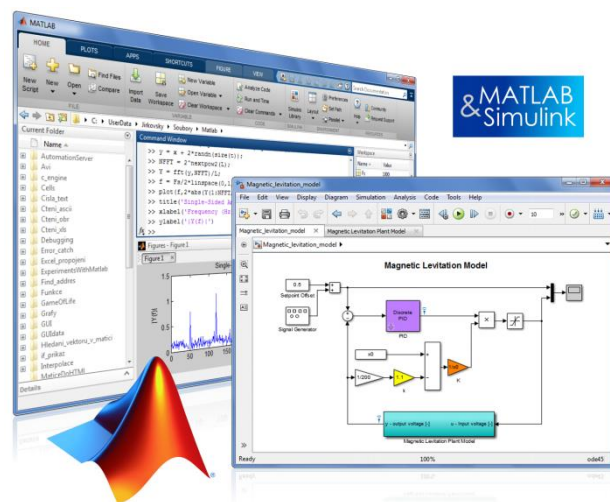


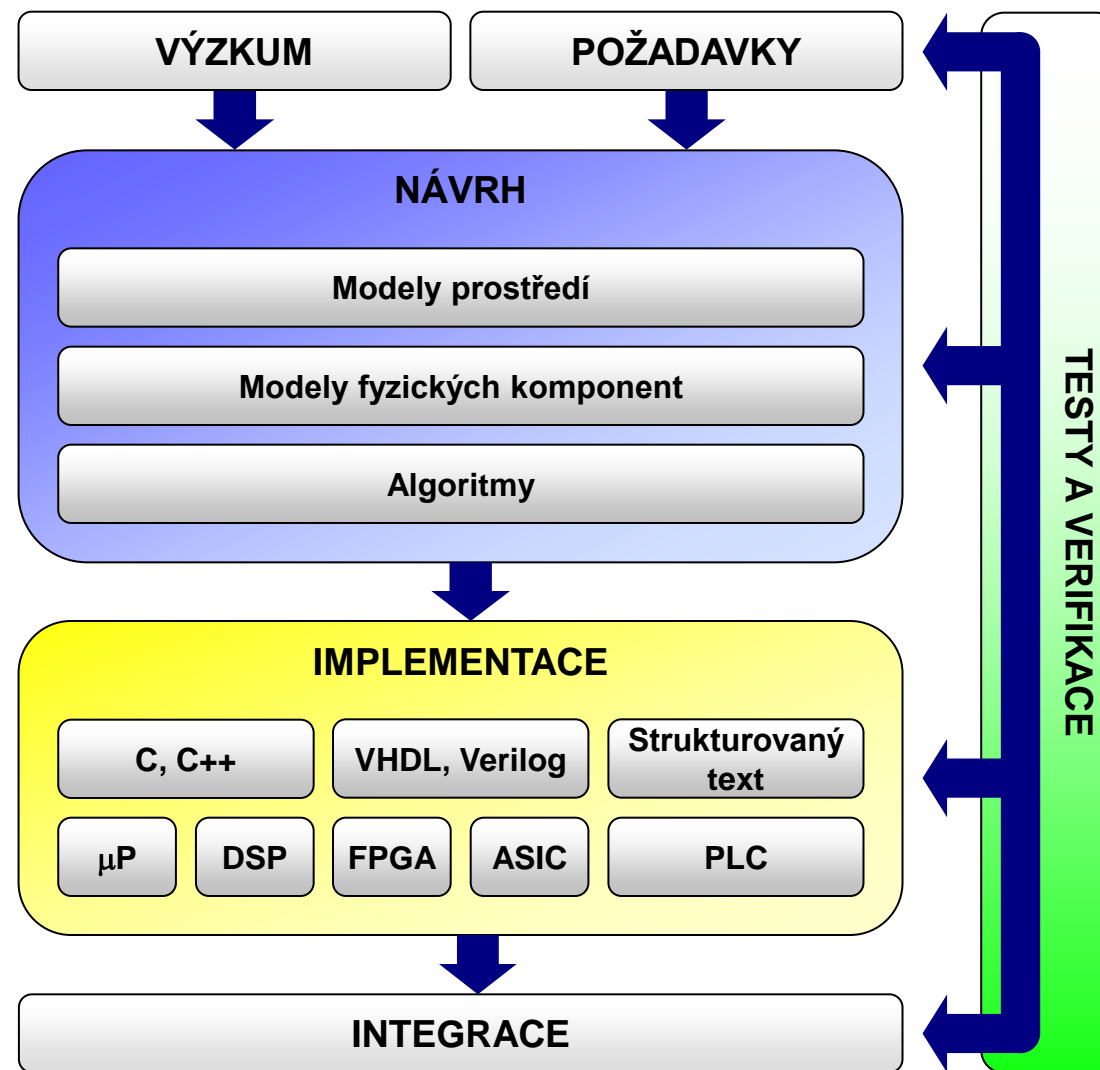
# MATLAB & Simulink

## Model-Based Design v návrhu řídicích systémů



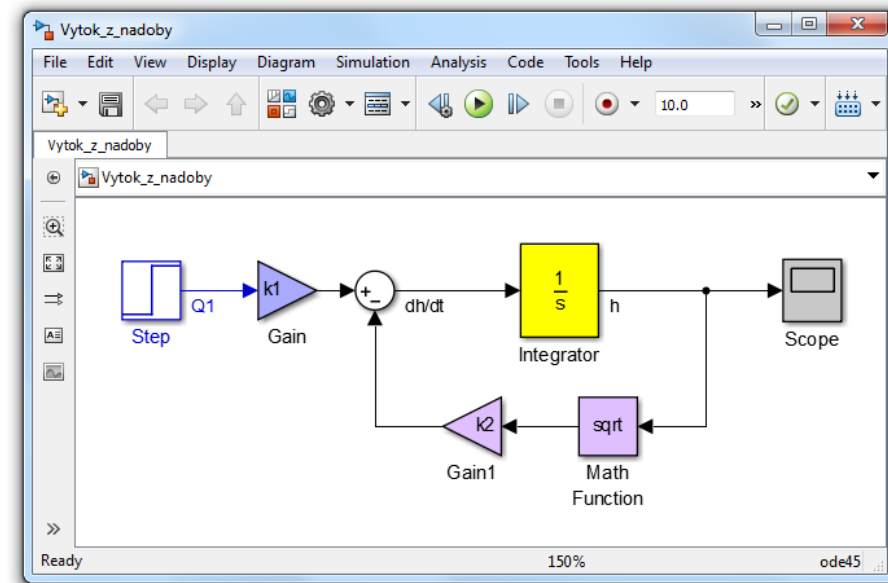
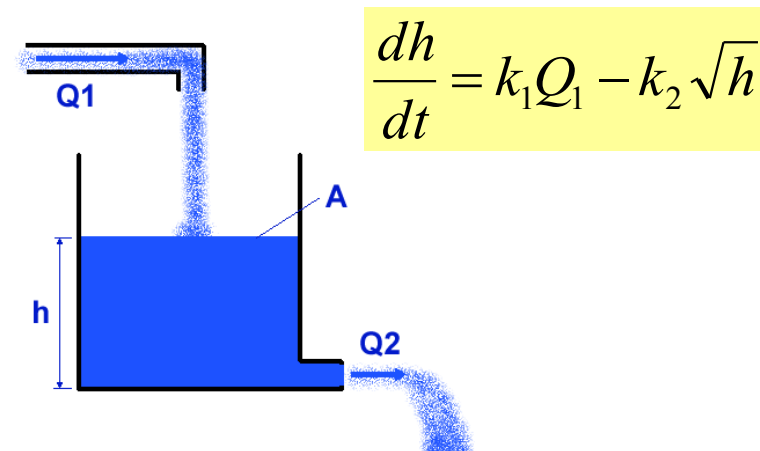
**Jaroslav Jirkovský**  
**jirkovsky@humusoft.cz**

# Vývoj metodou Model-Based Design



# Matematické modelování soustav

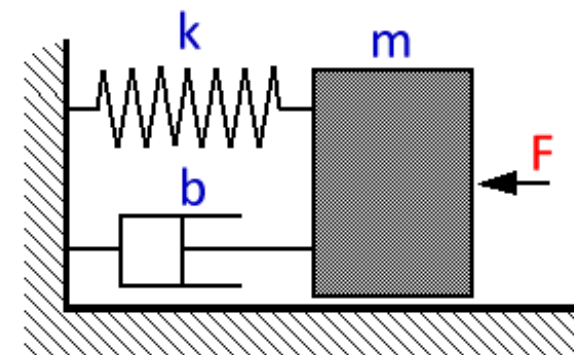
- **Popis diferenciálními rovnicemi**
  - identifikace soustav
- **Modelování v grafickém prostředí**
  - prvky pro spojité i diskrétní systémy
  - matematické operace, nelinearity
  - vstupní signály a grafické výstupy
- **Snadné propojení s algoritmy pro řízení a zpracování signálů**
- **Model-Based Design**
- **Simulink**



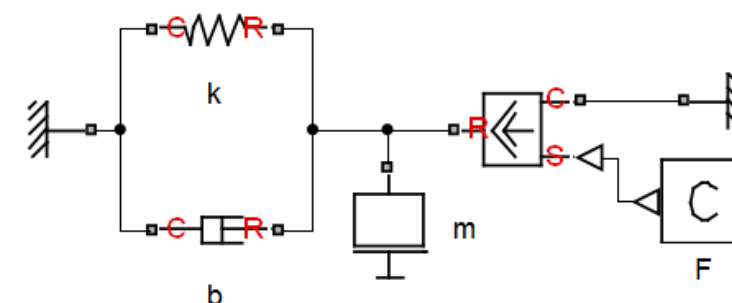
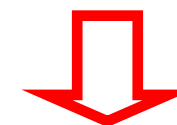
# Fyzikální modelování soustav

- Bloky reprezentující reálné prvky
  - skládání na základě fyzické struktury
  - bez zápisu diferenciálních rovnic

Simscape	základní prvky soustav: <i>mechanických, elektrických, hydraulických, ...</i>
Simscape Fluids	hydraulické soustavy
Simscape Multibody	mechanické soustavy ve 3-D
Simscape Driveline	převodová ústrojí
Simscape Electronics	elektronické obvody a pohony
Simscape Power Systems	třífázové soustavy a pohony

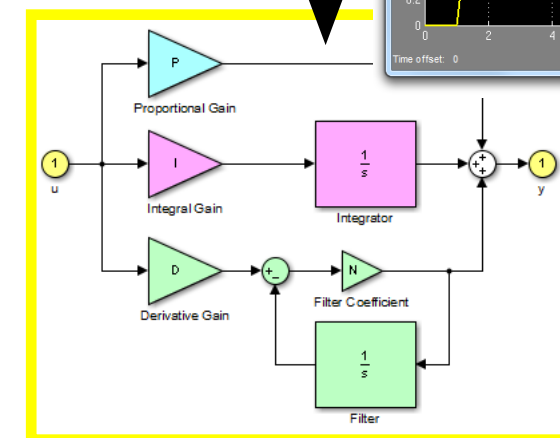
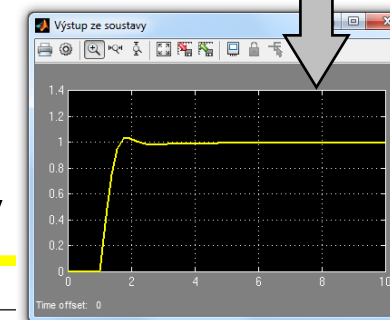
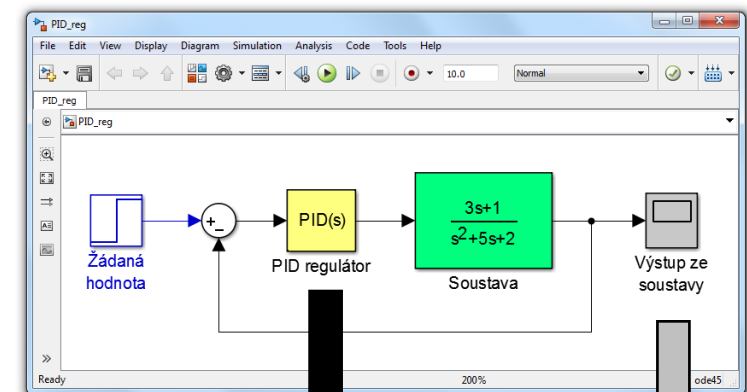


~~$$m\ddot{x} + b\dot{x} + kx = F$$~~



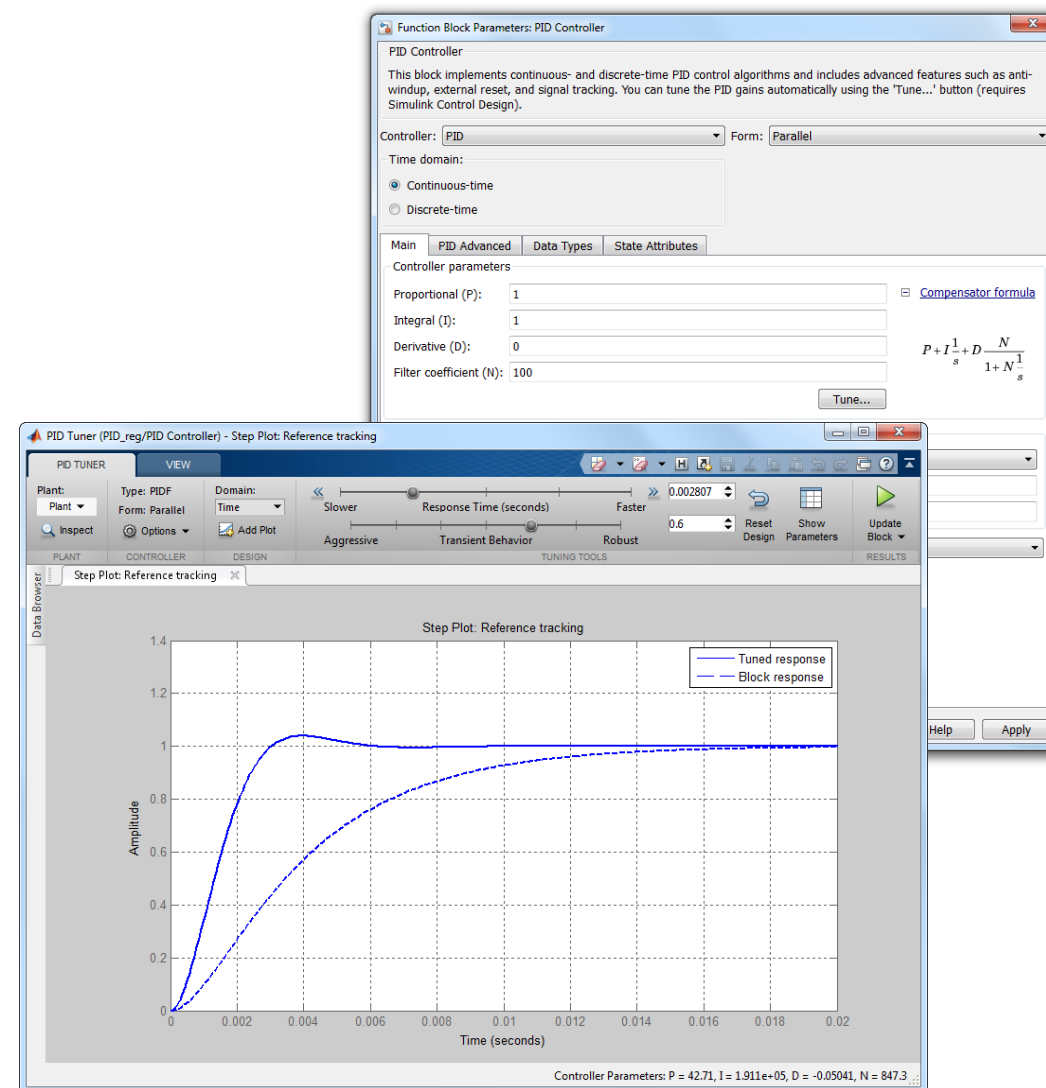
# Modelování řídicích systémů

- **Propojení modelů soustav s regulátory**
  - libovolné řídicí smyčky
- **Návrh a modelování regulátorů**
  - spojité, diskrétní, stavové
  - blok PID regulátoru v mnoha variantách
  - vlastní regulátory ze základních prvků
    - dvupolohový regulátor, obecný přenos
- **Nástroje pro ladění řídicích systémů**
- **Spojité a diskrétní prvky v jednom modelu**
- **Bohaté knihovny vstupních signálů**
- **Simulink**



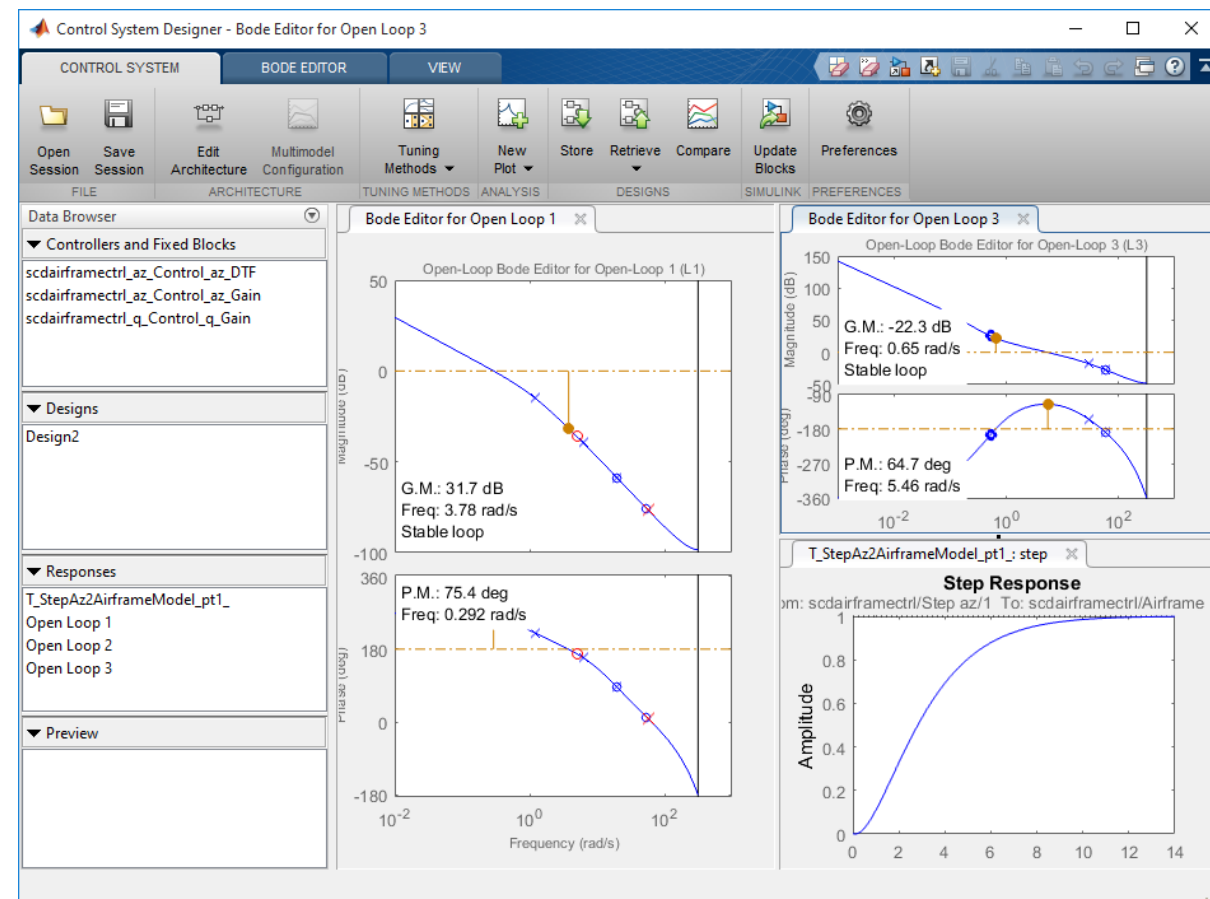
# Ladění PID regulace

- Pro jednosmyčkovou PID regulaci
  - více smyček lze ladit jednu po druhé
- Využívá linearizaci soustavy
  - možná volba pracovního bodu
- Jednoduché grafické rozhraní
  - PID Tuner
- Control System Toolbox
- Simulink Control Design



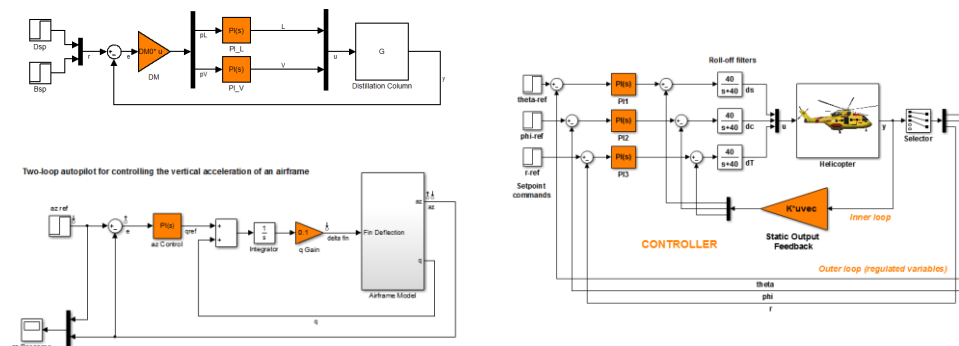
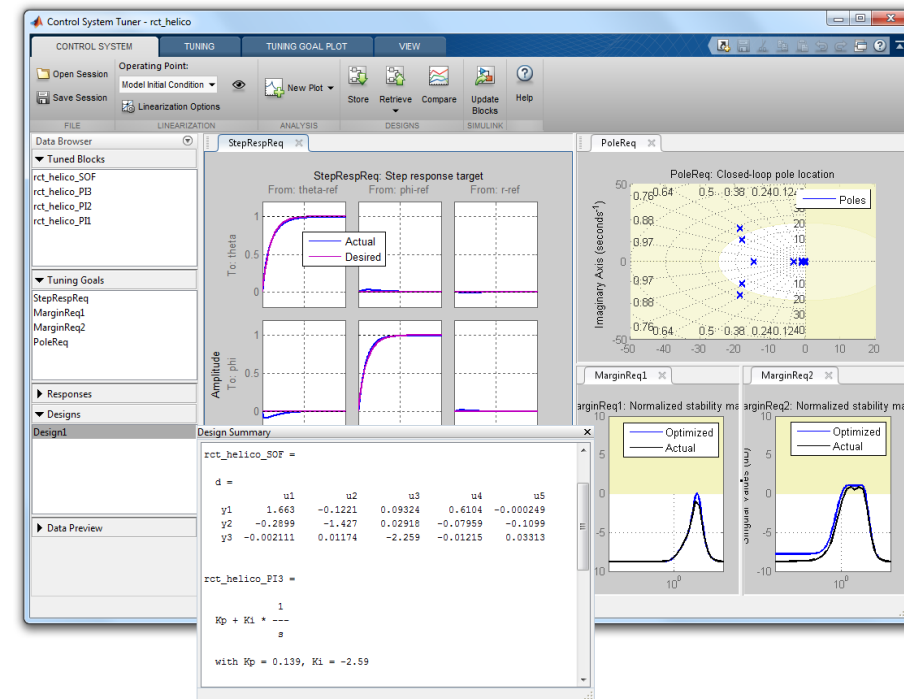
# Návrh a ladění obecnějších řídicích struktur

- Pro obecné SISO systémy
- Využívá linearizaci soustavy
  - možná volba pracovního bodu
- Ladění systému
  - algoritmy pro automatické ladění
  - interaktivní grafy
  - manuální úprava pólů a nul
- Grafické rozhraní
  - Control System Designer
- Control System Toolbox
- Simulink Control Design



# Ladění komplexních řídicích systémů

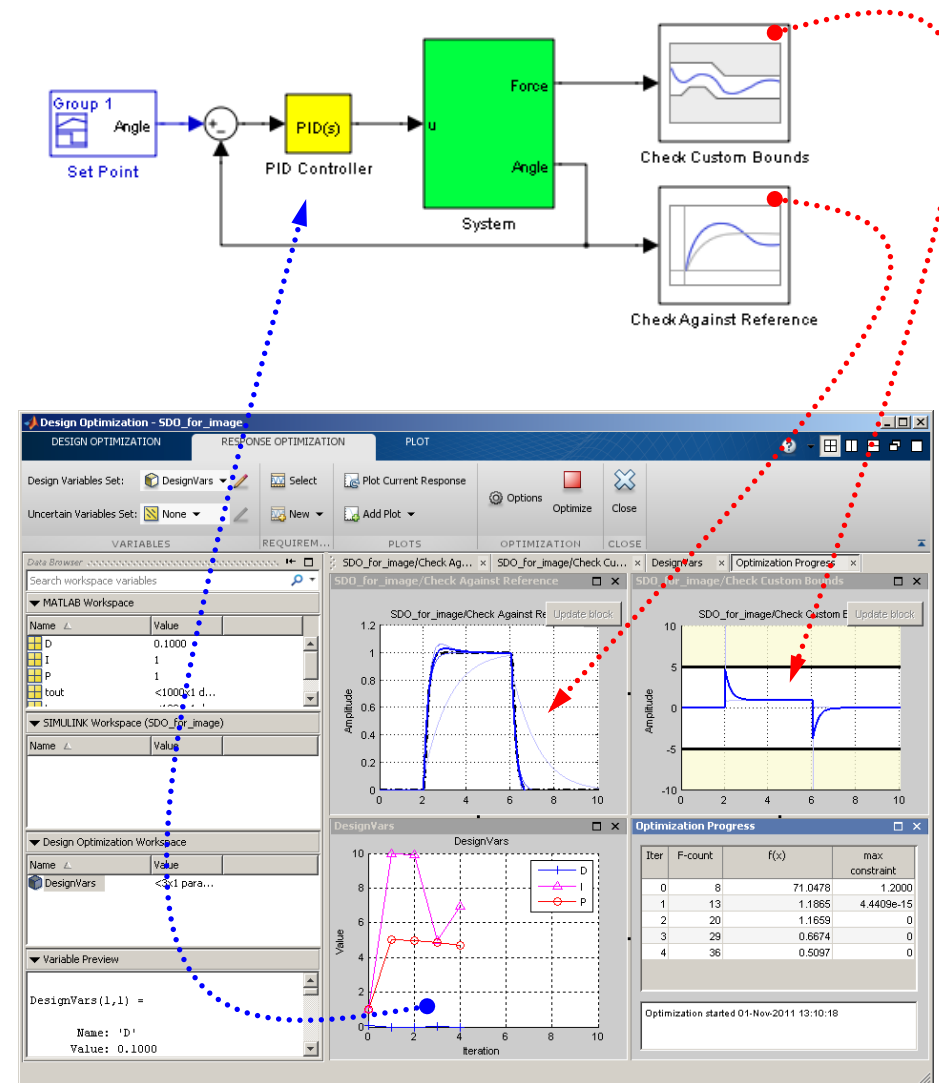
- **Libovolná struktura řídicího systému**
  - společné ladění všech prvků
- **Využívá technologii SYSTUNE**
  - linearizace modelu a nehladká optimalizace
- **Knihovna nastavitelných kritérií**
  - v časové i frekvenční oblasti
  - kritéria stability
- **Grafické rozhraní**
  - Control System Tuner
- **Control System Toolbox**
- **Simulink Control Design**





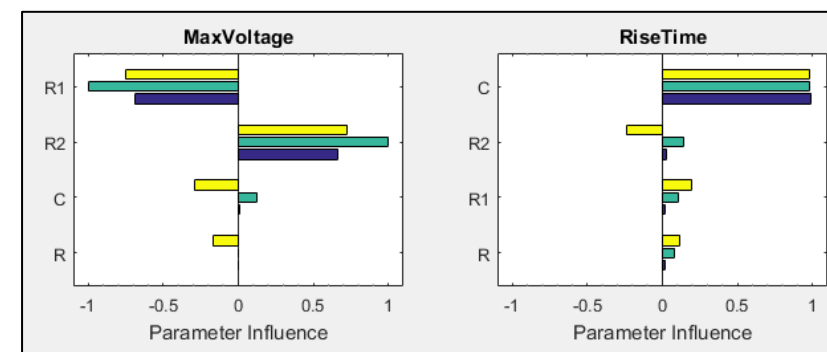
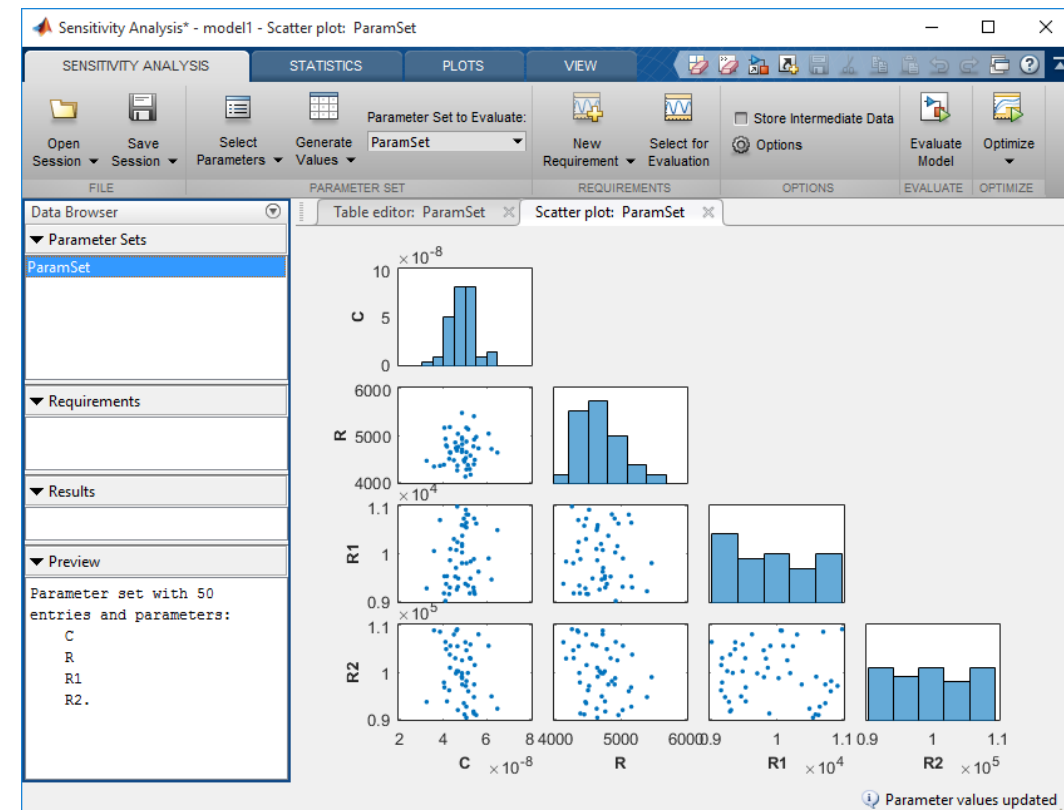
# Ladění na základě optimalizace nelineárního modelu

- Pracuje s nelineárním modelem v Simulinku
  - nastavení podmínek pro zvolené signály
- Libovolná struktura řídicího systému
  - výběr parametrů pro optimalizaci
- Různé optimalizační algoritmy
- Grafické rozhraní
  - Response Optimization
- Podpora paralelního výpočtu
- **Simulink Design Optimization**



# Analýza citlivosti

- **Určení nejvlivnějších parametrů modelu v Simulinku**
  - výběr parametrů pro analýzu
  - kritérium pro vyhodnocení citlivosti
- **Grafické rozhraní**
  - Sensitivity Analysis Tool
- **Simulink Design Optimization**



**Otázky ...**

**... a odpovědi**