

Riadenie a identifikácia reálneho experimentálneho mostového žeriava (2)

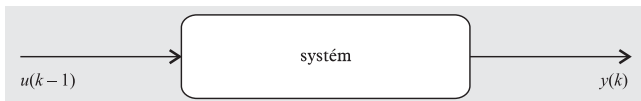
Marek Hičár, Martin Fabian

3. Identifikácia žeriava

Daný model žeriava možno analyticky opísať, avšak pre veľmi veľkú zložitosť matematického opisu a veľkú rozmernosť matíc pri návrhu stavového riadenia by bola dosť náročná jeho priama realizácia do riadiaceho automatu PLC z hľadiska jeho funkčných, pamäťových a programových obmedzení. Preto sa pristúpilo k experimentálnej identifikácii, kde sa prostredníctvom modelu ARX identifikuje zadaný mostový žeriav a dostali sme linearizované prenosy sústavy mačky, mosta a zdvihu. Ďalej sa pomocou modelu OE identifikovalo kývanie v smere mačky a mosta.

Model ARX sa v identifikácii používa najčastejšie, pretože vo vektore údajov vystupujú iba priamo merateľné signály a niektoré veličiny netreba rekonštruovať. Tento model sa používa na identifikáciu stochastických dynamických systémov a pracuje na princípe metódy najmenších štvorcov (MNS), pričom uvažujeme so stabilným diskretným dynamickým systémom podľa obr. 4 so známym vstupom, výstupom a známym rádu n , ktorého diskretná prenosová funkcia má tvar:

$$G(z) = \frac{y(z)}{u(z)} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{n-j} z^{-j}}{1 + \sum_{j=1}^n a_{n-j} z^{-j}} = \frac{b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2} + \dots + b_n z^{-n}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2} + \dots + a_n z^{-n}} \quad (1)$$



Obr.4 Princíp ARX v identifikácii

Hodnotu výstupu systému možno vypočítať ako

$$y(k) = -\sum_{j=1}^n a_{n-j} y(k-j) + \sum_{j=1}^n b_{n-j} u(k-j) + o(k) \quad (2)$$

kde $o(k)$ je tzv. zovšeobecnená chyba (šum). Rovnica (2) predstavuje takzvaný model ARX (auto-regresive extended model) systému. Hodnota výstupu $y(k)$ je uvažovaná ako predikovaná hodnota výstupu systému v k -tom kroku, na základe meraných hodnôt vstupnej a výstupnej veličiny v krokoch predchádzajúcich až do kroku $k-1$. Vektorový tvar rovnice (7.2.2) je:

$$y(k) = l^T(k) \theta_{k-1} + o(k) \quad (3)$$

kde

$$l^T(k) = \begin{bmatrix} -y(k-1) & -y(k-2) & \dots & -y(k-n) \\ u(k-1) & u(k-2) & \dots & u(k-n) \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\theta_{k-1} = [a_{n-1}, \dots, a_1, a_0, b_{n-1}, \dots, b_1, b_0] \quad (5)$$

príčom $l(k)$ je vektor regresných vstupov a výstupov systému a θ_{k-1} je vektor parametrov tohto systému. Základnou úlohou identifikácie je na základe merania vstupu a výstupu systému určiť vektor parametrov θ_{k-1} (5).

OE model pochádza z anglického názvu Output Error, čiže chyba na výstupe. Predpokladáme, že chyba vstupuje ako aditívny biely šum k výstupnej veličine (šum merania):

$$w(t) = -f_1 w(t-1) - \dots - f_{n_f} w(t-n_f) + b_1 u(t-1) + \dots + b_{n_b} u(t-n_b) \quad (6)$$

$$y(t) = w(t) + e(t) \quad (7)$$

Vektor parametrov a vektor údajov sú v tvare:

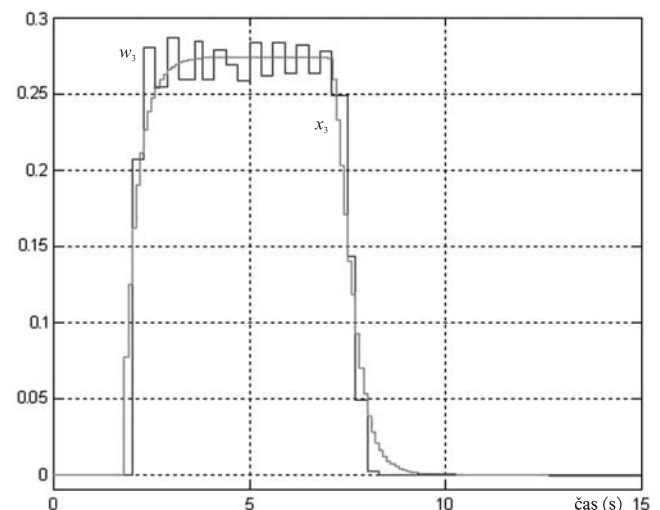
$$\theta_{k-1} = (f_1, \dots, f_{n_f}, b_1, \dots, b_{n_b}) \quad (8)$$

$$z^T(t) = (-y(t-1), \dots, -y(t-n_a), u(t-1), \dots, u(t-n_b)) \quad (9)$$

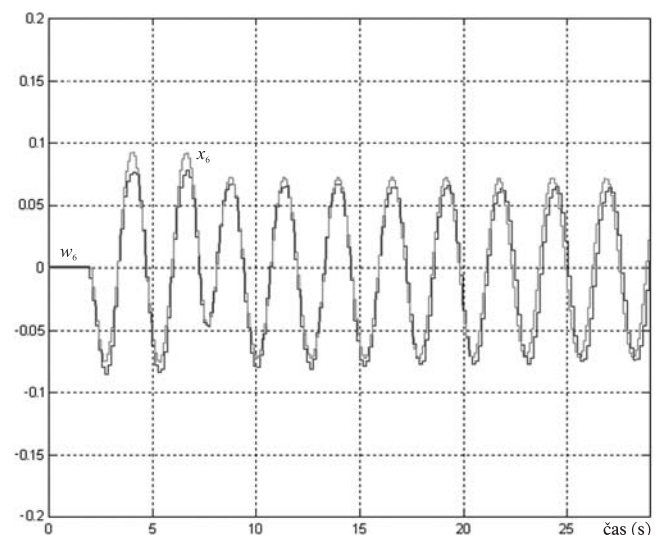
Vzťahy sú vo formálnom súhlase s modelom ARX, avšak vnútorná premenná $w(k)$ nie je pozorovateľná, preto sa iba odhaduje zo vzťahu:

$$w(t) = y(t) \quad (10)$$

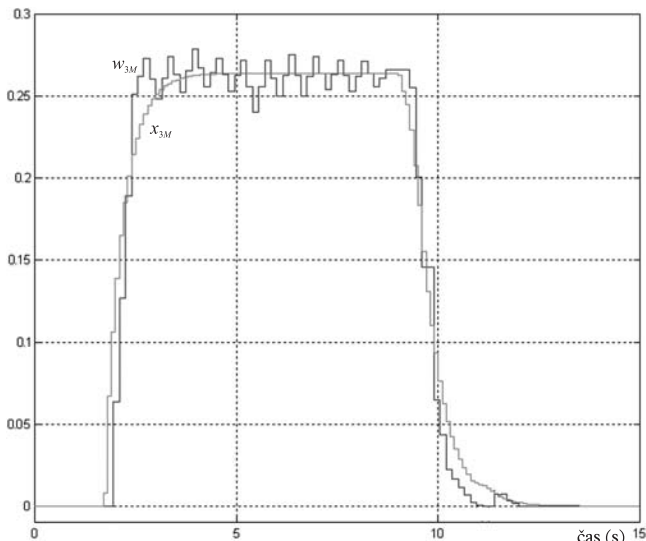
Identifikácia sa robila pomocou obdĺžnikového signálu privedeného na vstup pohonu (privedením 75 Hz z frekvenčného



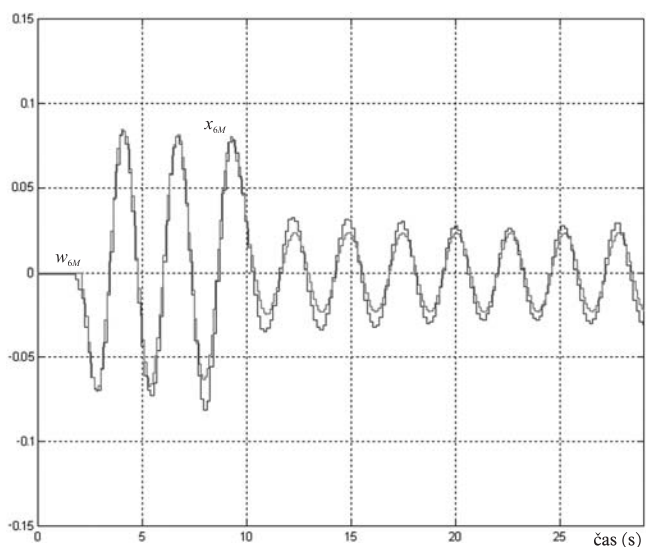
Obr.5



Obr.6



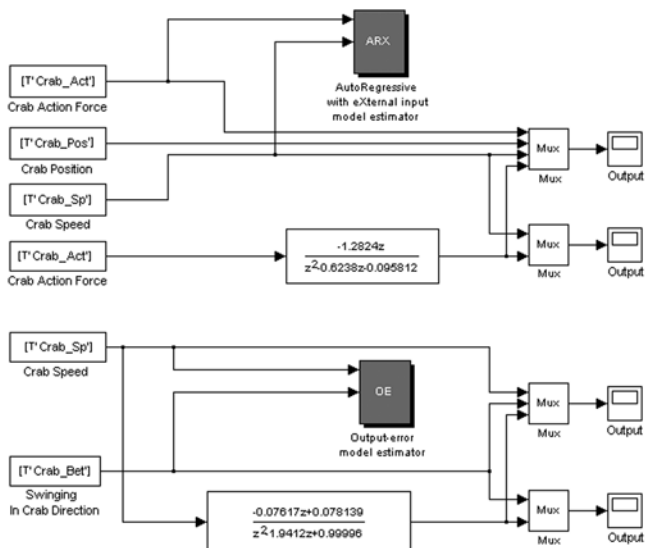
Obr.7



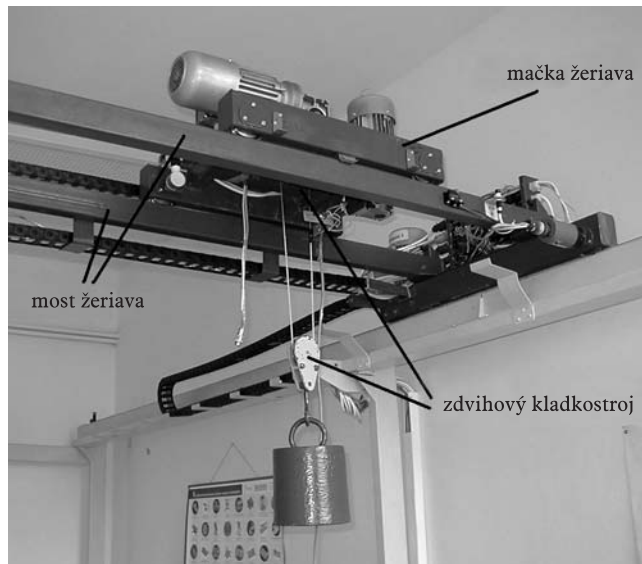
Obr.8

meniča na motor) podľa schémy 9. Otáčky pohonu sa snímali inkrementálnym snímačom pripojeným k automatu PLC 5/25.

Na obr. 5, 6 sú grafické priebehy reakcie rýchlosti a kývania sa mačky na obdĺžnikový signál. Simulačné priebehy 7, 8 sú na identifikáciu pohybu mosta.



Obr.9 Schéma MATLAB Simulink identifikácie mačky žeriava



Obr.10 Reálny experimentálny mostový žeriav s vyznačením pohybov

Na obr. 5 a 7 sledujeme identifikáciu rýchlosti pohybu mačky a mosta žeriava podľa referenčnej rýchlosti $w_3(w_{3M})$ [ms^{-1}]. Priebeh $x_3(x_{3M})$ [ms^{-1}] predstavuje identifikáciu od požadovanej rýchlosti. Simulácie na obr. 6 a 8 zobrazujú kývanie bremena v smere pohybu mačky žeriava w_6 a mosta w_{6M} [m] a ich identifikáciu $x_6(x_{6M})$ [m] pri periodicky sa kývajúcim bremene [2].

Projekt experimentálny mostový žeriav bol realizovaný v spolupráci s Katedrou konštruovania, dopravy a logistiky a Katedrou kybernetiky a umelej inteligencie pod vedením Ing. Juraja Ritóka, PhD. a doc. Ing. Jána Ľadovského, CSc.

Literatúra

- [1] ZBORAY, L.: Stavové riadenie elektrických pohonov. Košice: Viena, 1995.
- [2] HIČÁR, M.: Písomná práca k dizertačnej skúške. Robustné riadenie pohonu mačky žeriava. Košice, 2001.
- [3] RITÓK, J., BIGOŠ, P.: Automatizovaný žeriav v logistickom systéme. In: medzinárodná konferencia Logistika&Doprava, Vysoké Tatry, 2001.
- [4] ZOLOTOVÁ, I., OCELÍKOVÁ, E., FLOCHOVÁ, J.: Supervisory control and OPC data access. In. Acta Mechanica Slovaca, Košice, 2/2003, roč. 7, str. 111 – 118, ISSN 1335-2393.
- [5] ZOLOTOVÁ, I., MIHALO, B., OCELÍKOVÁ, E., LANDRYOVÁ, I.: Contribution to Models of Supervisory Control, Data Acquisition and Human Machine Interface. Acta Electrotechnica et Informatica. No. 2, Vol. 2, 2002, str. 62 – 67, FEI TU Košice, Slovak Republic, ISSN 1335-8243
- [6] FABIAN, M.: Diplomová práca, Riadenie mostového žeriava, vizualizácia jeho činností a zaradenie do DSR KKUI, Košice, 2004.

Pokračovanie v budúcom čísle.

Ing. Marek Hičár
Martin Fabián

Technická univerzita v Košiciach
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektrických pohonov a mechatroniky
Letná 9/A, 042 00 Košice
e-mail: hicarm@hron.feit.tuke.sk

29