوان للمحور y للجزء الأول في المخطط،

السطر الخامس: إعطاء عنوان للمحور x للجزء الأول في المخطط،

السطر السادس: المباشرة بالرسم في الجزء الثاني من المخطط ،

السطر السابع: رسم القيم المخزنة في العمود الثالث simout(:,3) للمتغير simout (تمثل قيم الجهد أي الإشارة الثالثة الداخلة إلى العنصر Mux على المخطط الصندوقي) بدلالة قيم العمود الأول simout(:,1) في نفس المتغير (تمثل قيم زمن المحاكاة أي الإشارة الأولى الداخلة إلى العنصر Mux على المخطط الصندوقي)،

السطر الثامن: إعطاء تسمية أو عنوان للجزء الثاني في المخطط،

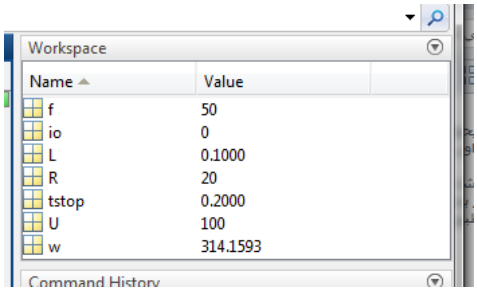
السطر التاسع: إعطاء عنوان للمحور y للجزء الثاني في المخطط،

السطر العاشر: إعطاء عنوان للمحور x للجزء الثاني في المخطط.

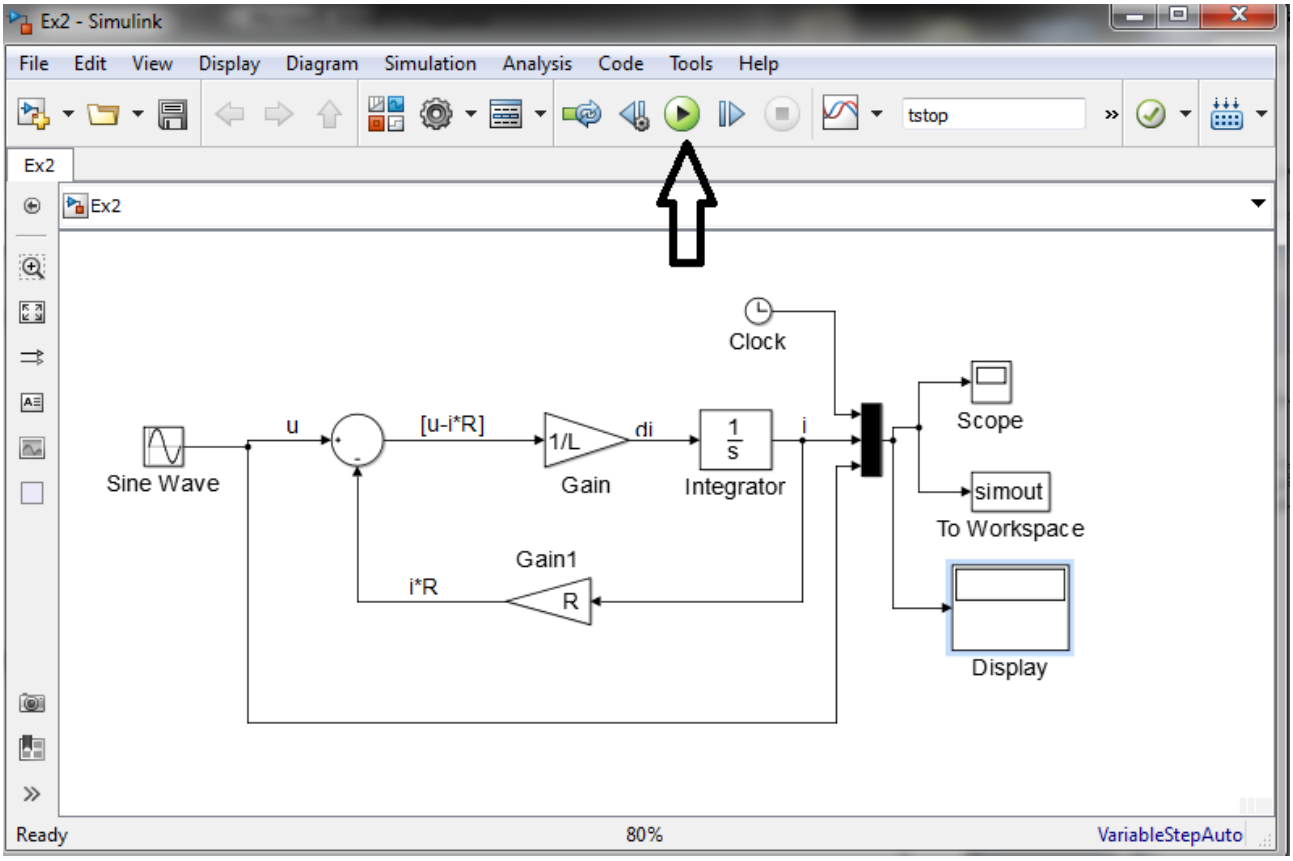
**ثالثاً: تشغيل الملفات:**

يتم بداية تشغيل ملف الإدخال لإسناد القيم للمتغيرات من خلال الضغط على زر الإجراء Run

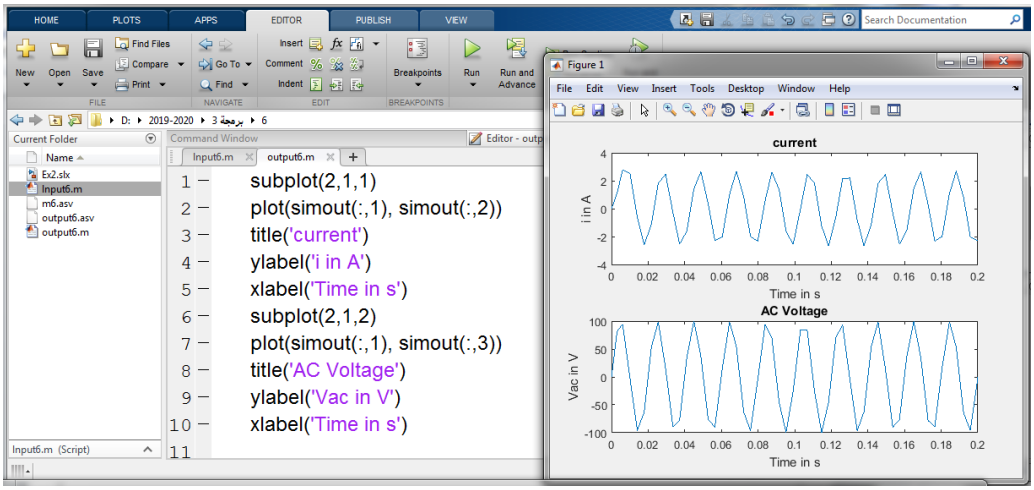
الموجود أعلى نافذة منقح النصوص Editor. بعد تشغيل ملف الإدخال ستظهر قيم المحددات ضمن Workspace :




بعد ذلك يتم البدء بالمحاكاة بالضغط على زر الإجراء Start Simulation الموجود أعلى النافذة :



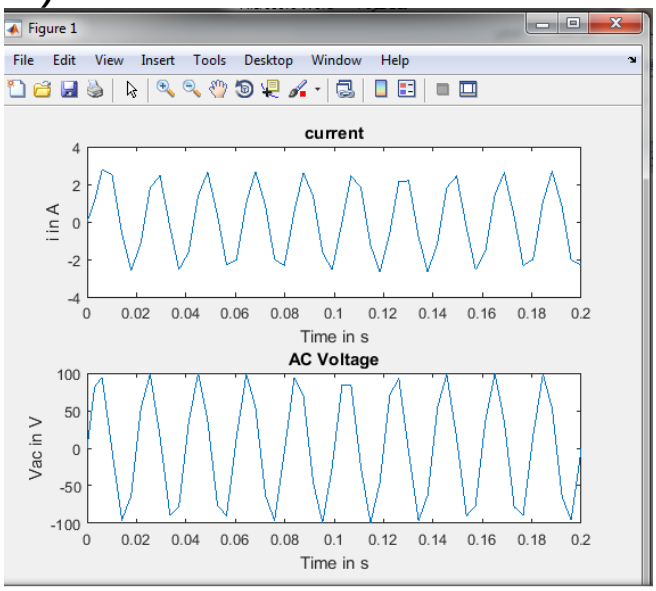

بعد انتهاء المحاكاة يتم تشغيل ملف إظهار النتائج من خلال الضغط على زر الإجراء Run الموجود أعلى نافذة منقح النصوص Editor لعرض الرسم البياني لتغيرات كل من التيار المار في الدارة والجهد بدلالة زمن المحاكاة:




**رابعاً: إنشاء ملف واحد لإسناد القيم وقراءة النتائج:**

يمكن دمج الملفين السابقين ضمن ملف نصي واحد على أن يتم الفصل بين التعليمات الخاصة بإسناد القيم للمتغيرات(ملف الإدخال) وبين التعليمات الخاصة بإظهار النتائج(ملف إظهار النتائج) بالتعليمةkeyboard:

```
%M-file for RL circuit simulation
U=100;      %magnitude of AC voltage in Volts
R=20;       %Ohm
L=0.1;      %Henry
f=50;       %frequency in Hz
w=2*pi*f;   %angular frequency in rad/s
io=0;       %initial value of inductor current
tstop=0.2; %stop time for simulation
keyboard
subplot(2,1,1)
plot(simout(:,1), simout(:,2))
title('current')
ylabel('i in A')
xlabel('Time in s')
subplot(2,1,2)
plot(simout(:,1), simout(:,3))
title('AC Voltage')
ylabel('Vac in V')
xlabel('Time in s')
```




==========