

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA
WYDZIAŁ ELEKTRYCZNY

STUDIA PODYPLOMOWE:
SYSTEMY STEROWANIA W ENERGETYCE
(PLC, DCS)

PROJEKTOWANIE UKŁADÓW AUTOMATYKI
LABORATORIUM

Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych

Opracował: Janusz Staszewski

Wrocław 2018

WYKAZ ĆWICZEŃ

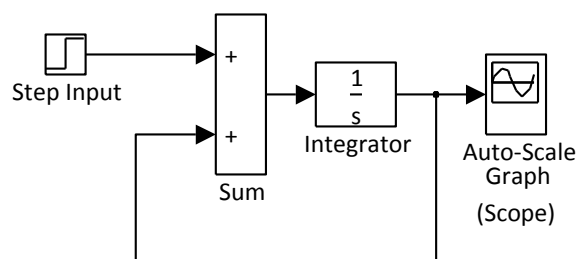
1. Symulacja układów sterowania z wykorzystaniem pakietu MATLAB [ćw. 4, 5]
2. Praktyczna analiza ciągłych liniowych układów regulacji [ćw. 1]
3. Dyskretne układy regulacji automatycznej. Impulsator i ekstrapolator [ćw. 6]
4. Cyfrowy regulator PID [ćw. 8] (lub dodatkowa instrukcja stanowiskowa)
5. Dobór parametrów korektora w nieliniowych układach regulacji automatycznej [ćw. 9, 10]

Uwaga: Numery podane w nawiasach kwadratowych odnoszą się do numeracji ćwiczeń w skrypcie¹.

¹ Podstawy Automatyki. Ćwiczenia laboratoryjne. Praca zbiorowa pod red. A. Wiszniewskiego, Wrocław 2000

1. SYMULACJA UKŁADÓW STEROWANIA Z WYKORZYSTANIEM PAKIETU MATLAB

1. Korzystając z nakładki Simulink programu Matlab zamodelować układ jak na rys. poniżej.



Zwrócić uwagę na fakt występowania sprzężenia dodatniego. Następnie zmienić sprzężenie na ujemne i powtórnie dokonać symulacji. W kolejnym kroku zmienić warunek początkowy na integratorze na niezerowy. Sprawdzić odpowiedź na skok jednostkowy.

2. Zamodelować w Simulink'u obiekt dany transmitancją II rzędu podaną przez prowadzącego (licznik - $k=1$, mianownik – równanie kwadratowe, $\Delta>0$). Korzystać tylko z bloków sumatora (*Sum*), integratora (*Integrator*) oraz wzmacniacza (*Gain*). Sprawdzić odpowiedź na skok jednostkowy. Przykład – patrz skrypt¹, ćwiczc 4. str. 37, rys. 4.1

3. Korzystając z bloku sumatora (*Sum*) i bloku opisującego transmitancję (*Transfer Fcn*), zamodelować układ sterowania w obwodzie zamkniętym dla obiektu III-rzędu. Parametry obiektu dobrać tak, aby otrzymać odpowiedź stabilną o charakterze oscylacyjnym. Przyjąć $k=1$.

3. W programie Matlab, zdefiniować licznik i mianownik transmitancji z poprzedniego punktu. Np.

dla $G(s) = \frac{1}{4s^3 + 3s^2 + 2s + 1}$, licznik i mianownik definiujemy odpowiednio:

$$l=1;$$

$$m=[4 \ 3 \ 2 \ 1];$$

Sprawdzić stabilność układu otwartego korzystając z najbardziej ogólnej definicji stabilności (o położeniu biegunów transmitancji). Wykorzystać komendę *roots(m)* do wyznaczenia biegunów transmitancji.

3. Sprawdzić i zaobserwować efekt działania funkcji *step(l,m)* i innych opisanych na stronie 61 (poniżej rysunku 5.4) w skrypcie¹. Szczególnie zwrócić uwagę na funkcje *nyquist(l,m)*, *nichols(l,m)* (łącznie z *ngrid*) oraz *margin(l,m)* pod kątem badania stabilności układu zamkniętego na podstawie analizy układu otwartego.

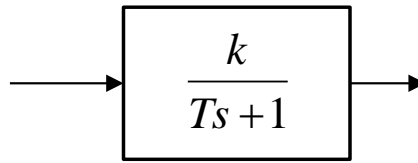
4. Zwiększając wzmacnienie obiektu, badać stabilność układu zamkniętego za pomocą 3-ch funkcji wymienionych w punkcie poprzednim. Doprowadzić do utraty stabilności.

5. Opracować wnioski i uwagi do ćwiczenia.

¹ Podstawy Automatyki. Ćwiczenia laboratoryjne. Praca zbiorowa pod red. A. Wiszniewskiego, Wrocław 2000

2. PRAKTYCZNA ANALIZA CIĄGŁYCH LINIOWYCH UKŁADÓW REGULACJI

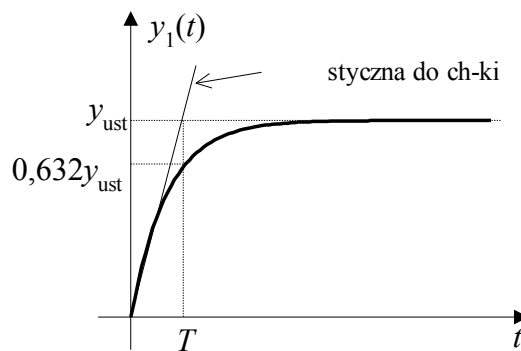
1. Dany jest element inercyjny I-rzędu o nieznanym parametrach k, T :



Wyznaczyć parametry k, T dwoma metodami:

1a. poprzez badanie odpowiedzi na skok jednostkowy:

$$k = \frac{y_{ust}}{u_1}, \quad u_1 - \text{wartość skoku jednostkowego, } T - \text{wyznaczamy z wykresu:}$$



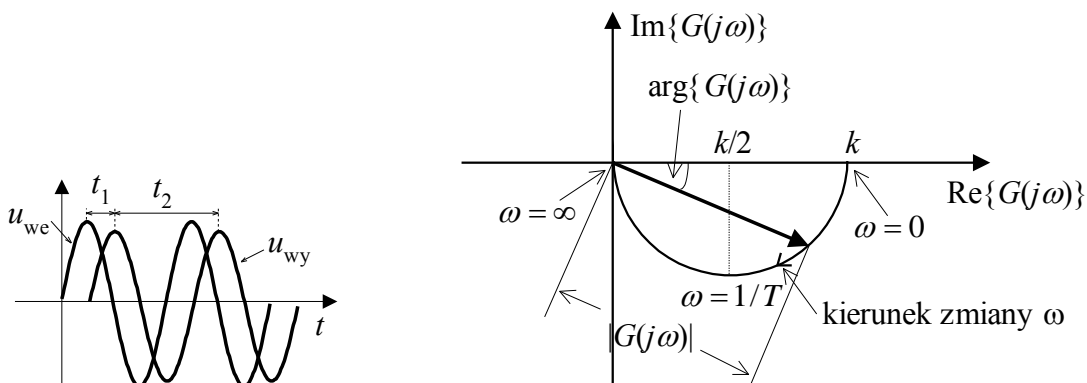
1b. poprzez wyznaczenie charakterystyki amplitudowo-fazowej

Na wejście układu podajemy sygnał sinus, poczynając od częstotliwości kilka (kilkanaście) Hz.

Wyznaczamy parametry:

$$|G(j\omega)| = \frac{U_{wy}}{U_{we}}, \quad \arg\{G(j\omega)\} = -\frac{t_1}{t_2} 360^\circ = -t_1 f 360^\circ$$

f - częstotliwość sygnału (można odczytać wprost z generatora).

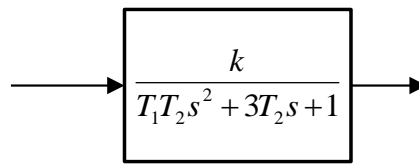


Pomiary przeprowadzamy dla różnych wartości f . Na bieżąco liczymy przede wszystkim wartość $\arg\{G(j\omega)\}$, dbając o w miarę równomierny rozkład kąta w przedziale $(0, -90^\circ)$.

Po wykreśleniu charakterystyki wyznaczamy parametry k (wprost z rysunku) oraz T (ze wzoru $\arg\{G(j\omega)\} = -\arctg(T\omega)$ dla pomiaru najmniej odbiegającego od aproksymowanej ch-ki).

Porównujemy wartości k , T obliczone (dwoma metodami) z wartościami nastawionymi na modelu.

2. Dany jest element II-rzędu o nieznanymi parametrach k , T_1 , T_2 :



Wyznaczyć parametry k , T_1 , T_2 dwoma metodami:

2a. poprzez badanie odpowiedzi na skok jednostkowy:

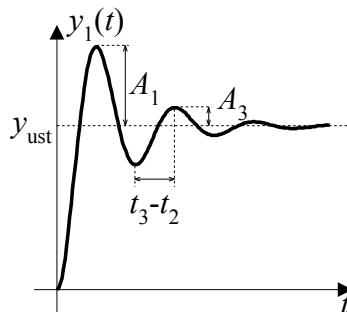
$$k = \frac{y_{ust}}{u_1}, \quad u_1 - \text{wartość skoku jednostkowego,}$$

Ponieważ, w innym, bardziej popularnym zapisie mamy: $G(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2nTs + 1}$, zatem

w pierwszym kroku obliczamy wartości n , T wg wzorów:

$$n = \frac{\ln \frac{A_1}{A_3}}{\sqrt{4\pi^2 + \left(\ln \frac{A_1}{A_3}\right)^2}}, \quad T = \frac{\sqrt{1-n^2} (t_3 - t_2)}{\pi}$$

gdzie wartości A_1 , A_2 , A_3 oraz $(t_3 - t_2)$ wyznaczamy wprost z charakterystyki odpowiedzi na skok jednostkowy.



Następnie porównując współczynniki przy poszczególnych potęgach s , w obydwu równaniach na wartość $G(s)$ (tym z makiety i tym podanym powyżej), obliczamy wartości T_1 , T_2 .

2b. poprzez wyznaczenie charakterystyki amplitudowo-fazowej

Sposób wyznaczania charakterystyki analogicznie jak w punkcie 1b. Po wykreśleniu charakterystyki wyznaczamy parametry k , T_1 , T_2 . Potrzebne wzory znajdują się w skrypcie¹.

Porównujemy wartości k , T_1 , T_2 obliczone (dwoma metodami) z wartościami nastawionymi na modelu.

3. Opracować wnioski i uwagi do ćwiczenia.

¹ Podstawy Automatyki. Ćwiczenia laboratoryjne. Praca zbiorowa pod red. A. Wiszniewskiego, Wrocław 2000

3. DYSKRETNE UKŁADY REGULACJI AUTOMATYCZNEJ. IMPULSOR I EKSTRAPOLATOR

1. Badanie impulsatora.

Na wejście sterujące podajemy częstotliwość próbkowania f_p (na początek 10kHz). Na wejście impulsatora podajemy sygnał 900Hz (sinus). Oscyloskop podłączamy na wejście i wyjście układu. Obserwujemy wyjście układu dla różnych f_p (tw. Shannona!). Drukujemy tylko dla $f_p = 10kHz$.

2. Badanie ekstrapolatora zerowego rzędu i liniowego. Łączymy szeregowo impulsator i ekstrapolator. Reszta jak wyżej.

3. Wyznaczanie charakterystyk błędów układu impulsator - ekstrapolator:

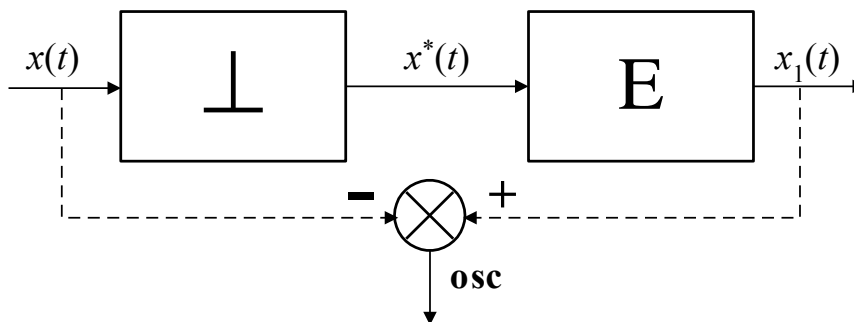
a. $\delta = f(f_p) \Big|_{f_{we} = const}$

b. $\delta = f(f_{we}) \Big|_{f_p = 10kHz}$, $f_{we} = 1; 1,5; 2; 2,5; 3 \text{ kHz}$

oddzielnie dla ekstrapolatora 0-go rzędu i liniowego według wzoru:

$$\delta = \frac{|\max(x_1 - x)|}{2A_x} 100\%, \text{ gdzie } A_x - \text{amplituda sygnału wejściowego}$$

Układ pomiarowy:

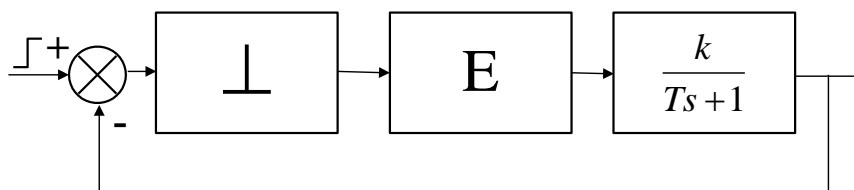


4. Badanie stabilności układu zamkniętego transmitancji I-rzędu w połączeniu z impulsatorem i ekstrapolatorem:

a. dla różnych k przy $T_p/T = const$,

b. dla różnych T_p przy $k = const$.

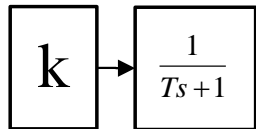
Układ pomiarowy:



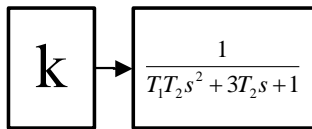
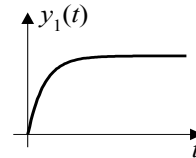
5. Opracować wnioski i uwagi do ćwiczenia.

4. CYFROWY REGULATOR PID (wersja 1)

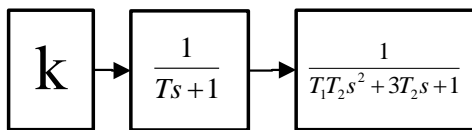
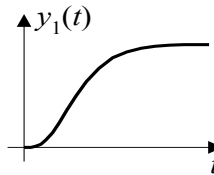
1. Zamodelować obiekt odpowiednio I-go, II-go i III-rzędu. Parametry transmitancji dobrać tak (zapisać!), aby uzyskać odpowiedzi na skok jednostkowy zbliżone do tych na rysunku poniżej. Parametry czasowe dobrać w sekundach (nie ms!). Wartość skoku jednostkowego przyjąć maksymalnie 3V). Wyznaczyć: czas i wartość ustalenia. Każdą odpowiedź wydrukować (Print Screen). Dla obiektu III-rzędu sprawdzić czy prawidłowo dobrany został czas próbkowania (skrypt¹: wzór 8.13 str. 107). Jeżeli nie, to skorygować.



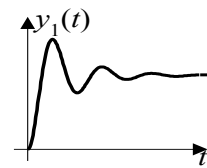
obiekt I-rzędu



obiekt II-rzędu



obiekt III-rzędu

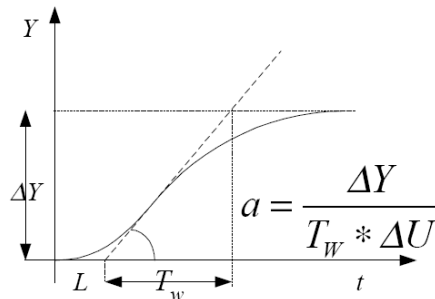


2. Zbadać odpowiedź obiektu III-rzędu na skok jednostkowy w układzie zamkniętym. Aby uzyskać układ zamknięty bez regulatora PID, należy jego parametry ustawić odpowiednio: $K_p=1$, $K_i=0$, $K_d=0$. Wyznaczyć parametry: czas i wartość pierwszego maksimum, czas i wartość ustalenia.
3. W układzie zamkniętym dobrać parametry regulatora P, PI i PID zgodnie z regułą Zieglera – Nicholasa, metodą granicy stabilności (skrypt: wzory w tabeli 8.1, str. 108). Nie dopuścić, aby wartości sygnałów przekroczyły poziom 5V. W razie potrzeby zmniejszyć wartość skoku jednostkowego. Wyznaczyć parametry (czas i wartość pierwszego maksimum, czas i wartość ustalenia) dla 3-ch rodzajów regulatora.
4. Popróbować w sposób ręczny tak zmienić, parametry regulatora PID, aby uzyskać poprawniejszą odpowiedź układu. Prowadzący poda który parametr odpowiedzi zmienić (poprawić).
5. Porównać i zinterpretować wszystkie otrzymane wyniki.
6. Nie zmieniając parametrów obiektu i regulatora zmniejszyć 2-krotnie czas próbkowania. Obserwować odpowiedź na skok jednostkowy. Uzasadnić dlaczego odpowiedź się zmieniła.
7. Opracować wnioski i uwagi do ćwiczenia.

¹ Podstawy Automatyki. Ćwiczenia laboratoryjne. Praca zbiorowa pod red. A. Wiszniewskiego, Wrocław 2000

4. CYFROWY REGULATOR PID (wersja 2)

1. Wydrukować odpowiedź na skok jednostkowy dla silnika prądu stałego. Na podstawie odpowiedzi wyznaczyć parametr α (patrz rys. poniżej). Przyjąć $L=0,5s$.



ΔY =obroty odczytane ustalone (po skoku) [obr/min] minus obroty odczytane ustalone (przed skokiem) [obr/min]

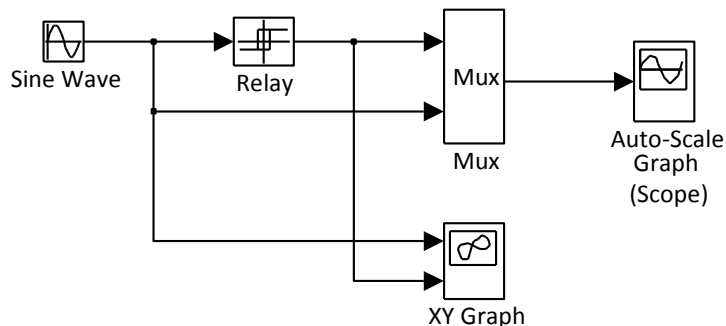
ΔU =(obroty zadane (po skoku) [p.u.] minus obroty zadane (przed skokiem) [p.u.])*1800 obr/min

2. Zgodnie ze wzorem (5) zewnętrznej instrukcji stanowiskowej wyznaczyć okres próbkowania. Obliczyć błąd pomiaru prędkości obrotowej silnika (patrz wzór w Dodatku zewnętrznej instrukcji stanowiskowej) Przed przystąpieniem do realizacji dalszej części ćwiczenia obowiązkowo skonsultować wyniki z prowadzącym. Skorygować wartość okresu próbkowania zgodnie z sugestiami prowadzącego.
3. Korzystając z tab. 2 i wzorów (7) zewnętrznej instrukcji stanowiskowej wyznaczyć parametry regulatorów P, PI i PID. Otrzymane czasy przeliczyć na minuty.
4. Wprowadzić obliczone parametry regulatorów (pomocna będzie tab. 1 zewnętrznej instrukcji stanowiskowej). Zadać skok jednostkowy, wydrukować odpowiedź.
UWAGA: jako wartość początkową (przed skokiem) przyjąć obroty w zakresie od 300 do 600 obr/min, jako wartość końcową (po skoku) przyjąć obroty w zakresie od 900 do 1300 obr/min.
5. Porównać i zinterpretować wszystkie otrzymane wyniki.
6. Opracować wnioski i uwagi do ćwiczenia.

5. DOBÓR PARAMETRÓW KOREKTORA W NIELINIOWYCH UKŁADACH REGULACJI AUTOMATYCZNEJ

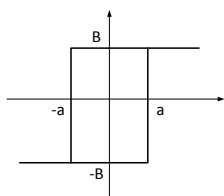
1. Sprawdzanie elementu nieliniowego, przekaźnika dwupołożeniowego z histerezą.

W Matlab – Simulink wykonać symulację następującego układu:



ustawione parametry:

Sine Wave: amplituda=2, częstotliwość=1 [Hz] *2*pi, faza=0



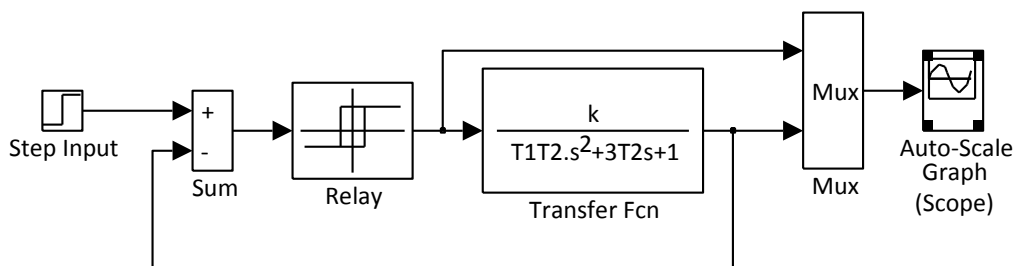
Relay: $a=0,5$, $B=1$

Parametry symulacji: zakres symulacji: 0...3 sek.

Zaobserwować i przeanalizować działanie elementu nieliniowego.

2. Układ regulacji temperatury (bez korektora).

Zamodelować działanie układu regulacji według schematu poniżej. Parametry obiektu (np. pomieszczenia w którym dokonujemy regulacji temperatury) i elementu nieliniowego podane przez prowadzącego.



Wyznaczyć następujące parametry:

- czas do pierwszego maksimum,

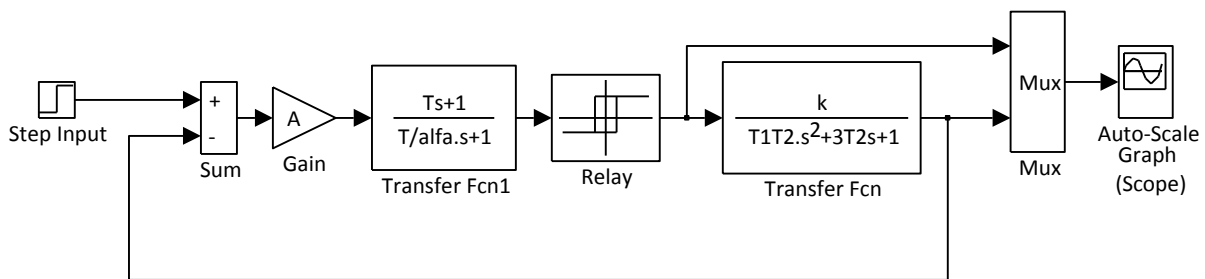
- okres drgań,
- amplitudę drgań,
- maksymalny zakres zmian skoku jednostkowego, dla którego działa regulacja.

3. Dobór korektora dla układu regulacji temperatury.

Na podstawie podanej przez prowadzącego wymaganej amplitudy drgań, dobrać parametry korektora, korzystając ze wzorów od (10.3) do (10.22), na stronach 131 - 134 w skrypcie¹. Można wspomóc się programem *kor_nlin.m*.

4. Układ regulacji temperatury (z korektorem).

Zamodelować działanie układu regulacji z korektorem wg schematu jak poniżej:



Wyznaczyć następujące parametry:

- czas do pierwszego maksimum,
- okres drgań,
- amplitudę drgań,
- maksymalny zakres zmian skoku jednostkowego, dla którego działa regulacja.

Porównać te parametry z parametrami odczytanymi w punkcie 2.

6. Opracować wnioski i uwagi do ćwiczenia.

¹ Podstawy Automatyki. Ćwiczenia laboratoryjne. Praca zbiorowa pod red. A. Wiszniewskiego, Wrocław 2000.

Na prawach rękopisu

do użytku służbowego

INSTYTUT ENERGGOELEKTRYKI POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ
Raport serii SPRAWOZDANIA Nr

LABORATORIUM PODSTAW AUTOMATYKI
INSTRUKCJA LABORATORYJNA

**STEROWANIE PRACĄ SILNIKA
Z WYKORZYSTANIEM PLC**

Mirosław Łukowicz

Słowa kluczowe:
sterownik sekwencyjny
regulator
silnik

WROCLAW 2018

Regulacja prędkości obrotowej silnika DC za pomocą sterownika programowalnego PLC CPU215 firmy SIEMENS

1. Realizacja programowa działania cyfrowego regulatora PID

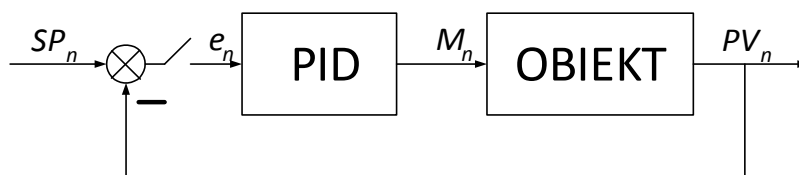
Do sterowania prędkością obrotową wirnika silnika DC zastosowano funkcję PID, dostępną w zestawie funkcji programu STEP7 MicroWin, służącego do edycji, kompilacji, przesyłania i testowania oprogramowania dla sterowników PLC 2xx firmy SIEMENS.

Blok PID realizuje funkcję regulatora dyskretnego opisanego równaniem

$$\begin{aligned}M_n &= K_C * e_n + K_I * e_n + MX_n + K_D * (e_n - e_{n-1}) \\MX_n &= MX_{n-1} + K_I e_{n-1}\end{aligned}\quad (1)$$

gdzie:

- M_n - wartość sterowania z zakresu 0-1,
- K_C - wzmacnienie członu proporcjonalnego,
- K_I - wzmacnienie członu całkującego,
- K_D - wzmacnienie członu różniczkującego,
- e_n - błąd sterowania w chwili n ,
- MX_{n-1} - wyjście członu całkującego dla chwili $n-1$.



Rys. 1. Schemat układu sterowania z cyfrowym regulatorem PID.

Błąd regulacji (rys. 1) wyliczany jest na podstawie nastawianej wartości zadanej SP_n dla chwili n i wartości sygnału wyjściowego obiektu PV_n zgodnie ze wzorem

$$e_n = SP_n - PV_n \quad (2)$$

Wartość zadana, procesowa oraz wyjściowa z regulatora, czyli sterowanie, są wielkościami znormalizowanymi z przedziału od 0 do 1.

Równanie (1) można zapisać, z uwzględnieniem czasów zdwojenia i wyprzedzenia, w postaci:

$$M_n = K_C * e_n + K_C * \frac{T_s}{T_I} * e_n + MX_n + K_C \frac{T_D}{T_s} * (e_n - e_{n-1}) \quad (3)$$

gdzie:

- T_s - okres próbkowania [s],
- T_I - czas zdwojenia podawany w minutach!!!!!! [min],
- T_D - czas wyprzedzenia podawany w minutach!!!!!! [min].

Selekcji typu regulatora dokonuje się wpisując odpowiednie wartości nastaw zgodnie z tablicą 1.

Tablica 1. Selekcja typu regulatora

TYP REG.	K_C	T_I	T_D
P	>0	max=99999	0
I	0*	>0	0
D	0*	max=99999	>0
PI	>0	>0	0
PD	>0	max=99999	>0
PID	>0	>0	>0

* - K_C we wzorze (3) przyjmuje programowo dla członu całkującego i różniczkującego wartość 1.

2. Normalizacja sygnałów procesowych

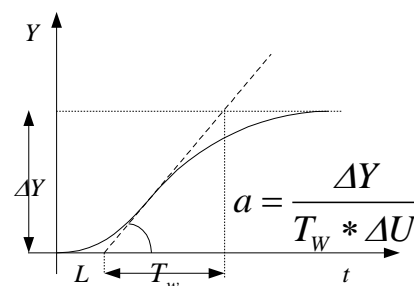
Sterowany silnik zasilany może być napięciem z zakresu od 0 do 24 V, co w przypadku pracy bez obciążenia odpowiada obrotom z przedziału 0 do 3200 obr/min. Ponieważ założono, że obroty dopuszczalne nie powinny przekroczyć 1800 obr/min, wartościami maksymalnym zmiennych PV_n oraz SV_n równym 1 odpowiadać będzie właśnie ta prędkość kątowna.

Przyjęto również, że dla zapewnienia takich zmian prędkości obrotowej wystarczające będą zmiany napięciowego sygnału sterującego w granicach od 0 do 10 V, którym odpowiada standardowa wartość sygnału sterującego M_n z zakresu od 0 do 1.

3. Identyfikacja obiektu

Do identyfikacji obiektu sterowania wykorzystuje się w ćwiczeniu metodę Zieglera-Nicholsa, w której zakłada się, że odpowiedź skokowa obiektu jest typu aperiodycznego. Odpowiedź tę można aproksymować za pomocą odcinka osi t i półprostej narysowanej linią przerywaną na rys. 2. Półprosta ta, mająca nachylenie α , jest styczną do odpowiedzi skokowej o największym nachyleniu (styczna w punkcie przegięcia). Można wówczas użyć bardzo prosty model obiektu opisany transmitancją

$$\frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{a}{s} e^{-sL}$$



Rys. 2. Aproksymacja odpowiedzi skokowej obiektu

gdzie:

- a - wzmacnienie wyliczane na podstawie zmiany sygnału wyjściowego (po normalizacji), czasu w którym doszło do tej zmiany i zmiany sygnału wejściowego obiektu, która posłużyła do identyfikacji (po normalizacji),
- L - opóźnienie reakcji obiektu na zmianę wejściowego sygnału identyfikacyjnego.

4. Dobór okresu próbkowania

Metody praktyczne szacowania wielkości okresu próbkowania opierają się na analizie odpowiedzi obiektu regulacji na skok jednostkowy. Na przykład w obiekcie aproksymowanym funkcją (4) okres próbkowania można określić zależnością

$$T_s = \min(0.3L, 0.03T_w) \quad (5)$$

gdzie T_w jest największą stałą czasową w modelu obiektu, L jest opóźnieniem.

Jeżeli L jest pomijalnie małe, wówczas

$$T_s = \min(0.3T_0, 0.03T_w) \quad (6)$$

gdzie T_w jest największą, a T_0 najmniejszą stałą czasową w modelu obiektu.

5. Dobór nastaw regulatorów P, PI, PID

Dysponując parametrami obiektu a oraz L , można skorzystać ze wzorów w tabelicy 2 do obliczenia nastaw regulatorów P, PI oraz PID. Ponieważ w menu panelu operatorskiego należy podawać czasy zdwojenia i wyprzedzenia, wyniki otrzymane z tabelicy 2 należy przeliczyć zgodnie z poniższymi wzorami:

$$K_c = K_p \quad T_i = \frac{K_c T_s}{K_I} \quad T_D = \frac{K_D T_s}{K_C} \quad (7)$$

5.1. Przykładowe obliczenia

Do prostej identyfikacji obiektu służy strona panelu operatorskiego wywoływana ze strony głównej klawiszem funkcyjnym F_3 (rys. 2). Uruchomienie tej strony inicjuje działanie procedury identyfikacyjnej w sterowniku PLC. Procedura ta polega na podaniu na obiekt napięcia sterującego o wartości 2 V (sygnał znormalizowany o wartości 0.2) przez 30 s, a następnie skokowej zmianie do wartości **3.5 V** (sygnał znormalizowany o wartości **0.35**). Po kolejnych 30s sygnał wejściowy powraca do wartości pierwotnej tj. 2V Wynikiem takiej operacji jest aperiodyczna zmiana obrotów wirnika z 528 obr/min (sygnał znormalizowany o wartości 0.293) do 1500 obr/min (sygnał znormalizowany o wartości 0.833). Z wykresu wyświetlanego na panelu można w przybliżeniu odczytać stałą czasową odpowiedzi i na jej podstawie z następującego wzoru wyliczyć wzmocnienie a :

Tablica 2. Formuły dla obliczeń nastaw regulatorów.

TYP REGULATORA	NASTAWY		
P	$K_p = \frac{1}{a(L+T_s)}$		
PI	$K_p = \frac{0.9}{a(L+0.5T_s)} - 0.5K_I$	$K_I = \frac{0.27T_s}{a(L+0.5T_s)^2}$	
PID	$K_p = \frac{1.2}{a(L+T_s)} - 0.5K_I$	$K_I = \frac{0.6T_s}{a(L+0.5T_s)^2}$	$K_D = \frac{0.5}{aT_s}$

Dla równania regulatora w postaci $R_Z = K_p + \frac{K_I}{1-z^{-1}} + K_D(1-z^{-1})$

$$a = \frac{\Delta Y}{T_w * \Delta U} \quad (8)$$

gdzie:

T_w - stała czasowa modelu obiektu [s],

ΔY - zmiana prędkości wirnika w jednostkach znormalizowanych,

ΔU - zmiana sygnału sterującego w jednostkach znormalizowanych.

Uwaga!!!!

W ćwiczeniu przyjmuje się, że opóźnienie $L=0.5$ s.

5.2. Pomiar prędkości obrotowej wirnika

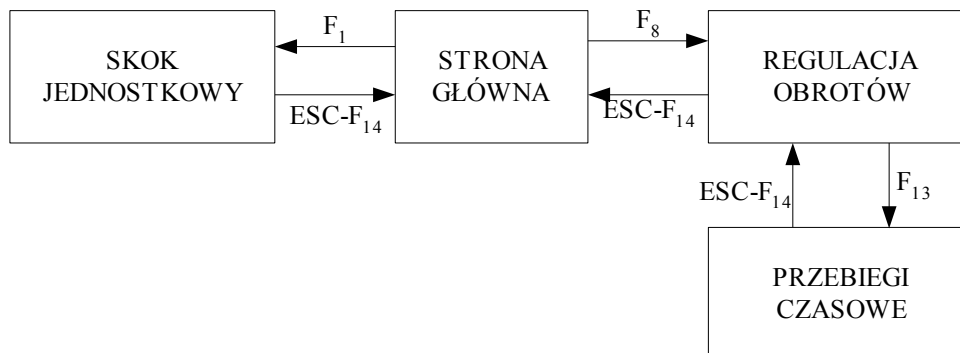
Pomiar prędkości obrotowej wirnika silnika DC realizowany jest na podstawie impulsów zliczanych przez szybki licznik HC0 sterownika PLC CPU215. Impulsy dla licznika są generowane przez czujnik optyczny reagujący na przemieszczające się otwory na brzegu tarczy. Ponieważ na tarczy są 72 otwory, więc prędkość obrotową można wyliczyć ze wzoru:

$$v = \frac{60000 * n}{72 * T_s} \text{ [obr/min]} \quad (9)$$

gdzie n jest liczbą zliczonych impulsów w przyjętym okresie próbkowania wyrażonym w ms.

6. Struktura menu panelu operatorskiego SIMATIC OP27

Menu programu panelu operatorskiego obsługujące sterowanie pracą silnika DC składa się z trzech obrazów (rys. 3). Ze strony głównej można przejść bezpośrednio do strony identyfikacji obiektu lub do strony regulacji, w której można zadawać okres próbkowania, nastawy regulatora i wartość zadaną prędkości obrotowej wirnika. Dodatkowo ze strony regulacji można przejść do wykresów czasowych, na której wyświetlane są przebiegi sygnału wartości zadanej i wyjściowej z obiektu. Powroty do poziomu wyższego menu dokonuje się klawiszem funkcyjnym ESC (F_{14}).



Rys. 3. Struktura menu programu panelu operatorskiego dla obsługi regulacji obrotów wirnika silnika DC.

7. Program ćwiczenia

- W ramach ćwiczenia należy dokonać identyfikacji obiektu sterowania, a następnie dobrać odpowiedni okres próbkowania. Należy zwrócić szczególną uwagę na dobór okresu próbkowania w zależności od zadanej wartości prędkości obrotowej wirnika.
- Dobrać odpowiednie nastawy regulatorów P, PI, PID.
- Przedyskutować zasadność stosowania (uaktywniania) członu różniczkującego. Przeanalizować wpływ niedokładności pomiaru sygnału wyjściowego układu sterowania na działanie członu różniczkującego regulatora.

Dodatek

Błędy pomiaru prędkości obrotowej wirnika

$$BL[\%] = \frac{8.333e4}{T_s * v_{akt}}$$

gdzie v_{akt} jest aktualną prędkością obrotową wirnika w obr/min, T_s okres próbkowania w [ms].

Minimalny okres próbkowania dla zadanych błędów pomiarowych

$$T_s > \frac{8.333e4}{v_{akt} * BL[\%]} \text{ [ms]}$$