

## Automatické řízení – laboratorní úloha

# ROTAČNÍ KYVADLO

### Modelování

Pro modelování i řízení budeme používat pouze jedno rameno kyvadla.

Úlohy:

1. Ověřte komunikaci laboratorního modelu s Matlabem.
2. Seznamte se s diferenciálními rovnicemi rotačního kyvadla. Jsou uvedeny například u příslušné Simulační úlohy. Napište stavové rovnice s obecnými parametry [5 %]
3. Proveďte linearizaci modelu z bodu 1. ve stabilní rovnovážné poloze kyvadla. [5 %]
4. Identifikujte všechny statické nelinearity modelu typu saturace pro vstupy i stavy a pásmo necitlivosti. [5 %]
5. Proveďte identifikaci dynamiky motoru v okolí vhodně zvoleného pracovního bodu [5 %]
6. Proveďte identifikaci pohybu kyvadla v okolí vhodně zvoleného pracovního bodu. [10 %]
7. Identifikujte křížové členy mezi ramenem a kyvadlem a naopak. [5 %]
8. Vytvořte v Simulinku nelineární model systému s Vašimi parametry. Vytvořte i model linearizovaného systému. [5%]
9. Porovnejte odezvy nelineárního, linearizovaného a laboratorního modelu s laboratorním modelem pro vhodně zvolené vstupní signály a počáteční podmínky. [10 %]

### Regulace

Jako regulovanou veličinu uvažujte úhel natočení ramene  $\varphi_m$  a úhel natočení kyvadla  $\varphi_p$ . Návrh regulátorů provádějte pro linearizovaný systém. Navržené regulátory ověřujte nejprve na linearizovaném modelu, poté na nelineárním modelu v okolí pracovního bodu a nakonec na laboratorním modelu v okolí pracovního bodu. Při návrhu respektujte omezení rozsahu vstupního signálu systému.

Pro každý navržený regulátor zhodnoťte a ukažte alespoň tyto odezvy: odezvu na skok reference, odezvu na skok poruchy působící na vstupu do soustavy a akční zásah regulátoru pro oba případy. U všech případů, je-li to možné, ukažte průběh reference a poruchy.

Úlohy:

10. Navrhněte a odzkoušejte dva vhodné typy dynamického zpětnovazebního regulátoru od výstupu (lead, lag, lead-lag, P, PI, PD, PID, PD s filtrovanou D složkou, PID s filtrovanou D složkou), pro regulaci úhlu natočení ramene  $\varphi_m$ . Každý navrhněte jinou metodou. Cílem regulace je dostat rameno do požadované polohy v co nejkratším čase s maximálním překmitem 20%. Alespoň jeden z regulátorů musí mít nulovou ustálenou odchylku a potlačení poruchy. [25 %]
11. Navrhněte a odzkoušejte dva vhodné typy dynamického zpětnovazebního regulátoru od výstupu pro regulaci úhlu natočení kyvadla  $\varphi_p$  (lead, lag, lead-lag, P, PI, PD, PID, PD s filtrovanou D složkou, PID s filtrovanou D složkou, input shaping). Cílem regulace je dostat kyvadlo do stabilní rovnovážné polohy v co nejkratším čase bez ohledu na polohu ramene. Navržené regulátory porovnejte s případem, kdy nepoužijete žádný regulátor. Akční zásah v ustáleném stavu by měl být nulový. [25 %]