

Politechnika Łódzka
Katedra Mikroelektroniki i Technik Informatycznych

Laboratorium Elektroniki Przemysłowej:
Komputery i Sterowniki Przemysłowe

Tytuł Ćwiczenia:
Regulator Temperatury

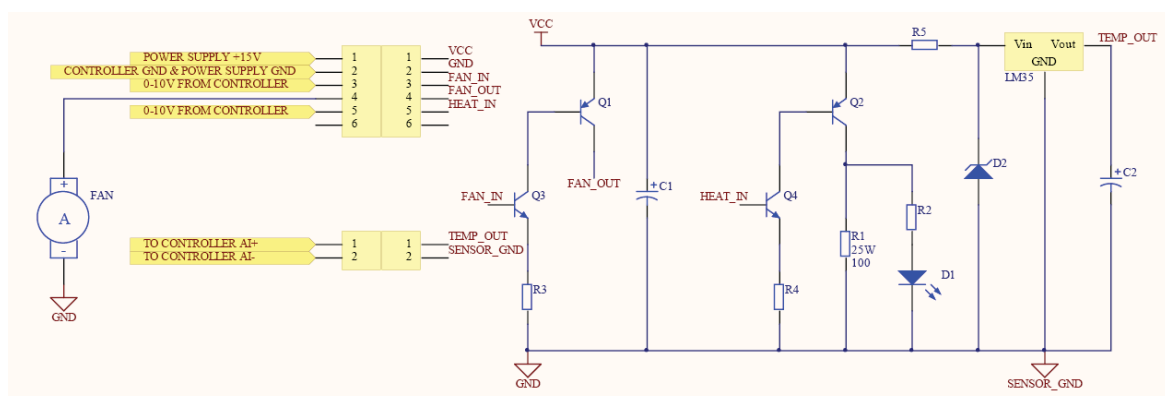
Opracował:
Piotr Zając

REGULATOR TEMPERATURY

1. Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest regulacja temperatury rezystora dla zadanej wartości z wykorzystaniem wbudowanego bloku PID sterownika PLC. Sterowanie temperaturą odbywa się poprzez sterowanie mocą wydzielaną w rezystorze oraz poprzez sterowanie obrotami wentylatora.

2. Schemat i opis układu.



Tranzystory Q3 i Q4 działają jak źródła prądowe zasilające bazy tranzystorów Q1 i Q2, które z kolei sterują prądem wentylatora oraz prądem rezystora grzejnego. Układ sterujący wentylatorem jest skonstruowany w ten sposób, że umożliwia płynne sterowanie obrotów wentylatora w zależności od napięcia 0-10 V podanego na bazę tranzystora Q3. Stąd konieczność zastosowania radiatora na tranzystorze, ponieważ przy połowicznym jego wysterowaniu będzie wydzielać się na nim dość znaczna moc. Z kolei układ rezystora grzejnego jest przystosowany do pracy w trybie PWM, czyli tranzystor Q4 powinien pracować jako klucz, natomiast nie powinien nigdy pracować w zakresie pracy liniowej. Dioda LED służy do sygnalizacji prądu przepływającego przez rezystor grzejny. Dioda Zenera służy do stabilizacji napięcia zasilania czujnika temperatury, gdyż waha się ono w zależności od sygnału PWM w wyniku poboru dość znacznego prądu przez rezystor grzejny. Napięcie wyjściowe z czujnika temperatury jest stabilizowane przez kondensator C2.

Opis wyprowadzeń układu.

Kolor przewodu	Opis
czerwony	+15V
niebieski	GND
biały	sterowanie rezystora (0-10V)
żółty	sterowanie wentylatora (0-10V)
brązowy	wyjście czujnika temp. rezystora
zielony	GND czujnika temp. rezystora

3. Wskazówki dotyczące uruchomienia układu.

Przed podłączeniem układu do zasilacza należy upewnić się, że przewody podłączone są do napięcia stałego +15V z przodu zasilacza.

Sprawdzić, czy masa sterownika jest zwarta z masą zasilacza oraz z „minusami” wejść i wyjść analogowych sterownika. Wyjątkiem jest tutaj „minus” wejścia analogowego służącego do odczytu temperatury rezystora, który należy podłączyć do zielonego przewodu, ale nie zwierać na tablicy z masą sterownika.

W celu ujednoczenia połączeń i programów pisanych przez poszczególne grupy studentów zaleca się następujące wykorzystanie wejść/wyjść sterownika:

sterowanie wentylatora (0-10V)	wyjście analog. 1
sterowanie rezystora (0-10V)	wyjście analog. 2
wyjście czujnika temp. rezystora	wejście analog. 2

Wyjście czujnika temperatury zewnętrznej jest podłączone na stałe do wejścia analogowego 1.

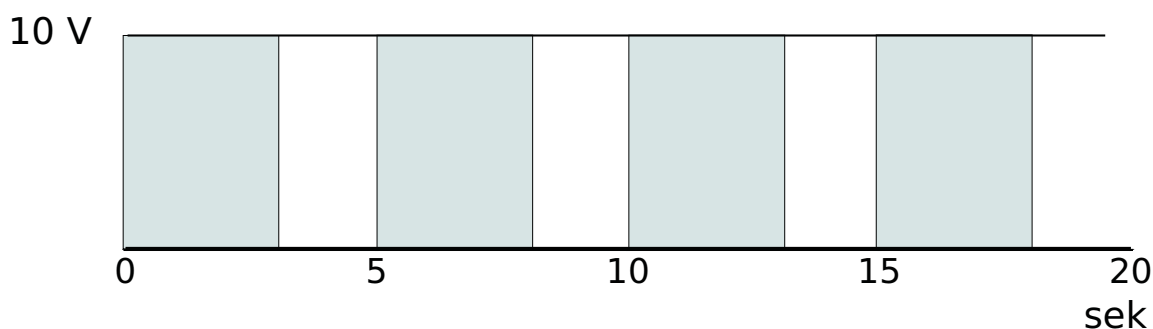
Uwaga: nazwa wejście analogowe 1 dotyczy nazwy na tablicy, wewnątrz sterownika wejście to nie musi nazywać się %AI1, zależy to od konfiguracji sterownika. To samo dotyczy innych wyjść i wejść analogowych.

Wskazówki dotyczące sterowania układem.

Sterowanie prądem rezystora.

Regulację mocy wydzielanej w rezystorze należy zrealizować poprzez odpowiednie sterowanie sygnałem PWM ze sterownika. W celu generacji sygnału PWM należy wykorzystać jedno z wyjść analogowych sterownika. Uwaga: pomimo wykorzystywania wyjścia analogowego, nie wolno podawać na wyjście wartości innych niż skrajne (0 i 10V) ponieważ grozi to przegrzaniem tranzystora kluczującego rezystor. Należy przyjąć okres sygnału PWM równy 5 sekund. Wypełnienie sygnału należy regulować tak, aby uzyskać żądane ogrzewanie rezystora. Ogrzewanie rezystora jest sygnalizowane poprzez świecenie diody LED.

Przykład sygnału PWM o wypełnieniu 60%:



Maksymalna moc wydzielana w rezystorze to około 2,25 W. Moc jest proporcjonalna do wypełnienia, a

więc na przykład połowa mocy maksymalnej występuje dla wypełnienia 50%.

Sterowanie obrotami wentylatora.

Regulację mocy wydzielanej w rezystorze należy zrealizować poprzez odpowiednie sterowanie sygnałem 0-10V ze sterownika. W celu generacji sygnału 0-10V należy wykorzystać jedno z wyjść analogowych sterownika.

Uwaga, wentylator zaczyna się obracać dopiero przy pewnym niezerowym napięciu podanym ze sterownika, należy tę wartość zmierzyć doświadczalnie. Również maksymalne obroty wentylator osiąga przy napięciu niższym niż 10V, również należy znaleźć tę wartość doświadczalnie. Między tymi wartościami zależność między napięciem a obrotami jest w przybliżeniu liniowa.

Odczyt temperatury zewnętrznej.

Temperatura zewnętrzna jest mierzona za pomocą specjalnego układu z wyjściem 0-10 V, przy czym zakres mierzonych temperatur wynosi od 0 do 40°C. Zależność między temperaturą a napięciem jest liniowa. W celu odczytu sygnału 0-10V należy wykorzystać jedno z wejść analogowych sterownika.

Odczyt temperatury rezystora.

Temperatura zewnętrzna jest mierzona za pomocą układu LM35, zakres mierzonych temperatur wynosi od 0 do 100 stopni. Zależność między temperaturą a napięciem jest liniowa i wynosi 10 mV/°C. Na przykład, temperaturze 40°C odpowiada napięcie 0,4 V. W celu odczytu napięcia wyjściowego układu LM35 należy wykorzystać jedno z wejść analogowych sterownika.

Plan zajęć

ĆWICZENIE 1

Zadania do wykonania w czasie pierwszych zajęć:

Płynna regulacja obrotów wentylatora za pomocą suwaka na panelu LCD.

Sterowanie PWM rezystora grzejnego. Do wyboru (z panelu LCD) powinno być 6 trybów pracy, czyli odpowiednio 0, 1, 2, 3, 4 lub 5 sekund grzania na całkowity okres sygnału równy 5 sekund.

Odczyt temperatury zewnętrznej i jej wyświetlenie na panelu LCD z dokładnością do dziesiątych części stopnia.

Odczyt temperatury rezystora i jej wyświetlenie na panelu LCD z dokładnością do dziesiątych części stopnia. Uwaga, odczyt temperatury rezystora powinien odbywać się raz na początku okresu sygnału PWM, czyli co 5 sekund.

Wskazówki „krok po kroku” do punktu 1.

- w programie Astraada HMI otwieramy projekt o nazwie „program_do_cwiczenia.pm2”. Program składa się z obiektu typu „slide bar” do sterowania wentylatorem, menu do wyboru trybu grzania oraz

dwóch pól wyświetlających temperaturę zewnętrzną oraz temperaturę rezystora.

- rejestry sterownika odpowiadające odpowiednim obiektom na panelu są następujące: dla sterowania wentylatorem rejestr R1, dla wyboru trybu grzania rejestr R3, dla temperatury zewnętrznej rejestr R9 oraz dla temperatury rezystora rejestr R11. Należy pamiętać, że dwie ostatnie zmienne są typu REAL, a więc zajmują również rejestry R10 oraz R12.

- wgrywamy program do panela a następnie odłączamy panel od portu COM komputera i w zamian podłączamy sterownik. Dalsze podpunkty wykonujemy wyłącznie w programie sterownika.

- w konfiguracji sterownika jako Port2 należy wybrać RS485 a następnie zdefiniować parametry komunikacji. Protokół komunikacji to RTU, a jego parametry to 19200, Odd, 1. Adres sterownika („Station Adress”) powinien wynosić 5.

- tworzymy zmienną typu INT, przyporządkowując ją do rejestru, który wykorzystaliśmy w poprzednim podpunkcie, czyli rejestr R1. Ponieważ będzie to zmienna, do której będzie zapisywany stan suwaka z panela, można nazwać ją „suwak”.

- tworzymy zmienną typu INT, przyporządkowując ją do pierwszego wyjścia analogowego (domyślnie powinno to być wyjście o numerze AQ13). Ponieważ wyjście to steruje wentylatorem, zmienną można nazwać „wentylator”

- w programie sterownika wstawiamy obiekt typu „MOVE_INT”, który będzie przysyłał daną z rejestru na wyjście analogowe. Wobec tego do lewego dolnego wyprowadzenia obiektu przypisujemy naszą zmienną „suwak”, a do prawego dolnego zmienną typu „wentylator”. Należy pamiętać o podłączeniu lewego górnego wyprowadzenia do lewej szyny zasilającej.

- wgrywamy program do sterownika

- manipulując suwakiem na panelu sprawdzamy czy zmieniają się obroty wentylatora

Wskazówki „krok po kroku” do punktu 2.

- wykorzystać timer dziesiątych części sekund to generacji okresowego sygnału sekundowego zerującego się po 5 sekundach.

- w czasie jednego okresu załączać rezystor na x sekund gdzie x jest numerem aktualnego trybu pracy. Dalszą część punktu 2 należy wykonać samodzielnie, wzorując się na punkcie 1.

Wskazówki „krok po kroku” do punktu 3.

- tworzymy zmienną typu REAL, przyporządkowując ją do rejestru zgodnym z odpowiednim polem na panelu, czyli rejestru R9. Zmienna ta będzie odpowiadać temperaturze, a zatem można nazwać ją „temp”.

- tworzymy zmienną typu INT, przyporządkowując ją do pierwszego wejścia analogowego (domyślnie powinno to być wejście o numerze AI20). Ponieważ wejście to jest podłączone to czujnika temperatury, zmienną można nazwać „czujnik”.

- tworzymy zmienną typu REAL, przyporządkowując ją do dowolnego wolnego rejestru. Zmienna ta będzie odpowiadać zmiennej z poprzedniego podpunktu, z tą różnicą, że będzie przekonwertowana na liczbę rzeczywistą. Zmienną można nazwać „czujnik_real”. Uwaga: należy pamiętać o tym, że zmienna typu REAL zajmuje dwa rejestry w pamięci sterownika.

- w programie sterownika wstawiamy obiekt typu „INT_TO_REAL”, który będzie konwertował daną z wejścia analogowego na typ REAL. Wobec tego do lewego dolnego wyprowadzenia obiektu przypisujemy naszą zmienną „czujnik”, a do prawego dolnego zmienną typu „czujnik_real”. Należy pamiętać o podłączeniu lewego górnego wyprowadzenia do lewej szyny zasilającej.
- w programie sterownika wstawiamy obiekt typu „DIV_REAL”, który będzie obliczał temperaturę na podstawie wartości odczytanej z wejścia analogowego. Wobec tego do lewego środkowego wyprowadzenia obiektu przypisujemy naszą zmienną „czujnik_real”, a do prawego dolnego zmienną typu „temp”. Do lewego dolnego wyprowadzenia, czyli dzielnika, należy przypisać stałą, obliczoną samodzielnie z proporcji. Należy pamiętać o podłączeniu lewego górnego wyprowadzenia do lewej szyny zasilającej.
- wgrywamy program do sterownika
- sprawdzamy, czy na panelu wyświetlana jest poprawna wartość temperatury.

Wskazówki „krok po kroku” do punktu 4.

Punkt 4 należy wykonać samodzielnie, wzorując się na punkcie 3.

ĆWICZENIE 2

Zadania do wykonania w czasie drugich zajęć:

Regulacja temperatury rezystora z wykorzystaniem bloczka PID.

Wybór żądanej temperatury powinien być możliwy za pomocą suwaka na panelu LCD (zakres ustawialnych temperatur 20-60 stopni).

Regulacja temperatury powinna się odbywać poprzez automatyczny wybór trybu pracy sygnału PWM. Wentylator powinien być włączany wyłącznie wtedy, jeżeli temperatura zadana jest o 5 stopni mniejsza niż aktualna temperatura rezystora.

Wskazówki „krok po kroku:

- w programie Astraada HMI otwieramy projekt o nazwie „program_do_cwiczenia2.pm2”. Program składa się z obiektu typu „slide bar” do wyboru żądanej temperatury oraz dwóch pól wyświetlających temperaturę zewnętrzną oraz temperaturę rezystora. Dodatkowo, wyświetla również dane pomocnicze, tzn. cykl sekund oraz sygnalizuje czy włączone jest grzanie i wentylator.
- rejestry sterownika odpowiadające odpowiednim obiektom na panelu są następujące: dla temperatury zadanej rejestr R16, dla temperatury zewnętrznej rejestr R9 oraz dla temperatury rezystora rejestr R11. Należy pamiętać, że dwie ostatnie zmienne są typu REAL, a więc zajmują również rejestry R10 oraz R12. Sekundy powinny być przechowywane w rejestrze R4, natomiast zmienne boolowskie sygnalizujące czy włączone jest grzanie i wentylator są przyporządkowane odpowiednio wyjściom Q20 i Q21.
- wgrywamy program do panela a następnie odłączamy panel od portu COM komputera i w zamian podłączamy sterownik. Dalsze podpunkty wykonujemy wyłącznie w programie sterownika.
- otwieramy projekt programu sterownika z poprzednich zajęć i usuwamy obiekty realizujące ręczne sterowanie wentylatorem i grzaniem

- tworzymy zmienną typu INT, przyporządkowując ją do rejestru, który odpowiada suwakowi na panelu, czyli R16. Zmienna ta będzie zawierała zadaną temperaturę, a więc można nazwać ją „temp_zadana”.

- w programie sterownika wstawiamy obiekt typu „PID_IND” czyli bloczek PID realizujący regulację. Jako wewnętrzną zmienną bloku PID należy podać zmienną typu WORD o rozmiarze 40 (rozmiar tablicy można ustawić we właściwościach zmiennej).

Jako wejście PV podajemy aktualną temperaturę rezystora (należy wcześniej przekonwertować ją na typ INT). Jako wartość zadaną (SP) wpisujemy zmienną „temp_zadana”. Tworzymy nową zmienną typu INT o nazwie „wyjscie_PID” i podajemy ją na wyjście CV.

Pozostałe wejścia bloczka PID nie będą używane. Wejścia UP i DN można podłączyć do lewej szyny zasilającej, natomiast wejście MA można podłączyć do lewej szyny zasilającej poprzez kontakt normalnie otwarty (NOCON).

- wgrywamy program do sterownika

- W trybie online i przy uruchomionym programie klikamy na bloczek PID prawym przyciskiem myszy i wybieramy „Tuning”. W pierwszym kroku należy ustawić następujące parametry: Upper Clamp = 100, Lower Clamp = -100, a stałą proporcjonalną (wzmocnienie) ustawić na 1. Nie należy zapomnieć o wciśnięciu przycisku „Update Controller” a następnie „Update Project”.

- manipulując suwakiem na panelu obserwujemy wyjście bloczka PID. Na podstawie obserwacji, należy napisać program dla sterownika tak, aby wykorzystać wyjście bloczka PID do sterowania grzaniem rezystora. W tym celu można zmieniać parametry obiektu PID_IND takie jak Upper Clamp, Lower Clamp, stałą proporcjonalną i stałą całkowania oraz oczywiście dodawać odpowiednie nowe obiekty w celu konwersji wyjścia PID na sygnał sterujący PWM.