



Control Lab
www.a-lab.ee



TALLINNA
TEHNIKAÜLIKOOL

IAS0020 Automaatjuhtimine ja süsteemianalüüs

Sissejuhatus MATLAB-i keskkonda

Süsteemide modelleerimine: Kasutatav tarkvara

- MATLAB ja Simulink;
- Octave: MATLAB keele otsene toetus, vabavara;
- Scilab ja Xcos: MATLAB keele osaline toetus, vabavara;
- Python koos NumPy jm. paketidega: võimas, vabavara, kuid ei ole mingit MATLAB keele tuge.



MATLAB: Graafiline kasutajaliides

The screenshot shows the MATLAB R2012b interface with several key components highlighted and explained in Estonian:

- Current Folder:** Praegune MATLAB-i töökaust opsüsteemis. (Current directory / Jooksev kataloog / Текущая директория)
- Command Window:** MATLAB-i käsuriida. Käsk täidetakse kohe peale **Enter** nupu vajutamist. Käsu tulemus salvestatakse MATLAB-i jooksvate andmete hulka. Noole klahvidega "↑" ja "↓" saab liikuda läbi käskude ajaloo. (Command window / Käsuriida / Командная строка)
- Workspace:** MATLAB-i Workspace. Siia salvestatakse kõik käsures või skriptis loodud muutujaid. (Workspace / Jooksvad andmed / Рабочее пространство)
- Preferences:** Preferences → Fonts (šrifti suurus) (Preferences → Fonts (font size))
- Layout:** Layout → Default (Layout → Default)

The interface also shows the current directory path: C:\Users\Alex\Documents\MATLAB\Practice_01. The Command Window contains the text: "This is a Classroom License for instructional use only. Research and commercial use is prohibited." The Workspace window shows a list of variables with their values, including a date and time stamp: "18.03.2016 15:59" and "21.03.2016 15:23".



MATLAB: Kuidas abi saada?

Et saada käsu kohta abi, kirjuta käsureale

```
>> help command
```

kus *command* on huvi pakkuv käsk. Kui on vaja põhjalikumaid käsu kirjeldust, kirjuta

```
>> doc command
```



Põhikäsud

```
>> a=1           % kommentaare eraldame “%”-ga
a =
    1

>> b = -2;      % “;” ⇔ “ära näita väljundit”

>> b^2          % “^” ⇔ astendamine
ans =
    4

>> apb = a + b  % a ja b summa ⇔ plus(a,b)
apb =
   -1
```



Põhikäsud (jätkub)

```
>> 1 + 2*sqrt(ab)           % "sqrt" ⇔ ruutjuur
ans =
    1.0000 + 2.0000i

>> log(0)                   % "Inf" ⇔ "lõpmatus"
ans =
    -Inf

>> var1 = 3.1415e+3         % Teaduslik arvuvorming
var1 =
    3.1415e+003            = 3.1415 · 103
                           "e" ⇔ "eksponent"

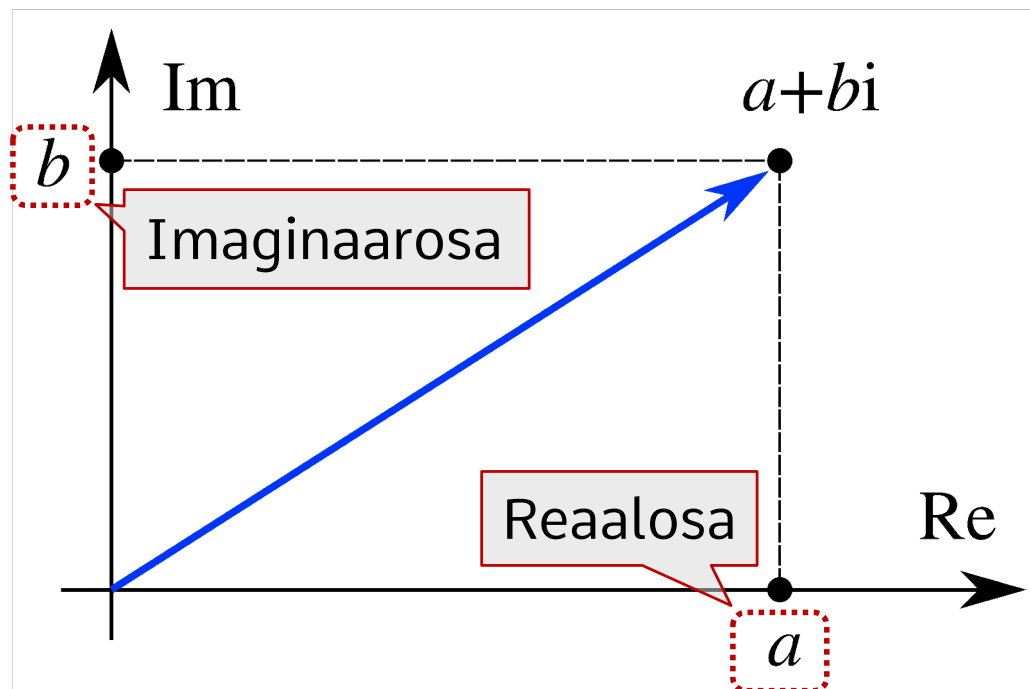
>> clear all               % Tühjenda Workspace-i
```



Kompleksarvud: meeldetuletus

Kompleksarv on number, mis omab kuju

$$z = a + bi, \quad a, b \in \mathbb{R}, \quad i^2 = -1.$$



Vektorid

Olgu antud reavektor

$$a = [1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 3 \ 2 \ 1] .$$

Sisastame seda MATLAB-i:

```
>> a = [1 2 3 4 3 2 1]
a =
     1     2     3     4     3     2     1
```



Vektorid

Tehe veeruvektoriga:

$$b = [5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 7 \ 6 \ 5]^T - 4.$$

Siin: lahutamine igast vektori elemendist

Sisestame seda MATLAB-i:

```
>> b = [5; 6; 7; 8; 7; 6; 5] - 4;
```

```
>> c = a==b' % võrdleme a ja b
```

```
c =
```

```
1
```

```
1
```

```
1
```

```
1
```

```
1
```

```
1
```

```
1
```

Transponeerimine ("'") muudab veeruvektori reavektoriks ja vastupidi



Diapasoonid

MATLAB-is on väga lihtne luua vahemikke kasutades ":" (koolon) sümbolit.

Näited:

$$d_1 = [0 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 4]$$

$$d_2 = [0.3 \quad 0.2 \quad 0.1]$$

MATLAB-i kood:

```
>> d1 = 0:4
```

```
>> d2 = 0.3:-0.1:0.1
```



Maatriksid: sisestamine

Sisestame MATLAB-i maatriksi

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 9 & 2 & 3 \\ -1 & 3 & 4 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}.$$

Read eraldatakse semikooloniga (";"):

```
>> A = [9 2 3; -1 3 4; 0 2 1];
```



Maatriksid: indekseerimine

Elemendi väljavõtmine: $\mathbf{A}(i, j)$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 9 & 2 & 3 \\ -1 & 3 & 4 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

i (rida)

j (veerg)

Näiteks:

```
>> A(1,1) + A(2,3)
ans =
    13
```



Maatriksid: indekseerimine (jätkub)

Maatriksi elementide asendamine

```
>> A(3,3) = 4
A =
     9     2     3
    -1     3     4
     0     2     4
```

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 9 & 2 & 3 \\ -1 & 3 & 4 \\ 0 & 2 & 4 \end{bmatrix}$$

```
>> B = A; B(2,:) = 0
B =
     9     2     3
     0     0     0
    -1     3     4
     0     2     4
```

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 9 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 3 & 4 \\ 0 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$


Maatriksid: tehted

- Transponeerimine:

```
>> transpose(A)
```

```
>> A'
```

- Korrutamine:

```
>> A*A'
```

- Inverteerimine:

```
>> inv(A)
```

```
>> A^-1
```



Maatriksid: tehted (jätkub)

- Omaväärtuste leidmine:

```
>> eig(A)
ans =
    0.6426
    7.6787 + 0.4106i
    7.6787 - 0.4106i
```

- Karakteristliku polünoomi leidmine:

```
>> p1 = poly(A)
p1 =
    1.0000   -16.0000    69.0000   -38.0000
```



Polünoomid

- Polünoomid MATLAB-is defineeritakse koefitsientide vektorina. Näiteks, sisestame polünoomi

$$p_2(x) = x^3 - 2x^2 + 5.$$

- Vastav MATLAB-i kood on

```
>> p2 = [1 -2 0 5];
```



Polünoomid: tehted

- Polünoomi juurte leidmine:

```
>> roots(p1)
ans =
    7.6787 + 0.4106i
    7.6787 - 0.4106i
    0.6426
```

- Polünoomide korrutamine (konvolutsioon):

```
>> p3 = conv(p1,p2);
```



MATLAB: Skriptid

Alati on mugavam kirjeldada mingit arvutamisprotse-duuri kas MATLAB skripti- või funktsioonina.

Topelt protsendimärk ("%") eraldab skriptisektsioone. Jooksuta neid eraldi vajutades **CTRL+Enter**.

```
1 %% Tehed maatriksiga
2 - p1 = [1 2 5];
3 - A = [-1 3 4;
4 - 0 2 1];
5
6 - A(3,3) = 4;
7
8 %% Tehed polünoomidega
9 - p1 = poly(A);
10 - p2 = [1 -2 0 5];
11 - roots(p1)
12 - conv(p1,p2)
```

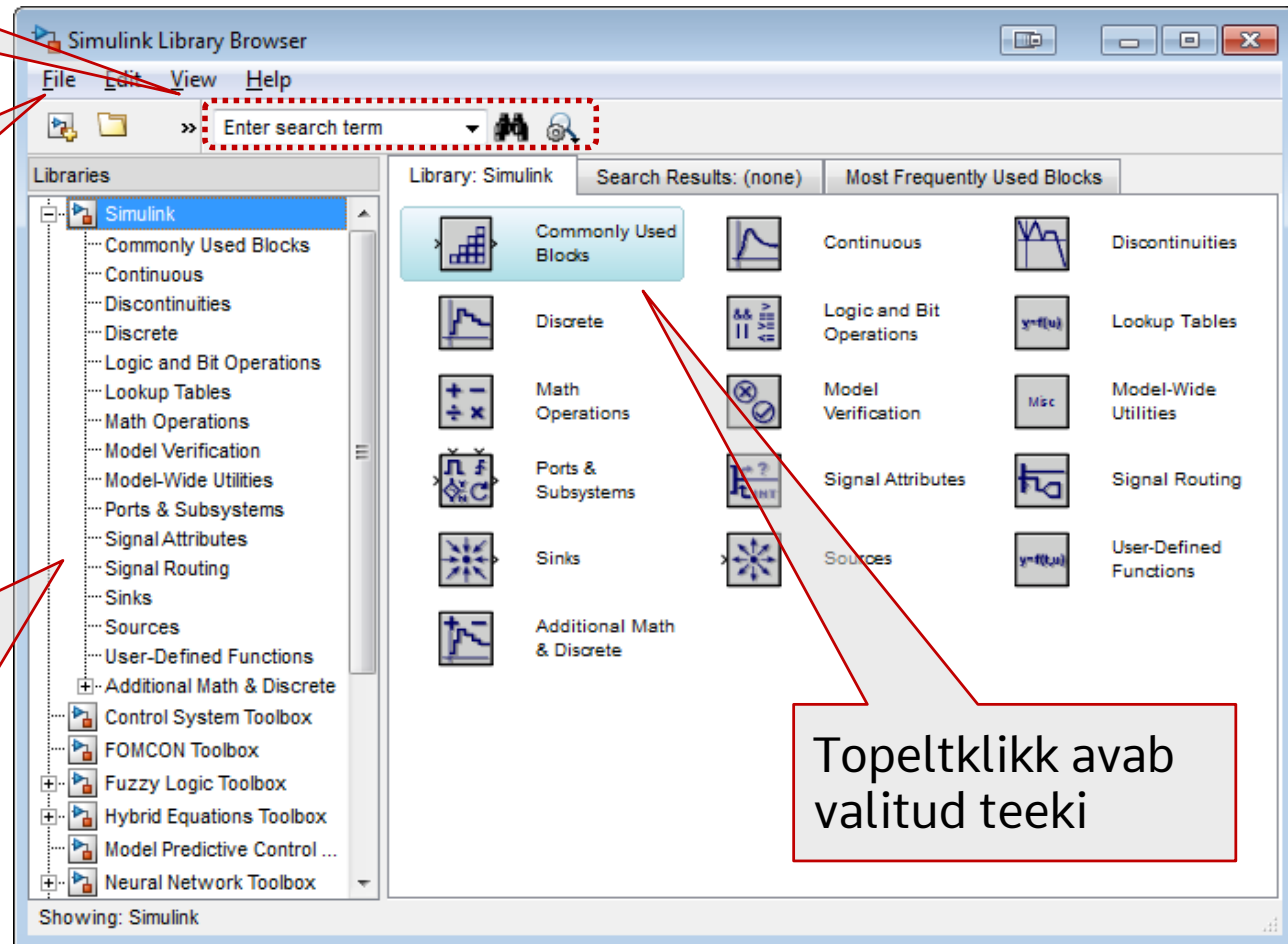


Simulink: Mudeli loomine

Ploki otsing nime järgi

Sisesta MATLAB-i käsuritta: `simulink`
Uue mudeli loomiseks vali `File`→`New`→`Model`

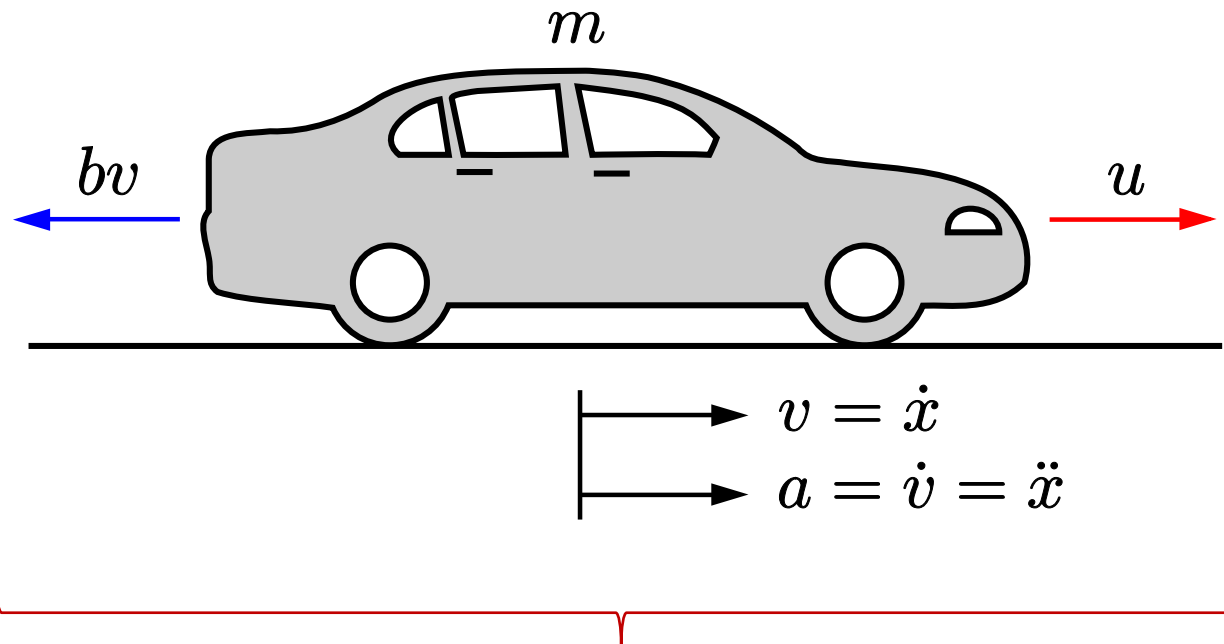
Siit leiad vajalikke plokkide. Vii neid *drag-and-drop*-i kaudu uue mudeli diagrammile.



Topeltklakk avab valitud teeki



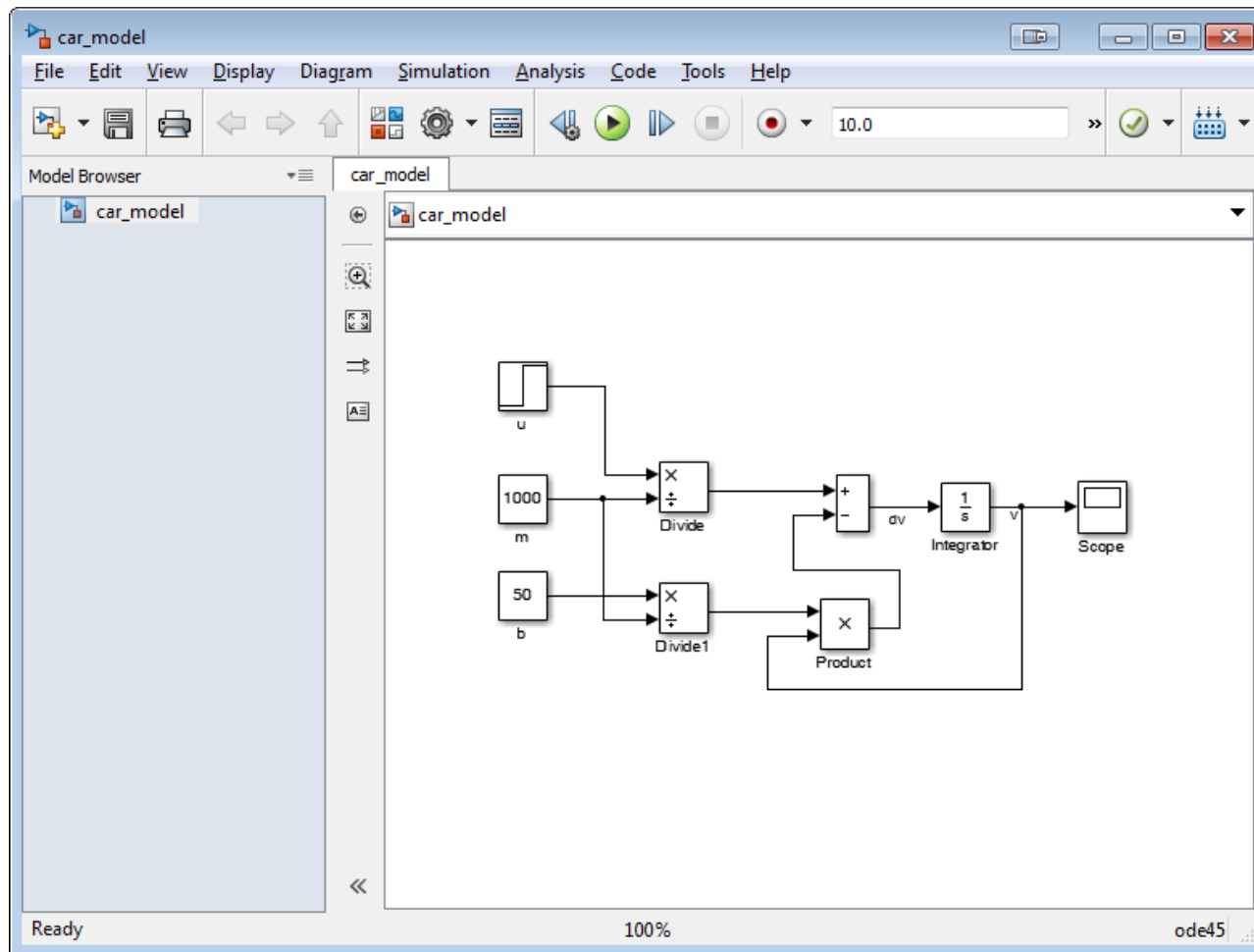
Simulink: näide (püsikiiruse hoidja)



$$m\dot{v} + bv = u$$



Simulink: näide (jätkub)



Simulink: näide (jätkub)

Plokide nimed ja difvõrrandi lahend

