



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 30.12.78 (P. 212328)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 08.09.80

Opis patentowy opublikowano: 30.09.1985

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Państwa Republiki Ludowej

Int. Cl.³ G05F 1/66

H02M 5/257

Twórcy wynalazku: Wiesław Augustyniak, Tadeusz Burakowski,
Andrzej Brzozowski, Kazimierz Derlacki,
Henryk Hudzik, Zygmunt Piotrowski

Uprawniony z patentu: Instytut Mechaniki Precyzyjnej,
Warszawa (Polska)

**Układ sterowania kątem przewodzenia tyrystorów w układzie
odwrotnie równoległym tyrystorowego regulatora mocy
nagrzewania pieców do wzorcowania czujników
termoelektrycznych**

1

Przedmiotem wynalazku jest układ sterowania kątem przewodzenia tyrystorów w układzie odwrotnie równoległym tyrystorowego regulatora mocy nagrzewania pieców do wzorcowania czujników termoelektrycznych np. do pieców według polskiego zgłoszenia patentowego nr P 202745 lub według innego polskiego zgłoszenia patentowego nr P 204546.

Układ przetwarza zmiany napięcia sterującego na zmiany czasu opóźnienia impulsów wyzwalających tyrystory względem momentu przejścia przez zero sinusoidalnego napięcia sieci. Układ złożony jest z impulsatora o opóźnionym czasie opóźnienia, dwóch transformatorowych wzmacniaczy impulsowych i zasilacza kluczkowego zapewniającego pełną synchronizację z napięciem sieci zasilającej, spełniającego jednocześnie funkcję przełącznika kierującego impuls wyzwalający w odpowiednim półokresie napięcia sieci do odpowiedniego tyrystora, co zabezpiecza tyrystory przed stratami mocy w stanie zaporowym.

Dotychczas do sterowania tyrystorowej stabilizacji temperatury z regulacją fazową stosowano układy zawierające tranzystor jednoczołcowy. Zmiany temperatury pieca powodowały zmiany napięcia czujnika termoelektrycznego, który pełnił rolę elementu sprzężenia zwrotnego. Układy dotychczasowe zawierały kondensator oraz rezystancyjny dzielnik napięcia. W zależności od temperatury różna była rezystancja sprzężenia zwrotnego, a tym samym próg napięcia występujący na kondensatorze oraz różny próg wyzwolenia tranzystora, było to jednoznaczne z różnym progami wyzwole-

2

nia tyrystora. Przy znacznych różnicach temperatury obiektu i temperatury zadanej otwarcie tyrystora następowało na początku każdej połówki fali napięcia sieci. Przy zmniejszaniu się tej różnicy następowało coraz późniejsze otwieranie tyrystora, aż przy zrównaniu obu tych temperatur następowało całkowite jego zatkanie.

W znanym z polskiego zgłoszenia patentowego P 200171 T układzie sterowania kątem przewodzenia tyrystorów, tyrystory były sterowane impulsami zapłonowymi z układu impulsatora złożonego z dwu tranzystorów z których jeden jest typu p-n-p a drugi n-p-n połączonych tak, że baza tranzystora n-p-n jest połączona z kolektorem tranzystora p-n-p. Tranzystory zasilano poprzez mostek diodowo-rezystancyjny napięciem stabilizowanym diodą Zenera. Faza impulsów zapłonowych regulowana była prędkością narastania napięcia na kondensatorze włączonym między emiter tyranzystorów, które to napięcie regulowano potencjometrem włączonym szeregowo z kondensatorem.

Dotychczas stosowane układy sterowania tyrystorowej stabilizacji temperatury nie umożliwiały utrzymania jej z dokładnością $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, która to dokładność jest niezbędna przy wzorcowaniu czujników termoelektrycznych. Z punktu widzenia wzorcowania czujników termoelektrycznych jest to wada zasadnicza.

Celem wynalazku jest skonstruowanie układu sterowania tyrystorowej stabilizacji temperatury pieca do wzorcowania czujników termoelektrycznych, umożli-

wiającego utrzymanie temperatury z dokładnością $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Cel ten osiągnięto przez zastosowanie układu, w którym wzmacniacz impulsowy stanowią dwa układy Darlingtona tranzystorów, z których każdy steruje jednym z tyrystorów. Jednym z wejść wzmacniacza impulsowego jest wyjście impulsatora, którym jest inny układ Darlingtona tranzystorów, drugim z wejść jest wyjście zasilacza kluczowanego podającego napięcie na jeden z układów Darlingtona tego wzmacniacza zależnie od półokresu sieciowego. Wejściem impulsatora jest wtórnik emiterowy stanowiący sterowane napięciowo źródło prądowe, dający sygnały prądowe proporcjonalne do wielkości napięcia sterującego. Wartości pojemności kondensatora i rezystancji w obwodzie emitera tranzystora p-n-p w impulsatorze są tak dobrane, że czas trwania impulsu τ spełnia warunek:

$$5\tau < \tau < \tau_s$$

gdzie:

τ_p — czas załączania tyrystora

τ_s — okres sieciowy

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku obrazującym schemat elektryczny układu sterowania tyrystorową stabilizacją temperatury pieca do wzorcowania czujników termoelektrycznych.

W skład układu wchodzi zasilacz kluczowy złożony z transformatora Tr1 oraz między innymi z diod D1, D2, D5, D6, a także dwu tranzystorów T1, T2 typu p-n-p, rezystory R1, R2, R3, R4, dioda D10 i kondensator C1. Dioda D10 włączona jest między diodą D4 i rezystory R3 i R4 tak że prowadzi w kierunku od diody D4 do rezystorów R3 i R4. Diody D1, D2 tworzą układ prostownikowy.

Diody D5 i D6 zapewniają załączanie zasilania impulsatora w każdym półokresie, każdą z diod odpowiada za swój półokres pracy impulsatora. Napięciowo sterowany zasilacz prądowy złożony jest z tranzystora T9 typu n-p-n oraz rezystorów R13, R14, R15, R16, R17. Rezystory R17 i R13 włączone są szeregowo względem połączenia baza—kolektor, rezystory R16 i R15 równolegle względem połączenia baza-emiter, natomiast rezystor R14 równolegle do połączenia emiter-kolektor.

Impulsator złożony jest z dwu tranzystorów T7 i T8 z których jeden T7 jest typu n-p-n, a drugi T8 typu p-n-p, kondensatora C2 oraz rezystorów R10, R11 i R12. Baza tranzystora T8 połączona jest z kolektorem tranzystora T7, a baza tranzystora T7 z kolektorem tranzystora T8. Emiter tranzystora T7 połączony jest z kondensatorem C2 i rezystorem R13, a emiter tranzystora T8 z rezystorem R10. Połączenie baza tranzystora T7—kolektor tranzystora T8 połączone jest z rezystorami R11 i R12.

Dwuwyjściowy wzmacniacz impulsowy złożony jest z dwu par tranzystorów T3, T5 oraz T4, T6. Każda z par tranzystorów posiada jeden tranzystor typu p-n-p, są to tranzystory T3 i T4 oraz jeden tranzystor typu n-p-n, są to tranzystory T5 i T6. W skład wzmacniacza impulsowego wchodzi jeszcze dwie diody D7 i D8, dwa transformatory Tr2 i Tr3 oraz rezystory R7, R8, R9. Diody D7 i D8 włączone są między bazy tranzystorów T3 i T4 oraz rezystor R9. Diody D7 i D8 przepuszczają jedynie ujemny impuls przechodzący przez R9 z układu impulsatora. Jeżeli impuls trafi na dodatnią półówkę

napięcia kluczowego pary T4 i T6 lub T3—T5 wtedy para ta przewodzi dając takiego samego kształtu impuls, ale wzmocniony na wyjściu Wy1 lub Wy2 przez transformatory Tr2 lub Tr3. Mimo, że diody D7 i D8 połączone są w kierunku przewodzenia do R9, ale dzieje się to na napięciach ujemnych zatykających ten kierunek przewodzenia diod. Bazy tranzystorów T5 i T6' połączone są z kolektorami tranzystorów T3 i T4. Kolektory tranzystorów T5 i T6' połączone z emiterami tranzystorów T3 i T4 połączone są z zasilaniem wzmacniacza przed rezystorami R7 i R8. Emitery tranzystorów T5' i T6' połączone są z uzwojeniem pierwotnym transformatorów Tr2 i Tr3. Uzwojenia te są również połączone z kondensatorem C1. Wzmacniacz impulsowy połączony jest z impulsatorem poprzez kondensator C3 i diodę D9. Kondensator C3 włączony jest między rezystor R9 i połączenie emiter tranzystora T8—rezystor R10. Dioda D9 włączona jest między rezystor R9 i rezystory R10 i R11. Dioda D9 jest podłączona w ten sposób, że przewodzi w kierunku od rezystora R9 do rezystorów R10 i R11. Między zasilaczem a wzmacniaczem impulsowym równolegle do uzwojenia wtórnego transformatora Tr1 włączone są rezystory R5 i R6, stanowią one obciążenie tranzystorów T1 i T2. Są one podłączone do uzwojenia wtórnego Tr1 przez tranzystory ale tylko w momencie przewodzenia kolejnych tranzystorów T1 lub T2, każdy w innej połowie okresu napięcia kluczowanego. Impulsator uniezależnia czas opóźnienia impulsu wyzwalającego tyrystor od napięcia sterującego. Działanie układu jest następujące. Kondensator C2 ładuje się liniowo prądem ze sterowanego napięciowo źródła prądowego. W momencie przekroczenia napięcia dzielnika R9/R11 tranzystory T7 i T8 przechodzą w stan nasycenia. Dzięki wewnętrznemu dodatniemu sprzężeniu zwrotnemu proces ten zachodzi bardzo szybko. Kondensator C2 rozładowuje się poprzez tranzystory T7 i T8 oraz rezystor R10 ze stałą czasową $\tau = R_{10} \cdot C_2$. Dzielnik R9/R10 jest tak dobrany, że prąd bazy tranzystora T7 jest na tyle duży, że podtrzymuje tranzystory T7 i T8 w stanie nasycenia po rozładowaniu się kondensatora. Stan nasycenia tranzystorów trwa aż do momentu kluczowanego wyłączenia napięcia zasilania. Po ponownym włączeniu napięcia kluczowanego tranzystory T7 i T8 są zatkane napięciem z dzielnika R9/R11 i cały cykl zaczyna się od początku.

Sygnał otrzymany z układu detekcji i regulacji temperatury jest sygnałem napięcia stałego o wartości 0—6V. Do całkowitego otwarcia tranzystorów i dostatecznego stopnia regulacji temperatury wystarcza sygnał 3V. Zastosowano więc dzielnik napięcia R17/R16. Dostarcza on żadaną wartość napięcia sterującego, spełniając jednocześnie rolę układu zabezpieczającego źródło prądowe przed przekroczeniem dopuszczalnego prądu bazy w przypadku nasycenia się tranzystora T3.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ sterowania kątem przewodzenia tyrystorów w układzie odwrotnie równoległym tyrystorowego regulatora mocy nagrzewania pieców do wzorcowania czujników termoelektrycznych, przetwarzający zmiany napięcia sterującego na zmiany czasu opóźnienia impulsów wyzwalających tyrystory względem momentu przejścia przez zero sinusoidalnego napięcia sieci, złożony z impulsatora o sterowanym czasie opóźnienia,

dwóch transformatorowych wzmacniaczy impulsowych i zasilacza kluczowanego zapewniającego pełną synchronizację z napięciem sieci zasilającej i spełniającego jednocześnie funkcję przełącznika kierującego impulsu wyzwalający w odpowiednim półokresie napięcie sieci do odpowiedniego tyrystora, **znamienny tym**, że wzmacniacz impulsowy stanowią dwa układy Darlingtona tranzystorów (T_3, T_5), (T_4, T_6), z których każdy steruje jednym z tyrystorów, którego to wzmacniacza jednym wejściem jest wyjście impulsatora będącego układem Darlingtona tranzystorów (T_7, T_8), a wejściem tego impulsatora jest wtórnik emiterowy (T_9, R_{15}) będący sterowanym napięciowo źródłem prądowym dającym sygnały prądowe proporcjonalne do wielkości napięcia sterującego, natomiast drugim wejściem wzmacniacza impulsowego jest wyjście zasilacza kluczowanego (D_5, D_6) podającego napięcie na jeden z układów Darlingtona wzmacniacza impulsowego zależnie od półokresu sieciowego.

2. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wzmacniacz impulsowy połączony jest z impulsatorem

poprzez kondensator (C_3), który jest połączony z emiterem tranzystora p-n-p układu impulsatora a poprzez diodę (D_9), z kondensatorem (C_2) i rezystorami (R_{10}) i (R_{11}) z tym, że dioda (D_9) przewodzi w kierunku od rezystora (R_9) do kondensatora (C_2).

3. Układ według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w zasilaczu kluczowanym wyjście diody (D_1) połączone jest z rezystorami (R_5) i (R_6), rezystor, (R_5) połączony jest ponadto z wyjściem diody (D_5), a rezystor (R_6) z wyjściem diody (D_6).

4. Układ według zastrz. 2, **znamienny tym**, że we wzmacniaczu impulsowym między rezystorem (R_9) a bazami tranzystorów (T_3) i (T_4) znajdują się diody (D_7) i (D_8) przewodzące w kierunku od bazy tranzystorów do rezystora (R_9).

5. Układ według zastrz. 2 albo 4, **znamienny tym**, że na wejściu wzmacniacza są rezystory (R_7) i (R_8) połączone z wyjściem diod (D_7) i (D_8) oraz z węzłem sumującym sprzężenie i wyjście zasilacza kluczowanego (D_5, D_6).

