

# NÁVRH INTELIGENTNÍHO ULTRAZVUKOVÉHO SENZORU PRO MOBILNÍ ROBOTY



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI  
Fakulta mechatroniky, informatiky  
a mezioborových studií

Autor: **Bc. Jan Kredba**  
Vedoucí práce: **Ing. Miroslav Holada, Ph.D.**  
Ústav informačních technologií a elektroniky

## Abstract

The subject of this thesis is the design and realization of an ultrasonic sensor for mobile robots which can deal with most common problems of commercial solutions. These include hardware design with impedance matching for piezoelectric ultrasound transducer to provide damping after transmitting ultrasonic wave and excellent detecting of reflected waves. For evaluation of the measured distance there are used two different principles – digital processing with analog preprocessing and pure digital signal processing. These two methods are compared in this thesis.

## Úvod a cíl práce

Ultrazvukové senzory patří mezi nejběžněji užívané aktivní senzory v mobilní robotice. Své uplatnění nacházejí především v analýze a modelování okolního prostředí robotu. Bohužel mnohé z nich vykazují značné nedostatky a degradují tak použitelnost těchto senzorů. Cílem této práce je zhotovení ultrazvukového senzoru pro mobilní roboty, jenž by poskytoval dostatek informací pro modelování okolní scény robotu a zároveň respektoval požadavky na zvýšenou odolnost vůči vlhkosti a prachu. Aktuálně komerčně dostupná řešení často podávají informaci pouze o prvním detekovaném odrazu, který však v některých případech může odpovídat bočnímu odrazu od jiného objektu. Senzory s vyšším krytím proti vlhkosti a prachu pak mívají často nízký dynamický rozsah a omezenou přesnost. K odstranění těchto problémů je zapotřebí přihlídnout k fyzikálním vlastnostem užitého piezoelektrického měniče, zejména se jedná o impedanční přizpůsobení pro zvýšení citlivosti snímače a jeho dynamického rozsahu.

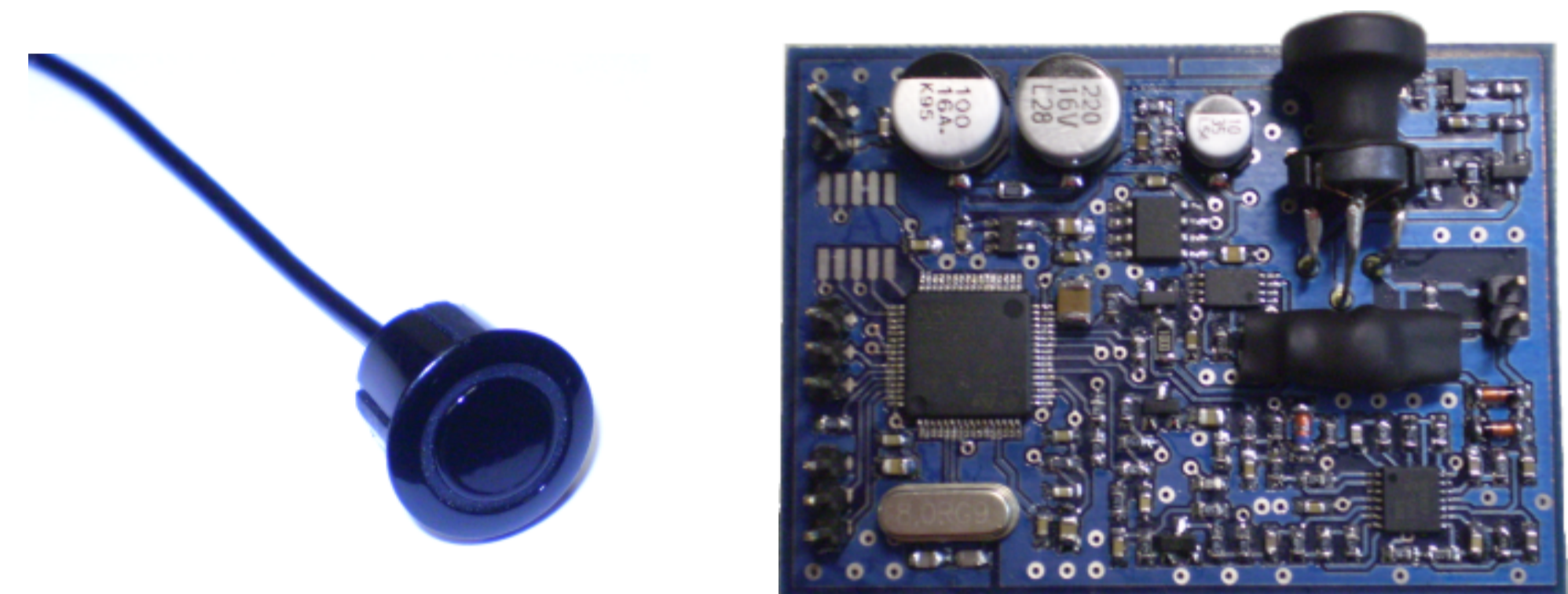
## Metodika

K návrhu ultrazvukového senzoru bylo využito kombinovaného piezoelektrického měniče, jenž je schopen zajistit vybuzení ultrazvukového pulzu i snímání vlny odražené. Pro optimální zatlumení kmitů měniče po vyslání pulzu a maximální citlivost při příjmu odražené vlny je zapotřebí zajistit impedanční přizpůsobení ze strany hardwaru senzoru. To bylo realizováno pomocí obecného imitančního konvertoru společně s digitálně řízeným rezistorem, díky čemuž je možné vstupní impedanci optimálně nastavit vzhledem ke konkrétnímu měniči. Vyhodnocení naměřené vzdálenosti následně probíhalo jak cestou analogového zpracování s časově proměnným prahováním, tak i čistě číslicovým zpracováním získaného signálu.

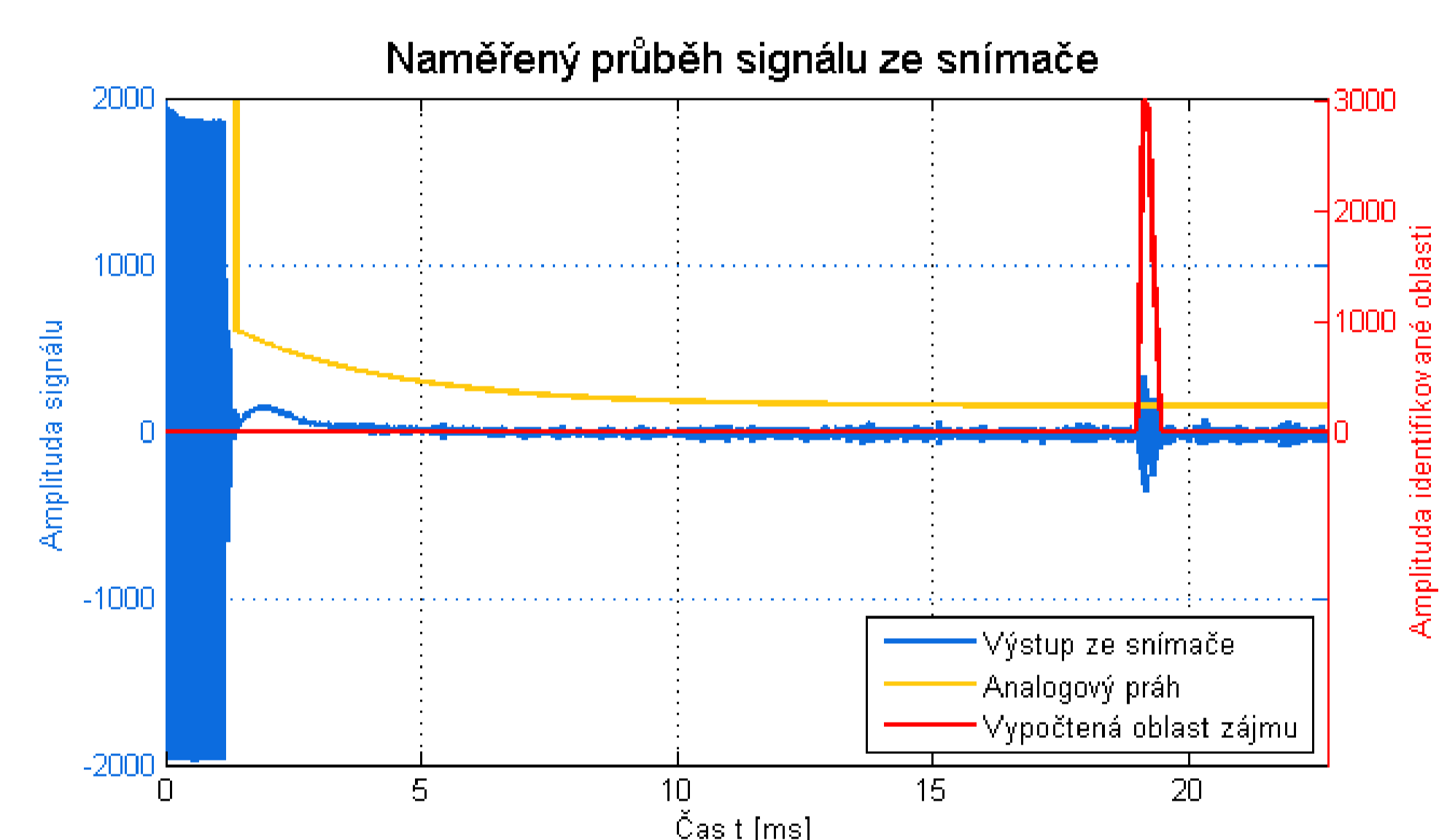
## Výsledky

Na zhotoveném hardwaru (viz obrázek 1), jenž respektuje všechny uvedené požadavky včetně nastavitelného

impedančního přizpůsobení, byl testován rozdíl při zpracování signálu analogovou a číslicovou cestou. V případě analogového zpracování se relativní chyba měření pohybovala okolo 0,6 %, naproti tomu při číslicovém zpracování činila pouze 0,3 %.



Obrázek 1 – Navržený hardware senzoru společně s piezoelektrickým měničem



Obrázek 2 - Naměřený průběh na výstupu piezoelektrického snímače po analogovém předzpracování s vizualizací analogového a číslicového zpracování

## Závěr

Navržený ultrazvukový senzor je schopen pracovat jak v analogovém, tak i digitálním režimu, přičemž ve druhém zmiňovaném umožňuje měřit s relativní chybou 0,3 % a rozlišením 1 mm. Hardware senzoru zajišťuje vysokou flexibilitu z hlediska použitého piezoelektrického měniče díky nastavitelnému impedančnímu přizpůsobení a frekvenci ultrazvukového pulzu.

## Reference

- [1] ERHART, Jiří, Martin PUSTKA a Petr PŮLPÁN (eds.). *Aplikace piezoelektrických prvků v mechanických a akustických soustavách*. Liberec: VÚTS, a.s., 2015. ISBN 978-80-87184-58-8.
- [2] HUANG, Haiying a Daniel PARAMO. Broadband electrical impedance matching for piezoelectric ultrasound transducers. *IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control*. 2011, **58**(12), 2699-2707. DOI: 10.1109/TUFFC.2011.2132. ISSN 08853010.
- [3] GERBER, E. a L. KOERNER. Methods of Measurement of the Parameters of Piezoelectric Vibrators. *Proceedings of the IRE*. 1958, **46**(10), 1731-1737. DOI: 10.1109/JRPROC.1958.286752. ISSN 00968390.

## Kontakt

Bc. Jan Kredba  
jan.kredba@tul.cz