

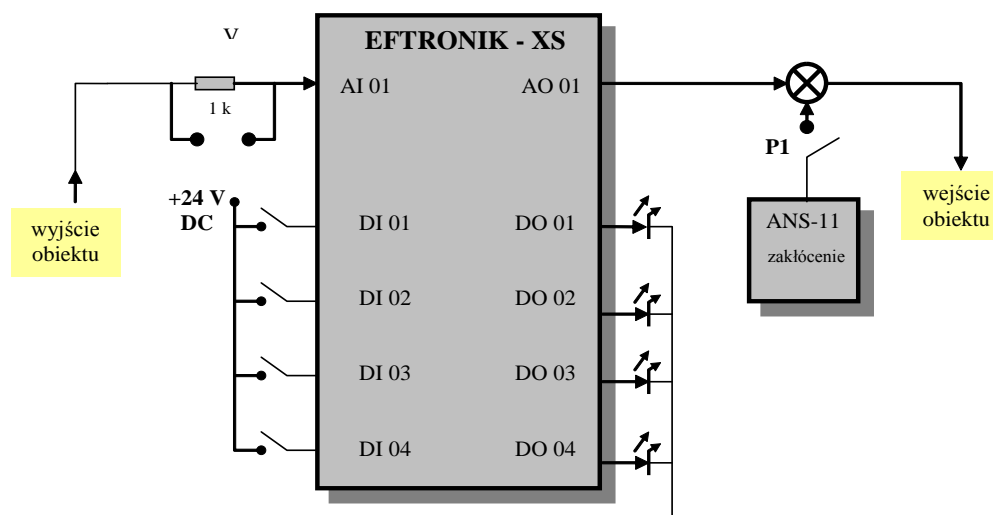
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie			
KATEDRA AUTOMATYKI			
<b>LABORATORIUM</b> Aparatura Automatyzacji			
<b>Ćwiczenie 5.</b>			
<b>Dobór nastaw regulatorów przemysłowych.</b>			
Wydział EAIiE kierunku AiR rok II		Zespół 2	Poniedziałek 14:00
L.P.	Imię i nazwisko	Ocena	Data zaliczenia
1.	<b>Łukasz Bondyra</b>		
2.	<b>Paweł Górka</b>		
3.	<b>Jakub Tutro</b>		
4.	<b>Krzysztof Wesołowski</b>		
Data wykonania ćwiczenia		23.03.2009	Podpis

## Cel ćwiczenia

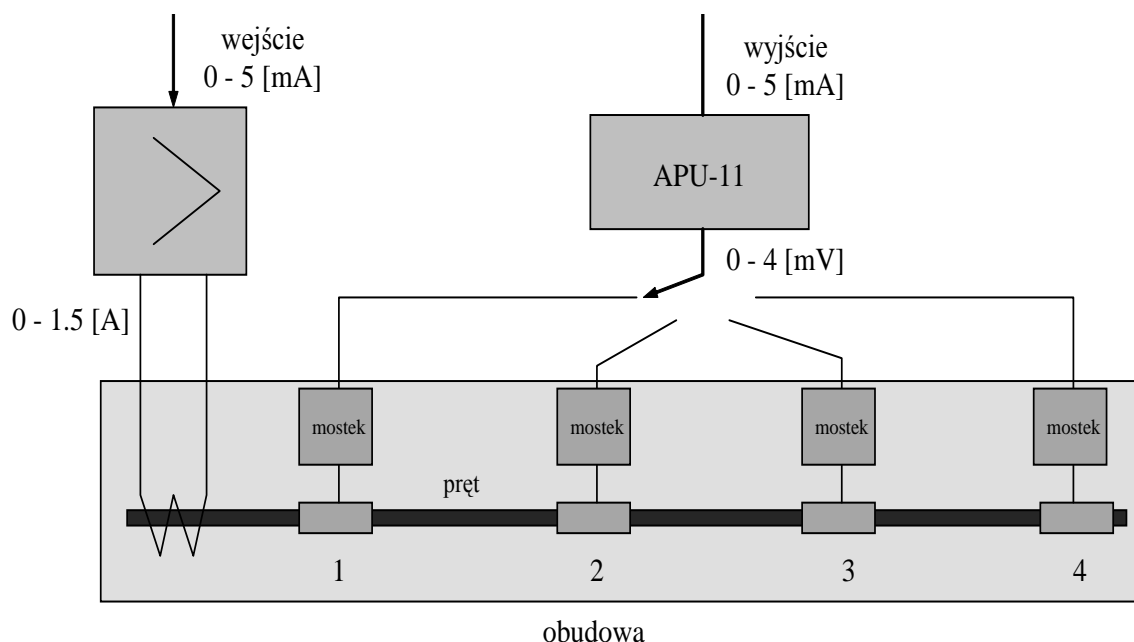
Zapoznanie się z niektórymi metodami strojenia i samostrojenia regulatorów przemysłowych na podstawie metod: Zieglera-Nicholsa, Astroma-Hagglunda. Zapoznanie się z praktyczną realizacją procedury samostrojenia w seryjnie produkowanym regulatorze.

## Opis stanowiska doświadczalnego

Uproszczony schemat stanowiska doświadczalnego przedstawia poniższy schemat:



Blok Eftronik XS to przemysłowy regulator cyfrowy, wyposażony w funkcje samostrojenia, skonfigurowany do realizacji algorytmu PID dla wejścia AI01 i wyjścia AO01. Wyjście regulatora jak i jego wejście są odpowiednio podłączone do obiektu regulacji, którym jest obiekt przedstawiony na następnej stronie.

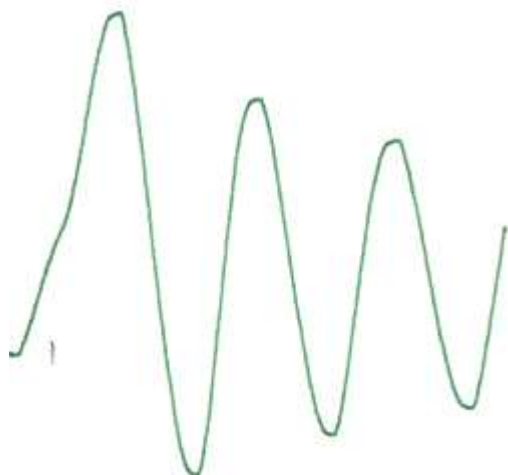


Wyjście regulatora steruje grzałką ogrzewającą jeden koniec pręta, zaś wyjściem obiektu jest sygnał z przetwornika pomiarowego, przetwarzającego napięcie na odpowiednim mostku pomiarowym. Dzięki temu sygnał wyjściowy może reprezentować temperaturę z jednego z czterech termometrów, pozwalając nam badać zachowanie 4 różnych obiektów – odległość termometru od grzałki zmienia zarówno stałą czasową jak i opóźnienie zastępcze którymi przybliżamy w tym ćwiczeniu obiekt o charakterze cieplnym.

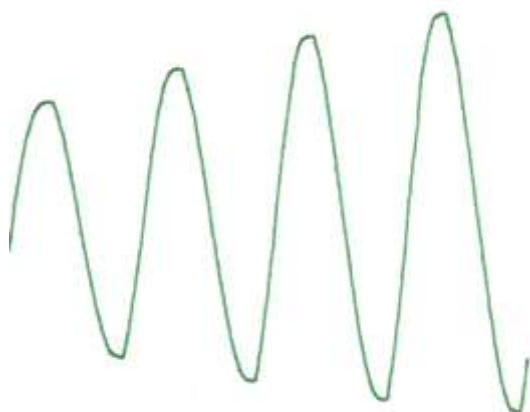
## Dobór nastaw metoda Zieglera-Nicholsa

Pierwszym krokiem który należy zrealizować jest znalezienie wzmocnienia krytycznego, tzn. wzmocnienia dla którego układ z regulatorem P znalazłby się na granicy stabilności. Dokonujemy tego poprzez wyłączenie części całujących i różniczkujących, aby uzyskać regulator typu P. Następnie obserwujemy przebieg wyjściowy z obiektu (jeśli jest zbyt mała amplituda należy wzbudzić drgania podając odpowiednie zakłócenie), zwracając szczególną uwagę na amplitudę. Celem jest znalezienie wzmocnienia przy którym powstają drgania o stałej amplitudzie. Zbyt małe wzmocnienie powoduje ich gaśnięcie, z kolei zbyt duże powoduje jej wzrost z czasem. Znajac szacunkowa wartość wzmocnienia krytycznego próbowaliśmy znaleźć odpowiednia wartość z coraz lepszą dokładnością.

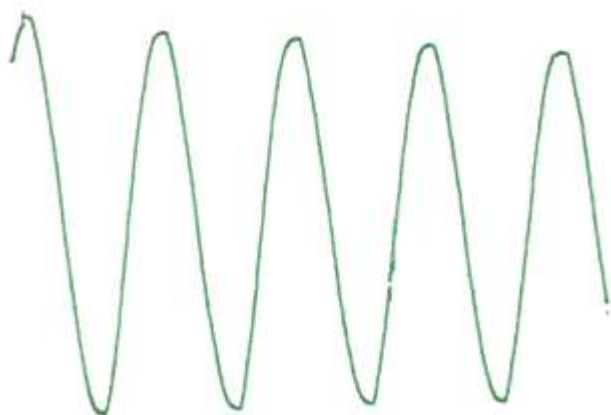
Wzmocnienie  $k=2.1$  powodowało gaśnięcie drgań:



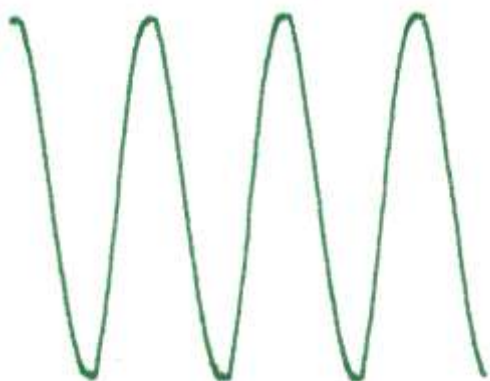
Wzmocnienie 2.6 okazało się być za duże:



Ponieważ szybkość narastania amplitudy w 2 wypadku wydała nam się mniejsza od tempa jej spadku w poprzednim przebiegu, zdecydowaliśmy jako kolejne wzmocnienie wybrać wartość 2.4, która dała następujący przebieg:



Jak widać jest on dłuższy niż poprzednie – potrzebowaliśmy więcej czasu aby ocenić zmianę amplitudy. Ponieważ wciąż następuje niewielkie tłumienie zdecydowaliśmy się jako kolejną wartość wzmocnienia nastawić 2.45, co zaowocowało przebiegiem o stałej, w granicach naszej dokładności, amplitudzie:



Następnym krokiem po znalezieniu wzmocnienia krytycznego jest znalezienie częstotliwości oscylacji. Ponieważ na powyższym wykresie stosujemy skale 50s/cm, wykonaliśmy jeszcze jeden zapis wyjścia obiektu aby dokładniej odczytać okres oscylacji:



Na powyższym przebiegu zastosowano skale 1:2. Z niego precyzyjnie odczytaliśmy już  $T_{osc}=89$  [s].

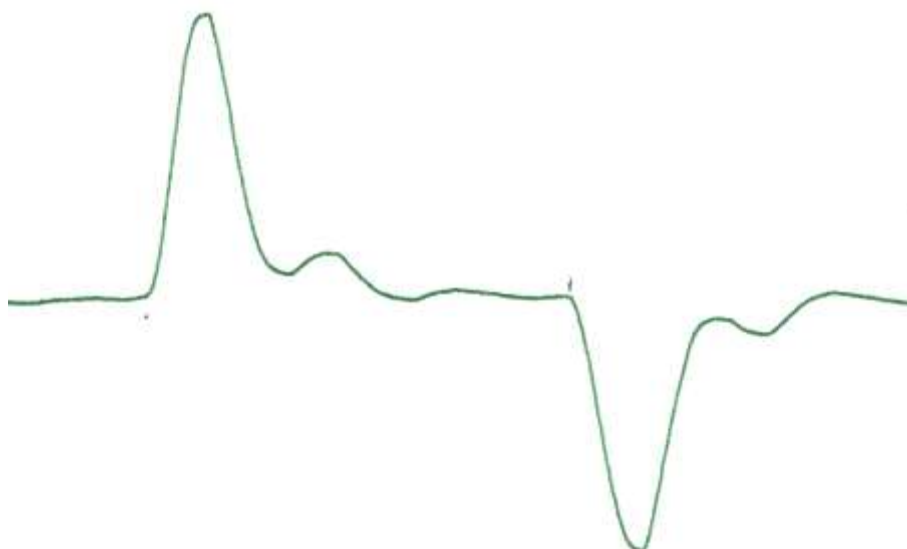
Po znalezieniu  $k_{kr}$  i  $T_{osc}$  pozostało nam już tylko obliczanie nastawów regulatora:

$$K=0.6 k_{kr} = 1.470$$

$$T_i=0.5 * T_{osc} = 44.50$$

$$T_d=0.125 * T_{osc} = 11.13$$

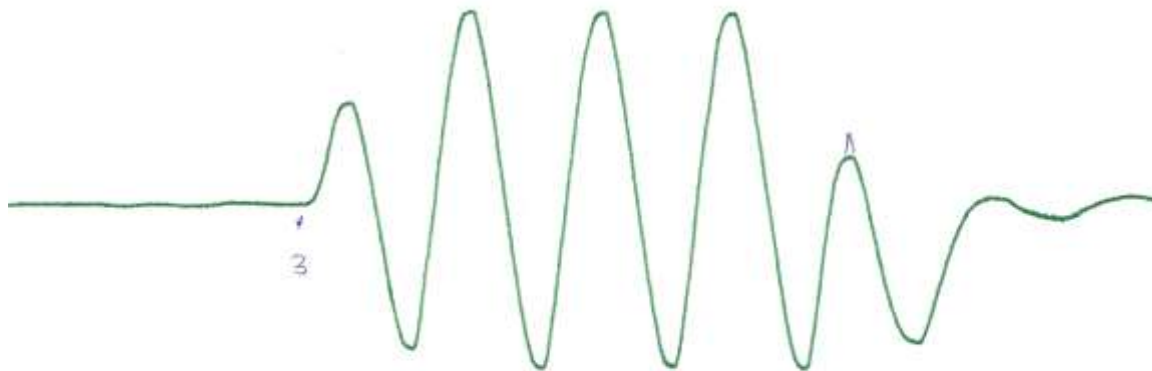
Po wpisaniu nastawów do regulatora i ustabilizowaniu się sygnału wyjściowego (co przy takich nastawach przebiegło bardzo sprawnie) podaliśmy zakłócenie 30% - oznacza to że prąd grzałki został zwiększony „bez wiedzy regulatora” o 0.45 [A]. Spowoduje to oczywiście przegrzanie obiektu, które usunąć będzie musiał regulator zmniejszając swoje własne wyjście o 30%, bazując tylko na pętli sprzężenia zwrotnego. Następnie po ustabilizowaniu się sygnału usuwamy zakłócenie (zmniejszając moc powrotem do wartości wyjściowej regulatora), co powoduje zmniejszenie temperatury na co regulator reaguje podniesieniem mocy wyjściowej.



Jak widać regulator bardzo sprawnie poradził sobie z zakłóceniem – zostało całkowicie usunięte w czasie poniżej 3 minut, uniknięto również przeregulowań – kolejne wychylenia mają dużo mniejszą amplitudę, co świadczy o dobrej skuteczności nastawionego regulatora w tłumieniu oscylacji.

## Samostrojenie regulatora Eftronik XS

Kolejnym krokiem było przetestowanie procedury samostrojenia, dostępnej w badanym regulatorze. W tym celu poczekaliśmy aż przy wyłączonym zakłóceniu sygnał wyjściowy się ustabilizuje. Następnie wprowadziliśmy odpowiednie ustawienia do regulatora i uruchomiliśmy procedurę. Poniżej zamieszczam zapis jej przebiegu:



Na samostrojenie składają się 3 etapy:

**1. Stabilizacja wartości wyjściowej**

W tej fazie regulator czeka aż wartość wyjściowa zostanie ustalona na jednym poziomie.

**2. Badanie zakłóceń**

W tej fazie, trwającej zawsze 2 minuty regulator sprawdza poziom zakłóceń. Ich zbyt wysoki poziom przy stałym sterowaniu uniemożliwia zakończenie procedury samostrojenia.

**3. Właściwe samostrojenie**

Regulator przeprowadza właściwe samostrojenie metodą Astroma-Hagglunda. W tym czasie występują intensywne drgania sygnału wyjściowego (w zakresie który ustawiono jako granice dozwolonych zmian) oraz sterowania (zamiast stabilnego sterowania o mocy 45 % oscylacje 25-65%), charakterystyczne dla pracy dwupołożeniowej.

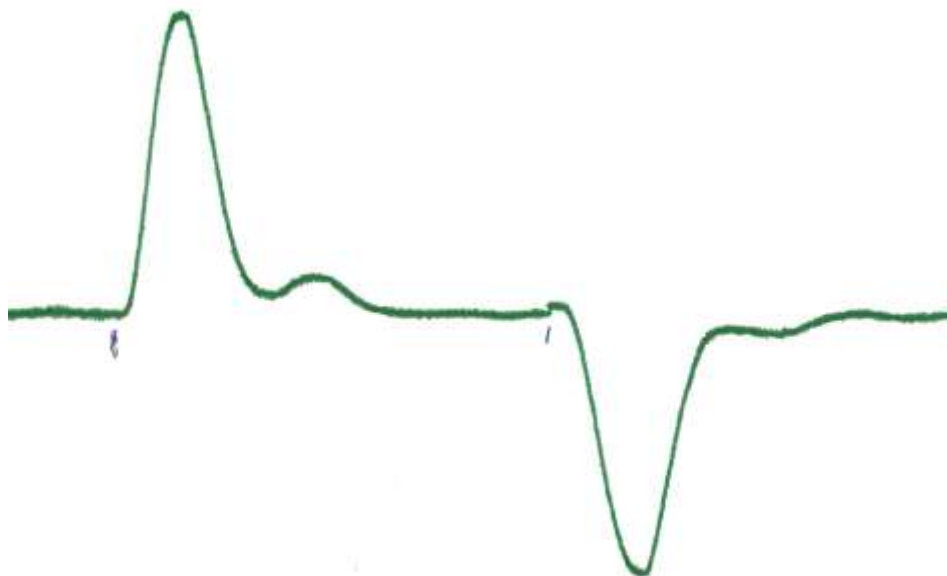
Po zakończeniu procedury samostrojenia regulator dobrał nowe nastawy:

$$K = 1.366$$

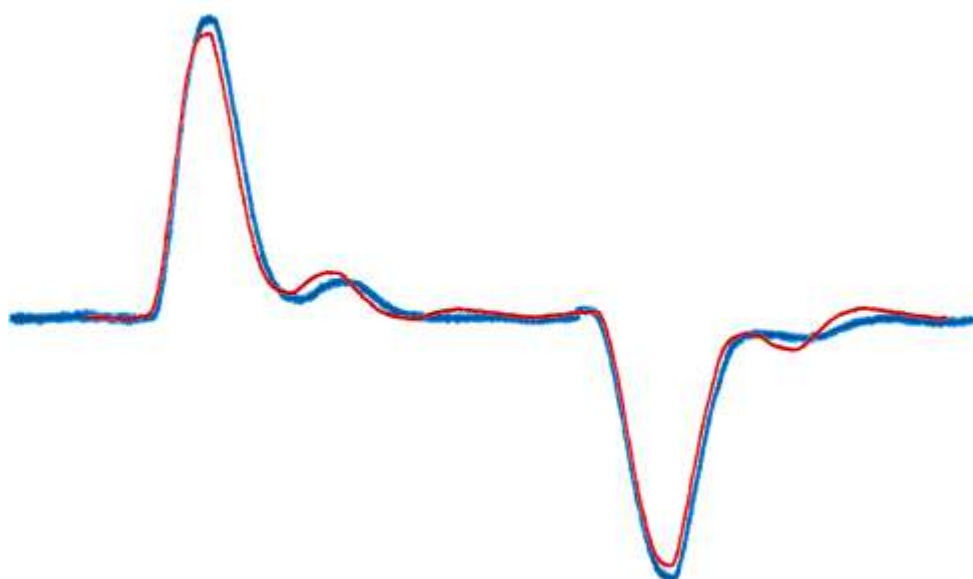
$$T_i = 42.88$$

$$T_d = 10.29$$

Jak widać parametry niewiele się różnią od tych dobranych metoda Zieglera-Nicholsa. Dla tak wprowadzonych nastawów obejrzelśmy odpowiedź obiektu na analogiczne zakłócenia jak wcześniej:



Reakcja jest bardzo podobna, mimo to można odnieść wrażenie że przy tych nastawach regulator jeszcze lepiej tłumi oscylacje. Zobaczmy więc porównanie obu odpowiedzi:



Jak widać niewielkie różnice występują, są one związane z różnymi wartościami parametrów, zwłaszcza wzmocnienia. Można jednak przyjąć, że nastawy uzyskane obiema metoda są ze sobą zgodne.

## Wnioski

W trakcie wykonywania ćwiczenia zapoznaliśmy się z metodami nastawiania regulatorów przemysłowych. Poznaliśmy w praktyce metodę Zieglera-Nicholsa, wraz z jej zaletą – prostotą i wygodą stosowania w już zmontowanych układach,, oraz największą wadą – znaczną czasochłonnością. Doceniliśmy także procedurę samostrojenia, która dobrała nastawy równie dobrze, znacznie szybciej, nie wymagając od nas w gruncie rzeczy wiedzy na temat szczegółów jej działania.