

Descriere:

Invenția se referă la electrotehnică, în special la convertoarele de tensiune, adaptoarele de curent, faze, tip de curent, schimbătoarele de fază etc.

Sunt cunoscute grupele trifazice de transformatoare monofazice cu sisteme magnetice independente, înfășurările cărora sunt conectate în stea, triunghi sau zigzag, precum și un transformator trifazic cu sistem legat și conectarea analogică a înfășurărilor. Dezavantajele acestor transformatoare sunt masa și gabaritele majorate și randamentul redus [1].

Mai sunt cunoscute dispozitive formate din două transformatoare monofazice cu sisteme magnetice independente, care permit de a transforma curentul trifazic în trifazic conform schemei "triunghi deschis" sau de a transforma curentul trifazic în bifazic și invers, conform "schemei Scott" sau "rețelei în T" [1, 2].

Însă aceste circuite de convertire conțin două transformatoare monofazice cu sisteme magnetice independente, ca urmare crește masa, gabaritele, se micșorează randamentul.

Este cunoscut convertorul cu câmpuri magnetice ortogonale, care conține un circuit magnetic cav, două perechi de înfășurări, ce conțin înfășurările primare și secundare, prima fiind amplasată în interiorul circuitului magnetic cav, iar a doua fiind înfășurată deasupra circuitului magnetic [3].

Însă acest dispozitiv este foarte complicat în confecționare întrucât are 8 îmbinări. În interiorul miezului cav se află un cuplu de înfășurări care se înfășoară separat pe o mandrină specială în formă de două secțiuni semicirculare având în plan formă pătrată cu înclinarea conductoarelor sub un unghi de 90° , ceea ce solicită depunerea unui efort considerabil la confecționare, condiționează deteriorarea izolației în locurile de încovoiere, micșorează fiabilitatea, face dispozitivul mai costisitor. Deasupra circuitului magnetic se înfășoară în părți opuse două perechi de înfășurări. Toate acestea complică construcția, măresc puterea de magnetizare și pierderile, o fac mai costisitoare.

Problema pe care o rezolvă prezenta invenție constă în simplificarea construcției și tehnologiei de producere, sporirea fiabilității, reducerea puterii de magnetizare, reducerea pierderilor de energie, micșorarea masei și gabaritelor, reducerea costului, utilizarea convertorului în diverse circuite de transformare a energiei.

Convertorul propus înlătură dezavantajele sus-menționate prin aceea că conține un circuit magnetic cav, două perechi de înfășurări, ce conțin înfășurările primare și secundare, prima fiind amplasată în interiorul circuitului magnetic cav, iar a doua fiind înfășurată deasupra circuitului magnetic. Circuitul magnetic cav este executat în formă de toroid alcătuit din doi cilindri cavi amplasați unul în altul cu interstițiu și închiși din două părți cu discuri plane cu orificiu la mijloc, a doua pereche de înfășurări fiind toroidală.

În locurile de îmbinare a cilindrilor cu discurile plane sunt executate îmbinări oblice.

Discurile plane sunt formate din plăci și în fiecare placă sunt executate tăieturi radiale.

Între înfășurările primară și secundară a perechii interioare de înfășurări este introdus un șunt magnetic de rambleiaj.

Înfășurările secundare conțin suplimentar borne de ieșire pentru reglarea în trepte a tensiunii de ieșire.

Rezultatul tehnic constă în simplificarea construcției, reducerea masei, pierderilor în oțel și extinderea domeniului de aplicare a convertorului.

Convertorul face posibilă transformarea energiei electrice: modificarea valorii tensiunilor și curenților în cazul caracteristicilor exterioare slab înclinate (stabile) și pronunțat înclinate (instabile), numărului de faze, tipului de curent, reversarea fazei etc., ceea ce extinde domeniul de aplicare a acestuia.

Invenția este explicată prin desenele din fig. 1...14, care reprezintă:

- fig. 1, secțiunea longitudinală a convertorului;
- fig. 2, vederea de sus cu tăierea unei jumătăți;
- fig. 3, semnele convenționale pe schemele electrice;
- fig. 4, schema conexiunii în paralel în rețeaua monofazică;
- fig. 5, schema conexiunii convertorului în rețeaua trifazică conform schemei "triunghi deschis";
- fig. 6, schema conexiunii convertorului în rețeaua trifazică conform "schemei Scott" pentru alimentarea sarcinii bifazice;
- fig. 7, schema conexiunii convertorului în rețeaua bifazică pentru alimentarea sarcinii trifazice;
- fig. 8, schema conexiunii convertorului în rețeaua monofazică pentru alimentarea sarcinii trifazice;
- fig. 9, schema conexiunii convertorului în rețeaua trifazică pentru obținerea curentului redresat conform schemei Larionov (6 diode);
- fig. 10, schema conexiunii convertorului în rețeaua trifazică cu dublarea tensiunii redresate (4 diode);
- fig. 11, schema conexiunii convertorului în rețeaua trifazică pentru obținerea a două tensiuni redresate cu valori egale sau diferite (4 diode);
- fig. 12, schema conexiunii convertorului în rețeaua monofazică pentru obținerea tensiunii redresate conform schemei cu punct mediu (redresare bifazică, 2 diode) și bobină de absorbție;
- fig. 13, schema conexiunii convertorului pentru reglarea în trepte a fazei tensiunii de ieșire în raport cu cea de referință;
- fig. 14, schema conexiunii convertorului pentru reglarea lină a tensiunii de ieșire în raport cu cea de referință.

Convertorul (fig. 1, 2, 3) este constituit din circuit magnetic toroidal cav, format de bara 1 înfășurată din bandă feromagnetică în formă de cilindru circular drept cav, ce are în locurile de cuplare îmbinări oblice în formă de trunchi de con. Jugurile frontale 2 au formă de discuri rotunde plane (rondele) cu un orificiu rotund în centru. Unele plăci separate formând jugurile frontale au secțiune radială sau diametrală cu scopul reducerii pierderilor pentru curenții turbionari. Tăieturile unor plăci separate sunt dislocate una față de alta sub un unghi, de exemplu, de 30° , 60° , 90° sau 120° , astfel încât secțiunea unei plăci să se acopere cu porțiunea integră a următoarei plăci. În locurile de cuplare jugurile frontale 2 au îmbinări oblice în formă de suprafață de trunchi de con. Cu jugurile frontale 2 se racordează jugul lateral 3 în formă de cilindru circular drept cav având în locurile de cuplare cu jugurile frontale îmbinări oblice pe suprafața trunchiului de con. Piesele 1, 2 și 3 pot fi cuplate în două moduri:

1. Piesele 1, 2 și 3 se unesc cu ajutorul unui clei magnetic, constituind o formă canelată, unde se plasează prima pereche de înfășurări, primară 4 și secundară 5, înfășurate separat la o mașină de bobinat sau la un strung și impregnate. Bornele de ieșire ale înfășurărilor se realizează prin orificiile special executate în jugul frontal 2, în desen lipsește. Apoi deasupra pe canelură se aplică al doilea jug frontal 2, care se îmbină cu piesele 1 și 3. Circuitul magnetic asamblat se izolează și pe el se înfășoară a doua pereche de înfășurări, primară 6 și secundară 7, constituind înfășurări distribuite toroidal.

2. Piesa 1 și două piese 2 se unesc între ele cu ajutorul unui clei magnetic constituind o porțiune de circuit magnetic toroidal cav spațial - o "bobină". Pe bara 1 a "bobinei", la mașina de bobinat (sau la strung) se înfășoară prima pereche de înfășurări, primară 4 și secundară 5. Bornele de ieșire ale înfășurărilor 4 și 5 se realizează prin orificiile din jugurile frontale 2, nu sunt prezentate în desen. După efectuarea procesului de înfășurare pe jugurile frontale 2 se înfășoară jugul lateral 3 din bandă feromagnetică, are loc cuplarea pieselor, jugul lateral 3 se fixează pe suprafața cilindrică exterioară cu un bandaj din bandă din fibre de sticlă. În continuare circuitul magnetic asamblat se izolează și pe el se înfășoară a doua pereche de înfășurări distribuite toroidale, primară 6 și secundară 7.

Perechile independente de înfășurări 4, 5 și 6, 7 au axe ortogonale și câmpurile lor magnetice sunt reciproc perpendiculare. Dacă este necesară obținerea caracteristicii exterioare slab înclinată ("stabile") între înfășurările 4 și 5 este amplasat un șunt magnetic 8 având forma unui cilindru circular drept cav, înfășurat din bandă feromagnetică.

Circuitul electric al convertorului pe un circuit magnetic cu axe ortogonale ale înfășurărilor și fluxuri magnetice ortogonale este reprezentat în fig. 3. Schemele conexiunii lui și aplicării în practică sunt date în fig. 4...14. Ele fac posibilă realizarea tuturor schemelor surselor de alimentare, de exemplu, pentru sudare cu curent alternativ.

Schema conexiunii convertorului de tensiune în rețeaua monofazică, în cazul conexiunii înfășurărilor în paralel, este dată în fig. 4. Schema conexiunii convertorului în rețeaua trifazică - în fig. 5 ("schema triunghiului deschis"). Schema conexiunii convertorului pentru a transforma curentul trifazat în bifazat și invers este reprezentată în fig. 6 și 7 ("schema Scott"). Schema conexiunii convertorului pentru transformarea curentului monofazat în curent trifazat este ilustrată în fig. 8. În această schemă pentru decalajul fazelor în una din înfășurările primare cu 90° este folosit un condensator C.

Schemele conexiunii convertorului pentru a transforma curentul trifazat în curent redresat sunt propuse în fig. 9-11, iar a curentului monofazat - în fig. 12. În schema conexiunii convertorului în rețeaua monofazică (fig. 12) se utilizează un transformator monofazic cu înfășurările 6 și 7, iar înfășurările celui de-al doilea 4 și 5 servesc în calitate de bobină de filtrare (pentru aceasta sunt executate borne de ieșire corespunzătoare de la înfășurări și un "întrefier" în una din părțile circuitului magnetic cu axele înfășurărilor și câmpurile magnetice ortogonale). În acest caz întrefierul se execută între jugurile frontale 2 și jugul lateral 3, iar îmbinările dintre jugurile frontale 2 și jugul lateral 3 se fac după suprafața inelului cilindric, ceea ce simplifică tehnologia confecționării.

În fig. 13 și 14 sunt ilustrate schemele de conectare a convertorului ca schimbător de fază, în fig. 13- pentru reglarea în trepte, în fig. 14 - pentru reglarea lină a fazei.

Convertorul funcționează în următorul mod. Înfășurările primare ale fiecărei perechi de transformatoare monofazice cu axe ortogonale pe un circuit magnetic se cuplează la o sursă de alimentare monofazică sau trifazică (precum și bifazică), iar înfășurările secundare - la sarcină. Fluxurile magnetice induse de fiecare din înfășurările primare 4 și 6 se orientează ortogonal și independent unul de altul în circuitul magnetic toroidal spațial cav. Aceste fluxuri magnetice ortogonale creează în înfășurările secundare tensiuni electromotoare (t.e.m.) care, la introducerea sarcinii în circuitul secundar închis, generează curenții corespunzători.

Executarea a două transformatoare monofazice independente pe un circuit magnetic spațial cilindric toroidal cav cu câmpuri magnetice toroidale permite de a micșora masa, gabaritele și pierderile de oțel la confecționarea convertorului. Confecționarea jugurilor frontale 2 din plăci rotunde plane cu orificii rotunde în centru și secțiune radială sau diametrală (în unele cazuri este posibilă valorificarea deșeurilor producției electrotehnice la confecționarea mașinilor cu poli aparenti sincroni, bunăoară S.A. "Electromaș") face mai puțin costisitoare producția și simplifică confecționarea convertorului.

Comportamentul materialului feromagnetic la magnetizarea lui concomitentă în două direcții reciproc perpendiculare (ortogonale) este descris în literatură. Dacă prin una din înfășurările ortogonale trece un curent, ce creează un câmp magnetic perpendicular pe cealaltă înfășurare, în condiția ca câmpul ei magnetic să nu fie suficient pentru a dezorienta domeniile, circuitul magnetic se comportă anomal, manifestând micșorarea permeabilității magnetice și pierderi aproape nule. Fenomenul descris este utilizat în convertorul propus.

În fig. 4 este ilustrată conexiunea convertorului de tensiune în rețeaua monofazică, când înfășurările primare 4, 6 sunt conectate în paralel în rețeaua de alimentare și înfășurările secundare 5 și 7 sunt conectate în paralel la sarcina comună. Înfășurările secundare 5 și 7 pot fi conectate în serie între ele etc.

În fig. 5 este dată schema conexiunii convertorului de tensiune în rețeaua trifazică (fazele A, B, C), când înfășurările primare și secundare sunt conectate în convertor conform schemei "triunghiului deschis".

În fig. 6 este reprezentată schema conexiunii convertorului de tensiune și faze în rețeaua trifazică conform "schemei Scott", iar înfășurările secundare alimentează sarcina bifazică cu decalajul de faze al tensiunilor de 90° .

În fig. 7 se dă schema conexiunii convertorului de tensiune și faze pentru transformarea tensiunii bifazice cu decalajul fazelor de 90° în tensiune trifazică cu decalajul fazelor de 120° pentru alimentarea sarcinii trifazice Z_s .

În fig. 8 este reprezentată schema conexiunii convertorului de tensiune și faze pentru transformarea tensiunii monofazice în trifazică și alimentarea sarcinii trifazice Z_s . Pentru decalajul fazelor în înfășurarea 5 cu circa 90° este utilizat condensatorul C.

În fig. 9 este dată schema conexiunii convertorului de tensiune și tip de curent, când la alimentarea de la circuitul trifazic înfășurările primare și secundare sunt incluse conform schemei "triunghiului deschis", iar redresarea curentului trifazic se realizează conform schemei Larionov și sarcina se alimentează cu curent de două semiperioade trifazic redresat (cu șase faze).

În fig. 10 este dată schema conexiunii convertorului de tensiune și tip de curent în rețeaua trifazică, când la ieșire urmează a obține o tensiune dublă în comparație cu schema Larionov. Ea realizează redresarea trifazică cu un număr mai mic de diode (4 în loc de 6) și dublarea tensiunii de ieșire și permite de a avea două tensiuni diferite \check{C} și $2\check{C}$. La o tensiune dublă sarcina se conectează între bornele "+" și "-", însă dacă o parte a sarcinii se conectează paralel cu oricare din condensatoarele C, între faza "C" - punctul comun a două condensatoare C și orice din bornele "+" sau "-", atunci tensiunea va fi \check{C} . Dacă sarcina este omogenă și constă din două părți identice, conectate consecutiv, atunci ea poate fi introdusă în loc de condensatoarele C între bornele "+" și "-", iar punctul comun la faza "C" și condensatoarele C nu mai sunt necesare. Sarcina poate fi: activă, baterie de acumulare, inductivă - înfășurarea unui electromagnet cu ieșire de la punctul mediu.

În fig. 11 este propusă schema conexiunii convertorului de tensiune, faze și tip de curent, când înfășurările primare 4, 6 sunt incluse în rețeaua trifazică conform "schemei Scott", iar cele secundare 5, 7 alimentează cu tensiune bifazică cu decalajul fazelor de 90° două redresoare independente conform schemei de două semiperioade de redresare "cu punct mediu", ieșirile cărora pot fi conectate între ele consecutiv sau în paralel.

În fig. 12 este dată schema conexiunii convertorului de tensiune și tip de curent în rețeaua de alimentare monofazică, când înfășurarea primară 6 este alimentată cu tensiune monofazică, iar în cea secundară 7 este conectat un redresor de două semiperioade monofazic conform "schemei cu punct mediu", iar înfășurările 4, 5 cu borne de ieșire se utilizează în calitate de inductanță reglabilă L , în acest caz între jugurile frontale 2 și jugul lateral 3 se execută în întrefier care nu conduce curent electric și nu este magnetic. Suprafețele de îmbinare a pieselor racordate 1 și 2 sau 2 și 3 se execută în acest caz după suprafața inelului cilindric circular, ceea ce simplifică confecționarea și micșorează într-o măsură prețul de cost.

În fig. 13 este dată schema conexiunii convertorului de tensiune, faze pentru rotația fazei în trepte în raport cu cea de referință cu unghiul necesar în cele 4 cadrane: de la 0 la $+XY$, de la 0 la $-XY$, de la 0 la $-YX$, de la 0 la $-Y-X$. Conform necesității se poate efectua rotația fazei într-un anumit cadran, de exemplu $+X, 0, +Y$ (cadrantul I).

În fig. 14 este dată schema includerii convertorului de tensiune și faze pentru reglarea lină în raport cu cea de referință în cele 4 cadrane. În acest caz în înfășurările secundare 5 și 6 sunt conectate rezistențe active variabile (rezistoare) cursoarele cărora sunt unite între ele consecutiv, iar de la punctele medii ale înfășurărilor secundare se ridică tensiunea de ieșire alternativă faza căreia (unghiul tensiunii) poate fi modificată lin în raport cu cea de referință, de exemplu, tensiunea înfășurării 5. Pot fi conectate între ele punctele medii ale înfășurărilor 5 și 7, iar tensiunea de ieșire alternativă poate fi ridicată de pe cursoarele rezistențelor active variabile.

La ieșirea convertorului caracteristicile exterioare sunt slab înclinate (stabile). Dacă este necesar, la o ieșire a convertorului se poate obține o caracteristică slab înclinată - stabilă, iar la alta o caracteristică pronunțat înclinată - "instabilă". Pentru aceasta între înfășurările, de exemplu 6 și 7, se amplasează un șunt magnetic de rambleiaj. Aceasta este necesar, bunăoară, pentru aprinderea și stabilirea arcului electric și a altor dispozitive cu descărcare electrică.

Utilizarea convertorului face posibilă micșorarea gabaritelor, masei, pierderilor de oțel, sporirea randamentului, micșorarea prețului de cost datorită folosirii într-o serie de cazuri a deșeurilor de la producția mașinilor cu poli aparenti sincroni în procesul confecționării jugurilor frontale.