

# Zasada działania sensorów i aktuatorów w systemach mikroprocesorowych

*Projekt przejściowy AiR 2022*

Opis projektu

# Główne cele

Celem projektu jest stworzenie autorskiej oraz rozwijalnej dokumentacji sensorów i aktuatorów, stosowanych w nowoczesnych systemach mikroprocesorowych.

# Wykorzystane technologie

## Osprzęt mikroprocesorowy:

- Płytki rozwojowe STM32F7 ( Cortex™ M7)
- Arduino UNO

## Toolstack narzędziowy:

- STM32Cube IDE
- PlatformIO
- KiCAD

## Technologie redakcyjne:

- Latex
- Autorski skrypt do budowania *superprojektu* zawartego z wielu *podprojektów*

## Umiejętności praktyczne:

- Podstawowe umiejętności elektroniczne
- Zdobywanie umiejętności dokumentacji

Napotkane problémy

# Napotkane problemy

## **Problem braku dokumentacji wstępnej**

Wiele czujników nie było wcześniej opisanych, lub ich dokumentacja była niespójna i wybrakowana.

Problem ten jest głównym motywatorem realizacji naszego projektu przejściowego.

## **Problem rozwojowości projektu**

Nie istniały rozwiązania umożliwiające używanie wybranego przez nas toolchaina, oraz zachowywania rozwijalności projektu.

Problem ten został rozwiązany tworząc własny toolchain narzędziowy do budowania projektu, wsparty poprzez konteneryzacją oraz rozwiązania chmurowe.

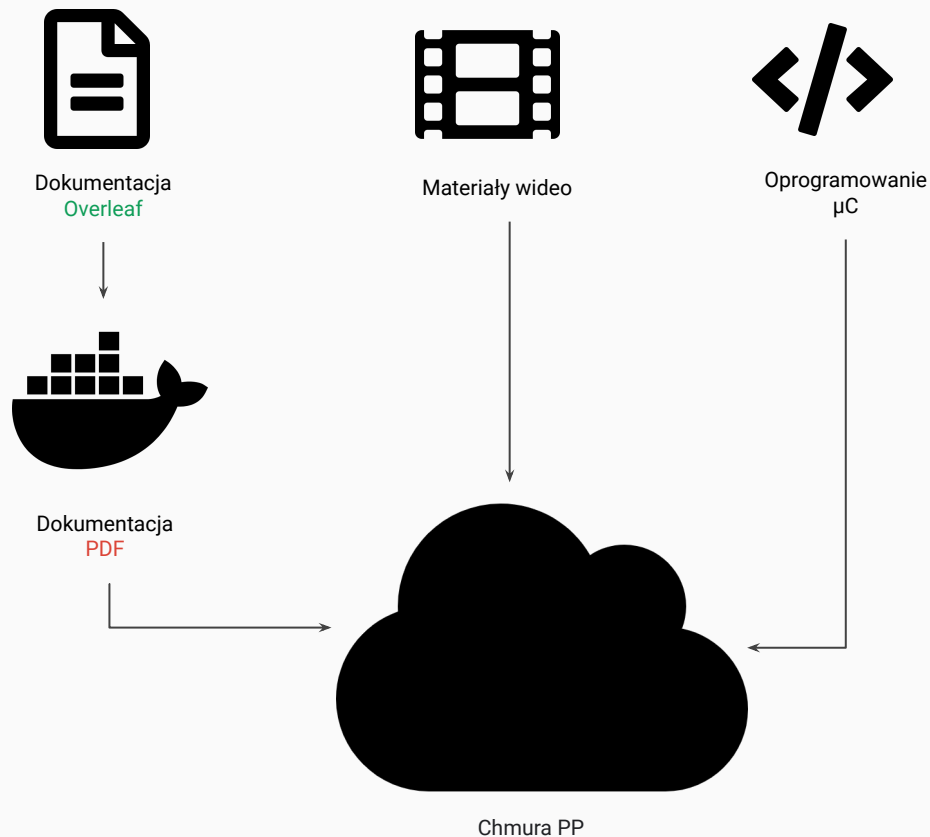
# Problem rozwojowości projektu

Wszystkie materiały zostały  
umieszczone na chmurze hostowanej  
na serwerach Politechniki Poznańskiej.

Dokumentacja budowana jest przy  
użyciu skryptu:

[github.com/crbby/tex\\_Batch\\_compile](https://github.com/crbby/tex_Batch_compile)

(?) Przyszła integracja z usługami CI/CD



# 50+

Zrealizowanych dokumentacji czujników i efektorów

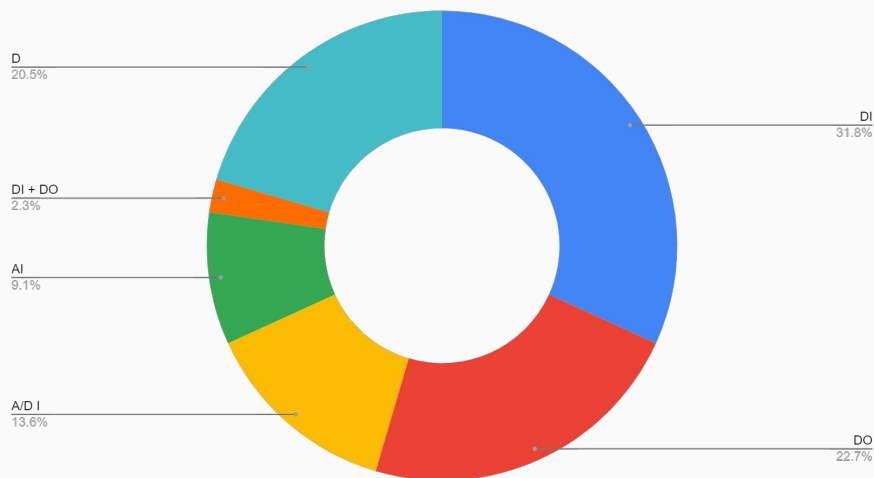


# Różnorodność czujników

## Szeroka gama realizacji

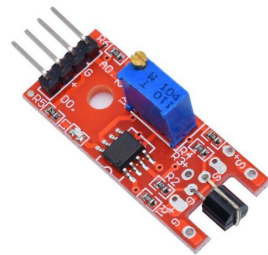
- Czujniki dwustanowe
- Czujniki analogowe
- Czujniki analogowe z wyjściem progującym
- Czujniki cyfrowe

Rodzaje czujników



# Przykład realizacji

Moduł dotyku



## CZUJNIK DOTYKU KY-036

CZUJNIK ANALOGOWY Z DOTATKOWYM BINARYNYM WYJŚCIEM  
PROGUJĄCYM

PATRYK KOŚCIK

# Przykład realizacji

Moduł dotyku

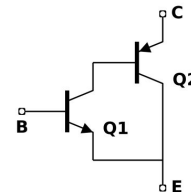


## OPIS ELEMENTU

Sercem czujnika jest tranzystor modelu KSP13, który jest tranzystorem w układzie Darlingtona (1a). Ten rodzaj połączenia charakteryzuje bardzo duży współczynnik wzmocnienia stałoprądowego ( $\beta$  lub  $h_{FE}$ ). Tranzystory w standardowych konfiguracjach cechują się wzmocnieniem rzędu od 100 do 300. Omawiany KSP13 gwarantuje wzmocnienie równe co najmniej 10000. Dodatkowo w module KY-036, baza tranzystora jest tzw. *floating*, czyli niepodłączona do czegokolwiek. Taka konfiguracja połączona z dużym współczynnikiem wzmocnienia, cechuje się tym że, wystarczy najmniejsza perturbacja na bazie, aby wprowadzić tranzystor w stan przewodzenia.

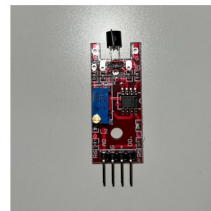


(a) Zdjęcie Tranzystora KSP13

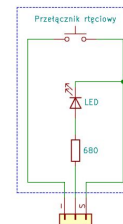


(b) Zasada działania pary Darlingtona:  $h_{FE} = h_{q1} \cdot h_{q2}$

Moduł sensora wykrycia dotyku, wykorzystuje wyżej opisane właściwości elementu, umożliwiając bezpieczne i tanie wykrywanie dotyku. Moduł ten, poza elementami pasywnymi, składa się z zestawu wzmacniaczy operacyjnych LM393, służących jako układ progowania, trymera do regulacji czułości (*threshold*) układu progowania, oraz dwóch elementów LED sygnalizujących zasilanie oraz pobudzenie czujnika.

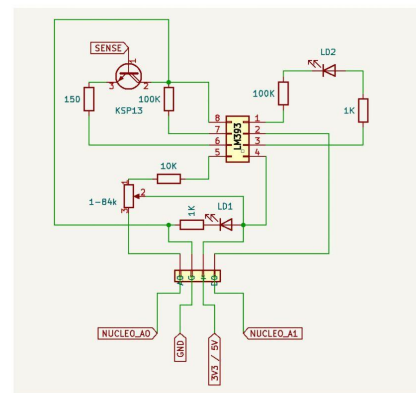


(a) Zdjęcie modułu



(b) Schemat modułu

## Moduł dotyku



Rys. 3. Ogólny schemat elektryczny modułu KY-036.

# Przykład realizacji

Moduł dotyku



Czujnik dotyku KY-036

Politechnika Poznańska, Instytut Robotyki i Inteligencji Maszynowej,  
Zakład Sterowania i Elektroniki Przemysłowej

4/5

## UŻYCIE CZUJNIKA

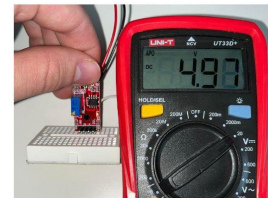
### 2.1 BEZ MIKROKONTROLERA

#### 1 WYJŚCIE PROGUJĄCE

Działanie czujnika w trybie wyjścia progującego możemy zweryfikować, bez użycia mikrokontrolera, podłączając multimetr w trybie woltomierza, do pinów D0 oraz -.



(a) Brak dotyku - stan niski



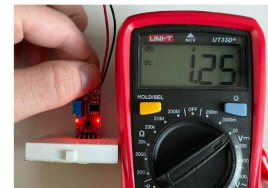
(b) Obecność dotyku - stan wysoki

#### 2 WYJŚCIE ANALOGOWE

Działanie czujnika w trybie wyjścia analogowego możemy zweryfikować, bez użycia mikrokontrolera, podłączając multimetr w trybie woltomierza, do pinów A0 oraz -.



(a) Brak dotyku - Napięcie A0 = 5V



(b) Obecność dotyku - Napięcie A0  $\approx 1.25V$

Czujnik działa następująco

- W połączeniu binarnym: brak dotyku - stan niski, obecność dotyku - stan wysoki =  $V_{cc}$
- W połączeniu analogowym: brak dotyku - A0 =  $V_{cc}$ , obecność dotyku - A0  $\approx 1.25V$

Dodatkowo można zaobserwować diodę po lewej stronie, sygnalizującą stan wyjścia binarnego czujnika.

# Przykład realizacji

Moduł dotyku



Czujnik dotyku KY-036

Politechnika Poznańska, Instytut Robotyki i Inteligencji Maszynowej,  
Zakład Sterowania i Elektroniki Przemysłowej

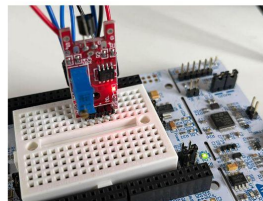
5/5

## 2.2 MIKROKONTROLER

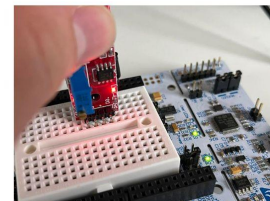
### 1 WYJŚCIE BINARNE

Oczywiście czujnik możemy używać w połączeniu z mikrokontrolerem. Schemat połączeń i konfiguracja mikrokontrolera została opisana w sekcji **Suplement #1**. Zawiera tam się również kod języka C + HAL, pozwalający odczytać wartości z czujnika.

Kod jest skonfigurowany tak, aby uruchamiać wbudowany w płytkę mikrokontrolera element LED. Na zdjęciach dodatkowo widać działanie wbudowanej w moduł diody LED.



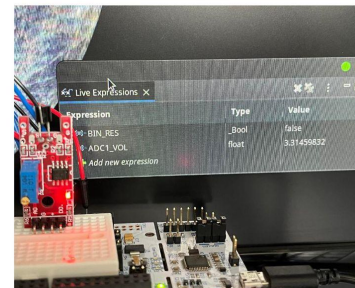
(a) Dioda LD1 wyłączona podczas braku dotyku



(b) Dioda LD2 włączona podczas dotyku

### 2.3 WYJŚCIE ANALOGOWE

Wbudowany w mikrokontroler przetwornik ADC również pozwala nam obsługiwać wbudowane wejście analogowe. Należy jednak pamiętać o sprzętowych ograniczeniach pinów. W przypadku mikrokontrolera z rodziny STM32 Nucléo jest to 3.3V, dlatego układ zasilany jest ze źródła napięciowego 3.3V.



Rys. 7. Interfejs analogowy przy użyciu mikokontrolera

# Dziękujemy za uwagę

*Projekt pod autorstwem:*

*Patryk Kościk  
Antoni Borowski  
Hubert Pietrzak  
Adam Rewekant  
Dawid Wasung  
Dawid Włodarczyk  
Filip Bochniak  
Szymon Kwiatkowski  
Anna Nasierowska  
Dawid Sobczak  
Jakub Grzesiak*

*Opiekun projektu:*

*dr inż. Dominik Łuczak*