INVERZNÍ KYVADLO P1

Řízení laboratorního modelu

1 Zadání

Inverzní kyvadlo P1 je nelineární astatický systém složený z lineárně se pohybujícího pohonu a na něm volně uchyceného kyvadla. Více se o tomto modelu dozvíte na stránkách [1].

Cílem této úlohy je navrhnout několik regulátorů podle zadaných kritérií, jejich odzkoušení na fyzikálním systému, a vzájemné porovnání jednotlivých regulátorů.

Obrázek 1: Inverzní kyvadlo P1

POZOR Při spuštění nemějte ruce ani žádné předměty v dráze vozíku! Pro vyšší hodnoty vstupního napětí zkraťte dobu simulace, aby nedocházelo k poškozování kyvadla!

Úkoly:

1) *Ověření správnosti matematického popisu laboratorního modelu* **1 bod**

   Ověřte správnost Vašeho matematického modelu systému. V případě neshody model dolaďte.

2) *Návrh regulátorů*

   Navrhněte a odzkoušejte vhodné typy regulátorů pro polohu kyvadla jak v dolní (stabilní) tak horní (nestabilní) poloze a pro současné řízení polohy vozíku, které splňující následující požadavky:

   a) ustálená regulační odchylka na jednotkový skok je menší než 5%,
   b) ustálená regulační odchylka na jednotkový skok je nulová,
   c) stabilizace v požadované poloze.

   Regulátory navrhněte tak, aby doba regulace byla co nejkratší a překmit byl menší než 20% ustálené hodnoty. Kontrolujte velikost akčního zásahu a v případě problematické regulace jej omezte i za cenu zpomalení regulace.

   Návrh regulátorů pro řízení polohy a otáček proveďte, pokud je to možné (není – li, zdůvodněte), následujícími způsoby:

   a) <u>Empirickými metodami</u> **2 body**
      - „ručně“ metodou cyklické optimacizece konstant regulátoru (pokus – omyl)
      - podle Zieglera – Nicholse
   b) <u>Frekvenčními metodami</u> **4 body**
      - pomocí kompenzací lead, lag a lead – lag
      - regulátory typu P, PI, PD a PID - v případě PID regulátoru návrh proveďte jak pro ideální varianty regulátoru, tak i pro jeho realizovatelnou podobu s omezeným ziskem derivační složky na vyšších frekvencích na hodnotu N:

$$k_D s \rightarrow \frac{k_D s}{\frac{k_D}{N} s + 1}, N \in (5-20) \quad .$$

   c) <u>Metodou umístění pólů uzavřené regulační smyčky</u> **4 body**
      - pomocí geometrického místa kořenů, výpočtem z předdefinovaných pólů

3) *Testování a porovnání regulátor*ů **4 body**

   Porovnejte jednotlivé regulátory použité na laboratorním modelu mezi sebou, to samé proveďte pro simulinkový model.

4) *Protokol a prezentace*

   Do vašeho pracovního sešitu vložte toto zadání spolu s poznámkami o měření. Vypracujte protokol (**5 bodů**) a prezentaci (**2 body**) dle požadavků na [2]. Za vypracování v anglickém jazyce je možné získat až **4 body** navíc.

2 Reference

[1]*Webové stránky laboratoře Allen–Bradley (K23)* [online]. Dostupné z WWW: <http://support.dce.felk.cvut.cz/mediawiki/index.php/Laboratoř_Allen-Bradley>

[2]Katedra řídicí techniky. *Stránky předmětů Katedry řídicí techniky FEL ČVUT: Moodle* [online]. Dostupné z WWW: <http:// support.dce.felk.cvut.cz/e-kurzy>