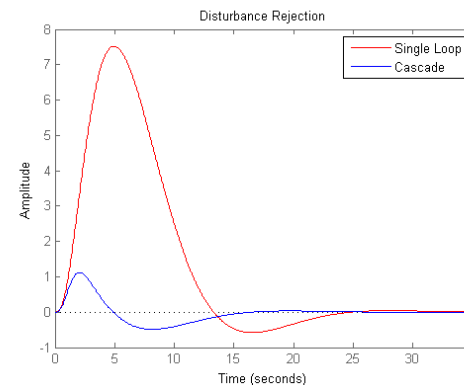
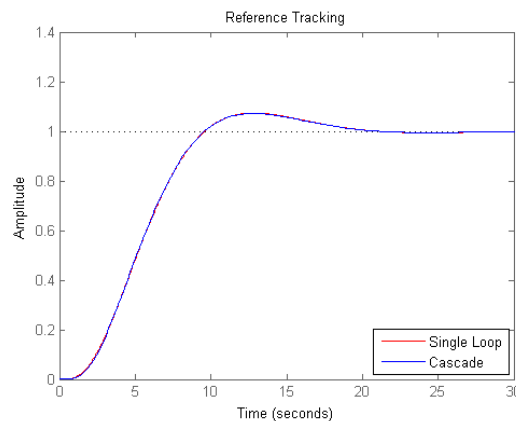
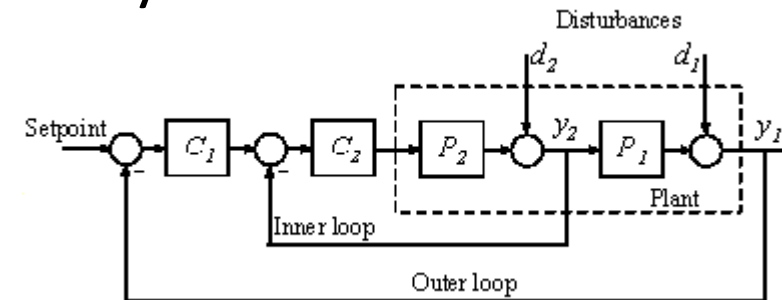
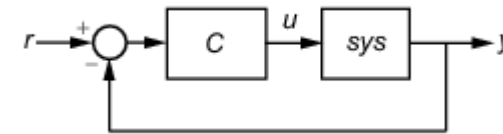


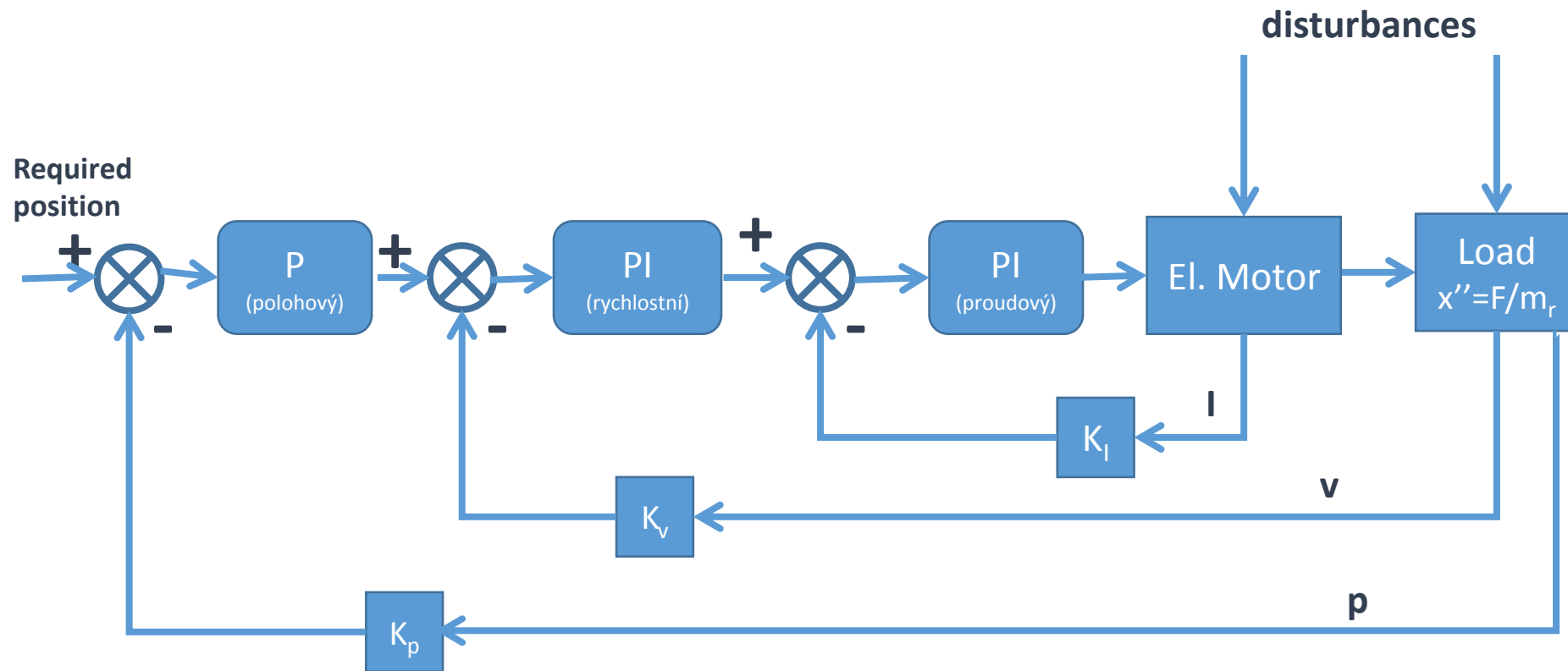
# Kaskádní regulace

- SIMO systémy (více výstupů, jeden vstup)
- Výrazné zlepšení necitlivosti vůči poruchovým veličinám (Disturbance rejection)
- Menší výsledná časová konstanta
- Zvětšené frekvenční pásmo řízeného systému
- Návrh regulátorů postupně
  - Vnitřní smyčka
  - Vnější smyčky



$$P1(s) = \frac{10}{(s+1)^3} \quad P2(s) = \frac{3}{s+2}$$

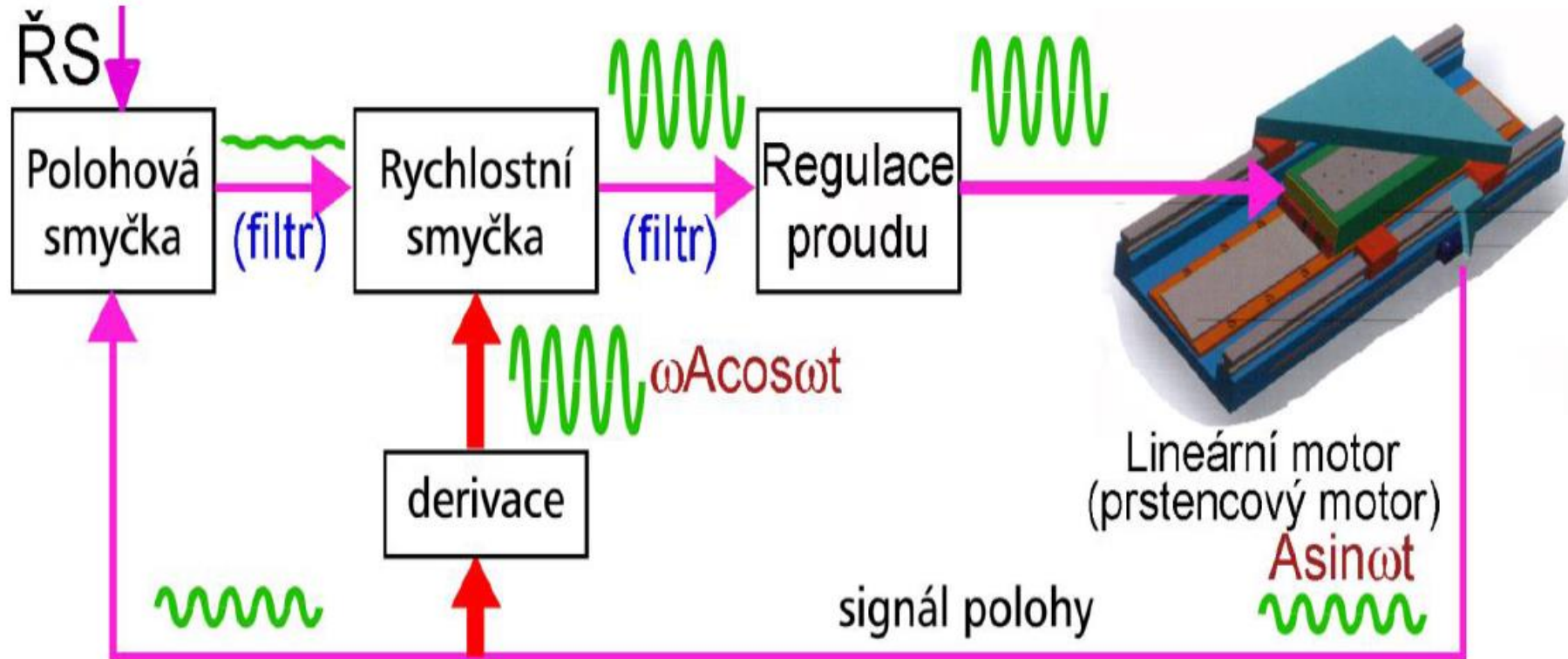
# Kaskádní regulace Řízení pohonu osy stroje



Mikrofonní efekt:

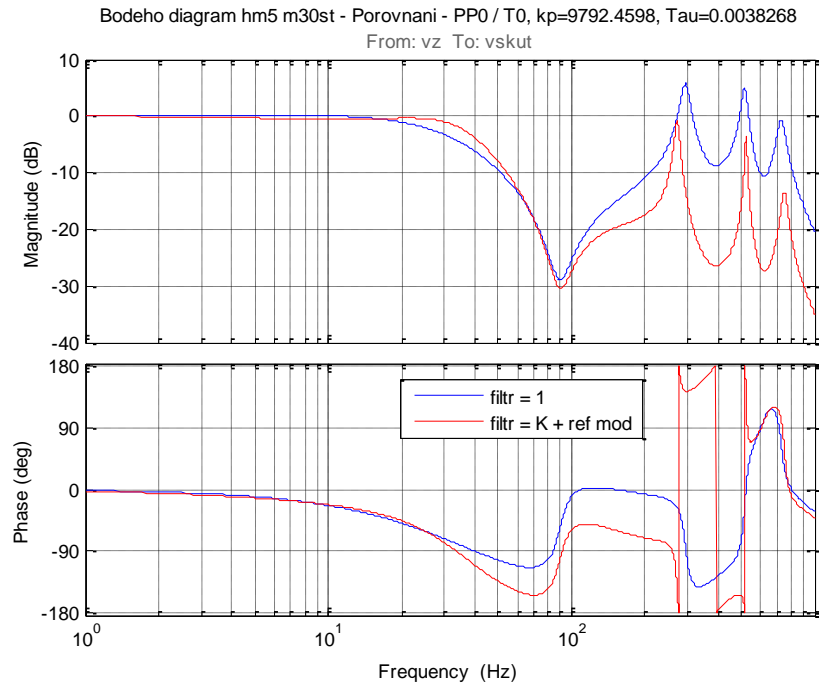
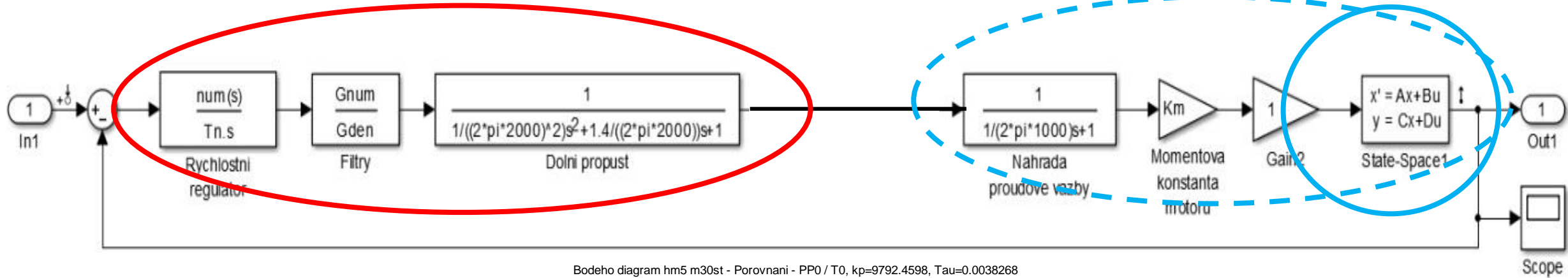
$$err(y) = \sum A_i \sin(\omega_i t + \varphi_i)$$

$$err\left(\frac{dy}{dt}\right) = \sum \omega_i A_i \cos(\omega_i t + \varphi_i)$$

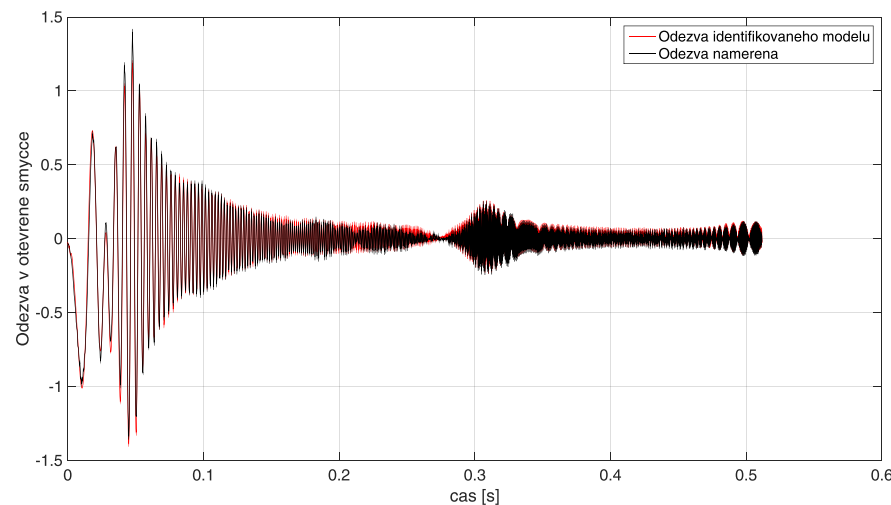
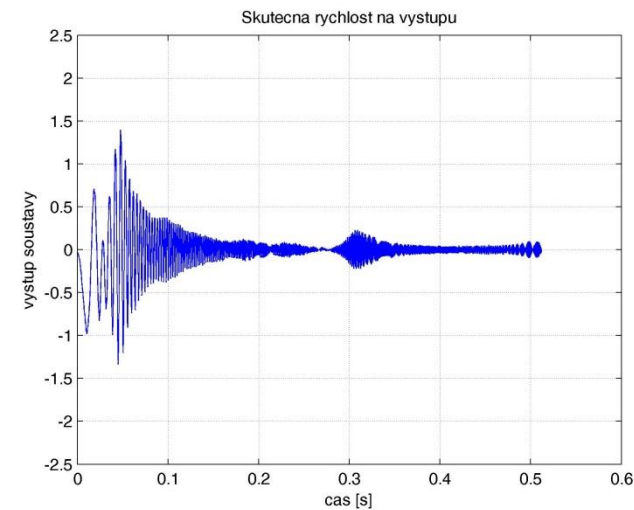
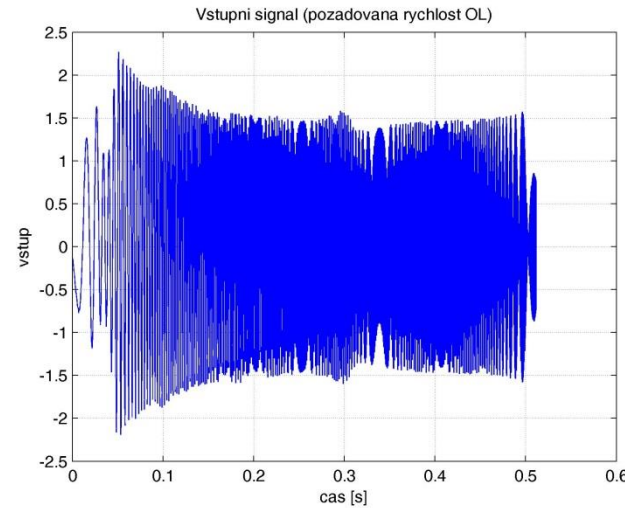
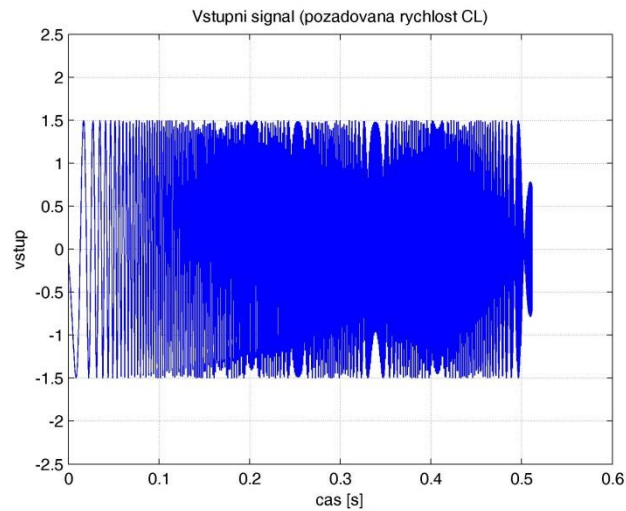


Předmětem ladění vůči mechanickým vlastnostem  
– zejména rychlostní regulátor a filtry

Předmětem modelování  
nebo identifikace – mechanická soustava

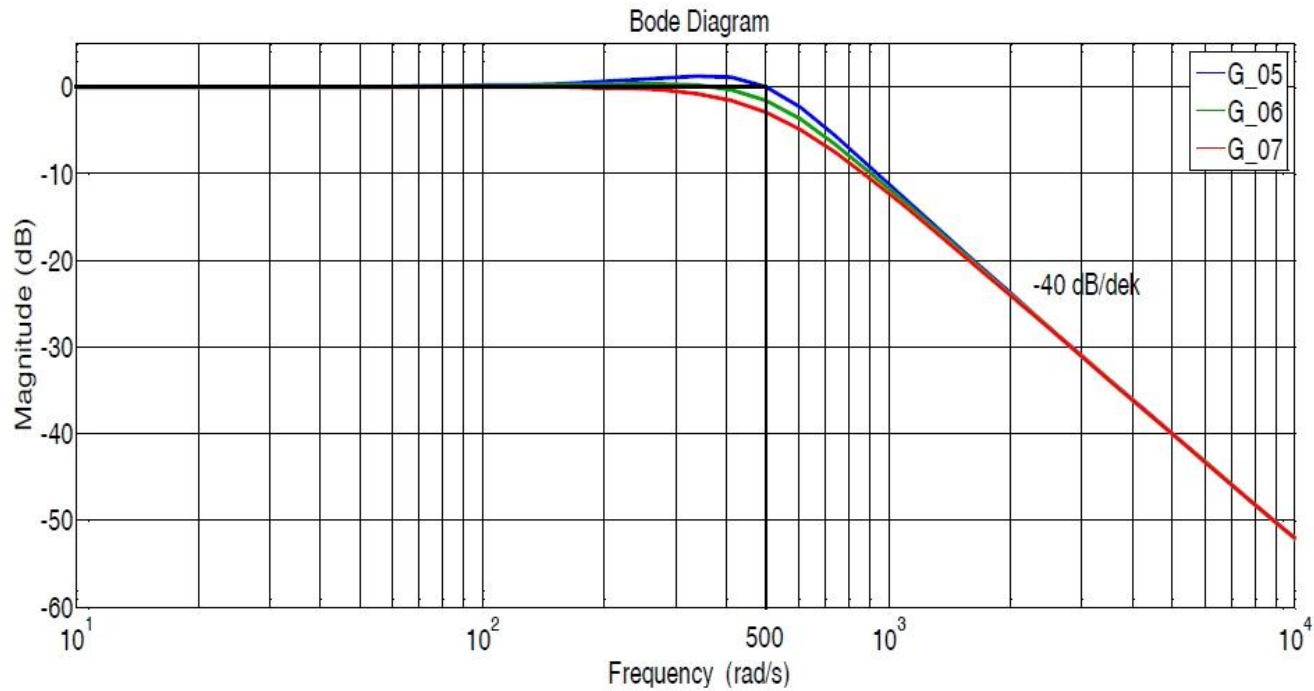


# Experimentální identifikace otevřené rychlostní smyčky



- Do rychlostní smyčky pouštěn identifikační signál, například chirp při známém nastavení koeficientů regulátoru.
- Základem pro identifikaci je přenos v otevřené smyčce.
- Pro identifikaci lze použít mnoho různých metod (ERA – Eigenvalue Realization Algorithm, LSCFA - Least Squares Complex Frequency Algorithm)
- Možno použít „System identification toolbox“ v Matlabu

# Filtr dolní propusti druhého řádu



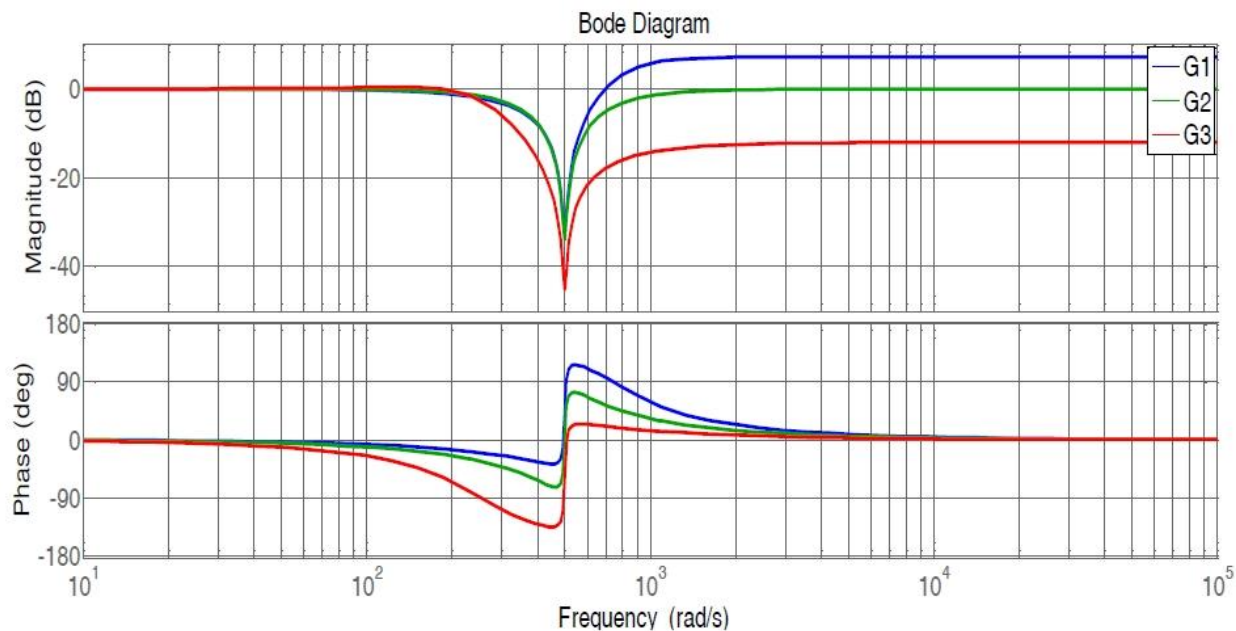
Amplitudová charakteristika dolní propusti ( $\Omega_F=500\text{rad/s}$ ; G\_05:  $\zeta_F=0,5$ ;  
G\_06:  $\zeta_F=0,6$ ; G\_07:  $\zeta_F=0,7$ ;)

Frekvenční přenos filtru je

$$F_F(s) = \frac{1}{\frac{1}{\Omega_F^2} s^2 + \frac{2\zeta_F}{\Omega_F} s + 1},$$

kde  $\Omega_F$  je kmitočet filtru,  $\zeta_F$  je poměrné tlumení

# Filtr pásmové zádrže (notch filter)



## Amplitudově-fázová charakteristika úzkopásmové zádrže obecná přenosová funkce

V grafu jsou vyneseny tři různá nastavení filtru pro  $\Omega_{F1}=500\text{Hz}$ ;  $\zeta_{F1}=0,01$ ;

$\zeta_{F2}=0,5$ ; G1:  $\Omega_{F2}=1,5 \Omega_{F1}$ ; G2:  $\Omega_{F2}=\Omega_{F1}$ ; G3:  $\Omega_{F2}=0,5 \Omega_{F1}$ .

$$F_F(s) = \frac{\frac{1}{\Omega_{F1}^2} s^2 + \frac{2\zeta_{F1}}{\Omega_{F1}} s + 1}{\frac{1}{\Omega_{F2}^2} s^2 + \frac{2\zeta_{F2}}{\Omega_{F2}} s + 1},$$

kde  $\Omega_{F1}$  je kmitočet, jehož amplitudu potlačují. Pomocí  $\Omega_{F2}$  lze měnit velikost vodorovné úrovně amplitudové charakteristiky nad potlačeným kmitočtem:

- při  $\Omega_{F1} = \Omega_{F2}$  je zesílení pod i nad kmitočtem  $\Omega_{F1}$  rovno jedné (0 dB)
- při  $\Omega_{F1} < \Omega_{F2}$  je zesílení nad kmitočtem  $\Omega_{F1}$  větší než jedna
- při  $\Omega_{F1} > \Omega_{F2}$  je zesílení nad kmitočtem  $\Omega_{F1}$  menší než jedna.

Změnou poměrného tlumení  $\zeta_{F1}$  lze měnit velikost sedla v amplitudové charakteristice na kmitočtu  $\Omega_{F1}$ , nejostřejší sedlo je při  $\zeta_{F1}=0$ ,

- při  $\zeta_{F2}>0$  zmenšovat a zvětšovat jeho špičku (z praxe nejlépe volit  $\zeta_{F2}=0,5 \div 0,7$ ).