

# Systemy wbudowane

## Lista zadań nr 3

28 i 29 października 2025

1. Zbuduj układ odtwarzający wybraną melodię (minimum pół minuty) zapisaną w postaci nut. Nutą będziemy nazywać parę złożoną z tonu dźwięku (C, D, E, F, G...) i jego długości (cała nuta, półnuta, ćwierćnuta...). Pauzę (przerwę pomiędzy dźwiękami) również można traktować jako nutę. Melodia ma być zapisana w tablicy w pamięci programu (czyli pamięci flash) i nie kopiowana do RAM. Dźwięk należy wyprowadzić za pomocą brzęczyka podłączonego do wybranego pinu GPIO.
2. Zmierz za pomocą ADC napięcie zasilające. Aby to osiągnąć, ustaw napięcie referencyjne (Aref) na napięcie zasilające, zaś multiplexer ADC skonfiguruj, aby mierzyć wbudowane napięcie referencyjne 1,1 V. Wyliczaj w programie wartość napięcia zasilającego (w woltach) i wypisuj przez UART. Prawidłowa wartość wynosi około 4,5 V do 5 V. Rozszerz program, aby zapalał i gasił diodę LED pomiędzy pomiarami. Czy wpływa to na mierzoną wartość? (Wynik eksperymentu może zależeć od użytego komputera!)
3. Napisz program, który będzie zmieniał jasność świecenia diody LED w zależności od ustawienia potencjometru. Zmianę jasności diody należy zrealizować przez zmianę proporcji czasu zapalenia i zgaszenia diody. Wyłącz diodę LED na czas wykonywania pomiaru nastawy potencjometru przez ADC. Częstotliwość próbkowania potencjometru dobierz tak, aby czas reakcji wydawał się natychmiastowy, a migotania diody wywołanego jej gaszeniem nie dało się dostrzec.

Pamiętaj, że postrzeganie jasności przez oko ludzkie jest logarytmiczne – jeśli jasność będzie zmieniana liniowo, kręcenie potencjometrem w przedziale niskiej jasności będzie wywoływać większe percepcyjne zmiany jasności, niż w przedziale wysokiej jasności. Skoryguj ten efekt używając funkcji wykładniczej: wykorzystaj przesunięcie bitowe, stabilizowane wartości funkcji wykładniczej albo połączenie obu technik. Nie używaj do tego funkcji `exp` ani typów `float` i `double`.

4. Termistor NTC zmienia rezystancję w zależności od temperatury. Jego rezystancja zależy od temperatury wzorem  $R = R_0 e^{-B(T_0^{-1} - T^{-1})}$ , gdzie:
  - $R_0$  to rezystancja termistora w (dowolnie wybranej) temperaturze  $T_0$  (w kelwinach),
  - $T$  to bieżąca temperatura termistora (w kelwinach),
  - $B$  to tak zwana stała termistora.

Mierz rezystancję termistora przez ADC wykorzystując dzielnik napięcia. Pamiętaj, że zależność napięcia dzielnika od rezystancji termistora nie jest liniowa. Wykonując pomiary w znanych temperaturach określ stałą  $B$  swojego termistora – jej wartość będzie w zakresie 3000 K do 5000 K (prawdopodobnie około 4000 K), ale dla różnych termistorów może być różna. Możesz wykorzystać fakt, że termistor z zestawu powinien mieć rezystancję około 4.7 kΩ w temperaturze 25 °C.

Napisz program, który będzie regularnie (np. co 1 sekundę) mierzyl rezystancję termistora i wypisywał na standardowe wyjście wynik pomiaru temperatury (w stopniach Celsjusza).