

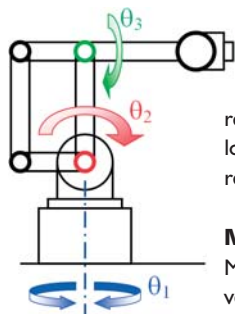


# Modelování a simulace pohonu robotického manipulátoru v systému MATLAB & Simulink

**Průmyslové robotické manipulátory jsou složité elektromechanické systémy s několika elektrickými pohony určenými k řízení pohybu kloubové struktury. Pro jejich modelování, simulaci a zjištění průběhu zatížení lze využít program MATLAB & Simulink.**

## Popis manipulátoru

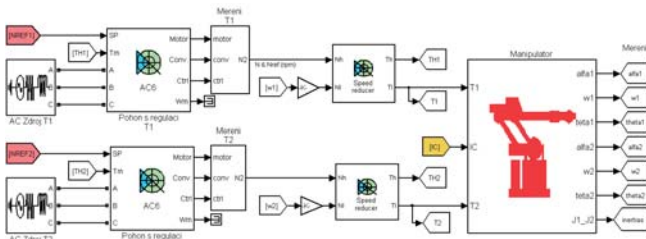
Modelovaný manipulátor je paralelogramového typu se šesti stupni volnosti, který má v průmyslu široké uplatnění. Manipulátor má šest pohyblivých os. Tři osy ( $\theta_1$ ,  $\theta_2$ ,  $\theta_3$ ) slouží pro polohování ramene (obr. 1), další tři slouží pro orientaci koncové hlavy. V horizontální rovině se může manipulátor natáčet v rozsahu 300°. Osy manipulátoru jsou poháněny bezkomutátorovými stejnosměrnými motory, za kterými jsou řazeny redukční převodovky. Motory jsou řízeny pomocí tříokruhové kaskádní regulace. Vnější smyčka slouží pro regulaci polohy, prostřední řídí rychlost a vnitřní smyčka reguluje proud.



**Obr.1** Schéma robotického manipulátoru

## Modelování soustavy

Model manipulátoru byl vytvořen ve vývojevém a simulačním prostředí MATLAB & Simulink (obr. 2). Při modelování bylo využito nadstavby SimPowerSystems, která pomocí metody fyzikálního modelování celý proces značně usnadňuje. Model soustavy se zde tvoří skládáním bločků, které reprezentují přímo objekty reálného světa, a jejich propojení má význam fyzikálního spojení daných komponent. Spojení jsou obousměrná, a představují tok příslušných veličin v systému. Při simulaci lze tyto veličiny snadno odečítat.



**Obr.2** Model manipulátoru v prostředí Simulink

## Model manipulátoru

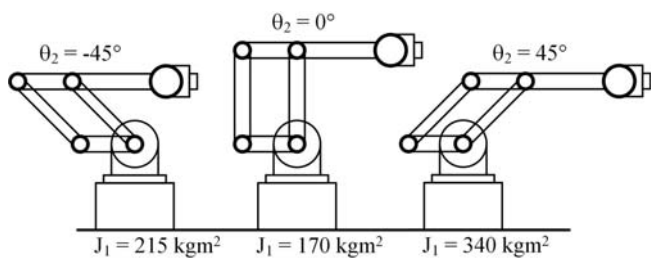
Model mechanické části manipulátoru byl zredukován na výpočet efektivního zátěžového momentu ( $M_k$ ) k jednotlivým osám v závislosti na poloze manipulátoru.

## Model pohonné soustavy a regulace

Pro modely bezkomutátorových stejnosměrných motorů byly použity bloky AC6 z knihoven SimPowerSystems. Tyto bloky obsahují model kompletního pohonu složeného ze synchronního motoru s permanentním magnetem, výkonového měniče a regulačních smyček proudu a rychlosti. Vstupem do bloku je žádaná hodnota rychlosti a výstupem je výsledná rychlost motoru, která je vedena do redukční převodovky. Pro modely redukčních převodovek byly také použity hotové prvky z knihovny SimPowerSystems. Vnější regulace polohy byla realizována jednoduchými PD regulátory vytvořenými jako výpočetní schémata v Simulinku.

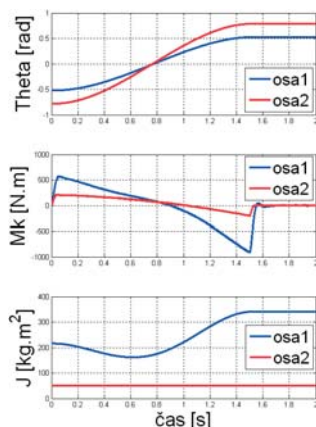
## Simulace ukázkové trajektorie

Ukázková testovací trajektorie představuje současnou rotaci kolem os  $\theta_1$  a  $\theta_2$ , která je v praxi často využívána. Rozsah pohybu v ose  $\theta_1$  je od  $-30^\circ$  do  $30^\circ$  a v ose  $\theta_2$  od  $-45^\circ$  do  $45^\circ$ . Čas na změnu polohy byl nastaven na 1,5 s. Moment setrvačnosti ( $J$ ) k ose  $\theta_1$  je při tomto pohybu funkcí úhlu  $\theta_2$  (obr. 3). Moment setrvačnosti k ose  $\theta_2$  je konstantní  $J_2 = 50 \text{ kgm}^2$ .

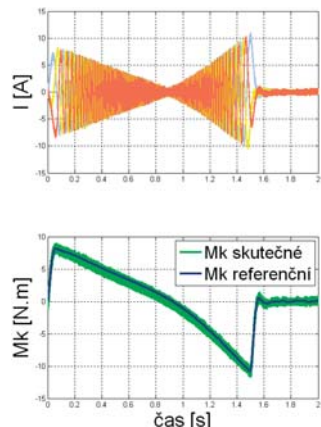


**Obr.3** Změna struktury manipulátoru během ukázkové trajektorie

Výsledné grafy průběhu úhlu natočení ( $\theta$ ), redukovaného zátěžového momentu ( $M_k$ ) a redukovaného momentu setrvačnosti ( $J$ ) v kloubech 1 a 2 jsou na obr. 4. Odezva pohonu osy 1 je na obr. 5. Zde je zobrazen průběh odebíraného proudu ( $I$ ) a výstupního točivého momentu ( $M_k$ ).



**Obr.4** Průběh veličin v kloubech 1 a 2 během testovací trajektorie



**Obr.5** Odezvy pohonu osy 1 během testovací trajektorie

## Závěr

Získání průběhů jednotlivých veličin má dvojí uplatnění. Jednak umožňuje ověřit správné dimenzování jednotlivých pohonů, a dále pomáhá při vhodném nastavení koeficientů v regulátorech, např. s ohledem na maximální proud procházející motorem. K nastavování koeficientů lze také využít optimalizačních funkcí dostupných v nadstavbě Simulink Response Optimization.



**HUMUSOFT s. r. o.**

**Distributor produktů společnosti The MathWorks v ČR a SR**  
 Pobřežní 20, 186 00 Praha 8, ČR  
 Tel.: +420 284 011 730  
 Fax: +420 284 011 740  
 e-mail: info@humusoft.cz  
 http://www.humusoft.cz

