

Dynast2 – Modelování regulačního obvodu

Vytvořte model regulačního obvodu z bloků pro PID regulátor a zpoždění 1. řádu a statický systém 2. řádu s koeficienty dle zadaných rovnic. Odsimulujte přechodové charakteristiky bloků a odečtěte z nich konstanty (k_0 , k_{-1} , k_1 , T_U , T_N , s_0). Propojte obvod do uzavřené regulační smyčky a odsimulujte průběh neoptimálního regulačního pochodu. Parametry regulátoru optimalizujte Z-N metodou (zjistěte k_{0KRIT} , T_{KRIT} , vypočtěte k_0 , k_{-1} a k_1). Odsimulujte optimální regulační pochod. Porovnejte kvalitu před a po optimalizaci integrálním kritériem kvality.

Na laboratorní cvičení si přineste všechny dostupné zdroje informací. Především:

- návod k programu simulátoru (mandyn1.pdf),
- pokyny k úloze 208 (Základy modelování procesů v programu Dynastu),
- pokyny k úloze 307 (Dynast1 – Modelování regulátorů a systémů),
- skripta Automatizace pro 3. a 4. ročník.

Modely a sejmuté charakteristiky (printscreeny) a vůbec všechny soubory pojmenovávejte zkráceně svým příjmením s přídávkem pro rozlišení modelů a ukládejte do adresáře „Dynast/Data“, „Dokumenty“ nebo „Plocha“. Data uložená pod názvy bez rozpoznání autora a uložená jinde než v určených adresářích, nebudou hodnocena a budou bez náhrady smazána. Modely i charakteristiky si uložte na paměť Flash.

Ve zprávě uveďte:

- upravené rovnice regulátorů a systému,
- schéma modelů,
- získané průběhy s vyznačenými a číselně určenými konstantami
- neoptimalizovaný regulační pochod,
- získané optimální koeficienty regulátorů,
- optimalizovaný regulační pochod,
- Nyquistovo kritérium s vyhodnocením bezpečnosti,
- integrální kritérium pro posouzení kvality,
- závěr: vyhodnoťte kvalitu regulace z hlediska průběhu a rychlosti ustálení regulačního pochodu, vyhodnoťte amplitudovou a fázovou bezpečnost a posuďte kvalitu integrálním kritériem.

Pokyny:

- upravte rovnici PID regulátoru pro odvození schéma modelu,

$$a_1 \cdot u' + a_0 \cdot u = k_0 \cdot e + k_{-1} \int e \cdot dt + k_1 \cdot e'$$
- namodelujte základní regulátory a každý samostatně vyzkoušejte,
- zaznamenejte přechodovou charakteristiku regulátoru PID i základních P, I, a D (frekvenční NE!),
- použijte blok PID a blok TRF1coef a nastavte koeficienty tak, aby výsledná přechodová charakteristika PID byla shodná s předešlým bodem,
- upravte rovnici pro odvození schéma modelu regulovaného systému: $s_2 \cdot x'' + s_1 \cdot x' + s_0 \cdot x = u$
- pro regulovaný systém zaznamenejte charakteristiky (přechodovou, FCHVKR a FCHVLS),
- použijte blok TRF2coef a nastavte jeho koeficienty tak, aby výsledná přechodová charakteristika byla shodná s předešlým bodem,
- zapojte bloky PID regulátoru, TRF1coef a TRF2coef systém do regulačního obvodu (pozor na polaritu regulační odchylky na vstupu regulátoru: $e = w - x$),
- zaznamenejte regulační pochod a posuďte výsledek,
- optimalizujte nastavení konstant regulátoru postupem podle Zieglera a Nicholse:
- pro tuto optimalizaci použijte místo blokového PID regulátoru jen model základního P regulátoru se zpožděním,

- Z-N metoda:

- a) I a D složky se odstraní / zablokují ($k_{-1} = 0$, $k_1 = 0$),
 - b) pro P regulátor použijte základní model se zpožděním,
 - c) nastavte malé zesílení P regulátoru, zaznamenejte regulační pochod a vyhodnoťte ho,
 - d) není-li pochod kmitavý, zvětšujte zesílení až do vzniku trvalých kmitů (po malých krocích),
 - e) je-li pochod trvale kmitavý (nebo kmity dlouho a pomalu doznívají), odečtěte kritické zesílení K_{KRIT} a periodu kmitů T_{KRIT} v sec,
 - f) dosazením do vzorců vypočtete optimální hodnoty koeficientů regulátoru:
 1. proporcionální zesílení $k_0 = 0,59 \cdot K_{KRIT}$,
 2. integrační konstantu $k_{-1} = 1 / (0,5 \cdot T_{KRIT})$,
 3. derivační konstantu $k_1 = 0,12 \cdot T_{KRIT}$,
- vypočítané koeficienty nastavte na blokovém PID regulátoru s blokem zpoždění,
- zaznamenejte regulační pochod (pozn.: nastavte vhodný čas pro ustálení regulačního pochodu, někdy je potřeba velmi dlouhý – až tisíce sec).
- rozpojte zpětnou vazbu (otevřená regulační smyčka = tj. nechat pouze regulátor a systém v sérii) a zaznamenejte FCHVKR,
- vyhodnoťte pomocí Nyquistova kritéria stabilitu regulačního obvodu,
- určete amplitudovou a fázovou bezpečnost,
- porovnejte kvalitu regulace před a po optimalizaci pomocí integrálního kritéria (s absolutní hodnotou).