

Systémy a modely

S4 – SERVO DR300 – AMIRAJirka Roubal (roubalj@control.felk.cvut.cz)

31.5. 2005

1 Úvod

Cílem této práce je provést identifikaci (získat matematický model) servomechanismu DR300-AMIRA, který se nachází v laboratoři teorie řízení K26 katedry řídicí techniky Fakulty elektrotechnické Českého vysokého učení technického v Praze. Na základě tohoto modelu budeme moci navrhnout v pozdějších předmětech regulátory pro tento systém. Podrobné zadání této práce je možné nalézt na internetových stránkách [3].

V kapitole 2 je uveden teoretický stavový a přenosový popis odvozený ze zadaných rovnic [3]. V kapitole 3 jsou znázorněny statické převodní charakteristiky a v kapitole 4 je provedena identifikace dynamického modelu systému z přechodové charakteristiky.

2 Stavový a přenosový model motoru

V této kapitole uvedeme pouze výsledný stavový a přenosový popis stejnosměrného motoru s cizím buzením, který jsme odvodili v pracovním sešitě na základě rovnic ze zadání [3]. Stavový popis je

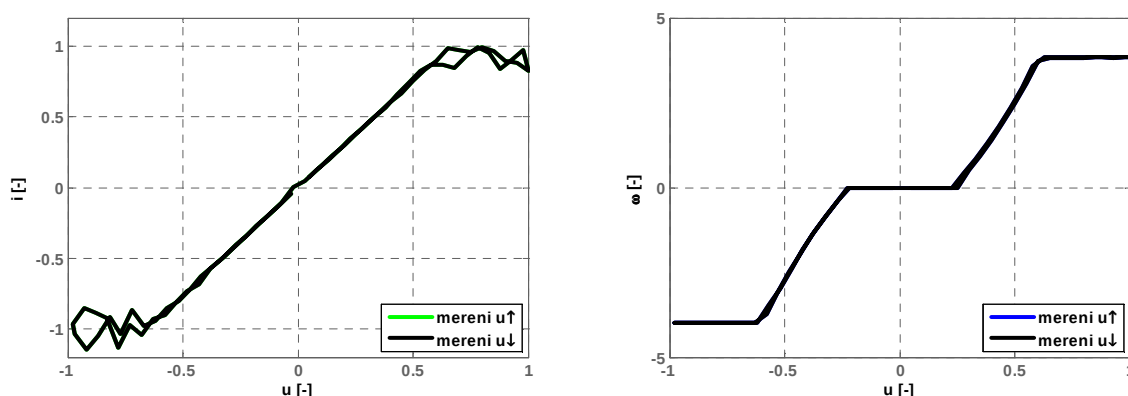
$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}}(t) &= \begin{bmatrix} . & . & 0 \\ . & . & 0 \\ 0 & . & 0 \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} . & 0 \\ 0 & . \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{u}(t) \\ \mathbf{y}(t) &= \begin{bmatrix} . & 0 & 0 \\ 0 & . & 0 \\ 0 & 0 & . \end{bmatrix} \mathbf{x}(t) + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{u}(t),\end{aligned}\tag{1}$$

kde složky stavového vektoru $\mathbf{x}(t) = [i(t) \quad \omega(t) \quad \varphi(t)]^T$ jsou proud motoru i , otáčky motoru ω a úhel natočení hřídele φ . Složky vstupního vektoru $\mathbf{u}(t) = [u(t) \quad m_z(t)]^T$ jsou vstupní napětí u a zatěžovací moment m_z . Výstupní vektor je $\mathbf{y}(t) = [i(t) \quad \omega(t) \quad \varphi(t)]^T$. Význam jednotlivých konstant včetně jejich rozměrů je popsán v zadání této práce [3]. Přenosová matice stavového popisu (1) je

$$\mathbf{G}(s) = \mathbf{C} (s\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \mathbf{B} + \mathbf{D} = \dots\tag{2}$$

3 Statické převodní charakteristiky

V této části jsme změřili převodní charakteristiky napětí-proud a napětí-otáčky. Převodní charakteristika napětí-proud $u \rightarrow i$ je na obr. 1a. Na této charakteristice vidíme, že vztah mezi vstupním napětím motoru u a proudem motoru i je lineární pro rozsah napětí $u \in \langle -0,6; 0,6 \rangle$. Převodní charakteristika napětí-otáčky $u \rightarrow \omega$ je na obr. 1b. Na této charakteristice vidíme, že pásmo necitlivosti je zhruba $u \in \langle -0,26; 0,26 \rangle$. Otáčky již nerostou pro napětí $|u| > 0,6$. Z obr. 1b vidíme, že hystereze je zanedbatelná. Z převodních charakteristik na obr. 1a a obr. 1b plyne „lineární pásmo“ ve kterém budeme provádět identifikační experimenty – identifikovat lineární dynamický model.

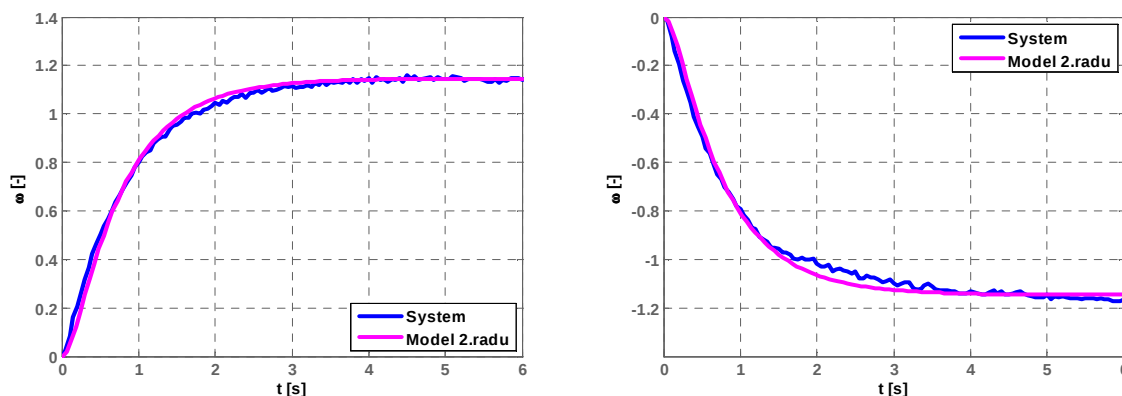


obr. 1: Statické převodní charakteristiky: (a) napětí-proud $u \rightarrow i$, (b) napětí-otáčky $u \rightarrow \omega$

4 Identifikace dynamického modelu z přechodové charakteristiky

V této kapitole změříme přechodovou charakteristiku napětí-otáčky $u \rightarrow \omega$ pro skok vstupního napětí z $u = 0,44$ na $u = 0,5$. Poté vynásobíme tuto charakteristiku konstantou $1/0,06$ (obdržíme tak přechodovou charakteristiku úměrnou vstupnímu jednotkovému skoku [2]) a pomocí vztahů v [1] určíme model systému

$$G(s) = \frac{1,14}{(0,7s+1)(0,13s+1)}. \quad (3)$$



obr. 2: Porovnání přechodových charakteristik systému $u \rightarrow \omega$ a jeho modelu v daném pracovním bodě: (a) kladný skok napětí, (b) záporný skok napětí

Na obr. 2a je porovnán model (3) s odezvou skutečného systému. Vidíme, že náš model je velmi dobrou aproximací reality. Na obr. 2b je porovnán model se systémem pro opačný směr otáčení. I zde je aproximace dobrá.

5 Závěr

V této práci jsme provedli identifikaci servomechanismu DR300-AMIRA. Nejprve jsme odvodili teoretický model stejnosměrného motoru s cizím buzením a ověřili jsme jeho chování simulacemi v Simulinku. Výsledky simulací nejsou v tomto dokumentu obsaženy (jde pouze o vzorový dokument).

Poté jsme provedli několik experimentů na systému, které vedly k získání dynamického modelu systému. Prvním krokem bylo změření statických převodních charakteristik viz obr. 1. Z nich jsme zjistili, že pásmo necitlivosti servomechanismu je zhruba $u \in \langle -0,26; 0,26 \rangle$ a že motor je v saturaci pro vstupní napětí $|u| > 0,6$ (hystereze je zanedbatelná). Z převodních charakteristik je vidět oblast „lineárního chování“ servomechanismu.

Druhým krokem bylo změření přechodové charakteristiky a následné určení přenosu, který tento systém aproximuje. Tento přenos nám vyšel druhého řádu bez astatismu, což potvrdilo naše teoretické předpoklady. Na obr. 2 je vidět, že získaný model je velmi dobrou aproximací servomechanismu v daném pracovním bodě (v lineární oblasti) a jen o málo horší aproximací systému pro opačné otáčky. Přenos, popisující systém v lineární oblasti, je

$$G(s) = \frac{1,14}{(0,7s+1)(0,13s+1)}.$$

Při měření na systému jsme se setkali s problémem, že nám občas zatuhla komunikace počítače a systému tak, že jsme museli počítač restartovat. Dále jsme se střetli s neochotou cvičícího vysvětlit nám některé problémy, což bylo, podle našeho názoru, způsobeno jeho naprostou nepřipraveností na cvičení. Výsledky dalších bodů ze zadání již neuvádíme (vzorový dokument).

Literatura

- [1] FENCLOVÁ, M., PECH, Z. A SUKOVÁ, M. *Teorie automatického řízení – návody ke cvičením*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1993.
- [2] HORÁČEK, P. *Systémy a modely*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 1999.
- [3] ROUBAL, J., *Laboratoř teorie automatického řízení 26* [online]. [cit. 2009-01-16], <http://support.dce.felk.cvut.cz/lab26/>.

Poznámky

Tato práce je napsána jako vzorový referát pro předmět Systémy a modely a měla by sloužit pouze jako orientace pro napsání vaší zprávy (rovnice jsou neúplné, obrázky a konstanty neodpovídají skutečnému systému) – neměli byste ji opisovat!!! Všimněte si zejména stylu dokumentu: zarovnání textu na obou stranách, popisy obrázků, číslování rovnic, kapitol, seznamu literatury, odkazy na vztahy, obrázky a literaturu atd. Vzorový referát je napsán jak v publikačním systému LaTeX (popis instalace a návod jak tento publikační systém používat naleznete na adrese <http://support.dce.felk.cvut.cz/pub/roubalj/teaching/latex/>), tak v Microsoft Word (bez záruky) pro porovnání obou způsobů.

Shrnutí formálních požadavků na referát

- 1) *Srovnání textu:*
 - a) zarovnávejte text na obou stranách, vypadá to lépe;
 - b) číslujte stránky;
 - c) nevynechávejte volné půlstránky (čtvrtstránky), například pod obrázky;
 - d) používejte odstavce v rozumné míře.
- 2) *Kapitoly:*
 - a) rozdělte referát přehledně do jednotlivých kapitol (případně podkapitol), například: zadání, popis problému, způsob vašeho řešení, matematické odvození, výsledky (grafy), závěrečné zhodnocení;
 - b) číslujte kapitoly a podkapitoly;
 - c) použijte rozumné vertikální mezery kolem nadpisů kapitol.
- 3) *Rovnice a matematika v textu:*
 - a) rovnajte rovnice na střed, nebo na nějaký, stále stejný, tabulátor;
 - b) číslujte rovnice, na které se odkazujete; číslování zarovnávejte zcela vpravo;
 - c) matematika v textu by měla být stejným stylem jako v rovnicích (většinou kurzívou).
- 4) *Obrázky a grafy:*
 - a) číslujte a vhodně popisujte obrázky (například místo popisu frekvenční charakteristika napište hlavně čeho je to frekvenční charakteristika, jakého přenosu);
 - b) popisy obrázků zarovnávejte na střed nebo na nějaký, stále stejný, tabulátor;
 - c) v grafech popisujte česky (ne anglicky v českém referátu) osy, přidejte legendy, vhodně zvolte tloušťku čar, nemíchejte dva neporovnatelné grafy (jablka, hrušky), apod.
- 5) *Tabulky:*
 - a) podobně jako obrázky; popis většinou nad tabulku.
- 6) *Literatura:*
 - a) používejte odkazy na literaturu, nemusíte tak vysvětlovat spoustu pojmů;
 - b) nadpis Literatura bývá obvykle bez čísla, podobně jako například poděkování.

Důraz klad'te na přehlednost, stručnost a ucelenost. Uvědomte si, že referát píšete pro někoho, kdo o vašem problému nemusí mít zdání! Popište tedy důkladně váš problém. Popište jak budete problém řešit a jaké očekáváte řešení. Nesnažte se zakrýt tyto věci množstvím vzo-rečků. Nejdůležitější kapitoly jsou *úvod*, kde je popsán problém a *závěr*, kde shrnete vaše vý-sledky. Porovnáte předpoklady se skutečností, vyhodnotíte všechny body zadání případně zdůvodníte proč jste některé body nevypracovali a navrhnete možné řešení.

Referát nesmí na první pohled vypadat odpudivě, ale naopak poutavě. Jinak by si ho ni-kdo nikdy nepřečetl a i učitel ho bude číst s předsudkem, že je to špatná práce! Práce by měla být i slohově pěkná. Dejte přečíst Váš referát někomu dalšímu a pokud on ho dobře pochopí, je to dobrý základ proto, aby byl dobře ohodnocen.