

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

O P I S P A T E N T O W Y 104 248

**Patent dodatkowy
do patentu _____**

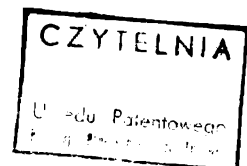
Zgłoszono: 17.11.75 (P. 184787)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 06.06.77

Opis patentowy opublikowano: 31.10.1979

**Int. Cl.² H02P 7/52
H02P 1/34**



Twórcy wynalazku: Józef Łastowiecki, Andrzej Ruda

Uprawniony z patentu: Politechnika Warszawska, Warszawa (Polska)

Układ samoczynnego tyrystorowego modulatora rezystancji wirnikowej silników indukcyjnych pierścieniowych

Dziedzina techniki. Przedmiotem wynalazku jest układ samoczynnego tyrystorowego modulatora rezystancji wirnikowej silników indukcyjnych pierścieniowych, służący do realizacji samoczynnych zmian wartości rezystancji wirnikowej silników asynchronicznych, pierścieniowych w zależności od poślizgu.

Stan techniki. Znane są układy służące do realizacji zmian rezystancji wirnikowej silników asynchronicznych pierścieniowych w zależności od poślizgu, które przedstawione są w publikacji „Tyrystorowy regulator rezystancji w obwodzie wirnika silnika pierścieniowego” opublikowanej w Przeglądzie Elektrotechnicznym nr 2, rok 1971. Układy te składają się z trójfazowego prostownika włączonego w obwód wirnika do wyjścia którego dołączony jest rezystor wirnikowy zwierany okresowo poprzez łącznik tyrystorowy o komutacji wymuszonej. Wpływając na wartość czasu przewodzenia łącznika tyrystorowego oraz na wartość czasu przerwy bezprądowej tego łącznika można regulować wypadkową rezystancję obwodu wirnikowego silnika asynchronicznego.

Rozwiązanie powyższe wymaga zastosowania trójfazowego układu prostowniczego w obwodzie wirnika silnika oraz skomplikowanego układu łącznika tyrystorowego prądu stałego. Ponadto układ taki, sterowany jest sygnałem zewnętrznym, bądź też sygnałem sprzężenia zwrotnego.

Istota wynalazku. Układ według wynalazku, zawiera trzy tyrystory połączone ze sobą kolejno jednokierunkowo w trójkąt, włączone pomiędzy uzwojenie fazowe wirnika a rezystory wirnikowe tak, że anoda pierwszego tyrystora połączona jest z pierwszym uzwojeniem fazowym wirnika silnika pierścieniowego, a katoda tego tyrystora jest połączona z drugim uzwojeniem fazowym wirnika, zaś anoda drugiego tyrystora połączona jest z drugim uzwojeniem fazowym wirnika a katoda tego tyrystora jest połączona z trzecim uzwojeniem fazowym wirnika, natomiast anoda trzeciego tyrystora jest połączona z trzecim uzwojeniem fazowym wirnika a katoda tego tyrystora jest połączona z pierwszym uzwojeniem fazowym wirnika silnika pierścieniowego. Ponadto anoda, katoda i bramka pierwszego tyrystora są połączone z pierwszym układem wyzwalania tyrystora, a anoda, katoda i bramka drugiego tyrystora są połączone z drugim układem wyzwalania tyrystora, zaś anoda, katoda i bramka trzeciego tyrystora są połączone z trzecim układem wyzwalania tyrystora.

Wyzwalanie każdego z tyrystorów następuje po stałym czasie opóźnienia liczonym od chwili pojawienia się dodatniego napięcia na anodzie danego tyrystora, natomiast zakończenie stanu przewodzenia następuje po zmianie polaryzacji napięcia anodowego.

Korzystne skutki techniczne wynalazku. Układ według wynalazku pozwala przy użyciu minimalnej ilości półprzewodnikowych elementów dużej mocy zapewnić korzystny przebieg charakterystyki mechanicznej silnika indukcyjnego pierścieniowego, a w szczególności umożliwić wytworzenie maksymalnego momentu przy poślizgu równym jedności oraz prawie stałego momentu podczas rozruchu silnika, przy czym nie zachodzi konieczność pomiaru poślizgu silnika i stosowania sygnałów sprzężeń zwrotnych. Charakterystyka mechaniczna silnika indukcyjnego przy zastosowaniu modulatora rezystancji według wynalazku ma przebieg monotoniczny w całym zakresie zmienności poślizgu silnika przy pracy silnikowej, co ma duże znaczenie w przypadku wykorzystania silnika w układach automatycznej regulacji prędkości obrotowej realizowanej przez zmianę napięcia zasilającego stojan tego silnika.

Zaletą stosowania układu jest również maksymalne ograniczenie prądu rozruchu silnika przy jednoczesnym, maksymalnie możliwym wykorzystaniu jego momentu oraz to, że wyłączanie poszczególnych tyrystorów w cyklu pracy zachodzi przy komutacji naturalnej.

Układ umożliwia również pracę silnika przy prędkościach bliskich znamionowych ze sprawnością bliską nominalnej oraz przechodzenie z jednej prędkości obrotowej silnika na inną w sposób płynny, bez skokowych zmian momentu rozwijanego przez silnik.

Objaśnienie rysunku. Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat ideowo-blokowy układu samoczynnego modulatora rezystancji wirnikowej silników indukcyjnych pierścieniowych, zaś na fig. 2 — przebiegi charakterystyk mechanicznych silnika indukcyjnego pierścieniowego, a na fig. 3 — półfalę napięcia wirnika dla różnych częstotliwości.

Przykład wykonania. Jak uwidoczniło na fig. 1 rysunku, silnik M indukcyjny pierścieniowy ma stojan zasilany z trójfazowej sieci R, S, T prądu przemiennego. Pierwsze uzwojenie U fazowe wirnika jest połączone poprzez rezystor R1 wirnikowy z punktem zerowym utworzonym przez połączone rezystory R1, R2, R3 wirnikowe w gwiazdę. Natomiast drugie uzwojenie V fazowe wirnika jest połączone poprzez rezystor R2 wirnikowy z punktem zerowym rezystorów R1, R2, R3 wirnikowych, a trzecie uzwojenie W fazowe wirnika jest połączone poprzez rezystor R3 wirnikowy z punktem zerowym rezystorów R1, R2, R3 wirnikowych. Układ zawiera również włączone pomiędzy uzwojenia U, V, W fazowe wirnika a rezystory R1, R2, R3 wirnikowe trzy tyrystory T1, T2, T3 połączone są ze sobą kolejno jednokierunkowo w trójkąt tak, że anoda pierwszego tyrystora T1 połączona jest z pierwszym uzwojeniem U fazowym wirnika a katoda tego tyrystora T1 jest połączona z drugim uzwojeniem V fazowym wirnika, zaś anoda drugiego tyrystora T2 połączona jest z drugim uzwojeniem V fazowym wirnika, a katoda tego tyrystora T2 jest połączona z trzecim uzwojeniem W fazowym wirnika. Natomiast anoda trzeciego tyrystora T3 jest połączona z trzecim uzwojeniem W fazowym wirnika, a katoda tego tyrystora T3 jest połączona z pierwszym uzwojeniem U fazowym wirnika. Ponadto anoda, katoda i bramka pierwszego tyrystora T1 są połączone z pierwszym układem UWT1 wyzwalania tyrystora, a anoda, katoda i bramka drugiego tyrystora T2 są połączone z drugim układem UWT2 wyzwalania tyrystora, zaś anoda, katoda i bramka trzeciego tyrystora T3 są połączone z trzecim układem UWT3 wyzwalania tyrystora, przy czym układy UWT1, UWT2, UWT3 wyzwalania tyrystorów zasilane są ze źródła prądu przemiennego.

Uwidocznione na fig. 2 rysunku przebiegi charakterystyk mechanicznych silnika indukcyjnego pierścieniowego przedstawiają zależności momentu M mechanicznego od poślizgu S silnika w odniesieniu do momentu M_n mechanicznego znamionowego silnika, przy czym krzywa 1 przedstawia przebieg momentu M w przypadku pracy bez rezystorów R1, R2, R3 wirnikowych, zaś krzywa 2 przedstawia przebieg momentu M od wartości maksymalnej M_{max} momentu do wartości zero tego momentu, w przypadku pracy z rezystorami zapewniającymi wytworzenie momentu krytycznego przy poślizgu równym jedności, natomiast krzywa 3 przedstawia przebieg momentu M od wartości maksymalnej M_{max} momentu do wartości zero tego momentu w przypadku zastosowania modulatora rezystancji wirnikowej.

Natomiast uwidocznione na fig. 3 rysunku, przebiegi przedstawiają: krzywa 1 półfalę napięcia U_w wirnika dla częstotliwości znamionowej $f = 50\text{Hz}$, oraz krzywa 2 półfalę napięcia U_w wirnika dla częstotliwości trzykrotnie niższej od częstotliwości znamionowej. Ponadto zakreskowany odcinek przedstawia impuls 3 zapłonowy, którego czas wystąpienia od chwili pojawienia się dodatniego napięcia anodowego wynosi 10 ms.

Powierzchnia zakreskowana ilustruje przewodzenie danego tyrystora w czasie który jest różnicą czasu t_0 trwania półfali napięcia U_w wirnika o niższej częstotliwości od częstotliwości znamionowej i czasem trwania półfali napięcia U_w wirnika o częstotliwości znamionowej, stanowiącym czas τ opóźnienia impulsu 3 zapłonowego.

Układ działa w sposób niżej opisany. Rezystory R_1 , R_2 , R_3 wirnikowe silnika M pierścieniowego są tak dobrane, aby moment krytyczny występował przy poślizgu równym jedności. Tyrystory T_1 , T_2 , T_3 wyzwalane są impulsami bramkowymi pochodzącymi z układów UWT1, UWT2, UWT3 wyzwalania tyrystorów, w czasie gdy na ich anodach występuje napięcie dodatnie, przy czym kąt przewodzenia tyrystorów zmienia się wraz ze zmianą częstotliwości napięcia U_w wirnika.

Gdy czas τ opóźnienia impulsu 3 zapłonowego uwidocznionego na fig. 3 rysunku będzie wynosił 10 ms, to przy częstotliwości 50Hz napięcia sieci R, S, T zasilającej silnik M i poślizgu równym jednoś i tyrystory T_1 , T_2 , T_3 nie będą wyzwalane, a w obwód wirnika włączona będzie cała rezystancja wirnika składająca się z rezystorów R_1 , R_2 , R_3 wirnikowych. W wyniku tego moment M uwidoczniony na fig. 2 rysunku stanowiący moment rozruchowy silnika, będzie momentem M_{max} maksymalnym pokazanym na fig. 2 rysunku, a prąd silnika zostanie znacznie ograniczony.

W miarę zmian poślizgu silnika M od jednoś do zera wydłuża się czas to trwania półfali dodatniego napięcia U_w wirnika na anodach tyrystorów T_1 , T_2 , T_3 , a więc i czas stanowiący różnicę to — τ pokazany na fig. 3 rysunku, przewodzenia tyrystorów.

W czasie przewodzenia tyrystorów T_1 , T_2 , T_3 rezystory R_1 , R_2 , R_3 wirnikowe zostają zwarte, a silnik M rozwija moment zgodny z charakterystyką naturalną zobrazowaną krzywą 1 uwidocznioną na fig. 2 rysunku.

Przewodzenie prądu każdego z tyrystorów T_1 , T_2 , T_3 zostaje zakończone z chwilą gdy sinusoidalne napięcia na anodzie danego tyrystora przyjmie wartość ujemną co powoduje, że komutacja tyrystora ma charakter naturalny.

Moment M mechaniczny wytwarzany przez silnik równy jest średniej arytmetycznej z momentu wynikającego z charakterystyki sztucznej zobrazowanej krzywą 2 uwidocznioną na fig. 2 rysunku i charakterystyki naturalnej zobrazowanej krzywą 21 uwidocznioną na fig. 2 rysunku, przy czym udział obu tych momentów jest proporcjonalny odpowiednio do czasu τ i różnicy czasów to — τ . W wyniku tego przebieg charakterystyki wypadkowej momentu M silnika w funkcji poślizgu S ma postać krzywej 3 uwidocznionej na fig. 2 rysunku.

Kształt przebiegu charakterystyki mechanicznej silnika zależy więc tylko od poślizgu S silnika M indukcyjnego pierścieniowego.

Zmiana przebiegu charakterystyki osiągana jest przez nastawienie za pomocą układów UWT1, UWT2, UWT3 wyzwalania tyrystorów innej wartości czasu τ opóźnienia impulsów 3 zapłonowych uwidocznionych na fig. 3 rysunku.

Zastrzeżenie patentowe

Układ samoczynnego, tyrystorowego modulatora rezystancji wirnikowej silników indukcyjnych pierścieniowych zawierający rezystory wirnikowe oraz układy wyzwalania tyrystorów, z n a m i e n n y t y m, że ma trzy tyrystory (T_1 , T_2 , T_3) połączone ze sobą kolejno jednokierunkowo w trójkąt włączone pomiędzy uzwojenia (U, V, W) fazowe wirnika a rezystory (R_1 , R_2 , R_3) wirnikowe tak, że anoda pierwszego tyrystora (T_1) połączona jest z pierwszym uzwojeniem (U) fazowym wirnika silnika (M) pierścieniowego, a katoda tego tyrystora (T_1) jest połączona z drugim uzwojeniem (V) fazowym wirnika, zaś anoda drugiego tyrystora (T_2) połączona jest z drugim uzwojeniem (V) fazowym wirnika a katoda tego tyrystora (T_2) jest połączona z trzecim uzwojeniem (W) fazowym wirnika, natomiast anoda trzeciego tyrystora (T_3) jest połączona z trzecim uzwojeniem (W) fazowym wirnika a katoda tego tyrystora (T_3) jest połączona z pierwszym uzwojeniem (U) fazowym wirnika silnika (M) pierścieniowego, ponadto anoda, katoda i bramka pierwszego tyrystora (T_1) są połączone z pierwszym układem (UWT1) wyzwalania tyrystora, a anoda katoda i bramka drugiego tyrystora (T_2) są połączone z drugim układem (UWT2) wyzwalania tyrystora, zaś anoda, katoda i bramka trzeciego tyrystora (T_3) są połączone z trzecim układem (UWT3) wyzwalania tyrystora, przy czym wyzwalanie każdego z tyrystorów (T_1 , T_2 , T_3) następuje po stałym czasie opóźnienia liczonym od chwili pojawienia się dodatniego napięcia na anodzie danego tyrystora (T_1 , T_2 , T_3).

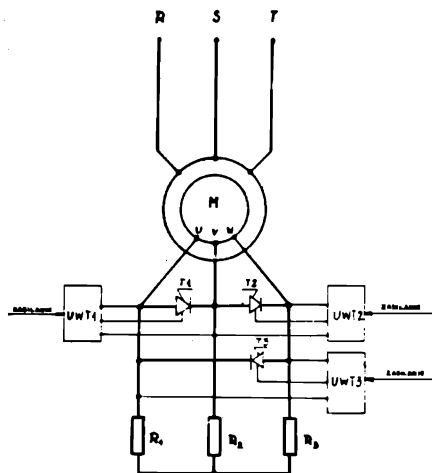


fig. 1

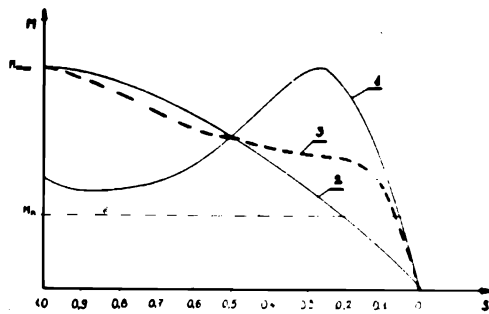


fig. 2

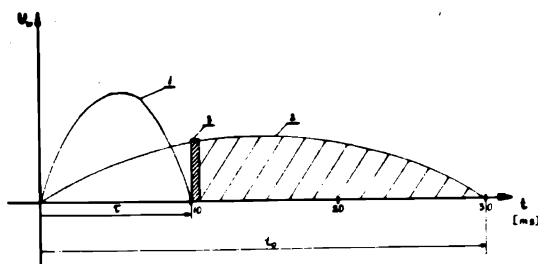


fig. 3