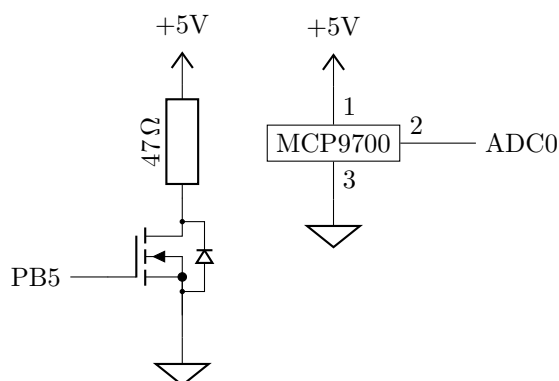


# Systemy wbudowane

## Lista zadań nr 11

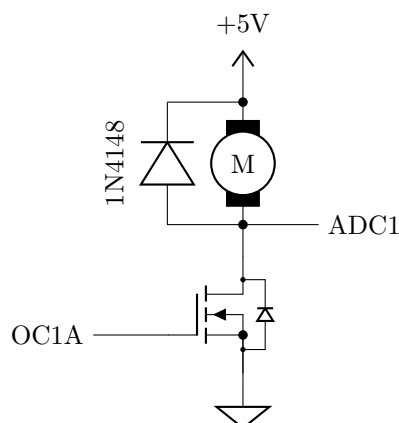
14-15 stycznia 2019

1. (2 pkt) Zbuduj układ ze scalonym czujnikiem temperatury MCP9700<sup>1</sup>, tranzystorem MOSFET IRF520<sup>2</sup> i rezystorem 47  $\Omega$  (lub dwoma połączonymi równolegle), taki, jak w zadaniu z listy zadań nr 8. Pamiętaj o prawidłowym podłączeniu czujnika temperatury – nóżka nr 1 jest pierwszą od lewej, patrząc na płaską, opisaną część obudowy układu. Nieprawidłowe podłączenie **uszkodzi** układ!



Wykorzystaj umieszczoną na SKOS bibliotekę sterownika PID do stabilizacji temperatury. Program powinien umożliwiać zmianę docelowej temperatury, np. poprzez UART. Współczynniki PID należy dostroić, aby nie występowała stabilna oscylacja (dopuszczalne jest niewielkie dzwonienie). Współczynniki PID można uzyskać np. metodą Zieglera-Nicholsa<sup>3</sup>:

- Nastawić współczynniki I oraz D na 0;
  - Zwiększać współczynnik P, aż zaobserwuje się stabilną oscylację temperatury;
  - Zanotować współczynnik P dla którego następują oscylacje ( $K_u$ ) oraz okres oscylacji ( $T_u$ ) mierzony w okresach próbkowania;
  - Dobrać współczynniki  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  zgodnie z tabelką na stronie Wikipedii, pamiętając, że  $K_i = \frac{K_p}{T_i}$  oraz  $K_d = K_p T_d$ .
2. (2 pkt) Zbuduj układ sterujący silnikiem prądu stałego wykorzystujący tranzystor MOSFET IRF520<sup>4</sup>, taki, jak w zadaniu 2 z listy zadań nr 10 (włącznie z pomiarem napięcia). Pamiętaj o prawidłowym podłączeniu diody zabezpieczającej – niewłaściwe podłączenie może spowodować **uszkodzenie mikrokontrolera**!<sup>5</sup>



<sup>1</sup><http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/20001942F.pdf>

<sup>2</sup><https://www.vishay.com/docs/91017/91017.pdf>

<sup>3</sup>[https://en.wikipedia.org/wiki/Ziegler%E2%80%93Nichols\\_method](https://en.wikipedia.org/wiki/Ziegler%E2%80%93Nichols_method)

<sup>4</sup><https://www.vishay.com/docs/91017/91017.pdf>

<sup>5</sup><https://www.maximintegrated.com/en/glossary/definitions.mvp/term/Inductive%20Kickback/gpk/175>

Wykorzystaj tryb *Phase and Frequency Correct PWM*. Pomiary wykonywane w środku czasu zamknięcia tranzystora wykorzystaj do szacowania prędkości obrotowej. Pamiętaj, że w tym układzie napięcie to będzie **maleć** wraz ze wzrostem prędkości! Dla zatrzymanego silnika napięcie będzie równe 5 V.

Wykorzystaj umieszczoną na SKOS bibliotekę sterownika PID do stabilizacji prędkości obrotowej. Sterownik PID powinien na podstawie zmierzonego napięcia silnika sterować wypełnieniem sygnału PWM podawanego na bramkę tranzystora MOSFET. Docelowa prędkość obrotowa powinna być nastawiana za pomocą potencjometru (pomiar napięcia potencjometru można wykonać po pomiarze napięcia silnika). Współczynniki PID należy dostroić, aby nie występowała stabilna oscylacja; dopuszczalne jest strojenie ręczne.

Prawidłowo zaprogramowany sterownik powinien przeciwstawiać się obciążaniu silnika przez zwiększanie czasu otwarcia tranzystora MOSFET. W efekcie przy nastawionych małych prędkościach obrotowych zatrzymanie silnika palcami powinno być trudniejsze, niż przy sterowaniu bez stabilizacji prędkości obrotowej.