

POLITECHNIKA POZNAŃSKA

INSTYTUT AUTOMATYKI I INŻYNIERII INFORMATYCZNEJ

ZAKŁAD STEROWANIA I ELEKTRONIKI PRZEMYSŁOWEJ



STEROWANIE PRĘDKOŚCIĄ SILNIKA DC
Z WYKORZYSTANIEM LOGIKI ROZMYTEJ
METODY INTELIGENCJI MASZYNOWEJ

MATERIAŁY DO ZAJĘĆ LABORATORYJNYCH

MGR INŻ. KRZYSZTOF SIEMBAB

KRZYSZTOF.SIEMBAB@PUT.POZNAN.PL

I. CEL

Celem zajęć jest utworzenie regulatora rozmytego do sterowania prędkością silnika prądu stałego.

II. POLECENIA KOŃCOWE

Przygotuj raport z przeprowadzonych zajęć. Jeden raport może być przygotowany przez maksymalnie 3 osoby. W raporcie zamieść:

1. Opracowaną bazę reguł oraz funkcje przynależności dla wejść i wyjść dla poszczególnych zadań.
2. Otrzymane powierzchnie sterowania.
3. Kluczowe wyniki badań.

III. PRZYGOTOWANIE DO ZAJĘĆ

a) ZAPOZNANIE Z PRZEPISAMI BHP

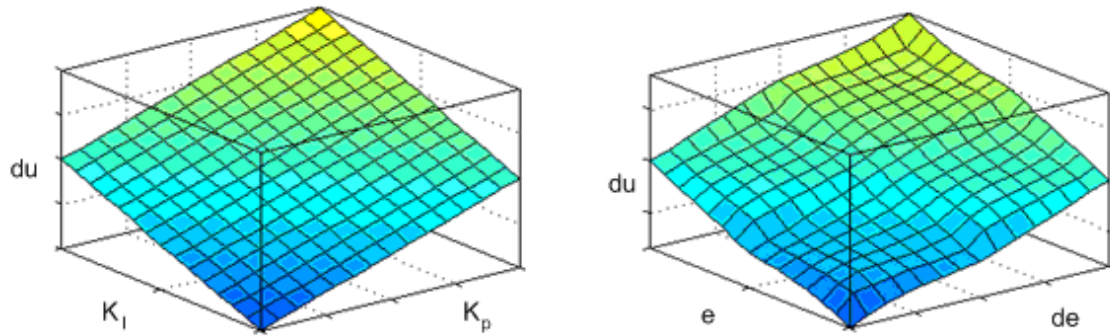
Wszystkie informacje dotyczące instrukcji BHP laboratorium są zamieszczone w sali laboratoryjnej oraz u prowadzącego zajęcia. Wszystkie nieścisłości należy wyjaśnić z prowadzącym laboratorium. Wymagane jest zaznajomienie i zastosowanie do regulaminu.

Na zajęcia należy przyjść przygotowanym zgodnie z tematem zajęć. Obowiązuje również materiał ze wszystkich odbytych zajęć.

b) WPROWADZENIE DO WNIOSKOWANIA ROZMYTEGO – REGULATORY PID

W klasycznym regulatorze PI wyjście regulatora jest sumą wyjść poszczególnych jego części, proporcjonalnej i całkującej, pomnożonych przez odpowiednie współczynniki wzmocnienia. Stąd, powierzchnia sterowania tego regulatora jest płaszczyzną o dwóch stopniach swobody zależnych od K_p i K_I . Przykładową płaszczyznę regulatora PI pokazano na rys. 1a. Regulacja za pomocą zmiany wartości tych współczynników umożliwia jedynie zmianę nachylenia płaszczyzny sterowania.

W regulatorze rozmytym istnieje szereg parametrów kształtujących powierzchnię sterowania. Należą do nich baza reguł, funkcje przynależności i współczynniki skalujące. Liczba stopni swobody zależy od liczby poszczególnych parametrów regulatora i jest znacznie większa niż w przypadku regulatora klasycznego. Na rys. 1b przedstawiono przykładową powierzchnię sterowania regulatora rozmytego. Możliwość uzyskania dowolnie ukształtowanej powierzchni sterowania jest największą zaletą regulatora rozmytego, pozwala to bowiem na idealne dopasowanie regulatora do sterowanego obiektu. Należy jednak pamiętać, że wzrost elastyczności kształtowania powierzchni sterowania pociąga za sobą wzrost liczby zmiennych parametrów regulatora (współczynniki skalujące, baza reguł, funkcje przynależności). Jest to kłopotliwe, gdyż zwiększa się trudność w jego dostrojeniu oraz rośnie czas realizacji zależności opisujących regulator. Ma to szczególne znaczenie w przypadku realizacji praktycznej układu sterowania. Od algorytmu sterującego wymaga się maksymalnego uproszczenia, umożliwiającego realizację praktyczną na możliwie prostym i tanim układzie mikroprocesorowym. Zalecane jest zatem maksymalne upraszczanie regulatora rozmytego przy zachowaniu stawianych mu wymagań dokładnościowych.



Rys. 1 Przykładowa powierzchnia sterowania regulatora liniowego (a) i rozmytego (b)

W literaturze często spotyka się rozważania na temat jakości sterowania rozmytego. Koronny argument świadczący o przewadze regulatora rozmytego nad klasycznym jest następujący: regulator rozmyty jest w stanie zrealizować dowolną powierzchnię (płaszczyznę) sterowania regulatora klasycznego, transformacja odwrotna (poza przypadkiem liniowej powierzchni sterowania regulatora rozmytego) nie jest natomiast możliwa. Najczęściej stosowane kryteria oceny jakości sterowania polegają na minimalizacji uchybu sterowania. Powszechnie stosowanym wskaźnikiem jest wskaźnik ISE (integral square error):

$$K = \min \int_0^{\infty} (e^2) dt$$

W układach sterowania dąży się również do minimalizacji kosztów sterowania u . Ma to na celu zapewnienie spokojnej pracy urządzenia nastawczego i zminimalizowania jego przełączeń. Wskaźnik ten może być zdefiniowany jako:

$$K = \min \int_0^{\infty} (u^2) dt$$

W praktyce do oceny sterowania stosuje się zazwyczaj kilka kryteriów jednocześnie. Przykładem może być często stosowane kryterium łączące w sobie minimalizację błędu i kosztów sterowania.

$$K = \min \left(\alpha \int_0^{\infty} (e^2) dt + (1 - \alpha) \int_0^{\infty} (u^2) dt \right)$$

Problem sterowania (poza najprostszymi przypadkami) jest ze względu na jakość sterowania problemem nieliniowym. Regulator rozmyty posiadający możliwość odwzorowania w nieliniowy sposób wejścia układu na wyjście, umożliwia wypełnienie w lepszy sposób postawionego kryterium jakości sterowania niż regulator liniowy.

IV. SCENARIUSZ DO ZAJĘĆ

Ćwiczenie wykonywane jest w oparciu o zestaw funkcji `regulator_silnika_DC.zip`. Po załadowaniu archiwum, należy je rozpakować na pulpicie, a w programie MATLAB wskazać dostęp do tych plików w ścieżce poszukiwań.

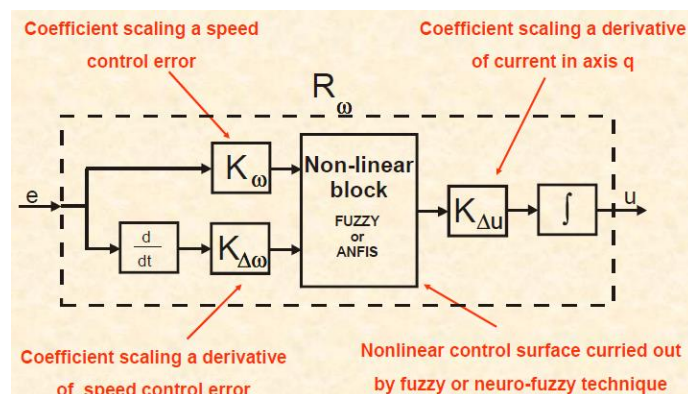
Tematem ćwiczenia jest opracowanie regulatora rozmytego typu I-PD do sterowania prędkości silnika obcowzbudnego prądu stałego.

Zostały przygotowane 2 modele w systemie Simulink:

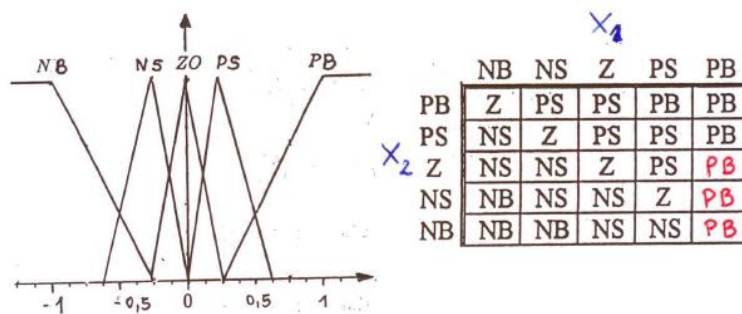
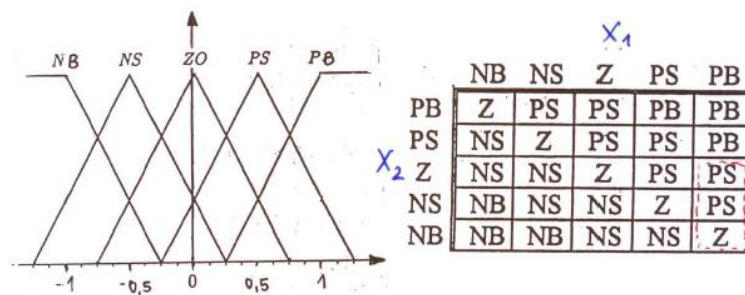
- *silnikDC.mdl*
- *silnikDC_fuzzy.mdl*

Model *silnikDC.mdl* służy do przeprowadzenia testów oraz obserwacji pracy regulatora liniowego typu PI, natomiast w pliku *silnikDC_fuzzy.mdl* umieszczono gotową strukturę do sterowania prędkością silnika DC z wykorzystaniem regulatora rozmytego.

Należy zaprojektować rozmyty układ regulacji prędkości silnika DC o strukturze pokazanej na rysunku 2 (gotowy układ w pliku *silnikDC_fuzzy.mdl*). Wymagany jest dobór wartości współczynników skalujących w celu normalizacji zmiennych wejściowych i wyjściowych do przedziału $\langle -1, 1 \rangle$. Zaprojektowany regulator powinien działać lepiej niż załączony regulator PI (**minimalizacja wskaźnika K1**). Na rysunku 2 pokazano przykładowe bazy reguł, które mogą zostać wykorzystane do budowy regulatora typu PI.



Rys. 2 Struktura regulatora I-PD



Rys. 3 Przykładowe bazy reguł