

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 32895

Kl. 20 1, 4/02

Ganz & Co., Elektrizitäts-, Maschinen-, Waggon- und Schiffbau A. G.
(Budapeszt, Węgry)

Elektryczny mechanizm napędowy do pojazdów kolejowych, zasilanych jednofazowym przewodem zasilającym prądu zmiennego

Zgłoszono 22 czerwca 1939 r.

Udzielono 25 kwietnia 1944 r.

Pierwszeństwo: 23 czerwca 1938 r. (Węgry)

Znane są trudności, występujące przy projektowaniu kolei elektrycznych, dysponujących prądem o częstotliwości, przekraczającej 40 okresów na sekundę, zwłaszcza przy projektowaniu lokomotyw o większej mocy i większej szybkości; trudności te są tak duże, że oprócz stosowanych na Węgrzech lokomotyw systemu Ganz-Kandó nigdzie nie można było zastosować dla ruchu kolejowego częstotliwości 42, 50, 60 okresów na sekundę, stosowanych ogólnie do innych celów. Elektryfikację kolei uskuteczniiano ogólnie za pomocą specjalnych siłowni, pracujących przy specjalnie niskiej częstotliwości (przeważnie $16\frac{2}{3}$ okresów na sekundę), wymagającej osobnego układu przewodów zasilających wy-

sokiego napięcia. Oczywiście jest, że ekonomiczne rozwiązanie zagadnienia napędu pojazdów kolei elektrycznych prądem o częstotliwości 50 względnie 42 lub 60 okresów na sekundę posiada duże znaczenie, gdyż należy uwzględnić, że w tym przypadku zbędne są specjalne siłownie, specjalne przewody dalekonośne itd., a koleje mogą być połączone za pomocą prostych i tanich stacji transformatorowych z istniejącymi przewodami dalekonośnymi, przewodzącymi prąd o częstotliwości 50 okresów na sekundę.

Oprócz istniejących już i znajdujących się w ruchu lokomotyw systemu Ganz-Kandó budowano dla celów doświadczalnych lokomotywy na prąd o częstotliwości

50 okresów na sekundę również i według innych systemów; lokomotywy te nie znalazły jednak rozpowszechnienia.

Lokomotywa zaprojektowana dla częstotliwości 50 okresów na sekundę odpowiada wszelkim wymaganiom, przede wszystkim wtedy, gdy pracuje ze współczynnikiem mocy $\cos \varphi = 1$, gdyż inaczej przy stosowaniu częstotliwości 50 okresów na sekundę spadek napięcia w przewodzie zasilającym byłby znaczny, a odpowiednio do tego podstacje zasilające musiałyby być ustawiane bardzo gęsto, co oczywiście byłoby bardzo kosztowne i zmniejszałoby opłacalność. Oprócz tego, gdy lokomotywa pracuje z dużym przesunięciem fazy, to duże zmiany obciążenia wywołują duże spadki napięcia w całej sieci, zasilającej również i instalacje przemysłowe oraz oświetleniowe. Dla całkowitego rozwiązania tego zagadnienia niezbędne jest zatem, by lokomotywa pracowała z $\cos \varphi = 1$, a nawet o ile możliwości prądem nieco wyprzedzającym. Warunki te spełniają znane systemy Ganz-Kandó i Krupp-Schön, natomiast nie spełniają ich systemy z silnikami komutatorowymi prądu zmiennego i z przetwornikami rtęciowymi.

Drugi warunek, stawiany lokomotywie, mającej znaleźć ogólne zastosowanie, polega na tym, by o ile możliwości biegła ona z każdą dowolną szybkością lub by przynajmniej posiadała dużo stałych stopni szybkości. Warunkom tym odpowiadają w zupełności systemy z silnikami komutatorowymi, a w ogólności i systemy Ganz-Kandó i Krupp-Schön. Przy tych dwóch ostatnich systemach w stosunkowo prosty sposób można stosować 3 — 4 stopnie szybkości, przy czym jednak należy zauważyć, że w poszczególnych przypadkach byłoby pożądane zwiększenie liczby stopni szybkości.

Trzeci z warunków polega na tym, by istniała możliwość stosowania układu silnikowego, podzielonego na kilka jednostek w celu uzyskania oddzielnego napędu. Wa-

runek ten może być łatwo spełniony przy układach z silnikami komutatorowymi i przy układzie Krupp-Schön, natomiast trudniej przy układzie Ganz-Kandó, lecz tylko aż do określonej mocy. W tym przypadku konieczne jest także, by trudno dostępne silniki napędowe ze względu na pewność pracy były prostsze i lżejsze, gdyż przy silnikach o mniejszym ciężarze aż do znacznie większych mocy i szybkości można stosować bezpośredni (nie uresorowany) napęd zębaty (napęd w łożysku silnikowym), co stanowi znaczną oszczędność pod względem ciężaru i ceny. Granicę szybkości pociągu określa się ze względu na możliwość uszkodzenia toru przez nieuresorowane masy, a więc oczywiście im mniejsza jest masa silnika, tym większe są dopuszczalne moce i szybkości graniczne. Pod tym względem żaden ze znanych systemów nie jest zadowalający, gdyż zarówno silniki komutatorowe, jak i jeden silnik w systemie Krupp-Schön są delikatne i ciężkie.

Czwarty warunek polega na możliwości łatwej manipulacji urządzeniem przy rozruchu, hamowaniu itd. Wreszcie piątym warunkiem jest możliwość odzyskiwania prądu, co ma bardzo duże znaczenie, zwłaszcza w miejscowościach górzystych. Warunkowi temu odpowiadają systemy Ganz-Kandó i Krupp-Schön, natomiast nie odpowiadają systemy z silnikami komutatorowymi i z przetwornikami rtęciowymi.

Mechanizm według wynalazku ma na celu spełnienie wszystkich wymienionych warunków; w tym celu jako silniki napędowe stosuje się wielofazowe silniki indukcyjne, najlepiej silniki z wirnikiem zwartym, które ze względu na to, że nie wymagają dozoru i obsługi oraz nie posiadają szczotek, są najpewniejsze i najtańsze z wszelkich silników oraz są całkowicie niewrażliwe na wstrząsy, występujące przy ruchu kolejowym. Silniki są zasilane odpowiednio do każdorazowej szybkości pojazdu prądem wielofazowym o zmiennej czę-

stotliwości, poczynawszy od częstotliwości O . Wielofazowy prąd, zasilający silniki napędowe, jest dostarczany według wynalazku przez zespół, nie wywierający momentu na koła napędowe pojazdu przez połączenie mechaniczne, przy czym zespół ten jest zasilany z sieci jednofazowej i posiada przynajmniej jeden wirnik, obracający się ze stałą liczbą obrotów, oraz przynajmniej jeden wirnik, obracający się ze zmienną liczbą obrotów; ten ostatni w położeniu spoczynku pojazdu biegnie z największą liczbą obrotów w jednym kierunku, natomiast przy przyspieszeniu pojazdu, aż do szybkości podstawowej (to jest aż do szybkości, przy której drugi wirnik jest nieruchomy, a silniki napędowe biegną z szybkością, odpowiadającą częstotliwości jednofazowego prądu zasilającego), może być przyhamowany za pomocą sprzężonego z nim mechanicznie narządu, np. „silnika pomocniczego”, włączonego w obwód hamujący i ewentualnie służącego do odzyskiwania prądu, powyżej zaś szybkości podstawowej może być przyspieszony przy odwrotnym kierunku obrotu.

Jako narząd hamujący zamiast elektrycznego „silnika pomocniczego” można oczywiście zastosować od rozruchu aż do szybkości podstawowej pojazdu także i inny przyrząd, np. hamulec mechaniczny lub hydrauliczny.

Na rysunku przedstawiono na fig. 1 i 2 dwa przykłady wykonania przedmiotu wynalazku.

W urządzeniu według fig. 1 pojazd otrzymuje prąd jednofazowy przynajmniej o 40 okresach na sekundę z przewodu napowietrznego przez transformator T . Uzwojenie wtórne transformatora T jest przyłączone do dwóch skojarzonych faz uzwojenia f przetwornicy fazowej w układzie Ferraris-Arno. Przetwornica fazowa tworzy tę część zespołu, której wirnik biegnie ze stałą liczbą obrotów, gdyż wirnik ten, którego cewka jest wzbudzana prądem stałym przez wzbudnicę D , obraca się,

synchronicznie. Przez odpowiednie nastawienie wzbudzenia można w znany sposób zapewnić, że przetwornica fazowa pracuje przy $\cos \varphi = 1$, a nawet z prądem wyprzedzającym. Zamiast przetwornicy fazowej Ferraris-Arno można jeszcze korzystniej stosować przetwornicę fazową systemu Kandó. Przy małych mocach lokomotyw zamiast wirnika, wzbudzanego prądem stałym, można stosować wirnik zwarty, jednak w tym przypadku urządzenie nie może już pracować przy $\cos \varphi = 1$.

Przedstawione tytułem przykładu trójfazowe uzwojenie f przetwornicy fazowej wzbudza uzwojenie g przetwornicy częstotliwości, której wielofazowe uzwojenie h zasila silniki napędowe N pojazdu. Część przetwornicy częstotliwości, zaopatrzona w uzwojenie h , jest połączona mechanicznie, np. za pomocą wału t , z „silnikiem pomocniczym” o zmiennej liczbie obrotów, nadającym się również do hamowania elektrycznego z odzyskiwaniem prądu: np. na rysunku silnik indukcyjny o przełączalnych biegunach jest zaopatrzony w uzwojenia p i q , przy czym K oznacza urządzenie do przełączania biegunów stojana, i zaś — przełącznik biegunowy i opornik rozruchowy dla uzwojenia wirnika. Między silnikami napędowymi i przetwornicą częstotliwości włączony jest zmienny opornik w .

Urządzenie powyższe działa w sposób podany poniżej. Uzwojenie f , wzbudzone wirnikiem przetwornicy fazowej, biegnącej ze stałą liczbą obrotów pod działaniem np. 50 okresowego prądu jednofazowego, wzbudza np. 4 biegunowe uzwojenie g przetwornicy częstotliwości prądem o 50 okresach, wskutek czego pole wzbudnicy obraca się z liczbą obrotów, wynoszącą 1500 na minutę. Wirnik przetwornicy częstotliwości, dźwigający uzwojenie h jest połączony mechanicznie z „silnikiem pomocniczym”, przełączanym z 4 biegunów na 8 biegunów. Jeśli silnik pomocniczy obraca się w kierunku obrotu pola przetwornicy i z tą samą liczbą obrotów, jak

to pole, to podczas tego obrotu w uzwojeniu h nie powstaje prąd. Jeśli silnik pomocniczy zostanie przełączony na 8 biegunów, to silnik pracuje jako prądnica asynchroniczna, a więc z jednej strony oddaje prąd z powrotem, a z drugiej strony zmniejsza liczbę obrotów wirnika przetwornicy częstotliwości. Jeżeli wirnik przetwornicy częstotliwości obraca się wolniej niż jej pole, to w wirniku tym powstaje prąd, którego częstotliwość i napięcie zależą od różnicy liczb obrotów, wskutek czego silniki napędowe zaczną się obracać z odpowiednim momentem obrotowym. Jeśli opornik rozruchowy i zostanie zwarty, to silniki napędowe zostaną przyspieszone, przy czym liczba obrotów pomocniczego silnika zmniejsza się do 750, co odpowiada w uzwojeniu h prądowi o 25 okresach na sekundę, gdyż w stosunku do pola w stanie przetwornicy o 1500 obrotach na minutę względna liczba obrotów na minutę wynosi w tym przypadku (przy 8 biegunach) $1500 - 750 = 750$. Stanowi to pierwszy stopień szybkości pojazdu, wynoszący np. 30 km na godzinę. Jeśli silnik pomocniczy będzie pracował w układzie 8-biegunowym, lecz będzie przełączony na obrót w kierunku przeciwnym, to przez odpowiednią regulację opornika rozruchowego liczba obrotów może być przez hamowanie zmniejszona powoli do 0 a następnie doprowadzona do 750 w kierunku przeciwnym. Położenie spoczynku silnika pomocniczego daje drugi stopień szybkości, przy którym pole obraca się względem uzwojenia h z szybkością 1500 obrotów na minutę, a więc w uzwojeniu h powstaje prąd 50-okresowy, któremu odpowiada szybkość jazdy 60 km na godzinę. Jeśli silnik pomocniczy zostanie przyspieszony do 750 obrotów w kierunku przeciwnym do pola przetwornicy, to względna liczba obrotów między polem przetwornicy i uzwojeniem h wynosi $1500 + 2250$; liczbie tej odpo-

wiada prąd 75-okresowy i szybkość jazdy 90 km na godzinę, co stanowi trzeci stopień szybkości. Jeśli wreszcie silnik zostanie przełączony na 4 bieguny, to względna liczba obrotów pola wyniesie $1500 + 1500 = 3000$ liczbie tej odpowiada prąd 100-okresowy i szybkość jazdy 120 km na godzinę, co stanowi czwarty stopień szybkości.

Widoczne jest, że liczba obrotów zwartych silników napędowych może być zmieniana w sposób ciągły tylko przez ciągłą zmianę liczby obrotów i kierunku obrotu silnika pomocniczego od 0 do szybkości największej, bez potrzeby przełączania w stojanach albo w obwodzie zasilającym silników napędowych; umożliwia to bardzo prostą obsługę i niezawodną pracę, w przeciwieństwie do innych tego rodzaju jednofazowych systemów napędowych do pojazdów, w których częstotliwość zmienia się przy różnych stopniach szybkości, osiągniętych przez przełączanie, np. w ten sposób, że oprócz wirnika prądnicy, obracającego się ze stałą liczbą obrotów, w pewnych małych granicach liczby obrotów także i jej „stojan” zostaje wprowadzany w obrót. Tego rodzaju znane jednofazowe układy do napędu pojazdów są z jednej strony skomplikowane konstrukcyjnie, gdyż w tych przypadkach również i „stojan” prądnicy musi być obracalny, z drugiej zaś strony są one niekorzystne także i z tego względu, że przyłączanie poszczególnych zakresów szybkości o zmiennej częstotliwości wskutek powtarzających się przyspieszeń i opóźnień sprawia trudności, zwłaszcza wskutek uderzeń, występujących przy przełączaniu.

Stosunki przedstawiają się jeszcze korzystniej, gdy w układzie według fig. 1 zamiast silnika pomocniczego, przełączanego z 4 na 8 biegunów, zastosuje się silnik pomocniczy, przełączany z 6 na 12 biegunów. W tym przypadku jednak w stanie spoczynku pojazdu wirnik, dźwigający uzwojenie h , nie może być bezpośrednio

doprowadzony przez silnik pomocniczy do 1500 obrotów. Aby to umożliwić, zastosowany jest opornik w , który może być połączony w szereg w sposób, przedstawiony na rysunku, albo też równolegle do uzwojenia h ; za pomocą tego opornika przetwornica częstotliwości jako silnik może być przy nieruchomym pojeździe doprowadzona do 1500 obrotów po prostu przez zwieranie opornika w . Jeśli silnik pomocniczy jest połączony na 6 biegunów, to jego liczba obrotów może być zmniejszona przez stopniowe zwieranie opornika rozruchowego z liczby obrotów 1500 do 1000, przy czym w zakresie od 1500 do 1000 obrotów silnik pracuje jako prądnica asynchroniczna. Przy 1000 obrotach silnika pomocniczego prąd, zasilający silniki napędowe, ma 16% okr. na sek. Jeżeli silnik pomocniczy przełączy się na 12 biegunów, to jego liczba obrotów może być zmniejszona do 500 obrotów, a prąd, zasilający silniki napędowe, będzie miał $33\frac{1}{3}$ okr. na sek. Przy zahamowaniu silnika pomocniczego prąd silników napędowych będzie miał 50 okresów na sekundę. Przy obrocie w przeciwnym kierunku liczba obrotów silnika napędowego wynosi 500 a częstotliwość prądu silników napędowych $66\frac{2}{3}$ okr. na sek. Po przełączeniu z 12 na 6 biegunów liczba obrotów silnika napędowego wyniesie 1000, przez co osiąga się tu największą częstotliwość silników napędowych, wynoszącą $83\frac{1}{3}$ okr. na sek. W ten sposób można osiągnąć 5 stopni szybkości, a mianowicie 25, 50, 75, 100, 125 km na godzinę.

Role stojana i wirnika mogą być oczywiście zamienione. To samo działanie można osiągnąć, gdy wirnik przetwornicy częstotliwości będzie wzbudzany przez przetwornicę fazową, a uzwojenie stojana zasilają silniki napędowe, różnica polega jedynie na tym, że podczas gdy w pierwszym przypadku, tj. przy wzbudzeniu stojana, wirnik o zmiennej liczbie obrotów, obracający się w polu o stałej liczbie obrotów, musiał być obracany przy rozruchu w kierunku pola,

to w ostatnim przypadku, gdzie wirnik o zmiennej liczbie obrotów obraca się wraz z polem, wirnik musi się obracać w kierunku, przeciwnym do kierunku obrotu pola, aby nie indukować napięcia w uzwojeniu zasilającym silników napędowych, gdyż tylko w ten sposób można osiągnąć, że pole będzie nieruchome względem uzwojenia stojana przetwornicy fazowej.

Jeżeli stosuje się przetwornicę fazową Ferraris-Arno, to prąd wielofazowy, wzbudzający przetwornicę częstotliwości, nie będzie symetryczny, co mogłoby być szkodliwe przy dużych obciążeniach; wskutek tego korzystne jest zmniejszenie lub usunięcie asymetrii w dowolny znany sposób, przynajmniej przy dużych obciążeniach. W celu zmniejszenia ewentualnych uderzeń celowe jest zastosowanie transformatora o dużym rozproszeniu.

Przy częstotliwości podstawowej, gdy liczba okresów prądu, zasilającego silniki napędowe, jest równa liczbie okresów prądu zasilającego, przetwornica fazowa musi być unieruchomiona. Można to osiągnąć przez hamowanie; jeszcze więcej celowe jest jednak odłączanie w tym przypadku silników napędowych od przetwornicy częstotliwości i bezpośrednie przyłączanie do wielofazowego uzwojenia przetwornicy fazowej; dla prostoty przełączanie to nie jest przedstawione na rysunku. W ten sposób można także osiągnąć znaczne polepszenie sprawności. W celu zapewnienia przejścia bez uderzeń przełączanie może być uskuteczniane samoczynnie w zależności od częstotliwości. Aby w sposób jeszcze niezawodniejszy zapobiec uderzeniom, celowe jest w tym przypadku przyłączanie silników napędowych do przetwornicy fazowej nie bezpośrednio, lecz przez opornik w , przy czym po przełączeniu opornik ten zwiera się stopniowo. Opornik w może być włączany albo w obwód prądu, zasilany przez przetwornicę fazową i wzbudzający przetwornicę częstotliwości, lub też między przetwornicę

częstotliwości i silniki napędowe, np. w punkcie zerowym m silników. Równocześnie można także zmniejszyć wzbudzenie przetwornicy fazowej, a po przełączeniu — ponownie powiększyć. Zresztą i tak celowe jest ewentualnie samoczynne zmienianie wzbudzenia w zależności od obciążenia przez stosowanie silniejszego wzbudzenia przy rozruchu lub przy większym obciążeniu, unikając w ten sposób konieczności użycia maszyn o zbyt dużych wymiarach. Oprócz regulacji wzbudzenia przetwornicy fazowej można także zastosować zaczep w uzwojeniu przetwornicy częstotliwości w tym celu, by przy rozruchu silniki napędowe mogły odczytywać napięcie, większe niż normalne.

Urządzenie według fig. 1 składa się z dwóch maszyn lub zespołów, niezależnych mechanicznie od siebie; fig. 2 dotyczy natomiast takiego układu, w którym całe urządzenie jest połączone w jeden zespół. W tej postaci wykonania w stanie urządzenia znajduje się jednofazowe uzwojenie f' , które bez pośredniego włączenia transformatora jest dołączone do jednofazowego przewodu zasilającego, którego drugi koniec jest uziemiony. Pod działaniem prądu jednofazowego obraca się wirnik o stałej liczbie obrotów, który, jak przedstawiono na rysunku, posiada uzwojenie z , wzbudzane prądem stałym. Przy małych mocach można oczywiście stosować także uzwojenie zwarte. Wewnątrz tego wirnika o stałej liczbie obrotów w jego polu magnetycznym obraca się drugi wirnik o zmiennej liczbie obrotów, zaopatrzony w wielofazowe uzwojenie h i połączony mechanicznie z „silnikiem pomocniczym”, który według wynalazku nadaje się np. również do hamowania elektrycznego z odzyskiwaniem prądu. „Silnik pomocniczy” może być dowolnej konstrukcji i może być zasilany z dowolnego źródła prądu; na rysunku przedstawiony jest zasilany z zewnątrz silnik szeregowo-bocznikowy prądu stałego, którego źródło prądu

stanowi prądnica D' np. połączona mechanicznie w tym przypadku z wirnikiem o stałej liczbie obrotów. Liczba obrotów prądnicy D' i silnika M może być regulowana regulatorami r_1, r_2 włączonymi w obwody wzbudzenia S_1, S_2 . Litera N oznacza silniki napędowe pojazdu, a w — nastawny opornik, omówiony w związku z fig. 1.

Urządzenie powyższe działa jak podano poniżej. W stanie spoczynku pojazdu prądnica D' , napędzana wirnikiem pośrednim, biegnącym ze stałą liczbą obrotów pod działaniem prądu jednofazowego, płynącego w uzwojeniu f' , oraz silnik M są wzbudzane regulatorami r_1, r_2 tak, że biegnący ze zmienną liczbą obrotów i zaopatrzony w uzwojenie h drugi, wewnętrzny wirnik obraca się w tym samym kierunku i w przybliżeniu z tą samą liczbą obrotów co wirnik pośredni. W tym przypadku, gdy uzwojenie z i h nie obracają się względem siebie, w uzwojeniu h pod wpływem pola uzwojenia z nie będzie indukowane napięcie, a wskutek tego silniki napędowe N nie wytwarzają momentu napędowego. Jeśli liczbę obrotów silnika M zmniejszy się przez odpowiednie nastawienie regulatorów r_1, r_2 to między uzwojeniami z i h powstanie względna różnica liczb obrotów, a w uzwojeniu h pod działaniem pola uzwojenia z indukowany zostaje prąd, którego liczba okresów i napięcia są proporcjonalne do tej różnicy liczby obrotów, wskutek czego silniki N wytwarzają moment i pojazd zostaje doprowadzony do rozruchu. Przy zmniejszonej liczbie obrotów silnika pomocniczego M wywiera on działanie hamujące i działa jako prądnica. Oddając energię prądnicy D' , przez dalsze zmniejszenie liczby obrotów tego silnika zwiększa się liczba obrotów silników N ze względu na poślizg proporcjonalnie do różnicy liczb obrotów uzwojeń h i z , a wraz z tym pojazd przyspiesza. Jeśli silnik pomocniczy M nie obraca się, to silniki napędowe są zasilane prądem wielofazowym, którego częstotliwość jest równa często-

tliwości jednofazowego prądu zasilającego (częstotliwość podstawowa), podczas gdy w przypadku, gdy silnik pomocniczy biegnie w kierunku przeciwnym jako silnik, to częstotliwość prądu a wraz z nią i szybkość pojazdu zwiększają się. Jeśli silnik pomocniczy M biegnie z tą samą liczbą obrotów co przy rozruchu, lecz w kierunku przeciwnym, to silniki napędowe bieżą z częstotliwością dwukrotnie większą od podstawowej.

Jak widać, za pomocą opisanego urządzenia pojazd ze zwartymi silnikami napędowymi może być przyspieszany w sposób ciągły od położenia spoczynku aż do największej szybkości w ten sposób, że częstotliwość prądu, odpowiednio do przyspieszenia, jest zmieniana od 0 lub w przybliżeniu od 0 do wartości największej, a silniki napędowe stale pracują w pobliżu biegu synchronicznego, tj. z poślizgiem, odpowiadającym momentowi. Pojazd może być uruchamiany z każdą szybkością przez nastawienie wzbudzenia maszyn prądu stałego, przy czym pojazd nadaje się do odzyskiwania energii zarówno podczas stałej jazdy, jak i podczas zwalniania. Jako maszyny prądu stałego można zastosować maszyny każdego dowolnego rodzaju; celowe jest zastosowanie takich maszyn, które nadają się do odzyskiwania prądu, lecz w których, jak np. w maszynach silnie dozwojonych lub maszynach z polem poprzecznym, nie mogą następować duże uderzenia prądu nawet przy nagłej zmianie szybkości lub przy nieprawidłowej obsłudze.

Oczywiście możliwe są także rozwiązania, różniące się od urządzeń, podanych powyżej tytułem przykładu, bez odbiegania od zasady wynalazku, polegającej na tym, że w polu obrotowym, wytworzonym bezpośrednio lub pośrednio przy pomocy wielofazowej przetwornicy fazowej, zawierającej wirnik, obracający się ze stałą liczbą obrotów w polu uzwojeń, wzbudzanych jednofazowym prądem zasilającym, obraca

się drugi wirnik ze zmienną liczbą obrotów (o ile możliwości w obu kierunkach obrotu), zaopatrzony w uzwojenie wielofazowe; ten drugi wirnik zasilą silniki napędowe, najlepiej zaopatrzone w wirniki zwarte. Drugi wirnik, w celu umożliwienia mu zmiennej liczby obrotów i ewentualnie także zmiennego kierunku obrotów, jest sprzężony mechanicznie z przynajmniej jednym narządem nadającym się do hamowania, np. z „silnikiem pomocniczym”, który może służyć jako silnik do hamowania elektrycznego. Urządzenia według wynalazku odpowiadają całkowicie wszystkim warunkom, podanym poprzednio dla pojazdów, zasilanych prądem 50-okresowym. Pojazd może biec z dowolną stałą szybkością, pobierając prąd o $\cos \varphi = 1$ lub prąd wyprzedzający. Urządzenie według wynalazku nadaje się bardzo do napędu oddzielnego, przy którym silniki, napędzające osie, pomimo największej niezawodności w pracy są o wiele lżejsze niż przy wszystkich innych systemach, posiadają bowiem ciężar 2 lub 3 razy mniejszy, przy czym pojazd nadaje się również do odzyskiwania prądu; obsługa urządzenia jest prosta, gdyż podczas przyspieszenia lub zwalniania liczba obrotów zespołu, przy przejściu z jednego zakresu szybkości do drugiego, nie musi być synchronizowana lub też nagle przełączana z jednego kierunku obrotu na drugi.

Ze względu na to, że z jednej strony silniki napędowe są nadzwyczaj lekkie i to nie tylko wskutek swej prostej budowy jako silniki zwarte, lecz także i z tego względu, że przy największych szybkościach bieżą one z 1,5 — 2 razy większą częstotliwością niż częstotliwość podstawowa, a z drugiej strony zespół przetwornicowy może być wykonany jako obracająca się z dużą liczbą obrotów i również stosunkowo lekka jednostka, więc koszty wytwarzania urządzenia według wynalazku są stosunkowo niewielkie, pomimo że zespół przekąźnika fazowego i przekąźnika czę-

stotliwości musi być obliczony na pełną moc.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektryczny mechanizm napędowy do pojazdów kolejowych, zasilanych jednofazowym przewodem zasilającym prądu zmiennego przynajmniej o 40-okresach na sekundę, znamieny tym, że posiada zespół przetwornicy fazowej i przetwornicy częstotliwości, dający się przyłączać swym uzwojeniem jednofazowym bezpośrednio lub przez transformator do zasilającego jednofazowego źródła prądu, przy czym zespół ten posiada przynajmniej dwa niezależne od siebie wirniki, z których jeden pod działaniem prądu, płynącego w uzwojeniu jednofazowym, posiada liczbę obrotów o charakterze stałym, podczas gdy drugi, zaopatrzony w uzwojenie wielofazowe, które zasilają silniki napędowe, zaopatrzone np. w wirniki zwarte, może być obracany ze zmienną liczbą obrotów w polu magnetycznym, wytworzonym bezpośrednio lub pośrednio przez wirnik o stałej szybkości obrotu, przy czym drugi wirnik jest obracany za pomocą narządu hamującego, połączonego z nim mechanicznie, np. za pomocą maszyny elektrycznej o zmiennej liczbie obrotów („silnika pomocniczego”), która w odniesieniu do przewodu zasilającego może być uruchamiana również jako maszyna do hamowania elektrycznego z odzyskiwaniem prądu.
2. Elektryczny mechanizm według zastrz. 1, znamieny tym, że posiada dwa zespoły mechanicznie niezależne od siebie, z których jeden jest dowolną znaną maszyną o stałej liczbie obrotów, przetwarzającą prąd jednofazowy na wielofazowy, np. przetwornicą fazową systemu Kandó lub Ferraris-Arno, podczas gdy drugi zespół jest mechanicznie połączony z „silnikiem pomocniczym” o zmiennej liczbie obrotów i jest zaopatrzony w wielofazowe uzwojenie wzbudzające, zasilane przez przetwornicę fazową, oraz w wielofazowe uzwojenie wzbudzone, zasilające silniki napędowe.
3. Elektryczny mechanizm według zastrz. 2, znamieny tym, że maszyna, wzbudzana wielofazowym prądem zmiennym przetwornicy fazowej, posiada cztery bieguny, podczas gdy sprzężony z nią mechanicznie silnik (silnik pomocniczy) o zmiennej liczbie obrotów jest wielofazowym silnikiem indukcyjnym, dającym się przełączać z czterech na osiem biegunów.
4. Elektryczny mechanizm według zastrz. 2, znamieny tym, że maszyna, wzbudzana wielofazowym prądem zmiennym przetwornicy fazowej, posiada cztery bieguny, podczas gdy sprzężony z nią mechanicznie silnik (silnik pomocniczy) o zmiennej liczbie obrotów jest wielofazowym silnikiem indukcyjnym, dającym się przełączać z sześciu na dwanaście biegunów.
5. Elektryczny mechanizm według zastrz. 1, znamieny tym, że posiada zespół, zbudowany jako jednostka maszynowa, która wewnątrz stojana, zaopatrzonego w uzwojenie jednofazowe, posiada dwa wirujące jeden w drugim wirniki, a mianowicie wirnik, umieszczony bezpośrednio w otworze stojana, wzbudzany prądem stałym i obracający się ze stałą liczbą obrotów, a w otworze tego wirnika — wirnik, połączony mechanicznie z silnikiem pomocniczym, obracającym się ze zmienną liczbą obrotów i posiadający wielofazowe uzwojenie, zasilające silniki napędowe.
6. Elektryczny mechanizm według zastrz. 2 lub 5, znamieny tym, że posiada silnik pomocniczy prądu stałego typu szeregowo-bocznikowego lub typu z polem poprzecznym o zmiennej liczbie obrotów, przy czym do zasilania tego silnika

przewidziana jest maszyna prądu stałego, sprzężona z wirnikiem o stałej liczbie obrotów, również typu szeregowo-bocznikowego lub typu z polem poprzecznym.

7. Elektryczny mechanizm według zastrz. 1 — 6, znamienny tym, że posiada oporniki szeregowe, włączone w obwód prądu między uzwojeniem zespołu o zmiennej liczbie obrotów, zasilającym wielofazowe silniki pojazdu i silnikami pojazdu.
8. Elektryczny mechanizm według zastrz.

1 — 6, znamienny tym, że posiada nastawne oporniki, włączone równolegle do uzwojenia zespołu o zmiennej liczbie obrotów, zasilającego wielofazowe silniki napędowe.

Ganz & Co. Elektrizitäts-,
Maschinen-, Waggon- und
Schiffbau A. G.

Zastępca: Mgr Andrzej Au
rzecznik patentowy

