**Dokumentacja techniczna układu ADC SAR**

**1. Opis funkcjonalności**

Układ realizuje konwersję analogowo-cyfrową metodą sukcesywnej aproksymacji (SAR – *Successive Approximation Register*), bez wykorzystania gotowego przetwornika ADC. Projekt spełnia wymagania konkursowe dotyczące zakresu napięcia, szybkości przetwarzania, rozdzielczości oraz formy prezentacji wyników.

* Mierzalny zakres napięcia: 0–3 V
* Rozdzielczość: przynajmniej 12 bitów (4096 poziomów kwantyzacji).
* Szybkość przetwarzania: przynajmniej 2 pomiary/s (w trybie automatycznym).
* Tryby pracy:
  + Wyzwalany: Aktywowany sygnałem cyfrowym (pin external\_trigger).
  + Automatyczny: Pomiary w pętli z częstotliwością 2 Hz lub większą (zostanie doprecyzowane w drugim etapie konkursu przy testach układu).
* Interfejs komunikacyjny:
  + UART (CON2): Domyślny interfejs do przesyłu danych pomiarowych.
  + SWD (CON1): Wykorzystywany do programowania i debugowania mikrokontrolera oraz przesyłu danych do komputera
* Zasilanie: 3.3 V DC (±5%).

**2. Opis bloków układu**

2.1 Mikrokontroler STM32C011

* Funkcje:
  + Generacja sygnału PWM o częstotliwości 10 kHz i rozdzielczości 12 bitów.
  + Analiza sygnału z komparatora w algorytmie SAR.
  + Komunikacja przez UART lub SWD.
* Kondensator C5 (100 nF): Zapewnia stabilizację napięcia zasilania (zgodnie z dokumentacją producenta).

2.2 Tranzystor MOSFET (Q1 – IRLML6344TRPBF)

* Dobór komponentu: Niski opór przejścia (R\_DS(on) = 0.06 Ω), szybkie przełączanie (t\_rise = 35 ns).
* Funkcja: Przełącza napięcie odniesienia (3 V) w rytm sygnału PWM.
* Zabezpieczenia:
  + Rezystor R3 (10 kΩ) – pull-down na bramce.
  + Rezystor R2 (47 Ω) – ograniczenie prądu bramki.

2.3 Filtr dolnoprzepustowy (R4, C4)

* Parametry: Częstotliwość graniczna f\_c = 1/(2πRC) ≈ 3.4 Hz.
* Funkcja: Wygładza sygnał PWM do postaci analogowej.

2.4 Komparator (U1 – LMV761MF\_NOPB)

* Parametry:
  + Czas odpowiedzi: t\_response = 1.2 μs.
  + Napięcie offsetu: V\_os = ±0.5 mV.
* Kondensator C7 (100 nF): Stabilizacja zasilania (zalecenie dokumentacji).

2.5 Źródło napięcia odniesienia (IC1 – MCP1501-30E\_SN)

* Dokładność: 3.0 V ±0.1% (w zakresie temperatury -40°C do +125°C).
* Filtracja: Kondensatory C2 (2.2 μF), C3 (2.2 μF), C1 (1 nF) oraz rezystor R1 (50 Ohm) – redukcja szumów (wymagane/zalecane w dokumentacji)

2.6 Interfejsy komunikacyjne

* CON1 (SWD): Połączenie NRST, SWDIO, SWCLK – do programowania/debugowania oraz przesyłu danych do komputera.
* CON2 (UART): Piny TX, RX – transmisja danych do komputera.

3. Analiza działania układu

1. Generacja PWM: Mikrokontroler generuje sygnał PWM o zmiennym wypełnieniu
2. Sterowanie MOSFET: Sygnał PWM moduluje napięcie odniesienia (3 V).
3. Filtracja: Sygnał PWM jest wygładzany do postaci stałej wartości analogowej.
4. Porównanie napięć: Komparator sprawdza relację między napięciem wejściowym a wygenerowanym napięciem odniesienia.
5. Aproksymacja SAR: Mikrokontroler iteracyjnie dostosowuje wypełnienie PWM, aż do uzyskania zgodności z napięciem wejściowym.
6. Przesył danych: Wynik konwersji (12-bitowa wartość) jest wysyłany przez UART lub SWD do komputera.

4. Weryfikacja parametrów

* (fragment zostanie dodadny w drugim etapie konkursu)

5. Podsumowanie

Układ realizuje konwersję ADC z rozdzielczością 12 bitów i szybkością 2 pomiary/s, spełniając wszystkie wymagania konkursowe. Zastosowanie precyzyjnego źródła napięcia odniesienia (MCP1501) oraz komparatora o niskim offsetcie (LMV761) gwarantuje dokładność pomiarów.

Ponad to wbudowany przetwornik ADC mikrokontrolera stm32c011 nie jest wykorzystywany co spełnia założenia regulaminu.

6. Załączniki i repozytorium

* Repozytorium GitHub: <https://github.com/MFil2137/pg-weti-konkurs>
* Załączniki:
  + Kosztorys.xlsx – szczegółowy koszt komponentów.
  + Schemat ideowy.pdf – pełny schemat połączeń (Altium Designer).
  + PCB layer stack.pdf – warstwy projektowanej płytki PCB.
  + Pcb front/back render.png – render zaprojektowanej płytki pcb z obu stron