

Винахід відноситься до техніки перетворення перемінного струму однієї частоти в перемінний струм іншої частоти, у т.ч. на частоті джерела живлення, і може бути використано як джерело стабілізованого живлення в пристроях автоматики і телемеханіки, зокрема для живлення рейкових кіл на залізничному транспорті.

У ряді пристроїв автоматики живлення нестабільною напругою погіршує їхні техніко-економічні показники. Наприклад, живлення такою напругою електронного приймача рейкового кола систем залізничної автоматики істотно знижує коефіцієнт повернення (безпеки). Звідси актуальною є розробка надійного стабілізованого джерела напруги (струму), що поряд з рішенням проблеми стабілізації здійснювала б гальванічну розв'язку ланцюгів вихідної напруги і джерела живильної мережі, окрім того забезпечувало б напівпровідникової техніки від імпульсних перешкод тягового струму та грозових розрядів. Пристрій повинен забезпечувати стабільну вихідну напругу (струм) на частоті джерела живлення в широкому діапазоні зміни напруги живильної мережі і температури.

Є параметричний генератор з ортогональними магнітними полями (Исследования параметрического генератора с электрической обратной связью. Тр.МЗМ, 19826 вып. 481, с.82-86. Болдов Б.А., Карельцев А.К., Задерей Г.П.).

Генератор являє собою індуктивний параметрон малої потужності, що містить магнітопровід (МП), вхідну, вихідну обмотки, обмотку зворотного зв'язку, конденсатор і резистор. Обмотка зворотного зв'язку включена послідовно з вихідною обмоткою й конденсатором, до якої паралельно підключений резистор. Магнітопровід являє собою два U-образних шихтованих сердечника, розгорнуті в площині сполучення на кут  $90^\circ$ .

Основним недоліком цього пристрою є складність конструкції магнітопроводу, підвищені витрати міді, неможливість розробки на його базі генератора відносно високої потужності.

Найбільш близьким аналогом винаходу, що заявляється, по технічній сутності та ефекту, що досягається, є феромагнітний діляник частоти (авт. св-во СРСР 1050063, кл. H02M 5/16), що містить: основний і два додаткових магнітопроводу, первинну та вторинну обмотки і конденсатор збудження, причому додаткові магнітопроводи виконані С-образної форми з немагнітними зазорами й охоплюють вторинну обмотку, а основний у формі прямокутного паралелепіпеду з чотирма наскрізними вікнами, які з'єднують дві паралельні площини протилежних граней паралелепіпеду і розміщені по діагоналях граней симетрично відносно осі симетрії магнітопроводу, яка проходить перпендикулярно до граней, а обмотки розміщені у вікнах, їхні площини співпадають з діагоналями магнітопроводу і розміщені перехресно одна до одної, паралельно вторинній обмотці підключено конденсатор.

Основними недоліками параметрона є: низькі енергетичні показники ( $\text{ККД} < 0,3$ ) у режимі повторення вхідного джерела живлення, відносно вузька ширина зони режиму м'якого збудження вихідних коливань, низький коефіцієнт стабілізації вихідної напруги.

Технічна задача, що розв'язується даним винаходом, полягає в підвищенні коефіцієнта стабілізації вихідної напруги, захисту напівпровідникової техніки від імпульсних перешкод тягового струму і живильної мережі, розширення зони м'якого збудження коливань на частоті джерела живлення, за рахунок уведення додаткової первинної обмотки, послідовно з'єднаних з вторинною обмоткою і передаючу частоту вхідної енергії джерела живлення безпосередньо на вихід, а також за рахунок того, що додаткові МП охоплюють первинну і додаткову первинну обмотки, які виконані із сталі без зазорів з більшою магнітною індукцією насичення ніж у сталі, з якої виготовлено основний МП, тобто утворюють магнітну асиметрію по секціях МП; завдяки взаємодії магнітної асиметрії і електричного зв'язку "вхід-вихід", яка створюється додатковою первинною обмоткою, прискорюється процес встановлення в контурі коливань, істотно росте коефіцієнт стабілізації вихідної напруги, а також ККД за рахунок передачі частини енергії джерела живлення безпосередньо на вихід генератора.

Сутність винаходу полягає в тому, що індуктивний параметричний генератор, що містить основний магнітопровід, первинну та вторинну обмотки, конденсатор збудження, резистор і два додаткових МП, причому основний МП, виконаний у вигляді паралелепіпеду з чотирма наскрізними вікнами, з'єднуючими дві паралельні площини протилежних граней паралелепіпеду і розміщені по діагоналях граней симетрично відносно осі симетрії МП, яка проходить перпендикулярно до граней, а обмотки розташовані у вікнах, їхні площини співпадають з діагоналями МП і розташовані перехресно одна до одної, паралельно вторинній обмотці підключено конденсатор, додатково має первинну обмотку, послідовно з'єднану з вторинною обмоткою і конденсатором, утворюючи з ним резонансний контур, настроєний на частоту джерела живлення. При цьому додаткові магнітопроводи виконані без зазорів, розташовані вздовж однієї з діагоналей основного МП, охоплюють первинну, додаткову первинну обмотку і виготовлені зі сталі з великою магнітною індукцією насичення, ніж у сталі, з якої виготовлено основний магнітопровід.

Новим є те, що індуктивний параметричний генератор має додаткову первинну обмотку, послідовно з'єднану з вторинною обмоткою та конденсатором, утворюючи з ним резонансний контур, настроєний на частоту джерела живлення, причому два додаткових МП виконаних без зазорів, розміщені уздовж однієї із діагоналей. МП охоплюють обидві первинні обмотки і виконані зі сталі з більшою магнітною індукцією насичення, ніж у сталі, з якої виконано основний МП, завдяки чому по секціях магнітопроводів створюється магнітна асиметрія, взаємодія якої з магнітним потоком обмотки електричного зв'язку "вхід-вихід" покращує параметри генератора - коефіцієнт стабілізації, ККД, ширину робочої зони, прискорюється перехідний процес встановлення в контурі коливань та інше.

Сутність винаходу пояснюється кресленням, де зображено загальний вигляд з схемою включення обмоток.

Індуктивний параметричний генератор складається з: основного магнітопроводу - 1; первинні обмотки з числом витків  $W_{11}$  - 2; вторинні обмотки з числом витків  $W_{21}$  - 3; додаткові первинні обмотки з числом витків  $W_{12}$  - 4; конденсатор - 5, підключений послідовно з вторинною 3 і додатковою первинною обмоткою 4; додаткові магнітопроводи з вікнами - 6, розташованими вздовж обидві первинні обмотки; резистор - 7, включений паралельно конденсатору 5. Обмотки 3 і 4 разом з конденсатором 5 утворюють коливальний резонансний контур, настроєний на частоту вихідних коливань генератора. Первинна обмотки 2 створюють у магнітопроводах 1 магнітне поле, що насичує його і модулює індуктивність обмоток 3 і 4 резонансного контуру на подвоєній частоті по відношенню до частоти живильної мережі. Додаткові магнітопроводи 6 виконані без зазорів із сталі з більшою

магнітною індукцією насичення, ніж у сталі, з якої виготовлено основний МП1. При відповідних параметрах схеми генератора (величина ємності конденсатора 5, величина опору резистора 7, амплітуда вхідної напруги) на виході генератора виникають електричні коливання на частоті, у два рази меншій частоти модуляції індуктивності контуру.

Індуктивний параметричний генератор працює так:

Відомо, що параметричні коливання у вихідному контурі генератора, що заявляється, і подібних йому пристроях (наприклад, параметричних підсилювачах, що працюють у режимі недозбудженого параметрона) виникають завдяки явищу так званого параметричного резонансу.

Для збудження коливань у вихідному контурі необхідно виконати, принаймні, дві умови:

забезпечити глибину модуляції індуктивності контуру не менше логарифмічного декримента загасання, тобто:

$$m \geq \frac{R}{2L_{CP}} T_H \geq \delta \cdot T_H,$$

$$\text{де: } m = \frac{L_2 - L_1}{2L_{CP}} \text{ - глибина модуляції індуктивності;}$$

$$L_{CP} = 0,5 \cdot (L_2 + L_1) \text{ - середнє значення індуктивності;}$$

$L_{2,1}$  - мінімальне і максимальне значення індуктивності контуру при модуляції;

$\delta$  - загасання контуру, що залежить від навантаження 7;

$T_H$  - період частоти струму накачування (вхідного струму);

настроїти контур у резонанс із частотою вихідних коливань.

Введення у вихідний контур додаткових первинних обмоток 4, гальванічно розв'язаних з первинної обмоткою 2, при визначеному співвідношенні витків магнітопроводів

$$\frac{S_1 \cdot W_{12}}{W_{21} \cdot S_2} = \alpha, \text{ де } S_1 = S_0 + S_d \text{ (} S_0, S_d \text{ - перетини відповідно основного і додаткового МП), дозволяє, як}$$

показали досліді, разом з додатковими МП, керувати процесом збудження параметричних коливань, а, отже, і величиною вихідної потужності і ККД. Введення в конструкцію магнітної системи додаткових магнітопроводів без зазорів, які охоплюють первинну 2 та додаткову первинну 4 обмотку і виконані із сталі з більшою магнітною індукцією насичення, ніж у сталі, з якої виготовлено основний магнітопровід МП1, вносить магнітну асиметрію по секціях МП, завдяки чому після включення напруги  $U_1$  (див. креслення) джерела живлення на стадії виникнення коливань у контурі магнітний потік асиметрії породжує в вихідному контурі струм, який взаємодіє з струмом первинної обмотки 4, підключеної послідовно з вторинною обмоткою і конденсатором 5, прискорює перехідний процес коливань в контурі та покращує параметри генератора (коефіцієнт стабілізації, ККД, ширина робочої зони по вхідній напрузі та інше). Більш того, утворення магнітної несиметрії МП і електричного зв'язку "вхід-вихід" робить більш жорстким магнітний зв'язок потоків первинної та вторинної обмоток генератора і, як показують досліді, вносить різноманітність в виконуючі функції кожної пари секцій МП, охоплюючи обмотки накачки та контуру. Після становлення коливань в контурі одна пара виконує функцію трансформатора (більш вірогідно секції з додатковим МП), друга - дроселя подвійного живлення. Введення додаткового МП дозволяє змінювати в потрібному напрямку величину коефіцієнту а варіацією поперечного розрізу магнітопроводів 6, числом витків  $W_{12}$  обмотки 4 і марками сталі, застосованих в МП.

Наприклад, в макетному зразку пристрою максимум  $\alpha \approx 0,75 \dots 0,85$  досягнуто при  $\frac{W_{12}}{W_{21}} \approx 0,25 \dots 0,3$  і

поперечному розрізу  $S_d = 0,3 \cdot S_0$ , при зйомці використовувались анізотропні холоднокатані сталі марки 3412 і 2412 (для МП1).

