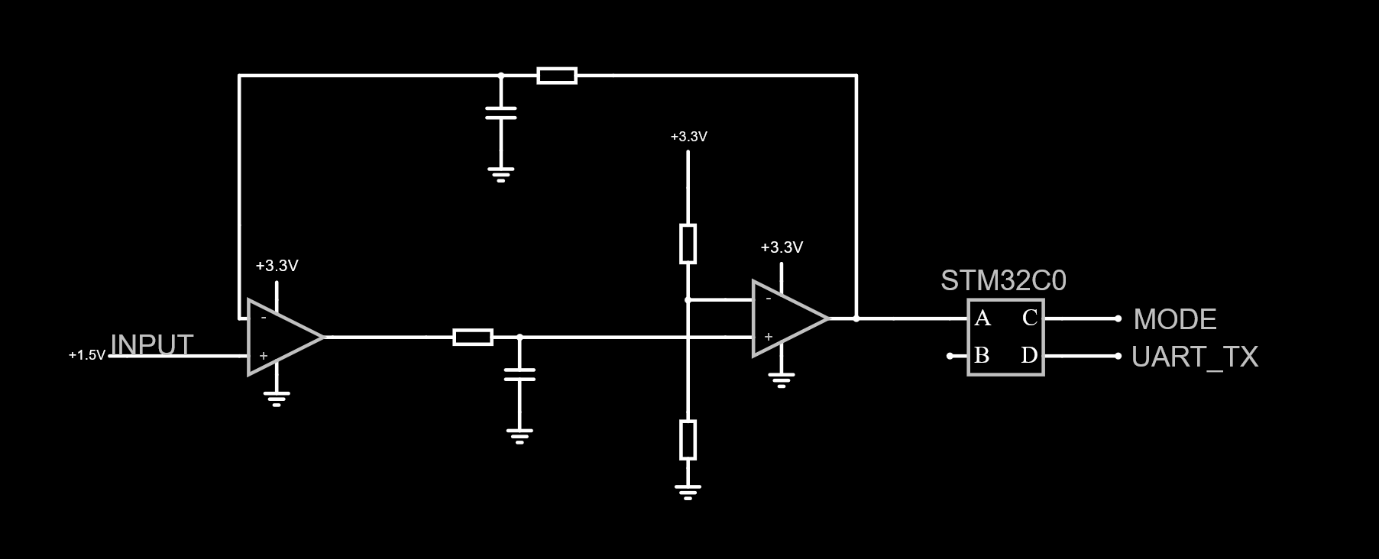
**SIGMA DELTA ADC MODULE**

**BY SZYMON FILIPKOWSKI**

Dokumentacja obejmuje Sigma Delta ADC module autorstwa Szymona Filipkowskiego, wersja **v2.0.1**.Projekt dostępny na serwisie GITHUB:  [https://github.com/Tacot2009/WETI-2025\_26-Szymon\_Filipkowski](%20https://github.com/Tacot2009/WETI-2025_26-Szymon_Filipkowski)



**Kod źródłowy procesora:**

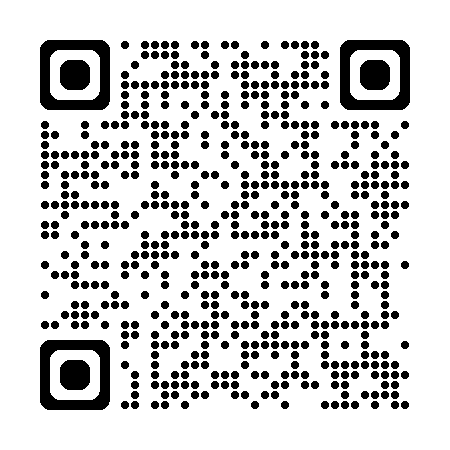
[**https://github.com/Tacot2009/WETI-2025\_26-Szymon\_Filipkowski/blob/main/STM32-project/sigma-delta-adc-2/Core/Src/main.c**](https://github.com/Tacot2009/WETI-2025_26-Szymon_Filipkowski/blob/main/STM32-project/sigma-delta-adc-2/Core/Src/main.c)

**Schematy układu:**

[**https://github.com/Tacot2009/WETI-2025\_26-Szymon\_Filipkowski/blob/main/Schemat/ADC.pdf**](https://github.com/Tacot2009/WETI-2025_26-Szymon_Filipkowski/blob/main/Schemat/ADC.pdf)

[**https://github.com/Tacot2009/WETI-2025\_26-Szymon\_Filipkowski/blob/main/Schemat/main.pdf**](https://github.com/Tacot2009/WETI-2025_26-Szymon_Filipkowski/blob/main/Schemat/main.pdf)

**Kosztorys:**



[**https://github.com/Tacot2009/WETI-2025\_26-Szymon\_Filipkowski/blob/main/lista-podzespolow-koszty.xlsx**](https://github.com/Tacot2009/WETI-2025_26-Szymon_Filipkowski/blob/main/lista-podzespolow-koszty.xlsx)

**Dokumentacja:**

[**https://github.com/Tacot2009/WETI-2025\_26-Szymon\_Filipkowski/blob/main/dokumentacja.docx**](https://github.com/Tacot2009/WETI-2025_26-Szymon_Filipkowski/blob/main/dokumentacja.docx)

link do strony projektu na serwisie github

**Spis treści**

1. Główne cechy
2. Przykładowe zastosowania
3. Opis
4. Historia wersji
5. Piny I/O i informacje o nich
6. Specyfikacja
7. Rekomendowane wartości pracy
8. Charakterystyka AC – tryb pojedyńczy
9. Charakterystyka AC – tryb ciągły
10. Absolutnie maksymalne wartości pracy
11. Dokładny opis
    1. Diagram
    2. Kontrola trybów pracy
    3. Opis działania
12. Informacje dodatkowe
13. **Główne cechy**

* Wbudowany procesor
* Zakres wejściowy 0V do 2.56V
* Zasilanie 3.3V
* Komunikacja jednostronna UART
* Łatwa zmiana trybów pracy
* Funkcjonalność plug-and-play
* Najażniejsze cechy
  + Rozdzielczość: 8 Bitów
  + Dokładność 0.01V
  + Częstotliwość raportowania 2Hz
  + Zużycie mocy ~10mW
  + Uart (baud 115200)

1. **Przykładowe zastosowania**

* Współpraca z dowolnym urządzeniem obsługującym protokół komunikacyjny UART.
* Interfejs do czujników temperatury, źródeł napięcia, przetworników, fotorezystorów itp.

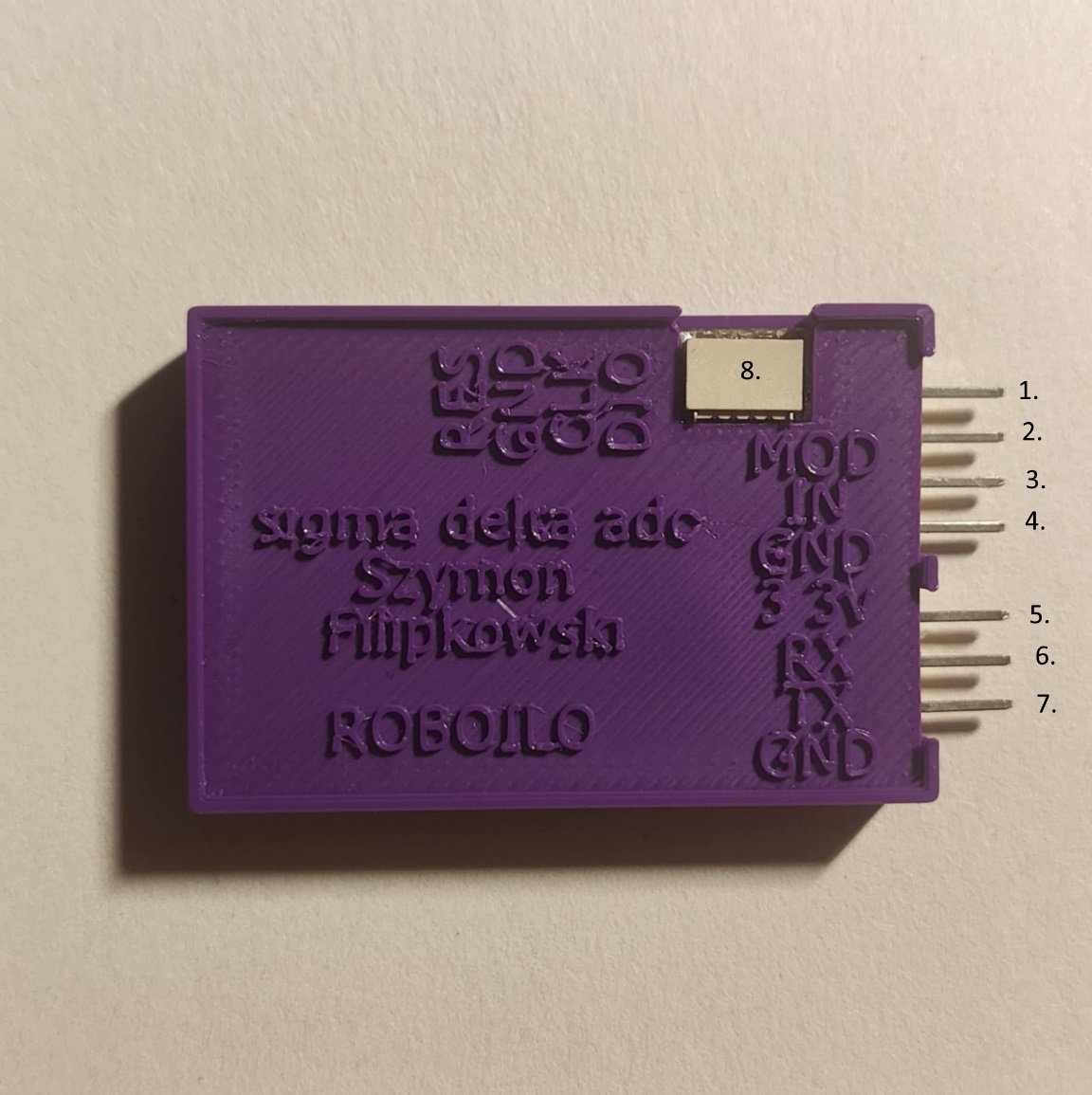
1. **Opis**

„Sigma Delta ADC module by Szymon Filipkowski” to 8-bitowy przetwornik ADC wykorzystujący modulację Sigma-Delta do szacowania wartości cyfrowej sygnału wejściowego. Moduł wykorzystuje mikrokontroler z rodziny STM32C0 do dekodowania sygnału cyfrowego i przesyłania go w postaci wiadomości UART do urządzenia wyjściowego. Sprzęt i oprogramowanie są dostępne jako open-source na serwisie GITHUB, dzięki czemu każdy może dostosować ten moduł do własnych potrzeb. Autorem i twórcą projektu jest Szymon Filipkowski.

1. **Historia wersji**

* **v1.0.0** - pierwszy projekt PCB, oprogramowanie w fazie rozwoju
* **v1.2.0** – dodanie wyjścia obsługującego komunikację UART z procesora do głównego złącza wyjść na PCB, przewidziana do przyszłych zastosowań
* **V.1.2.1** – dodanie dokumentacji w języku polskim
* **v1.3.0** – dodano UART, dodano zlacze do programowania procesora
* **v2.0.0** – nowy schemat, nowe pcb, uproszczenie układu, obniżenie ceny, optymalizacja kodu
* **v2.0.1** – dodano README, dodano absolutnie maksymalne wartości pracy, dodano dodatkowe informacje, ogólne poprawki do dokumentacji

1. **Piny I/O oraz informacje o nich**



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **PIN** | | **I/O** | **DESCRIPTION** |
| **NO.** | **NAME** |
| 1. | MOD | I | Wybór trybu pracy |
| 2. | IN | I | Wejście napięcia analogowego |
| 3. | GND | I | Wejście masy (+0V) |
| 4. | 3.3V (Vin) | I | Zasilanie +3.3V |
| 5. | RX | I | Wejście danych protokołu UART (baud 115200) |
| 6. | TX | O | Wyjście danych protokołu UART (baud 115200) |
| 7. | GND | O | Referencja 0V |
| 8. | ZŁĄCZE PROG | I/O | Złącze programatora do procesora od lewe: NRST, GND, SWCLK, SWDIO |

1. **Specyfikacja**
   1. **Rekomendowane wartości pracy**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **MIN** | **MAX** | | **JEDNOSTKA** |
| Vin | 3.3 | 3.3 | | V |
| GND | 0 | 0 | | V |
| IN (Wejście napięcia analogowego) | 0 | 2.56 | | V |
| MOD (tryb pracy) | 0 | | 3.3 | V |

* 1. **Charakterystyka AC – tryb pojedyńczy**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ZAŁOŻENIA TESTU** | **TYPOWE** |
| Czas pojedynczej konwersji | Vin = 3.3 V  IN = 1.28 V | 1 SEC |
| Zużycie energii | Vin = 3.3 V  IN = 1.28 V | 9 mW |

* 1. **Charakterystyka AC – tryb ciągły**

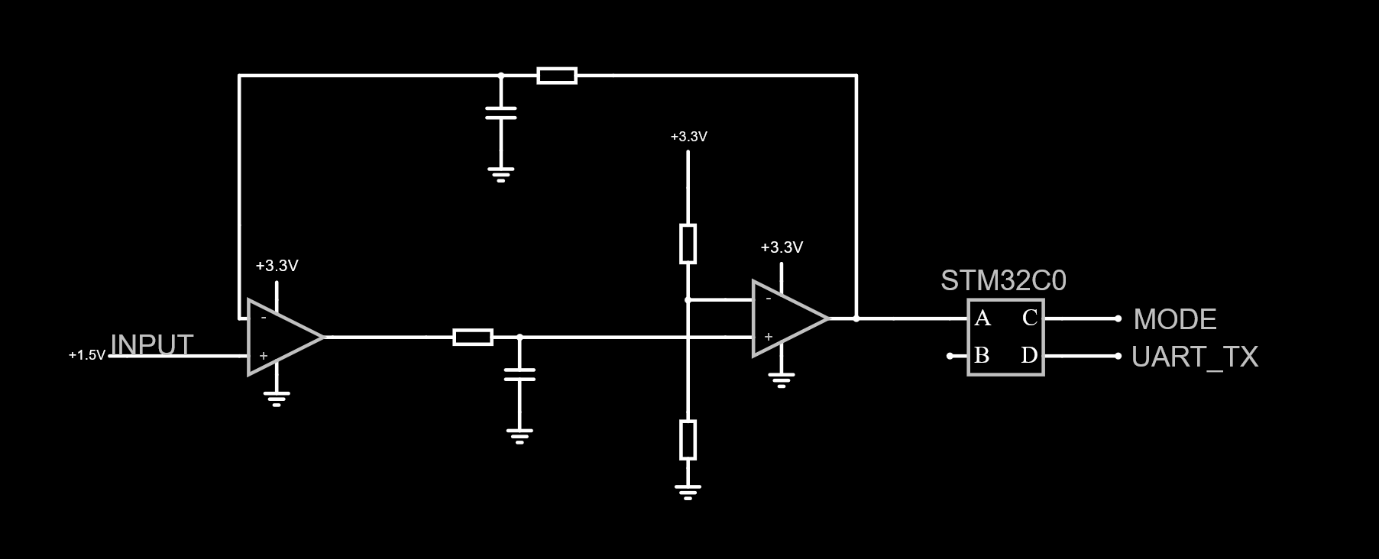
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **ZAŁOŻENIA TESTU** | **TYPOWE** |
| Czas pojedynczej konwersji | Vin = 3.3 V  IN = 1.28 V | 0.5 SEC |
| Zużycie energii | Vin = 3.3 V  IN = 1.28 V | 11 mW |

* 1. **Absolutnie maksymalne wartości pracy**

Przekroczenie wartości granicznych podanych poniżej może spowodować trwałe uszkodzenie urządzenia. Są to jedynie wartości graniczne obciążenia – nie należy zakładać, że urządzenie będzie działać poprawnie w tych warunkach. Długotrwałe narażenie na warunki graniczne może negatywnie wpłynąć na niezawodność urządzenia.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **MIN** | **MAX** | | **JEDNOSTKA** |
| Vin - GND | -0.1 | 3.8 | | V |
| IN (Wejście napięcia analogowego) | 0 | Vin | | V |
| MOD (tryb pracy) | GND – 0.1 | | Vin + 0.1 | V |

1. **Dokładny opis**
   1. **Diagram**



* 1. **Kontrola trybów pracy**

Urządzenie ADC obsługuje dwa tryby pracy: tryb wywołania (tryb pojedynczy) i tryb ciągły (tryb automatyczny). Tryb automatyczny jest domyślnym trybem modułu. Aby użyć trybu pojedynczej konwersji należy zewrzeć pin MOD z GND (+0V) *PRZED* włączeniem modułu; następnie go włączyć. W tym trybie ADC wykonuje jedną konwersję napięcia i wysyła ją za pomocą protokołu UART. Następnie MCU przechodzi w tryb oszczędzania energii. Aby ponowić konwersję należy zmienić logiczny stan pinu MOD. Nie zaleca się wyłączania całego układu. Jeśli pin podczas włączenia układu pin MOD pozostał rozłączony - moduł działa w trybie automatycznym, przesyłając dane przez protokół UART po każdej zakończonej konwersji napięcia wejściowego.

* 1. **Opis działania**
     + 1. Sygnał analogowy jest oczytywany bezpośrednio ze źródła.
       2. Wzmacniacz operacyjny w konfiguracji diffrence aplifier odejmuje napięcie sprzężenia zwrotnego od sygnału wejściowego. Tworzy to sygnał błędu pokazujący różnicę między wejściem a aktualnym wyjściem.
       3. Filtr dolnoprzepustowy działający jako integrator przetwarza sygnał błędu. Filtruje szum o wysokiej częstotliwości i wprowadza opóźnienie.
       4. Wzmacniacz operacyjny pełniący funkcję komparatora konwertuje zintegrowany sygnał na cyfrowe wyjście binarne. Powstałe wyjście cyfrowe służy zarówno jako wynik konwersji, jak i sprzężenie zwrotne dla ciągłej korekcji błędu.
       5. W między czasie co określoną ilość czasu procesor zlicza czas w który sygnał logicznym był wysokim i porównuje go do czasu całkowitego. Na podstawie tych danych przesyła obliczone napięcie wejściowe przez pin TX protokołem komunikacyjnym UART o baudzie 115200.

1. **Informacje dodatkowe**

Moduł został zaprojektowany w sposób umożliwiający elastyczne dostosowanie częstotliwości raportowania. W razie potrzeby można ją łatwo zwiększyć wyłącznie za pomocą zmian w oprogramowaniu, kosztem nieznacznego obniżenia dokładności przetwarzania. Takie podejście pozwala dostosować działanie modułu do konkretnych wymagań aplikacji – w zależności od priorytetu: szybkości odczytu lub precyzji pomiaru.

Wstępne testy wykazały, że udało się osiągnąć częstotliwość raportowania na poziomie 5 kHz przy dokładności około 0.03V.