Základy automatického riadenia

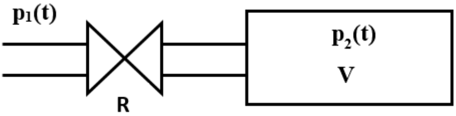
Prednáška 3 - príklady

doc. Ing. Anna Jadlovská, PhD.,
doc. Ing. Ján Jadlovský, CSc.

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Technická univerzita v Košiciach

ZS 2015/2016

Zásobník plynu



Fyzikálne veličiny:

- vstup: tlak $p_1(t)$
- výstup: tlak $p_2(t)$

Parametre:

- V - objem plynu
- R - pneumatický odpor

Úloha: Odvoďte prenosovú funkciu zásobníka plynu $p_2(t) = f(p_1(t))$

Pre prietok plynu $q(t)$ platí:

$$q(t) = \frac{1}{R}(p_1(t) - p_2(t)) \tag{1}$$

Vo vnútri zásobníka platí *stavová rovnica*:

$$p_2(t)V = n(t)R_0T \tag{2}$$

- $n(t)$ - množstvo plynu v móloch
- R_0 - univerzálna plynová konštanta
- T - absolútna teplota plynu

Deriváciou množstva plynu dostávame prietok:

$$q(t) = \frac{dn(t)}{dt} = \frac{V}{R_0 T}\frac{dp_2(t)}{dt} = C\frac{dp_2(t)}{dt} \tag{3}$$

Z čoho dosadením (3) do (1) vyplýva:

$$C\frac{dp_2(t)}{dt} = \frac{1}{R}(p_1(t) - p_2(t)) \tag{4}$$

Následnou úpravou LDR pomocou Laplaceovej transformácie a z definície prechodovej funkcie dostávame:

$$F(s) = \frac{P_2(s)}{P_1(s)} = \frac{1}{RCs+1} = \frac{1}{Ts+1} \tag{5}$$

Zásobník teda predstavuje statický systém 1. rádu.

Striedavý servomotor

- vstup - $u(t)$ - napätie na riadiacej fáze
- výstup - $\varphi(t)$ - poloha hriadeľa servomotora

Úloha:

- Určte prenosovú funkciu
- Určte prechodovú funkciu
- Nakreslite prechodovú charakteristiku

Príklad 2

Striedavý servomotor

LDR vyjadrujúca vzťah medzi vstupom a výstupom servomotora $u(t) = f(\varphi(t))$ má tvar:

$$J\frac{d^2\varphi(t)}{dt^2} + B\frac{d\varphi(t)}{dt} = Ku(t) \qquad (1)$$

Fyzikálne veličiny:

- $\varphi(t)$ - poloha hriadeľa servomotora
- $u(t)$ - napätie na riadiacej fáze

Parametre:

- K - momentová konštanta
- J - moment zotrvačnosti
- B - koeficient viskózneho tlmenia servomotora

Prenosová funkcia

Prepisom LDR (1) pomocou Laplaceovej transformácie dostaneme:

$$Js^2\Phi(s) + Bs\Phi(s) = KU(s), \quad u(t) \cong U(s), \varphi(t) \cong \Phi(s) \tag{2}$$

$$F(s) = \frac{\Phi(s)}{U(s)} = \frac{K}{Js^2 + Bs} = \frac{K}{s(Js + B)} \tag{3}$$

Následne upravíme prenosovú funkciu a získame prenos servomotora v normovanom tvare:

$$F(s) = \frac{K/B}{s(\frac{J}{B}s + 1)} = \frac{K_v}{s(Ts + 1)} \tag{4}$$

- K_v - rýchlostná konštanta servomotora, $K_V = K/B$
- T - časová konštanta, $T = J/B$

Prechodová funkcia

Pre obraz prechodovej funkcie $\Phi(s)$ platí:

$$\Phi(s) = F(s)U(s) = \frac{K_v}{s(Ts+1)}\frac{1}{s} = \frac{K_v}{s^2(Ts+1)} \tag{5}$$

$$\frac{K_v/T}{s^2(s+\frac{1}{T})} = \frac{A}{s^2} + \frac{B}{s} + \frac{C}{s+\frac{1}{T}} = \frac{K_v}{s^2} - \frac{K_vT}{s} + \frac{K_vT}{s+\frac{1}{T}} \tag{6}$$

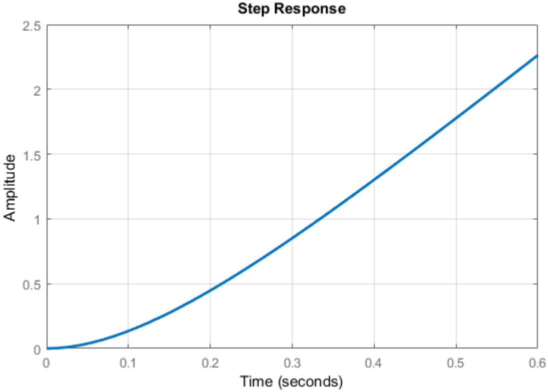
Po nájdení originálov v t-oblasti k častiam prechodovej funkcie $\Phi(s)$ dostávame originál prechodovej funkcie $\varphi(t)$:

$$\varphi(t) = K_vt - K_vT + K_vTe^{-\frac{t}{T}} \tag{7}$$

$$\varphi(t) = K_v[t - T(1 - e^{-\frac{t}{T}})] \tag{8}$$

Graf prechodovej charakteristiky

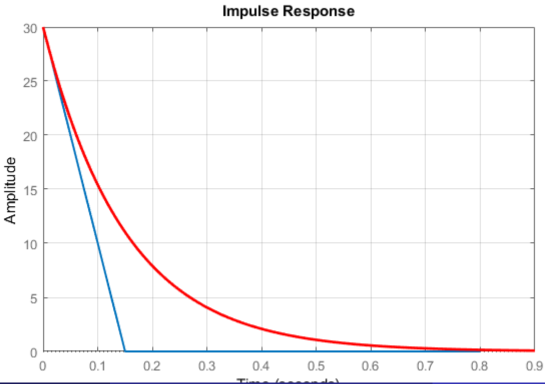
$$\varphi(t) = K_v[t - T(1 - e^{-\frac{t}{T}})], K_v = 5, T = 0.15$$



Úloha: určte časovú konštantu T a zosilnenie K systému s prenosom:

$$F(s) = \frac{K}{Ts+1} \tag{1}$$

na základe grafu jeho impulznej funkcie:



Prechodová funkcia systému s uvedeným prenosom má tvar:

$$h(t) = K(1 - e^{-\frac{t}{T}}) \tag{2}$$

Z definície impulznej charakteristiky dostávame:

$$g(t) = \frac{dh(t)}{dt} = \frac{K}{T}e^{-\frac{t}{T}} \tag{3}$$

Z grafu v definovanom príklade odčítame časovú konštantu $T = 0.15$, a keďže platí:

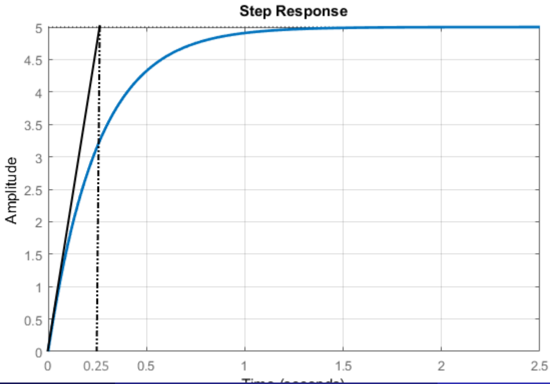
$$g(0) = \frac{K}{T} = 30 \Rightarrow K = T * 30 = 4.5 \tag{4}$$

$$F(s) = \frac{4.5}{0.15s + 1} \tag{5}$$

Úloha: určte časovú konštantu T a zosilnenie K systému s prenosom:

$$F(s) = \frac{K}{Ts + 1} \tag{1}$$

na základe grafu jeho prechodovej charakteristiky:



Obrazový prenos prechodovej funkcie má tvar:

$$F(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{K}{Ts+1} \tag{2}$$

Z grafu prechodovej charakteristiky odčítame hodnoty K a T:

- $K = 5$
- $T = 0.25$

Výsledný prenos systému:

$$F(s) = \frac{5}{0.25s+1} \tag{3}$$