

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



URZĄD
PATENTOWY
RP

OPIS PATENTOWY 150 766

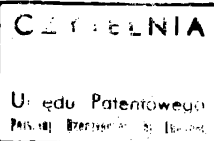
Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 85 11 21 /P. 256406/

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 87 07 27

Opis patentowy opublikowano: 1990 11 30



Int. Cl.⁵ B60L 15/20
H02P 7/68

Twórcy wynalazku: Władysław Dudek, Józef Machowski, Czesław Grzbiela,
Stanisław Kosiorowski, Andrzej Machowski, Marek Żuchowicz,
Andrzej Stobiecki

Uprawniony z patentu: Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica, Kraków /Polska/

UKŁAD TYRYSTOROWEGO STEROWANIA SILNIKÓW SZEREGOWYCH PRĄDU STAŁEGO

Przedmiotem wynalazku jest układ tyrystorowego sterowania silników szeregowych prądu stałego przeznaczony do wykonywania impulsowego rozruchu, regulacji prędkości obrotowej i hamowania silników szeregowych w pojazdach trakcyjnych, a w szczególności w elektrycznych lokomotywach kopalnianych.

Znany z polskiego opisu patentowego nr 139 885 układ służący do regulacji wartości średniej napięcia odbiorników zasilanych poprzez tyrystor główny ze źródła prądu stałego, zawiera kondensator komutacyjny, którego jeden zacisk połączony jest z anodą tyrystora głównego i źródłem zasilającym. Drugi zacisk kondensatora komutacyjnego połączony jest z anodą tyrystora pomocniczego połączonego szeregowo z cewką, przy czym do punktu wspólnego tyrystora pomocniczego i cewki podłączony jest odbiornik. Równolegle do tyrystora pomocniczego i cewki włączona jest druga cewka połączona szeregowo z diodą. Równolegle do kondensatora komutacyjnego włączona jest dodatkowa gałąź składająca się z szeregowo połączonych dodatkowej diody i dodatkowego dławika o dużej indukcyjności w stosunku do wartości indukcyjności pozostałych cewek. Katoda dodatkowej diody połączona jest ze złączonymi ze sobą katodą diody, anodą tyrystora pomocniczego i zaciskiem kondensatora komutacyjnego.

Znany ze zgłoszenia patentowego nr P. 253 921 układ regulacji prądu wzbudzenia silnika szeregowego prądu stałego, służący do sterowania prędkości obrotowej napędu pojazdów trakcyjnych, zawiera obwód bocznikujący uzwojenie wzbudzenia składający się z trzech gałęzi równoległych, z których pierwsza zawiera kondensator, druga diodę, a trzecia tyrystor połączony szeregowo z dławikiem komutacyjnym. Układ zawiera również obwód komutacyjny, który tworzą szeregowo połączone: dławik komutacyjny, drugi tyrystor zbocznikowany diodą oraz kondensator komutacyjny zbocznikowany rezystorem, przy czym obwód komutacyjny zasilany jest bezpośrednio ze źródła zasilającego silnik.

Układ tyrystorowy sterowania silników szeregowych prądu stałego, według wynalazku, zawierający tyrystory, układ regulacji prądu wzbudzenia oraz układ komutacyjny zawierający kondensator komutacyjny charakteryzuje się tym, że w stanie pracy silnikowej zarówno uzwojenie wzbudzenia silnika jak i połączone z nim szeregowo tyrystor główny oraz dławik są zbocznikowane układem regulacji prądu wzbudzenia utworzonym z równolegle połączonych: kondensatora, diody i tyrystora połączonego szeregowo z dławikiem, przy czym do początkowego zacisku uzwojenia wzbudzenia, połączonego z twornikiem silnika, dołączony jest zacisk kondensatora, katoda diody i anoda tyrystora układu regulacji prądu wzbudzenia. Kondensator komutacyjny układu komutacyjnego tworzą dwie baterie, których jedno zaciski są zwarte i połączone z zaciskiem uzwojenia pierwotnego transformatora oraz z jednym biegunem źródła zasilającego silnik. Pomędzy drugie zaciski obu baterii włączona jest dioda, której anoda poprzez tyrystory komutacyjne połączona jest z katodami tyrystorów układu regulacji prądu wzbudzenia, a jej katoda połączona jest poprzez następne tyrystory komutacyjne z katodami tyrystorów głównych. Drugi zacisk uzwojenia pierwotnego transformatora połączony jest poprzez drugą diodę i dławik ze wspólnym punktem drugiej baterii kondensatora komutacyjnego i anody pierwszej diody. Punkt wspólny drugiej diody i dławika połączony jest poprzez kolejne diody z drugim biegunem źródła zasilającego silnik. Ponadto uzwojenie wtórne transformatora poprzez następną diodę połączone jest z akumulatorem i równolegle do niego dołączonymi kondensatorem i obwodami pomocniczymi.

W stanie hamowania napędu uzwojenie wzbudzenia silnika zbocznikowane jest układem regulacji prądu wzbudzenia utworzonym z równolegle połączonych: kondensatora, diody i tyrystora połączonego szeregowo z dławikiem, przy czym do początkowego zacisku uzwojenia wzbudzenia przyłączonego do źródła zasilającego silnik dołączony jest zacisk kondensatora, katoda diody i anoda tyrystora układu regulacji prądu wzbudzenia. Kondensator komutacyjny układu komutacyjnego tworzą dwie baterie, których jedno zaciski są zwarte i połączone z zaciskiem uzwojenia pierwotnego transformatora oraz z jednym biegunem źródła zasilającego silnik. Pomędzy drugie zaciski obu baterii włączona jest dioda, której anoda poprzez tyrystory komutacyjne połączona jest z katodami tyrystorów układu regulacji prądu wzbudzenia a jej katoda połączona jest poprzez następne tyrystory komutacyjne z katodami tyrystorów głównych. Drugi zacisk uzwojenia pierwotnego transformatora połączony jest poprzez drugą diodę i dławik ze wspólnym punktem drugiej baterii kondensatora komutacyjnego i anody pierwszej diody. Punkt wspólny drugiej diody i dławika połączony jest poprzez kolejne diody z końcowym zaciskiem uzwojenia wzbudzenia, który jest połączony z twornikiem silnika. Uzwojenie wtórne transformatora poprzez następną diodę połączone jest z akumulatorem i równolegle do niego dołączonymi: kondensatorem i obwodami pomocniczymi.

Zaletą układu tyrystorowego sterowania silników szeregowych prądu stałego, według wynalazku, jest jego prosta budowa uzyskana dzięki zastosowaniu jednego obwodu komutacyjnego z dzielonym kondensatorem komutacyjnym do wymuszonego wyłączania tyrystorów roboczych. Zbocznikowanie natomiast uzwojenia wzbudzenia wraz z tyrystorem głównym i dławikiem układem regulacji prądu wzbudzenia umożliwia zwiększenie zakresu regulacji prędkości obrotowej maszyn elektrycznych. Ponadto, układ pozwala na wykorzystanie energii z obwodu komutacyjnego i elementów tego obwodu do forsowania procesu samowzbudzenia napędu w stanie hamowania, a także do zasilania obwodów pomocniczych i do doładowywania akumulatora.

Przedmiot wynalazku uwidoczony jest w przykładowym wykonaniu na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowy układu sterowania silników przewodowej lokomotywy kopalnianej dla stanu pracy silnikowej, a fig. 2 - odpowiednio schemat ideowy układu dla stanu hamowania. Z uwagi na symetrię rozwiązania układu napędowego lokomotywy kopalnianej, na rysunkach i w opisie wyróżniono tylko elementy związane z jednym silnikiem i elementy wspólne dla całego układu sterowania lokomotywy. W stanie pracy silnikowej układu sterowania, według wynalazku, /fig. 1/ wirnik silnika 1 połączony szeregowo z uzwojeniem wzbudzenia 2, a zbocznikowany rozdławiającą diodą 3 zasilany jest ze źródła napięcia stałego 4 poprzez szeregowo połączone: tyrystor główny 5 i dławik komutacyjny 6. Równolegle do uzwojenia wzbudzenia 2, tyrystora 5 i dławika 6 podłączony jest układ regulacji prądu wzbudzenia A utworzony z równolegle połączonych: kondensatora 7, diody 8 i tyrystora 9 połączonego szeregowo z dławikiem 10, przy czym do zacisku E uzwojenia wzbudzenia 2 połączonego z końcem twornika silnika 1 dołączony jest zacisk kondensatora 7, anoda diody 8 i anoda tyrystora 9 układu A.

Układ zawiera również układ komutacyjny B wyposażony w kondensator komutacyjny. Kondensator ten utworzony jest z dwóch baterii 11 i 12, których jedne zaciski są zwarte i połączone z zaciskiem uzwojenia pierwotnego 13 transformatora Tr oraz dodatnim biegunem źródła 4. Pomiedzy drugie zaciski baterii 11 i 12 włączona jest dioda 14, której anoda poprzez tyrystory komutacyjne 15, 15' połączona jest z katodami tyrystorów 9, 9' układu A. Katoda diody 14 połączona jest poprzez tyrystory komutacyjne 16, 16' z katodami tyrystorów głównych 5, 5'. Drugi zacisk uzwojenia pierwotnego 13 transformatora Tr połączony jest poprzez drugą diodę 17 i dławik 18 ze wspólnym punktem baterii 12 kondensatora komutacyjnego i anody diody 14. Ponadto punkt wspólny drugiej diody 17 i dławika 18 połączony jest poprzez diody 19, 19' z ujemnym biegunem źródła 4. Uzwojenie wtórne 20 transformatora Tr poprzez diodę 21 połączony jest z akumulatorem 22 i równolegle do niego dołączonymi: kondensatorem 23 i obwodami pomocniczymi 24.

W stanie hamowania napędu lokomotywy /fig. 2/ wirnik silnika 1 wraz z uzwojeniem wzbudzenia 2 zbocznikowany gałęzią zawierającą tyrystor główny 5 i dławik 6 oraz gałęzią z rezystorem hamowania 25 zasilany jest poprzez diodę 3 ze źródła napięcia stałego 4, przy czym zacisk F uzwojenia wzbudzenia 2 jest połączony z końcem twornika silnika 1, a zacisk E uzwojenia wzbudzenia 2 jest połączony z ujemnym biegunem źródła 4. Uzwojenie wzbudzenia 2 zbocznikowane jest układem regulacji prądu wzbudzenia A, przy czym do zacisku E dołączony jest zacisk kondensatora 7, katoda diody 8 i anoda tyrystora 9 układu A. Kondensator komutacyjny układu komutacyjnego B utworzony jest z dwóch baterii 11 i 12, których jedne zaciski są zwarte i połączone z zaciskiem uzwojenia pierwotnego 13 transformatora Tr oraz dodatnim biegunem źródła 4. Pomiedzy drugie zaciski baterii 11, 12 włączona jest dioda 14, której anoda poprzez tyrystory komutacyjne 15, 15' połączona jest z katodami tyrystorów 9, 9' układu regulacji prądu wzbudzenia A, a jej katoda połączona jest poprzez tyrystory 16, 16' z katodami tyrystorów głównych 5, 5'. Drugi zacisk uzwojenia pierwotnego 13 transformatora Tr połączony jest poprzez drugą diodę 17 i dławik 18 ze wspólnym punktem baterii 12 kondensatora komutacyjnego i anody diody 14. Ponadto punkt wspólny drugiej diody 17 i dławika 18 połączony jest poprzez diody 19, 19' z zaciskiem F uzwojenia wzbudzenia 2. Uzwojenie wtórne 20 transformatora Tr poprzez diodę 21 połączony jest z akumulatorem 22 i równolegle do niego dołączonymi: kondensatorem 23 i obwodami pomocniczymi 24.

Działanie układu, według wynalazku, w stanie pracy silnikowej napędu /fig. 1/ polega na tym, że rozruch i regulacja prędkości obrotowej poniżej charakterystyki naturalnej odbywa się poprzez zmianę średniej wartości napięcia na silnikach za pomocą tyrystora 5, a regulacja prędkości powyżej charakterystyki naturalnej odbywa się poprzez zmianę prądu wzbudzenia silników za pomocą tyrystora 9 przy stale przewodzącym tyrystorze 5. Zmiana stanu pracy tyrystora 5 nastąpi, jeżeli przy naładowanych bateriach 11, 12 kondensatora komutacyjnego do napięcia o biegunowości oznaczonej na fig. 1, podany zostanie impuls brankowy na tyrystor 16. Wówczas obwód przeładowania baterii 11, 12 kondensatora komutacyjnego zamyka się poprzez tyrystor 16, tyrystor 5 i diodę 3. Gdy prąd tyrystora 5 zmaleje do zera dalsze przeładowanie kondensatora komutacyjnego odbywa się poprzez dławik komutacyjny 6 i źródła 4. Po naładowaniu się baterii 11, 12 kondensatora komutacyjnego do maksymalnej wartości napięcia następuje ich rozładowanie w szeregowym obwodzie rozładowania złożonym z diody 19, dławika 18 i baterii 11, 12 kondensatora komutacyjnego oraz źródła zasilania 4. Równoległy obwód przeładowania baterii 11, 12 kondensatora komutacyjnego złożony z uzwojenia pierwotnego transformatora 13, diody 17 i dławika 18 zapewnia przeładowanie baterii 11, 12 kondensatora komutacyjnego do początkowej wartości napięcia. Poprzez zmianę wartości przesunięcia czasowego między impulsami brankowymi tyrystorów 16 i 5, przy stałej częstotliwości pracy układu, uzyskuje się zmianę wartości napięcia średniego na silniku. Natomiast, poprzez zmianę względnego czasu pracy tyrystora 9 układu A, przy stale przewodzącym tyrystorze głównym 5 uzyskuje się regulację prądu wzbudzenia silnika 1.

Spadek napięcia na stale przewodzącym tyrystorze 5, którego wartość jest znaczna w stosunku do spadku napięcia na uzwojeniu wzbudzenia 2, wywołuje przepływ prądu o zwiększonej wartości przez układ regulacji prądu wzbudzenia A, a więc umożliwia zwiększenie zakresu regulacji prądu wzbudzenia. Do komutacji tyrystora 9 wykorzystuje się tylko jedną baterię 12 kondensatora komutacyjnego. Przy naładowanej baterii 12 kondensatora komutacyjnego do napięcia o biegunowości

podanej na fig. 1 załączenie tyristora komutacyjnego 15 powoduje wyłączenie tyristora 9, a dalsze przeładowanie baterii 12 odbywa się przez dławik 10 i źródło 4. Rozładowanie baterii 12 odbywa się w takim samym układzie jak przy komutacji tyristora 5, czyli w obwodzie: dioda 19, dławik 18, źródło 4. Działanie układu tyristorowego sterowania lokomotywy kopalnianej w stanie hamowania /fig. 2/ polega na tym, że przy prędkości powyżej charakterystyki naturalnej regulacji siły hamowania dokonuje się poprzez zmianę prądu wzbudzenia za pomocą tyristora 9 układu regulacji prądu wzbudzenia A, a przy prędkości poniżej charakterystyki naturalnej siłę hamowania reguluje się poprzez zmianę prądu wirnika silnika 1 za pomocą tyristora 5, przy czym w obu przypadkach zachodzi proces forsowania samowzbudzenia silników 1, 1'. Tyristor 9 w układzie regulacji prądu wzbudzenia A zostanie wyłączony po załączeniu tyristora 15. Następuje wówczas przeładowanie baterii 12 kondensatora komutacyjnego poprzez dławik 10, diodę 8 i źródło zasilania 4 do maksymalnej wartości napięcia. Rozładowanie baterii 12 kondensatora komutacyjnego odbywa się w obwodzie: kondensator 7, bocznikujący uzwojenie wzbudzenia 2, dioda 19, dławik 18 i źródło zasilania 4. Naładowany prądem rozładowania baterii 12 kondensatora komutacyjnego kondensator 7 rozładowuje się poprzez uzwojenie wzbudzenia 2 powodując forsowanie procesu samowzbudzenia silnika 1. Zmieniając przesunięcie czasowe między impulsami brankowymi tyristorów 9 i 15 uzyskuje się wymagane wartości prądu w uzwojeniu wzbudzenia 2.

Proces komutacji tyristora głównego 5 rozpoczyna się po załączeniu tyristora komutacyjnego 16. Baterie 11, 12 kondensatora komutacyjnego przeładowane zostają do maksymalnej wartości napięcia poprzez dławik 6 i źródło zasilania 4. Rozładowanie baterii 11, 12 kondensatora komutacyjnego odbywa się w takim samym obwodzie jak w przypadku komutacji tyristora 9 czyli poprzez źródło 4, kondensator 7, diodę 19 i dławik 18, powodując również forsowanie procesu samowzbudzenia maszyny szeregowej.

Impulsy brankowe między odpowiadającymi sobie tyristorami w obwodach sterowania obu silników są przesunięte względem siebie o połowę okresu impulsowania. Załączenie każdego z tyristorów komutacyjnych 15, 16 w układzie powoduje przepływ prądu w uzwojeniu pierwotnym 13 transformatora Tr, który indukuje w jego uzwojeniu wtórnym 20 siłę elektromagnetyczną. Siła elektromagnetyczna po wyprostowaniu i uśrednieniu za pomocą diody 21 i kondensatora 23 umożliwia zasilanie obwodów pomocniczych 24 i doładowanie akumulatora 22.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e

1. Układ tyristorowego sterowania silników szeregowych prądu stałego zawierający tyristory, układ regulacji prądu wzbudzenia oraz układ komutacyjny zawierający kondensator komutacyjny, s n a m i e n n y t y m, że w stanie pracy silnikowej zarówno uzwojenie wzbudzenia /2/ silnika /1/ jak i połączone z nim szeregowo: tyristor główny /5/ oraz dławik /6/ są zbocznikowane układem regulacji prądu wzbudzenia /A/ utworzonym z równolegle połączonych: kondensatora /7/, diody /8/ i tyristora /9/ połączonego szeregowo z dławikiem /10/, przy czym do zacisku /E/ uzwojenia wzbudzenia /2/ połączonego z twornikiem silnika /1/ dołączony jest zacisk kondensatora /7/, katoda diody /8/ i anoda tyristora /9/, a kondensator komutacyjny układu komutacyjnego /B/ tworzą dwie baterie /11, 12/, których jedne zaciski są zwarte i połączone z zaciskiem uzwojenia pierwotnego /13/ transformatora /Tr/ oraz jednym biegunem źródła /4/ zasilającego silnik /1/, a pomiędzy drugie zaciski baterii /11, 12/ włączona jest dioda /14/, której anoda poprzez tyristory komutacyjne /15, 15'/ połączona jest z katodami tyristorów /9, 9'/ układu regulacji prądu wzbudzenia /A/, a katoda diody /14/ połączona jest poprzez tyristory komutacyjne /16, 16'/ z katodami tyristorów głównych /5, 5'/, zaś drugi zacisk uzwojenia pierwotnego /13/ transformatora /Tr/ połączony jest poprzez drugą diodę /17/ i dławik /18/ ze wspólnym punktem baterii /12/ kondensatora komutacyjnego i anody diody /14/, ponadto punkt wspólny drugiej diody /17/ i dławika /18/ połączony jest poprzez diody /19, 19'/ z drugim biegunem źródła /4/ zasilającego silnik /1/, a uzwojenie wtórne /20/ transformatora /Tr/ poprzez diodę /21/ połączony jest z akumulatorem /22/ i równolegle do niego dołączonymi: kondensatorem /23/ i obwodami pomocniczymi /24/.

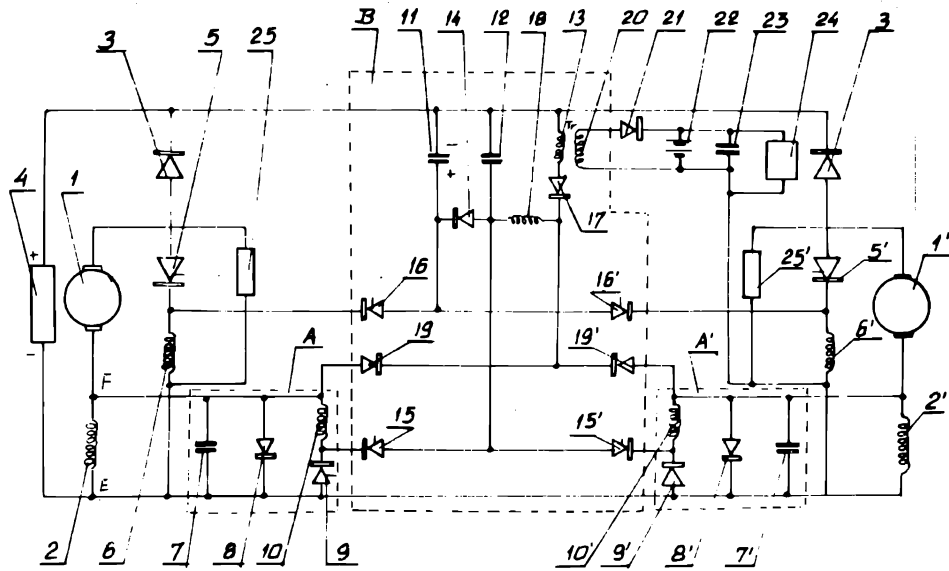


Fig. 2