



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

21 Numer zgłoszenia: 273033

51 IntCl⁵:
H02P 7/295
B60L 1/00

22 Data zgłoszenia: 10.06.1988

54

Układ do zasilania silnika zespołu napędowego przetwornicy tramwajowej

43

Zgłoszenie ogłoszono:
11.12.1989 BUP 25/89

45

O udzieleniu patentu ogłoszono:
30.04.1992 WUP 04/92

73

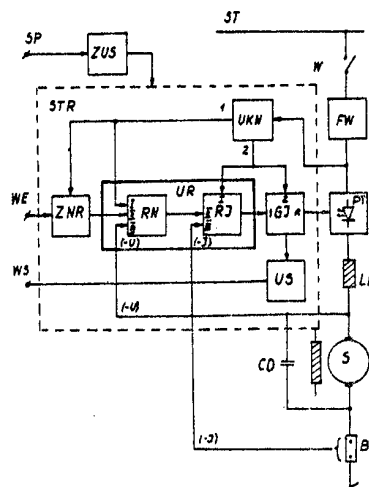
Uprawniony z patentu:
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława
Staszica, Kraków, PL
Miejskie Przedsiębiorstwo Komunikacyjne,
Kraków, PL

72

Twórcy wynalazku:
Stanisław Piróg, Kraków, PL
Stanisław Gąsiorek, Kraków, PL
Jarosław Czekoński, Kraków, PL
Leszek Bieńkowski, Kraków, PL
Józef Drelicharz, Kraków, PL

57

Układ do zasilania silnika zespołu napędowego przetwornicy tramwajowej zawierający regulator i generator impulsów sterujących, **znamienny tym**, że ma sterownik (STR), który steruje przekształtnikiem (PT) w taki sposób, że wyjście robocze (R) generatora impulsów bramkujących (GJ) sterownika (STR) jest połączone z bramkami tyrystorów przekształtnika (PT), wejście (I) generatora impulsów bramkujących (GJ) jest połączone z wyjściem układu regulacji (UR), który tworzą dwa szeregowo połączone regulatory: regulator napięcia (RN) i regulator prądu (RJ), przy czym wejściami sterującymi tego układu są dwa wejścia regulatora napięcia (RN), z których jedno (I) połączone jest z wyjściem (1) układu kontroli napięcia sieci (UKN) zaś drugie (II) połączone jest z wyjściem zadajnika napięcia roboczego (ZNR), który również posiada dwa wejścia, z których jedno jest wejściem (WE) całego układu sterownika (STR) zaś drugie jest połączone z wyjściem (1) układu kontroli napięcia sieci (UKN), który ma wejście połączone z filtrem (FW) zaś wyjście (2) ma połączone równocześnie z wejściem (2) generatora impulsów bramkujących (GJ) i z wejściem (I) regulatora prądu (RJ), przy czym układ regulacji (UR) posiada dwa wejścia ujemnych sprzężeń zwrotnych, z których wejście napięciowe (-U) jest wejściem (III) regulatora napięcia (RN) połączonym z dodatnim biegunem silnika (S) zaś wejście prądowe (-J) jest wejściem (III) regulatora prądu (RJ) połączonym z zaciskami bocznika (BP), ponadto sterownik (STR) posiada układ sygnalizacji (US), którego wejście połączone jest z wyjściem . . .



UKŁAD DO ZASILANIA SILNIKA ZESPOŁU NAPĘDOWEGO
PRZETWORNICY TRAMWAJOWEJ

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

Układ do zasilania silnika zespołu napędowego przetwornicy tramwajowej zawierający regulator i generator impulsów sterujących, z n a m i e n n y t y m, że ma sterownik /STR/, który steruje przekształtnikiem /PT/ w taki sposób, że wyjście robocze /R/ generatora impulsów bramkujących /GJ/ sterownika /STR/ jest połączone z brankami tyrystorów przekształtnika /PT/, wejście /I/ generatora impulsów bramkujących /GJ/ jest połączone z wyjściem układu regulacji /UR/, który tworzą dwa szeregowo połączone regulatory: regulator napięcia /RN/ i regulator prądu /RJ/, przy czym wejściami sterującymi tego układu są dwa wejścia regulatora napięcia /RN/, z których jedno /I/ połączone jest z wyjściem /I/ układu kontroli napięcia sieci /UKN/ zaś drugie /II/ połączone jest z wyjściem zadajnika napięcia roboczego /ZNR/, który również posiada dwa wejścia z których jedno jest wejściem /WE/ całego układu sterownika /STR/ zaś drugie jest połączone z wyjściem /I/ układu kontroli napięcia sieci /UKN/, który ma wejście połączone z filtrem /FW/ zaś wyjście /2/ ma połączone równocześnie z wejściem /2/ generatora impulsów bramkujących /GJ/ i z wejściem /I/ regulatora prądu /RJ/, przy czym układ regulacji /UR/ posiada dwa wejścia ujemnych sprzężeń zwrotnych, z których wejście napięciowe /-U/ jest wejściem /III/ regulatora napięcia /RN/ połączonym z dodatnim biegunem silnika /S/ zaś wejście prądowe /-J/ jest wejściem /III/ regulatora prądu /RJ/ połączonym z zaciskami bocznika /BP/, ponadto sterownik /STR/ posiada układ sygnalizacji /US/ którego wejście połączone jest z wyjściem generatora impulsów bramkujących /GJ/ zaś wyjście układu sygnalizacji /US/ jest wyjściem /WS/ sterownika /STR/, którego wszystkie wewnętrzne układy posiadają wejście zasilające połączone z siecią pokładową /SP/ poprzez zasilacz układu sterowania /ZUS/.

* * *

Przedmiotem wynalazku jest układ do zasilania silnika zespołu napędowego przetwornicy tramwajowej.

W wagonach tramwajowych zespół napędowy przetwornicy stanowią osadzone na wspólnym wałku: silnik zasilany napięciem sieci trakcyjnej, prądnica wytwarzająca napięcie pokładowe 40 V oraz dwa wentylatory chłodzące główny zespół napędowy.

Znany układ zasilania silnika przetwornicy zawiera rezystor rozruchowy, który po zakończonym rozruchu silnika jest zwierany za pomocą specjalnego stycznika. Stycznik ten posiada dwie cewki sterujące: prądową i napięciową. Cewka napięciowa jest zasilana napięciem zbieranym z zacisków silnika zaś wielkość prądu pobudzenia tej cewki regulowana jest za pomocą rezystora włączonego w szereg z nią. Natomiast cewka prądowa stycznika włączona jest w szereg z twornikiem silnika. Po zakończeniu rozruchu silnika gdy napięcie na cewce napięciowej stycznika wzrośnie powyżej 400 V, a prąd rozruchu zmaleje poniżej ustalonej wartości, rezystor rozruchowy zostaje zwarty. Ponadto dla ograniczenia uderzeń prądu silnika powstających wskutek nagłych zmian napięcia zasilania przy przejazdach przez przerywacze sekcyjne lub odbicia pantografu włączony jest na stałe w szereg z twornikiem dodatkowy rezystor. Niedogodnością opisanego sposobu jest stosowanie specjalnego stycznika o dwóch uzwojeniach sterujących. Stycznik ten często ulega awariom co w konsekwencji powoduje przepalenie rezystora rozruchu lub uszkodzenie silnika zbyt dużym prądem rozruchu. Ponadto sieć trakcyjna charakteryzuje się dużymi i gwałtownymi wahaniami napięcia co wywołuje szkodliwe dla silnika uderzenia prądu. Aby tego uniknąć w szereg z silnikiem jest włączony na stałe dodatkowy rezystor. Powoduje to dodatkowe straty mocy, a rezystor wymiarowany na pełne obciążenie zajmuje dużą przestrzeń. Jedną z największych niedogodności tego układu jest bardzo hałaśliwa praca zespołu napędowego, szczególnie uciążliwa dla moto-

rowego i pasażerów. Parametry zespołu przetwornicy są tak dobrane, aby zapewniona była jej poprawna praca przy napięciu sieci trakcyjnej zawartym w przedziale od 400 V do 700 V. Zatem przy różnych napięciach zasilania są różne prędkości obrotowe zespołu napędowego przetwornicy, a co za tym idzie różny jest poziom emitowanego hałasu.

Znany jest również z publikacji w nr 6, str. 171 "Przeglądu Elektrotechnicznego" z 1985 r., układ automatycznej regulacji napędu elektrycznego pojazdu trakcyjnego zawierający połączone szeregowo układ porównujący wartość prądu silnika z wartością zadaną, układ przełączający, regulator, generator impulsów sterujących, przekształtnik tyrystorowy i silnik, który połączony jest pętlą sprzężenia zwrotnego z układem porównującym. Na jego drugie wejście przyłączony jest człon korekcyjny. Układ odznacza się skomplikowaną realizacją techniczną i posiada małą odporność na zakłócenia powstające wskutek procesów komutacyjnych aparatury stykowej.

Układ według wynalazku posiada sterownik, który steruje przekształtnikiem w taki sposób, że wyjście robocze generatora impulsów bramkujących sterownika jest połączone z bramkami tyrystorów przekształtnika. Jedno wejście generatora impulsów bramkujących jest połączone z wyjściem układu regulacji, który tworzą dwa szeregowo połączone regulatory: regulator napięcia i regulator prądu. Wejściami sterującymi układu regulacji są dwa wejścia regulatora napięcia, z których jedno połączone jest z pierwszym wyjściem układu kontroli napięcia sieci zaś drugie połączone jest z wyjściem zadajnika napięcia roboczego. Zadajnik napięcia roboczego posiada dwa wejścia, z których jedno jest wejściem całego układu sterownika zaś drugie jest połączone z pierwszym wyjściem układu kontroli napięcia. Układ kontroli napięcia ma wejście połączone z filtrem, zaś drugie wyjście ma połączone równocześnie z drugim wejściem generatora impulsów bramkujących i z pierwszym wejściem regulatora prądu. Układ regulacji ma dwa wejścia ujemnych sprzężeń zwrotnych, z których wejście napięciowe jest trzecim wejściem regulatora napięcia połączonym z dodatnim biegunem silnika zaś wejście prądowe jest wejściem trzecim regulatora prądu połączonym z zaciskami bocznika. Sterownik posiada układ sygnalizacji, którego wejście połączone jest z wyjściem generatora impulsów bramkujących. Wyjście układu sygnalizacji jest wyjściem sterownika. Wszystkie wewnętrzne układy sterownika posiadają wejścia zasilające połączone z siecią pokładową poprzez zasilacz układu sterowania.

Zaletą układu do zasilania silnika zespołu napędowego przetwornicy tramwajowej jest wyeliminowanie zawodnego przekaźnika rozruchu oraz rezystorów obwodu silnika będących źródłem dodatkowych strat. Ponadto układ umożliwia bezstratne stabilizowanie napięcia zasilania silnika niezależnie od wahań napięcia sieci, na możliwie niskim poziomie, ale zapewniającym poprawną pracę zespołu napędowego przetwornicy. Daje to możliwość ograniczenia wartości prędkości obrotowej silnika co zdecydowanie zmniejsza poziom emitowanego hałasu. Dodatkowo jeśli przez czas dłuższy od 10-15 sek. nie jest realizowany rozruch lub hamowanie tramwaju to znaczy nie jest wymagane pełne obciążenie zespołu napędowego przetwornicy, to układ regulacji samoczynnie obniża napięcie zasilania silnika do 400 V co dodatkowo obniża poziom emitowanego hałasu. Jest to szczególnie korzystne w czasie postoju tramwaju lub dłuższej jazdy wybiegiem.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładowym wykonaniu na rysunku, który przedstawia schemat blokowy układu. Układ zawiera przekształtnik tyrystorowy PT, którego wejście połączone jest poprzez wyłącznik W i filtr wejściowy FW z siecią trakcyjną ST zaś wyjście poprzez dławik LD połączone jest z jednym z biegunów silnika przetwornicy S. Drugi biegun silnika S połączony jest poprzez bocznik pomiarowy BP z masą układu, zaś między oba bieguny tego silnika włączony jest kondensator wygładzający CD. Układ według wynalazku zawiera również sterownik STR, którego generator impulsów bramkowych GJ ma wyjście robocze R połączone z bramkami tyrystorów przekształtnika PT, natomiast wejście 1 generatora jest połączone z wyjściem układu regulacji UR, który tworzą dwa szeregowo połączone regulatory: regulator napięcia RN i regulator prądu RJ. Wejściami sterującymi układu UR są dwa wejścia regulatora napięcia RN z których jedno I połączone jest z wyjściem 1 układu kontroli napięcia sieci trakcyjnej UKN, zaś drugie II połączone jest

z wyjściem zadajnika napięcia roboczego ZNR. Zadajnik ten posiada również dwa wejścia, z których jedno jest wejściem WE układu sterowania STR, zaś drugie blokujące połączone jest z wyjściem 1 układu kontroli napięcia sieci trakcyjnej UKN. Układ kontroli napięcia sieci UKN posiada wejście połączone z wyjściem filtra FW, natomiast jego wyjście 2 jest połączone z wejściem 2 generatora impulsów bramkowych GJ i równocześnie z wejściem I regulatora prądu RJ.

Układ regulacji UR posiada dwa wejścia ujemnych sprzężeń zwrotnych, z których napięciowe K jest wejściem III regulatora napięcia RN połączonych z dodatnim biegunem silnika zaś prądowe J jest wejściem III regulatora prądu RJ połączonym z zaciskami pomiarowymi bocznika BP. Sterownik posiada również układ sygnalizacji stanu pracy przekształtnika US, którego wejście jest połączone z wyjściem generatora impulsów GJ zaś wyjście układu US jest wyjściem WS sterownika STR. Wszystkie wewnętrzne układy sterownika posiadają wejścia zasilające połączone ze źródłem napięcia pokładowego SP poprzez zasilacz ZUS.

Działanie układu jest następujące: przy otwartym wyłączniku W, to jest w stanie beznapięciowym, układ kontroli napięcia sieci trakcyjnej UKN generuje na swoim wyjściu blokującym logiczny sygnał o stanie wysokim.

Sygnał ten powoduje nadrzędne, równoczesne blokowanie toru generacji impulsów bramkowych wytwarzanych przez układ generatora impulsów bramkowych GJ oraz wyzerowanie wyjściowego sygnału regulatora prądu RJ. Ponadto wyzerowany zostaje sygnał na wyjściu 1 układu kontroli napięcia sieci trakcyjnej UKN, którym równocześnie jest blokowany sygnał wyjściowy zadajnika napięcia roboczego ZNR. A zatem przy braku napięcia zasilania lub gdy jest ono zbyt niskie, to znaczy o wartości niższej niż 400 V układ regulacji UR jest wyzerowany a impulsy bramkowe wygaszone. Zamknięcie wyłącznika sieciowego - powoduje oscylacyjne ładowanie kondensatora filtra wejściowego FW. Gdy narastające oscylacyjne napięcie na tym kondensatorze osiągnie nastawioną wartość - w tym przypadku 400 V, przy znamionowym napięciu sieci trakcyjnej 600 V - układ kontroli napięcia UKN na swoim wyjściu blokującym generuje logiczny sygnał o stanie niskim co powoduje odblokowanie zarówno regulatora prądu RJ jak i generatora impulsów bramkowych GJ. Równocześnie na wyjściu 1 układu kontroli napięcia UKN pojawia się sygnał wysoki powodując równocześnie odblokowanie zadajnika napięcia roboczego ZNR i wysterowanie regulatora napięcia RN.

Odblokowanie regulatora prądu RJ i wzrost napięcia na wyjściu regulatora napięcia RN powoduje, że na wyjściu regulatora prądu RJ narasta sygnał napięciowy, którego przebieg wynika z rodzaju zastosowanego regulatora. Sygnał ten jest sygnałem sterującym fazą impulsów bramkowych wytworzonych przez generator impulsów bramkujących GJ. Załączenie tyrystora roboczego przekształtnika PT powoduje, że do oscylacyjnie ładowanego kondensatora filtra wejściowego FW jest załączone obciążenie w postaci silnika przetwornicy. Powoduje to powstanie silnego tłumienia, oscylacyjnego dotąd przebiegu ładowania kondensatora, a jego dalsze doładowanie do wartości napięcia sieci zasilającej ST ma charakter aperiodyczny. Prąd rozruchu silnika jest kontrolowany poprzez impulsowy przekształtnik PT a jego wartość i przebieg uzależnione są od nastaw regulatora RJ. Wytworzony wskutek przepływu prądu przez uzwojenie silnika moment obrotowy, powoduje wzrost prędkości obrotowej i co za tym idzie wzrost napięcia na zaciskach tego silnika. Gdy pobrane z zacisków silnika napięcie zrówna się z sygnałem wzorcowym podanym z układu kontroli napięcia UKN, regulator napięcia RN ograniczy dalszy przyrost napięcia na silniku. W układzie ustali się stan równowagi do momentu aż ulegnie zmianie sygnał zadający lub pojawi się blokada toru sterowania. W czasie generowania impulsów bramkowych, co oznacza poprawne działanie przekształtnika PT układ sygnalizacji US sterowany sygnałem generatora impulsów bramkujących GJ, wydaje na zewnątrz układu sygnał informujący obsługę o poprawnej pracy zespołu napędowego.

W czasie pracy głównego napędu tramwaju wzrasta obciążenie baterii pokładowej oraz konieczne jest odpowiednio intensywne przewietrzanie zarówno silników głównych jak i rezystorów hamowania elektrodynamicznego. Dlatego musi być w takim przypadku, zapewniona odpowiednio wysoka prędkość obrotowa zespołu przetwornicy. Gdy napęd główny nie pracuje, to

znaczy jest postój lub wóz porusza się w stanie wybiegu, pobór energii z baterii pokładowej jest mniejszy oraz może być zmniejszona intensywność chłodzenia napędu głównego.

Realizuje się to w ten sposób, że w stanie gdy napęd główny nie pracuje, tylko na jedno z wejść regulatora napięcia RN podawany jest sygnał zadający w stanie wysokim zbierany z wyjścia układu kontroli napięcia zasilania UKN. Na drugim wejściu regulatora napięcia RN połączonym z wyjściem zadajnika napięcia roboczego jest stan niski. Załączenia napędu głównego do pracy, to znaczy w stanie rozruchu lub hamowania, powoduje wystąpienie na wejściu WE zadajnika ZNR stanu niskiego, a to z kolei wywołuje na jego wyjściu sygnał o stanie wysokim, który jest wprowadzany na drugie wejście sterujące regulatora napięcia RN silnika. Wywołuje to wzrost napięcia zasilającego silnika przetwornicy, a co za tym idzie wzrost jego obrotów. Po wyłączeniu napędu głównego sygnał sterujący WE zadajnika napięcia roboczego ZNR przyjmuje stan wysoki. Mimo tego wysoki sygnał na wyjściu zadajnika napięcia roboczego ZNR jest podtrzymywany jeszcze przez kilkanaście sekund. Po tym czasie wyjściowy sygnał zadajnika napięcia roboczego ZNR, sterujący jednym z wejść regulatora napięcia RN osiąga wartość zerową, co wywołuje obniżenie napięcia zasilania silnika i zmniejszenie jego obrotów. W tym stanie silnik przetwornicy jest zasilany obniżonym napięciem zadawanym tylko poprzez układ regulacji UR z układu kontroli napięcia zasilania UKN. Z powyższego opisu wynika, że jeśli pracuje napęd główny tramwaju lub pracuje z przerwami, ale krótszymi niż 15 sekund to silnik przetwornicy zasilany jest napięciem, które zapewnia pełne zapotrzebowanie zespołu przetwornicy - 500 V.

W przypadku gdy napęd główny nie pracuje dłużej niż 15 sekund silnik przetwornicy jest zasilany obniżonym napięciem około 400 V, które w pełni pokrywa potrzeby zespołu przetwornicy w tym stanie wozu tramwajowego. Jeśli wskutek zaniku napięcia sieci trakcyjnej lub wyłączenia wyłącznika - napięcie na wyjściu filtra FW obniży swoją wartość poniżej 400 V to układ kontroli napięcia UKN zablokuje generowanie impulsów bramkowych GJ oraz wyzeruje sygnał zadający napięcie silnika przetwornicy i zablokuje drożność układu regulacji. Taki stan utrzyma się do momentu aż wartość napięcia kontrolowana przez UKN przekroczy 400 V.

