# Streszczenie PRacy

W niniejszym projekcie dyplomowym opracowano i zrealizowano układ laboratoryjny, którego celem jest dokładne wyznaczenie wilgotności względnej przy zastosowaniu czujnika pojemnościowego. Metoda pomiaru odbywa się w dziedzinie czasu i opiera się na uniwersalnym interfejsie sprzętowym dla mikrokontrolerów z wewnętrznym układem przechwytywania zdarzenia. Układ pomiarowy bazuje na precyzyjnych komparatorach, z zapewnieniem dokładnych napięć referencyjnych.

Opracowano i przetestowano prototyp kompletnego rozwiązania kompaktowego, pojemnościowego układu pomiarowego opartego na 8-bitowym mikrokontrolerze ATMega32U4. Przeanalizowano maksymalną możliwą niedokładność pojemności pośrednio mierzalnej, a także przeprowadzono badania eksperymentalne. Wyniki potwierdziły, że maksymalny błąd względny wyznaczenia wartości dla sensora pojemnościowego wyniósł około 2 %, co odpowiada dokładności pomiaru pojemności mniejszej niż 0,1 pF dla zakresu mierzonych wartości pojemności od 100 pF do 300 pF, co z kolei odpowiada co najmniej 0,5% rozdzielczości wilgotności względnej dla komercyjnych czujników RH tj. HS1101 czy Philips H1.

## Słowa kluczowe:

czujnik, układ laboratoryjny, mikrokontroler, układ przechwytywania, pojemność, wilgotność względna, ATMega32U4, HS1101

## Dziedzina nauki i techniki, zgodnie z wymaganiami OECD:

Nauki inżynieryjne i techniczne: elektrotechnika, elektronika i inżynieria informatyczna

# ABSTRACT

This diploma project presents the development and implementation of a laboratory system, the purpose of which is to accurately determine the capacitance value of capacitive sensors, among others relative humidity sensor. The measurement method takes place in the time domain and is based on a universal sensor-microcontroller interface for microcontrollers with an internal event capture circuit. The measuring system is based on precise comparators, ensuring precise reference voltages.

A prototype of a complete solution of a compact, capacitive, intelligent sensor based on the ATMega32U4 8-bit microcontroller was developed and tested. The maximum possible inaccuracy of indirectly measurable capacity was analyzed, and experimental studies were also carried out. The results confirmed that the relative errors in determining the values ​​for the capacitive sensor are less than ......%, which corresponds to a capacitance measurement accuracy of less than 0.1 pF for the range of measured capacitance values ​​from 100 pF to 300 pF, which in turn corresponds to at least 0.5 % RH resolution for commercial RH sensors such as HS1101 or Philips H1.

## Keywords:

sensor, laboratory system, microcontroller, input capture, capacity, ATMega32U4

## The field of science and technology, in line with the OECD requirements:

Engineering and technical sciences: electrical engineering, electronics and information engineering

# wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów

## ICP – Input Capture –

## USB – Universal Serial Bus –

## MCU – Microcontroller Unit –

## PC – Personal Computer –

## XOR – Exclusive OR –

## GUI – Graphical User Interface –

## XML – Extensible Markup Language – rozszerzalny język znaczników

## PCB – Printed Circuit Board – obwód drukowany

# Wstęp i cel pracy

Sensory pojemnościowe bazują na konwersji pewnej wielkości fizycznej lub chemicznej na pojemność. Na rynku istnieje duża grupa tego typu czujników, które służą do pomiaru wilgotności, ciśnienia, pozycji, siły czy stężenia dwutlenku węgla. Powyższe cechy są przyczyną dużego popytu, w celu sterowania i monitorowania w czasie rzeczywistym.