

Ćwiczenie nr 6. Regulacja temperatury, identyfikacja parametrów dynamicznych obiektu.

Cel ćwiczenia: Zapoznanie się z metodami badania i analitycznego wyznaczania parametrów dynamicznych obiektów rzeczywistych na przykładzie mikrotermostatu oraz z metodami symulacyjnymi umożliwiającymi eksperymentalne wyznaczanie parametrów dynamicznych obiektów

UWAGA

Temperatura mikrotermostatu może być nastawiana w zakresie od temperatury otoczenia ($temp_{min}$) do ok. $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($temp_{max}$). W trakcie eksperymentów nie należy dotykać metalowych elementów mikrotermostatu, ponieważ w czasie pracy mogą się one nagrzewać do temperatury ok. $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Wszystkie wyniki zapisywać na dysku Dane E:

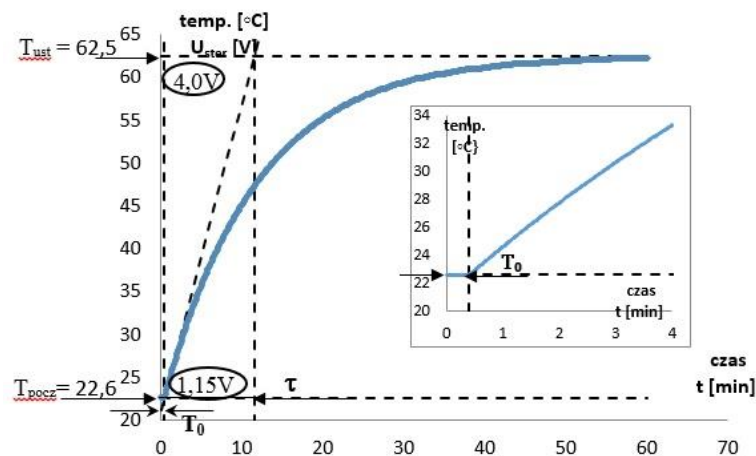
Program i przebieg ćwiczenia:

1. Wyznaczenie odpowiedzi skokowej obiektu rzeczywistego

1.1. Zarejestrować odpowiedź skokową obiektu tj. temperaturę mikrotermostatu w funkcji czasu jako odpowiedź na skokową zmianę napięcia sterującego grzejnika U_{ster} .

- Uruchomić program L1_char_grz.exe (Pulpit, zakładka *Lab Jack*, folder *Ch-ka grzania*). Zaznaczyć domyślnie proponowaną bibliotekę „lvStorage.dll”, zatwierdzamy OK
- Ustawić czas próbkowania na 100ms.
- Po „naciśnięciu” przycisku START na ekranie wirtualnego przyrządu uruchomić rejestrację. Należy rejestrować przebieg ok. 60 min.
- „Naciśnięcie” przycisku STOP zatrzymuje działanie przyrządu, dane pomiarowe zapisywane są automatycznie do pliku tekstowego E:\Now@\Charakterystyka_grzania.lvm. Dane te mogą być importowane do arkusza kalkulacyjnego do dalszej analizy.
- Wyznaczyć T_{pocz} , T_{ust} , K_{ob} , T_0 oraz τ . Jeśli w czasie rejestracji obiekt nie osiągnie wartości T_{ust} to można ją obliczyć ekstrapolując uzyskaną charakterystykę grzania obiektu.

Na Rys.1 przedstawiono przykładową odpowiedź obiektu na skokowo włączone napięcie $U_{ster} = 4.0\text{V}$. Na podstawie tej charakterystyki można wyznaczyć następujące parametry: wzmocnienie obiektu K_{ob} , opóźnienie T_0 oraz stałą czasową τ .



Rys. 1 Odpowiedź skokowa badanego obiektu.

Ćwiczenie nr 6. Regulacja temperatury, identyfikacja parametrów dynamicznych obiektu.

W przedstawionym przykładzie temperatura początkowa T_{pocz} wynosiła $22.6\text{ }^{\circ}\text{C}$, ustalona temperatura końcowa T_{ust} wynosiła $62.5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Odczytane z wykresu $T_0 = 24\text{ s}$ oraz $\tau = 690\text{ s}$. K_{ob} wyznaczamy z zależności:

$$K_{ob} = (T_{ust} - T_{pocz}) / (U_{ster} - 1.15)$$

W prezentowanym przykładzie $K_{ob} = (62.5 - 22.6) / (4.0 - 1.15) = 14\text{ }[^{\circ}\text{C/V}]$.

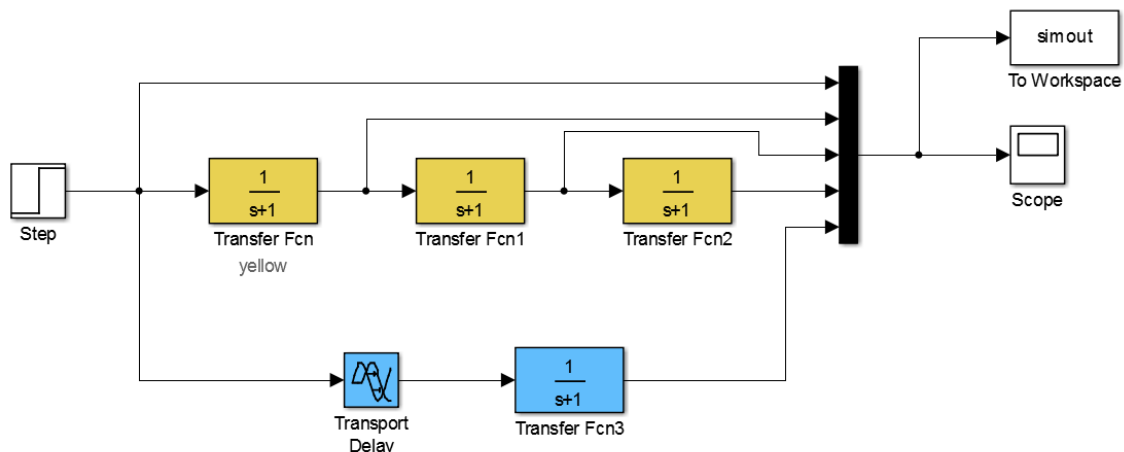
Wyznaczone parametry zostaną użyte do obliczenia nastaw regulatora PID.

2. Badania symulacyjne – Simulink

1.2. Dla obiektu inercyjnego wyższego rzędu (np. pieca, czujnika) o modelu zadanym przez prowadzącego dobrać eksperymentalnie model przybliżony w postaci łańcuchowego połączenia członu opóźniającego i członu inercyjnego pierwszego rzędu – wyznaczyć parametry zgodnie z modelem przedstawionym na Rys.2.

1.3. Wynik końcowy zapisać w postaci pliku danych, korzystając z funkcji – To Workspace. W parametrach bloku “To Workspace format danych (Save format) zmienić na Array” W oknie poleceń programu Matlab wpisać (**Wszystkie wyniki zapisywać na dysku Dane E:**)

```
>>A = [tout, simout];
>>save filename.xls A -ascii
```



Rys. 2 Struktura przykładowa umożliwiająca porównanie odpowiedzi skokowej obiektu: człon inercyjny 3-go rzędu (kolor żółty) z odpowiedzią skokową modelu przybliżającego: łańcuchowe połączenie członu opóźniającego i członu inercyjnego 1-go rzędu (kolor niebieski).

Wprowadzenie:

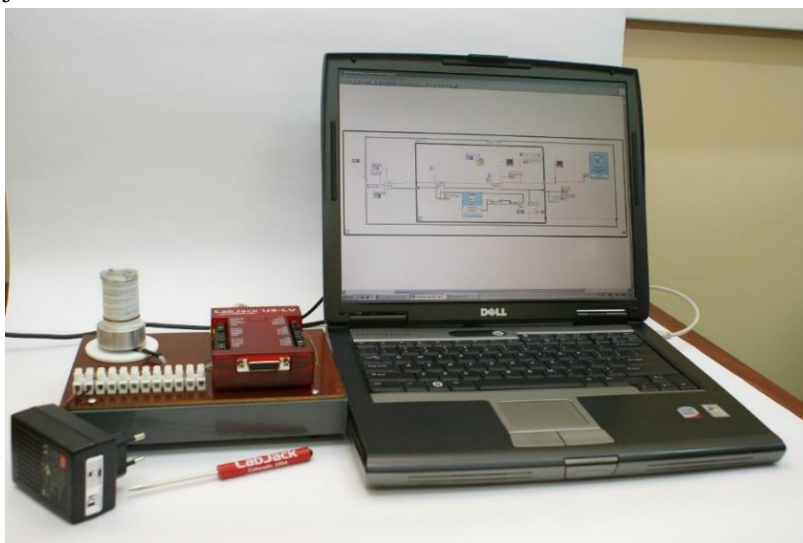
1. Opis obiektu badań

Na Rys.3 przedstawiono widok badanego mikrotermostatu. Komora robocza mikrotermostatu (1) podgrzewana jest sterowanym elektronicznie grzejnikiem (2). Komora robocza wraz z grzejnikiem stanowią obiekt regulacji. Zmianę zadawanej temperatury obiektu uzyskuje się poprzez dołączenie do wejścia grzejnika napięcia sterującego U_{ster} . Warunki pracy układu zostały tak dobrane, że dla napięcia U_{ster} mniejszego od 1.15 V grzejnik nie włącza się, a temperatura ustalona mikrotermostatu równa się temperaturze otoczenia. Dla maksymalnej wartości U_{ster} ok. 4.5 V w warunkach laboratoryjnych temperatura mikrotermostatu osiąga ok. $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Do pomiaru bieżącej temperatury obiektu użyto czujnika temperatury (3) typu LM335, który temperaturę mierzoną przetwarza na napięcie stałe; jego czułość wynosi $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Wyjście czujnika temperatury dołączone jest do wejścia przetwornika A/C w module pomiarowym LabJack (4). Zadawanie temperatury, obliczenie bieżącej temperatury mikrotermostatu

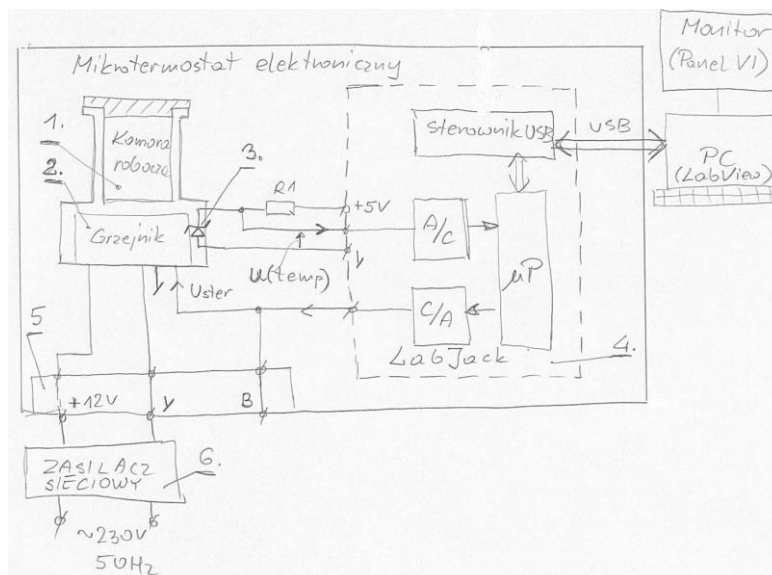
LABORATORIUM Z MIERNICTWA I AUTOMATYKI

Ćwiczenie nr 6. Regulacja temperatury, identyfikacja parametrów dynamicznych obiektu.

oraz obliczenie wymaganego napięcia sterującego U_{ster} grzejnika realizowane są programowo. Obliczona wartość wymaganego napięcia sterującego grzejnika podawana jest na wejście przetwornika C/A w module pomiarowym LabJack (4). Napięcie wyjściowe U_{ster} z przetwornika C/A dołączone jest do wejścia sterującego grzejnika (ozn. B na listwie zaciskowej 5). Zadawanie warunków pracy mikrotermostatu, obliczenia, sterowanie modulem pomiarowym LabJack (4) oraz rejestracja wartości wielkości charakteryzujących pracę mikrotermostatu realizowane są programowo w środowisku LabView. Komunikacja modułu pomiarowego z komputerem odbywa się poprzez łącze USB. Napięcie wyjściowe 12V zasilacza sieciowego (6) mikrotermostatu dołączone jest do odpowiednich zacisków listwy zaciskowej 5.



a



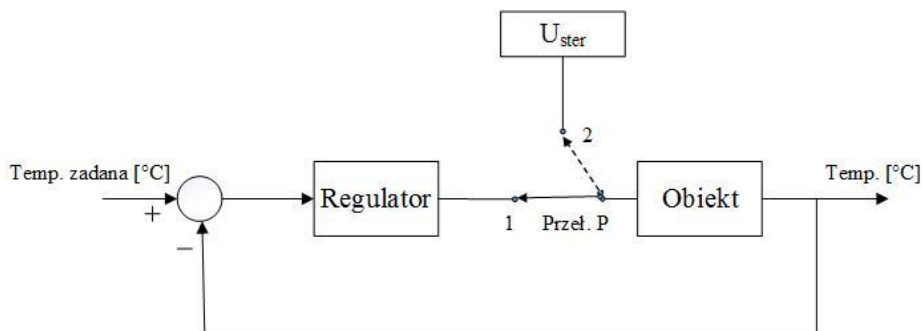
b

Rys. 3 Zdjęcie mikrotermostatu(a) i jego schemat blokowy(b).

Ćwiczenie nr 6. Regulacja temperatury, identyfikacja parametrów dynamicznych obiektu.

2. Tryby pracy mikrotermostatu i oprogramowanie

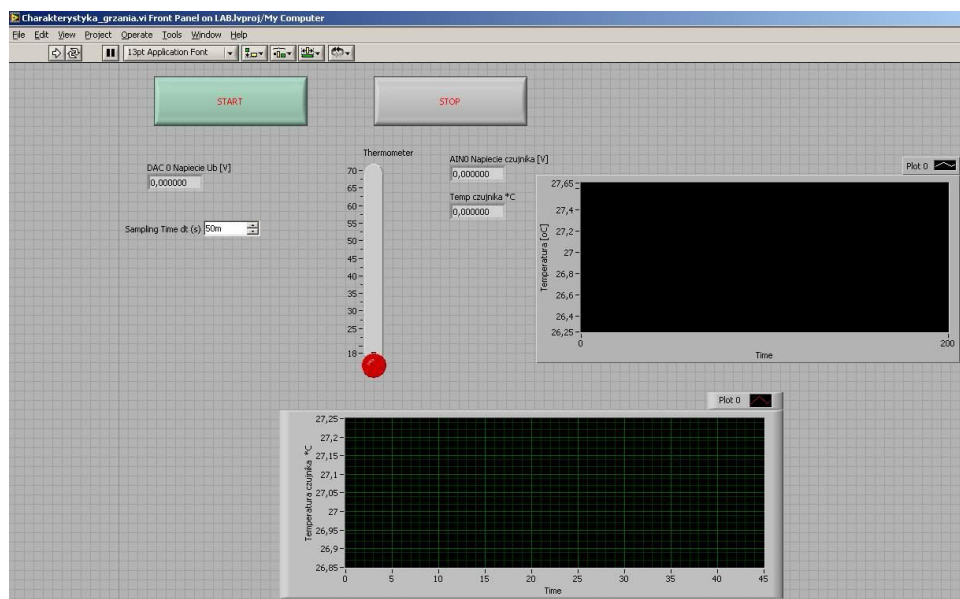
Schemat funkcjonalny układu regulacji mikrotermostatu przedstawia Rys. 4.



Rys. 4. . Schemat funkcjonalny układu regulacji mikrotermostatu

2.1. Praca obiektu w układzie otwartym

W pozycji 2 przełącznika P obiekt pracuje w układzie otwartym. W tym trybie pracy można wyznaczyć odpowiedź skokową obiektu tzn. zarejestrować zmiany temperatury wyjściowej obiektu (temperatura mikrotermostatu) w funkcji czasu jako odpowiedź na zadaną, skokową zmianę napięcia sterującego U_{ster} . Pracę w tym trybie uzyskuje się po uruchomieniu programu [L1_char_grz.exe](#).





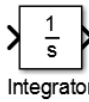




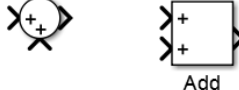
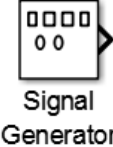
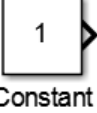

Rys. 5. Widok ekranu wirtualnego przyrządu realizującego pracę obiektu w układzie otwartym

Pytania kontrolne:



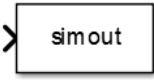
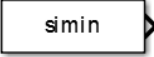
1. Omów, na czym polega proces identyfikacji obiektu.
2. Narysuj i omów odpowiedź skokowa obiektu rzeczywistego (charakterystyka dynamiczna).
3. Zdefiniuj i opisz sposób wyznaczania parametrów charakterystycznych odpowiedzi skokowej obiektu.
4. Jakim modelem można przybliżyć odpowiedź skokową obiektu rzeczywistego (narysuj schemat zastępczy układu i podaj parametry charakterystyczne).

Ćwiczenie nr 6. Regulacja temperatury, identyfikacja parametrów dynamicznych obiektu.

Tabela 1. Przydatne bloczki Simulinka

Element	Nazwa biblioteki w Simulinku	Bloczek
Człon proporcjonalny - wzmacniający	Continuous	
Człon opóźniający	Continuous	
Człon całkujący	Continuous	
Człon różniczkujący	Continuous	
Człon inercyjny pierwszego rzędu	Continuous	
Oscyloskop	Sinks	
Multiplekser	Signal Routing	
Sumator	Math Operations	
Generator sygnałowy	Sources	
Zadajnik wartości	Sources	
Skok jednostkowy	Sources	

Ćwiczenie nr 6. Regulacja temperatury, identyfikacja parametrów dynamicznych obiektu.

Przełączniki	Discontinuities	 Relay
Regulator PID		 Regulator PID Controller (with Approximate Derivative)
Zapis danych	Sinks	 To Workspace
Wczytywanie danych	Sources	 From Workspace

Opracowali: *dr inż. Wioletta Nowak*
dr inż. Andrzej Hachoł
dr inż. Elżbieta Szul-Pietrzak