

# Optimální metody ladění PID regulátorů pro nekonečně-dimenzionální systémy

**Školitel:** doc. Ing. Libor Pekař, Ph.D.

**Konzultant:** ---

**Ústav fakulty:** Ústav automatizace a řídicí techniky

**Studijní program:** Informační technologie

## **Anotace:**

Systémy s nekonečným spektrem, typicky reprezentované systémy se zpožděním, vzbuzovaly v posledních desetiletích zasloužený zájem vědců i inženýrů, neboť jejich modely dokáží reprezentovat dynamiku mnoha reálných systémů. Při jejich řízení použitím tradičních a rozšířených (nezpožděných) PID regulátorů, které jsou v praxi pořád nejvyužívanější, se však objevují problémy se stabilitou regulačního obvodu i celkovou kvalitou řízení. Obecně není vhodné použít při ladění parametrů regulátorů klasické postupy, nýbrž pokročilé moderní techniky, které však jsou často matematicky příliš obtížné a prakticky málo uplatnitelné. Zde se nabízí elegantní využití optimalizačních metod, především z oblasti metaheuristických metod či jiných přístupů umělé inteligence. Cílem disertační práce je formulování pro praxi vhodných účelových funkcí a jejich omezení, které jsou následně řešeny pomocí pokročilých optimalizačních metod při ladění parametrů PID regulátorů pro různé typy nekonečně-dimenzionálních systémů, které student vhodně vylepší a modifikuje. Očekává se studentova invence při modifikaci těchto algoritmů při řešení uvedené třídy úloh a taktéž praktické (laboratorní) ověření simulačně získaných výsledků.

## **Literatura:**

- [1] ÄSTRÖM, Karl J. and HÄGGLUND, Tore. Advanced PID Control. Research Triangle Park: ISA, 2005. ISBN 9781556179426.
- [2] BALAGUER, Vicente; GONZALEZ, Antonio; GARCIA, Pedro and BLANES, Francisco. Enhanced 2-DOF PID controller tuning based on an uncertainty and disturbance estimator with experimental validation. IEEE Access. 2021, vol. 9, pp. 99092-99102. ISSN 2169-3536. DOI: 10.1109/ACCESS.2021.3095057.
- [3] FIŠER, Jaromír and ZÍTEK, Pavel. PID controller tuning via dominant pole placement in comparison with Ziegler-Nichols tuning. IFAC-PapersOnLine. 2019, vol. 52, no. 18, pp. 43-48. ISSN 24058963. DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.12.204.
- [4] HEATON, Jeff. Artificial Intelligence for Humans. Volume 2: Nature-Inspired Algorithms. North Charleston, SC: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014. ISBN 978-1499720570.
- [5] KANNAN, Ganesan; SARAVANAKUMAR, G. and SARASWATHI, M. Two-degree of freedom PID controller in time delay system using hybrid controller model. International Journal of Automation and Control. 2018, vol. 12, no. 3, art. no. 399. ISSN 1740-7516. DOI: 10.1504/IJAAC.2018.092852.
- [6] LEE, Yong-Seok and JANG, Dong-Won. Optimization of neural network-based self-tuning PID controllers for second order mechanical systems. Applied Sciences. 2021, vol. 11, no. 17, art. no. 8002. ISSN 2076-3417. DOI: 10.3390/app11178002.

- [7] MA, Dan and CHEN, Jie. Delay margin of low-order systems achievable by PID controllers. *IEEE Transactions on Automatic Control*. 2019, vol. 64, no. 5, pp. 1958-1973. ISSN 0018-9286. DOI: 10.1109/TAC.2018.2853567.
- [8] NEAPOLITAN, Richard E. and JIANG, Xia. *Contemporary Artificial Intelligence*. 1st ed. Boca Raton, FL: CRC Press, 2014. ISBN 978-1439844694.
- [9] SRIVASTAVA, Saurabh; MISRA, Anuraag; THAKUR, S.K. and PANDIT, V.S. An optimal PID controller via LQR for standard second order plus time delay systems. *ISA Transactions*. 2016, vol. 60, pp. 244-253. ISSN 00190578. DOI: 10.1016/j.isatra.2015.11.020.
- [10] SRIVASTAVA, Saurabh and PANDIT, V.S. A 2-Dof LQR based PID controller for integrating processes considering robustness/performance tradeoff. *ISA Transactions*. 2017, vol. 71, pp. 426-439. ISSN 00190578. DOI: 10.1016/j.isatra.2017.09.010.
- [11] SUNDARAVADIVU, K.; SIVAKUMAR, S. and HARIPRASAD, N. 2DOF PID controller design for a class of FOPTD models—An analysis with heuristic algorithms. *Procedia Computer Science*. 2015, vol. 48, no. 90-95. ISSN 18770509. DOI: 10.1016/j.procs.2015.04.155.
- [12] ZÍTEK, Pavel; FIŠER, Jaromír and VYHLÍDAL, Tomáš. Dynamic similarity approach to control system design: delayed PID control loop. *International Journal of Control*. 2017, vol. 92, no. 2, pp. 329-338. ISSN 0020-7179. DOI: 10.1080/00207179.2017.1354398.
- [13] ZHOU, Xinhui; LI, Daoliang; ZHANG, Lu and DUAN, Qingling. Application of an adaptive PID controller enhanced by a differential evolution algorithm for precise control of dissolved oxygen in recirculating aquaculture systems. *Biosystems Engineering*. 2021, vol. 208, pp. 186-198. ISSN 15375110. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2021.05.019.
- [14] TORRES-GARCÍA, Diego; MÉNDEZ-BARRIOS, César-Fernando and LI, Xu-Guang. Stabilization of second-order non-minimum phase system with delay via PI controllers: spectral abscissa optimization. *IEEE Access*. 2024, vol. 12, art. no. 170867. ISSN 2169-3536. DOI: 10.1109/access.2024.3499748.
- [15] ÇETINTAŞ, Gülten; ÖZYETKIN, Münevver Mine and ETHEM HAMAMCI, Serdar. A simple graphical-based proportional–integral–derivative tuning method for time-delay systems. *ELECTRICA*. 2023, vol. 23, no. 2, pp. 376-384. ISSN 2619-9831. DOI: 10.5152/electr.2022.22147.
- [16] HUBA, Mikulas; VRANCIC, Damir and BISTAK, Pavol. Series PID control with higher-order derivatives for processes approximated by IPDT models. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*. 2024, vol. 21, no. 3, pp. 4406-4418. ISSN 1545-5955. DOI: 10.1109/tase.2023.3296201.