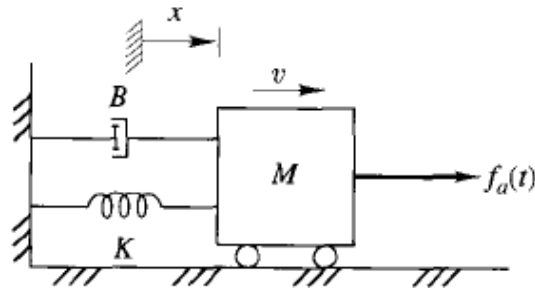


شبیه سازی سیستم جرم و فنر در شبیه ساز نرم افزار MATLAB

سیستم جرم و فنر زیر را در نظر بگیرید.



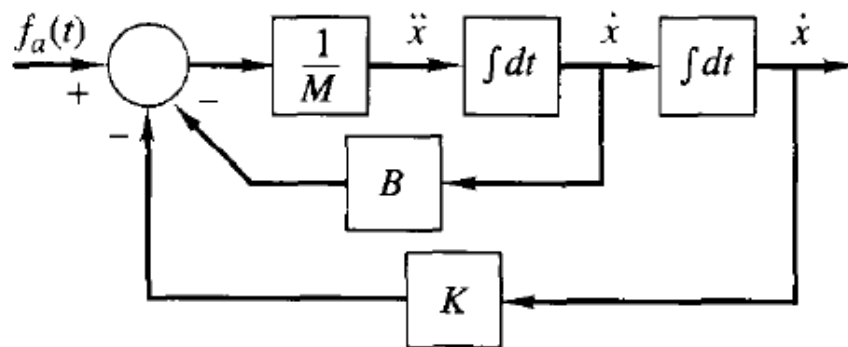
معادله دینامیکی این سیستم به صورت زیر بدست می آید.

$$M\ddot{x} + B\dot{x} + Kx = f_a(t)$$

جهت مدلسازی این سیستم در ابتدا باید معادله را برای متغیر با بالاترین درجه مشتق حل کنیم. که در اینجا \ddot{x} است. بنابراین داریم:

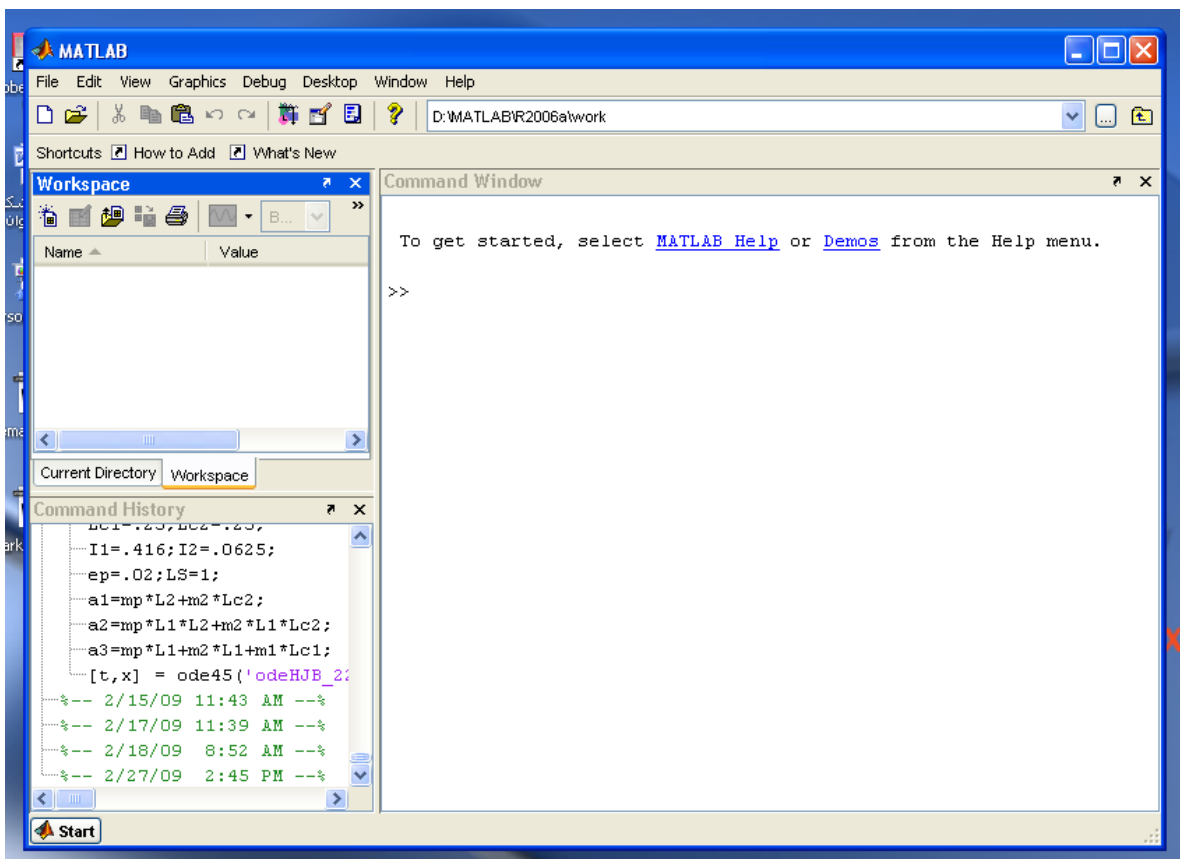
$$\ddot{x} = \frac{1}{M}[f_a(t) - B\dot{x} - Kx]$$

بنابراین دیاگرام بلوکی آن به صورت زیر بدست می آید.

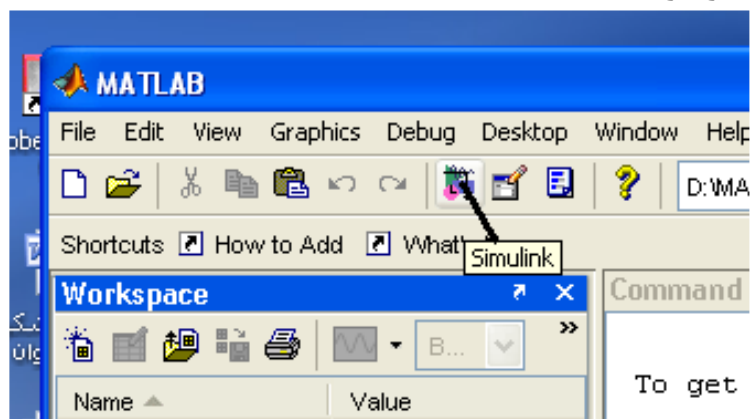


حال باید این دیاگرام بلوکی را در محیط شبیه ساز MATLAB مدلسازی کنیم.

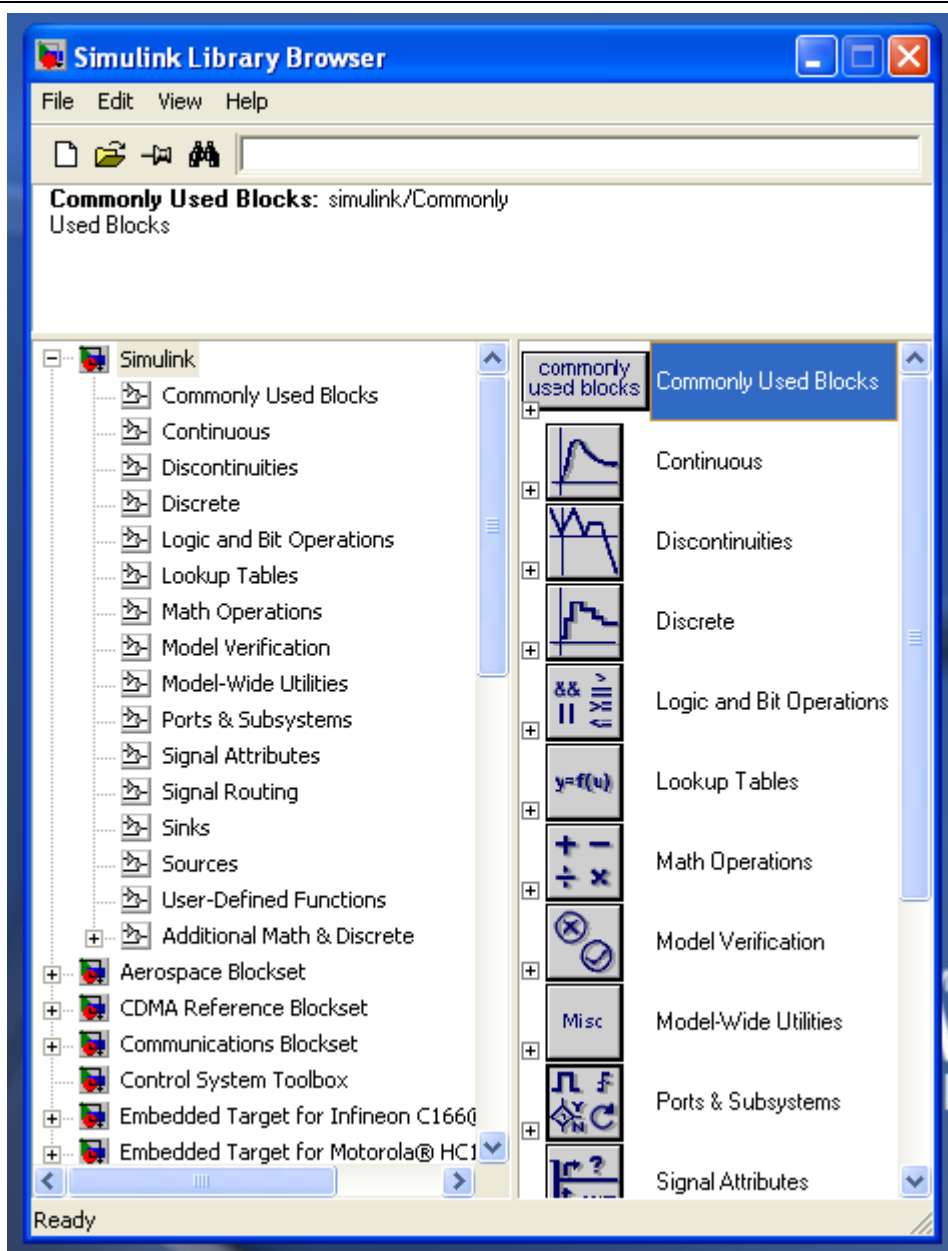
نرم افزار MATLAB را باز کنید.



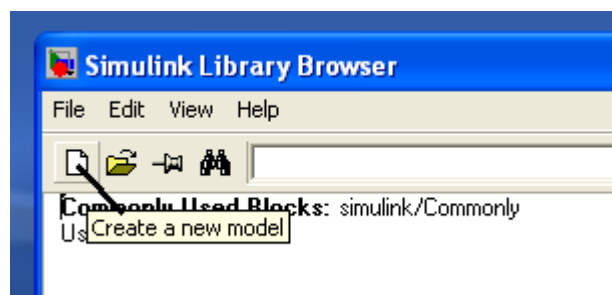
محیط Simulink را باز کنید.



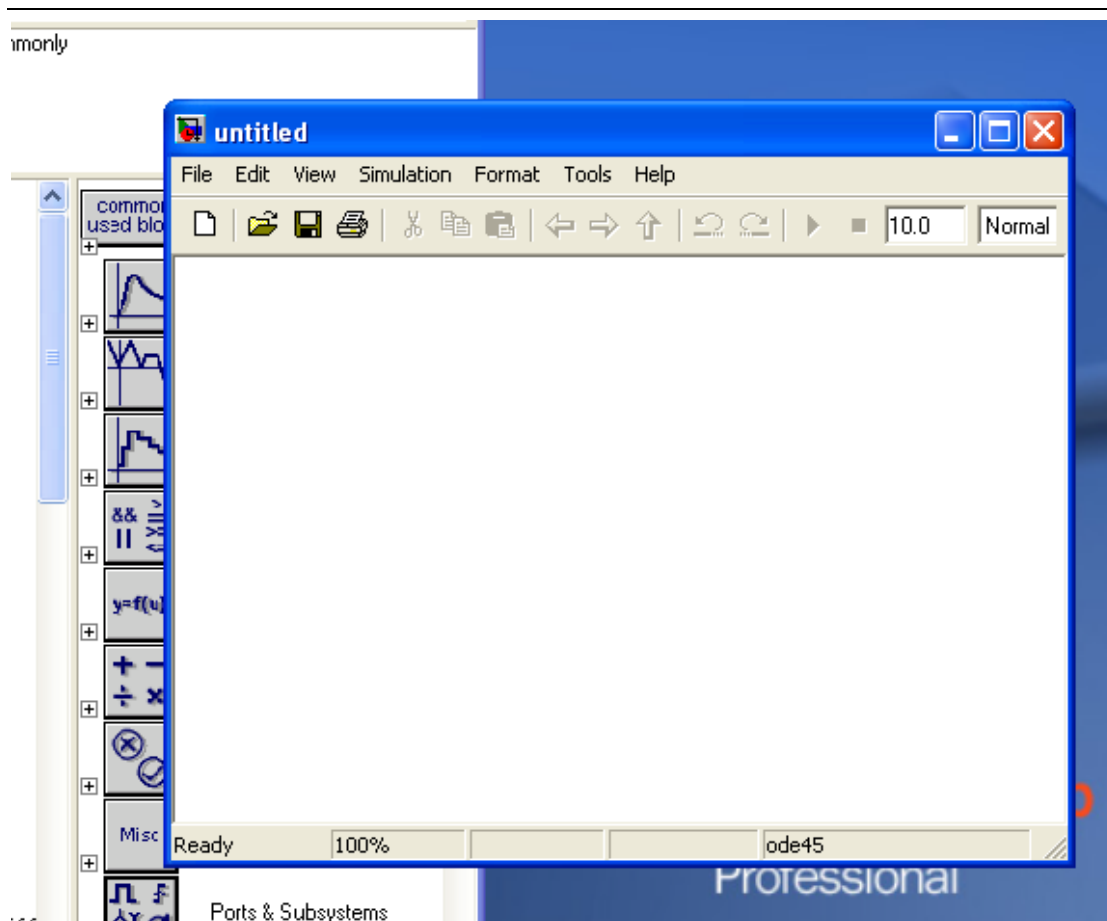
چنین پنجره ای خواهید دید که به آن کتابخانه میگوییم.



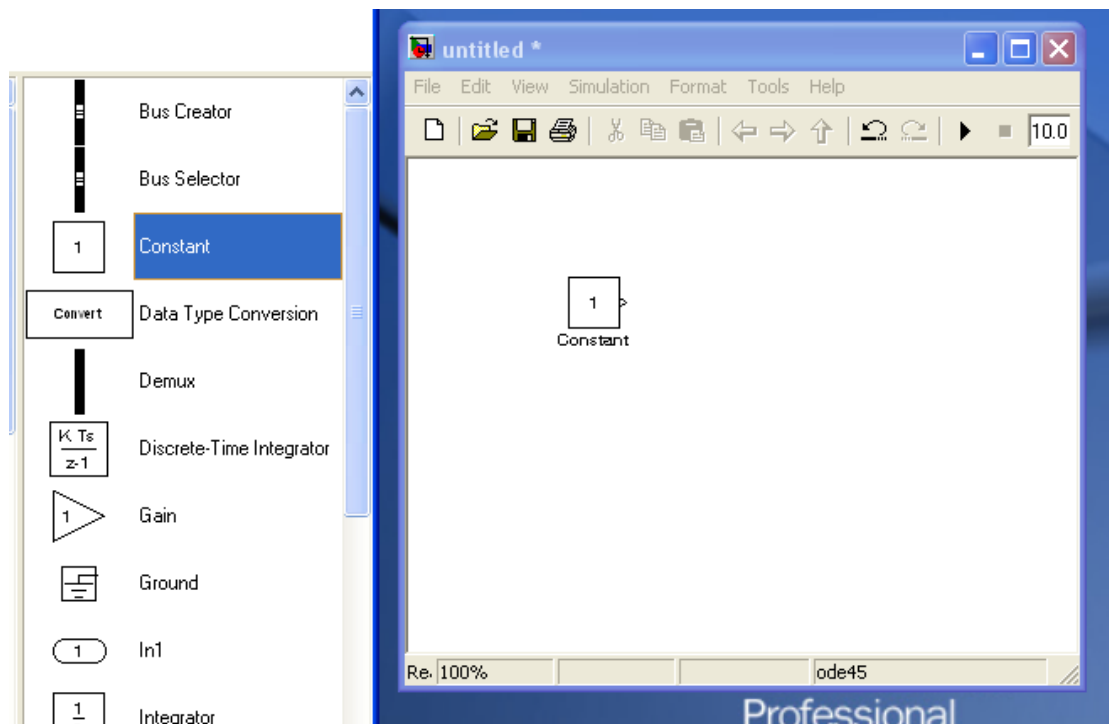
یک مدل جدید باز کنید.



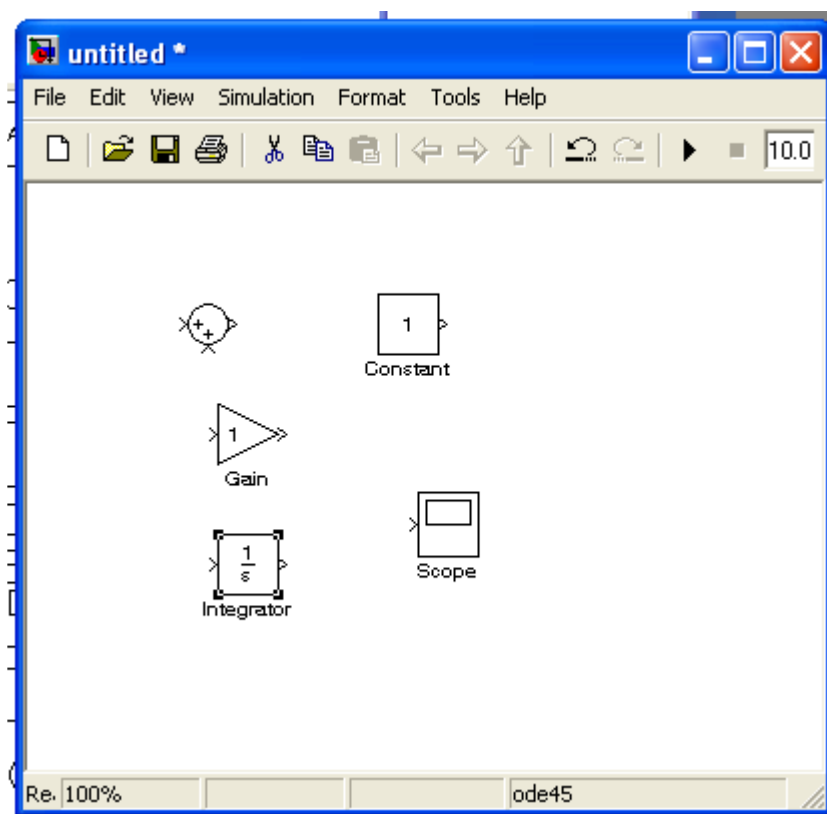
پنجره سفیدی مطابق شکل زیر باز میشود.



در پنجره کتابخانه روی Commonly used blocks کلیک کنید. روی بلوک Constant کلیک کنید و آنرا داخل محیط پنجره مدلسازی بیندازید. همچنین میتوانید روی بلوک مورد نظر کلیک راست کرده و گزینه Add to untitled را انتخاب کنید.

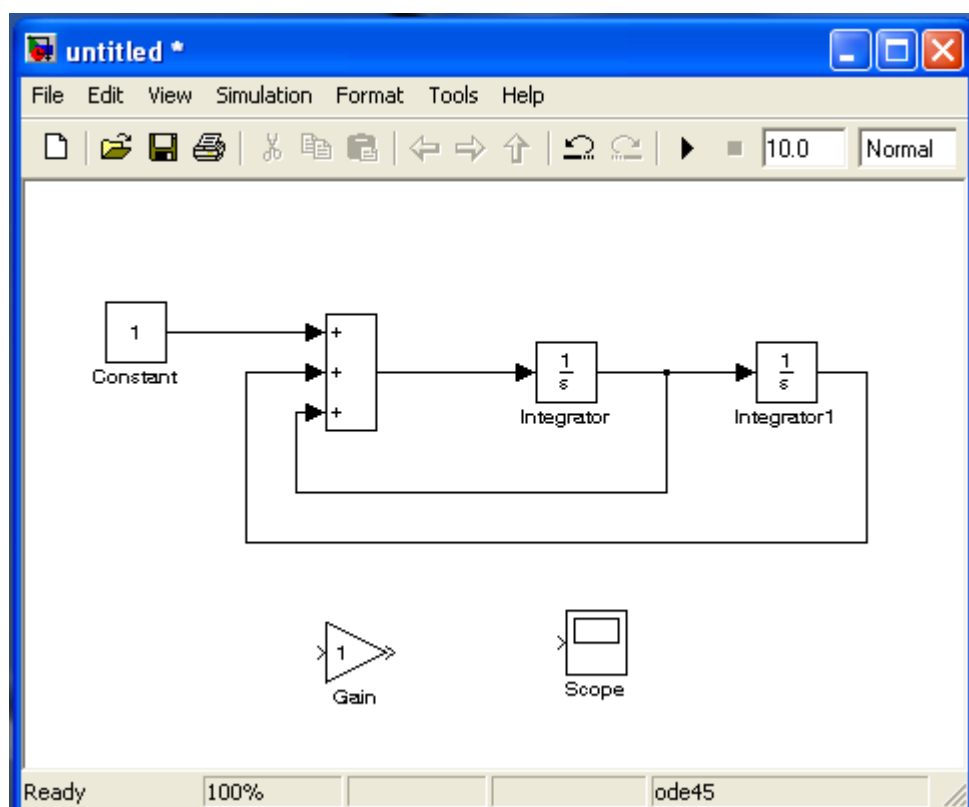


به همین ترتیب بلوکهای جمع (Sum)، انتگرال گیر (Integrator)، بهره (Gain) و Scope را در پنجره Untitled قرار دهید.

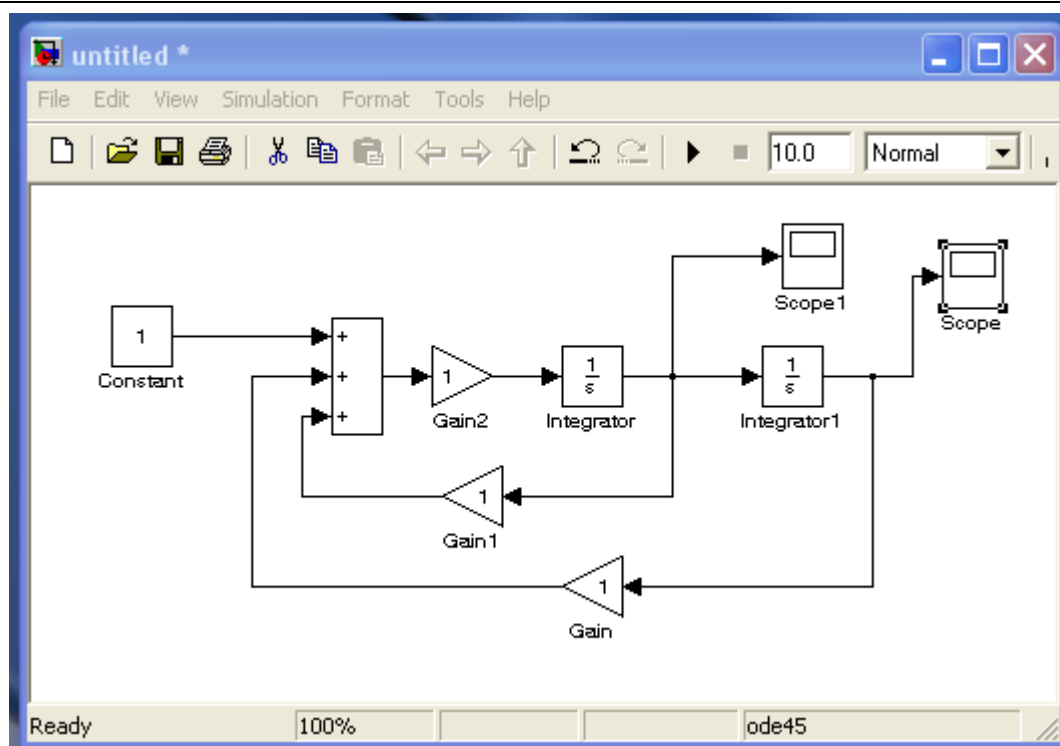


حال روی بلوک جمع Double-click کرده تا پنجره پنجره مربوط به آن باز شود. Icon shape را مستطیلی انتخاب کرده و List of sign را سه علامت جمع +++ تایپ میکنیم. در آنتکرال گیر هم یک کپی دیگر میگیریم.

سپس بلوکهای عدد ثابت، جم کننده و انتگرال گیرها را پشت سر هم قرار میدهم. موس را نزدیک فلش بلوک ثابت برده، کلیک چپ کرده و همانطور که موس را نگه داشته ایم به سمت اولین فلش از بلوک جمع میبریم و رها میکنیم. میبینید که یک خط بین این دو بلوک کشیده میشود. همین کار را برای المانهای دیگر طبق شکل زیر انجام میدهید.



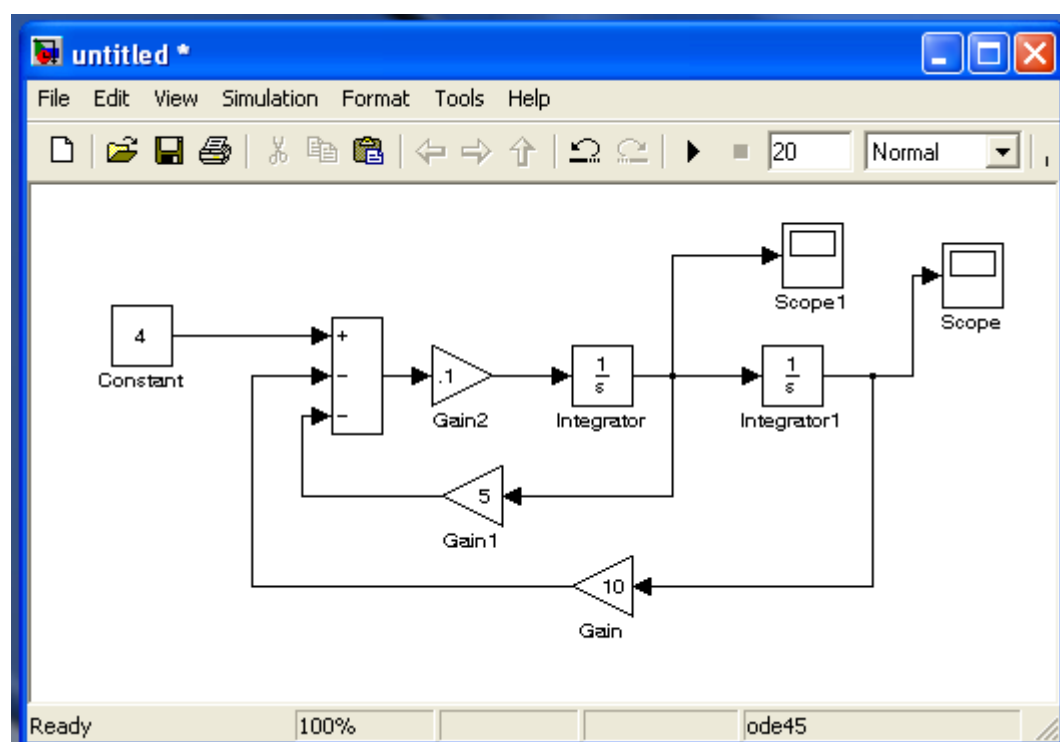
توجه کنید که برای گرفتن انشعاب از بین دو انتگرال گیر باید کلیک راست کنید. به بلوک دیاگرام سیستم در شکل؟ توجه کنید و به رابطه بین آن بلوک دیاگرام و این مدل پی ببرید. همانطور که در بلوک دیاگرام سیستم می بینید، باید بلوکهای B , C و $1/M$ را نیز اضافه کرد. برای این کار از بلوک بهره دو کپی دیگر میگیریم. سپس روی یکی از آنها کلیک کرده، آنرا حرکت داده و در جایی که میخواهید قرار دهید. می بینید که بلوک بهره در مسیر مورد نظر قرار خواهد گرفت. از scope نیز یک کپی بگیرید و مطابق شکل زیر آنها را قرار دهید.



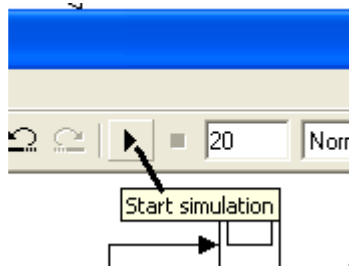
حال مقادیر زیر را برای انجام شبیه سازی در نظر بگیرید.

$$M = 10\text{kg}, K = 10\text{ N/m}, B = 5\text{ Ns/m}, f_a = 4\text{ N.m}$$

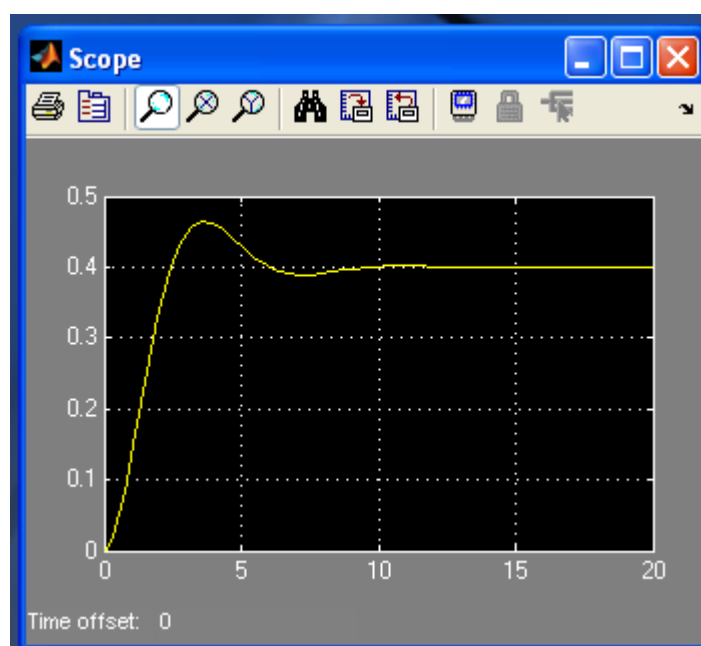
با دبل کلیک کردن روی بلوک های مورد نظر این مقادیر را وارد کنید. همچنین در قسمت بالای پنجره Untitled عدد 10 را که زمان شبیه سازی است به 20 تغییر دهید.



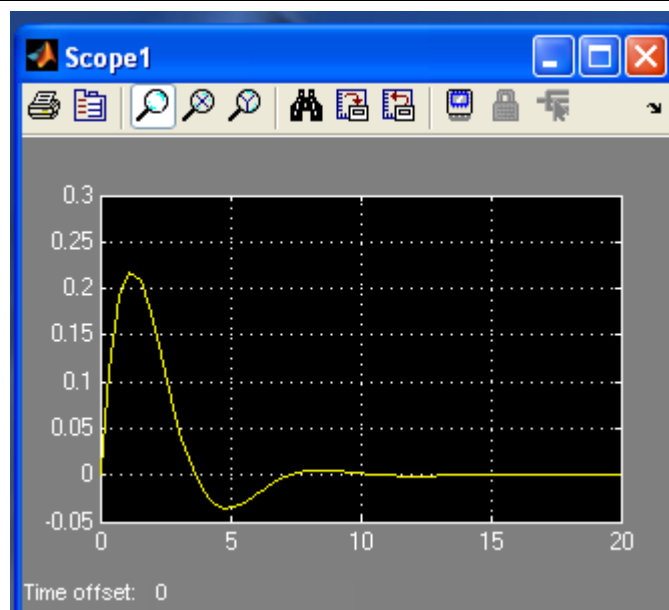
حال Start Simulation را که به صورت یک مثلث سیاه است کلیک کنید تا حل انجام گیرد.



حال روی scope ها کلیک کرده و نتایج را ببینید. (روی شکلها کلیک راست کرده و گزینه Autoscale را بزنید).



نمودار تغییرات x (موقعیت جرم) بر حسب زمان



نمودار تغییرات سرعت جرم بر حسب زمان

حال ضریب دمپینگ را افزایش دهید (مثلا $B=20$) و برنامه را دوباره اجرا کنید. چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟

- ضریب دمپینگ را کاهش دهید (مثلا $B=1$). چه اتفاقی می افتد؟ چرا؟

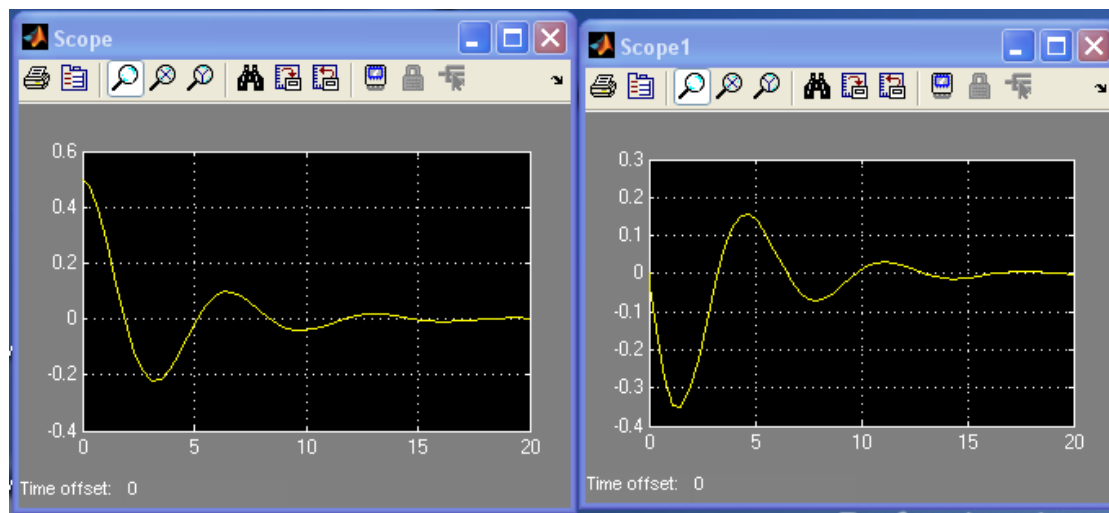
- ضریب دمپینگ را برابر 5 قرار داده و اثر افزایش یا کاهش K را بررسی و تحلیل کنید.

نحوه اعمال شرایط اولیه

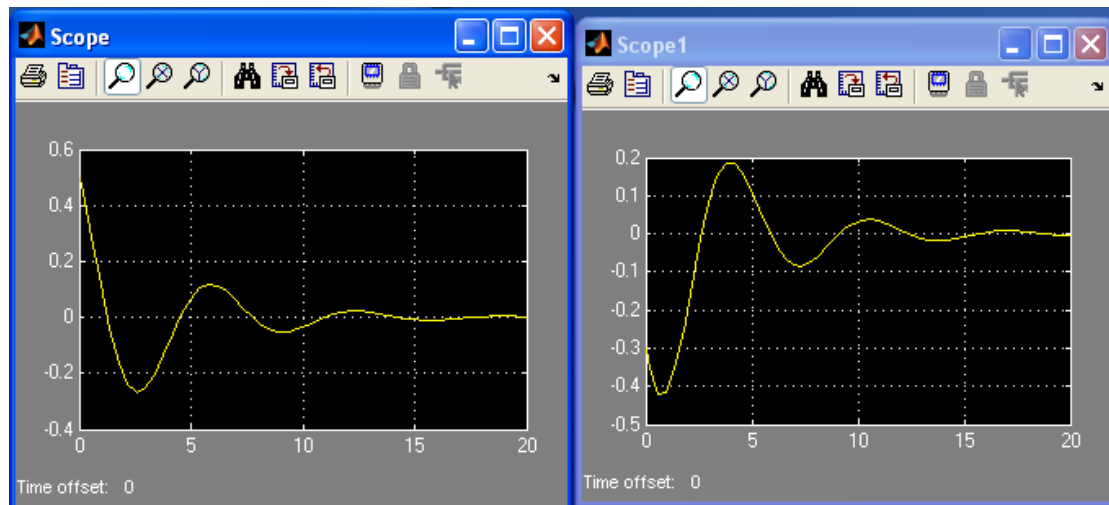
اگر سیستم با شرایط اولیه صفر شروع نشود چه باید کرد. فرض کنیم که ورودی به سیستم صفر باشد یعنی $f_a = 0, B = 5, K = 10, M = 10$. برنامه را اجرا کنید چه اتفاقی می افتد؟. می بینید که نمودار موقعیت و سرعت هر دو صفر هستند و هیچ حرکتی ندارند.

روی انتگرال دوم (که خروجی آن موقعیت است) دبل کلیک کرده و شرط اولیه موقعیت را 0.5 وارد کنید. نمودار موقعیت و سرعت بر حسب زمان به صورت زیر بدست می آید. می بینید که موقعیت در زمان صفر از 0.5 شروع شده و نهایتاً به صفر میرسد.

اگر سیستم دارای ورودی نیز باشد (یعنی f_a صفر نباشد) چه اتفاقی می افتد؟



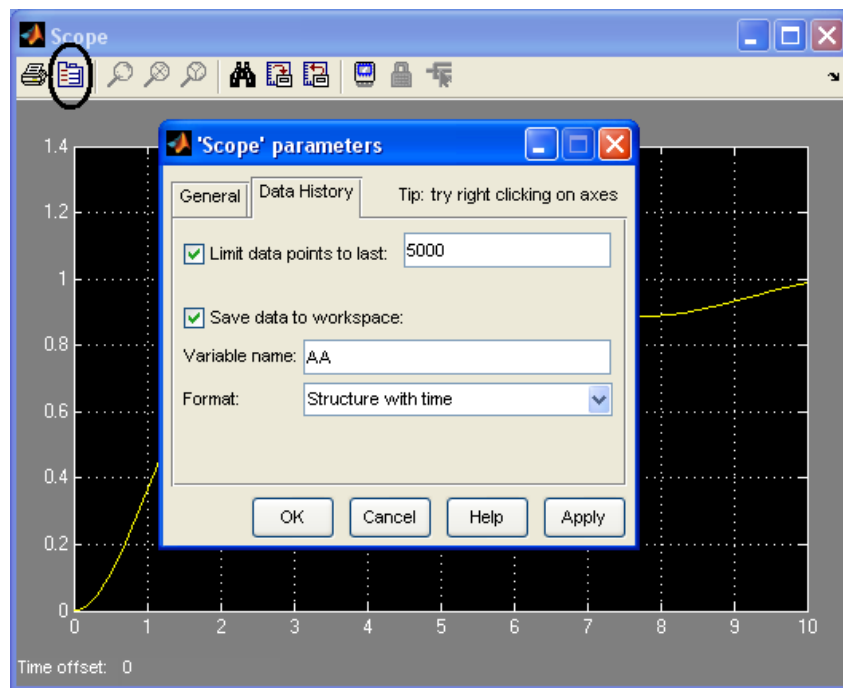
شرایط اولیه را برای سرعت نیز میتوان به طور مشابه اعمال نمود. در شکل زیر شبیه سازی به ازای شرایط اولیه $x(0) = 0.5\text{m}$, $\dot{x}(0) = -0.3\text{m/s}$ انجام گرفته است.



نحوه پرینت شکلها

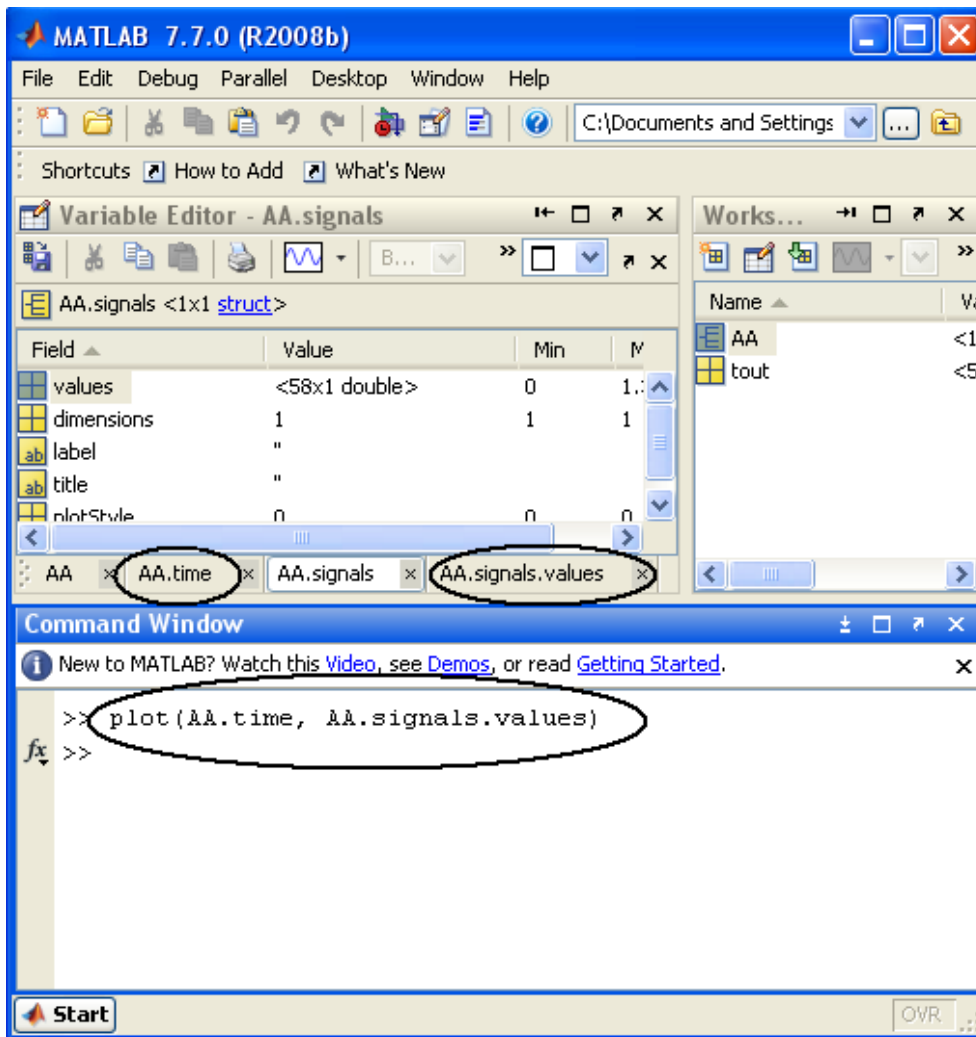
شکل‌های رسم شده در محیط سیمولینک از لحاظ نمایش محدودیت دارند و نمیتوان تغییراتی از جهت رنگ، ضخامت خط و غیره روی آنها انجام داد و پشت زمینه آنها سیاه است. برای رفع این مشکل میتوانید به صورت زیر عمل کنید.

مطابق شکل زیر پنجره scope parameter را باز کرده و در قسمت Data history تنظیمات نشان داده شده را اعمال کنید. سپس دوباره برنامه سیمولینک را اجرا کنید.



پس از اجرای برنامه، اگر قسمت Work space را چک کنید متغیر جدید AA را مشاهده میکنید. روی متغیر AA در پنجره work space دبل کلیک کنید. با این کار پنجره دیگری به نام Variable editor AA نمایان میشود. در این پنجره متغیر time را باز کنید. یک بردار خواهید دید که زمان را از صفر تا ۱۰ ثانیه نشان میدهد. سپس روی متغیر signal دبل کلیک کرده و در ادامه values را باز کنید. برداری خواهید دید که شامل مقادیر پاسخ سیستم میباشد. حال شما میتواند با وارد کردن دستور زیر در قسمت command window، شکل را رسم کنید.

```
>> plot(AA.time, AA.signals.values)
```



The screenshot shows the MATLAB 7.7.0 (R2008b) interface. The Variable Editor window displays the structure of the variable 'AA.signals'. The Command Window shows the command `plot(AA.time, AA.signals.values)` being executed.

Field	Value	Min	Max
values	<58x1 double>	0	1.0
dimensions	1	1	1
label	"		
title	"		
plotStyle	0	0	0

```
>> plot(AA.time, AA.signals.values)
fx >>
```

