

Akademia Morska
Katedra Podstaw Techniki

Gdynia dnia 2016-09-20

Laboratorium
Automatyki Okrętowej

Instrukcja ćwiczenia

| | |
|--------------------------|---|
| Ćwiczenie nr | 8 |
| Temat : | Badanie charakterystyk dynamicznych pneumatycznego regulatora typu PID |
| Stanowisko laboratoryjne | 8 |
| Opracował : | |

Obowiązuje w roku akademicki

| Rok akademicki | Zatwierdził | Data | Podpis |
|----------------|---------------------|------------|--------|
| 2016/18 | dr inż A Mielewczyk | 2016.09.10 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Akademia Morska
Katedra Podstaw Techniki

Instrukcja nr 8

3. Temat ćwiczenia:

badanie charakterystyk dynamicznych pneumatycznego regulatora typu PID.

2. Cel ćwiczenia:

celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową i działaniem pneumatycznego regulatora PID.

3. Zakres wymaganych wiadomości:

współpraca kaskady pneumatycznej ze wzmacniaczem, elementy całkujące, różniczkujące i proporcjonalne, budowanie schematów blokowych.

4. Przebieg ćwiczenia:

wyłączyć akcję różniczkującą ($T_d = 0$) i wyzerować regulator ($p_m = p_o = p_y$), wprowadzić nastawy regulatora X_p , T_i i T_d (wartości poda prowadzący), zarejestrować odpowiedzi regulatora na zakłócenie skokowe, pomiary przeprowadzić dla działania P, PI, PD oraz PID regulatora dla różnych nastaw X_p , T_i i T_d .

5. Pomoce i urządzenia:

regulator PID, przetwornik ciśnień, stacja pneumatyczna, karta analogowo-cyfrowa, komputer, drukarka.

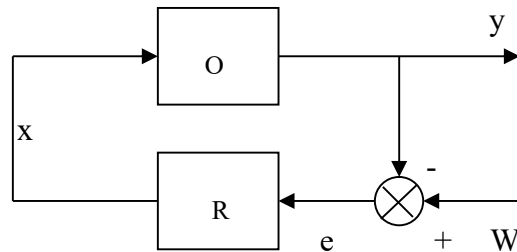
6. Treść sprawozdania:

schematy połączeń układu pomiarowego w/g symboliki znormalizowanej wraz z krótkim opisem ćwiczenia, odcinki taśmy z odpowiedziami regulatorów P, PI, PD oraz PID z naniesionymi stałymi czasowymi i współczynnikami wzmocnienia, tabelaryczne zestawienie nastaw regulatora zadanych i wyliczonych z wykresów, schemat blokowy regulatora, wnioski.

1. Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z budową i działaniem pneumatycznego regulatora PID.

2. Wprowadzenie



Rys. 1. Ogólny schemat układu regulacji automatycznej: O- obiekt, R- regulator, e – uchyb regulacji ($e = W - y$), W – wartość zadana wielkości regulowanej, y – wielkość regulowana (rzeczywista na obiekcie), x – sygnał sterujący obiektem (odpowieź regulatora).

Transmitancja regulatora PID wynosi:

$$G(s) = \frac{y(s)}{e(s)}$$

$$G_r(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right) \quad 1.1.$$

Postać transmitancji (1.1) jest uproszczona, gdyż działania różniczkującego idealnego o transmitancji $T_d s$ nie daje się w praktyce zrealizować. Dlatego częściej akcja różniczkująca opisywana jest wyrazem $\frac{T_d s}{T_s + 1}$, a transmitancja regulatora PID rzeczywistego jest wówczas następująca:

$$G_r(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + \frac{T_d s}{T_s + 1} \right) \quad 1.2.$$

Oprócz działania PID, poszczególne wykonania regulatora mogą spełniać prostsze funkcje, będące szczególnymi przypadkami (1.1) lub (1.2). Najczęściej spotykanymi rodzajami regulatorów są: proporcjonalny- P, proporcjonalno-całkujący- PI, proporcjonalno-różniczkujący- PD (idealny i rzeczywisty).

Stałe k_p , T_i oraz T_d występujące w podanych transmitancjach noszą nazwy:

k_p – wzmocnienie proporcjonalne,

T_i – czas zdwojenia, (stała czasowa akcji całkującej),

T_d – czas wyprzedzenia, (stała czasowa akcji różniczkującej).

Zamiast wzmocnienia proporcjonalnego k_p podaje się często tzw. zakres proporcjonalności X_p w postaci:

$$X_p = \frac{1}{k_p} \cdot 100\% \quad 1.3.$$

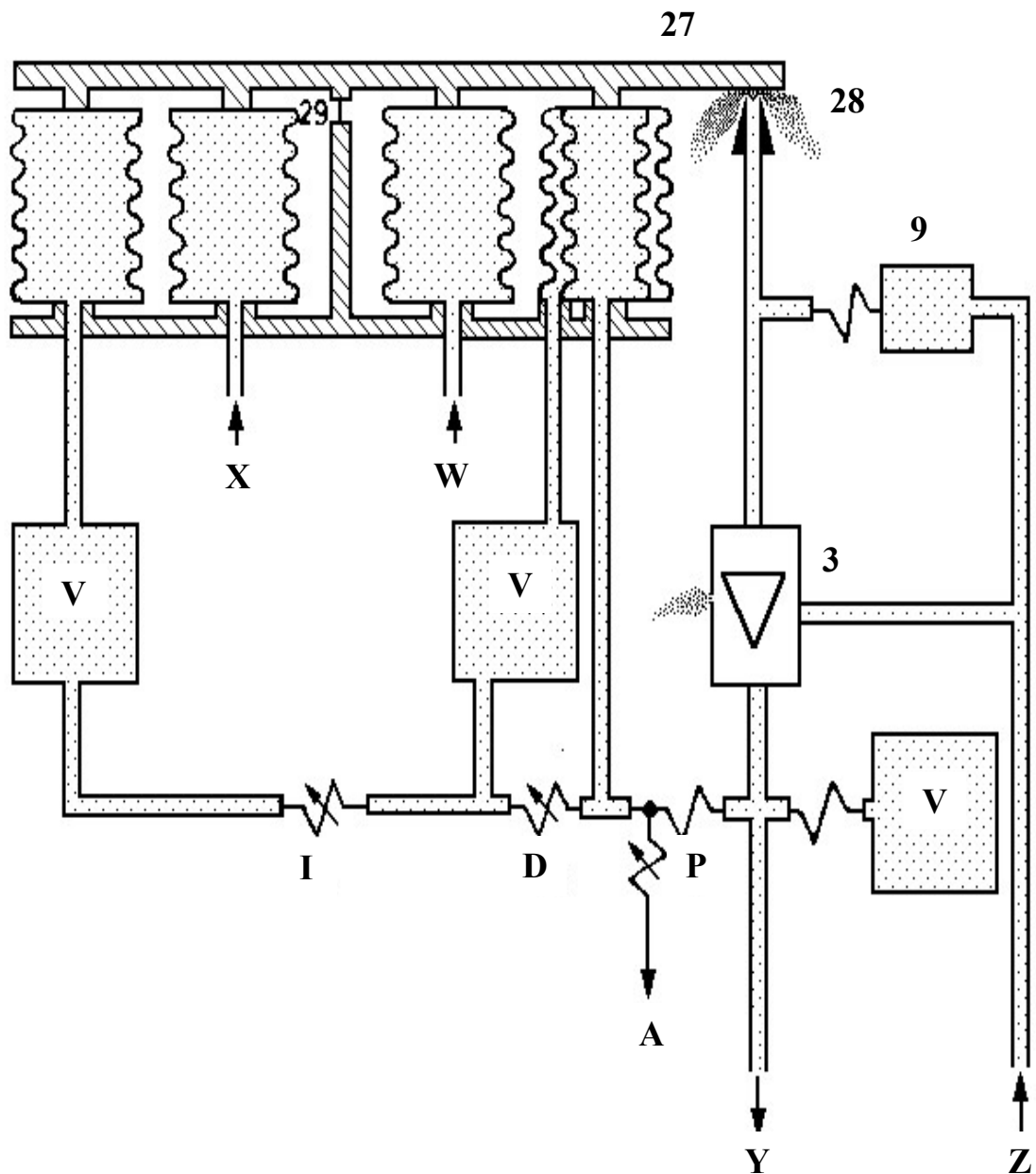
Stała czasowa T występująca we wzorze 1.2. jest związana zwykle ze stałą T_d za pomocą wzmocnienia dynamicznego k_d :

$$k_d = \frac{T_d}{T}$$

1.4.

| Rodzaj regulatora | Transmitancja i równanie charakterystyki skokowej | Charakterystyka skokowa |
|--------------------|---|-------------------------------------|
| P | $G(s) = k_p$ $y(t) = k_p e_{st} 1(t)$ | |
| PI | $G(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s}\right)$ $y(t) = k_p e_{st} \left(1 + \frac{1}{T_i} t\right)$ | |
| PD rzeczywisty | $G(s) = k_p \left(1 + \frac{T_d s}{T_s + 1}\right)$ $y(t) = k_p e_{st} \left(1 + \frac{T_d}{T} e^{-\frac{t}{T}}\right)$ | |
| PID rzeczywisty | $G(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + \frac{T_d}{T_s + 1}\right)$ $y(t) = k_p e_{st} \left(1 + \frac{1}{T_i} t + \frac{T_d}{T} e^{-\frac{t}{T}}\right)$ | $m = \frac{T_i T_d}{T_i T_d - T^2}$ |

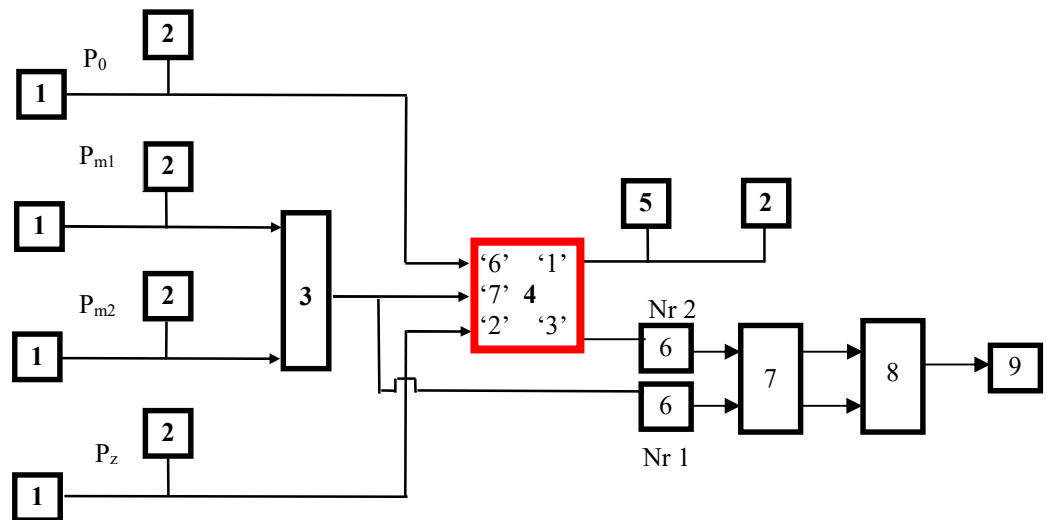
Tab.1. Charakterystyki skokowe regulatorów PID o działaniu ciągłym. Wykresy sporządzone dla wymuszenia $e(t)=1(t)e_{st}$, $k_p > 1$.



Rys.2. Schemat regulatora pneumatycznego typu PID

3 - wzmacniacz, 9 - stabilizator ciśnienia zasilającego, 27 - dźwignia, 28 - dysza kaskady, 29 - sprężyna (podparcie i punkt obrotu dźwigni) V - pojemność, W - wartość zadana, X - wartość mierzona, Y - ciśnienie wyjściowe, Z - zasilanie, A - wylot do atmosfery, P - akcji proporcjonalnej, I - akcji całkującej, D - akcji różniczkującej

3. Stanowisko pomiarowe



Rys.1. Schemat stanowiska do badania regulatora PID

1 - reduktor ciśnienia, 2 - manometr, 3 - zawór tablicowy, 4 - badany regulator, 5 - pojemność tłumiąca 300 cm³, 6- przetwornik ciśnienia, 7- karta analogowo-cyfrowa, 8- komputer, 9- drukarka, p_z -ciśnienie zasilania, p_{m1} , p_{m2} -ciśnienia mierzone, p_0 -ciśnienie zadane, p_y - ciśnienie wyjściowe, '1', '2', '3', '6', '7' - oznaczenia końcówek w badanym regulatorze.

4. Przebieg ćwiczenia

- 4.1. Wyłączyć akcję różniczkującą ($T_d=0$) i wyzerować regulator ($p_m = p_0 = p_y$)
- 4.2. Wprowadzić nastawy regulatora X_p , T_i i T_d (wartości poda prowadzący)
- 4.3. Zarejestrować odpowiedzi regulatora na zakłócenie skokowe
- 4.4. Pomiary przeprowadzić dla działania P, PI, PD oraz PID regulatora dla różnych nastaw X_p , T_i i T_d .

5. Sprawozdanie z ćwiczenia

W sprawozdaniu należy podać

- 5.1. Schematy połączeń układu pomiarowego wg. symboliki znormalizowanej wraz z krótkim opisem ćwiczenia.
- 5.2. Otrzymane wykresy z odpowiedziami regulatorów P, PI, PD oraz PID z naniesionymi stałymi czasowymi i współczynnikami wzmocnienia.
- 5.3. Tabełacyjne zestawienie nastaw regulatora zadanych i wyliczonych z wykresów.
- 5.4. Schemat blokowy regulatora.
- 5.5. Wnioski.

6. Pytania kontrolne

- schematy strukturalne regulatorów uniwersalnych PID,
- nastawy członów P, I, D regulatora,
- schemat układu regulacji automatycznej,
- podstawowe pojęcia i sygnały układu regulacji automatycznej: uchyb regulacji, wartość zadana, wartość mierzona, sygnał sterujący, obiekt regulacji, rodzaje i parametry obiektu regulacji, nastawy regulatora, człony regulatora,
- odpowiedzi poszczególnych członów regulatora na wymuszenie skokowe uchybu regulacji dla podanych nastaw,
- wyznaczanie graficzne nastaw regulatora na podstawie odpowiedzi skokowej regulatora,