



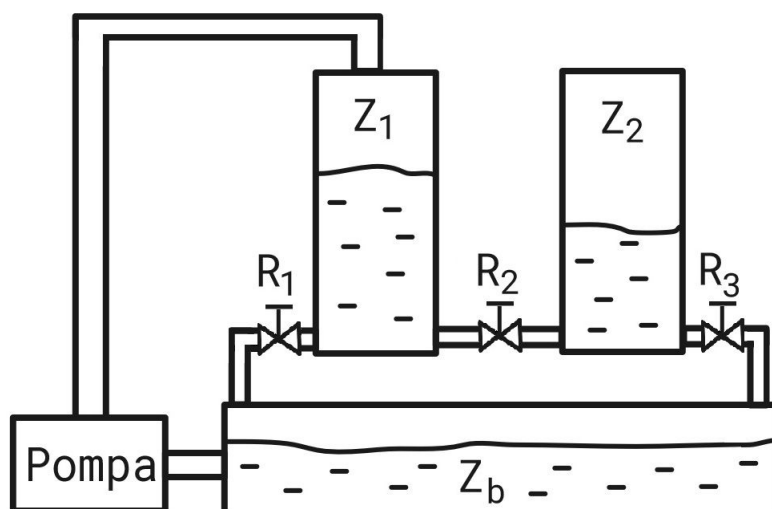
Strojenie regulatora PID

Robert Nebeluk

Warszawa 2020

1. Obiekt regulacji

Obiekt regulacji składa się z dwóch pionowych zbiorników Z_1 i Z_2 o tej samej pojemności, które są zasilane wodą pochodzącą ze zbiornika buforowego Z_b . Przy napełnianiu zbiorników wykorzystuje się pompę doprowadzającą wodę do zbiornika Z_1 , a odpływ wymuszony jest grawitacyjnie. Obiekt ma trzy zawory R_1 , R_2 i R_3 , które umożliwiają lub uniemożliwiają dalszy transport wody do zbiorników. Wielkością regulowaną jest poziom wody w pierwszym zbiorniku. Sygnał sterujący określa natężenie przepływu wody dopływającej do zbiornika Z_1 . Zbiornik Z_1 ma rurkę przelewową przez którą płynie woda do zbiornika buforowego w momencie całkowitego jego zapełnienia. Istnieje możliwość zmiany długości rurki doprowadzającej wodę do pierwszego zbiornika. W takim przypadku obiekt regulacji pracuje z opóźnieniem. Pomiar poziomu wody w pierwszym zbiorniku może być obciążony błędem w związku z silnie eksploatowanym urządzeniem pomiarowym (czujnikiem). Ten przypadek nazywamy pracą układu regulacji z zakłóceniem pomiarowym. Obiekt laboratoryjny przedstawiono w sposób ogólny na rys. 1. Obok obiektu znajduje się panel sterujący składający się z przełącznika ustawiającego tryb pracy układu (przełącznik A/R), suwak do ręcznego ustawiania wartości sygnału sterującego, przełącznik wprowadzający opóźnienie w obiekcie regulacji, przełącznik wprowadzający zakłócenie pomiarowe w układzie regulacji, panel dotykowy do wpisywania wartości zadanej i parametrów regulatora PID, a także wyświetlacz wartości sterowania oraz aktualnego zapełnienia zbiornika Z_1 . Włączenie przełącznikiem trybu pracy automatycznej jest równoważne z włączeniem wbudowanego regulatora PID dla tego obiektu regulacji. W zależności od ustawionej wartości zadanej rozpocznie się proces regulacji poziomu wody. W trybie ręcznym można ustawiać ręcznie wartość sterowania przy pomocy suwaka na przykład w celu zmiany stanu początkowego przed włączeniem regulatora.



Rysunek 1: Obiekt regulacji

2. Metoda Zieglera-Nicholsa

Regulator PID oblicza wartość sterowania w każdej chwili tak aby móc zrealizować cel regulacji. W zależności od wartości jego parametrów jakość regulacji ulega zmianie. Metoda Zieglera Nicholsa jest metodą dzięki której można wyznaczyć parametry regulatora PID zapewniające względnie dobrą jakość regulacji. Poszczególne kroki tej metody są następujące:

1. Wyłączyć człon całkujący i różniczkujący.
2. Stopniowo zwiększać wzmocnienie regulatora proporcjonalnego, aż układ zbliży się do granicy stabilności (wystąpią drgania niegasnące o stałej amplitudzie). Wartość zastosowanego wzmocnienia jest wzmocnieniem krytycznym K_k .
3. Obserwując przebieg czasowy określić okres oscylacji T_k .
4. Nastawy regulatora (P, PI lub PID) wyznaczyć z Tab. 1.

Tabela 1: Dobór nastaw regulatora metodą Z-N

Typ regulatora	K	T_i	T_d
P	$0.5K_k$	-	-
PI	$0.45K_k$	$0.85T_k$	-
PID	$0.6K_k$	$0.5T_k$	$0.12T_k$

Ocena jakości regulacji może być dokonana pod wieloma kryteriami. Natomiast najważniejszymi wskaźnikami oceny jakości regulacji są: przeregulowanie oraz czas regulacji. Więcej informacji o układach regulacji ciągłych z regulatorem PID można przeczytać w rozdz. 8. skryptu "K.Malinowski, P. Tajewski: Podstawy Automatyki".

3. Zmienne

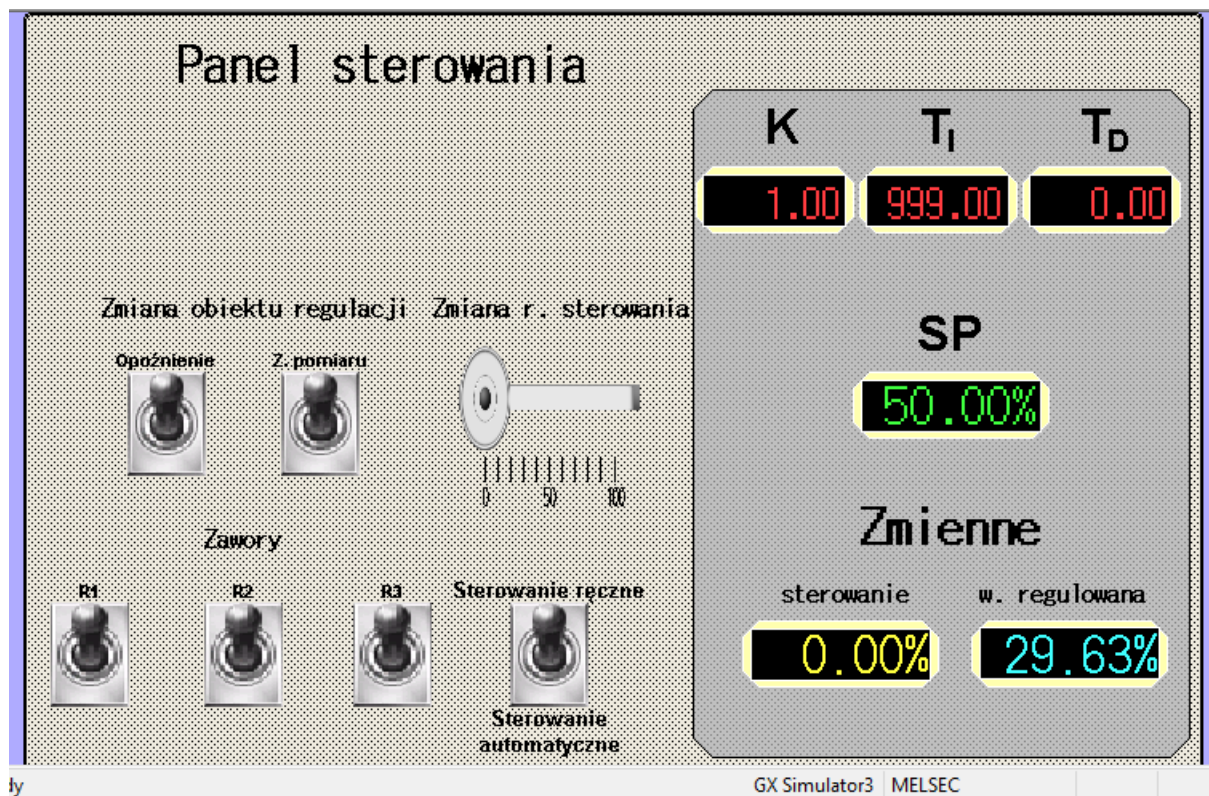
Najważniejsze zmienne służące do oceny poprawnego działania układu regulacji zamieszczono w Tab. 2.

Tabela 2: Adresowanie zmiennych

Zmienne	Adres	Typ
SP (wartość zadana)	D1100	FLOAT (Single Precision)
sterowanie	D2010	FLOAT (Single Precision)
wielkość regulowana	D2014	FLOAT (Single Precision)

4. Symulacja

Przed przystąpieniem do symulacji układu regulacji należy zainstalować aplikację GX Log Viewer. Po uruchomieniu instalatora oprogramowania GX Works 3 na rozwijanej liście dotyczącej aplikacji do instalacji należy wybrać GX Log Viewer. Jeśli GX Works 3 był już zainstalowany to czas instalacji powinien ulec znacznemu skróceniu. Do uruchomienia symulacji układu regulacji niezbędne są pliki: *Lab3.gx3* oraz *panel.gt3*. Należy włączyć tryb symulacji w obu plikach zgodnie z postępowaniem opisanym w instrukcji *oprogramowanie.pdf*. W pliku *panel.gt3* znajduje się obraz panelu sterowania. Panel został przedstawiony na rys. 2. Używając tej aplikacji można zmienić aktualne parametry regulatora tj. wzmocnienie (K), stałą czasową całkowania (T_I) oraz stałą czasową różniczkowania (T_D). Są tu również przełączniki, wyświetlacze aktualnej wartości sterowania i wielkości regulowanej, a także okno do ustawiania wartości zadanej zgodnie z opisem obiektu regulacji w rozdz. 1.



Rysunek 2: Panel sterowania

Parametry obiektu regulacji można zmienić w pliku *Lab3.gx3*. Parametry są inicjalizowane w sekcji INIT. Dostępna jest pod Program—>Initial—>INIT—>INIT—>ProgramBody. Parametrami określającymi przepływ między zbiornikami są to parametry α_1, α_2 oraz α_3 pokazane na rys. 3.

```

1 | Proces.sampling_time := 0.5;
2 | Proces.Alfa1 := 1.0;
3 | Proces.Alfa2 := 3.0;
4 | Proces.Alfa3 := 1.0;

```

Rysunek 3: Parametry obiektu regulacji - sekcja INIT

Zmianę parametrów należy również przeprowadzić w Program—>Fixed Scan—>FIXEDSCAN—>Proces—>ProgramBody gdyż będą tu nadpisywane. Na rys. 4 przedstawiono fragment programu gdzie należy zmienić wartość parametrów. Ewentualnie wystarczy zmienić w tym miejscu parametry aby układ regulacji pracował z nowym obiektem regulacji.

```

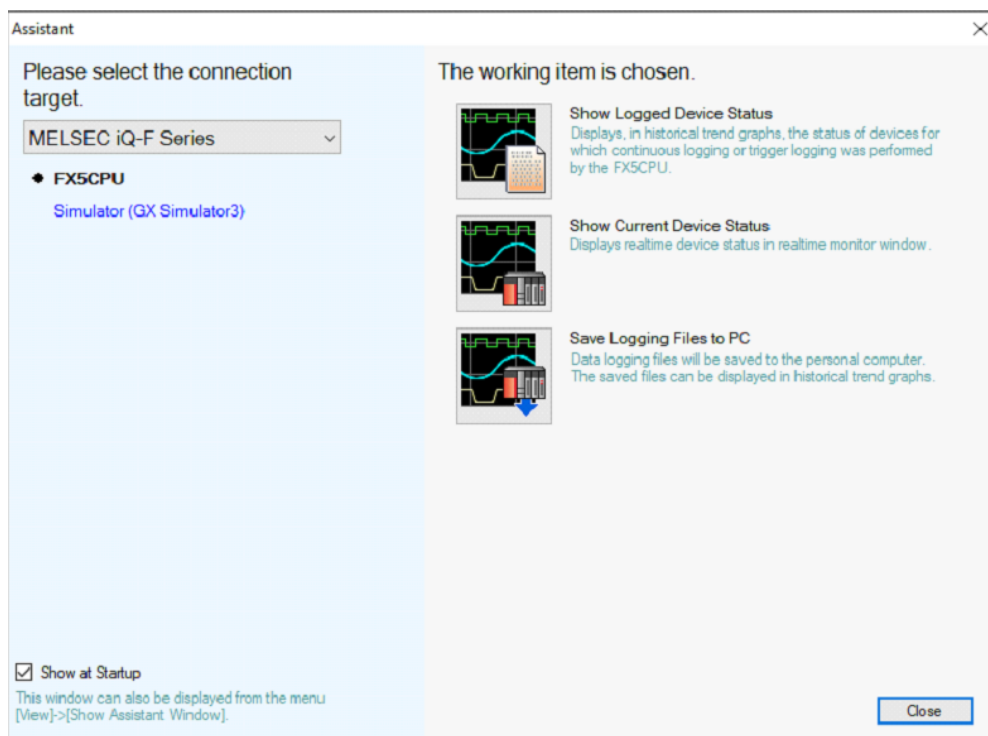
19
20 IF Proces.Z_1 THEN
21     Proces.Alfa3:=0.0;
22 ELSE
23     Proces.Alfa3:=1.0;
24 END_IF;
25 IF Proces.Z_2 THEN
26     Proces.Alfa1:=0.0;
27 ELSE
28     Proces.Alfa1:=1.0;
29 END_IF;

```

Rysunek 4: Parametry obiektu regulacji - sekcja Fixed Scan

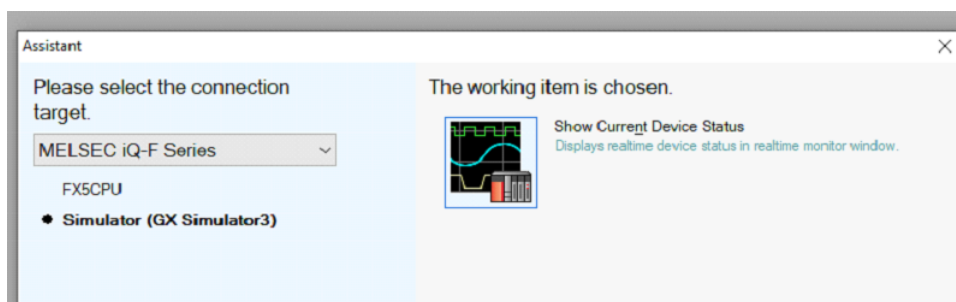
5. Ocena jakości regulacji przy pomocy GX Log Viewer

Do oceny jakości regulacji niezbędne będzie również narzędzie GX Log Viewer. Potrzebną aplikację instaluje się razem z pakietem GX Works. Przy instalacji należy zaznaczyć opcję GX Log Viewer. W tym rozdziale zostanie przedstawione na przykładzie innego układu uruchomienie narzędzia GX Log Viewer. Po włączeniu symulacji należy uruchomić GX Log Viewer i wybrać opcję symulatora iQ-F i GX Simulator 3 z okna pokazanego na rys. 5.



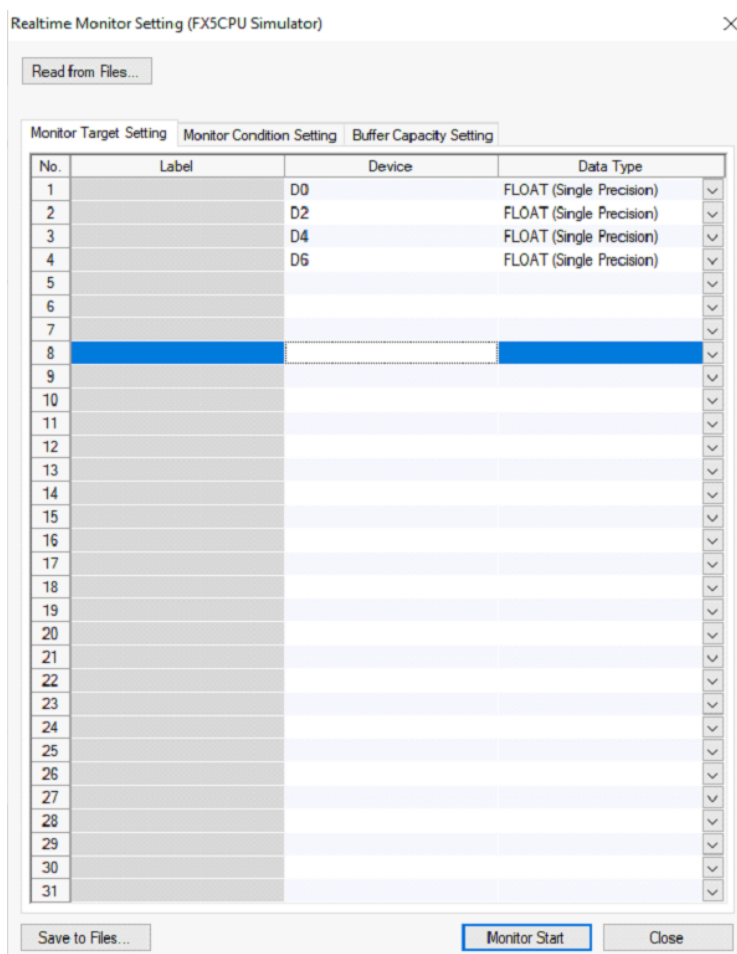
Rysunek 5: Wybór serii sterownika i symulatora

Następnie należy wybrać przycisk Show Current Device Status pokazany na rys. 6 i potwierdzić wybór przyciskiem OK.



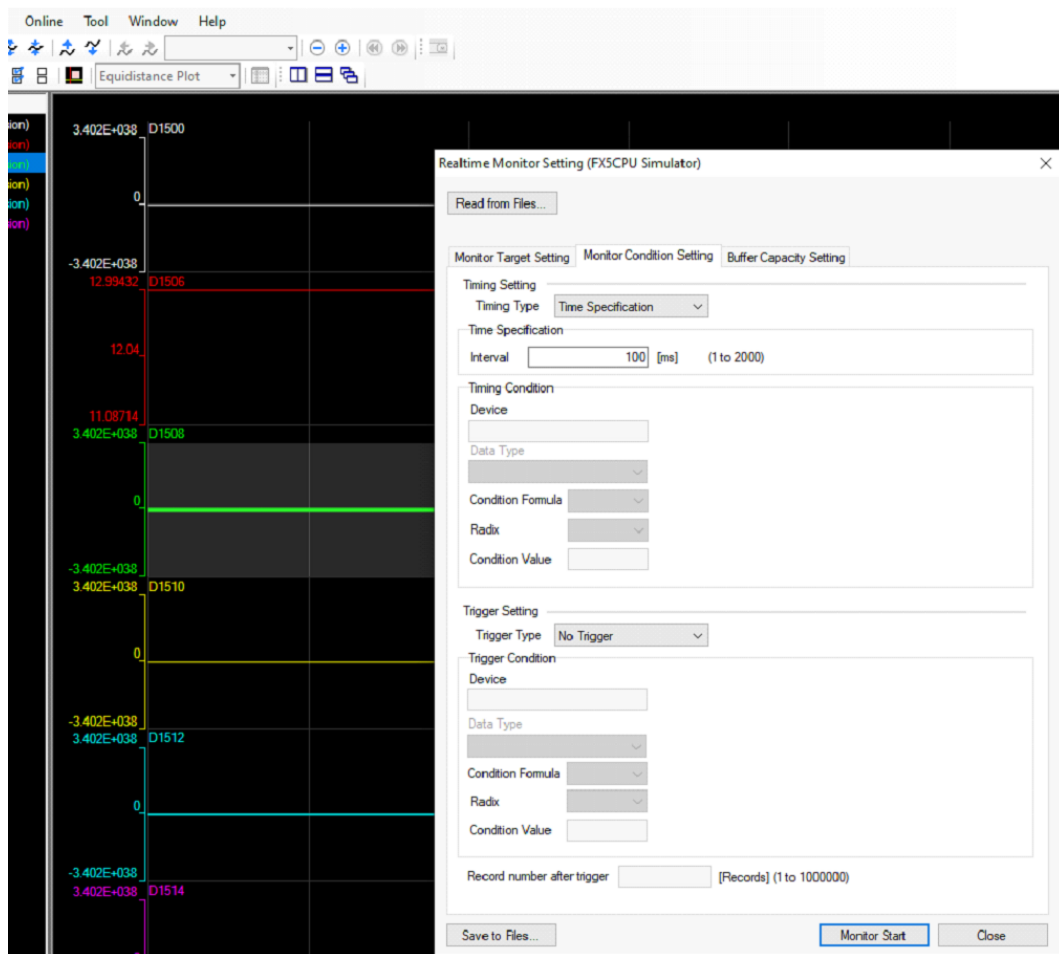
Rysunek 6: Przycisk Show Current Device Status

Zmienne, które chcemy monitorować należy wpisać do otwartego okna. Należy podać adresy fizyczne sterownika (np. D0) oraz pamiętać o ustawieniu odpowiedniego typu zmiennej (np. Float). Przykładowe wpisanie zmiennych ilustruje rys. 7.



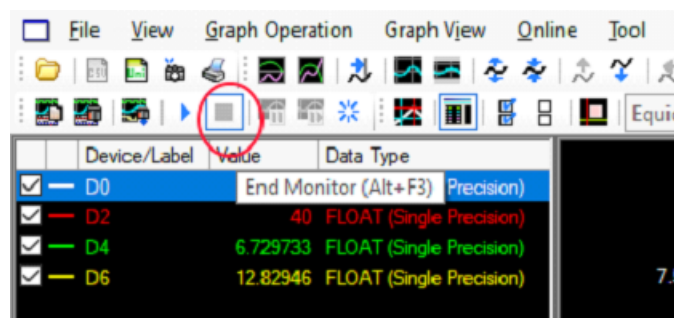
Rysunek 7: Przykładowe wpisanie zmiennych do monitorowania

Należy ustawić wartość najmniejszego okresu próbkowania regulatora lub okresu odświeżania procesu poprzez przejście kolejno z Tool --> Real Time Monitoring Setting.



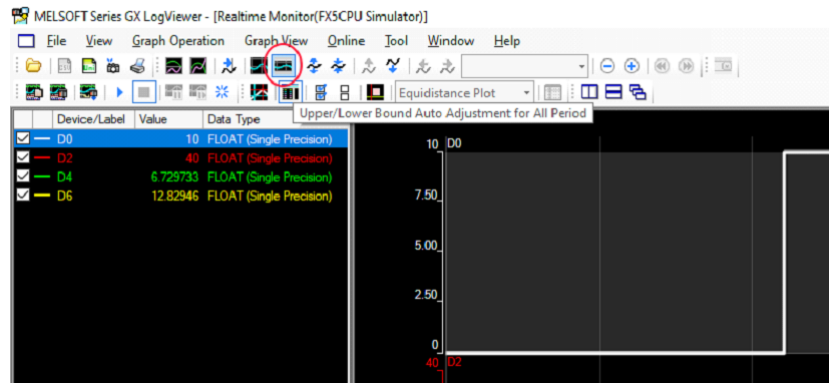
Rysunek 8: Ustawienie okresu próbkowania

Należy wcisnąć przycisk Monitor Start i zamknąć dodatkowe okna przez Close. Monitoring zmiennych trwa. Po wszystkich zmianach wartości warto zatrzymać monitoring przyciskiem STOP. Przycisk pokazano na rys. 9.



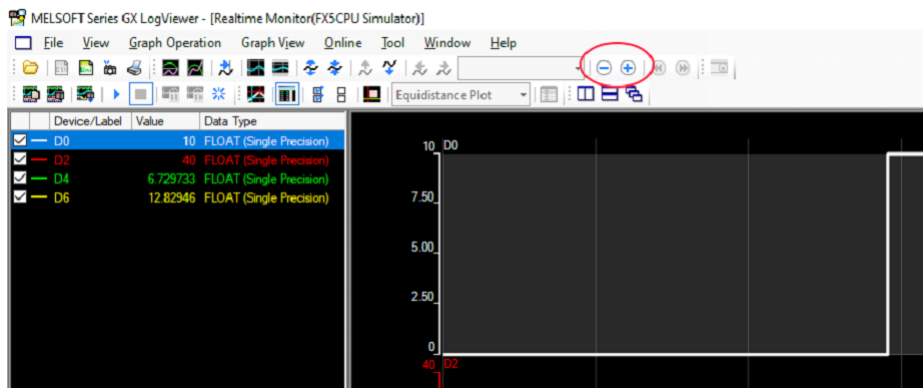
Rysunek 9: Przycisk do zatrzymania monitoringu

W celu lepszego wyświetlenia można automatycznie dostroić osie wykresów przyciskiem pokazanym na rys. 10.



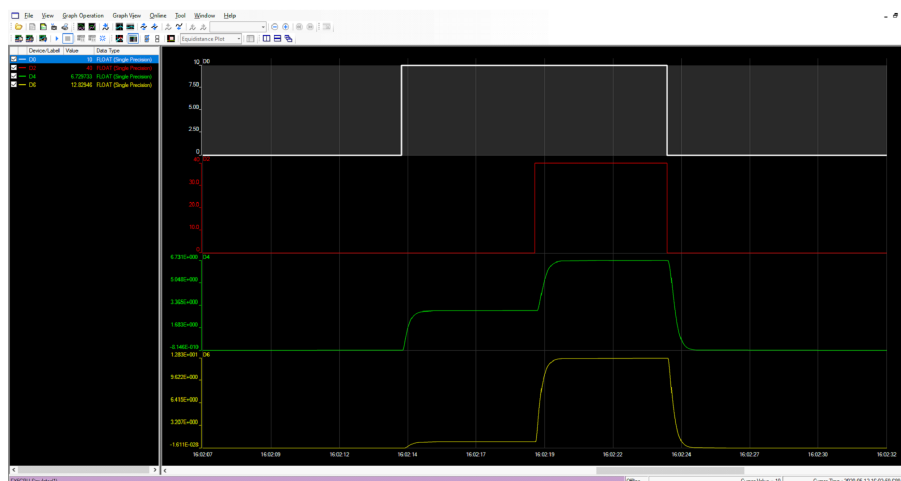
Rysunek 10: Dostrojenie osi wykresów

Również można polepszyć wyświetlanie przyciskami + i - wpływającymi na podziałkę skali czasu. Przedstawiono je na rys. 11.



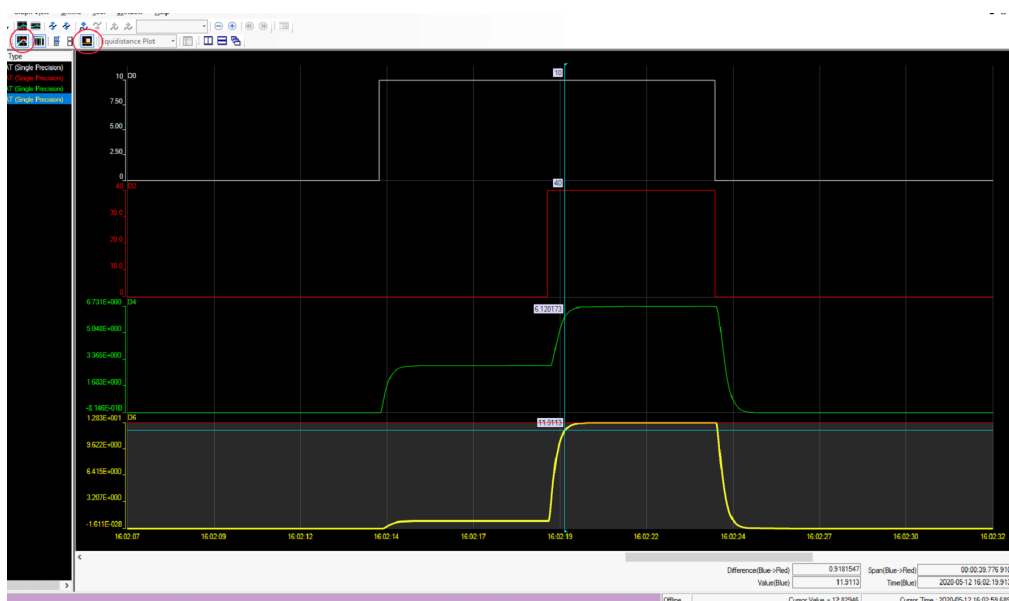
Rysunek 11: Zmiana podziałki skali czasu

Przykładowy wynik symulacji procesu został przedstawiony na rys. 12.



Rysunek 12: Przykładowy wynik symulacji procesu

Korzystanie z kursorów do analizy przebiegów ilustruje rys. 13.



Rysunek 13: Przykład używania kursorów

Jeśli wszystko zostało ustawione poprawnie to przy pomocy opisanego narzędzia można efektywnie analizować jakość regulacji w zależności od dobranych parametrów regulatora PID.