

Cvičení 5 – Simulink

Modelování systémů a procesů

Lucie Kárná

karna@fd.cvut.cz

March 26, 2018

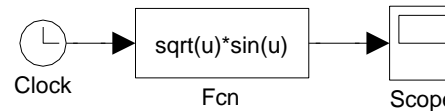
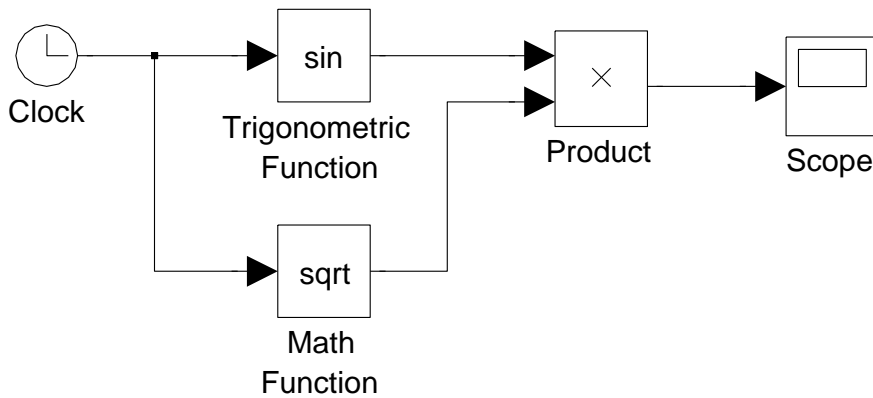
- 1 **Jednoduché modely**
 - Archimédova spirála
 - Logaritmická spirála
 - Asteroida
 - Cykloida
- 2 **Modelování diferenciálních rovnic**
 - Blok Integrator
 - Příklady
- 3 **Model ovce a vlci**

Jednoduchý příklad

Namodelujte výstup systému, popsany rovnicí $y(t) = \frac{1}{2} \sqrt{t} \sin(t)$.

Alternativa

Blok User-defined Functions → Fcn



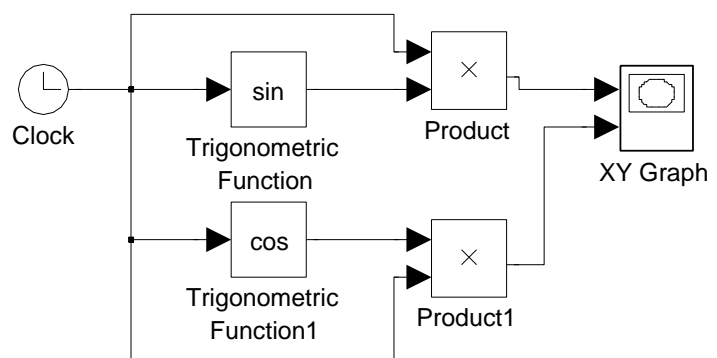
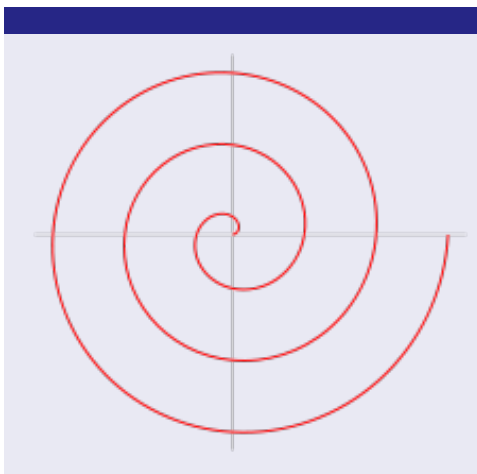
Archimédova spirála

Rovnice

$$x = t \sin t,$$
$$y = t \cos t.$$
$$t \in \langle 0, \infty \rangle.$$

Nový blok

Math Operations → Product



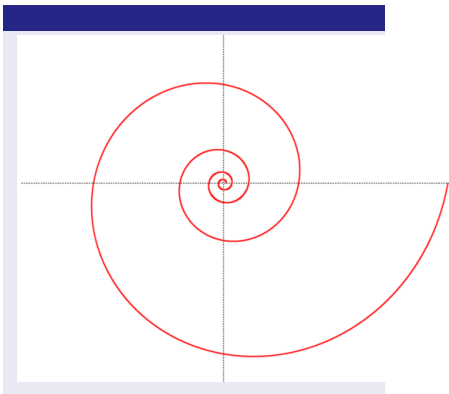
Logaritmická spirála

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.

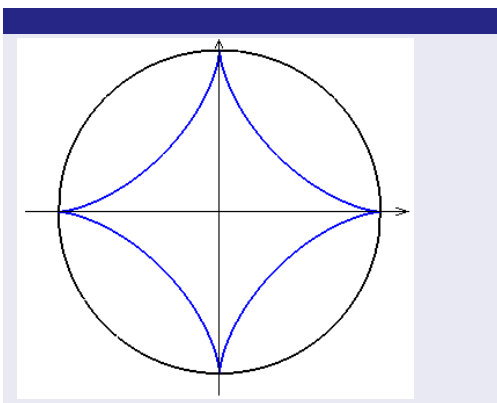
Asteroida

Rovnice

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

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

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



Blok

Math Operations
 → Math Function

`pow` obecná mocina u^v

Blok Sources → Constant

- nastavíme 3

Cykloida

Rovnice

$$x = at - d \cdot \sin t,$$

$$y = a - d \cdot \cos t.$$

Nastavení

- v Matlabu položíme » $a = 1$ a » $d = 1.2$
- konfigurace simulace: pevný krok 0.1
- doba trvání simulace ≥ 10

Blok Integrator

Blok Continuous → Integrator

- integruje vstup
- **počáteční podmínky** v parametrech bloku

Blok Sources → Step

- = *posunutý* jednotkový skok
- implicitně skočí do jedné až v $t = 1$, tj. modeluje $1(t - 1)$
- nulu nastavit v parametrech bloku

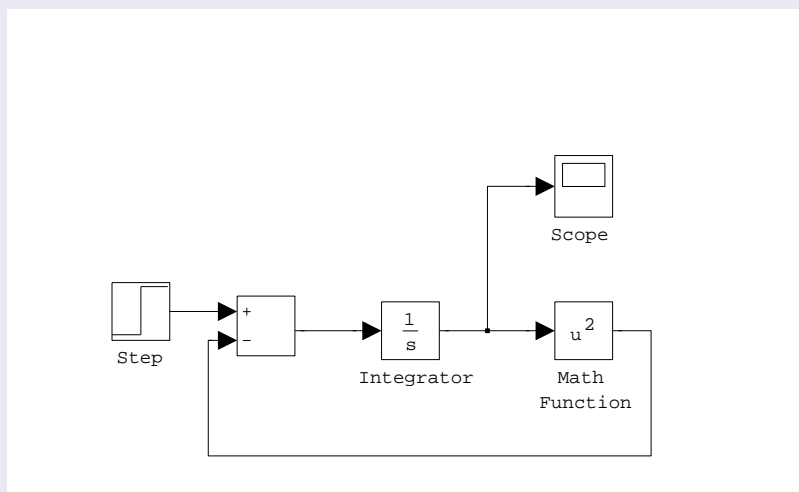
Příklad 1

Vytvořte simulinkový model diferenciální rovnice prvního řádu

$$y'(t) + 2y^2(t) = \mathbf{1}(t)$$

s nulovými počátečními podmínkami $y(0) = -\frac{1}{2}$.

Řešení



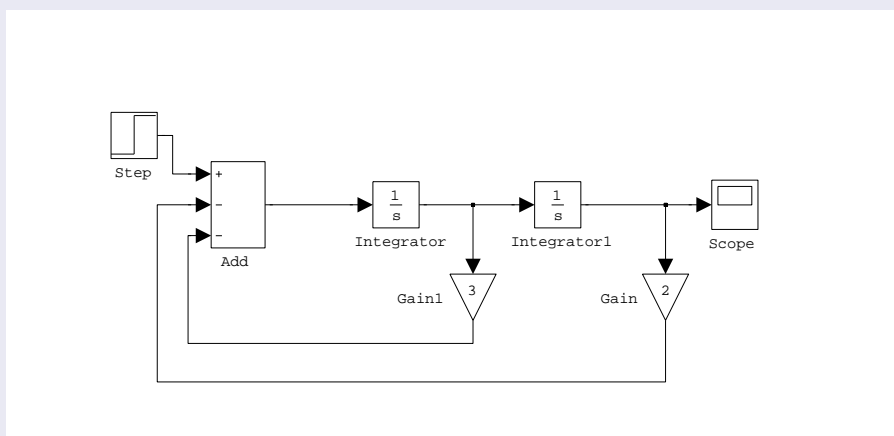
Příklad 2

Vytvořte simulinkový model diferenciální rovnice druhého řádu

$$y''(t) + 3y'(t) + 2y(t) = \mathbf{1}(t - 2)$$

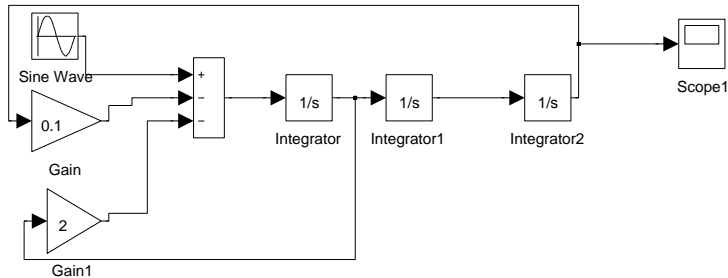
s nulovými počátečními podmínkami.

Řešení



Příklad 3

Jakou rovnicí modeluje následující simulinkové schéma?



Řešení

Diferenciální rovnici třetího řádu

$$y'''(t) + 2y''(t) + 0.1y(t) = \sin(t)$$

(nebo $\sin 2t$, $\cos(t/3 + 1)$, ...)

Lotka-Volterra predator-prey model

Nelineární dynamický stavový model *vlci a ovce*

Stavové proměnné

$x_1(t)$ populace ovcí

$x_2(t)$ populace vlků

Stavové rovnice

$$\frac{d}{dt}x_1(t) = a \cdot x_1(t) - b \cdot x_1(t)x_2(t),$$

$$\frac{d}{dt}x_2(t) = -c \cdot x_2(t) + d \cdot x_1(t)x_2(t).$$

Parametry

$$a = 0.2$$

$$b = 0.006$$

$$c = 0.4$$

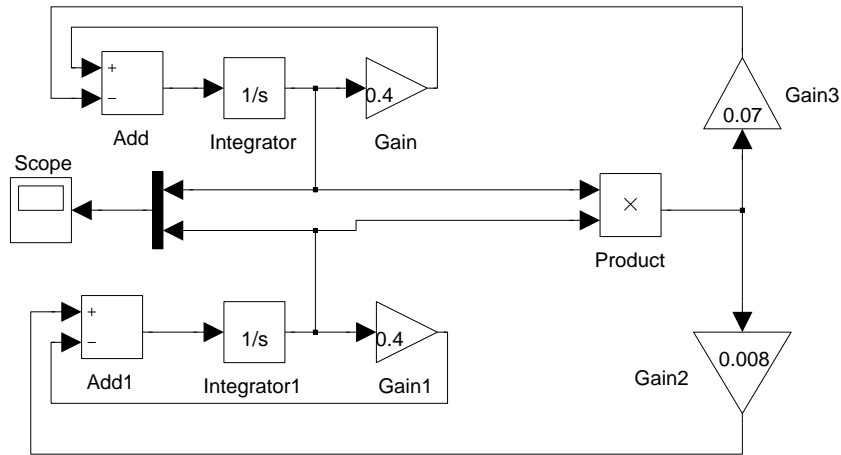
$$d = 0.003$$

$$\text{stop_time} = 100$$

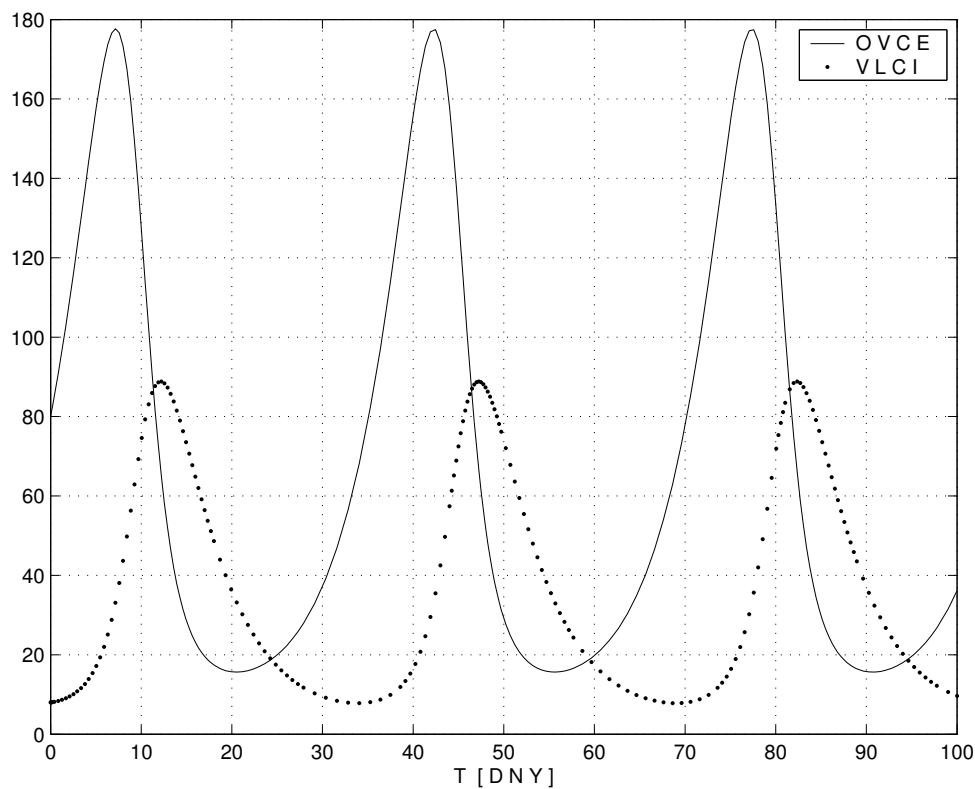
$$x_1(0) = 80$$

$$x_2(0) = 10$$

Schéma modelu vlci - ovce



Vývoj populace ovce-vlci



Vývoj populace rysů a zajíců v Kanadě

