

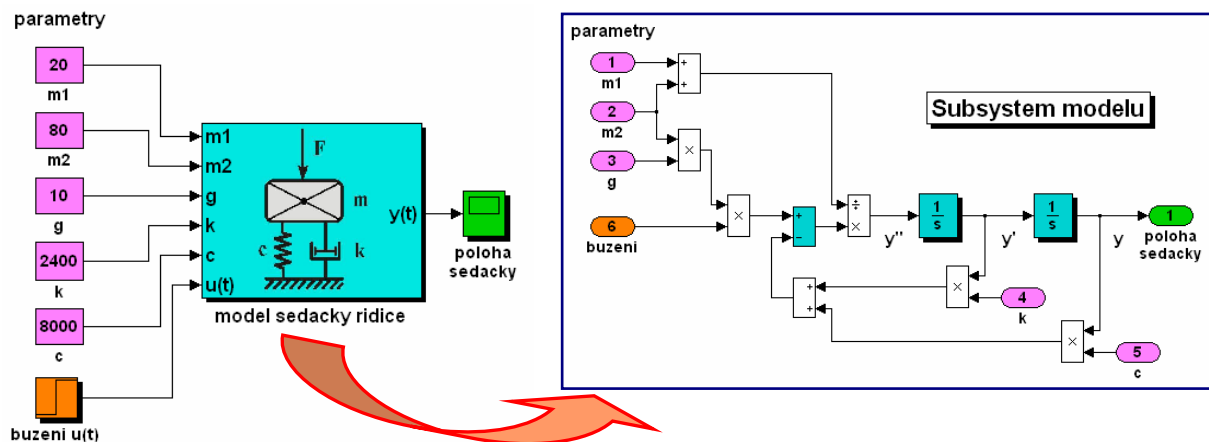
DYNAMIKA PRACOVNÍ SEDAČKY ŘIDIČE

ČTENÍ PODRUHÉ

(LEVEL 2 – něco málo o matematickém popisu, tvorbě simulačního modelu a práci s ním.)

GRATULUJI ! Pokud jste se rozhodli pro čtení této části proto, abyste se dostali trochu více na kloub věci, jste zvědaví a na dobré cestě rozvíjet svůj talent :o) .

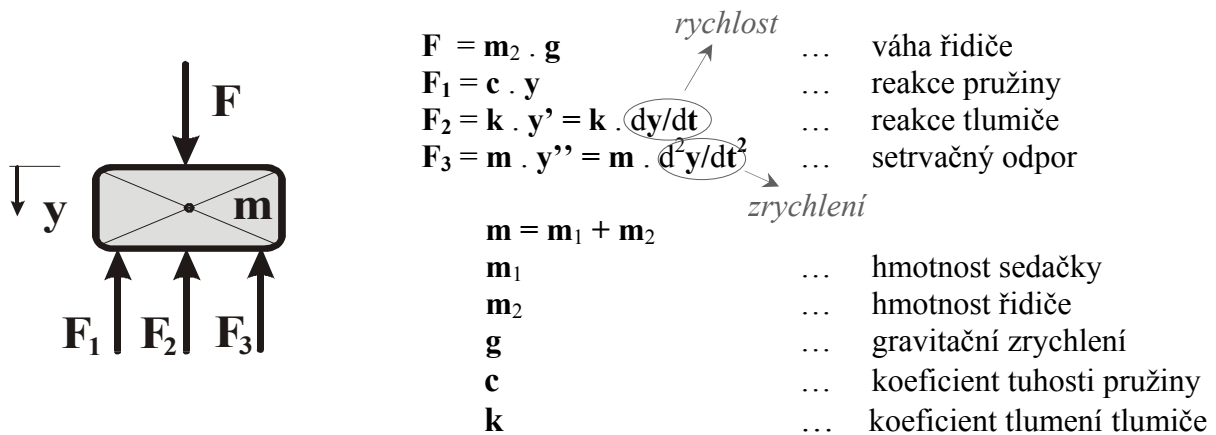
V příloze tohoto textu naleznete soubor „ Model_sedacky_1a.mdl “. Otevřete ho z prostředí Simulinku a klikněte 2x na modrý obdélník symbolizující model pracovní sedačky řidiče, otevře se vám struktura subsystému vlastního simulačního modelu.



Soubor „ Model_sedacky_1a.mdl “ viz příloha textu

Tato struktura může být (ale také nemusí) uživateli, kterého nezajímají podrobnosti modelu skrytá. Realizuje v grafickém prostředí jednu z možností simulačního modelu reálného systému, jehož pohyb je popsán diferenciální rovnicí.

Zabývejme se nejprve **diferenciálním popisem** dynamického systému, rozuměj onou diferenciální rovnicí (= matematickým modelem), která popisuje chování reálného fyzikálního systému. Získáme ji jednoduchou aplikací d'Alembertova principu vyrovnaní sil působících na hmotu m . (Předpokládáme v pracovním rozsahu lineární chování tlumiče i pružiny.)



V tomto případě se jedná o rovnováhu čtyř sil, pro všechny uvažujeme společné působíště v těžišti tělesa.

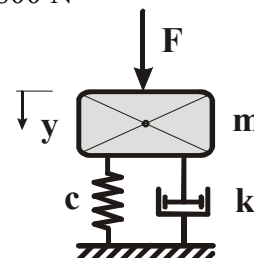
$$F_3 + F_2 + F_1 = F$$

Pro konkrétní hodnoty :

$$\underline{m \cdot y'' + k \cdot y' + c \cdot y = F}$$

$$\begin{aligned} m_1 &= 20 \text{ kg} & m_2 &= 80 \text{ kg} \\ g &= 10 \text{ m/s}^2 \\ c &= 8 \cdot 10^3 \text{ N/m} \\ k &= 2,4 \cdot 10^3 \text{ Ns/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= m_1 + m_2 = 20 + 80 = 100 \text{ kg} \\ F &= m_2 \cdot g = 80 \cdot 10 = 800 \text{ N} \end{aligned}$$



nabývá diferenciální popis tvaru :



$$100 \cdot y'' + 2400 \cdot y' + 8000 \cdot y = F$$

Poloha sedačky y je vztažena k ustálenému stavu, odpovídajícímu deformaci pružiny vyvolané samotnou její vahou bez vnějšího zatížení. Váhu řidiče lze považovat za vnější sílu F [N] působící na sedačku. Poznamenejme, že kladnou výchylku y simulované reakce je nutné chápat tak, jak je naznačeno na obrázku, tedy prosednutí směrem dolů.

Statická úvaha

(Souvislost mezi buzením F a reakcí y v ustáleném stavu po odeznění přechodového děje.)

Z fyzikální podstaty je zřejmé, že se jedná o **stabilní** systém v tom smyslu, že po dosednutí řidiče na sedačku dojde k přechodovému ději, který se za konečný čas prakticky ustálí. Po dostatečně dlouhé době $t \rightarrow \infty$ proto platí : $F \rightarrow F(\infty) = 800$, $y'' \rightarrow y''(\infty) = 0$, $y' \rightarrow y'(\infty) = 0$, $y \rightarrow y(\infty) \neq 0$. Diferenciální popis tak přechází do tvaru :

$$\begin{aligned} 100 \cdot \underbrace{y''(\infty)}_0 + 2400 \cdot \underbrace{y'(\infty)}_0 + 8000 \cdot y(\infty) &= \underbrace{F(\infty)}_{800} \\ 8000 \cdot y(\infty) &= 800 \\ \underline{y(\infty) = 0,1 \text{ m} = 10 \text{ cm}} \end{aligned}$$

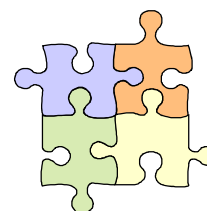


Srovnej s výsledkem simulací v předcházející části i na konci tohoto textu !

Konstrukce simulačního modelu

Vycházíme z dynamického popisu systému

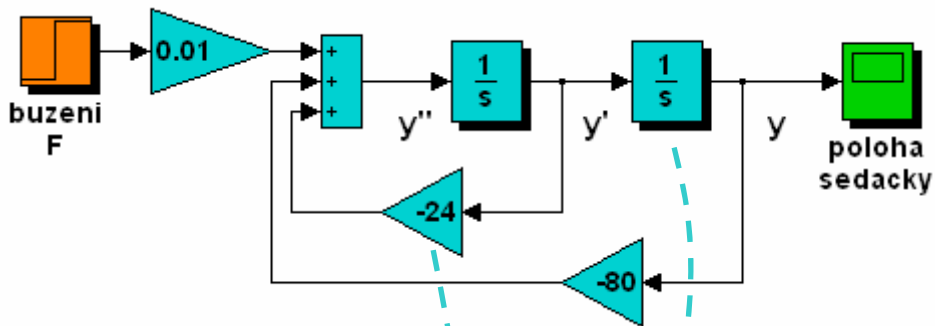
$$100 \cdot y'' + 2400 \cdot y' + 8000 \cdot y = F$$



Nejprve vyjádříme nejvyšší derivaci y'' jako lineární kombinaci derivací nižších a buzení F

$$\underline{y''} = -24 \cdot y' - 80 \cdot y + 0,01 \cdot F$$

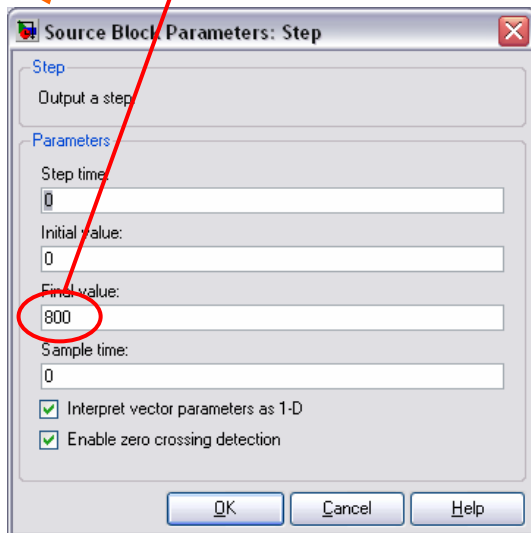
Sériové zapojení dvou integrátorů a jejich propojení nám realizaci této závislosti snadno umožňuje.



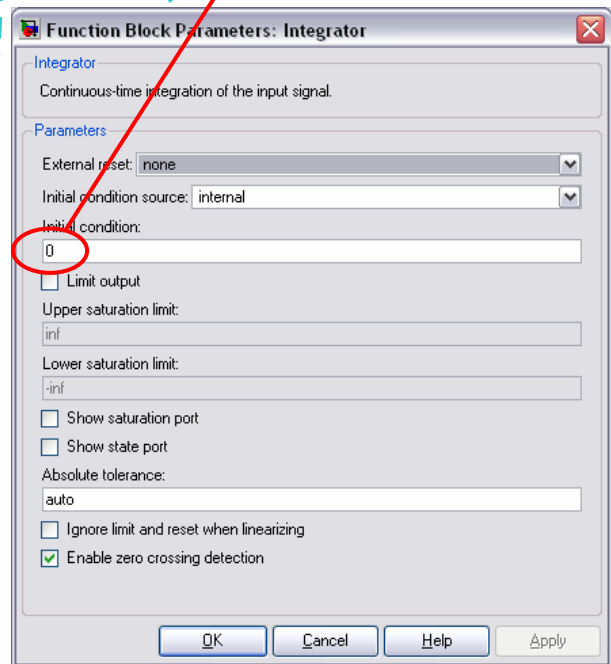
Nastavení parametrů jednotlivých bloků

Kliknutím na symbol příslušného bloku v programovém okně Simulinku se otevře dialogové okno, ve kterém nastavíme příslušné parametry.

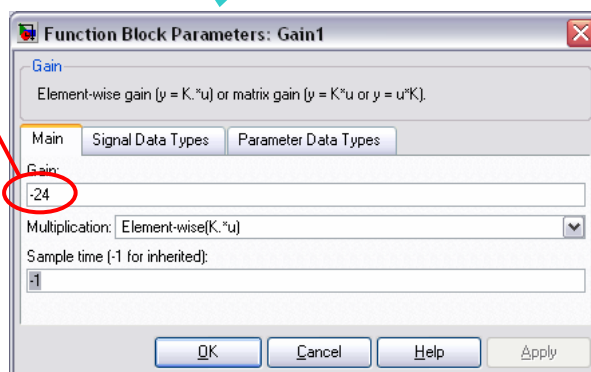
Velikost skoku



Nastavení počátečních podmínek



Zesílení



Nastavení parametrů simulace

V programovém okně Simulinku klikem na položku „Simulation / Configuration Parameters...“ rozbalíme dialogové okno pro nastavení parametrů simulace. Rozumné hodnoty jsou přednastaveny, chceme-li je však změnit, lze to udělat standardním způsobem.

Doba simulace: rychlé nastavení přímo v programovém okně

Doba simulace

Nastavení pevného kroku simulace: používáme, chceme-li zvýšit přesnost simulace, jinak automatické nastavení

Start simulace

Výpočet simulace spustíme klikem na položku „Start“ v nabídce „Simulation“ programového okna nebo přímo na odpovídající ikonku v liště okna.

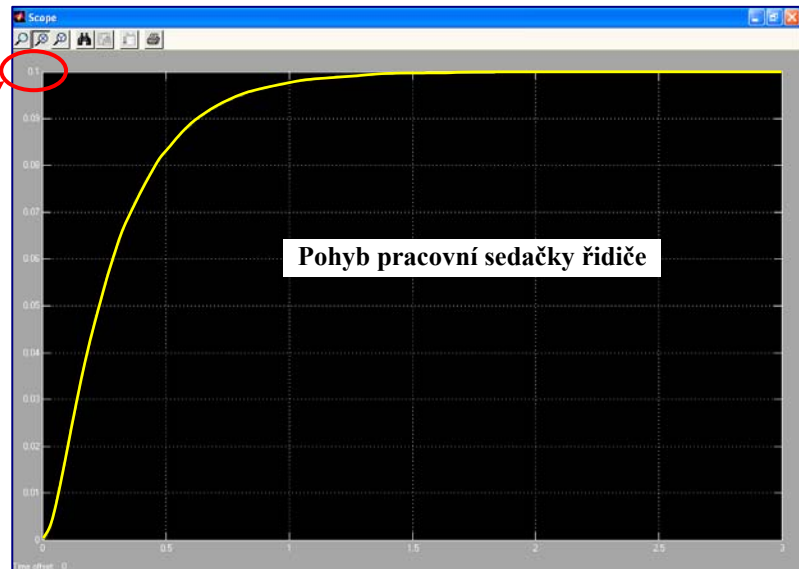
Start

Zobrazení řešení

Po ukončení výpočtu, dvojitým kliknutím na ikonku zobrazovače ve schématu (v našem případě je zelená) otevřeme okno s grafickým záznamem řešení diferenciální rovnice.

Připomeňme, že kladná hodnota reakce modelu odpovídá prosednutí sedačky, tedy pohyb směrem dolů. Povšimněme si také ustálené hodnoty řešení $y(\infty) = 0,1$, která potvrzuje správnost úvahy o statickém chování systému (viz výše).

Pokud by nás zajímala reakce systému vybuzeného jinou než skokovou budicí funkcí, jednoduše nahradíme blok skokové změny (zde je označen oranžovou barvou) jiným blokem z bohaté nabídky Simulinku.



Model sedačky řidiče uvedený v úvodu této kapitoly je jen variantou pro obecné parametry systému (soubor „Model_sedacky_2a.mdl“ viz příloha textu). Vlastní model byl skryt do jediného bloku jako tzv. subsystem. Dosáhneme toho tak, že označíme část simulačního schématu a následně z nabídky „Edit“ vybereme funkci „Create Subsystem“.

