

Cv. 7a Logaritmické frekvenčné charakteristiky

Zadanie

Na základe rozkladu prenosovej funkcie na dielčie prenosy

$$F(s) = \frac{8(0,2s + 2)}{(s + 2)(s^2 + 0,2s + 1)}$$

treba nakresliť prenosovú funkciu (ručne) a overiť riešenie pomocou MATLABu, [1].

1 Riešenie

Prenosovú funkciu upravíme tak, aby absolútne členy v zátvorkách boli rovné jednotke“

$$F(s) = \frac{8 \cdot 2 \cdot (0,1s + 1)}{2 \cdot (0,5s + 1) \cdot (s^2 + 0,2s + 1)}$$

Dekompozícia $F(s)$ na jednotlivé prenosy:

$$F_1(s) = 8 \quad F_2(s) = (0,1s + 1) \quad F_3(s) = \frac{1}{(0,5s + 1)} \quad F_4(s) = \frac{1}{(s^2 + 0,2s + 1)}$$

Výpis programu LFCh_dekompozicia.m

```
% Overenie priebehu LFCh F(s) pomocou dekompozície na jednotlivé TFi
%           8(s+1)
% F(s) = -----
%           (s+2)(s^2+0,5s+1)
% Riešenie: F(s) upravíme tak, aby absolútne členy v zátvorkách = 1
% a urobíme dekompozíciu (rozdelenie na dielčie prenosy)

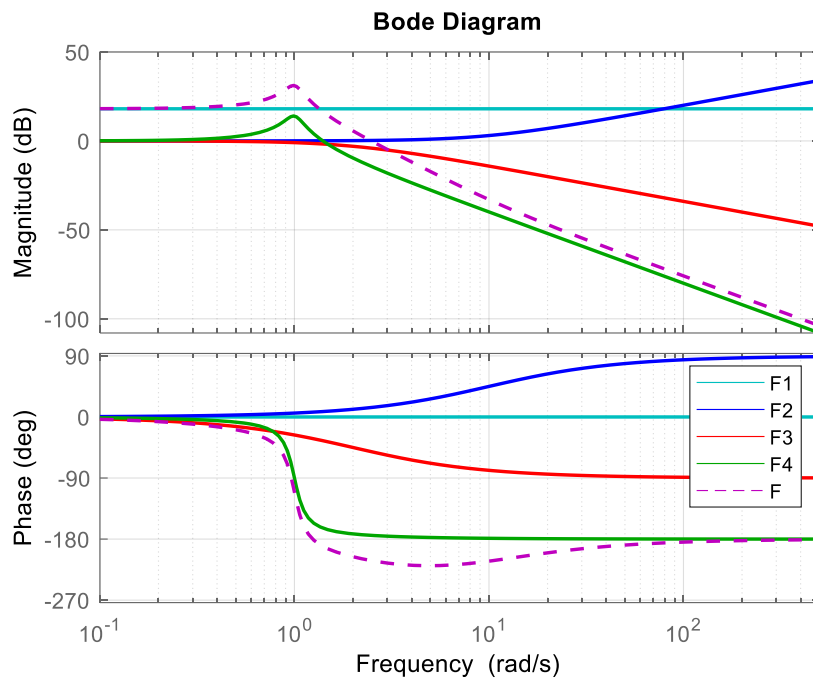
clf, clear, format compact
% zadanie diečich F1(s), F2(s),
F1=tf([8],[1])      % zosilnenie
F2=tf([1/10 1],[1]) % PD sústava
F3=tf([1],[1/2 1]) % P sústava I. rádu
F4=tf([1],[1 0.2 1]) % P sústava II.rádu
F=tf([8 8],conv([.1 1],[1 0.2 1]))
bode(F1,'c', F2,'b', F3,'r', F4,'g', F,'m--',{5e-2,5e1}), grid on
set(findall(gcf,'type','line'),'linewidth',1.5) % zmena hrúbky čiary (2 b)
legend ('F1','F2','F3','F4','F')
```

Upozornenie – všimnite si inštrukciu pre zmenu hrúbky čiary (napr. hrúbka 1,5)

```
set(findall(gcf,'type','line'),'linewidth',1.5)
```

Graf priebehov LFCh

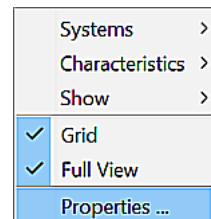
Graf získaný priamo z MATLABu:



Graf je potrebné upraviť pomocou kombinácie **Properties** a **Inspector Editor**.

Menu Properties vyvoláme po kliknutí pravou myšou na graf. Jednotlivé karty:

- **Labels** úprava názvu grafu, xlabel ($\rightarrow \omega$) a ylabel (zadáva sa pre dva grafy) $\rightarrow A$ $\rightarrow \phi$
- **Limits** možno zmeniť rozsahy x-ových a y-ových osí
- **Units** výber z prednastavených jednotiek a mierky stupnice grafu amplitúdovej a fázovej charakteristiky (lineárna/logaritmická)
- **Style** veľkosti popisu na osiach
- **Options**



Odporúčané nastavenia:

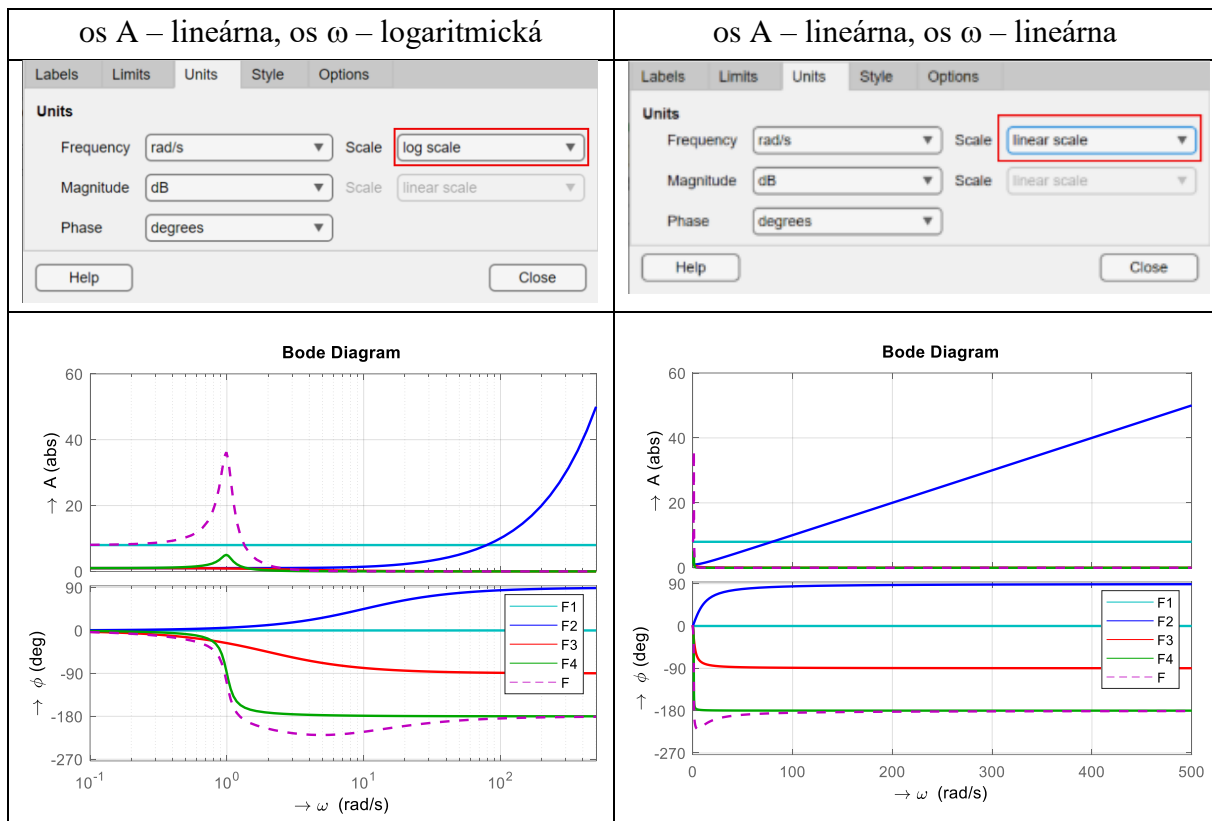
Nastavenie Labels

Labels	Limits	Units	Style	Options
Labels				
Title:	Bode Diagram			
X-Label:	$\rightarrow \omega$			
Y-Label:	$\rightarrow A$ $\rightarrow \phi$			
Help		Close		

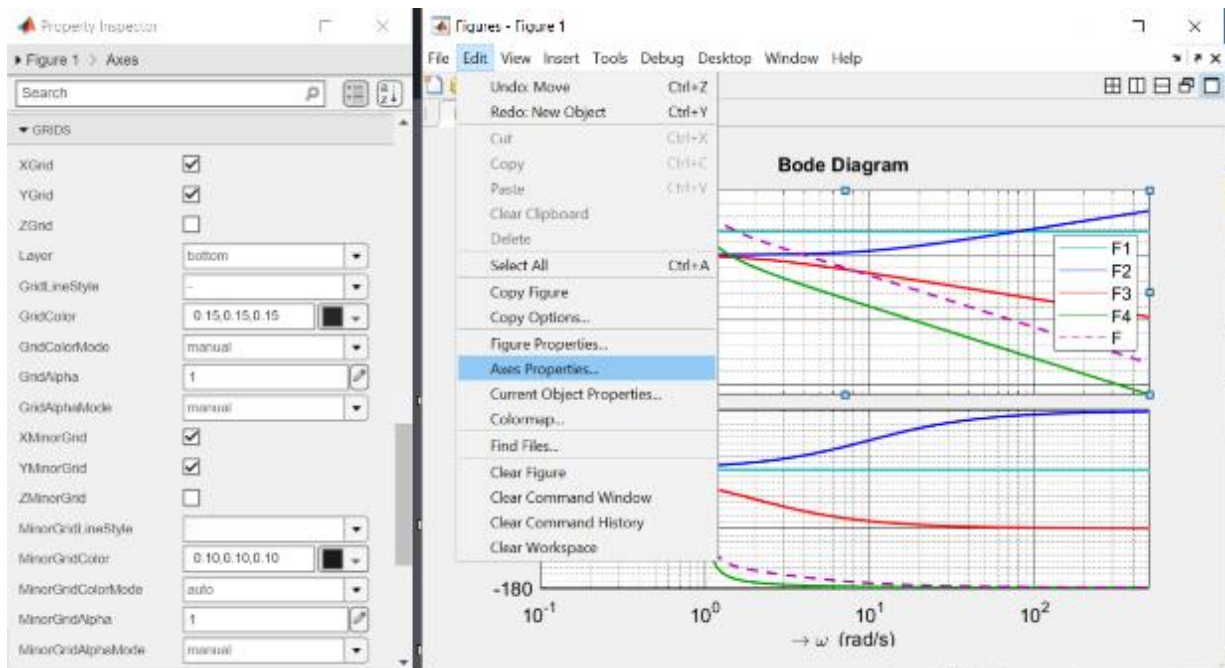
Nastavenie Style

Labels	Limits	Units	Style	Options
Grids				
<input type="checkbox"/> Show grids by default				
Fonts				
Titles	14 pt	<input checked="" type="checkbox"/> Bold	<input type="checkbox"/> Italic	
Axis labels	12 pt	<input type="checkbox"/> Bold	<input type="checkbox"/> Italic	
Tick labels	12 pt	<input type="checkbox"/> Bold	<input type="checkbox"/> Italic	
I/O names	12 pt	<input type="checkbox"/> Bold	<input type="checkbox"/> Italic	
Colors				
Axes foreground	[0.4 0.4 0.4]			Select...
Help		Close		

Nastavenie Units – voľba stupnice osí – napr. pre amplitúdovú charakteristiku:



Ďalšie úpravy je možno vykonať pomocou **Property Inspector** (View/Property Inspector), alebo, výhodnejšie, vychádzať z menu Edit/Axes Properties, príp. Edit/Figure Properties a zvoliť vhodné nastavenie

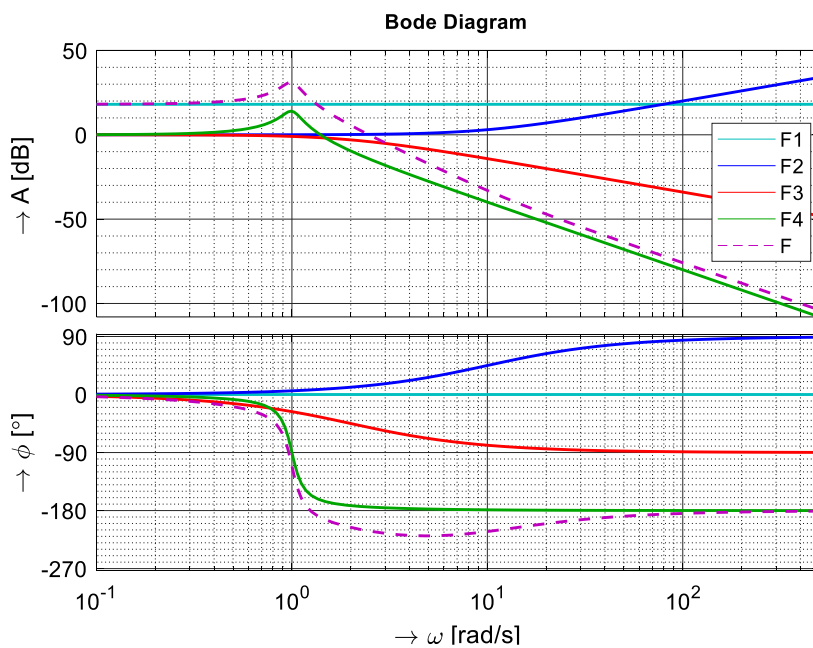


Tu je možné nastaviť všetky vlastnosti grafu.

Najdôležitejšie sú tu nastavenia RULERS a GRIDS:

Undo	Ctrl+Z	RULERS ▾ GRIDS XGrid <input checked="" type="checkbox"/> YGrid <input checked="" type="checkbox"/> ZGrid <input type="checkbox"/> Layer bottom GridLineStyle - GridColor 0.15,0.15,0.15 GridColorMode manual GridAlpha 1 GridAlphaMode manual XMinorGrid <input checked="" type="checkbox"/> YMinorGrid <input checked="" type="checkbox"/> ZMinorGrid <input type="checkbox"/> MinorGridLineStyle : MinorGridColor 0.10,0.10,0.10 MinorGridColorMode auto MinorGridAlpha 1	
Redo	Ctrl+Y	▾ GRIDS XGrid <input checked="" type="checkbox"/> YGrid <input checked="" type="checkbox"/> ZGrid <input type="checkbox"/> Layer bottom GridLineStyle - GridColor 0.15,0.15,0.15 GridColorMode manual GridAlpha 1 GridAlphaMode manual XMinorGrid <input checked="" type="checkbox"/> YMinorGrid <input checked="" type="checkbox"/> ZMinorGrid <input type="checkbox"/> MinorGridLineStyle : MinorGridColor 0.10,0.10,0.10 MinorGridColorMode auto MinorGridAlpha 1	
Cut	Ctrl+X		
Copy	Ctrl+C		
Paste	Ctrl+V		
Clear Clipboard			
Delete			
Select All	Ctrl+A		
Copy Figure			
Copy Options...			
Figure Properties...			
Axes Properties...			
Current Object Properties...			
Colormap...			
Find Files...			
Clear Figure			
Clear Command Window			
Clear Command History			
Clear Workspace			

Výsledný vzhľad grafu po úpravách:



2 Domáca úloha

Uvedený postup aplikovať pre výpočet prenosových funkcií (z prednášky):

$F_1(s) = \frac{Ks(1+T_1s)}{(1+T_2s)(1+2dsT_3+T_3s^2)}$	$F_2(s) = \frac{Ks(1+T_1s)}{(1+T_2s)(1+2dsT_3+T_3s^2)}$	$F_3(s) = \frac{10s}{(s+10)(s+100)^2}$
---	---	--

Zvoľte si vhodné parametre.

3 Výpočet frekvenčných charakteristík pomocou komplexnej premennej $s=j\omega$

Program Bode_zobraz_lin_log.m

```
% Frekvenčné charakteristiky - zadaním TF pre  $s=j.w$       V. Fedák, 31.32022
% kreslenie v rôznych mierkach (log, lin)
clc, clear, format compact % clf(1),clf(2),clf(3)
```

```
% Zadanie rozsahu  $w$  a TF
```

```
w=[0.01: 0.1: 10^3];      %  $w$  ako lin. vektor (pre logaritmicke: logspace)
F=72*(2+j*w)./(j*w.*(5+j*w).*(20+j*w).*(10+j*w).*(14+.2*j*w+(j*w).^2));
```

```
figure(1) % Kreslenie použitím inštrukcie Bode (najprv treba vypočítať TF)
```

```
num=[72, 72*2];
den1=conv([1 0],[1 5]), den2=conv([1 20],[1 10]), den3=[1 .2 14]
den12=conv(den1,den2), den123=conv(den12,den3) % násobia sa iba 2 polynómy
G=tf(num,den123)
bode(G), grid on % výstup upravený na farbu r
% Pozn.: ďalšia možnosť je vypočítať [mag,phase,wout] = bode(sys)
```

```
figure(2) % kreslenie v log.súradniciach (Bode) - char. získané výpočtom
```

```
% výstup upravený na farbu g
% Pozn. pre závislosť od frekv.  $f$  na vodorovnú os miesto  $w$  vynášaj  $w/(2*\pi)$ 
subplot(2,1,1), semilogx(w,20*log10(abs(F))), grid on
    xlabel('\rightarrow \omega [rad/s] - log.stupnica')
    ylabel('\rightarrow A(\omega) [dB]')
    title('Bode: amplitúda |F(j\omega)|_{dB} = f(log(\omega))')
subplot(2,1,2), semilogx(w,unwrap(angle(F))*180/pi), grid on
    xlabel('\rightarrow \omega [rad/s]')
    ylabel('\rightarrow \phi(\omega) [\circ]')
    title('Bode: fáza \phi(\omega) = f(log(\omega))')
```

```
figure(3) %  $w$  má lineárnu stupnicu.
```

```
% výstup upravený na farbu b
subplot(2,1,1); plot (w,20*log10(abs(F))), grid on
    xlabel('\rightarrow \omega [rad/s]')
    ylabel('\rightarrow A(\omega) [dB]')
    title('Amplitúdová char: amplitúda |F(j\omega)|_{dB} = f(\omega)')
subplot(2,1,2); plot(w,unwrap(angle(F))*180/pi), grid on
    xlabel('\rightarrow \omega [rad/s]')
    ylabel('\rightarrow \phi(\omega) [\circ]')
    title('Fázová char.: \phi(\omega) = f(\omega)')
```

```
figure(4) % obe stupnice amplitúdovej charakteristiky sú lineárne
```

```
% výstup upravený na farbu k
```

```

subplot(2,1,1); plot (w,abs(F)), grid on
xlabel('\rightarrow \omega [rad/s]')
ylabel('\rightarrow A(\omega) [-]')
title('Amplitúdová char: amplitúda |A(\omega)| = f(\omega)')
axis([0, 6, 0, .12]) % výrez časti grafu - pre AFCh
subplot(2,1,2); plot(w,unwrap(angle(F))*180/pi), grid on
xlabel('\rightarrow \omega [rad/s]')
ylabel('\rightarrow \phi(\omega) [\circ]')
title('Fázová char.: \phi(\omega) = f(\omega)')
axis([0, 6, -300, 0]) % výrez časti grafu> [xmin xmax, ymin, ymax]

```

Grafické výsledky (prevedené na .fig a upravené).

Veľkosť popisov na osiach 12 b., mierka zobrazenia grafu 75 %

figure (1) – grafy získané pomocou inštrukcie bode

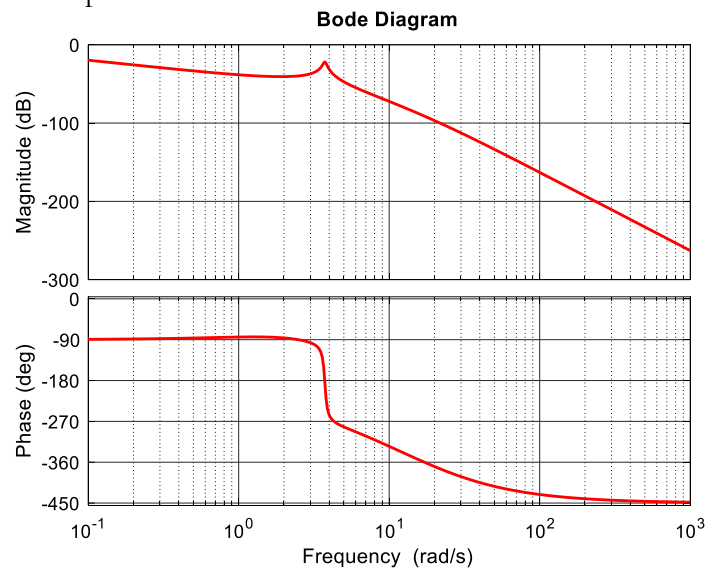


figure (2) – riešenie pomocou komplexnej premennej ($s=j\omega$) – zobrazenie v log. mierke

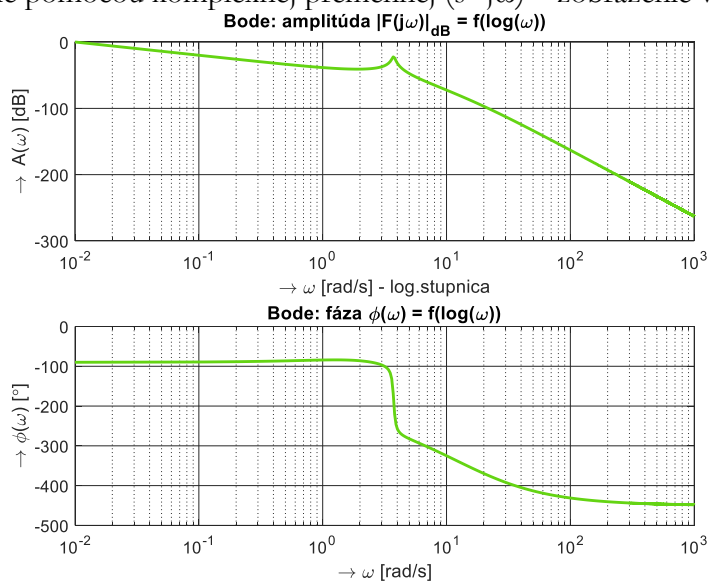
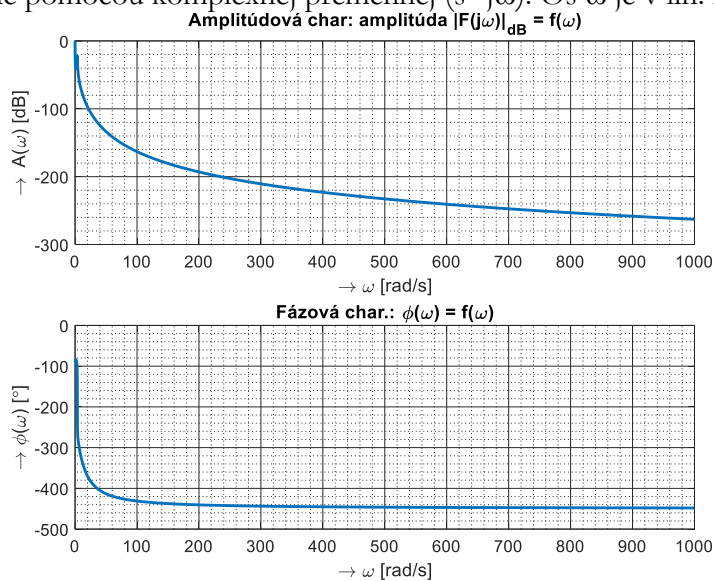
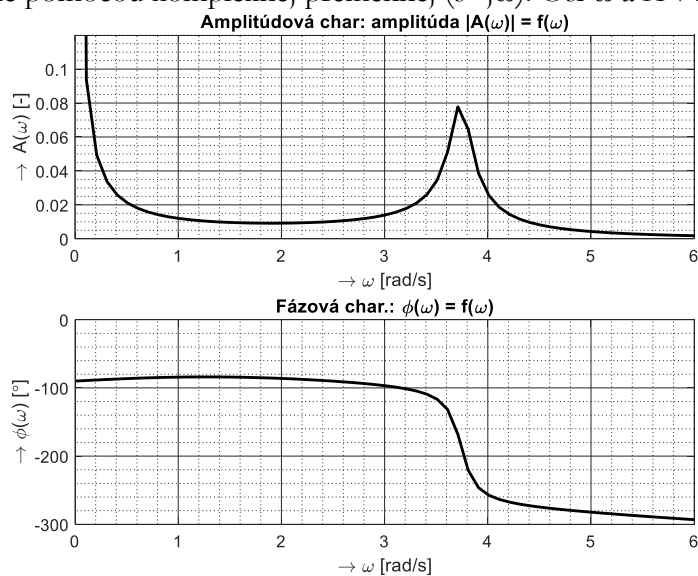


figure (3) – riešenie pomocou komplexnej premennej ($s=j\omega$). Os ω je v lin. mierke**figure (4)** – riešenie pomocou komplexnej premennej ($s=j\omega$). Osi ω a A v lin. mierke. Výrez ω .

Literatúra

- [1] Derek Atherton. Control Engineering. An Introduction with the Use of MATLAB. Ventus Publishing ApS, 2009, pp s. 44-45, ISBN 978-87-7681-466-3.