

427²

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

84888

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 05.07.72 (P. 156504)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 01.03.74

Opis patentowy opublikowano: 30.11.1976

MPK G05b 1/00

Int. Cl.² G05B 1/00

Twórcy wynalazku: Eugeniusz Drzymulski, Bogdan Mac, Andrzej Kapuściński, Wojciech Pietkiewicz

Uprawniony z patentu: Instytut Włókien Sztucznych i Syntetycznych, Łódź (Polska)

Dwukierunkowy układ termicznego sprzężenia zwrotnego wraz ze sterowaniem do współpracy z mostkowymi lub różnicowymi regulatorami wielkości nieelektrycznych o sygnale pomiarowym w postaci zmiany oporności

1

Przedmiotem wynalazku jest dwukierunkowy układ termicznego sprzężenia zwrotnego wraz ze sterowaniem do współpracy z mostkowymi lub różnicowymi regulatorami wielkości nieelektrycznych o sygnale pomiarowym w postaci zmiany oporności.

Dla regulacji wielkości nieelektrycznych o sygnale pomiarowym w postaci zmiany oporności stosuje się dwupołożeniowe regulatory elektroniczne, które dla zmniejszenia rozrzutu, wyposażone są zwykle w układy sprzężenia zwrotnego, przy czym przeważnie są to układy dwukierunkowe to znaczy, że sprzężenie zwrotne działa zarówno przy zwiększaniu jak i zmniejszaniu wielkości regulowanej.

Istota takiego sprzężenia polega na zmianie oporności gałęzi mostka lub układu różnicowego w wyniku podgrzania elementów tego układu. Przy zwiększaniu wielkości regulowanej zwiększa się oporność w jednej gałęzi, a przy zmniejszaniu zwiększa się oporność w drugiej gałęzi. Sterowanie tymi zmianami odbywa się w takt załączania i wyłączania elementu wykonawczego.

Znane są układy dwukierunkowego termicznego sprzężenia zwrotnego, w których oporniki dwóch gałęzi stosunkowych mostka, wykonane z materiału o dużym współczynniku przyrostu oporności z temperaturą np. z miedzi podgrzewane są w takt załączania i wyłączania elementu wykonaw-

2

czego. Przy dużej czułości takich układów występuje jednak zasadnicza wada, polegająca na tym, że prawie nigdy nie istnieje stan ustalony i nie ma możliwości kontroli rzeczywistej wartości wielkości regulowanej, a ewentualna praca bez sprzężenia zwrotnego może odbywać się tylko poprzez wyłączenie grzejników na mało stabilnych elementach, jakimi są oporniki miedziane, względnie poprzez wyłączenie całych gałęzi i włączenie dodatkowych oporników stabilnych, które przyjęłyby funkcję poprzednich oporników stosunkowych. Układ taki jest również bardzo wrażliwy na zmiany temperatury otoczenia, które wpływają na wartość oporności całej gałęzi, a tym samym mogą powodować niestabilność wartości wielkości regulowanej. Dużą wadą takiego układu jest również niebezpieczeństwo przzerwiania jednej z gałęzi mostka. Oporniki sprzężenia zwrotnego są często wykonywane z bardzo cienkiego drutu o średnicy rzędu setnych części milimetra i tym samym mogą stosunkowo łatwo ulec uszkodzeniu. Całkowite przzerwianie jednej z gałęzi powoduje duże rozstrojenie mostka lub układu różnicowego, pozorując zwiększenie lub zmniejszenie wartości regulowanej a regulator będzie dążył do wyrównania tej nie istniejącej w rzeczywistości różnicy. Jeżeli dla obiektu regulowanego niebezpieczny jest np. wzrost wielkości regulowanej, a przerwa nastąpi w takiej gałęzi, że nierównoważenie mostka będzie sugerowało zmniejszenie wielkości regulowanej,

układ regulacyjny dążąc do jej zwiększenia może spowodować zniszczenie regulowanego obiektu.

Znane są również układy, w których oporniki sprzężenia zwrotnego włączone są równolegle do odpowiednich gałęzi mostka pomiarowego. Przy takim podłączeniu oporników sprzężenia zwrotnego można, stosując przyciski rozwiernie, włączyć w układ same oporniki stosunkowe i przy odpowiednim dobraniu wartości układu pracować bez sprzężenia zwrotnego, względnie kontrolować rzeczywistą wartość wielkości regulowanej. W układzie tym nie ma również tak wielkiego niebezpieczeństwa zniszczenia obiektu regulowanego w przypadku przerwania jednego z oporników sprzężenia zwrotnego, ponieważ nie może nastąpić całkowite rozwarcie układu i tym samym tak duże, jak w poprzednio opisanym układzie, rozstrojenie mostka. Jednak włączenie oporników sprzężenia zwrotnego równolegle do gałęzi mostka powoduje duże zmiany w warunkach pracy układu ze sprzężeniem i bez sprzężenia, a przy przerwaniu drutu opornika rozstrojenie mimo iż nie jest takie jak przy przerwaniu całej gałęzi, jest jednak na ogół stosunkowo duże. Dla osiągnięcia małej zmiany parametrów pracy układu przy przejściu z pracy ze sprzężeniem zwrotnym na pracę bez sprzężenia oraz małego rozstrojenia mostka przy przerwie w oporniku sprzężenia zwrotnego, należałoby stosować oporniki sprzężenia zwrotnego o wielokrotnie większej wartości niż oporniki stosunkowe mostka. Wiąże się to jednak z koniecznością stosowania znacznie większej długości drutów oporników sprzężenia zwrotnego, co musi prowadzić do zwiększenia ich masy i tym samym ich stałej czasu. Jeżeli układ regulowany wymaga stosowania oporników sprzężenia zwrotnego o małej stałej czasu, przyjęcie takiego rozwiązania jest niemożliwe. Zastosowanie oporników sprzężenia zwrotnego o dużej wartości może również wpłynąć na zmniejszenie stabilności temperaturowej regulatora w wyniku oddziaływania zmian temperatury bezpośredniego otoczenia opornika na wartość jego oporności.

Układy termicznego sprzężenia zwrotnego są sterowane w takt załączania i wyłączania elementu wykonawczego. W znanych przemysłowych elektronicznych regulatorach dwupołożeniowych, sterowanie zrealizowane jest za pomocą układu przekątnikowego. Jeżeli elementem wykonawczym jest stycznik, stosowanie układu przekątnikowego jest w pełni uzasadnione, gdyż żywotność obu tych elementów będzie porównywalna. W przypadku jednak zastosowania regulatorów, w których zamiast styczników są elementy półprzewodnikowe jak tyrystory i triaki, których częstotliwość łączenia oraz ilość łączeń nie prowadzących do zniszczenia elementu jest wielokrotnie większa niż dla układów przekątnikowych, stosowanie sterującego sprzężeniem zwrotnym układu przekątnikowego musi prowadzić do znacznie szybszego zużycia niż elementu wykonawczego, zwiększając tym samym zawodność układu oraz zmniejszając jego okres normalnej pracy.

Celem wynalazku jest opracowanie dwukierunkowego układu termicznego sprzężenia zwrotnego

z układem sterowania, który umożliwi pracę zarówno ze sprzężeniem zwrotnym jak i bez niego, nie zmieniając w istotny sposób warunków pracy całego układu i w którym włączenie sprzężenia zwrotnego nie spowoduje w granicach dopuszczalnej dokładności regulacji zmiany poziomu wielkości regulowanej, jak również zabezpieczy obiekt regulowany przed zniszczeniem w przypadku przerwania opornika zwrotnego i nie obniży trwałości regulatora z bezstykowym elementem wykonawczym.

Dwukierunkowy układ termicznego sprzężenia zwrotnego wraz z sterowaniem do współpracy z mostkowymi lub różnicowymi regulatorami wielkości nieelektrycznych o sygnale pomiarowym w postaci zmiany oporności według wynalazku, zawiera oporniki sprzężenia zwrotnego włączone szeregowo z opornikami mostka lub różnicowego układu pomiarowego regulatora.

Wartość oporników sprzężenia zwrotnego stanowi pewien określony procent wartości oporników mostka, taki sam dla każdej jego gałęzi. Dla uzyskania odpowiedniego sprzężenia zwrotnego wystarczy aby włączone oporniki sprzężenia zwrotnego stanowiły tylko niewielki procent wartości oporników mostka. Odpowiedni szybki wzrost wartości przy działaniu sprzężenia uzyskuje się intensywnym grzaniem oraz małą stałą czasu, która z kolei jest łatwa do osiągnięcia dzięki temu, że oporniki sprzężenia zwrotnego w układzie według wynalazku posiadają małą oporność.

W układzie według wynalazku sprzężenie zwrotne można wyłączyć zwierając oporniki sprzężenia zwrotnego przyciskami zwiernymi, np. dla ustalenia rzeczywistej wartości wielkości regulowanej w czasie normalnej pracy z działaniem sprzężenia zwrotnego. W obydwu przypadkach dzięki małym wartościom oporników sprzężenia zwrotnego rozpiły prądów zmieniają się jedynie nieznacznie, a tym samym i warunki pracy regulatora. Włączenie oporników sprzężenia zwrotnego i ich mała procentowa wartość pociągają za sobą potrzebę stosowania dla ich wykonania bardzo cienkich drutów. Przerwanie takiego drutu spowodowałoby niekorzystną sytuację w postaci zupełnego rozstrojenia mostka i tym samym groźbę zniszczenia obiektu regulowanego lub związanej z nim produkcji. Dla uniknięcia tego, zastosowano równoległe połączenie opornika sprzężenia zwrotnego z opornikiem bocznikującym wykonanym z grubego drutu, z materiału o małym współczynniku przyrostu oporności z temperaturą. Opornikiem tym może być również wysokostabilny opornik masowy.

Przy takim rozwiązaniu, w przypadku przerwania drutu opornika sprzężenia zwrotnego nie tylko, że nie grozi zniszczenie obiektu regulowanego, ale układ może pracować dalej przy jedynie kilkuprocentowej zmianie wartości średniej wielkości regulowanej i zwiększonym rozróżnieniu regulacji, po którym można poznać łatwo stan awarii.

Opornik bocznikujący wstawiony jest w co najmniej jedno odpowiednie ramię mostka w zależności od tego czy dla obiektu regulowanego niebezpieczny jest wzrost lub spadek wielkości re-

gulowanej. Dla uzyskania całkowitej symetrii parametrów dynamicznych oporniki bocznikujące mogą być wstawione w obydwa ramiona mostka. Warunek jednakowej procentowej wartości oporników sprzężenia zwrotnego istotny dla zalet układu, spełniony jest w ten sposób, że dla ramienia mostka w którym równolegle z opornikiem sprzężenia zwrotnego połączony jest opornik bocznikujący, bierze się pod uwagę nie wartość opornika sprzężenia zwrotnego, ale zastępczą wartość oporności równolegle połączonych oporników.

Dla zapewnienia bezstykowego sterowania układem sprzężenia zwrotnego, opracowano półprzewodnikowy układ z wykorzystaniem elementów logicznych, w postaci dwustopniowych wzmacniaczy o funkcji OR i NOR. Sygnał w postaci napięcia stałego, sterujący półprzewodnikowym elementem wykonawczym (tyrystorem lub triakiem) zostaje przyłożony jednocześnie do wejścia obydwu elementów logicznych. W ten sposób na wyjściu elementu o funkcji OR powstaje sygnał prądowy, podczas gdy na wyjściu elementu o funkcji NOR sygnał będzie zerowy. Jeżeli napięcie sterujące zaniknie, stan wyjściowy elementów logicznych ulegnie zmianie.

W obwód kolektorów tranzystorów wyjściowych włączone są grzejniki oporników sprzężenia zwrotnego. W ten sposób, jeżeli element wykonawczy zostaje włączony zaczyna się podgrzewanie jednego opornika sprzężenia zwrotnego, a gdy wyłączony — drugiego. W obwody kolektorów tranzystorów wyjściowych szeregowo z grzejnikami oporników sprzężenia zwrotnego, włączone są oporniki nastawne, umożliwiające dobranie wartości prądu grzejnika, a tym samym i szybkości działania sprzężenia zwrotnego indywidualnie dla każdego z ramion mostka. W wspólny obwód zasilania wstawiony jest również opornik nastawny, pozwalający na zmianę parametrów sprzężenia zwrotnego jednocześnie dla obydwu ramion.

Dwukierunkowy układ termicznego sprzężenia zwrotnego według wynalazku, zapewnia pracę regulatora ze sprzężeniem zwrotnym lub bez i dużą dokładność regulacji, zabezpiecza obiekt regulowany przed zniszczeniem w przypadku przerwania opornika sprzężenia zwrotnego oraz nie obniża trwałości regulatora z bezstykowym elementem wykonawczym.

Na rysunku przedstawiono przykład wykonania dwukierunkowego układu termicznego sprzężenia zwrotnego wraz ze sterowaniem do współpracy z mostkowymi lub różnicowymi regulatorami wielkości nieelektrycznych o sygnale pomiarowym w postaci zmiany oporności według wynalazku, gdzie fig. 1 przedstawia schemat włączenia układu sprzężenia zwrotnego w układ regulatora, a fig. 2 — schemat ideowy układu sprzężenia zwrotnego wraz z układem sterowania.

Wartość oporności opornika $R_B = 220$ omów, a $R_C = 820$ omów. Mostek pomiarowy tworzą oporniki R_X i R_A oraz R_B , R_C i R_D . Opornik R_D służy do nastawiania poziomu temperatury regulowanej. Oporniki R_1 i R_2 sprzężenia zwrotnego wykonane są z drutu miedzianego o średnicy 0,05 mm i włączone są szeregowo z opornikami R_B , R_C i R_D .

Dla zabezpieczenia obiektu G przed wzrostem temperatury w przypadku przerwania opornika R_1 sprzężenia zwrotnego, opornik R_1 zbocznikowany jest opornikiem R_3 wykonanym z manganinowego drutu o średnicy 1 mm. Wartość oporności bocznikującego opornika R_3 jest tak dobrana, że przerwanie drutu opornika R_1 sprzężenia zwrotnego spowoduje jedynie kilkuprocentową zmianę wartości temperatury regulowanej. Stosunek oporności zastępczej oporników R_1 i R_3 do oporności opornika R_2 jest taki sam jak stosunek oporności oporników R_B i R_C , przy czym wartości opornika R_1 oraz zastępcza wartość oporników R_2 i R_3 sprzężenia zwrotnego wynoszą 5% wartości oporności odpowiednio oporników R_B i R_C .

Bezstykowe sterowanie układem sprzężenia zwrotnego zrealizowano na elementach logicznych L_1 i L_2 typu EW-2 (funkcja OR) oraz EW-3 (funkcja NOR). Elementy logiczne L_1 i L_2 , sterowane są sygnałem z wzmacniacza W, który steruje równocześnie bramką triaka T.

W obwody wyjściowe elementów logicznych L_1 i L_2 włączone są oporniki R_4 , R_5 , R_6 , R_7 i R_8 . Oporniki R_4 i R_5 spełniają funkcję grzejników dla oporników R_1 i R_2 sprzężenia zwrotnego. Oporniki R_6 , R_7 i R_8 są opornikami nastawnymi i służą do doboru parametrów sprzężenia zwrotnego.

W zależności od istnienia, względnie braku sygnału sterującego z wzmacniacza W, jeden z elementów logicznych L_1 lub L_2 jest wystawiany, to znaczy w obwodzie z opornikami R_4 , R_5 i R_6 lub R_7 , R_7 i R_8 płynie prąd powodujący grzanie grzejników R_4 lub R_5 , co powoduje z kolei podgrzanie oporników R_1 lub R_2 sprzężenia zwrotnego. Przyciski P_1 i P_2 służą do wyłączenia układu sprzężenia zwrotnego przy pomiarze wartości rzeczywistej temperatury regulowanej obiektu G.

Zastrzeżenia patentowe

1. Dwukierunkowy układ termicznego sprzężenia zwrotnego wraz ze sterowaniem do współpracy z mostkowymi lub różnicowymi regulatorami wielkości nieelektrycznych o sygnale pomiarowym w postaci zmiany oporności, zawierający oporniki sprzężenia zwrotnego z grzejnikami, oraz układ sterowania, **znamienny tym**, że jeden z oporników (R_1 lub R_2) sprzężenia zwrotnego ogrzewanych grzejnikami (R_4 i R_5) zbocznikowany jest opornikiem (R_3), a oporniki te połączone są szeregowo z opornikami (R_B i R_C) tworzącymi ramiona mostka lub pomiarowego układu różnicowego, przy czym w co najmniej jednym ramieniu mostka lub układu różnicowego włączony jest opornik (R_1 lub R_2) sprzężenia zwrotnego zbocznikowany opornikiem (R_3).

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosunek wartości oporności opornika (R_1 lub R_2) sprzężenia zwrotnego do zastępczej wartości oporności jednego z tych oporników zbocznikowanego opornikiem (R_3) lub stosunek zastępczej wartości oporności oporników (R_1 i R_2) zbocznikowanych opornikami (R_3) jest taki sam jak odpowiedni

stosunek wartości oporności oporników (R_B i R_C) mostka lub układu różnicowego.

3. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że grzejniki (R_4 i R_5) załączane są bezstykowo poprzez elementy logiczne (L_1 i L_2) sterowane sygnałem ze wzmacniacza regulatora (W) sterującego

wykonawczym elementem (T), a w obwód kolektorów tranzystorów wyjściowych elementów logicznych (L_1 i L_2) szeregowo z grzejnikami (R_4 i R_5) oraz pomiędzy zasilanie a wspólne połączenie tych grzejników włączone są nastawne oporniki (R_6 , R_7 i R_8).

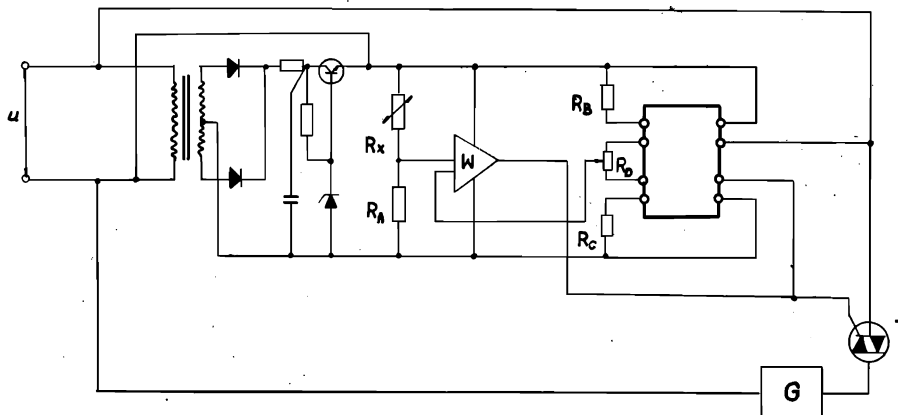


fig. 1

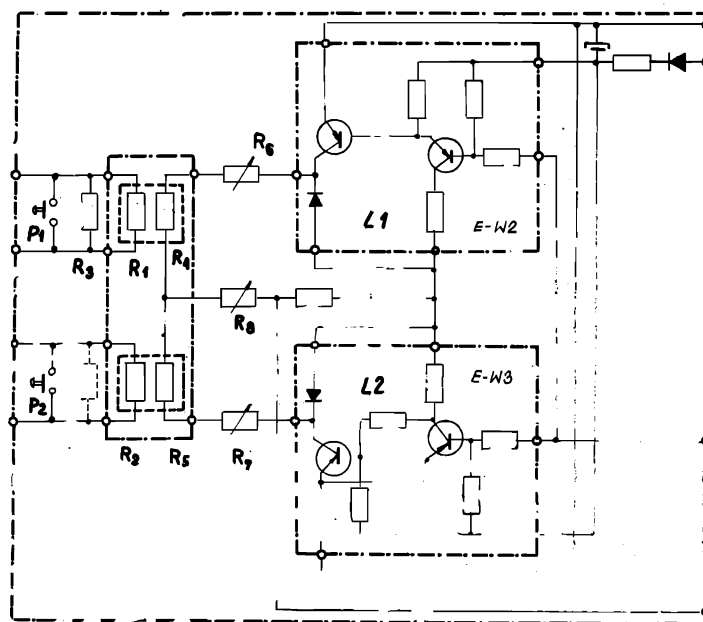


fig. 2