**آزمايش اول**

**هدف :**آشنایی با نرم افزار MATLAB

**متغيرها** : متغيرها در MATLAB مي توانند شامل حروف و اعدادباشند. اولين کاراکتر بايد حتماً حرف باشد . MATLAB به بزرگي و کوچکي حروف حساس است به‌گونه‌اي كه حروف کوچک و بزرگ نشانگر دو متغير متفاوت مي باشند. اگر آخرين کاراکتر يک عبارت (;) باشد آن عبارت اجرا شده ولي نتيجه نمايش داده نمي شود . چنانچه بخواهيم اين نتيجه را ببينيم بايستي نام متغير را وارد کنيم . اگر در يک محاسبه نتيجه به هيچ متغيري نسبت داده نشود MATLAB به طور پيش فرض نتيجه را در متغيري به‌نام ans ذخيره خواهد نمود.

مثال :

تعريف يک ماتريس در MATLAB

دستور [ 1 2 3 ; 4 5 6 ; 7 8 9 ] = A را وارد کنيد.

 همان گونه که مشاهده مي کنيد نتيجه يک ماتريس 3 ×3 بصورت:



خواهد بود .

بنابراين در تعريف يک ماتريس سطرها با علامت (;) از هم جدا مي شود و عناصر يک سطر نيز بوسيله SPACE از هم جدا خواهند شد .

\_ دستور (A)inv معکوس ماتريس A و دستور A' ترانهاده ماتريس A را خواهد داد.

- براي تشکيل بردار يا مي توان از روش هاي فوق استفاده نمود و يا چنانچه اعضاي بردار بصورت مرتب تغيير کند مي توان از علامت (:) استفاده نمود .

- مثال دستور بردار را ايجاد مي کند .

- دستور length(a) طول بردار a را می دهد.

- دستور size(a) ابعاد ماتريس a را می دهد.

- دستورdet(a) دترمینان ماتریس a را می دهد.

- دستورdiag(a) ماتریس قطری با درایه های اصلی a را می دهد.

- دستورeye(n) ماتریس همانی n\*n را می دهد.

- عملگرهاي + ( جمع ) ، - ( تفريق ) ، × ( ضرب ) ، / ( تقسيم از سمت راست ) ، \ (تقسيم از سمت چپ ) ، ^ ( توان ) مي توانند براي انجام عمليات ماتريسي و اسكالر مورد استفاده قرار گيرند .

A/B= AB-1  A\B= A-1B

- عملگر  ( ضرب نقطه اي ) عناصر دو ماتريس را بصورت درايه در درايه، در همديگر ضرب مي کند. همين وضعيت در مورد عملگرهای  ( توان نقطه اي ) و  ( تقسيم نقطه اي ) برقرار است.

- ماتريسهاي

 

را تعريف نموده و اثر عملگرهاي فوق را بر روي آنها مشاهده نمائيد.

- برای نمايش اعداد خيلی کوچک يا خيلی بزرگ در MATLAB از نماد علمی استفاده می شود:

 



- دستور sym براي تعريف يك متغير به‌صورت سمبليك استفاده‌مي‌شود:

>> A=[sym('a') sym('b'); sym('c') sym('d')]

A =

[a , b]

[c , d]

>> inv(A)

ans =

[ d/(a\*d-b\*c), -b/(a\*d-b\*c)]

[ -c/(a\*d-b\*c), a/(a\*d-b\*c)]

- سه دستور مفيد ديگر در MATLAB به‌ترتيب save ، loadو help مي باشد .

دستور save : در مواقعي که مي خواهيد از برنامه MATLAB خارج شويد و نمي خواهيد متغيرهايي که تعريف شده يا محاسبه شده اند پاک شوند از اين دستور استفاده مي‌گردد . در اين صورت اين متغيرها ذخيره شده و در بازگشت دوباره به برنامه با دستور load اين متغيرها فراخواني مي شوند .

- دستور save data a, b, c متغيرهاي a, b, c را در فايلي به‌نام data ذخيره کرده و مي توان با دستور load data اين متغيرها را فراخواني نمود.

- دستور help تمامي اطلاعات لازم را در مورد دستور مورد نظر نمايش مي دهد . به عنوان مثال با تايپ دستور help roots تمامي اطلاعات در مورد نحوة محاسبة ريشه‌هاي يك چندجمله‌اي با استفاده از دستور roots داده مي‌شود:

**>>help roots**

ROOTS Find polynomial roots.

ROOTS(C) computes the roots of the polynomial whose coefficients are the elements of the vector C. If C has N+1 components, the polynomial is C(1)\*X^N + ... + C(N)\*X + C(N+1).

Class support for input c: float: double, single

See also poly, residue, fzero.

- دستور who متغيرهای موجود در محيط MATLAB را ليست می کند.

- دستورlook for زماني استفاده مي گردد که نام يک دستور را دقيقاً نمي دانيم به عنوان مثال دستور look for matrix تمامي دستوراتي را که در MATLAB در ارتباط با موضوع ماتريس وجود دارد نشان خواهد داد .

- اعداد مختلط : تمامي عملگرهاي رياضي نرم افزار MATLAB براي اعداد مختلط قابل استفاده هستند. معمولاً عدد موهومي بوسيله يكي از دو متغير i يا j تعريف مي شوند. در يک برنامه اگر مقاديرديگري به متغير i يا j نسبت داده شوند براي استفاده مجدد از آنها به عنوان واحد موهومي بايد دوباره تعريف شوند:

i=sqrt(-1)

j=sqrt(-1)

-دستورات abs(a)وangle(a) به ترتیب اندازه و زاویه ی عدد موهومی a را می دهند.

- دستور مفيد ديگر است که ضرائب چندجمله‌اي حاصل از ضرب دو چند جمله اي که ضرايب آنها به ترتيب در بردارهاي a و b قرار دارد را محاسبه نموده و نتيجه را در c قرار مي دهد .

- برخی اعداد ثابت معروف در MATLAB تعريف شده اند: eps عدد خيلی کوچک، pi عدد پی، inf بی نهايت، nan عدد مبهم .

تمرین 1:



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| inv(A) | A’ | size(A) | det(A) |
| diag(A) | tril(A) | triu(A) | A-1 |
| A(1,:) | A(:,3) | A(2,3) | A(1:3,2:3) |

تمرین 2:

 a=0.1:0.2:1.3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| length(a) | diag(a) | size(a) |

تمرین 3:

دستور sym براي تعريف يك متغير به‌صورت سمبليك استفاده‌مي‌شود:

>> A=[sym('a') sym('b'); sym('c') sym('d')]

>> inv(A)

تمرین 4:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| rand(m,n) | zeros(m,n) | ones(m,n) | eye(n) |

-مشاهده مقدار eps و pi

تمرین 5: ایجاد مولفه های حقیقی و موهومی

* I=sqrt(-1); x=5+3\*I
* A=[2 4;3 6] , B=[6 2;0 6] C=A+i\*B;

تمرین 6: توابع ریاضی

A=[-1 2 3] , B=[1 2 -3;4 -5 6; 7 -8 9]

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| sum(A) | max(A) | min(A) | mean(A) | abs(A) |  |
| sum(B) | max(B) | min(B) | mean(B) | abs(B) | prod(B) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| b=5+6\*i | real(b) | imag(b) | conj(b) |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| e=exp(1) | log(e) | log10(10) | sqrt(4) |

$$Y=\sum\_{i=1}^{100}\frac{2^{i}}{i}=?$$

**آزمايش دوم**

**هدف:** رسم نمودارهای مختلف در MATLAB

**نمودارها در MATLAB**

 MATLAB قادر به ايجاد منحني هاي دو بعدي، سه بعدي، خطي، لگاريتمي ، نيم‌لگاريتمي، قطبي، ستوني و دايره اي با دقت بالا مي باشد. بعضي از انواع منحني هاي دو بعدي عبارتند از:

نمودار معمولي (plot) ، لگاريتمي لگاريتمي ( loglog )، نيم‌لگاريتمي ( semilog ) نيم لگاريتمي x ( semilogx ) نيم لگاريتمي y ( semilogy ) قطبي ( polar ) ، ستوني (bar) و سه بعدی (mesh).

- دستور plot(x,y) نمودار y را برحسب x رسم می کند. دستور plot(x1,y1, x2,y2) نمودار y1 را برحسب x1 و نمودار y2 را برحسب x2 به صورت يکجا رسم می کند.

ـ دستور grid نمودار را مدرج مي کند و از دستورهاي title('text') ، xlabel('text') وylabel('text') و text('text') مي توان براي مشخص نمودن محورها و قرار دادن متن بر روي نمودار استفاده نمود .

ـ MATLAB مقياس بندي محورها را بصورت خودکار انجام مي دهد و با دستور  مي توان محدودة موردنظر براي محورهاي x و y را بطور دلخواه ايجاد نمود .

- براي قرار دادن نمودارهاي مختلف بر روي يک شکل از دستور hold استفاده مي گردد.

- در صورتی که می خواهيم تمامی نمودارهای ترسيم شده را به ترتيب در محيط MATLAB داشته باشيم، می توانيم قبل از هر دستور plot از يک figure دستور استفاده کنيم.

تمرین:

نمودار  را در بازة  رسم کنيد. محورها بايستي مشخص شده و همراه متن باشند . (دستورات را در یک m-file تایپ کنید.)

ـ دستور subplot(mnp) پنجره گرافيکي را به تعداد  بخش تقسيم مي کند و بخش p ام را براي رسم نمودار استفاده مي کند.

نکته: در اين حالت قبل از هر دستور plot بايد با استفاده از دستور subplot بخش مورد نظر برای رسم نمودار را مشخص کرد.

ـ پنجره گرافيکي را به چهار قسمت تقسيم کرده و توابع زير را براي تغييرات  از صفر تا  با گام افزايش 0.05 رسم کنيد .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| نمودار |  | نمودارهاي |
|  |  |  |
| نمودار قطبي |  | نمودار |
|   |  |   |

**آزمايش سوم**

نحوه ایجاد مدل ها:

1. مدل فضای حالت : دستور ss
2. تابع تبدیل : دستور tf
3. مدل صفر و قطب : دستور zpk

با استفاده از دستورهای ss2tf و ss2zp و tf2ss و zp2tf این مدل ها به یکدیگر تبدیل می شوند.

**مدل فضای حالت:** با مشخص کردن ماتریس های A,B,C,D در معادلات فضای حالت و دستور ss(A,B,C,D) مدل فضای حالت سیستم در matlab ایجاد می شود.

**تابع تبدیل:**

نحوه بیان چندجمله ای:

1. ریشه های (صفر های) چند جمله ای
2. ضرایب چندجمله ای

ضرایب چندجمله ای  برابر است با P=[1 0 9 6 7 -5]. با دستور roots(P) می توان صفر های آن را بدست آورد. اگر چندجمله ای به صورت (s-1)(s-2)(s+5)(s-4) باشد، صفرهای آن r=[1 2 -5 4] هستند و ضرایب چندجمله ای از poly(r) بدست می آید.

ـ در استفاده از دستور roots بايستي دقت شود كه جملات بصورت نزولي نوشته شوند اگر جمله اي نيز در چند جمله اي وجود نداشت به جاي آن صفر قرار داده مي شود .

بردار ضرایب چندجمله ای صورت(num) و چندجمله ای مخرج(den) را بدست آورده و از دستور tf(num,den) استفاده می کنیم.

**مدل صفر و قطب:** بردار صفرهای صورت z و بردار صفر های مخرج p و بهره k را مشخص کرده و از دستور zpk(z,p,k) برای ایجاد مد سیستم استفاده می کنیم.

ـ دستور  صفرها(z) و قطبها(p) و ضريب بهره(k) تابع تبديل را مي‌دهد كه در آن n بردار سطري حاوي ضرائب چندجمله‌اي صورت و d بردار سطري شامل ضرائب چندجمله‌اي مخرج تابع تبديل است .

ـ دستور  عکس عمل دستور  را انجام مي دهد .

ـ دستور نمايش فضاي‌حالت يك تابع تبديل را به‌دست‌مي‌دهد.

ـ دستور  (برعكس دستور )نمايش تابع تبديل مربوط به يك فضاي‌حالت را به‌دست‌مي‌دهد.

-دستور ss2zp نمايش صفر و قطب مربوط به يك فضاي‌حالت را به‌دست‌مي‌دهد.

ـ دستور printsys(num,den) صورت و مخرج تابع تبديل را به صورت نسبت دو چندجمله‌اي نمايش مي‌دهد.

**پاسخ زماني سيستمها :**





به ترتيب پاسخ ضربه و پاسخ پله يک سيستم با تابع تبديل  را بدست مي دهد که به‌ازاي بردار زمان t محاسبه شده است . دقت شود که در اين دستورها بردار num محتوی ضرائب چندجمله ای صورت  و بردار den محتوی ضرائب چندجمله ای مخرج  می باشد

مثال 1 : ريشه هاي چند جمله اي  را بدست آوريد .

مثال 2 : چند جمله اي را بيابيد که ريشه هاي آن عبارت از  ،  و  باشد .

مثال 3 : صفر و قطب تابع تبديل و نمایش فضای حالت سیستم زير را بدست آوريد .



مثال4: برای سیستم $G(s)=\frac{(s+1)(s-3)(s+4)}{(s-5)(s-3-2i)(s-3+2i)(s+10)(s+.5)}$ تابع تبدیل را به صورت تقسیم دو چند جمله ای بدست آورید.

مثال 5: برای سیستم زیر تابع تبدیل را بدست آورید.

$$\dot{X}=\left[\begin{matrix}0&1&\begin{matrix}0&0\end{matrix}\\0&0&\begin{matrix}1&0\end{matrix}\\\begin{matrix}0\\-5\end{matrix}&\begin{matrix}0\\-1.5\end{matrix}&\begin{matrix}\begin{matrix}0\\-3\end{matrix}&\begin{matrix}1\\-8\end{matrix}\end{matrix}\end{matrix}\right]X+\left[\begin{matrix}0\\0\\\begin{matrix}0\\2\end{matrix}\end{matrix}\right]U$$

$$y=\left[\begin{matrix}1&0&\begin{matrix}0&0\end{matrix}\end{matrix}\right]X$$

مثال 6: دو سيستم زير را در نظر بگيريد .





- تابع تبديل دو سيستم را بدست آوريد.

- صفر، قطب و بهره دو سيستم را بدست آوريد.

- پاسخ پله واحد و پاسخ ضربه هر دو سيستم را در یک شکل به صورت زیر رسم کنید و برای هر پاسخ عنوان را مشخص کنید. چه نتيجه اي مي گيريد ؟



**-**اگر تابع تبدیل دو سیستمG1 وG2 را به صورت سری داشته باشیم با دستورزیر می توانیم تابع تبدیل کل سیستم را بیابیم

G=series(G1, G2)

-در صورتی که دو سیستم موازی باشند تابع تبدیل کل سیستم را به صورت زیر خواهیم داشت:

G=parallel(G1, G2)

-و نیز اگر سیستم G2به صورت فیدبک سیستم G1 باشد داریم:

G=feedback (G1, G2)

مثال 7: تابع تبديل  را بدست آوريد.

****

**,**

**آزمايش چهارم**

**هدف** : بررسی پاسخ حلقه باز وحلقه بسته

سيستم مکانيکي زير را در نظر بگيريد .



که در آن k=5 ، c= 0.9 و J=1

الف- بازاي اغتشاش پله () پاسخ حلقه‌باز و حلقه‌بسته سيستم را به‌ازاي  بدست آورده و رسم کنيد .

ب- پاسخ پله واحد سيستم () را در حالت حلقه‌باز و حلقه‌بسته رسم نمائيد .

ج- زماني که هر دو ورودي به سيستم اعمال مي شود پاسخ را بدست آورده رسم کنيد .

**تمرين:** سيستم را يکبار بدون فيديک و بار ديگر با فيديک در نظر گرفته ، پاسخ پله هر دو را رسم نمائيد . با مقايسه اين دو پاسخ در مورد سيستم هاي بدون فيديک و با فيديک قضاوت کنيد .

**آزمايش پنجم**

سيستم کنترلي زير را در نظر بگيريد .



-  را بگونه‌اي انتخاب نمائيد تا خطاي ماندگار به ورودي پله کمتر از 0.05 باشد. با رسم پاسخ‌پله درستي انتخاب خود را نشان دهيد .

-  را بگونه‌اي انتخاب نمائيد که سيستم پايدار باشد . با رسم رسم نمودار نايکوئيست به‌ازاي مقادير بحراني  درستي پاسخ خود را نشان دهيد .

**آزمايش ششم**

سيستم کنترلي زير را در نظر بگيريد .



- مکان هندسي ريشه ها را بازاي تغييرات K رسم کنيد .

- به‌ازاي K=100 ، K=300 و K=600 ريشه هاي سيستم حلقه‌بسته را بدست آوريد .

- به‌ازاي سه مقدار فوق، پاسخ‌پله سيستم حلقه‌بسته را رسم‌کرده، ماکزيمم جهش پاسخ پله، زمان صعود و خطاي ماندگار را بدست آوريد .

**آزمايش هفتم**

**هدف :** طراحی کنترل کنندهPI

سيستم کنترلي زير را در نظر بگيريد .



کنترل‌كننده PI () طرح نمائيد که زمان نشست پاسخ به ورودي پله کمتر از 1 ثانيه و خطاي ماندگار به ورودي شيب کمتر از 0.1 باشد .

- با رسم پاسخ پله و پاسخ شيب، درستي پاسخ خود را نشان دهيد .

- آيا در اين حالت سيستم حد فاز مطلوبي دارد . ( با استفاده از دياگرام بود )

**آزمايش هشتم**

با کمک شبيه سازي با Simulink جبران کننده  را در سيستم سرومکانيزم زير طوري انتخاب کنيد ، تا زمان نشست (settling time) کمتر از 2sec و ماکزيمم فراجهش در پاسخ به ورودي پله 5% باشد .



راهنمايي : جبران کننده را بفرم  را در نظر بگيريد .  را در نظر بگيريد . آيا در حالت اول رسيدن به مقادير مطلوب امکان دارد ؟ در حالت دوم ضرايب k ،  و  را طوري انتخاب نماييد که پاسخ مطلوب بدست آيد . با رسم پاسخ پله ، درستي پاسخ خود را امتحان نمائيد .

**آزمايش نهم**

**هدف :** رسم مکان هندسی ریشه ها وبررسی مشخصات سیستم

سيستم کنترلي زير را در نظر بگيريد .



-  را بگونه اي انتخاب نمائيد که ماکزيمم جهش پاسخ پله  باشد .

-با کمک شبيه سازي با Simulink و رسم پاسخ پله ، جواب خود را امتحان کنيد . با اين K بدست آمده ، زمان صعود (Rise Time) و زمان نشت سيستم چه مقدار مي باشد

- مکان هندسي ريشه ها را براي و  رسم کرده، محدوده پايداري را به‌دست آوريد .

- با رسم دياگرام بود پهناي باند سيستم ، حد فاز و حد بهره را نيز بدست آوريد .

**آزمايش دهم**

**هدف :** طراحی کنترل کنندهLEAD-LAG

سيستم کنترلي زير را در نظر بگيريد .



-با کمک شبيه سازي جبران کننده  را طوري تعيين کنيد تا  ( فرکانس قطع سيستم حلقه باز ) و همينطور حد فاز سيستم بزرگتر از باشد . )راهنمايي : با رسم دياگرام بود سيستم حلقه باز با بهره  فاز مثبت مورد نياز براي رسيدن به حد فاز بدست آوريد سپس با انتخاب جبران کننده بفرم lead  ، ضرايب آن را بدست آوريد . (

روابط مورد نياز : فاز مثبت مورد نياز =;  ;  ; 

با رسم پاسخ over shoot و زمان نشت و rise time سيستم را بدست آوريد.

**آزمايش یازدهم**

سيستم کنترلي زير را در نظر بگيريد .



-با کمک شبيه سازي جبران کننده  را بگونه اي انتخاب کنيد تا حد فاز تقريباً باشد در عين حال  باشد . با رسم پاسخ پله، درصد فراجهش(overshoot) و زمان نشت (settling time) و زمان صعود (rise time ) سيستم را بدست آوريد.

**آزمایش یازدهم**

برای سیستم زیر یک جبران ساز پسفاز طراحی کنید به طوریکه ثابت خطای سرعت 20 و نسبت میرایی 45/0 باشد.

