

Cvičení 1

Modelování systémů a procesů

Mgr. Lucie Kárná, PhD

karna@fd.cvut.cz

March 2, 2018

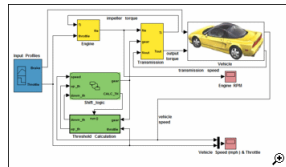
1 Organizace cvičení

2 Matlab

- Začínáme
- Základní operace
- Základní funkce

3 Simulink

- Princip práce v Simulinku
- Jednoduché modely v Simulinku
- Souhrn



webová stránka předmětu

<http://zolotarev.fd.cvut.cz/msp/>

Zápočet

nejméně 25 bodů ze 40 možných

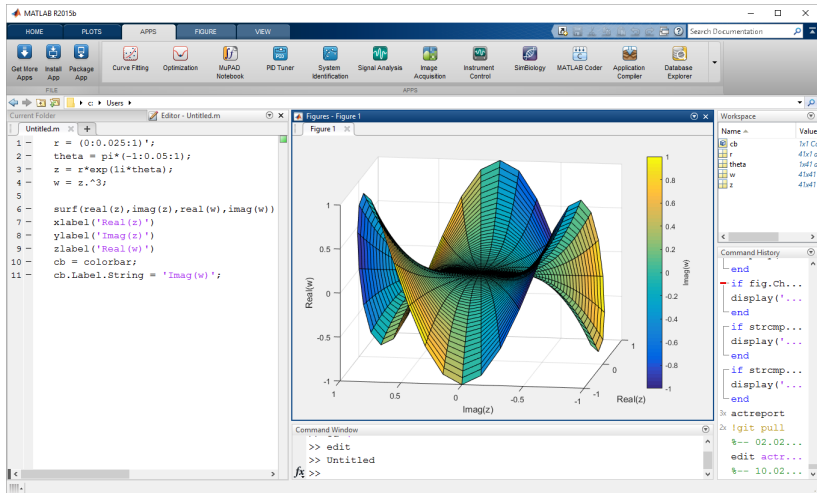
- 4 body za tři automatické domácí úkoly
- 10 bodů za 3 testy domácí přípravy
- 12 bodů za dva praktické testy (Matlab, Simulink)
- 14 bodů za závěrečný početní test (minimálně 7)

plus možné body za bonusové úlohy a aktivitu na cvičeních

25 bodů ⇒ zkouška za **E**

30 bodů ⇒ zkouška za **D**

35 bodů ⇒ možnost domácího zadání místo zkoušky



Matlab

instalace Matlabu

stáhnout z <https://download.cvut.cz/>
pouze z IP adres domény ČVUT

Matlab mluví anglicky

- přepnout klávesnici na ENG/US
- desetinná *tečka*
- **nepoužívat** háčky, čárky, mezery, speciální znaky atd.
v názvech proměnných ani souborů

Pohodlí při práci

UNIX-like prostředí

- rozlišujeme malá a VELKÁ písmena
- doplnění slova: tabulátor
- zkopírování minulého příkazu: šipka nahoru
- ukončení probíhajícího výpočtu: `^C`

Pohodlí při práci

UNIX-like prostředí

- rozlišujeme malá a VELKÁ písmena
- doplnění slova: tabulátor
- zkopírování minulého příkazu: šipka nahoru
- ukončení probíhajícího výpočtu: $\wedge C$

- okno Workspace - přehled proměnných
- nastavit pracovní adresář
- **červená odpověď** = chyba

Základní operace

Matlab jako kalkulačka

```
» 1320 / 63
```

```
% za znakem '%' je komentář
```


Základní operace

Matlab jako kalkulačka

```
» 1320 / 63                                % za znakem '%' je komentář  
ans = 20.9524                              % proměnná 'ans' = odpověď  
» p = ans - 20                             % proměnnou 'ans' lze dále využívat
```

Základní operace

Matlab jako kalkulačka

```
» 1320 / 63                                % za znakem '%' je komentář  
ans = 20.9524                               % proměnná 'ans' = odpověď  
» p = ans - 20                             % proměnnou 'ans' lze dále využívat  
» a = 1 + 1;                               % potlačení výstupu na obrazovku
```

Základní operace

Matlab jako kalkulačka

```
» 1320 / 63                                % za znakem '%' je komentář
ans = 20.9524                               % proměnná 'ans' = odpověď
» p = ans - 20                             % proměnnou 'ans' lze dále využívat
» a = 1 + 1;                               % potlačení výstupu na obrazovku
» a = a + 1
» a = 3
```

Vektory 1

Zadávání vektorů

```
» u = [1 2 3 4 5]                                % vycet prvku
```

Vektory 1

Zadávání vektorů

```
» u = [1 2 3 4 5]
```

```
» x = 1:5
```

```
% vycet prvku
```

```
% notace s dvojteckou
```

Vektory 1

Zadávání vektorů

```
» u = [1 2 3 4 5]                                % vycet prvku  
» x = 1:5                                         % notace s dvojteckou  
» y = 0:pi/4:pi
```

Vektory 1

Zadávání vektorů

```
» u = [1 2 3 4 5]                                % vycet prvku  
» x = 1:5                                         % notace s dvojteckou  
» y = 0:pi/4:pi
```

Čtení a zapisování prvků vektoru

```
» u = [1 3 5 7];
```

Vektory 1

Zadávání vektorů

```
» u = [1 2 3 4 5] % vycet prvku  
» x = 1:5 % notace s dvojtečkou  
» y = 0:pi/4:pi
```

Čtení a zapisování prvků vektoru

```
» u = [1 3 5 7];  
» x = u(2)
```


Vektory 1

Zadávání vektorů

```
» u = [1 2 3 4 5] % vycet prvku  
» x = 1:5 % notace s dvojtečkou  
» y = 0:pi/4:pi
```

Čtení a zapisování prvků vektoru

```
» u = [1 3 5 7];  
» x = u(2)  
» u(4) = 9;
```

Vektory 2

Řádkový a sloupcový vektor

```
» x = [0.0:0.1:0.5]'           % apostrof = transpozice
```

Vektory 2

Řádkový a sloupcový vektor

```
» x = [0.0:0.1:0.5]';           % apostrof = transpozice  
» y = exp(-x).*cos(x);        % člen po členu - s tečkou
```

Vektory 2

Řádkový a sloupcový vektor

```
» x = [0.0:0.1:0.5]'           % apostrof = transpozice  
» y = exp(-x).*cos(x);       % člen po členu - s tečkou  
» [x y]                       % matice (= tabulka)
```

Vektory 2

Řádkový a sloupcový vektor

```
» x = [0.0:0.1:0.5]'           % apostrof = transpozice
» y = exp(-x).*cos(x);        % člen po členu - s tečkou
» [x y]                        % matice (= tabulka)
```

Skalární součin

```
» u = [2 -3 1];
» v = [-3 1 2];
» u*v      % chyba - matice 1x3 krat 1x3 nelze nasobit
```

Vektory 2

Řádkový a sloupcový vektor

```
» x = [0.0:0.1:0.5]'           % apostrof = transpozice
» y = exp(-x).*cos(x);        % člen po členu - s tečkou
» [x y]                        % matice (= tabulka)
```

Skalární součin

```
» u = [2 -3 1];
» v = [-3 1 2];
» u*v           % chyba - matice 1x3 krat 1x3 nelze nasobit
» w = x*v'      % skalární součin - 1x3 krat 3x1
```

Matice

- indexování řádků a sloupců od jedničky

Matice

- indexování řádků a sloupců od jedničky
- zadávání matice výčtem prvků:
 - » `A = [1 2; 3 4; 5 6]` % řádky odděluje středník

Matice

- indexování řádků a sloupců od jedničky
- zadávání matice výčtem prvků:
 - » `A = [1 2; 3 4; 5 6]` % řádky odděluje středník
 - » `A(2,1)` % prvek $A_{21} = 3$; indexy odděluje čárka!

Matice

- indexování řádků a sloupců od jedničky
- zadávání matice výčtem prvků:
 - » `A = [1 2; 3 4; 5 6]` % řádky odděluje středník
 - » `A(2,1)` % prvek $A_{21} = 3$; indexy odděluje čárka!
 - » `A(:,1)` % první sloupec

Matice

- indexování řádků a sloupců od jedničky
- zadávání matice výčtem prvků:
 - » `A = [1 2; 3 4; 5 6]` % řádky odděluje středník
 - » `A(2,1)` % prvek $A_{21} = 3$; indexy odděluje čárka!
 - » `A(:,1)` % první sloupec
 - » `A(2,:) = []` % vymaže 2. řádek

Matice

- indexování řádků a sloupců od jedničky
- zadávání matice výčtem prvků:
 - » `A = [1 2; 3 4; 5 6]` % řádky odděluje středník
 - » `A(2,1)` % prvek $A_{21} = 3$; indexy odděluje čárka!
 - » `A(:,1)` % první sloupec
 - » `A(2,:) = []` % vymaže 2. řádek
- násobení matic:
 - » `A = [1 2; -3 1]`
 - » `B = [3 -1; -2 3]`
 - » `A*B`

Matice

- indexování řádků a sloupců od jedničky
- zadávání matice výčtem prvků:
 - » `A = [1 2; 3 4; 5 6]` % řádky odděluje středník
 - » `A(2,1)` % prvek $A_{21} = 3$; indexy odděluje čárka!
 - » `A(:,1)` % první sloupec
 - » `A(2,:) = []` % vymaže 2. řádek
- násobení matic:
 - » `A = [1 2; -3 1]`
 - » `B = [3 -1; -2 3]`
 - » `A*B`
- násobení po prvcích – tečková konvence:
 - » `A.*B`

Další dovednosti

Domácí úkol

Nastudovat *Jemný úvod do Matlabu a Simulinku*

na stránkách předmětu, sekce *Cvičení*, materiály pro 1. cvičení

Základní funkce

Obecné funkce

- `help` on-line nápověda
- `who` seznam proměnných
- `clear` zruší všechny proměnné
- `clc` vymaže obrazovku

Matematické funkce

- `exp` exponenciální funkce – e^x
- `x^a` obecná mocnina – x^a
- `sqrt` druhá odmocnina (**square root**) – \sqrt{x}

Vektorové funkce

`length` délka vektoru

`roots` výpočet kořenů polynomu

Vektorové funkce

`length` délka vektoru

`roots` výpočet kořenů polynomu

Příklad – kořeny polynomu

- Zadání: najděte kořeny polynomu $p(x) = 3x^3 + 2x + 1$

Vektorové funkce

`length` délka vektoru

`roots` výpočet kořenů polynomu

Příklad – kořeny polynomu

- Zadání: najděte kořeny polynomu $p(x) = 3x^3 + 2x + 1$
- Řešení:

```
» p = [1, 2, 0, 3] % vektor = koeficienty polynomu
```

Vektorové funkce

`length` délka vektoru

`roots` výpočet kořenů polynomu

Příklad – kořeny polynomu

■ Zadání: najděte kořeny polynomu $p(x) = 3x^3 + 2x + 1$

■ Řešení:

```
» p = [1, 2, 0, 3] % vektor = koeficienty polynomu  
» roots(p) % vrátí kořeny
```

Maticové funkce

`size` dimenze matice

`zeros(m,n)` nulová matice (m,n)

`ones(m,n)` matice (m,n) jedniček

Maticové funkce

`size` dimenze matice

`zeros(m,n)` nulová matice (m,n)

`ones(m,n)` matice (m,n) jedniček

`eye(m)` jednotková matice (m,m)

`rand(m,n)` matice (m,n) náhodných čísel

Maticové funkce

`size` dimenze matice

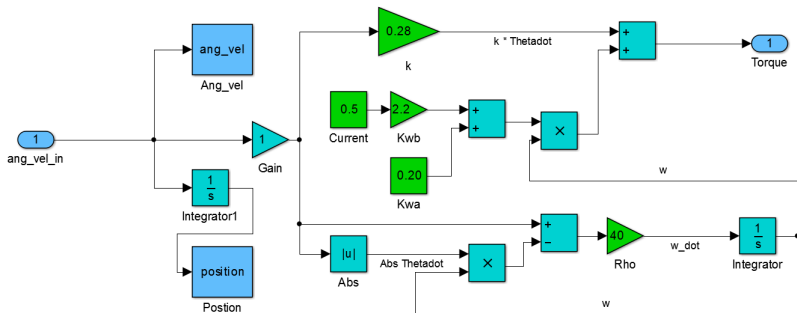
`zeros(m,n)` nulová matice (m,n)

`ones(m,n)` matice (m,n) jedniček

`eye(m)` jednotková matice (m,m)

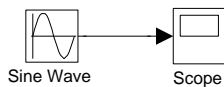
`rand(m,n)` matice (m,n) náhodných čísel

`eig` výpočet vlastních čísel matie



Příklad: zobrazení sinusové vlny

Model

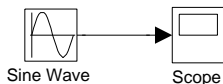


Použité bloky

- Sources → Sine Wave
- Sinks → Scope

Příklad: zobrazení sinusové vlny

Model



Použité bloky

- Sources → Sine Wave
- Sinks → Scope

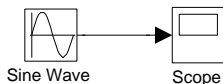
Blok Sine Wave

parametry:

- frekvence
- fáze
- amplituda

Příklad: zobrazení sinusové vlny

Model



Použité bloky

- Sources → Sine Wave
- Sinks → Scope

Blok Sine Wave

parametry:

- frekvence
- fáze
- amplituda

Parametry simulace

- Start Time
- Stop Time
- Solver Type (Variable/Fixed Step)
- Step Time (auto/hodnota)

Kružnice

Rovnice

$$x = r \sin t,$$

$$y = r \cos t.$$

$$t \in \langle 0, 2\pi \rangle$$

$$r > 0 \text{ const.}$$

Kružnice

Rovnice

$$x = r \sin t,$$

$$y = r \cos t.$$

$$t \in \langle 0, 2\pi \rangle$$

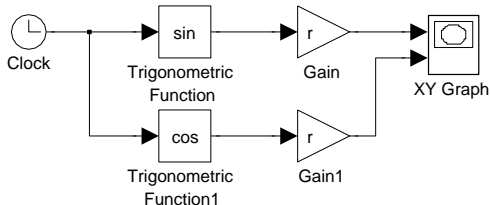
$$r > 0 \text{ const.}$$

Sources → Clock



parametry:
nenastavujeme

Model



Sinks → XY Graph

parametry:

- Xmin, Xmax: rozsah na ose X
- Ymin, Ymax: rozsah na ose Y

Kružnice

Blok Math Operations → Gain



- parametry: hodnota činitele
- zde hodnotu r určíme v Matlabu:
 - » `r=0.6`

Blok Math Operations → Trigonometric Function

- sinus, cosinus, tangens, ...
- hyperbolický sinus, cosinus, ...
- ...

Archimédova spirála

Rovnice

$$x = t \sin t,$$

$$y = t \cos t.$$

$$t \in \langle 0, \infty \rangle.$$



Archimédova spirála

Rovnice

$$x = t \sin t,$$

$$y = t \cos t.$$

$$t \in \langle 0, \infty \rangle.$$

Blok Math Operations → Product

parametry: počet vstupů



Archimédova spirála

Rovnice

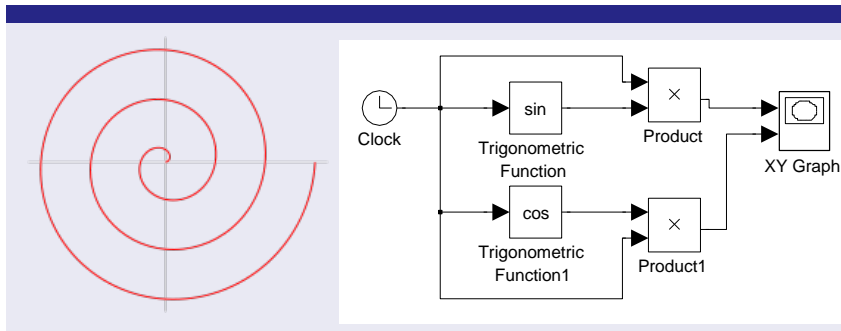
$$x = t \sin t,$$

$$y = t \cos t.$$

$$t \in \langle 0, \infty \rangle.$$

Blok Math Operations → Product

parametry: počet vstupů



Logaritmická spirála

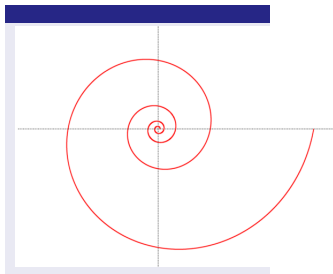
Rovnice

$$x = e^{-kt} \sin t,$$

$$y = e^{-kt} \cos t.$$

$$t \in \langle 0, \infty \rangle,$$

$$k > 0 \text{ const.}$$



Logaritmická spirála

Rovnice

$$x = e^{-kt} \sin t,$$

$$y = e^{-kt} \cos t.$$

$$t \in \langle 0, \infty \rangle,$$

$$k > 0 \text{ const.}$$

Blok Math Operations → Math Function

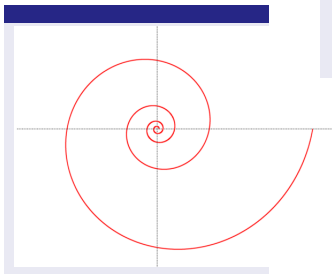
`exp` exponenciální funkce e^u

`log` přirozený logaritmus $\ln u$

`reciprocal` převrácená hodnota $1/u$

`pow` obecná mocina u^v

...



Logaritmická spirála

Rovnice

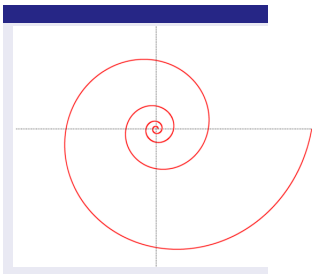
$$x = e^{-kt} \sin t,$$
$$y = e^{-kt} \cos t,$$
$$t \in \langle 0, \infty \rangle,$$
$$k > 0 \text{ const.}$$

Blok Math Operations → Math Function

`exp` exponenciální funkce e^u
`log` přirozený logaritmus $\ln u$
`reciprocal` převrácená hodnota $1/u$
`pow` obecná mocina u^v
...

Nastavení

- v Matlabu položíme » $k=0.05$
- konfigurace simulace: pevný krok 0.01.



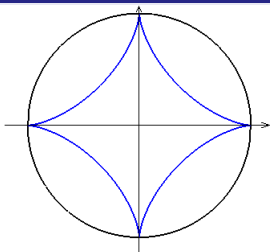
Asteroida

Rovnice

$$x = \sin^3 t,$$

$$y = \cos^3 t.$$

$$t \in \langle 0, 2\pi \rangle.$$



Asteroida

Rovnice

$$x = \sin^3 t,$$

$$y = \cos^3 t.$$

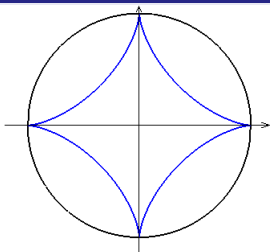
$$t \in \langle 0, 2\pi \rangle.$$

Blok

Math Operations

→ Math Function

`pow` obecná mocina u^v



Asteroida

Rovnice

$$x = \sin^3 t,$$

$$y = \cos^3 t.$$

$$t \in \langle 0, 2\pi \rangle.$$

Blok

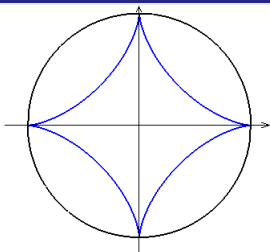
Math Operations

→ Math Function

`pow` obecná mocina u^v

Blok Sources → Constant

- nastavíme 3



Nově probrané Simulinkové bloky

Sources

- Sine Wave
- Clock
- Constant

Sinks

- Scope
- XY Graph

Math Operations

- Trigonometric Function
- Gain
- Product
- Math Function

Signal Routing

- Mux

THE END

