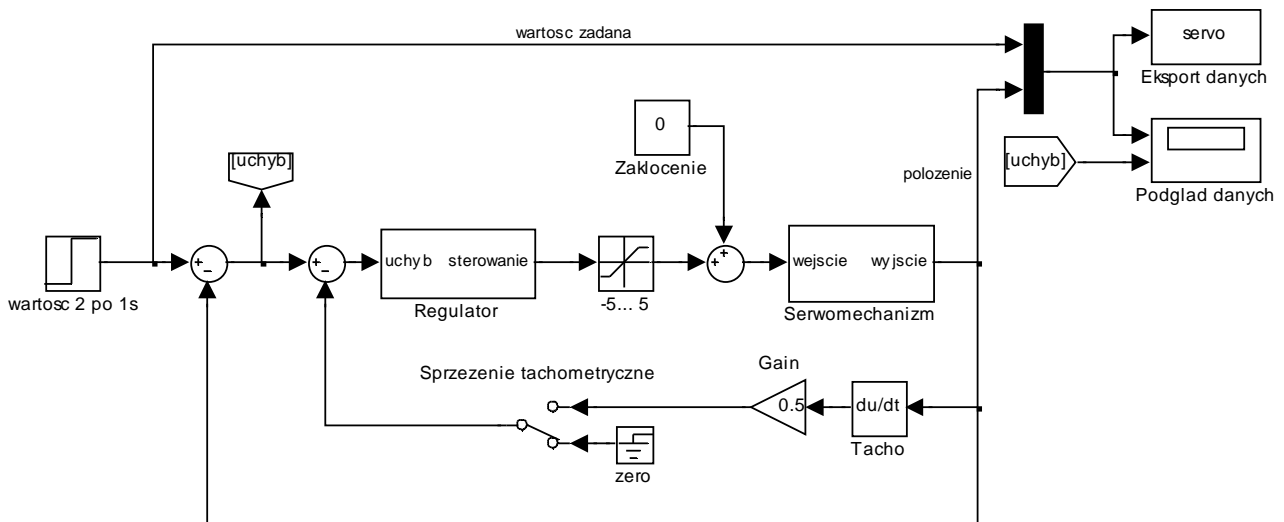


Modelowanie i symulacja serwomechanizmu liniowego i nieliniowego

Analizowany model serwomechanizmu

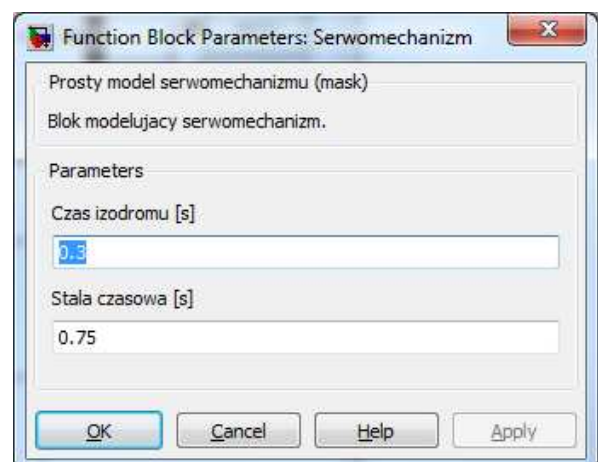
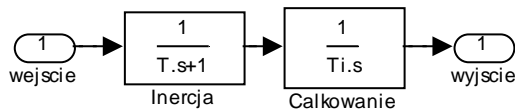
Poniżej zamieszczam model służący nam do testowania różnych wariantów sterowania serwomechanizmem. Dla czytelności składa się on z kilku podsystemów omówionych w dalszej części dokumentu.

Model serwomechanizmu z regulatorem PID



Model serwomechanizmu

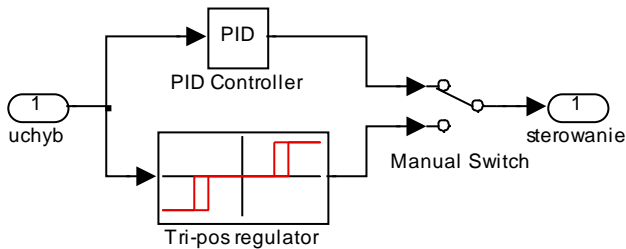
Dla wygody model to zamaskowany podsystem, któremu podajemy tylko stałą czasową oraz czas izodromu (do całkowania).



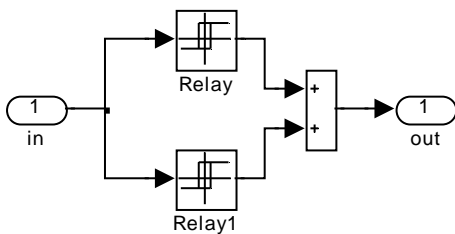
Przełączalny regulator

Regulator z switchem umożliwiającym wybór sposobu działania – regulator PID lub regulator trójpołożeniowy. Regulator trójpołożeniowy również zaimplementowano jako maskowany podsystem dla łatwiejszej zmiany parametrów.

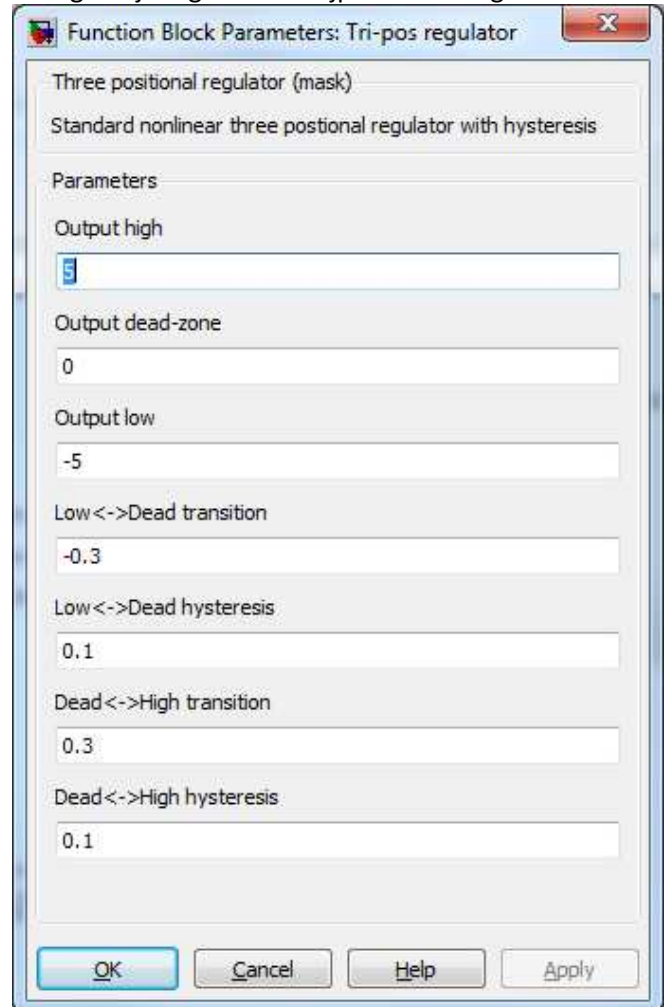
Wybór regulatora:



Regulator trójpołożeniowy:



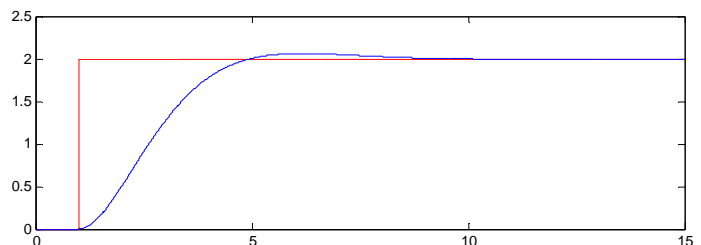
Konfiguracja regulatora trójpołożeniowego:



Dobre nastawy i uzyskane przebiegi

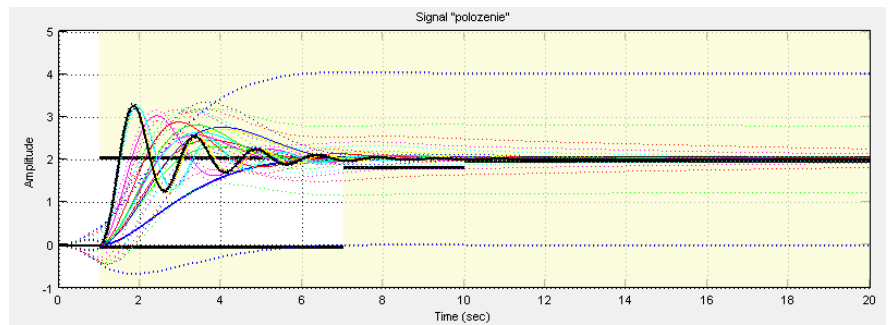
PID, wyłączone sprzężenie tachometryczne, nie uwzględnia zakłóceń:

$P=0.183$, $I=0.0$. Widać że dla wyłączonego sprzężenia tachometrycznego za pomocą regulatora PI trudno osiągnąć rozsądny czas narastania nie wywołując znacznych przesterowań – dopiero po 4 sekundach serwo sięga właściwej pozycji, następuje tu jeszcze 5% przesterowanie. Warto jednak zwrócić uwagę że zastosowany tu regulator P działa tylko przy braku zakłóceń zewnętrznych.



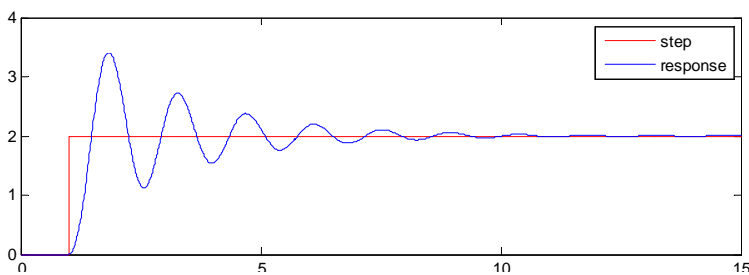
PID, wyłączone sprzężenie tachometryczne, uwzględnia zakłócenia:

Dążenie do minimalizacji uchybu pochodzącego od zakłócenia wymusza już zastosowanie części I, która znacznie zwiększa przesterowanie, lub też nie otrzymuje zadanej wartości nawet po kilkunastu sekundach. Załączam wykresy dla dobranych przez matlaba (Simulink Design Optimization) nastaw optymalizowanych ze względu na czas narastania/unikanie przesterowań.



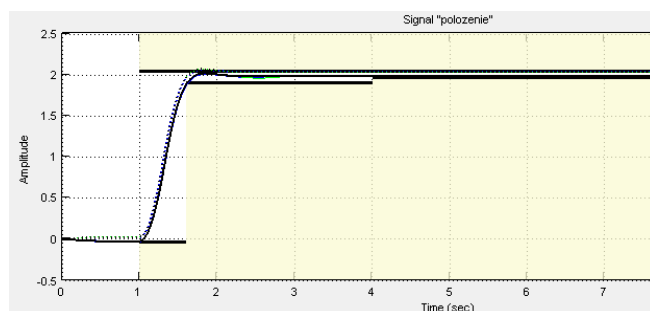
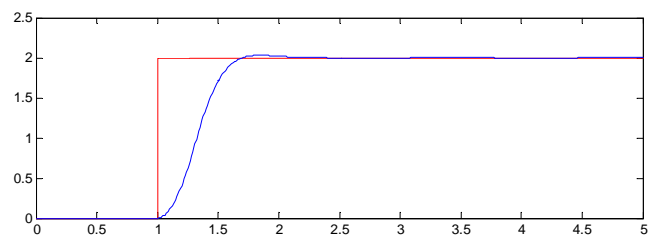
Wykresy 1 i 2, prezentujące przebieg optymalizacji dla czasu narastania (ustawiony na 6) i jej rezultat ($I=1.865$, $P=4.533$). oraz ze względu na unikanie przesterowań. Przerywane

linie to przebiegi dla zakłóceń na poziomie ± 0.3 . Widać, że dla „delikatnych” nastaw (najbardziej zewnętrzne, przerywane przebiegi) nawet takie zakłócenie ma bardzo widoczne skutki. Z kolei ostre nastawy wymuszają znaczne przesterowania. Niestety, zakłócenie tuż przed obiektem całkującym jest bardzo trudne to usunięcia.



PID, włączone sprzężenie tachometryczne zakłócenia/brak zakłóceń.:

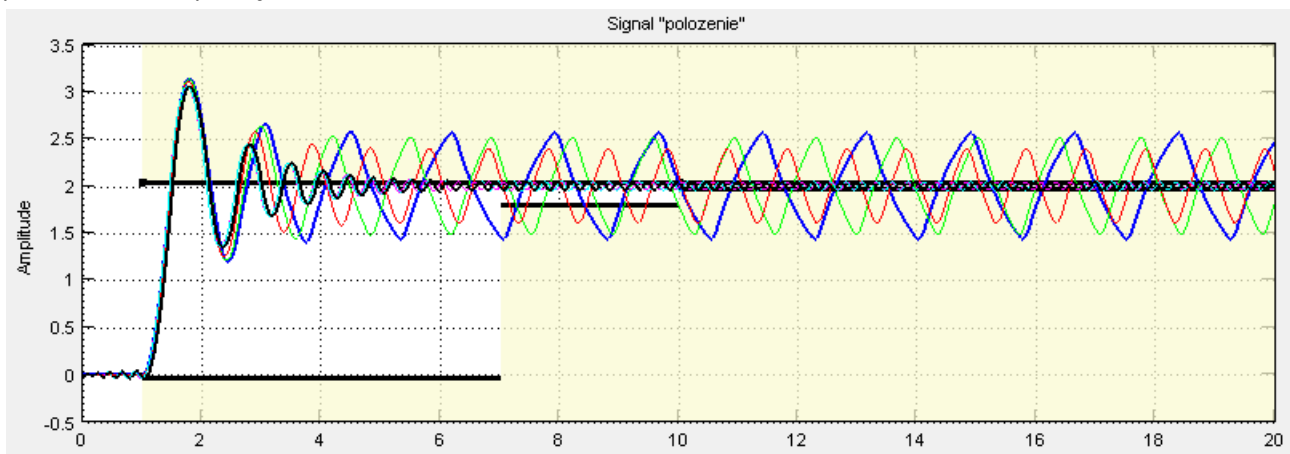
Dla regulatora PID z dodatkowym sprzężeniem tachometrycznym udało się znaleźć nastawy ($P=11.935$, $T=0.184$) o świetnych parametrach – czas narastania (do 95%) poniżej 0.6s (mniej niż stała czasowa!), bardzo szybkie ustalenie docelowej pozycji (przebieg z przesterowaniem 2%, czas narastania praktycznie pokrywa się z czasem ustalenia w ramach $\pm 2\%$). Zobaczymy też zachowanie tych nastaw dla zakłócenia równego 0.3. Wykres pokazuje jak sprzężenie tachometryczne likwiduje problemy z powyższego przypadku. Duża wartość wzmocnienia wystarcza do niwelacji uchybu i zakłócenia, zaś brak całkowania i różniczkowanie ze sprzężenia tacho pozwalają uniknąć przesterowań.



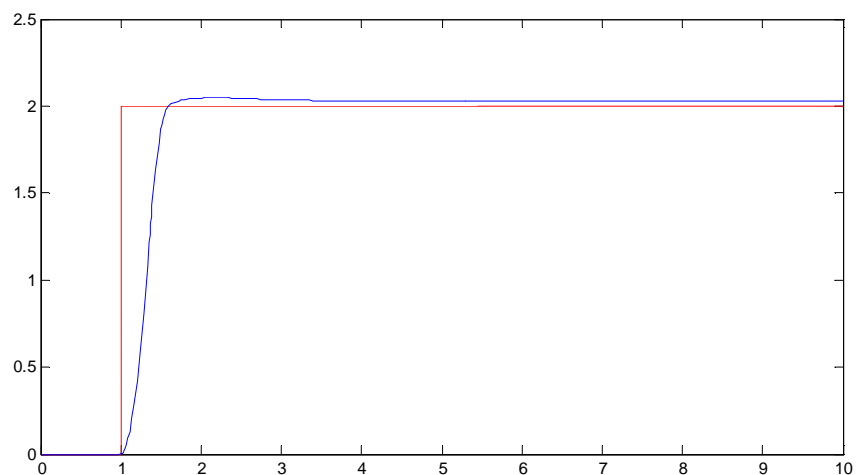
Regulator trójpołożeniowy

Dla tego regulatora zrezygnuje ze szczegółowej analizy w wersji z zakłóceniami/bez – dobiore nastawy tak aby małe zakłócenia nie psuły całego układu regulacji, i zamieszczę przykładowe przebiegi. Ze względu na symetryczność układu dla dodatnich/ujemnych wartości będę analizował tylko wpływ szerokości strefy martwej – 0 w środku charakterystyki regulatora, oraz wpływ szerokości histerezy.

Najważniejszy wniosek to konieczność użycia tachometru. Bez tej dodatkowej informacji regulator trójpołożeniowy przełącza się dopiero, gdy wartość wyjściowa przekroczy zadaną. Prowadzi to do olbrzymich przesterowań, które pokazuje przykład poniżej (oczywiście coraz gęstsze przebiegi odpowiadają mniejszej strefie martwej). Widać wyraźnie zmiany amplitudy dalszych wahań, jak również identyczne przesterowanie początkowe.



Ważniejsze są przebiegi z włączonym tachometrem, pokazujące, że taka forma „przewidywania” przyszłej pozycji Serwa dobrze się sprawdza nawet przy stosunkowo prostej regulacji. Wynik taki uzyskano dla TachoGain=0.11 do 0.13 i stref martwych od 0.1 do 0.4. Widoczne jest znaczenie szerokości strefy martwej dla stałego uchybu. Warto tutaj



również zwrócić uwagę, że nasz model nie uwzględnia opóźnień, dlatego nawet bliskie zera wartości dead-zone czy histerezy są w stanie wygenerować quasi PWM o lepszej jakości sterowania niż PID. W rzeczywistości jednak praktyczna realizacja wymusza zastosowanie rozwiązań pośrednich – np. regulatorów PID/LQ z wyjściem PWM.