

A0B17MTB – Matlab

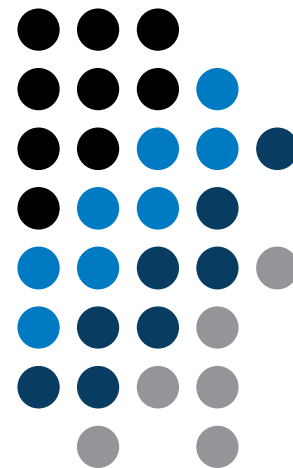
# Část #6



Miloslav Čapek  
miloslav.capek@fel.cvut.cz

Filip Kozák, Viktor Adler

Katedra elektromagnetického pole  
B2-626, Dejvice



# Cvičení #10 - řešení

---

# Cvičení #11 - řešení

---

# Cvičení #12 - řešení

---

# Cvičení #12 - řešení

- aproximace čísla  $\pi$  s přesností  $1 \cdot 10^{-6}$

- aproximace pomocí 
$$\frac{\pi}{4} = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{1}{2n+1} = x - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \frac{1}{9} - \dots$$

- 1 000 001 cyklů, **64 ms**

- aproximace pomocí 
$$\frac{\pi}{8} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{(4n+1)(4n+3)} = \frac{1}{1 \cdot 3} + \frac{1}{5 \cdot 7} + \frac{1}{9 \cdot 11} + \dots$$

- 500 000 cyklů, **18 ms**

- aproximace pomocí 
$$\frac{\pi}{4} = 6 \arctan\left(\frac{1}{8}\right) + 2 \arctan\left(\frac{1}{57}\right) + \arctan\left(\frac{1}{239}\right)$$

- 4 cykly, **0.0062 ms**

# Naučíte se ...

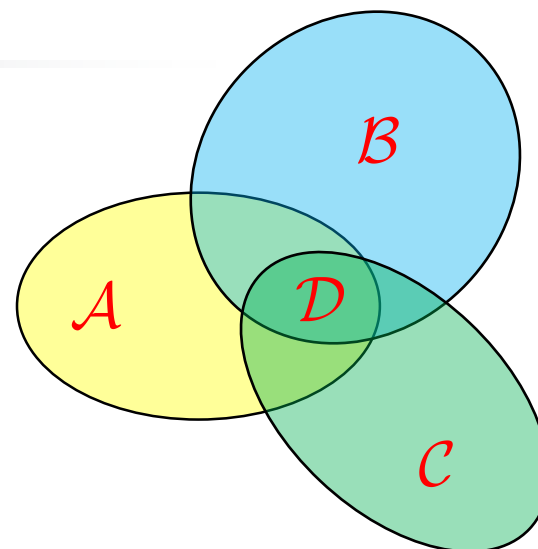
---

**Množinové operace**

**Třídění prvků**

**Vyhledávání prvků**

**Funkce #1**



$$D = A \cap B \cap C$$

$$A \cap B = \{x : x \in A \wedge x \in B\}$$

# Množinové operace

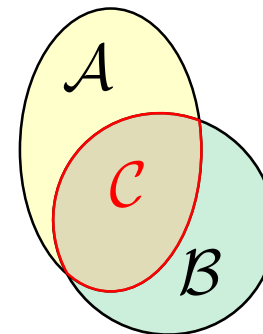
- v Matlabu známe následující operace (operátory) mezi prvky / poli
  - aritmetické (část #1)
  - relační (část #3)
  - logické (část #3)
  - množinové (část #4)
  - bitové (nápověda, >> doc)
- množinové operace pracují s vektory, maticemi, poli, cely, řetězci, tabulkami
  - zpravidla nejsou důležité vzájemné velikost těchto struktur

průnik množin	<code>intersect</code>
sjednocení množin	<code>union</code>
rozdíl množin	<code>setdiff</code>
exkluzivní disjunkce	<code>setxor</code>
jedinečné prvky množiny	<code>unique</code>
třídění, třídění řádků vcelku	<code>sort,</code> <code>sortrows</code>
je prvek členem množiny?	<code>ismember</code>
je množina setříděna?	<code>issorted</code>

# Množinové operace #1

- průnik množin: `intersect`
  - příklad: průnik matice a vektoru:

```
>> A = [1 -1; 3 4; 0 2];
>> b = [0 3 -1 5 7];
>> c = intersect(A, b)
% c = [-1; 0; 3]
```

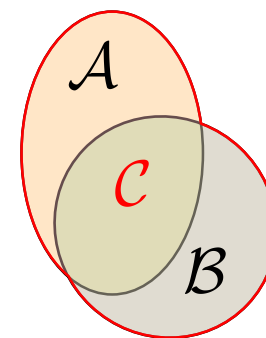


$$C = A \cap B$$

`intersect``union``setdiff``setxor``unique``sort,`  
`sortrows``ismember``issorted`

- sjednocení množin: `union`
  - všechny množinové operace lze provádět „po řádcích“ (pak je nutné dodržet počet sloupců obou proměnných)

```
>> A = [1 2 3; 4 5 1; 1 7 1];
>> b = [4 5 1];
>> C = union(A, b, 'rows')
% C = [1 2 3; 1 7 1; 4 5 1]
```



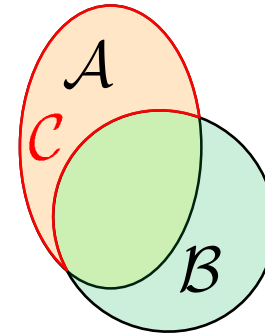
$$C = A \cup B$$



# Množinové operace #2

- průnik množiny s doplňkem jiné: `setdiff`
  - všechny množinové operace lze volat s více výstupními proměnnými – zjistíme i indexy dat

```
>> A = [1 1; 3 NaN];
>> B = [2 3; 0 1];
>> [C, ai] = setdiff(A,B)
% C = NaN, ai = 4
% i.e.: C = A(ai)
```

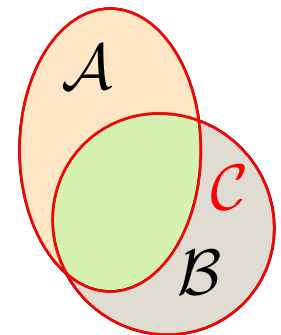


$$C = A \cap B^c = A \setminus B$$

intersect
union
<b>setdiff</b>
<b>setxor</b>
unique
sort, sortrows
ismember
issorted

- exkluzivní průnik (XOR): `setxor`
  - všechny množinové operace lze provést jako „*stable*“ (beze změny pozice prvků) nebo jako „*sorted*“ (prvky jsou seříděny)

```
>> a = [5 1 0 4];
>> b = [1 3 5];
>> [C, ia, ib] = setxor(a, b, 'stable')
% C = [0 4 3], ia = [3; 4], ib = [2]
```



$$C = A \oplus B$$

# Množinové operace #3

- výběr unikátních prvků pole: `unique`
  - množinové operace lze použít i pro pole které neobsahují (pouze) čísla

$$\begin{pmatrix} c & b & a & c \\ a & c & b & a \\ c & c & d & b \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{pmatrix}$$

intersect

union

setdiff

setxor

**unique**

sort,

sortrows

ismember

issorted

```
>> A = {'Pepa', 'Tom', 'Sam'};
>> B = {'Tom', 'John', 'Karl', 'Pepa'};
>> C = unique([A B])
% C = {'John', 'Karl', 'Pepa', 'Sam', 'Tom'}
```

- lze kombinovat všechny výše uvedené techniky
  - např. vyhodnocení unikátních prvků nad maticí po řádcích, vč. indexů:

```
>> D = round(rand(10,3)).*repmat(mod((10:-1:1),3)', [1 3])
>> [C, ai, bi] = unique(sum(D,2), 'rows', 'stable')
```

- **Vysvětlete funkci kódu výše?** Je nastavení „rows“ nezbytné?

# Množinové operace #1

600 s ↑

- uvažujte tři vektory **a**, **b**, **c** obsahující přirozená čísla  $x \in \mathbb{N}$  tak, že
  - vektor **a** obsahuje všechna prvočísla do 1000 (včetně)
  - vektor **b** obsahuje všechna sudá čísla do 1000 (včetně)
  - vektor **c** je doplňkem vektoru **b** na stejném intervalu
- nalezněte vektor **v** tak, že  $\mathbf{v} = \mathbf{a} \cap (\mathbf{b} + \mathbf{c})$ ,  $\mathbf{b} + \mathbf{c} \equiv \{b_i + c_i\}, i \in \{1, 500\}$ 
  - jaké prvky vektor **v** obsahuje?  $b_{i-1} < b_i < b_{i+1} \wedge c_{i-1} < c_i < c_{i+1}, \forall i$
- kolik prvků obsahuje vektor **v**?

v =

Columns 1 through 24

3 7 11 19 23 31 43 47 59 67 71 79

Columns 25 through 48

211 223 227 239 251 263 271 283 307 311 331 347

Columns 49 through 72

491 499 503 523 547 563 571 587 599 607 619 631

Columns 73 through 87

823 827 839 859 863 883 887 907 911 919 947 967

# Množinové operace #2

500 s ↑

- odhadněte a ověřte výpočtem v Matlabu následující operaci:

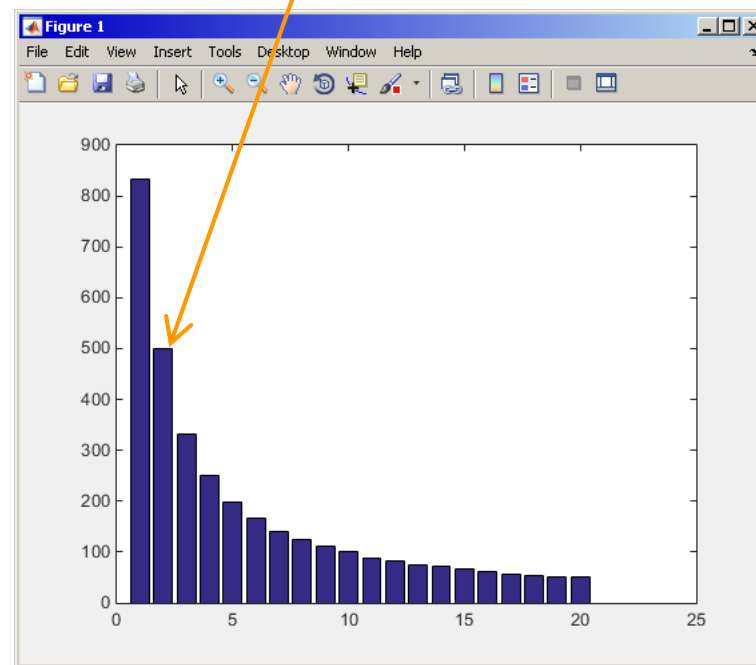
$$\mathbf{w} = (\mathbf{b} \cup \mathbf{c}) \setminus \mathbf{a}$$

- čím se vyznačují prvky výsledného vektoru  $\mathbf{w}$ ?
- pomocí logického indexování a matematických funkcí určete
  - kolik prvků vektoru  $\mathbf{w}$  je dělitelných 3?



# Množinové operace #4

kupř. čísel dělitelných 2,  
které nejsou prvočísla je  
v intervalu 1 až 1000 přesně 499



# Množinové operace #5

600 s ↑

- Radioreléové pojítko pracuje na frekvenci 80 GHz přes vzdálenost 20 km s modulací 64-QAM
  - pro dostatečně malou chybovost přenosu bez použití synchronizace a kódování je potřeba fázová stálost přijatého signálu  $\pm 0.5^\circ$
  - to odpovídá změně vzdálenosti mezi anténami o  $\pm 5 \mu\text{m}$
  - statistika vzdáleností spoje s normálním rozdělením s  $1 \cdot 10^6$  členy se dá vygenerovat jako:

```
L = 20e3; % length of path
deviation = 5e-6; % standard deviation
N = 1e6; % number of trials
% random distances
distances = L + randn(1, N)*deviation;
```

- Kolikrát je ve vektoru `distances` obsažena přesná vzdálenost `L`?
- Kolik má vektor `distances` unikátních členů?
- Dá se rozdělení považovat za spojitě?

# Třídění prvků pole #1

- setřídí prvky daného pole

- podél sloupců, vzestupně:

```
>> sort(A)
```

- podél řádek, vzestupně:

```
>> sort(A, 2)
```

- sestupně:

```
>> sort(A, 'descend')
```

- sestupně, podél řádek:

```
>> sort(A, 2, 'descend')
```

- zkuste např. pro:

```
>> A = reshape([magic(3) magic(3)'], [3 3 2])
>> B = 'for that purpose';
```

intersect

union

setdiff

setxor

unique

**sort**,  
sortrows

ismember

issorted



# Třídění prvků pole #2

- příkaz `sortrows` setřídí řádky matice
  - prvky v řádcích nejsou prohazovány – řádky jsou tříděny jako celek

$$\begin{pmatrix} 8 & 1 & 6 \\ 3 & 5 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \end{pmatrix}$$

---

SORT:

$$\begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 4 & 5 & 6 \\ 8 & 9 & 7 \end{pmatrix}$$

---

SORTROWS:

$$\begin{pmatrix} 3 & 5 & 7 \\ 4 & 9 & 2 \\ 8 & 1 & 6 \end{pmatrix}$$

intersect

union

setdiff

setxor

unique

sort,  
**sortrows**

ismember

issorted

# Funkce `is*` související s množinami

- funkce `issorted` vrátí hodnotu `true`, je-li pole setříděno
- funkce `ismember(A, B)` testuje, zda je některý z prvků pole B rovněž prvkem pole A

`intersect``union``setdiff``setxor``unique``sort,`  
`sortrows``ismember``issorted`

```
>> ismember([1 2 3; 4 5 6; 7 8 9], [0 0 1; 2 1 4])
```

```
>> ismember([1 2 3; 4 5 6; 7 8 9], [0 0 1; 2 1 4])
```

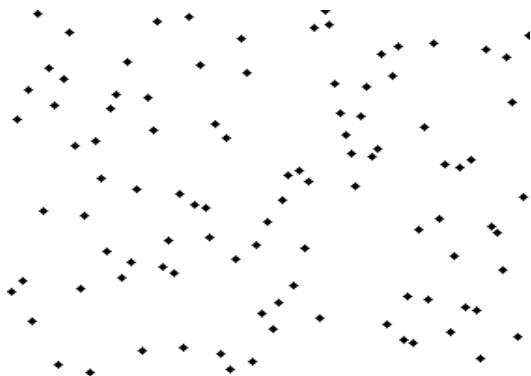
```
ans =
```

```
    1    1    0
    1    0    0
    0    0    0
```

# Třídění polí

600 s ↑

- zkuste si naprogramovat vlastní algoritmus třídění `bubbleSort.m`
  - využijte třídícího algoritmu *bubble sort*
  - otestuje zda je výsledné pole setříděné pomocí funkce `issorted`



wikipedia.org

chcete-li, využijte uvnitř cyklů následující kód:

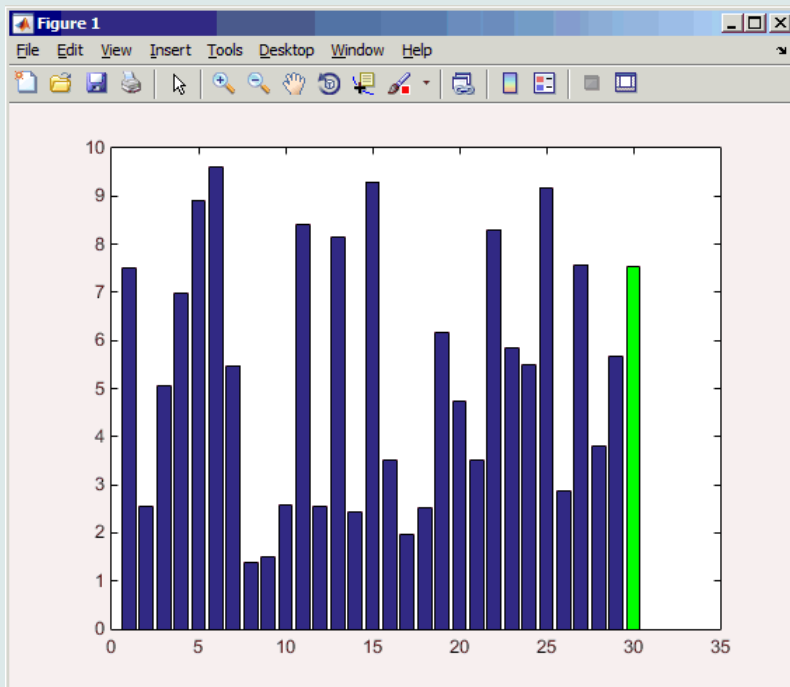
```
figure(1);  
plot(R, '*', 'LineWidth', 2);  
pause(0.01);
```

```
sort(R)
```

# Třídění polí

600 s ↑

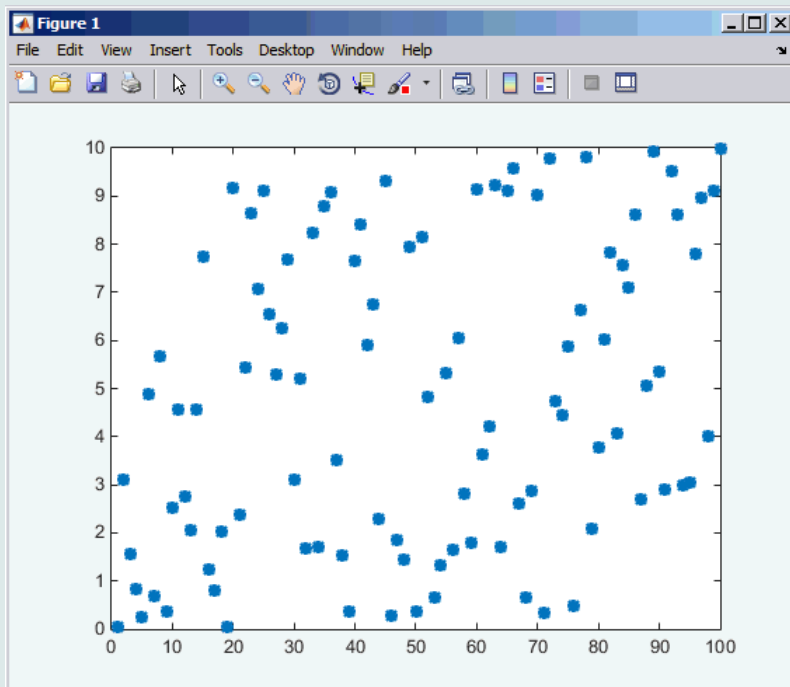
- pomocí příkazu `bar` se pokuste dosáhnout vykreslení jako na obrázku:



# Třídění polí – shaker sort

600 s ↑

- zkuste si naprogramovat vlastní algoritmus třídění `shakerSort.m`
  - využijte třídícího algoritmu *shaker sort*



# Vyhledávání v poli – `find`

- funkce `find` – velice užitečná funkce!!
- vrací pozice ve zkoumané matici, na kterých jsou uloženy prvky různé od nuly (hodnoty jsou `true`)
  - užitečné pro hledání v poli logických hodnot
  - příklad: ve vektoru  $\mathbf{A} = \left( \frac{\pi}{2} \quad \pi \quad \frac{3}{2}\pi \quad 2\pi \right)$  určete pozice prvků  $\mathbf{A} > \pi$

```
>> A = pi/2*(1:4)
>> find(A > pi)
```

- **rovnejte tento příkaz** s příkazem `A > pi`. V čem je rozdíl?
- funkce `find` dokáže hledat i ve čtvercové matici atp.
- pro nalezení `k` prvních a posledních nenulových prvků `X`:

```
>> ind = find(X, k, 'first')
>> ind = find(X, k, 'last')
```

- více viz `>> doc find`

# Pokročilé využití funkce `find`

- lze volat i s více výstupními parametry, což se nám často hodí!

```
>> [rw,cl] = find(magic(3) > 4, 4, 'first')
```

8	1	6
3	5	7
4	9	2

pouze první 4 prvky,  
které splní podmínku

rw =	cl =
1	1
2	2
3	2
1	3

# Vyhledávání prvků v poli #1

420 s ↑

- vektor  $\mathbf{v} = (16 \ 2 \ 3 \ 13 \ 5 \ 11 \ 10 \ 8 \ 9 \ 7 \ 6 \ 12 \ 4 \ 14 \ 15 \ 1)$  seřídíte od největších po nejmenší čísla a najděte, které hodnoty a na kterých pozicích jsou dělitelné 3 a zároveň větší než 10

```
>> v = reshape(magic(4)', [1 numel(magic(4))])
```

```
v =
    16     2     3    13     5    11    10     8     9     7     6    12     4    14    15     1

v1 =
     0     1     0     0     1     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0     0

ans =
    15    12

ans =
     2     5
```



# Vyhledávání prvků v poli #2

300 s ↑

- najděte v matici **w** `>> w = (8:-1:2)'*(1:1/2:4).*magic(7)`

poslední 3 hodnoty, které jsou menší než 50

- určete v jakých sloupcích a řádcích jsou tyto hodnoty

w =

240.0000	468.0000	768.0000	20.0000	240.0000	532.0000	896.0000
266.0000	493.5000	98.0000	157.5000	378.0000	661.5000	812.0000
276.0000	54.0000	96.0000	255.0000	468.0000	735.0000	888.0000
25.0000	105.0000	160.0000	312.5000	510.0000	630.0000	900.0000
52.0000	90.0000	192.0000	330.0000	504.0000	616.0000	64.0000
63.0000	103.5000	192.0000	307.5000	387.0000	31.5000	144.0000
44.0000	93.0000	160.0000	245.0000	12.0000	77.0000	160.0000

# Použití funkce `find`

600 s ↑

- Vzorke demodulovaného signálu z radiového přijímače se dají popsat touto aproximací:

```
w = 0.6833; t = 1:10; % time
samples = 2.7 + 0.5*(cos(w*t) - sin(w*t) - cos(2*w*t) + sin(2*w*t) ...
    - cos(3*w*t) + 3*sin(3*w*t) + 2*cos(4*w*t) + 4*sin(4*w*t));
plot(samples, '*')
```

- Zpráva nesená signálem je dána převodní tabulkou:
- Napětí pro znaky platí s tolerancí  $\pm 0.5$  V
- Dešifrujte zprávu!

```
chars = 'acdgmrs'; volts = 1:7;
message = blanks(length(samples));
for iVolt = volts
    logCondition = samples > (iVolt - 0.5) & ...
        samples < (iVolt + 0.5);
    indices = find(logCondition);
    message(indices) = chars(iVolt);
end
disp(message)
```

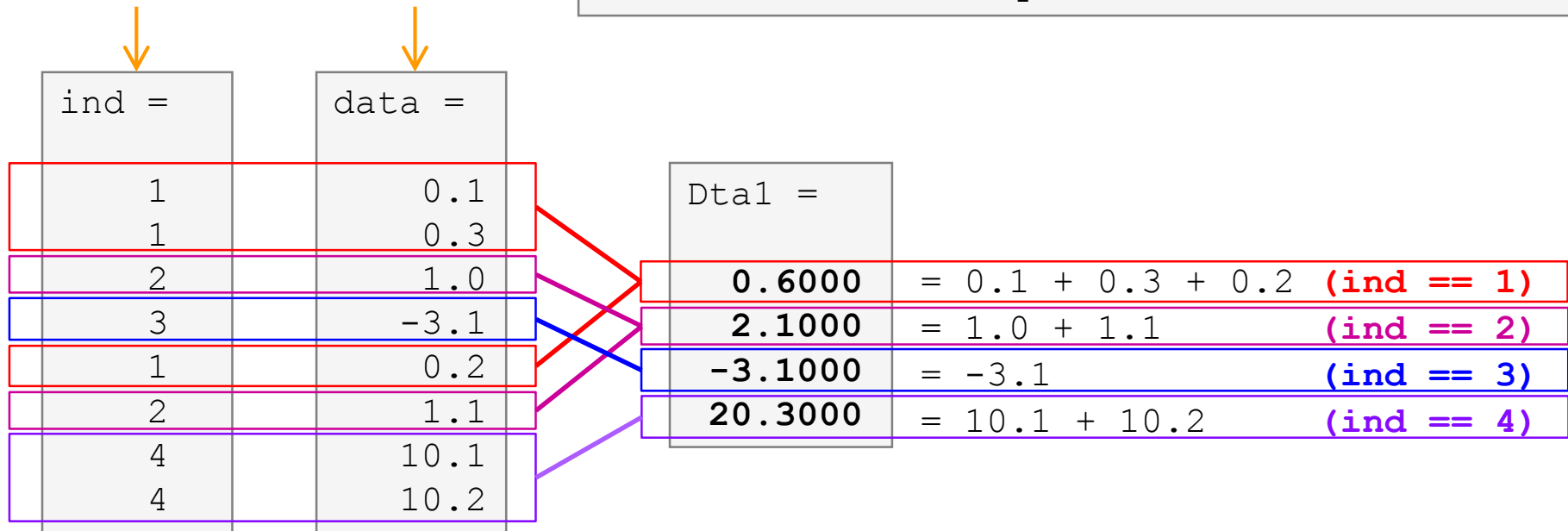
Napětí [V]	Znak
1	a
2	c
3	d
4	g
5	m
6	r
7	s

# Funkce accumarray #1

- funkce `accumarray` umí seskupit data se shodným indexem
  - relativně málo známá, ale mimořádně užitečná funkce
- často máme sadu dat (*dataset*), který je organizován např. následovně:

indexy (např. číslo sady měření)      hodnoty (např. naměřené)

```
>> ind = [1 1 2 3 1 2 4 4]';
>> data = [.1 .3 1 -3.1 .2 1.1 10.1 10.2]';
>> Dta1 = accumarray(ind, data)
```



# Funkce `accumarray` #2

- základní operací nad všemi prvky z jedné „krabičky“ (data se stejným indexem) je jejich součet
- lze však uvést libovolnou jinou funkci
  - např. maximální prvek z množiny všech prvků se stejným indexem
  - využijeme funkce `max`

```
>> Dta2 = accumarray(ind, data, [], @max)
```

```
Dta2 =
    0.3000
    1.1000
   -3.1000
   10.2000
```

- např. vyjmenování všech prvků se stejným indexem
- využijeme tzv. handle funkce a datového typu `cell` (probereme později)

```
>> Dta3 = accumarray(ind, data, [], @(x) {x})
```

```
Dta3 =
 [3x1 double]
 [2x1 double]
 [   -3.1000]
 [2x1 double]
```

# Funkce accumarray #3

- funkce má celou řadu dalších možností
- kupř. je možné použít 2D indexace výsledků
  - potom výsledky neřadíme do 1D řady „krabiček“, ale máme jich 2D pole

```
>> ind = [1 1;2 2;1 2;1 3;1 1;3 1];
>> data = [10 22 12 13 1 pi];
>> Dta4 = accumarray(ind, data)
```

ind =

```
1 1
2 2
1 2
1 3
1 1
3 1
```

data =

```
10
22
12
13
1
pi
```

ind == [1 1] 10 + 1 = <b>11</b>	ind == [1 2] <b>12</b>	ind == [1 3] <b>13</b>
ind == [2 1] <b>0</b>	ind == [2 2] <b>22</b>	ind == [2 3] <b>0</b>
ind == [3 1] <b>pi</b>	ind == [3 2] <b>0</b>	ind == [3 3] <b>0</b>

# Funkce accumarray

300 s ↑

- pohyby na účtu v CZK, EUR a USD jsou následující
  - (CZK ~ 1, EUR ~ 2, USD ~ 3)
- určete bilanci v jednotlivých měnách
  - je-li aktuální kurz 28Kč = 1€, 21Kč = 1\$, určete celkovou bilanci

$$\begin{pmatrix} 1 & -110 \\ 1 & -140 \\ 2 & -22 \\ 3 & -2 \\ 2 & -34 \\ 1 & -1300 \\ 2 & -15 \\ 1 & -730 \\ 3 & 24 \end{pmatrix}$$

```
>> dta = [1 -110;1 -140;2 -22;3 -2; ...
          2 -34;1 -1300;2 -15;1 -730;3 24]
>> K    = [1 28 21]
```

# Funkce v Matlabu

- efektivnější, přehlednější a rychlejší než skripty
- definovaný vstup a výstup, dostupnost komentáře → nezbytná je hlavička funkce
- mohou být volány z pracovního okna, nebo z prostoru jiné funkce (v obou případech musí být funkce dostupná)
- každá funkce má vlastní pracovní prostor, vzniká při zavolání funkce a zaniká s poslední řádkou kódu funkce

# Typy funkcí z hlediska původu

- vestavěné (tzv. built-in)
  - nejsou uživateli přístupné k editaci, lze je pouze volat k výpočtům
  - optimalizované a uložené v jádře
  - zpravidla se jedná o často využívané (= elementární) funkce
- funkce v knihovnách Matlabu (zejm. adresáři [toolbox])
  - „tematické“ (problémově zaměřené) funkce
  - některé je možné editovat (nedoporučuje se!)
- funkce vytvořené uživatelem
  - plně přístupné a editovatelné, funkčnost není garantována
  - povinné části: hlavička funkce
  - doporučené součásti funkce: popis funkce, vstupů a výstupů, datum poslední editace, verze, vhodné jsou komentáře



# Hlavička funkce

- musí být první funkční řádek samostatného souboru!
  - funkci nelze psát např. na konec skriptu
- hlavička funkce má následující syntaxi:

```
function [out1, out2, ...] = jmenoFunkce(in1, in2, ...)
```



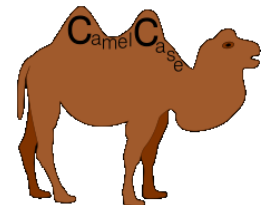
klíčové slovo

výstupy funkce

název funkce

vstupní parametry funkce

- `jmenoFunkce` musí splňovat stejná pravidla jako jméno proměnné
- `jmenoFunkce` se nesmí shodovat s žádným názvem její proměnné
- `jmenoFunkce` zpravidla píšeme pomocí `lowerCamelCase` nebo s **podtržítkem** (`my_function`)



# Hlavička funkce – příklady

```
function functA  
%FUNCTA - neobvykle, byť možné, bez vstupu a výstupu
```

```
function functB(parIn1)  
%FUNCTB - např. funkce s GUI výstupem, tiskem apod.
```

```
function parOut1 = functC  
%FUNCTC - příprava dat, pseudonáhodných dat atd.
```

```
function parOut1 = functD(parIn1)  
%FUNCTD - „plnohodnotná“ funkce
```

```
function parOut1 = functE(parIn1, parIn2)  
%FUNCTE - plnohodnotná funkce, závorky [] být nemusí
```

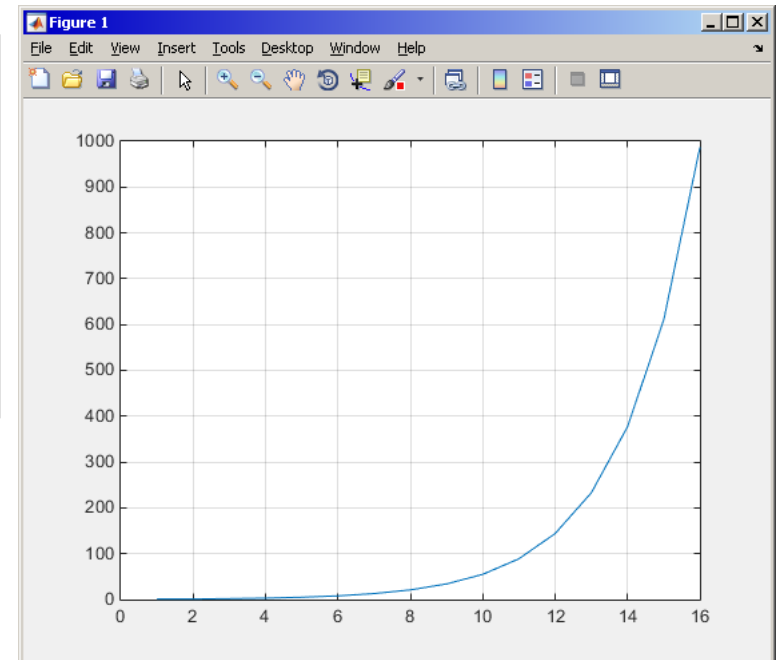
```
function [parOut1, parOut2] = functF(parIn1, parIn2)  
%FUNCTF - plnohodnotná funkce s více parametry
```

# Volání funkce

```
>> f = fibonacci(1000); % volání funkce z příkazové řádky
>> plot(f); grid on;
```

```
function f = fibonacci(limit)
%% Fibonacci sequence
f = [1 1]; pos = 1;
while f(pos) + f(pos+1) < limit
    f(pos+2) = f(pos) + f(pos+1);
    pos = pos + 1;
end
```

- Matlab sekvenčně vykonává příkazy
  - vstupní parametr: limit
  - výstupní proměnná: Fibonacciho řada f
  - nedostatky:
    - není ošetřený vstup (lze zadat v principu cokoliv)
    - není alokována velikost matice f, tj. matice stále roste (pomalé)



# Jednoduchý příklad funkce

- jakoukoliv funkci v Matlabu lze volat s méně vstupními parametry než je celkový počet v hlavičce
- jakoukoliv funkci v Matlabu lze volat pro méně výstupních parametrů než je celkový počet v hlavičce
  - např. máme funkci s hlavičkou:

```
function [parOut1, parOut2, parOut3] = functG(parIn1, parIn2, parIn3)
%FUNCTG - 3 vstupy, 3 vystupy
```

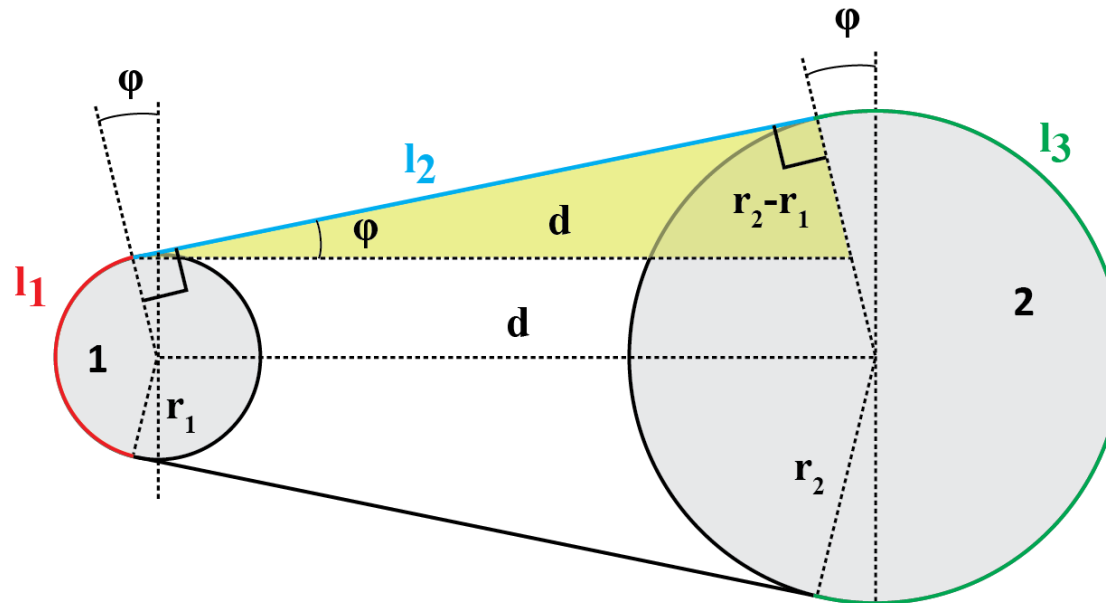
- potom např. všechna následující volání jsou v pořádku

```
>> [par01, par02] = functG(pIn1, pIn2, pIn3)
>> [par01, par02, par03] = functG(pIn1)
>> functG(pIn1, pIn2, pIn3)
>> [par01, par02, par03] = functG(pIn1, pIn2, pIn3)
>> [par01, ~, par03] = functG(pIn1, [], pIn3)
>> [~, ~, par03] = functG(pIn1, [], [])
```

# Jednoduchý příklad funkce

100 s ↑

- navrhnete funkci, která vypočte délku řemenice mezi dvěma koly
  - zadané jsou průměry obou kol a jejich vzdálenost (= vstupy funkce)
  - připravte si náčrtek, analyzujte situaci, co potřebujete spočítat?
  - otestujte funkci pro některé scénáře, ověřte výsledky
  - funkci řádně zdokumentujte, vyzkoušejte příkazy `lookfor`, `help`



# Jednoduchý příklad funkce

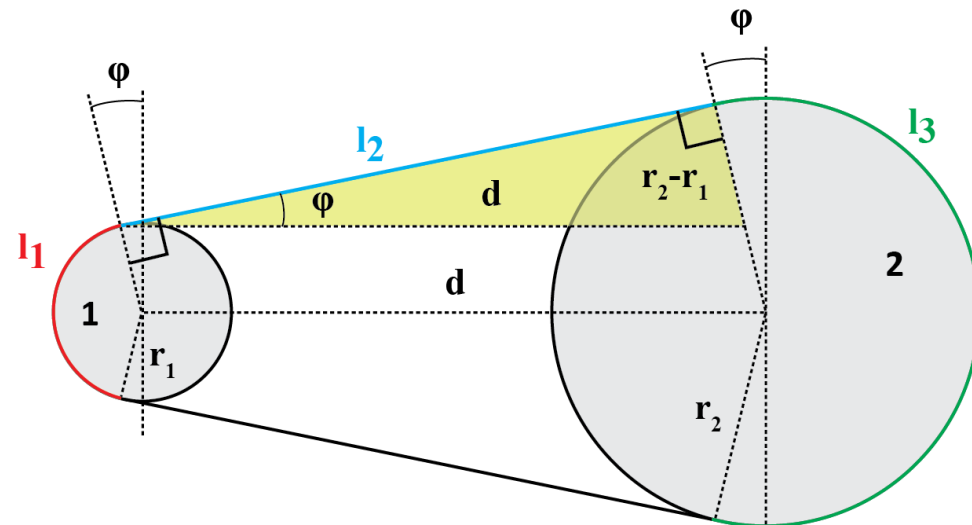
500 s ↑

- celková délka je  $l = l_1 + 2l_2 + l_3$
- zadané jsou průměry  $\rightarrow$  přepočít na poloměry
- pro stanovené délky lze využít pravoúhlý trojúhelník:
- úhel  $\varphi$  lze vypočítat obdobně:
- a konečně:

- řešení otestujte například pro:

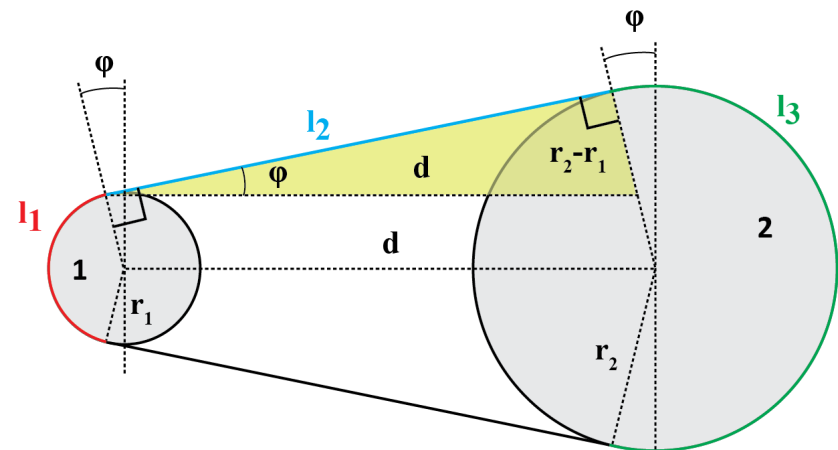
$$d_1 = 2, \quad d_2 = 2, \quad d = 5$$

$$L = \pi + 2 \cdot 5 + \pi \approx 16.2832$$



# Jednoduchý příklad funkce

```
>> help band_wheel,
>> type band_wheel,
>> lookfor band_wheel,
```



# Komentáře uvnitř funkce

nápověda pro funkci,  
zobrazena na dotaz:

```
>> help myFcn1
```

1. řádka (tzv. H1 řádka),  
tuto řádku vyhledává příkaz  
lookfor. Zpravidla obsahuje  
jméno funkce velkými písmeny  
a stručný popis účelu funkce.

```
function [dataOut, idx] = myFcn1(dataIn, method)
%MYFCN1: Umožňuje vypočítat cosi...
% syntax, popis vstupu, vystupu,
% příklady volání, autor, verze
% další podobné funkce, další části nápovědy

matX = dataIn(:, 1);
sumX = sum(matX); % sečtení členů
%% zde je výpis výsledku:
disp(num2str(sumX));
```

```
function pdetool(action, flag)
%PDETOOL PDE Toolbox graphical user interface (GUI).
% PDETOOL provides the graphical user ...
```

## KOMENTUJTE !

```
% Komentáře zásadním způsobem
% zvyšují srozumitelnost funkce!!!
```



# Dokumentace funkce – příklad

```

function Z = impFcn(f,MeshStruct,Zprecision)
%% impFcn: Calculates the impedance matrix
% -solver-
%
% Syntax:
%   Z = impFcn(f,MeshStruct,Zprecision)
%
% impFcn version history:
%   ver. 1.0a
%   ver. 1.0b (8.8.2011)
%       default option (if nargin == 2) is Zprecision = true
%
%   Last update: 8.8.2013
%
% Notes:
% A) (contains rwg3.m): Calculates the impedance matrix (includes infinite
%      ground plane)
% B)
%   RHO_P(3,9,edgTotal)
%   RHO_M(3,9,edgTotal)
%
%   Temporary variables:
%   RP(3,9,EdgesTotal)
%
% C) See: [1] Sergey N. Makarov: Antenna and EM Modeling with MATLAB
%      Copyright 2002 AEMM. Revision 2002/03/05 and ČVUT-FEL 2007-2010
%
% D) This function is used by preTCM software!
%
% Author(s): Sergey N. Makarov, Copyright 2002 AEMM. Revision 2002/03/05
%           Miloslav Čapek, capekm6@fel.cvut.cz, 2010-2013
%
% See also impBsxFcn, impGndFcn, preTCM, prepTCMinput, TCM_RUN_solver

```

# Funkce publish

- slouží k vytvoření dokumentace ke skriptu, funkci či třídě
- poskytuje několik výstupních formátů (html, doc, ppt, LaTeX, ...)
- vytváření nápovědy (>> doc `my_fun`) přímo komentáři v kódu!
  - umožňuje široké možnosti formátování (nadpisy, číslované seznamy, rovnice, vkládání obrázků, odkazy, ...)
- umožňuje vkládat printscreeny grafických oken do dokumentace
  - dokumentovaný kód se při publikování implicitně spustí
- podpora vytváření dokumentace přímo z menu editoru:



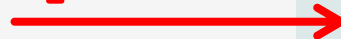
# Funkce publish - příklad

```

%% Solver of Quadratic Equation
% Function *solveQuadEq* solves quadratic equation.
%% Theory
% A quadratic equation is any equation having the form
% $ax^2+bx+c=0$
% where |x| represents an unknown, and |a|, |b|, and |c|
% represent known numbers such that |a| is not equal to 0.
%% Head of function
% All input arguments are mandatory!
function x = solveQuadEq(a, b, c)
%%
% Input arguments are:
%%
% * |a| - _quadratic coefficient_
% * |b| - _linear coefficient_
% * |c| - _free term_
%% Discriminant computation
% Gives us information about the nature of roots.
D = b^2 - 4*a*c;
%% Roots computation
% The quadratic formula for the roots of the general
% quadratic equation:
%
% $$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}.$
%
% Matlab code:
%%
x(1) = (-b + sqrt(D))/(2*a);
x(2) = (-b - sqrt(D))/(2*a);
%%
% For more information visit <http://elmag.org/matlab>.

```

publish



## Solver of Quadratic Equation

Function **solveQuadEq** solves quadratic equation.

### Contents

- Theory
- Head of function
- Discriminant computation
- Roots computation

### Theory

A quadratic equation is any equation having the form  $ax^2 + bx + c = 0$  where  $x$  represents an unknown, and  $a$ ,  $b$ , and  $c$  represent known numbers such that  $a$  is not equal to 0.

### Head of function

All input arguments are mandatory!

```
function x = solveQuadEq(a, b, c)
```

Input arguments are:

- $a$  - quadratic coefficient
- $b$  - linear coefficient
- $c$  - free term

### Discriminant computation

Gives us information about the nature of roots.

```
D = b^2 - 4*a*c;
```

### Roots computation

The quadratic formula for the roots of the general quadratic equation:

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

Matlab code:

```
x(1) = (-b + sqrt(D))/(2*a);
x(2) = (-b - sqrt(D))/(2*a);
```

For more information visit <http://elmag.org/matlab>.

# Probrané funkce

---

---

<code>intersect</code>	průnik prvků množin (vektorů / matic)	
<code>union</code>	sjednocení prvků množin (vektorů / matic)	
<code>setdiff</code>	odečet množin (resp. průnik množiny a doplněk druhé množiny)	
<code>setxor</code>	exkluzivní průnik	
<code>unique</code>	výběr unikátních prvků z polí	
<code>sort</code>	třídění prvků vektoru / matice	
<code>sortrows</code>	třídění matice, řádky jsou tříděny vcelku	
<code>accumarray</code>	shromáždí data	•
<code>ismember</code>	je daný prvek členem pole?	
<code>issorted</code>	je dané pole setříděno?	
<code>find</code>	hledání prvků splňující danou podmínku	•
<code>function</code>	hlavička funkce	•

---

# Cvičení #1

600 s



- asymptoticky rozved'te exponenciálu do Taylorovy řady:
  - v tomto případě jde de facto o McLaurinovu řadu (rozvoj kolem  $x = 0$ )

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \dots$$

- porovnejte se skutečným výsledkem získaným pomocí  $\exp(x)$
- stanovte odchylku v [%] (co bude základ, tedy 100% ?)
- najděte takový řád aproximace, kdy je chyba menší než 1%
- implementujte jako skript, zadejte:  
 $x$  (argument funkce)  
 $N$  (nejvyšší mocnina řady)

# Cvičení #2

600 s ↑

$$e^x = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^n}{n!} = 1 + x + \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{6} + \frac{x^4}{24} + \dots$$

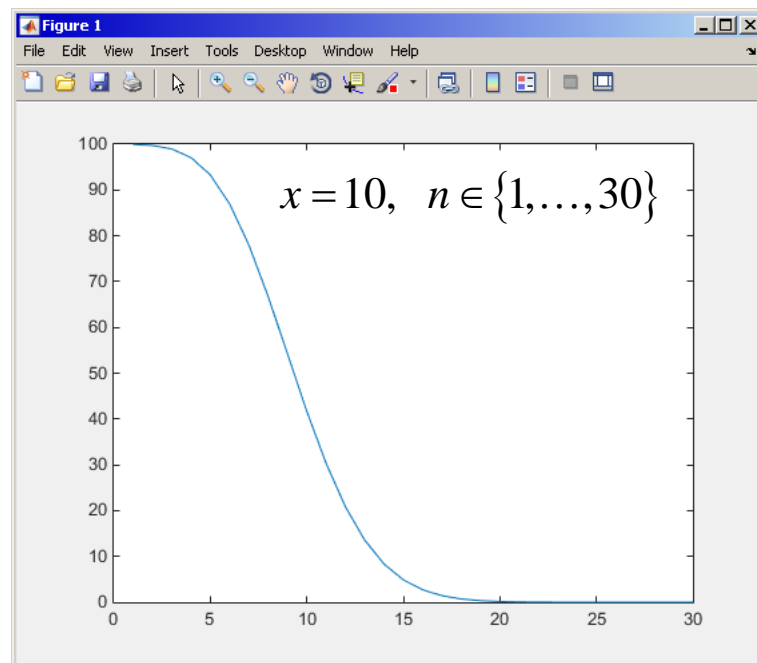
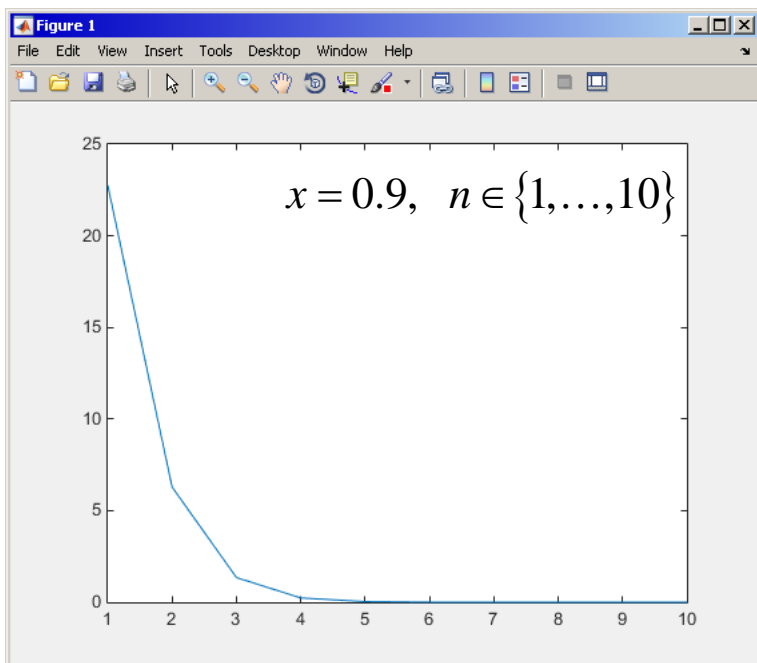
- přepište na funkci
  - zvolte adekvátní název funkce
  - vstupní parametry funkce jsou  $x$  a  $n$
  - výstupním parametrem jsou hodnoty  $f1$ ,  $f2$  a  $err$
  - doplňte funkci vhodným komentářem (H1 řádka, vstupy, výstupy)
- funkci otestujte

# Cvičení #3

600 s ↑

- k této funkci vytvořte skript, který ji několikrát volá (pro různá  $n$ )
  - stanovte přesnost aproximace pro  $x = 0.9$ ,  $n \in \{1, \dots, 10\}$
  - výsledný průběh přesnosti vykreslete (chyba v závislosti na  $n$ )

# Cvičení #4





# Cvičení #5

---

- po dobu 5 dnů probíhalo měření teploty, a to vždy každou 2. celou hodinu, data byla měřena na 3 rozdílných místech (A, B, C)
- zjistěte průměrnou denní teplotu v daném týdnu pro všechna 3 místa
  - tj. udělejte aritmetický průměr pro měření ve stejnou hodinu na stejném místě
- data si vygenerujte skriptem `temperature_measurement.m`
  - skript je přiložen i na následujícím slajdu
  - dále jsou popsány potřebné proměnné

# Cvičení #6

skript vygeneruje data

výsledky pro Vás...

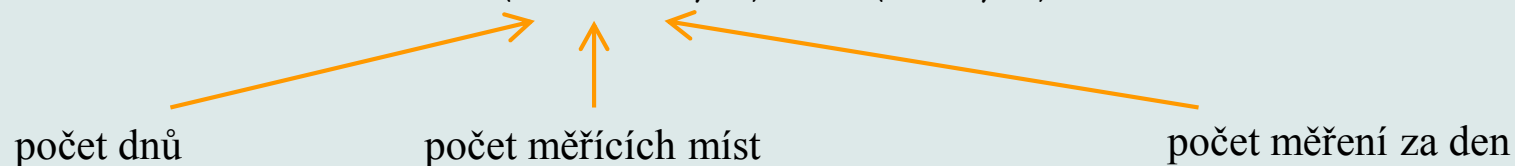
```
clear; clc;
%% allocation
days = 5; hours = 12;
TimeA = zeros(days*hours,1);
TimeB = TimeA;
TimeC = TimeA;
%% creation of time data-set
for kDay = 1:days
    TimeA((hours*(kDay-1)+1):(hours*(kDay-1)+12),1) = 2*(randperm(12)-1)';
    TimeB((hours*(kDay-1)+1):(hours*(kDay-1)+12),1) = 2*(randperm(12)-1)';
    TimeC((hours*(kDay-1)+1):(hours*(kDay-1)+12),1) = 2*(randperm(12)-1)';
end
%% place and temperture data-sets
PlaceA = abs(abs(TimeA - 11) - 10) + 10 + 5.0*rand(size(TimeA,1),1);
PlaceB = abs(abs(TimeB - 12) - 10) + 5 + 10.0*rand(size(TimeB,1),1);
PlaceC = abs(abs(TimeC - 11) - 11) + 5 + 7.5*rand(size(TimeC,1),1);

%% generating final variables for the example
TimeAndPlace = [TimeA/2+1 ones(size(TimeA,1),1);...
                TimeB/2+1 2*ones(size(TimeA,1),1);...
                TimeC/2+1 3*ones(size(TimeA,1),1)];
MeasuredData = [PlaceA; PlaceB; PlaceC];

%% plot final data-set
plot(TimeA,PlaceA,'LineWidth',1,'LineStyle','none','Marker','x',...
      'MarkerSize',15); hold on;
plot(TimeB,PlaceB,'LineWidth',1,'LineStyle','none','Marker','*',...
      'MarkerSize',15,'Color','r');
plot(TimeC,PlaceC,'LineWidth',2,'LineStyle','none','Marker','o',...
      'MarkerSize',10,'Color','g');
set(gcf,'Color','w','pos',[50 50 1000 600]); set(gca,'FontSize',15);
xlabel('time','FontSize',15); ylabel('Temperature','FontSize',15);
title('Measured Data'); grid on; legend('Place A','Place B','Place C');
```

# Cvičení #7

- všechna data jsou obsažena ve 2 maticích:
  - TimeAndPlace  $(5 \times 3 \times 12, 2) = (180, 2)$
  - MeasuredData  $(5 \times 3 \times 12, 1) = (180, 1)$



- bohužel, data v TimeAndPlace nejsou úmyslně seříděna

**INDEXY:**

TimeAndPlace =

MeasuredData =

**DATA:**

tindex = 10, Place = 1

10    1

15.0797

T(10,1) = 15.0797 °C

4    1

18.9739

7    1

19.3836

...    ...

...

12    2

9.9506

tindex = 6, Place = 2

6    2

19.7588

T(6,2) = 19.7588 °C

...    ...

...

# Cvičení #8

600 s



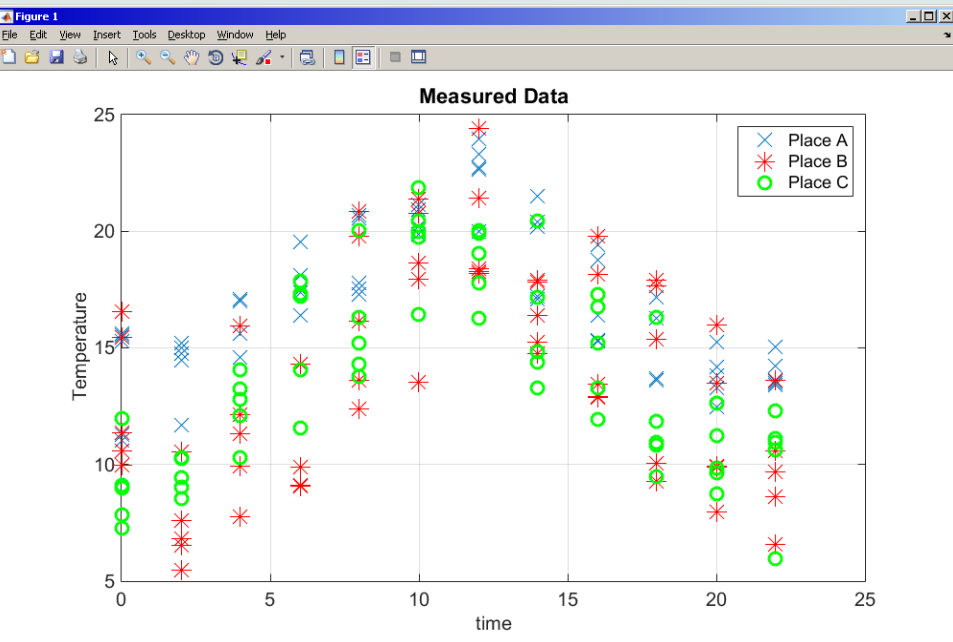
- dále platí, že
  - Place1 ~ měřicí stanoviště A,
  - Place2 ~ měřicí stanoviště B
  - Place3 ~ měřicí stanoviště C
  - hodina měření =  $2*(tindex-1)$
- nyní se pokuste do skriptu dopsat Váš kód který provede zprůměrování a zakreslete data do existujícího grafu

```
%% PLACE YOUR CODE HERE
%=====

% ...
% dataA = ...
% dataB = ...
% dataC = ...
%=====

%% plot the averaged data
plot(0:2:22,dataA,'LineWidth',2,'Color','b','LineStyle','-');
plot(0:2:22,dataB,'LineWidth',2,'Color','r','LineStyle','-');
plot(0:2:22,dataC,'LineWidth',2,'Color','g','LineStyle','-');
```

# Cvičení #9



naměřená data



naměřená data s průměry

# Děkuji!



ver. 3.7 (31/03/2014)

Miloslav Čapek

miloslav.capek@fel.cvut.cz

Jakékoliv úpravy přednášky jsou zakázány.  
Využití mimo výuku na ČVUT-FEL není bez souhlasu autorů dovoleno.  
Materiál vytvořen v rámci předmětu A0B17MTB.

