



Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 02.XII.1964 (P 106 469)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 8. X. 1966

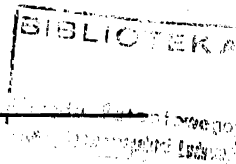
Kl.

42 r², 23/22
-42-q-6

MKP

G 05 d 23/22

UKD



Współtwórcy wynalazku: dr inż. Tadeusz Stanicki, mgr inż. Marian Hołownia

Właściciel patentu: Politechnika Wrocławska, Wrocław (Polska)

Programowy regulator temperatury

1

Przedmiotem wynalazku jest regulator do programowej regulacji temperatury, stosowany w urządzeniach grzewczych, zwłaszcza piecach elektrycznych.

Znane dotychczas regulatory do programowej regulacji temperatury posiadają klasyczny układ regulacji z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, działający w funkcji uchybu regulacji. Dokładność regulacji osiągalna w takim układzie zależy od złożoności i precyzji wykonania regulatora. Na przykład znane powszechnie proste i niezawodne regulatory dwupołożeniowe mogą być stosowane jedynie w przypadkach bardzo mało dokładnej programowej regulacji temperatury i przebiegającej w niedużym zakresie. Żądanie zwiększenia dokładności prowadzi do skomplikowania konstrukcji regulatora, a tym samym do zwiększenia jego kosztów wykonania.

Celem wynalazku jest utworzenie układu programowego regulatora temperatury, który umożliwiłby prowadzenie dokładnej programowej regulacji w bardzo szerokim zakresie zmian osiąganych w piecu przy stosowaniu bardzo oszczędnych środków technicznych.

Cel ten został osiągnięty przez wprowadzenie do klasycznego układu regulacji temperatury z regulatorem dwupołożeniowym, dodatkowego obwodu sterowania otwartego, działającego pod wpływem sygnału programu i spełniającego warunki inwariantności.

Programowy regulator temperatury według wy-

2

nalazku pozwala uzyskać bardzo dużą oszczędność środków technicznych wynikającą z zastosowania prostego konstrukcyjnie dwupołożeniowego regulatora przy jednoczesnej wysokiej dokładności przebiegu temperatury w piecu i stabilności pracy układu w szerokim zakresie zmian programu i jego prędkości, wynikających z zastosowania dodatkowego obwodu sterowania.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy programowego regulatora temperatury, a fig. 2 przedstawia schemat ideowy programowego regulatora temperatury.

Programowy regulator temperatury według wynalazku składa się z dowolnego nadajnika programu 1, członu sterowania otwartego 2 spełniającego warunki inwariantności dla układów programowej regulacji, sumatora sygnałów 3, dwupołożeniowego regulatora 4 i dowolnego przystosowanego do układu członu nastawczego 5.

Programowy regulator temperatury według wynalazku steruje temperaturę X w piecu 6 zmieniając wartość dostarczonej mocy Y do pieca 6 tak, aby uchyb regulacji x_r , wyrażający się różnicą wartości programu W i wartości temperatury X ujawniony w sumatorze 3 był równy zeru.

Programowy regulator temperatury według wynalazku pracuje w układzie zamkniętym regulacji, utworzonym przez połączenie elementów 1, 3, 4, 5, i 6,

działającym w funkcji uchybu regulacji x_r i stanowiącym pętlę sprzężenia zwrotnego, oraz w układzie sterowania otwartego utworzonego przez połączenie szeregowo elementów 1, 2, 5, i 6, działającego w funkcji wymuszenia programowego W i spełniającego warunki inwariantności.

Obwód sterowania otwartego zmienia moc wyjściową Y członu nastawczego 5 załączaną do pieca 6 przez regulator 4 stosownie do parametrów sygnału programu W. Obwód ten musi spełniać określone warunki znane pod nazwą warunków inwariantności.

Warunek ten dla dowolnego sygnału W wyraża się zależnością:

$$K_2(p) K_5(p) = a_0 + a_1 p + \dots + a_n p^n$$

gdzie: p — operator Laplace'a — Carson'a; $K_2(p)$ — operatorowa funkcja przejścia członu sterowania otwartego 2; $K_5(p)$ — operatorowa funkcja przejścia członu nastawczego 5; $a_1, a_2, \dots, a_n$ — współczynniki operatorowej funkcji przejścia pieca 6 wyrażającej się zależnością:

$$K_6(p) = \frac{1}{a_0 + a_1 p + \dots + a_n p^n}$$

Warunek ten dla znanych programów i założenia:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} x_r(t) = 0$$

(gdzie: t = czas) przybiera proste formy, łatwe do zrealizowania. Na przykład dla programu zmieniającego się w czasie ze stałą prędkością w (t) = k · t, gdzie k = constans; przybiera postać

$$K_2(p) \cdot K_5(p) = a_0 + a_1 \cdot p$$

Bardziej szczegółowy przykład wykonania programowego regulatora temperatury według wynalazku przedstawia uproszczony schemat ideowy pokazany na fig. 2. Jest to programowy regulator temperatury w piecu elektrycznym, realizujący program o równaniu w (t) = k.t przy czym k dla cyklu pracy jest constans. Silnik elektryczny 7 obraca poprzez przekładnię mechaniczną 8 suwaki dwóch potencjometrów drutowych 9 i 10. Spadek napięcia zbierany z potencjometru 9 reprezentuje wymuszenie programowe w (t), które jest porównywane w sumatorze 3 z napięciem termoelementu pomiarowego 11. Różnica napięć sygnału wymuszenia programowego i termoelementu powstała w sumatorze 3, proporcjonalna do uchwytu temperatury x_r , od programu w (t) podawana jest do dwupołożeniowego regulatora 4 z inercyjnym sprzężeniem zwrotnym 12.

Dwupołożeniowy regulator 4 składa się z galwanometru lusterkowego G, żarówki oświetlacza Z, fotoopornika FO i przekaźnika elektromagnetycznego P ze stykami wykonawczymi p. Sprzężenie zwrotne 12 składa się z termoelementów T_1 i T_2 oraz opornika obciążenia R umieszczonego w sumatorze 3. Dwupołożeniowy regulator 4 z inercyjnym sprzężeniem zwrotnym 12 przy sygnale wejściowym x_r , równym zero impulsuje ze stałym okresem T i współ-

czynnikiem wypełnienia impulsów:

$$\gamma = \frac{\text{czas trwania impulsu}}{\text{czas przerwy}} = 1,$$

włączając i wyłączając moc elektryczną Y dostarczaną do pieca 6.

Sygnał uchybu regulacji x_r powoduje proporcjonalne zmiany czasu trwania impulsu przy czym θ zmienia się od zera do nieskończoności. Spadek napięcia zbierany z potencjometru 10 reprezentuje wymuszenie programowe w odpowiedniej skali i łącznie ze spadkiem napięcia na oporności rzeczywistej 13 w obwodzie zasilania silnika 7 nadajnika programu 1 stanowi sygnał sterowania otwartego, spełniającego warunki inwariantności, to znaczy zgodnie z poprzednio podaną zależnością człon sterowania 2 opisuje operatorowa funkcja przejścia $K_2(p)K_5(p) = a_0 + a_1 p$. Proporcjonalnie do tego sygnału na wyjściu członu nastawczego 5 pojawia się moc elektryczna Y załączana i wyłączana do pieca 6 przez przekaźnik P regulatora 4. Jeżeli na układ nie działają zakłócenia, to przy spełnieniu warunków inwariantności, uchyb regulacji jest równy zeru, a regulator 4 impulsuje ze współczynnikiem wypełnienia impulsu $\theta = 1$ powodując zmianę temperatury X w piecu 6 zgodnie z nastawionym programem w (t). Oddziaływanie zakłóceń na układ, na ogół niewspółmiernie małe w stosunku do zakłócającego oddziaływania wymuszenia programowego w (t), jest skutecznie i bardzo szybko kompensowane przez dwupołożeniowy regulator 4, który proporcjonalnie do uchybu regulacji x_r wywołanego tym zakłóceniem zmienia czas trwania impulsu włączenia mocy elektrycznej zwiększając lub zmniejszając średnią wartość mocy Y dostarczanej do pieca przez człon nastawczy 5.

Człon nastawczy 5 jest magnetycznym wzmacniaczem z wewnętrznym sprzężeniem zwrotnym. Uzwojenie wejściowe wzmacniacza włączone jest w obwód anodowy lampy elektronicznej, której siatka sterowana jest przez sygnał z układu regulującego. Programowy regulator temperatury według wynalazku może być, jak podano na przykładzie, zrealizowany w sposób prosty przy użyciu znormalizowanych i ogólnie dostępnych w handlu elementów.

Zastrzeżenie patentowe

Programowy regulator temperatury o klasycznym układzie regulacji ze sprzężeniem zwrotnym, składający się z nadajnika programu, sumatora sygnałów, dwupołożeniowego regulatora, i członu nastawczego, **znamienny tym**, że ma człon sterowania otwartego (2) tworzący dodatkowy obwód sterowania otwartego spełniający warunek inwariantności, przy czym obwód ten jest utworzony przez szeregowo połączenie nadajnika programu (1), członu sterowania otwartego (2) i członu nastawczego (5).

