RZECZPOSPOLITA POLSKA

Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **226980**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **418140**

(22) Data zgłoszenia: **29.07.2016**

(51) Int.Cl.
B61B 13/12 (2006.01)
A63G 7/00 (2006.01)

(54) **Sposób rozpędzania pojazdu, napęd pojazdu oraz tor pojazdu**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
16.01.2017 BUP 02/17

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
31.10.2017 WUP 10/17

(73) Uprawniony z patentu:
ENERGY 2000 SPÓŁKA Z OGRANICZONĄ ODPOWIEDZIALNOŚCIĄ ENERGYLANDIA SPÓŁKA KOMANDYTOWA, Przytkowice, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
MAREK GOCZAŁ, Zebrzydowice, PL
RADOSŁAW SITEK, Kraków, PL
DANIEL PRUSAK, Kraków, PL
GRZEGORZ KARPIEL, Kraków, PL

(74) Pełnomocnik:
rzecz. pat. Marek Bury

PL 226980 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób rozpędzania pojazdu, napęd pojazdu oraz tor pojazdu wyposażony w taki napęd.

Kolejki górskie typu rollercoaster stanowią jedną z najwyższych atrakcji parków rozrywki. Zwiększanie poziomu ich atrakcyjności można uzyskać poprzez zwiększanie dynamiki jazdy. W przypadku kolejek rozpędzanych grawitacyjnie zwiększanie dynamiki jazdy pociąga za sobą konieczność budowy wyższych konstrukcji, gdyż o energii kinetycznej decyduje wcześniej zgromadzona energia potencjalna. Naturalnie zapewnienia bezpieczeństwa i odporności na zmienne warunki pogodowe staje się w takiej sytuacji trudniejsze.

Znane są rozwiązania, w których energia jest dostarczana wprost przy starcie poprzez układ napędów liniowych elektromagnetycznych lub hydraulicznych albo przez wyrzutnię. W tej konfiguracji kolejka jest rozpędzana przy starcie, a dalszy ruch odbywa się już identycznie jak w kolejce, w której pierwszym etapem jest zjazd z wysokości.

W patencie USA nr US 7802522 ujawniono tor pojazdów, który zaopatrzono w układy przyspieszające pojazdy na określonych odcinkach, przez które przejeżdżają pojazdy po nadaniu im prędkości początkowej za pomocą wyrzutni. Przyspieszanie odbywa się z zastosowaniem liniowych silników indukcyjnych. Tor zawierał również zwrotnice.

W patencie USA nr US8375863 ujawniono tor kolejki rollercoaster z wyposażony w obrotowe ramiona zamocowane na wspólnej osi i popychające składy w miejscu w którym tor przebiega po odcinku okręgu.

W zgłoszeniu patentowym USA opublikowanym za numerem US20090114114 ujawniono magnetyczny napęd kolejki mocowany pod torem. Napęd ten jest wyposażony w kontroler określający prędkość kolejki na odcinku, na którym kolejka ta podlega przyspieszaniu. Jest to interesujące rozwiązanie wymagające jednak dużych i złożonych modyfikacji toru i składu.

W patencie USA nr US6170402 ujawniono napęd typu wyciągowego, wyposażony w hak wczepiający się w spód wagoników i przymocowany do pętli pasa lub liny znajdującej się pod torem, na pewnym odcinku napędzanej liniowym silnikiem synchronicznym.

Brakuje napędów i sposobów, które umożliwiałyby łagodne i bezpieczne przyspieszanie kolejki już w trakcie jej ruchu bez konieczności dokonywania znaczących zmian w infrastrukturze, a także umożliwiających przeprowadzenie kolejki przez płaskie odcinki toru, jeżeli takie zostały przewidziane. Celem wynalazku jest wypełnienie tej luki.

Sposób według wynalazku służy do rozpędzania pojazdu do docelowej prędkości za pomocą środków montowanych na torze jego przejazdu. Środki te obejmują przynajmniej jedną rolkę napędową, napęd bezpośredni podłączony do rolki napędowej. Ponadto stosuje się pierwszy detektor Wa umieszczony w odległości da przed pierwszą rolką napędową oraz drugi detektor Wb umieszczony w odległości db przed pierwszą rolką napędową a sygnały sterujące tych detektorów odczytuje się za pomocą jednostki sterującej połączonej połączeniem dwukierunkowym z napędem i przystosowanej do sterowania nim w przynajmniej pierwszym trybie zadawania prędkości i w przynajmniej drugim trybie zadawania momentu siły. Odczytując zegar jednostki mierzy się czasy aktywacji pierwszego detektora i drugiego detektora przez przejeżdżający pojazd. Na tej podstawie wyznacza się prędkość v_0 wejścia pojazdu w kontakt z pierwszą rolką napędową oraz przewidywany czas t1 w którym to wejście nastąpi. Następnie zaraz po wyznaczeniu prędkości wejścia v_0 ustawia się napęd bezpośredni rolki napędowej tak, by rolka ta obracała się z prędkością styczną równą prędkości wejścia v_0, a po przewidywanym czasie t1 wejścia pojazdu w kontakt z rolką napędową ustawia się napęd bezpośredni tak by działał na rolkę napędową ze stałym, predefiniowanym momentem siły. Dzięki temu unika się szarpnięcia pojazdu w chwili gdy wejdzie w kontakt z pierwszą rolką napędową oraz przeciążenia pierwszego napędu.

Korzystnie oprócz pierwszej rolki napędowej stosuje się przynajmniej jedną drugą rolkę napędową z drugim napędem bezpośrednim. Drugi napęd bezpośredni wysterowuje się tak, by druga rolka napędowa obracała się z prędkością styczną odpowiadającą prędkości odczytanej z poprzedniego napędu bezpośredniego. Po czym, od momentu, w którym pojazd wejdzie w kontakt z drugą rolką napędową wysterowuje się drugi napęd bezpośredni tak, by działał na rolkę napędową ze stałym, predefiniowanym momentem siły. Moment w którym pojazd wchodzi w kontakt z rolką ustala się wyznaczając opóźnienie względem chwili zmiany prędkości odczytywanej z poprzedniego napędu bezpośredniego za pomocą poprzedniego układu sterującego na podstawie prędkości odczytanej

z poprzedniego napędu bezpośredniego oraz odległości pomiędzy poprzednią rolką napędową a drugą rolką napędową.

Korzystnie oprócz rolki napędowej stosuje się przynajmniej jedną kolejną rolkę napędową z kolejnym napędem bezpośrednim. Kolejny napęd bezpośredni wysterowuje się tak, by kolejna rolka napędowa obracała się z prędkością styczną odpowiadającą prędkości odczytanej z poprzedniego napędu bezpośredniego, zaś od momentu, w którym pojazd wejdzie w kontakt z kolejną rolką napędową wysterowuje się kolejny napęd bezpośredni tak, żeby tak by działał na rolkę napędową ze stałym, predefiniowanym momentem siły. Moment w którym pojazd wchodzi w kontakt z rolką ustala się wyznaczając opóźnienie względem chwili zmiany prędkości odczytywanej z poprzedniego napędu bezpośredniego za pomocą poprzedniego układu sterującego, na podstawie prędkości odczytanej z poprzedniego napędu bezpośredniego oraz odległości pomiędzy poprzednią rolką napędową a kolejną rolką napędową.

Korzystnie stosuje się od 3 do 5 rolek napędowych mocowanych na osiach napędzanych przez napęd bezpośredni z układem sterującym.

Korzystnie stosuje się rolki bierne umieszczane naprzeciwko rolek napędowych przy torze pojazdu, przy czym rozstaw każdej pary rolki biernej i rolki napędowej odpowiada szerokości pojazdu.

Korzystnie rolki napędowe ustawia się naprzemiennie po przeciwnych stronach toru pojazdu.

Napęd pojazdu według wynalazku jest przystosowany do umieszczania na torze jego przejazdu i cechuje się tym, że jest zaopatrzony w przynajmniej pierwszą rolkę napędową mocowaną na pierwszej osi napędzanej przez pierwszy napęd bezpośredni oraz pierwszy detektor przystosowany do umieszczania przy torze pojazdu w odległości d_a przed pierwszą rolką napędową oraz drugi detektor przystosowany do umieszczania w odległości d_b przed pierwszą rolką napędową. Pierwszy detektor oraz drugi detektor są podłączone do wejść pierwszego układu sterującego, zaś pierwszy napęd bezpośredni jest połączony z układem sterującym połączeniem dwukierunkowym.

Korzystnie napęd ten zawiera przynajmniej drugą rolkę napędową, mocowaną przy torze pojazdu za pierwszą rolką napędową na drugiej osi napędzanej przez drugi napęd bezpośredni połączony z połączeniem dwukierunkowym z drugim układem sterującym. Wyjście pierwszego układu sterującego jest połączone z wejściem drugiego układu sterującego.

Korzystnie napęd ten zawiera przynajmniej kolejną rolkę napędową, mocowaną przy torze pojazdu za poprzednią rolką napędową na kolejnej osi napędzanej przez kolejny napęd bezpośredni połączony z połączeniem dwukierunkowym z kolejnym układem sterującym, przy czym wyjście poprzedniego układu sterującego jest połączone z wejściem kolejnego układu sterującego.

Korzystnie napęd zawiera w sumie od 3 do 10 rolek napędowych mocowanych na osiach napędzanych przez napęd bezpośredni z układem sterującym.

Korzystnie naprzeciw każdej rolki napędowej po przeciwnej stronie toru pojazdu umieszcza się bierną rolkę, przy czym dostęp pomiędzy rolką napędową a odpowiadającą jej rolką bierną odpowiada szerokości pojazdu.

Korzystnie jako przynajmniej jeden napęd bezpośredni stosuje się wielobiegunowy synchroniczny napęd bezpośredni.

Korzystnie moc przynajmniej jednego napędu bezpośredniego mieści się w zakresie od 2 kW do 10 kW.

Korzystnie rolki napędowe są umieszczone naprzemiennie po przeciwnych stronach toru pojazdu.

Tor pojazdu, według wynalazku zawiera przynajmniej jeden napęd według wynalazku.

Przedmiot wynalazku został ukazany w przykładach wykonania na rysunku, na którym Fig. 1 przedstawia schematycznie napęd według wynalazku natomiast Fig. 2 przedstawia tabelę, w której zestawiono parametry przykładowego napędu według wynalazku i przebieg przyspieszania sposobem według wynalazku.

Napęd pojazdu według wynalazku przedstawiono schematycznie na Fig. 1. Pojazd jest reprezentowany jako obiekt dwuwymiarowy chociaż naturalnie w rzeczywistości ma swoją szerokość. Napęd ten montuje się na torze przejazdu pojazdu i jest on wówczas przystosowany do przyspieszania pojazdu jadącego tylko w jedną stronę – na Fig. 1 od lewej do prawej strony rysunku. W niniejszym przykładzie wykonania napęd ten zastosowano w kolejce górskiej typu roller coaster poruszającej się po szynach.

Napęd ten obejmuje pierwszą rolkę napędową R1 umieszczoną z boku toru na osi pierwszego napędzanej przez pierwszy napęd bezpośredni D1 sterowany z układu sterującego C1. Naprzeciw pierwszej rolki napędowej R1, po drugiej stronie toru pojazdu 1 jest umieszczona pierwsza rolka bier-

na R1b dociskana ku torowi pojazdu przez sprężynę, niepokazaną na rysunku tak, że pojazd 1 przejeżdżając pomiędzy pierwszą rolką napędową R1 a pierwszą rolką bierną R1b jest dociskany przez pierwszą rolkę bierną R1b do pierwszej rolki napędowej R1, co zapewnia właściwą siłę tarcia statycznego i redukuje ryzyko poślizgu rolki napędowej R1 na boku pojazdu. Rolki stanowią walce o promieniu 130 mm pokryte gumą lub innym materiałem podatnym. Napęd bezpośredni D1 jest sterowany z układu sterującego C1 za pośrednictwem którego ustawia się prędkość obrotową rolki napędowej R1, lub moment siły działający na tę rolkę.

Do pierwszego układu sterującego są podłączone wyjścia czujników wykrywających obecność pojazdu pierwszego Wa i drugiego Wb. W niniejszym przykładzie zastosowano czujniki laserowe, ale można zastosować dowolne inne zapewniające możliwość precyzyjnego uchwycenia momentu zbliżenia się do nich pojazdu, w tym optyczne, ultradźwiękowe, magnetyczne lub inne. Czujniki: pierwszy Wa i drugi Wb są usytuowane tak, że wiązka laserowa przebiega w poprzek toru pojazdu 1, prostopadle do tego toru. Przerwanie wiązki powoduje przekazanie sygnału do układu sterującego C1, z którym oba czujniki są połączone. Pierwszy czujnik Wa jest usytuowany w odległości d_a = 0,8 m od pierwszej rolki napędowej, a drugi czujnik Wb jest usytuowany w odległości d_b = 0,4 m od drugiej rolki napędowej. Układ sterujący C1 jest też połączony połączeniem dwukierunkowym z napędem bezpośrednim D1, którym steruje w dwóch trybach pracy i z którego odczytuje sygnał reprezentujący aktualną prędkość obrotową tego napędu. W pierwszym trybie pracy układ sterujący C1 przekazuje do napędu bezpośredniego sygnał reprezentujący żądaną prędkość tego napędu, a w drugim żądany moment siły.

Za pierwszą rolką napędową R1 i pierwszą rolką bierną R1b wzdłuż toru pojazdu rozmieszczone są: druga rolka napędowa R2, druga rolka bierna R2b i kolejne pary rolek obejmując rolkę napędową Rn i rolkę bierną Rnb. W niniejszym przykładzie wykonania zastosowano łącznie 5 rolek napędowych rozstawionych co 0,4 m.

Druga rolka napędowa jest zamocowana obrotowo na osi i jest napędzana drugim napędem bezpośrednim D2, połączonym połączeniem dwukierunkowym z drugim układem sterującym C2, który steruje tym napędem w dwóch trybach pracy i z którego odczytuje sygnał reprezentujący aktualną prędkość obrotową tego napędu. W pierwszym trybie pracy drugi układ sterujący C2 przekazuje do napędu bezpośredniego sygnał reprezentujący żądaną prędkość tego napędu, a w drugim żądany moment siły. Na wejście układu sterującego C2 jest dodatkowo doprowadzony sygnał z układu sterującego C1, reprezentujący bieżącą prędkość obrotową pierwszego napędu D1, z której wynika wprost prędkość styczna pierwszej rolki napędowej R1 równa bieżącej prędkości pojazdu (1).

Każda kolejna rolka napędowa Rn jest napędzana przez odpowiadający jej napęd bezpośredni Dn połączony połączeniem dwukierunkowym z kolejnym układem sterującym Cn, który steruje tym napędem w dwóch trybach pracy i z którego odczytuje sygnał reprezentujący aktualną prędkość obrotową tego napędu. W pierwszym trybie pracy drugi układ sterujący Cn przekazuje do napędu bezpośredniego sygnał reprezentujący żądaną prędkość tego napędu, a w drugim żądany moment siły. Na wejście układu sterującego Cn jest dodatkowo doprowadzony sygnał z poprzedniego układu sterującego C2, reprezentujący bieżącą prędkość obrotową poprzedniego napędu D2, z której wynika wprost prędkość styczna pierwszej poprzedniej rolki napędowej R2 równa bieżącej prędkości pojazdu (1).

Układ sterujące C1, C2, Cn stanowią programowalne układy cyfrowe – macierze FPGA, za pomocą których konstruuje się funkcje logiczne z elementów logicznych. Element logiczny stanowi podstawową komórkę w skład której wchodzą przerzutniki oraz bloki pamięci. Układ sterujący jest wyposażony w zegar oraz moduły przystosowane do wykrywania czasu w którym następuje aktywacja detektorów Wa i Wb.

W niniejszym przykładzie napędy bezpośrednie są napędami synchronicznymi, wobec czego kluczową funkcją układu sterującego jest sterowanie silników synchronicznych. Funkcję tę zapewnia się konstruując w macierzy FPGA układy logiczne, stanowiące podstawę takich bloków jak: generator sygnału o zmiennym wypełnieniu (PWM), tablica przebiegu sinusoidalnego trójfazowego, detektor fazy pola magnetycznego oraz programowalny licznik.

Za pomocą trzech generatorów prostokątnych o regulowanym współczynniku wypełnienia, częstotliwości i amplitudzie odtwarza się przebieg sinusoidalny trójfazowy sterujący pracą napędu bezpośredniego D1, D2, Dn ustawiając wartości przebiegu dobierając wartości tablicy w kolejnych stanach licznika. Zmiana prędkości zliczania licznika wpływa na częstotliwość generowanego przebiegu harmonicznego, w konsekwencji na szybkość zmiany położenia wektora pola magnetycznego, za którym nadąża wirnik napędu bezpośredniego. Położenie to jest odwzorowane za pomocą zapamiętanego

przebiegu sinusoidalnego, dla którego w danej chwili czasowej odpowiada współczynnik wypełnienia sygnału sterującego tak, że czas włączenia i wyłączenia odpowiada średniej wartości analogowej dla danej fazy silnika. Detektor fazy pola magnetycznego umożliwia ustalenie bieżącego położenia wirnika i umożliwia łatwe wystartowanie napędu.

Dobór mocy silników oraz liczby kolejnych par rolek obejmujących rolki napędowe w napędzie według wynalazku zależy od ciężaru i długości przyspieszanego pojazdu 1 oraz jego założonej prędkości początkowej i docelowej, jak również wymagań dotyczących przyspieszenia.

Zgodnie ze sposobem według wynalazku za pomocą pierwszego układ sterującego C1 odczytuje się sygnały wyjściowe pierwszego detektora Wa i drugiego detektora Wb oraz rejestruje się moment t_a aktywacji pierwszego czujnika Wa przez przejeżdżający pojazd 1 i moment aktywacji drugiego czujnika Wb przez przejeżdżający pojazd 1. Następnie wyznacza się czas, jaki upływa pomiędzy aktywacją pierwszego czujnika Wa a aktywacją drugiego czujnika Wb i znając położenia czujników d_a i d_b względem pierwszej rolki napędowej R1 wyznacza się prędkość początkową pojazdu v_0:

$$v_o = \frac{d_a - d_b}{t_b - t_a}.$$

Następnie moment t_1 wejścia pojazdu w kontakt z pierwszą rolką napędowa wyznacza (R1) się na podstawie przewidywanego opóźnienia względem czasu aktywacji drugiego detektora t_b:

$$t_1 = t_b \frac{d_b}{v_0}.$$

Zaraz po wyznaczeniu prędkości wejścia v_0 ustawia się napęd bezpośredni D1 rolki napędowej R1 tak by rolka ta obracała się z prędkością styczną równą prędkości wejścia v_0. Odbywa się to w pierwszym trybie pracy napędu bezpośredniego D1, to jest trybie zadawania prędkości. Taki stan utrzymuje się przez czas t_1 jakiego potrzebuje pojazd na pokonanie odległości d_b pomiędzy drugim czujnikiem Wb a pierwszą rolką napędową R1. Następnie, po przewidywanym czasie t_1 wejścia pojazdu 1 w kontakt z rolką napędową R1, ustawia się napęd bezpośredni D1 tak by działał na rolkę napędową R1 ze stałym, predefiniowanym momentem siły. Jednocześnie za pomocą pierwszego układu sterującego C1 odbiera się z napędu bezpośredniego D1 sygnał reprezentujący bieżącą wartość v_1 prędkości pojazdu 1, sygnał ten przekazuje się do drugiego sterownika C2, wysterowuje się napęd D2 tak by druga rolka napędowa R2 obracała się z prędkością styczną v_1.

Znając moment t_1 wejścia pojazdu 1 w kontakt z pierwszą rolką napędową R1 oraz przebieg jego przyspieszania wyznacza się moment t_2 wejścia pojazdu w kontakt z drugą rolką napędową R2. Od momentu t_2 za pomocą drugiego układu sterującego C2 wysterowuje się drugi napęd bezpośredni D2 tak, żeby działał na drugą rolką napędową R2 ustalonym momentem siły. Jednocześnie za pomocą drugiego układu sterującego C2 odbiera się z drugiego napędu bezpośredniego D2 sygnał reprezentujący bieżącą wartość v_2 prędkości pojazdu 1, sygnał ten przekazuje się do kolejnego układu sterującego Cn, za pomocą którego kolejny napęd bezpośredni Dn wysterowuje się tak, by kolejna rolka napędowa Rn obracała się z prędkością styczną v_2.

Znając moment t_2 wejścia pojazdu 1 w kontakt z drugą rolką napędową R2 oraz przebieg jego przyspieszania wyznacza się moment t_n wejścia pojazdu w kontakt z kolejną rolką napędową Rn. Od momentu t_n za pomocą kolejnego układu sterującego Cn wysterowuje się kolejny napęd bezpośredni Dn tak, żeby działał na kolejną rolką napędową R_n ustalonym momentem siły. Jednocześnie za pomocą kolejnego układu sterującego Cn odbiera się z kolejnego napędu bezpośredniego Dn sygnał reprezentujący bieżącą wartość v_n prędkości pojazdu 1. Sygnał ten przekazuje się do następnego układu sterującego i opisany sposób sterowania powtarza się dla wszystkich następnych rolek napędowych.

Po przewidywanym czasie t_n wejścia pojazdu (1) w kontakt z rolką napędową (R1) ustawia się napęd bezpośredni (D1) tak by działał na rolkę napędową (R1) ze stałym, predefiniowanym momentem siły.

W niniejszym przykładzie wykonania założono, że pojazd 1 stanowi skład obejmujący 8 wagoników o wadze 500 kg i długości 1,8 m każdy, prędkość początkowa składu tj. prędkość wejścia w napęd wynosi 10 km/h i że jest on przyspieszany do prędkości wyjścia równej 20 km/h. Do rozpędzenia tego składu zastosowano pięć rolek napędowych i odpowiadających im dodatkowych rolek biernych rozstawionych wzdłuż toru co d = 0,4 m. Pierwszy detektor Wa umieszczono w odległości d_a = 0,8 m przed pierwszą rolką napędową R1 a drugi detektor Wb umieszczono w odległości d_a = *0,4* m

przed pierwszą rolką napędową R1. Jako napęd rolek zastosowano wielobiegunowe napędy synchroniczne o mocy maksymalnej 5W.

Oznaczając przez t_a = 0 s moment wykrycia za pomocą pierwszego układu sterującego C1 sygnału z detektora Wa można przebieg procesu rozpędzania opisać jak następuje. W chwili t_b = 0,14 s za pomocą pierwszego układu sterującego C1 wykrywa się sygnał z drugiego detektora Wb. Wyznacza się prędkość pojazdu $v_0 = 2{,}78\frac{m}{s}$.

Od chwili t_b = 0,14 s za pomocą pierwszego układu sterowania C1 wysterowuje się napęd D1 tak, by pierwsza rolka R1 obracała się z prędkością. $v_1 = 2{,}78\frac{m}{s}$.

Następnie wyznacza się przewidywany czas $t_1 = 0{,}28$ s wejścia pojazdu 1 w kontakt z pierwszą rolką napędową R1. Od chwili $t_1 = 0{,}28$ s za pomocą pierwszego układu sterowania C1 wysterowuje się pierwszy napęd bezpośredni D1 tak, by działał na pierwszą rolkę napędową R1 momentem siły równym 96,3 Nm. Sygnał reprezentujący wartość prędkości obrotowej pierwszej rolki napędowej R1 odczytuje się za pomocą pierwszego układu sterującego C1 i przekazuje do drugiego układu sterującego C2, za pomocą którego drugi napęd bezpośredni D2 wysterowuje się tak, by druga rolka napędowa R2 obracała się z prędkością obrotową równą prędkości obrotowej pierwszej rolki napędowej.

Następnie wyznacza się przewidywany czas $t_2 = 0{,}42$ s wejścia pojazdu 1 w kontakt z drugą rolką napędową R2. Pojazd osiąga do tego momentu prędkość $v_2 = 2{,}8\frac{m}{s}$. Prędkość ta jest równa prędkości stycznej pierwszej rolki napędowej R1 i drugiej rolki napędowej R2. Od chwili t_2 = 0,42 s za pomocą drugiego układu sterowania C2 wysterowuje się drugi napęd bezpośredni D2 tak, by działał na drugą rolkę napędową R2 momentem siły równym 96,3 Nm. Sygnał reprezentujący wartość prędkości obrotowej drugiej rolki napędowej R2 odczytuje się za pomocą drugiego układu sterującego C2 i przekazuje do trzeciego układu sterującego, za pomocą którego trzeci napęd bezpośredni wysterowuje się tak, by trzecia rolka napędowa obracała się z prędkością obrotową równą prędkości obrotowej drugiej rolki napędowej.

Następnie wyznacza się przewidywany czas $t_3 = 0{,}56$ s wejścia pojazdu 1 w kontakt z trzecią rolką napędową. Pojazd osiąga do tego momentu prędkość $v_3 = 2{,}86\frac{m}{s}$. Prędkość ta jest równa prędkości stycznej drugiej rolki napędowej i trzeciej rolki napędowej. Od chwili $t_3 = 0{,}56$ s za pomocą trzeciego układu sterowania wysterowuje się trzeci napęd bezpośredni tak, by działał na trzecią rolkę napędową momentem siły równym 96,3 Nm. Sygnał reprezentujący wartość prędkości obrotowej trzeciej rolki napędowej odczytuje się za pomocą trzeciego układu sterującego i przekazuje do czwartego układu sterującego, za pomocą którego czwarty napęd bezpośredni wysterowuje się tak, by czwarta rolka napędowa obracała się z prędkością obrotową równą prędkości obrotowej trzeciej rolki napędowej.

Następnie wyznacza się przewidywany czas $t_4 = 0{,}7$ s wejścia pojazdu 1 w kontakt z czwartą rolką napędową. Pojazd osiąga do tego momentu prędkość $v_4 = 2{,}93\frac{m}{s}$. Prędkość ta jest równa prędkości stycznej trzeciej rolki napędowej i czwartej rolki napędowej. Od chwili t_4 = 0,7 s za pomocą czwartego układu sterowania wysterowuje się czwarty napęd bezpośredni tak, by działał na czwartą rolkę napędową momentem siły równym 96,3 Nm. Sygnał reprezentujący wartość prędkości obrotowej czwartej rolki napędowej odczytuje się za pomocą czwartego układu sterującego i przekazuje do piątego układu sterującego, za pomocą którego piąty napęd bezpośredni wysterowuje się tak, by piąta rolka napędowa obracała się z prędkością obrotową równą prędkości obrotowej czwartej rolki napędowej.

Następnie wyznacza się przewidywany czas t_5 = 0,84 s wejścia pojazdu 1 w kontakt z piątą rolką napędową. Pojazd osiąga do tego momentu prędkość $v_5 = 3{,}03\frac{m}{s}$. Prędkość ta jest równa prędkości stycznej czwartej rolki napędowej i piątej rolki napędowej. Od chwili t_5 = 0,84 s za pomocą piątego układu sterowania wysterowuje się piąty napęd bezpośredni tak, by działał na piątą rolkę napędową momentem siły równym 96,3 Nm, przez kolejne 2,72 s. W sumie rozpędzanie pojazdu 1 do prędkości. $5{,}56\frac{m}{s} = 20\ \frac{km}{h}$ trwa 3,28 s i odbywa się na drodze 13,3 m. Przebieg rozpędzania opisany powyżej został zilustrowany tabelarycznie na Fig. 2. Jako M1, M2, M3, M4 i M5 oznaczono momenty sił jakimi poszczególne napędy bezpośrednie działają na odpowiadające im rolki. Jako kryterium wyłączenia napędów bezpośrednich stosuje się kryterium czasu. Czas ten dobiera się z pewnym nadmiarem w stosunku do wyznaczonego czasu rozpędzania.

W alternatywnym przykładzie realizacji napęd wyposaża się w parę detektorów zarówno na początku jak i na końcu rzędu rolek napędowych i odpowiadających im dodatkowych rolek biernych, to

przy zastosowaniu komunikacji dwukierunkowej pomiędzy układami sterującymi taki napęd będzie symetryczny i będzie mógł przyspieszać pojazd niezależnie od tego, w którą stronę pojazd ten się porusza.

Napęd i sposób według wynalazku można stosować nie tylko do składów kolejek, lecz również pojedynczych wózków szynowych. Znawca jest w stanie rutynowo dobrać parametry napędu oraz przebieg sposobu według wynalazku do założonych wartości prędkości wejścia i prędkości założonej oraz parametrów przyspieszanego pojazdu. Jest również jasnym, że znawca jest w stanie zaproponować inne mechanizmy zapewniające wystarczające tarcie pomiędzy rolkami napędowymi a pojazdem niż docisk za pośrednictwem dodatkowych rolek biernych, jak również inne usytuowanie rolek. Wszystkie tego typu modyfikacje mieszczą się w zakresie wynalazku określonym w zastrzeżeniach patentowych.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób rozpędzania pojazdu (1) do docelowej prędkości za pomocą środków montowanych na torze jego przejazdu, **znamienny tym**, że środki te obejmują przynajmniej jedną rolkę napędową (R1), napęd bezpośredni (D1) podłączony do rolki napędowej (R1) oraz tym, że stosuje się pierwszy detektor Wa umieszczony w odległości d_a przed pierwszą rolką napędową oraz drugi detektor Wb umieszczony w odległości d_b przed pierwszą rolką napędową a sygnały sterujące tych detektorów odczytuje się za pomocą jednostki sterującej (C1) połączonej połączeniem dwukierunkowym z napędem (D1) i przystosowanej do sterowania nim w przynajmniej pierwszym trybie zadawania prędkości i w przynajmniej drugim trybie zadawania momentu siły, przy czym odczytując zegar jednostki (C1) mierzy się czasy aktywacji pierwszego detektora (Wa) i drugiego detektora (Wb) przez przejeżdżający pojazd (1) i wyznacza się prędkość v_0 wejścia pojazdu w kontakt z pierwszą rolką napędową (R1) oraz przewidywany czas t_1 w którym to wejście nastąpi, następnie zaraz po wyznaczeniu prędkości wejścia v_0 ustawia się napęd bezpośredni (D1) rolki napędowej (R1) tak, by rolka ta obracała się z prędkością styczną równą prędkości wejścia v_0 a po przewidywanym czasie t_1 wejścia pojazdu (1) w kontakt z rolką napędową (R1) ustawia się napęd bezpośredni (D1) tak by działał na rolkę napędową (R1) ze stałym, predefiniowanym momentem siły.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że oprócz pierwszej rolki napędowej (R1) stosuje się przynajmniej jedną drugą rolkę napędową (R2) z drugim napędem bezpośrednim (D2), przy czym drugi napęd bezpośredni (D2), wysterowuje się tak, by druga rolka napędowa (R2) obracała się z prędkością styczną odpowiadającą prędkości odczytanej z poprzedniego napędu bezpośredniego (D1), zaś od momentu, w którym pojazd wejdzie w kontakt z drugą rolką napędową (R2) wysterowuje się drugi napęd bezpośredni (D2) tak, by działał na rolkę napędową (R2) ze stałym, predefiniowanym momentem siły przy czym moment w którym pojazd wchodzi w kontakt z rolką (R2) ustala się wyznaczając opóźnienie względem chwili zmiany prędkości odczytywanej z poprzedniego napędu bezpośredniego (D1) za pomocą poprzedniego układu sterującego (C1) na podstawie prędkości odczytanej z poprzedniego napędu bezpośredniego (D1) oraz odległości pomiędzy poprzednią rolką napędową (R1) a drugą rolką napędową (R2).
3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny tym**, że oprócz rolki napędowej (R2) stosuje się przynajmniej jedną kolejną rolkę napędową (Rn) z kolejnym napędem bezpośrednim (Dn), przy czym kolejny napęd bezpośredni (Dn), wysterowuje się tak, by kolejna rolka napędowa (Rn) obracała się z prędkością styczną odpowiadającą prędkości odczytanej z poprzedniego napędu bezpośredniego (D2), zaś od momentu, w którym pojazd wejdzie w kontakt z kolejną rolką napędową (Rn) wysterowuje się kolejny napęd bezpośredni (Dn) tak, żeby tak by działał na rolkę napędową (Rn) ze stałym, predefiniowanym momentem siły przy czym moment w którym pojazd wchodzi w kontakt z rolką (Rn) ustala się wyznaczając opóźnienie względem chwili zmiany prędkości odczytywanej z poprzedniego napędu bezpośredniego (D2) za pomocą poprzedniego układu sterującego (C2) na podstawie prędkości odczytanej z poprzedniego napędu bezpośredniego (D2) oraz odległości pomiędzy poprzednią rolką napędową (R2) a kolejną rolką napędową (Rn).

4. Sposób według zastrz. 3, **znamienny tym**, że stosuje się od 3 do 5 rolek napędowych (R1, R2, Rn) mocowanych na osiach napędzanych przez napęd bezpośredni (D1, D2, Dn) z układem sterującym (C1, C2, Cn).
5. Sposób według dowolnego z zastrz. od 1 do 4, **znamienny tym**, że stosuje się rolki bierne (R1b, R2b, Rnb) umieszczane naprzeciwko rolek napędowych (R1, R2, Rn) przy torze pojazdu (1), przy czym rozstaw każdej pary rolki biernej (R1b, R2b, Rnb) i rolki napędowej (R1, R2, Rn) odpowiada szerokości pojazdu (1).
6. Sposób według dowolnego z zastrz. od 2 do 5, **znamienny tym**, że rolki napędowe (R1, R2, Rn) ustawia się naprzemiennie po przeciwnych stronach toru pojazdu (1).
7. Napęd pojazdu (1) przystosowany do umieszczania na torze jego przejazdu, **znamienny tym**, że jest zaopatrzony w przynajmniej pierwszą rolkę napędową (R1) mocowaną na pierwszej osi napędzanej przez pierwszy napęd bezpośredni (D1) oraz w pierwszy detektor (Wa) przystosowany do umieszczania przy torze pojazdu w odległości d_a przed pierwszą rolką napędową (R1), a także drugi detektor (Wb) przystosowany do umieszczania w odległości d_b przed pierwszą rolką napędową (R1), przy czym pierwszy detektor (Wa) oraz drugi detektor (Wb) są podłączone do wejść pierwszego układu sterującego (C1) wyposażonego w zegar, zaś pierwszy napęd bezpośredni (D1) jest połączony z układem sterującym (C1) połączeniem dwukierunkowym.
8. Napęd pojazdu według zastrz. 8, **znamienny tym**, że zawiera przynajmniej drugą rolkę napędową (R2), mocowaną przy torze pojazdu (1) za pierwszą rolką napędową (R1) na drugiej osi napędzanej przez drugi napęd bezpośredni (D2) połączony połączeniem dwukierunkowym z drugim układem sterującym (C2), przy czym wyjście pierwszego układu sterującego (C1) jest połączone z wejściem drugiego układu sterującego (C2).
9. Napęd pojazdu według zastrz. 8, **znamienny tym**, że zawiera przynajmniej kolejną rolkę napędową (Rn), mocowaną przy torze pojazdu (1) za poprzednią rolką napędową (R2) na kolejnej osi napędzanej przez kolejny napęd bezpośredni (Dn) połączony połączeniem dwukierunkowym z kolejnym układem sterującym (Cn), przy czym wyjście poprzedniego układu sterującego (C2) jest połączone z wejściem kolejnego układu sterującego (Cn).
10. Napęd pojazdu według zastrz. 9, **znamienny tym**, że zawiera od 3 do 10 rolek napędowych (R1, R2, Rn), mocowanych na osiach napędzanych przez napędy bezpośrednie (D1, D2, Dn) z układem sterującym (C1, C2, Cn).
11. Napęd pojazdu według dowolnego z zastrz od 7 do 10, **znamienny tym**, że naprzeciw każdej rolki napędowej (R1, R2, Rn) po przeciwnej stronie toru pojazdu (1) umieszcza się bierną rolkę (R1b, R2b, Rnb), przy czym dostęp pomiędzy rolką napędową (R1, R2, Rn) a odpowiadającą jej rolką bierną (R1b, R2b, Rnb) odpowiada szerokości pojazdu (1).
12. Napęd według dowolnego z zastrz. od 7 do 11, **znamienny tym**, że jako przynajmniej jeden napęd bezpośredni stosuje się wielobiegunowy synchroniczny napęd bezpośredni.
13. Napęd według dowolnego z zastrz. od 7 do 12, **znamienny tym**, że moc przynajmniej jednego napędu bezpośredniego mieści się w zakresie od 2 kW do 10 kW.
14. Napęd według dowolnego z zastrz. od 9 do 13, **znamienny tym**, że rolki napędowe (R1, R2, Rn) są umieszczone naprzemiennie po przeciwnych stronach toru pojazdu (1).
15. Tor pojazdu, **znamienny tym**, że zawiera przynajmniej jeden napęd jak określono w dowolnym z zastrz. od 7 do 14.

Rysunki

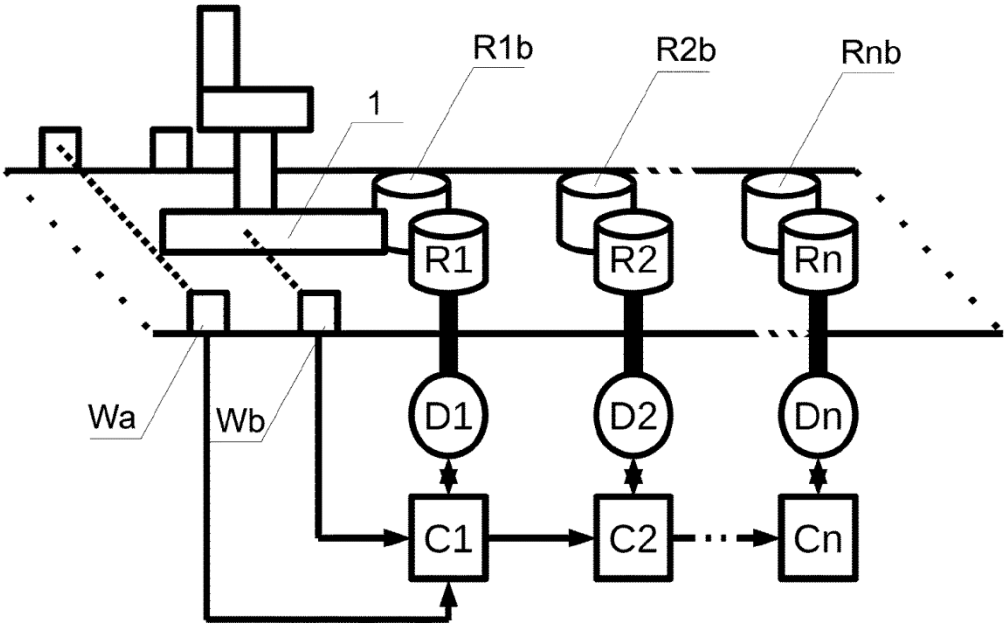

Fig. 1

	CZAS R	PRĘDKOŚĆ WEJŚCIA	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5	PRZYSPIESZENIE	KOMENTARZ
	[s]	[m/s]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[Nm]	[m/s2]	
	t_a=0		0	0	0	0	0		Aktywacja pierwszego detektora Wa
	t_b=0,14		0	0	0	0	0		Aktywacja drugiego detektora Wb
	t_1=0,28	v_1=2,78	96,30	0	0	0	0	0,19	Rozpędza rolka napędowa R1
	t_2=0,42	v_2=2,80	96,30	96,30	0	0	0	0,37	Rozpędzają rolki napędowe R1 i R2
	t_3=0,56	v_3=2,86	96,30	96,30	96,30	0	0	0,56	Rozpędzają pierwsze trzy rolki napędowe
	t_4=0,70	v_4=2,93	96,30	96,30	96,30	96,30	0	0,74	Rozpędzają pierwsze cztery rolki napędowe
	t_5=0,84	v_5=3,03	96,30	96,30	96,30	96,30	96,30	0,93	Rozpędzają wszystkie rolki napędowe
W sumie	3,56	5,56						0,93	Rozpędza się do prędkości docelowej

Fig. 2

Departament Wydawnictw UPRP
Cena 2,46 zł (w tym 23% VAT)