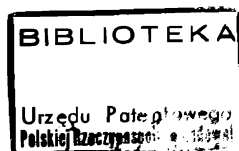


6 maja 1930 r.



B60L 11/04



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIŚ PATENTOWY

Nr 11622.

Kl. 20 1 7.

Moriz Gelinek
(Wiedeń, Austria).

Sposób napędu pojazdów elektrycznych, posiadających samoczynne regulowanie mocy i zespół służący do tego celu.

Zgłoszono 2 kwietnia 1928 r.

Udzielono 4 lutego 1930 r.

Wynalazek dotyczy sposobu napędu pojazdów elektrycznych, zaopatrzonych w samoczynne regulowanie mocy, i stosuje zespół, składający się z pierwotnego silnika napędowego (silnika spalinowego), sprzężonego z samowzbudną prądnicą, przyczem iloczyn napięcia i natężenia prądu (szybkości i siły pociągów) w prądnicy jest dla każdej pracy silnika napędowego stały, tak że zwyżka oporów podczas jazdy wywołuje w odpowiedniej mierze zniżkę szybkości pojazdów. Wynalazek polega na tem, że do regulowania mocy służy wyłącznie zmiana dopływu środka napędowego do silnika spalinowego, a zbędna jest zmiana wzbudzania prądnicy (np. ręcznie zapomocą opornika lub samoczynnie — prądem silników po-

jazdu przez przeciwdziałające zdwojenie obwodu wzbudzającego). Zaoszczędza się więc na aparatach łącznikowych, pierwotny silnik napędowy nie zostaje przeciążony, a moc jego zostaje w wysokim stopniu wyzyskana, przyczem kierowniczy pojazd, który powinien zwracać uwagę głównie na tor jezdny, ustala moc tylko zapomocą drażka regulującego dopływ gazu.

Regulowanie mocy osiąga się najkorzystniej w ten sposób, że prądnica, względnie zespół prądnicy i wzbudnicy, wzbudzanej samoczynnie, pracuje przy wahaniach oporu pojazdu na niestalej części jej charakterystyki, przyczem odpowiedniem dostosowaniem zewnętrznej charakterystyki tej prądnicy, względnie tego zespołu, do

krzywej pracy pierwotnego silnika napędowego osiąga się w dalszym stopniu dostosowaniem mocy zależnie od żądanych warunków ruchu.

Znane są już układy połączeń, których celem jest utrzymywanie stałości mocy prądnic przy stałej ilości obrotów i które osiągają ten cel zapomocą osłabiania wzbudzenia przy wysokim natężeniu prądu przez przeciwdziałające zdwojenie obwodu wzbudającego lub przez urządzenia łącznikowe, rozrządzane natężeniem prądu. Przy tych sposobach natężenie prądu jest ściśle związane z natężeniem pola magnetycznego, nadają się więc one tylko dla pewnego oznaczonego momentu obrotu silników napędowych, który zostaje wyznaczony iloczynem natężenia pola i prądu, a nie działają przy każdym innym momencie. Sposoby te wymagają bardzo często dodatkowych urządzeń łącznikowych, a przy wzbudzaniu, np. przeciwdziałającym zdwojeniu obwodu wzbudającego, powstają przerwy.

Wynalazek osiąga samoczynne regulowanie mocy, niezależnie od natężenia prądu i od momentu obrotu, słabo wzbudzonym silnikiem, stosowanym w sposób znany do innych celów, np. do regulowania napięcia. Prądnica, posiadająca wzbudzenie bocznikowe, lub prądnica wzbudzająca, wzbudzana samoczynnie, jest przytem tak obliczona, że pracuje w prostoliniowej, nie- stałej części charakterystyki napięcia.

Na rysunkach przedstawiony jest schematycznie, według wynalazku, przykład wykonania zespołu. Fig. 1 wskazuje na teoretyczny przebieg krzywej magnesowania silnika bocznikowego, a fig. 2 — na krzywą, ujawniającą związek pomiędzy ilością obrotów a napięciem. Fig. 3 przedstawia rzeczywisty przebieg krzywej magnesowania (pod wpływem magnetyzmu szczątkowego i reakcji twornika), a fig. 4 — rozmaite krzywe mocy pierwotnego silnika napędo-

wego w zależności od ilości obrotów. Fig. 5 pokazuje schematycznie, a fig. 6 w widoku — układ połączeń i zespołu na lokomotywie. Fig. 7 przedstawia moc skuteczną pierwotnego silnika napędowego i moc oddaną przez prądnicę, sprzężoną z tym silnikiem, fig. 8 — siłę pociągową na obwodzie koła w związku z natężeniem prądu, oddanem przez prądnicę, a fig. 9 — związek pomiędzy ilością obrotów zespołu a napięciem prądnicy.

Krzywa, przedstawiona na fig. 1, oznacza teoretyczną krzywą magnesowania silnika bocznikowego, posiadającego jak najmniej magnetyzm szczątkowy i wzbudzonego, jak wiadomo, dopiero przy niższej ilości obrotów, wynikającej ze stałej silnika. Istnieją więc w tym przypadku warunki:

$$\Phi = k_1 \cdot I_e = k_1 \frac{E}{R_e} \cdot E = k_2 \cdot \Phi \cdot n$$

$$\Phi = \frac{k_1 \cdot k_2}{R_e} \cdot \Phi \cdot n$$

skąd $n = \frac{R_e}{k_1 \cdot k_2}$, gdzie n wyraża liczbę obrotów wzbudzenia, przy czem Φ oznacza strumień magnetyczny silnika, I_e — natężenie prądu wzbudającego, R_e — opór obwodu wzbudającego, E — napięcie międzyzacziskowe, k_1, k_2 — stałe.

Fig. 2 uwidocznia związek pomiędzy ilością obrotów a napięciem, wynikający z fig. 1. Napięcie międzyzacziskowe przy zmniejszaniu się liczby obrotów z początku spada prawie proporcjonalnie, w pobliżu zaś liczby obrotów wzbudzenia spada ostro, a w końcu raptownie.

Na fig. 3 przedstawione jest schematycznie, w jaki sposób krzywa fig. 1 zmienia się pod wpływem magnetyzmu szczątkowego i osłabiającej pole magnetyczne reakcji twornika. Magnetyzm szczątkowy

odkształca prostolinijną niestałą część charakterystyki napięcia, podczas gdy reakcja twornika jest przeciwnie zależna od natężenia prądu. Odpowiednie obliczenie silnika umożliwia przy prawie stałej mocy utrzymanie krzywej magnesowania przedstawionej linią kreska—punkt, której odpowiada krzywa liczby i obrotów wzbudzenia, oznaczona w ten sam sposób.

W podobny sposób działa silnik obcowzbudny, sprzężony z silnikiem szeregowym, bocznikowym lub szeregowo-bocznikowym. Należy jednak obliczyć w tym przypadku krzywą wzbudzenia silnika dla pewnego zewnętrznego oporu, a główny silnik powinien otrzymać odpowiednie duże wymiary. Silniki bocznikowe nadają się głównie dla mniejszych jednostek, niż silniki, pracujące wzbudzeniem obcem.

Silnik tego rodzaju pracuje w sposób następujący. Przy jeździe po równi silnik pracuje w punkcie *A* (fig. 3) z najwyższą ilością obrotów i z największym napięciem. Jeżeli silnik napędowy wytwarza stały moment obrotowy niezależnie od ilości obrotów, powstaje najpierw zmniejszenie liczby obrotów i mocy, wywołane zwiększeniem oporu podczas jazdy (np. aż do punktu *B* liczba obrotów zmniejsza się z $n = 1370$ na $n = 1630$). Przy dalszej wyższej oporu, a więc odpowiednio większym pobieraniu prądu, silnik może oddziaływać tylko małym spadkiem liczby obrotów, a więc i mocy, gdyż znajdują się one już w pobliżu liczby obrotów wzbudzenia. Liczba obrotów, a więc i moc w zbudowanym w ten sposób silniku jest praktycznie stała począwszy od pewnej wysokości obciążenia, która może być dowolnie dobrana przez odpowiednie obliczenie prądnicy. Stałość liczby obrotów wzrasta przytem wraz z wymiarami prądnicy, które jednak są ograniczone warunkami ekonomicznymi.

Wynalazek dostosowuje więc samo-

czynne regulowanie mocy prądnicy do krzywej mocy silnika napędowego, którego moment obrotu znacznie się zmienia wraz ze zmianą liczby obrotów, tak że następstwem spadku liczby obrotów, wywołanego charakterystyką prądnicy, jest tylko nieznaczny spadek mocy, a nawet jej wyżki, lub też, że silnik napędowy w okresie głównego napędu pracuje ekonomicznie.

Na fig. 3 powstaje największy spadek ilości obrotów z $n = 1630$ na $n = 1200$, począwszy od obciążania w punkcie *A* aż do miejsca, praktycznie, stałej liczby obrotów pod punktem *B*. Konstruktor silnika napędowego może więc odpowiednio dobrać stawidło i objętość cylindra silnika spalinowego i w ten sposób zmieniać krzywą mocy tego silnika według fig. 4 odpowiednio do krzywych *a*, *b*, *c* i *d*, przyczem moc w punkcie *A* pozostaje stała. Krzywa *a* uwidocznia prawie stały moment obrotowy przy spadku ilości obrotów z $n = 1630$ na $n = 1200$, a więc przy spadku mocy w przybliżeniu $18\frac{1}{2}\%$ -wym krzywa *b* odpowiada normalnemu silnikowi benzynowemu i wskazuje w przybliżeniu 8% -wy spadek mocy, krzywa *c* — na wyżkę mocy około 2% , a krzywa *d* pracuje przy $n = 1200$ właśnie w punkcie największej mocy z 17% -wą jej wyżką w porównaniu z mocą normalną. Osiąga się więc, dostosowaniem charakterystyki prądnicy do krzywej mocy silnika napędowego, utrzymywanie stałości mocy także przy zmiennej ilości obrotów.

W przeciwieństwie do innych systemów wynalazek osiąga samoczynne regulowanie mocy także w tym przypadku, jeżeli moc silnika napędowego nie jest pełna, czy to z powodu złego jego działania, czy to z powodu umyślnego regulowania, przyczem moc zostaje w zupełności utrzymywana na liczbie obrotów, leżącej w pobliżu ilości obrotów wzbudzenia. Wynalazek posiada więc dwie następujące dalsze zalety:

1. Samo ustawienie dźwążka regulatora

umożliwia ustawienie mocy, koniecznej do utrzymywania rozkładu jazdy i zmieniającej się zależnie od ilości dołączonych wozów i obciążenia.

2. Przy regulowanej mocy silnik napędowy otrzymuje samoczynnie zmniejszoną liczbę obrotów, co powiększa jego trwałość i pewność ruchu.

Zmiana oporu wzbudzania lub przełączenia cewek pola umożliwia zniżkę ilości obrotów wzbudzania, oznaczoną równaniem $n = \frac{R_e}{k_1 \cdot k_2}$, jeżeli jest wymagana tylko mała moc.

Wynalazek dotyczy więc sposobu osiągnięcia samoczynnego regulowania mocy przy elektrycznym przenoszeniu siły, przy czym buduje się prądnicę bocznikową samowzbudną lub zespół prądnicowy, aby pracował na prostoliniowej części charakterystyki. W ten sposób wywołana niestabilność napięcia, którą starano się dotychczas omijać specjalnymi urządzeniami (obcym wzbudzeniem lub zdwojeniem obwodu wzbudzającego), służy do utrzymywania mocy praktycznie na stałej wysokości przy praktycznie stałej ilości obrotów i zapobiega, nie tylko przy pełnym obciążeniu, lecz również przy obciążeniach częściowych, powstawaniu momentu obrotowego zanadto wielkiego dla silnika napędowego i wywołującego spadek liczby obrotów ruchu. Przy zastosowaniu wynalazku osiąga się

również lepsze samoczynne regulowanie mocy, dzięki wyzyskaniu spadku liczby obrotów od najwyższych obrotów do obrotów przy wzbudzaniu, przyczem krzywa mocy silnika napędowego i charakterystyka prądnicy są dostrojone względem siebie, celem stosowania mniejszych prądnic i osiągnięcia korzyści w ruchu silnika napędowego.

Na fig. 5 i 6 przedstawiony jest układ połączeń dla lokomotywy 50-tonnowej, jak również urządzenie silnikowe takiej lokomotywy. Silnik spalinowy VM napędza prądnicę bocznikową ND, która oddaje moc elektryczną silnikom M_1 , M_2 zapomocą przełącznika S, zmieniającego kierunek jazdy. Po ustawieniu kierunku jazdy drążkiem F konieczne jest tylko ustawienie mocy silnika drążkiem L, celem utrzymywania rozkładu jazdy przy zmniejszonej sile pociągowej, podczas gdy elektryczne regulowanie jest zupełnie samoczynne.

Na fig. 7 krzywa I przedstawia moc skuteczną silnika spalinowego w funkcji ilości obrotów. Mnożąc wartości tej krzywej przez 0,736 i współczynnik sprawności otrzymujemy krzywą II będących do dyspozycji kW. Rozpoczyna się ona przy 600 obrotach, gdyż prądnica zostaje wzbudzona dopiero przy tej ilości.

Krzywa, przedstawiona na fig. 8, oznacza siłę pociągową na obwodzie kół w funkcji mocy prądnicy I. Wynika więc:

Opór podczas jazdy na równinie	6 kg/t	Z —	300 kg	I —	90 A
„ „ „ „ wzniesieniu	30 kg/t	Z —	1500 kg	I —	210 A
„ „ ruszania „ „	60 kg/t	Z —	3000 kg	I —	340 A

Fig. 9 przedstawia otrzymany z krzywej magnesowania i napięcia związek pomiędzy ilością obrotów n a napięciem międzyzaciskowym przy pełnym obciążeniu N i V. Np. napięciu 600 V odpowiada ilość obrotów 900 na minutę.

Zapomocą krzywych można dowieść, że

pociąg osiąga samoczynnie stałą moc przy wszelkich oporach podczas jazdy od 3000 do 300 kg, a więc od ruszania na najwyższym wzniesieniu aż do jazdy po równinie.

Przebieg jest następujący. Przy ruszaniu pociągu przesuwają się drążek L z wolna do położenia pełnej mocy. Liczba obrotów

zespołu podnosi się, prądnica zostaje wzbudzona, a silniki kolejowe otrzymują napięcie rozruchu, tak że pociąg osiąga odpowiednie przyspieszenie. Silnik spalinowy otrzymuje przytem 600 obrotów na minutę i osiąga szybko pełną moc 55 kW (przy 340 A i 162 V). Od tej chwili regulowanie napięcia jest zupełnie samoczynne, gdyż prądnica dostosowuje się dzięki wynalazkowi do krzywej mocy silnika spalinowego. Jeżeli np. siła pociągowa spadnie na 1500 kg, ilość obrotów wznieśnie się na 650, moc na 57 kW, a napięcie na 271 V. Na równie siła pociągowa spada na 300 kg, a natężenie na 90 A. Z powodu tego odciążenia silnik spalinowy osiąga około 900 obrotów, przyczem powstaje zwyżka napięcia na 650 V, a moc na 59 kW.

Przykład wykonania dowodzi, że dostosowaniem charakterystyki silników elektrycznych do krzywej mocy silnika spalinowego osiąga się, wyzyskując niestały stan wzbudzania, przy najprostszem przełączaniu, samoczynne utrzymywanie mocy na stałej wysokości, jako też zapobiega się przeciążaniu silnika spalinowego.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sposób napędu pojazdów, zaopatrzonych w silniki elektryczne, zasilane zespołem napędowym, umieszczonym na wozie, składającym się z silnika napędowego (spalinowego) i z samowzbudnej prądnicy prądu stałego, sprzężonej z silnikiem napędowym, lub z prądnicy, sprzężonej bezpośrednio z wzbudnicą, znamienne tem, że elektryczną część przenoszenia siły ustawia

się jeden raz, wobec czego zmiany prądu, dopływającego do silnika pojazadowego, powstające przez zmiany oporu podczas jazdy powodują odpowiednie zmiany napięcia, tak że iloczyn prądu i napięcia, t. j. moc użyteczna prądnicy lub grupy prądnic, pozostaje w przybliżeniu stała dla tego samego dowolnego ustawienia doprowadzania paliwa do silnika napędowego.

2. Urządzenie, służące do przeprowadzenia sposobu według zastrz. 1, znamienne tem, że stosowana prądnica lub stosowany zespół prądnic posiada takie wymiary, że w żadnym punkcie pracy prądnicy nie powstaje w przekrojach żelaza nasycenie magnetyczne, wobec czego prądnica lub zespół prądnic pracuje przy powstających podczas jazdy zmianach oporu wyłącznie na niestałej lub prostoliniowej części jej charakterystyki.

3. Urządzenie, służące do przeprowadzenia sposobu według zastrz. 1, znamienne tem, że zewnętrzna charakterystyka prądnicy dostosowana jest do krzywej mocy pierwotnego silnika spalinowego i że silnik ten posiada takie wymiary, że jego moment obrotowy jest podczas ruchu w przybliżeniu odwrotnie proporcjonalny do ilości obrotów silnika napędowego, wobec czego powstające zmiany oporu podczas jazdy, wywołujące odpowiednie zmniejszenie ilości obrotów silnika napędowego, nie wpływają na moc.

Moriz Gelinek.
Zastępca: Inż. H. Sokal,
rzecznik patentowy.

Fig. 1

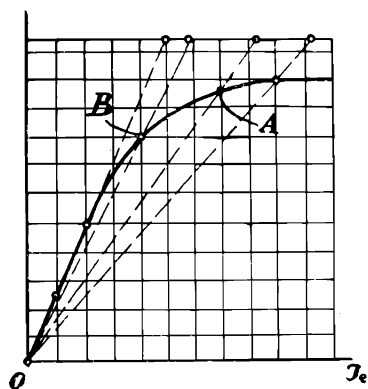


Fig. 3.

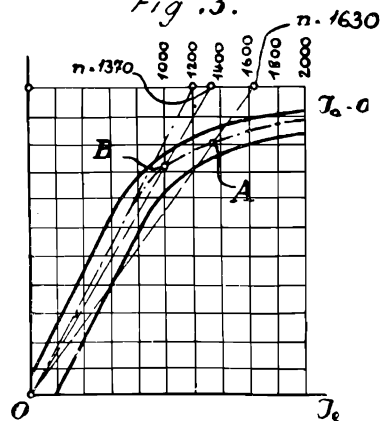


Fig. 2.

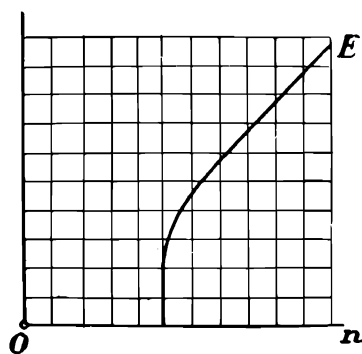


Fig. 4.

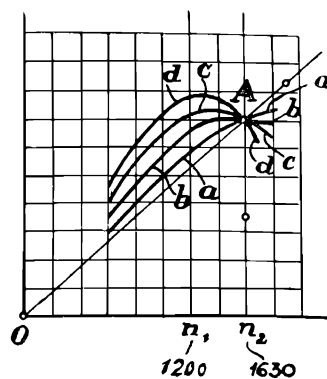


Fig. 5.

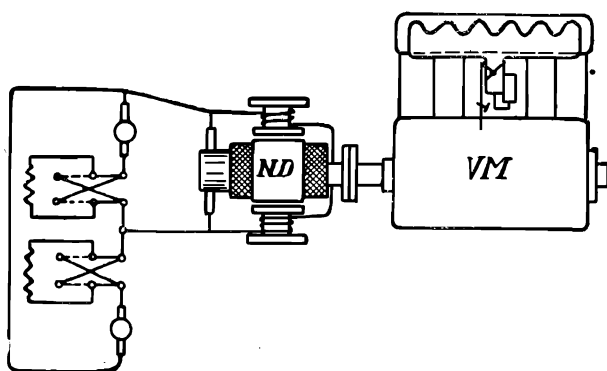


Fig. 7.

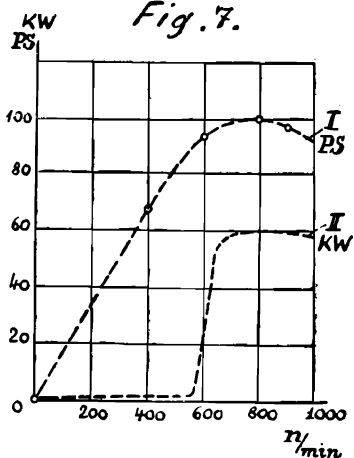


Fig. 8.

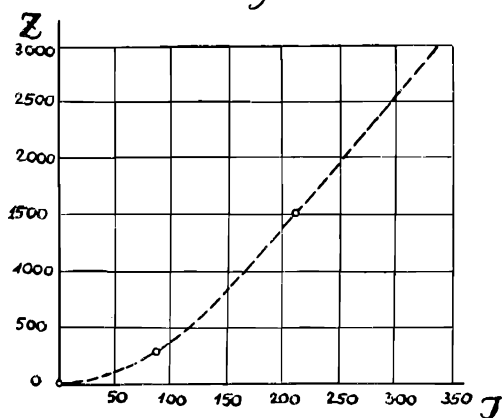


Fig. 9.

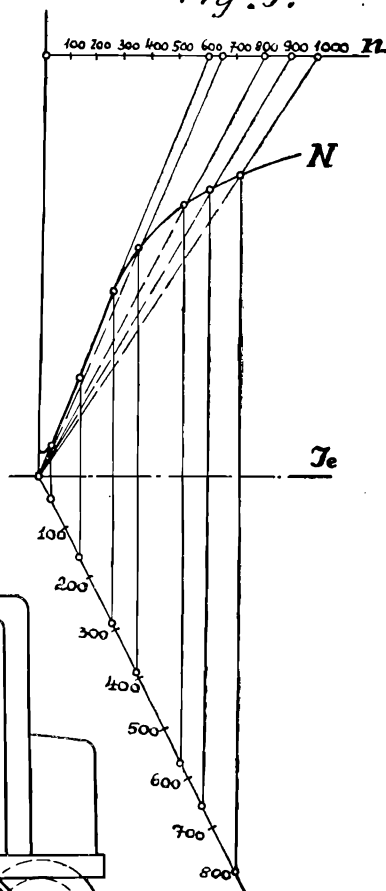


Fig. 6.

