

Układ wytwarzania napięcia przemiennego

Przedmiotem wynalazku jest układ wytwarzania napięcia do zasilania odbiorników napięcia przemiennego.

Znany jest układ wytwarzania napięcia przemiennego z generatorem o regulowanej prędkości w którym źródłem energii jest silnik napędzający generator o magnesach trwałych z prostownikiem diodowym, którego napięcie jest stabilizowane przekształtnikiem napięcia stałego na napięcie stałe do którego jest przyłączony przekształtnik napięcia stałego na napięcie przemiennie.

Niedogodnością układu jest stosowanie prostownika diodowego, który pobiera z generatora prąd niesinusoidalny co powoduje dodatkowe straty energii.

Znany jest układ wytwarzania napięcia przemiennego z generatorem o regulowanej prędkości w którym również źródłem energii jest silnik napędzający generator o magnesach trwałych z prostownikiem, którym jest przekształtnik wielopoziomowy zwany „Diode Clamped Converter”, do którego po stronie napięcia stałego jest przyłączony inny przekształtnik napięcia stałego na przemiennie w układzie wielopoziomowego przekształtnika zwanego Diode Clamped Converter. Niedogodnością układu jest konieczność stosowania w prostowniku trójfazowym pobierającym energię z generatora co najmniej 12 tranzystorów mocy.

Celem wynalazku jest układ wytwarzania napięcia przemiennego zasilany dwoma napięciami stałymi ze sztywnym potencjałem zerowym.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że prostownik diodowy wielofazowy jest na wyjściu na szynach połączony z dwoma szeregowo połączonymi kondensatorami, których wspólna końcówka jest połączona z szyną zacisku neutralnego generatora. Układ zawiera układ korekcji maksymalnych prądów, który ma na wejściu element pomiaru napięcia z wejściami połączonymi z szynami, a jego wyjście połączone jest z pierwszym wejściem regulatora napięcia, z wejściem sumatora i z wejściem drugiego sumatora, którego wyjście połączone jest z wejściem trzecim regulatora napięcia ujemnego, którego pierwsze wyjście połączone jest z wyjściem elementu pomiarowego napięcia ujemnego i drugimi

wejściami sumatorów, zaś jedno wejście elementu pomiarowego napięcia ujemnego połączone jest do zacisku neutralnego, a drugie wejście połączone jest do szyny ujemnej, a do szyny dodatniej połączone jest drugie wejście elementu pomiaru napięcia, zaś drugie wejście regulatora napięcia ujemnego połączone jest z wyjściem zadajnika, przy czym wyjście regulatora napięcia ujemnego stanowi wyjście układu korekcji prądów, a wyjście sumatora połączone jest z piątym wejściem regulatora prędkości. Układ zawiera połączony z wejściem odbiornika i wyjściem przekształtnika napięcia stałego na przemienne blok sterowania i filtrów wyjściowych zaopatrzony w element wyznaczania mocy obciążenia, którego wyjście połączone jest z trzecim wejściem układu korekcji prędkości, a jego wyjście połączone jest z czwartym wejściem regulatora prędkości, zaś pierwsze, drugie i czwarte wejścia układu korekcji prędkości połączone są z zadajnikami.

Zgodnie z wynalazkiem układ jest źródłem napięcia przemiennego, który pobiera energię z dowolnego silnika poprzez napędzany generator wytwarzający napięcie przemiennie, które po wyprostowaniu dostarcza dwa napięcia stałe, które są przekształcane na dowolną liczbę faz napięcia przemiennego o zadanej amplitudzie i fazie i częstotliwości.

Przedmiot wynalazku jest uwidoczniony w przykładzie wykonania na rysunku, który przedstawia schemat ideowo-blokowy trójfazowego źródła napięcia przemiennego dostarczającego trzy niezależne przebiegi napięcia względem wspólnego potencjału.

Silnik **En** jest połączony, poprzez element pomiarowy prędkości **SS**, sztywnym wałem z generatorem **GSY**, którego zaciski wyjściowe **1**, **2**, **3** są połączone z prostownikiem wielofazowym **RE** przy czym zacisk wyjściowy **1** pierwszego napięcia fazowego jest połączony z zaciskiem **k1** prostownika fazy pierwszej **RE1** oraz z zaciskiem **1'** elementu pomiarowego napięcia **27** a zacisk wyjściowy **2** drugiego napięcia fazowego generatora **GSY** jest połączony z zaciskiem **k2** prostownika fazy drugiej **RE2** oraz z zaciskiem **1'** elementu pomiarowego napięcia **28** zaś zacisk wyjściowy **3** trzeciego napięcia fazowego generatora **GSY** jest połączony z zaciskiem **k3** prostownika fazy trzeciej **RE3** oraz z zaciskiem **1'** elementu pomiarowego napięcia **29** a ponadto zacisk neutralny **N** generatora **GSY** jest połączony z zaciskiem **d0** układu wytwarzania napięcia przemiennego. Do wejść **k1**, **k2**, **k3** są przyłączone szeregowo elementy indukcyjne **L1**, **L2**, **L3** poprzez elementy pomiarowe prądu **MC1**, **MC2**, **MC3**. Wyjście pierwszego elementu indukcyjnego **L1**, włączonego w pierwszą fazę **1**, jest

połączone z zaciskiem **a1** wejścia prądu przemiennego pierwszego prostownika jednofazowego **P1**, złożonego z diod **D13**, **D14**, **D15**, **D16**, którego drugi zacisk **b1** jest połączony z wspólnym zaciskiem **d0** elementów pojemnościowych **C11** i **C12** oraz z zaciskiem neutralnym **N** generatora **GSY**.

Wyjście drugiego elementu indukcyjnego **L2**, włączonego w drugą fazę **2**, jest połączone z zaciskiem **a2** wejścia prądu przemiennego drugiego prostownika jednofazowego **P2**, złożonego z diod **D23**, **D24**, **D25**, **D26**, którego drugi zacisk **b2** jest połączony z wspólnym zaciskiem **d0** elementów pojemnościowych **C11** i **C12** oraz z zaciskiem neutralnym **N** generatora **GSY**.

Wyjście trzeciego elementu indukcyjnego **L3**, włączonego w trzecią fazę **3**, jest połączone z zaciskiem **a3** wejścia prądu przemiennego trzeciego prostownika jednofazowego **P3**, złożonego z diod **D33**, **D34**, **D35**, **D36**, którego drugi zacisk **b3** jest połączony z wspólnym zaciskiem **d0** elementów pojemnościowych **C11** i **C12** oraz z zaciskiem neutralnym **N** generatora **GSY**.

Do wyjścia stałonapięciowego prostownika **REsą** przyłączone elementy pojemnościowe **C11** i **C12** oraz trójfazowy przekształtnik napięcia stałego na przemiennie **IN**. Przekształtniki **INa**, **INb**, **INc** napięcia stałego na napięcie przemiennie są przyłączone do szyny dodatniego potencjału $+V_{dc1}$ utworzonego przez drugie okładki kondensatora **C11** przez tranzystory **T41**, **T51**, **T61**. Wspólny zacisk **d0**, utworzony przez połączenie okładek kondensatorów **C11** i **C12**, ma przyłączony zacisk neutralny **N** generatora **GSY** oraz wejścia **w1**, **w3**, **w5** przekształtników **INa**, **INb**, **INc**. Drugie okładki kondensatora **C12** są podłączone do potencjału ujemnego $-V_{dc1}$, do którego są przyłączone tranzystory **T44**, **T54**, **T64** przekształtników **INa**, **INb**, **INc** napięcia stałego na przemiennie. Do wejścia przekształtnika **IN** jest przyłączony blok sterowania i filtrów wyjściowych **SCIN**. Wyjście **w2** przekształtnika **INa** jest przyłączone do zacisku **A** odbiornika **Odb1** poprzez element pomiarowy prądu **M1a**, element indukcyjny **LF1** oraz element pomiarowy prądu **MLa**. Wyjście **w4** przekształtnika **INb** jest przyłączone do zacisku **B** odbiornika **Odb1** poprzez element pomiarowy prądu **M1b**, element indukcyjny **LF2** oraz element pomiarowy prądu **MLb**. Wyjście **w6** przekształtnika **INc** jest przyłączone do zacisku **C** odbiornika **Odb1** poprzez element pomiarowy prądu **M1c**

element indukcyjny **LF3** oraz element pomiarowy prądu **MLc**. Element pojemnościowy **CF1** ma jedną okładkę przyłączoną do zacisku neutralnego **N** natomiast druga okładka elementu pojemnościowego **CF1** jest połączona z wyjściem elementu indukcyjnego **LF1**. Element pojemnościowy **CF2** ma jedną okładkę przyłączoną do zacisku neutralnego **N** natomiast druga okładka elementu pojemnościowego **CF2** jest połączona z wyjściem elementu indukcyjnego **LF2**. Element pojemnościowy **CF3** ma jedną okładkę przyłączoną do zacisku neutralnego **N** natomiast druga okładka elementu pojemnościowego **CF3** jest połączona z wyjściem elementu indukcyjnego **LF3**. Wejście **w1**, przekształtnika **INa**, jest połączone z wyjściem **w2** poprzez diodę **D41** i tranzystor **T42** przy czym do wspólnego połączenia diody **D41** i tranzystora **T42** jest przyłączony tranzystor **T41**. Wejście **w1**, przekształtnika **INa**, jest połączone z wyjściem **w2** innym połączeniem równoległym poprzez diodę **D42** i tranzystor **T43**, przy czym do wspólnego połączenia diody **D42** i tranzystora **T43** jest przyłączony tranzystor **T44**.

Wejście **w3**, przekształtnika **INb**, jest połączone z wyjściem **w4** poprzez diodę **D51** i tranzystor **T52** przy czym do wspólnego połączenia diody **D51** i tranzystora **T52** jest przyłączony tranzystor **T51**. Wejście **w3**, przekształtnika **INb**, jest połączone z wyjściem **w4** innym połączeniem równoległym poprzez diodę **D52** i tranzystor **T53** przy czym do wspólnego połączenia diody **D52** i tranzystora **T53** jest przyłączony tranzystor **T54**.

Wejście **w5**, przekształtnika **INc**, jest połączone z wyjściem **w6** poprzez diodę **D61** i tranzystor **T62** przy czym do wspólnego połączenia diody **D61** i tranzystora **T62** jest przyłączony tranzystor **T61**. Wejście **w5**, przekształtnika **INc**, jest połączone z wyjściem **w6** innym połączeniem równoległym poprzez diodę **D62** i tranzystor **T63** przy czym do wspólnego połączenia diody **D62** i tranzystora **T63** jest przyłączony tranzystor **T64**.

Do szyn o potencjale ujemnym $-V_{dc1}$ jest przyłączony zacisk **2'** elementu pomiarowego napięcia **32**, którego inny zacisk **1'** jest przyłączony do zacisku **d0** szyn zacisku neutralnego **N**. Zacisk wyjściowy **3'** elementu pomiarowego napięcia **32** jest połączony z wejściem **1'** regulatora napięcia **36**, z wejściem **3'** sumatora **34** oraz z wejściem **3'** sumatora **35**.

Do szyn o potencjale dodatnim $+V_{dc1}$ jest przyłączony zacisk 2' elementu pomiarowego napięcia 33 układu sterowania nadrzędnego SCe prostownikiem RE, którego inny zacisk 1' jest przyłączony do zacisku d0 szyn potencjału neutralnego N. Zacisk wyjściowy 3' elementu pomiarowego napięcia 33 układu sterowania nadrzędnego SCe jest połączony z wejściem 1' regulatora napięcia 38 i z wejściem 2' sumatora 34 fazy 1, oraz z wejściem 2' sumatora 35 fazy 2.

W bloku sterowania nadrzędnego SCe wejście 2' regulatora 36 napięcia ujemnego $-V_{dc1}$ jest połączone z wyjściem zadajnika napięcia ujemnego 37 zaś wejście 4' regulatora 36 napięcia ujemnego $-V_{dc1}$ jest połączone z wyjściem 1' drugiego sumatora 35 fazy 2. Wyjście 3' regulatora 36 napięcia ujemnego $-V_{dc1}$ jest połączone z wejściem 2' regulatora prądu 81 fazy 1, z wejściem 2' regulatora prądu 82 fazy 2 i z wejściem 2' regulatora prądu 83 fazy 3.

W układzie sterowania nadrzędnego SCe wejście 2' regulatora 38 napięcia dodatniego $+V_{dc1}$ jest połączone z wyjściem zadajnika napięcia dodatniego 39 zaś wejście 4' regulatora 38 napięcia dodatniego $+V_{dc1}$ jest połączone z wyjściem 1' drugiego sumatora 35. Wyjście 3' regulatora 38 napięcia dodatniego $+V_{dc1}$ jest połączone z wejściem 1' regulatora prądu 81 fazy 1, z wejściem 1' regulatora prądu 82 fazy 2 i z wejściem 1' regulatora prądu 83 fazy 3.

W układzie sterowania nadrzędnego SCe wyjście 1' sumatora 34 jest połączone z wejściem piątym 6' regulatora prędkości SpC.

Wyjście 3' elementu pomiarowego napięcia 27 fazy 1 jest połączone z trzecim wejściem 3' regulatora prądu 81 fazy 1 zaś wyjście elementu pomiarowego prądu MC1 fazy 1 jest połączone z wejściem czwartym 4' regulatora prądu 81 fazy 1. Wyjście 5' regulatora prądu 81 fazy 1 jest połączone z wejściem tranzystora T1.

Wyjście 3' elementu pomiarowego napięcia 28 fazy 2 jest połączone z trzecim wejściem 3' regulatora prądu 82 fazy 2 zaś wyjście elementu pomiarowego prądu MC2 fazy 2 jest połączone z wejściem czwartym 4' regulatora prądu 82 fazy 2. Wyjście 5' regulatora prądu 82 fazy 2 jest połączone z wejściem tranzystora T2.

Wyjście 3' elementu pomiarowego napięcia 29 fazy 3 jest połączone z wejściem 3' regulatora prądu 83 fazy 3 zaś wyjście elementu pomiarowego prądu MC3 fazy 3 jest połączone z wejściem czwartym 4' regulatora prądu 83 fazy 3. Wyjście 5' regulatora prądu 83 fazy 3 jest połączone z wejściem tranzystora T3.

Blok sterowania i filtrów wyjściowych SCIN ma regulator napięcia 45 fazy 1, którego wejście 3' jest połączone z zadajnikiem napięcia 43. Wejście 1' regulatora napięcia 45 fazy 1 jest połączone z wyjściem 3' elementu pomiarowego napięcia 41 zaś wyjście 2' regulatora napięcia 45 fazy 1 jest połączone z wejściem 2' regulatora prądu 46 fazy 1, przy czym wejście 1' regulatora prądu 46 fazy 1 jest połączone z wyjściem elementu pomiarowego prądu M1a zaś wyjście 3' regulatora prądu 46 fazy 1 jest połączone z wejściem 5' bloku sterowania tranzystorami 47 fazy 1.

Wejście 3' regulatora napięcia 55 fazy 2 jest połączone z zadajnikiem napięcia 53. Wejście 1' regulatora napięcia 55 fazy 2 jest połączone z wyjściem 3' elementu pomiarowego napięcia 51 zaś wyjście 2' regulatora napięcia 55 fazy 2 jest połączone z wejściem 2' regulatora prądu 56 fazy 2, przy czym wejście 1' regulatora prądu 56 fazy 2 jest połączone z wyjściem elementu pomiarowego prądu M1b zaś wyjście 3' regulatora prądu 56 fazy 2 jest połączone z wejściem 5' bloku sterowania tranzystorami 57 fazy 2.

Wejście 3' regulatora napięcia 65 fazy 3 jest połączone z zadajnikiem napięcia 63. Wejście 1' regulatora napięcia 65 fazy 3 jest połączone z wyjściem 3' elementu pomiarowego napięcia 61 zaś wyjście 2' regulatora napięcia 65 fazy 3 jest połączone z wejściem 2' regulatora prądu 66 fazy 3, przy czym wejście 1' regulatora prądu 66 fazy 3 jest połączone z wyjściem elementu pomiarowego prądu M1c zaś wyjście 3' regulatora prądu 66 fazy 3 jest połączone z wejściem 5' bloku sterowania tranzystorami 67 fazy 3.

Wyjście elementu pomiarowego M1a prądu obciążenia fazy 1 jest połączone z wejściem 2' elementu wyznaczania mocy obciążenia 91 zaś wyjście 3' elementu pomiarowego napięcia 41 fazy 1 jest połączone z wejściem 1' elementu wyznaczania mocy obciążenia 91.

Wyjście elementu pomiarowego **MLb** prądu obciążenia fazy 2 jest połączone z wejściem 5' elementu wyznaczania mocy obciążenia **91** zaś wyjście 3' elementu pomiarowego napięcia **51** fazy 2 jest połączone z wejściem 6' elementu wyznaczania mocy obciążenia **91**.

Wyjście elementu pomiarowego **MLc** prądu obciążenia fazy 3 jest połączone z wejściem 3' elementu wyznaczania mocy obciążenia **91** zaś wyjście 3' elementu pomiarowego napięcia **61** fazy 3 jest połączone z wejściem 4' elementu wyznaczania mocy obciążenia **91**.

Blok sterowania i filtrów wyjściowych **SCIN** jest połączony z wejściem korektora zadanej prędkości **Kor**. Wyjście 7' elementu wyznaczania mocy obciążenia **91** jest połączone z wejściem 4' elementu zadajnika prędkości **72** zaś wejście 1' elementu zadajnika prędkości **72** jest połączone z wyjściem zadajnika **71**, wejście 2' elementu zadajnika prędkości **72** jest połączone z wyjściem zadajnika **73** a wejście 5' jest połączone z wyjściem zadajnika **75**.

Wyjście 3' elementu zadajnika składowej prędkości **72** jest połączone z wejściem 5' regulatora prędkości **SpC**. Wyjście zadajnika napięcia **24** jest połączone z wejściem 4' regulatora prędkości **SpC**. Wyjście elementu pomiarowego prędkości **SS** jest połączone z wejściem 1' regulatora prędkości **SpC**. Wyjście 2' regulatora prędkości **SpC** jest połączone z wejściem sterującym silnika napędowego **En**.

Układ wytwarzania napięcia działa w sposób niżej opisany. Generator **GSY**, napędzany silnikiem **En** zasila trójfazowy prostownik sterowany **RE**, który wytwarza dwa stabilizowane napięcia stałe $+V_{dc}$ i $-V_{dc1}$ odniesione do sztywnego potencjału zerowego **d0** powstałego w wyniku połączenia przewodu neutralnego **N** generatora **GSY** i zacisku łączącego elementy pojemnościowe **C11** i **C12**. Przekształtnik trójfazowy **IN** napięcia stałego na przemienne składa się z trzech niezależnych przekształtników jednofazowych **INa**, **INb**, **INc** zasilanych napięciem $+V_{dc}$ oraz napięciem $-V_{dc}$ wytworzonym przez prostownik **RE** względem potencjału zerowego zacisku **d0**. Przekształtniki **INa**, **INb**, **INc** wytwarzają napięcie impulsowe, które po odfiltrowaniu przez filtry dolnoprzepustowe **LF1-CF1**, **LF2-CF2**, **LF3-CF3**,

znajdujące się w bloku sterowania i filtrów **SCIN**, stają się napięciem sinusoidalnym, które zasila odbiornik **Odb1**.

Napięcia wyjściowe $-V_{dc1}$ i $+V_{dc1}$ prostownika **RE** są stabilizowane poprzez działanie regulatorów napięcia **36** i **38** przy czym regulator **36** stabilizuje napięcie ujemne $-V_{dc1}$ a regulator **38** stabilizuje napięcie dodatnie $+V_{dc1}$. Na wejście **2'** regulatora **36** napięcia jest podawany sygnał napięcia zadanego $-V_{dc1r}$ z zadajnika **37** a na wejście **1'** napięcia zmierzonego $-V_{dc1a}$ dostarczanego z wyjścia **3'** elementu pomiarowego napięcia ujemnego **32**. Na wejście **2'** regulatora napięcia dodatniego **38** jest podawany, z zadajnika napięcia dodatniego **39**, sygnał napięcia zadanego $+V_{dc1r}$ a na wejście **1'** regulatora napięcia dodatniego **38** sygnał napięcia zmierzonego $+V_{dc1a}$ dostarczony z wyjścia **3'** elementu pomiarowego napięcia dodatniego **33**. Sygnał wyjściowy zadanego prądu $-I_{acr}$ wytworzony na wyjściu **3'** regulatora napięcia ujemnego **36** jest podawany: do wejścia **2'** regulatora prądu **81**, do wejścia **2'** regulatora prądu **82** i do wejścia **2'** regulatora prądu **83**. Sygnał $-I_{acr}$ jest wartością zadaną prądu ujemnego ładującego kondensator **C12** czyli stabilizującego napięcie $-V_{dc1}$.

Sygnał wyjściowy zadanego prądu $+I_{acr}$ wytworzony na wyjściu **3'** regulatora napięcia dodatniego **38** jest podawany: do wejścia **1'** regulatora prądu **81**, do wejścia **1'** regulatora prądu **82** i do wejścia **1'** regulatora prądu **83**. Sygnał $+I_{acr}$ jest wartością zadaną prądu dodatniego ładującego kondensator **C11** czyli stabilizującego napięcie $+V_{dc1}$.

Sumator **35** sumuje sygnał napięcia zmierzonego $-V_{dc1a}$ podany z wyjścia **3'** elementu pomiarowego napięcia **32** do wejścia **3'** sumatora **3** oraz sygnał napięcia zmierzonego $+V_{dc1a}$ podawany z wyjścia **3'** elementu pomiarowego napięcia **33** do wejścia **2'** sumatora **35**.

Sygnał wyjściowy V_{dcda} sumatora **35** wytworzony na wyjściu **1'** jest podawany do wejście **4'** regulatora napięcia ujemnego **36** oraz na wejście **4'** regulatora napięcia dodatniego **38**. Sygnał wyjściowy V_{dcda} sumatora **35** podawany na wejście regulatorów napięcia **36** i **38** koryguje maksymalny sygnał wyjściowy zadanego prądu $-I_{acr}$ oraz zadanego prądu $+I_{acr}$ tak aby w stanie przejściowym, w przypadku gdy wartość bezwzględna różnicy napięć wyjściowych jest różna od zera, proces stabilizacji napięć był realizowany.

$$\text{Jeżeli } V_{dcda} = - [(+V_{dc1a}) + (-V_{dc1a})] < 0$$

to wówczas wartość bezwzględna napięcia $+V_{dc1a}$ jest większa od wartości napięcia $-V_{dc1a}$ i wówczas sygnał $V_{dcda} < 0$ powoduje zmniejszenie maksymalnej wartości bezwzględnej zadanego prądu $+I_{acr}$ oraz powiększenie maksymalnej wartości bezwzględnej zadanego prądu $-I_{acr}$. W wyniku zmniejszenia wartości zadanej $+I_{acr}$ maleje prąd ładowania elementu pojemnościowego **C11** powodując zmniejszenie napięcia na elemencie pojemnościowym **C11** a w wyniku zwiększenia wartości zadanej $-I_{acr}$ wzrasta prąd ładowania elementu pojemnościowego **C12** powodując przyrost napięcia na elemencie pojemnościowym **C12** i następuje wyrównanie wartości bezwzględnych napięć wyjściowych prostownika **RE**

$$\text{Jeżeli } V_{dcda} = - [(+V_{dc1a}) + (-V_{dc1a})] > 0$$

to wówczas wartość bezwzględna napięcia $-V_{dc1a}$ jest większa od wartości napięcia $+V_{dc1a}$ i wówczas sygnał $V_{dcda} > 0$ powoduje zmniejszenie maksymalnej wartości bezwzględnej zadanego prądu $-I_{acr}$ oraz powiększenie maksymalnej wartości bezwzględnej zadanego prądu $+I_{acr}$. W wyniku zmniejszenia wartości zadanej $-I_{acr}$ maleje prąd ładowania elementu pojemnościowego **C12** powodując zmniejszenie napięcia na elemencie pojemnościowym **C12** a w wyniku zwiększenia wartości zadanej $+I_{acr}$ wzrasta prąd ładowania elementu pojemnościowego **C11** powodując przyrost napięcia na elemencie pojemnościowym **C11**.

Regulatory prądu generatora **81, 82, 83** otrzymują na wejścia **2'** i **1'** sygnały zadanych prądów $-I_{acr}$ i $+I_{acr}$ a na ich wejścia **3'** jest podawany sygnał napięcia fazowego generatora **VSG** v_{acg1a} , v_{acg2a} , v_{acg3a} zmierzony elementami pomiarowymi **27, 28, 29** oraz na wejścia **4'** sygnały zmierzonych prądów i_{acg1a} , i_{acg2a} , i_{acg3a} . Regulatory prądu **81, 82, 83** sterują pracą tranzystorów **T1, T2, T3**.

Prostowniki sterowane **RE1, RE2, RE3** są sterowane poprzez załączanie i wyłączenie tranzystorów **T1, T2, T3**. Prostowniki sterowane **RE1, RE2, RE3** działają niezależnie.

Załączenie tranzystora **T1** prostownika **RE1** powoduje zwarcie fazy źródła zasilania **GSY** do potencjału zerowego poprzez element indukcyjny **L1** przez co następuje narastanie prądu i_{sc1a} aż do chwili wyłączenia prądu zwarcia przez tranzystor **T1** fazy **1**. Wraz z narastaniem prądu i_{acg1a} wzrasta energia zmagazynowana w pierwszym elemencie indukcyjnym **L1**.

Jeżeli w danej chwili napięcie zasilające na wyjściu **1** generatora **GSY** ma znak dodatni względem potencjału zacisku neutralnego **N** czyli potencjału zerowego zacisku **d0**, to

wówczas prąd zwarcia i_{acg1a} fazy 1 zamyka się od zacisku 1 przez pierwszy element indukcyjny L1, diodę D13 tranzystor T1, diodę D16 i zacisk neutralny N. Z chwilą wyłączenia tranzystora T1 fazy 1 zaczyna przewodzić dioda D11 przez co następuje wymuszenie prądowe w obwodzie złożonym ze źródła napięcia GSY fazy 1, pierwszego elementu indukcyjnego L1, diody D13, diody D11, elementu pojemnościowego C11, którego zacisk d0 jest połączony z wyjściem N generatora GSY. W ten sposób następuje oddawanie energii z generatora GSY fazy 1 oraz energii zgromadzonej w pierwszym elemencie indukcyjnym L1 do elementu pojemnościowego C11, którego napięcie +Vdc1 wzrasta. Zatem regulacja napięcia dodatniego +Vdc1 odbywa się poprzez wartość zadaną amplitudy prądu +Idcr podawaną przez regulator napięcia dodatniego 38 do regulatora prądu 81.

Jeżeli w danej chwili napięcie zasilające na wyjściu 1 generatora GSY ma znak ujemny względem potencjału zacisku neutralnego N czyli potencjału zerowego, to wówczas prąd zwarcia i_{acg1a} zamyka się od zacisku 1 przez pierwszy element indukcyjny L1, diodę D14 diodę D15 tranzystor T1 i zacisk neutralny N. Z chwilą wyłączenia tranzystora T1 fazy 1 zaczyna przewodzić dioda D12 przez co następuje wymuszenie prądowe w obwodzie złożonym z generatora GSY fazy 1, pierwszego elementu indukcyjnego L1, diody D15, diody D12, elementu pojemnościowego C12, którego zacisk d0 jest połączony z zaciskiem neutralnym N generatora GSY. W ten sposób następuje oddawanie energii ze generatora GSY fazy 1 oraz energii zgromadzonej w pierwszym elemencie indukcyjnym L1 do elementu pojemnościowego C12, którego napięcie -Vdc1 wzrasta. Zatem regulacja napięcia ujemnego -Vdc1 odbywa się poprzez wartość zadaną amplitudy prądu -Idcr podawaną przez regulator napięcia ujemnego 36 do regulatora prądu 81.

Jeżeli w danej chwili napięcie zasilające na wyjściu 2 generatora GSY ma znak dodatni względem potencjału zacisku neutralnego N czyli potencjału zerowego zacisku d0, to wówczas prąd zwarcia i_{acg2a} fazy 2 zamyka się od zacisku 2 przez drugi element indukcyjny L2, diodę D23 tranzystor T2, diodę D26 i zacisk neutralny N. Z chwilą wyłączenia tranzystora T2 fazy 2 zaczyna przewodzić dioda D21 przez co następuje wymuszenie prądowe w obwodzie złożonym z generatora GSY fazy 2, drugiego elementu indukcyjnego L2, diody D23, diody D21, elementu pojemnościowego C11, którego zacisk d0 jest połączony z wyjściem N źródła napięcia GSY. W ten sposób następuje oddawanie energii z generatora GSY fazy 2 oraz energii zgromadzonej w pierwszym elemencie indukcyjnym L2 do elementu

pojemnościowego **C11**, którego napięcie $+V_{dc1}$ wzrasta. Zatem regulacja napięcia dodatniego $+V_{dc1}$ odbywa się poprzez wartość zadaną amplitudy prądu $+I_{dcr}$ podawaną przez regulator napięcia dodatniego **38** do regulatora prądu **82**.

Jeżeli w danej chwili napięcie zasilające na wyjściu **2** generatora **GSY** ma znak ujemny względem potencjału **N** czyli potencjału zerowego, to wówczas prąd zwarcia i_{acg2a} zamyka się od zacisku **2** przez drugi element indukcyjny **L2**, diodę **D24** diodę **D25** tranzystor **T2** i zacisk neutralny **N**. Z chwilą wyłączenia tranzystora **T2** fazy **2** zaczyna przewodzić dioda **D22** przez co następuje wymuszenie prądowe w obwodzie złożonym z generatora **GSY** fazy **2**, drugiego elementu indukcyjnego **L2**, diody **D25**, diody **D22**, elementu pojemnościowego **C12**, którego zacisk **d0** jest połączony z wyjściem **N** generatora **GSY**. W ten sposób następuje oddawanie energii generatora **GSY** fazy **2** oraz energii zgromadzonej w drugim elemencie indukcyjnym **L2** do elementu pojemnościowego **C12**, którego napięcie $-V_{dc1}$ wzrasta. Zatem regulacja napięcia ujemnego $-V_{dc1}$ odbywa się poprzez wartość zadaną amplitudy prądu $-I_{dcr}$ podawaną przez regulator napięcia ujemnego **36** do regulatora prądu **82**.

Jeżeli w danej chwili napięcie zasilające na wyjściu **3** generatora **GSY** ma znak dodatni względem potencjału zacisku neutralnego **N** czyli potencjału zerowego zacisku **d0**, to wówczas prąd zwarcia i_{acg3a} fazy **3** zamyka się od zacisku **3** przez trzeci element indukcyjny **L3**, diodę **D33** tranzystor **T3**, diodę **D36** i zacisk neutralny **N**. Z chwilą wyłączenia tranzystora **T3** fazy **3** zaczyna przewodzić dioda **D11** przez co następuje wymuszenie prądowe w obwodzie złożonym z generatora **GSY** fazy **3**, trzeciego elementu indukcyjnego **L3**, diody **D33**, diody **D31**, elementu pojemnościowego **C11**, którego zacisk **d0** jest połączony z wyjściem **N** źródła napięcia **GSY**. W ten sposób następuje oddawanie energii ze generatora **GSY** fazy **3** oraz energii zgromadzonej w trzecim elemencie indukcyjnym **L3** do elementu pojemnościowego **C11**, którego napięcie $+V_{dc1}$ wzrasta. Zatem regulacja napięcia dodatniego $+V_{dc1}$ odbywa się poprzez wartość zadaną amplitudy prądu $+I_{dcr}$ podawaną przez regulator napięcia dodatniego **38** do regulatora prądu **83**.

Jeżeli w danej chwili napięcie zasilające na wyjściu **3** źródła zasilającego **GSY** ma znak ujemny względem potencjału zacisku neutralnego **N** czyli potencjału zerowego, to wówczas prąd zwarcia i_{acg3a} zamyka się od zacisku **3** przez trzeci element indukcyjny **L3**, diodę **D34** diodę **D35** tranzystor **T3** i zacisk neutralny **N**. Z chwilą wyłączenia tranzystora **T3** fazy **3** zaczyna przewodzić dioda **D32** przez co następuje wymuszenie prądowe w obwodzie

złożonym z generatora **GSY** fazy **3**, trzeciego elementu indukcyjnego **L3**, diody **D35**, diody **D32**, elementu pojemnościowego **C12**, którego zacisk **d0** jest połączony z wyjściem **N** generatora **GSY**. W ten sposób następuje oddawanie energii ze generatora **GSY** fazy **3** oraz energii zgromadzonej w drugim elemencie indukcyjnym **L3** do elementu pojemnościowego **C12**, którego napięcie **-Vdc1** wzrasta. Zatem regulacja napięcia ujemnego **-Vdc1** odbywa się poprzez wartość zadaną amplitudy prądu **-Idcr** podawaną przez regulator napięcia ujemnego **36** do regulatora prądu **83**.

Falownik trójpoziomowy **IN** składa się z trzech falowników fazowych **INa**, **INb**, **INc** wytwarzających impulsowe napięcie przemienne, które po odfiltrowaniu przez trzy dolnoprzepustowe filtry fazowe **LF1-CF1**, **LF2-CF2**, **LF3-CF3**, znajdujące się w bloku sterowania i filtrów **SCIN** dostarczają trzy napięcia sinusoidalne zgodnie z wartościami zadanymi **vfar**, **vibr**, **vfc** podawanymi przez zadajniki **43**, **53**, **63** do regulatorów napięcia **45**, **55**, **65**. Regulator napięcia **45** fazy **A** otrzymuje sygnał napięcia **vfaa** sprzężenia zwrotnego zmierzonego przez element pomiarowy napięcia **41** i wysyła sygnał zadanego prądu **iar** do wejścia **2'** regulatora prądu **46** na którego wejście **1'** podawany jest sygnał prądu **iaa** zmierzonego elementem pomiarowym **M1a**. Regulator prądu falownika **46** wytwarza sygnał **ST4** do bloku sterowania **47** realizującego sterowanie tranzystorów **T41**, **T42**, **T43**, **T44** zgodnie z procedurą sterowania przekształtnika trójpoziomowego.

Regulator napięcia **55** fazy **B** otrzymuje sygnał napięcia **vfb** sprzężenia zwrotnego zmierzonego przez element pomiarowy napięcia **51** i wysyła sygnał zadanego prądu **ibr** do wejścia **2'** regulatora prądu **56** na którego wejście **1'** podawany jest sygnał prądu **iba** zmierzonego elementem pomiarowym **M1b**. Regulator prądu falownika **56** wytwarza sygnał **ST5** do bloku sterowania **57** realizującego sterowanie tranzystorów **T51**, **T52**, **T33**, **T44** zgodnie z procedurą sterowania przekształtnika trójpoziomowego.

Regulator napięcia **65** fazy **C** otrzymuje sygnał napięcia **vfca** sprzężenia zwrotnego zmierzonego przez element pomiarowy napięcia **61** i wysyła sygnał zadanego prądu **icr** do wejścia **2'** regulatora prądu **66** na którego wejście **1'** podawany jest sygnał prądu **ica** zmierzonego elementem pomiarowym **M1c**. Regulator prądu falownika **66** wytwarza sygnał **ST6** do bloku sterowania **67** realizującego sterowanie tranzystorów **T51**, **T52**, **T33**, **T44** zgodnie z procedurą sterowania przekształtnika trójpoziomowego.

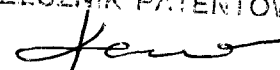
Blok **91** wyznaczania mocy obciążenia falownika **IN** otrzymuje sygnały napięć fazowych v_{faa} , v_{fba} , v_{fca} oraz fazowych prądów obciążenia i_{faa} , i_{fba} , i_{fbc} , które po wymnożeniu służą do wyznaczenia średniej mocy obciążenia. Sygnał średnie mocy obciążenia P_{Av} wysyłany z wyjścia **7'** bloku **91** jest podawany na wejście **4'** układu drugiego zadajnika prędkości **72** silnika napędowego.

Regulator prędkości **SpC** zespołu prądotwórczego złożonego z silnika napędowego **En** i generatora **GSY** steruje prędkością poprzez sygnał **SC**. Regulator **SpC** realizuje zadanie dopasowania mocy dostarczanej przez silnik napędowy zgodnie z potrzebami odbiornika **Odb1** oraz stabilizację napięcia dostarczanego przez prostownik **RE** do odbiornika **IN**. Na wejście regulatora prędkości **SpC** są podawane odpowiednio sygnały: na wejście **3'** sygnał zadanej prędkości minimalnej S_{nmin} , wytworzony przez zadajnik prędkości minimalnej **11**, na wejście **1'** sygnał sprzężenia zwrotnego prędkości rzeczywistej S_{na} , wytworzony przez element pomiarowy prędkości **SS**, na wejście **4'** sygnał zadanego sumarycznego napięcia wytworzonego przez zadajnik **24**, na wejście **6'** sygnał sprzężenia zwrotnego od napięcia sumarycznego V_{dca} oraz sygnał korekcji prędkości P_{c1} wytworzony na wyjściu **3'** zadajnika **72**. Falownik **IN** wymaga odpowiedniej wartości napięcia zasilającego $+V_{dc1}$ oraz $-V_{dc1}$. Jeżeli prędkość silnika jest ustalona na poziomie zadanej wartości minimalnej S_{nmin} to wówczas stabilizacja napięć jest realizowana przez regulatory napięć **36** i **38** poprzez pobór odpowiedniej wartości prądu z generatora **GSY**. Zatem wzrastającej mocy obciążenia towarzyszy odpowiedni przyrost mocy pobieranej z generatora. W tym obszarze działania suma napięć $V_{dca} = [+V_{dc1r} - (-V_{dc1r})] > V_{dcr}$. Jeżeli w wyniku przyrostu mocy obciążenia prądy generatora osiągną swe maksymalne wartości zadane przez regulatory napięcia to wówczas napięcia dostarczane przez prostownik **RE** maleją i wówczas $V_{dc} > V_{dca}$ co skutkuje działaniem regulatora **SpC** zwiększającym sygnał **SC** sterującym prędkością silnika napędowego aż do uzyskania zadanej wartości napięcia wytworzonego przez prostownik **RE**.

Wartość zadanej prędkości może być korygowana przez korektor mocy **Kor** w funkcji mocy obciążenia P_{Av} wyznaczanej w bloku **91**. Sygnał P_{Av} mocy obciążenia jest podawany na układ zadajnika **72**, który a na wejściu **1'** sygnał K_p wytworzony przez zadajnik **71** jako współczynnika proporcjonalności, na wejściu **2'** sygnał P_w wytworzony przez zadajnik **73** realizujący martwą strefę sygnału wyjściowego P_{c1} zaś na wejściu **5'** sygnał P_{cm} ograniczający maksimum sygnału wyjściowego P_{c1} . Dobór wartości sygnałów K_p , P_w , P_{cm}

służy do dokładnego dopasowania prędkości zespołu prądowórczego do charakterystyk silnika napędowego.

RZECZNIK PATENTOWY



mgr inż. Krystyna Lewińska