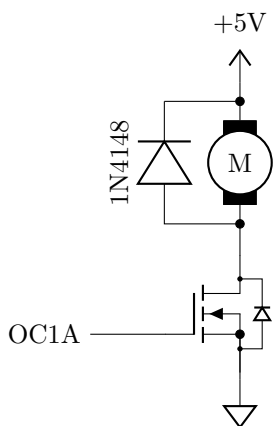


Systemy wbudowane

Lista zadań nr 11

20 i 21 stycznia 2026

1. Zbuduj następujący układ sterujący silnikiem prądu stałego wykorzystujący tranzystor MOSFET IRF520¹:



Należy sterować prędkością obrotową silnika przy użyciu sygnału PWM o (wybranej) częstotliwości z zakresu 500 Hz – 1 kHz. Do sterowania wypełnieniem sygnału PWM (i tym samym prędkością silnika) należy zastosować potencjometr odczytywany przez ADC.

2. Wykorzystaj tryb *Phase and Frequency Correct PWM* licznika 1 (z ICR1 jako wartość skrajna TOP), aby sterować silnikiem tak, jak w zadaniu 1. W tym trybie licznik pracuje dwukierunkowo – wartość licznika na przemian narasta do wartości maksymalnej i maleje do wartości minimalnej. Jedną z zalet tego trybu jest to, że wartości skrajne są osiągane w środkowym momencie impulsu fali prostokątnej, co można wykorzystać, aby w tych momentach uruchamiać pomiary przetwornika ADC i mierzyć parametry pracy silnika poprzez wykonywanie pomiaru napięcia w węzle pomiędzy silnikiem a tranzystorem MOSFET. Wiemy z wykładu, że:

- W okresie, gdy tranzystor jest zamknięty, można zmierzyć siłę elektromotoryczną silnika. Napięcie na silniku (różnica 5V i zmierzonego napięcia) jest liniowo proporcjonalne do prędkości obrotowej silnika.
- W okresie, gdy tranzystor jest otwarty, można zmierzyć prąd płynący przez silnik. Ponieważ otwarty tranzystor MOSFET pełni rolę rezystora, napięcie na tranzystorze (zmierzone napięcie) jest liniowo proporcjonalne do wartości prądu płynącego przez silnik, a więc i momentu obrotowego silnika.

Wykorzystaj odpowiednie przerwania (OVF i CAPT), aby uruchamiać przetwornik ADC w środku czasu otwarcia oraz w środku czasu zamknięcia tranzystora MOSFET. Wyniki pomiarów (w jednostce mV) wypisuj na UART.

3. Wykorzystaj układ sterownika silnika prądu stałego L293D² do sterowania silnikiem w obu kierunkach. Silnik należy podłączyć zgodnie ze schematem z rysunku 10 z noty katalogowej (Bidirectional DC Motor Control), diody występujące na schemacie należy pominąć (układ L293D posiada wbudowane diody). Nieprawidłowe podłączenie zasilania może **uszkodzić** układ! Podobnie jak w zadaniu 1, prędkość obrotowa powinna być ustawiana przez potencjometr, jego skrajne ustawienia powinny oznaczać maksymalną prędkość obrotową w przeciwnych kierunkach.

4. Napisz program, który używając sygnału PWM będzie sterował serwem modelarskim. W serwie z zestawu czerwony przewód to zasilanie +5V, czarny to masa, biały to sygnał sterujący. Wychylenie serwa jest proporcjonalne do wypełnienia sygnału PWM, należy zastosować częstotliwość ok. 50 Hz (20 ms pomiędzy impulsami). Docelowa pozycja serwa ma być zadana przez potencjometr odczytywany przez ADC.

Należy unikać skrajnych wartości wychylenia – serwo z zestawu nie jest zabezpieczone przed wychyleniem poza zakres, można w ten sposób **uszkodzić** serwo. Należy ustalić, jakie wartości wypełnienia odpowia-

¹<https://www.vishay.com/docs/91017/91017.pdf>

²<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/l293.pdf>

dają skrajnym wychyleniom serwa i tak skalować wejście z potencjometru, aby jego skrajne ustawienia odpowiadały skrajnym ustawieniom serwa.

Uwaga – serwo pobiera dużą ilość prądu w momencie nagłej zmiany prędkości. Należy podłączyć kondensator $100\mu\text{F}$ pomiędzy zasilaniem i masą serwa, aby uniknąć nieprzewidzianych resetów układu. Kondensator $100\mu\text{F}$ jest spolaryzowany – nieprawidłowe podłączenie **uszkodzi** go.

