Cvičení 3

Modelování systémů a procesů

Mgr. Lucie Kárná, PhD

karna@fd.cvut.cz

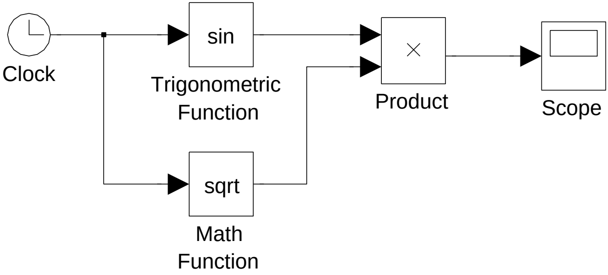
March 28, 2017

Jednoduchý příklad

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

Jednoduchý příklad

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

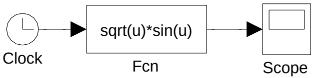


Jednoduchý příklad

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

Alternativa

Blok `User-defined Functions` $\rightarrow$ `Fcn`



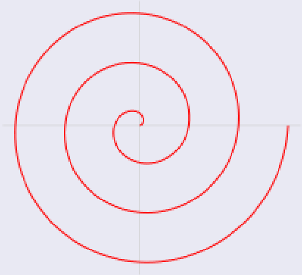
Archimédova spirála

Rovnice

$x = t \sin t,$

$y = t \cos t.$

$t \in < 0, \infty >.$



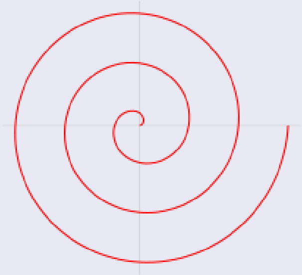
Archimédova spirála

Rovnice

$$x = t \sin t,$$
$$y = t \cos t.$$
$$t \in < 0, \infty >.$$

Nový blok

Math Operations $\rightarrow$ Product



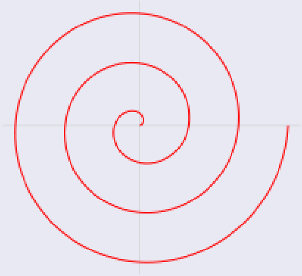
Archimédova spirála

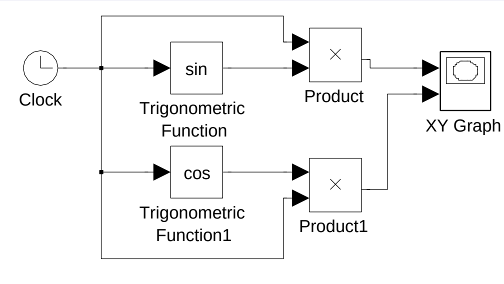
Rovnice

$$x = t \sin t,$$
$$y = t \cos t.$$
$$t \in < 0, \infty >.$$

Nový blok

`Math Operations` $\rightarrow$ `Product`

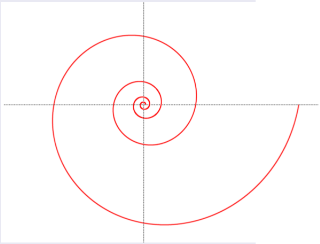




Logaritmická spirála

Rovnice

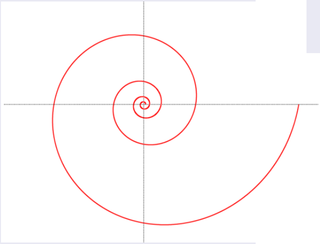
$$x = e^{-kt} \sin t,$$
$$y = e^{-kt} \cos t.$$
$$t \in < 0, \infty >,$$
$$k > 0 \text{ const.}$$



Logaritmická spirála

Rovnice

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



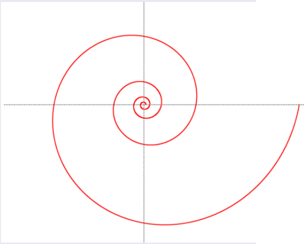
Blok Math Operations → Math Function

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

Logaritmická spirála

Rovnice

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



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.

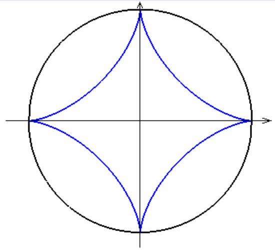
Asteroida

Rovnice

$x = \sin^3 t,$

$y = \cos^3 t.$

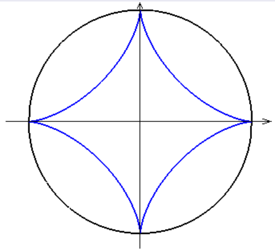
$t \in < 0, 2\pi >.$



Asteroida

Rovnice

$x = \sin^3 t,$
$y = \cos^3 t.$
$t \in < 0, 2\pi >.$



Blok

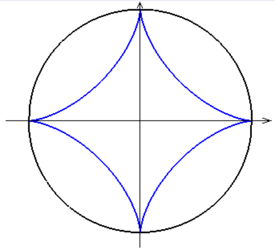
`Math Operations` $\longrightarrow$ `Math Function`

`pow` obecná mocina u^v

Asteroida

Rovnice

$x = \sin^3 t,$
$y = \cos^3 t.$
$t \in < 0, 2\pi >.$



Blok
`Math Operations` → `Math Function`

`pow` obecná mocina u^v

Blok `Sources` → `Constant`

- nastavíme 3

Cykloida

Rovnice

$$x = at - d \cdot \sin t,$$
$$y = a - d \cdot \cos t.$$

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.

Blok Integrator

Blok Continuous → Integrator

- integruje vstup
- počáteční podmínky v parametrech bloku

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 $\mathbf{1}(t-1)$
- nulu nastavit v parametrech bloku

Příklad 1

Vytvořte simulinkový model diferenciální rovnice druhého řádu

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

s nulovými počátečními podmínkami.

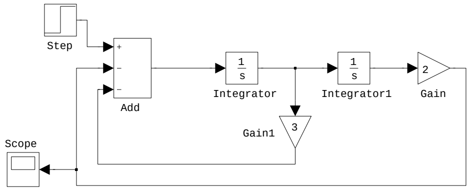
Příklad 1

Vytvořte simulinkový model diferenciální rovnice druhého řádu

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

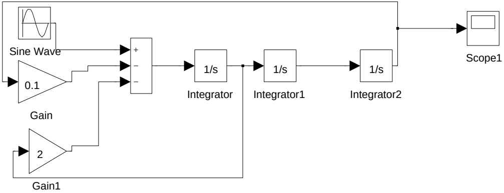
s nulovými počátečními podmínkami.

Řešení



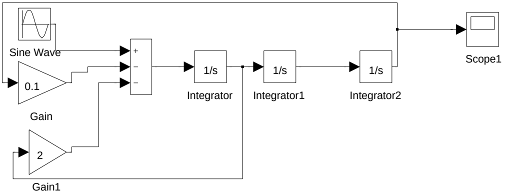
Příklad 2

Jakou rovnici modeluje následující simulinkové schéma?



Příklad 2

Jakou rovnici modeluje následující simulinkové schéma?



Řešení

Diferenciální rovnici třetího řádu

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

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

Lotka-Volterra predator-prey model

Nelineární dynamický stavový model *vlci a ovce*

Stavové proměnné

$x_1(t)$ populace ovcí
$x_2(t)$ populace vlků

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

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}x_1(t) = a \cdot x_1(t) - b \cdot x_1(t)x_2(t),$$
$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}x_2(t) = -c \cdot x_2(t) + d \cdot x_1(t)x_2(t).$$

Lotka-Volterra predator-prey model

Nelineární dynamický stavový model *vlci a ovce*

Stavové proměnné

$x_1(t)$ populace ovcí
$x_2(t)$ populace vlků

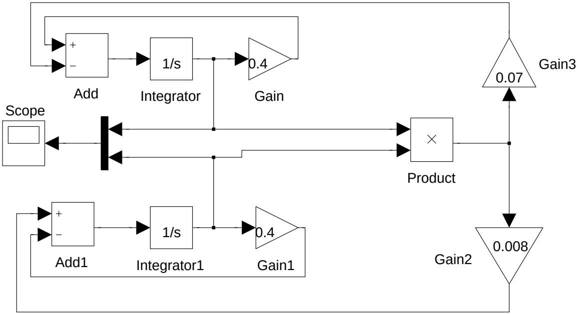
Stavové rovnice

$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}x_1(t) = a \cdot x_1(t) - b \cdot x_1(t)x_2(t),$$
$$\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}x_2(t) = -c \cdot x_2(t) + d \cdot x_1(t)x_2(t).$$

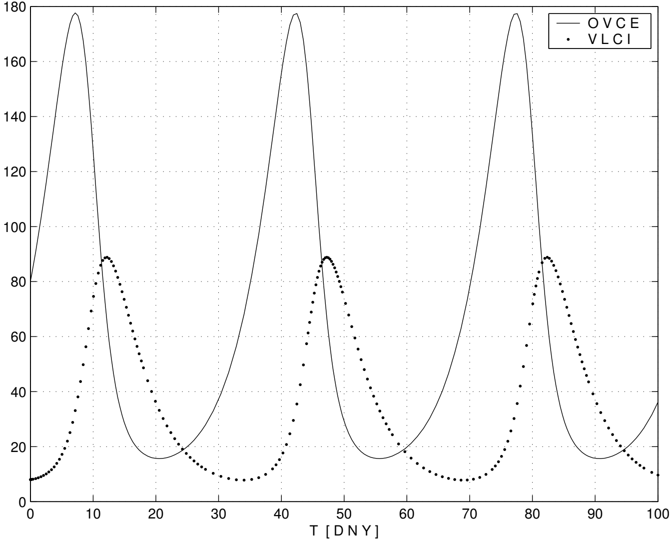
Parametry

$a = 0.2$
$b = 0.006$
$c = 0.4$
$d = 0.003$
$\texttt{stop\_time} = 100$
$x_1(0) = 80$
$x_2(0) = 10$

Schéma modelu vlci - ovce



Vývoj populace ovce-vlci



Vývoj populace rysů a zajíců v Kanadě