

## Referát prvý

### MRAC gradientný

Referát spolu za 18 bodov.

O práci na úlohách je potrebné referovať písomne formou krátkej správy (referátu). Referát/dokument sa odovzdáva do AIS. Pre termín odovzdania pozri príslušné miesto odovzdania v AIS.

### Úlohy

1. Pri návrhu autopilota pre kormidlovanie nákladnej lode sa používa zjednodušený model lode tzv. Nomotov (K. Nomoto – človek, ktorý sa zaoberal návrhom autopilota pre lode) model, ktorý má tvar prenosovej funkcie:

$$\varphi(s) = \frac{\frac{K}{\tau_1}}{s^2 + \frac{1}{\tau_1}s} \delta(s) \quad (1)$$

kde  $\varphi(s)$  je uhol natočenia lode v radiánoch (azimut, kurz lode),  $\delta$  je uhol vychýlenia kormidla (riadiaca plocha väčšinou v zadnej časti lode ponorená vo vode) v radiánoch. Parametre v prenosovej funkcii (1) sú definované nasledovne

$$K = K_0 \frac{v}{L} \quad \tau_1 = \tau_{10} \frac{L}{v}$$

kde  $v$  je rýchlosť lode v smere danom uhlom  $\varphi(s)$  v metroch za sekundu,  $L$  je dĺžka lode v metroch a  $K_0$ ,  $\tau_{10}$  sú konštanty závislé na veľkom množstve faktorov (typ lode atď.) Uvažujme nákladnú loď danú parametrami v Tabuľke 1.

Tabuľka 1: Parametre lode

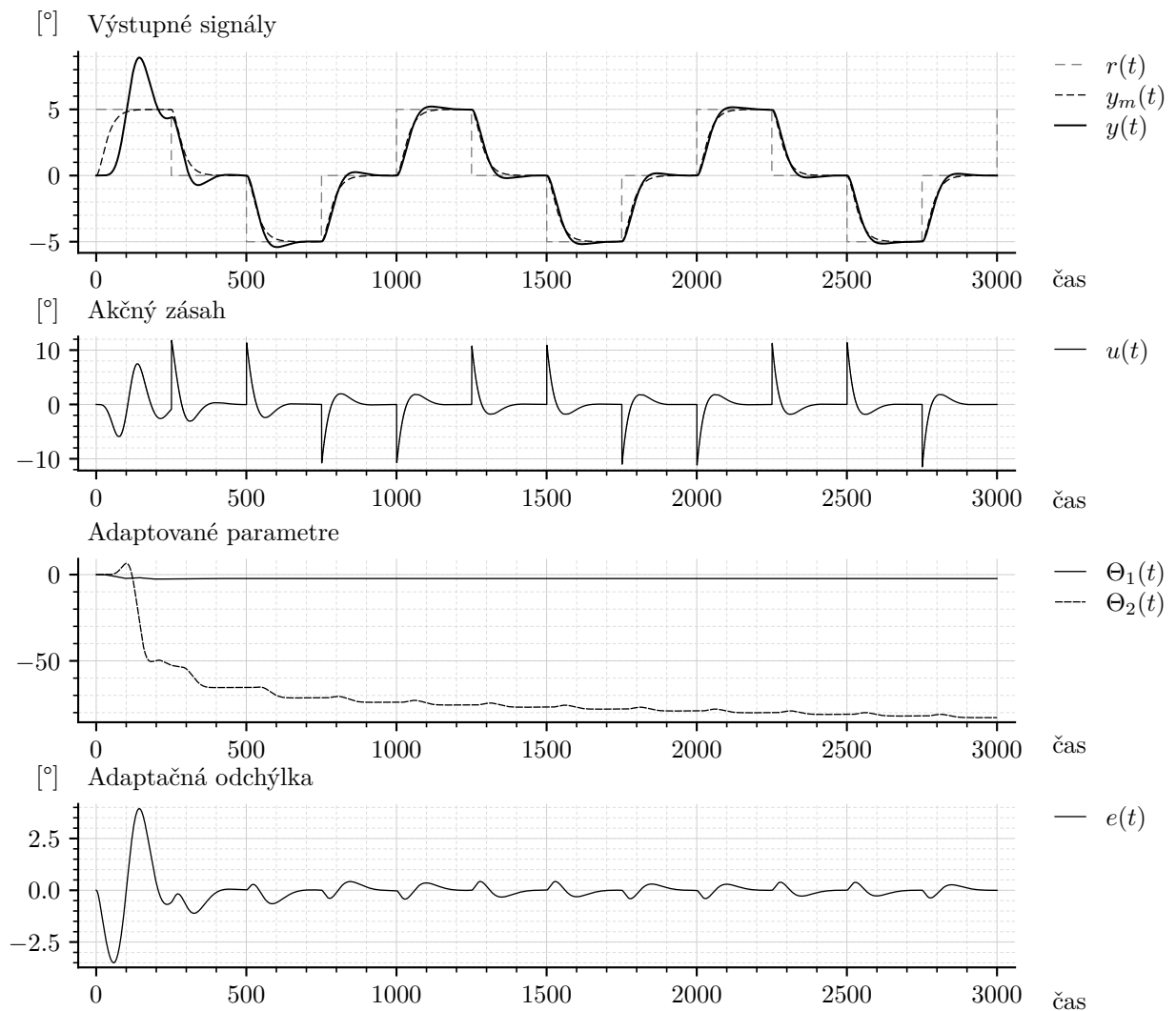
Parameter	Hodnota
$L$	161 m
$K_0$	-3,86
$\tau_{10}$	5,66
$v$	5 m s <sup>-1</sup>

- Zostavte simulačný model lode.
  - Zdokumentujte zostavenie numerickej simulácie realizujúcej predmetný dynamický systém tak, aby to bolo možné zrekonštruovať/zopakovať. (2,9b)
  - Predvedte funkčnosť simulačného modelu. (0,1b)
- 2. Požiadavky na dynamiku kormidlovania nákladnej lode nech sú definované referenčným modelom v tvare prenosovej funkcie:

$$\frac{y_m(s)}{r(s)} = \frac{0,0025}{s^2 + 0,1s + 0,0025} \quad (2)$$

kde  $r$  je referenčný kurz (rozkaz kapitána) a  $y_m$  je požadovaná reakcia lode (priebeh zmeny kurzu).

- Navrhnete adaptívne riadenie s referenčným modelom pre kormidlovanie lode (adaptívny autopilot), pričom zákon adaptácie je založený na gradientnom prístupe a MIT pravidle. Použite obdĺžnikový referenčný signál  $r(t)$ . V jednej perióde rovnomerne rozložené skokové zmeny na úrovne:  $5^\circ, 0^\circ, -5^\circ, 0^\circ$ . Dĺžka periódy 1000 sekúnd. Priebeh referenčného signálu je na Obr. 1 (prvý panel). Vzorové výsledky simulácie sú na Obr. 1.



Obr. 1: Vzorové výsledky simulácie.

- Navrhnete/zvoľte zákon riadenia (1b)
  - Analyticky vyjadrite URO (1b)
  - Ukážte existenciu podmienok zhody a existenciu ich riešenia (0,9b)
  - Pozastavte sa aj nad neadaptívnou verziou zákona riadenia – určte jeho parametre tak aby sa URO zhodoval s RM. Zhodu demonštrujte aj numerickou simuláciou. (0,6b)
  - Využite tzv. MIT pravidlo pre návrh zákona adaptácie parametrov zákona riadenia. Skonkretizujte zákon adaptácie a vykonajte potrebné úpravy/aproximácie pre umožnenie jeho implementácie (3b)
  - Nastavte/nájdite voliteľné parametre zákona adaptácie a demonštrujte jeho principiálnu funkčnosť s využitím numerickej simulácie celkového riadiaceho systému. (4b)
3. Zmeňte rýchlosť lode na  $v = 4$  [m/s] (počas celej simulácie je rýchlosť lode konštantná) pričom riadiaci systém ponechajte rovnaký aký ste navrhli pre  $v = 5$  [m/s]. Pozorujte, či je adaptívny autopilot schopný prispôbiť sa zmenám. Rovnako aj pre rýchlosť lode  $v = 6$  [m/s]. (3b)
  4. V predchádzajúcom sa uvažovali rôzne rýchlosti lode  $v$  [m/s], avšak počas celej simulácie bola rýchlosť  $v$  [m/s] konštantná. Zostavte takú simuláciu, počas ktorej sa bude rýchlosť lode meniť. Zvoľte (vhodne) veľkosť a spôsob zmeny. Komentujte výsledok simulácie. (1,5b)