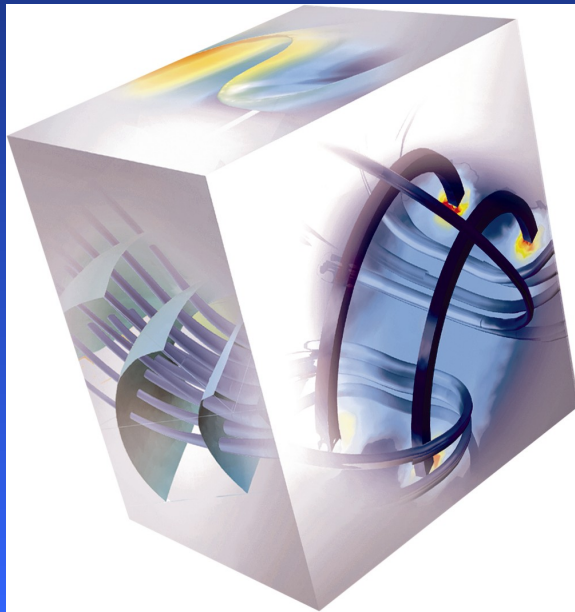




**HUMUSOFT s.r.o.**

**MATLAB**  
**COMSOL Multiphysics**

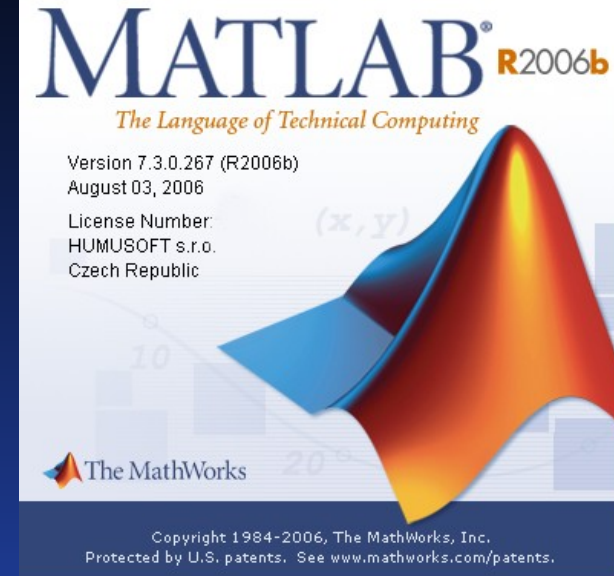


**19.4. Olomouc**

**30.5. Plzeň**

**6.6. Bratislava**

**3.10 Brno**



**Karel Bittner**  
**Bittner@humusoft.cz**  
**Pavel Beneš**  
**Benes@humusoft.cz**

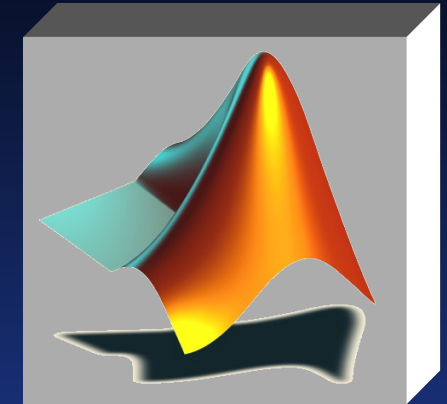
**[www.humusoft.cz](http://www.humusoft.cz)**



# Program semináře

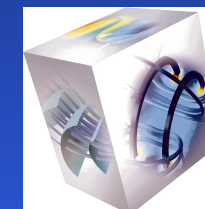
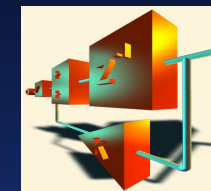
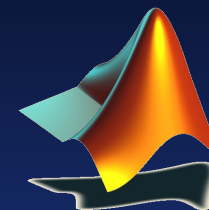
HUMUSOFT s.r.o.

- Registrace účastníků: 8:30 - 9:00
- Zahájení: 9:00 - 9:05
- Prezentace MATLABu: 9:05 - 9:50
- Přestávka, občerstvení: 10:00 - 10:20
- Prezentace FEMLABu: 10:20 - 11:10
- Licenční politika: 11:10 - 11:20
- Závěr, diskuse, konzultace 11:20





- **Společnost založena v r. 1990, sídlo v Praze**
- **Produkty a služby v oblasti technických výpočtů, řídicí techniky, simulace podnikových procesů**
- **MATLAB, Simulink, Stateflow**
  - inženýrské výpočty, simulace dynamických systémů
  - The MathWorks, Inc.
- **WITNESS**
  - interaktivní simulace a optimalizace podnikových procesů
  - Lanner Group, Ltd.
- **dSPACE - vývojové systémy**
  - dSPACE GmbH.
- **Comsol Multiphysics (dříve FEMLAB)**
  - Otevřený systém pro MKP analýzu
  - Comsol AB
- **Vývoj vlastního software & hardware**
  - Virtual Reality Toolbox, Real Time Toolbox
  - Měřicí karty
  - Modely pro výuku teorie řízení
- **Haptická zařízení a aplikace**
  - Handshake ProSENSE, zařízení SensAble





# MATLAB

(aktuální verze R2006b)



Řídící systémy  
Zpracování signálu  
Zpracování obrazu, zvuku  
Zpracování dat, databáze  
Bioinformatika  
Finance a statistika  
Optimalizace  
Distribuované výpočty ....

Letectví  
Mechanika  
Zpracování signálu  
Zpracování obrazu a videa  
Virtuální realita  
Embedded systémy  
Silnoproud .....

Toolboxy - knihovny

Blocksety

Aplikace v reálném čase

SIMULINK

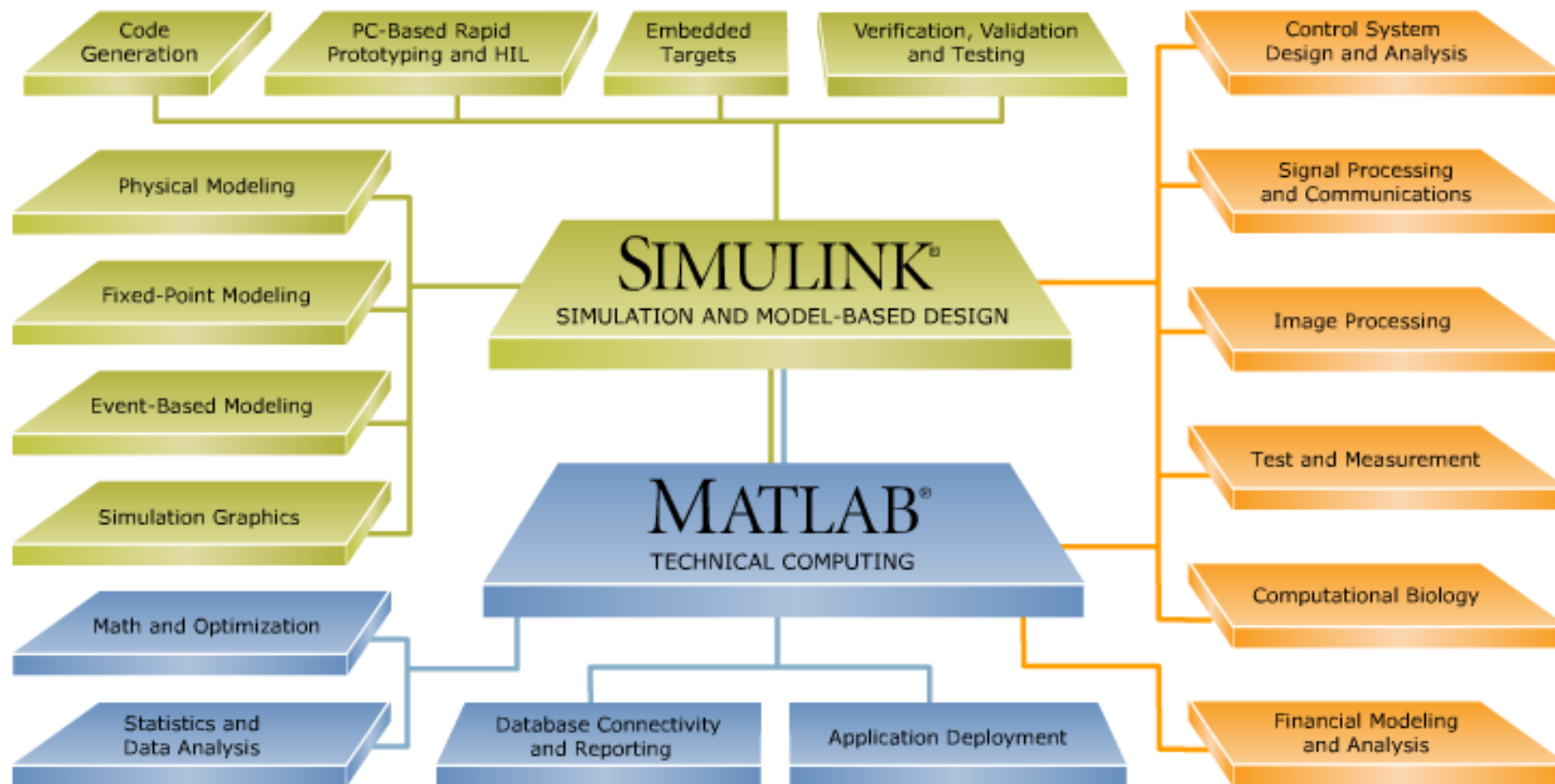
MATLAB

MATLAB Compiler



## Simulink Product Family

## Application-Specific Products



## MATLAB Product Family



## Základní prostředí MATLABu

The screenshot displays the MATLAB interface with several windows open:

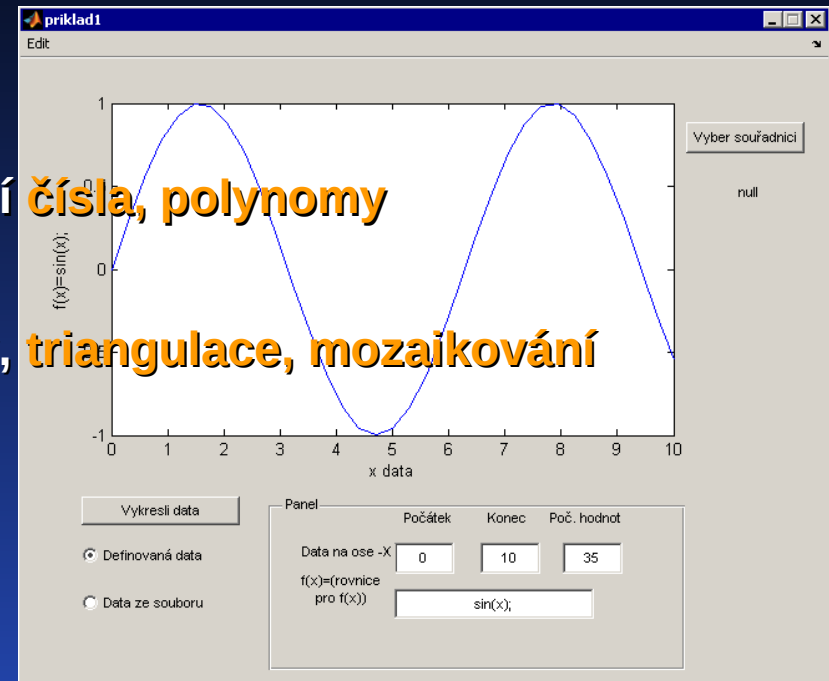
- Workspace:** Shows a variable 'a' of class 'double' with a size of 5x5.
- Command Window:** Contains the following commands:

```
>> plot (z, 'DisplayName', 'z', 'YDataSource', 'z')
>> surf (z); figure(gcf)
>> surf (y); figure(gcf)
>> surf (z); figure(gcf)
>> surf (z); figure(gcf)
>> figure
>> surf (y); figure(gcf)
>> grid
>> grid
>>
```
- Array Editor:** Displays a 5x5 matrix 'a' with values ranging from approximately 6.67e-005 to 0.00996. The first column is highlighted in yellow.
- Figures - Figure 1:** Shows a plot of a function with a grid. The x-axis ranges from 0 to 50, and the y-axis ranges from -0.04 to 0.005. The plot shows a series of blue circles connected by lines, forming a downward-pointing curve.



## • Některé funkce v MATLABu

- práce s maticemi, lineární algebra
- trigonometrické funkce, logaritmy, vlastní čísla, polynomy
- analýza dat a Fourierovy transformace
- interpolace (1D, 2D a 3D), konvexní obaly, triangulace, mozaikování
- řešení ODE
- grafické funkce, 2D a 3D grafy
- vstupy a výstupy v MATLABu
- podpora audio video, animace



## • Programování a vytváření aplikací v MATLABu

## • Nástroje pro ladění programu, textový editor

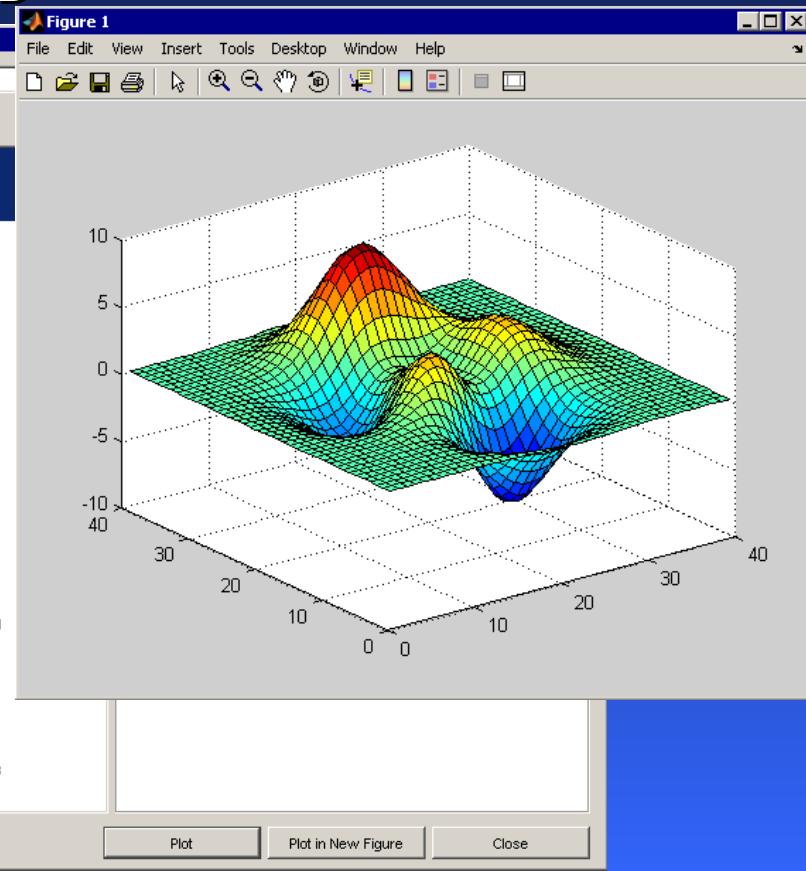
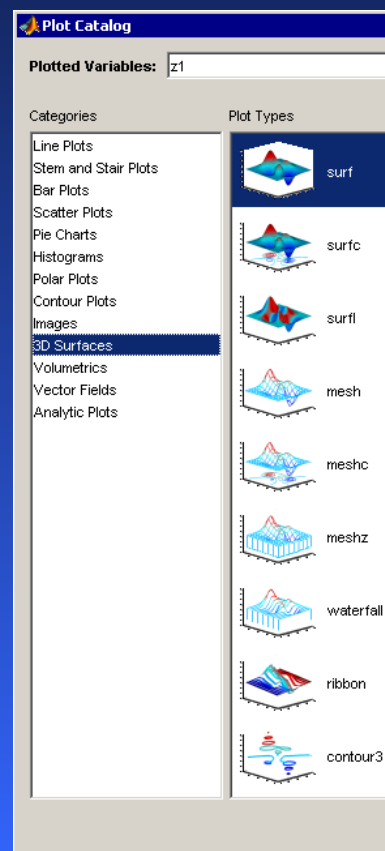
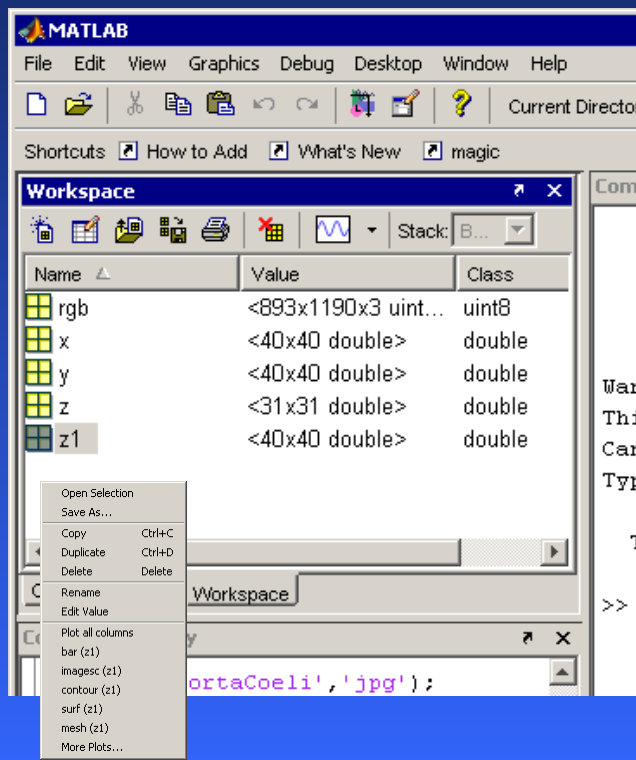
## • Publishing kódu do formátu HTML, XML, LaTeX, DOC a PPT

## • Optimalizace kódu, kontrola kódu



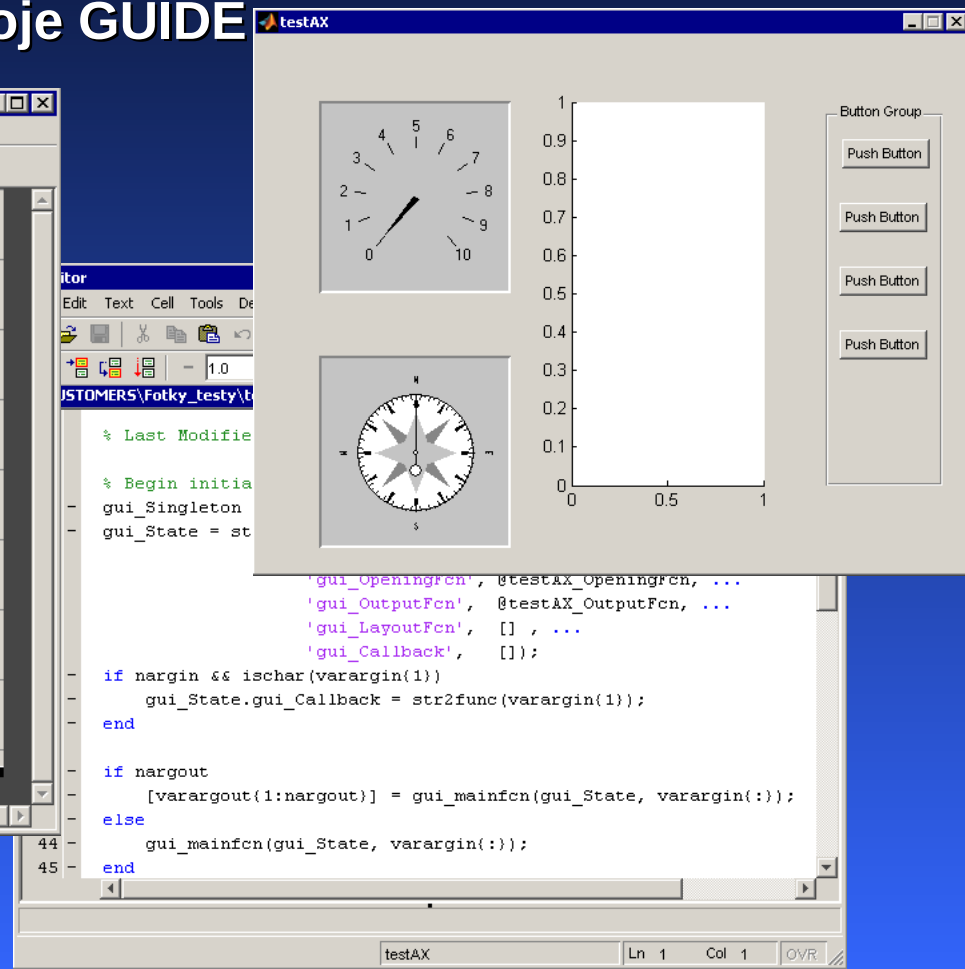
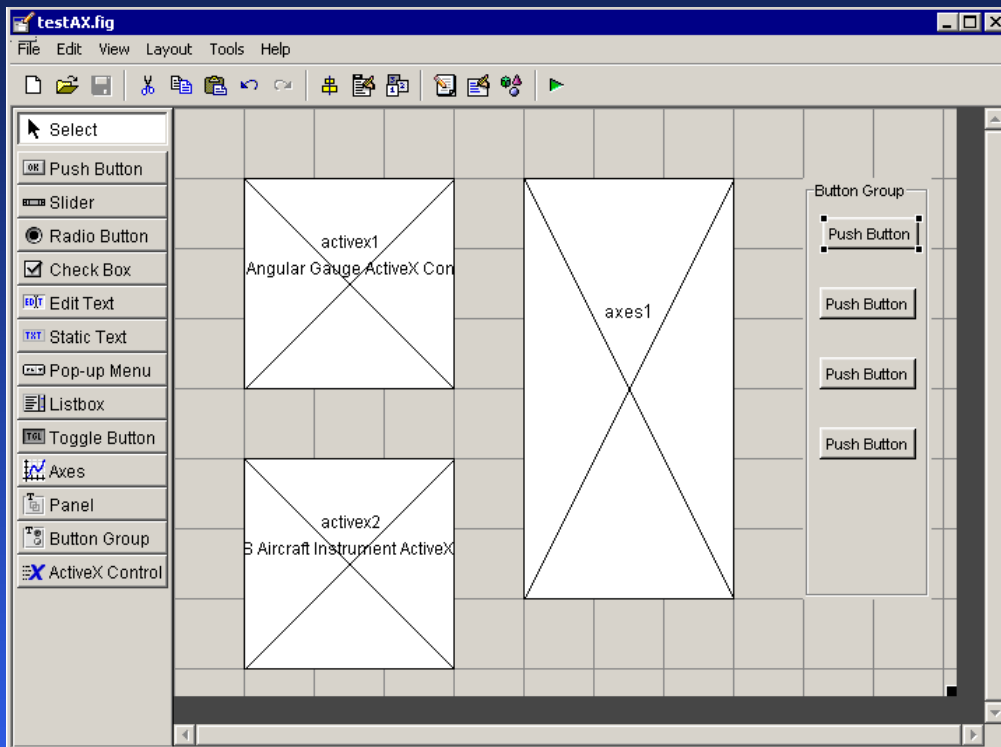


- **Jednoduché kreslení grafů ve 2D a 3D z příkaz. řádky**
  - 2D grafy, odečet dat, prokládání dat
  - 3D grafy, kreslení povrchů a sítí
  - barevné rozlišení hodnot na ose "z" ve 3D
  - "obchodní" grafika





- **Uživatelské aplikace**
  - "ruční" zápis do M-souborů
  - využití specializovaného nástroje GUIDE





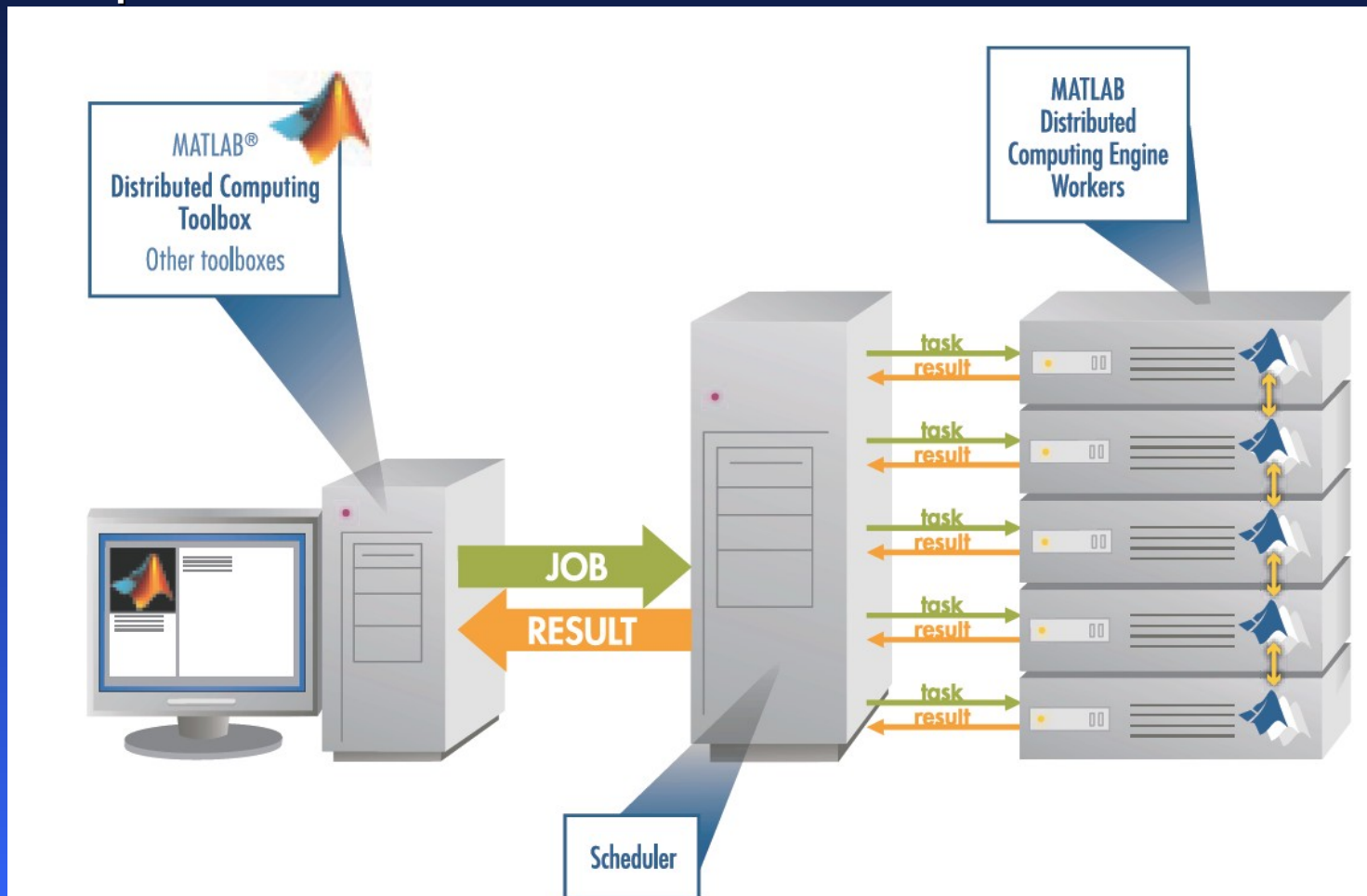
- **MATLAB Compiler umožňuje vytvářet:**
  - samostatné aplikace (Stand Alone Applications)
  - sdílené knihovny C/C++
  - moduly add-ins do Excelu
  - .COM objekty
  - .NET aplikace
- **Rozšiřování samostatných aplikací na jiné PC**
  - na PC spouštějící aplikaci nutno instalovat MCR
  - instalační soubor **MCRInstaller.exe**

Soubor je umístěn v adresáři:  
**<matlabroot>\toolbox\compiler\deploy\win32**
- **Závěr**
  - cokoliv můžeme počítat v MATLABu zvládá ML Compiler
  - aplikace nejsou licenčně omezeny



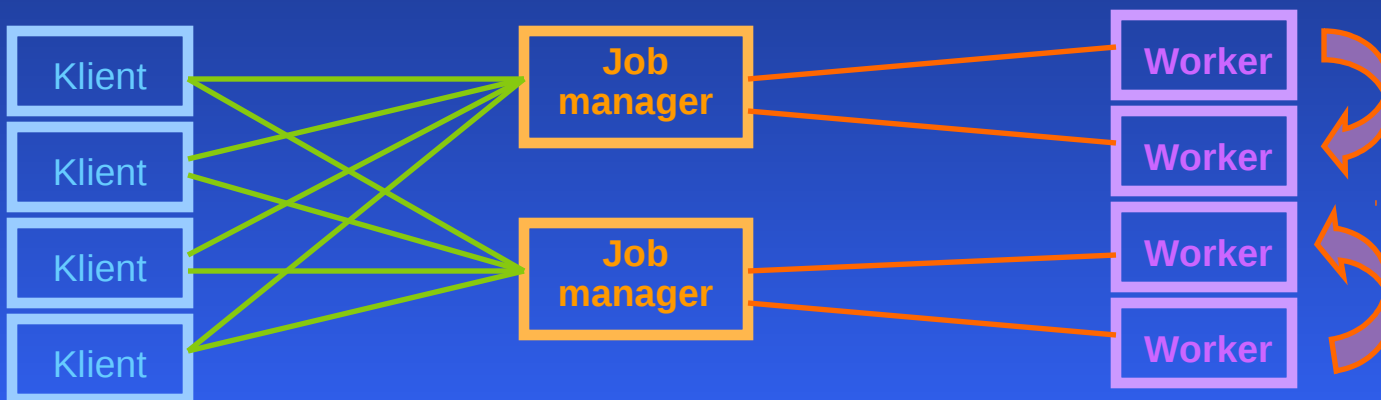
- **Distributed Computing Toolbox**

- umožňuje koordinovat a provádět nezávislé výpočty v MATLABu současně na clusteru počítačů





- **Klient spouští ze svého PC job - počítaná úloha**
  - uživatel rozdělí job na menší segmenty (tasky) pomocí *Distributed Computing Toolboxu*
  - *MATLAB Distributed Computing Engine* zajistí výpočet úlohy (job a segmenty) a vrací výsledky klientovi
  - Job manager (část Distributed Computing Engine) koordinuje provedení jobu a tasků a rozesílá je na jednotlivé workery (procesory)
- **Podpora platformem Windows, UNIX a MAC**
- **Klient, job manager a worker nemusí pracovat na stejné platformě, podpora heterogenních clusterů a kombinace 32 a 64-bitových strojů**
- **Interaktivní paralelní Command prompt P>>**





### • Database Toolbox

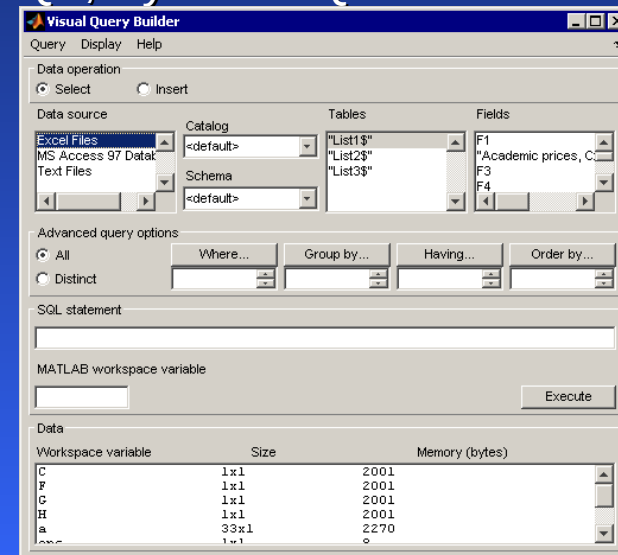
- import a export dat mezi MATLABem a jinými databázemi
- DT propojuje MATLAB a databázi pomocí funkcí MATLABu
- komunikace přes VQB (Visual Query Builder)
- DT umožňuje současně pracovat s více databázemi
- **komunikace s databázemi**
  - IBM DB2, Informix, Ingres, Microsoft Access, Microsoft Excel, Microsoft SQL, ServerMySQL, Oracle, PostgreSQL, Sybase SQL Server, Sybase SQL Anywhere

### – Ovladače pro Windows

- Open Database Connectivity (ODBC)
- Java Database Connectivity (JDBC)

### – Ovladače pro Unix

- Java Database Connectivity (JDBC)





# Toolboxy - výběr

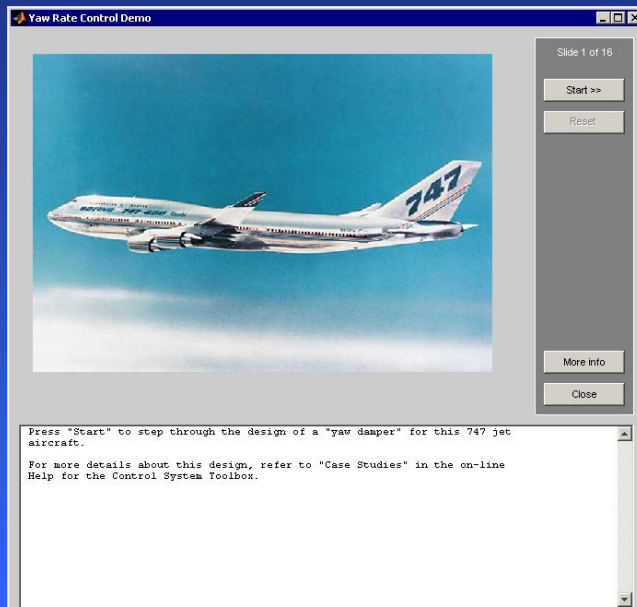
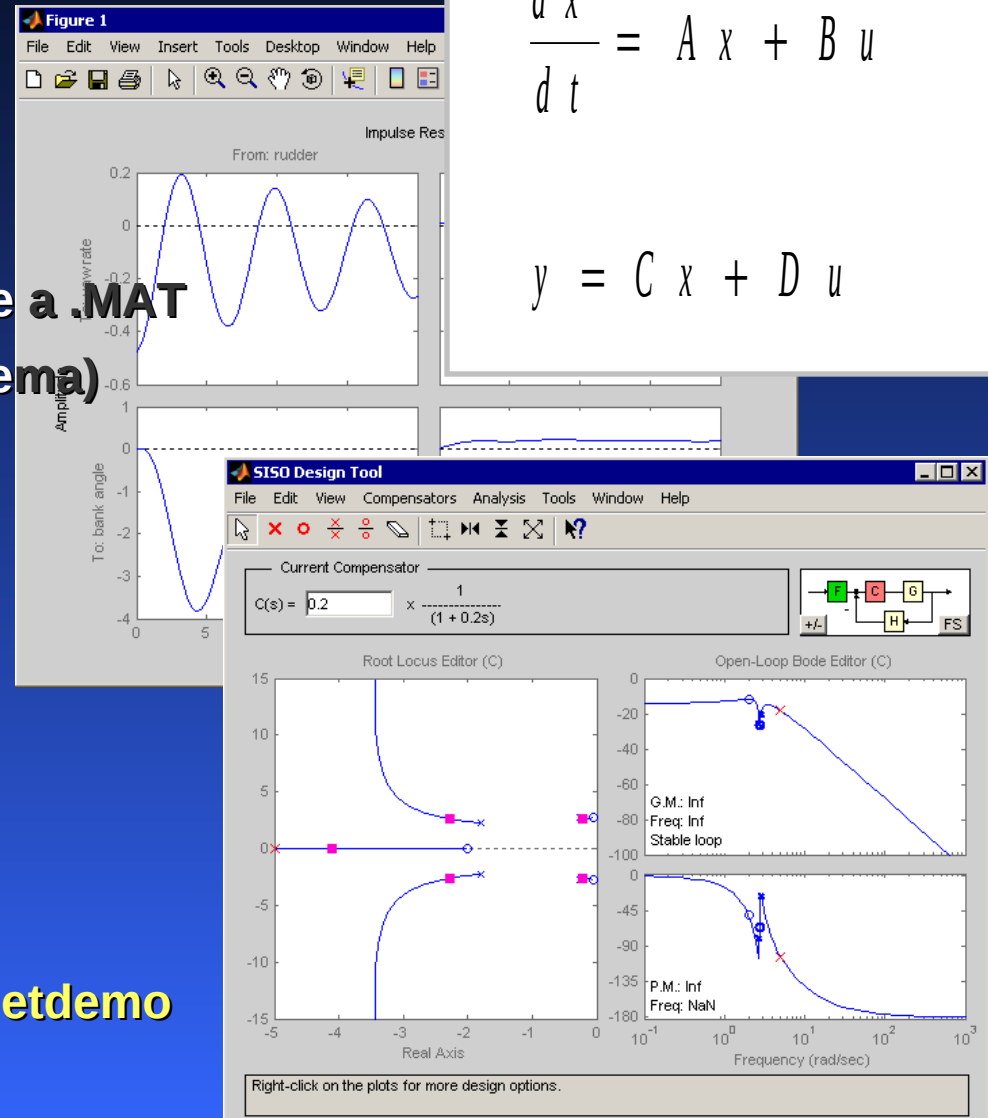
HUMUSOFT s.r.o.

## Control System Toolbox

- LTI modely, LTI viewer (ltiview)
- SISO, MIMO modely
- zjišťování charakteristik modelu
- import, export dat do Workspace a .MAT
- návrh SISO (Root Locus --> schema)

$$\frac{d x}{d t} = A x + B u$$

$$y = C x + D u$$



jetdemo



# Toolboxy - výběr

HUMUSOFT s.r.o.

- **Image Processing Toolbox**

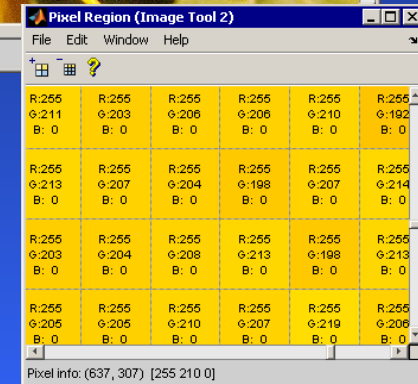
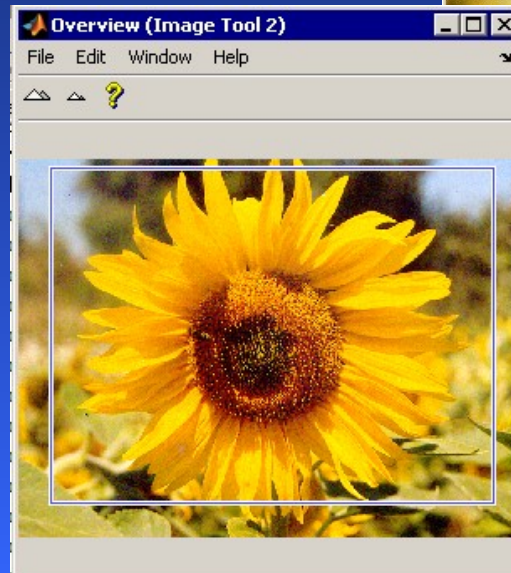
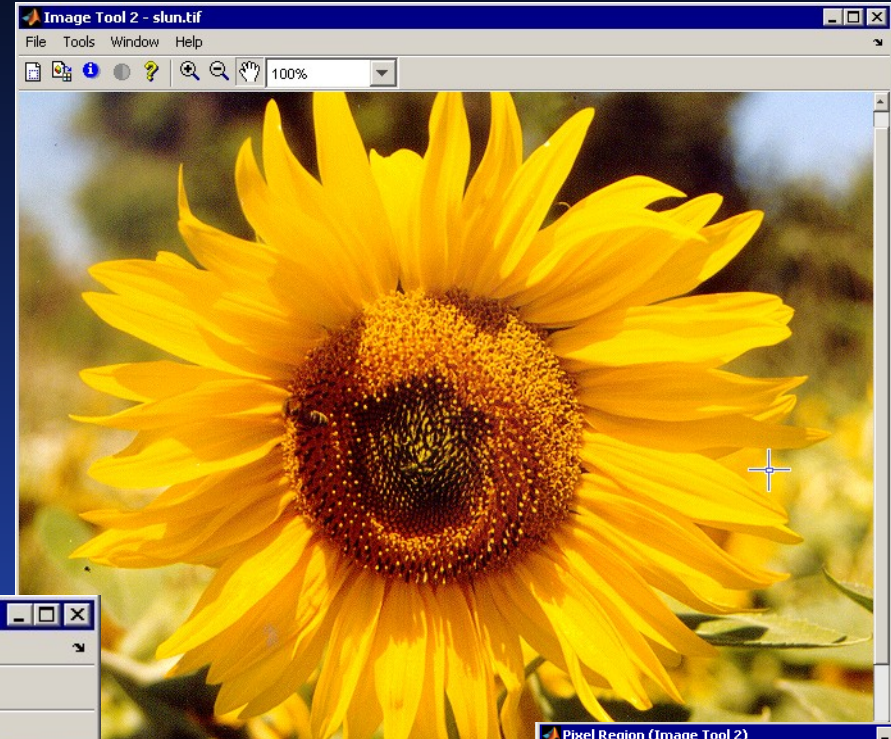
- speciální transformace obrazu
- morfologické operace
- lineární filtrace a návrh filtrů
- transformace
- analýza a vylepšení obrazu
- registrování obrazu
- oprava neostrého obrazu

>> imtool

>> landsatdemo

>> edgedemo

>> qtdemo







## Další toolboxy:

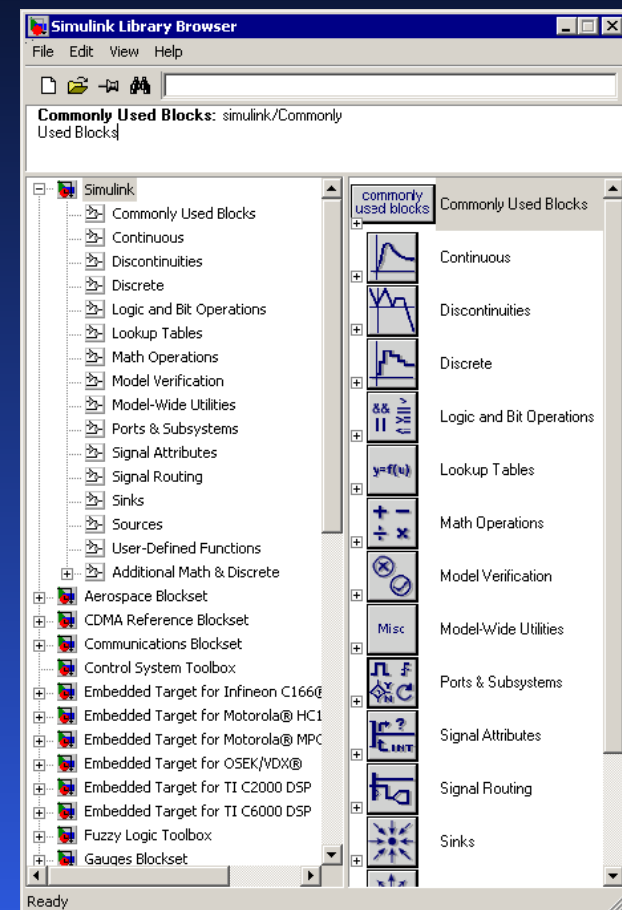
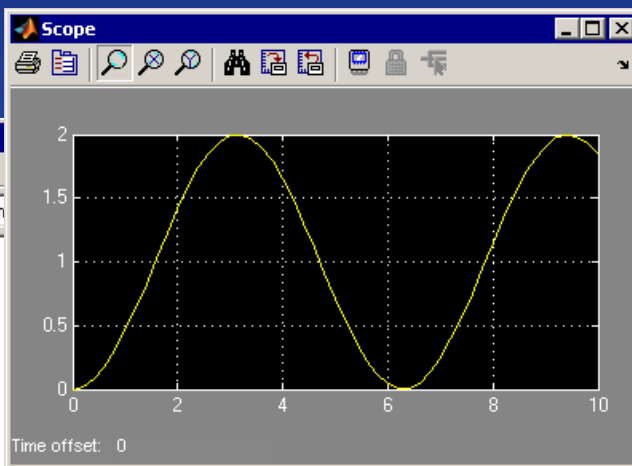
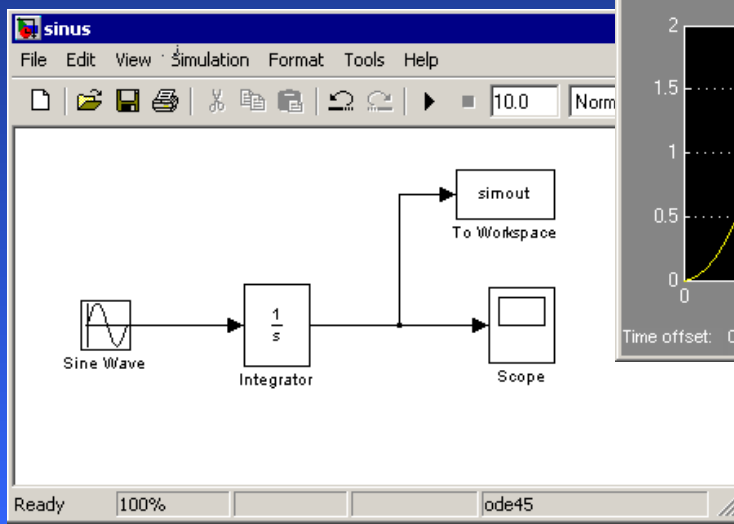
- Curve Fitting
- Aerospace
- Data Acquisition
- SimBiology
- Database
- Filter Design
- Statistics
- Mapping
- Fix - Point
- Fuzzy Logic
- Signal Processing
- Optimization
- Systém Identification
- OPC
- Financial
- Financial Derivatives
- Bioinformatics
- Image Acquisition
- Neural Network
- RF Toolbox
- Finacial
- Mapping
- PDE
- Robust Control
- Spline
- Symbolics
- Wavelet
- a další



## • Simulace, modelování a analýza dynamických systémů

- lineární a nelineární systémy
- systémy spojité, diskrétní a hybridní
- systémy mohou být "multirate"
- základem jsou funkční schémata s bloky
- Simulink obsahuje 14 knihoven s bloky

### Příklad:

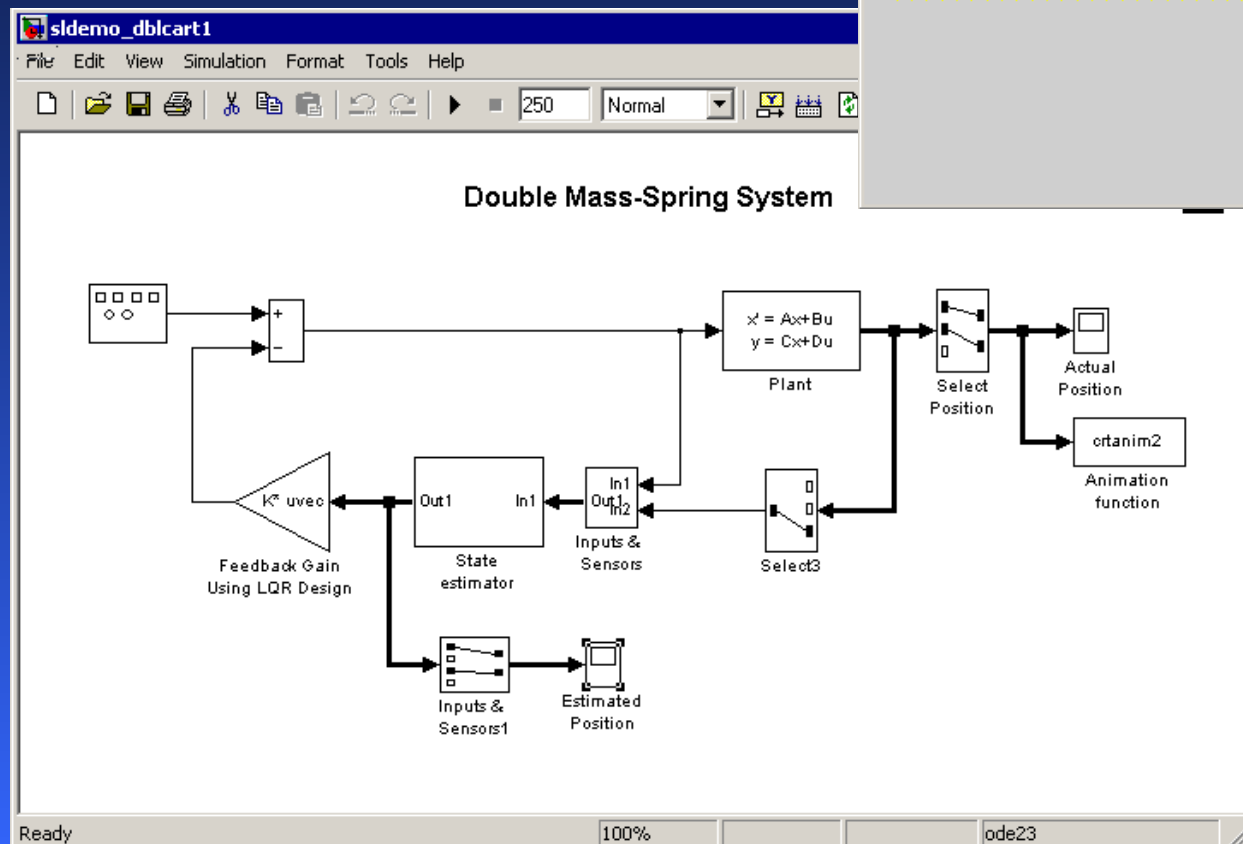




- **Příklad: `sldemo_dbcart1`**

System pružina a dvě závaží

- periodicky se mění buzení
- použit LQR regulátor a odhad stavu
- animace





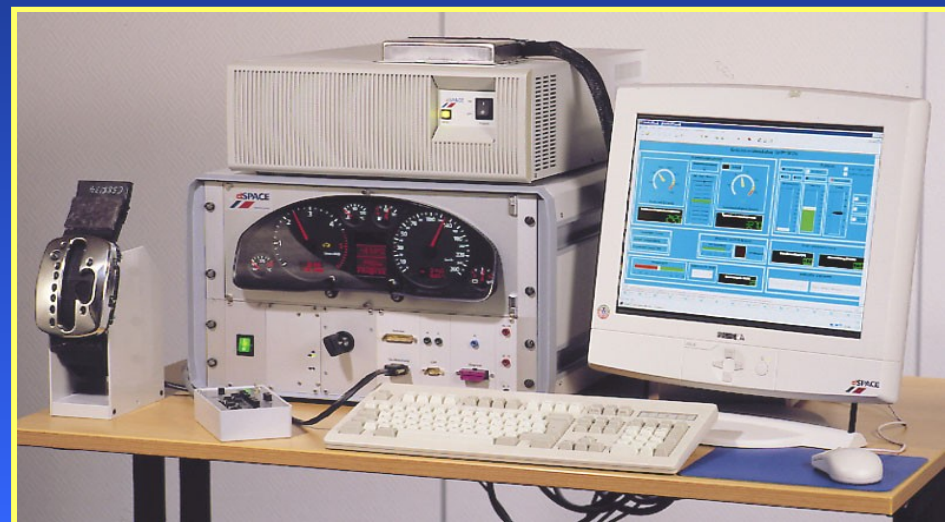
# Simulink - dSPACE

HUMUSOFT s.r.o.

- **Vývojové a řídicí systémy pro simulace v reálném čase**
  - Rapid prototyping
  - Simulace Hardware-in-the-loop (HIL)
- **Tvorba fyzických prototypů nahrazena prací s digitálním modelem fyzikálních vlastností komponent a výrobků**
- **V simulované řídicí smyčce je zapojen skutečný hardware**
- **Simulační modely pracující v reálném čase, PC vybavené hardwarem pro styk s reálnými komponenty systému umožňují simulaci a testování různých kombinací modelovaných / skutečných subsystémů a řídicích jednotek**
- **K dispozici existuje řada modelů komponent a interagujících systémů**
  - Dynamika vozidla
  - Pohonné jednotky
  - Pneumatiky
  - Okolí, ....

## **Příklad:**

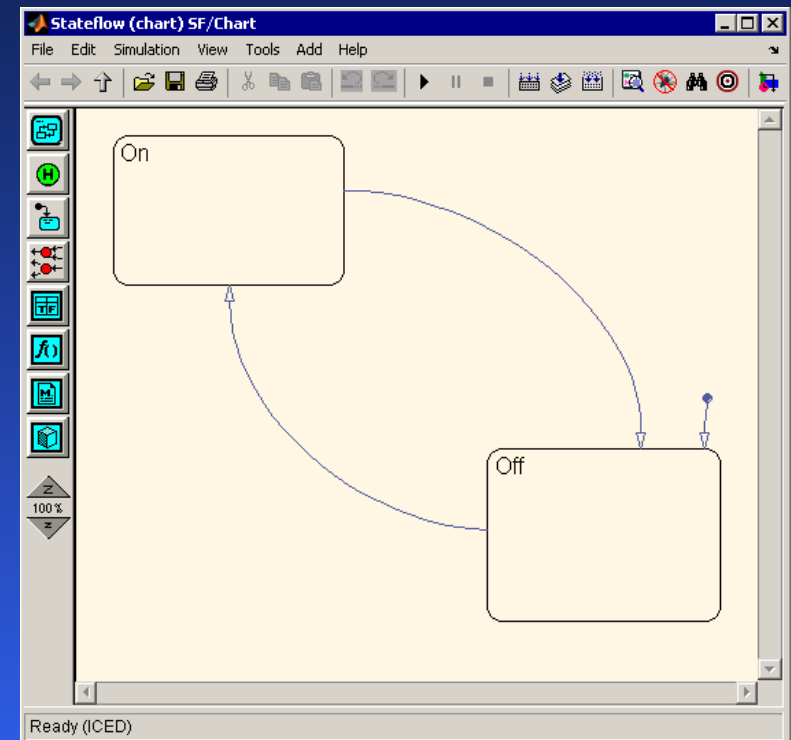
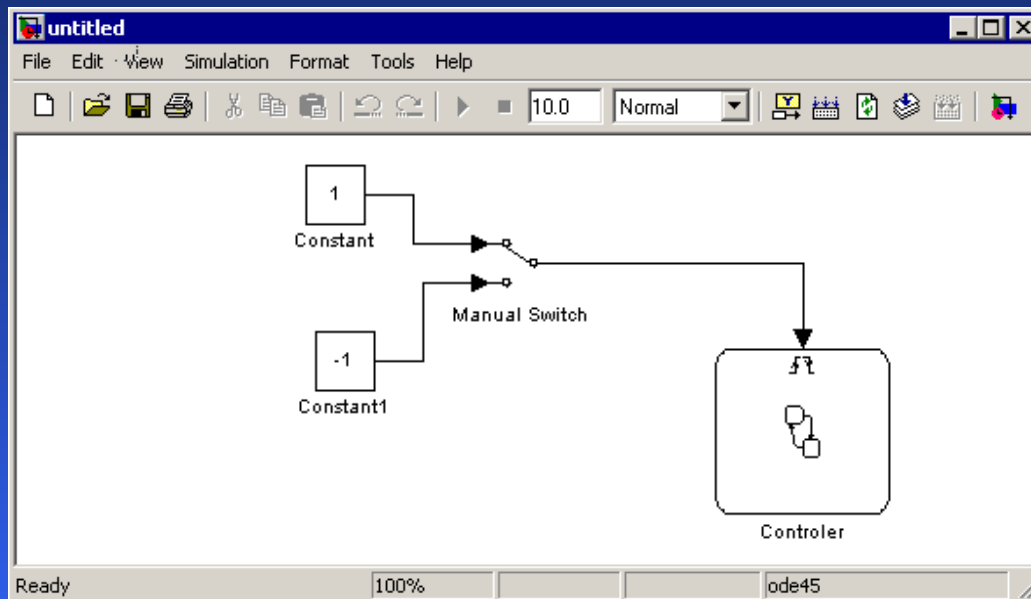
Testování řídicí jednotky  
automatické převodovky





- **Grafické a vývojové prostředí pro systémy založené na teorii konečných stavů strojů**
  - Stateflow reaguje na událost v systému a na základě této změny mění stav v systému
  - kombinace Stateflow a Simulinku

## Příklad:

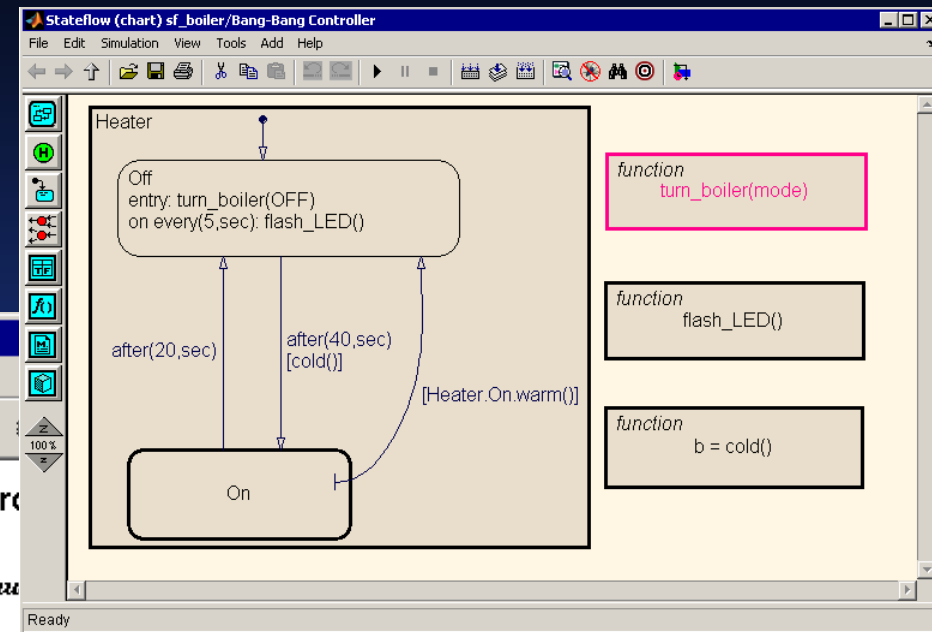
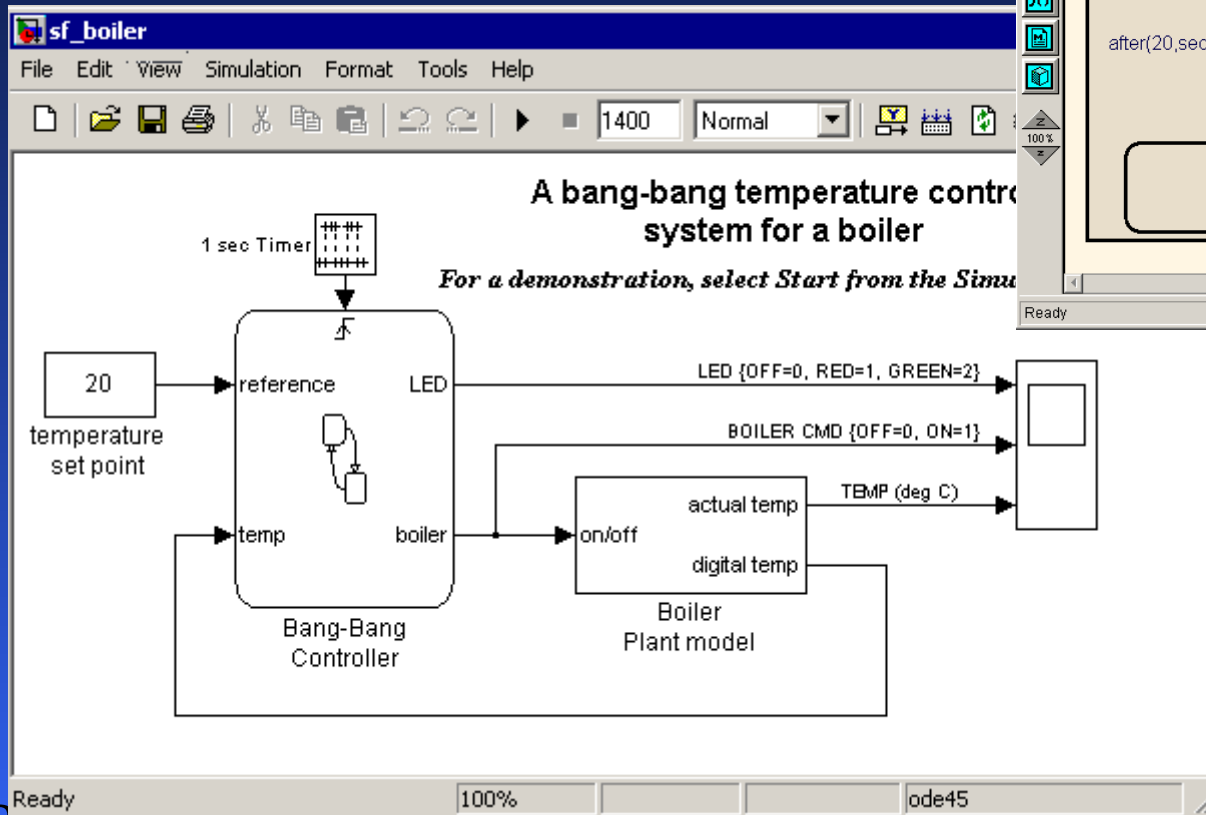




# Stateflow

HUMUSOFT s.r.o.

- **Příklady:**
  - ohřívač vody
  - >> sf\_boiler



- **Příklady:**
  - výtah
  - >> sf\_elevator



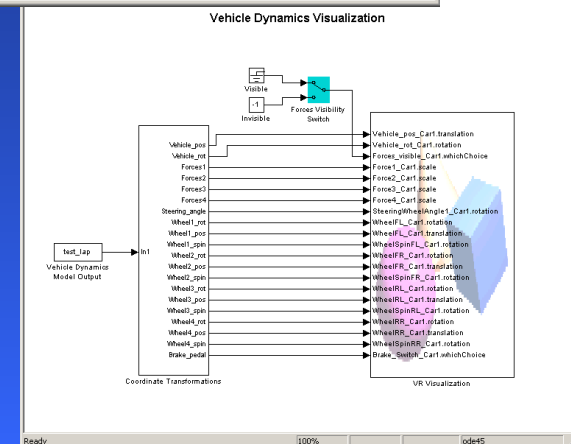
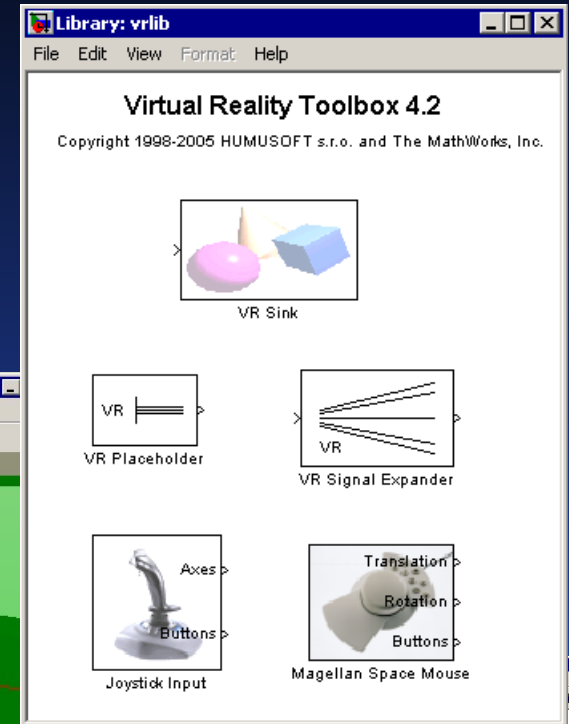
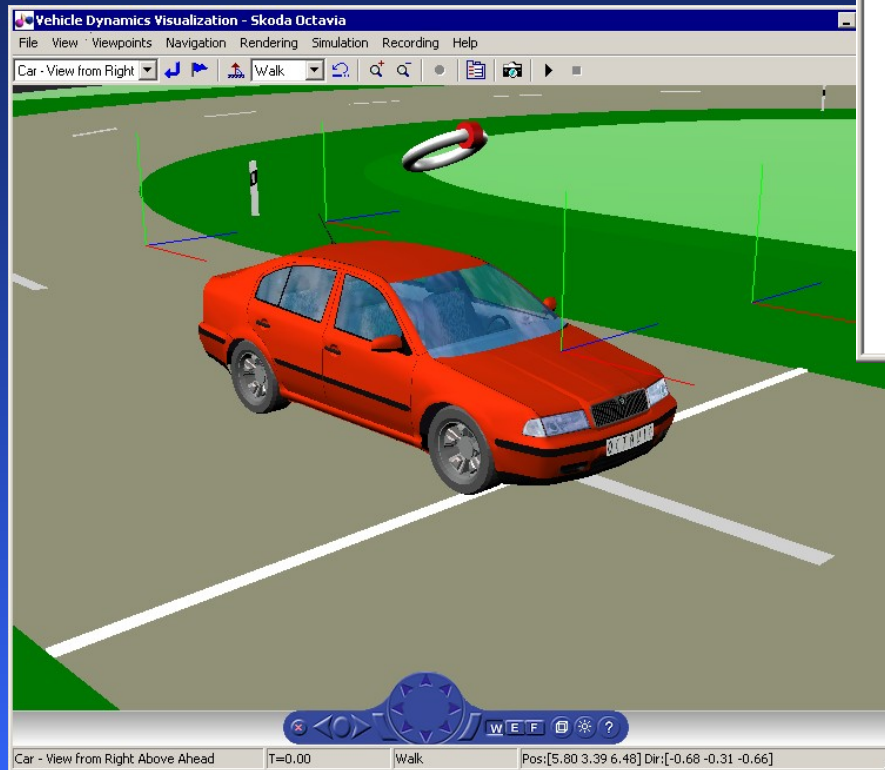
# Bloksety - výběr

# HUMUSOFT s.r.o.

- **Virtual Reality Toolbox**
  - virtuální svět pomocí VRML
  - dynamické systémy, Simulink
  - VRML viewer, VRML editor

**Příklad:**

>> vr\_octavia





# Bloksety - výběr

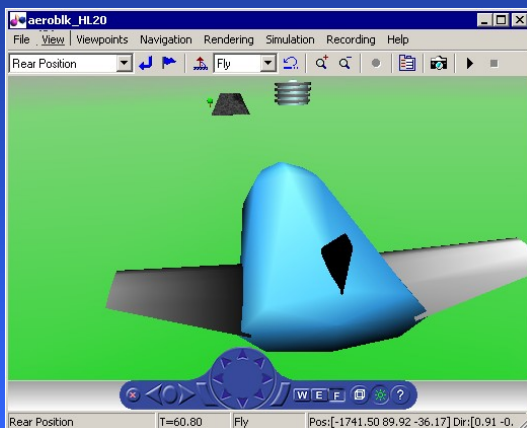
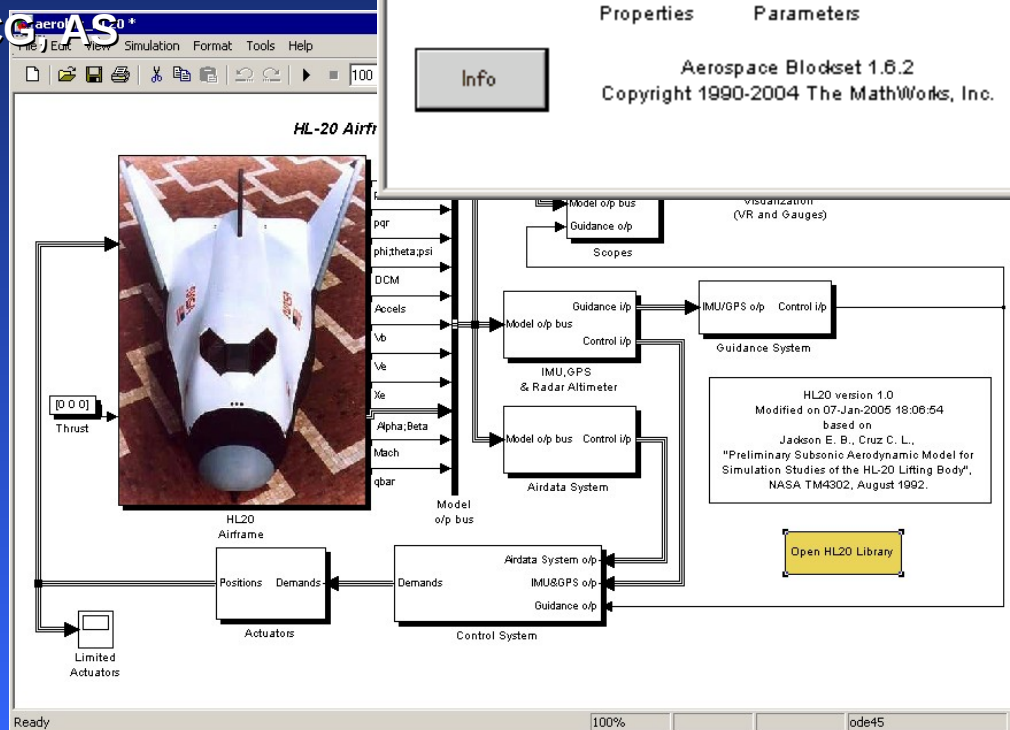
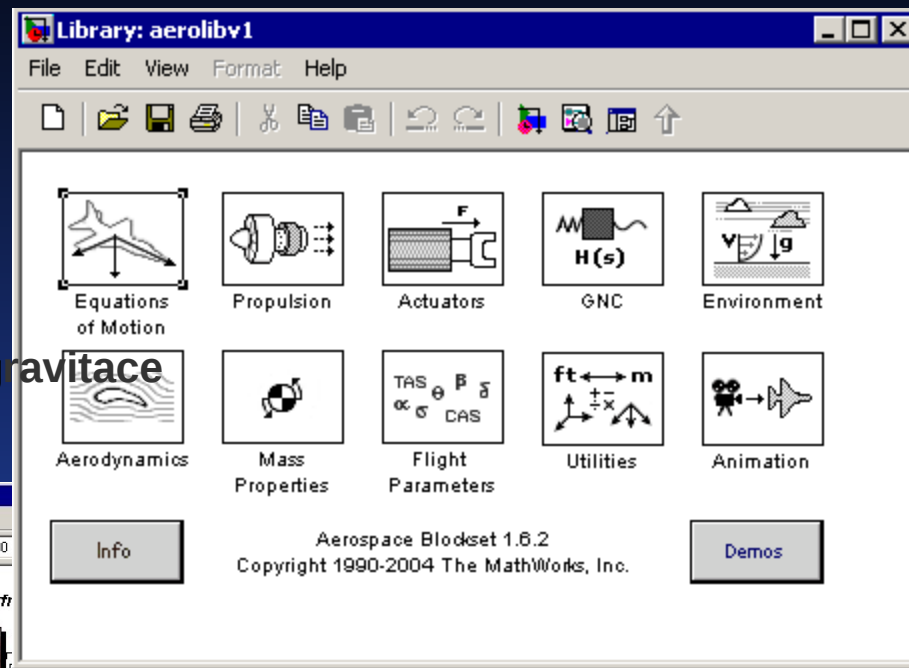
HUMUSOFT s.r.o.

## • Aerospace Blockset

- pohybové rovnice (podélný pohyb, 6DOF)
- pohonná jednotka (turbofan engine)
- posilovače 2. řádu (lineární, nelineární)
- modely standardní atmosféry, turbulence, gravitace
- aerodyn. síly a momenty
- hmotové charakteristiky, CG, CAS

>> aeroblk\_six\_dof

>> aeroblk\_HL20







# Bloksety - výběr

HUMUSOFT s.r.o.

## Video and Image Processing Blockset

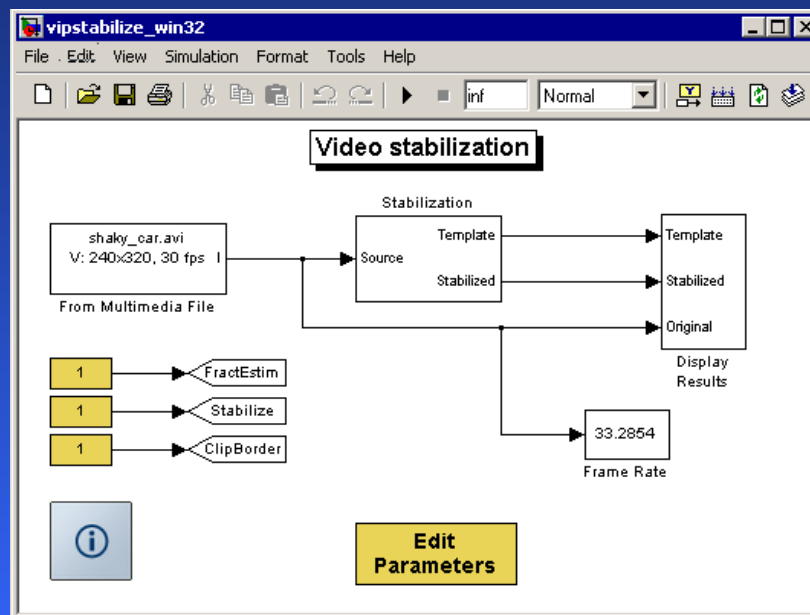
- import videesignálu do prostředí Simulinku
- typy obrazů a videa: binární, černobílé a RGB
- návrh, generování kódu a grafická simulace algoritmů pro zpracování videa
- možnost 2D filtrace, geometrické a frekvenční transformace, detekce hran,...
- řada vlastností **Image Processing Toolboxu** v blokové podobě
- import a export AVI souborů

Příklady:

vipstabilize

vipedge

vippanorama





- **SimDriveline**

- prostředí pro návrh pohonů a hnacích soustav popsaných bloky
- modely se vytváří v prostředí Simulinku (Simulink nutný)
- simulace hnacích soustav např. ve vozidlech nebo plavidlech
- soustavy přenáší kroutící moment a sílu od motoru a mění ji na kinetickou energii

- **Knihovna bloků obsahuje**

- různé typy převodovek
- části vozidel (naftový, benzinový motor, dynamika vozidla, ...)
- dynamické elementy (spojky, torzní skříně, atd.)
- předlohy převodovek
- snímače a posilovače





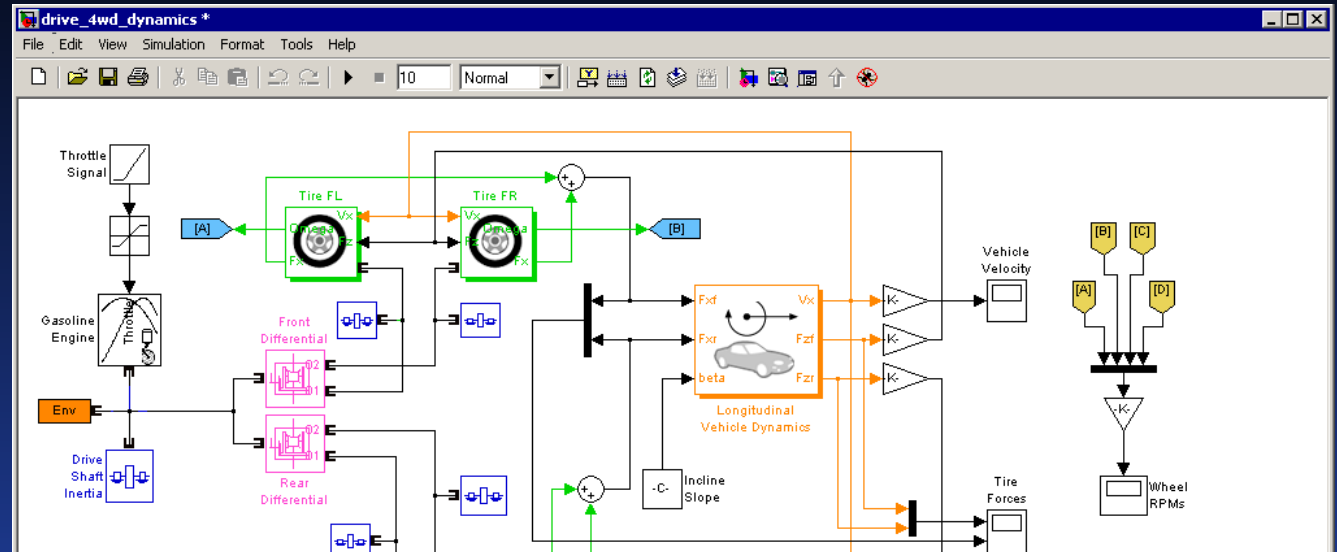
# Bloksety - výběr

HUMUSOFT s.r.o.

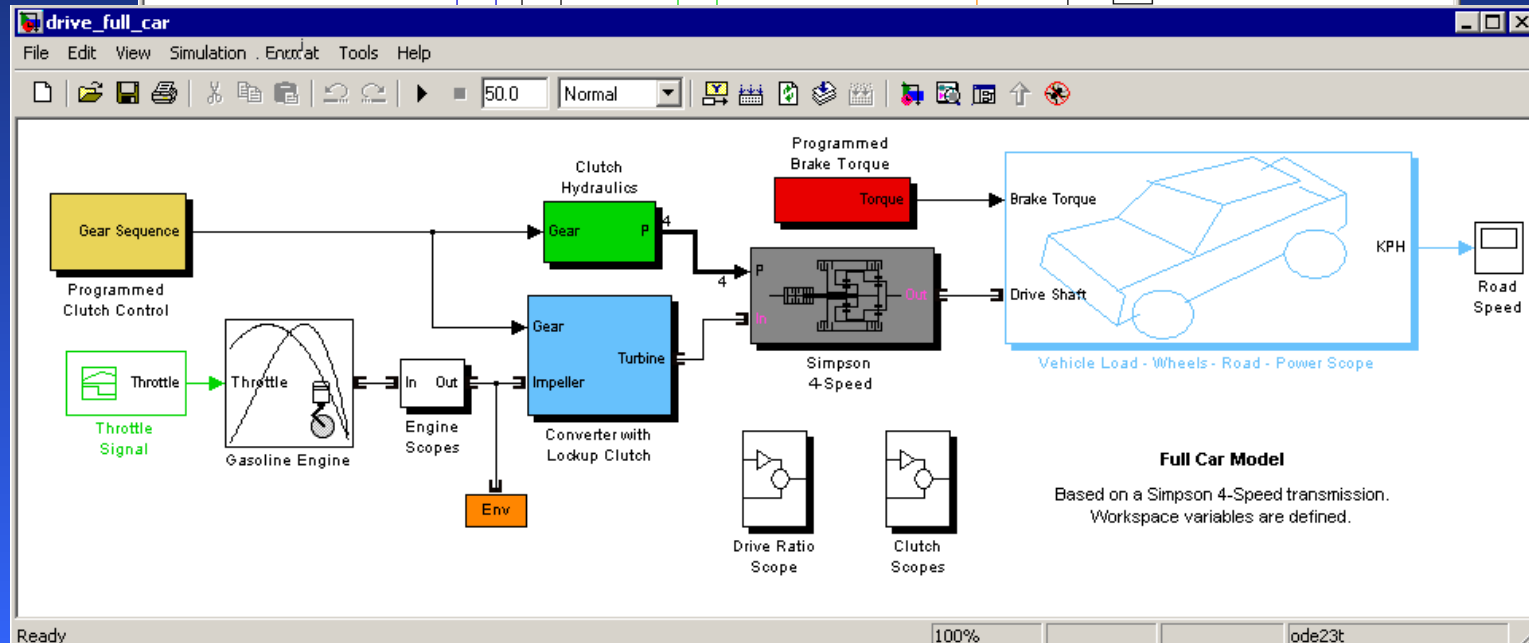
- SimDriveline

Příklady:

drive\_4wd\_dynamics



drive\_full\_car





- **SimMechanics**

- prostředí pro simulaci a modelování strojů jako tuhých těles popsaných bloky
- modely se vytváří v prostředí Simulinku (Simulink nutný)
- kombinace s bloky Simulinku a SimDriveline
- výstupy do Virtuální Reality

- **Knihovna bloků obsahuje**

- tělesa (úchytné body, CG, setrvačnost), pevné uchycení
- spoje (prismatické, otočné, sférické, rovinné, teleskopické, ...)
- vedení, uchycení
- snímače a posilovače
- silové prvky (pružina, tlumič)

- **Analýza pohybu, kinematika**



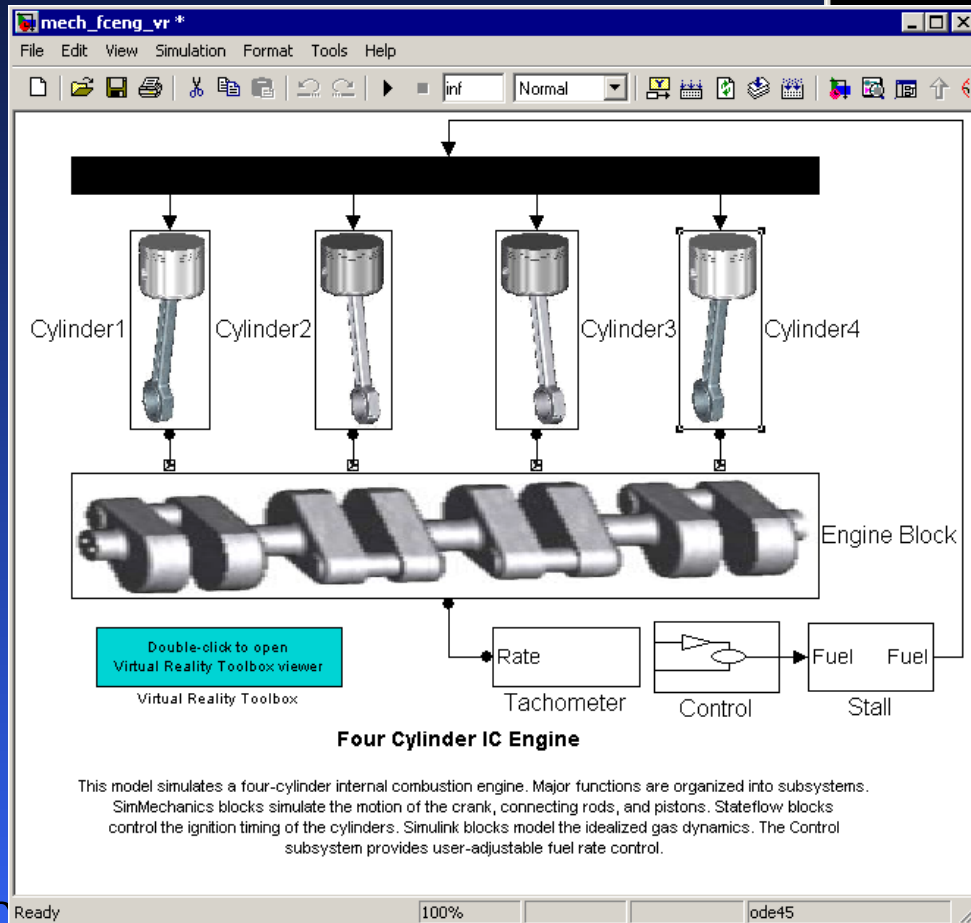
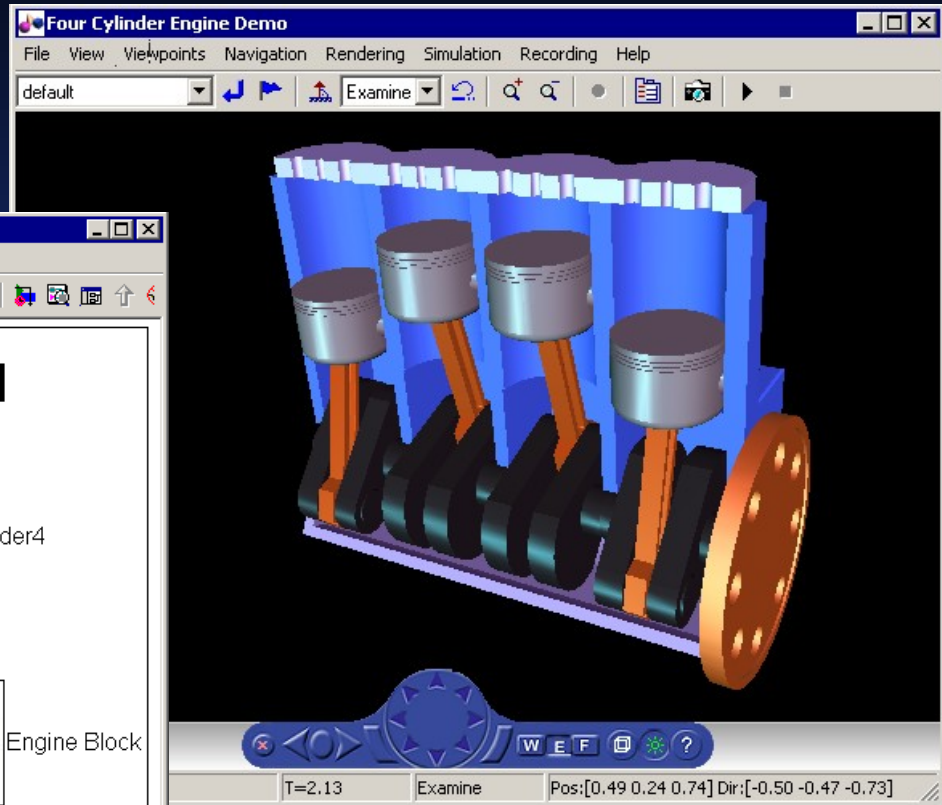


# Bloksety - výběr

HUMUSOFT s.r.o.

- SimMechanics

mech\_fceng\_vr





# Bloksety - výběr

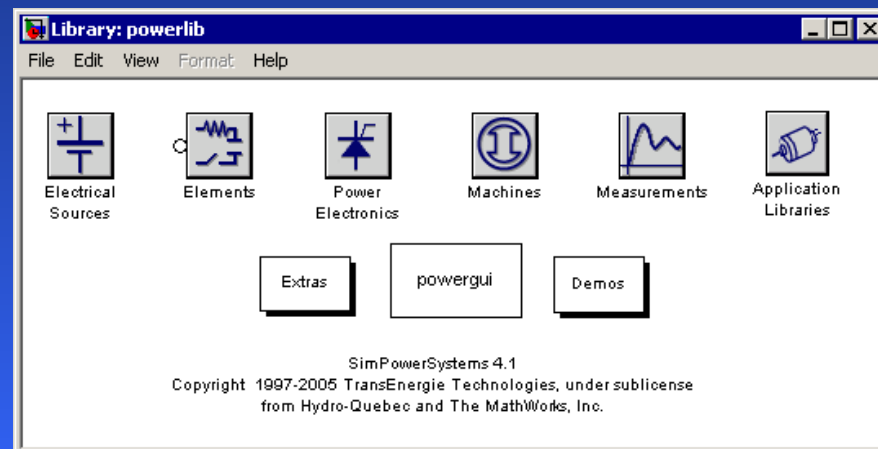
HUMUSOFT s.r.o.

- **SimPowerSytem Blockset**

- prostředí pro simulaci a modelování elektrických a energetických systémů popsaných bloky s parametry
- simulace enegetických soustav, ovládání elektromotorů, atd.
- modely se vytváří v prostředí Simulinku (Simulink nutný)

- **Knihovna bloků obsahuje**

- elektrické zdroje (stejnoseměrné, střídavé, třífázové,...)
- točivé stroje (synchronní, asynchronní stroje, motory, ...)
- výkonová elektronika (tyristory, diody, ...)
- jističe, RLC články, transformátory
- měřicí zařízení

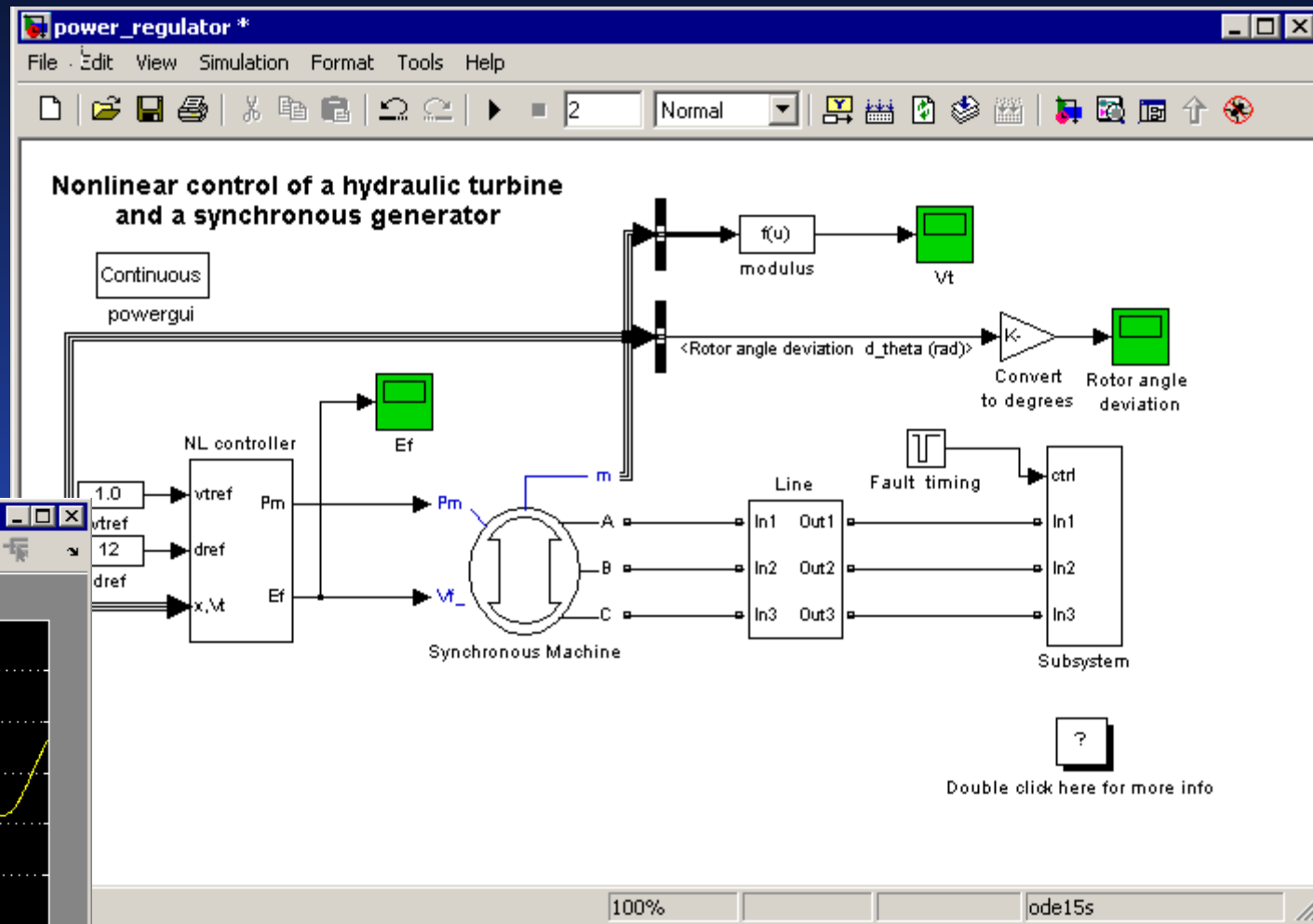
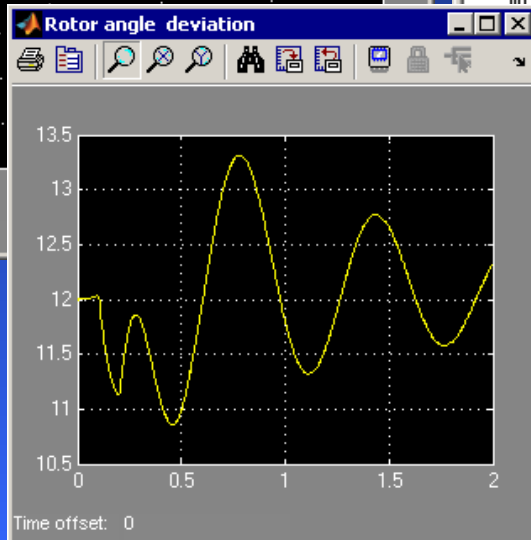
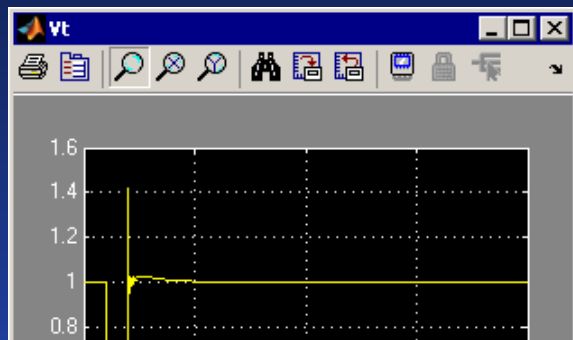




# Bloksety - výběr

HUMUSOFT s.r.o.

- **Příklad:** Nelineární řízení vodní turbíny a synchronního generátoru  
**power\_regulator**



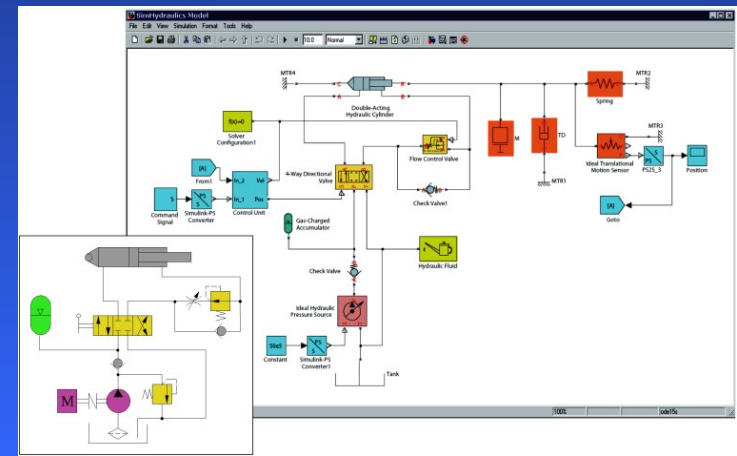


- **SimHydraulics Blockset**

- prostředí pro simulaci a modelování hydraulických systémů popsaných bloky s parametry
- možnost simulace tzv. "multi-domain" systémů (systémy s hydraulickými a mechanickými komponenty)
- modely se vytváří v prostředí Simulinku (Simulink nutný)
- vyžaduje MATLAB 7 a Simulink 6
- fyzikální modelování (SimMechanics, SimDriveline, SimPowerSystems)
- dva typy proměnných: průběžné (through) a příčné (across)
- dva typy portů: hydraulický, mechanický (síla, točivý moment)

- **Knihovna bloků obsahuje**

- ventily, akumulátory
- hydraulické válce, potrubí
- hydromotory, pumpy

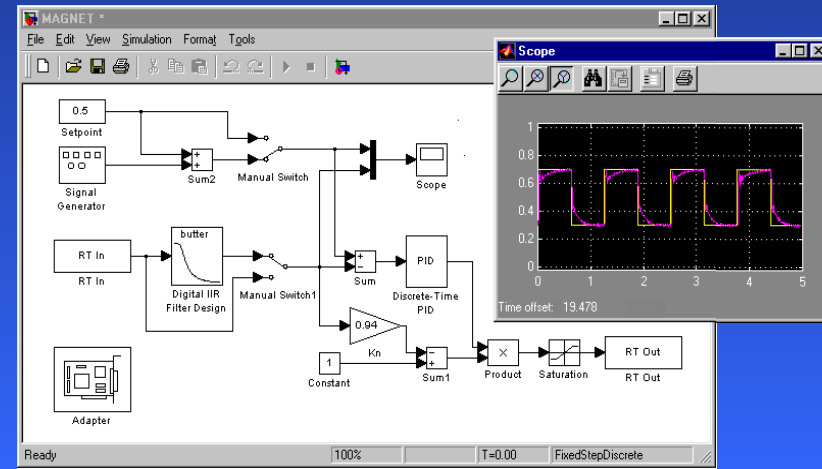






- **Real Time Toolbox**
- **Nadstavba Simulinku pro práci v reálném čase**
  - sběr dat
  - on-line řízení
  - synchronizace s reálným časem
- **Interaktivní práce (modely není nutno kompilovat)**
- **Knihovna bloků reprezentujících komponenty RT systémů**
- **Podpora ~160 akvizičních karet**
- **Real Time Toolbox 4.0:**
  - zcela nové uživatelské rozhraní
  - objektové programátorské rozhraní
  - výrazné zvýšení rychlosti
  - kompatibilita s nejnovějšími typy procesorů

Příklad: Řízení polohy elektro-mechanického systému (magnetická levitace)





- **Další Blocksety**
  - Communication Blockset
  - RF Blockset
  - Signal Processing Blockset
- **Podpora Simulinku, Stateflow**
  - Real - Time Workshop
  - Simulink Accelerator
  - Simulink Fix Point
  - Simulink Parameter Estimation
- **Embedded systémy, targety**
  - Real - Time Embedded Coder
  - Real - Time Windows Target
  - Embedded Target for TI C2000
  - Embedded Target for TI C6000
  - Embedded Target for Motorola MPC555
  - Embedded Target for Motorola HC12
  - Embedded Target for InfineonC166 Microcontrollers
- **Další Blocksety**
  - SimDriveline
  - SimEvents
  - Video and Image Processing
- **Podpora Simulinku, Stateflow**
  - SimDriveline
  - SimEvents
  - Simulink Response Optimization



- **Platformy, HW**

- **Windows 2000 (SP 3 nebo 4), XP(SP 1 nebo 2), Windows Server 2003**
- **Windows XP x64**
  - RAM (512) 1024 MB
  - místo na HDD 460 MB (jen MATLAB a Help)
  - Pentium III, IV, Xeon, Pentium M, AMD Athlon, Athlon XP, MP, AMD 64
- **Solaris 8, 9, 10**
  - SPARC, UltraSPARC
  - místo na HDD 460 MB (jen MATLAB a Help)
  - RAM (512) 1024 MB
- **Linux 32-bit Kernel 2.4.x, Kernel 2.6.x, glibc 2.3.2 a vyšší**
  - Pentium III, IV, AMD Athlon, Athlon XP, AMD Opteron, AMD64, EMT64
  - RAM (512) 1024 MB
  - místo na HDD 460 MB (jen MATLAB a Help)
- **Linux 64-bit Kernel 2.4.x, Kernel 2.6.x, glibc 2.3.4 a vyšší**



- **Platformy, HW - pokračování**

Macintosh, PowerPC G4 a G5

- **Panther**

- Mac OS X 10.3.8, 10.3.9\*
- RAM (512) 1024
- místo na HDD 460 MB (jen MATLAB a Help)

- **Tiger**

- Mac OS X 10.4.4, 10.4.5, 10.4.6, 10.4.7

- **X11 pro Macintosh**

---

**Děkuji za pozornost**