

# Návrh řízení turbogenerátoru s Francisovou vodní turbínou

Milan Kolář <milan.kolar1@tul.cz>

## ABSTRAKT

Tato práce se zabývá návrhem řízení a simulací chodu Francisovy vodní turbíny s využitím algoritmu aktivní kompenzace poruchy. Algoritmus je zvolen na základě požadavků vysoké robustnosti a nízké výpočetní náročnosti. Jsou prezentovány výsledky dvou simulací s použitím nelineárního modelu soustavy pro jednotlivé fáze řízení procesu.

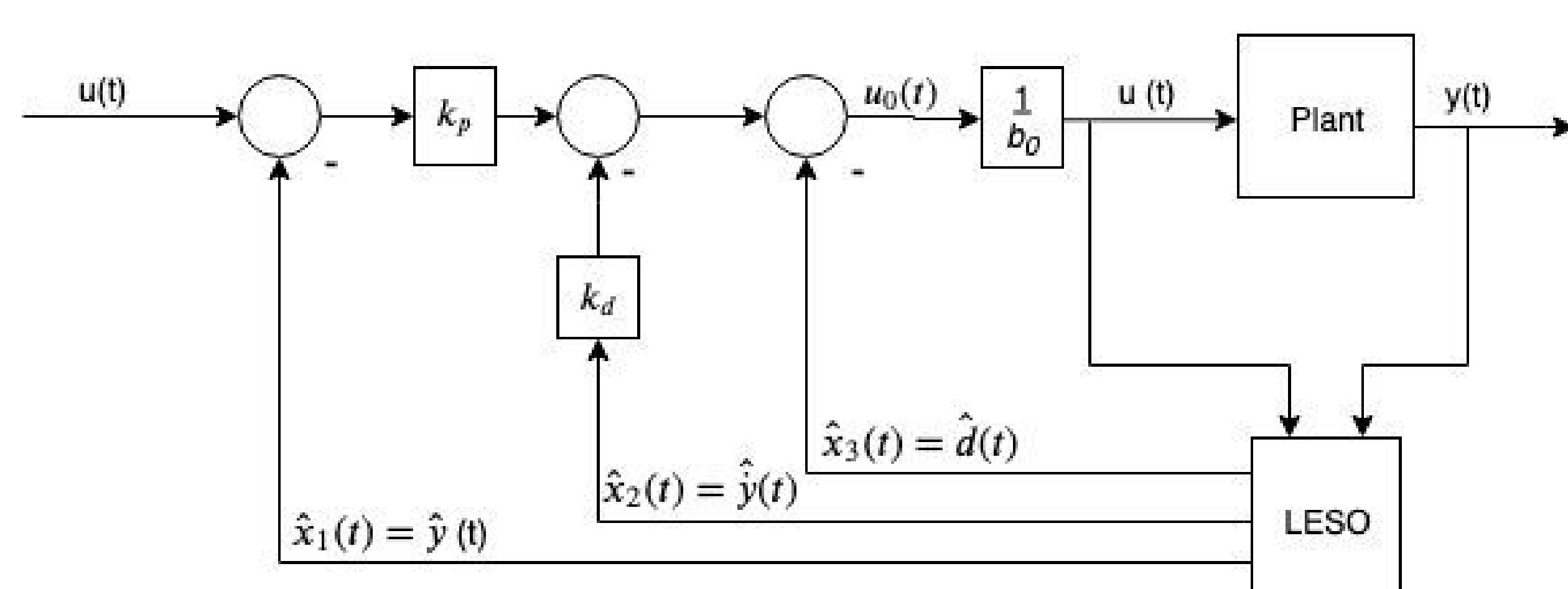
## ÚVOD

Cílem práce je navrhnout systém řízení otáček a kompenzace poruchy výstupního výkonu pro nelineární model Francisovy vodní turbíny. Je třeba nalézt vhodný algoritmus, který by splňoval podmínky dostatečné robustnosti vzhledem k nelineárnímu charakteru systému a zároveň neměl vysoké nároky na výpočetní výkon regulátoru.

## METODIKA

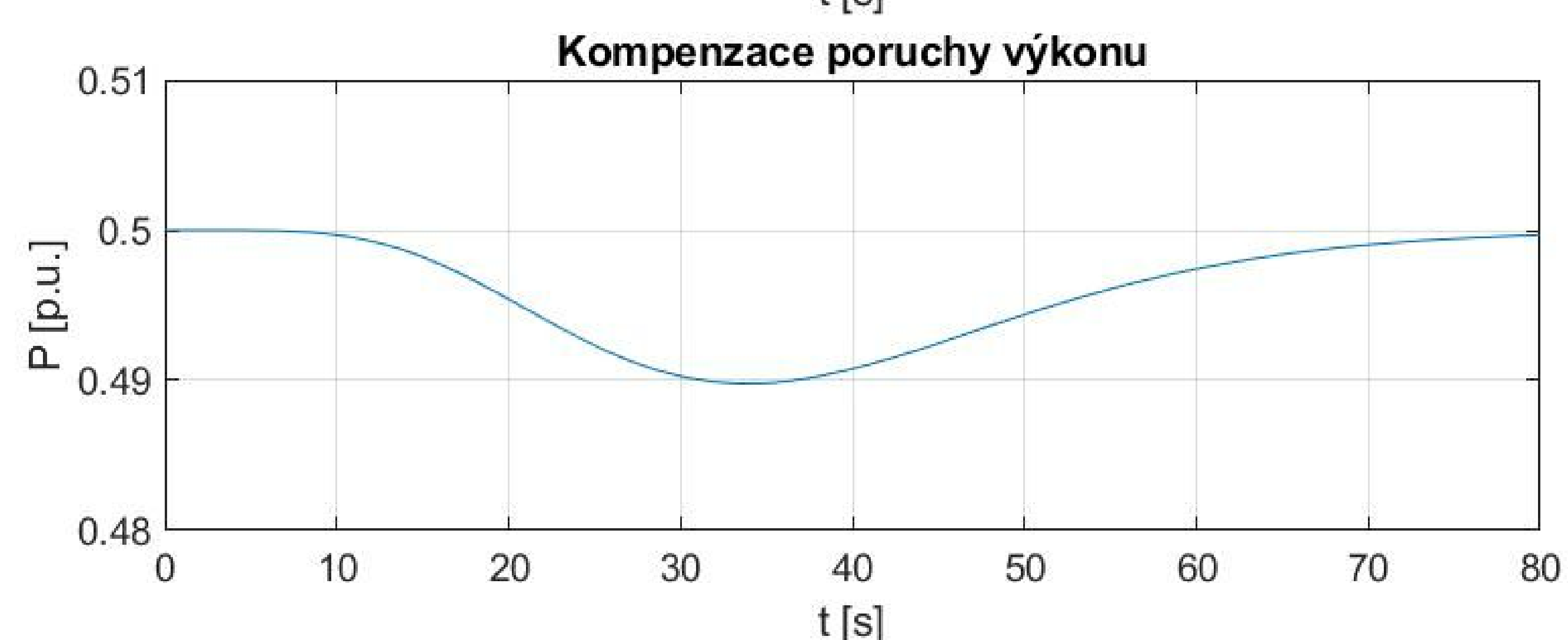
Vodní turbínu lze charakterizovat jako dynamický nelineární systém s neminimální fází. Většina systémů realizující regulaci vodních turbín v současné době stále pracuje na bázi PID regulace s adaptivními prvky. Výše zmíněné důvody vytvářejí požadavky na kombinaci vysoké robustnosti algoritmu a výpočetní jednoduchosti vzhledem k momentálně dostupnému řídicímu hardwaru. Pro návrh řízení byla vybrána metoda aktivní kompenzace poruchy (active disturbance rejection control / ADRC), neboť splňuje oba výše zmíněné požadavky. Metoda ADRC využívá pro kompenzaci neměřené poruchy rozšířený stavový estimátor (extended state observer / ESO). V případě turbíny je využita lineární forma ESO (linear extended state observer / LESO) z důvodu požadavku na výpočetní jednoduchost algoritmu.

Pro řízení otáček vodní turbíny byla navržena kaskádní regulační struktura. Regulace výstupního výkonu byla realizována jednoduchou zpětnovazební smyčkou. Oba algoritmy byly testovány na verifikovaném nelineárním modelu dynamického systému.



## VÝSLEDKY A DISKUZE

Metoda ADRC aplikovaná na simulačním modelu se ukázala jako vhodná pro splnění požadavků regulace. Algoritmus pro řízení otáček zajistí ustálení v zúženém tolerančním pásmu za  $\approx 11$  s. Algoritmus pro řízení výkonu umožňuje kompenzovat předpokládaný průběh neměřené poruchy, aniž by výstup opustil dvouprocentní toleranční pásmo.



## REFERENCE

- [1] *The electric power engineering handbook*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. ISBN 0-8493-8578-4/01.
- [2] IEEE WORKING GROUP. Hydraulic turbine and turbine control models for system dynamic studies. *Transactions on Power Systems*. 1992, (7), 167 – 179.
- [3] KOLEKTIV AUTORŮ. Řízení a stabilita elektrizační soustavy. Praha: AEM, 2013. ISBN 978-80-260-44671-1.
- [4] RUZHEKOV, G., Ts. SLAVOV a T PULEVA. Modeling and implementation of hydro turbine power adaptive control based on gain scheduling technique. Hersonissos, 2011.
- [5] HERBST, Gernot. A Simulative Study on Active Disturbance Rejection Control (ADRC) as a Control Tool for Practitioners. *Electronics* [online]. 2013, 15. 8. 2013, , 247-279 [cit. 2019-05-24]. Dostupné z: [www.mdpi.com/journal/electronics](http://www.mdpi.com/journal/electronics)