

MATLAB

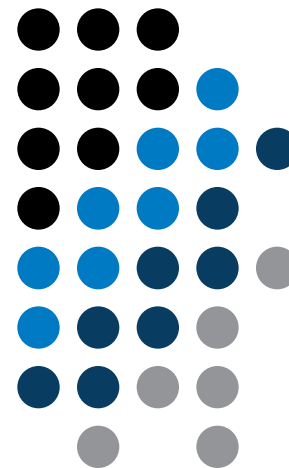
A0B17MTB

PO 25/11/13, K13117

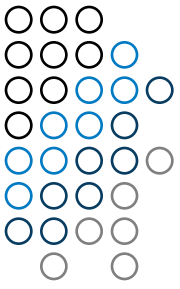
Miloslav Čapek, Pavel Hazdra

Student se naučí efektivně využívat jak základní, tak některé pokročilé funkce Matlabu, vč. základů návrhu grafického rozhraní. Důraz bude kladen na analytický rozbor problému a jeho následnou implementaci, orientaci v rozsáhlé dokumentaci, odladění vlastních funkcí atp. Získané znalosti lze uplatnit v širokém spektru předmětů vyučovaných na FEL (při zpracovávání laboratorních úloh, semestrálních i závěrečných projektů a prací, ale nakonec i v samotné praxi).

Nejsou vyžadovány žádné předchozí zkušenosti s prostředím Matlab.

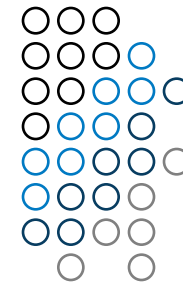


Co přesně chceme učit?



- Matlab
 - precizní zvládnutí základů práce v prostředí Matlab
 - orientace v Matlabu, dokumentaci,
 - práce v Matlabu blízka úrovni „Certified Matlab Associate Exam“.
- Konstruktivně, racionálně myslet, schopnost analyzovat a řešit zadaný problém
 - inženýr si musí se zadáním umět poradit, tuto schopnost lze kultivovat; Matlab je ideálním prostředkem (abstrakce problému, jeho atomizace, postupné řešení, vytváření modelu, testování).
- Nechceme:
 - suplovat programování (ve smyslu algoritmizace).

Koho bychom rádi učili?

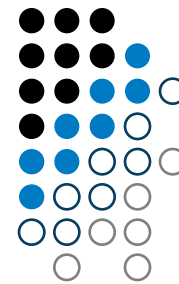


- Doporučení pro studenty 2. semestru
 - předmět není pevně navázán na žádný semestr, avšak:
 - studenti 1. semestru Matlab plně neocení; primární se jeví matematika, fyzika a další úvodní kurzy,
 - studenti vyšších ročníků již Matlab naopak aktivně potřebují.
- Předmět není výběrový, ale půdorys předmětu takový bude:
 - větší objem prakticky procvičené látky,
 - vyšší nároky na absolvování předmětu (projekt, test, zapojení v hodinách → udělení KZ).

- Současný stav
předběžného
zápisu LS2013/2014:
 - celkem 74 studentů

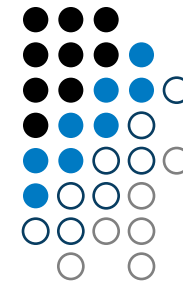
| | Bc. 1 | Bc. 2 | Bc. 3 | Mgr. 1 | Mgr. 2 | Σ |
|------|-------|-------|-------|--------|--------|----|
| KME | 13 | 4 | 9 | - | 1 | 27 |
| KyR | 2 | 2 | 4 | - | 1 | 9 |
| EEM | - | 16 | 11 | - | 2 | 29 |
| STM | - | 1 | - | - | - | 1 |
| (OI) | 4 | - | - | 1 | 3 | 8 |

Proč chceme Matlab učit?



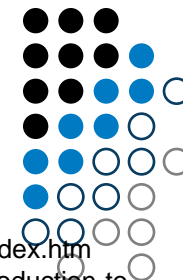
- Matlab:
 - více než 1 milion aktivních uživatelů (k r. 2004!) po celém světě,
 - široce užívaný v průmyslu, vědě a na univerzitách,
 - případné rozšíření kurzu eliminuje nekonečné „začínání“ s Matlabem v mnoha kurzech → úspora času,
 - jeho znalost je užitečná pro absolvování FEL (protokoly, projekty, závěrečné práce, de facto prerekvizita mnoha předmětů),
 - skripty / funkce, mnoho tematických toolboxů, symbolické jádro, ...
 - jde jen o nástroj, který umožňuje konkrétně uchopit a ověřit mnoho teoretických poznatků (již i v 2. sem. – viz analýza, algebra, obvody, informatika, ...), syntax je intuitivní.

Jak bychom chtěli kurz vést?

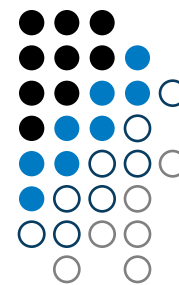


- typ:
 - obecně volitelný (V/F), vedené počítačové laboratoře (vč. partií výkladu)
- zakončení:
 - **KZ** (max. 2 absence) + zpracování projektu + závěrečný test
- rozsah:
 - **0** (P)+ **3** (CV)+ **4** (práce na projektech doma), tj. **4** kredity
- prerekvizity:
 - žádné
- v první (pilotní) fázi v češtině, dále i volitelně i anglická výuka

Kdo, kde a jak ho učí ve světě?



- Takřka všechny "numerické" kurzy na technických univerzitách využívají Matlab. Řešerše z vybraných univerzit:
- **MIT** (QS-1 / Shanghai-4 / Times-5 / Leiden--):
 - *Introduction to Matlab* (6 Lectures, OpenCourseWare), <http://ocw.mit.edu/resources/res-18-002-introduction-to-matlab-spring-2008/index.htm>
 - *Introduction to Matlab* (5 topics, MIT C.No. 6.094), <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-094-introduction-to-matlab-january-iap-2010/index.htm>
 - Matlab je předpokladem již pro základní kurzy (*Linear Algebra* 18.06, *Advanced PDE* 18.306: "I strongly urge you to become proficient in MATLAB.")
- **Standford** (QS-7 / Shanghai-2 / Times-4 / Leiden--):
 - *Introduction to Matlab* (4-weeks course, CME 192), <http://explorecourses.stanford.edu/search?view=catalog&filter=coursestatus-Active=on&page=0&q=CME192>
 - *Statistics and data analysis in Matlab* (Psych216A), <http://white.stanford.edu/~knk/Psych216A/>
 - primery (kupř. http://www.stanford.edu/~wfsharpe/mia/mat/mia_mat3.htm), např. konvexní optimalizace (Boyd & Vandenberghe) v Matlabu (cvx)
- **Caltech** (QS-10 / Shanghai-6 / Times-1 / Leiden--):
 - *Introduction to Matlab and Mathematica* (ACM 11), <http://www.cds.caltech.edu/~mtao/ACM11/index.htm>,
 - obecně: <https://csman.cs.caltech.edu/course/?all=1>
- **ETH** (QS-12 / Shanghai-20 / Times-14 / Leiden--):
 - *Introductory Programming in Matlab* (252-0840-01L), *Engineering Tool II: Introduction to Matlab* (151-0021-00L, short course, 16 hours), *Matlab for biologists* (short course, 5 lectures)
- **EPFL** (QS-19 / Shanghai-101-150 / Times-37 / Leiden--):
 - *Introduction to Matlab and Octave* (a další), http://enacit1.epfl.ch/cours_matlab/
- **NUS Singapore** (QS-24 / Shanghai-101-150 / Times-26 / Leiden--):
 - *Introduction to Programming with Matlab* (IT1005), *MATLAB Programming for Mathematics* (IT2001)
- **University of Glasgow** (QS-51 / Shanghai-151-200 / Times-117 / Leiden--):
 - *Numerical Analysis & Matlab* (UESTC2007), <http://www.gla.ac.uk/coursecatalogue/course/?code=UESTC2007>
 - *Introduction to Matlab Programming* (PSYCH5016), <http://www.gla.ac.uk/coursecatalogue/course/?code=PSYCH5016>
- **Technische Universität München** (QS-53 / Shanghai-50 / Times-87 / Leiden--):
 - *Simulation mit SIMULINK/MATLAB*, <http://www.eal.ei.tum.de/en/courses/courses-folder/smsm/>
- **Lund University** (QS-67 / Shanghai-101-150 / Times-123 / Leiden--):
 - *Introduction to MATLAB for Scientists* (Introduction course - Bachelor level), http://www.lunduniversity.lu.se/o.o.i.s?id=24725&lukas_id=MNXA14
 - v dalších kurzech Matlab/Python jako automatická znalost
- **University of Zurich** (QS-78 / Shanghai-60 / Times-121 / Leiden--):
 - *GEO 803: Solving Geospatial Problems using Matlab*, *Introduction to Matlab with Applications in Finance (S) - HS12*
 - a další (např. i krátké kurzy: *Scientific Computing with MATLAB (Beginner Level)*, *Programming with MATLAB (Advanced Level)*)



Literatura (povinná):

1. Podklady ze cvičení,
2. Matlab dokumentace (>> doc),
3. libovolný „Matlab primer“ pokrývající syllabus předmětu,

[0] Zaplatílek, Doňar: *Matlab pro začátečníky* (1. díl), BEN, 2005, Praha.

Literatura (doporučená):

[1] Attaway, S.: *A Practical Introduction to Programming and Problem Solving*, 3rd ed., Butterworth-Heinemann, 2013,

[2] Hahn, B., Valentine, D.: *Essential Matlab for Engineers and Scientists*, 5th ed., Academic Press, 2013,

[3] Kiusalaas, J.: *Numerical Methods in Engineering with Matlab*, Cambridge University Press, 2005,

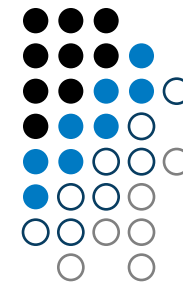
[4] Mathews, J. H., Fink, K. D.: *Numerical Methods Using Matlab*. Prentice Hall, 1999,

příp. další zdroje (materiály AV ČR – bude uvedeno na cvičení, ad.), komunitní weby: <http://www.mathworks.com/>^[5], ad.

Zajímavosti:

- o <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/31449-stellaria-tech-demo-the-best-matlab-shooting-game-ever>^[6]
- o <http://blogs.mathworks.com/loren/>^[7]

Navrhovaný **syllabus** (k diskuzi)



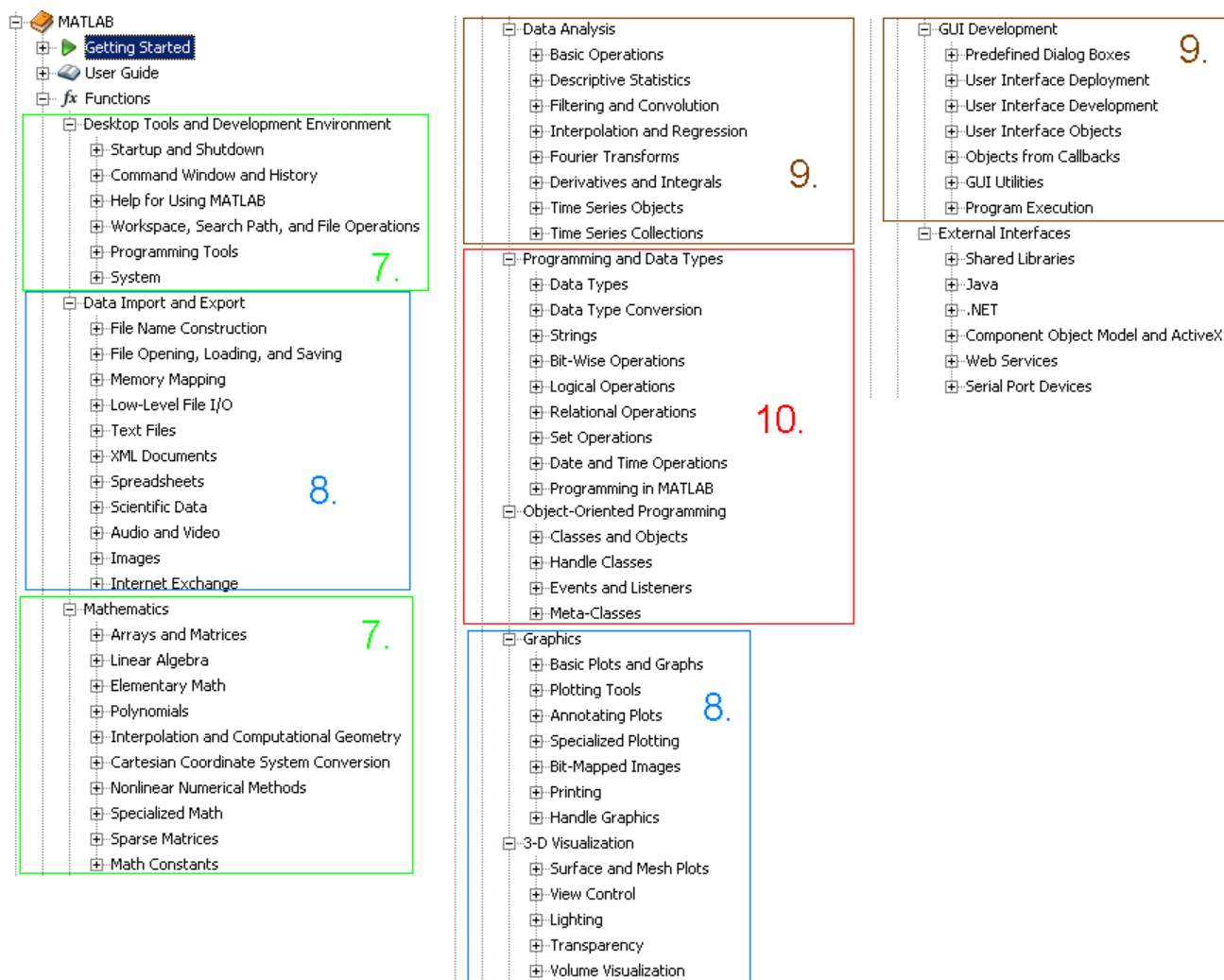
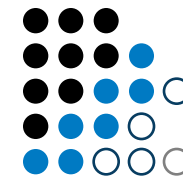
■ lvl1 ■ lvl2 ■ lvl3

| | Teoretická část semináře | Praktická část semináře |
|----|---|--|
| 1 | Motivační příklady, popis a nastavení prostředí, ovládání | Matlab jako kalkulačka, dokumentace1 (help, demos, examples) |
| 2 | Výrazy a příkazy, indexace, elementární matematické funkce | (), [], :, „tečkové“ operace, řešení jednoduchých příkladů (skripty #1), skalární × vektorové × maticové operace a funkce |
| 3 | Relační a logické operátory, logické indexování, ladění programu | Skripty #2, zkratky, cell režim, zpracování skriptu Matlabem |
| 4 | Uživatelsky definované funkce, rekurse, programovací úzus (proměnné, funkce, komentáře) | Pracovní prostory, hlavní / vedlejší / zanořené funkce |
| 5 | Vizualizace v Matlabu (úvod) | Vykreslení a úpravy grafů, (figures, legend, axes, ...) |
| 6 | Cykly (vektORIZACE, další metody eliminace), cell, struct | Zabudované funkce #1, časové funkce |
| 7 | Alokace proměnných, typy proměnných, větvení programů, m-lint | Zabudované funkce #2, dělení nulou (Inf, NaN, ...) |
| 8 | Textové řetězce, import / export v Matlabu, akcelerace kódu | Excel, ASCII, binary, mat, (bmp), eval, evalin, ... |
| 9 | Path, profilace kódu, tvorba rozsáhlejších aplikací – zásady | Komplexní příklady (z hlediska funkcionality), orientace v kódu |
| 10 | Vizualizace v Matlabu (OOP/handle přístup, řízení grafiky) | Složité grafy (různé typy objektů), řízení vzhledu, animace |
| 11 | GUI v Matlabu (jednoduché grafické rozhraní) | Handle @, hierarchie GUI objektů, uicontrols, callback funkce |
| 12 | Symbolická matematika (jádro MuPAD) | Vyšetření limit, extrémů, derivací, integrace, nulové body funkce atp., ezplot, ezsurf, solve, srovnání s numerickými přístupy |
| 13 | Test, dokončování / kontrola projektů, diskuze nad problémy, zápočet | |
| 14 | Rezerva (volný týden) | |

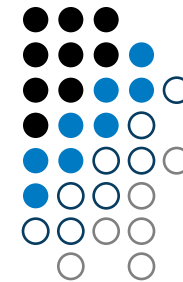


| | Chapter | Description |
|----|--|--|
| 1 | Working with the MATLAB User Interface | Reading data from file, Saving and loading variables, Plotting data, Customizing plots, Calculating statistics and best-fit line, Exporting graphics for use in other applications |
| 2 | Variables and Expressions | Entering commands, Creating variables, Getting help, Accessing and modifying values in variables, Creating character variables |
| 3 | Analysis and Visualization with Vectors | Calculations with vectors, Plotting vectors, Basic plot options, Annotating plots |
| 4 | Analysis and Visualization with Matrices | Size and dimensionality, Calculations with matrices, Statistics with matrix data, Plotting multiple columns, Reshaping and linear indexing |
| 5 | Automating Commands with Scripts | A modeling example, The Command History, Creating script files, Running scripts, Cells |
| 6 | Working with Data Files | Importing data, Mixed data types, Cell arrays, Numbers, strings, and dates, Exporting data |
| 7 | Multiple Vector Plots | Graphics structure, Multiple figures, axes, and plots, Plotting equations, Using color, Customizing plots |
| 8 | Logic and Flow Control | This chapter highlights the use of logical operations, variables, and indexing techniques to create flexible code that can make decisions and adapt to different situations. Other programming constructs are considered as well, for repeating sections of code and for allowing interaction with the user. |
| 9 | Matrix and Image Visualization | Indexed images and colormaps, Surface plots, Contour plots, True color images |
| 10 | Data Analysis | Correlation, Fitting and interpolation, Smoothing, Regression models, Solving linear systems of equations, Spectral analysis and FFTs |
| 11 | Writing Functions | Creating functions, Calling functions, Workspaces, Subfunctions, Path and precedence |
| 12 | Troubleshooting Code and Improving Performance | Debugging with the MATLAB Editor, Using breakpoints, Measuring code performance |
| 13 | Data Types | MATLAB data types, Integers, Cells, Structures, Function handles |
| 14 | File I/O | Opening and closing files, Reading and writing text files |

MTB vs. MAA (Matlab)



Realita: zápisy LS2013/2014



- předmět nabízen jako F v předběžných zápisech
- propagace:
 - web předmětu: <http://elmag.org/cs/Matlab>
 - facebook: <https://www.facebook.com/elmag.org>
 - web katedry: <http://elmag.org/>
 - fakultní aktuality
 - plakátky na MA1, poster

- výsledek: 74 zapsaných studentů

The screenshot shows the website for the 'Katedra elektromagnetického pole' (Faculty of Electrical Engineering, ČVUT). The page is titled 'Matlab' and includes a navigation menu on the left with categories like 'Domů', 'Katedra', 'Věda a výzkum', 'Studium a výuka', and 'Uživatelské menu'. The main content area features the Matlab logo (A0B17MTB) and a list of links: 'Info | Aktuality | Harmonogram | Podmínky | Projekty | Příklady | Literatura'. Below this, there is a paragraph about the course, an 'Anotace' section, a 'Forma' section, a 'Rozsah' section, and a 'Kontakty' section. The 'Kontakty' section includes a table with contact information for the course guarantor and the lecturer.

| | | | |
|------------------|------------------------------|------------|----------------------------|
| Garant předmětu: | Doc. Ing. Pavel Hazdra, Ph.D | T2: B2-536 | |
| Vyučující: | Ing. Milošlav Čapek | T2: B2-627 | miloslav.capek@fel.cvut.cz |

Propagace

Matlab

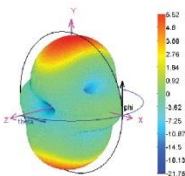
A0B17MTB
Matlab
LS13/14



NOVÝ VOLITELNÝ PŘEDMĚT

Proč Matlab?

- Je jedním z **nejužívanějších** inženýrských a vědeckých prostředí na světě, je využíván na více než **5000** univerzitách.
- Má rozsáhlou komunitu uživatelů, mnoho tematických toolboxů.
- **Znalost Matlabu využijete během celého studia na FEL i v následné praxi** → při přípravě na hodiny, protokolů, semestrálních a závěrečných prací, ad.



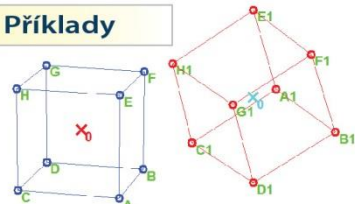
Vyzařovací diagram elektricky malé antény

```
>> surf(X,Y,Z,color_map)
```

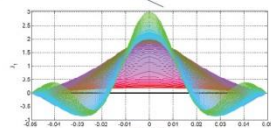
Obsah

- Základy ovládání prostředí Matlab, vestavěné funkce, práce s dokumentací,
- operátory, indexování, skripty, funkce, cykly, větvení programů,
- datové struktury (struct, cell), handle funkce, ladění programu,
- vizualizace v Matlabu, tvorba GUI, symbolické výpočty.

Příklady



Pokročilá 2D grafika



```
>> for i = 1:N
    plot(X(:,i),F(:,i),'Color',C(i))
end
```

Rotace objektu pomocí lineárního zobrazení

```
>> P1 = [1; 1; 1]; % počáteční bod
>> Ry = sqrt(2)/2*[1 0 1; 0 sqrt(2) 0; -1 0 1];
    % rotační matice v rovině x-z o 45°
>> Rx = [1 0 0; 0 .8165 .5774; 0 -.5774 .8165];
    % rotační matice v rovině y-z o 45°
>> P2 = Rx*Ry*P1 % výsledný bod po rotaci
```

Výpočet analyticky neřešitelného integrálu

$$\int_0^{\pi} e^{\sqrt{\sin(x)}} dx = ?$$

```
>> f = @(x) exp(sqrt(sin(x)))
>> quad(f,0,pi)
ans = 6.90878
% computed in 1.5ms
```



<http://www.mathworks.com/>

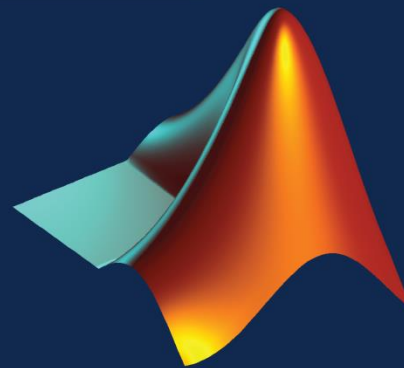
Kontakt:
Miloslav Čapek, Pavel Hazdra
miloslav.capek@fel.cvut.cz, hazdrap@fel.cvut.cz
Katedra elektromagnetického pole
ČVUT-FEL, B2-627, Technická 2, 166 27, Praha

kód předmětu: A0B17MTB (4 kredity, 0+3, volitelný) | web: elmag.org | FB: [facebook.com/elmag.org](https://www.facebook.com/elmag.org)

MATLAB (A0B17MTB)

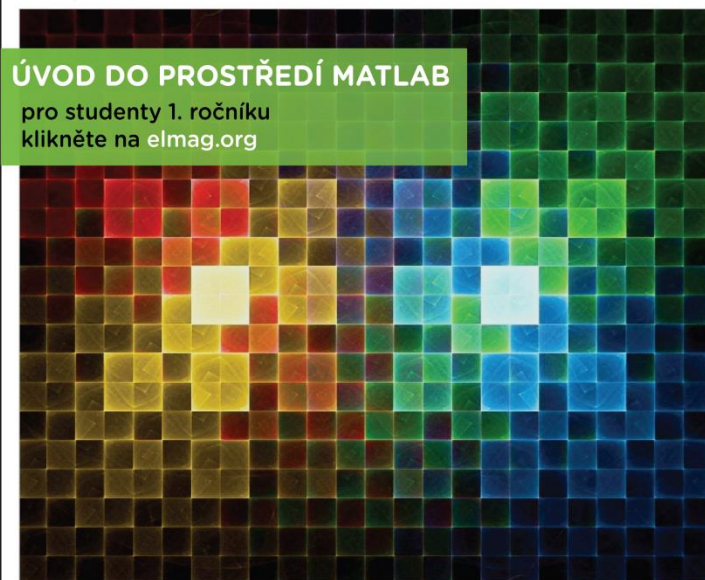
pro studenty (nejen) 1. ročníku
klikněte na elmag.org/cs/Matlab

zápis do 22.11.2013

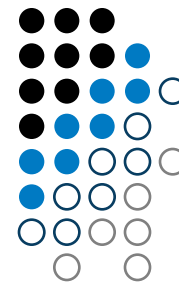


ÚVOD DO PROSTŘEDÍ MATLAB

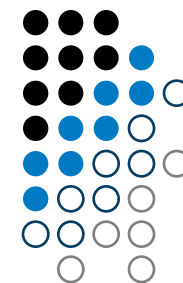
pro studenty 1. ročníku
klikněte na elmag.org



Jak předmět zajistíme?

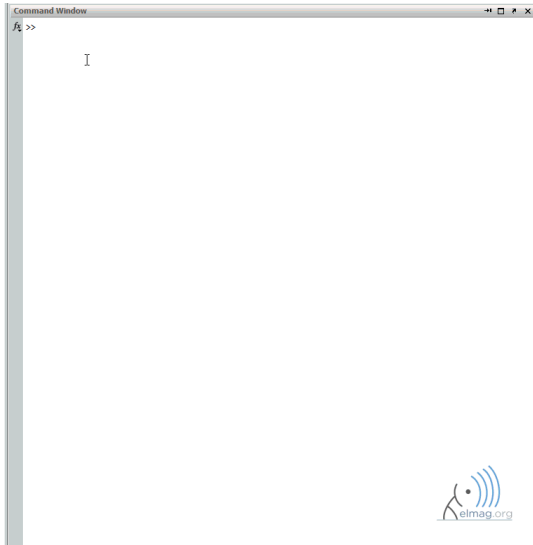


- odvislé od počtu studentů
 - „vedená“ cvičení + práce na projektech + konzultace
- literatura plně k dispozici
- samostatné projekty
 - semestrální projekty s ohledem na zaměření studenta
 - ambiciózním studentům nabídneme vždy unikátní (a zajímavé) téma projektu
 - témata lze generovat z oblasti našeho výzkumu a odbornosti
- případná spolupráce s Humusoftem (distributor a tutor Matlabu z praxe)



- Doc. Pavel Hazdra, Ph.D.
 - spolupráce na projektu ATOM (anténní toolbox v Matlabu)
 - výuka pravidelně NMP, AEK, TMS, NKA (přednášející), MAA (garant za K13117), VVE, EPV, TEP, EMP (cvičící), spoluautor skript [1]
 - výuka v rámci ESoA (European School of Antennas)
 - anketa: (LS12/13: 1.745, ZS12/13: 1.250, LS11/12: 1.692), studenti: 9 DP, 14 BP
 - řešitel / spoluřešitel grantů (FRVŠ, GAČR, ... / COST ASSIST, COST VISTA, ...)
- Ing. Miloslav Čapek
 - 8 let v Matlabu (BP/DP/PhD.) → vývoj ATOMu (plánovaný TAČR, běží GAČR)
 - 4(+2)× 1. autor IF>1.0, vyzvaná přednáška na Matlab (EuCAP2013)
 - výuka pravidelně již 5.rokem (EMP, EPV, MAA – zde i 2 přednášky)
 - anketa: (ZS12/13: 1.042, ZS11/12: 1.067, ZS10/11: 1.095)
 - studenti: 1 DP (op. A + cena CZE-IEEE-MTT/AP/EC/EMC chapteru), 1 DP (op. A)
 - řešitel / spoluřešitel (SGS, FRVŠ / GAČR, COST ASSIST, COST VISTA, ...)
 - dobrovolný kurz Matlabu (13/18)
- v případě většího zájmu jsou k dispozici další pedagog. pracovníci

[1] Pankrác, V., Hazdra, P., Novotný, K.: Teorie elektromagnetického pole - Příklady. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2005. 180s. ISBN 80-01-03320-1



Děkujeme!



ver. 1.2
Miloslav Čapek
miloslav.capek@fel.cvut.cz

A0B17MTB

