



D03 d 51/00

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ OPIS PATENTOWY

Nr 40907

Kl. 86 c, 16

Österreichische Textilmaschinenfabrik

D03 d 51/00

G. Josephy's Erben

Linz, Austria

Elektromagnetyczny napęd dla co najmniej jednego ciała poruszającego się po z góry wyznaczonej drodze, zwłaszcza czółenka krosna okrągłego

Patent trwa od dnia 18 stycznia 1955 r. Pierwszeństwo :
19 stycznia 1954 r. dla zastrz. 1-22 i 25-39 / Austria/.

Wynalazek dotyczy powodowanego przez elektromagnetycznie wytwarzane siły napędu ciał przedmiotów / części maszyn /, które są jedno lub wiele - krotnie zastosowane w instalacjach maszynowych, przy czym ruch tych ciał winien przebiegać synchronicznie z wyznaczonym z góry ruchem określonego układu odniesienia. Ważnym przykładem zastosowania takiego napędu jest np. okrągłe krosno tkackie w którym napędzanymi przedmiotami są czółenka obiegające dookoła równie krosna okrągłego. Z góry wyznaczony ruchomy odnośny system należy w tym przypadku rozumieć jako system połączony z obiegowym tworzeniem się przesmyku tkackiego do czółenek. Ruch czółenka podlega warunkowi, że we wszystkich stadiach roboczych, a więc podczas rozruchu, pracy, wyłączenia, względnie hamowania, czółenka pozostaje zawsze wewnątrz przesmyku. Ponieważ każde czółenka jest otoczone ze wszystkich stron przez nitki osnowy lub lamele grzebieniowe i porusza się względem nich, jest rzeczą niemożliwą powodować ruch czółenka za pomocą mechanicznego połączenia z częściami napędowymi, leżącymi na zewnątrz przesmyku.

Stosowanie magnetycznych lub elektromagnetycznych sprzęgieł działających poprzez nitki osnowy i umieszczonych między elementami napędowymi i członkiem było już wielokrotnie doświadczane np. w okrągłym krośnie Herolda / patenty niemieckie 98623, 98366 /, w którym wewnątrz krosna, obracające się wzbudzone prądem stałym elektromagnesy, wywierają siły przyciągające, działające na żelazne rolki, umieszczone na każdym członku, przy czym siły składowe styczne do drogi wprowadzają członka w synchroniczny jednakowy bieg z obiegowym wytwarzaniem się przesmyku, natomiast w okrągłym krośnie Ancoeta, pracującym z takim samym magnetycznym sprzęgłem napędowym każde członko, jako takie, jest wykonane w postaci rolki toczącej się po współśrodkowym torze pierścieniowym i połączonej stale z przynależnymi magnesami.

Wszystkie znane napędy sprzęgłowe, oprócz innych niedogodności, posiadają tę nie dającą się uniknąć wadę, że obracające się na zewnątrz osnowy części napędowe posiadają znaczną masę, co działa bardzo niekorzystnie przy wymaganych szybkościach obrotowych, zwłaszcza zaś przy hamowaniu, potrzebnym w przypadku zakłócenia w działaniu krosna.

Próbowano już także przejść ze sprzęgła elektromagnetycznego na napęd elektromagnetyczny, dokonywany przez nieruchomą część krosna. Przy takiej konstrukcji siły napędzające i hamujące są wytwarzane w ten sam sposób, co i w silnikach asynchronicznych za pomocą asynchronicznych pól wędrujących względnie pól obrotowych, które są wzbudzone przez wielofazowe nawinięty stojan i wywołują w odpowiednio ukształtowanych częściach członka prądy wtórne. Ponieważ jednak odnośne pola wędrujące mogą wytwarzać głównie działania sił z kierunku drogi członka, muszą one poruszać się asynchronicznie do członków, wskutek czego za pomocą takiego napędu nie daje się osiągnąć w żadnym przypadku jednakowego biegu członków jednego za drugim i należytego tworzenia przesmyku. Aby osiągnąć nieodzowną synchronizację proponował już np. Jehle / patent niemiecki 562277 / wielofazowe uswojenie stator krosna okrągłego zasilać poprzez zmiennik prądu w taki sposób za pomocą szczotek obiegających synchronicznie do tworzenia osnowy, aby na obwodzie stojana powstawały graniczące ze sobą i synchronicznie połączone dalej strefy z wyprzedzającymi się na przemian polami wędrującymi / napędzającymi / i przeciwbieżnymi / hamującymi / i tym samym związać członka z tymi granicami strefowymi, czyli uzyskać synchronizm. Napęd ten stwarza jednak trudności odnośnie zmiany prądu i powoduje także zbyt duże opóźnienia w ponownym uzyskaniu przełączonych składowych pola.

Cechą charakterystyczną napędu według wynalazku jest to, że posiada on część pierwotną, która wywołuje powstawanie ogólnego pola, zawierającego przynajmniej dwa elementarne pola wędrujące, oraz że na każdym przedmiocie poruszającym się względem części pierwotnej, umieszczone są drogi prądu, na które oddziałują wspólnie, przynajmniej częściowe pola wędrujące, przy czym częstotliwościom bezwzględnych pól wędrujących są nadawane takie wartości, odpowiadające każdorazowo właściwej szybkości poruszającego się przedmiotu, względnie poruszających się przedmiotów jakie dla częstotliwości prądów indukowanych na jego, względnie ich drogach prądu otrzymują przynajmniej gru-

powo jednakowe wartości bezwzględne.

Na ruchomy przedmiot względnie przedmioty będą działać wtedy we wszystkich stanach. ruchomych, a więc także i w stanie spokoju siły skuteczne, które będą utrzymywać ten przedmiot względnie przedmioty na jego względnie na ich z góry wyznaczonej drodze, w określonym położeniu względnym w stosunku do układu odniesienia, względnie będą starać się tą drogą utrzymywać w tym położeniu. Siły te zostały tutaj określone jako siły synchronizujące.

Jeżeli w szczególności w zastrzeżeniach patentowych jest częste mowa o ruchomym ciele, to nastąpiło to jedynie ze względów na uproszczenie sposobu wyrażenia, wskutek czego pod wyrażeniem tym należy rozumieć także przypadek kilku ciał ruchomych.

Jako elementarne pola wędrujące w zrozumieniu niniejszego opisu należy rozumieć każde okresowe pole magnetyczne, poruszające się z niezmienną szybkością i zachowujące niezmienną częstotliwość i amplitudę, dopóki za pomocą czynników zewnętrznych nie zostaje dokonana zmiana tych wielkości.

Jeżeli chodzi o prądy wywołujące w różny sposób zasilanych, nakładanych lub w szczególności także łączonych uzwojeniach, różnego rodzaju pola wędrujące, posiadające amplitudy modulowane np. co do miejsca lub czasu - to są one zawsze określone ze składowych odpowiadających podanej definicji.

Częstotliwości, dotyczące nieruchomego układu są poniżej określane jako częstotliwości bezwzględne. Całość wszystkich części, umieszczonych nie na ruchomych przedmiotach względnie nie na stałe z nimi połączonych, a służących do wywołania i prowadzenia elementarnych powodujących napęd, pól wędrujących, jak np. elementy uzwojeniowe i części żelazne, w niniejszym opisie zwane częścią pierwotną. Taka część pierwotna może być zbudowana z kilku, oddzielonych od siebie zarówno mechanicznie, jak i ewentualnie odnośnie ich działania, części składowych, które niekiedy mogą być poruszane także wspólnie lub przeciwnie względem siebie.

Cechą charakterystyczną wynalazku jest następnie zmienność bezwzględnych częstotliwości pól wędrujących. Za pomocą tego środka daje się regulować względnie nastawiać szybkość torowa ruchomych ciał.

Elektromagnetyczny napęd do wytwarzania ruchu tam i z powrotem, np. w uderowych maszynach do wiercenia, jest znany. W tym przypadku elementarne pola wędrujące działają na uzwojenia umieszczone na ruchomym ciele, nie indukując w nich prądów o jednakowych w stosunku do siebie, przynajmniej co do wartości, częstotliwościach / poślizgowych/. Wskutek tego przy tym napędzie nie występują żadne siły synchronizujące. W ten sposób można zatem nadać ciału na przemian z obu stron impulsy, nie jest jednak w żadnym przypadku rzeczą możliwą osiągnięcie synchronicznego wiązania nadanego z góry ruchu pewnego punktu.

Różniej napęd według wynalazku jest bliżej wyjaśniony, przyjmując dla uproszczenia tylko dwa czynne elementarne pola wędrujące o różnej częstotliwości, które przebiegają przestrzennie osobno i są wzbudzane za pomocą nieruchomych pierwotnych elementów uzwojeniowych. Do każdego pola wędrującego są przynależne własne pierwotne elementy uzwojeniowe, które zestawione są w jedno

uzwojenie wielofazowe zwykłej budowy, przy czym każde uzwojenie jest zasilane z własną częstotliwością. Rozważania te dotyczą często przykładu okrągłego krosna tkackiego.

Na rysunku fig. 1 i 2 przedstawione są schematycznie układy tych części okrągłego krosna tkackiego, które posiadają znaczenie dla napędu ozóženka, fig. 3 i 4 - przykład wykonania żelaznego kadłuba i uzwojeń napędu według wynalazku, fig. 5 - zasadniczy układ połączeń uzwojeń urządzenia napędowego i ich magnetycznego sprzężenia, fig. 6 - zastępczy układ rozdzielczy do wspólnych dróg prądu na ruchomym kadłubie, fig. 7, 8 i 9 - przedstawiają wektory wtórnych elektromotorycznych sił i prądów wzbudzanych w tych drogach, fig. 10 - 13 - przedstawiają przykłady przebiegu stycznych sił działających na ruchomy kadłub, fig. 14, 15, 16 i 18 przedstawiają przykłady wykonania wspólnych dróg prądu na ruchomym kadłubie w postaci klatki zwierającej, fig. 17 - układ wektorowy wtórnych sił elektromotorycznych, należący do urządzenia według fig. 16; fig. 19 i 20 - przedstawiają przykłady układów połączeń do odspregowania nakładających się uzwojeń pierwotnych, fig. 21 - 24 - układy połączeń do połączonych i wielokrotnie zasilanych uzwojeń pierwotnych, fig. 25 - 28 - układy połączeń do kompensowania napięcia rozproszenia, służące do transformatorowego szeregowego włączania uzwojeń pierwotnych o obcej częstotliwości oraz do uzyskania pożądanego niezależności częstotliwościowej pól wędrujących, powodujących napęd i wreszcie fig. 29 - 33 przedstawiają przykłady wykonania części żelaznych prowadzących pola wędrujące w celu oddziaływania na magnetyczne siły pociągowe normalne do drogi.

W okrągłym krośnie tkaćkim według fig. 1 i 2 uzwojenie pierwotne W_{A1} jest np. umieszczone na żłobkowanej zewnętrznej stronie pierścieniowego, utworzonego z blach stojana 6, który osadzony jest w krośnie współśrodkowo do płochy / grzebienia / 5, natomiast pierwotne uzwojenie W_{B1} znajduje się na wewnętrznie żłobkowanym, pierścieniowym, utworzonym z blach stojanie 7, który obejmuje współśrodkowo to krosno. Jest rzeczą oczywistą, że dwa lub więcej stojanów mogą być umieszczone jeden nad drugim, lub też mogą być połączone w jeden tylko, wielokrotnie np. uzwojony kadłub żelazny.

Napędzanymi przedmiotami są tzw. ozóženka 1 z których każde obiega wewnątrz swego przesmyku 4, utworzonego z nitek osnowy 3, wzdłuż drogi kołowej i dostarcza nitkę wątkową 2. Nitki osnowy 3 nie obiegają. Zamykanie przesmyku osiąga się za pomocą nieprzerwanej zmiany promieniowego położenia nitek osnowy, powodowanej przez niewidoczne na rysunku części krosna. Dla otrzymywania zmiany położenia nitek w przesmyku, nitki osnowy są nawleczone w promieniowych lamelach 5a pierścieniowego grzebienia tzw. płochy 5. Fig. 3 - przedstawia umieszczone nad sobą uzwojenia obu stojanów 6 i 7, przy czym uzwojenia W_{A1} i W_{B1} , rozpościerające się w okrągłym krośnie tkaćkim z natury rzeczy na całym obwodzie stojana, lecz dla przejrzystości rysunku pokazane schematycznie tylko na części powierzchni uzwojonej.

Uzwojenie W_{A1} jest nałożone z podziałem biegunowym τ_A i zasilane wielofazowo częstotliwością f_A , powodując w zasadzie przestrzenne sinuso-

idealnie podzielone pierwotne wzbudzenie pola θ_{A1} / przepływ / /Durchflutung/, wędrujący z bezwzględną szybkością wzdłuż obwodu stojana.

$$V_A = 2\tau_A f_A \quad / 1A /$$

Zarówno tutaj jak i w poniższym opisie znak częstotliwości jest formalnie równy znakowi kierunku ruchu przynależnego pola wędrującego, co odnosi się także i do ruchów względnych, przy czym dodatni kierunek ruchu dobiera się raz dowolnie i zachowuje następnie. Odpowiednio do powyższych zależności

$$\text{sign}.f = \text{sign}.v \quad / 2 /$$

/ Zmiana dwóch faz uzwojeń W_{A1} , tj. odwrócenie kierunku ruchu pola wędrującego odbywa się zgodnie z równaniami /1A / i /2/ za pomocą zmiany znaku częstotliwości zasilania f_A . Ta zasada jest często spotykana przy teoretycznych rozważaniach nad systemami wielofazowymi/. Przedmiot napędzany np. osłóenke 1, jest zaopatrzony w utworzony z blach i również żłobkowany kadłub żelazny 8 z uzwojeniem W_{A2} , stanowiący magnetyczne połączenie wsteczne dla użytkowego sprzężonego pola wędrującego ϕ_A zaopatrzonych w uzwojenia W_{A1} i W_{A2} , jak to uwidoczniło na fig. 4. Jest rzeczą korzystną długość żelaznego kadłuba jak i podłużne rozpostarcie jego uzwojenia dobrać równym $2\tau_A$ / lub całkowitej wielokrotności tej wartości/, a to w celu uniknięcia zakłócających pulsacji pola ϕ_A . To pole użytkowe powstaje tak, jak w każdej maszynie asynchronicznej, przez współdziałanie pierwotnego i wtórnego przepływów prądu θ_{A1} i θ_{A2} / pole wędrujące, wzbudzone tylko przez θ_{A1} na zewnątrz uzwojenia W_{A2} jako pole rozproszenia nie oddziałuje na napęd/. Użytkowe pola wędrujące są wywoływane przez oddzielne uzwojenia pierwotne / w sensie przyczynowym/, nie są jednakże przez nie wytwarzane lub wzbudzone przy wtórnym przepływie prądu. Względna szybkość tych przepływów prądu lub pola wędrującego ϕ_A w stosunku do ruchomego przedmiotu 1 wynosi $|V_A - V_K|$, a zatem częstotliwość wtórnej siły elektromagnetycznej E_{A2} / częstotliwość pośliskowa/ jest równa

$$f_{A2} = \frac{V_A - V_K}{2\tau_A} \quad / 3A /$$

przy czym znak f_{A2} jest wyrażony znakiem $|V_A - V_K|$. Analogiczne uzwojenie pierwotne W_{B1} , posiadające podział biegunowy τ_B i zasilane z częstotliwością f_B wytwarza przepływ θ_{B1} odbywający się wzdłuż obwodu stojana 7 z bezwzględną szybkością.

$$V_B = 2\tau_B f_B \quad / 1B /$$

Ruchomy przedmiot 1 dźwiga jeszcze żelazny pakiet 9, przeciwny uzwojenie powierzchni stojana 7, który to pakiet 9 jest zaopatrzony w uzwojenie W_{B2} / za pomocą którego użytkowe pole wędrujące ϕ_B jest sprzężone z pierwotnym uzwojeniem W_{B1} . Częstotliwość siły elektromotorycznej E_{B2} wzbudzonej w uzwojeniu W_{B2} wynosi :

$$f_{B2} = \frac{V_B - V_K}{2\tau_B} \quad / 3B /$$

Jako drogi prądu, na które oddziałują wspólnie kilka wędrujących pól, oznaczone są drogi, w których prądy wtórne, wywoływane przez jedno z pól wędrujących, wywołują przynajmniej częściowo także za pomocą pozostałych pól wędrujących działania siły w kierunku stycznym do drogi. Tego rodzaju wspólne drogi prądu otrzymuje się np. za pomocą szeregowo włączonych elementów drogi prądu / np. pasm uswojeniowych / Wicklungssträngen /, cewek, przewodów /, na które pola wędrujące działają indukcyjnie. Włączone w szereg elementy drogi prądu prowadzą wtedy te same prądy względnie składowe prądu / J_2 /, które za pomocą każdego poszczególnego pola wędrującego wywołują styczne do drogi działania siły. Ponieważ odpowiadające powyższemu wyrażeniu wspólnie oddziaływane drogi prądu odnośnie ich zdefiniowanego działania dają się zawsze przekształcić względnie przeliczyć na takie właśnie szeregowo układy pól - cewek, poniżej podane wyjaśnienie sposobu działania napędu, według wynalasku, jest ograniczone do przykładów z tego właśnie rodzaju szeregowo włączonymi, niekiedy także identycznymi elementami drogi prądu na ruchomych przedmiotach.

Najprostszymi są na fig. 3 wtórne uswojenia, przedstawione jedynie schematycznie / np. trójfazowe / i włączone bezpośrednio w szereg / przy wykonaniu wielofazowym pojedyncze pasma są włączone w jednakowej kolejności fazowej, która zależy od znaku częstotliwości pośliskowej /, które to uswojenia wtórne są bądź bezpośrednio krótkoswarte, bądź też są zamknięte poprzez posorny opór zewnętrzny Z_2 . Wybrany tytułem przykładu szeregowy układ połączeń daje wspólne drogi prądu dla wzbudzanych przez obydwa pola indukcyjnych prądów wtórnych, tj. obydwa wtórne uswojenia przewodzą wspólny prąd J_2 , jak to przedstawione jest na fig. 5. Na fig. 5 uwidoczniiony jest zasadniczy układ połączeń wszystkich uswojeń i magnetycznych stosunków sprzężenia, przy czym te ostatnie są przedstawione w postaci obramowań, wykonanych liniami kreskowanymi. Jak to będzie jeszcze udowodnione, otrzymuje się przez to przy tych szybkościach V_K ruchomego przedmiotu, przy których obie częstotliwości pośliskowe f_{A2} i f_{B2} są jednakowe co do swej wartości a więc

$$/ f_{A2} / = / f_{B2} / \quad / 4 /$$

tj. uzyskuje się działanie siły obydwóch asynchronicznych pól ϕ_A i ϕ_B mające na celu zachowanie odnośnej wartości szybkości V_K przedmiotu i i tym samym działanie synchronizujące tej siły.

Ogólnie biorąc dla każdej pary wartości częstotliwości f_A i f_B otrzymuje się takie dwie synchroniczne szybkości V_K , które zależą od tego, czy obie jednakowe co do wielkości częstotliwości pośliskowe f_{A2} i f_{B2} posiadają jednakowy czy też różny znak, to jest zależą od tego, czy obydwa pola wędrujące poruszają się względem ruchomego przedmiotu w tym samym, czy też w przeciwnym kierunku.

Dla

$$f_{B2} = f_{A2}$$

/ 5 /

na podstawie równań /1A/, /1B/, /2A/, /2B/ i /5/ otrzymuje się

$$V_K = 2 \cdot \frac{f_A - f_B}{\frac{1}{T_A} - \frac{1}{T_B}}$$

/ 6 /

1

$$f_{B2} = f_{A2} = \frac{\frac{f_B}{L_A} - \frac{f_A}{L_B}}{\frac{1}{L_A} - \frac{1}{L_B}} \quad / 7 /$$

Dla

$$f_{B2} = - f_{A2} \quad / 8 /$$

otrzymuje się

$$V_K = 2 \cdot \frac{\frac{f_A}{L_A} + \frac{f_B}{L_B}}{\frac{1}{L_A} + \frac{1}{L_B}} \quad / 9 /$$

1

$$f_{B2} = - f_{A2} = \frac{\frac{f_B}{L_A} - \frac{f_A}{L_B}}{\frac{1}{L_A} + \frac{1}{L_B}} \quad / 10 /$$

Równania /6/ 1 /9/ względnie /7/ 1 /10/, przynależne do obu wariantów /5/ względnie /8/ mogą być połączone i wówczas otrzymuje się :

$$V_K = 2 \cdot \frac{\frac{f_A}{L_A} - \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot \frac{f_B}{L_B}}{\frac{1}{L_A} - \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot \frac{1}{L_B}} \quad / 11 /$$

oraz

$$f_{B2} = \frac{\frac{f_B}{L_A} - \frac{f_A}{L_B}}{\frac{1}{L_A} - \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot \frac{1}{L_B}} \quad / 12 /$$

Przy szeregowym układzie połączeń obu uzwojeń wtórnych, jak to przedstawione na fig. 7, dodaje się siły elektromotoryczne o jednakowej częstotliwości / równanie 4 /, posiadające efektywne wartości E_{A2} i E_{B2} we wszystkich pasmach uzwojeniowych dodają się wektorowo w ten sam sposób, wskutek czego otrzymuje się sumaryczna siła elektromotoryczna E_2 , która wytwarza wspólny prąd J_2 . Prąd ten przy pomocy każdej z obu części sił elektromotorycznych E_{A2} i E_{B2} daje moc czynną N_{A2} względnie N_{B2} , która jest albo pobierana z odnośnego uzwojenia / moc dodatnia / albo też doprowadzana do odnośnego uzwojenia / moc ujemna /. Kąt ξ czasowego przesunięcia fazowego / fig. 7 / między siłami elektromotorycznymi E_{B2} i E_{A2} jednego pasma zależy od położenia uzwojeń, a więc także od ruchomego przedmiotu, do którego poruszają się synchronicznie układy odniesienia. Jeżeli założyć, że położenie wyjściowe jest takie, w którym siły elektromotoryczne E_{A2} i E_{B2} posiadają tę samą fazę, czyli, że $\xi = 0$ / fig. 8 / i jeżeli ruchomy przedmiot przesuwany się względem tego

synchronicznego położenia wyjściowego o względną długość drogi X / liczone jako dodatnią przy dodatnim kierunku ruchu/, wówczas, jak to wynika z fig.9, wektory E_{A2} względnie E_{B2} doznają czasowych przesunięć fazowych wartości bezwzględnej

$$(\xi_A) = \frac{\pi}{\tau_A} \cdot (X) \quad / 13A /$$

względnie

$$(\xi_B) = \frac{\pi}{\tau_B} \cdot (X) \quad / 13B /$$

Znak każdego tego kąta fazowego w sensie czasowego opóźnienia względem położenia wyjściowego liczonego dodatnio otrzymuje się ze znaku wartości X oraz z odnośnej szybkości poślizgowej względnie częstotliwości poślizgowej. Jeżeli obydwa znaki są dodatnie to dodatni jest również znak kąta fazowego. A więc

$$\xi_A = \text{sign } f_{A2} \cdot \frac{\pi}{\tau_A} \cdot X \quad / 14A /$$

oraz

$$\xi_B = \text{sign } f_{B2} \cdot \frac{\pi}{\tau_B} \cdot X \quad / 14B /$$

Względny kąt opóźnienia siły elektromotorycznej E_{A2} wynosi

$$\xi = \xi_B - \xi_A = \pi \cdot X \left[\text{sign } f_{B2} \cdot \frac{1}{\tau_B} - \text{sign } f_{A2} \cdot \frac{1}{\tau_A} \right]$$

lub też uwzględniając równania /5/ i /8/

$$\xi = - \text{sign } f_{A2} \cdot \pi \cdot X \left[\frac{1}{\tau_A} - \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot \frac{1}{\tau_B} \right] \quad / 15 /$$

Jeżeli względne przesunięcie X ruchomego przedmiotu w stosunku do synchronicznego położenia wyjściowego przebiega obszar od 0 / zera / do $\frac{2}{\frac{1}{\tau_A} - \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot \frac{1}{\tau_B}}$

to ξ / przebiega obszar od 0 do 2π , czyli obszar wszelkich możliwych względnych położań od siły elektromotorycznej E_{B2} do siły elektromotorycznej E_{A2} . Można zatem wielkość

$$\tau_S = \frac{1}{\frac{1}{\tau_A} - \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot \frac{1}{\tau_B}} \quad / 16 /$$

określić jako " synchronizujący podział biegunowy ", gdyż względne przesunięcie $2\tau_S$ w stosunku do układu odniesienia musi obejmować, tak jak w maszynie synchronicznej, także cały cykl wszystkich możliwych działań siły. Wielkość

i znaki τ_s zależą tylko od uswojeniowych podziałów biegunowych τ_A i τ_B jak również zależy od tego, czy napęd według wynalazku pracuje według równania /5/ czy też równania /8/. Z równań /15/ i /16/ otrzymuje się :

$$\varepsilon = - \operatorname{sign} f_{A2} \cdot \frac{\pi}{\tau_s} \cdot \chi, \quad / 17 /$$

a po wprowadzeniu formalnej "częstotliwości synchronizującej" uzyskuje się

$$f_s = f_A - \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot f_B \quad / 18 /$$

uwzględniając zaś równanie /16/ otrzymuje się z równań /11/ i /12/

$$V_K^* = 2 \tau_s f_s \quad / 19 /$$

oraz

$$f_{B2} = \left(\frac{f_B}{\tau_A} - \frac{f_A}{\tau_B} \right) \cdot \tau_s \quad / 20 /$$

Dla obu szeregowo włączonych uzwojeń W_{A2} i W_{B2} z omowymi i indukcyjnymi opornikami / rozprószeniowymi /, jak również niekiedy z zewnętrznym posornym oporem Z_2 / fig. 5/ otrzymuje się elektrycznie równowartościowy zastępczy układ połączeń / fig. 6/, utworzony z bezoporowego i bezrozproszeniowego uzwojenia W_2^* w którym indukowana jest sumaryczna siła elektromotoryczna E_2 , która zastąpi zewnętrzną czysto omowy opornik o czynnej wartości przewodzącej λ_w oraz równoległy do niego zewnętrzny reaktancyjny opornik o reaktancyjnej wartości λ_b / liczonej indukcyjnie dodatnio/.

Czynna składowa J_{2W} prądu uzwojeniowego J_2 / fig. 7/, / liczona dodatnią w kierunku siły elektromotorycznej E_2 / wynosi wówczas :

$$J_{2W} = E_2 \lambda_w \quad / 21 /$$

a składowa reaktancji / liczona dodatnio w sensie opóźnienia /

$$J_{2b} = E_2 \lambda_b \quad / 22 /$$

Jak wynika z fig. 7 czynna moc uzwojeniowa W_{A2} , jako wewnętrzny iloczyn wektorów siły elektromotorycznej E_{A2} i prądu J_2 , wynosi

$$N_{A2} = m_2 E_{A2} [E_{A2} \lambda_w + E_{B2} (\lambda_w \cos \varepsilon - \lambda_b \sin \varepsilon)] / 23A /$$

zaś czynna moc uzwojeniowa W_{B2} / m_2wtórna liczba pasem /

$$N_{B2} = m_2 E_{B2} [E_{B2} \lambda_w + E_{A2} (\lambda_w \cos \varepsilon + \lambda_b \sin \varepsilon)] / 23B /$$

Moc czynna, rzeczywiście zniweczona w uzwojeniach W_{A2} i W_{B2} , jak również w niekiedy przyłączonych skrajnych posornych oporach Z_2 wynosi :

$$N_2 = N_{A2} + N_{B2} = m_2 E_2^2 \cdot \lambda_w \quad / 24 /$$

i przy przeciwnych znakach przy wartościach W_{A2} i W_{B2} może ona pod względem swej wartości być znacznie mniejsza aniżeli te moce częściowe, a nawet, biorąc praktycznie, może zniknąć / przy $\lambda_w \rightarrow 0$ / czyste przeniesienie czynnej mocy od jednego uzwojenia częściowego do drugiego /.

Ponieważ każda para W_{A1} , W_{A2} i W_{B1} , W_{B2} , traktowana pojedynczo podle-

ga prawom napędu asynchronicznego, ruchomy przedmiot otrzymuje, na skutek działania siły wędrującego pola ϕ_A na uswojenie W_{A2} , moc mechaniczną / liczoną dodatnio w sensie napędzania /, która wyraża się wzorem :

$$N_{KA} = P_A \cdot V_K = N_{A2} \frac{f_A - f_{A2}}{f_{A2}} \quad / 25A /$$

a przez działanie siły wędrującego pola ϕ_B na uswojenie W_{B2} - moc mechaniczną ;

$$N_{KB} = P_B \cdot V_K = N_{B2} \frac{f_B - f_{B2}}{f_{B2}} \quad / 25B /$$

Z równań /1A/, /3A/ i /25A/ względnie /1/, /3B/ i /25B/ wynikają styczne do drogi siły / liczone dodatnio w kierunku dodatnim ruchu /, które odpowiadają mechanicznym mocom oszczędziowym :

$$P_A = \frac{N_{A2}}{2\tau_A f_{A2}} \quad / 26A /$$

$$P_B = \frac{N_{B2}}{2\tau_B f_{B2}} \quad / 26B /$$

suma zaś tych sił, działająca napędzając lub hamując wynosi

$$P = P_A + P_B = \frac{N_{A2}}{2\tau_A f_{A2}} + \frac{N_{B2}}{2\tau_B f_{B2}} \quad / 27 /$$

Z równań /23A/, /23B/ i /27/ wynika, że cała siła P, wywierana przez obydwa wędrujące pola ϕ_A i ϕ_B na poruszającej się z szybkością synchroniczną V_K przedmiot 1, stycznie do jego drogi, wyraża się ogólnie biorąc wzorem :

$$P = P_c + P_s \quad / 28 /$$

Składa się z dwóch sił oszczędziowych

$$P_c = \frac{m_2 \lambda_H}{2} \cdot \left[\frac{E_{A2}^2}{\tau_A \cdot f_{A2}} + \frac{E_{B2}^2}{\tau_B \cdot f_{B2}} \right] \quad / 29 /$$

1

$$P_s = \frac{m_2 E_{A2} E_{B2}}{2} \left[\lambda_H \left(\frac{1}{\tau_A \cdot f_{A2}} + \frac{1}{\tau_B \cdot f_{B2}} \right) \cdot \cos \varepsilon - \lambda_b \left(\frac{1}{\tau_A \cdot f_{A2}} - \frac{1}{\tau_B \cdot f_{B2}} \right) \cdot \sin \varepsilon \right] \quad / 30 /$$

Ponieważ siła oszczędziowa P_s stanowi funkcję sinusową kąta ε powiększonego o kąt fazowy, czyli zgodnie z równaniem /17/ jest także funkcją sinusową z okresem $2\tau_s$ położenia przedmiotu ruchomego względem odnośnego systemu, wywiera ona, mając posiadać wartości dodatnie i ujemne, na ten ruchomy przed-

miot działanie przyspieszające lub opóźniające tj. działanie synchronizujące

Jak wynika z równania /30/ istnieje zawsze siła P_S , o ile przynajmniej jedna z obu wartości λ_N, λ_b oraz obie wtórne siły elektromotoryczne E_{A2}, E_{B2} są różne od zera. Powyższe wymaga aby $(f_{A2}) = (f_{B2}) \neq 0$, co zachodzi także przy stanie spoczynku przedmiotu 1 / Wówczas $V_K = 0$ jednakże, istnieje siła P_S określająca położenie przedmiotu w granicach odcinka drogi $2\tau_S$, co poniżej jest określone wyrażeniem "synchroniczny stan spoczynku". / Dla $V_K = 0$, tj. gdy $f_S = 0$ otrzymuje się zgodnie z równaniami /18/, /19/ dla pierwotnych częstotliwości

$$f_{A,0} = \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot f_{B,0} \quad / 31 /$$

a więc

$$(f_{A,0}) = (f_{B,0}) = f_0 \quad / 32 /$$

a ponieważ przynależne pierwotne i wtórne częstotliwości przy stanie spoczynku są jednakowe co do wielkości i kierunku otrzymuje się także równanie :

$$(f_{A2,0}) = (f_{B2,0}) = f_0 \quad / 33 /$$

W przeciwieństwie do znanych maszyn asynchronicznych, których uzwojenia prądu zmiennego dla osiągnięcia "synchronicznego stanu spoczynku" o częstotliwości serowej muszą być zasilane prądem stałym, w napędzie według wynalazku potrzeba jedynie, aby różnica między wartościami $(f_A), (f_B)$ obu częstotliwości pól wędrujących była równa zero. Poczynając od synchronicznego stanu spoczynku, co najmniej jedna z tych obu częstotliwości odchodzi się od swej wartości f_0 stanu spoczynku, wskutek czego przedmiot zostaje wprowadzony w ruch asynchroniczny z szybkością stosunkowo równą każdorazowej różnicy między wartościami wspomnianych częstotliwości. Jeżeli każdorazowe częstotliwości pól wędrujących wyrazić w odniesieniu do ich stanu spoczynkowego / co do wielkości i kierunku / równaniami :

$$f_A = f_{A,0} + \Delta f_A ; \quad / 34A /$$

$$f_B = f_{B,0} + \Delta f_B ; \quad / 34B /$$

co otrzymuje się dla każdorazowej częstotliwości synchronizacyjnej, określającej wartość V_K wzór / patrz równania /18/, /19/ :

$$f_S = \Delta f_A - \frac{f_{A2}}{f_{B2}} \cdot \Delta f_B \quad / 35 /$$

Za pomocą odpowiedniego wymiarowania wartości f_0 częstotliwości stanu spoczynku i stosunku $\frac{f_A}{f_B}$ podziału biegunowego patrz równania / 16 / 1 / 19 / można zatem przebyć dowolnie daleko rozpościerający się zakres synchronicznej szybkości V_K , / włącznie ze stanem spoczynku i w razie potrzeby także z odwróceniem kierunku ruchu / bez konieczności przejścia przez zero lub zbli-

żenia się do zera jednej tylko z częstotliwości $f_A \cdot f_B$ pola wędrującego. Posiada to duże znaczenie w praktyce, polegające na tym, że do wysterowania, dowolnie dużego zakresu, wystarczy z reguły aby przynajmniej te częstotliwości, które winny być zmienne, były wytwarzane za pomocą maszyny synchronicznej o dającej się zmieniać liczbie obrotów lub też za pomocą maszyny asynchronicznej o dającej się zmieniać liczbie obrotów / a działającej jako przetwornik częstotliwości/, czyli niepotrzebne są do stosowania tutaj jakiegokolwiek maszyny do zmiany prądu. Z równań /31/, /34A/ i /34B/ wynika, że

$$f_{B2} = f_{B2,0} + \left(\frac{\Delta f_B}{T_A} - \frac{\Delta f_A}{T_B} \right) \cdot T_S \quad / 36 /$$

Jeżeli w czasie biegu obie częstotliwości pola wędrującego będą się zmieniać względem wartości stanu spoczynku / zasadniczo do zmiany wartości V_K według równania /35/ wystarczy już zmiana tylko jednej częstotliwości / i td. każdorazowo w podporządkowaniu jej

$$\frac{\Delta f_B}{\Delta f_A} = \frac{T_A}{T_B} \quad / 37 /$$

jak to wynika z równania /36/, że wówczas obie częstotliwości wtórne / częstotliwości poślizgowe / zachowują bez zmian swoją wartość stanu spoczynkowego f_0 przy wszystkich szybkościach. Daje to niezależność szybkości wartości następujących λ_H i λ_b / fig. 6 / jak również sił elektromotorycznych E_{A2} i E_{B2} przy założeniu, że użytkowe pole wędrujące ϕ_A i ϕ_B pozostają stałe, a więc także według równań /29/ i /30/ niezależność szybkości siły P , względnie jej wartości granicznej / wartości krytycznej /, co jest korzystne przy wielu zastosowaniach napędu według wynalasku. Samo przez się zrozumiałe że można np. przez odpowiednią zmianę wielkości występujących w niespełnionym już wówczas równaniu /37/, odnośnie wartości i znaku, można także osiągnąć pożądaną niezależność szybkości siły P .

Należy przy tym jeszcze zaznaczyć, że oprócz "synchronicznego stanu spoczynku", istnieją jeszcze inne synchroniczne stany robocze, w których obie częstotliwości pola wędrującego są pod względem wartości jednakowe, tj. $f_A = f_B$. Stosunek obu częstotliwości posiada wówczas znak odwrotny niż przy synchronicznym stanie spoczynku / zgodnie z równaniem /18/ wówczas $f_S = 2f_A = 2f_B$ /, wskutek czego dla osiągnięcia tego punktu roboczego za pomocą synchronicznego przejścia od stanu spoczynku, co najmniej jedna z tych częstotliwości musi przejść przez zero, co może być np. urzeczywistnione za pomocą maszyn zmieniających prąd w obwodzie prądu odnośnego uzwojenia pierwotnego.

Nie synchronizująca siła częściowa P_C / równanie 29 / o ile, przy danym zastosowaniu napędu według wynalasku, posiada ono nieodpowiednią wielkość lub kierunek, względnie w ogóle sakłóca i w ostatnio wymienionym przypadku, praktycznie biorąc zanikałaby przy $\lambda_H \rightarrow 0$ / patrz przykład 5 /, na jej działanie na ruchomy przedmiot ma wpływ przyłączenie dodatkowej, również nie synchronizującej siły P_Z / patrz fig. 10, 11, 13/. Ta siła P_Z może być wytwarzana w różny znany sposób zarówno mechanicznie jak i elektromagnetycznie,

w ostatnim przypadku np. za pomocą dodatkowego asynchronicznego napędu, względnie takiegoś hamowania ruchomego przedmiotu. Do synchronicznego wytwarzania takiej dodatkowej siły można niekiedy wykorzystać, pole wędrujące przewidziane już do napędu według wynalazku, o ile posiada ono, w stosunku do ruchomego przedmiotu, względny kierunek ruchu odpowiadający pożądanemu kierunkowi siły P_Z tj. o ile odnośna częstotliwość poślizgowa posiada znak siły P_Z . W tym przypadku nie jest potrzebne żadne dodatkowe wtórne uswojenie i raczej wystarcza równoległe do przynależnego odnośnego wędrującego pola uswojenia wtórnego W_{A2} względnie W_{B2} włączyć opornik odpowiedniej wielkości. Wspomniane uswojenie przewodzi wówczas oprócz prądu J_2 , wspólnego dla obu uswojeń, jeszcze dodatkowy prąd J_{2Z} , który będąc sprzężony tylko z jednym polem wędrującym, dostarcza pożądaną siłę dodatkową P_Z . Wreszcie mogą być także zastosowane dwa napędy wykonane według wynalazku, działające na ruchomy przedmiot i mianowicie w taki sposób, że ich synchronizujące siły częściowe są podtrzymywane, zaś ich nie synchronizujące siły częściowe w pożądanym sposób nakładają się, najkorzystniej przeciwdziałając sobie, względnie niwelując jedna drugą / Przykład 3 /.

Dotychczas dla uproszczenia, jak to powyżej wspomniano, obydwa uswojenia pierwotne założono że są nieruchome. Ponieważ jak wiadomo, bezwzględna szybkość / V_A względnie V_B / pola wędrującego może być utworzona przez dodanie jego szybkości względnej względem jego uswojenia pierwotnego / W_{A1} względnie W_{B1} / do bezwzględnej szybkości V_{WA} względnie V_{WB} tego uswojenia, nie wpływając przez to jakkolwiek na działanie na dane uswojenie wtórne / W_{A2} względnie W_{B2} / przy danej częstotliwości poślizgowej / f_{A2} względnie f_{B2} / napęd według wynalazku może także pracować z ruchomymi uswojeniami pierwotnymi.

Wszystkie wprowadzone zależności zachowują przy tym nadal swą ważność, gdyż wielkości f_A i f_B , odpowiadające częstotliwościom zasilania uswojeń pierwotnych, były interpretowane jako bezwzględne częstotliwości pól wędrujących

ϕ_A i ϕ_B tj. jako częstotliwości te, które te pola wykazują względem odnośnego nieruchomego systemu, np. indukują w nieruchomym /fikcyjnym / uswojeniu. Częstotliwości f_{A1} i f_{B1} , z jakimi są zasilane ruchome uswojenia pierwotne W_{A1} i W_{B1} w celu nadania obu polom wędrującym częstotliwości bezwzględnych f_A i f_B , są związane z tymi ostatnimi zgodnie z równaniami /1A / i /1B/ jak następuje :

$$V_A = 2\tau_A f_A = 2\tau_A f_{A1} + V_{WA}$$

$$V_B = 2\tau_B f_B = 2\tau_B f_{B1} + V_{WB}$$

tj. pierwotne częstotliwości uswojeń wynoszą, biorąc ogólnie

$$f_{A1} = f_A - \frac{V_{WA}}{2\tau_A}$$

/ 38A /

1

$$f_{B1} = f_b - \frac{V_{WB}}{2T_B} \quad / 38B /$$

Zgodnie z równaniami /38A/, /38B/ i /32/ względnie /34A/, /34B/ przy napędzie według wynalazku z ruchomymi uzwojeniami pierwotnymi można uzyskać także i przy różnych wielkościach pierwotnych częstotliwości uzwojeń f_{A1} , f_{B1} , synchroniczny stan spoczynku, względnie przy pierwotnych częstotliwościach uzwojeń tej samej wartości $f_{A1} = f_{B1}$ można otrzymać każdą synchroniczną szybkość V_K . Jeżeli obydwie pierwotne uzwojenia poruszają się przy wielkości odpowiadającej różnym szybkościom, przez zmianę co najmniej jednej z obu szybkości można także przy $f_{A1} = f_{B1} = \text{const.} = 0$ / czyste wzbudzenie prądu stałego obu uzwojeń pierwotnych / można przejechać każdy dowolny zakres wartości V_K , łącznie z synchronicznym stanem spokoju, przy czym / ze zmianą V_{WA} i V_{WB} / można utrzymać nawet stałą wartość częstotliwości wtórnej.

Dla szczególnego przypadku :

$$f_{A1} = f_{B1} = \text{const.} /$$

1

Sign. $f_{A2} = \text{sign. } f_{B2}$ napęd według równania /5/

$$V_{WB} = \text{const.} = 0$$

wynika z równań /38A/, /38B/, /16/, /18/ i /19/, że

$$V_K = \frac{V_{WA}}{1 - \frac{T_A}{T_B}}$$

Z powyższego wynika, że przy pomocy napędu według wynalazku przy jednakowym odnośnie częstotliwości, / częstotliwość sztywna / zasilanie pierwotnego uzwojenia / np. przy bezpośrednim przyłączeniu do sieci / można osiągnąć przez odpowiedni dobór stosunku podziału biegunowego $\frac{T_A}{T_B}$ sztywny stosunek przekładniowy dowolnej wielkości i kierunku między szybkością ruchomego uzwojenia pierwotnego i szybkością ruchomego przedmiotu. Jeżeli poruszają się obydwie uzwojenia pierwotne, to ich w różnym stosunku przeniesione szybkości nakładają się na ruchomym przedmiocie na podobieństwo napędu planetarnego.

Analogicznie do powyższego można stwierdzić, że także i przy pomocy więcej niż dwóch pól wędrujących ϕ_A, ϕ_B, ϕ_C , podziałów biegunowych T_A, T_B, T_C i bezwzględnych częstotliwości f_A, f_B, f_C , można oddziaływać na wspólne drugi prądu na każdym ruchomym przedmiocie i indukować w nim prądy zmienne, których częstotliwości, przynajmniej grupowo posiadają jednakowe wartości bezwzględne daje się osiągnąć synchronizujące działanie wywierane przez wszystkie te pola razem. Synchronizująca siła P_S składa się wówczas z sił częściowych P_S', P_S'', P_S''' , z których każda przebiega sinusoidalnie poprzez jej podwójny synchronizacyjny podział biegunowy $2T_S'$ względnie $2T_S'', 2T_S'''$, przy czym jednak te podziały biegunowe posiadają zazwyczaj różną wielkość. Cała siła P_S przebiega wtedy jako trygonometryczna suma nie sinusoidalnie z okresem $2T_S$, przy czym $|T_S|$ jest najmniejszą wspólną wielokrotnością wartości $|T_S'|, |T_S''|, |T_S'''|$. Przy więcej niż trzech polach wędrujących wi-

nien być poza tym według wynalasku spełniony warunek wspólności wtórnych dróg prądu i równości wartości odnośnych częstotliwości peelingowych tylko grupowo, przynajmniej parami. Wówczas każda z tych grup pól posiada według wynalasku napęd dla siebie, powodujący bez współdziałania innej grupy pól powstawania synchronizującej siły nadawanej ruchomemu przedmiotowi. Zastosowanie tego połączenia poszczególnych napędów w jeden napęd wielokrotny / w celu tłumienia niesynchronizującej siły P_c / było już powyżej omówione.

Przykłady

1. Równaniem /5/ zostało stwierdzone, że przez odpowiednie zasilenie nieruchomych uzwojeń pierwotnych, efektywne wartości obu wtórnych sił elektromotorycznych utrzymuje się jednakowej wielkości $E_{A2} = E_{B2}$ uzwojenia są wtórne są wykonane jako na tyle bledne w rozproszenia / względnie ich reaktancja rozpraszania jest w zasadzie kompensowana przez włączone w szereg kondensatory/, że ślepa wartość dochodzi do zera $\lambda_b \rightarrow 0$. Obydwa podziały biegunowe są wymiarowane w stosunku τ_b/τ_A $3/2$, jedna częstotliwość pierwotna względem jej wartości stanu spoczynkowego $f_0 > 0$ zmienia się według wzoru $f_A = f_0 + \Delta f$, natomiast druga częstotliwość pierwotna pozostaje stała / $f_B = f_0 = \text{const.}$ / Wówczas dla $\Delta f > 0$ otrzymuje się :

$\tau_s = 3 \tau_A$	według równania	/ 16 /
$f_s = \Delta f > 0$	" "	/ 18 /
$V_K = 6 \tau_A \cdot \Delta f > 0$	" "	/ 19 /
$f_{B2} = f_{A2} = f_0 - \Delta f$	" "	/ 20 /

jak również

$$\rho = \frac{5m_2 E_{A2}^2 \lambda_W}{6 \tau_A (f_0 - \Delta f)} (1 + \cos \xi) \geq 0 \quad \text{według równań /28/, /29/, /30/}.$$

Przebieg całej siły P , rozpościerający się od zera aż do napędowej wartości największej P_{Tmax} / bez jakiegokolwiek działania hamującego/, na którym kąt ξ wyznaczający położenie względem synchronicznego układu odniesienia względnie przynależnej długości drogi x jest przedstawiony na fig. 10, na której wyznaczone są także kierunki ruchu obu pól wędrujących i napędzanego przedmiotu. Stabilne zakresy napędu /w których siła napędowa przy pozostawianiu w tyle napędzanego przedmiotu zwiększa się / zaznaczone są przez zakreskowanie. Na fig. 10 uwidoczniło się następnie, w jaki sposób przez dołączenie dodatkowej siły P_Z / tutaj hamującej / niesynchronizująca siła częściowa P_c może być przekompensowana / kreskowana, przesunięta linia zerowa /.

2. Przykład ten różni się od przykładu 1 tylko w odniesieniu do pierwotnych częstotliwości, które tutaj przyjęte są obie jako ujemne / pola wędrujące poruszają się w kierunku przeciwnym aniżeli w przykładzie 1/, przy czym $f_A = -f_0 < 0 = \text{const.}$ natomiast $f_B = -f_0 - \Delta f$. Dla $\Delta f > 0$ otrzymuje się wówczas

$$\begin{aligned}T_s &= 3T_A, \\f_s &= \Delta f > 0, \\V_k &= 6T_A \Delta f > 0, \\f_{s2} = f_{A2} &= -f_0 - 3\Delta f < 0\end{aligned}$$

1

$$P = - \frac{5m_2 E_{A2}^2 \lambda_N}{6T_A (f_0 + 3\Delta f)} \cdot (1 + \cos \xi) \leq 0$$

Cała siła P przebiega tutaj hamująco tylko między zerem i największą wartością $P_{B\max}$ co przedstawione jest na fig. 11. Obydwa pola wędrujące poruszają się w kierunku przeciwnym do synchronicznej szybkości V_K . Stabilny zakres hamujący jest zakreskowany. Aby osiągnąć także synchronizujące działanie napędowe, można użyć dodatkową siłę P_Z / napędzającą /, która daje odpowiednie przesuniętą linię zerową / kreskowaną /. Jeżeli ta dodatkowa siła jest wytwarzana np. asynchronicznie przy pomocy osobnego dodatkowego uswojenia pierwotnego, to jest rzeczą możliwą, aby działała ona tylko do napędu ruchomego przedmiotu, jest ona jednak przy pożądanym hamowaniu wyłączona lub nawet jej kierunek zostaje odwracany, aby mieć wówczas do rozporządzenia podwójną wartość P_C / fig. 11 / lub nawet większą od maksymalnej siły hamowania / siła krytyczna / / Kippkraft /. Można jednak także przy uniknięciu sił dodatkowych postępować przy napędzaniu zgodnie z przykładem 1 i dopiero przy hamowaniu przedstawić na przykład 2. Ponieważ, jak to wskazuje porównanie obu przykładów, każdej wartości V_K odpowiada w obu przykładach jedna para wartości częstotliwości pierwotnej posiadająca te same wartości bezwzględne (f_0 i $f_0 + \Delta f$) = (T_A, T_B i f_0 założone są jako niezmiennie), to różnica występująca tylko w znaku i przynależności do obu uswojeń pierwotnych, wystarczy zatem dla przełączenia, źródła prądu obu uswojeń pierwotnych zastąpić jedno przez drugie i przy tym / w celu odwrócenia kierunków ruchu pól wędrujących / odwrócić kolejność fazową ich przyłączeń. Za pomocą odpowiedniego układu połączeń można przy tym początek synchronizacyjnego okresu / $\xi = 0, x = 0$ / w pracy hamowania przesunąć o podział biegunowy T_s względem położenia przy napędzie / jak to ma miejsce w fig. 11 w odniesieniu do fig. 10 /, wskutek czego stabilne zakresy pracy względem synchronicznego układu odniesienia otrzymują to samo położenie i przez to unika się niestabilności względnie wahań ruchomego przedmiotu przy przełączaniu.

3. Jeżeli obydwa napędy według przykładu 1 i 2 zostaną wprowadzone w działanie jednocześnie na ruchomym przedmiocie, to ich synchronizujące siły według fig. 12 nakładają się, przy założeniu jednakowych amplitud i względnego położenia widocznego na fig. 10 i 11, natomiast obie niesynchronizujące siły osłabiołowe ustają. Odpada wówczas również stosowanie dodatkowej siły P_Z / obydwa napędy stosownie do wyboru mogą także pracować z różnymi amplitudami jak rów-

niez z odchyleniami od oznaczonego położenia względnego/, jak również prze-
łączanie napędu na hamowanie. Jak wynika z przykładów 1 i 2 ostery uzwojenia
pierwotne obu napędów mogą być połączone parami, przy czym wówczas uzwojenie
 W_{A1} jest wzbudzone za pomocą dwóch częstotliwości ($f_{A1}' = f_0 + \Delta f$) i $f_{A1}'' =$
 $= f_0$ a uzwojenie W_{B1} za pomocą pary częstotliwości $f_{B1}' = -f_0$ i $f_{B1}'' = -f_0 -$

Δf . Ponieważ te ostery częstotliwości są parami jednakowe co do wartości,
do zasilania obu uzwojeń pierwotnych wystarczają także dwa, w odpowiedni spo-
sób włączone / np. według fig. 24 / źródła prądu. Jest rzeczą oczywistą, że
do tych kombinacji napędowych potrzebne są tylko dwa uzwojenia wtórne na ru-
chomym przedmiocie, jak to poniżej będzie jeszcze podane, jak również obydwa
uzwojenia pierwotne mogą być niekiedy połączone także w jedno tylko uzwojenie.

4. Napęd pracujący według równania /5/ z siłą elektromotoryczną $E_{A2} = 0,25$

E_{B2} , $\lambda_b \rightarrow 0$, $\tau_B/\tau_A = 16$, $f_A = -f_0 + \Delta f < 0$,

$f_B = -f_0 + (\Delta f)/16 < 0$ daje dla $\Delta f > 0$;

$$\tau_s = \frac{15}{16} \tau_A; \quad f_s = \frac{15}{16} \Delta f > 0,$$

$$V_K = 2 \tau_A \Delta f > 0,$$

$$f_{B2} = f_{A2} = -f_0 = \text{const} < 0$$

$$\rho = - \frac{m_2 E_{A2} \cdot \lambda_W}{\tau_A f_0} \cdot \left(1 + \frac{17}{8} \cos \varepsilon \right) \leq 0$$

Przebieg siły P jak również kierunki ruchu pól i przedmiotu są przedstawione
na fig. 13. Należy zaznaczyć, że w odróżnieniu do przykładu 2 otrzymuje się
zakres, w którym cała siła działa napędzająco, aczkolwiek obydwa pola wędru-
jące poruszają się przeciwnie do kierunku napędzanego przedmiotu. Wartość
największa / wartość graniczna / siły napędzającej jest mniejsza od wartości
siły hamującej, co jest korzystnie dla niektórych zastosowań wynalazku i czy-
ni zbędnym stosowanie siły dodatkowej.

5. Napęd pracujący według równania /8/ z dowolnymi / różnymi / jednak od ze-
ra wartościami sił elektromotorycznych E_{A2} i E_{B2} jak również ze znikomymi mały-
mi w stosunku do reaktencji omowymi opornikami w obwodzie wtórnym, czyli przy
 $\lambda_W \rightarrow 0$, przy stosunku podziału biegunowego $\tau_B/\tau_A = 2$ i przy częstotli-
wości pierwotnych $f_A = f_0 + \Delta f > 0$ i $f_B = -f_0 + 1/2 \Delta f > 0$ zasilają-
cych nieruchome uzwojenia pierwotne, przy $\Delta f > 0$ otrzymuje się następujące
charakterystyczne wielkości :

$$\tau_s = \frac{2}{3} \tau_A,$$

$$f_s = \frac{3}{2} \Delta f > 0,$$

$$V_K = 2 \tau_A \Delta f > 0,$$

$$f_{B2} = -f_{A2} = -f_0 = \text{const} < 0$$

$$\rho_c = 0$$

$$\rho = \rho_s = - \frac{3 m_2 E_{A2} E_{B2} \lambda_b}{4 \tau_A f_0} \cdot \sin \varepsilon$$

Sila P przebiega, podobnie jak w przykładzie 3 / fig. 12 / symetrycznie względem linii zerowej, jednakże przebieg ten osiąga się tutaj za pomocą jednego tylko systemu napędowego i bez stosowania siły pomocniczej P_z .

Zarówno pierwotne jak i wtórne uzwojenia mogą być wykonane, jak to przedstawiono na fig. 1 - 4, jak oddzielone od siebie także miejscowo, uzwojenia cewkowe z własnymi żelaznymi ciałami. Uzwojenie wtórne / np. oddzielne uzwojenia cewkowe W_{A2} względnie W_{B2} na własnych ciałach żelaznych 8 i 9 ruchomego przedmiotu według fig. 3 i 4 / są wtedy przy wykonaniu wielofazowym o prawidłowej kolejności faz, połączone razem wskutek czego powstaje wspólna droga prądu dla prądu wtórnego J , powodującego synchronizację. Najprostszym tego rodzaju układem połączeń, który jak to wspomniano na wstępie został podany dla wyjaśnienia sposobu działania, jest szeregowy układ połączeń pojedynczych przynależnych pasm uzwojeniowych o uzwojeniach W_{A2} i W_{B2} , przy czym obwód prądu każdej pary pasm może być zamknięty dla każdej z nich / otwarty wielofazowy układ / lub też obwód ten może być zamknięty w sprzężonym układzie połączeń / np. układ w gwiazdę według fig. 3 i 5 /. Jak łatwo można udowodnić zarówno poszczególne pasma każdego uzwojenia dla siebie mogą być jednak, nie wpływając ujemnie na sposób działania według wynalasku, połączone w jeden sprzężony system wielofazowy, przy czym te sprzężone układy połączeń uzwojeń wtórnych mogą różnić się także od siebie / np. uzwojenie W_{A2} może być włączone w trójkąt, a uzwojenie W_{B2} w szereg / i dopiero te obydwa sprzężone systemy uzwojeń mogą być połączone razem.

Jak wiadomo, klatka krótkozwarta M o prętach klatkowych na każdą parę biegunów stanowi krótkozwarte m -fazowe uzwojenie jednoprętowe. Obydwa uzwojenia wtórne W_{A2} i W_{B2} mogą być także połączone w jedną krótkozwartą klatkę 10 / fig. 14 /, umieszczoną na ruchomym przedmiocie. Poszczególne pręty 11 klatki za pomocą połączeń odcinowych 12_A , 12_B są połączone w zamknięty układ wielofazowy. Przeciwniegiła do stojana 6, czyli część 11_A każdego pręta klatki, sprzężona przy pomocy pola ϕ_A z uzwojeniem pierwotnym W_{A1} , stanowi przewód i jednocześnie pasmo wtórnego uzwojenia W_{A2} , natomiast druga część 11_B pręta, tworzy włączony w szereg z częścią 11_A przewód i pasmo uzwojenia W_{B2} . W celu uzyskania pełnego symetrycznego systemu wielofazowego, poszczególne pręty 11 klatki są między obu stojanami tak wygięte, że klatka 10 rozpościera się w stosunku do pierwotnego uzwojenia W_{A1} na jego podwójnym podziale biegunowym $2T_A$ / lub na całkowitej wielokrotności tego ostatniego / względem zaś pierwotnego uzwojenia W_{B1} na $2T_B$ / względnie na całkowitej jego wielokrotności/. Wtórne siły elektromotoryczne E_{A2} i E_{B2} posiadają wówczas dla wszystkich prętów klatki jednakowe wartości efektywne oraz jednakowe względne położenia fazowe, zaznaczone kątem ε / fig. 7 /. Powyższe ma jeszcze miejsce w przypadku, gdy konstrukcja klatkowa według fig. 14 jest zastąpiona konstrukcją według fig. 15 / klatka o zbliżonych prętach/. Wówczas tylko efektywne wartości sił elektromotorycznych E_{A2} i E_{B2} zmieniają się nieco od pręta do pręta / wraz ze współczynnikiem pochylenia pręta / jest to jednak praktycznie biorąc bez znaczenia.

Jeżeli podziały biegunowe τ_A i τ_B pierwotnego uzwojenia niezbyt bardzo się różnią od siebie, klatka 10, tworząca obydwa uzwojenia wtórne W_{A2} i W_{B2} może być wykonana także z równoległymi prętami / fig. 16 / czyli o jednakowej szerokości. Szerokość ta odpowiada najkorzystniej średniej wartości $2\tau_m$, leżącej między $2\tau_A$ i $2\tau_B$. Efektywna wartość siły elektromotorycznej E_{A2} względnie E_{B2} jest tutaj znowu jednakowej wielkości dla wszystkich prętów, zmienia się jednak względne położenie tych sił elektromotorycznych od pręta do pręta, tj. wektor siły elektromotorycznej E_{B2} przebiega, jak to przedstawiono na fig. 17, obszar położenia względnych / sakreskowany / o kącie β , przy czym położenia graniczne wektora są wyznaczone przez obydwa skrajne pręty klatki. Dla każdorazowej wielkości i kierunku całej siły P wywieranej na ruchomy przedmiot miarodajne jest środkowe położenie wektora E_{B2} , pokazane na fig. 17. Pręty skrajne biorą nieco mniejszy udział w powstaniu tej siły P aniżeli wewnętrzne. Jeżeli pręty klatki, jak to pokazano na fig. 18, przebiegają ukośnie / co oczywiście jest możliwe także w klatkach według fig. 14, 15, przy czym w ostatnim przypadku przez zbliżne umieszczenie prętów możliwe jest osiągnięcie nakładającego się na siebie dodatkowego jednokierunkowego skośnego pochylenia /, można z jednej strony niepożądaną działaniem wyższych harmonicznych powstających w rowkach zmniejszyć lub usunąć w znany sposób / można to osiągnąć przez zastosowanie pochyłych żłobków uzwojeń stojana/, z drugiej zaś strony otrzymuje się przez to także normalną siłę $P_N = P \cdot \tan \gamma$, na wytworzenie której w razie potrzeby można, przez odpowiedni dobór ukośnego kąta γ , tak oddziaływać, że nakłada się ono korzystnie na inne pionowe do drogi siły, zwłaszcza na ciężar lub siłę odśrodkową ruchomego przedmiotu. Można np. jak to przedstawiono na fig. 18, kąt γ dobrać tak, ażeby przy normalnej pracy tj. wtedy gdy stykna siła P posiada ten sam kierunek co i szybkość przedmiotu 1, siła P_N przeciwdziała w dobranym stopniu ciężarowi G tego przedmiotu wskutek czego uzyskuje się odciążenie i zabezpieczenie odpowiedniej części mechanicznego prowadzenia przedmiotu 1, a tym samym i zmniejszenie oporu ruchu, warunkującego tarcia. Przy hamowaniu, wobec odwrócenia siły P zmienia swój kierunek także i siła P_N i dodaje się do ciężaru G wskutek czego hamujące działanie siły P jest istotnie wspomagane przez tarcie drogi, odpowiadające sumie sił $P_N + G$ /. Te same działanie osiąga się także przez odpowiednie skośnie pochyłone wtórne uzwojenie cewkowe. Przy napędzie według wynalazku o więcej niż dwóch uzwojeniach pierwotnych, które działają na wspólne wtórne drogi prądu, mogą one przy pewnym rozszerzaniu przykładów wykonania według fig. 14, 15, 16 i 18 być również utworzone przy pomocy krótkozwarnej klatki.

Ze względu na konieczność zajmowania pewnej przestrzeni przez napęd według wynalazku, a także biorąc pod uwagę jego ciężar i koszty budowy jest często rzeczą korzystną uzwojenie pierwotne przynajmniej częściowo nakładać na siebie tj. włączyć je magnetycznie w szereg, np. przez ich umieszczenie na wspólnej części żelaznej, wskutek czego wtedy także i wytwarzane przez nie pola wędrujące odpowiednio nakładają się na siebie. Niejednokrotnie jest przy

tym konieczne, a w każdym razie korzystne, zapobiegać lub unicestwić wzajemną indukcję pierwotnych uzwojeń, zasilanych z różnymi częstotliwościami, ażeby uniknąć przenikania napięć obcej częstotliwości do pierwotnych obwodów prądu. Wzajemna indukcja uzwojeń pierwotnych może być unicestwiona lub przynajmniej znacznie zmniejszona przy pomocy znanych środków jak np. odpowiedni dobór stosunku podziałki biegunowej oskrzynkowania pasmowego odpowiednią liczbę pasem, szerokość stref i sprzężone układy połączeń. Środki te mogą być zastąpione lub też uzupełnione przez zastosowanie tzw. transformatora odsprężonego, przykład taki ; w przypadku dwóch nałożonych na siebie i przy tym wzajemnie wzbudzających się uzwojeń pierwotnych W_{A1} i W_{B1} , przedstawiony jest na fig. 19. Transformator odsprężeniowy 13 posiada dwa systemy uzwojeń W_{EA1} i W_{EB1} , które włączone są w szereg z przynależnymi uzwojeniami pierwotnymi tak, że bardziej niezawodnie przeciwnieindukują one niż te ostatnie / wskutek przeciwnieindukowego względnego położenia fazowego prądów uzwojeń / dzięki czemu wzajemna indukcja całego systemu W_{A1} , W_{EA1} i W_{B1} , W_{EB1} może zniknąć.

Ażeby wysiłek konieczny do takiego odsprężenia wykorzystać także do napędu, uzwojenia transformatora odsprężeniowego 13 / fig. 19 / można zastąpić także przez nakładające się na siebie uzwojenia pierwotne, przynajmniej drugiego systemu napędowego według wynalazku, włączone w szereg z podlegającymi odsprężeniu uzwojeniami W_{A1} i W_{B1} , lecz będące od nich miejscowo oddzielone w takim zmienionym położeniu względnym, że indukują one w kierunku przeciwnym do uzwojeń W_{A1} , W_{B1} . Powyżej wyjaśnione odsprężenie pierwotnego obwodu prądu obcej częstotliwości, osiągnięte przez włączenie w szereg przynajmniej dwóch systemów napędowych można uzyskać także przy pomocy uproszczonego i zajmującego mniej przestrzeni wykonania uzwojeń pierwotnych, przedstawionego na fig. 20. Tutaj włączone w szereg uzwojenia pierwotne obu systemów są utworzone z tych samych elementów uzwojeniowych / cewek / czyli szeregowy układ połączeń zachodzi już w każdym poszczególnym przewodzie cewkowym i z których to przewodów każdy przebiega na pierwotnych żelaznych częściach 14 i 15 obu systemów.

W przestrzeni między tymi obiema żelaznymi częściami cewki są w ten sposób odgięte, że względne położenie nałożonych na siebie na żelaznej części 15 uzwojeń $W_{A1,2}$ i $W_{B1,2}$ różni się od względnego położenia nałożonych na siebie na żelaznej części 14 uzwojeń $W_{A1,1}$, $W_{B1,1}$ w stopniu potrzebnym do odsprężania. Ponieważ do zmiany względnego położenia wchodzi w grę jedynie tylko suma obu odcinków S_A i S_B / fig. 20 / zasadniczo wystarcza wygiąć tylko jedną grupę cewek, jednakże korzystnie jest zastosować to w obu grupach cewek, ażeby utrzymać jak najmniejszą odległość między obu żelaznymi częściami 14 i 15, względnie przez dodatkowe wygięcie w tym samym kierunku obu grup cewek uzyskać na ruchomym przedmiocie pożądanego względnego położenia dróg prądu, przynależnych do obu systemów napędowych. Powyżej podane środki odsprężeniowe mogą być rozszerzone także na napędy według wynalazku o więcej niż dwóch uzwojeń pierwotnych, działających na wspólne wtórne drogi prądu. Nakładanie

na siebie uzwojeń pierwotnych W_{A1} i W_{B1} i z tym pól wędrujących warunkuje także przynajmniej nałożenie przynależnych uzwojeń wtórnych / W_{A2} , W_{B2} / na ruchomym przedmiocie. Jest jednakże rzeczą znacznie korzystniejszą uzwojenia te nie tylko nałożyć na siebie - według wynalazku włączone razem - /umieszczając np. w tych samych rowkach wtórnej części żelaznej /, lecz połączyć je w ogóle we wspólne uzwojenie wtórne W_2 , indukowane jednocześnie przez nałożone na siebie pola wędrujące i bądź krótkozwarte bądź też przyłączone do skrajnej impedancji / analogicznie do fig. 5 /. Jeżeli napęd według wynalazku pracuje według równania /8/, tj. z wędrującymi polami przemieszczającymi się przeciwnie do siebie względem ruchomego przedmiotu, wówczas dla tych oddzielnie umieszczonych uzwojeń wtórnych otrzymuje się przeciwną kolejność faz, co należy uwzględnić przy włączaniu tych uzwojeń do wspólnych dróg prądu. Jeżeli takie wędrujące pola są na siebie nałożone i ponadto podział biegunowy jest jednakowy, wówczas przynależne wielofazowe uzwojenia wtórne, które są również nałożone na siebie i według ich czasowo prawidłowej, tj. miejscowo przeciwnej kolejności fazowej są włączone jedno po drugim, wywołują takie same działanie jak uzwojenie jednofazowe i te wielofazowe uzwojenia wtórne, mogą być zatem połączone w jedno takie uzwojenie, czyli mogą być zastąpione przez takie uzwojenie. Krótkozwarte połączone uzwojenie W_2 może być także utworzone w postaci krótkozwartej klatki, np. według fig. 16 lub 18 / oddzielne części żelazne 6 i 7 dają się wówczas zastąpić przez jedną część żelazną, na której są umieszczone razem, nałożone na siebie, uzwojenia pierwotne /. Ponieważ tutaj przez nakładanie indukowanych pól wędrujących, co najmniej częściowo współność wtórnych dróg prądu również wtedy jest dana, jeśli przebieg tych dróg prądu nie jest wymuszony przez kształt i położenie poszczególnych prętów klatki, dla osiągnięcia działania napędowego według wynalazku, wystarcza już zasadniczo umieszczenie ciała przewodzącego / "blachy prądów wirwowych" / nie podzielonego na pręty klatkowe i połączenia czołowe, a więc ciała geometrycznie nie podzielonego na człony.

Przez tego rodzaju wykonania znanych uzwojeń o dających się przełączać biegunach, za pomocą jednego, wielokrotnie zasilanego uzwojenia pierwotnego można uzyskać działanie kilku nałożonych na siebie uzwojeń pierwotnych W_{A1} , W_{B1} , zasilanych z różnymi częstotliwościami f_{A1} i f_{B1} i posiadającymi różne podziały biegunowe T_A , T_B . Fig. 21, 22, 23 wyjaśniają przykład połączenia dwóch pierwotnych uzwojeń o stosunku podziału biegunowego wynoszącym $T_B / T_A = 2$. Jedno uzwojenie pierwotne, wykonane w postaci znanych tzw. uzwojeń Dahlendera umieszczone w układzie połączeń w trójkąt / fig. 21 / i przyłączone do zacisków R_A , S_A , T_A trójfazowego źródła prądu o sprzężonym napięciu U_{A1} i częstotliwości f_{A1} , wywołuje pole wędrujące o tej częstotliwości i podziale biegunowym T_A . Takie samo uzwojenie w podwójnym układzie w gwiazdę według fig. 22, przyłączone do zacisków R_B , S_B , T_B innego trójfazowego źródła prądu o napięciu pasmowym U_{B1} i częstotliwości f_{B1} daje odpowiadające tej częstotliwości pole wędrujące o podziale biegunowym $T_B = 2T_A$. Jak wiadomo przy tego rodzaju uzwojeniu otrzymuje się te różne podziały biegunowe

przez to, że w jednym przypadku / podział biegunowy τ_A fig. 21/ poprzez obie szczególnie wykonane i umieszczone grupy cewek każdego pasma uzwojeń np. $W_I \alpha$, $W_I \beta$ pasma I przepływa prąd J_{A1} w tym samym kierunku, natomiast w innym przypadku / podział biegunowy τ_B fig. 22 / przepływa przez nie prąd (prąd $J_{B1}/2$) w kierunku przeciwnym. Przez wielokrotne zasilanie takiego uzwojenia można uzyskać superpozycję obu tych przypadków i tym samym połączenie poszczególnych działań, otrzymywanych według fig. 21 i 22. To wielokrotne zasilanie może być np. urzeczywistnione w ten sposób bez wzajemnego oddziaływania na źródła prądu o różnej częstotliwości, że trzy pasma I, II, III uzwojenia Dahlandera są ze sobą sprzężone nie według fig. 21, 22 lecz są zasilane osobno i niezależnie od siebie czyli przez otwarte systemy trójfazowe. Jak wynika z fig. 21 i 22, każde z trzech pasm uzwojeń np. pasmo I / jest wówczas zasilane osobno w taki sposób, że do obu skrajnych zacisków / $K_I \alpha$ i $K_I \beta$ / jest przyłączone napięcie U_{A1} o częstotliwości f_{A1} i jednocześnie do środkowego zacisku K_I i do sztucznego punktu zerowego 0 / fig. 22 / jest przyłożone napięcie U_{B1} o częstotliwości f_{B1} , przy czym oczywiście para napięć U_{A1} , U_{B1} od pasma do pasma winna być przesunięta elektrycznie fazowo o 120° . Fig. 23 przedstawia układ połączeń takiego wielofazowego zasilania dla pasma $W_{1,1}$ / połączonego uzwojenia pierwotnego. Napięcie U_{A1} o częstotliwości f_{A1} jest np. dostarczane przez przetwornik częstotliwości 16 / przykład wykonania takiego przetwornika jest uwidoczniiony na fig. 24 /, którego pierwotne uzwojenie 17 / pokazane jednopasmowo / jest przyłączone do zacisków sieci / napięcie sieci U_N częstotliwości sieci f_N /, a którego wtórne pasmo uzwojeń zasilające pasmo uzwojeniowe $W_{1,I}$ poprzez zaciski $K_I \alpha$ i $K_I \beta$ składa się z dwóch połówek 18, 19, z których każda dostarcza napięcie częstotliwe $U_{A1,2}$. Punkt połączeniowy obu tych połówek uzwojeniowych utworzony w postaci zacisku O_I , stanowi zatem w stosunku do systemu U_{A1} , f_{A1} punkt zerowy, który względem środkowego zacisku K_I , stanowiącego również punkt połówkowy dla napięcia U_{A1} , nie posiada żadnego napięcia o częstotliwości f_{A1} . Między zaciskami O_I i K_I jest włączone pasmo 22 przetwornika częstotliwości 20, dostarczające napięcia U_{B1} o częstotliwości f_{B1} , przy czym pierwotne uzwojenie 21 tego przetwornika / przedstawione tylko jednopasmowo / jest przyłączone do tej samej sieci co i przetwornik częstotliwości 16. Prąd J_{B1} , dostarczany przez uzwojenie 22, rozgałęzia się w punkcie K_I na dwie połowy, które / podobnie jak w układzie według fig. 22 / przepływają przeciwnokierunkowo przez obie grupy cewek $W_I \alpha$ i $W_I \beta$ i powracają poprzez połówki uzwojeniowe 18 i 19 z powrotem do uzwojenia 22. Te obie połówki uzwojeniowe korzystnie jest umieścić w taki sposób / np. nawijając je jedna na drugą /, że magnetyczne działania połówek prądu $J_{B1,2}$, przepływających przez nie przeciwnokierunkowo ustają, przy czym na źródło prądu 16 oddziałuje się przy pomocy prądów J_{B1} o obcej dla nich częstotliwości. Prąd J_{A1} dostarczany przez połówki uzwojeniowe 18, 19 przepływa przez obie grupy cewek $W_I \alpha$ i $W_I \beta$ jednokierunkowo / podobnie jak według fig. 21 / nie przepływając zupełnie przez uzwojenie 22, wskutek czego także i

źródło prądu 20 pozostaje wolne od wpływów obcej częstotliwości. Pozostałe pasma / $W_{1,II}$, $W_{1,III}$ / połączonego uzwojenia pierwotnego są zasilane w jednakowy sposób przez odpowiednie, niewidoczne na rysunku, pasma wtórnych uzwojeń przetworników częstotliwości 16 i 20. Pasma pierwotnych uzwojeń każdego z tych przetworników mogą być oczywiście włączone razem w dowolnym sprzężeniu. Jeżeli sterowanie szybkości synchronicznej V_K odbywa się przez zmianę jednej tylko z obu częstotliwości f_{A1} , f_{B1} , czyli druga częstotliwość pozostaje stałą / patrz przykłady 1 i 2 / i w szczególności mogą być utrzymywane równymi częstotliwościami sieci f_N wówczas zamiast przynależnego przetwornika częstotliwości, zastosowanego w układzie według fig. 23 można zastosować nieruchomy transformator o analogicznym układzie połączeń. Ponadto przetworniki częstotliwości mogą być zastąpione także przez generatory.

Uzwojenia pierwotne o obcej częstotliwości, nieruchome względem siebie, nałożone na siebie i posiadające ten sam podział biegunowy, mogą być połączone w jedno wspólne uzwojenie, które wtedy winno być zasilane z dwiema lub kilkoma częstotliwościami. Proste zasilanie o kilku częstotliwościach otrzymuje się przez prawidłowy fazowo szeregowy układ połączeń odnośnych źródeł prądu, dostarczających poszczególne częstotliwości. Poszczególne częstotliwości mogą być także jednak wytwarzane w generatorze synchronicznym, który jest wzbudzony przynajmniej dodatkowo prądem zmiennym co najmniej jednej częstotliwości. Niekiedy jest rzeczą możliwą, podobnie jak w przykładzie układu połączeń według fig. 23, uniknąć zakłócającego oddziaływania na szeregowo połączone źródła prądu, powodowanego przez przepływające przez nie prądy obcej częstotliwości, bez konieczności stosowania dodatkowych środków odsprężeniowych, co pokazane jest tytułem przykładu na fig. 24. To samo daje układ połączeń podwójnego napędu według przykładu 3, utworzonego przez nałożenie dwóch pojedynczych napędów według wynalazku. Jak wynika z wyjaśnienia tego przykładu 3, każde z obu uzwojeń pierwotnych W_{A1} , W_{B1} tworzy powyżej wspomniane połączenie dwóch uzwojeń i jest zasilane z dwiema częstotliwościami i mianowicie przy założeniu że wartość stanu spoczynkowego f_0 pierwotnych częstotliwości jest równa wartości f_N danej częstotliwości sieci - uzwojenie W_{A1} jest zasilane z częstotliwością f_N i $(f_N + \Delta f)$, a uzwojenie W_{B1} - z częstotliwością $-f_N - (f_N + \Delta f)$. Zmienna częstotliwość jest dostarczana przez przetwornik częstotliwości 16, który np. jest wykonany na podobieństwo maszyny asynchronicznej, przy czym jednak, w celu zaoszczędzenia pierścieni ślizgowych pierwotne uzwojenie, włączone jako sprzężone, jest tutaj umieszczone w wirniku 23 / to pierwotne uzwojenie nie jest przedstawione na fig. 24, zaś na fig. 23 jest oznaczone liczbą 17 / i poprzez pierścienie ślizgowe 24 jest przyłączone do sieci, natomiast uzwojenia wtórne 18 i 19 są umieszczone w stojanie. Wirnik 23 jest napędzany z liczbą obrotów n_K w kierunku obiegu pola obrotowego liczonego dodatnim względem wirnika 23. W uzwojeniu wtórnym 16 jest indukowana zatem częstotliwość $f_N + \Delta f$, której odchylenie Δf od wartości stanu spoczynkowego f_N jest mniej więcej jednakowe co do wielkości i znaku liczbie ob-

rotów n_K . Ponieważ szybkość synchroniczna V_K , jak to podano w przykładach 1 i 2 zmienia się mniej więcej jednakowo jak Δf , przeto V_K , jest, odnośnie wielkości i kierunku proporcjonalna do każdorazowej liczby obrotów n_K przetwornika częstotliwości. Każde pasmo niesprzężonego wtórnego uzwojenia przetwornika 16 składa się znowu z połówek uzwojeniowych 18, 19, których punkty połączeń są przyłączone do sieci, prawidłowo co do fazy. Połówka uzwojeniowa 18 dostarczała zatem prądów J_{A1} o częstotliwości wtórnej $(f_N + \Delta f)$ zaś sieć - prądów J_{A1}' o częstotliwości f_N do pierwotnego uzwojenia W_{A1} . Uzwojenie pierwotne W_{B1} jest w stosunku do uzwojenia W_{A1} przyłączone z zamianą dwóch pasem, co daje przeciwny kierunek ruchu jego wędrującego pola i formalnie wyraża się ujemnym znakiem przynależnych częstotliwości. Uzwojenie W_{B1} otrzymuje od połówki uzwojeniowej 19 prądy J_{B1}' o częstotliwości $-(f_N + \Delta f)$, zaś sieć - prądy J_{B1} o częstotliwości $-f_N$. Ponieważ / patrz fig. 24 / w stosunku do uzwojeń W_{A1} i W_{B1} prądy J_{A1}' i J_{B1}' - przetwornika częstotliwości są przeciwne, przeto, jak to wynika z równań /17/ i /30/, okresy synchronizacyjne obu pojedynczych napędów posiadają położenie względne według fig. 10 i fig. 11, wskutek czego przez ich nałożenie otrzymuje się zamierzony przebieg siły według fig. 12. Za pomocą odpowiedniego ułożenia uzwojeń W_{A1} i W_{B1} , oraz przynależnych, połączonych według wynalazku uzwojeń wtórnych W_{A2} i W_{B2} na ruchomym przedmiocie, umożliwiające zostaje prądy J_{A1}' i J_{B1}' utrzymywać w stosunku do uzwojeń wtórnych 18, 19 przynajmniej w przybliżeniu jednakowej wielkości i fazy i podobnie prądy J_{A1} , J_{B1} mogą być utrzymywane w stosunku do sieci o mniej więcej tej samej wielkości i o mniej więcej tym samym położeniu fazowym. Wówczas jak to wynika z fig. 24 przez sieć nie płyną znaczniejsze prądy obcej częstotliwości, natomiast prądy sieciowe, przepływające przeciwnie do kierunku działania na przetwornik częstotliwości 16. Uzwojenia W_{A1} i W_{B1} mogą być albo nałożone na siebie, albo też połączone ze sobą w jedno uzwojenie W_1 . Uzwojenie to, analogicznie do przykładu przedstawionego na fig. 21, 22, 23 jest wówczas wykonane w rodzaju znanych uzwojeń o dających się przełączać biegunach w stosunku $T_B : T_A = 3 : 2$ i zasilanych czterokrotnie.

Wykonanie wtórnych uzwojeń na ruchomym przedmiocie odbywa się przy połączonych uzwojeniach wtórnych w ten sam sposób co i przy uzwojeniach nakładanych na siebie.

Dla tych obwodów prądu uzwojeń pierwotnych, których częstotliwość jest przewidziana zmienna, lecz nie w celu sterowania szybkości synchronicznej V_K , nadają się dowolne źródła prądu o odpowiedniej mocy i częstotliwości, a więc zarówno istniejąca sieć / np. według fig. 24 /, przyłączona niekiedy - poprzez transformatory, jak i własne generatory lub przetworniki. Ogólnie biorąc dla uzyskania pól wędrujących, potrzebnych do napędu według wynalazku korzystnie jest stosować wielofazowe źródła prądu, aczkolwiek niekiedy wystarczy także jednofazowe źródła prądu oraz rozdział / Phasenspaltung / w uzwojeniach samego napędu według wynalazku np. znanego rodzaju, stosowanego

w jednofazowych silnikach asynchronicznych. Do zasilania tych pierwotnych uzwojeń lub przyłączeń uzwojeń pierwotnych, których częstotliwość w celu sterowania synchronicznej szybkości V_K winna być zmienną, nadają się bądź przetworniki częstotliwości bądź też własne generatory. Jako przetworniki częstotliwości mogą być zastosowane zarówno maszyny asynchroniczne jak również maszyny do zmiany prądu. Użycie maszyn asynchronicznych jest korzystniejsze ze względu na ich prostotę oraz niezawodność pracy, przy czym maszyny te dają napięcie praktycznie proporcjonalne do częstotliwości, dzięki czemu, daje się osiągnąć daleko idącą niezależność częstotliwości od wielkości pól wędrujących, powodowanych przez przyłączone uzwojenia pierwotne. Te przetworniki jednakże nie pozwalają na zasilanie uzwojeń pierwotnych także z częstotliwością zerową, co niekiedy może być pożądaną. Nadają się do tego przemienniki prądu, które mogą być ponadto w znany sposób wykonane tak, ażeby oddawane przez nie napięcie pozostawało niezależne od częstotliwości, lub też aby np. przez bezstopniową zmienność za pomocą podwójnych zespołów szeregów były bezpośrednio zależne od częstotliwości w sposób pożądaną. Dalszą zaletą takich maszyn jest to, że za pomocą nich przetwarzanie częstotliwości elektrycznej mocy czynnej jest możliwe bez pobierania względnie oddawania mocy mechanicznej / jak to ma miejsce zasadniczo w przetwornikach asynchronicznych /, dzięki czemu uzyskuje się sterowanie bezmocne szybkości synchronicznej V_K . Przy zastosowaniu przetworników częstotliwości do sterowania szybkości synchronicznej V_K korzystnie jest zarówno te przetworniki, jak i pierwotne uzwojenia napędu nie posiadające zmiennej częstotliwości, zasilać ze wspólnego źródła prądu, np. z sieci lub z generatora, jak to przedstawione jest na fig. 23 - 28. Daje się wówczas zawsze uzyskać niezależność szybkości synchronicznej tylko od każdorazowej liczby lub liczb obrotów przetwornika częstotliwości / np. n_K na fig. 24 / oraz to, że szybkość ta jest zabezpieczona od niepożądanego oddziaływania na nią powstających niekiedy wahań częstotliwości sieci lub częstotliwości generatora $f_N = f_0$ / patrz równania /31/ do /35/ oraz przykłady 1 - 5 /. Jeżeli te przetworniki częstotliwości są zastąpione przez generatory synchroniczne o zmiennej liczbie obrotów, wówczas napęd tych generatorów może się odbywać poprzez przekładnię sumującą / przekładnię planetarną / / przekładnię obiegową /. W tym przypadku każdorazowa liczba obrotów generatora składa się z zasadniczej liczby obrotów i z nałożonej na nią dodatkowej zmiennej liczby obrotów, służącej do sterowania szybkości synchronicznej V_K . Jeżeli zasadnicze liczby obrotów generatorów są synchroniczne dla częstotliwości f_N sieci zasilającej napęd, względnie jeżeli nie istnieje zasilanie z sieci, wówczas za pomocą dowolnego wspólnego napędu, utrzymywanego w odpowiednim sztywnym stosunku, można uniknąć jakiegokolwiek wpływu wahań częstotliwości sieci lub też zmian szybkości wspólnego napędu, dającego zasadnicze liczby obrotów, na szybkość synchroniczną V_K .

Jeżeli pierwotne uzwojenia napędu według wynalazku lub przynajmniej jedno z nich jest wykonane jako ruchome, to częstotliwości, z jakimi te uzwojenia są zasilane, są sobie równe i są niezmiennie, jak to powyżej już wyja-

śniono. Jeżeli zasilanie odbywa się od wspólnego źródła prądu, to jest przy tym także i tutaj osiągalna niezależność obecnej szybkości synchronicznej V_K od wahań częstotliwości tego źródła prądu. Przy napędzie według wynalazku najprościej jest wyprowadzić te liczby obrotów, względnie szybkości / liczby obrotów przetwornika częstotliwości, powiększone o liczby obrotów generatora, szybkości pierwotnego uzwojenia /, dzięki zmienności szybkości, których ma być ona sterowana, zależnie od nich liniowo, szybkość synchroniczna odprowadzać, za pomocą bezpośredniego sprzęgła, względnie poprzez przekładnię o sztywnym stosunku, od tych części instalacji, których ruch daje synchroniczny układ odniesienia napędu. W okrągłych np. krosnach tkackich szybkość obiegowa tworzenia przesmyku musi pozostawać zsynchronizowaną z szybkością ruchomego przedmiotu - czółenka i jest nadawana za pomocą każdorazowej liczby obrotów głównego wału krosna. Z tej zależności wypływa wniosek, że przez wolne od poślizgu i posiadające sztywny stosunek przekładniowy odprowadzanie powyżej wspomnianych szybkości, określających szybkość synchroniczną V_K / np. liczby obrotów przetwornika częstotliwości, od głównego wału / uzyskuje się synchronizm czółenek we wszystkich stanach roboczych. Jeżeli sterowanie szybkości czółenka odbywa się przy pomocy ruchu uzwojenia pierwotnego np. uzwojenia W_{A1} wówczas dzięki dobraniu odpowiedniego dużego stosunku przekładni V_K/V_{WA} można szybkość obrotową V_{WA} tego uzwojenia ograniczyć do tak niewielkiej wartości, iż działanie masy części ruchomych / uzwojenie i jego część żelazna / - inaczej aniżeli w przypadku znanych napędów sprzęgłowych - pozostaje bez znaczenia.

Bezpośrednie pobieranie energii elektrycznej, potrzebnej do napędu według wynalazku, tj. dokonywane bez stosowania urządzeń dodatkowych z istniejącej sieci daje bardzo prostą konstrukcję instalacji, takie jednak bezpośrednie pobieranie tej energii posiada dwie niedogodności, a mianowicie z jednej strony pierwotne uzwojenie i przetwornik trzeba dopasowywać do każdorazowej wartości napięcia i częstotliwości sieci, co podraża instalację z drugiej zaś strony następuje wówczas przy unieruchomieniu powodowanym wyłączeniem sieci, niesynchroniczny szalik ruchu lub też hamowanie ruchomego przedmiotu, co w wielu przypadkach zwłaszcza przy okrągłych krosnach tkackich, jest niedopuszczalne. Tę ostatnią niedogodność można usunąć przez równoległe włączenie do instalacji urządzeń przyłączonych do sieci, które przy wyłączeniu sieci, działają samoczynnie jako zastępcze źródła prądu. Takim zastępczym źródłem prądu może być np. stale równoległe włączana maszyna synchroniczna, zaopatrzona w dostateczne masy rozmachowe, nieczynna przy normalnej pracy lub też pracująca jako wytwarzacz prądu ślepego w razie zaś wyłączania sieci maszyna ta winna pracować jako generator, zastępujący wyłączoną sieć i zasilający wówczas napęd według wynalazku przy pomocy swej nagromadzonej energii kinetycznej, dzięki czemu synchronizm ruchomego przedmiotu zostaje zachowany aż do unieruchomienia takiego przedmiotu. Zamiast takiej maszyny synchronicznej można także, jak to przedstawiono na fig. 24, zastosować kondensator. Kondensator 26 przy normalnej pracy służy do kompensacji mocy bezwzględnej/Blind-

leistungskompensation / napędu według wynalazku i dlatego jest nastrojony wraz z jego wejściową opornością indukcyjną na rezonans przy częstotliwości sieci. Jeżeli uszkodzona sieć zostaje wyłączona np. przy pomocy wyłącznika 25, wówczas kondensator 26 wraz ze wspomnianą opornością indukcyjną wejściową tworzy obwód drgań, drgający z częstotliwością zbliżoną do częstotliwości sieci, przy czym czynna moc synchronicznego napędu jest pobierana, aż do unieruchomienia tego napędu z energii zawartej w tym obwodzie drgań. Energię obwodu drgań wystarczającą do krótkiego czasu hamowania ruchomego przedmiotu uzyskuje się przez odpowiednią wielkość pojemności kondensatora 26 i wejściowej biernej wartości instalacji napędowej, zwiększonej niekiedy przy pomocy równolegle włączonych cewek dławikowych. Najkorzystniej jest jednak zrezygnować w ogóle z przyłączenia napędu według wynalazku bezpośrednio do sieci i napęd ten zasilać z własnego generatora, zaopatrzonego w wystarczające masy rozruchowe i napędzanego poprzez sprzęgło luźnikowe / sprzęgło o swobodnym biegu / przez dowolnego rodzaju silnik. Przy zakłóceniu napędu generatora zapewnione jest tutaj dalsze zasilanie synchronicznego napędu aż do unieruchomienia ruchomego przedmiotu przy pomocy energii kinetycznej mas rozruchowych. Ponadto wszystkie części instalacji, z wyjątkiem napędu generatora, są wtedy uniezależnione od istnienia względnie od rodzaju sieci, co przy masowym wykończeniu napędów do określonego celu / np. do okrągłych krosen tkackich / zapewnia jednakowe ich wykonanie.

Generator może być niekiedy zastąpiony przez przetwornicę /np. przez jednotwornikową przetwornicę zasilaną z sieci prądu stałego/, a sprzęgło o biegu wolnym może być zastąpione przez równej wartości urządzenie elektryczne, które w przypadku zakłócenia, zapobiega powrotnemu przejściu na pracę z sieci zasilającej przetwornicę / takim urządzeniem są np. ogniwa blokujące na stronie prądu stałego jednotwornikowej przetwornicy /. Zamiast jednego generatora, jak to już powyżej wspomniane, można także, przy częściowym lub całkowitym wyeliminowaniu przetwornika częstotliwości, zastosować dwa lub kilka generatorów, których dodatkowe liczby obrotów, służące do sterowania szybkości synchronicznej V_K mogą być przekazywane poprzez przekładnię obiegową natomiast, zasadnicze liczby obrotów są pobierane najlepiej od wspólnej masy rozruchowej, która przy pracy normalnej jest napędzana przez dowolnego rodzaju silnik poprzez sprzęgło o biegu wolnym.

Ponieważ normalnie tylko części wspólnej drogi, a tym samym każdorazowo tylko część pierwotnych elementów uzwojeniowych, jest pokryta przez wtórne uzwojenia przedmiotów ruchomych, czyli pozostała część tych elementów uzwojeniowych nie jest sprzężona, uzwojenia pierwotne wykazują duże rozproszenie. Powoduje to z jednej strony odpowiednie zapotrzebowanie mocy biernej / ślepej / tych uzwojeń, z drugiej zaś strony duży spadek napięcia rozproszenia daje odpowiednie niskie wartości maksymalne / wartości krytyczne / siły synchronizującej, jak również przeważnie niepożądaną niezależność obciążeniową użytecznego natężenia pola, a zatem i normalnych magnetycznych sił pociąg-

gowych, wywieranych na ruchome przedmioty. Fig. 25 przedstawia przykład układu połączeń do kompensowania indukcyjności rozproszenia uzwojeń pierwotnych łącznie z niepożądanymi działaniami takiego rozproszenia. Dla przejrzystości rysunku zarówno tutaj jak i na fig. 26 - 28, uwidocznione jest tylko jedno pasmo każdego uzwojenia. Każdemu pasmu pierwotnego uzwojenia W_{A1} , które jest zasilane przez sieć lub inne źródło prądu napięciem U_N i niezmienną się częstotliwością f_N , jest włączony kondensator 27, który jest tak wymierzony, że jego pojemnościowy spadek napięcia znosi spadek napięcia rozproszenia uzwojenia W_{A1} . Ponieważ częstotliwość sieci f_N , praktycznie biorąc jest stała, kompensacja ta zachowuje się we wszystkich stanach roboczych. Pierwotne uzwojenie W_{B1} jest zasilane od wtórnego uzwojenia 22 asynchronicznego przetwornika częstotliwości 20 ze zmienną częstotliwością f_{B1} . Jeżeli przed uzwojeniem W_{B1} również jest włączony kondensator to tylko dla określonej wartości częstotliwości f_{B1} otrzymuje się kompensację indukcyjności rozproszenia. W celu uniknięcia tej niedogodności, kompensację uskutecznia się w pierwotnym obwodzie przetwornika częstotliwości 20, posiadającym praktycznie stałą częstotliwość. Równolegle do pierwotnego uzwojenia 21 tego przetwornika jest włączony kondensator 28, będący w rezonansie z indukcyjnością tego uzwojenia przy częstotliwości f_N tj. tworzy obwód blokujący. Wskutek tego przy biegu jałowym przetwornika 20, przetwornik ten jak również kondensator 28 / przy pominięciu elektrycznie pokrytych strat biegu jałowego / nie otrzymuje w ogóle żadnego prądu sieci, natomiast przy obciążeniu pierwotny prąd sieci J_{BN} jest proporcjonalny, a w odniesieniu do przetwornika - przeciwfazowy do wtórnego prądu J_{B1} . Następujący wówczas w uzwojeniach 22 i W_{B1} spadek napięcia rozproszenia jest mniej więcej równy iloczynowi $J_{B1} \cdot f_{B1}$. Odpowiada to, będąc zredukowane na stronie pierwotnej, ponieważ chodzi tutaj o maszynę asynchroniczną spadkowi napięcia proporcjonalnemu do iloczynu $J_{BN} \cdot f_N$, który to spadek wobec tego, że $f_N = \text{const.}$ jest praktycznie kompensowany we wszystkich stronach roboczych przy pomocy kondensatora 29, przez który przepływa prąd sieci J_{BN} , wraz z pierwotnymi spadkami napięcia rozproszenia. W tym układzie połączeń siła elektromotoryczna, indukowana w uzwojeniu 22, wskutek działania kondensatora 29 jest w stosunku do jego wartości biegu jałowego, zwiększona o każdorazowy wtórny spadek napięcia rozproszenia, tj. uzwojenie W_{B1} zachowuje się odnośnie pobierania prądu i wielkości użytecznych pól wędrujących wywoływanych przez to uzwojenie tak, jak gdyby było ono i przetwornik częstotliwości 20 wolne od rozproszenia, zaś ten ostatni był przyłączony swą stroną pierwotną do sieci. Dzięki temu użyteczne pola wędrujące uzwojenia W_{B1} pozostają niezależne od częstotliwości i obciążenia. Jeżeli uzwojenie W_{A1} ma być zasilane nie z sieci, jak to przedstawiono na fig. 25, lecz również od przetwornika częstotliwości, to dla uzwojenia tego można zastosować taki sam układ połączeń jak i dla uzwojenia W_{B1} . Jest rzeczą oczywistą, że przy pomocy tego układu połączeń można także uzyskać częściową kompensację lub przekompensowanie / Überkompensation / spadków napięcia rozproszenia.

Fig. 26 przedstawia przykład układu połączeń do transformatorowego szeregowego układu połączeń pierwotnych uzwojeń W_{A1} i W_{B1} obcej częstotliwości. Asynchroniczny przetwornik częstotliwości 20, zasilający uzwojenie W_{B1} ze zmienną częstotliwością, podobnie jak i w układzie według fig. 25 jest kompensowany odnośnie jego prądu biegu jałowego przy pomocy kondensatora 28, umieszczonego równolegle do pierwotnego uzwojenia 21. Prąd J_N , pobierany z sieci i posiadający częstotliwość sieci f_N jest zatem znowu proporcjonalny i przeciwny do prądu J_{B1} . Ponieważ pierwotne uzwojenie W_{A1} jest włączone w szereg z pierwotną stroną przetwornika częstotliwości, prąd J_{A1} jest identyczny z prądem sieci J_N , a więc związany również z prądem J_{B1} . Kondensator 30 łączy funkcje kondensatorów 27 i 29 układu według fig. 25 tj. kompensuje on spadki napięcia rozproszenia obu pierwotnych uzwojeń W_{A1} i W_{B1} i przetwornika częstotliwości 20 w pożądanej mierze we wszystkich stanach roboczych.

Fig. 27 wyjaśnia układ połączeń do transformatorowego szeregowego układu połączeń obu pierwotnych uzwojeń W_{A1} i W_{B1} w zastosowaniu do tego przypadku w którym obydwa uzwojenia winny być zasilane ze zmiennymi częstotliwościami. Uzwojenie W_{B1} jest tutaj znowu zasilane przez wtórne uzwojenie 22 asynchronicznego przetwornika częstotliwości 20, którego pierwotne uzwojenie 21 jest kompensowane odnośnie bezwartowego prądu biegu jałowego / Leerlauf - Blindstrom / za pomocą równolegle włączonego kondensatora 28. Asynchroniczny przetwornik częstotliwości 31 zasilający uzwojenie W_{A1} za pomocą wtórnego uzwojenia 33 jest zaopatrzony równolegle do pierwotnego jego uzwojenia 32, w kondensator rezonansowy 34, działający analogicznie jak kondensator 28. Obydwa pierwotne obwody prądu 21, 28 i 32, 34 przetwornika są połączone z siecią w szereg poprzez kondensator 35, czyli przewodzą stały prąd sieci J_N . Ponieważ ten prąd sieciowy zgodnie z powyższymi wywodami, jest związany odnośnie wielkości i położenia fazowego zarówno z prądem J_{A1} uzwojeń, jak i niezależnie od tego - z prądem J_{B1} uzwojeń, obydwa te prądy uzwojeniowe muszą być względem siebie mniej więcej jednakowe we wszystkich stanach roboczych i pozostawać w tej samej fazie w odniesieniu do pierwotnej strony przetwornika, aczkolwiek prądy te posiadają w ogóle niejednakowe i niezależne od siebie częstotliwości zmienne / wskutek liczby obrotów przynależnego przetwornika /. Kondensator 35 kompensuje, niezależnie od każdorazowych częstotliwości wtórnych, spadki napięcia rozproszenia wszystkich uzwojeń. Okoliczność, że wzajemna zależność prądów J_{A1} , J_{B1} odpowiada faktycznie szeregowemu układowi połączeń, może ona być wyjaśniona przy pomocy następującego przypadku krańcowego. Jeżeli np. uzwojenie W_{A1} zostaje odłączone, czyli prąd J_{A1} zanika, to pierwotne uzwojenie 32 tworzy wraz z kondensatorem 34 obwód blokujący, który blokuje prąd J_N i pobiera całkowite napięcie sieci U_N . Wskutek tego przetwornik 20 pozostaje bez napięcia dzięki czemu prąd J_{B1} również zanika, jak gdyby jego własny obwód/uzwojenie W_{B1} / był otwarty.

Z wyjaśnionych na fig. 26 i 27 przykładów transformatorowego szeregowego układu połączeń dwóch, ewentualnie także kilku pierwotnych uzwojeń o

obecnej częstotliwości napędu według wynalazku wynika z jednej strony możliwość oszczędności na kondensatorach, służących do kompensacji spadków napięcia rozproszenia, z drugiej zaś strony można osiągnąć także to, że wzajemne indukcyjne oddziaływanie tych uzwojeń, przy ich nałożeniu na siebie lub połączeniu, pozostaje praktycznie nieczynne bez konieczności stosowania szczególnych środków odsprężeniowych w stosunku do pierwotnej strony przetwornika i w stosunku do sieci. Wreszcie za pomocą wymuszonej proporcjonalności prądów J_{A1} , J_{B1} , pierwotnych uzwojeń osiąga się także wspólną zależność tych prądów od częstotliwości f_{A1} , f_{B1} pierwotnych uzwojeń. Przykład taki pokazany jest na fig. 28. Obydwa przetworniki częstotliwości 20 i 31 są włączone w ten sam sposób, jak w układzie według fig. 27, odpada tutaj jednak kondensator 35 zaś obydwu uzwojenia W_{A1} , W_{B1} są zaopatrzone w dodatkowe wstępne oporniki o zależnej częstotliwości, którymi np. są dla uzwojenia W_{A1} - kondensator 38, zaś dla uzwojenia W_{B1} - kondensator 36 oraz równolegle do niego włączony dławik 37. Za pomocą odpowiednich wielkości i zależności częstotliwości tych wstępnych oporników nie trudne jest osiągnąć, że obydwie prądy uzwojeniowe J_{A1} i J_{B1} i tym samym także wywoływane przez nie pola wędrujące zwiększają się samoczynnie wraz z różnicą $f_{A1} - f_{B1}$ a więc także wraz z szybkością V_K ruchomego przedmiotu. Wraz z tą szybkością wzrasta wówczas z jednej strony wartość krytyczna siły synchronizującej, z drugiej zaś strony także i pionowe do drogi, magnetyczne siły pociągowe wywierane na ten ruchomy przedmiot przez pola wędrujące. Przy krzywej drodze można to korzystnie wykorzystać np. do zmniejszenia działania siły odśrodkowej ruchomego przedmiotu, które to działanie zwiększa się również wraz z szybkością.

Magnetyczne siły pociągowe, pionowe do drogi, działające na żelazne części ruchomego przedmiotu, mogą być wykorzystane do odciążenia drogi przedmiotu od innych pionowych do drogi sił, jak np. ciężaru a zwłaszcza siły odśrodkowej tego przedmiotu. Ostatnio wymienione odciążenie jest bardzo ważne szczególnie w okrągłych krosnach tkačkih / fig. 1, 2 / ażeby uniknąć ocierania się nitek osnowy 3, stożających osółenka 1 lub przesuwania z ich prawidłowego położenia. Jest rzeczą zrozumiałą, że siły pociągowe nie powinny być o wiele większe od przeciwdziałających sił odśrodkowych, inaczej bowiem występuje jednakowe szkodliwe działanie na wewnętrzną stronę drogi osółenka. Dlatego też wypadkową magnetycznych sił pociągowych należy ograniczyć do odpowiedniej wartości co do jej wielkości i kierunku, aczkolwiek jeszcze korzystniej jest tę wypadkową dopasować samoczynnie do każdorazowej siły odśrodkowej przy wszystkich szybkościach. Przy nie nałożonych na siebie lub nie połączonych uzwojeniach pierwotnych tj. gdy odnośnie pola wędrującego powstają niezależnie od siebie w różnych miejscach przynależnych do nich żelaznych części ruchomego przedmiotu, wypadkowej magnetycznych sił pociągowych można nadać każdą dowolną wielkość i kierunek. Jeżeli np. w przedstawionym na fig. 1 układzie części żelaznych 6 i 7, zaopatrzonych w pierwotne uzwojenia W_{A1} i W_{B1} przy którym to układzie użyteczne pola wędrujące ϕ_A , ϕ_B powstają na prze-

ciwległych stronach w ruchomym przedmiocie 1 i tem nawracają do żelaznych części 8 i 9 / fig. 3/, częściowe siły pociągowe, powodowane przez obydwa pola, są sobie przeciwne, wskutek czego całkowita siła przez odpowiednie rozłożenie zupełnie zanika lub też może być ograniczona do wartości różnicowej skierowanej promieniowo do wewnątrz lub na zewnątrz. Jeżeli natomiast pola wędrujące powstają na tej samej stronie, względnie przy nałożeniu - w tym samym miejscu ruchomego przedmiotu, wówczas oczywiście podtrzymują się one wzajemnie odnośnie magnetycznego działania sił pociągowych. Jak przedstawiono na fig. 29, siła pociągowa może być przez wędrujące pola np. przez pole, wywołane przez pierwotne uzwojenie W_{A1} umieszczone w żłobkach żelaznej części 6, zmniejszona w ten sposób, że część żelazna 8, zaopatrzona we wtórne uzwojenie W_{A2} , a umieszczona na ruchomym przedmiocie, wskutek nasycenia tylko częściowo zamyka pole / kreskowana linia siły / druga zaś część pola / pełna linia siły / zamyka się poprzez żelazne i najlepiej nieruchome jarzmo 39, oddzielone szczeliną powietrzną od części żelaznej 8 i przynależne do części pierwotnej. Między jarzmem zwrotnym 39 a częścią żelazną 8 powstaje zatem siła pociągowa przeciwdziałająca sile pociągowej powstającej między częściami żelaznymi 6 i 8. Nasycenie na tylnej stronie części żelaznej 8 może być uzupełnione lub zastąpione przez umieszczenie w tej tylnej stronie ulegających namagnesowaniu warstw pośrednich / szczelin powietrznych /. Dalsze rozwinięcie tych ostatnio wymienionych środków prowadzi do konstrukcji przedstawionej na fig. 30. Część żelazna 8 pokazana na fig. 29 jest tutaj zastąpiona przez pojedyncze zęby 40 najkorzystniej utworzone z blach i nie spojęne ze sobą ferromagnetycznie. Pola wędrujące np. nałożone na siebie, / uzwojenie pierwotne W_{A1} , W_{B1} są umieszczone wspólnie w rowkach części żelaznej 6 / występują zatem na pewnej niewielkiej części, przechodzącej poprzecznie przez pośrednie przestrzenie zębów, poza ruchomy przedmiot i powracają do jarzma 39. Przez uwidocznione na fig. 30 ukształtowanie zębów w części żelaznej 6 i zębów 40, z których te ostatnie są szersze na stronie zwróconej do części żelaznej 6 i są zwężone na stronie przeciwnej, można osiągnąć to, że magnetyczna gęstość linii sił w szczelinie powietrznej między zębami 40 a jarzmem 39, jak to schematycznie uwidoczniono na rysunku, jest przeważnie znacznie większa aniżeli w szczelinie powietrznej między tymi zębami 40 a częścią żelazną 6. Ponieważ siła pociągowa wywierana przez dany strumień magnetyczny jest mniej więcej równa kwadratowi gęstości linii sił, z jaką ta siła wchodzi względnie wychodzi, można przy pomocy układu według fig. 30 uzyskać nie tylko ustanie, lecz nawet i odwrócenie całkowitej siły pociągowej, która przebiega wówczas w kierunku jarzma 39. Fig. 31 i 32 przedstawiają inne ukształtowanie części żelaznej przy pomocy którego ostatnio wymienione działanie może być uzyskane w jeszcze większym stopniu. Jak wynika z fig. 31 przewidziane jest tutaj także jarzmo 39 wykonane najkorzystniej z blachy i służące do nawrotu pól wędrujących, które tutaj np. są wywołane przez wspólne uzwojenie W_1 , umieszczone na żelaznej części 6 / połączenie dwóch pierwotnych uzwojeń mniej więcej tak, jak na fig. 23/. Ponieważ zęby 40 stanowiące przewody magnetyczne

dla przejścia pól wędrujących są jednakże tutaj w przeciwieństwie do fig. 30, zaopatrzone w blachy przebiegające równoległe do ich przestrzeni pośrednich, zawierających uzwojenie pierwotne, dzięki temu może być osiągnięte zmniejszenie ich przekroju poprzecznego w kierunku od żelaznej części 6 ku jarzmu 39 przez odpowiednie zmniejszenie ich rozścielenia się w kierunku pionowym do drogi / fig. 32 /. Wskutek tego z jednej strony daje się uzyskać większy stosunek gęstości linii sił obu szczelin powietrznych, aniżeli przy wykonaniu według fig. 30, z drugiej zaś strony utrudnia ten rodzaj ublaławiania / układu blach / zębów 40 utrudnia także zamykanie się części pól wędrujących wewnątrz ruchomego przedmiotu / od zęba do zęba /, przeciwdziałające opisanemu oddziaływaniu na siłę pociągową. Drogi ruchomego przedmiotu w przedstawionych tutaj konstrukcjach najkorzystniej jest wykonać w postaci krótkozwartych klatek / np. według fig. 16 /, w których końce ich prętów 11 / fig. 30, 31 / przypadają w osłowych połączeniach 12 / fig. 32 /, zaś te pręty 11 leżą pomiędzy zębami 40. Jeżeli klatki te są wykonane z żeliwa i mianowicie odlane dokoła zębów 40, pozwala to na uproszczenie budowy napędowych części przedmiotów i czynią konstrukcję bardziej zwartą. Całkowite uniknięcie magnetycznych sił pociągowych jest możliwe do uzyskania przy swobodnym utrzymywaniu ruchomych przedmiotów przez części żelazne przewodzące pola, czyli np. przy usunięciu zębów 40 / fig. 30 i 31 /. Powoduje to jednak wskutek znacznego magnetycznego oporu pośredniej przestrzeni między żelazną częścią 6 i jarzmem 39, uwarunkowanej wielkości miejsca potrzebnego na wtórne drogi prądu, bardzo duże pobieranie biernej mocy / Blindleistungsaufnahme / uzwojeń pierwotnych, co ogranicza możliwość zastosowania tego środka. W tych szczególnych przypadkach w których zapotrzebowanie mocy biernej gra podrzędną tylko rolę można usunąć ponadto także i jarzmo 39, a niekiedy także i same żelazne części uzwojeń pierwotnych, czyli napędzanie skutecznie wówczas za pomocą pól wędrujących, zamykających się w przestrzeni powietrznej dokoła pierwotnych uzwojeń i przy tym sprzężonych z wtórnymi drogami prądu, co powoduje, najwyżej nieznaczne elektrodynamiczne odpychanie między pierwotnymi uzwojeniami i ruchomym przedmiotem.

Jak to pokazano tytułem przykładu na fig. 33 / okrągłe krosno tkackie / przy pomocy magnetycznych sił pociągowych można osiągnąć pionowe do drogi / tutaj równoległe do osi / siły F_N , które przebiegają prostopadle do głównego kierunku tych sił pociągowych uwarunkowanego rozmieszczeniem części żelaznych i uzwojeń / tutaj kierunek ten jest promieniowy /. Może to być powodowane przez stożkowe ukształtowanie żelaznej części jarzma 39, względnie w uzupełnieniu lub w zastępstwie tego środka - przez osiowe przedstawienie żelaznych części ruchomego przedmiotu / osłenka 1 /, przejmujących pola, względem środkowej płaszczyzny przynależnej cylindrycznej żelaznej części 6. Dzięki temu daje się np. osiągnąć odciążenie drogi od ciężaru przedmiotu 1, które wówczas w przeciwieństwie do działania ukosu wtórnych dróg prądu według fig. 18, mogą być utrzymywane niezależnymi od każdorazowej wielkości i kie-

runku sił stycznych do drogi. Jeżeli pierwotne uzwojenia są zasilane przez proporcjonalne do częstotliwości napięcia, co otrzymuje się np. przy asyn - chronicznych przetwornikach częstotliwości o stałym napięciu pierwotnym i częstotliwości, a ponadto spadki napięcia rozproszenia w obwodzie prądu tych uzwojeń są kompensowane niezależnie od częstotliwości / np. według fig. 25/ , to wędrujące pola i tym samym także magnetyczne siły pociągowe pozostają niezależne od jakiejkolwiek szybkości i obciążenia napędu.

Jeżeli potrzebna jest niezależność szybkości magnetycznych sił pociągowych, np. dopasowanie do każdorazowych sił odśrodkowych ruchomego przedmiotu, wówczas można to osiągnąć albo za pomocą znanych środków do zmiany napięcia w pierwotnym obwodzie prądu / np. za pomocą obrotowych lub skokowych transformatorów, szybkiego regulowania w obwodzie wzbudzających generatorów synchronicznych, zmiennikowych przetworników częstotliwości, zwłaszcza z podwójnymi zespołami szczotek, zmiennych oporników /, które to środki steruje się w zależności od każdorazowej szybkości albo też bezpośrednio za pomocą odpowiednich układów połączeń uzwojeń pierwotnych z opornikami zależnymi od częstotliwości / np. według fig. 28 /. Ponieważ jest jednakże znacznie korzystniej wędrujące pola urządzenia napędowego, ze względu na prostotę i niezawodność pracy / np. odnośnie krytycznej wartości sił stycznych do drogi/uczynić niezmiennymi się lub tylko nieznacznie zmieniającymi się, można magnetyczne siły pociągowe, służące do odciążania drogi, względnie ich dopasowanie do każdorazowych sił odśrodkowych, wywoływać całkowicie lub częściowo także za pomocą dodatkowych pól, służących nie do napędu, a działających najkorzystniej na szczególne żelazne części ruchomego przedmiotu.

Zachodzącym niekiedy pulsacjom magnetycznych sił pociągowych mogących wykonywać zakłócające drgania ruchomego przedmiotu, jak również silne mechaniczne zużywanie i hałasy, można zależnie od przyczyny powstawania albo zapobiec albo też całkowicie usunąć przy pomocy podanych poniżej środków. Znane w maszynach elektrycznych tzw. pulsacje żłobkowe mogą być unieszkodliwione w znany sposób przez odpowiednie dostosowanie wartości stosunku pierwotnej i wtórnej podziałki żłobkowej, jak również przez ukośny przebieg żłobków. Środek ostatni działa przeciwko stycznej sile górnych fal.

Pole wędrujące, które bez nakładania się na inne, powstaje we wtórnej części żelaznej, która podobnie jak odnośne uzwojenie wtórne, rozpościera się w kierunku stycznym na podwójnym podziale biegunowym lub na jego całkowitej wielokrotności, powoduje mianowicie magnetyczną siłę pociągową, pozostającą odnośnie jej wartości, czasowo stałą, punkt przyłożenia której to siły oscyluje jednak w kierunku stycznym do drogi. Przez umieszczenie dwóch lub kilku niezależnie od siebie nawiniętych wtórnych części żelaznych, posiadających w stosunku do odnośnego pola wędrującego odpowiednie miejscowe przesunięcie fazowe, można osiągnąć ustanie tych drgań w punkcie przyłożenia siły w odniesieniu do wypadkowej poszczególnych sił pociągowych.

Nałożone na siebie pola wędrujące o różnym podziale biegunowym i/lub

o różnej co do wielkości i kierunku częstotliwości poślizgowej / różność częstotliwości poślizgowej według przykładu 3 w układzie połączeń według fig.24/ powoduje drganie interferencyjne odpowiednio do wielkości wywieranych przez te pola wspólnych sił pociągowych. Drgania te mogą być zmniejszone przez względną skośność pierwotnych i wtórnych dróg prądu / skośność żłobków/, jak również przez umieszczenie dodatkowych wtórnych części żelaznych nieuszwojonych lub inaczej uszwojonych / utrzymuje się fazowe przesunięcie składowych drgań interferencyjnych/. Całkowite ustanie takich drgań daje się uzyskać przez napęd wielokrotny, tj. umieszczenie kilku samodzielnie uszwojonych wtórnych części żelaznych, które odnośnie sprzężonych z nimi a nałożonych na siebie pól wędrujących, posiadają odpowiednie przesunięcie fazowe drgań interferencyjnych. To fazowe przesunięcie może być uzyskane przy pomocy niejednakowych podziałów biegunowych lub też przez miejscowe / np. ścięcie elementów uszwojenia analogicznie do fig. 20 / względnie czasowe, przesunięcie fazowe względne / osobne zasilanie pierwotnych uszwojeń / podlegających nakładaniu wędrujących pól poszczególnych napędów częściowych. Przy pomocy takich ukształtowań względnie rozmieszczeń części żelaznych, które umożliwiają zniknięcie wypadkowej magnetycznej siły pociągowej / np. według fig. 1,30,31,32 / można oczywiście tłumić także i pulsacje siły pociągowej.

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

1. Elektryczny napęd do jednego co najmniej przedmiotu, poruszającego się po z góry wyznaczonej drodze, w szczególności do członów okrągłego kresna tkackiego, poruszających się synchronicznie do obiegowego wytwarzania osnowy, znamieny tym, że jest zaopatrzony w część pierwotną, wywołującą ogólne pole, zawierające co najmniej dwa elementarne pola wędrujące, na każdym zaś przedmiocie, poruszającym się względem składowej części tej pierwotnej części są umieszczone drogi prądu, na które te pola wędrujące oddziałują wspólnie, przynajmniej częściowe, przy czym bezwzględnym częstotliwościom pól wędrujących są nadane takie wartości, odpowiadające zachowywanej szybkości poruszającego się przedmiotu, które częstotliwościom prądu indukowanych w tych drogach prądu, nadają, przynajmniej grupowo, jednakowe wartości bezwzględne.
2. Napęd według zastrz. 1, znamieny tym, że daje się osiągnąć częstotliwość bezwzględną przynajmniej jednego z elementarnych pól wędrujących.
3. Napęd według zastrz. 1 lub 2, znamieny tym, że część pierwotna składa się przynajmniej z dwóch oddzielnych części składowych wytwarzających ogólne pole, z których przynajmniej jedna jest ruchoma.
4. Napęd według zastrz. 2, znamieny tym, że zmiana bezwzględnych częstotliwości pól wędrujących odbywa się przez zmianę przynajmniej jednej z tych

- częstotliwości, z jaką są zasilane pierwotne elementy uzwojeniowe.
5. Napęd według jednego z zastrz. 2 - 4, znamieny tym, że bezwzględne częstotliwości pól wędrujących osiąga się przez zmianę szybkości przynajmniej jednej z ruchomych części składowych części pierwotnej.
 6. Napęd według zastrz. 5, znamieny tym, że przynajmniej pewna liczba pierwotnych elementów uzwojeniowych jest zasilana prądem o tej samej częstotliwości, ewentualnie prądem stałym, potrzebne zaś do napędu różnice absolutnej częstotliwości przynależnych pól wędrujących są wywoływane za pomocą ruchu tych elementów uzwojeniowych.
 7. Napęd według jednego z zastrz. 2 - 6, znamieny tym, że zmiany bezwzględnych częstotliwości pól wędrujących, potrzebne do zmiany szybkości ruchomego przedmiotu, uskutecznia się w układzie / Zuordnung / utrzymującym niezmienną wartość częstotliwości prądów indukowanych we wspólnych drogach prądu tego przedmiotu.
 8. Napęd według jednego z zastrz. 2 - 7, znamieny tym, że bezwzględna częstotliwość przynajmniej jednego z elementarnych pól wędrujących działających na ruchomy przedmiot, daje się zmieniać w stopniu umożliwiającym osiągnięcie każdej wartości potrzebnej do pracy, łącznie z wartością zerową szybkości przedmiotu.
 9. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 8, znamieny tym, że pola wędrujące są zestawione w niezależne od siebie pod względem swego działania grupy, z których każda stanowi oddzielny napęd, zaś te poszczególne napędy są połączone w napęd wielokrotny.
 10. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 9, znamieny tym, że spośród elementarnych pól wędrujących, działających na ruchomy przedmiot, przynajmniej jedno porusza się w kierunku przeciwnym w stosunku do innych.
 11. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 10, znamieny tym, że wszystkie pola wędrujące każdego poszczególnego napędu poruszają się względem ruchomego przedmiotu, jednokierunkowo, niekiedy zaś także przeciwnie w stosunku do tego kierunku ruchu.
 12. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 10, znamieny tym, że spośród elementarnych pól wędrujących każdego poszczególnego napędu przynajmniej jedno porusza się przeciwkierunkowo względem innych.
 13. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 12, znamieny tym, że za pomocą dodatkowych, niesynchronizujących sił mechanicznych lub elektromagnetycznych zakres ogólnej siły działającej synchronizująco zostaje przeniesiony w każdorazowo żądanej mierze do zakresu o działaniu napędzającym lub hamującym / np. fig. 10 i 11 /.
 14. Napęd według zastrz. 13, znamieny tym, że do wytworzenia siły dodatkowej wykorzystane jest co najmniej jedno elementarne pole wędrujące napędu, przy czym najkorzystniej równoległe do dróg prądu, sprzężonych z tym wędrującym polem, jest włączony opór, przeważnie omowy.
 15. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 14, znamieny tym, że częstotliwości

- elementarnych pól wędrujących posiadają jednakowe wartości bezwzględne, ruchomy zaś przedmiot porusza się przy tym z przynależną szybkością różną od zera.
16. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 15, znamieny tym, że drogi prądu na ruchomym przedmiocie są utworzone w postaci wspólnego uzwojenia, np. w postaci klatki lub zwłaszcza przy nałożonych na siebie elementarnych polach wędrujących, ewentualnie jako drogi prądu geometrycznie niespolone.
 17. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 16, znamieny tym, że rozpościeranie się dróg prądu na ruchomym przedmiocie w kierunku ruchu jest równe parzystej wielokrotności biegunowego podziału pola wędrującego, sprzężonego z odnośnym miejscem.
 18. Napęd według zastrz. 16, znamieny tym, że przy nałożonych na siebie elementarnych polach wędrujących rozpościeranie się wspólnych dróg prądu na ruchomym przedmiocie w kierunku ruchu jest równe średniej wartości podwójnego podziału biegunowego oddziaływujących elementarnych pól wędrujących.
 19. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 18, znamieny tym, że przez zastosowanie tzw. transformatorów odsprężeniowych, posiadających przeciwkierunkowe sprzężenie magnetyczne, czyni się całkowicie lub częściowo nieczynną wzajemną indukcję pierwotnych uzwojeń / fig. 19 /.
 20. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 19, utworzony z przynajmniej dwóch napędów pojedynczych, znamieny tym, że każdy z tych pojedynczych napędów jest zaopatrzony w nałożone na siebie uzwojenia pierwotne, posiadające różne w stosunku do siebie położenie, przy czym uzwojenia pojedynczych systemów napędowych, prowadzące jednakowe częstotliwości są włączane szeregowo.
 21. Napęd według zastrz. 20, znamieny tym, że włączone w szereg uzwojenia pierwotne są utworzone, przynajmniej częściowo z jednakowych elementów uzwojeniowych, rozpościerających się co najmniej na dwóch systemach napędowych, przy czym przez ścięcie / Scherung / przynajmniej pewnej liczby tych elementów uzwojeniowych ich wzajemne położenia w każdym z przynależnych systemów są różne / fig. 20 /.
 22. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 21, znamieny tym, że uzwojenia pierwotne, wywołujące różne elementarne pola wędrujące, są połączone przynajmniej częściowo.
 23. Napęd według zastrz. 22, znamieny tym, że wspólne drogi prądu ruchomego przedmiotu są utworzone jako działające jednofazowo.
 24. Napęd według zastrz. 22 lub 23, znamieny tym, że połączone uzwojenia pierwotne są przyłączone do generatora synchronicznego, który jest wzбудzany przynajmniej dodatkowo prądem zmiennym, co najmniej o jednej częstotliwości.
 25. Napęd według zastrz. 22, znamieny tym, że elementarne pola wędrujące o różnym podziale biegunowym są wywoływane przez wspólne wielokrotnie zasilane elementy uzwojeniowe, umieszczone i włączone tak, jak uzwojenia o dających się przełączać biegunach najkorzystniej w otwartym pasmowym układzie połączeń / fig. 23 /.

26. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 25, znamienno tym, że w celu zmienności nadawanych częstotliwości, pierwotne uzwojenia są zasilane przez przetworniki częstotliwości ze zmienną liczbą obrotów, określającą częstotliwość, przy czym te przetworniki częstotliwości są przyłączone w korzystny sposób do tego samego źródła prądu, wraz z istniejącymi niekiedy uzwojeniami pierwotnymi, prowadzącymi stałą częstotliwość / np. fig. 25 /.
27. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 26, znamienno tym, że w celu osiągnięcia zmienności częstotliwości uzwojenia pierwotne są zasilane przez własne generatory, przy czym ich napęd odbywa się w korzystny sposób poprzez przekładnię sumującą o wspólnej podstawowej liczbie obrotów niekiedy synchronicznej z siecią.
28. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 27, znamienno tym, że określająca częstotliwość liczba obrotów urządzeń służących do zmiany bezwzględnych częstotliwości pól wędrujących, jest nadawana takim częściom instalacji/głównemu wałowi okrągłego kresna tkackiego / od których odprowadzane są także te zabiegi robocze do których musi być synchronicznym bieg ruchomego przedmiotu.
29. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 28, znamienno tym, że posiada urządzenie pomocnicze, które przy wyłączeniu z działania źródła energii, przewidzianego do normalnej pracy, przejmuje samodzielnie, z własnego zapasu energii, dalsze zasilanie napędu aż do przepisanego tj. synchronicznego ustania biegu ruchomego przedmiotu.
30. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 29, znamienno tym, że w każdym pasmie pierwotnego uzwojenia włączony jest przynajmniej jeden przetwornik częstotliwości a równolegle do niego włączone są kondensatory, ażeby spadek napięcia rozproszania w zasilanym przez ten przetwornik pierwotnym uzwojeniu napędu był kompensowany, przynajmniej częściowo, niezależnie od częstotliwości zasilania / np. fig. 25 /.
31. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 30, znamienno tym, że służące do jego zasilania przetworniki częstotliwości są na stronie pierwotnej połączone w szereg ze sobą, a niekiedy także i z pierwotnymi uzwojeniami napędowymi, niezasilanymi poprzez takie przetworniki, przy czym najkorzystniej równolegle do pierwotnej strony poszczególnych przetworników włączone są kondensatory, ażeby kompensować ich prąd biegu jałowego / np. fig. 26, 27 /.
32. Napęd według zastrz. 31, znamienno tym, że jest zaopatrzony w zależny od częstotliwości opór w co najmniej jednym z transformatorów w szereg włączonych pierwotnych uzwojeń napędowych, przy pomocy którego prądy we wszystkich tych uzwojeniach, przy zachowaniu jego stosunku, warunkowanego transformatorowym szeregowym układem połączeń, stają się zależne od częstotliwości tego uzwojenia, w którego obwodzie leży opornik zależny od częstotliwości / fig. 28 /.
33. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 32, znamienno tym, że siły działające na ruchomy przedmiot, przebiegające pionowo do drogi i powodowane przez

magnetyczne pola, są wykorzystane do co najmniej częściowej kompensacji niepożądanych sił masowych.

34. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 33, znamieny tym, że jego części oddziaływujące na ukształtowanie i rozdział ogólnego pola są ukształtowane i miejscowo rozmieszczone w sposób, pozwalający na osiągnięcie co najmniej częściowego usunięcia sił, normalnych do drogi, działających na ruchomy przedmiot, a wychodzących z pól wędrujących.
35. Napęd według zastrz. 34, znamieny tym, że części składowe części pierwotnej są umieszczone po obu stronach drogi ruchomego przedmiotu, która posiada kształt, pozwalający na przejście przynajmniej pewnej części ogólnego pola, gęstość zaś linii sił w obu szczelinach powietrznych między ruchomym przedmiotem a obustronnie umieszczoną częścią pierwotną jest różna, co osiąga się przez wymiarowanie przynależnych przekrojów poprzecznych przejścia.
36. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 32, znamieny tym, że część pierwotna i ruchome przedmioty, lub też jeden z nich, jest pozbawiony części fero - magnetycznych, zwłaszcza części żelaznych.
37. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 36, znamieny tym, że drogi prądu na ruchomym przedmiocie, w celu wytworzenia normalnych do drogi sił, są skośne względem normalnej drogi.
38. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 37, znamieny tym, że drogi prądu na ruchomym przedmiocie przebiegają skośnie względem przewodów, względnie żłobków uzwojeń pierwotnych, w stopniu zapewniającym dostateczne zmniejszenie lub dławienie pulsacji.
39. Napęd według jednego z zastrz. 1 - 38, znamieny tym, że posiada przynajmniej dwie oddzielne wtórne części żelazne oraz przynależne drogi prądu na ruchomym przedmiocie rozmieszczone w położeniu względnym wskutek czego styczność do drogi drgania punktów przyłożenia, magnetycznych częściowych sił pociągowych, normalnych do drogi, pozostają bez wpływu na położenie wypadkowej tych sił pociągowych.

Österreichische Textilmaschinenfabrik

G. Josephy's Erben

Zastępca : Kolegium Rzeczników Patentowych

Fig.1

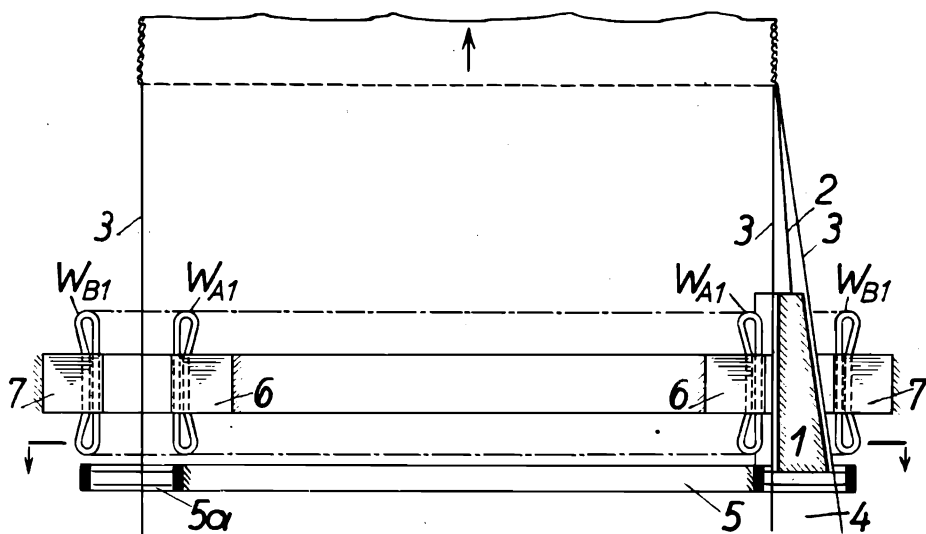
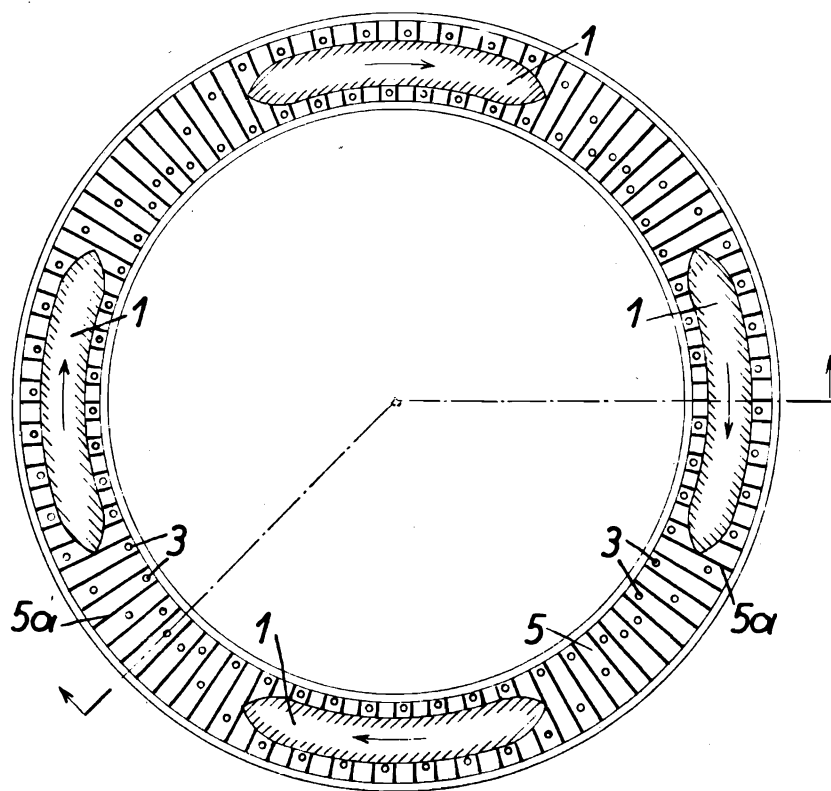


Fig.2



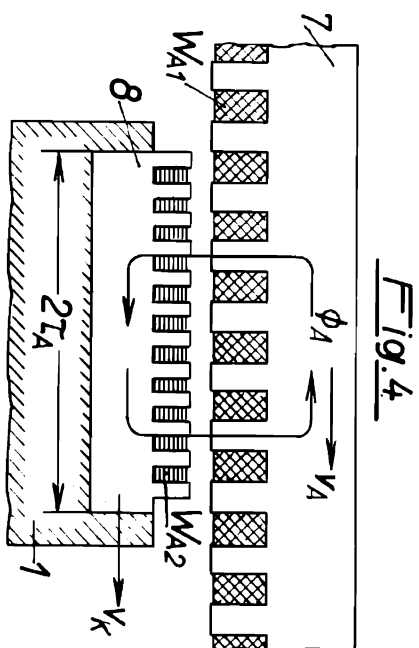
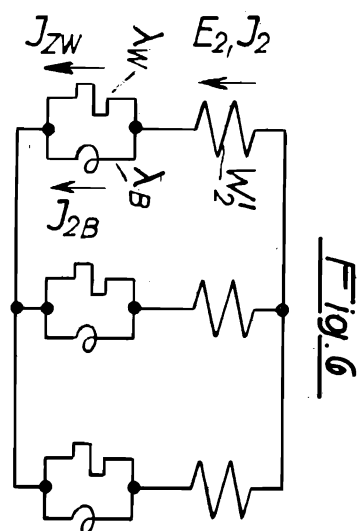
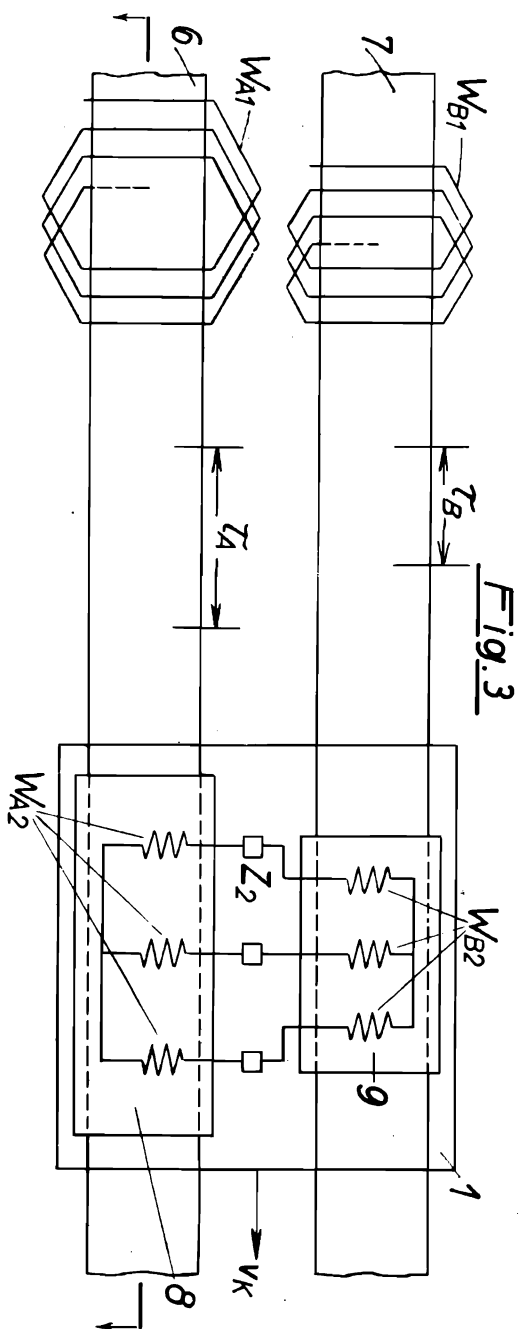


Fig.5

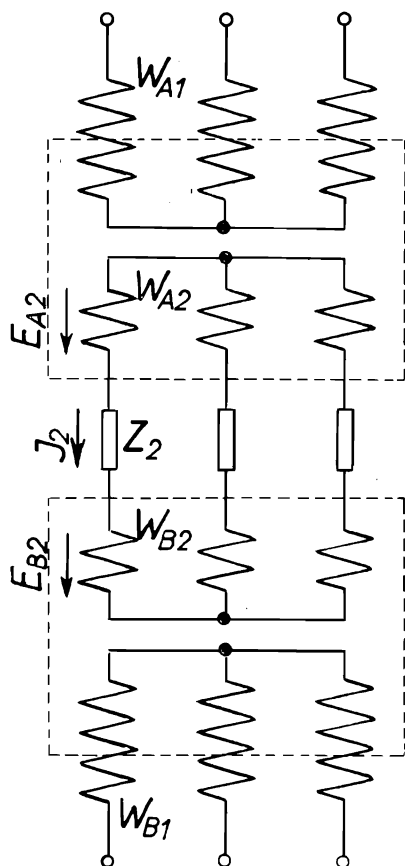


Fig.8

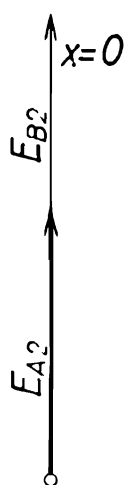


Fig.7

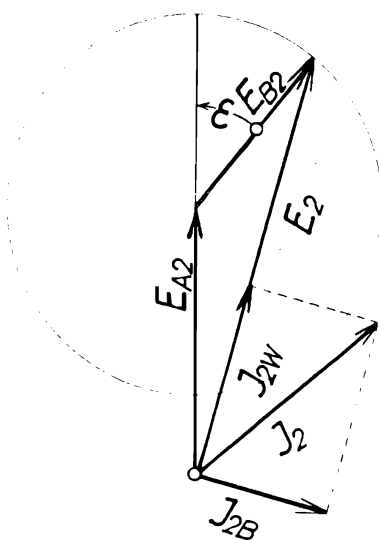


Fig.9

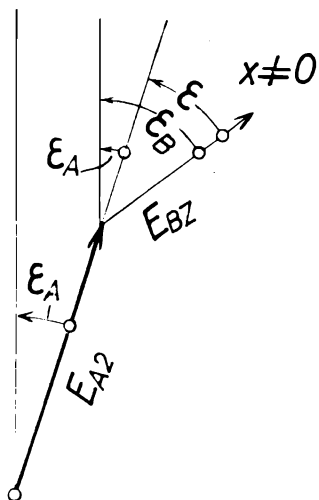


Fig.10

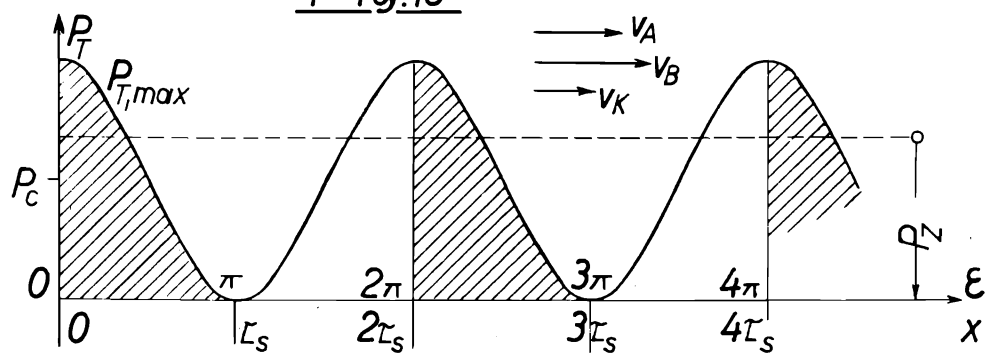


Fig.11

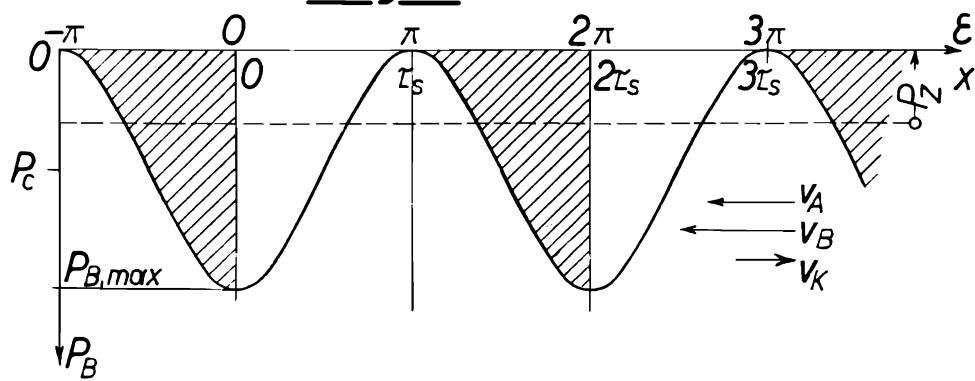
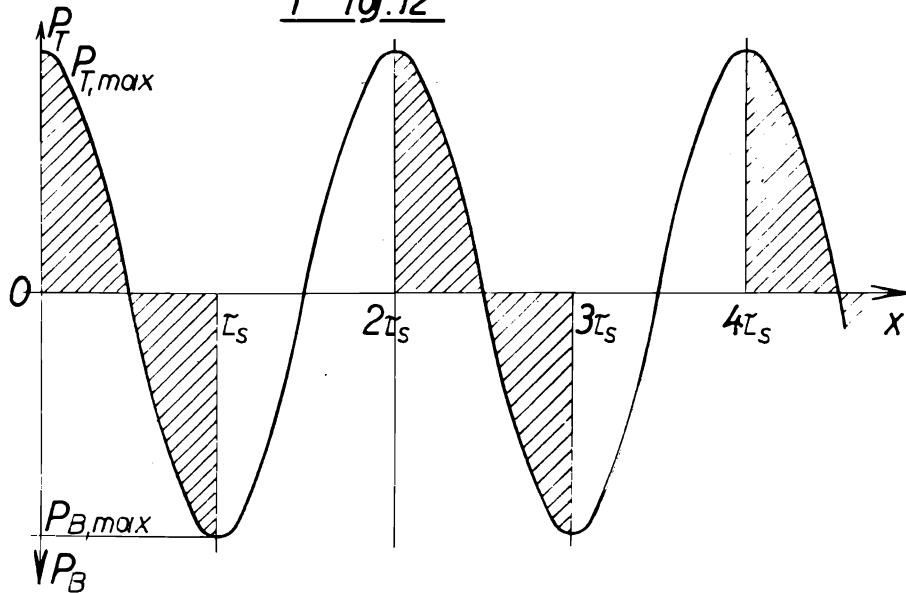


Fig.12



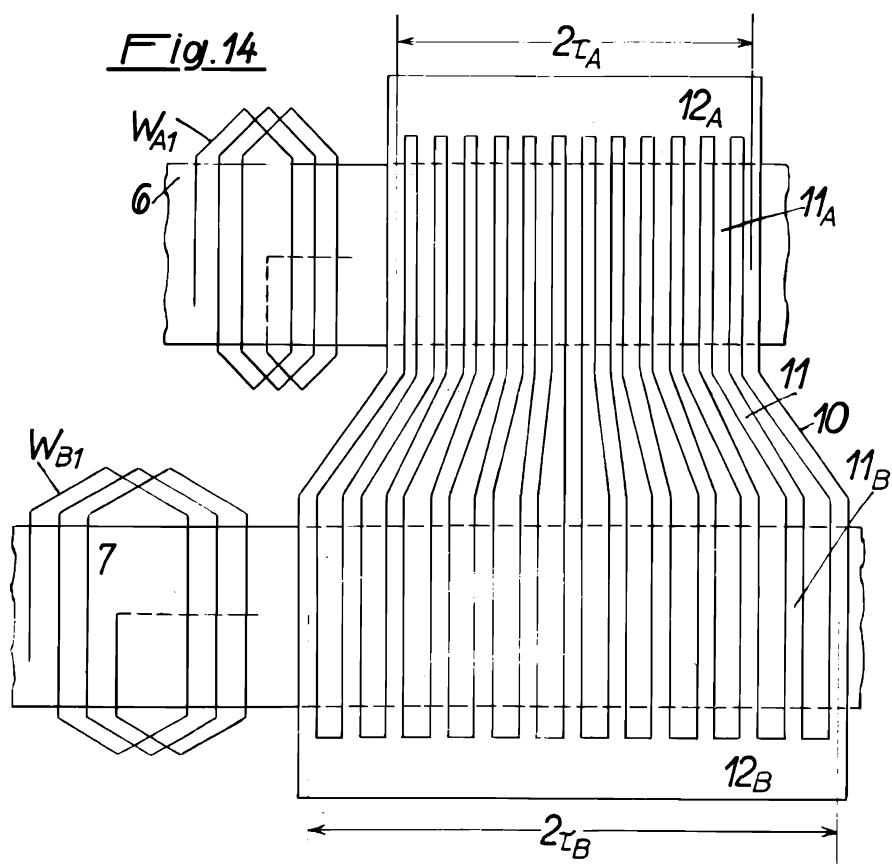
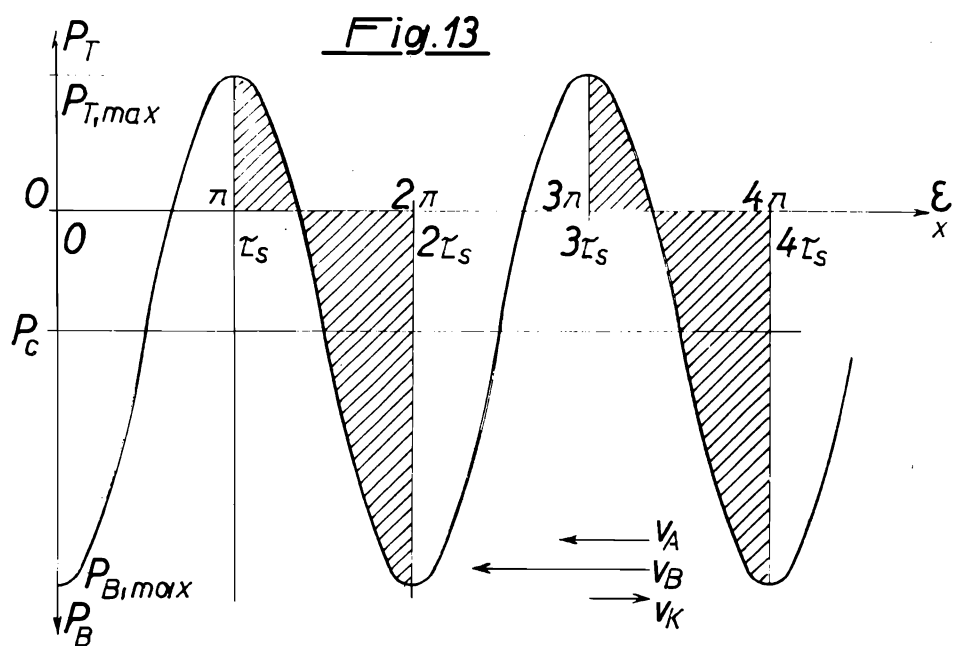


Fig.15

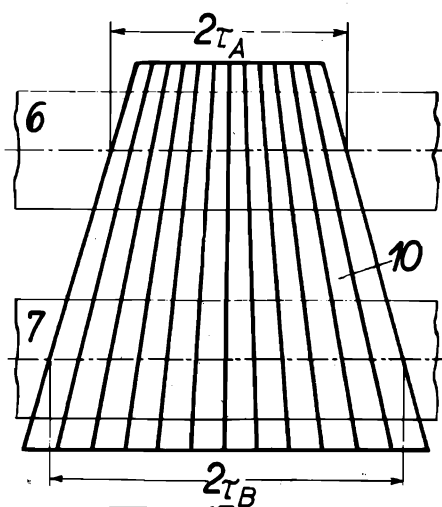


Fig.16

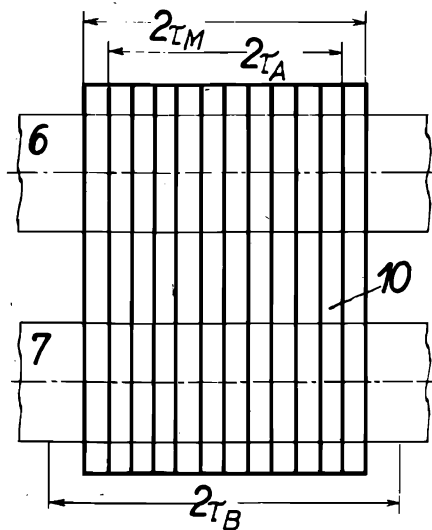


Fig.17

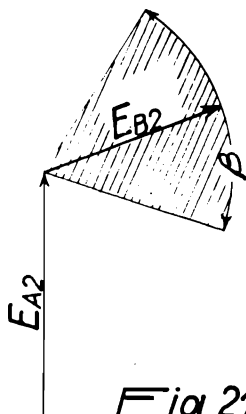


Fig.18

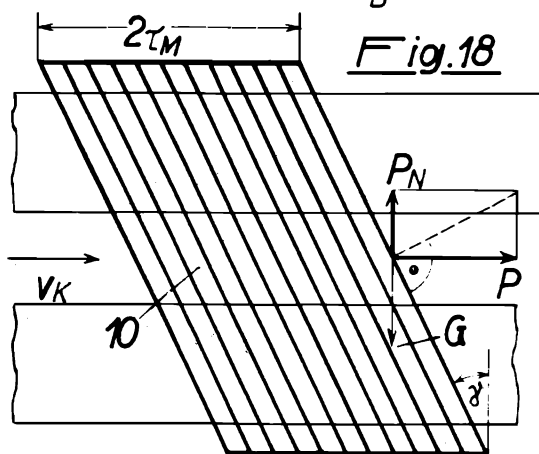


Fig.21

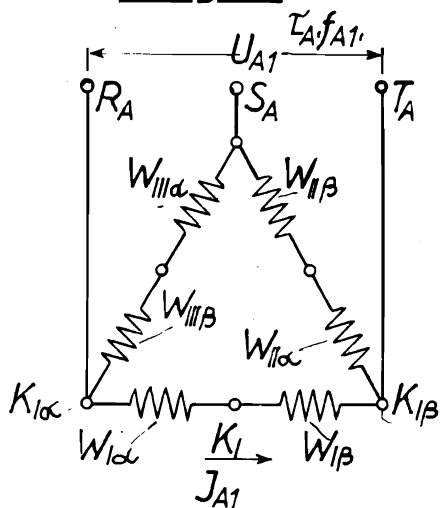


Fig.22

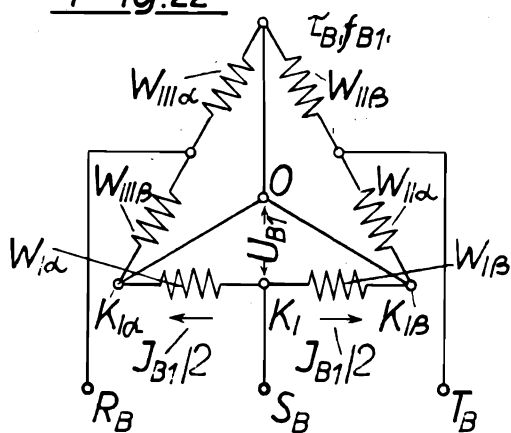


Fig.19

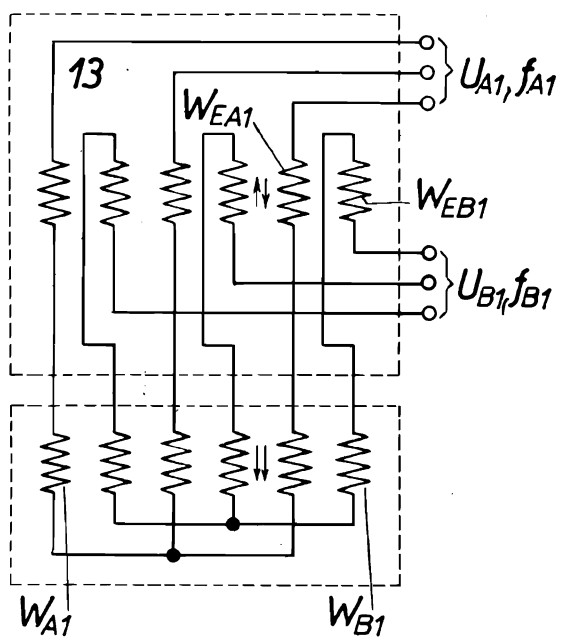
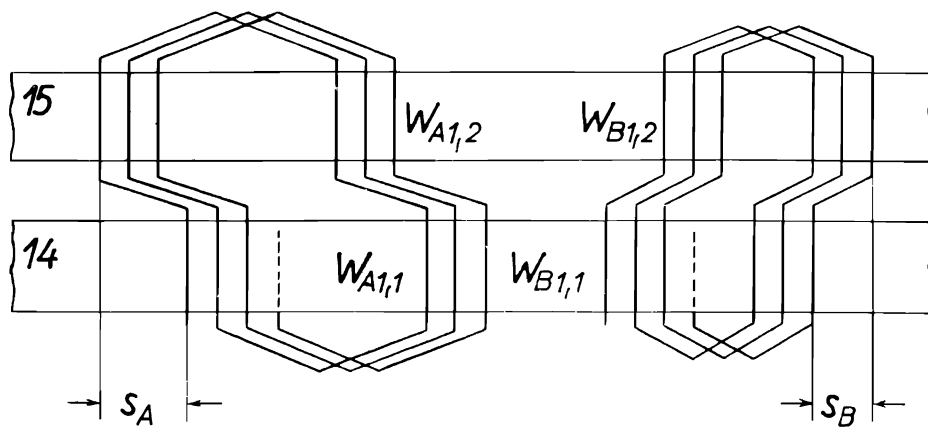


Fig.20



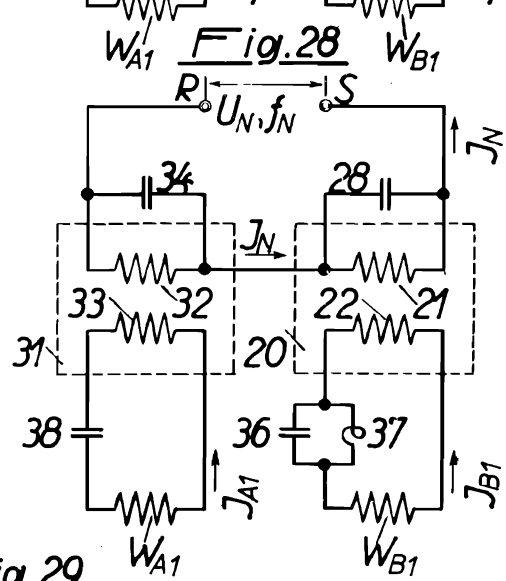
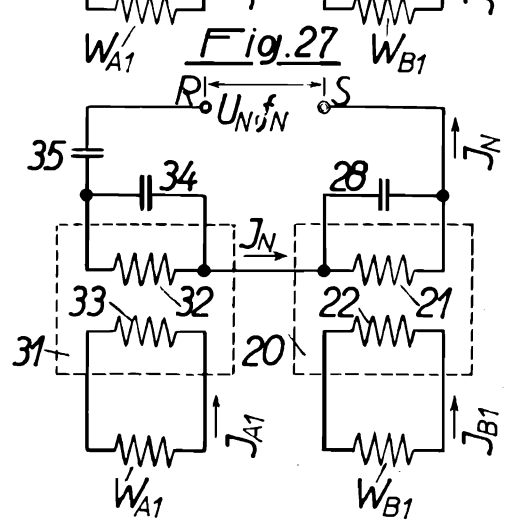
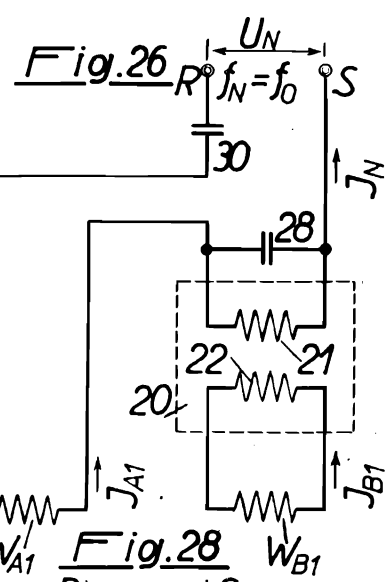
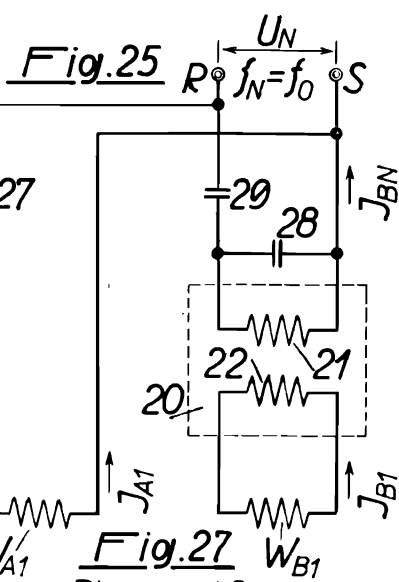


Fig.29

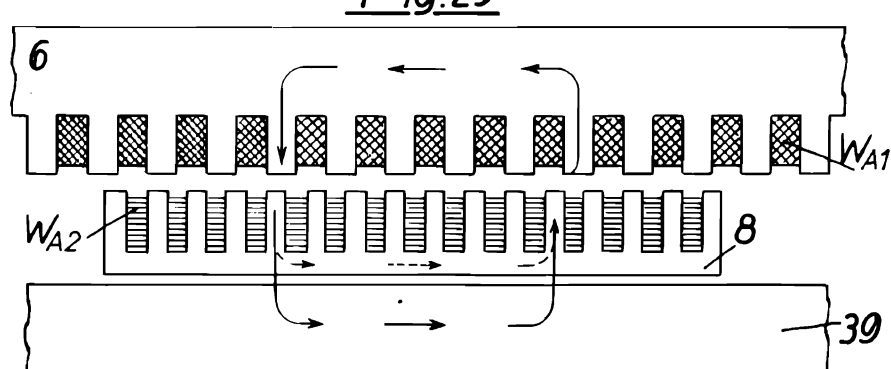


Fig.30

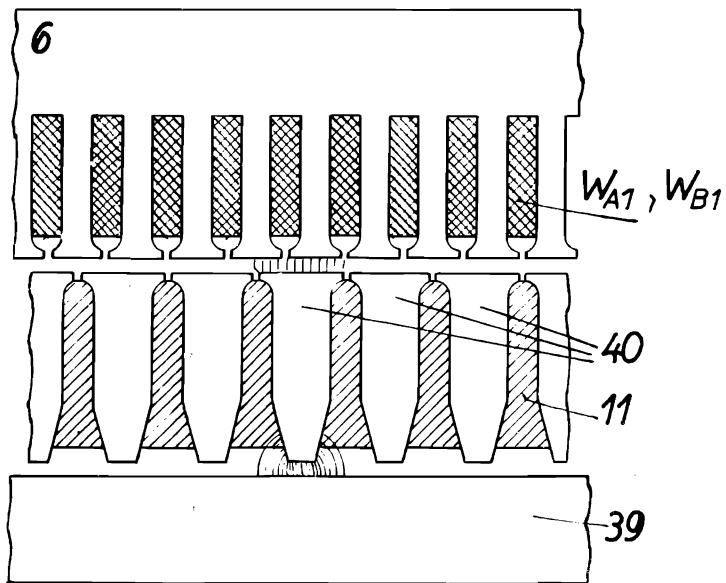


Fig.31

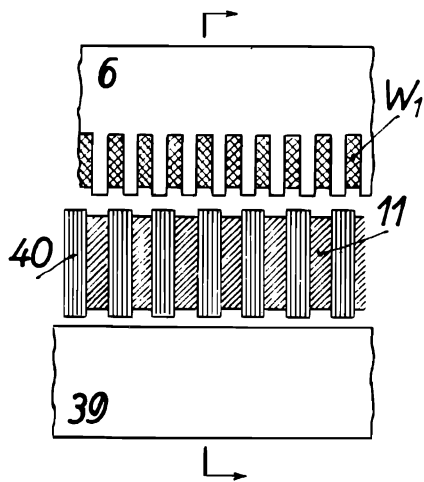


Fig.32

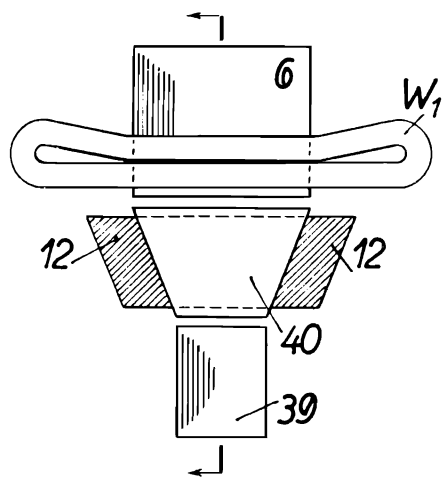


Fig.33

