

Automatické řízení – semestrální úloha

SERVOMOTOR AMIRA

Modelování

Uvažujte obě výstupní veličiny, jak úhlovou rychlost ω , tak úhel hřídele motoru φ .

Úlohy (hodnocení je pouze doporučené, nikoliv pevné):

1. Ověřte komunikaci laboratorního modelu s Matlabem (pouze laboratorní varianta – MASTER).
2. Seznamte se s matematickým modelem servomotoru.
3. Identifikujte všechny statické nelinearity modelu typu saturace stavů či vstupů nebo pásma necitlivosti. **[5 %]**
4. Proved'te identifikaci laboratorního modelu z vhodných charakteristik v okolí vhodně zvoleného pracovního bodu. Napište stavové rovnice již s identifikovanými parametry. **[15 %]**
5. Vytvořte identifikovaný model v Simulinku včetně všech nelinearit. **[5 %]**
6. Pro výstupní veličinu úhlovou rychlost ω ověřte model z bodu 4. změřením frekvenční charakteristiky laboratorního modelu a porovnejte ji s frekvenčními charakteristikami Vašeho modelu. **[15 %]**
7. Porovnejte vytvořený model se zadaným reálným/virtuálním systémem pro obě výstupní veličiny a vhodně zvolené vstupní signály a počáteční podmínky. **[10 %]**

Při identifikaci často není nutné (a ani možné) identifikovat každý jednotlivý parametr matematického modelu, stačí identifikovat vhodně substituované a sdružené parametry. Odevzdává se vypracovaná zpráva a model v Simulinku.

Regulace

Jako regulované veličiny uvažujte úhlovou rychlost ω a úhel hřídele motoru φ . Návrh regulátorů odzkoušejte nejprve na vašem modelu a poté na zadaném reálném/virtuálním systému v okolí pracovního bodu. Při návrhu respektujte omezení rozsahu vstupního signálu systému.

U všech navržených regulátorů nezapomeňte diskutovat jejich schopnost potlačit poruchový signál. Ukažte průběhy alespoň těchto signálů: odezva na změnu reference, odezva na poruchu působící na vstupu soustavy a akční zásah regulátoru v obou předchozích případech. U všech grafů uvádějte vstupní signál, je-li to možné. Pokud se regulace na zadaném reálném/virtuálním systému liší od simulací, pokuste se rozdíl zdůvodnit.

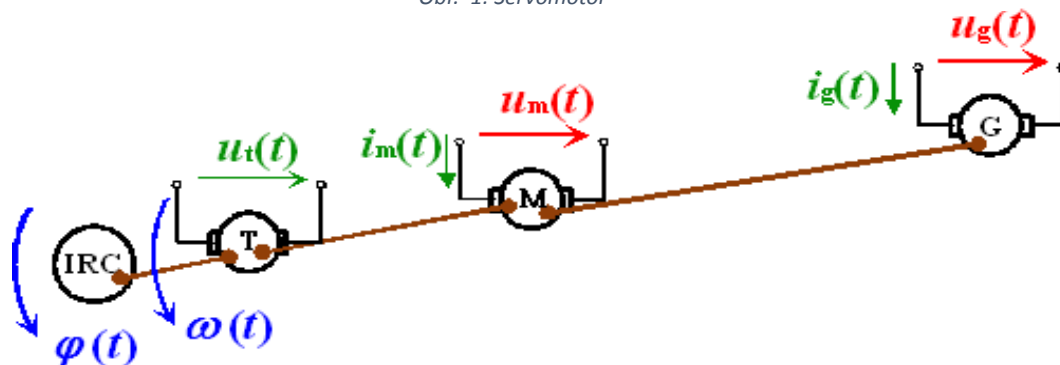
Úlohy (hodnocení je znovu pouze doporučené):

8. Navrhněte a odzkoušejte dva vhodné typy dynamického zpětnovazebního regulátoru od výstupu pro regulaci úhlové rychlosti serva (lead, lag, lead-lag, P, PI, PD, PID, PD s filtrovanou D složkou, PID s filtrovanou D složkou), každý navržený alespoň dvěma různými metodami. Celkem tedy navrhněte minimálně 4 regulátory. Alespoň jeden regulátor musí mít nulovou regulační odchylku v ustáleném stavu na skok žadané hodnoty a poruchy, ostatní co nejmenší. Požadavkem je dosažení co nejkratší doby regulace pro daný typ regulátoru s dovoleným maximální překmitem 20%. **[20 %]**
9. Navrhněte a odzkoušejte dva vhodné typy dynamického zpětnovazebního regulátoru od výstupu pro regulaci úhlu natočení hřídele φ , každý navržený jinou metodou. Analyzujte velikost regulační odchylky v ustáleném stavu na skok žadané polohy – pokuste se zajistit nulovou velikost regulační odchylky. Zajistěte u jednoho z regulátorů i nulovou ustálenou odchylku na skok poruchy. Alespoň jeden regulátor by měl být navíc schopen sledovat rampu v poloze s nulovou ustálenou odchylkou. Požadavkem je dosažení co nejkratší doby regulace pro daný typ regulátoru s dovoleným maximální překmitem 20%. **[30 %]**

SERVOMOTOR

Principiální schéma modelu nacházejícího se v laboratořích K23 a K26 je na obr. 1.

Obr. 1: Servomotor



Laboratorní model Servo DR300 Amira je lineární stabilní systém (až na statickou charakteristiku) se třemi vstupy

- napětí motoru u_m [V] (akční veličina),
- brzdný moment m_z [Nm] (poruchová veličina),
- napětí generátoru u_g [V] (poruchová veličina)

a čtyřmi výstupy

- proud motoru i_m [A],
- proud generátoru i_g [A],
- úhlová rychlost hřídele ω [rad s⁻¹] měřená tachogenerátorem T,
- úhel natočení hřídele φ [rad] měřený IRC snímačem.

Modelování

Jedná se o stejnosměrný motor s cizím buzením. Zatěžovací moment je zde reprezentován generátorem (rovněž stejnosměrný motor), tedy napětím u_g [V]. Motor obsahuje pásmo necitlivosti, rozsah vstupního signálu je omezen.

Obecné rovnice stejnosměrného motoru jsou:

$$L \frac{di_m(t)}{dt} = -Ri_m(t) - k_e \omega(t) + u_m(t)$$
$$L_g \frac{di_g(t)}{dt} = -R_g i_g(t) - k_{eg} \omega(t) + u_g(t)$$

$$J \frac{d\omega(t)}{dt} = k_m i_m(t) - b \omega(t) + (k_{mg} i_g(t) - b_g \omega(t)) - m_z(t)$$
$$\frac{d\varphi(t)}{dt} = \omega(t)$$

kde u_m [V] je vstupní napětí motoru, u_g [V] je vstupní napětí generátoru, m_z [Nm] je vnější zatěžovací moment, i_m [A] je proud motoru, i_g [A] je proud generátoru, ω [rad s⁻¹] je úhlová rychlost motoru, φ [rad] je úhel natočení hřídele motoru, R [Ω] je elektrický odpor motoru, R_g [Ω] je elektrický odpor generátoru, L [H] je indukčnost motoru, L_g [H] je indukčnost generátoru, J [kg m² s⁻¹] je moment setrvačnosti motoru, b [kg m² s⁻¹] je konstanta tření motoru, b_g [kg m² s⁻¹] je konstanta tření generátoru, k_e [s V⁻¹] je elektrická konstanta motoru, k_{eg} [s V⁻¹] je elektrická konstanta generátoru, k_m [kg m² s⁻²] je mechanická konstanta motoru a k_{mg} [kg m² s⁻²] je mechanická konstanta generátoru.