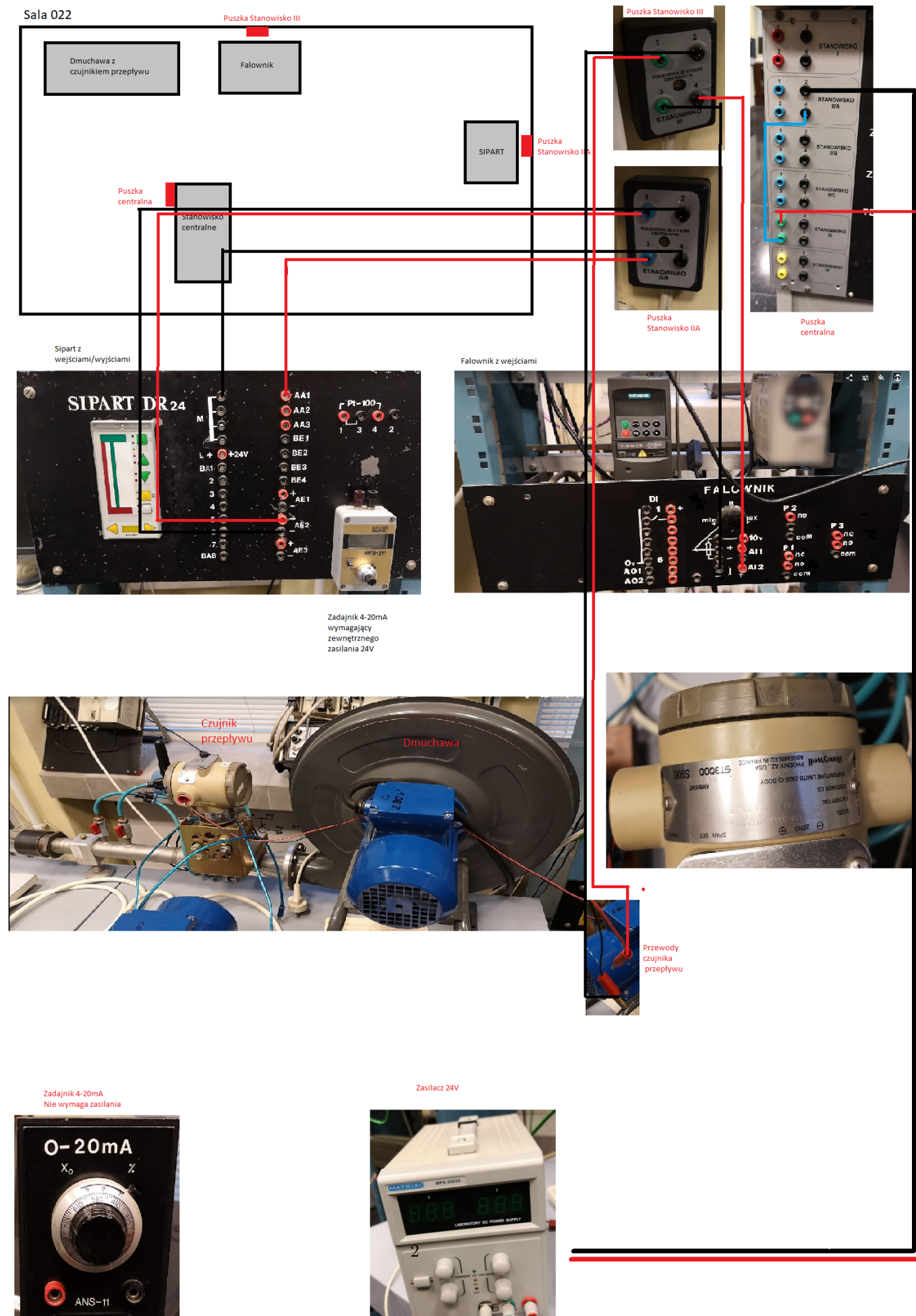


Sterowniki i Regulatory - Dobór nastaw regulatora PID

Michał Bagiński, 241587

listopad 2020

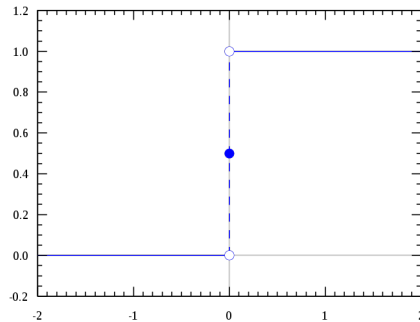
1 Podłączenie układu



2 Identyfikacja obiektu

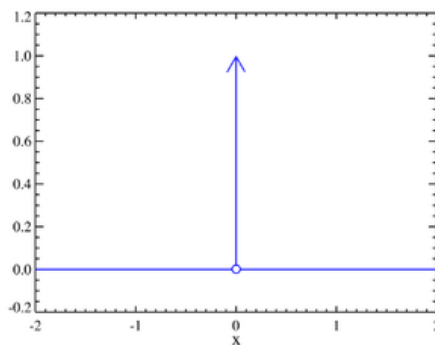
Identyfikacja obiektu to proces pozyskiwania modelu matematycznego obiektu. Matematyczny model można otrzymać poprzez zadanie na wejście obiektu odpowiedniego sygnału oraz późniejsze poddanie analizie odpowiedzi obiektu. Sygnał ten nie może być jednak losowy, konieczne jest zastosowanie jednego ze tych szczególnych, z którego odpowiedzi jest możliwość uzyskania jakiś przydatnych informacji. Do tego typu sygnałów zaliczają się:

- skok jednostkowy - odpowiedź na pozwala skok jednostkowy na dosyć łatwą analizę właściwości obiektu lecz często uzyskanie wystarczających ilości informacji na wyjściu może zajmować trochę czasu. Może wiązać się to np. z przestojem maszyny,



Rysunek 1: Wykres przedstawiający model matematyczny skoku jednostkowego.

- delta Diraca (impuls lub dwa impulsy o przeciwnych kierunkach) - ich odpowiedzi również niosą dużą dawkę informacji a czas ich trwania zajmuje zdecydowanie krótszy.



Rysunek 2: Wykres przedstawiający model matematyczny delty Diraca.

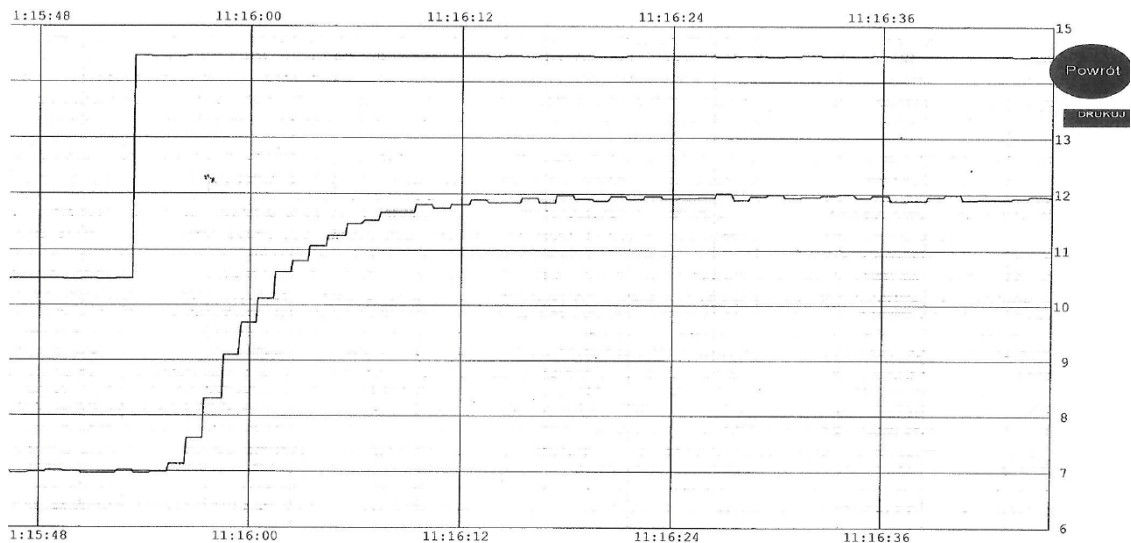
Warto zaznaczyć, że uzyskanie delty Diraca w rzeczywistości nie jest możliwe. Można realizować przybliżenie tej funkcji poprzez podawanie odpowiednio wysokiej wartości na wejście obiektu przez bardzo krótką chwilę.

2.1 Punkt pracy

Punkt pracy to parametr obiektu, od którego zależą inne jego właściwości. Przykładami punktów pracy i odpowiadającymi mu właściwościami mogą być:

- temperatura zewnętrzna lub jakość wykonanej izolacji a temperatura w domu jednorodzinnym,
- temperatura pracy maszyny a jej żywotność przy pracy w takiej temperaturze,
- zastosowany rezystor a prąd płynący w układzie.

3 Wyznaczanie transmitancji obiektu



Rysunek 3: Odpowiedź obiektu na zadany skok jednostkowy.

Zastosowane metody identyfikacji są metodami dla charakterystyk czasowych. Polegają one na graficznej interpretacji odpowiedzi obiektu na zadany na wejściu skok jednostkowy. W przypadku obu zastosowanych sposobów: modelu Küpfmüllera oraz modelu Stejca, ich parametry oblicza się na podstawie prostej stycznej poprowadzonej przez punkt przegięcia odpowiedzi skokowej.

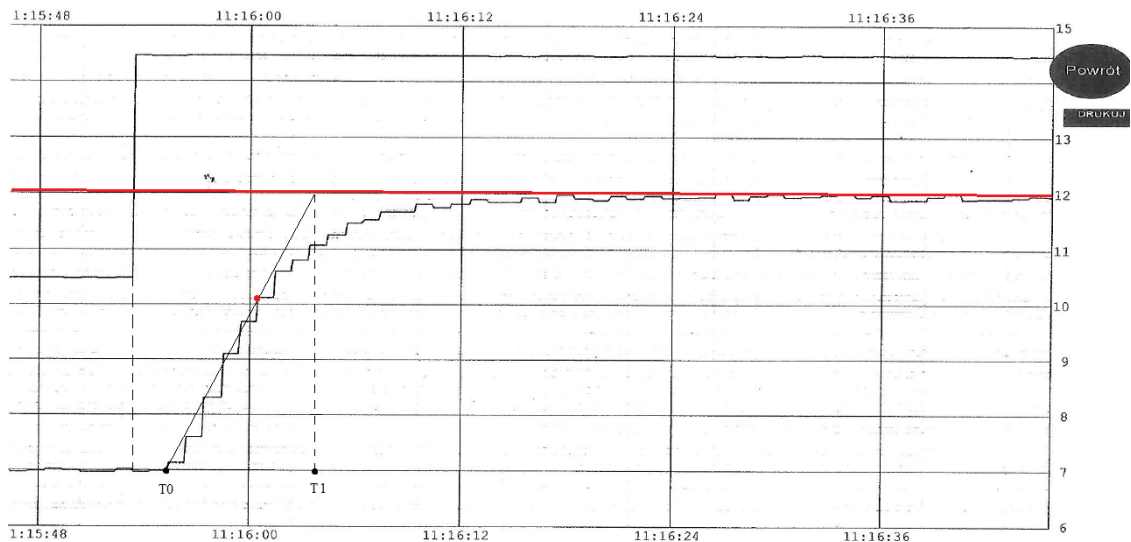
Parametry zostały obliczone na podstawie odległości od siebie pikseli na otrzymanym skanie wykresu.

3.1 Model Küpfmüllera

Model Küpfmüllera wyraża się wzorem: $K(s) = \frac{k}{Ts+1} e^{-sT_0}$ gdzie:

- k to współczynnik proporcjonalności $[V/V]$,
- T to stała czasowa $[s]$,
- T_0 to czas opóźnienia $[s]$.

Parametry T oraz T_0 określamy za pomocą wykresu.



Rysunek 4: Wykres odpowiedzi skokowej obiektu wraz z punktami pozwalającymi określić parametry dla modelu Kùpfmùllera.

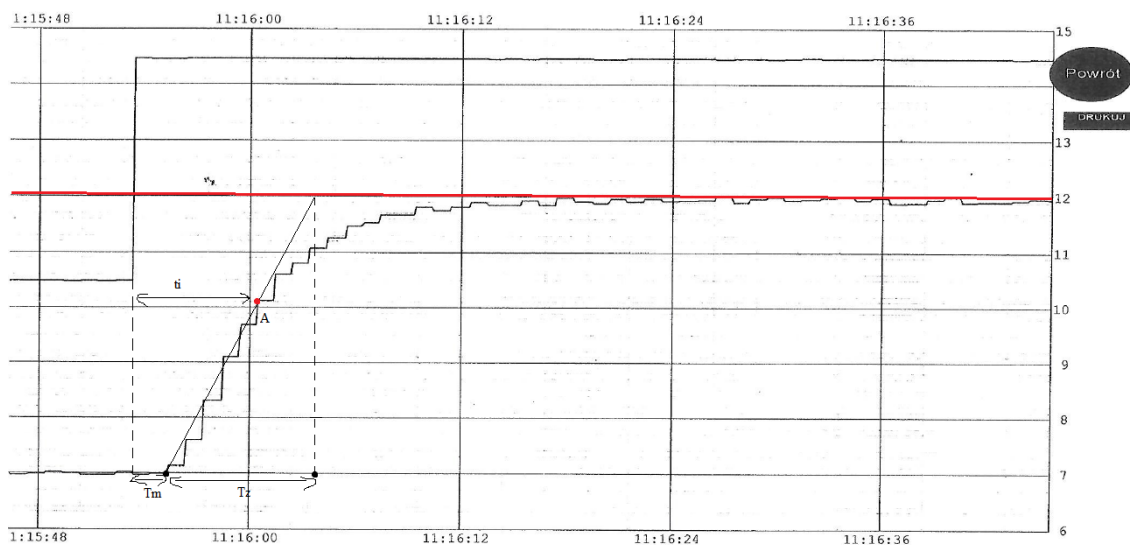
Określanie parametrów:

- $k = 5[V/V]$ - wynika to z różnicy wartości ustabilizowanych obiektu przed i po zadaniem skoku ponieważ wartość samego skoku jednostkowego to 1,
- $T_0 = 2[s]$ - różnica pomiędzy czasem odpowiedzi układu a momentem zadania skoku,
- $T = 8[s]$ - różnica pomiędzy wartością czasu w punkcie T1 a momentem zadania skoku.

Zatem model zastępczy Kùpfmùllera dla tego obiektu wyraża się wzorem: $K(s) = \frac{5}{8s+1}e^{-2s}$.

3.2 Model Strejca

Model Strejca wyraża się wzorem: $K(s) = \frac{k}{(Ts+1)^n}e^{-s\tau}$



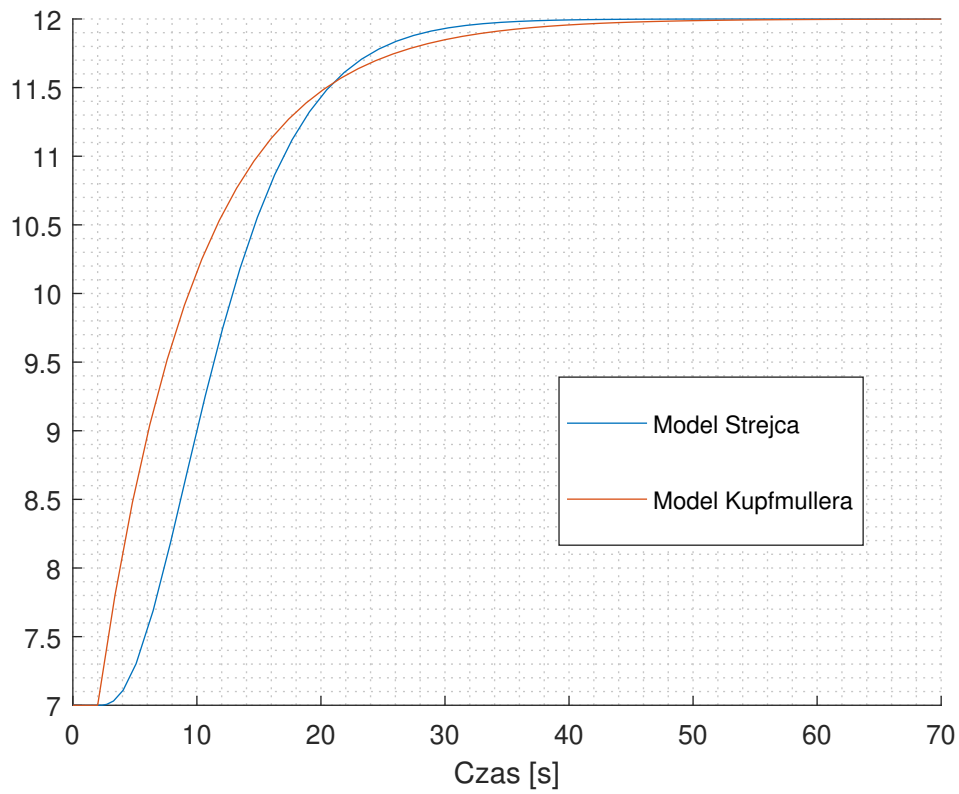
Rysunek 5: Wykres odpowiedzi skokowej obiektu wraz z punktami pozwalającymi określić parametry dla modelu Strejca.

Określanie parametrów:

- $k = 5[V/V]$,
- $T_m = 2[s]$,
- $T_z = 8[s]$,
- $t_i = 7[s]$,
- $\frac{T_m}{T_z} = 0.25 \rightarrow n = 3 \rightarrow \frac{t_i}{T} = 2$,
- $\tau = [(\frac{T_m}{T_z})_{exp} - (\frac{T_m}{T_z})_{tab}] \cdot T_z = 0.032 \cdot 8 = 0.256$,
- $T = \frac{t_i}{2} = \frac{7}{2}$.

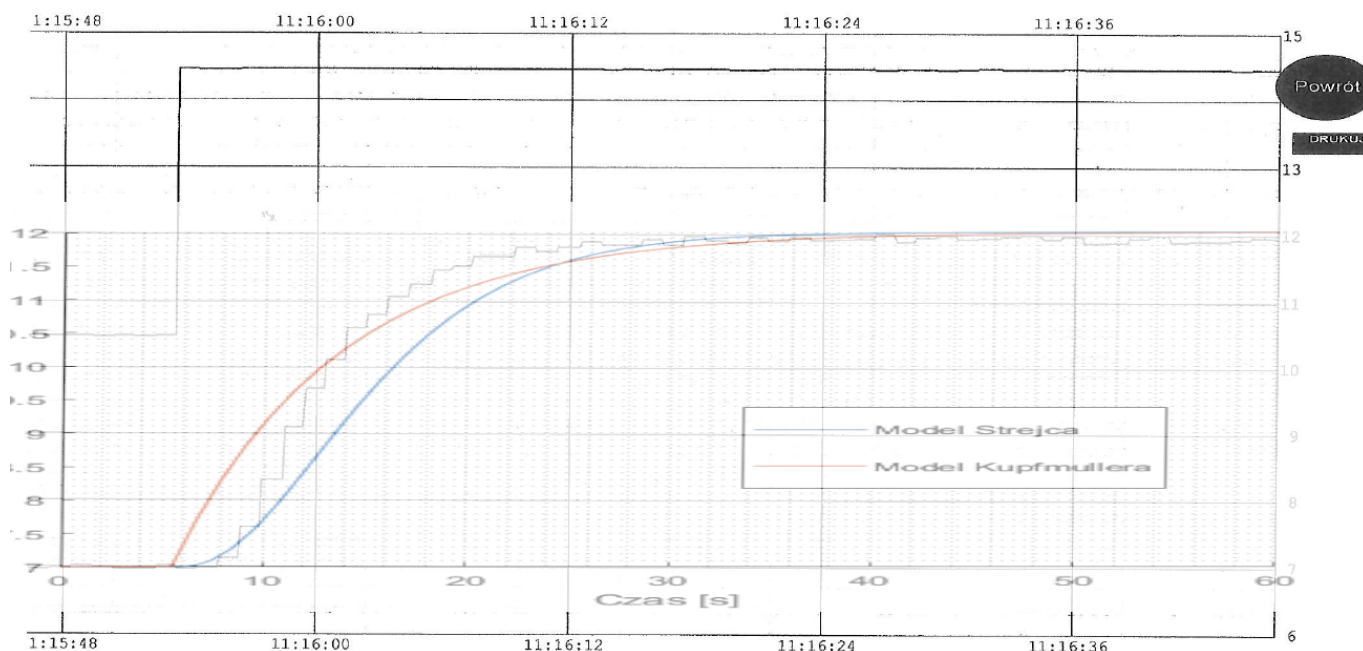
Zatem model zastępczy Strejca dla tego obiektu wyraża się wzorem: $K(s) = \frac{5}{(\frac{7}{2}s+1)^3} \cdot e^{-0.256s}$.

3.3 Porównanie obu modeli zastępczych



Rysunek 6: Porównanie obu modeli zastępczych.

3.4 Porównanie modeli z rzeczywistą odpowiedzią obiektu



Rysunek 7: Porównanie modeli zastępczych z rzeczywistym przebiegiem w tej samej skali.

W przypadku tego sprawozdania nieoczywistym było to porównanie. Zrealizowałem to poprzez nałożenie na siebie dwóch wykresów. Nie jest to metoda dokładna lecz pozwala na wysunięcie pewnych wniosków. Model Kūpfmüllera wydaje się być bardziej dokładny lecz w pierwszej fazie przebiegu - do punktu przecięcia wykresu rzeczywistego - jego wartości są większe niż te zarejestrowane na realnym obiekcie. W przypadku wyznaczonego modelu Strejca nie ma tego typu problemów. Model ten jednak jest zdecydowanie mniej dokładny, jego wartości są znacznie zaniżone. Przyrost wartości odbywa się tu zdecydowanie wolniej aniżeli na zarejestrowanym przebiegu lub w modelu Kūpfmüllera. Oba modele niezbyt dokładnie przybliżają przebieg po osiągnięciu punktu przecięcia.

Czas stabilizacji obu modeli zastępczych jest bardzo podobny i jest opóźniony o kilka sekund względem realiów.

4 Dobór nastaw regulatora PID

4.1 Metoda Zieglera-Nicholsa ze skoku i modelu Kūpfmüllera

Dla tej metody, nastawy regulatora oblicza się zgodnie ze wzorem modelu Kūpfmüllera: $K(s) = \frac{k}{Ts+1}e^{-sT_0}$, gdzie $K_p = \frac{1.2T}{kT_0}$, $T_i = 2T_0$, $T_d = 0.5T_0$. Zgodnie z tymi wzorami można obliczyć, że nastawy dla tego regulatora to:

- $K_p = 0.96$,
- $T_i = 4$,
- $T_d = 1$.

4.2 Metoda Chiena, Hornesa i Reswicka

Dla tej metody, nastawy regulatora oblicza się zgodnie ze wzorem modelu Kūpfmüllera: $K(s) = \frac{k}{Ts+1}e^{-sT_0}$, gdzie $K_p = \frac{0.95T}{kT_0}$, $T_i = 2.4 \cdot T_0$, $T_d = 0.42 \cdot T_0$. Zgodnie z tymi wzorami można obliczyć, że nastawy dla tego regulatora to:

- $K_p = 0.76$,

- $T_i = 4.8$,
- $T_d = 0.84$.

4.3 Nastawy określone wg dokumentacji firmy Siemens - korzysta z modelu Küpfmüllera

Dla tej metody, nastawy regulatora oblicza się zgodnie ze wzorem modelu Küpfmüllera: $K(s) = \frac{k}{Ts+1}e^{-sT_0}$, gdzie $K_p = \frac{1.2T}{kT_0}$, $T_i = 2T_0$, $T_d = 0.4T_0$. Zgodnie z tymi wzorami można obliczyć, że nastawy dla tego regulatora to:

- $K_p = 0.96$,
- $T_i = 4$,
- $T_d = 0.8$

4.4 Metoda w trybie samostrojzenia

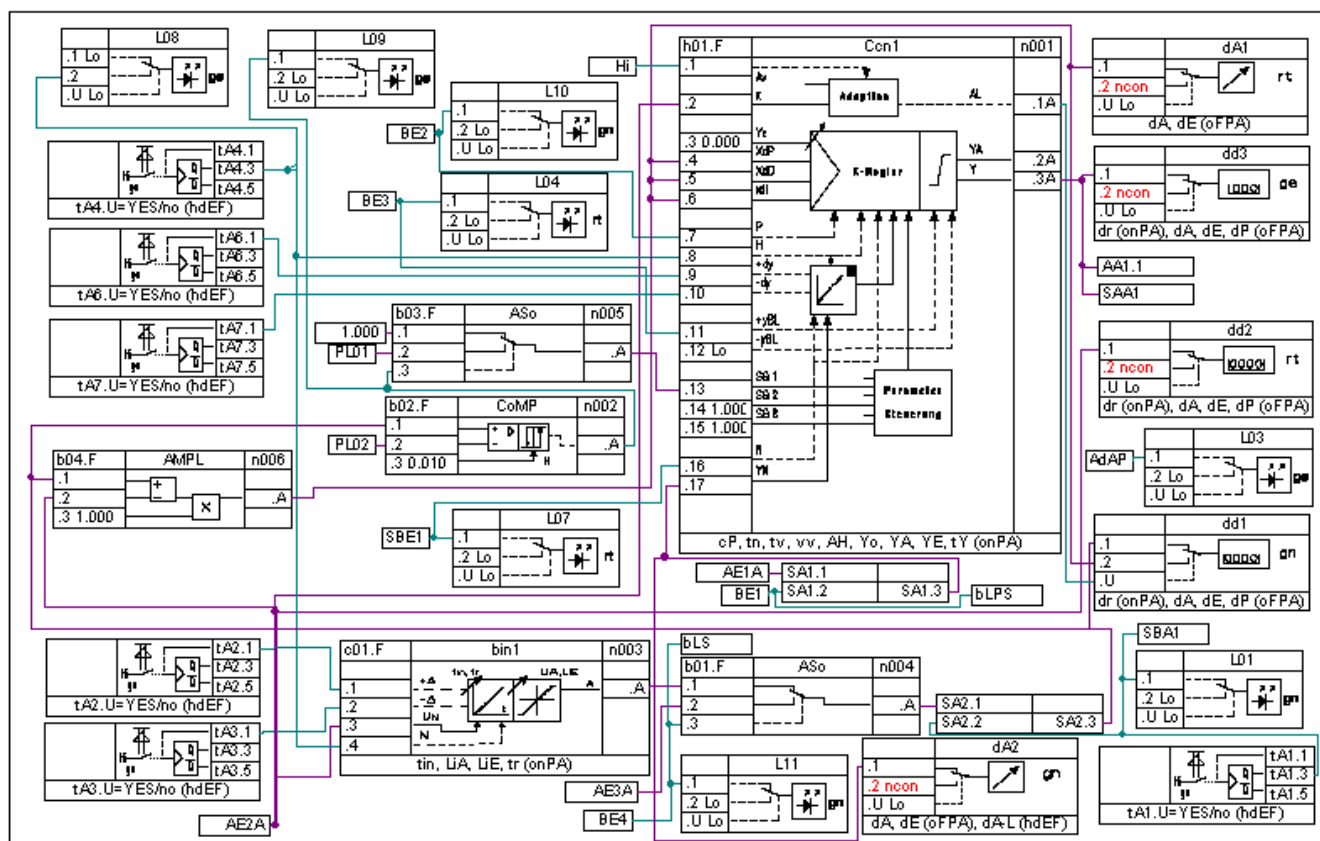
W tym przypadku korzysta się z modelu Strejca: $K(s) = \frac{k}{(Ts+1)^n}e^{-s\tau}$, gdzie $K_p = \frac{1}{16k} \cdot \frac{7n+1}{n-2}$, $T_i = \frac{T}{15}(7n+16)$, $T_d = T(\frac{n^2+4n+3}{7n+16})$. Zgodnie z tymi wzorami nastawy regulatora wynoszą:

- $K_p = 0.275$,
- $T_i = 8.63$,
- $T_d = 2.27$.

4.5 Tabela z nastawami uzyskanymi różnymi metodami

metoda / człon	K_p	T_i	T_d
ZN	0.96	4	1
CHR	0.76	4.8	0.84
Siemensa	0.96	4	0.8
w trybie s.	0.275	8.63	2.27

5 Program regulatora PID w oprogramowaniu SIPROM



Rysunek 8: Model regulatora PID.