

# Cv. 1 Modelovanie a dynamické vlastnosti P a PD sústavy I. rádu

(riešenie v MATLABe)

## Zadanie

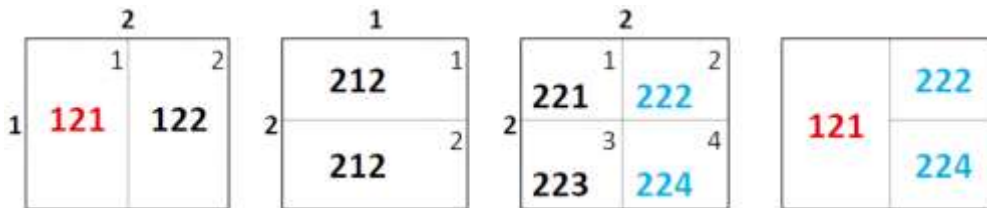
Zostavte skript (m-súbor) pre analýzu dynamických vlastností P a PD sústavy I. rádu s prenosom

$$F(s) = \frac{1 + sT_d}{1 + sT}$$

ktorým zistíte priebeh v jednom obrázku prechodových charakteristík (PrCh) a logaritmickej frekvenčnej charakteristiky – Bode (LFCh) a v druhom obrázku komplexnej frekvenčnej charakteristiky – Nyquist (KFCh).

Voľte hodnoty  $T = 0,1$  s;  $T_D = 0,05$  s.

**Vysvetlenie inštrukcie subplot** pre rozdelenie obrazovky na časti: subplot (m,n,p):



## 1. Výpis programu

Formátovanie: Courier New 10 b., bold), riadkovanie 1,15

### Program Sust1.m

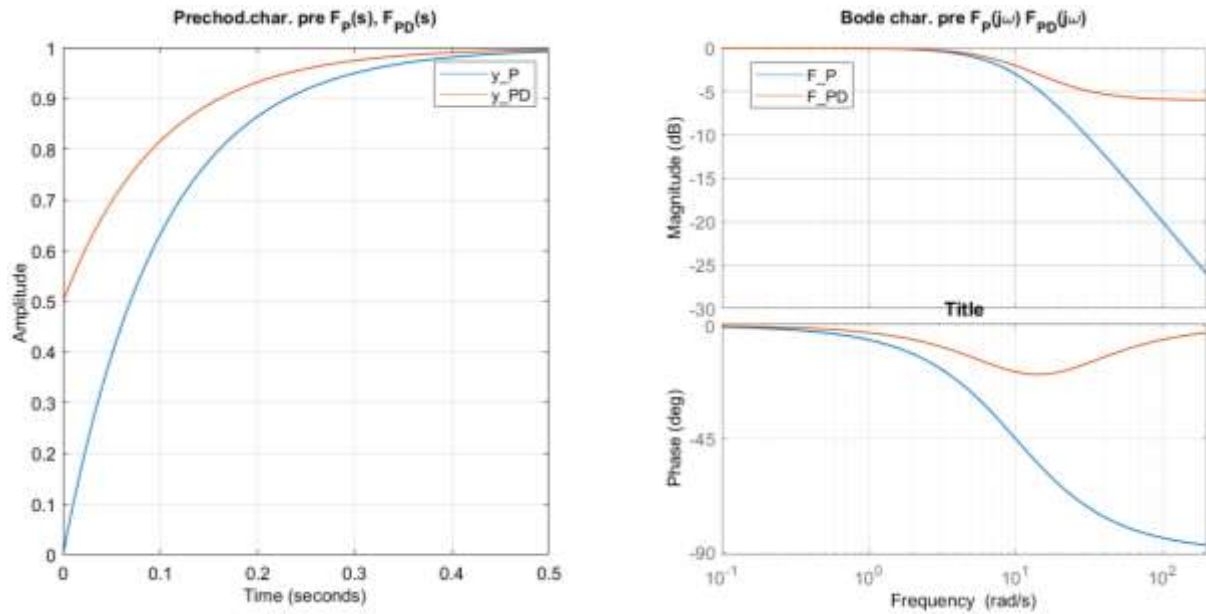
```
% Analyza TF sust.I. radu P a PD, MATLAB 2020b, Meno, 17.2.2022
% Znazornenie: 1) PrCh a LFCh(Bode), 2) KFCh(Nyquist) a LFCh
clc, clear all, clf, format compact
T=0.1; Td=0.05;          % F(s)=(sTd+1)/(sT+1)
Tstep=0.5;              % varianta: Tstep=5*T
wmin=1e-1;wmax=2e2;    % špecifikácia rozsahu w pre LFCh

% Vypocet TF
numP=[1]; numPD=[Td 1]; % citatele oboch TF
den=[T 1];              % menovatel je spolocny
FP=tf(numP,den), FPD=tf(numPD,den)

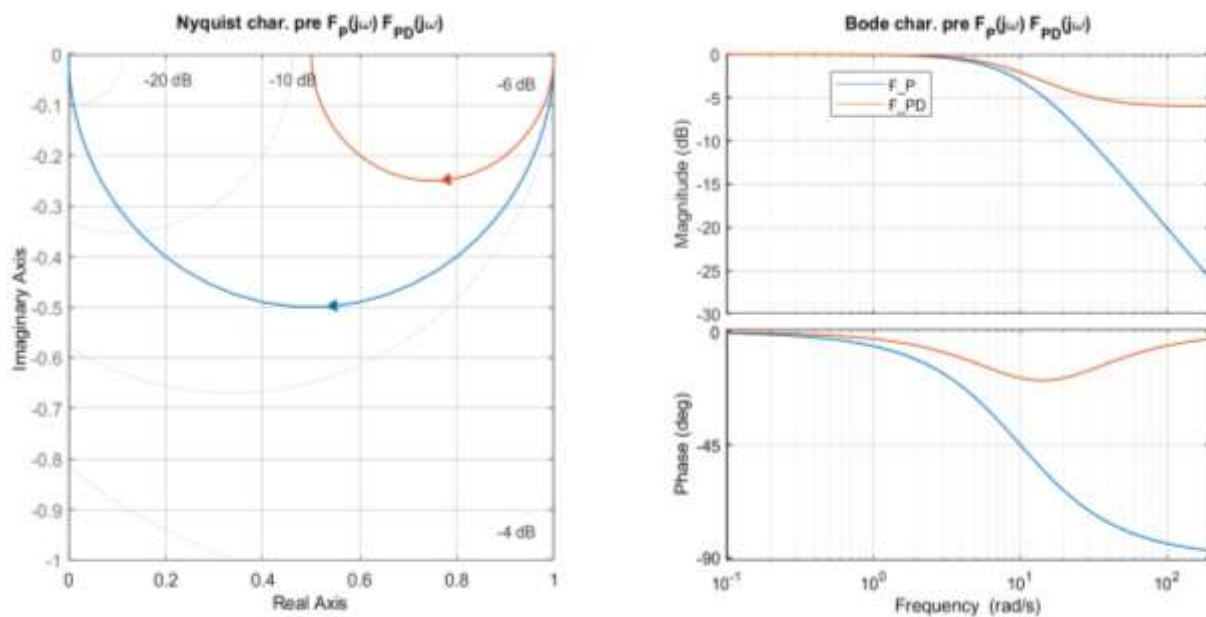
% Zobrazenie PrCh a LFCh
figure(1) % zobrazenie PrCh a LFCh (Bode)
subplot(1,2,1), step(FP,FPD,Tstep), grid on
    title('Prechod.char.pre F_P(s), F_{PD}(s)'), legend('y_P','y_PD')
subplot(1,2,2), bode(FP,FPD,{wmin,wmax}), grid on
    title('Bode char. pre F_P(j\omega) F_{PD}(j\omega)'), legend('F_P','F_PD')

% Zobrazenie KFCh a LFCh
figure(2) % zobrazenie KFCh a LFCh
subplot(1,2,1), nyquist(FP,FPD), grid on
    title('Nyquist char. pre F_P(j\omega) F_{PD}(j\omega)'), legend('F_P','F_PD')
axis([0 1 -1 0])% vyber casti grafu (aby bolo vi dno iba 3 kvadrant)
subplot(1,2,2), bode(FP,FPD,{wmin,wmax}), grid on
    title('Bode char. pre F_P(j\omega) F_{PD}(j\omega)'), legend('F_P','F_PD')
```

## 2. Grafické výstupy



Obr. 1 Prechodová a logaritmická frekvenčná charakteristika sústavy I. rádu P a PD pre  $T = 0,1$  s a  $T_d = 0,05$  s (súbor Sust1.m)



Obr. 1 Komplexná Nyquistova a Bodeho logaritmická frekvenčná charakteristika sústavy I. rádu P a PD pre  $T = 0,1$  s a  $T_d = 0,05$  s (súbor Sust1.m)

### Poznámky:

Samotný graf musí poskytovať dostatok informácie a preto pred vloženíím do Wordu je ho potrebné naformátovať (zväčšiť veľkosť písmen, hrúbku čiary, doplniť ďalšími popismi, napr. ak to nebolo špecifikované programovo pomocou inštrukcií **text** a **gtext**, v ktorých možno definovať aj farbu a veľkosť písmen, a tiež špeciálne znaky – grécke písmená a i. – viď príslušného pomocníka – help).

Pre vlastné formátovanie grafického výstupu je viac možností:

- otvoriť **Property Editor** dvojitým poklepaním na graf pravou myšou zvoliť podľa menu (napr. hrúbku čiary)
- príp. naformátovať pomocou **Property Inspector** (ikona alebo View/Property Inspector) vyplnením položky daného menu (kombinovať s kliknutím do oblasti grafu). Pre zväčšenie hrúbky čiary kliknite v grafe na čiaru

a potom v Property Inspector kliknutím na položku **Line** v riadku **Children** (zvoliť hrúbku napr. 1,0). Tu možno mieniť aj farbu grafu

- Pomocou ďalších položiek v menu **View** a **Insert** možno doplniť graf komentármi, jednoduchou grafikou (čiarami, šípkami, šípkami z textom, útvarmi) a pod.
- legendu možno premiestniť do voľnej oblasti grafu programovo (pozri pomocníka) alebo pomocou myši
- aby bolo možné graf dodatočne naformátovať, bez potreby opätovného spúšťania programu, odporúča sa ho uložiť do súboru s príponou .fig.

Každý graf musí mať svoje číslo a názov (Obr. 1 Prechodová...), v ktorom sú uvedené parametre (prípadne sú napísané v pripojenom texte). Nezabudnúť zmysluplne zalomiť riadok (Shift + Enter).

V správe musia mať príbuzné grafy rovnakú veľkosť.

Nezabudnúť v pripojenom texte uvádzať názov programu, pomocou ktorého bol graf získaný.

### Ďalšie možnosti inštrukcií pre zobrazenie frekvenčných charakteristík:

**bode(sys1, LineSpec1, ..., sysN, LineSpecN)**

kde parameter LineSpec špecifikuje farbu a typ čiary, napr.:

'r--'	červená čiarkovaná čiara
'*b'	modrá čiara s hviezdičkami
'g'	zelená čiara

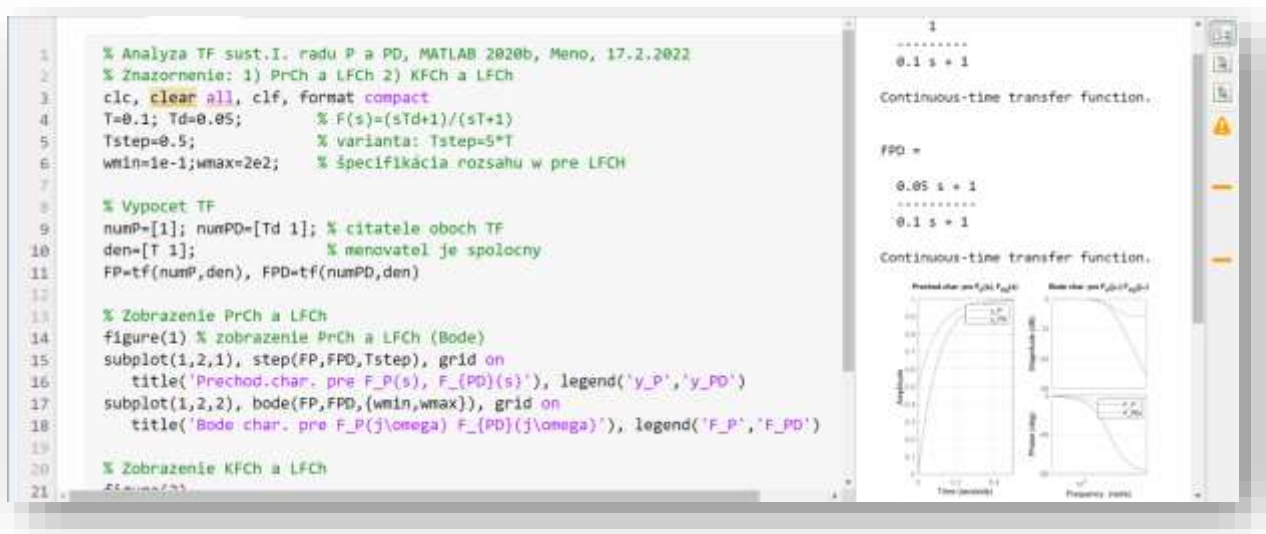
**[mag, phase, wout] = bode(sys)**

inštrukcia vypočíta hodnoty LFCh a uloží do vektorov mag (amplitúda), phase (fáza) a wout (kruh.frekvencia). Tieto hodnoty možno využiť pre neskoršie spracovanie údajov, alebo pre kreslenie pomocou inštrukcie **plot**.

### Live Editor

Live Editor v MATLABe umožňuje zobrazit' interaktívne riešenie.

Postup: skopírovať m-súbor do nového súboru (pod iným menom – odporúča sa použiť pôvodné meno rozšírené o `_live` (napr. `Sust1_live.mlx`) a tento súbor uložiť ako MATLAB Live Code Files (\*.mlx). Úprava zobrazenie výstupov sa riadi zaškrtnutím ikony na pravej strane obrazovky.



Live Editor umožňuje vkladať od programu (súboru .mlx) rovnice, text, obrázky a hypertextové odkazy a ďalej riadiť chod programu (pomocou objektov umiestnených na karte Control). MATLAB umožňuje uložiť výstup z Live Editoru priamo do Wordu.

### 3. Vytvorenie dokumentácie ku programu

Dokumentáciu vo Wordu pre každý program zhotovíme nasledovne:

#### Výpis programu:

- 1) V MATLABe označiť celý program (Ctrl + A), skopírovať (Ctrl + C) a vložiť do Wordu (Ctrl + V)
- 2) Zvoliť ekvidistančný font **Courier New 9** (alebo 10 bodov), bold, riadkovanie 1,15 až 1,25

#### Vloženie grafu do Wordu:

- 1) Presunúť legendu na vhodné miesto v grafe
- 2) Upraviť štandardný pomer strán
- 3) Upraviť veľkosti písmen a hrúbku čiar grafu a priebehov
- 4) Odporúča sa tiež uložiť s príponou fig (File/Save As *Meno.fig*) pre možnosť neskoršej úpravy grafu
- 5) Graf skopírovať (Edit/Copy Figure) a vložiť do Wordu (Ctrl + V)
- 6) Vo Wordu: **orezať prázdne okraje grafu**, upraviť veľkosť a umiestnenie grafu. Výška jednoduchých grafov by mala byť taká, aby na stránku vošli 3 grafy + text pod obrázok (výška cca 6 – 6,5 cm)

#### Vloženie schémy zo Simulinku do Wordu:

- 1) V Simulinku zvoliť: Format/Screenshot a zvoliť jednu z možností (Bitmap alebo Windows Metafile)
- 2) Prepnúť do Wordu a vložiť obsah schránky: Ctrl + V
- 3) Upraviť veľkosť a umiestnenie schémy

Vytvorený súbor vo Wordu sa odporúča uložiť pod tým istým menom, ako je meno skriptu.

### 4. Podklady a informácie pre riešenie

#### 1) Zadávanie prenosových funkcií v MATLABe

Transfer Functions in MATLAB:

<https://www.educba.com/transfer-functions-in-matlab/?source=leftnav>

#### 2) Rozdelenie grafu na viaceré podgrafy: subplot

Subplots In MATLAB: [https://www.youtube.com/watch?v=eSM\\_YkWeS7k](https://www.youtube.com/watch?v=eSM_YkWeS7k)

#### 3) Zápis gréckych písmen a špeciálnych znakov do grafov

Greek Letters and Special Characters in Chart Text:

[https://www.mathworks.com/help/matlab/creating\\_plots/greek-letters-and-special-characters-in-graph-text.html](https://www.mathworks.com/help/matlab/creating_plots/greek-letters-and-special-characters-in-graph-text.html)

### 5. Domáca úloha

Zostaviť analogický program pre analýzu dynamických vlastností nekmitavej sústavy II. rádu

$$F(s) = \frac{1 + sT_d}{(1 + sT_1)(1 + sT_2)}$$

a vyšetriť priebehy PrCh a LFCh v jednom grafe (KFCh netreba).

Zvoliť napríklad:

- Jeden obrázok z parametrami  
 $F_P(s)$  pre  $T_d = 0$  s  $T_1 = 0,1$  s  $T_2 = 0,1 - 0,5 - 1,0$  s
- a druhý obrázok pre:  
 $F_{PD}(s)$  pre  $T_d = 0,05$  s  $T_1 = 0,1$  s  $T_2 = 0,1 - 0,5 - 1,0$  s