

RZECZPOSPOLITA  
POLSKA



Urząd Patentowy  
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **219766**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **395862**

(51) Int.Cl.  
**H02M 5/293 (2006.01)**

(22) Data zgłoszenia: **04.08.2011**

---

(54) **Sposób bezprzemiennego impulsowego sterowania tranzystorami  
w trójfazowym regulatorze napięcia przemiennego bez przewodu zerowego**

---

(43) Zgłoszenie ogłoszono:  
**18.02.2013 BUP 04/13**

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:  
**31.07.2015 WUP 07/15**

(73) Uprawniony z patentu:  
**POLITECHNIKA ŚLĄSKA, Gliwice, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:  
**MARIAN HYLA, Bytom, PL**  
**ANDRZEJ KANDYBA, Gliwice, PL**

(74) Pełnomocnik:  
**rzecz. pat. Urszula Ziólkowska**

---

**PL 219766 B1**

## Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest sposób bezprzebiegowego sterowania impulsowego tranzystorami w trójfazowym regulatorze napięcia przemiennego bez przewodu zerowego przy obciążeniu o charakterze rezystancyjno - indukcyjnym.

Znany jest układ regulatora napięcia przemiennego w którym jako elementy przełączające wykorzystuje się w pełni sterowalne zawory energoelektroniczne jakimi są tranzystory. Przy klasycznym sterowaniu impulsowym, aby uniknąć zwarć w obwodzie stosuje się czasy martwe pomiędzy przełączaniem tranzystorów w poszczególnych gałęziach przekształtnika. W takim przypadku w chwilach, gdy wszystkie tranzystory w układzie są wyłączone występują przebiegi powodowane zjawiskiem samoindukcji. Niesie to za sobą konieczność stosowania specjalnych układów ochrony przebiegowej.

Zadaniem sterowania impulsowego w tych układach jest regulacja wartości podstawowej harmonicznej napięcia poprzez zmianę wypełnienia impulsów sterujących o częstotliwości większej od częstotliwości napięcia zasilającego.

Sposób sterowania według wynalazku polega na tym, że w każdej z trzech grup tranzystorów, łączy się impulsowo tylko jeden z tranzystorów spolaryzowany w kierunku przewodzenia, natomiast sygnały sterujące pozostałych nie impulsowanych tranzystorów przekształtnika zapewniają ciągłość przepływu prądu obciążenia we wszystkich stanach pracy, przy czym sekwencja przełączania tranzystorów (z grupy pierwszej, drugiej oraz trzeciej) zależna jest i zmienia się zgodnie z aktualnymi znakami napięć międzyprzewodowych w punkcie zasilania (signU) danej grupy tranzystorów oraz prądu obciążenia (signI) odpowiadającej jej fazy, przy tym rozkład napięć na tranzystorach i obciążeniu oraz prądów obciążenia każdej fazy zależne od stanu pozostałych faz nie wpływają na sygnały sterujące danej grupy, a grupę 1 stanowią tranzystory (T1<sub>A</sub>), (T2<sub>A</sub>), (T1<sub>AB</sub>), (T2<sub>AB</sub>), grupę 2 stanowią tranzystory (T1<sub>B</sub>), (T2<sub>B</sub>), (T1<sub>BC</sub>), (T2<sub>BC</sub>), natomiast grupę 3 stanowią tranzystory (T1<sub>C</sub>), (T2<sub>C</sub>), (T1<sub>CA</sub>), (T2<sub>CA</sub>).

Taki sposób sterowania eliminuje konieczność wprowadzania czasów martwych które są w tradycyjnych układach przyczyną powstawania przebiegów komutacyjnych.

W sposobie sterowania będącym przedmiotem wynalazku w danym przedziale czasu w każdej grupie łączy się impulsowo jest tylko jeden z tranzystorów przekształtnika, a sygnały sterujące pozostałych tranzystorów zapewniają ciągłość przepływu prądu obciążenia we wszystkich stanach pracy przekształtnika.

W regulatorze napięcia przemiennego trójfazowego bez przewodu zerowego rozkład napięć na tranzystorach i obciążeniu danej grupy oraz prądu obciążenia odpowiadającej jej fazy zależne są od stanu pozostałych faz. Sposób sterowania według wynalazku pozwala na wyznaczenie stanów sygnałów sterujących tranzystorami w danej grupie bez uwzględniania znaków prądów i napięć pozostałych grup.

Zaletą sposobu sterowania według wynalazku jest możliwość realizacji sterowania impulsowego tranzystorów przekształtnika bez konieczności wprowadzania czasów martwych, a co za tym idzie bez generowania przebiegów komutacyjnych w układzie. Sposób bezprzebiegowego sterowania impulsowego eliminuje konieczność stosowania specjalnych układów ochrony przebiegowej przez co zwiększa się sprawność energetyczna przekształtnika.

Sposób sterowania będący przedmiotem wynalazku opiera się na eliminacji jednoczesnych przełączeń spolaryzowanych w kierunku przewodzenia tranzystorów w gałęzi poprzecznej i podłużnej w każdej z grup, poprzez impulsowe sterowanie tylko jednego z tranzystorów w danej grupie przy czym o sposobie sterowania tranzystorami danej grupy decyduje znak napięcia międzyprzewodowego oraz prądu obciążenia odpowiadającego tej grupie, a sygnały znaków prądów i napięć z grup pozostałych nie mają wpływu na sygnały sterujące tej grupy.

Na rys. fig. 1 przedstawiono układ połączeń trójfazowego regulatora napięcia przemiennego bez przewodu zerowego z zaznaczeniem odpowiednich grup tranzystorów wykorzystywanych w sterowaniu. Przedmiot wynalazku objaśniono na rys. fig. 2 przedstawiającym przebiegi napięcia zasilania, prądu obciążenia, znaków napięcia i prądu oraz sygnałów sterujących tranzystory w pierwszej grupie zgodnie ze sposobem będącym przedmiotem wynalazku.

Jako zawory energoelektroniczne stosuje się w grupie pierwszej tranzystory (T1<sub>A</sub>), (T2<sub>A</sub>), (T1<sub>AB</sub>), (T2<sub>AB</sub>), z diodami zwrotnymi (D1<sub>A</sub>), (D2<sub>A</sub>), (D1<sub>AB</sub>), (D2<sub>AB</sub>), w grupie drugiej tranzystory (T1<sub>B</sub>), (T2<sub>B</sub>), (T1<sub>BC</sub>), (T2<sub>BC</sub>), z diodami zwrotnymi (D1<sub>B</sub>), (D2<sub>B</sub>), (D1<sub>BC</sub>), (D2<sub>BC</sub>) oraz w grupie trzeciej tranzystory (T1<sub>C</sub>), (T2<sub>C</sub>), (T1<sub>CA</sub>), (T2<sub>CA</sub>), z diodami zwrotnymi (D1<sub>C</sub>), (D2<sub>C</sub>), (D1<sub>CA</sub>), (D2<sub>CA</sub>), połączone szeregowo przeciwnie w każdej z gałęzi przekształtnika. Dodatkowo wymagane są układy detekcji znaków napięć międzyprzewodowych w punkcie zasilania (DU<sub>AB</sub>), (DU<sub>BC</sub>), (DU<sub>CA</sub>) i znaków prądów obciążenia

( $DI_{0A}$ ), ( $DI_{0B}$ ), ( $DI_{0C}$ ), a sygnały identyfikujące znaki napięć międzyprzewodowych w punkcie zasilania i prądów obciążenia poszczególnych faz doprowadzane są do układu generującego impulsy sterujące przełączaniem tranzystorów (US).

Układ sterowania (US) generuje dla grupy pierwszej sygnały ( $T1_A$ ), ( $T2_A$ ), ( $T1_{AB}$ ), ( $T2_{AB}$ ), dla grupy drugiej sygnały ( $T1_B$ ), ( $T2_B$ ), ( $T1_{BC}$ ), ( $T2_{BC}$ ) oraz dla grupy trzeciej sygnały ( $T1_C$ ), ( $T2_C$ ), ( $T1_{CA}$ ), ( $T2_{CA}$ ) sterujące przełączaniem tranzystorów na podstawie znaków napięć międzyprzewodowych (signU) i znaków prądów obciążenia (signI) dla każdej z grup tranzystorów.

Sposób sterowania dla jednej grupy tranzystorów przedstawiono na rys. fig. 2. Sterowanie tranzystorów pozostałych grup jest analogiczne, z uwzględnieniem przesunięcia fazowego o kąt elektryczny odpowiednio  $120^\circ$  i  $240^\circ$ .

Przykładowo dla przebiegów przedstawionych na rys. fig. 2, w przypadku gdy  $U_{AB}>0$ ,  $U_{BC}<0$ ,  $U_{CA}>0$  oraz  $I_{0A}<0$ ,  $I_{0B}>0$ ,  $I_{0C}>0$  przełączane impulsowo są tranzystory: ( $T1_{AB}$ ), ( $T2_{BC}$ ) oraz ( $T1_C$ ), a na tranzystory ( $T2_A$ ), ( $T1_B$ ) i ( $T2_{CA}$ ) podawany jest sygnał o stanie wysokim.

Na rys. fig. 3 a) przedstawiono graf prądowy ilustrujący rozptył prądów przy wyłączonym tranzystorze ( $T1_{AB}$ ) oraz załączonych tranzystorach ( $T2_{BC}$ ) i ( $T1_C$ ).

Na rys. fig. 3 b) przedstawiono graf prądowy obowiązujący w chwili wycofania sygnałów sterujących z tranzystorów ( $T2_{BC}$ ) i ( $T1_C$ ) oraz podania sygnału sterującego na tranzystor ( $T1_{AB}$ ). Ze względu na niezerową dynamikę zaworów energoelektronicznych prąd płynie w ten sposób do chwili rzeczywistego wyłączenia się tranzystorów.

Na rys. fig. 3 c) przedstawiono graf prądowy obowiązujący po zaniku prądów w wyłączanych tranzystorach.

Analogiczne sytuacje występują w pozostałych przypadkach przełączeń w układzie. Sposób sterowania według wynalazku nie powoduje zwarć skrośnych, ani przepięć komutacyjnych generowanych od strony obciążenia.

### Zastrzeżenie patentowe

Sposób sterowania przełączaniem tranzystorów trójfazowego regulatora napięcia przemiennego bez przewodu zerowego, **znamienny tym**, że w każdej z trzech grup tranzystorów załącza się impulsowo tylko jeden z tranzystorów spolaryzowany w kierunku przewodzenia, natomiast sygnały sterujące pozostałych nie impulsowanych tranzystorów przekształtnika zapewniają ciągłość przepływu prądu obciążenia we wszystkich stanach pracy, przy czym sekwencja przełączania tranzystorów (z grupy pierwszej, drugiej oraz trzeciej) zależna jest i zmienia się zgodnie z aktualnymi znakami napięć międzyprzewodowych w punkcie zasilania (signU) danej grupy tranzystorów oraz prądu obciążenia (signI) odpowiadającej jej fazy, przy tym rozkład napięć na tranzystorach i obciążeniu oraz prądów obciążenia każdej fazy zależne od stanu pozostałych faz nie wpływają na sygnały sterujące danej grupy, a grupę 1 stanowią tranzystory ( $T1_A$ ), ( $T2_A$ ), ( $T1_{AB}$ ), ( $T2_{AB}$ ), grupę 2 stanowią tranzystory ( $T1_B$ ), ( $T2_B$ ), ( $T1_{BC}$ ), ( $T2_{BC}$ ), natomiast grupę 3 stanowią tranzystory ( $T1_C$ ), ( $T2_C$ ), ( $T1_{CA}$ ), ( $T2_{CA}$ ).

## Rysunki

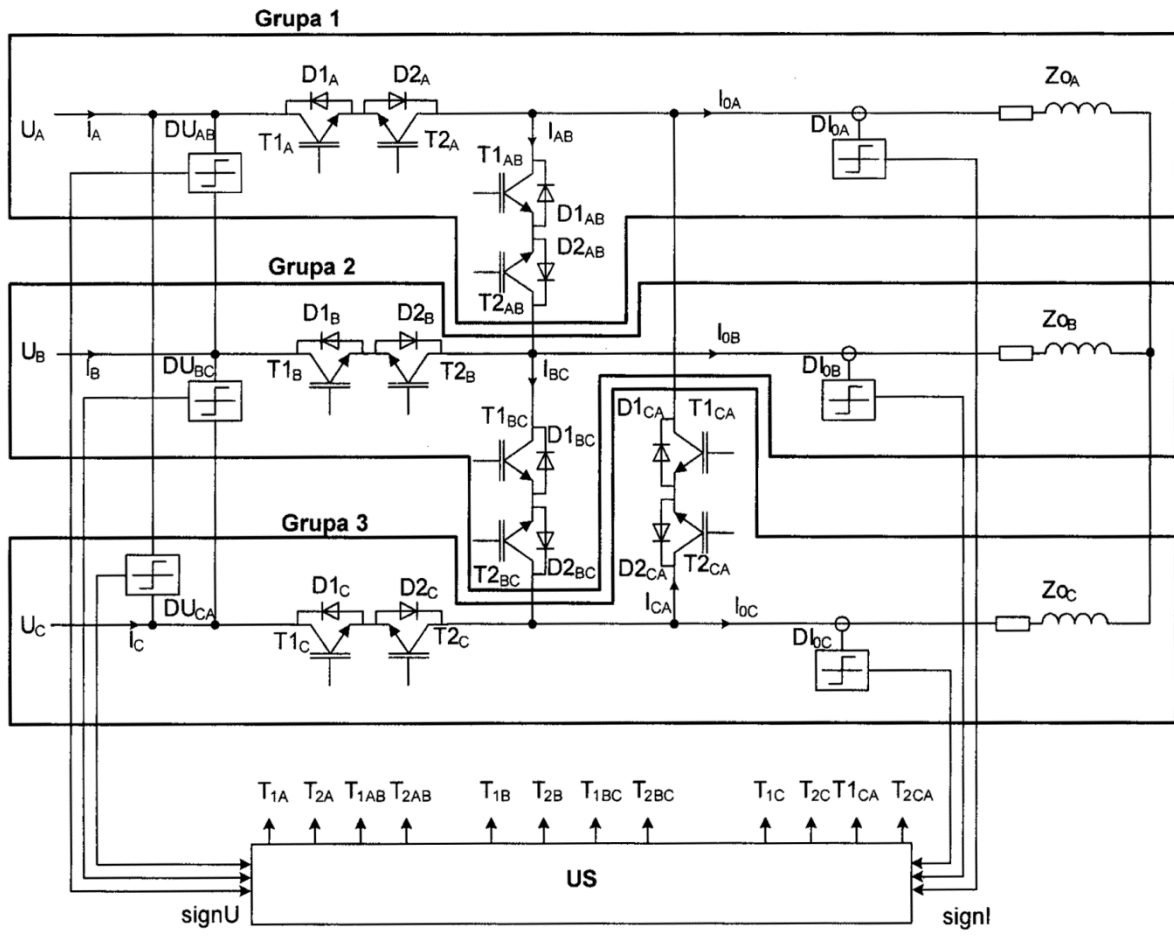


Fig.1

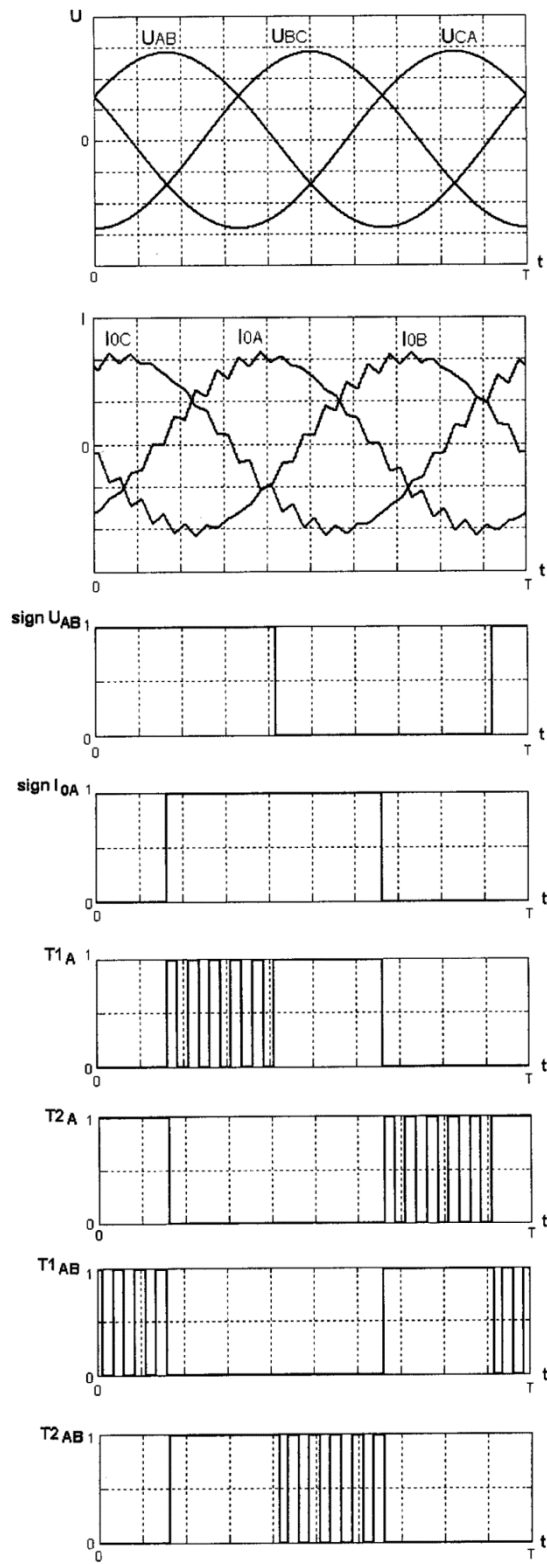


Fig.2

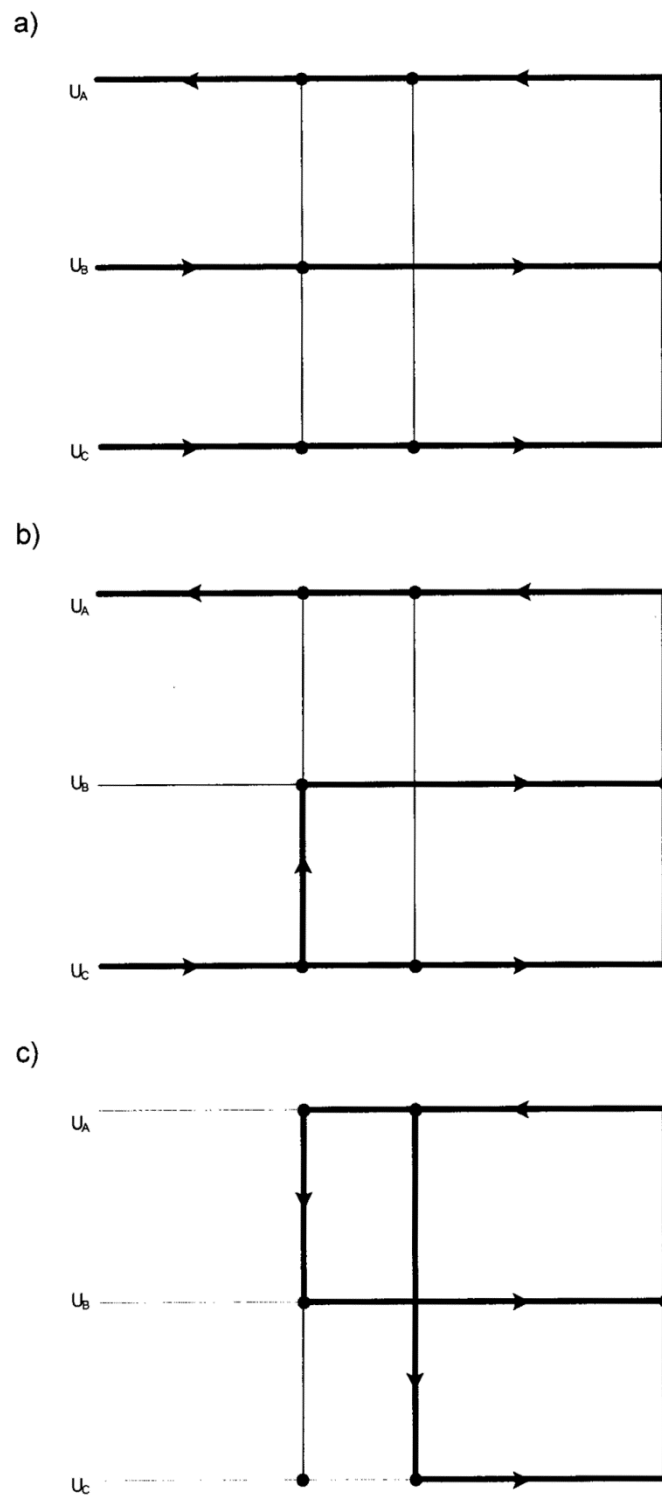


Fig.3