



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87310

(13) C2

(51) МПК (2009)

H01F 27/00

H01F 30/06

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ТРИФАЗНИЙ ТРАНСФОРМАТОР

1

(21) а200612633

(22) 30.11.2006

(24) 10.07.2009

(46) 10.07.2009, Бюл.№ 13, 2009 р.

(72) БІЛИЙ ЛЕОНІД АДАМОВИЧ, КОВІВЧАК ЯРОСЛАВ ВАСИЛЬОВИЧ, ЧЕРНИШУК ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ, СА, АРСЕНЮК ВАЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(73) БІЛИЙ ЛЕОНІД АДАМОВИЧ, КОВІВЧАК ЯРОСЛАВ ВАСИЛЬОВИЧ, ЧЕРНИШУК ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ, СА, АРСЕНЮК ВАЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ

(56) RU 94039510, H01F 30/12, 10.12.1996

US 5177460, H01F 27/28, 05.01.1993

SU 135990, H01F 29/12, 04.1961

(57) 1. Трифазний трансформатор, який містить у своєму складі три первинні та вторинні фазні обмотки, просторову магнітну систему, який **відрізняється** тим, що магнітна система виготовлена із співвідношенням її ширини до ширини стрижнів, на яких розміщено первинні та вторинні фазні обмотки, більшим одиниці, та співвідношенням довжини стрижнів, на яких розміщено первинні та вторинні фазні обмотки, до відстані між стрижнями з обмот-

2

ками і боковими стрижнями, вільними від обмоток, більшим двох, зібрана з пластин електротехнічної сталі, стиснутих між собою поверхня до поверхні у площинах, паралельних площині, в якій лежать поздовжні осі стрижнів.

2. Трифазний трансформатор за п.1, який **відрізняється** тим, що магнітна система трансформатора виконана у вигляді прямокутного паралелепіпеда, поперечний переріз якого являє собою сім паралельних стрижнів, з'єднаних між собою двома ярмами, на другому, четвертому і шостому стрижнях розміщено первинну та вторинну фазні обмотки, решта стрижнів вільні від обмоток.

3. Трифазний трансформатор за п.1, який **відрізняється** тим, що магнітна система трансформатора виконана у вигляді прямокутного паралелепіпеда, поперечний переріз якого являє собою три групи стрижнів, у кожній групі три паралельні стрижні, групи з'єднані між собою чотирма ярмами, два з яких є внутрішніми, на середньому стрижні кожної групи розміщено первинну та вторинну фазні обмотки, бокові стрижні у кожній групі вільні від обмоток.

Винахід відноситься до галузі електротехніки, зокрема, до конструювання трифазних трансформаторів. Винахід може знайти застосування в електроенергетичній галузі, машинобудуванні, металургії, радіотехніці та інших галузях, де необхідні пристрої зі збільшеним співвідношенням потужності до одиниці ваги активних матеріалів, що дають змогу автоматично усувати несиметрію напруг у трифазній мережі, пристрої з підвищеною надійністю і ресурсом роботи.

На даний час збільшення потужності існуючих трифазних трансформаторів здійснюється лише за рахунок збільшення їх геометричних розмірів. Усунення несиметрії напруг традиційними трансформаторами неможливе і здійснюється за допомогою використання окремих спеціальних пристроїв, що вимагає значних додаткових економічних затрат.

Найбільш близьким до запропонованого за сукупністю ознак і технічними результатами є пристрій-прототип - сумуючий трансформатор для

перетворювача зірка-трикутник, який містить єдину вторинну обмотку для кожної групи первинних обмоток [United States Patent 5177460, H01F33/00; H01F27/28, 05.01.93] що містить у своєму складі чотирьохсекційну магнітну систему та чотири первинні обмотки у кожній фазі і єдину вторинну обмотку для кожної фази, в якому з метою забезпечення необхідних параметрів перетворення напруги постійного струму у трифазну напругу, магнітна система сумуючого трансформатора складається з чотирьох окремих секцій у вигляді прямокутного паралелепіпеда, кожна з яких у поперечному перерізі представляє собою дев'ять стрижнів, з'єднаних по три чотирма ярмами, два внутрішні ярма є спільними, у кожній секції на середніх стрижнях розміщено окремі первинні фазні обмотки, вторинні фазні обмотки розміщено одночасно на середніх стрижнях чотирьох секцій магнітної системи. У конструкції магнітної системи прототипу не передбачено використання

(13) C2

(11) 87310

(19) UA

співвідношення її ширини до ширини стрижнів, на яких розміщено первинні та вторинні фазні обмотки, більшим одиниці та співвідношення довжини стрижнів, на яких розміщено первинні та вторинні фазні обмотки, до відстані між стрижнями з обмотками і боковими стрижнями, вільними від обмоток, більшим двох, не передбачено збирання магнітної системи з пластин електротехнічної сталі, стиснутих між собою поверхня до поверхні у площинах, паралельних площині, в якій лежать поздовжні осі стрижнів, а також не передбачено розміщення єдиних первинних фазних обмоток одночасно на всіх чотирьох секціях магнітної системи, через що неможливо досягти збільшення співвідношення потужності трансформатора до одиниці ваги активних матеріалів у порівнянні з запропонованим трансформатором. Саме з вказаних причин у прототипі складно досягнути автоматичного симетрування напруг трифазної мережі.

Суттєвим недоліком прототипу є спосіб виготовлення магнітної системи, який полягає у шихтуванні магнітної системи з окремих полос електротехнічної сталі, що розміщені в площинах ортогональних до площини, в якій лежать поздовжні осі стрижнів, що навіть у випадку використання єдиних первинних фазних обмоток, розміщених одночасно на всіх чотирьох секціях магнітної системи, не призведе до значного збільшення співвідношення потужності до одиниці ваги активних матеріалів трансформатора, через збільшення втрат на вихрові струми в пластинах магнітної системи.

В основу винаходу поставлено задачу значно збільшити співвідношення потужності трансформатора до одиниці ваги активних матеріалів у порівнянні з прототипом, забезпечити можливість автоматичного симетрування напруги трифазної мережі.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що трифазний трансформатор, містить у своєму складі три первинні та вторинні фазні обмотки, просторову магнітну систему, згідно з винаходом, магнітна система виготовлена із співвідношенням її ширини до ширини стрижнів, на яких розміщено первинні та вторинні фазні обмотки, більшим одиниці та співвідношенням довжини стрижнів, на яких розміщено первинні та вторинні фазні обмотки, до відстані між стрижнями з обмотками і боковими стрижнями, вільними від обмоток, більшим двох, зібрана з пластин електротехнічної сталі, стиснутих між собою поверхня до поверхні у площинах, паралельних площині, в якій лежать поздовжні осі стрижнів, яка виконана у вигляді прямокутного паралелепіпеда, поперечний переріз якого представляє собою сім паралельних стрижнів, з'єднаних між собою двома ярами, на другому, четвертому і шостому стрижнях розміщено первинну та вторинну фазні обмотки, решта стрижнів вільні від обмоток, або виконана у вигляді прямокутного паралелепіпеда, поперечний переріз якого представляє собою три групи стрижнів, у кожній групі три паралельні стрижні, групи з'єднані між собою чотирма ярами, два з яких є внутрішніми, на середньому стрижні кожної групи розмі-

щено первинну та вторинну фазні обмотки, бокові стрижні у кожній групі вільні від обмоток.

Суть винаходу та принцип дії пояснюються кресленнями.

На Фіг.1 зображено вигляд збоку трифазного трансформатора з магнітною системою, виконаною у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що складається з двох ярем та семи стрижнів.

На Фіг.2 зображено вигляд зверху трифазного трансформатора з магнітною системою, виконаною у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що складається з двох ярем та семи стрижнів.

На Фіг.3 зображено вигляд збоку магнітної системи трифазного трансформатора, що складається з двох ярем та семи стрижнів.

На Фіг.4 зображено вигляд зверху магнітної системи трифазного трансформатора, що складається з двох ярем та семи стрижнів.

На Фіг.5 зображена структурна схема розміщення первинних та вторинних фазних обмоток трансформатора на магнітній конструкції, виконаній у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що складається з двох ярем та семи стрижнів.

На Фіг.6 зображено виштамповку з листа електротехнічної сталі без одного ярма для магнітної системи, що складається з двох ярем та семи стрижнів.

На Фіг.7 зображено пластину ярма, виштамповану з листа електротехнічної сталі для магнітної системи, що складається з двох ярем та семи стрижнів.

На Фіг.8 зображено виштамповку з листа електротехнічної сталі для магнітної системи, що складається з двох ярем та семи стрижнів.

На Фіг.9 зображено вигляд збоку трифазного трансформатора з магнітною системою, виконаною у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

На Фіг.10 зображено вигляд зверху трифазного трансформатора з магнітною системою, виконаною у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

На Фіг.11 зображено вигляд збоку магнітної системи трифазного трансформатора, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

На Фіг.12 зображено вигляд зверху магнітної системи трифазного трансформатора, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

На Фіг.13 зображена структурна схема розміщення первинних та вторинних фазних обмоток трансформатора на магнітній конструкції, виконаній у вигляді прямокутного паралелепіпеда, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

На Фіг.14 зображено ш-подібну двохсторонню виштамповку з листа електротехнічної сталі для магнітної системи, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

На Фіг.15 зображено ш-подібну виштамповку з листа електротехнічної сталі для магнітної системи, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

На Фіг.16 зображено пластину ярма, виштамповану з листа електротехнічної сталі для магнітної системи, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

На Фіг.17 зображено виштамповку з листа електротехнічної сталі для магнітної системи, що складається з чотирьох ярем та дев'яти стрижнів.

Трифазний трансформатор (див. Фіг.1, Фіг.2, Фіг.9, Фіг.10) містить у своєму первинну та вторинну обмотки 1 (Фіг.1), 6 (Фіг.9) та магнітну систему 2 (Фіг.2), 7 (Фіг.10).

Магнітна система трансформатора виконана у вигляді прямокутного паралелепіпеда, який складається з двох ярем та семи стрижнів (Фіг.3, Фіг.4), або чотирьох ярем та дев'яти стрижнів (Фіг.11, Фіг.12), поперечний переріз якої представляє собою сім паралельних стрижнів 4, з'єднаних між собою двома ярмами 3 (Фіг.3), або дев'яти стрижнів 9, з'єднаних по три чотирма ярмами 8, внутрішні з яких є спільні (Фіг.11).

Просторова магнітна система трансформатора виготовлена з пластин електротехнічної сталі 5 (Фіг.4), 10 (Фіг.12) у вигляді, зображеному на Фіг.8 або на Фіг.17, які ізолювані і стиснуті (спресовані) між собою та утворюють магнітну систему трансформатора. З метою отримання найкращих електромагнітних характеристик трансформатора, його магнітну систему доцільно шихтувати з суцільних пластин вигляду Фіг.8 або Фіг.17. Магнітна система також може бути виготовлена з пластин форми, приведеної на Фіг.6-Фіг.7 або Фіг.14-Фіг.16. При такому способі шихтування магнітної системи кожен наступний шар пластин зсувається на 180 градусів для досягнення рівномірного розподілу розривів у магнітній системі в різних площинах.

Структурна схема розміщення первинних та вторинних фазних обмоток трансформатора на магнітній системі приведена на Фіг.5 і на Фіг.13. Первинні та вторинні фазні обмотки окремої фази трансформатора розміщено на 2, 4 і 6 стрижнях (у випадку прямокутного паралелепіпеда, який складається з семи стрижнів та двох ярем, див. Фіг.3), або на центральних стрижнях (у випадку прямокутного паралелепіпеда, який складається з чотирьох стрижнів та дев'яти ярем, див. Фіг.11) (для прикладу, фаза А - первинна обмотка (А-Х) і вторинна обмотка (а-х) на одному стрижні) і утворюють трифазну систему. Інші стрижні вільні від обмоток.

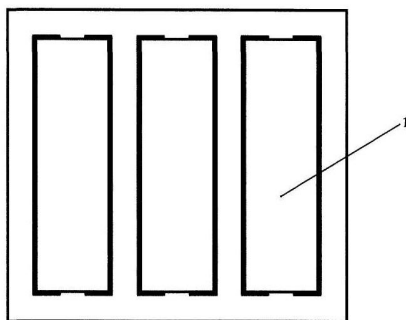
Геометричне співвідношення ширини магнітної системи до ширини стрижня, на якому розміщені первинна та вторинна обмотки, більше одиниці призводить до збільшення охоплення провідників обмоток магнітною системою, тобто до більшої локалізації поля в магнітній системі і, відповідно,

зменшення потоків розсіяння та втрат від них, а значить до збільшення потужності трансформатора при однакових площах поперечного перерізу і однакових магнітних властивостях матеріалів стрижнів магнітної системи прототипу і запропонованого трансформатора. Геометричне співвідношення довжини стрижня, на якому розміщені первинна та вторинна обмотки, до відстані між стрижнем з обмотками і боковими стрижнями більшим двох призводить до рівномірного розподілу провідників первинної і вторинної обмоток по поздовжній осі стрижнів, на яких розміщено обмотки, що створює однакові оптимальні умови роботи всіх провідників обмоток в електромагнітному полі, при цьому зменшуються потоки розсіяння витків обмоток, що також обумовлює збільшення співвідношення потужності до одиниці ваги активних матеріалів трансформатора. Наслідком зростання потужності є збільшення коефіцієнту корисної дії трансформатора.

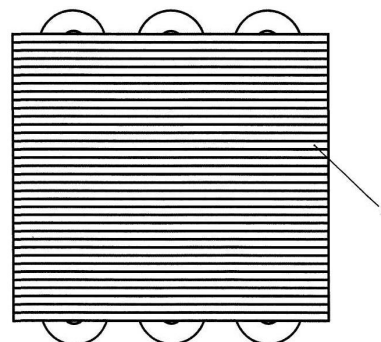
Забезпечення можливості автоматичного симетрування напруг трифазної мережі досягнуто завдяки наявності у магнітній системі стрижнів, вільних від обмоток. Така конструкція магнітної системи при роботі трансформатора на несиметричне навантаження автоматично перерозподіляє через ярма і стрижні різні за величиною фазні магнітні потоки, вирівнюючи їх, а симетрування фазних напруг є наслідком симетрування магнітних потоків, що підтверджено фізичними експериментами.

Магнітна система трансформатора може виконуватися у вигляді прямокутного паралелепіпеда з сімома стрижнями і двома ярмами або прямокутного паралелепіпеда з дев'ятьма стрижнями і чотирма ярмами у поперечному перерізі. Ці конструктивні відмінності не є принциповими, не впливають на сутність винаходу, але охоплюють різні варіанти технологічного виконання магнітної системи. Тільки магнітні системи розглянутих конструкцій, зібрані з пластин електротехнічної сталі, стиснутих між собою поверхня до поверхні у площинах, паралельних площині, в якій лежать поздовжні осі стрижнів забезпечують найбільше зростання співвідношення потужності до одиниці ваги активних матеріалів трансформатора.

Техніко-економічні показники запропонованого трифазного трансформатора (співвідношення потужності до ваги активних матеріалів, коефіцієнт корисної дії) є значно вищі порівняно з існуючими трансформаторами.



Фіг. 1



Фіг. 2

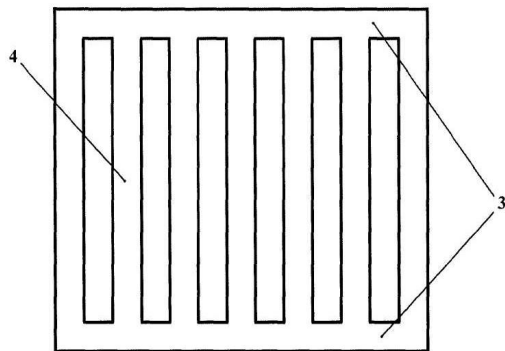


Fig. 3

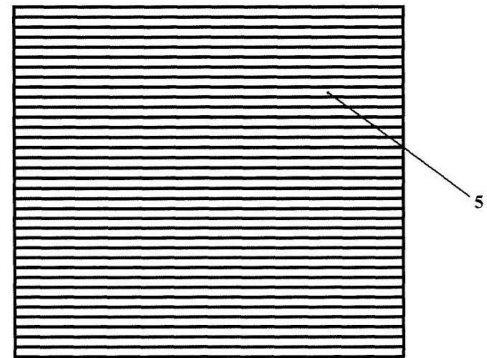


Fig. 4

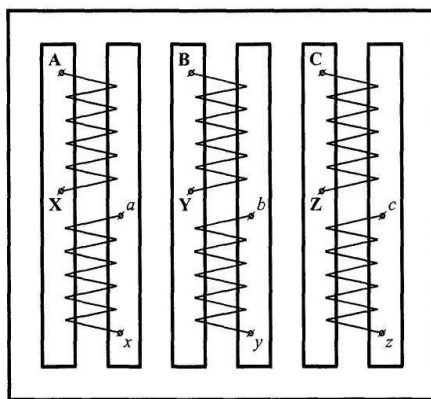


Fig. 5

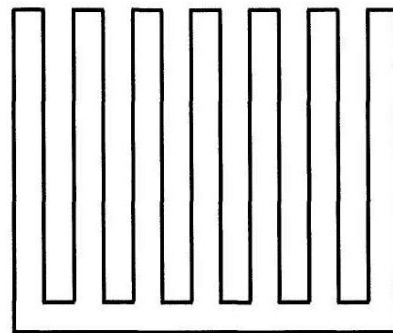


Fig. 6



Fig. 7

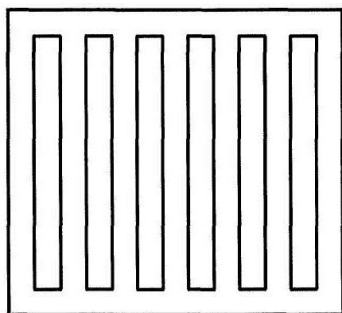


Fig. 8

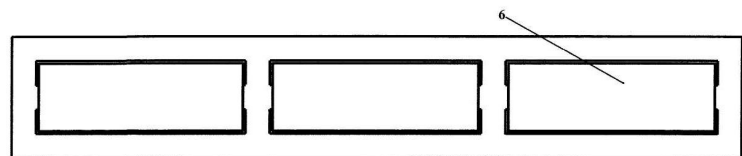


Fig. 9

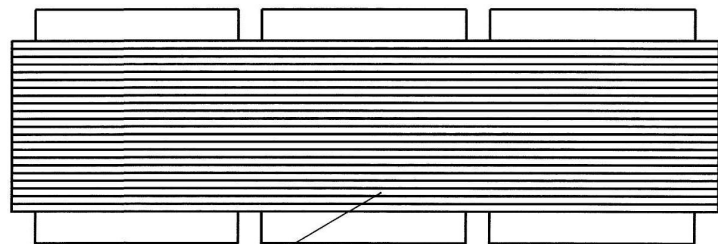


Fig. 10

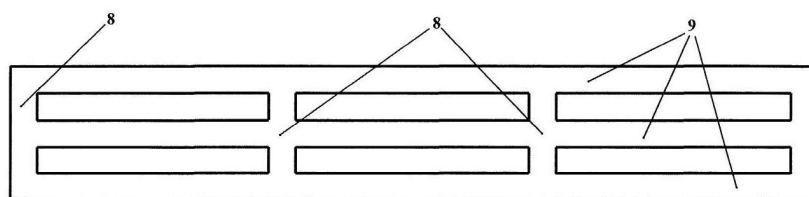


Fig. 11

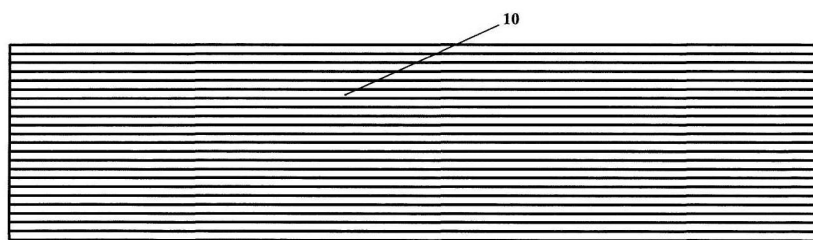


Fig. 12

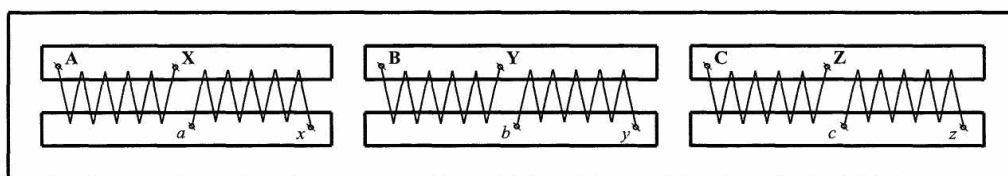


Fig. 13

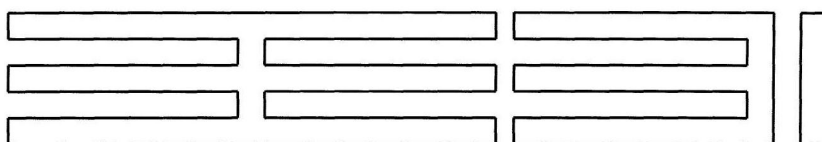


Fig. 14

Fig. 15

Fig. 16

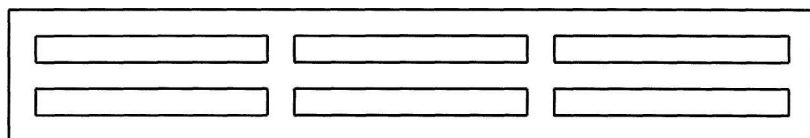


Fig. 17