

Katedra elektrotechniky a mechatroniky, FEI TU v Košiciach

# Počítačové aplikácie

# Pr.1 – Úvod do MATLABu



1. roč. AES, LS 2018/19

# Náplň

- 1. MATLAB = Matrix Laboratory
- 2. Total Academic Headcount TAH
- 3. Sprievodca pracovnou plochou
- 4. Režimy práce programu MATLAB
- 5. Command window
- 6. Premenné
- 7. Help + iné
- 8. Študijná literatúra



# 1. MATLAB = Matrix Laboratory

### Vývojár: The MathWorks, Inc. (www.mathworks.com)



- Je to univerzálny inžiniersky nástroj pre technické výpočty a simuláciu dynamických systémov
- Vychádza z filozofie: všetko je matica.
  - Skalár: iba jeden riadok a jeden stĺpec
  - Vektor: len jeden riadok, alebo jeden stĺpec
  - Matica: viac riadkov a viac stĺpcov



## MATLAB – možnosti, použitie

MATLAB je integrovaným prostredím, pomocou ktorého možno vytvárať:

- 1. matematické výpočty;
- 2. modelovanie systémov;
- 3. analýzu a vizualizáciu dát;
- 4. meranie a spracovanie dát;
- 5. vývoj algoritmov;
- 6. návrhy riadiacich a komunikačných systémov
- môže fungovať ako riadiaci systém príp. ako regulátor a mnohé ďalšie;

Štatistika a optimalizácia
Spracovanie signálov a komunikácie
Spracovanie obrazu
Finančná analýza
Výpočtová biológia
Neuronové siete, fuzzy
Modelovanie fyzikálnych sústav
Navrh riadiacich systémov
Systémy diskrétnych udalostí
Meranie a testovanie
Tvorba aplikácií
Generovanie kódu (RT a embedded)

## MATLAB – základné komponenty

### Výpočtové jadro

numerické a aritmetické operácie, práca so štruktúrami, dátové súbory

### Grafický subsystém

umožňuje jednoduché zobrazovanie výsledkov výpočtov, podpora 2D a 3D grafiky

### Pracovné nástroje

rozumieme úplné programovanie aplikácií, GUIDE, načítanie dát z externých zdrojov a ovládanie zariadení

### Toolboxy

rozširujú možnosti výpočtového jadra MATLABu, pre spracovanie obrazu a signálov, optimalizáciu, financie, ekonomiku

Otvorená architektúra

## MATLAB – možnosti výstupu

- Alfanumerické výstupy výsledky výpočtov
- Grafický výstup grafy (grafika) v 2D a 3D
- GUI Graphical User Interface = grafický používateľský interfejs
- Prepojenie s okolím prostredníctvom interfejsov
  - Načítanie údajov z prostredia a ich následné spracovanie
  - Ovládanie externých zariadení
    - riadenie
    - regulácia

## Simulink

- Nadstavba MATLABu = súčasť (samostatne neexistuje)
- Modelovanie, a simulácia dynamických systémov
- Prostredie blokových schém
- Úzka spolupráca s MATLABom



## **GUI - Graphical User Interface**

- Získaný pomocou tzv. objektového programovania v MATLABe (pre pokročilých)
- Používateľ ovláda iba prvky na obrazovke, v pozadí pracuje:
  - matematickým model naprogramovaný v MATLABe,
  - príp. schéma v Simulinku a pod.



## **GUI - Graphical User Interface**

### Príklad zložitejšieho GUI:



## Riadenie servopohonov robota pomocou GUI

### GUI pre ovládania externých zariadení z počítača (18 servopohonov):



## MATLAB – využitie v štúdiu na KEM

### Využitie: počas celého štúdia ... aj po skončení

- Veľký potenciál využitia MATLABu je počas celého štúdia vo všetkých odboroch na FEI.
- Iba jeden univerzálny SW nástroj:
  - odstráni duplicity pri výučbe rôznych SW produktov.
- Na **KEM** sa využíva v predmetoch:
  - Automatizácia,
  - Modelovanie a simulácie v elektrotechnike,
  - Modelovanie elektromechanických systémov,
  - Dynamické deje elektrických strojov,
  - Elektrické pohony
  - Servopohony
  - Robotika, a iné

## 2. Total Academic Headcount - TAH

Ide o licenciu MATLABu plne prístupného študentom počas štúdia

– počas platnosti: Meno.Priezvisko@student.tuke.sk

## Čo prináša TAH?

- Úplný študentov prístup k MATLABu a všetkým Toolboxom na univerzite
- Možnosť inštalácie na vlastné počítače
- Možnosť inštalovať na počítače v spoločných priestoroch (internáty, knižnica, klubovne, ...)
- Overenie algoritmov na low cost HW (Arduino, LEGO, Raspberry Pi, ...)
- Odpadá pokušenie používania nelegálneho softvéru
- Vznik komunity študentov (kluby, makerzone, ...)
- Zapájanie sa do súťaží (aj medzinárodnych)
- Kooperácia so študentami z iných univerzít

## TUKE - dostupné produkty MathWorks

#### Produkty dostupné pre univerzitu

MATLAB, Simulink a doplnkové produkty sú prístupné prostredníctvom našej TAH univerzitnej licencie. Aplikačné oblasti zahŕňajú:

- → MATLAB
- → Simulink
- ➡ Aerospace Blockset
- ➡ Aerospace Toolbox
- ➡ Antenna Toolbox
- ➡ Audio System Toolbox
- ➡ Automated Driving System Toolbox
- Bioinformatics Toolbox
- ➡ Communications System Toolbox
- ➡ Computer Vision System Toolbox
- Control System Toolbox
- → Curve Fitting Toolbox
- → Data Acquisition Toolbox
- ➡ Database Toolbox
- → Datafeed Toolbox
- → DSP System Toolbox
- Econometrics Toolbox
- ➡ Embedded Coder
- → Filter Design HDL Coder
- ➡ Financial Instruments Toolbox
- ➡ Financial Toolbox
- ➡ Fixed-Point Designer
- ➡ Fuzzy Logic Toolbox
- → Global Optimization Toolbox
- → GPU Coder
- → HDL Coder
- → HDL Verifier
- ➡ Image Acquisition Toolbox
- ➡ Image Processing Toolbox

- ➡ Instrument Control Toolbox
- ➡ LTE HDL Toolbox
- ➡ LTE System Toolbox
- ➡ Mapping Toolbox
- ➡ MATLAB Coder
- → MATLAB Compiler
- ➡ MATLAB Compiler SDK
- ➡ MATLAB Report Generator
- ➡ Model Predictive Control Toolbox
- ➡ Model-Based Calibration Toolbox
- → Neural Network Toolbox
- → OPC Toolbox
- → Optimization Toolbox
- → Parallel Computing Toolbox
- Partial Differential Equation Toolbox
- → Phased Array System Toolbox
- ➡ Polyspace Bug Finder
- → Polyspace Code Prover
- ➡ Powertrain Blockset
- ➡ RF Blockset
- → RF Toolbox
- → Risk Management Toolbox
- ➡ Robotics System Toolbox
- Robust Control Toolbox
- ➡ Signal Processing Toolbox
- → SimBiology
- → SimEvents
- → Simscape
- → Simscape Driveline

- → Simscape Electronics
- → Simscape Fluids
- → Simscape Multibody
- ➡ Simscape Power Systems
- ➡ Simulink 3D Animation
- ➡ Simulink Check
- ➡ Simulink Code Inspector
- ➡ Simulink Coder
- → Simulink Control Design
- ➡ Simulink Coverage
- → Simulink Design Optimization
- → Simulink Design Verifier
- → Simulink Desktop Real-Time
- ➡ Simulink PLC Coder
- ➡ Simulink Real-Time
- ➡ Simulink Report Generator
- ➡ Simulink Requirements
- ➡ Simulink Test
- → Spreadsheet Link
- → Stateflow
- → Statistics and Machine Learning Toolbox
- → Symbolic Math Toolbox
- System Identification Toolbox
- ➡ Text Analytics Toolbox
- ➡ Trading Toolbox
- ➡ Vehicle Network Toolbox
- ➡ Vision HDL Toolbox
- → Wavelet Toolbox
- → WLAN System Toolbox

## Prístup k programu v rámci TAH TUKE

## Postup pri inštalácii pre offline použitie :

## 1) Pripojiť sa na www.tuke.sk/matlab

## MATLAB PRE TECHNICKÚ UNIVERZITU V KOŠICIACH

Technická univerzita v Košiciach je vlastníkom Total Academic Headcount (TAH) licencie pre MATLAB, Simulink, a doplnkové produkty. Zamestnanci univerzity, výskumní pracovníci a študenti môžu tieto produkty používať pre výučbu, výskum a štúdium. Licencia umožňuje jednotlivcom inštalovať produkty na univerzitné zariadenia ako aj na súkromné počítače.

### O programe MATLAB a Simulink

MATLAB, jazyk pre technické výpočty, je programovacie prostredie pre vývoj algoritmov, analýzu dát, vizualizáciu a numerické výpočty. Simulink je grafické prostredie pre simuláciu a dizajn viacdoménových dynamických a vstavaných systémov, založený na modelovaní. Spoločnosť MathWorks vyrába takmer 100 ďalších produktov pre špecializované úlohy, ako je analýza dát a spracovanie obrazu.



## Prístup k programu v rámci TAH TUKE

2) Vytvoriť si konto na www.mathworks.com

3)

4)

5)

6)

Použite e-mail: Meno.Priezvisko@student.tuke.sk

← → C 🔒 http	os://nl.mathworks.co	om		7	🛠 sc 🗜	<b>V</b> :	
📣 MathWork	S <sup>®</sup> Products	Solutions	Cont Academia	act Us Hov Support	w to Buy Sign Community	Events	
	Search MathWorks	s.com			/ c	λ	
		Sign	in to your M	AathWorks	Account		
Stiahnuť		Emai	Address or l	Jser ID:			
Inštalovať		Pass	word:				
Aktivovať		Forgot	Password?				
Používať	€ K	Keep me signed in					
		Dente				. A	
		Dont	nave a wath	WORKS ACC	sount? Create	Account	



## Prístup cez TAH k online službám

## Prístup k online službám:

- 1) MATLAB Online
- 2) MATLAB Mobile (iba pre Android)
- 3) MATLAB Drive (5GB)

## 1) MATLAB Mobile

Cez smartfón - cez Google Play (Obchod Play) nainštalovať aplikáciu: MATLAB mobile ···

Možnosti – po odštartovaní sa objaví:

- Connect to MatWorks Cloud (vyžaduje registráciu na MathWorks)
- Connect to Your Computer (je tam návod a prepojenie s PC)





## MATLAB Mobile

### Obrazovka smartfónu:

++rro Grange ♥			12:01				100 1		
1	M	LAT	LAI	3 Ma	bile				
>> 1	uhas								
Att	ame ribut	45	513	e			Byte	es (	lass
. 0	15		10	E.				8	
0010 (T	ble		1x1					8	
daul n	ble		1x1	ŝ.				8	
doui z	ble	3	100×1	88			8998	10	
dout	ble	1	217	222			200	8	
-44	surfi	(z)							
**									
					1		-	1	
Ť	4	0		1.40	<u>•</u>		1.25	100	de
↑ q	↓ W	e ()	r	t	, z	u	1	0	p
↑ q a	⇒ W S	e d	r f	t g	, z h	u J	i k	0	p ,
↑ q a o	⇒ w s y	e d x	r f c	t g v	, z h b	u j n	i k m	0   	p ,



## Podpora MATLABu na smartfóne

### Obchod Play: Množstvo aplikácií pre výučbu MATLABu



## 2) MATLAB Online. Pripojením počítača, na ktorom nie je nainštalovaný MATLAB, na internet – interaktívny

editor. MATLAB Online R2018b × 🖷 [https://matlab.mathworks.com 🖙 🛧 С Prihlásenie: MathWorks\* MATLAB Online www.mathworks.com/ TLAB<sup>®</sup> Online products/ **MATLAB** Online Sign in to your MathWorks Account Email Address or User ID: Password: Potom z Ak už máte účet na MathWorkse Sign In Vytvorenie účtu Create Account Learn about MATLAB Online Use MATLAB Drive<sup>™</sup> to synchronize your MATLAB files between your computers and MATLAB Online.

 Obrazovka MATLABu po prihlásení pri online pripojení pás HOME



### • Obrazovka MATLABu pri online pripojení

pás PLOTS:
 rôzne druhy
 grafov



## • Obrazovka MATLABu pri online pripojení:

pás APPS:
 rôzne
 aplikácie

'S A	PPS						
							) ×
TAVORITES							
🗾 🖈	🔽 🖈	🖶 ★					
Curve Fitting	Optimization	PID Tuner					
MACHINE LEARN	NING AND DEEP L	EARNING	_		_		÷
	<b>``</b>	<b>*</b>	<b>*</b>	<b>`</b>			
Classification Learner	Neural Net Clustering	Neural Net Fitting	Neural Net Pattern	Neural Net Time Series	Regression Learner		
MATH, STATISTIC	CS AND OPTIMIZA	ATION				\$	÷
/ 🖈		- 🖂 🖈					
Curve Fitting	Distribution Fitter	Optimization	PDE Modeler				
CONTROL SYST	EM DESIGN AND	ANALYSIS				\$	÷
E			-	A B C D	MPC	$\mathbf{X}$	
Control System	Control System	Fuzzy Logic	Linear System	Model Reducer	MPC Designer	Neuro-Fuzzy	
	Tunor	Designer	Analyzer			Designer	
PID Tuner							
SIGNAL PROCES		MUNICATIONS				\$	Ŧ
2	2	$\overline{\bigcirc}$	$\sim$		$\sim$		
Bit Error Rate Analysis	Filter Designer	Radar Equation Calculator	Radar Waveform	Sensor Array Analyzer	Window Designer		
MAGE PROCES	SING AND COMP	UTER VISION				*	÷
Image Viewer							
	L FINANCE						
M							
Econometric Modeler							

# 3. Pracovná plocha MATLABu (v. 2018)

• Po odštartovaní MATLABu je rozdelenie plochy nasledovné:

HONE PLOTS	APPS	5			制品的的	- e R	C 🐨 Seat	ch Documer	itation	P 🌲 🤅	Sign In
New New New Open Script Live Script FLE	Company	es Import Save Data Workspace WARWEL	New Verlable Open Variable 👻 Diear Workspace 👻 E	Pavortes	Analyze Code	Layout	Preferences Set Path Envirionment	Add-Dris	C C	Community Request Suppo Learn MATLAB ESOURCES	-
金 李 田 💁 🔁 🛑・ H i	Documents	S + MATLAB +									• 0
Current Folder	9	Command Window					9	Workspace	6		۲
Name 🔺		New to MATLAB? See resource	ces for <u>Getting Started</u>	l.			×	Name 🛥		Value	
Current Fold prístup k súborom	er	fę >>	Com zadá >>	mar vani p	nd Windov ie príkazo rompt	v		V pr	Vork poi remo	s <b>pace</b> užité ennýcł	ו
Details	^							<			>
Ready											

- Konfiguráciu a formát okien možno meniť:
  presúvať, otvárať a zatvárať a pod.
- Vzhľad okien MATLABu závisí od verzie MATLABu (2007 ... 2019) (možno zistiť inštrukciou version)

## Pracovná plocha MATLABu

## Command Window

– príkazové okno pre zadávanie príkazov v jazyku MATLAB.

### Workspace

zobrazuje obsah pamäte; je možné jednotlivé premenné editovať.

## Command History

zobrazí, všetky skôr zadané príkazy a povely z hlavného okna;

## Current Directory

prehľad súborov v aktuálnom adresári

## • Help / MATLAB Help

- v hlavnej ponuke - zobrazí nápovedu.

## Pracovná plocha MATLABu, v. 2007



# Pracovná plocha MATLABu, online



4. Režimy práce programu MATLAB

1) Dialógový, príkazový režim

2) Programový režim

3) Grafický režim

4) Práca online

## Režimy práce programu MATLAB

## 1) Dialógový režim

- Je prístupný v okne Command Window
- Príkazy sa vykonávajú ihneď po stlačení ENTERu
- Priraďovací príkaz sa prevádza pomocou znaku rovnosti: =
- Existuje premenná ans, ktorá je k vždy dispozícii a ukladá sa do nej výsledok výpočtu, ak nie je pomenovaný inak
- V tomto režime je možné MATLAB používať viac menej ako inteligentnú kalkulačku.
  - Argumenty funkcií sa dávajú vždy do okrúhlych zátvoriek: ()
- Použité premenné sa uchovávajú v pamäti, je ich možné vypísať pomocou príkazu who, s ich veľkosťami potom príkazom whos
- Premenné je možné mazať príkazom clear názov\_premennej, všetky potom príkazom clear all, príp. iba clear

## Režimy práce programu MATLAB

## 2) Programový režim

- Do programového režimu je možné dostať sa nasledovne:
  - a) ikona alebo príkaz (>> edit) v menu Command Window pre otvorenie nového súboru
  - b) otvorením už existujúceho m-súboru v MATLABe (>> edit meno\_suboru)
- Súbor pred spustením treba uložiť na disk (pritom ho pomenovať)
- Súbor sa spustí v okne Command Window zapísaním názvu súboru
- Je vhodné nastaviť si cestu do svojho adresára na príslušný disk
- Pracuje so zvláštnym editorom debuggerom



## Režimy práce programu MATLAB

## 3) Grafický režim

- slúži na vizualizáciu výsledkov
- používa sa samostatné grafické okno figure
- príkazom figure (ľubovoľné\_číslo) sa otvára nové grafické okno, do ktorého sa bude:
  - kresliť graf a
  - smerovať všetky inštrukcie pre popis grafu (osi, nadpis, popisky. ...)
- príkazom close sa zavrie posledné aktívne grafické okno.
   Na začiatku programu je vhodné používať príkaz close all
- podrobnejšie informácie hľadajte napr. pomocou príkazu help plot

## **Command Window**

### Editácia príkazov

používané klávesy

kláves	význam
ENTER	odošle riadok ku spracovaniu
ESC	zmaže celý riadok
<b>▲</b> a <b>▼</b>	listovanie po zadaných príkazoch



## **Command Window**

## Zobrazovanie výsledku – formát čísiel

príkaz	<b>príklad</b> ( <b>pi</b> = Ludolfovo číslo)
>> format short	3.1416
>> format short e	3.1416e+000
>> format long	3.14159265358979
>> format long e	3.141592653589793e+000
>> format rat	355/113
>> format hex	400921fb54442d18
>> format bank	3.14
>> format compact	zúženie riadkovania vo výsledku
>> format	návrat k pôvodnému formátu



# 6. Premenné

- Premenná je objekt. Má svoj názov, typ a hodnotu
  - názov
    - môže obsahovať až **31 znakov**
    - môže obsahovať písmená anglickej abecedy (a-z, A-Z), číslice (0-9) a podčiarkovník (\_).
    - nesmie začínať číslom, nesmie obsahovať prázdnu medzeru
    - pozor na veľké a malé písmená!
      - MATLAB je case-sensitive
    - nesmie byť rovnaké meno súboru v MATLABe a v Simulinku
  - typy a hodnota
    - každá premenná je matica, takže MATLAB nerozlišuje typy premenných
    - z hľadiska rozmeru matíc rozlišujeme premenné:

matice (m x n), vektory (1 x n, n x1) a skaláry (1x1)



- vytvorenie skalárnej premennej
  - >> nazov premennej = vyraz
  - desatinné čísla (.78; 8.14), zlomky (329/23)
  - vedecký formát (11.8e-23)
  - imaginárne číslo preddefinované premenné i a j
  - komplexné číslo: 23+4i

### vytvorenie matice alebo vektora

- zadáva sa do hranatých zátvoriek []
- stĺpce sa oddeľujú čiarkami, alebo medzerou; [1 2 3] [1, 2, 3]
- riadky sa oddeľujú bodkočiarkou

>> a = [1, 2, 3]; A = [1, 2; 3 4]

- zobrazenie hodnoty
   > nazov premennej
- práca s adresárom
  - pwd vypíše názov aktuálneho adresára (present working directory)
  - dir vypíše obsah aktuálneho adresára
  - mkdir vytvorenie adresára ("make")
  - **rmdir** odstránenie adresára ("remove")
  - what zoznam špecifických súborov MATLABu v adresári
  - cd zmena aktuálneho adresára

help general – zoznam všeobecných príkazov MATLABu



- Uloženie premennej do nastaveného adresára
  - >> save meno\_suboru nazov premennej
  - >> **save** meno\_suboru nazov premennej1 nazov premennej2
  - >> save meno\_suboru do súboru pod daným menom sa uložia všetky premenné z Workspace (meno\_suboru.mat)
- Nahratie premennej z adresára do počítača
  - >> load meno\_suboru
  - >> load meno\_suboru nazov premennej

- Zmazanie premennej
  - >> clear nazov premennej
  - >> clear nazov prem1 nazov prem2 nazov prem3
  - >> clear zmaže všetky premenné vo Workspace
- Špeciálne premenné
  - ans;
  - NaN, nan; Inf, inf ;
  - i, j; pi; eps, realmin, realmax
  - version, computer
- Základné operátory : + , , \* , / , ^ , ( ) , [ ] , { }



- oddelenie príkazov v jednom riadku ,
  > a = 5, b=7, c = a+b
- pokračovanie v nasledovnom riadku ...

>> A = [1, 2, 3, 4, 5; ... .3 4/7 .6 8.7 5.435]

- potlačenie výpisu výsledku;
  > a = 5.6744e-43;
- komentár %

>> x =[8.56, pi]; % vytvorí vektor x s hodnotami 8.56 a 3.1416, bez výpisu

• násilné ukončenie výpočtu Ctrl + C



## Help + ...

- help, helpwin, info
- version, compute

- vyčistenie pracovného okna: >> clc
- vyčistenie grafického okna: >> clf
- ukončenie MATLABu: >> quit

### Online help:

https://www.mathworks.com/help/matlab/index.html



# 7. Help + ...

 Offline dokumentáciu s bližším vysvetlením si stiahnuť z tej istej stránky: https://nl.mathworks.com/help/matlab/index.html

← → C ■ https://www.mathworks.com/	help/matlab/index.html
A MathWorks®	
Documentation	Ś
	MATLAB
MATLAB Getting Started with MATLAB Language Fundamentals Mathematics Graphics Data Import and Analysis Programming Scripts and Functions App Building Advanced Software Development Desktop Environment Supported Hardware Simulink	The Language of Technical Compu Release Notes Getting Started Learn the basics of MATLAB Language Fundamentals Syntax, operators, data types, arras Mathematics Linear algebra, differentiation and b Graphics Two- and three-dimensional plots

# 8. Študijné materiály

### Stránka KEM: http://kem.fei.tuke.sk/



## Kam za informáciami...



## Kam za informáciami...

### www.mathworks.com – online kurzy, príklady, Simulink

### Learn the Basics Get started with interactive lessons and exercises to help you learn MATLAB and Simulink. MATLAB Tutorials Simulink Examples MATLAB Code Examples Navigate modeling and simulating various Solve problems such as curve fitting, plotting dynamic systems guided by scripts and model and image processing with code examples. files. Learn more » Learn more

### MATLAB Courseware

Download curriculum materials to help develop and enhance your curriculum.

Download Courseware

## **Online informácie**

#### Support

#### Search Support

Support - Q

### Learn with MATLAB and Simulink Tutorials

Get an interactive, hands-on introduction to using MATLAB<sup>®</sup> with online, self-paced courses.

- In-product exercises
- Short video demonstrations
- Instant feedback

Browse all courses

### Learn MATLAB Basics

MATLAB is the high-level language and interactive environment used by millions of engineers and scientists worldwide. It lets you visualize ideas across disciplines including signal and image processing, communications, control systems, and computational finance.

Read Documentation Basics

Desktop Basics: Enter commands and view results.

Matrices and Arrays: Create variables that contain multiple values.

Array Indexing: Access data in an array.

» See more documentation topics

Watch Introductory Videos



Getting Started with MATLAB





Image Processing Made Easy



Using Basic Plotting Functions





Simulink Onromp FREE - Quickly learn the essentials of Simulink. Details

### Learn Simulink Basics

Simulink<sup>®</sup> is a block diagram environment for multi-domain simulation and Model-Based Design. It supports simulation, automatic code generation, and continuous test and verification of embedded systems. Simulate dynamic systems leveraging graphical editors, customizable block libraries, and solvers for modeling.

Read Documentation Basics

Create a Simple Model: Build and simulate a model.

Navigate model: Navigate the hierarchy and connections.

Model-Based Design with Simulink: Use Simulink for Model-Based Design

» See more documentation topics Watch Introductory Videos

See more related videos



Getting Started with

Simulink

>>



Physical Modeling with Simscape



Modeling a Hydraulic Actuation System

## Kam za informáciami...

### www.mathworks.com - knihy



## Kurzy o MATLABe

### https://matlabacademy.mathworks.com/?s\_cid=learn\_MLacad\_



## Kam za informáciami...

### www.humusoft.cz – semináre, školenia, konferencie, webináre...



## Kam za informáciami...

Vyhľadávanie na internete:









## Linky, odporúčaná literatúra

## **Tutoriály**

- www.duke.edu/~hpgavin/matlab.html
- math.uc.edu/~kingjt/matlab\_lnk.html
- www.math.siu.edu/matlab/tutorials.html
- www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/matlab.shtml
- amath.colorado.edu/computing/MATLAB/tutorials.html
- www.mines.utah.edu/gg\_computer\_seminar/matlab/matlab.html
- getlink.pro/youtube/material-design-ppt-matlab-power-pointpresentation

### Octave

- octave.sourceforge.net/
- sourceforge.net/projects/octave/
- www.octave.org/