



B61A 3/20



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Opublikowano dnia 3 listopada 1958 r.

Nr 40699

Kl. 20 i, 12

VEB Werk für Signal- und Sicherungstechnik Berlin
 Berlin-Treptow Niemiecka Republika
 Demokratyczna

Układ połączeń statycznych przetworników częstotliwości

Patent trwa od dnia 28 października 1955 r.

Wynalazek dotyczy układu połączeń statycznych przetworników częstotliwości, które posiadają dławiki z podmagnesowanymi rdzeniami i wykazują szczególne zalety w teletechnice, a zwłaszcza w kolejowych urządzeniach bezpieczeństwa. Takie przetworniki mają zastosowanie do najrozmaitszych celów sterowania a między innymi również np. w dziedzinie bezpieczeństwa i sygnalizacji kolejowej w tak zwanych układach zgłaszania wolnych lub zajętych torów w celu nadzoru aktualnego stanu ruchu na odcinku. Zazwyczaj przy tym jeden z dwóch torów, ułożonych na podkładach drewnianych, jest odizolowany od odcinka, np. przez dwa złącza izolacyjne i ten izolowany odcinek jest przyłączony do napięcia zmiennego o mniejszej amplitudzie. Najlepiej można kontrolować stan toru za pomocą przekątnika na prąd ciągły. Skoro tylko pierwsza oś wjedzie na izolowany odcinek obwód zostaje zwarty, a przekątnik roz magnesowany, jak to uwidoczniło w schemacie ideowym na fig 1.

Przy trakcji elektrycznej występują szczególne trudności izolowania odcinka, gdyż prąd trakcyjny jest odprowadzany przez szyny lub przez zie-

mię. Przy prądzie trakcyjnym o częstotliwości 16 2/3 Hz zachodzi obawa wystąpienia zakłóceń wywołanych przez stosunkowo dużą trzecią harmoniczną i to w takim stopniu, że jak wiadomo, konieczne było przejście w układach zabezpieczających z prądu zmiennego o częstotliwości 50 Hz na prąd zmienny 100 Hz. Prąd zmienny o częstotliwości 100 Hz można otrzymać w najrozmaitszy sposób. Ze względu na możliwie absolutną pewność ruchu, ograniczony dozór (personel niefachowy), trwałą gotowość ruchu, surowe warunki pracy itd., co ma miejsce szczególnie w dziedzinie zabezpieczenia ruchu pociągów nie nadają się do tego celu przetworniki obrotowe, które wymagają specjalnego dozoru przy ruchu ciągłym. Podobnie przedstawia się sprawa przy zastosowaniu lamp elektronowych i prostowników suchych.

Wynalazek pozwala uniknąć tych niedogodności w ten sposób, że w urządzeniach służących do omówionego wyżej celu odrzucono wszystkie części podlegające uszkodzeniu w surowych warunkach ruchu i wymagające dozoru, w szczególności części obrotowe lub ruchome. Inną zaletą przetwornika częstotliwości według wynalazku jest stosun-

kowo mały wymiar, mniejsze koszty inwestycyjne i większa sprawność w porównaniu do znanych urządzeń.

Według wynalazku usunięto przy tym wadę jaką mają znane statyczne przetworniki częstotliwości z podmagnesowanymi dławikami, polegającą na znacznej zależności rozporządzalnego napięcia od obciążenia. Osiąga się to w ten sposób, że opór indukcyjny zmieniający się znacznie przy obciążeniu jest skompensowany przez odpowiedni opór pojemnościowy i w ten sposób łagodzi się znacznie zależność napięcia od obciążenia. Znaczna zależność od obciążenia w przetwornikach magnetycznych jest w zasadzie spowodowana dużym oporem indukcyjnym nasyconych rdzeni żelaznych, używanych do podwajania częstotliwości. Gdy jednak źródło prądu chociaż w przybliżeniu, nie może dać stałego napięcia dla przyłączonych odbiorników, to takie źródło prądu nie nadaje się do żadnych urządzeń zabezpieczających, a zwłaszcza w kolejnictwie.

Wszystkie wspomniane zalety sprawiają, że przetwornik według wynalazku nadaje się szczególnie do spełnienia postawionego zadania. Według innej cechy wynalazku człon kompensacyjny (pojemnościowy) jest włączony w obwód wtórny i w szereg z odbiornikiem, jak przedstawiono na fig. 7. Dzięki połączeniu szeregowemu uzyskuje się pewność, że działanie wspomnianego człona dodatkowego jest tym skuteczniejsze, im większy jest prąd odbiornika płynący przez indukcyjność i pojemność. W innych określonych przypadkach o pożądanej zależności od obciążenia stosuje się również inne układy członów kompensacyjnych, jak przedstawiono przykładowo na fig. 8, gdzie odpowiednio jest dobrany stosunek $C_p : C_s$.

Optymalną wielkość potrzebnego człona kompensacyjnego w układzie według fig. 7 (układ szeregowy) otrzymuje się biorąc pod uwagę iloraz napięcia biegu jałowego przez natężenie prądu zwarcia, wyrażający dla danego podmagnesowania pewną reaktancję, która powinna być równa oporowi biernemu ($1 : W_c$) pojemnościowego człona kompensacyjnego. Krzywe rezonansowe są stosunkowo szerokie. Wobec tego w przypadku układów kompensacyjnych występują podobne efekty w całym właściwym zakresie rezonansowym przy dość znacznie różniących się wartościach C . Kształt krzywej otrzymanej częstotliwości 100 Hz jest bardzo zbliżony do sinusoidy jeżeli stosuje się żelazo o średniej lub małej przenikliwości, natomiast żelazo specjalne o dużej przenikliwości daje strome boki i przejścia przez zero (fig. 4).

Działanie przetwornika według wynalazku jest opisane poniżej: Przetwornik zasila się z sieci o częstotliwości 50 Hz o napięciu 220 V. Zależnie od wielkości obsługiwanych odcinków oraz od liczby zasilanych przekładników torowych, należących do izolowanych odcinków ustawia się w nastawni lub innym pomieszczeniu jeden lub kilka przetworników. Doprowadzania prądu do toru odbywa się najlepiej również przy napięciu 220 V i częstotliwości 100 Hz. Transformacja na niższe napięcie robocze odbywa się bezpośrednio na torze. W celu dopasowania do zmiennego oporu obciążenia wtórne uzwojenie zasilające jest regulowane.

Układ przetwornika jest przykładowo przedstawiony na rysunku. Podwajanie częstotliwości odbywa się przez wymuszone magnesowanie podmagnesowanych dławików żelaznych łącznie z układem Scotta dla uzyskania symetrycznego rozkładu obciążenia na trójfazową sieć 50 Hz. W ogólnym przypadku najlepsze działanie uzyskuje się w układzie według fig. 2. Dwie magnetyczne od siebie niezależne cewki dławikowe z żelaznym rdzeniem, wykonane jednakowo pod względem uzwojenia i obwodu magnetycznego są połączone w szereg. Podczas przepływu prądu stałego powstają w obu dławikach, o jednakowym kierunku nawinięcia strumienie o tym samym kierunku. Nałożone uzwojenia prądu zmiennego są jednak nawinięte w kierunkach przeciwnych, tak, iż działanie podmagnesowania w obu cewkach przewodzących prąd zmienny są przeciwne. W pewnym punkcie roboczym charakterystyki magnesowania zastosowanego żelaza, na początku obszaru nasycenia, strumienie magnetyczne prądu stałego i prądu zmiennego w poszczególnych rdzeniach w jednym dodają się a w drugim odejmują.

Fig. 3 przedstawia układ dwóch dławików A i B. Przebiegi fizyczne opisano poniżej: Gdy wzbudza się cewki $W_{1A\alpha}$ i $w_{1A\beta}$ napięciem e_1 , to w uzwojeniach występuje $w_{2A\alpha}$ i $w_{2A\beta}$ napięcie $e_{2A} = e_{2A\alpha} - e_{2A\beta}$ jako napięcie o częstotliwości 100 Hz, jak uwidoczniło na fig. 4. Gdy cewki $w_{1B\alpha}$ i $w_{1B\beta}$ są zasilane pobieranym z transformatora Scotta napięciem je_1 , równym co do wielkości, lecz przesuniętym w fazie o 90° , to występują w nich takie same zjawiska, jeżeli dławik B jest rozważany oddzielnie. W uzwojeniu prądu stałego i w uzwojeniu wtórnym są więc indukowane również napięcia o częstotliwości 100 Hz, o podobnym kształcie krzywej, jak w dławiku A. Przesunięcie fazowe o 90° powoduje dla napięć o podwójnej częstotliwości indukowanych w uzwojeniu prądu stałego i w uzwojeniu wtórnym podwójne przesunięcie.

nięcie fazowe względem napięć wzbudzonych w odpowiednich uzwojeniach dławika. Gdy uzwojenia prądu stałego, jak przedstawiono na fig. 3, są połączone w szereg, to napięcia indukowane muszą się skompensować do zera, co jest pożądane aby uniknąć w obwodzie prądu stałego dławików, które w przeciwnym razie byłyby potrzebne dla sfluowania prądów parzystych harmonicznych. Aby móc odbierać na stronie wtórnej pożądane napięcia o częstotliwości 100 Hz kierunek zwojów uzwojenia wtórnego w układzie dławikowym B powinien być odwrotny niż w układzie A. Wskutek tego obydwa napięcia otrzymane w układach dławikowych A i B są w fazie i mogą być łączone równolegle lub szeregowo, jak przedstawiono na rysunku.

Ostateczne napięcie wypadkowe $e_2 = e_{2A} - (-e_{2B}) = e_{2A} + e_{2B}$, gdy we wszystkich czterech cewkach dławikowych są zachowane jednakowe uzwojenia i warunki magnetyczne, ma taki sam kształt jak napięcie $e_{\alpha 2} - e_{\beta 2}$, przedstawione na fig. 4, lecz o większej amplitudzie. Wspomniany transformator Scotta może być włączony bądź przed dwoma układami dławikowymi, bądź też może być przeniesiony do układu dławików podmagnessowanych. Dławik B stanowi dzielnik napięcia dla dławika A. Napięcie to powinno czynić zadość warunków transformatora tzn. powinna być zachowana równość $E_{1A} = \sqrt{\frac{3}{2}} \cdot E_{1B}$, jak przedstawiono na fig. 5. Układ według fig. 5 może być również zmieniony tak, jak na fig. 6.

Wreszcie na fig. 9 przedstawiono charakterystyki układu kompensacyjnego według fig. 7 dla kondensatorów szeregowych $C_s = 10, 20$ i $30 \mu F$. Wynik potwierdza również i w tym przypadku rezultat rozważania analitycznego. Przy biegu jałowym wartości powinny być te same, jak przy $C_s = 0$, gdyż pojemność nie jest jeszcze czynna. W miarę wzrostu obciążenia działanie kondensatora jest silniejsze i kompensacja osiąga optimum przy obciążeniu takim, że przy ruchu bez kompensacji płynąłby prąd zwarcia I_{2K} , gdyż pojemność C_s jest tak dobrana, że zachodzi równanie $X_1 = \frac{E_s}{I_{2K}} = \frac{1}{\omega C_s}$.

Gdy obciążenie wzrośnie jeszcze więcej, to kompensacja staje się niekorzystna, tzn. spadek napięcia jest bardziej stromy. Prąd zwarcia osiąga wartość około dwa razy większą niż bez kompensacji. Gdy nie jest spełnione równanie przybliżone do ustalenia wymiarów pojemności szeregowy, tzn. gdy C_s jest większe lub mniejsze, to otrzymuje się przewidziane pogorszenie jak widać na fig. 9.

Podobnie jak w przypadku charakterystyki obciążenia przetwornika nieskompensowanego jest możliwe oddziaływanie na charakterystykę napięciową przetwornika częstotliwości przez zmianę podmagnessowania prądem stałym. To samo dotyczy skompensowanego przetwornika częstotliwości. W miarę wzrostu podmagnessowania otrzymuje się stałe polepszenie charakterystyki napięciowej. Przyczyna tego leży w zmniejszeniu indukcyjności wewnętrznej X_i przez podmagnessowanie. Odpowiednio do tego spadek napięcia powinien być mniejszy przy większym podmagnessowaniu. Po wejściu na obszar nasycenia polepszenie przebiegu napięcia jest możliwe tylko przy znacznym zużyciu mocy prądu stałego, gdyż zmniejszenie indukcyjności X_i za pomocą oddziaływania na własności żelaza jest ograniczone.

Zaleta kompensacji uwydatnia się nie tylko pod względem zależności obciążenia napięcia wtórnego, lecz również pod względem sprawności i współczynnika mocy po stronie pierwotnej.

Zdjęcia oscylograficzne wpływu pojemności kompensacyjnej wykazują, że wskutek działania zasobnikowego kondensatora, (działanie to wzrasta wraz z obciążeniem) i wskutek współdziałania napięć częściowych otrzymuje się przebieg napięcia, który sam jest już napięciem o częstotliwości 100 Hz. Pojemność oddaje moc dla napięć częściowych w chwilach, w których ze względu na nasycenie żelaza nie biorą one żadnego udziału. Zjawisko to uwydatnia się w powiększeniu drugiej i czwartej harmonicznej napięć częściowych i przez to powiększenie napięcia wtórnego. Ten wzrost przebiega stale i jest ograniczony tylko przez dodatkowe nasycenie żelaza. Zwiększenie E_2 przez działanie zasobnikowe pojemności musi być z konieczności większe niż spadek napięcia $I_2/\omega C_s$ na pojemności, ponieważ wtedy nie jest wcale wywierany wpływ na napięcie odbiornika. Napięcie U_2 opada stromo dopiero wtedy, gdy ten warunek nie jest spełniony biorąc pod uwagę dodawanie geometryczne.

Wartość kondensatora jest bardzo zależna od podmagnessowania. Aby osiągnąć dogodne warunki ekonomiczne, podmagnessowanie i pojemność muszą być tak do siebie dopasowane, żeby były dostosowane do aktualnych wymagań ruchu. Szczególną uwagę należy zwrócić na budowę rdzenia żelaznego. Aby uzyskać optymalne warunki ekonomiczne należy dążyć przynajmniej w przybliżeniu do korzystnego obliczenia wymiarów. W wykonaniu konstrukcyjnym należy szczególnie przestrzegać znanych zasad budowy transformatorów chcąc uniknąć ekonomicznie niedopuszczalnych

składowych strat wynikających z dużej indukcyjności i większej częstotliwości. Dla strony pierwotnej przetwornika należy rozważyć zniekształcenie prądów pierwotnych. Gdy przetwornik jest przyłączony do sieci o dużych oporach wewnętrznych, zniekształcenia prądu, zwłaszcza w przypadku przetworników częstotliwości większych wymiarów powodują oddziaływanie na kształt napięcia. Przez włączenie trójfazowego obwodu rezonansowego połączonego w gwiazdę i nastrojonego na trzecią harmoniczną można nie dopuścić harmonicznych do sieci zasilającej. Pojemność rezonansową tego obwodu można tym obliczyć tak, aby kompensowała przesunięcie fazowe na stronie pierwotnej, tzn. sprawiła polepszenie współczynnika mocy. Można postąpić w ten sposób, że wychodząc z mocy biernej pobieranej przez przetwornik częstotliwości przy określonym podmagnesowaniu na fazę według $C = N_{BP} / \mu_2 \omega$ oblicza się pojemność potrzebną do przesunięcia fazowego, przy czym wobec układu gwiazdkowego należy wziąć pod uwagę dla napięcia U napięcie fazowe. Wychodząc z tej pojemności oblicza się następnie ze wzoru $\omega \cdot \sqrt{\frac{1}{LC}}$ indukcyjność L obwodu rezonansowego, którego obciążenie wynika z procentowego udziału trzeciej harmonicznej w prądzie pierwotnym.

Układ połączeń w przypadku zaniechania symetrii obciążenia upraszcza się, wtedy jednak należy włączyć dławik blokujący w obwodzie prądu stałego, nie ma bowiem kompensacji dla napięć

o częstotliwości 100 Hz indukowanych w obwodzie prądu stałego przez układy dławikowe A i B.

Zastrzeżenia patentowe

1. Układ połączeń statycznych przetworników częstotliwości z podmagnesowanymi dławikami do urządzeń teletechnicznych, a zwłaszcza kolejowych urządzeń bezpieczeństwa, znamieny tym, że opór indukcyjny zmieniający się znacznie podczas obciążenia jest skompensowany przez odpowiedni opór pojemnościowy i tym samym zostaje znacznie złagodzona zależność napięcia od obciążenia.
2. Układ połączeń według zastrz. 1, znamieny tym, że człon kompensacyjny, zwłaszcza pojemnościowy, jest włączony w obwód wtórny i połączony w szereg z odbiornikami.
3. Układ połączeń według zastrz. 1 lub 2, znamieny tym, że wymagana wielkość człona kompensacyjnego jest tak dobrana aby reaktancja wewnętrzna obliczona z ilorazu napięcia biegu jałowego (E_2) przez prąd zwarcia (J_{2K}) była równa oporowi biernemu $\left(\frac{1}{\omega C_s} \right)$ członą kompensacyjnego.

VEB Werk für Signal — und Sicherungstechnik Berlin

Zastępca: Kolegium Rzeczników Patentowych

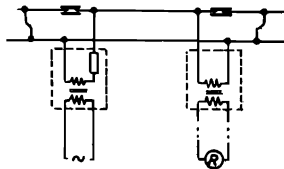


Fig. 1

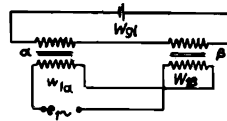


Fig. 2

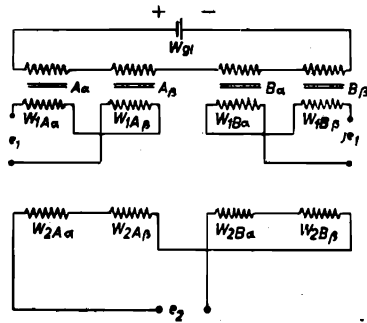


Fig. 3

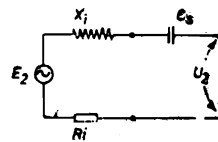


Fig. 7

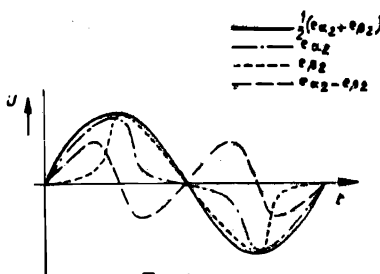


Fig. 4

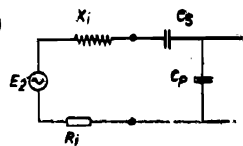


Fig. 8

Fig.5

Fig.6

