

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 42150

Kl. 21 d¹, 33

Wiesław Gabrys

Gliwice, Polska

Wzmacniacz elektromaszynowy prądu stałego

Patent trwa od dnia 21 listopada 1958 r.

Wzmacniacz elektromaszynowy prądu stałego z polem poprzecznym, czyli amplidyna w dotychczasowym wykonaniu, jest to maszyna prądu stałego zwykle dwubiegunowa, zaopatrzona w dodatkową parę szczotek, przesuniętych o połowę podziałki biegunowej na komutatorze w stosunku do szczotek roboczych. Dla dodatkowych szczotek przyjęła się nazwa szczotek poprzecznych, a dla szczotek roboczych nazwa szczotek podłużnych. Amplidyny o większych mocach, rzędu kilkudziesięciu kilowatów, wykonuje się niekiedy jako wielobiegunowe. W tych przypadkach liczby par szczotek podłużnych i poprzecznych równają się liczbie par biegunów.

Podczas wirowania twornika w polu magnetycznym podłużnym, wytworzony przez siłę magnetomotoryczną jednego lub kilku uzwojeń sterujących, indukuje się pomiędzy szczotkami poprzecznymi siła elektromotoryczna (SEM) rotacji, zwana SEM poprzeczną. W najprostszym układzie szczotki poprzeczne zwierają uzwojenie twornika, umożliwiając przepływ poprzecznego prądu zwarcia, który z kolei wytwarza strumień w osi poprzecznej obwodu magne-

tycznego. Uzwojeniem, wzbudzającym strumień poprzeczny, jest więc samo uzwojenie twornika. Zwrot strumienia w osi poprzecznej jest tu oczywiście zgodny ze zwrotem siły magnetomotorycznej (SMM) uzwojenia twornika, której oś pokrywa się zawsze z osią szczotek poprzecznych. Zwrot strumienia poprzecznego zgodny ze zwrotem SMM twornika będzie w dalszym ciągu opisu uważany za zwrot dodatni.

Przyjmując taką definicję, stwierdza się, że amplidyna ze szczotkami poprzecznymi zwarty mi jest zawsze maszyną z dodatnim polem poprzecznym, niezależnie zarówno od kierunku wirowania maszyny, jak i biegunowości wzbudzenia.

Strumień poprzeczny indukuje z kolei SEM na szczotkach podłużnych. Po załączeniu na szczotki podłużne odbiornika, popłynie w obwodzie podłużnym prąd wyjściowy wzmacniacza, wytwarzający SMM w osi podłużnej, skierowaną przeciwnie do SMM uzwojenia sterującego. Ta rozmagnesowująca SMM podłużna musi być w amplidynie skompensowana przez odpowiednie uzwojenie kompensacyjne, umieszczone zwykle w żłobkach nabiegunników. Przez uzwojenie to

przepływa prąd wyjściowy wzmacniacza, zwany również prądem podłużnym, który wytwarza SMM zgodną co do kierunku i zwrotu z SMM uzwojenia sterującego. Układ amplidyny w takim wykonaniu uwidacznia fig. 1. Rozkład strumieni magnetycznych w osi poprzecznej i podłużnej jest uwidoczniiony na fig. 2.

W amplidynach w dotychczasowych wykonaniach włącza się często w obwód szczotek poprzecznych dodatkowe uzwojenie, umieszczone na biegunach stojana i wytwarzające dodatkową SMM w osi poprzecznej. W zależności od sposobu włączenia SMM poprzeczna uzwojenia twornika i dodatkowego uzwojenia poprzecznego mogą się dodawać lub odejmować. W pierwszym przypadku można powiększyć nieco współczynnik wzmocnienia amplidyny, jednak kosztem powiększenia stałej czasowej obwodu poprzecznego (oba uzwojenia magnesują zgodnie, a więc indukcyjność obwodu poprzecznego silnie wzrasta). Poza tym włączenie zgodnego uzwojenia poprzecznego zmniejsza prąd poprzeczny i wpływ nieliniowej oporności szczotek poprzecznych na dokładność sterowania. Jednakowoż uzwojenie to, przy zgodnym włączeniu, nie może mieć zbyt dużej liczby zwojów, gdyż wtedy współczynnik wzmocnienia amplidyny silnie maleje. W drugim przypadku, to znaczy przy przeciwnym włączeniu uzwojenia poprzecznego, można zmniejszyć stałą czasową obwodu poprzecznego, jednak kosztem zmniejszenia współczynnika wzmocnienia ze względu na to, że oba uzwojenia magnesują przeciwnie, a więc wypadkowa SMM i strumień w osi poprzecznej są mniejsze niż w amplidynie bez uzwojenia poprzecznego.

W obu przypadkach, w amplidynach według dotychczasowych wykonania SMM uzwojenia poprzecznego stojana jest zawsze mniejsza od SMM twornika i dlatego wypadkowy strumień poprzeczny ma zwrot zgodny z SMM twornika, jest zatem zawsze dodatni w myśl poprzedniej definicji.

Schemat amplidyny z dodatkowym uzwojeniem poprzecznym zgodnym uwidoczniiono na fig. 3, a odpowiedni rozkład strumieni na fig. 4. Analogiczny schemat i układ strumieni dla amplidyny z uzwojeniem poprzecznym magnesującym przeciwnie uwidaczniają fig. 5 i 6. Rysunki wektorów strumieni na fig. 2, 4 i 6 wykonano w założeniu nie nasyconego obwodu magnetycznego. Zastosowano tu zasadę superpozycji SMM i strumieni.

W amplidynie według wynalazku liczba zwojów uzwojenia poprzecznego stojana jest tak duża, że SMM tego uzwojenia przewyższa SMM uzwojenia twornika, przy czym obie SMM mają zwroty przeciwne. W związku z tym wypadkowa SMM i strumień poprzeczny są skierowane przeciwnie do SMM twornika, a więc w myśl poprzedniej definicji mają zwrot ujemny. W amplidynie z takim uzwojeniem poprzecznym przy nie zmienionym strumieniu sterującym i kierunku wirowania, zmienia się biegunowość na szczotkach podłużnych. W związku z tym działanie magnesujące prądu wyjściowego i prądu sterującego są tu zgodne, a SMM uzwojenia kompensacyjnego w osi podłużnej jest skierowane przeciwnie do SMM uzwojenia sterującego. Odwrócenie SMM, wytwarzanej przez prąd podłużny w uzwojeniu twornika i kompensacyjnym, nie wywiera żadnego szkodliwego wpływu na własności ruchowe amplidyny według wynalazku, ponieważ obie te SMM praktycznie znoszą się przy odpowiednim dostrojeniu kompensacji.

Uzwojenie poprzeczne w amplidynie z ujemnym polem poprzecznym może być wykonane jako skupione lub rozłożone, a poszczególne cewki uzwojenia poprzecznego mogą obejmować bądź to po jednej połówce, bądź też po dwie połówki rozszczepionych biegunów stojana.

Schemat połączeń oraz układ strumieni w amplidynie według wynalazku przedstawiono na fig. 7 i 8.

Na fig. 1 — 8 rysunku

$d - d$	oznacza — oś magnetyczną podłużną amplidyny,
$q - q$	„ — oś magnetyczną poprzeczną amplidyny,
z_s	„ — liczbę zwojów uzwojenia sterującego,
z_{aq}	„ — zastępczą liczbę zwojów uzwojenia twornika w osi poprzecznej,
z_{ad}	„ — zastępczą liczbę zwojów uzwojenia twornika w osi podłużnej,
z_{qq}	„ — liczbę zwojów uzwojenia poprzecznego stojana,
z_k	„ — liczbę zwojów uzwojenia kompensacyjnego i biegunów pomocniczych w osi podłużnej,
R_{bk}	„ — oporność do strojenia uzwojenia kompensacyjnego,
R_o	„ — oporność odbiornika,
Φ_s	„ — strumień sterujący,

Φ_{aq}	oznacza — strumień w osi poprzecznej, wzniesiony przez SMM twornika,
Φ_{qq}	„ — strumień w osi poprzecznej, wzniesiony przez SMM uzwojenia poprzecznego stojana,
$\Phi_q = \Phi_{aq} \pm \Phi_{qq}$	„ — wypadkowy strumień poprzeczny, wzniesiony przez sumę lub różnicę SMM uzwojenia twornika i uzwojenia poprzecznego stojana,
Φ_{ad}	„ — strumień w osi podłużnej, wzniesiony przez SMM twornika,
Φ_k	„ — strumień w osi podłużnej, wzniesiony przez SMM uzwojenia kompensacyjnego.

Istotna różnica w działaniu amplidyn w dotychczasowych wykonaniach i amplidyny z ujemnym polem poprzecznym polega na odwróceniu kierunku podłużnej SMM, pochodzącej od strat w żelazie twornika. W amplidynach w dotychczasowym wykonaniu prądu wirowe, indukujące się w blachach twornika podczas wirowania w dodatnim polu poprzecznym, wywołują SMM podłużną, skierowaną przeciwnie do SMM uzwojenia sterującego, a zatem rozmagnesowują amplidynę. Podobne działanie rozmagnesowujące wynika ze strat na histerezę. Oba rozmagnesowujące działania, zwane reakcją podłużną od strat w żelazie, sumują się nadto z reakcją rozmagnesowującą od zezwojów komutujących w osi poprzecznej, gdyż na skutek braku biegunów pomocniczych, komutacja w osi poprzecznej ma zwykle charakter opóźniony. Opisane rozmagnesowujące działanie obwodu poprzecznego na oś podłużną wygasza częściowo strumień sterujący i w efekcie otrzymuje się znaczny spadek SEM poprzecznej po zamknięciu obwodu poprzecznego, w stosunku do SEM, mierzonej na rozwartych szczotkach poprzecznych, a co zatem idzie zmniejszenie wzmocnienia napięciowego na pierwszym stopniu.

W uproszczonej teorii amplidyny zakłada się, że SMM rozmagnesowująca od strat w żelazie i zezwojów komutujących jest proporcjonalna do prądu poprzecznego. Z takiego uproszczonego założenia wynika możliwość kompensacji reakcji od strat w żelazie i zezwojów komutujących bądź to przez przekreślenie szczotek w kierunku przeciwnym do wirowania twornika, bądź tej przez umieszczenie na biegunach głównych w osi podłużnej dodatkowego uzwojenia kompensacyjnego włączonego do obwodu poprzecznego, wreszcie poprzez umieszczenie, w osi poprzecznej, dodatkowych biegunów pomocniczych, zasilanych prądem poprzecznym w celu przyspieszenia komutacji. Ostatni sposób jest rzadko stosowany ze względu na brak miejsca w osi poprzecznej na bieguny pomocnicze oraz z uwagi na zmniejszenie strumienia poprzecznego przez strumień biegunów pomocniczych.

W amplidynie według wynalazku kierunku SMM, wywołanej stratami w żelazie, odwraca się i kompensuje częściowo SMM zezwojów komutujących. Przy odpowiednim doborze zwojów uzwojenia poprzecznego obie SMM mogą się praktycznie zneutralizować lub dać w efekcie działanie magnesujące, zgodne z SMM uzwojenia sterującego. Dzięki temu po zamknięciu obwodu poprzecznego następuje utrzymanie wartości lub nawet wzrost SEM poprzecznej w stosunku do wartości biegu jałowego. Umożliwia to wtrącenie znacznej oporności w obwód poprzeczny. Oporność tą daje zresztą samo uzwojenie poprzeczne, które w amplidynie z ujemnym polem poprzecznym posiada stosunkowo dużą liczbę zwojów o małym przekroju.

W celu uzyskania przejrzystości na fig. 1 — 8 nie wrysowano strzałek i wektorów dodatkowych SMM od strat w żelazie i prądów w zezwojach komutujących.

Z zastosowania amplidyny z ujemnym polem poprzecznym, według wynalazku, wynikają poniżej podane korzyści ruchowo-eksploatacyjne.

Dzięki dużej SEM i dużej oporności w obwodzie poprzecznym eliminuje się praktycznie wpływ zmiennej oporności przejścia szczotek na nieliniowość całkowitej oporności obwodu poprzecznego, przez co zwiększa się dokładność i niezawodność sterowania, w szczególności przy małych wartościach prądu sterującego, mianowicie zwięża się tak zwana strefa nieczułości wzmacniacza. Odpada również konieczność przesuwania szczotek poprzecznych, a ponadto amplidyna jest dużo mniej wrażliwa na przypadkowe wychylenia szczotek poprzecznych z osi neutralnej, jak również na drgania szczotek na skutek „bicia” komutatora oraz na zmianę gatunku szczotek. Dzięki możliwości wtrącania znacznej oporności do obwodu poprzecznego można poprawić dobroć wzmocnienia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Wzmacniacz elektromaszynowy prądu stałego, wyposażony w uzwojenie poprzeczne, umieszczone na biegunach stojana i załączone na SEM poprzeczną twornika tak iż wytwarza SMM, skierowaną przeciwnie do po-

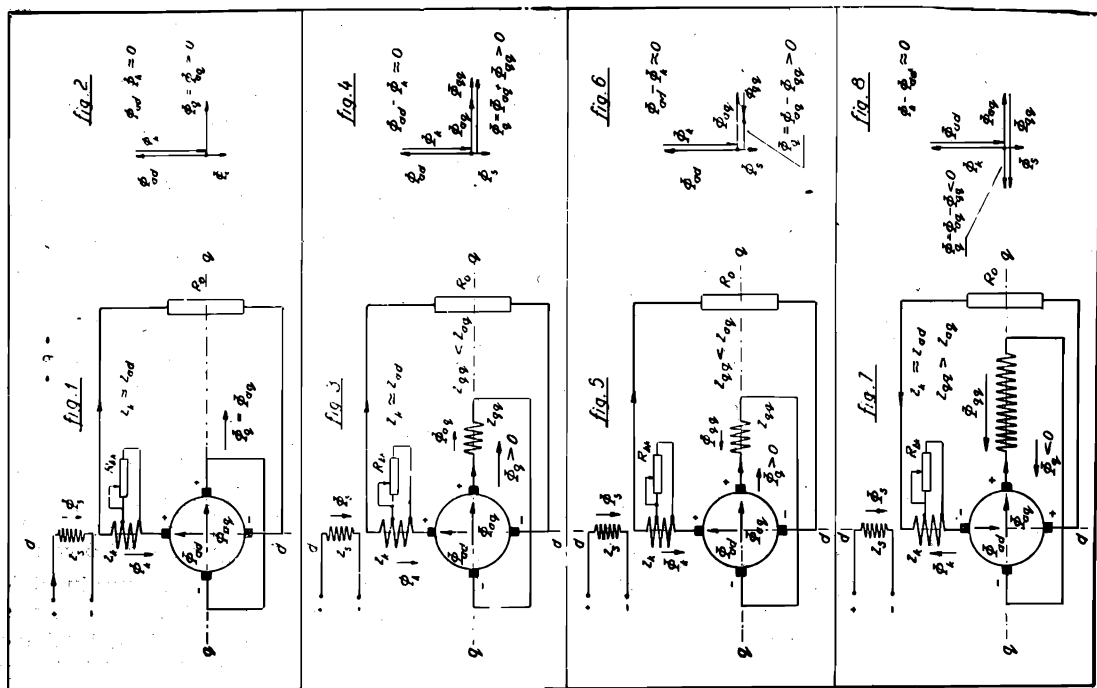
przecnej SMM twornika, znamieny tym, że SMM uzwojenia poprzecznego przewyższa SMM twornika co do wartości bezwzględnej, na skutek czego wypadkowy strumień poprzeczny ma zwrot przeciwny do SMM twornika.

2. Wzmacniacz elektromaszynowy według zastr. 1, znamieny tym, że liczbę zwojów uzwojenia poprzecznego, dobiera się tak, aby oddziaływanie roz magnesowujące obwodu poprzecznego w osi podłużnej było bądź to znacznie zmniejszone, bądź też zupełnie zneutralizowane lub też jego kierunek był odwrócony.
3. Wzmacniacz elektromaszynowy według zastr. 1 i 2, znamieny tym, że SMM reakcji twornika od prądu podłużnego jest skierowana zgodnie z SMM uzwojenia sterującego, kompensując wewnętrzny spadek napięcia obwodu podłużnego, natomiast uzwojenie kompensacyjne o SMM skierowanej przeciwnie ma na celu zabezpieczenia wzmacniacza przed samowzbudzeniem się, w związku z czym liczba zwojów uzwojenia kompensacyjnego (z_k) jest mniejsza od zastępczej liczby zwojów twornika w osi podłużnej (z_{ad}).
4. Wzmacniacz elektromaszynowy według zastr. 1—3, znamieny tym, że jedna część uzwojenia poprzecznego kompensująca pole twornika w osi poprzecznej jest wykonana jako

uzwojenie rozłożone, a pozostała część tego uzwojenia, wytwarzająca nadwyżkowe pole ujemne, jest wykonana w postaci cewek skupionych, obejmujących po jednej lub po dwie połówki rozszczepionych biegów, dzięki czemu ujemne pole w osi poprzecznej ma kształt prostokątny i wykorzystanie obwodu magnetycznego jest optymalne.

5. Wzmacniacz elektromaszynowy według zastr. 1—4, znamieny tym, że w osi poprzecznej posiada dodatkowe bieguny pomocnicze dla poprawy lub przyspieszenia komutacji pod szczotkami poprzecznymi, przy czym strumień tych biegunów, zasilanych prądem poprzecznym, jest skierowany zgodnie z wypadkowym polem poprzecznym wzmacniacza.
6. Wzmacniacz elektromaszynowy według zastr. 1—5, znamieny tym, że do obwodu poprzecznego wtrącone są znaczne opory czynne.
7. Wzmacniacz elektromaszynowy według zastr. 1—6, znamieny tym, że jest zaopatrzony w kilka uzwojeń sterujących.
8. Wzmacniacz elektromaszynowy według zastr. 1—7, znamieny tym, że posiada obwód magnetyczny, wykonany jako dwu- lub wielobiegunowy z biegunami wydajnymi lub utajonymi.

Wiesław Gabryś



Wzór jednoraz. CWD, zam. PL/Ke, Czest. zam. 1709 22. 5. 59. 100 egz. A1 piśm. kl. 3.

BIBLIOTEKA

Urząd Patentowy
Polskiej Rzeczypospolitej
Ludowej