

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **237284**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **413990**

(51) Int.Cl.
B60G 17/015 (2006.01)
H02K 1/27 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **15.09.2015**

(54) **Układ aktywnego zawieszenia pojazdu użytkowego z wykorzystaniem sprzężonych elektrycznie tarczowych silników elektrycznych z wałkami dwustronnymi**

(43) Zgłoszenie ogłoszono:
27.03.2017 BUP 07/17

(73) Uprawniony z patentu:
KORPUS MAREK ANDRZEJ, Warszawa, PL

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:
06.04.2021 WUP 07/21

(72) Twórca(y) wynalazku:
MAREK ANDRZEJ KORPUS, Warszawa, PL

PL 237284 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest układ aktywnego zawieszenia pojazdu użytkowego z wykorzystaniem tarczowych silników elektrycznych, każdego z wałkiem dwustronnym w układzie sprzężenia elektrycznego tarczowych silników elektrycznych elementów zawieszenia pojazdu użytkowego zamontowanego na zawieszeniu sprężystym.

Dziedziną techniki dotyczącą wynalazku jest system połączeń instalacji przewodów elektrycznych układu dwóch przełączników, od każdego z tarczowych silników elektrycznych zasilanych elektronicznym wzmacniaczem w charakterze siłowników elektromagnetycznych adoptowanych w formie stałych elementów układu aktywnego zawieszenia pojazdu z dwustronnie wyprowadzonymi wałkami zaczepów wahacza podwozia prowadzącego koło pojazdu.

Wynalazek jest kontynuacją rozwiązania znanego, na podstawie czwartego arkusza figur rysunków opisu zgłoszenia patentowego P. 405871 w postaci stałego elementu resorowo-amortyzującego zawieszenia z rotacyjnym elementem resorującym zawieszenia, współosiowym z rotacyjnym amortyzatorem hydraulicznym zawieszenia. Jest to silnik hydrauliczny, którego element roboczy jest w kształcie obrotowej płytki z płytką uchylną względem stałego elementu w kształcie walca nieruchomego z umocowaną nieruchomą płytką także z płytką uchylną. Płytki uchylne są układem zaworów zwrotnych. Wałec jest centralnie umieszczony wewnątrz rury obudowy silnika. Wewnątrz obudowy silnika wałec jest zaklinowany za pomocą płytki nieruchomej rozpartej pomiędzy rowkiem wyciętym wzdłuż walca a rowkiem wyciętym wewnątrz i wzdłuż obudowy silnika.

Ponadto, z boków tego walca jest on podtrzymywany tarczami obrotowymi. Zadaniem tarcz jest obrót płytką silnika hydraulicznego, która w zależności od kierunku skoku podwozia wykonując dwustronne półobroty wahacza zawieszenia koła pojazdu pomiędzy płaszczyzną zewnętrznego obwodu walca a płaszczyzną wewnętrznego obwodu obudowy powoduje wzrost ciśnienia płynu hydraulicznego. Moment siły parcia płynu jest przekazywany, poprzez przewody sprzężenia hydraulicznego silników do pozostałych w tym sprzężeniu silników w funkcji siłowników.

Do obrotowych tarcz, od zewnątrz są zamocowane na stałe rury wałków obrotowych silnika hydraulicznego. Natomiast, nieruchomy wałec jest gniazdem centralnej części drążka skrętnego zawieszenia. Pręt drążka skrętnego jest współosiowo, dwustronnie przełożony w rurach wałków.

Dwa końce pręta drążka skrętnego i rury wałków obrotowych na zewnątrz boków silnika są obrotowe i są za pomocą rozłącznych klamer dwustronnie zainstalowane do zaczepów wahacza zawieszenia.

Ponadto, z dokonań amerykańskiej firmy Bose Corporation znane jest zawieszenie oparte na urządzeniach elektrycznych, z wykorzystaniem elementów wykonawczych przez stosowanie elektrycznych silników liniowych. Innymi ośrodkami znanymi z opracowań elementów wykonawczych przez stosowanie elektrycznych silników liniowych jest niemiecka firma Bayerische Motoren Werke AG oraz japońska firma Aisin Seiki.

Znany jest system zawieszenia elektromagnetycznego opracowany przez Politechnikę w Eindhoven (Tu/e) w Holandii, zbudowanego we współpracy z firmą SKF ze Szwecji.

W 2010 roku system zainstalowany w samochodzie BMW 530i był poddany próbom.

Na podstawie publikacji w czasopiśmie pt. „Zeszyty Problemowe – Maszyny Elektryczne” nr 71/2005, nr 87/2010 i nr 1/2013, znany jest bezszczotkowy silnik elektryczny z magnesami trwałymi, jako silnik tarczowy z dwiema zewnętrznymi tarczami wirników, z zamocowanymi na stałe na ich powierzchniach płytkami magnesów trwałych o takim samym zestawieniu, naprzemiennej biegunowości pól magnetycznych i z nawiniętymi, równoległe do osi silnika uzwojeniami dookoła rdzeni ferromagnetycznych cewek elektrycznych na obwodzie wewnętrznego stojana.

Na podstawie opisu patentu nr Pat. 234671 na wynalazek pt. „Układ przełączników elektronicznych w układzie sprzężenia silników elektrycznych zawieszenia pojazdów”, do którego w funkcjach działania nawiązuje wynalazek, znane jest rozwiązanie w postaci układu przełączników elektronicznych typu SSR (Solid State Relay) zainstalowanych, w obwodach cewek silników elektrycznych, w zastosowaniu do elektrycznych silników liniowych lub do wirnikowych tarczowych silników elektrycznych elementów zawieszenia pojazdów w ich układzie sprzężenia elektrycznego. Zasilanych napięciem wzmacniacza mocy w procesach korekty sił odśrodkowych zakłócających bezwładność masy pojazdu, w jego równoległym położeniu płaszczyzny pojazdu względem nawierzchni. W zależności od kierunku wektora siły odśrodkowej oddziałującej na nadwozie pojazdu, kierunek prądu indukowanej siły elektromotorycznej

(SEM) w czasie rzeczywistym wewnątrz wszystkich sekcji cewek czujników indukcyjnych jest elementem sterowania wzmacniaczem mocy wyjściowej, który w reakcji na siły odśrodkowe nadwozia jest źródłem stymulacji indukcji SEM zasilającej cewki robocze silników elementów zawieszenia.

Jest także źródłem SEM przyspieszenia kąтового półobrotów tarcz wirników z magnesami trwałymi silników tarczowych. Równoległe położenie bezwładności masy pojazdu jest korygowane na zasadzie pracy odwróconej wszystkich sekcji cewek czujników indukcyjnych. Napięcie indukcji od końcówek przewodów sekcji cewek czujników jest wzmocnione wzmacniaczem operacyjnym i przedwzmacniaczem, przy czym kierunek prądu od cewek czujników jest odwrócony, poprzez odwrócenie fazy napięcia wejściowego przez jego połączenie do zacisku „-” odwracającego fazę sygnału na wyjściu wzmacniacza operacyjnego „Q”. Następnie, względnie niewielkie napięcie od wzmacniacza mocy – stymuluje, w czasie rzeczywistym wzbudzenie względnie większej SEM we wszystkich sekcjach cewek roboczych liniowych lub tarczowych silników elementów zawieszenia w ich układzie równoległego sprzężenia, w kompensacji skutków oddziaływania sił odśrodkowych do równoległego położenia nadwozia względem nawierzchni, a kierunek prądu w cewkach roboczych jest przeciwny względem zwrotu wektora siły odśrodkowej.

Z tego powodu, kierunek prądu stymulującego, od wzmacniacza mocy w momencie stabilizacji nadwozia, w jego równoległym do nawierzchni ugięciu nadwozia jest w przeciwnym kierunku, niż taki kierunek prądu od wzmacniacza mocy w momencie równoległego odbicia tego nadwozia. Każdy wzrost energii kinetycznej ruchu posuwistego rdzeni magnesów lub wzrost przyspieszenia kąтового półobrotów tarcz wirników z siłą, która w sposób względnie odczuwalny przez człowieka byłaby w stanie zakłócić bezwładność masy pojazdu jest przekształcona na SEM.

Energia napięcia SEM prądu indukcji, niezależnie od kierunku prądu stymulującego od wzmacniacza mocy wyjściowej jest wzbudzona wewnątrz cewek roboczych silników – z tym samym kierunkiem tego prądu na zaciskach cewek roboczych silników reagujących i jest wykorzystana do absorpcji oscylacji zawieszenia pojazdu – zamiast wykorzystania energii elektrycznej z akumulatora pojazdu, przekształconą na siłę elektrodynamiczną (SED) na zasadzie pracy odwróconej.

Z wykorzystaniem zależności w układzie przekładników, według której każdy przekładnik obwodu cewki czujnika ma oporność wejściową, co najmniej o rząd wielkości mniejszą od oporności wejściowej każdego przekładnika cewki roboczej i jest przystosowany, wyłącznie do bezstykowego odcięcia wzrostu napięcia indukcyjnego od cewki czujnika na wejściu wzmacniacza operacyjnego sumatora analogowego. Mniejsza oporność wejściowa przekładnika cewki czujnika umożliwia względnie wysoką częstotliwość przełączeń, nadmiernych obciążeń indukcyjnych na jego zaciskach wyjściowych w celu odcięcia napięcia wejściowego od wzmacniacza operacyjnego, sterującego optymalnym wzmocnieniem wzmacniacza mocy – zasilającego stymulację momentu SEM we wszystkich cewkach roboczych, równoległe połączonych silników elementów zawieszenia, w momentach reakcji na uderzenia kół pojazdu o wyboje.

W stanie chwilowego odcięcia zasilania od wzmacniacza, w jego ustawicznych korektach oddziaływania sił odśrodkowych na nadwozie, SEM od stymulacji wzbudzonej oscylacją podwozia jest od wewnątrz cewek roboczych silników elementów zawieszenia przesyłana, poprzez przewody równoległego układu sprzężenia do wszystkich cewek roboczych, pozostałych silników zawieszenia, a każde, bezpośrednie uderzenie koła o wybój na drodze lub każde, bezpośrednie wybicie koła do dziury na drodze powoduje reakcyjny przepływ prądu indukcyjnego w układzie równoległe sprzężonych cewek silników pozostałych kół pojazdu.

W celu niwelacji mechanicznych wzbudzeń rezonansowych od oscylacji zawieszenia, pozostałe koła są pod działaniem, opisanej powyżej względnie niewielkiej siły reakcji.

Te pozostałe koła są chwilowo, częściowo odbite od nawierzchni drogi. Nie oznacza to jednak oderwania tych kół od nawierzchni, ale chwilowe zmniejszenie sztywności ich elementów sprężystych zawieszenia, co jest korzystne w eliminacji naprężeń nadwozia pojazdu.

Na przykładzie reakcji odwrotnej, w reakcji na chwilowe, bezpośrednie wybicie takiego koła do dołu, te same pozostałe koła reagujące są chwilowo dobite do nawierzchni, ponieważ w tym chwilowym momencie dobicia, sztywności ich elementów sprężystych zawieszenia są chwilowo zwiększone, co zwiększa stabilność nadwozia. Przy czym, w wyniku rozkładu napięcia na cewki silników reagujących pojazdu czterokołowego, amplituda każdej reakcji jest co najmniej trzykrotnie mniejsza od amplitudy, bezpośredniego odbicia lub wybicia koła.

Natomiast, przy jeszcze krótszym czasie oscylacji i z potencjalnie większą amplitudą oscylacji koła uderzonego, przekładnik cewki roboczej, wspólnie z przekładnikiem cewki czujnika odcinają silnik elementu zawieszenia tego koła, również od układu sprzężenia elektrycznego.

Z wykorzystaniem zależności w układzie przekładników, według której każdy przekładnik obwodu cewki roboczej ma oporność wejściową, co najmniej o rząd wielkości większą od oporności wejściowej każdego przekładnika cewki czujnika i jest przystosowany, wyłącznie do bezstykowego odcięcia od sprzężenia elektrycznego – każdego, z równolegle połączonych silników zawieszenia, który reaguje na uderzenia kół pojazdu o wyboje ze zbyt dużą siłą uderzeń. Większa oporność wejściowa przekładnika cewki roboczej umożliwia względnie mniejszą częstotliwość przełączeń, lecz o większych obciążeniach indukcyjnych na jego zaciskach wyjściowych.

Według wynalazku rolę absorpcji oscylacji drgań podwozia – w większym stopniu przejmują elementy sprężyste zawieszenia, a elementami tłumiącymi przy każdym z kół pojazdu wykorzystane są siły elektromotoryczne indukujące takimi kierunkami prądu na zaciskach cewek silników zawieszenia, które skutkują kierunkami wektora SED tłumiącymi oscylacje podwozia.

We wcześniejszych rozwiązaniach zawieszonych aktywnych firmy Bose oraz Politechniki w Eindhoven energia elektryczna z akumulatora elektrycznego pojazdu, poprzez elektroniczne wzmacniacze mocy jest zasadniczym elementem pracy odwracalnej tłumienia oscylacji drgań.

Wykorzystanie energii elektrycznej według wynalazku, poprzez pracę odwracalną wewnątrz cewek silników elementów zawieszenia, stymulowaną SEM wzmacniacza mocy jest zasadniczym elementem aktywnego zawieszenia w celu stabilizacji bezwładności masy nadwozia pojazdu w jego równoległym położeniu płaszczyzny względem nawierzchni.

Ponadto, wynalazek nawiązuje do wynalazku według opisu zgłoszenia patentowego pt. „Kolumna MacPhersona z liniowym silnikiem elektrycznym elementu zawieszenia pojazdu”, oraz nawiązuje do wynalazku według opisu patentowego pt. „Układ aktywnego zawieszenia tarczowych silników elektrycznych z wałkiem jednostronnym elementów zawieszania pojazdu gąsienicowego”, gdzie przedstawiony jest elektryczny silnik tarczowy typu R.

Istotą wynalazku jest układ aktywnego zawieszenia pojazdu użytkowego z wykorzystaniem sprzężonych elektrycznie tarczowych silników elektrycznych z wałkami dwustronnymi, z obustronnie przełożonymi wzdłuż osi każdego silnika rurami wałków obrotowych silnika, na których są sztywno osadzone tarcze wirnika silnika z umieszczonymi na obwodzie tarcz wirnika, poprzez wsporniki, płytkami magnesów trwałych, a pomiędzy tarczami wirnika jest nieruchomy pierścień stojana z cewkami roboczymi oraz cewkami czujników indukcyjnych, rozmieszczonymi na obwodach orbit pierścienia stojana.

Według wynalazku w tych silnikach tarczowych cewki robocze połączone są ze sobą szeregowo–równolegle, a cewki czujników indukcyjnych, połączone szeregowo–równolegle, umieszczone są współosiowo do cewek roboczych. Przy czym, wspólne końcówki przewodów od cewek roboczych są połączone z wyjściami przekładników cewek roboczych, a drugie wyjścia tych przekładników cewek roboczych są ze sobą połączone. Wspólne końcówki przewodów od cewek czujników są połączone z wyjściami przekładników cewek czujników, a drugie wyjścia tych przekładników są połączone z analogowym, elektronicznym wzmacniaczem operacyjnym. Ponadto, odgałęzienia wspólnych końcówek od cewek indukcyjnych są połączone z wejściami przekładników cewek roboczych, a drugie odgałęzienia tych samych końcówek są połączone z wejściami przekładników cewek czujników, a pozostałe wejścia każdego z układu dwóch przekładników są połączone z masą.

Przy czym, oporność wejściowa każdego z przekładników cewek czujników jest mniejsza, co najmniej o rząd wielkości od oporności wejściowej każdego z przekładników cewek roboczych.

W układzie aktywnego zawieszenia pojazdu użytkowego z wykorzystaniem sprzężonych elektrycznie tarczowych silników elektrycznych z wałkami dwustronnymi, według wynalazku cewki elektryczne mają osie rdzeni ferromagnetycznych prostopadłe do tarczy wirnika, są zamocowane na obwodach, co najmniej dwóch orbit pierścieni stojanów i mają średnice malejące na każdej niższej orbicie pierścieni stojanów, a wszystkie cewki rozmieszczone naprzeciwko siebie na przeciwległych pierścieniach stojanów są względem siebie współosiowe.

W układzie aktywnego zawieszenia pojazdu użytkowego z wykorzystaniem sprzężonych elektrycznie tarczowych silników elektrycznych z wałkami dwustronnymi, według wynalazku w każdym silniku tarczowym cewki robocze połączone są ze sobą szeregowo lub równolegle, a cewki czujników indukcyjnych połączone są ze sobą szeregowo lub równolegle.

Zaletą wynalazku układu aktywnego zawieszenia tarczowego silnika elektrycznego z wałkami dwustronnymi elementu zawieszenia pojazdu użytkowego jest zastosowanie w stojanie cewek elektrycznych, każdej z osią rdzenia ferromagnetycznego prostopadłą do tarcz wirników obrotowych tak, że są zamocowane na obwodach, co najmniej dwóch orbit pierścienia stojana i mają średnice malejące na każdej niższej orbicie pierścienia. Takie ułożenie cewek elektrycznych pozwala na uzyskanie większej

mocy takiego silnika względem liniowego silnika elektrycznego stosowanego w zawieszeniu aktywnym kolumn zawieszenia oraz kolumn w układzie MacPhersona.

Względnie większa moc silnika tarczowego z tak proponowanym rozstawieniem cewek elektrycznych silnika wynika z proporcji średnic i długości cewek silnika tarczowego względem średnicy i długości cewki silnika liniowego. Na niższych orbitach konieczna jest większa siła elektrodynamiczna od cewek w celu uzyskania większej siły momentu obrotowego wirników. Proporcje momentów obrotowych górnych i dolnych orbit wirnika są czynnikiem większej sprawności silnika. Suma cewek o względnie mniejszej średnicy i o mniejszej długości jest źródłem większego natężenia pola magnetycznego, niż natężenie pola magnetycznego cewki silnika liniowego z uwzględnieniem takiego samego napięcia sygnału od wzmacniacza mocy, jak i źródłem większego napięcia indukcji wzbudzonej od zmiany prędkości obrotu rotora silnika, niż w przypadku napięcia indukcji wzbudzonej od zmiany prędkości skoku trzpienia magnesu trwałego silnika liniowego, wyposażonego w pojedynczą o proporcjonalnie większej średnicy i o większej długości cewkę roboczą, znanego z opisu zgłoszenia wynalazku pt. „Kolumna Mac Persona z liniowym silnikiem elektrycznym elementu zawieszenia pojazdu w układzie aktywnego zawieszenia”.

Wyposażenie cewek roboczych i cewek czujników indukcyjnych we wspólne końcówki obwodu wyjściowego wynika z opcji ich równoległego lub szeregowego połączenia.

Zaletą równoległego połączenia cewek jest większa niezawodność wspólnego obwodu wyjściowego cewek przy potencjalnym zaniku przewodzenia prądu obwodami cewek uszkodzonych, ponadto możliwość podzielenia połączonych cewek na sekcje, które są załączane do obwodu obciążenia, w zależności od zwiększonej mocy silnika. Na przykład, przez stosowanie większej sztywności tylnego zawieszenia, wynikające ze zwiększonego obciążenia tylnej osi pojazdu. Zaletą szeregowego połączenia cewek wynika z mniejszego natężenia prądu na wspólnych końcówkach obwodu wyjściowego, co przy uwzględnieniu przenikalności magnetycznej rdzeni ferromagnetycznych każdej z cewek pozwala na uzyskanie optymalnej wartości indukcji magnetycznej cewek, ponieważ biorąc pod uwagę nieliniową zależność indukcji magnetycznej od iloczynu natężenia pola magnetycznego i współczynnika przenikalności magnetycznej rdzenia, co w kalkulacji stosunku wielkości natężenia prądu do wielkości uzyskanego pola magnetycznego cewek, taki optymalny stosunek jest bardziej korzystny, niż oczekiwany wzrost wielkości indukcji magnetycznej uzyskanej z tych samych cewek ze zwiększonego napięcia prądu elektrycznego przy takiej samej wartości przenikalności magnetycznej rdzeni. Ponadto, zaletą szeregowego połączenia jest niniejsza złożoność montażu. Powyższe proporcje w zakresie wydatku energetycznego zasilania są również korzystne w oczekiwanym wzroście mocy znamionowej silnika zastosowanego do elementów zawieszenia wyposażonych w wahacze zainstalowane do obustronnych końców wałków silnika tarczowego, ponieważ dystans pomiędzy końcami wałków a osią koła pojazdu jest dźwignią jednostronną narzuconą długością wahacza, szczególnie w kombinacji zawieszenia kół przednich z wykorzystaniem kolumn liniowych silników zawieszenia i silników tarczowych zawieszenia kół tylnych.

Silnik stosowany w zawieszeniu nie wymaga stosowania komutatora elektronicznego, ponieważ półobroty wykonywane przez rotacyjne elektryczne elementy zawieszenia nie są większe od 120° . Zaletą użytkową, stosowania tarczowych silników elektrycznych zawieszenia jest większa przestrzeń w nadkolach pojazdu, niż z użyciem kolumn zawieszenia.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony, na przykładach wykonania, na figurach rysunków.

Na fig. 1, 2, 3 i 4 jest przedstawiony przykład wykonania tarczowego silnika elektrycznego przystosowanego do sprzężenia elektrycznego z dwoma zewnętrznymi wirnikami, z zamocowanymi na stałe na powierzchniach tarcz wirnika magnesami trwałymi i z nawiniętymi uzwojeniami cewek elektrycznych, z rdzeniami ferromagnetycznymi cewek stojana, a na fig. 5 w rzucie z góry jest zobrazowany system wyprowadzenia wspólnych końcówek, na przykładzie szeregowo-równoległego połączenia cewek roboczych i wspólnych końcówek, na przykładzie szeregowo-równoległego połączenia, współosiowych do cewek roboczych cewek czujników indukcyjnych uzwojenia ze współosiowo przełożonymi rdzeniami ferromagnetycznymi cewek stojana silników tarczowych elementów zawieszenia kół przednich i tylnych, a na fig. 6 jest przedstawione ułożenie instalacji w układzie sprzężenia elektrycznego zawieszenia pojazdu czterokołowego z silnikami tarczowymi, jako rotacyjnymi elementami zawieszenia kół przednich z takimi samymi tarczowymi silnikami elektrycznymi, jako rotacyjnymi elementami zawieszenia kół tylnych wykonanymi według fig. 1, 2, 3 i 4, ponadto według schematu fig. 6 do układu sprzężenia elektrycznego silników tarczowych, szeregowo do zacisku wejściowego wzmacniacza mocy zasilającego układ aktywnego zawieszenia, dodatkowo jest połączony modułowy układ aktywnego poziomowania nadwozia pojazdu.

Centralnym elementem układu poziomowania układu aktywnego zawieszenia pojazdu jest moduł „f” mocy wyjściowej. Moduł „f” posiada, niezależny od sumatora analogowego elektronicznego wzmacniacza operacyjnego „Q”: odrębny dwuwejściowy sumator analogowy elektronicznego wzmacniacza operacyjnego modułu „f” sprzężony z elektronicznym wzmacniaczem mocy wyjściowej modułu „f”, najlepiej w wykonaniu wzmacniacza impulsowego. Wypadkowa wartość sygnału od sumatora analogowego modułu „f” jest sygnałem wejściowym, najlepiej dla impulsowego wzmacniacza mocy wyjściowej modułu „f” zasilającego cewki robocze silników elementów zawieszania typu P. Do pierwszego wejścia sumatora analogowego modułu „f” jest doprowadzone napięcie wyjściowe od tranzystora „T” przedwzmacniacza.

Do drugiego wejścia sumatora analogowego modułu „f” jest doprowadzone wypadkowe napięcie sygnału aktywnego poziomowania nadwozia od modułu „e” miksującego.

Do modułu „e” miksującego są równolegle połączone: moduł „a” układu względnego punktu odniesienia w przestrzeni, moduł „b” układu czujnika wybranej stałej wysokości nadwozia oraz moduł „d” układu GPS (Global Positioning System) satelitarnego systemu nawigacji drogowej pojazdów mechanicznych. Pozwalający na aktywne poziomowanie nadwozia pojazdu w oparciu o uśrednione wskazania linii horyzontu przez system GPS.

Na fig. 1 jest przedstawiony elektryczny silnik tarczowy, jako stały element zawieszenia w rzucie bocznym, od zewnątrz obudowy. Silnik jest osadzony w objętej podstawie, a od frontu jedna z dwóch klamer wahacza jest zaciśnięta na jednym z dwóch spłaszczonych końców wałka drążka skrętnego, razem z równoległymi wycięciami na końcach, jednej z dwóch rur wałków obrotowych silnika.

U góry są wyprowadzone z obudowy silnika: wspólny przewód końcówki „or” przewodów uzwojenia cewek roboczych i wspólny przewód końcówki „oc” przewodów uzwojenia cewek czujnika indukcyjnego. Wspólny przewód końcówki „or” przewodów jest przeznaczony do sprzężenia z pozostałymi silnikami w układzie sprzężenia elektrycznego, a wspólny przewód końcówki „oc” jest przeznaczony do połączenia silnika z elektronicznym wzmacniaczem operacyjnym.

Fig. 1 ma zaznaczone linie przecięcia K – K fig. 2.

Na fig. 2 obróconej względem fig. 1 o 90° w lewo jest przedstawiony przekrój wzdłuż osi podłużnej stałego elementu zawieszenia typu P z obustronnie przełożonymi wzdłuż osi silnika rurami 12 wałków obrotowych silnika. Każda z rur 12 jest wewnątrz obudowy silnika na stałe, współosiowo zamocowana od zewnątrz w otworach pierścieni tarcz 11 wirników silnika na stałe. Wewnętrzne średnice tarcz 11 razem z wewnętrznymi obwodami rur 12 od wewnątrz przylegają do boków nieruchomego walca 14 i są względem tego walca 14 obrotowe. Walec 14 jest rozparty swoimi bocznymi, przetoczonymi krawędziami swojej średnicy pomiędzy tarczami 11, współosiowo z osią silnika. Walec 14 jest unieruchomiony przez osadzenie w nim dwóch klinów wpuszczanych, niewidocznych na fig. 2, w jednym z dwóch podłużnych rowków wzdłuż osi walca 14, widocznym od frontu fig. 2. Przekroje klinów 15 wpuszczanych są zaznaczone na fig. 4. Walec 14 jest gniazdem centralnej części drążka 13 skrętnego. Centralna część drążka 13 skrętnego przełożonego wzdłuż osi podłużnej, wewnątrz rur 12 jest osadzona na wcisk w sześciokątnym wpuszczeniu gniazda wewnątrz walca 14. Drążek 13 jest dodatkowo zabezpieczony przed wysunięciem z sześciokątnego gniazda przez docisk dwiema śrubami bezłbowymi, prostopadle wkręconymi od góry walca 14. Opcjonalnie w miejsce sześciokątnego wpustu dopuszczalne jest stosowanie wielowypustu. Dwa końce drążka 13 są przełożone wewnątrz i wzdłuż osi rur 12 z zachowaniem luzu, ponieważ dwa ramiona drążka 13 są poddawane siłom skrętnym. Wewnątrz obudowy, każda z rur 12 jest oparta na łożysku kulkowym. Końce drążka 13 razem z końcami rur 12 są obustronnie wyprowadzone na zewnątrz obudowy silnika i są pasowane do zewnętrznych przewężeń otworów rur 12. Spłaszczone końce drążka 13 razem ze wpustami na końcach rur 12, poprzez pionowe śruby są zaciśnięte rozłącznymi klamrami wahacza. Dwustronnie na końcach wszystkich drążków 13 skrętnych zawieszania, za pomocą dwóch klamer dolnych wahaczy jest zamontowane podwozie pojazdu. Pomiędzy tarczami 11, wewnątrz obudowy silnika, współosiowo z walcem 14, w pionowych gniazdach na końcach wsporników, które są sztywno na stałe zamocowane do wewnętrznej średnicy każdej z tarcz 11 są zamocowane na stałe płytki magnesów 10 trwałych. Pomiędzy magnesami 10 trwałymi a nieruchomym pierścieniem 9 stojana silnika są szczeliny powietrzne. Pierścień 9 stojana usytuowany pomiędzy tarczami 11 wirnika ma na obwodach, co najmniej dwóch orbit pierścienia 9 stojana uzwojone cewki elektryczne. Wzdłuż każdej cewki, dookoła rdzenia ferromagnetycznego jest nawinięty przewód elektryczny uzwojenia cewki roboczej silnika. Rdzeń jest odizolowany od uzwojenia cewki roboczej. Współosiowo i niezależnie od uzwojenia cewki roboczej przewód elektryczny uzwojenia cewki czujnika indukcyjnego jest nawinięty, najlepiej na zewnętrznym uzwojeniu cewki roboczej.

Izolowane przewody elektryczne od każdej z cewek roboczych i od każdej z cewek czujnika indukcyjnego są ułożone w kształcie wiązek elektrycznych. Od wiązki przewodów elektrycznych, od wewnątrz obwodu kubka obudowy, od każdej z cewek roboczych, poprzez przewód wspólnej końcówki „or” i od tej samej wiązki, od każdej z cewek czujnika indukcyjnego, poprzez przewód wspólnej końcówki „oc” i poprzez dwa izolowane otwory na obwodzie ścianki kubka obudowy są górną wyprowadzone na zewnątrz silnika. Obudowa silnika jest dwuczęściowa i jest w formie nasuwanych względem siebie kubków wyposażonych w kołnierze, które są obwodowo ściśnięte połączeniami śrubowymi. Od wewnątrz dłuższego kubka części obudowy, do której centralnie, wewnątrz kubka obudowy są zamocowane cewki pionowej stojana, skąd są wyprowadzone przez każdy z dwóch izolowanych otworów na zewnątrz dłuższej części kubka obudowy silnika: odcinek przewodu od wspólnej końcówki „or” przewodów uzwojenia cewek roboczych i drugi oddzielny odcinek przewodu od wspólnej końcówki „oc” przewodów uzwojenia cewek czujnika indukcyjnego.

Na fig. 3, w rzucie z góry, od zewnątrz obudowy, na płask jest przedstawiony tarczowy silnik elektryczny stałego elementu zawieszenia. Stały element zawieszenia, na przykładach fig. 3 i 4 wyraża się zamocowaniem obudowy silnika za pomocą rozłącznych klamer płaskiej podstawy, a podstawa jest sztywno montowana do nadwozia na płask, najlepiej połączeniami śrubowymi. Obudowa silnika jest obustronnie z boków zaciśnięta obejmami płaskiej podstawy.

Dodatkowo, pomiędzy kołnierzami obudowy silnika i pomiędzy wewnętrznymi ściankami połówek podstawy jest przełożony zaczepek. Zaczepek jest krępowany dwiema z czterech poziomych śrub ściskających połówki podstawy i jest dodatkowym zabezpieczeniem przed obrotem obudowy silnika względem podstawy. Od wewnątrz w górze kubka obudowy, przez jeden z izolowanych względem obudowy otworów jest wyprowadzona wspólna końcówka „or” od przewodów uzwojenia cewek roboczych i przez drugi z izolowanych względem obudowy otworów jest wyprowadzona wspólna końcówka „oc” od przewodów uzwojenia cewek czujnika indukcyjnego.

Fig. 3 ma zaznaczone linie przecięcia L – L fig. 4.

Na fig. 4 obróconej względem fig. 3 o 90°, w rzucie z góry jest przedstawiony przekrój poprzeczny stałego elementu zawieszenia typu P, przez szczelinę powietrzną pomiędzy, jedną z tarcz 11 wirnika z płytkami magnesów trwałych a pierścieniem 9 stojana. Cewki pierścienia 9 są rozmieszczone na planie dwóch wycinków okręgu. Wycinki okręgu pierścienia 9 tworzą podwójny zestaw nawiniętych cewek kompletnego uzwojenia pierścienia 9 stojana, wzajemnie względem siebie unieruchomionych i nieruchomo zamocowanych pomiędzy wewnętrznym obwodem kołnierza obudowy silnika a zewnętrznym obwodem walca 14.

Cewki elektryczne, każda z osią rdzenia ferromagnetycznego prostopadłą do tarcz 11 obrotowych wirników są zamocowane na obwodach, na przykład dwóch orbit pierścienia 9 stojana i mają średnice malejące na każdej niższej orbicie pierścienia 9. Jedna z dwóch tarcz 11 wirnika, na fig. 4 jest względem cewek stojana przedstawiona w formie półprzezroczystej. Szerokości każdego z dwóch wycinków tarcz 11 wirników, w tych częściach, w których ma umieszczone płytki magnesów są ograniczone do szerokości zapewniającej wykonanie półobrotów kół tarcz 11 wirników do 120°. Tak jak na fig. 2, według fig. 4 w opcji wykonania tarcz 11 wirnika, zamiast pojedynczych płytek magnesu 10 w otworach na obwodach tarcz 11, dopuszczalne jest trwale osadzenie magnesów 10 trwałych, najlepiej w kształcie wałków, których osie są zbieżne z osiami rdzeni ferromagnetycznych cewek elektrycznych, tak samo na obwodzie, co najmniej dwóch orbit pierścienia 9 stojana.

Pomiędzy dwoma wycinkami okręgu pierścienia 9 stojana są umieszczone dwa kliny 15 wpuszczone, osadzone na wcisk pomiędzy podłużnymi rowkami, takimi jak od frontu fig. 2 wzdłuż walca 14 a rowkami wzdłuż i wewnątrz dłuższego z kubków obudowy silnika. Według fig. 4, zadaniem klinów 15 jest ograniczenie półobrotów tarcz 11 wirników pomiędzy tymi klinami 15 oraz blokada przed obrotem walca 14 w centrum obudowy silnika tak, aby odstęp między wspornikami – elementami wirników silnika były obrotowe względem średnicy walca 14. Tarcze 11 swoimi mniejszymi, wewnętrznymi średnicami, poniżej wsporników z magnesami 10 przylegają i są obrotowe względem boków nieobrotowego walca 14. Tak, że pierścienie 9 stojana są nieruchome pomiędzy wewnętrznym obwodem kubka obudowy a zewnętrznym obwodem walca 14.

Dla przykładu wykonania według fig. 6 z elementami zawieszenia kół przednich i tylnych, uzwojenie elektryczne jednego pierścienia stojana tarczowych silników elektrycznych silników typu P, na fig. 5 jest wykonane według pojedynczo zaznaczonego: podwójnego zestawu wzajemnie współosiowych cewek „r” roboczych i cewek „c” czujników, w takim samym układzie jak wszystkie pozostałe zestawy cewek kompletnego uzwojenia stojana każdego z silników z przełożonym w formie zaczerpniętej

– nieruchomym, sztywnym trzpieniem rdzenia ferromagnetycznego, przełożonym wewnątrz cewek roboczych w rzucie z góry.

Podwójne zestawy cewek stojana z ich poziomym usytuowaniem w kubku obudowy każdego z silników typu P na fig. 6, są według fig. 5 wzajemnie, względem siebie odwrócone o kąt 180°. Wyprowadzenia odcinków przewodów od wspólnych końcówek „or” i od wspólnych końcówek „oc” są od szeregowo–równolegle połączonych, poziomo nawiniętych przewodem elektrycznym dookoła rdzeni cewek: zestawów cewek „r” roboczych i od współosiowo do nich nawiniętych przewodem elektrycznym cewek „c” czujników indukcyjnych. Natomiast, pozostałe końce przewodów od par cewek „r” i „c” są przewodami połączone z masą. Pod pojęciem masy według fig. 1, 2, 3, 4 i 6, to są elementy poziomych rur obudowy tarczowego silnika elektrycznego, przewodzące prąd elektryczny, które są połączone z klemą ujemnego zacisku akumulatora napięcia elektrycznego.

Z tym, że przedstawione według fig. 5 wspólne końcówki „or” od cewek „r” silników kół przednich oraz wspólne końcówki „or” od cewek „r” silników kół tylnych są równolegle połączone przewodem elektrycznym za pośrednictwem czwórnika „m” i trójnika „m’” do źródła zasilania od elektronicznego wzmacniacza mocy wyjściowej.

Natomiast, zaznaczone na fig. 5 wspólne końcówki „oc” od cewek czujników, według fig. 6 są przewodami w równoległym układzie sprzężenia elektrycznego połączone, poprzez trójnik „t” ze wzmacniaczem „Q”.

Zestawy cewek „r” i „c” są rozmieszczone na dwóch orbitach z zestawem cewek na niższej orbicie o mniejszej średnicy, oraz są połączone szeregowo–równolegle i są rozmieszczone na planie dwóch wycinków okręgu, dwukrotnie oddzielonych od siebie o kąt 60°. Przy czym, wypadkowa wartość oporności cewek roboczych i wypadkowa wartość oporności cewek czujników indukcyjnych silnika tarczowego zależy od wzajemnego układu połączenia, każdego zestawu cewek stojana.

Z tego powodu dopuszczalna jest konfiguracja równoległego lub szeregowo połączenia ze sobą dwóch zestawów cewek połączonych na planie dwóch wycinków okręgu, dwukrotnie oddzielonych od siebie o kąt 60°. Z tym, że każda z trzech wymienionych konfiguracji, połączonych ze sobą zestawów cewek ma posiadać jedną, wspólną końcówkę „or” cewek roboczych i jedną, wspólną, osobną końcówkę „oc” cewek czujników.

Na przykładzie wykonania fig. 6, każdy tarczowy silnik elektryczny typu P elementów zawieszenia kół przednich jest przedstawiony w rzucie z boku, a każdy silnik elektryczny typu P elementów zawieszenia kół tylnych jest w rzucie z góry, ponadto są w analogicznym układzie podwójnych wahaczy, jak w układzie górnych i dolnych wahaczy kół przednich i tylnych, według fig. 20 zgłoszenia patentowego P. 405871. Ponadto, każdy tarczowy silnik elektryczny typu P elementów zawieszenia kół tylnych jest w układzie zawieszenia z dwoma wahaczami, gdzie dolny wahacz jest zainstalowany do każdej z osi silnika elementu zawieszenia, równoległej z osią pojazdu. Natomiast, każdy górny wahacz zawieszenia koła tylnego, niewidoczny na dolnej części fig. 6 najlepiej, jeżeli jest w analogicznym kształcie dolnego wahacza oraz, jeżeli jest zawieszony do zaznaczonych w przekroju pionowych wsporników, zawieszonych pomiędzy dolnym a górnym wahaczem, a od wewnętrznej strony nadwozia najlepiej, jeżeli jest zawieszony na wałku osi obrotu górnego wahacza, zawieszonym w górnej części nadwozia, nad osią obrotu silnika elementu zawieszenia i jednocześnie nad tą samą osią obrotu dolnego wahacza.

Według fig. 6, każdy z naprzeciwko siebie, silników typu P elementów zawieszenia kół przednich i tylnych w układzie wzajemnego, równoległego układu sprzężenia instalacją przewodów elektrycznych ma na górze poziomej rury obudowy izolowane otwory. Przez te otwory od wewnątrz obudowy każdego z silników są wyprowadzone na zewnątrz wspólne końcówki „or” przewodów przyłącza od cewek roboczych silnika i osobnym otworem wspólne końcówki „oc” przewodów przyłącza od cewek czujnika indukcyjnego silnika.

Na fig. 6 z góry jest przedstawiony schemat zasilania układu aktywnego zawieszenia, w przykładzie równoległego sprzężenia elektrycznego tarczowych silników elektrycznych typu P przystosowanych do sprzężenia elektrycznego z wałkami dwustronnymi zawieszenia pojazdu, jako rotacyjnymi elementami zawieszenia czterech kół pojazdu użytkowego.

Według wynalazku, do każdego z układów przekaźników „Pr” i „Pc” wspólne końcówki „or” przewodów przyłącza od cewek „r” roboczych silnika i wspólne końcówki „oc” przewodów przyłącza od cewek „c” czujników indukcyjnych, każdego z silników elektrycznych elementów zawieszenia kół pojazdu użytkowego są wyprowadzone przez dwa izolowane otwory od wewnątrz obudowy silników typu P. Następnie, wewnątrz nadwozia: odcinek przewodu od wspólnej końcówki „or” przewodów od szeregowo–

równolegle połączonych cewek „r” roboczych każdego z silników jest zaciśnięty do zacisku i wyjściowego, odcinającego każdego przełącznika „Pr” cewek roboczych i gdzie do jego drugiego zacisku 2 wyjściowego jest zaciśnięty przewód równoległego sprzężenia silników typu P. Odcinek przewodu od wspólnej końcówki „oc” przewodów od szeregowo–równolegle połączonych, niezależnie nawiniętych cewek „c” czujników indukcyjnych, współosiowych do uzwojenia cewek roboczych jest zaciśnięty do zacisku 5 wyjściowego, odcinającego każdego przełącznika „Pc” cewek czujników indukcyjnych i gdzie do jego drugiego zacisku 6 wyjściowego jest zaciśnięty przewód wejściowy do elektronicznego wzmacniacza operacyjnego „Q”.

Ponadto, odgałęzienie przewodu od końcówki „oc” jest zaciśnięte do zacisku 4 wejściowego przełącznika „Pr”, a drugie odgałęzienie przewodu od końcówki „oc” jest zaciśnięte do zacisku 7 wejściowego przełącznika „Pc”, a pozostałe zaciski 3 i 8 wejściowe każdego z układu dwóch przełączników „Pr” i „Pc” są poprzez przewody połączone z masą, z opornością wejściowa każdego z przełączników „Pc” mniejszą, co najmniej o rząd wielkości od oporności wejściowej każdego z przełączników „Pr”.

Dopuszczalne jest stosowanie przełączników „Pr” i „Pc” w jednej obudowie, pod warunkiem wydzielonych parametrów obwodów przełączników „Pr” i „Pc” z odpowiadającymi im zaciskami zgodnie z nomenklaturą fig. 6.

W równoległym układzie sprzężenia elektrycznego, jednoczesnym z układem zasilania silników elementów zawieszenia typu P, od zacisków 6 przełączników „Pc” cewek czujników silników elementów zawieszenia kół przednich, odcinkami przewodów elektrycznych, poprzez oporniki „Ra”, „Ra' ” i od zacisków 6 przełączników „Pc” cewek czujników indukcyjnych silników elementów zawieszenia kół tylnych, odcinkami przewodów elektrycznych, poprzez oporniki „Rb' ”, „Rb” są równolegle połączone, za pośrednictwem trójkąta „t” do wspólnego zacisku wejściowego „-” odwracającego fazę sygnału wejściowego na wyjściu wzmacniacza operacyjnego „Q”. Natomiast, zacisk „+” nieodwracający fazę sygnału wejściowego jest poprzez opornik „Rq” połączony z masą. Opornik „Rs” jest opornikiem ujemnej pętli sprzężenia zwrotnego. Następnie, poprzez opornik „Rt” sygnał wyjściowy od wzmacniacza „Q” jest doprowadzony do przedwzmacniacza, symbolicznie przedstawionego w formie tranzystora „T”. Emiter tranzystora „T”, poprzez opornik „Re” jest połączony z masą.

Pomiędzy opornikiem „Rt” wysterowania bazy tranzystora a wyjściem od wzmacniacza „Q” za pośrednictwem czwórnika „h”, równolegle do obwodu tranzystora „T” załączona jest dioda „D”, poprzez opornik „Rd” połączona do masy. Zadaniem diody „D” jest ograniczenie napięcia opornikiem „Rd” obwodu wejściowego przedwzmacniacza w przypadku kierunków prądów indukcyjnych cewek „c” czujników silników elementów zawieszenia indukowanych półobrotom tarcz wirników z magnesami trwałymi silnika przy odbiciu nadwozia do góry.

Na przykładzie schematu układu sprzężenia, przedstawionego na fig. 6 zmniejszony sygnał wyjściowy napięcia od tranzystora „T” przedwzmacniacza jest doprowadzony do pierwszego wejścia sumatora analogowego modułu „f”. Dodatni potencjał elektryczny napięcia prądu stałego akumulatora jest doprowadzony do zacisku „Ba” i poprzez opornik „Rz” jest napięciem zasilającym, poprzez wzmacniacz mocy cewki robocze silników elementów zawieszenia, natomiast potencjał ujemny jest połączony do masy. Ograniczenie napięcia opornikiem „Rd”, zmniejszającym napięcie wysterowania bazy tranzystora „T” ma na celu spowolnienie odbicia płaszczyzny nadwozia do góry. W sytuacji odwrotnej, przy odwrotnym kierunku prądu indukcyjnego od cewek czujników indukcyjnych silników elementów zawieszenia, indukowanych półobrotom tarcz z magnesami trwałymi silnika tarczowego przy ugięciu nadwozia do dołu, przy zatkanej diodzie „D”, większe napięcie sygnału wyjściowego od przedwzmacniacza „T” jest doprowadzone do pierwszego wejścia sumatora analogowego modułu „f”, ponieważ w sytuacji odwrotnego kierunku prądu od cewek czujników napięcie wysterowania tranzystora „T” jest większe.

Według fig. 6 do opisanego wcześniej modułu „e” miksującego są równolegle połączone: moduł „a” układu względnego punktu odniesienia w przestrzeni, w układzie z modułem „b” czujnika stałej wysokości nadwozia. Moduł „a” względnego punktu odniesienia ustala wielkości sygnałów napięcia dla modułu „e” miksującego w oparciu o wskazania elektronicznej kamery video stałego punktu w przestrzeni. Pozwalający na aktywne poziomowanie nadwozia pojazdu w odniesieniu do napięcia przetwornika obrazu kamery, przykładowo względem wysokiej góry, szczytu masztu, wysokiego komina lub stałego źródła światła. Moduł „a” w zastosowaniu do kołowego transportera opancerzonego ustala względny punkt odniesienia w przestrzeni w celu oddania strzału.

Ponadto, moduł „a” razem z modułem „b” czujnika, wybranej stałej wysokości nadwozia jest także w układzie z modułem „d”. Moduł „d” układu GPS (Global Positioning System) satelitarnego systemu

nawigacji drogowej pojazdów mechanicznych jest w zastosowaniu do aktywnego poziomowania nadwozia pojazdu w oparciu o uśrednione wskazania linii horyzontu przez system GPS. Zmiksowana wartość napięcia sygnałów doprowadzonych od zestawu modułu „a” i modułu „b” z modułem „d” jest od wyjścia modułu „e” miksującego doprowadzona do drugiego wejścia sumatora analogowego modułu mocy wyjściowej.

Każdy sygnał z wymienionych modułów może być doprowadzony do modułu „e” miksującego razem lub oddzielnie. Od modułu „e”, razem ze zmiksowanym wypadkowym sygnałem napięcia wyjściowego od przedwzmacniacza „T” i to w przypadku diody D w stanie zatkania, jak i w stanie przewodzenia wzmacniony sygnał, najlepiej impulsowym wzmacniaczem mocy wyjściowej, poprzez czwórnik „m” i trójnik „m'” zasila cewki robocze silników rotacyjnych elementów zawieszenia typu P połączonych, na przykład w układzie szeregowo-równoległym.

W przykładowym hamowaniu nadwozia pojazdu, w czasie rzeczywistym, w całym równoległym obwodzie sprzężenia prąd siły elektromotorycznej indukcji od przednich silników elementów zawieszenia, które w funkcji prądnic transformują ją, poprzez równoległy układ sprzężenia elektrycznego do tylnych silników elementów zawieszenia w funkcji silników, które ściskają tylne elementy sprężyste zawieszenia w takim samym stopniu jak zostały ściśnięte przednie elementy sprężyste, ponieważ w procesie kompensacji skutków oddziaływania sił odśrodkowych kierunek prądu siły indukcji elektromotorycznej od przednich elementów zawieszenia jest w tym samym kierunku prądu indukcji SEM, co od tylnych elementów zawieszenia, jednej i tej samej SEM, a zwrot kierunku prądu SEM jest przeciwny do zwrotu równoważnej siły odśrodkowej.

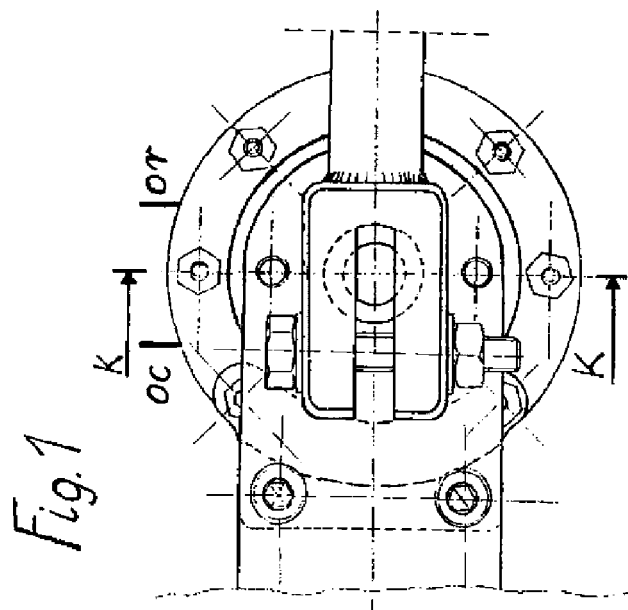
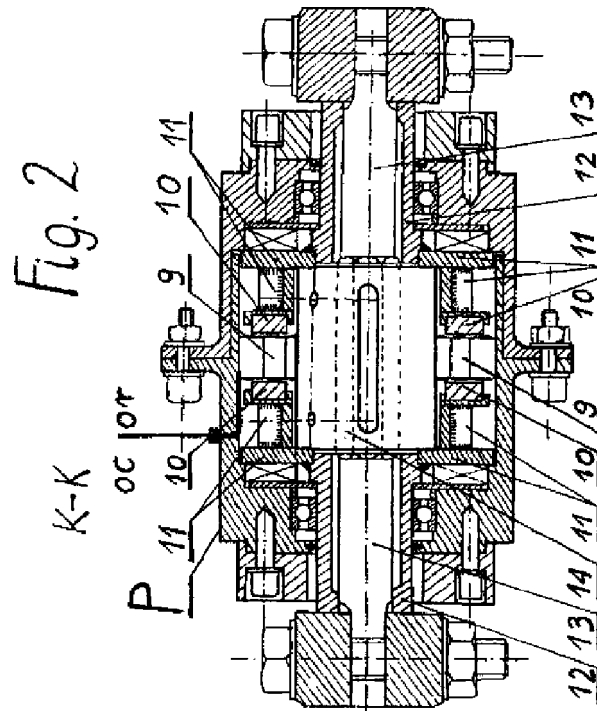
Głębokość korekcyjnego ugięcia wszystkich elementów zawieszenia w procesie kompensacji nadwozia od siły odśrodkowej jest ograniczona sztywnością wszystkich drążków skrętnych zawieszenia. Z tego powodu, że w tym przykładowym czasie hamowania nadwozia: siła elektromotoryczna oddziałująca na cewki robocze silników zawieszenia typu P, kompensująca siłę odśrodkową jest nie większa od siły równoważnej, wynikającej ze sztywności wszystkich drążków skrętnych zawieszenia nadwozia, ale jest nie mniejsza od sztywności tylnych drążków skrętnych kół tylnych, a tłoczyska konwencjonalnych amortyzatorów kół tylnych w momencie hamowania zostały by rozciągnięte do dołu.

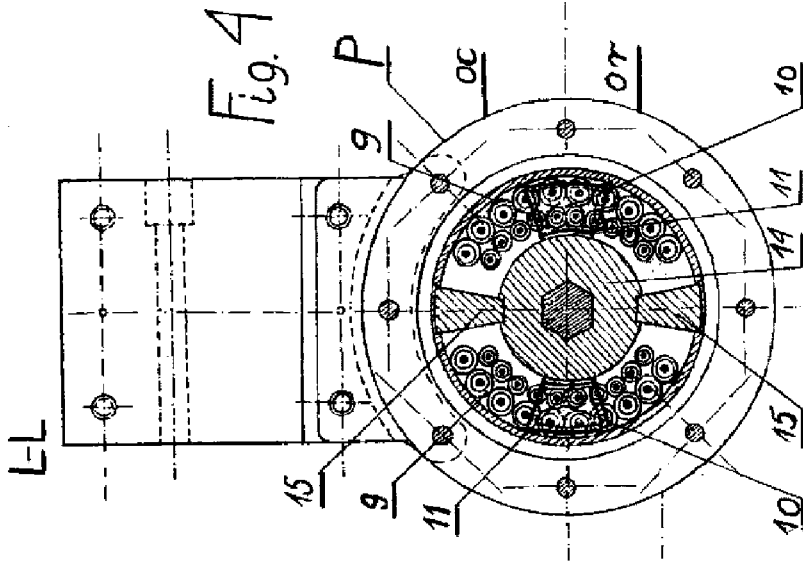
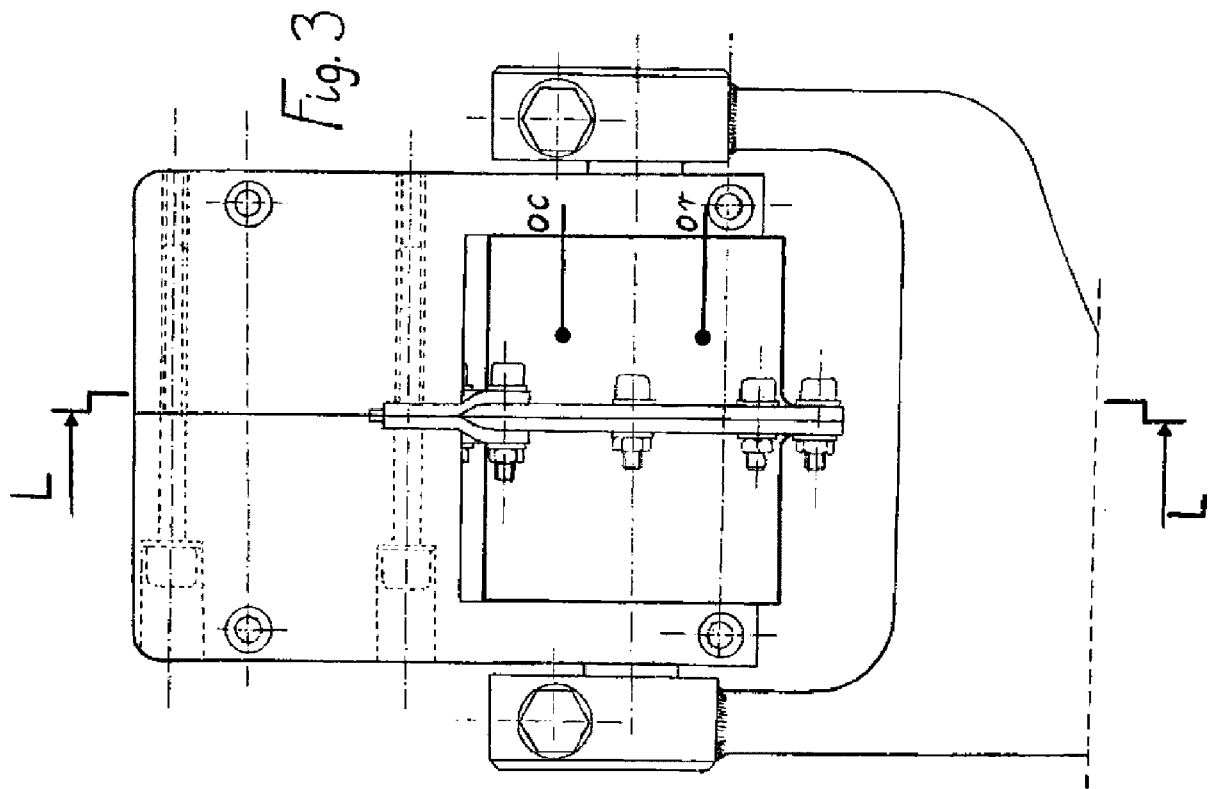
Zastrzeżenia patentowe

1. Układ aktywnego zawieszenia pojazdu użytkowego z wykorzystaniem sprzężonych elektrycznie tarczowych silników elektrycznych z wałkami dwustronnymi, z obustronnie przełożonymi wzdłuż osi każdego silnika rurami (12) wałków obrotowych silnika, na których są sztywno osadzone tarcze (11) wirnika silnika z umieszczonymi na obwodzie tarcz (11), poprzez wsporniki, płytkami magnesów trwałych (10), a pomiędzy tarczami (11) jest nieruchomy pierścień stojana (9) z cewkami („r”) roboczymi oraz cewkami („c”) czujników indukcyjnych, rozmieszczonymi na obwodach orbit pierścienia stojana (9), **znamienny tym**, że w tych silnikach tarczowych cewki („r”) robocze połączone są ze sobą szeregowo-równolegle, a cewki („c”) czujników indukcyjnych, połączone szeregowo-równolegle, umieszczone są współosiowo do cewek („r”), przy czym wspólne końcówki („or”) przewodów od cewek („r”) są połączone z wyjściami (1) odpowiednich przełączników („Pr”), a drugie wyjścia (2) przełączników („Pr”) są ze sobą połączone, a wspólne końcówki („oc”) przewodów od cewek („c”) czujników są połączone z wyjściami (5) odpowiednich przełączników („Pc”), a drugie wyjścia (6) tych przełączników są połączone z analogowym, elektronicznym wzmacniaczem operacyjnym („Q”), ponadto odgałęzienia końcówek („oc”) są połączone z wejściami (4) odpowiednich przełączników („Pr”), a drugie odgałęzienia końcówek („oc”) są połączone z wejściami (7) odpowiednich przełączników („Pc”), a pozostałe wejścia (3) i (8) każdego z układu dwóch przełączników („Pr”) i („Pc”) są połączone z masą, przy czym oporność wejściowa każdego z przełączników („Pc”) jest mniejsza, co najmniej o rząd wielkości od oporności wejściowej każdego z przełączników („Pr”).
2. Układ aktywnego zawieszenia pojazdu użytkowego z wykorzystaniem sprzężonych elektrycznie tarczowych silników elektrycznych z wałkami dwustronnymi, według zastrz. 1, **znamienny tym**, że cewki elektryczne mają osie rdzeni ferromagnetycznych prostopadłe do tarcz (11) wirników, są zamocowane na obwodach, co najmniej dwóch orbit pierścienia (9) stojana i mają średnice malejące na każdej niższej orbicie pierścienia (9).

3. Układ aktywnego zawieszenia pojazdu użytkowego z wykorzystaniem sprzężonych elektrycznie silników elektrycznych z wałkami dwustronnymi według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że w każdym silniku tarczowe cewki („r”) robocze połączone są ze sobą szeregowo lub równoległe, a cewki („c”) czujników indukcyjnych połączone są ze sobą szeregowo lub równoległe.

Rysunki





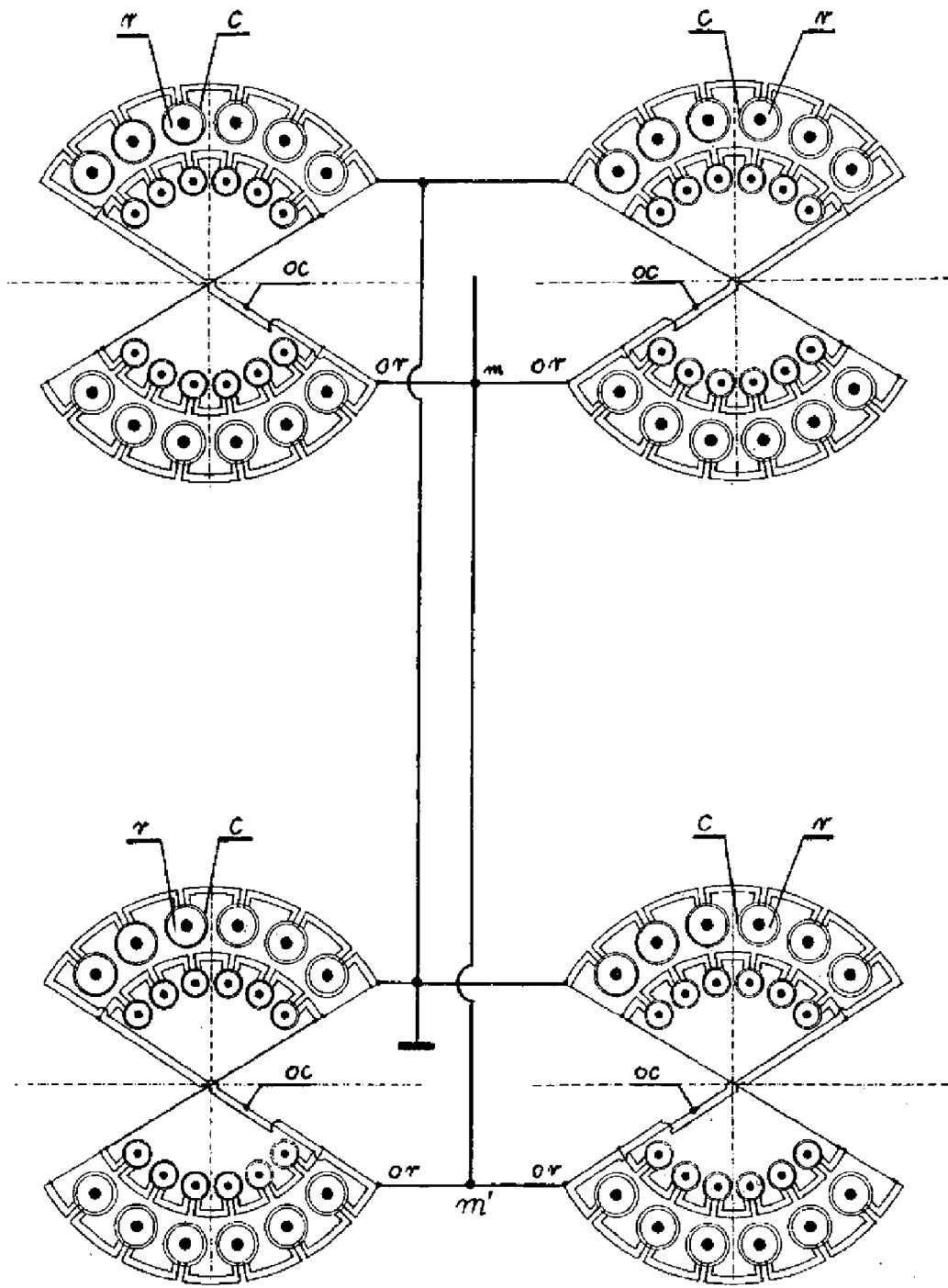


Fig.5

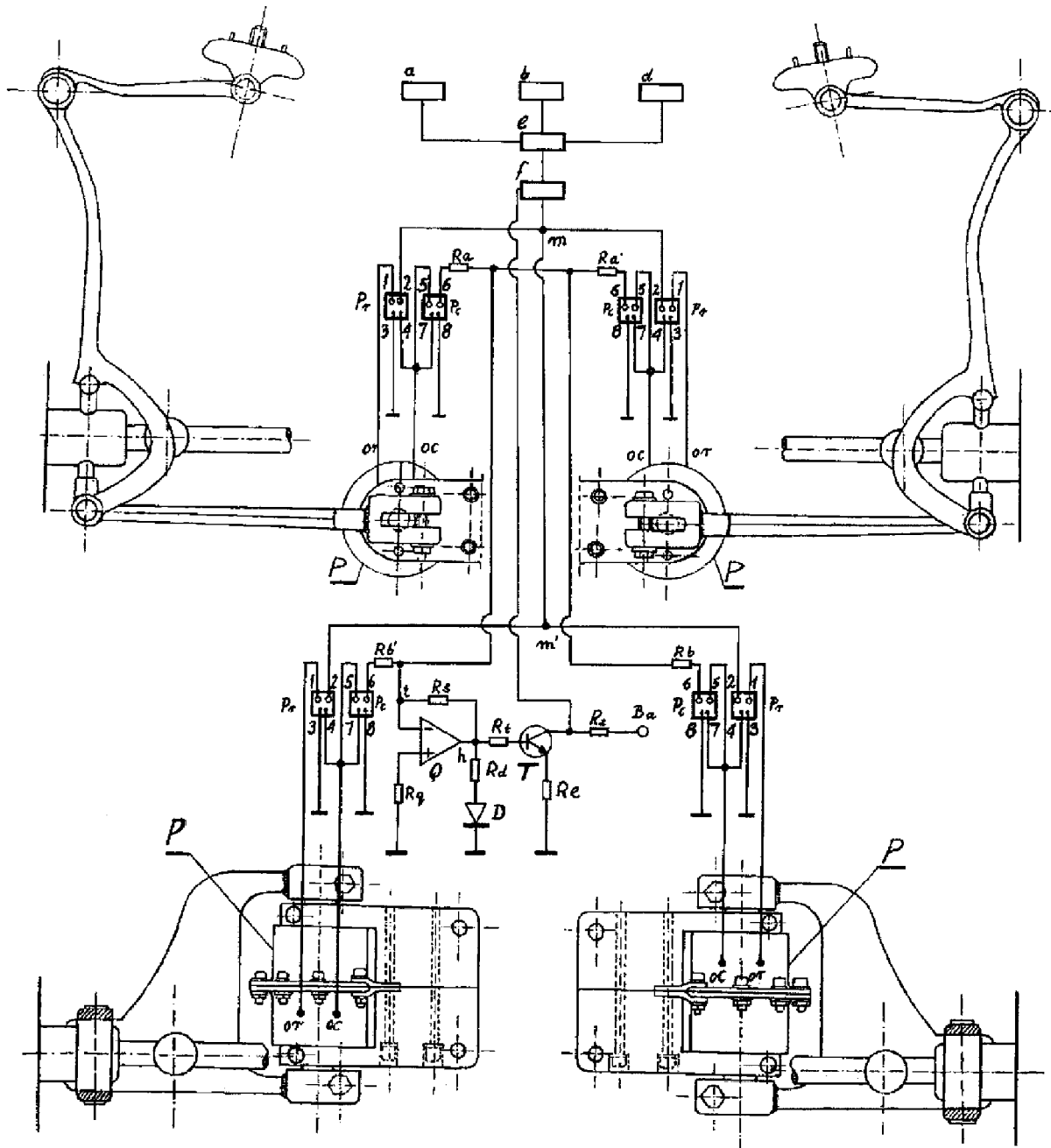


Fig. 6