



POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY

57010

Patent dodatkowy  
do patentu \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 05. V. 1967 (P 120 390)

Pierwszeństwo: \_\_\_\_\_

Opublikowano: 10. VI. 1969

Kl. 21 c, 59/10

MKP H 02 p 5/12

UKD

**Współtwórcy wynalazku:** prof. Jan Manitius, dr inż. Henryk Zygmunt,  
mgr inż. Piotr Macko, mgr inż. Jerzy Wyżga,  
mgr inż. Andrzej Żur

**Właściciel patentu:** Akademia Górniczo-Hutnicza (Katedra Elektrotechniki  
Hutniczej), Kraków (Polska)

## Układ regulacji napędu przekształtnikowego nawrotnego

1

Przedmiotem wynalazku jest układ regulacji napędu przekształtnikowego nawrotnego, stosowany do automatycznej nawrotnej regulacji silnika, zasilanego ze sterowanych prostowników jonowych lub sterowanych prostowników półprzewodnikowych.

Zadaniem jego jest automatyczna nawrotna regulacja prędkości silnika pozwalająca na utrzymywanie prędkości z dużą dokładnością w stosunku do prędkości nastawionej, podczas zmian obciążenia i napięcia sieci. Ponadto układ służy do utrzymywania stałej wartości prądu silnika w czasie rozruchu, nawrotu, hamowania i przy przeciążeniach. Układ może być również przystosowany do automatycznej regulacji położenia mechanizmów wykonawczych z zachowaniem optymalnych parametrów przebiegu.

Znane układy nawrotne z równoległym łączeniem regulatorów prędkości i prądu silnika mają długie czasy regulacji i duże przeregulowania prądu w stanach przejściowych. Układy z szeregowym łączeniem regulatorów prędkości i prądu silnika dają, dla przeciwnych kierunków przepływu prądu, niejednakowe wartości pułapu prądu silnika, spowodowane niewielkimi różnicami parametrów tranzystorów lub innych elementów regulatora prądu. Ponadto w znanych układach z szeregowym łączeniem regulatorów nie ma możliwości ustawiania w szerokim zakresie różnych wartości pułapów prądu dla przeciwnych kierunków przepływu prądu przez silnik.

2

W znanych układach przekształtnikowych nawrotnych, eliminowanie prądów wyrównawczych jest realizowane przez zmniejszenie wartości maksymalnej napięcia wyprostowanego, w stosunku do napięcia zasilającego przekształtnik, lub przez wprowadzenie układu logicznego, blokującego niepracujący aktualnie prostownik. Oba te sposoby powodują wzrost czasu rewersu prądu i momentu silnika.

5 Tych wad nie ma układ regulacji napędu przekształtnikowego nawrotnego według wynalazku, zawierający regulator prędkości, połączony z regulatorem prądu za pośrednictwem elementów nieliniowych, umożliwiających ustawianie w szerokim 10 zakresie różnych wartości pułapów prądu dla przeciwnych kierunków przepływu prądu przez silnik. Układ ten ponadto zawiera dwa generatory impulsów siatkowych, sterowanych za pośrednictwem elementów ograniczających, które niezależnie dla każdego zespołu prostowników umożliwiają 15 ustawienie żadanego zakresu zmiany fazy i impulsu siatkowego.

20 Układ regulacji napędu przekształtnikowego nawrotnego według wynalazku jest uwidoczniiony w przykładowym rozwiązaniu na rysunku, który przedstawia schemat układu z uwzględnieniem 25 połączeń regulatora z napędem.

30 Układ regulacji zawiera tachogenerator TG, połączony z jednym wejściem regulatora 2 prędkości oraz wzorzec 1 prędkości z potencjometrem R5,

połączony z drugim wejściem regulatora 2, wyposażonym w wejściową zawadę **Zo1**. Wyjście regulatora 2 jest połączone z wejściem regulatora 3 prądu, wyposażonym w dwa równoległe połączone nieliniowe elementy **R1**, **D1** i **R2**, **D2**. Ponadto drugie wejście regulatora 3 jest połączone za pośrednictwem wzmacniacza **WS** sygnału prądowego z pomiarowym bocznikiem **B**, umieszczonym w obwodzie przekształtnik **P** — silnik **S**. Wyjście regulatora 3 jest połączone poprzez wzmacniacz **WM** mocy z dwiema równoległymi gałęziami, z których każda składa się z szeregowo połączonego ograniczającego członu 4 z generatorem **GJ** impulsów, sterującym jednym z dwóch prostowników przekształtnika **P**.

Wzorzec 1 prędkości składa się ze stabilizowanego zasilacza **Z** i z zadającego potencjometru **R5**. Regulator 2 prędkości składa się ze wzmacniacza **W1** prądu stałego o dużej czułości, rzędu  $5 \cdot 10^6$  V/A, oraz z wejściowej zawady **Zo1** i zawady **Z11**, umieszczonej w obwodzie sprzężenia zwrotnego. Zawady **Zo1** i **Z11** kształtują transmitancję regulatora 2, która ma charakter proporcjonalny.

Regulator 3 prądu składa się ze wzmacniacza **W2** prądu stałego o dużej czułości, rzędu  $5 \cdot 10^6$  V/A, z zawady **Z12** w obwodzie sprzężenia zwrotnego, oraz na wejściu z dwóch nieliniowych elementów **R1**, **D1**, **Zo2'** i **R2**, **D2**, **Zo2''** powstałych odpowiednio z połączenia potencjometru **R1** lub **R2** diody **D1** lub **D2** i zawady **Zo2'** lub **Zo2''**. Elementy **R1**, **D1** i **R2**, **D2** służą do nastawienia pożądaných pułapów prądu dla przeciwnych kierunków przepływu prądu silnika **S**. Zawady **Zo2'**, **Zo2''**, **Z12** nadają transmitancji regulatora 3 charakter proporcjonalno-całkujący.

Wzmacniacz **WS** sygnału prądowego jest wzmacniaczem prądu stałego z przetwarzaniem, o wyjściu izolowanym od wejścia. Wzmacniacz **WM** mocy jest symetrycznym wzmacniaczem prądu stałego ze stabilizacją punktu pracy.

Ograniczający człon 4 zawiera ograniczający opór **Ro**, połączony z dwiema równoległymi gałęziami, z których jedna składa się z diody **D3** i potencjometru **R3**, druga z diody **D4** i potencjometru **R4**, przy czym potencjometr **R3** jest zasilany napięciem stałym z zacisków **KO** i **K-**, a potencjometr **R4** z zacisków **KO** i **K+**. Człon 4 jest biernym członem nieliniowym o charakterystyce typu „nasycenie”, z poziomem nasycenia dla każdego kierunku sygnału wyjściowego, nastawianym niezależnie potencjometrami **R3** i **R4**.

Generator **GJ** impulsów służy do wytwarzania siatkowych impulsów prostokątnych, których faza może być zmieniona w zakresie  $\pm 90^\circ$  przez zmianę napięcia wejściowego.

Układ regulacji według wynalazku działa w ten sposób, że napięcia wzorca 1 prędkości i z tachogenerators **TG** są podawane na wejście regulatora 2 prędkości, który porównuje i przekształca je na sygnał wyjściowy, proporcjonalny do różnicy prędkości zadanej i rzeczywistej. Uzyskany sygnał zostaje podany na jedno wejście regulatora 3 prądu, dla którego jest sygnałem zadanej wartości prądu. Na wejściu tym regulator 3 ma dwa nieliniowe

elementy **R1**, **D1** i **R2**, **D2**, służące do ograniczenia pułapu prądu silnika w stanach przejściowych i przeciążeniach, przez ograniczenie sygnału wyjściowego z regulatora 2 prędkości. Pułap prądu jest pośrednio nastawiany, dla każdego kierunku przepływu prądu silnika **S**, oddzielnie potencjometrem **R1** i potencjometrem **R2**.

Na drugie wejście regulatora 3 za pośrednictwem wzmacniacza **WS** zostaje podany sygnał proporcjonalny do rzeczywistej wartości prądu silnika **S**. Wartość sygnału wyjściowego regulatora 3 jest funkcją transmitancji regulatora 3, oraz różnicy sygnałów prędkości zadanej i rzeczywistej. Sygnał z regulatora 3 podany zostaje na wzmacniacz **WM** mocy, który po wzmocnieniu podaje sygnał do ograniczającego członu 4. Człon 4, ogranicza sygnał wzmacniacza **WM** i podaje go do generatora **GJ** impulsów. Ograniczenie sygnału do wymaganej wielkości ustala się przy pomocy potencjometrów **R3** i **R4** członu 4, oddzielnie dla przeciwnych kierunków sygnału.

Wielkość ograniczenia sygnału w członie 4 wpływa na skrajne wartości kątów fazowych impulsów generatora **GJ** i tym samym ustala skrajne wartości kątów opóźnienia zapłonu prostownika przekształtnika **P**.

W przypadku użycia zamiast tachogenerators **TG**, czujnika położenia, układ według wynalazku może być zastosowany do regulacji położenia.

Układ regulacji napędu przekształtnikowego nawrotnego według wynalazku, złożony z dwóch zespołów prostowników, wyposażonych w dwa oddzielne elementy ograniczające, pozwala dla każdego zespołu niezależnie ustalić żądany zakres sterowalności. Odpowiedni dobór tych zakresów, dla pracy falownikowej i prostownikowej każdego zespołu, umożliwia ograniczenie prądów wyrównawczych przekształtnika do wartości dopuszczalnych, zapewniając przez to bezawaryjną pracę układu.

Ponadto układ umożliwia ograniczenie prądów wyrównawczych przy maksymalnej wartości napięcia wyprostowanego bez blokowania niepracującego prostownika, przez co zostają wyeliminowane dodatkowe opóźnienia przy nawrocie napędu. Układ regulacji według wynalazku powoduje również zwiększenie wydajności niektórych urządzeń technologicznych, na przykład walcarek nawrotnych i mechanizmów operacyjnych w walcowniach.

#### Zastrzeżenie patentowe

Układ regulacji napędu przekształtnikowego nawrotnego, zawierający wzorzec prędkości, tachogenerator, regulator prędkości, bocznik prądowy, wzmacniacz separacyjny, regulator prądu, wzmacniacz mocy, generatory impulsów i przekształtnik, **znamienny tym**, że regulator (2) prędkości jest połączony z regulatorem (3) prądu za pośrednictwem dwóch równoległych nieliniowych elementów (**R1**, **D1**) i (**R2**, **D2**), a wyjście wzmacniacza (**WM**) mocy jest połączone z dwiema równoległymi gałęziami, z których każda składa się z ograniczającego członu (4), połączonego w sze-

reg z generatorem (GJ) impulsów, przy czym każdy generator (GJ) jest połączony w przekształtniku

(P) z jednym z dwóch zespołów prostownikowych, pracujących przeciwobnie.

