التجارب والتطبيقات

م-١٢-

تعريف السيميولنكSimulink

السميلنك Simulink مأخوذ من كلمتي "المحاكاةٍ Simulation" و "أداة ربط "Link "، فأول ما يُفهم من المختصر المركب Simulink بأنه يعنى بربط المحاكاة بمجالات أخرى.

ان الأنظمة تُرسم على الشاشةِ بوصفها رسوماً تخطيطيّة. وباختصار فان Simulink هو عبارة عن منصة Platform لمحاكاةٍ متعددة النطاق Multidomain وتصميم أساسهَ نموذج للأنظمة الحركية (الديناميكية) Dynamical Systems. اذ يزود Simulink بيئة تخطيطية تفاعلية و مجموعة مكتبات الفدرة العامة وحسب رغبة المستفيد، كما يُمْكِن أَنْ يُمدّدَ للتطبيقات المُتَخَصّصة.

مَع Simulink يُمْكِنُ بناء النماذج بسهولة من البداية، أَو تعديل نماذجَ حالية لتَلْبِية احتياجات المستفيد. يَدْعم Simulink أنظمة خطيّة ولا خطّيةَ، تُنمذج في الزمن المستمر Continuous Time ، أو الزمن المُعيّن Sampled Time، أَو الزمن الهجين مِنْ الاثنين. كما ان الأنظمة يُمْكِن أَنْ تكون متعددة النسب Multirate- عِنْدَهُا أجزاءُ مختلفةُ تتم معاينتها Sampled أَو تُحدّث Updated عند النِسَب المختلفة.

لقد جذب Simulink ومنذ ظهوره اهتمامات آلاف الباحثين في التخصصات العلمية والتقنية في أرجاء المعمورة، اذ استُخدم لنمذجة المسائل الواقعية وحلها في مختلف المجالات التقنية والصناعية، مثل الأبحاث المتعلقة بالفضاء Aerospace والدفاع Defense والاتصالات Communications والأجهزة الطبية Medical Instrumentation. ومَع Simulink يُمْكِن التحرّك إلى ما بعد النماذج الخطية المِثالية لاستكشاف النماذجِ اللاخطّية الأكثر واقعية والتي تَصِف ظواهرَ العالم الحقيقي بموضوعية. لذا فان Simulink يُحوّل الحاسوب إلى مختبر لعرض وتَحليل الأنظمة التي لم يكن ممكننا أو عمليا القيام بمثل ذلك فيما عداه. فضلاً عن ذلك فان Simulink يجهز بما يعرف بالعروض Demos، وهي عبارة عن استعراضات للعديد من المسائل العلمية التي تُنمذج ظواهر من عالم الحياة الواقعية. كما يجهز Simulink بواجهة مستعمل بيانية Graphical User Interface (GUI) لبناء نماذج بوصفها مخططات فدرات Block Diagrams تُمكّن المستفيد من رسم نماذج حسب الطلب، وكأنه يرسم على الورقة.

بعد تعريف النموذج يمكن محاكاته، إما من قوائم سيملنك Simulink menus عندما يكون هناك عمل تفاعلي، أو بإدخال الايعازات من نافذة إيعاز ماتلاب MATLAB Command Window عندما يكون هناك دفعات من المحاكاة مثل تجارب المونت كارلو. ان برامجيات Simulink مندمجة بإحكام مع بيئة MATLAB، ويمكن ل Simulink استخدام بيئة MATLAB للأغراض الآتية:

١-تعريف مدخلات النموذج .

٢-خزن مخرجات النموذج لغرض التحليل والتصور.

٣-انجاز وظائف معينة من خلال النموذج من خلال استدعائات إلى عوامل ودوال MATLAB.

هناك ست خطوات لنمذجة أي نظام في Simulink، اذ ان الخطوات الثلاث الأولى تُنجز خارج برامجيات Simulink وقبل بناء النموذج، وهذه الخطوات الست هي على النحو الآتي:

١-**تعريف النظام Defining the System**. ان الخطوة الأولى في نمذجة أي نظام حركي هي تعريفه بالكامل . ولو كان النظام كبيرا ويمكن تجزئته إلى أجزاء صغيرة، فيفضل نمذجة كل مركبة جزئية على حدة. وبعد بناء كل مركبة يمكن دمجها في النموذج الكامل للنظام.

٢-**تطابق (مماثلة) مركبات النظام Identifying System Components**. هناك ثلاثة مركبات يتم تعريف النظام من خلالها وهي:

أ-**المعلمات Parameters**: وهي الثوابت التي يعتمد عليها النظام، ويمكن تغيرها من قبل المستفيد.

ب-**الحالات States**: وهي المتغيرات في النظام والتي تتغير بغير الزمن.

ت-**الإشارات Signals**: وهي المدخلات والمخرجات والتي تتغير حركيا في أثناء المحاكاة. وتجدر الإشارة إلى انه في Simulink فان المعلمات والحالات تُمثّل بفِدرات Blocks، في حين تُمثل الإشارات بخطوط توصل بين الفِدرات.

ونشير إلى انه لكل نظام فرعي Subsystem تتم مماثلته (مطابقته) يجب تحديد كل مما يأتي:

* عدد مُدخلات Inputs النظام الفرعي.
* عدد مُخرجات (نواتج) Outputs النظام الفرعي.
* عدد الحالات States (المتغيرات Variables) للنظام الفرعي.
* قيم معلمات (ثوابت) النظام الفرعي.

* تحديد فيما إذا كان هناك إشارات داخلية internal في النظام الفرعي.

وبعد العناصر السابقة يجب عمل قائمة شاملة بمركبات النظام، وعندئذ يكون النظام جاهز للبدء بالنمذجة.

٣-**نمذجة النظام بوساطة المعادلات Modeling the System with Equations**. في هذه الخطوة يجب صياغة نموذج رياضي على شكل معادلات تصف النظام. لكل نظام فرعي تُستخدم قائمة المركبات التي تمت مطابقتها لوصف النظام رياضيا. ان النموذج الرياضي الذي يُستخدم لإنشاء مخطط فدرات في Simulink يمكن ان يكون بأي شكل من الأشكال الآتية:

أ- معادلات جبرية Algebraic Equations.

ب- معادلات منطقية Logical Equations.

ت- معادلات تفاضلية Differential Equations للأنظمة ذات الزمن المستمر (الأنظمة المستمرة Continuous Systems).

ث- معادلات فرقية Difference Equations للأنظمة ذات الزمن المتقطع (الأنظمة المتقطعة Discrete Systems).

٤- **بناء مخطط فدرة Simulink Building the Simulink Block Diagram**.

بعد تعريف النموذج الرياضي الخاص بوصف كل نظام فرعي، يمكن البدء ببناء مخطط فِدرات للنموذج في Simulink. اذ يتم بناء مخطط فدرات لكل مركبة فرعية بشكل منفصل، وبعد إكمال نمذجة كل مركبة فرعية يتم دمجها سوية في النموذج الخاص بالنظام.

٥-**تنفيذ المحاكاة Running the Simulation**.

بعد بناء مخطط الفِدرات يمكن محاكاة النموذج وتحليل النتائج. ويلاحظ بان Simulink يسمح، وبشكل متفاعل، بتعريف المدخلات ونمذجة النموذج ثم ملاحظة التغير في سلوك النظام.

٦- **التحقق من شرعية نتائج المحاكاة Validating the Simulation Results**. في هذه المرحلة الأخيرة يتم التحقق من شرعية نتائج المحاكاة ومعرفة صلاحيتها. ان نجاح هذه المرحلة هو مؤشر واضح على دقة تمثيل النموذج للخصائص الفيزياوية للنظام الحقيقي.

محاكاة حاسوبية - مرحلة ثالثة - مدرس المادة: د.شذى عبدالله

ان استخدام Simulink يكون عادة في مجالات تقنية متخصصة، مثل علم الحاسوب وهندسة البرمجيات وهندسة الحاسوب والهندسة الميكانيكية والكهربائية وهندسة الطيران. لذا فان تطبيق Simulink يتطلب معرفة العديد من المواضيع التقنية المتخصصة، مثل نظرية السيطرة Control Theory وتحليل الإشارة Signal Analysis وتمثيل فضاء الحالة State Space Representation ، ومثل هذه المواضيع هي خارج مجال توجهات هذا الكتاب. لذا سوف نحاول عرض عدد من الأمثلة التي لا تحتاج إلى معلومات تخصصية لأخذ فكرة مبسطة عن Simulink.

المثال (محاكاة معادلة)

في هذا المثال يُستخدم Simulink لنمذجة معادلة رياضية. فلو أخذنا المعادلة الآتية و المعروفة بالنموذج التوافقي Harmonic Model:

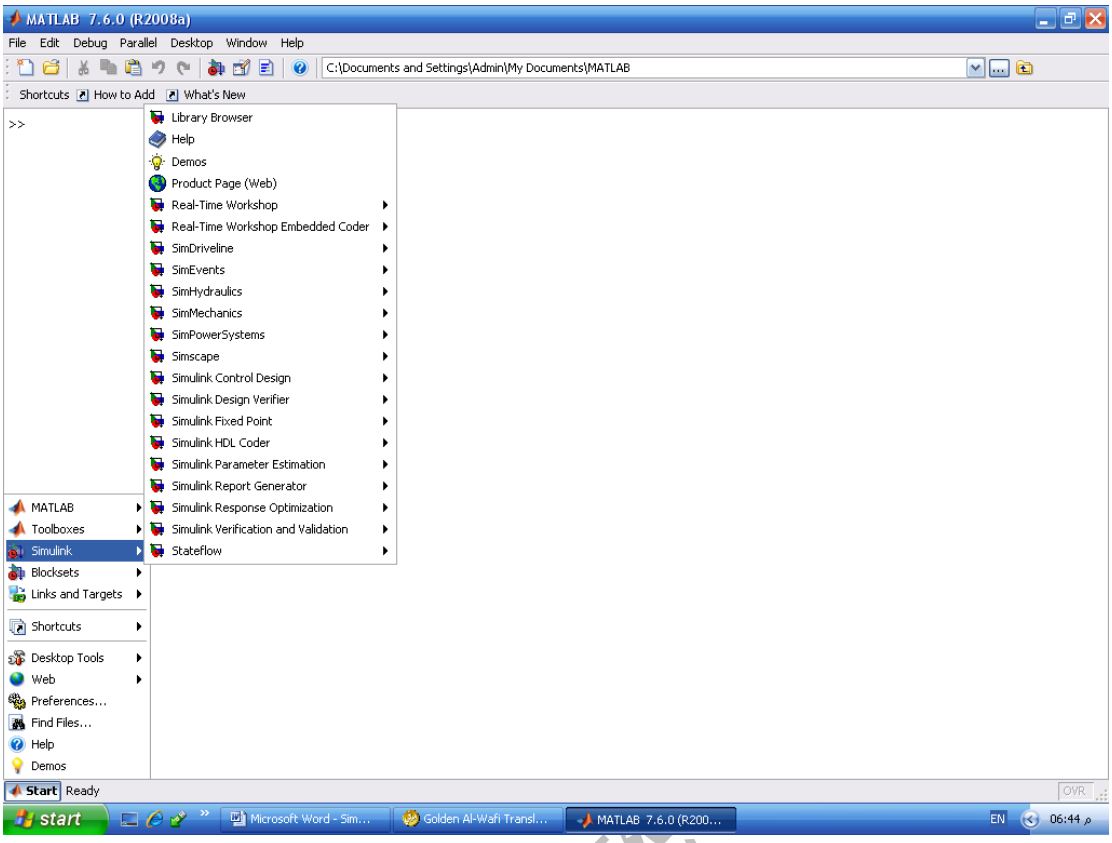
$$x(t) = A\cos(\varpi t + \varphi)$$

اذ ان $x(t)$ تمثل الإزاحة Displacement، وهي دالة بدلالة الزمن t، ϖ تمثل التردد Frequency ، φ تمثل زاوية الطور Phase Angle، و A تمثل السعة Amplitude. في هذا المثال تم تثبيت المعلمات عند القيم الآتية:

Frequency=٥ rad/sec; Phase=π/٢; A=٢.

نفتح Simulink وذلك بالنقر على Start في أسفل الزاوية اليسرى من واجهة MATLAB، فيظهر عدد من الخيارات منها Simulink. بعد التأشير بالماوس على Simulink تظهر الواجهة المبينة في ما يأتي.

محاضرات حاسوبية - مرحلة ثانية - مدرس المادة: د.شذى عبدالله

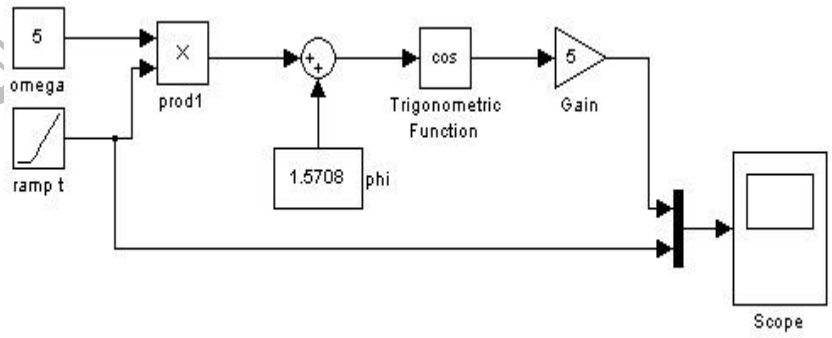


١- تُسحب الفِدرات الآتية من مكتبةُ Simulink إلى نافذة النموذج Model Window:

دروس المادة: د.شذى عبدالله

Blocks to be dragged to the model window الفِدرات الّتي ستُسْحَبُ إلى نافذةِ النموذج	Where located in Simulink library browser الموقع في متصفح مكتبة Simulink
Ramp	Sources
Constant	Sources
Gain	Math Operation
Sum	Math Operation
Product	Math Operation
Trigonometry Function	Math Operation
Scope	Sinks
Mux	Signal Routing

٢- توصل الفِدرات كما هي مبينة في الشكل الآتي:



يُنقَر نقرتان Double click على الفِدرات وتُدخلُ القيم الملائمة. لاحظ بان دالة الجيب تمام cosine يمكن اختيارها من القائمة المسحوبة في النافذة البارزة. في الترتيب المبين في أعلاه، فان الإشارة الداخلة (دالة التعلية Ramp Function) ستعرض سويّة مع الناتج (أللإزاحة) عن طريق استعمال أداةِ **mux** . لعرض الرسوم يُنقر نقرتان على **scope**.

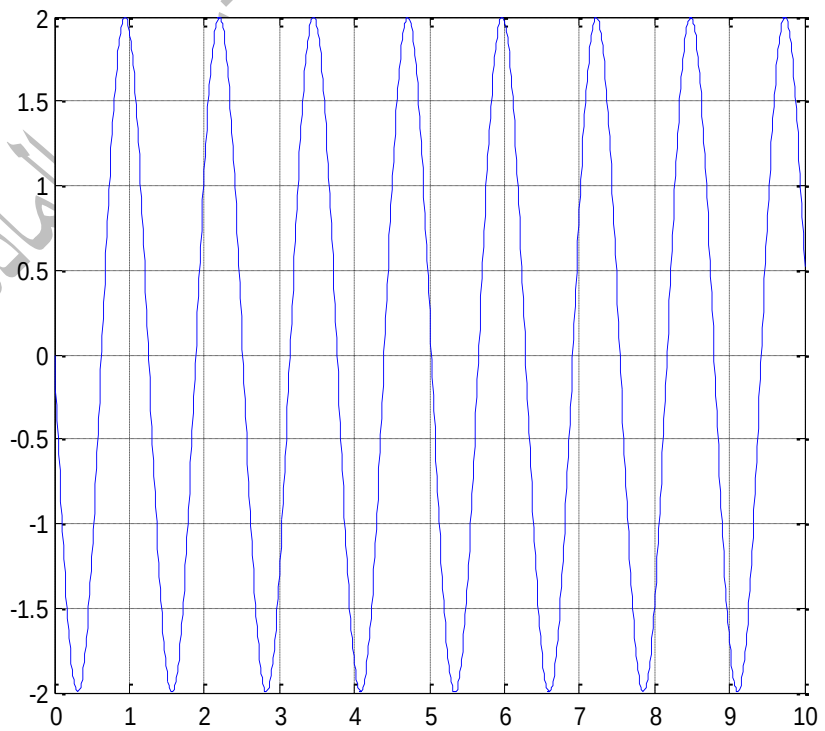
٣- تأكد من ان جميع الفِدرات مربوطة ربطاً سليماً وبعد ذلك نفذ المحاكاة (CTRL+T). وقَدْ تَحتاج لاختيار مفتاح **Autoscale** على نافذة عرض المجال للحُصُول على عرض أفضل مِن الرسوم.

ملاحظة:

لقد عَرَض هذا المثالِ كيفية استعمال Simulink مع الدوال الرياضيةِ الداخليةِ وصناديقِ العدة المساندة الأخرى لمحاكاة معادلةَ. نفس النتائجِ يُمْكِنُ أيضاً الحصول عليها من البرنامج الآتي:

```
t=(٠:.٠١:١٠);A=٢;phi=pi/٢;omega=٥;
xt=A*cos(omega*t+phi);
plot(t,xt);grid
```

ونتيجة الحاسوب هي:



محاكاة هندسية - مرحلة ثانية - المادة: د.شذى عبدالله

م-١٤-

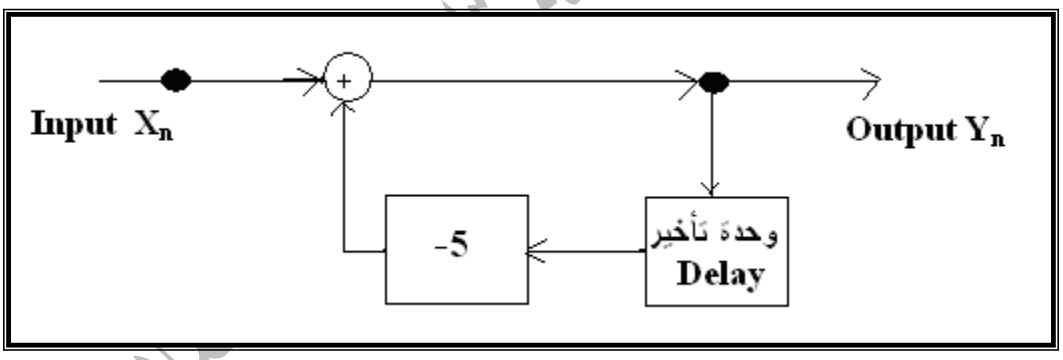
ومُمثل بالمعادلة الفرقية الآتية: Y_n ومخرجاته X_n نظام مدخلاته

$$Y_n = -5Y_{n-1} + X_n \; ; \; n = 1,2,3,....$$

لمحاكاة هذا النظام. Simulink هو عدد عشوائي. استخدم X_n اذ ان

الحل:

فان هذا النظام يمكن تمثيله بمخطط الفِدرات الآتي:

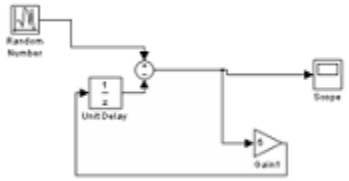


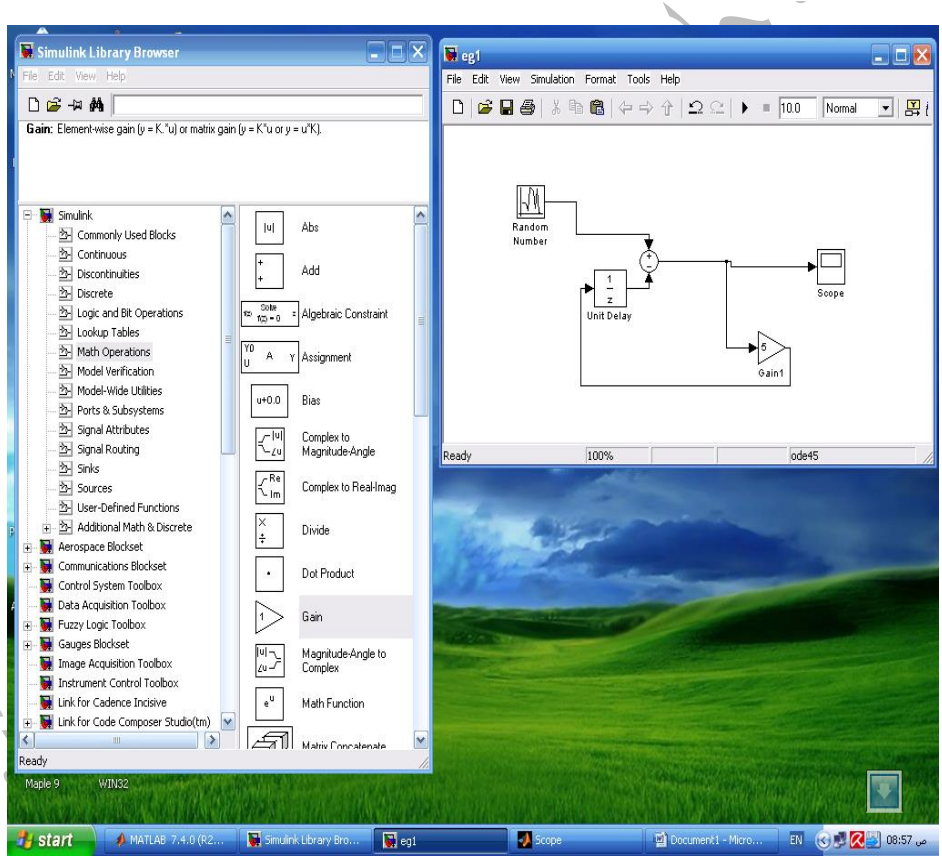
مخطط فدرات المثال

. وما دمنا نتعامل مع معادلة فرقية Simulink ثم نفتح صفحة جديدة في Simulinkلتنفيذ المحاكاة نفتح يكافئ المُدخل source. ننقل الفدرات الى الصفحة التي فتحناها مع ملاحظة ان Discreteنختار فدرة وما دام المُدخل المطلوب عدداً عشوائياً فإننا نختار من خيارات Output. يكافيء المُخرج sink وان Input Math. أما فدرة الثابت ٥ فنختارها من خيارات العمليات الرياضية Random Number فدرة source بالعدد ٥. وأما الإشارة السالبة للعدد ٥ فتُجهز Gain بعد إبدال العدد ١ الموجود داخل فدرة Operations بعد إبدال إحدى الإشارتين الموجبتين بإشارة سالبة. وأما إشارة وحدة التأخير فتُجهز من Sumمن فدرة

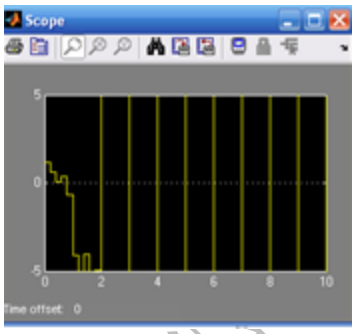
محاكاة حاسوبية_مرحلة ... د.شذى عبدالله

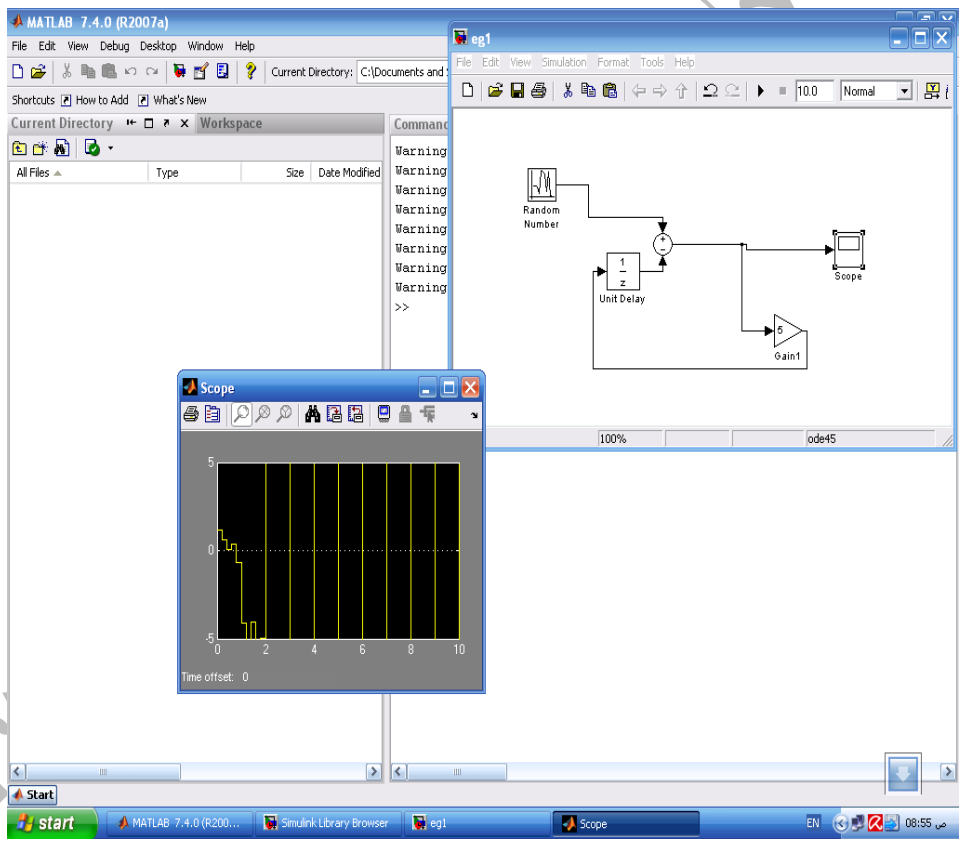
. وبعد ترتيب الفدرات وفق مخطط Unit Delay وذلك باختيار فدرة Commonly Used Blocksخيارات الفِدرات السابق يتم إيصال الأسهم بالماوس، فتكون الصفحة التي فتحناها بالشكل الآتي:





في أعلى الصفحة المفتوحة، ثم ننقر نقرة واحدة على Simulation ولتنفيذ المحاكاة ننقر نقرة واحدة على للحصول على النتيجة والتي سوف تكون بشكل رسم على Scopeنقرتين على فدرة للتنفيذ ، ثم Start النحو الآتي:





عبدالله بن شتى

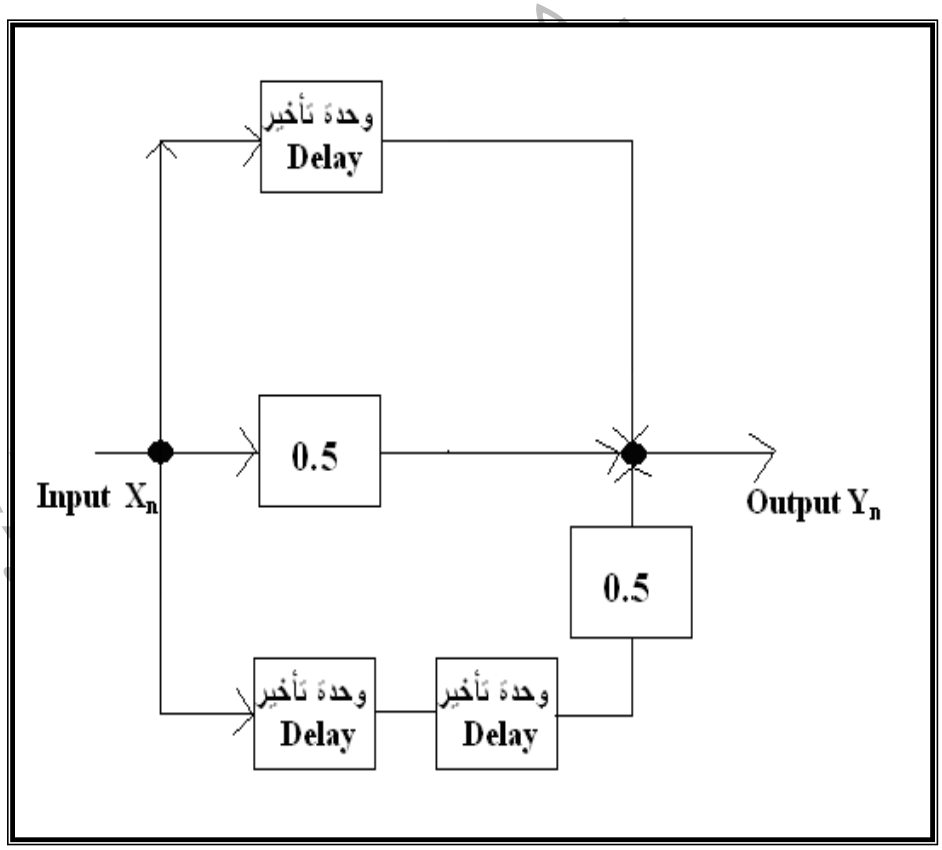
التطبيق-٢-: نظام مدخلاته X_n ومخرجاته Y_n ومُمثل بالمعادلة الفرقية الآتية:

$$Y_n = 0.5X_n + X_{n-1} + 0.5X_{n-2};\ n = 1,2,3,....$$

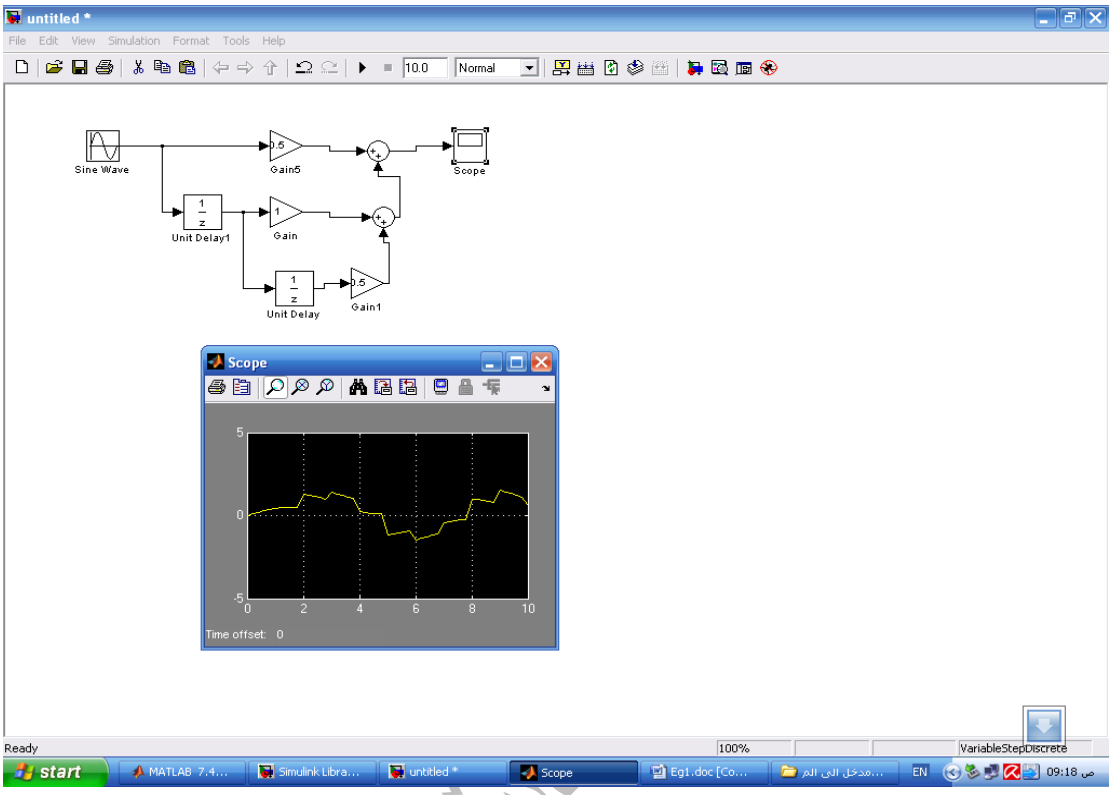
لمحاكاة هذا النظام. Simulink. استخدم Sine Wave هو موجة جيبيه X_n اذ ان

الحل:

هذا النظام يمكن تمثيله بمخطط الفِدرات الآتي:



والنتائج المقابلة لها بالشكل الآتي:simulinkوبإتباع خطوات مشابهة للمثال السابق نحصل على صفحة



كلية مدرس المادة: د.شذى عبدالله