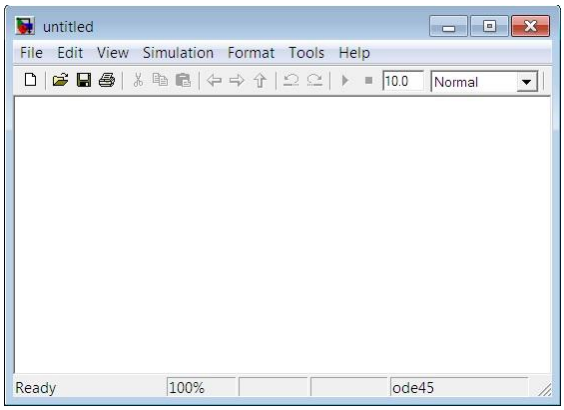
آموزش سیمولینک

(قسمت اول)

قصد دارم در چند قسمت، نحوه کارکردن با Simulink رو به شما آموزش بدم پس اگه تا حالا با Simulink کار نکردید و یا مشکلاتی در کارکردن با اون دارید می‌تونید با من همراه باشید درصورتی‌که پاسخ مشکلتون رو دریافت نکردید می‌تونید در قسمت نظرات اون مشکل رو مطرح کنید، اگه بلد بودم پاسختون رو می‌دم.

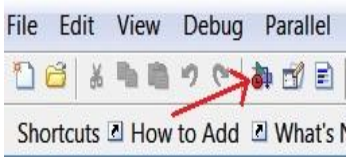
سیمولینک نرم افزاریه که شما برای شبیه‌سازی سیستم‌های دینامیکی، می‌تونید از اون استفاده کنید این نرم‌افزار زیرمجموعه نرم‌افزار متلبه که دارای کتابخانه‌های زیادی در زمینه رشته‌های مختلف از جمله برق و مکانیکه. اگه ما نرم‌افزار متلب رو فصل مشترک رشته‌های مهندسی در محاسبات عددی بدونیم نرم‌افزار سیمولینک رو می‌تونیم فصل مشترک رشته‌های مهندسی در زمینه نرم‌افزارهای شبیه‌ساز قرار بدیم.

برای شروع کار با سیمولیک ابتدا از مسیر File >> New >> Model یک مدل جدید ایجاد کنید. این مدل رو در شکل زیر مشاهده می‌کنید.



حالا شما باید در این مدل برحسب مساله‌ای که می‌خواهید حل کنید عناصر مورد احتیاج رو از کتابخانه سیمولینک به مدل مورد نظر انتقال دهید. برای بازکردن کتابخانه سیمولینک، رو صفحه متلب عبارت simulink رو وارد کنید و یا به روی دگمه نشان داده شده در شکل زیر که هم در صفحه اصلی متلب و هم در مدل ایجاد شده قرار دارد کلیک کنید.

www.Prozhe.com



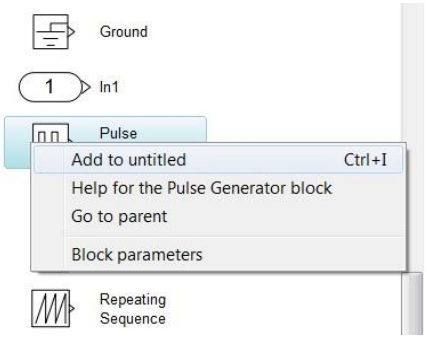
همون‌طور که در کتابخانه سیمونیک مشاهده می‌کنید کتابخانه‌های زیادی وجود داره که هرکس بنا به رشته‌ای که داره با این کتابخانه‌ها کار می‌کنه مثلا کسی که مکانیک خونده با قسمت مخابرات اون کاری نداره ولی آنچه که مشترک بین کلیه کاربران هستش یادگیری بلوک‌های کتابخانه اصلی سیمولیکه که من تا جائیکه بتونم سعی می‌کنم با مثال‌های متنوع، بلوک‌هایی رو که بیشتر به کار میان برای شما شرح بدم.

برای اولین مثال می‌خواهیم از یک پالس، مشتق و انتگرال گرفته و روی یک اسکوپ به همراه سیگنال اصلی نمایش بدیم بلوک‌هایی رو که احتیاج داریم عبارتند از: مولد پالس، انتگرالگیر، مشتقگیر، تسهیم کننده و بلوکی بسیار معروف به نام اسکوپ.

این بلوک‌ها را در مسیرهای زیر می‌تونید بیابید:

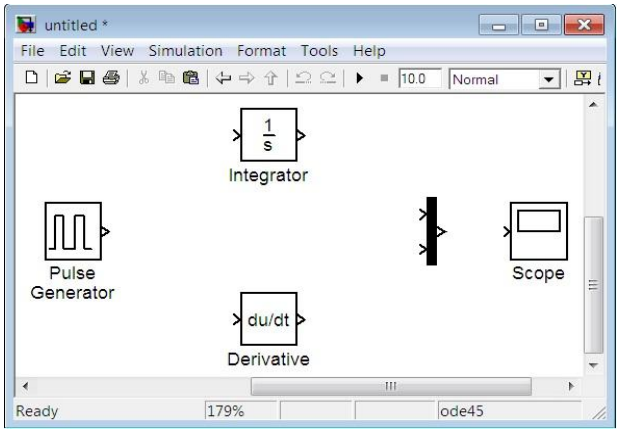
Simulink >> Sources >> Pulse Generator
Simulink >> Continuous >> Integrator
Simulink >> Continuous >> Derivative
Simulink >> Signal Routing >> Mux
Scope << Sinks << Simulink

نحوه آوردن بلوک‌ها هم بسیار سادس شما می‌تونید روی بلوک مورد نظر کلیک چپ کرده و بدون رها کردن آن، موس رو به درون مدل مربوطه ببرید و در جائیکه می‌خواهید بلوک رو قرار دهید، موس رو رها کنید(Drag and Drop) و یا اینکه روی بلوک مورد نظر کلیک راست کرده و گزینه Add to untitled رو انتخاب کنید به‌صورت زیر:



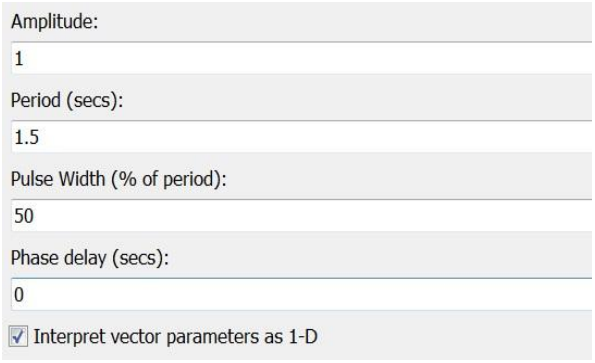
www.Prozhe.com

در واقع untitled نام پیش فرض مدل شماست که می‌تونید اون رو تغییر بدهید. پس از اینکه تمامی بلوک‌ها رو به مدل خودتون اضافه کردید بلوک‌ها رو به‌صورت زیر دربیارید:



برای مرتب کردن بلوک‌ها، هم با موس می‌تونید جای اون‌ها رو عوض کنید هم با کیبورد به این صورت که بلوک موردنظر رو انتخاب می‌کنید و با کلیدهای جهتی بر روی کیبورد، جای بلوک رو تغییر می‌دید. برای بزرگ کردن اندازه بلوک‌ها از کلید R و برای کوچک کردن آنها از کلید V استفاده کنید.

حالا باید تنظیمات لازم رو بر بلوک‌ها انجام دهیم به روی بلوک مولد پالس دوبار کلیک کنید و مانند شکل زیر تغییرات لازم رو اعمال کنید:



www.Prozhe.com

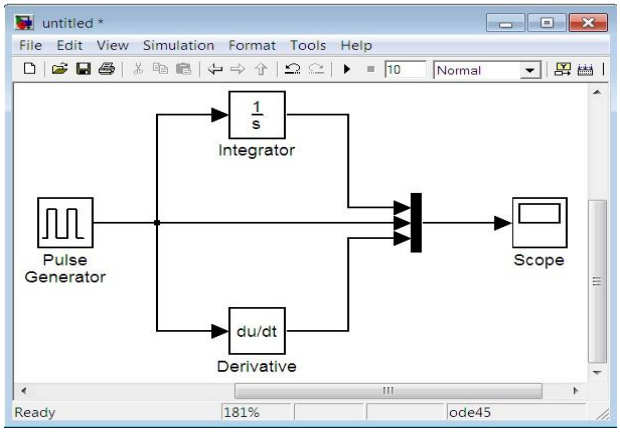
خروجی این بلوک یک پالس با اندازه ۱ و دوره تناوب ۱.۵ ثانیه و بدون تـأخیر و با پهنای پالس معادل ۵۰ درصد دامنه هست.

(Duty Cycle = ٪۵۰)

به روی بلوک تسهیم کننده دوبار کلیک کرده و تعداد ورودی‌های اون رو به ۳ تغییر بدید.

در تنظیمات بلوک‌های انتگرالگیر و مشتقگیر و اسکوپ تغییری ایجاد نکنید.

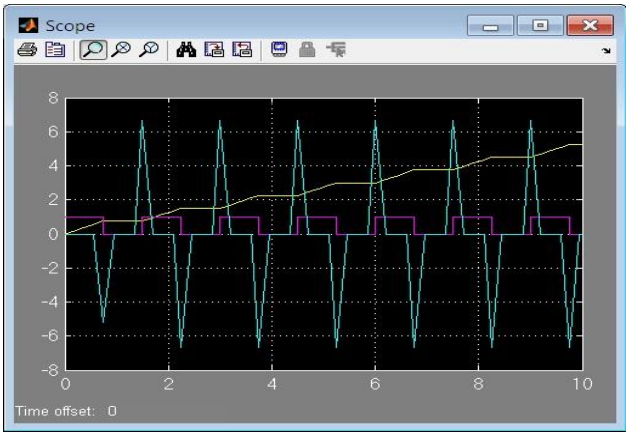
حال باید بلوک‌ها رو به یکدیگر متصل کنیم برای اینکار ماوس رو به سمت خروجی مولد پالس برده و زمانی که ماوس به شکل + در اومد کلیک چپ رو فشار داده و بدون ول کردن آن به سمت ورودی دومی تسهیم کننده حرکت کنید و زمانی که اشاره‌گر ماوس بصورت یک بعلاوه دوخط درآمد آن را ول کنید تا اتصال ایجاد شود اگر می‌خواهید از یک سیگنال انشعابی بگیرید از کلیک راست ماوس باید استفاده کنید مثلا در مورد اتصال ورودی انتگرالگیر باید ماوس را به سمت سیگنال خروجی مولد پالس برده و با فشردن کلیک راست به سمت ورودی انتگرالگیر حرکت کنید و زمانی که اشاره‌گر ماوس بصورت یک بعلاوه دوخط درآمد آن را ول کنید تا اتصال ایجاد شود باقی اتصالات را دقیقا به همین‌صورت و مطابق شکل زیر انجام دهید:



حالا مدل شما آماده شده و می‌تونید اون رو اجرا کنید البته قبل از اجرا کردن باید تنظیمات شبیه‌سازی(زمان اجرا، گام حرکت، نوع حلگر و ...) رو انجام بدید که فعلا برای این مثال نیازی نیست پس مدلتون رو با فشاردادن دگمه استارت، ران کنید سپس به روی اسکوپ دوبار کلیک کنید شما قاعدتا باید شکل موج‌های زیر رو ببینید:

(یادتان باشد که حتما روی دگمه Autoscale کلیک کنید تا شکل موج‌ها را کامل ببینید)

www.Prozhe.com



آموزش سیمولینک (قسمت وم)

در قسمت اول آموزش با یک مثال بسیار ساده نحوه ایجاد مدل، آوردن قطعات از کتابخانه، اتصال قطعات به یکدیگر و در نهایت شبیه‌سازی مدل مورد نظر بیان شد. اکنون در قسمت دوم با ذکر چند مثال کاربردی، آموزش Simulink رو ادامه می‌دهیم. در این قسمت فرض برآن است که دوستان یا قسمت اول آموزش را خوانده‌اند و یا اینکه اطلاعات اولیه را دارند پس از ذکر جزئیات صرفه می‌کنیم.

مثال اول را می‌خواهیم با رسم نمودار یک تابع آغاز کنیم ضابطه این تابع به صورت زیر است:

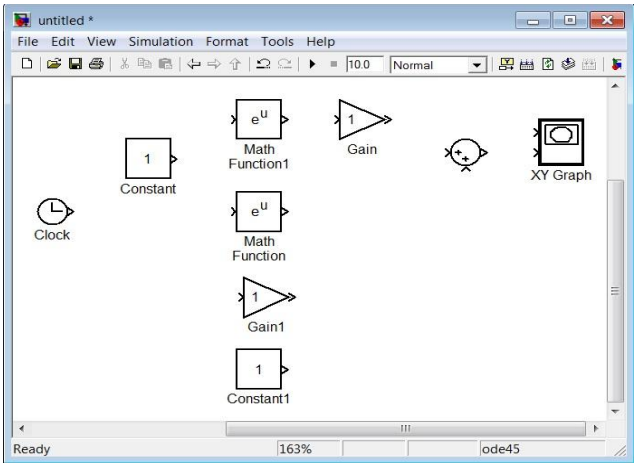
$$y = 2x^3 - x^2 + 3x - 1$$

ابتدا یک پنجره جدید را باز کرده و بلوک‌های مورد نیاز را از مسیرهای زیر وارد می‌کنید:

Simulink >> Sources >> Clock
Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Math Operations >> Sum
Simulink >> Math Operations >> Gain
Simulink >> Math Operations >> Math Function
Simulink >> Sinks >> XY Graph

بلوک‌های خواسته شده را به تعدادی که در شکل زیر مشاهده می‌کنید آورده و مانند شکل آنها را مرتب کنید:

www.Prozhe.com

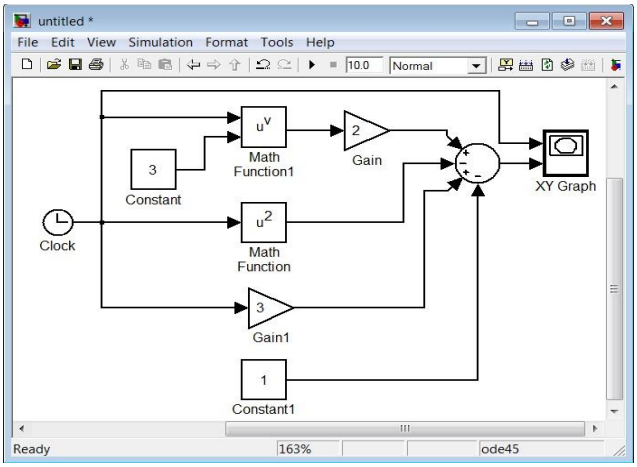


حالا تنظیمات زیر را انجام دهید:

- روی بلوک Constant دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Gain دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۲ قرار دهید
- روی بلوک Gain۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Math Function دوبار کلیک نموده و در پنجره تنظیمات باز شده نوع تابع را square انتخاب کنید
- روی بلوک Math Function۱ دوبار کلیک نموده و در پنجره تنظیمات باز شده نوع تابع را pow انتخاب کنید
- روی بلوک Sum دوبار کلیک نموده و در قسمت signs List of علامت‌های -+-+| را وارد کنید
- روی بلوک XY Graph دوبار کلیک نموده و حد پائین x را ۵- و حد بالای آن را ۵ و حد پائین y را ۱۵۰- و حد بالای آن را ۱۵۰ قرار دهید

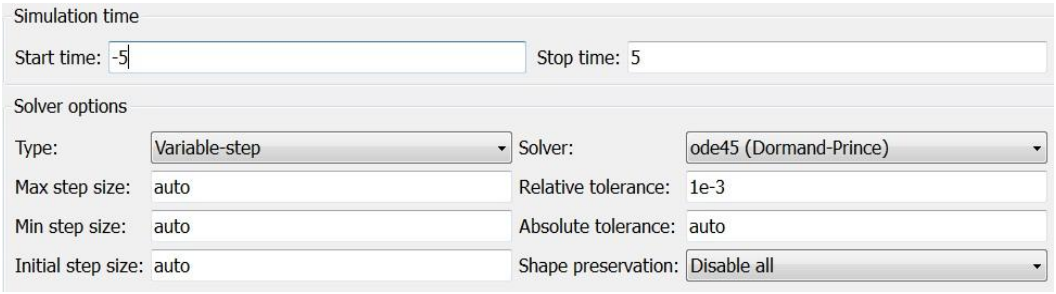
اکنون بقیه بلوک‌ها را مانند شکل زیر به یکدیگر وصل کنید:

www.Prozhe.com



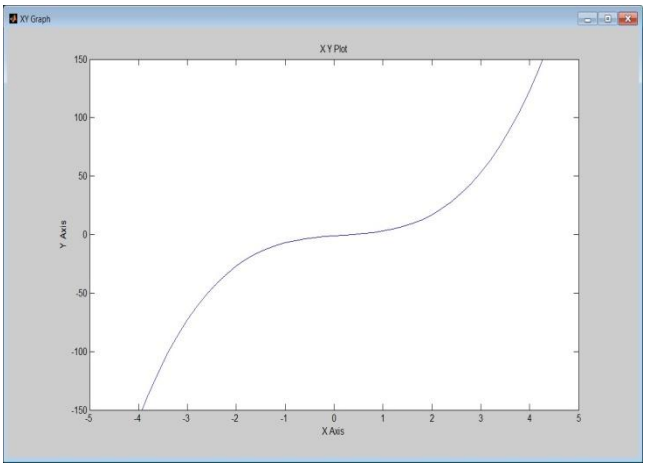
این کلاکی که می‌بینید در واقع همان زمان شبیه‌سازی شماست که اینجا نقش متغییر **x** را بازی می‌کند و از این جهت است که به اولین ورودی بلوک XY Graph(محور افقی صفحه مختصات) وصل شده است خروجی جمع کننده نیز برابر با متغییر **y** است که به دومین ورودی بلوک XY Graph(محور عمودی صفحه مختصات) وصل شده است نقش باقی بلوک‌ها را اگر به صورت معادله توجه کنید خواهید فهمید.

احتمالا می‌دانید که زمان شبیه‌سازی سیمولینک از صفر تا ده ثانیه(بطور پیش فرض) می‌باشد پس اگر ما بخواهیم تابع را در بازه [۵ ۵-] رسم کنیم، باید بازه زمانی شبیه‌سازی را تغییر دهیم. برای این منظور از مسیر Simulation... >> Configuration Parameters وارد تنظیمات مدل خود می‌شوید حالا مانند شکل زیر، زمان شروع و پایان شبیه‌سازی را وارد کنید:



www.Prozhe.com

اکنون مدل شما آماده شده و می‌توانید آن را Run کنید پس از اجراکردن بطور خودکار نمودار نمایش داده می‌شود:



برای مثال دوم می‌خواهیم یک معادله غیرخطی را حل کنیم صورت معادله به شرح زیر است:

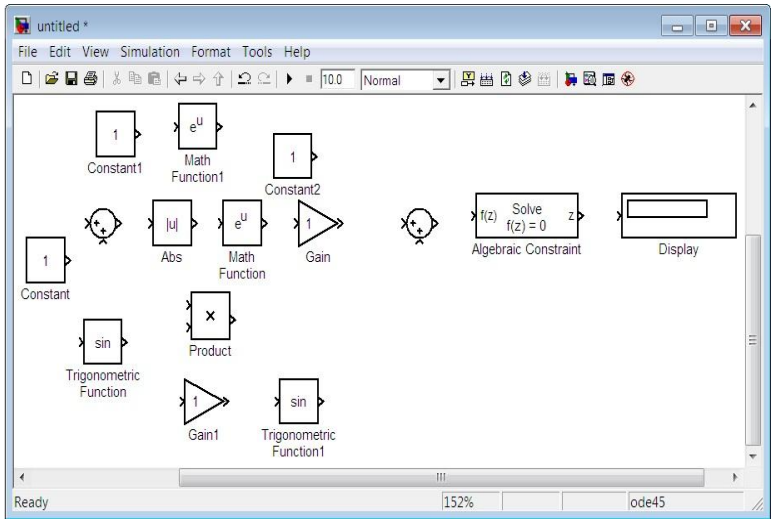
$$y = -x^3 - \sin(2x) - x\cos(x) + 5e^{|x-1|} - 3$$

بلوک‌های مورد نیاز برای حل این معادله را از مسیرهای زیر وارد یک مدل جدید کنید:

Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Sinks >> Display
Simulink >> Math Operations >> Sum
Simulink >> Math Operations >> Gain
Simulink >> Math Operations >> Math Function
Simulink >> Math Operations >> Algebraic Constraint
Simulink >> Math Operations >> Trigonometric Function
Simulink >> Math Operations >> Product
Simulink >> Math Operations >> Abs

بلوک‌های خواسته شده را به تعدادی که در شکل زیر مشاهده می‌کنید آورده و مانند شکل آنها را مرتب کنید:

www.Prozhe.com

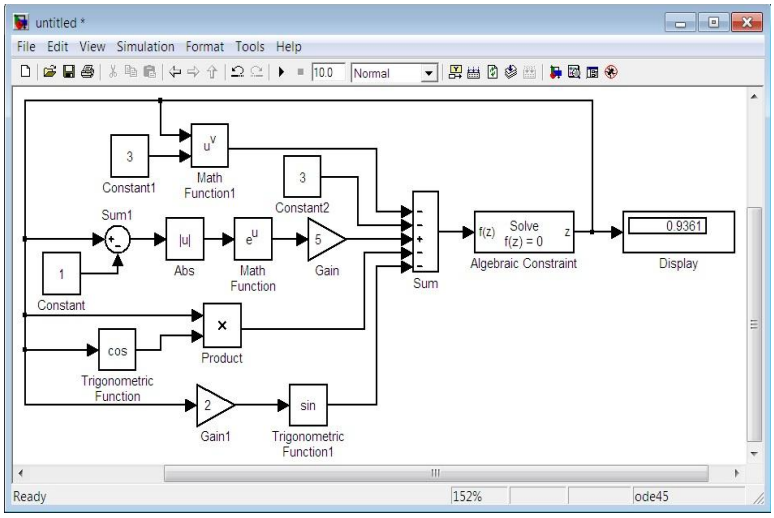


تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Constant۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Constant۲ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Gain دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۵ قرار دهید
- روی بلوک Gain۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۲ قرار دهید
- روی بلوک Math Function۱ دوبار کلیک نموده و در پنجره تنظیمات باز شده نوع تابع را pow انتخاب کنید
- روی بلوک Trigonometric Function دوبار کلیک نموده و در پنجره تنظیمات باز شده نوع تابع را cos انتخاب کنید
- روی بلوک Sum (توجه کنید که نام بلوک Sum بطور پیش فرض مخفی است و شما می‌توانید روی بلوک راست کلیک کرده و از مسیر Format >> Show Name نام بلوک را آشکار کنید) دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت های --+--| را وارد کنید و در قسمت Icon shape نوع نمایش را rectangular برگزینید
- روی بلوک Sum۱ دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت‌های -+| را وارد کنید

حالا مانند شکل زیر بلوک‌ها را به یکدیگر متصل کرده و Run کنید:

www.Prozhe.com



توجه کنید که ورودی بلوک Constraint Algebraic تابع و خروجی آن مقداری است که به ازای آن تابع ورودی صفر خواهد شد و به همین دلیل است که از خروجی این بلوک برای تغذیه آرگومان‌های تابع ورودی استفاده شده است.

برای مثال آخر در قسمت دوم آموزش می‌خواهیم دستگاه معادلات زیر را حل کنیم:

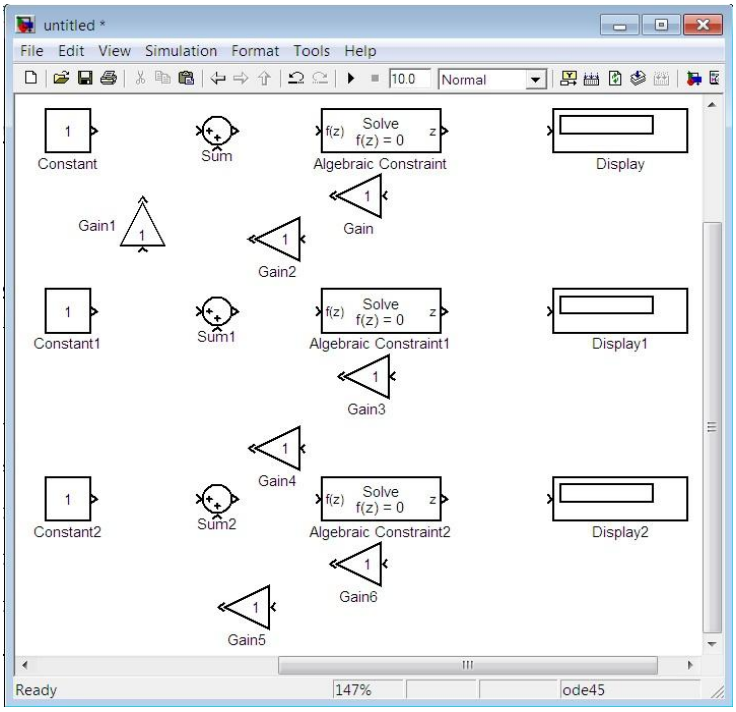
$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 3 \\ -7x_1 + 5x_2 + x_3 = 2 \\ -3x_1 + 4x_2 + 4x_3 = 1 \end{cases}$$

بلوک‌های مورد نیاز:

Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Sinks >> Display
Simulink >> Math Operations >> Sum
Simulink >> Math Operations >> Gain
Simulink >> Math Operations >> Algebraic Constraint

بلوک‌های خواسته شده را به تعدادی که در شکل زیر مشاهده می‌کنید آورده و مانند شکل آنها را مرتب کنید:

www.Prozhe.com



نکته: بلوک‌ها را می‌توانید به وسیله فشردن کلیدهای Ctrl+R بچرخانید.

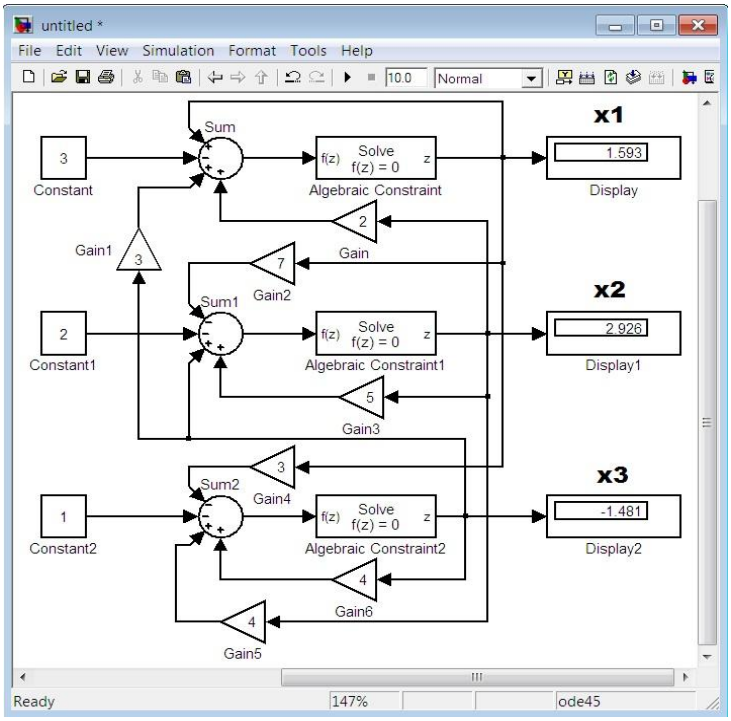
تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Constant دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Constant۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۲ قرار دهید
- روی بلوک Gain دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۲ قرار دهید
- روی بلوک Gain۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Gain۲ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۷ قرار دهید
- روی بلوک Gain۳ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۵ قرار دهید
- روی بلوک Gain۴ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Gain۵ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۴ قرار دهید
- روی بلوک Gain۶ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۴ قرار دهید
- روی بلوک Sum دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت های ++-+| را وارد کنید
- روی بلوک Sum۱ دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت های ++--| را وارد کنید

www.Prozhe.com

- روی بلوک Sum۲ دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت های ++--| را وارد کنید
- اگر می‌خواهید خروجی را با دقت بالاتری ببینید، روی بلوک‌های Display دوبار کلیک کرده و فرمت نمایش آنها را long انتخاب کنید

حالا می‌توانید مدلتان را Run کرده و جواب دستگاه معادلات مربوطه را مشاهده کنید:



اگر سؤالی داشتید می‌توانید در بخش نظرات آن را مطرح کنید.

برای رفتن به قسمت بعد، به‌روی لینک زیر کلیک کنید:

آموزش سیمولینک (قسمت سوم)

قسمت سوم آموزش رو با مثالی از اعداد مختلط شروع می‌کنیم می‌خواهیم سیستمی طراحی کنیم که دو عدد مختلط را گرفته و چهار عمل اصلی ریاضی(جمع، تفریق، ضرب، تقسیم) را روی آن دو انجام دهد و همچنین قسمت حقیقی، قسمت موهومی، اندازه، فاز و مزدوج یکی از آن دو عدد را محاسبه کند توجه داشته باشید که هدف از این مثال یادگیری کار با اعداد مختلط و نحوه ایجاد زیر سیستم است.

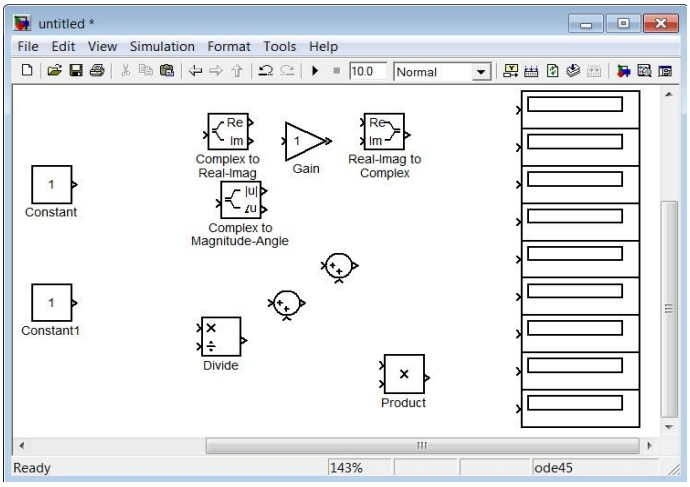
طبق معمول ابتدا یک پنجره جدید باز کرده و بلوک‌های مورد نیاز را از مسیرهای زیر وارد می‌کنید:

Constant << Sources << Simulink

www.Prozhe.com

Display << Sinks << Simulink
Sum << Math Operations << Simulink
Gain << Math Operations << Simulink
Product << Math Operations << Simulink
Divide << Math Operations << Simulink
to Real-Imag Complex << Math Operations << Simulink
to Complex Real-Imag << Math Operations << Simulink
to Magnitude-Angle Complex << Math Operations << Simulink

بلوک‌ها را مانند شکل زیر مرتب کنید:

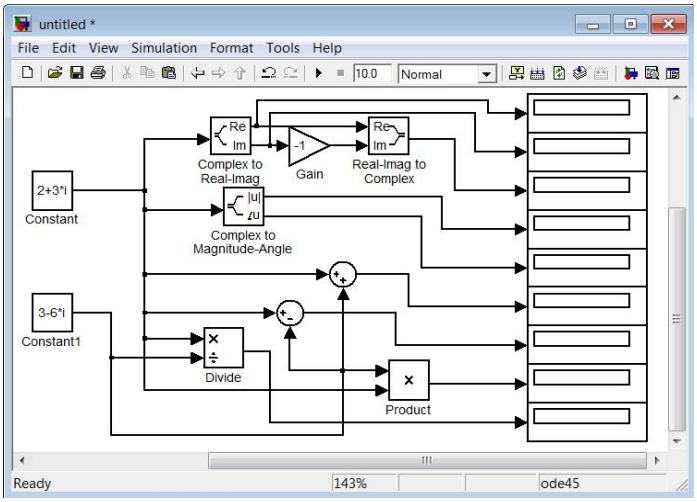


تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Constant دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۲+۳i و نام آن را z قرار دهید
- روی بلوک Constant۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳-۶i و نام آن را ۱z قرار دهید
- روی بلوک Gain دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۱- قرار دهید
- روی بلوک Sum۱ دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت‌های -+| را وارد کنید
- روی بلوک‌های Display کلیک راست نموده و از مسیر Format >> Hide Name نام بلوک‌ها را پنهان کنید

حالا مانند شکل بلوک‌ها را به یکدیگر متصل کنید:

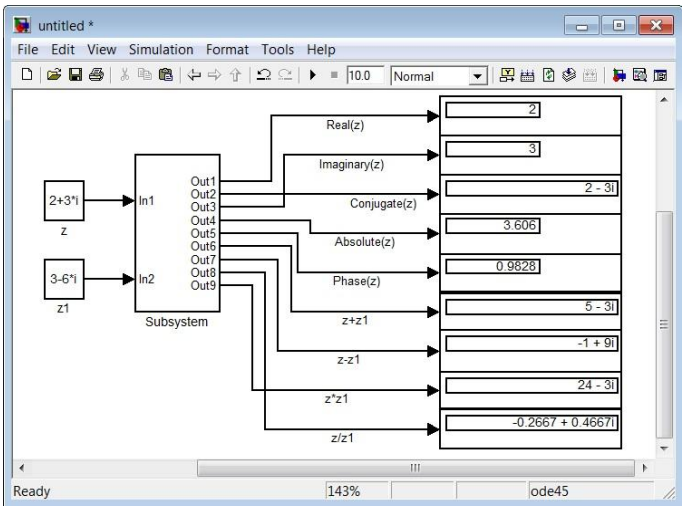
www.Prozhe.com



سپس تمامی بلوک‌ها به‌جزء بلوک‌های Constant و Display را انتخاب و کلیک راست کنید و از منوی باز شده Create Subsystem را انتخاب کنید حالا مدلتان احتمالا کمی بهم‌ریخته شده است کمی آن را مرتب کنید و بلوک Subsystem را از دو طرف بکشید تا بزرگتر شود برخی از بلوک‌های Display نیز احتیاج به بزرگترشدن دارند که این را بعد از شبیه‌سازی خواهید فهمید.

نکته: شما می‌توانید با دوبار کلیک کردن در هرجایی از مدلتان، متنی دلخواه وارد کنید مثلا کنار هر کدام از بلوک‌های Display بنویسید که چه عددی را قرار است نشان دهند ضمنا می‌توانید با دوبار کلیک کردن به روی هر سیگنالی، آن را نام‌گذاری کنید.

اکنون سیستم شما آماده شده و می‌توانید آن را Run کنید:



www.Prozhe.com

در این مثال با نحوه‌ی ایجاد زیرسیستم آشنا شدید شما می‌توانید زیر سیستم‌های مختلفی در یک مدل(حتی زیرسیستم‌های تودرتو) ایجاد کنید زیرسیستم‌ها را معمولا برای مدل‌های پیچیده و شلوغ به‌کار می‌برند و با دوبار کلیک کردن به‌روی هر کدام از آنها، محتویات آن مشاهده خواهد شد.

در مثال بعدی می‌خواهیم پاسخ پله و پاسخ ضربه یک سیستم کنترلی را مشاهده کنیم تابع تبدیل سیستم به شرح زیر است:

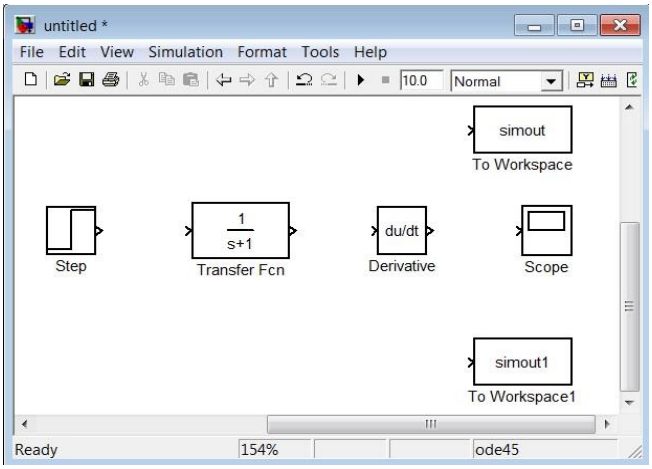
$$G(s)=\frac{1}{2s^3+3s^2+s+1}$$

این سیستم درجه ۳ است و اگر پاسخ پله آن را رسم کنیم خواهیم دید که پاسخ زیرمیرا(سینوسی میراشونده) می‌باشد ضمنا می خواهیم خروجی را در دو حالت(پاسخ پله و ضربه) به فضای کاری MATLAB انتقال دهیم.

بلوک‌های مورد نیاز:

Step << Sources << Simulink
Scope << Sinks << Simulink
To Workspace << Sinks << Simulink
Derivative << Continuous << Simulink
Fcn Transfer << Continuous << Simulink

بلوک‌ها را مانند شکل زیر مرتب کنید:



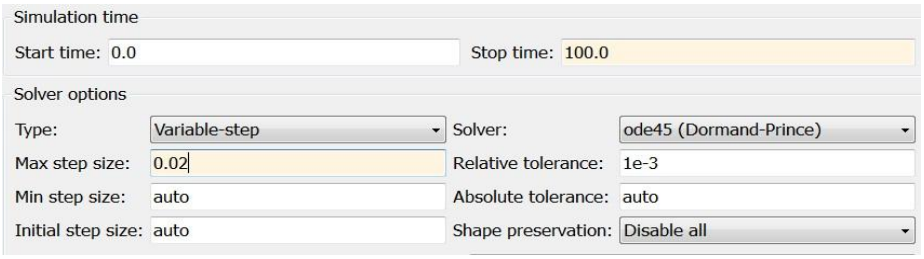
www.Prozhe.com

تنظیمات بلوک‌ها:

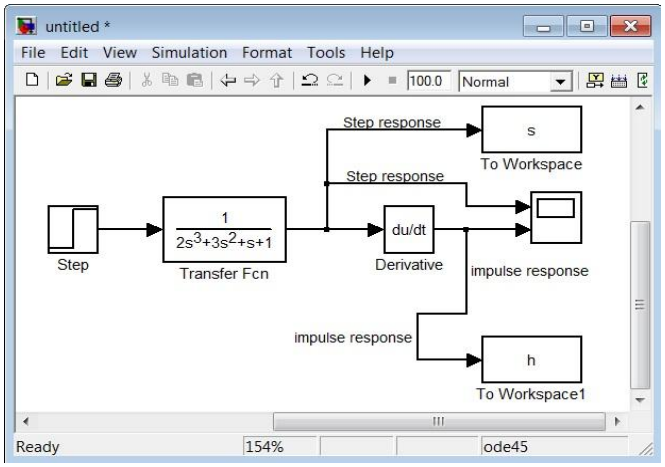
- روی بلوک Step دوبار کلیک نموده و مقدار time Step را ۰ قرار دهید
- روی بلوک Transfer Fcn دوبار کلیک نموده و مقدار Denominator coefficients را [۱ ۱ ۳ ۲] قرار دهید
- روی بلوک Scope دوبار کلیک نموده و سپس به منوی Parameters رفته و تعداد محورها را برابر ۲ قرار دهید
- روی بلوک To Workspace دوبار کلیک نموده و در قسمت Variable name عبارت s را وارد کرده و در قسمت Save format حالت Array را انتخاب کنید
- روی بلوک To Workspace۱ دوبار کلیک نموده و در قسمت Variable name عبارت h را وارد کرده و در قسمت Save format حالت Array را انتخاب کنید

تنظیمات مدل:

با فشردن کلید Ctrl+E به صفحه تنظیمات رفته و مانند شکل زیر عمل کنید:

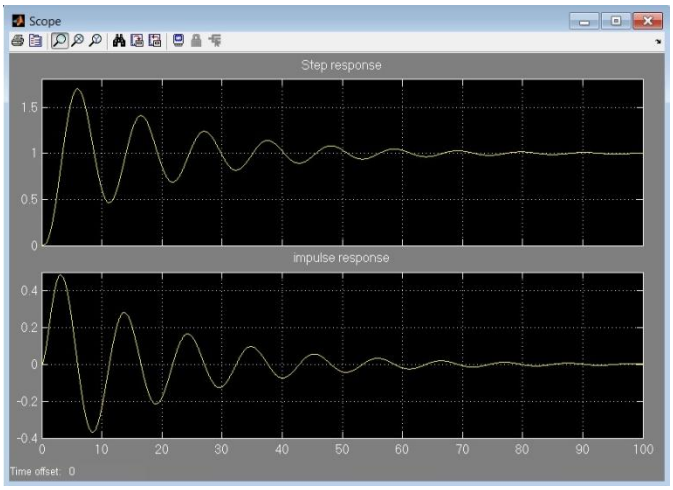


اتصالات را به صورت زیر انجام دهید:



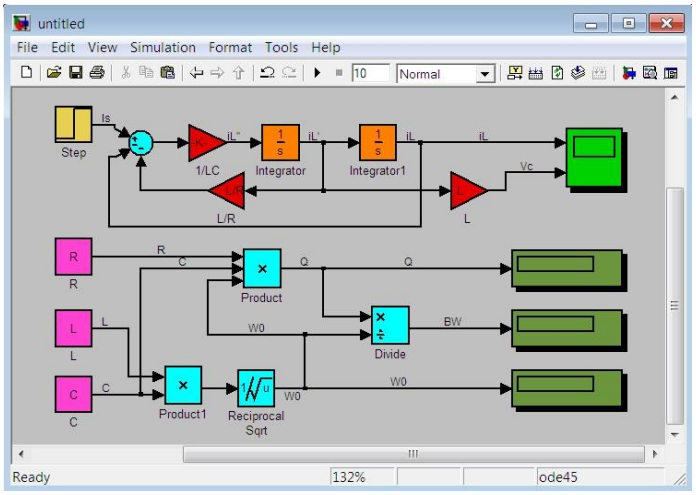
www.Prozhe.com

حالا Run کنید:



یادتان باشد که حتما روی دگمه Autoscale کلیک کنید تا شکل موج‌ها را کامل ببینید.

در مثال بعد می‌خواهیم با نحوه‌ی ماسک کردن آشنا شویم برای این منظور سیستمی طراحی می‌کنیم که با گرفتن پارامترهای یک مدار RLCموازی، شکل موج جریان سلف و ولتاژ خازن را نشان داده و همچنین فرکانس تشدید، ضریب کیفیت و پهنای‌باند مدار را محاسبه و نمایش دهد. مدلی مانند آنچه که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، ایجاد کنید:



www.Prozhe.com

نکته: رنگ بلوک‌ها را می‌توانید با راست کلیک کردن به روی آن‌ها و از مسیر Background Color و رنگ پس‌زمینه را با راست کلیک کردن به روی صفحه مدل و از مسیر Screen Color تغییر دهید.

تمامی بلوک‌ها قبلا گفته شده که در کجا قرار دارند بجزء بلوک Reciprocal Sqrt که آن‌هم در کتابخانه Math Operations قرار دارد.

توجه: بلوک‌های به رنگ قرمز، Gain و بلوک‌های به رنگ صورتی، Constant هستند.

تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک R دوبار کلیک نموده و مقدار آن را R قرار دهید
- روی بلوک‌های L دوبار کلیک نموده و مقدار آن‌ها را L قرار دهید
- روی بلوک C دوبار کلیک نموده و مقدار آن را C قرار دهید
- روی بلوک L/R دوبار کلیک نموده و مقدار آن را L/R قرار دهید
- روی بلوک ۱LC\ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۱LC\ قرار دهید
- بلوک Sum هم مشخص است که چه تنظیماتی دارد
- روی بلوک Product دوبار کلیک نموده و تعداد ورودی‌های آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Step دوبار کلیک نموده و مقدار Step time را D و مقدار Final value را A قرار دهید
- روی بلوک Scope و بلوک‌های Display کلیک راست نموده و از مسیر Format >> Hide Name نام بلوک‌ها را پنهان کنید
- روی بلوک Scope دوبار کلیک نموده و سپس به منوی Parameters رفته و تعداد محورها را برابر ۲ قرار دهید

حالا تمامی بلوک‌ها را بجزء بلوک Scope و بلوک‌های Display انتخاب و کلیک راست کنید و از منوی باز شده Create Subsystem را انتخاب کنید پس اندکی مرتب کردن مدل، روی بلوک Subsystem کلیک راست کرده و گزینه ...Mask Subsystem را انتخاب کنید حالا همان‌طور که می‌بینید پنجره Mask Editor به نمایش درآمده است.

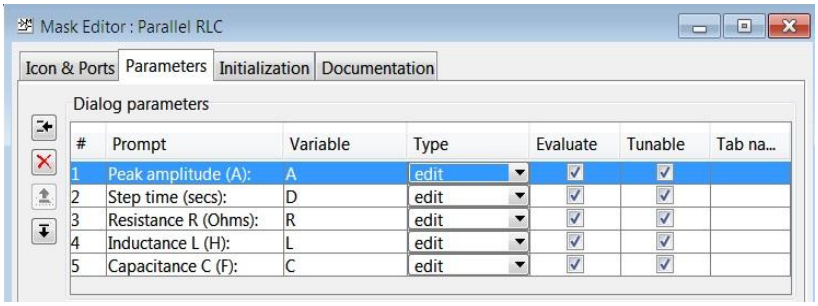
تنظیمات Mask Editor:

ابتدا به تب Ports & Icon بروید و Command را در حالت image قرار داده و در قسمت Icon Drawing commands کد زیر را وارد کنید:

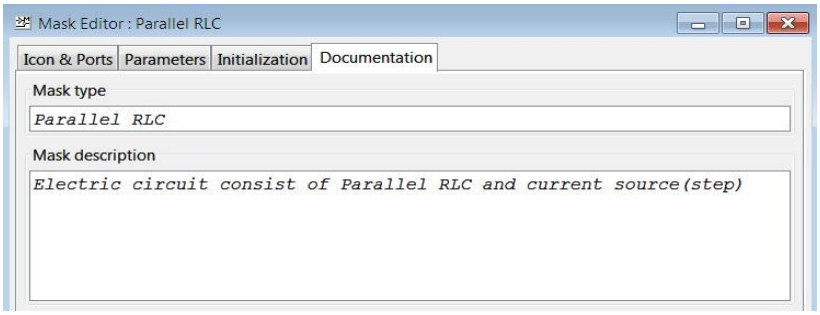
www.Prozhe.com

image(imread('RLC.jpg'))

«RLC.jpg» عکسی است که من می‌خواهم پس‌زمینه‌ی مدل قرار بدم توجه کنید که این عکس باید در مسیر متلب باشد تا آپلود شود بعد از وارد کردن کد، Apply کرده و به تب Parameters بروید و مانند شکل زیر عمل کنید:



Apply کرده و به تب Documentation بروید و مانند شکل زیر عمل کنید:

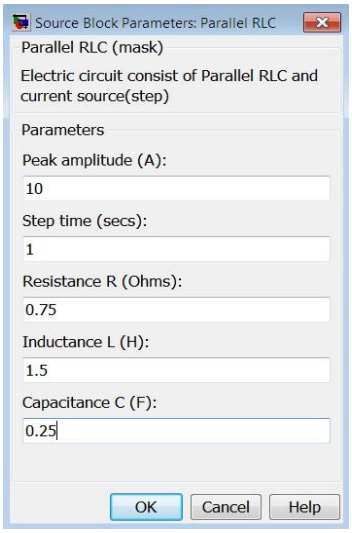


حالا دیگر OK کنید.

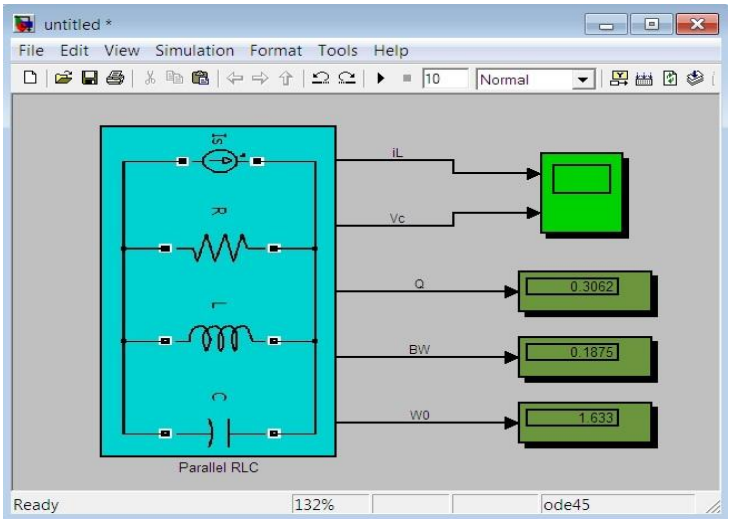
حالا اگر روی بلوک دوبار کلیک کنید، دیالوگی برای شما باز می‌شود تا پارامترهای مدار را وارد کنید.

مانند شکل زیر عمل کنید:

www.Prozhe.com

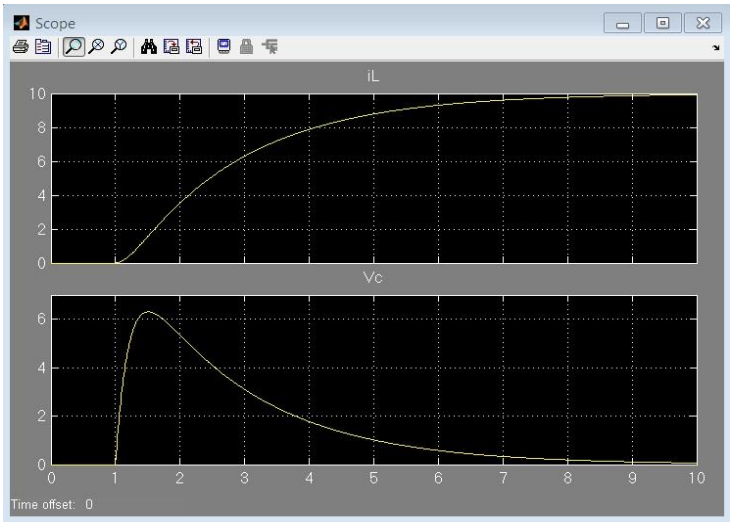


سپس Run کنید:



برای دیدن شکل موج‌ها به روی اسکوپ دوبار کلیک کرده و دگمه Autoscale را بفشارید:

www.Prozhe.com



اگر سؤالی داشتید در بخش نظرات آن‌را مطرح کنید.

در این قسمت از آموزش سیمولینک، ابتدا با نحوه‌ی درون‌یابی و برون‌یابی(Interpolation-Extrapolation) در محیط Simulink آشنا می‌شویم. فرض کنید در آزمایشگاه، سیستمی(سیستمی الکتریکی، مکانیکی و یا هر سیستم دیگری) با یک ورودی را مورد آزمایش قرار داده‌اید و با دادن ورودی‌های مختلف، خروجی‌های متناظر را بدست آورده‌اید بصورت زیر:

X = [1 , 1.5 , 1.8 , 2.2 , 2.7 , 3.3 , 3.9]
y = [2.434 , 2.667 , 2.738 , 2.956 , 2.904 , 2.819 , 2.708]

حال می‌خواهید منحنی تغییرات این سیستم را به ازای بازه‌ای پیوسته از ورودی، با کمک درون‌یابی و برون‌یابی بدست آورید. بصورت زیر عمل کنید:

بلوک‌های مورد نیاز:

Simulink >> Sources >> Clock
Simulink >> Lookup Tables >> Lookup Table
Simulink >> Sinks >> Scope

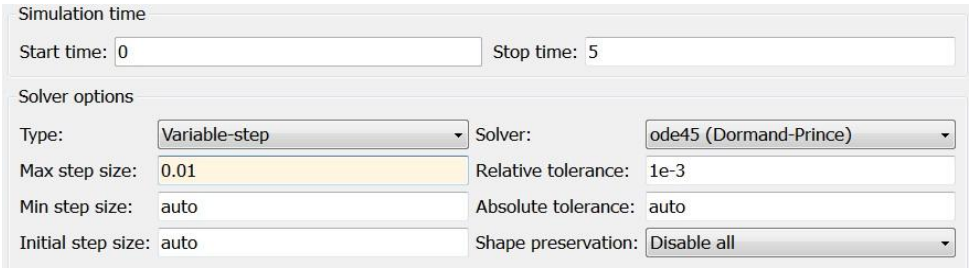
تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Lookup Table دوبار کلیک کرده و در قسمت Vector of input values بردار x و در قسمت Table data بردار y را قرار داده و OK کنید. حال باید نمودار داده‌ها را روی بلوک مشاهده کنید

www.Prozhe.com

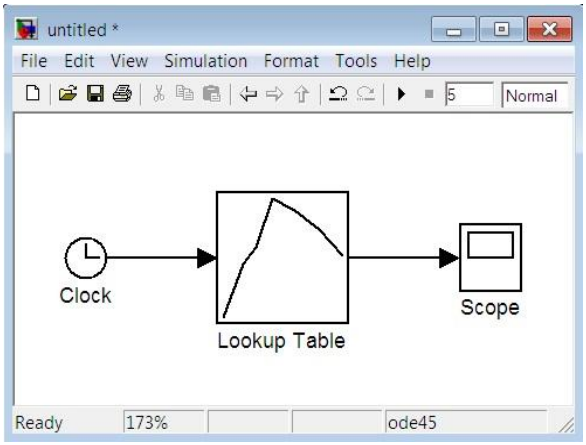
تنظیمات مدل:

با فشردن کلید Ctrl+E به صفحه تنظیمات مدل رفته و مانند شکل زیر عمل کنید:

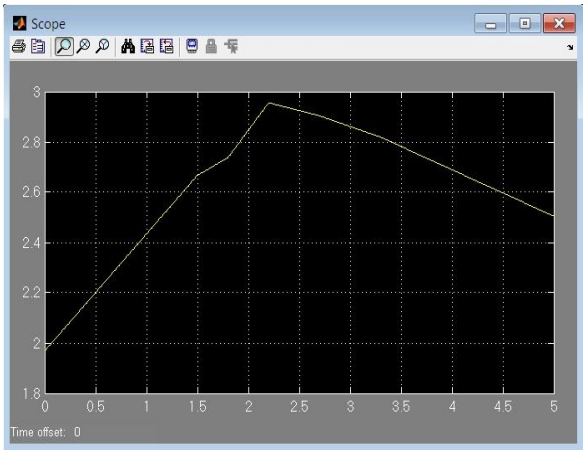


در نحوه‌ی تنظیمات، احتمالا متوجه شده‌اید که می‌خواهیم منحنی را در بازه [۵ ۰] رسم کنیم و برای افزایش تعداد نقاط منحنی، از حداکثر گام ۰.۰۱ استفاده کرده‌ایم.

حالا مانند شکل بلوک‌ها را به یکدیگر متصل کرده و Run کنید:



خروجی به صورت زیر است:



www.Prozhe.com

اگر سیستم شما دو ورودی داشته باشد، از بلوک (Lookup Table (۲D- و در صورت داشتن بیش از دو ورودی، می‌توانید از بلوکی به‌نام Lookup Table (n-D) استفاده کنید. همچنین برای ویرایش نمودن، تغییر نوع و رسم نمودار داده‌ها، می‌توانید با کلیک کردن به روی Edit در پنجره‌ی تنظیمات این بلوک‌ها، به پنجره‌ی Lookup Table Editor وارد شوید.

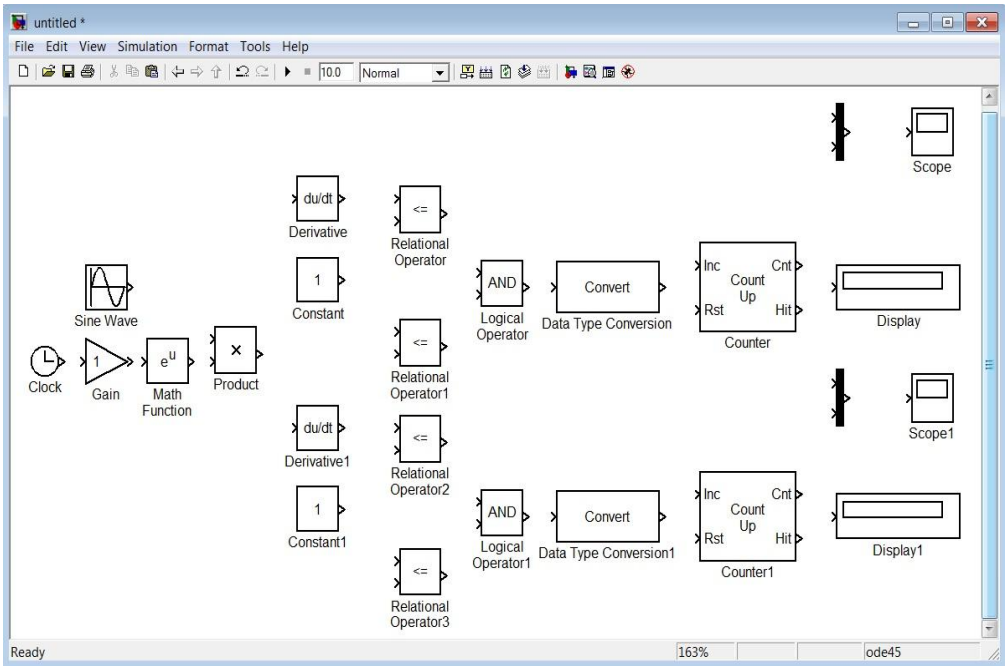
در بخش بعدی می‌خواهیم تعداد پیک‌های مثبت و منفی یک موج سینوسی را شمارش کرده و نمایش دهیم. البته شاید این مثال، اصلا کاربردی نباشد ولی نکات موجود در آن و نیز بلوک‌های معرفی شده، قطعا در مثال‌های کاربردی، به کار می‌آید.

بلوک‌های مورد نیاز:

Simulink >> Sources >> Clock
Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Sources >> Sine Wave
Simulink >> Math Operations >> Gain
Simulink >> Math Operations >> Product
Simulink >> Continuous >> Derivative
Simulink >> Math Operations >> Math Function
Simulink >> Signal Routing >> Mux
Simulink >> Signal Attributes >> Data Type Conversion
Simulink >> Logic and Bit Operations >> Relational Operator
Simulink >> Logic and Bit Operations >> Logical Operator
Signal Processing Blockset >> Signal Management >> Switches and Counters >> Counter
Simulink >> Sinks >> Display
Simulink >> Sinks >> Scope

بصورت زیر بلوک‌ها را مرتب کنید:

www.Prozhe.com



تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Gain دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۰.۵- قرار دهید
- روی بلوک Sine Wave دوبار کلیک نموده و مقدار فرکانس آن را ۲۰*pi قرار دهید
- روی بلوک Constant دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۰ قرار دهید
- روی بلوک Constant۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۰ قرار دهید
- روی بلوک Relational Operator دوبار کلیک نموده و در قسمت Relational operator عملگر < را انتخاب کنید
- روی بلوک Relational Operator۱ دوبار کلیک نموده و در قسمت operator Relational عملگر < را انتخاب کنید
- روی بلوک Relational Operator۲ دوبار کلیک نموده و در قسمت operator Relational عملگر > را انتخاب کنید
- روی بلوک Relational Operator۳ دوبار کلیک نموده و در قسمت operator Relational عملگر > را انتخاب کنید
- روی بلوک Logical Operator دوبار کلیک نموده و در قسمت Icon shape نوع نمایش را distinctive انتخاب کنید
- روی بلوک Logical Operator۱ دوبار کلیک نموده و در قسمت Icon shape نوع نمایش را

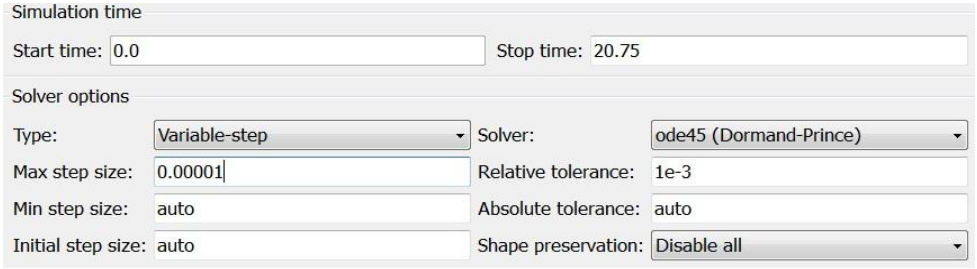
www.Prozhe.com

distinctive انتخاب کنید

- روی بلوک Data Type Conversion دوبار کلیک نموده و در قسمت Output data type نوع داده‌ی خروجی را double انتخاب کنید
- روی بلوک Data Type Conversion۱ دوبار کلیک نموده و در قسمت Output data type نوع داده‌ی خروجی را double انتخاب کنید
- روی بلوک Counter دوبار کلیک نموده و در قسمت Maximum count عدد ۱۰۰e۱ و در قسمت Output حالت Count و Reset input را غیرفعال کنید
- روی بلوک Counter۱ دوبار کلیک نموده و در قسمت Maximum count عدد ۱۰۰e۱ و در قسمت Output حالت Count و Reset input را غیرفعال کنید

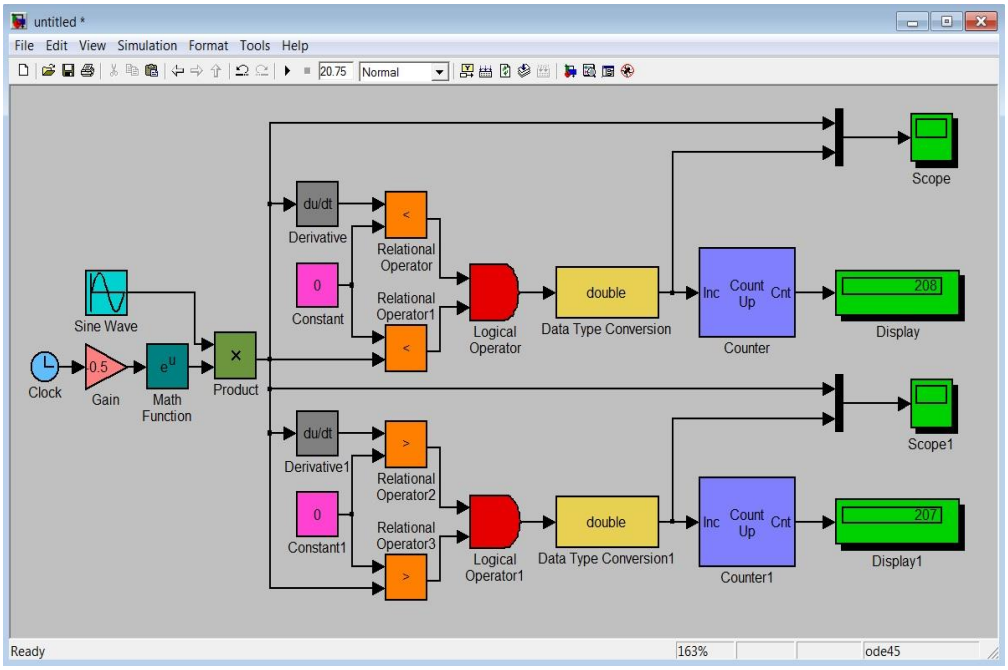
تنظیمات مدل:

با فشردن کلید Ctrl+E به صفحه تنظیمات مدل رفته و مانند شکل زیر عمل کنید:

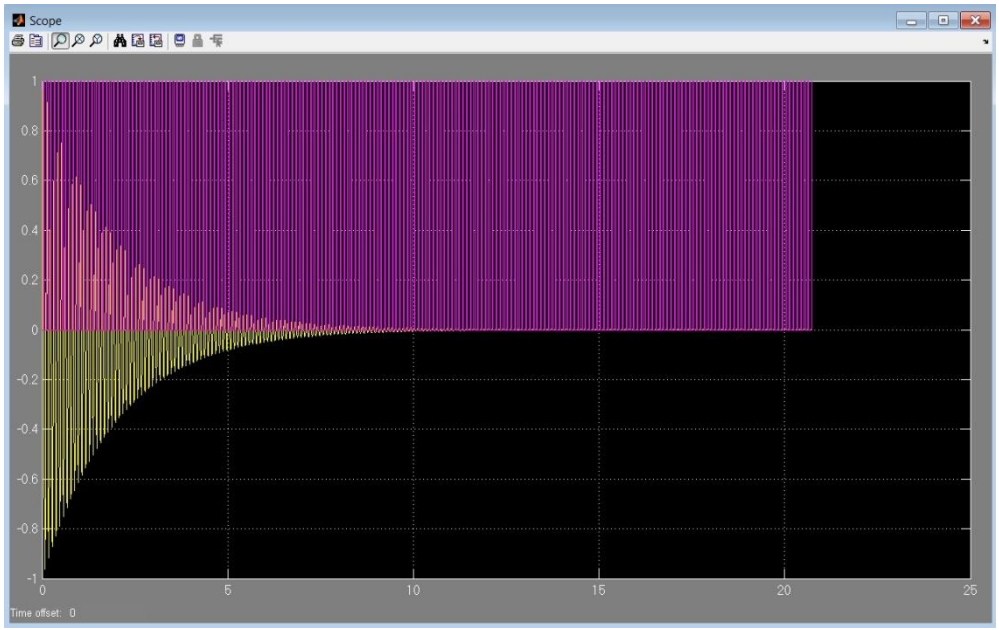


سپس بلوک‌ها را مانند شکل زیر به یکدیگر متصل کرده و Run کنید:

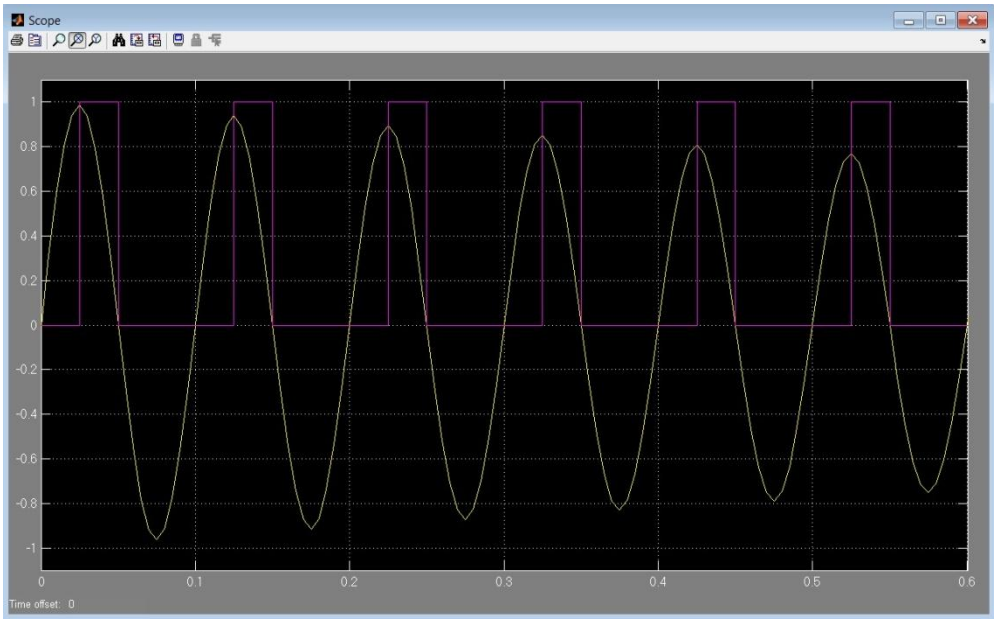
www.Prozhe.com



در شکل زیر همان‌طور که مشاهده می‌کنید نمودار زرد رنگ، تابع ورودی و نمودار صورتی رنگ، آشکارساز پیک مثبت می‌باشد.



www.Prozhe.com



توضیح مدل:

در طراحی این مدل، از این نکته استفاده شده است که مشتق تابع سینوسی در پیک آن برابر صفر است. در نتیجه می‌توان بوسیله‌ی عملگرهای رابطه‌ای و منطقی، یک آشکارساز پیک طراحی کرده و سپس بوسیله‌ی یک شمارنده، تعداد پیک‌ها را شمارش کرد.

توجه: در صورتی که بخواهید فرکانس موج ورودی را تا حد زیادی(مثلا ۱GHz) افزایش دهید، حتما باید حداکثر گام حرکت را کاهش دهید که در غیر این صورت جواب نادرست خواهید گرفت.(چرا؟)

در مثال بعد می‌خواهیم یک مبدل آنالوگ به دیجیتال(ADC) بسیار ساده طراحی کنیم. همان‌طور که احتمالا می‌دانید، یکی از پارامترهای مهم در یک ADC ، تعداد بیت‌های آن است که در واقع مشخص کننده‌ی قدرت تفکیک‌پذیری آن می‌باشد. بطور مثال یک ADC هشت بیت، می‌تواند ۲۵۶ حالت مختلف را ایجاد کند. حال فرض کنید که ما می‌خواهیم یک مبدل چهار بیت طراحی کنیم(این مبدل ۱۶ حالت مختلف را ایجاد می‌کند).

برای شروع کار ابتدا بلوک‌های زیر را در یک مدل قرار دهید:

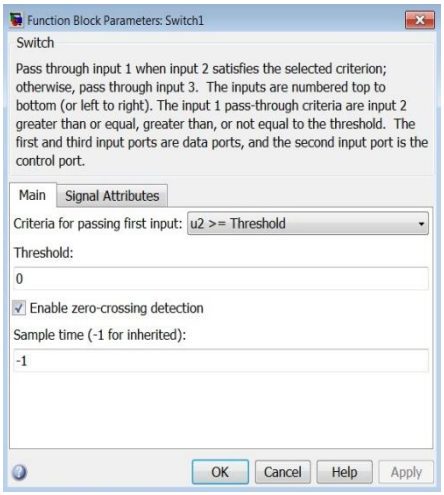
Simulink >> Sinks >> Scope
Simulink >> Sinks >> Display
Simulink >> Math Operations >> Sum
Simulink >> Logic and Bit Operations >> Relational Operator

www.Prozhe.com

Simulink >> Logic and Bit Operations >> Logical Operator
Simulink >> Sources >> Ground
Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Sources >> Signal Generator
Simulink >> Signal Routing >> Switch

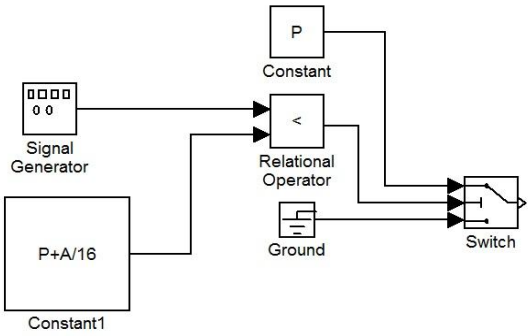
ابتدا باید سیگنال ورودی را به ۱۶ قسمت مساوی تقسیم کنیم در نتیجه به بعضی از پارامترهای سیگنال ورودی احتیاج داریم(البته شاید بتوان به روش‌هایی این پارامترها را محاسبه کرد ولی در این مثال هدف چیز دیگری است). مثلا فرض کنید که دامنه پیک تا پیک و همچنین مینیمم سیگنال را داریم حالا باید از مقدار مینیمم شروع کرده و به‌نسبت ۱۵A/ به مقدار مینیمم اضافه کرده تا به مقدار ماکزیمم سیگنال برسیم این مقادیر را بصورت پارامتری، درون ۱۶ عدد بلوک Constant قرار می‌دهیم سپس سیگنال ورودی را به ۱۷ قسمت مساوی تقسیم می‌کنیم تا بتوانیم از عملگرهای مقایسه‌ای استفاده کنیم(برای تشخیص لحظه‌ای دامنه سیگنال ورودی) پس از آن از مقدار مینیمم شروع کرده و به‌نسبت ۱۶A/ به مقدار مینیمم اضافه کرده تا به مقدار ماکزیمم سیگنال برسیم این مقادیر را بصورت پارامتری، درون ۱۷ عدد بلوک Constant قرار می‌دهیم.

تنظیمات تمام بلوک‌های سوئیچ را بصورت زیر قرار می‌دهیم:



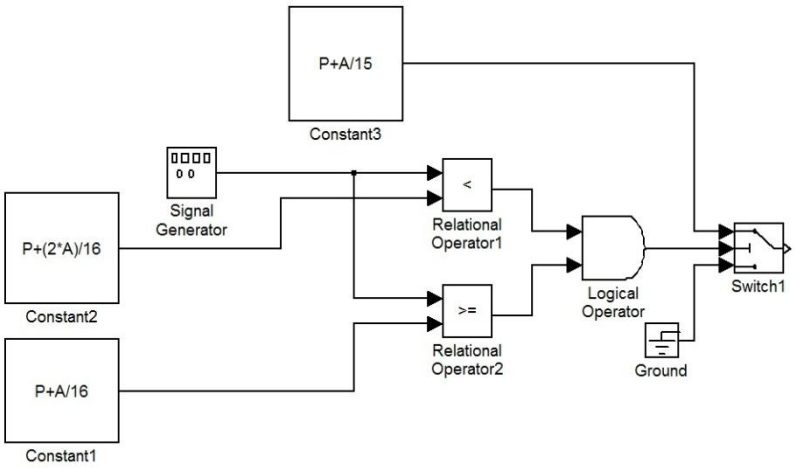
www.Prozhe.com

حال بصورت زیر عمل می‌کنیم:



زمانی که خروجی بلوک عملگر رابطه‌ای، ۱ باشد(دامنه سیگنال از مقدار /P+A۱۶ کمتر باشد) بلوک سوئیچ، عدد P (مقدار اولیه) و در غیر این صورت این بلوک مقدار صفر را عبور می‌دهد.

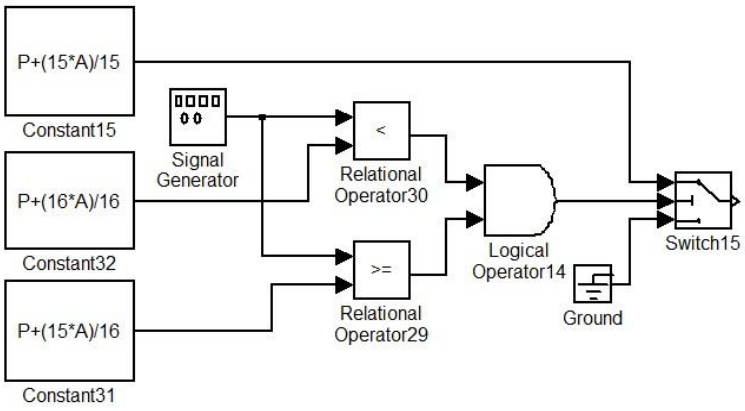
سپس بلوک‌هایی مانند شکل زیر درست می‌کنیم:



در این شکل همان‌طور که ملاحظه می‌شود، زمانی که دامنه سیگنال ورودی از مقدار)+P۲/(A*۱۶ کوچکتر و بزرگتر و یا مساوی مقدار /P+A۱۶ باشد، خروجی بلوک AND یک شده و بلوک سوئیچ مقدار /P+A۱۵ را از خود عبور می‌دهد و در دیگر حالات زمین در مسیر خروجی قرار می‌گیرد.

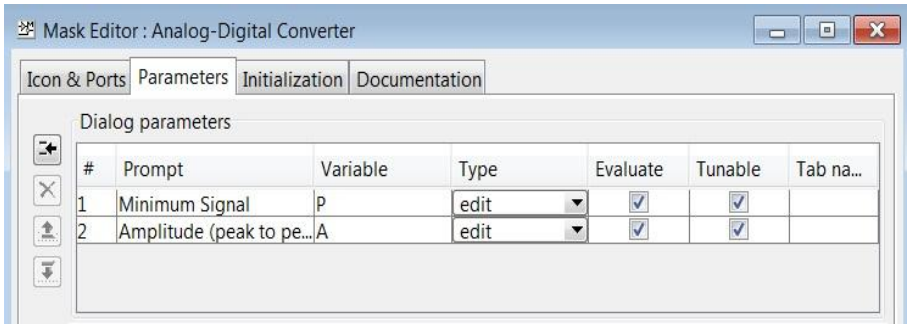
سپس به‌همین ترتیب ادامه می‌دهیم تا نهایتا به مدل زیر می‌رسیم:

www.Prozhe.com



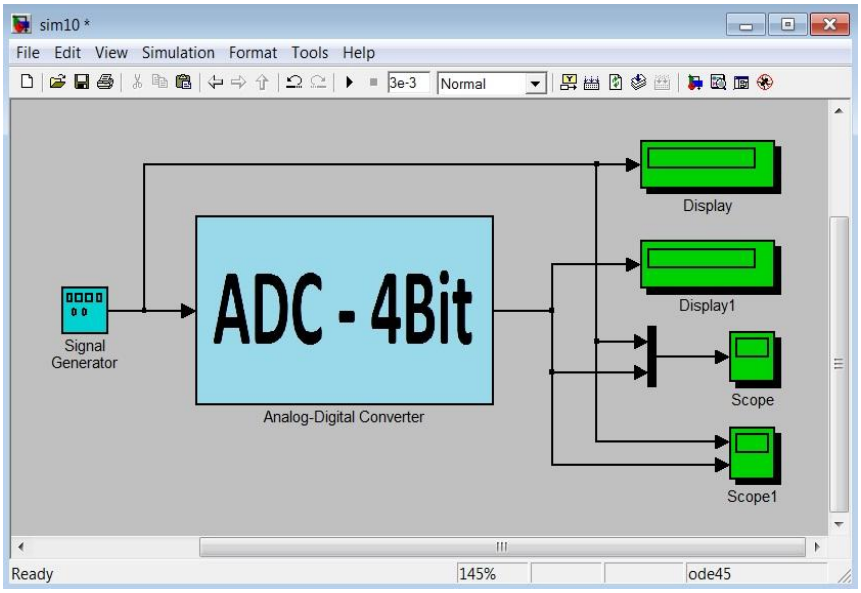
نکته: می‌توان یک سیگنال‌ژنراتور و یک زمین به کار برد و برای استفاده در مکان‌های دیگر از آن‌ها انشعاب گرفت(درواقع هیچ‌گونه اثر بارگذاری روی یکدیگر ندارند)

حال خروجی ۱۶ بلوک سوئیچ را به یک جمع‌کننده با ۱۶ ورودی می‌دهیم تا سیگنال دیجیتال شده را به ما تحویل دهد. سپس خروجی جمع‌کننده را به یک بلوک اسکوپ داده و نهایتا از کل سیستم، یک زیرسیستم تهیه کرده و آن‌را ماسک می‌کنیم و تنظیمات ماسک را بصورت زیر قرار می‌دهیم:



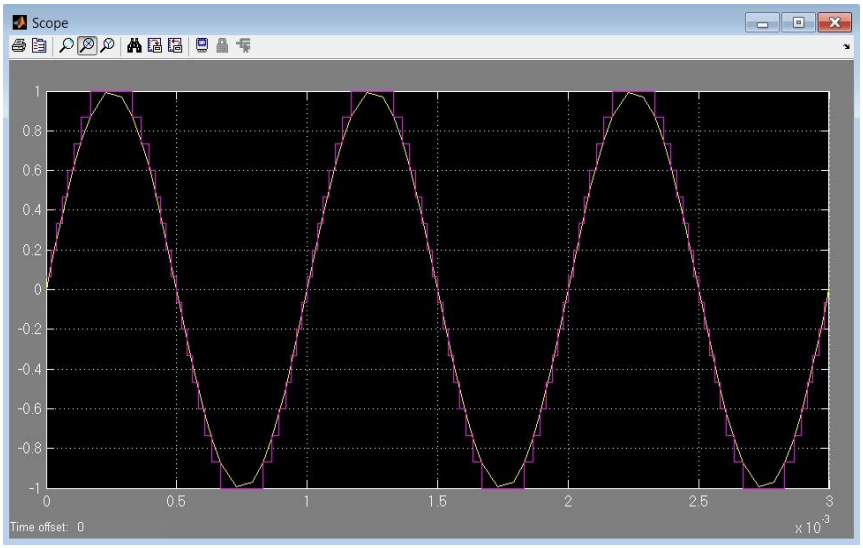
مدل نهایی با اندکی تغییرات اضافی بصورت زیر است:

www.Prozhe.com

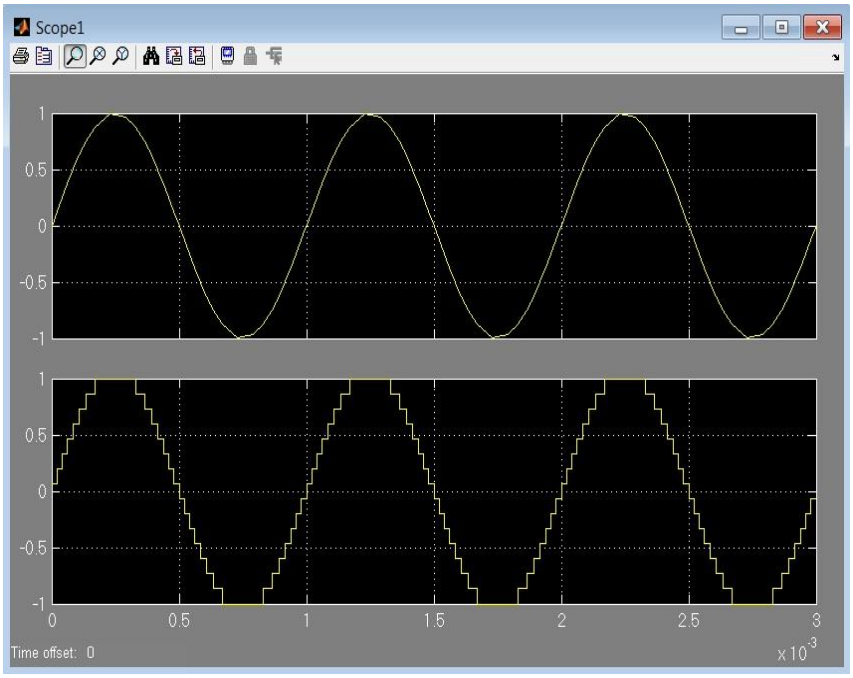


حال مدل را به‌ازای یک ورودی سینوسی با فرکانس ۱KHz و دامنه ۱ و مقدار dc برابر ۰ شبیه‌سازی می‌کنیم(مقدار مینیمم سیگنال ۱- و دامنه پیک تا پیک آن برابر ۲ است):

خروجی بصورت زیر است:



www.Prozhe.com



مدل در لینک زیر قابل دسترس است:

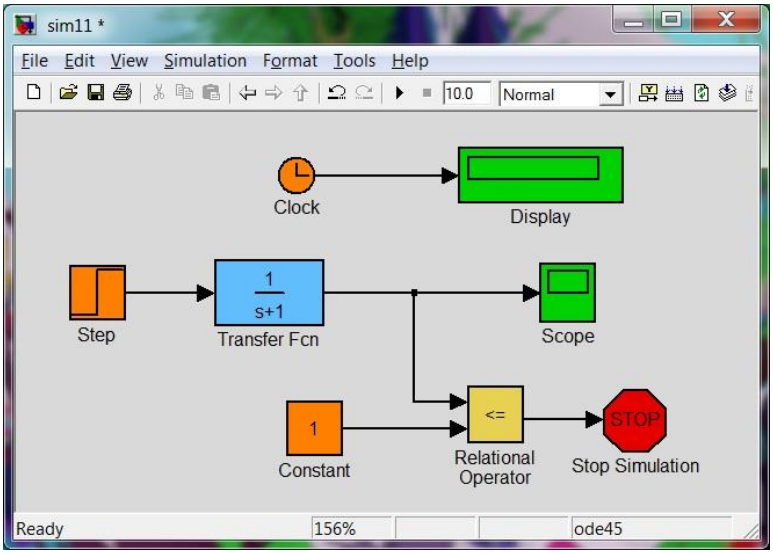
در ادامه‌ی آموزش Simulink ، مثالی رو مطرح می‌کنم که بیشتر با دقایق و ظرایف این نرم افزار آشنا شوید. فرض کنید سیستمی کنترلی دارید که تابع تبدیل آن در دسترس نیست و می‌خواهید مقدار ثابت‌زمانی این سیستم را بدست آورید. برای این منظور به ورودی سیستم، پله داده و ثابت‌زمانی را از روی خروجی سیستم اندازه می‌گیریم.

حال پنجره‌ای جدید باز کرده و بلوک‌های زیر را وارد آن کنید:

Simulink >> Sources >> Step
Simulink >> Sources >> Clock
Simulink >> Sinks >> Stop Simulation
Simulink >> Sinks >> Scope
Simulink >> Continuous >> Transfer Fcn
Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Sinks >> Display
Simulink >> Logic and Bit Operations >> Relational Operator

www.Prozhe.com

حال بلوک‌ها را مانند شکل زیر مرتب کرده و سیم کشی کنید:



تنظیمات بلوک‌ها:

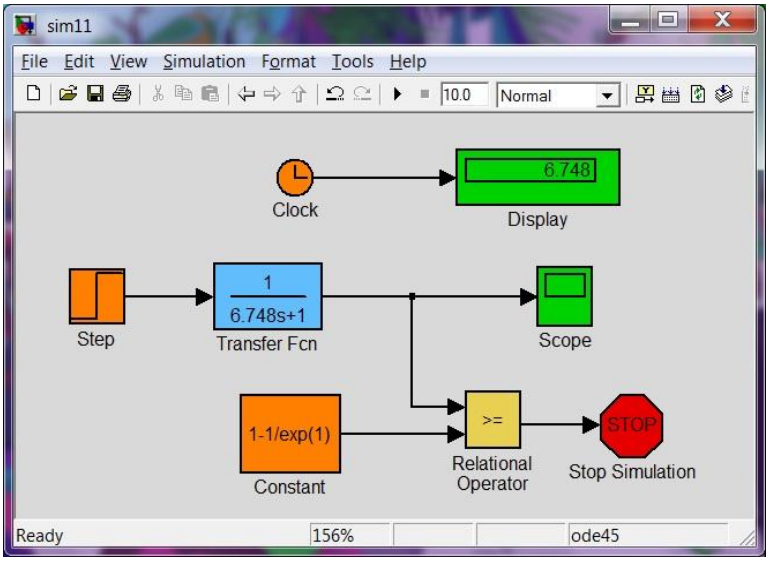
- روی بلوک Constant دوبار کلیک نموده و مقدار آن را $1-\frac{1}{e^1}$ قرار دهید
- روی بلوک Relational Operator دوبار کلیک نموده و در قسمت Relational operator عملگر =< را انتخاب کنید
- روی بلوک Step دوبار کلیک نموده و مقدار Step time را ۰ قرار دهید
- روی بلوک Transfer Fcn دوبار کلیک نموده و مقدار Denominator coefficients را [۱ ۶.۷۴۸] قرار دهید

تنظیمات مدل:

- مقدار Max step size را ۰.۰۰۱ قرار دهید

حال می‌توانید مدلتان را Run کنید:

www.Prozhe.com



توضیح مدل:

در واقع ما خروجی این سیستم را با مقدار $1-\frac{1}{e^1}$ مقایسه کرده‌ایم و هرگاه که خروجی به این مقدار رسید، خروجی بلوک مقایسه‌گر ۱ شده و بلوک Stop Simulation شبیه‌سازی را متوقف می‌کند. حال قطعا مقدار زمان شبیه‌سازی، برابر مقدار ثابت‌زمانی سیستم خواهد بود.

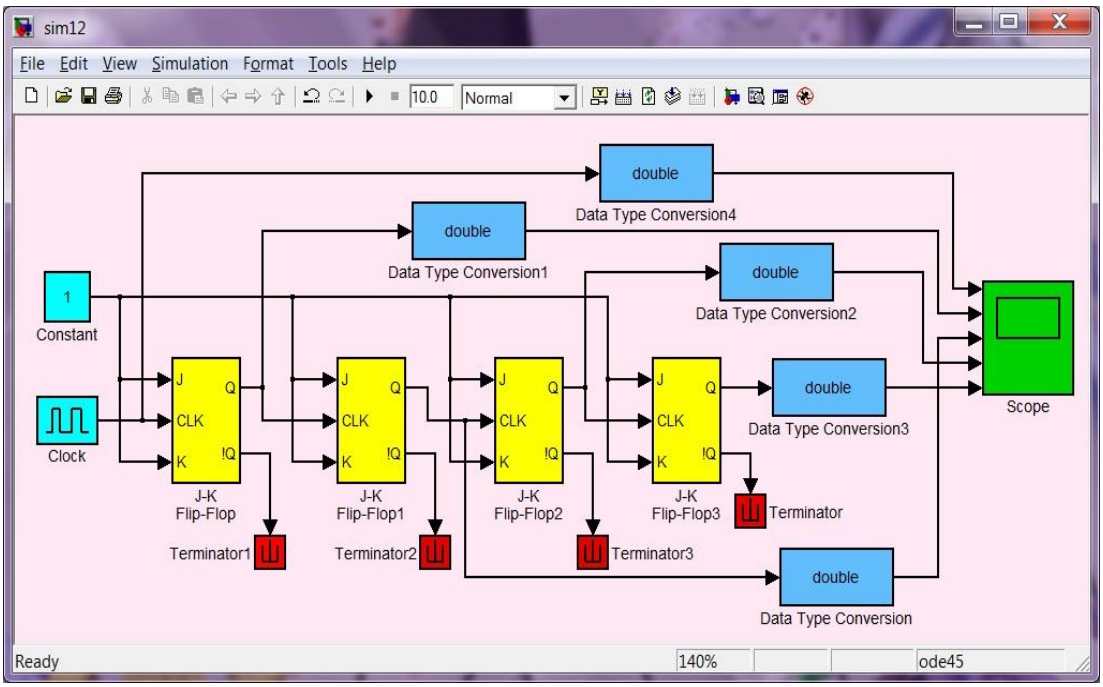
در مثال بعدی می‌خواهم یک مدار مقسم فرکانس با فلیپ فلاپ T ایجاد کنم. آنطوری که من در کتابخانه سیمولینک گشتم، این FF وجود نداشت. پس مجبوریم از فلیپ فلاپ JK استفاده و دو پایه آن را به‌هم وصل کنیم. در این مدار ما از چهار عدد FF استفاده کرده‌ایم در نتیجه در خروجی FFها به‌ترتیب سیگنال‌هایی با فرکانس‌های ۱/۲ ، ۱/۴ ، ۱/۸ و ۱/۱۶ فرکانس ورودی خواهیم داشت.

بلوک‌ها:

Simulink >> Sinks >> Scope
Simulink >> Sinks >> Terminator
Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Signal Attributes >> Data Type Conversion
Simulink >> Simulink Extras >> Flip Flops >> Clock
Simulink >> Simulink Extras >> Flip Flops >> J-K Flip-Flop

حال بلوک‌ها را مانند شکل مرتب کرده و سیم‌کشی کنید و تنظیمات لازمه را بر مبنای آنچه که در ادامه آمده است، اعمال کنید:

www.Prozhe.com

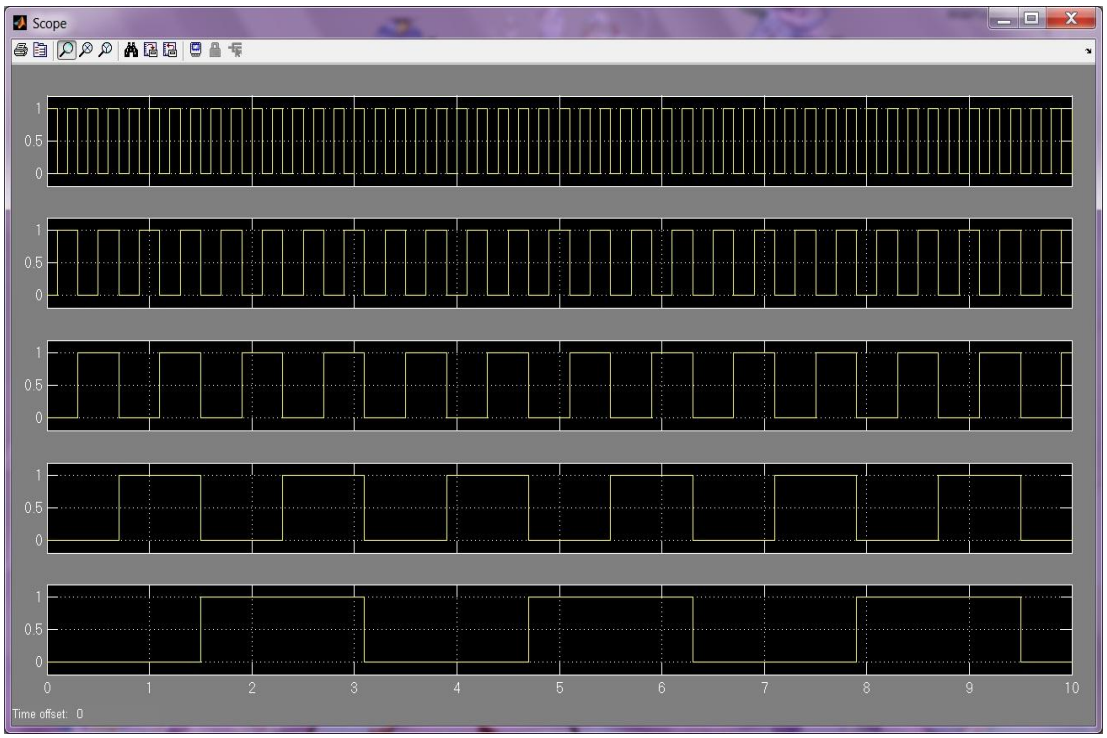


تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Constant دوبار کلیک نموده و در تب Signal Attributes نوع داده خروجی را boolean برگزینید
- روی بلوک Clock دوبار کلیک نموده و مقدار پریود آن را ۰.۲ قرار دهید
- روی تمامی بلوک‌های Data Type Conversion دوبار کلیک نموده و در قسمت data Output type نوع داده‌ی خروجی را double انتخاب کنید
- روی بلوک Scope دوبار کلیک نموده و سپس به منوی Parameters رفته و تعداد محورها را برابر ۵ قرار دهید

اینک می‌توانید مدلتان را اجرا کنید:

www.Prozhe.com



توجه:

جهت اینکه نمودارها را بطور کامل و واضح ببینید، روی تمامی نمودارها راست کلیک کرده و گزینه Axes properties را انتخاب و سپس تغییرات شکل زیر اعمال کنید:

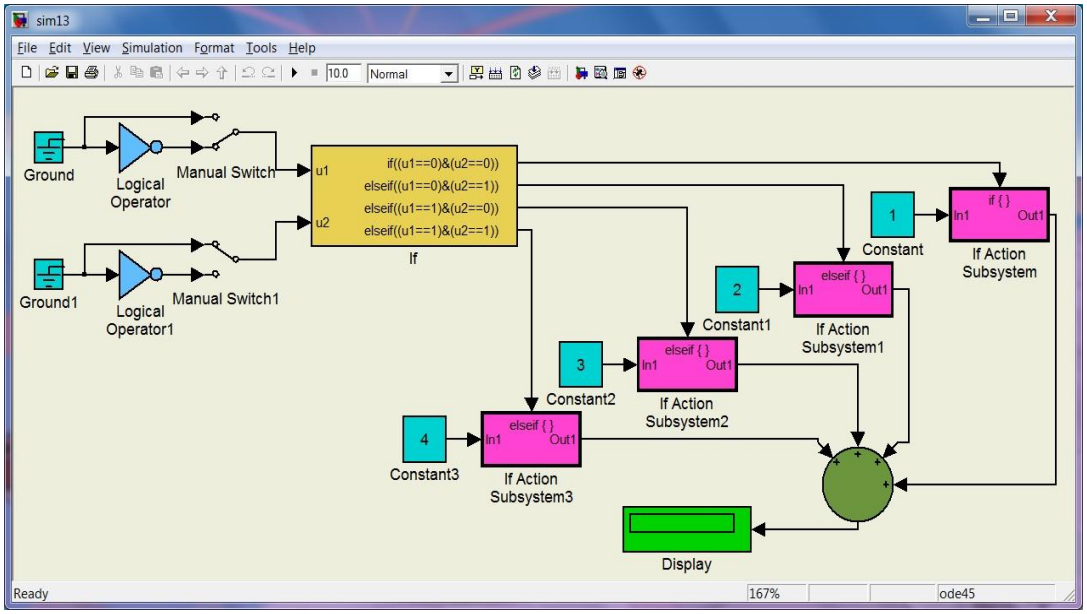
www.Prozhe.com

در مثال بعدی می‌خواهم یک مالتی پلکسر ۴ به ۱ را با استفاده از بلوک‌های شرطی، پیاده‌سازی کنم. همان‌طور که می‌دانید این عنصر(مالتی پلکسر ۴ به ۱) دارای دو پایه کنترلی می‌باشد که بسته به وضعیت منطقی این دو پایه، یکی از ۴ سیگنال ورودی، در خروجی قرار می‌گیرد. آنطوری که من کتابخانه سیمولینک را جستجو کردم، بلوکی با نام مالتی‌پلکسر و با خصوصیات مذکور پیدا نکردم.

بلوک‌ها:

Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Sources >> Ground
Simulink >> Sinks >> Display
Simulink >> Math Operations >> Sum
Simulink >> Signal Routing >> Manual Switch
Simulink >> Logic and Bit Operations >> Logical Operator
Simulink >> Ports & Subsystems >> If
Simulink >> Ports & Subsystems >> If Action Subsystem

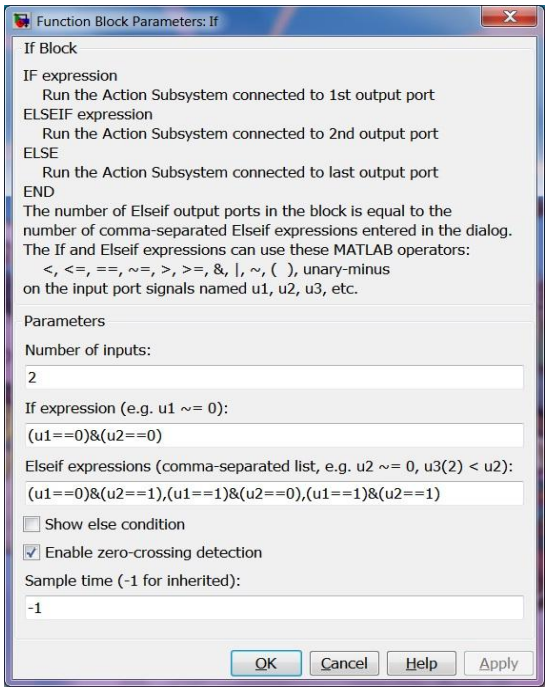
حال بلوک‌ها را مانند شکل مرتب کرده و سیم‌کشی کنید و تنظیمات لازمه را بر مبنای آنچه که در ادامه آمده است، اعمال کنید:



www.Prozhe.com

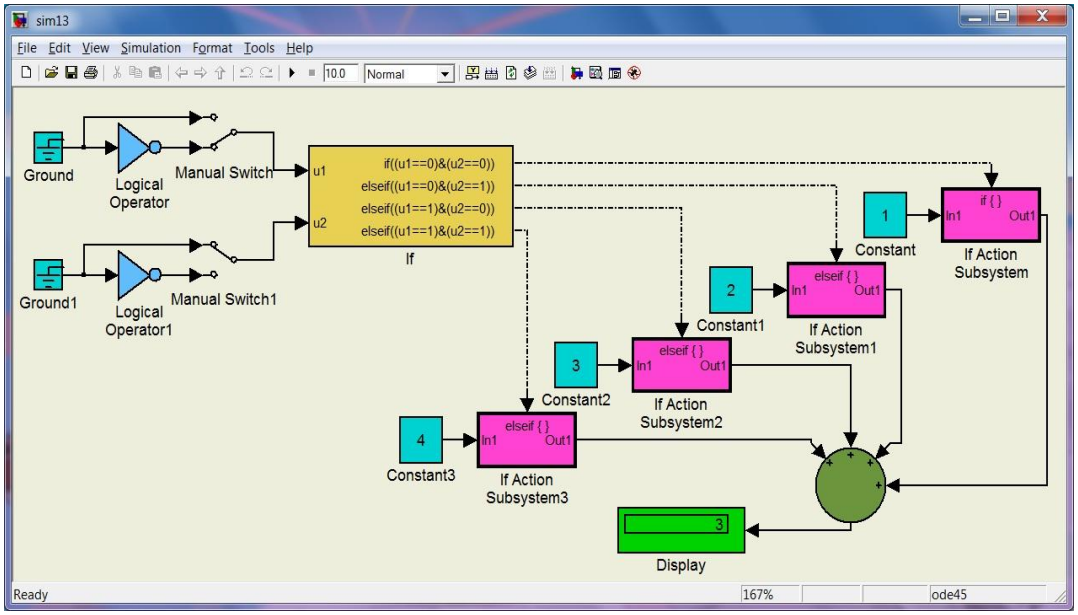
تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Constant۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۲ قرار دهید
- روی بلوک Constant۲ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۳ قرار دهید
- روی بلوک Constant۳ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۴ قرار دهید
- روی بلوک Sum دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت‌های ++++| را وارد کنید
- روی بلوک Logical Operator دوبار کلیک نموده و نوع عملگر آن را NOT قرار دهید سپس در قسمت Icon shape نوع نمایش را distinctive انتخاب کنید
- روی بلوک Logical Operator۱ دوبار کلیک نموده و نوع عملگر آن را NOT قرار دهید سپس در قسمت Icon shape نوع نمایش را distinctive انتخاب کنید
- روی بلوک If دوبار کلیک نموده و مانند شکل زیر عمل کنید:



www.Prozhe.com

حال می‌توانید مدلتان را اجرا کنید:



آموزش سیمولینک (قسمت ششم)

در این قسمت از آموزش سیمولینک ابتدا بنا به درخواست برخی از دوستان، یک معادله‌ی دیفرانسیل رو شبیه‌سازی می‌کنیم. این معادله‌ی دیفرانسیل ممکن است معادله‌ی هر نوع سیستمی باشد. حال فرض کنید معادله‌ی سیستم ما به‌شرح زیر باشد:

$$\frac{d^2y}{dt^2} + 0.5\frac{dy}{dt} + y(t) = 3u(t)$$

$$y'(0) = 0 \quad , \quad y(0) = 0.5$$

همان‌طور که می‌بینید این معادله از نوع درجه دو، و ورودی آن نیز پله است. شرایط اولیه برای متغییر خروجی، غیر صفر می‌باشد. حال برای شبیه‌سازی این معادله‌ی دیفرانسیل به صورت بلوکی، و بدست آوردن خروجی،

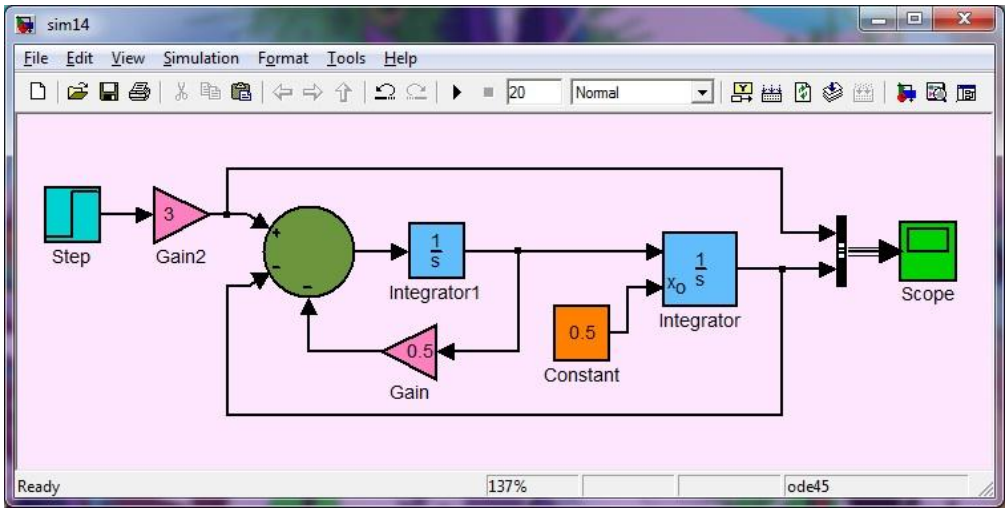
www.Prozhe.com

به‌صورت زیر عمل کنید:

طبق معمول ابتدا یک مدل جدید باز کرده و بلوک‌های مورد نیاز را از مسیرهای زیر وارد آن می‌کنید:

Simulink >> Sources >> Step
Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Math Operations >> Sum
Simulink >> Math Operations >> Gain
Simulink >> Continuous >> Integrator
Simulink >> Signal Routing >> Bus Creator
Simulink >> Sinks >> Scope

حال بلوک‌ها را مانند شکل زیر مرتب کرده و بعد از اعمال تنظیمات لازم، بلوک‌ها را سیم کشی کنید:



www.Prozhe.com

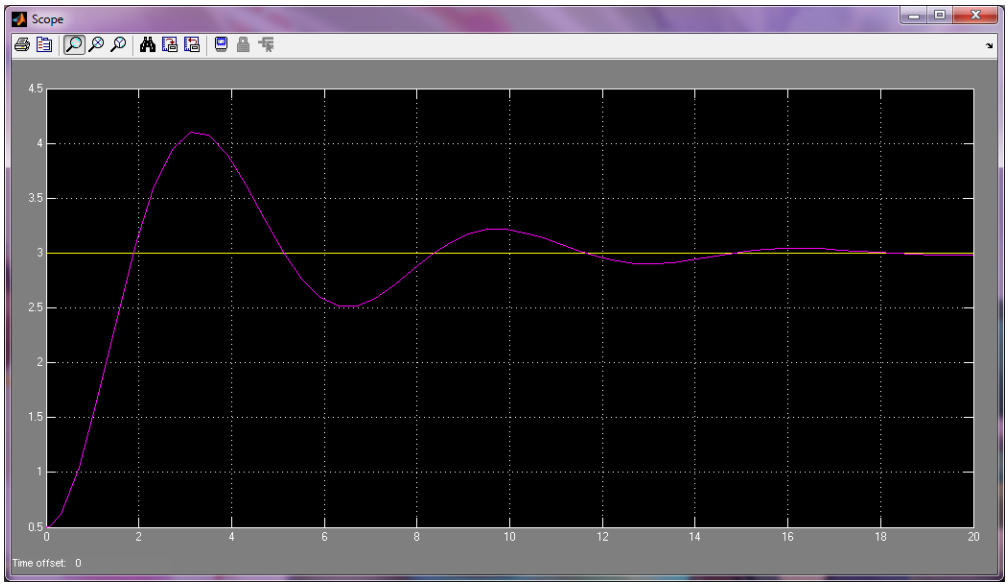
تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Step دوبار کلیک نموده و مقدار Step time را ۰ قرار دهید.
- روی بلوک Constant دوبار کلیک نموده و مقدارآن را ۰.۵ قرار دهید.
- روی بلوک Gain دوبار کلیک نموده و مقدارآن را ۰.۵ قرار دهید.
- روی بلوک Gain۲ دوبار کلیک نموده و مقدارآن را ۳ قرار دهید.
- روی بلوک Sum دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت های --+| را وارد کنید.
- روی بلوک Integrator دوبار کلیک نموده و در قسمت Initial condition source حالت external را برگزینید.

تنظیمات مدل:

- مقدار Stop time را ۲۰ ثانیه قرار دهید.

حال مدلتان را Run کنید تا ورودی و خروجی را مشاهده کنید:

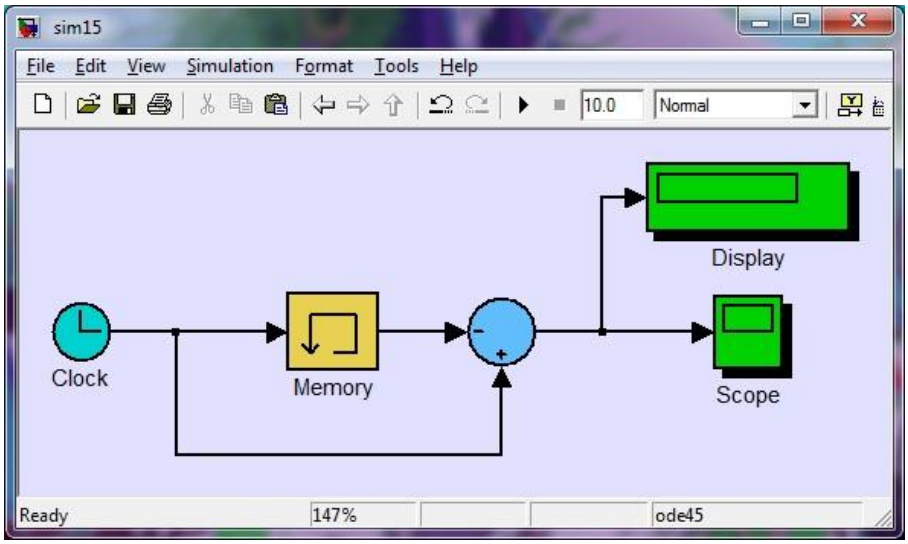


www.Prozhe.com

در مثال بعدی مدار بلوکی جالبی رو بهتون معرفی می‌کنم که بوسیله‌ی آن قادر خواهید بود، میزان تغییرات گام زمانی حل‌گر سیمولینک را مشاهده کنید. همان‌طور که احتمالا می‌دانید، سیمولینک دو نوع حل‌گر گام‌ثابت و گام‌متغییر دارد که پیش‌فرض آن بر روی گام‌متغییر قرار داده شده است. هر کدام از این حل‌گرها درجای خودشان کاربرد دارند، اما برای اکثر مدل‌ها پیشنهاد می‌شود که از حل‌گر گام‌متغییر استفاده شود. این حل‌گر بنا به نیاز، میزان گام زمانی را بطور اتوماتیک تغییر می‌دهد. حال برای پیاده‌سازی این مدار به‌صورت زیر عمل کنید:

Simulink >> Sources >> Clock
Simulink >> Math Operations >> Sum
Simulink >> Discrete >> Memory
Simulink >> Sinks >> Scope
Simulink >> Sinks >> Display

حال بلوک‌ها را مانند شکل زیر مرتب کرده و بعد از اعمال تنظیمات لازم، بلوک‌ها را سیم کشی کنید:

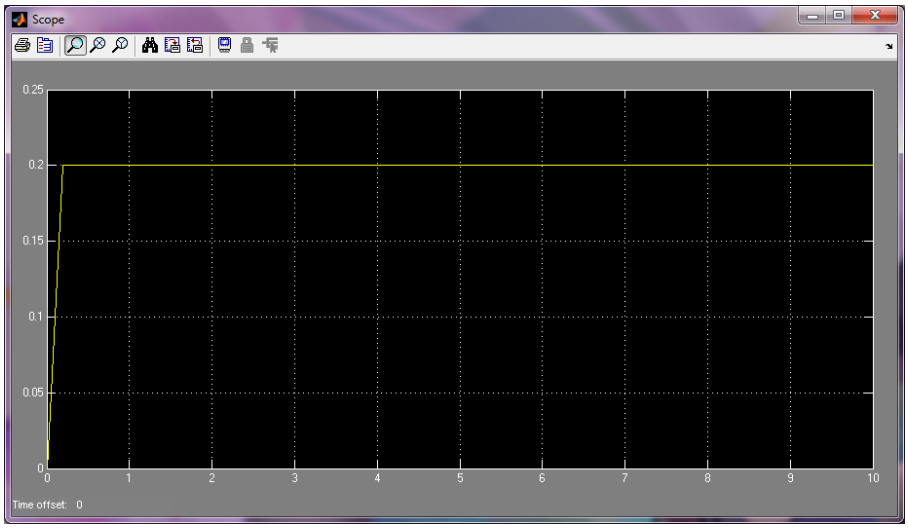


www.Prozhe.com

تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Sum دوبار کلیک نموده و در قسمت List of signs علامت های +-| را وارد کنید.

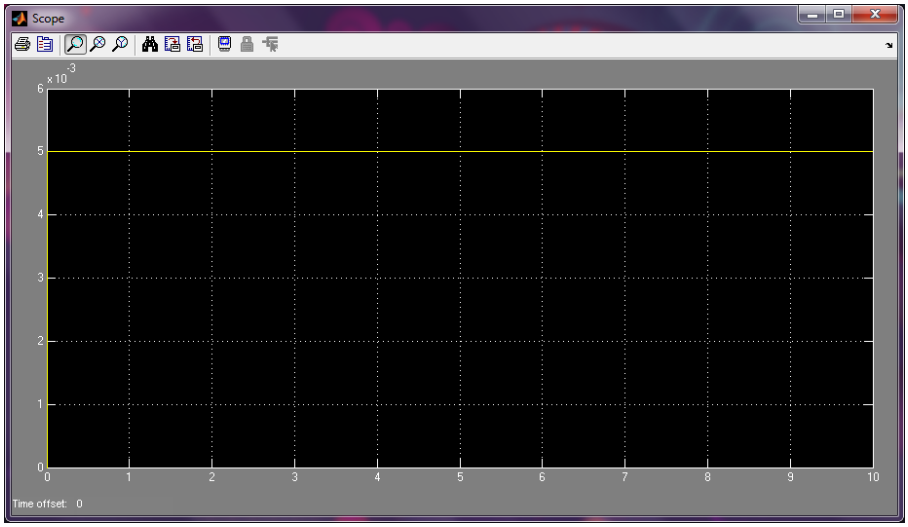
حال مدلتان را Run کنید:



همان‌طور که مشاهده می‌شود، حل‌گر سیمولینک این مدل را با گام زمانی ثابت ۰.۲ حل کرده است، در حالی که نوع حل‌گر در حالت گام‌متغییر قرار دارد.(چرا؟)

اکنون با فشردن کلید Ctrl+E به صفحه تنظیمات مدل رفته و نوع حل‌گر را گام‌ثابت انتخاب کرده و مقدار Fixed-step size را ۰.۰۰۵ قرار داده و OK کنید.

حال مدلتان را مجدد Run کنید:



www.Prozhe.com

بله در این حالت از همان ابتدا تا انتها، گام زمانی ثابت و برابر ۰.۰۰۵ می‌باشد.(چرا؟ اینکه معلومه دیگه کلک!)

در مثال بعدی مدار یک اسیلاتور موج مربعی رو بهتون نشون می‌دم که بچه‌های برق به اون نوسان‌ساز حلقوی می‌گن(oscillator ring). البته هدف من از معرفی این مدار تولید موج مربعی نیست، چرا که همان‌طور که می‌دانید مولدهای متنوعی در کتابخانه‌ی سورس سیمولینک وجود دارد در واقع نکته‌ای در این مدار هست که فهمیدن آن خالی از لطف نیست.

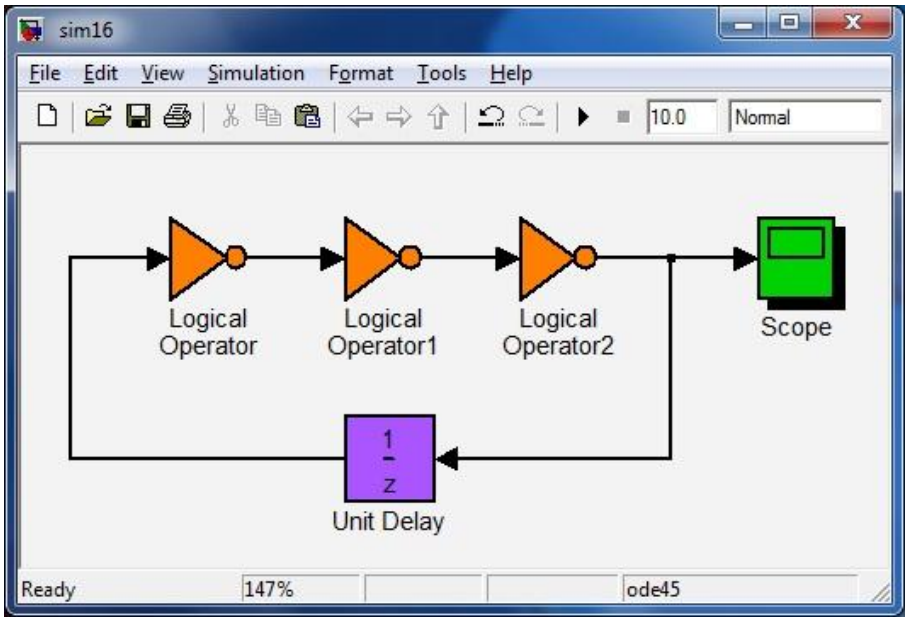
بلوک‌ها:

Simulink >> Logic and Bit Operations >> Logical Operator
Simulink >> Discrete >> Unit Delay
Simulink >> Sinks >> Scope

تنظیمات بلوک‌ها:

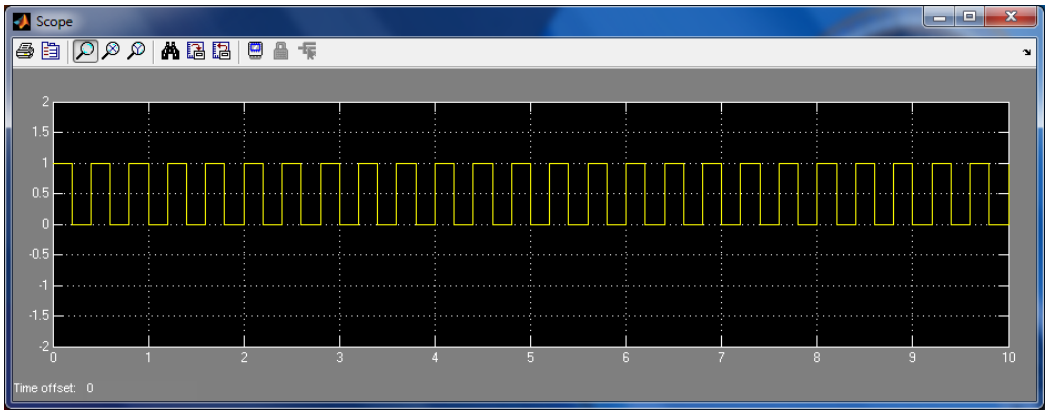
- روی بلوک‌های Logical Operator دوبار کلیک نموده و نوع عملگر را NOT انتخاب کرده و سپس در قسمت Icon shape نوع نمایش را distinctive انتخاب کنید.

حال بلوک‌ها را مانند شکل زیر مرتب کرده و سیم کشی کنید:



www.Prozhe.com

مدلتان را Run کنید:



توضیح مدل:

اگر تعداد فرد گیت معکوس‌کننده را پشت سر هم ببندیم و خروجی آخرین گیت را به ورودی اولین گیت وصل کنیم، یک تناقض منطقی بوجود می‌آید. این تناقض منطقی سبب ناپایدارشدن مدار شده و مدار شروع به نوسان می‌کند. فرکانس نوسانات این مدار بستگی به تاخیر در انتشار گیت‌ها دارد که مسلما هرچه این تاخیر بالاتر باشد، فرکانس پایین‌تر است. اما گیت‌های NOT موجود در سیمولینک، تاخیر ندارند و باید تاخیر بیرونی به مدار اعمال کنیم، در غیر این صورت سیمولینک نمی‌تواند مدل را حل کند(چرا؟).

در مثال آخر شما را با بلوکی آشنا می‌کنم که شما می‌توانید به راحتی آن را با کدهای متلب برنامه‌ریزی کنید. این بلوک مانند یک بلوک FPGA است که با یک زبان توصیف سخت‌افزاری مثل VHDL ، پیکربندی می‌شود. از جمله مزایای استفاده از این بلوک انعطاف‌پذیری آن است، بدین معنی که شما با وجود این بلوک به گستره‌ی عظیم توابع متلب دسترسی پیدا خواهید کرد. حالا یک مثال ساده مخابراتی رو برای معرفی این بلوک بررسی می‌کنیم. این مثال مدولاسیون AM است. می‌خواهیم با داشتن دو موج پیام و حامل، موج مدوله شده AM را بدست آوریم.

بلوک‌ها:

Simulink >> Sources >> Constant
Simulink >> Sources >> Signal Generator
Simulink >> User-Defined Functions >> Embedded MATLAB Function
Simulink >> Sinks >> Scope

www.Prozhe.com

تنظیمات بلوک‌ها:

- روی بلوک Constant۱ دوبار کلیک نموده و مقدار آن را ۰.۵ قرار دهید.
- روی بلوک Signal Generator دوبار کلیک نموده و مقدار فرکانس آن را ۱۰۰۰ هرتز وارد کنید.
- روی بلوک Signal Generator۱ دوبار کلیک نموده و مقدار فرکانس آن را ۱۰۰۰۰ هرتز وارد کنید.
- روی بلوک Scope دوبار کلیک نموده و سپس به منوی Parameters رفته و تعداد محورها را برابر ۳ قرار دهید.
- روی بلوک Embedded MATLAB Function دوبار کلیک نموده و در ویرایشگر باز شده، کد زیر را وارد کنید:

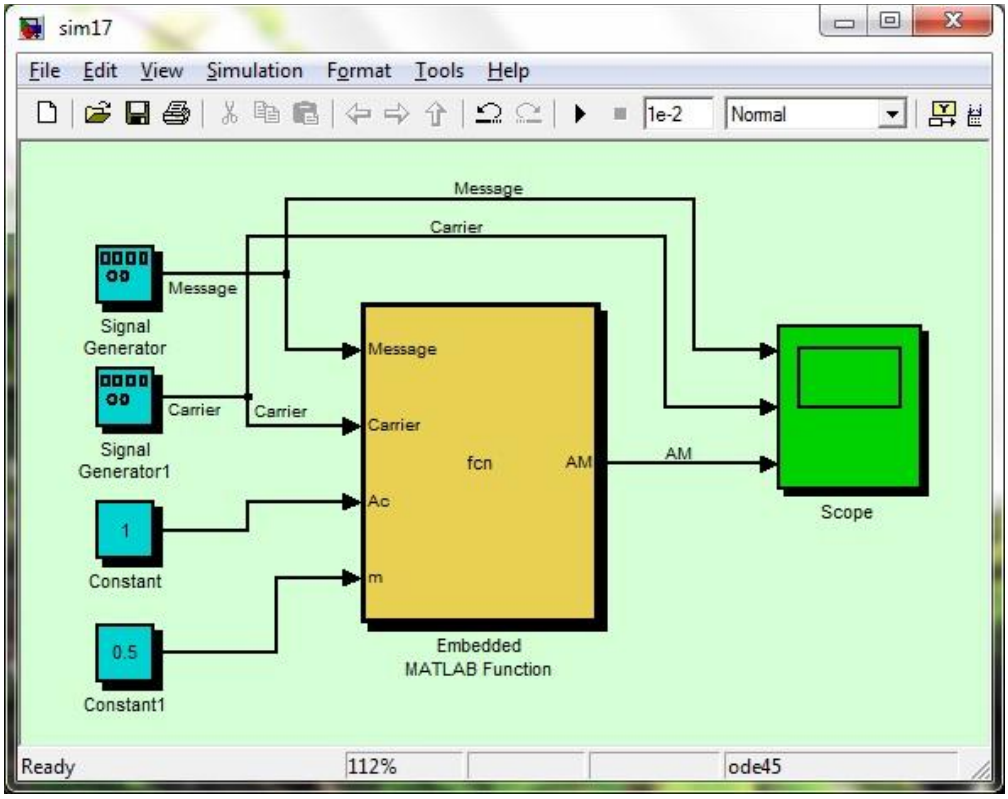
```
function AM = fcn(Message,Carrier,Ac,m)
% Modulation AM
AM = Ac*(1+m*Message)*Carrier;
```

تنظیمات مدل:

- مقدار Stop time را ۱۰ میلی ثانیه قرار دهید.
- مقدار Max step size را ۱۰ میکرو ثانیه قرار دهید.

حال بلوک‌ها را مانند شکل زیر مرتب کرده و سیم کشی کنید:

www.Prozhe.com



www.Prozhe.com

www.Prozhe.com