



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **115108** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
H02M 7/00
H02M 1/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

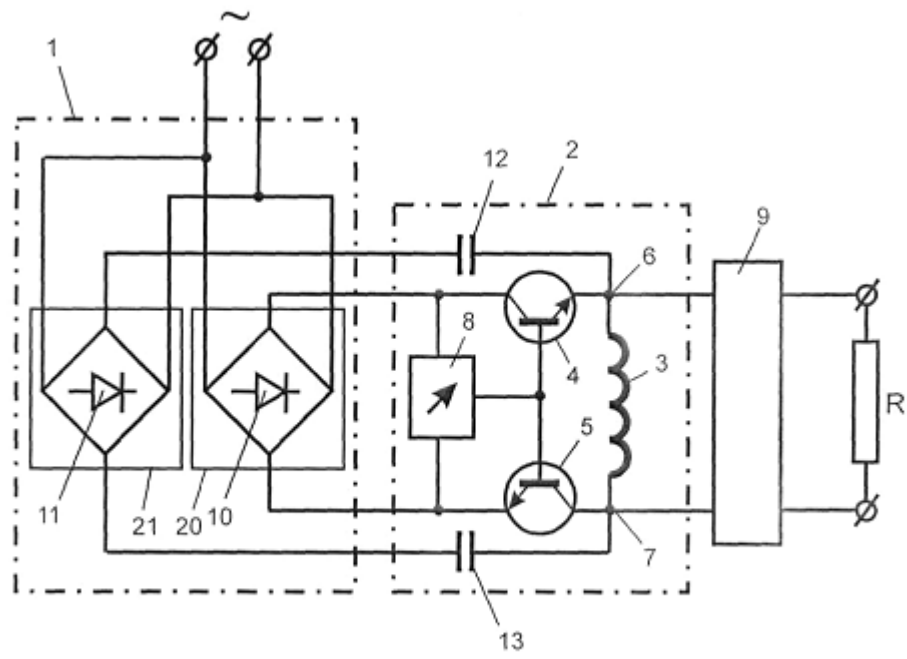
(21) Номер заявки: u 2016 06732	(72) Винахідник(и): Кльосов Володимир Олексійович (UA), Александров Андрій Сергійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 21.06.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.04.2017	(73) Власник(и): Кльосов Володимир Олексійович, вул. Карбідна, 75-А, м. Макіївка-2, Донецька обл., 86102 (UA), Александров Андрій Сергійович, вул. Лагерна, 39, м. Харків, 61177 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.04.2017, Бюл.№ 7	(74) Представник: Голуб Володимир Григорович, реєстр. №54

(54) ДЖЕРЕЛО ЖИВЛЕННЯ ІМПУЛЬСНОГО ТИПУ

(57) Реферат:

Джерело живлення імпульсного типу містить вхідний контур, виконаний з можливістю підключення до первинного джерела електричної енергії, силовий контур, що містить котушку індуктивності, два електронних ключі, що виконані з можливістю періодичного з'єднання кінців котушки індуктивності з вхідним контуром, та генератор періодичних імпульсів, вихід якого з'єднаний з входами електронних ключів із забезпеченням синхронної роботи зазначених електронних ключів, а також контур навантаження, зв'язаний з котушкою індуктивності. Вхідний контур містить два незалежних випрямних блоки, при цьому вихідні полюси одного з випрямних блоків з'єднані з кінцями котушки індуктивності через зазначені електронні ключі, аналогічні вихідні полюси другого випрямного блока з'єднані з кінцями котушки індуктивності через конденсатори рівної ємності, а період імпульсів генератора є кратним періоду автоколивань в силовому контурі.

UA 115108 U



Фиг. 6

Корисна модель належить до пристроїв перетворення вхідної електричної енергії в вихідну електричну енергію з необхідними параметрами для живлення відповідних споживачів електричної енергії, зокрема до імпульсних джерел живлення.

Імпульсні джерела живлення знайшли широке розповсюдження в електротехніці та енергетиці. В імпульсних джерелах живлення для генерації вихідної напруги використовується ефект накопичення енергії в котушках індуктивності з наступною передачею накопичення енергії до споживача. За допомогою ключового елемента до котушки індуктивності періодично підводять вхідну напругу. Імпульсний струм, що протікає при цьому через котушку, забезпечує накопичення енергії в її магнітному полі на кожному імпульсі. Запасена таким чином енергія з котушки передається в навантаження безпосередньо або через вторинну обмотку трансформатора. Зазначена схема дозволяє істотно підвищити коефіцієнт корисної дії пристрою, так як в схемі відсутні силові елементи, що розсіюють електричну потужність, окрім самого навантаження. Ключові елементи працюють в режимі насичення і розсіюють незначну потужність тільки в достатньо короткі тимчасові інтервали. Підвищення частоти переключення ключів дозволяє істотно збільшити потужність і поліпшити масогабаритні характеристики пристрою.

Прикладом (аналогом) імпульсного джерела живлення є загальновідома схема, яка широко використовується в електротехніці (<http://lib.qrz.ru/book/export/html/3842>).

Джерело живлення містить котушку індуктивності, яка підключена до первинного джерела електричної енергії (вхідна електрична енергія) та з'єднана з клемми вихідної напруги (вихідна електрична енергія), яка передається на відповідне навантаження. Підключення котушки індуктивності до первинного джерела енергії виконано шляхом з'єднання одного із кінців котушки індуктивності з одним із полюсів первинного джерела електричної енергії через електронний ключ та безпосереднього з'єднання другого кінця котушки індуктивності з другим полюсом первинного джерела електричної енергії. Вхід електронного ключа з'єднаний з виходом генератора однополярних імпульсів.

За допомогою електронного ключа до котушки індуктивності періодично підводиться повна напруга первинного джерела електричної енергії. Імпульсний струм, що протікає через котушку індуктивності при включенні електронного ключа, за рахунок самоіндукції, яка виникає при виключенні електронного ключа, забезпечує накопичення енергії в магнітному полі котушки на кожному імпульсі. Запасена таким чином енергія самоіндукції в вигляді електричних імпульсів, передається з котушки індуктивності в контур навантаження. Таким чином здійснюється перетворення електричної енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення.

Загальними ознаками аналога та корисної моделі є: джерело живлення імпульсного типу, що містить вхідний контур, виконаний з можливістю підключення до первинного джерела електричної енергії, силовий контур, що містить котушку індуктивності, електронний ключ, виконаний з можливістю періодичного з'єднання котушки індуктивності з вхідним контуром, генератор періодичних імпульсів, вихід якого з'єднаний з входом електронного ключа, а також контур навантаження, що з'єднаний з кінцями котушки індуктивності.

Особливості комутації котушки індуктивності з первинним джерелом енергії (періодичне підключення котушки індуктивності до первинного джерела енергії шляхом з'єднання одного із кінців котушки індуктивності з одним із полюсів первинного джерела електричної енергії через електронний ключ при безпосередньому з'єднанні другого кінця котушки індуктивності з другим полюсом первинного джерела електричної енергії) обмежує ефективність перетворення електричної енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення.

Як найближчий аналог вибрано джерело живлення системи електричного опалювання, що відоме за патентом України на винахід № 79817, МПК F24D 13/00, дата подання заявки 25.02.2013.

Джерело живлення містить котушку індуктивності, вхідний контур, через який котушка індуктивності підключена до первинного джерела електричної енергії, контур навантаження, через який котушка індуктивності підключена до навантаження, електронні ключі та генератор однополярних імпульсів. Котушка індуктивності підключена до первинного джерела електричної енергії шляхом з'єднання її кінців з різноіменними полюсами первинного джерела електричної енергії через електронні ключі. Вихід генератора однополярних імпульсів з'єднаний з входами електронних ключів з забезпеченням синхронної роботи (синхронного включення/виключення) електронних ключів.

Джерело живлення може містити засоби передачі частини вихідної енергії з контуру навантаження до вхідного контуру, що може забезпечувати режим самопідживлення системи при відключенні первинного джерела електричної енергії.

Генератор генерує періодичні однополярні імпульси. Зазначені імпульси подаються на входи електронних ключів з забезпеченням синхронної роботи (синхронного включення/виключання) електронних ключів. За допомогою електронних ключів, періодично на короткий час до котушки індуктивності подається повна напруга первинного джерела електричної енергії. При протіканні струму через котушку індуктивності при включених електронних ключах навколо котушки утворюється електромагнітне поле з заданим енергетичним потенціалом. При розмиканні електронних ключів в котушці індукується ЕДС самоіндукції (при зменшенні струму в котушці виникає ЕДС самоіндукції, що перешкоджає зменшенню струму). Енергія самоіндукції накопичується в магнітному полі індуктивної котушки на кожному імпульсі. Запасена таким чином енергія самоіндукції в вигляді електричних імпульсів передається з індуктивної котушки до навантаження при закритих електронних ключах.

Джерело живлення може містити засоби передачі частини вихідної енергії з контуру навантаження до вхідного контуру для забезпечення режиму самопідживлення при відключенні первинного джерела електричної енергії.

Передача електричної енергії з котушки індуктивності до навантаження може здійснюватися відомими методами: безпосередньо з котушки або через вторинну обмотку вихідного трансформатора (з гальванічною розв'язкою) з подальшим випрямленням, якщо це потрібно.

Загальними ознаками найближчого аналога та корисної моделі, що заявляється, є: джерело живлення імпульсного типу, що містить вхідний контур, виконаний з можливістю підключення до первинного джерела електричної енергії, силовий контур, що містить котушку індуктивності, два електронних ключі, що виконані з можливістю періодичного з'єднання кінців котушки індуктивності з вхідним контуром, та генератор періодичних імпульсів, вихід якого з'єднаний з входами електронних ключів із забезпеченням синхронної роботи зазначених електронних ключів, а також контур навантаження, що зв'язаний з кінцями котушки індуктивності.

Особливістю зазначеної схеми імпульсного джерела живлення, як найближчого аналогу, є комутація котушки індуктивності з первинним джерелом електричної енергії шляхом періодичного з'єднання/роз'єднання її кінців з різнойменними полюсами первинного джерела електричної енергії через два електронні ключі, що працюють в режимі синхронного включення/виключення. Така схема імпульсного джерела живлення підвищує ефективність перетворення електричної енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію, однак не вичерпує подальші можливості збільшення ефективності зазначеного перетворення електричної енергії.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення ефективності перетворення електричної енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення.

Поставлена задача вирішується тим, що в джерелі живлення імпульсного типу, яке містить вхідний контур, виконаний з можливістю підключення до первинного джерела електричної енергії, силовий контур, що містить котушку індуктивності, два електронних ключі, що виконані з можливістю періодичного з'єднання кінців котушки індуктивності з вхідним контуром, та генератор періодичних імпульсів, вихід якого з'єднаний з входами електронних ключів із забезпеченням синхронної роботи зазначених електронних ключів, а також контур навантаження, зв'язаний з котушкою індуктивності, згідно з корисною моделлю, вхідний контур містить два незалежних випрямних блоки, при цьому вихідні полюси одного з випрямних блоків з'єднані з кінцями котушки індуктивності через зазначені електронні ключі, аналогічні вихідні полюси другого випрямного блока з'єднані з кінцями котушки індуктивності через конденсатори рівної ємності, а період імпульсів генератора є кратним періоду автоколивань в силовому контурі.

Зазначені ознаки є суттєвими ознаками корисної моделі, бо є необхідними і достатніми для досягнення технічного результату - підвищення ефективності перетворення електричної енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення.

Схема джерела живлення, що вибрана як найближчий аналог, працює в режимі вимушених коливань, викликаних періодичним зовнішнім впливом. Таке джерело живлення являє собою так званий релаксаційний осцилятор (не гармонічний осцилятор), в якому коливання відрізняються від гармонічних коливань і можуть мати прямокутну, трикутну, трапецієподібну та інші форми. У такому осциляторі амплітуда і частота коливань визначаються величиною і частотою зовнішнього періодичного впливу, характеристиками інерційності і дисипації коливальної системи.

У запропонованій схемі реалізований автоколивальний режим роботи з використанням резонансних характеристик силового контуру, з управлінням процесами виникнення і підтримки автоколивань в силовому контурі джерела живлення. При цьому під автоколиваннями маються на увазі затухаючі коливання в дисипативній динамічній системі, що підтримуються за рахунок енергії періодичної зовнішньої дії. У такій системі (так званий гармонічний дисипативний осцилятор) при однаковій величині дисипації і енергії, що надходить в систему, встановлюються автоколивання на частоті, близькій до резонансної частоти даного осцилятора, їх форма стає близькою до гармонічної, а амплітуда тим більше, чим більше величина періодичної зовнішньої дії. На автоколиваннях заснований принцип дії великої кількості технічних пристроїв, в тому числі принцип дії різноманітних генераторів електричних і електромагнітних коливань, що застосовуються в електротехніці.

Джерело живлення, що вибране як найближчий аналог, також може працювати в автоколивальному режимі, так як його силовий контур має власну ємність і індуктивність, що визначають частоту автоколивань (резонансну частоту) силового контуру. При подачі одиночного імпульсу енергії в силовий контур (короткочасне підключення котушки індуктивності до первинного джерела електричної енергії) в силовому контурі виникають затухаючі гармонічні автоколивання. Період затухання автоколивань залежить від дисипативних характеристик контуру і величини навантаження. При зменшенні добротності контуру або при збільшенні навантаження період затухання автоколивань буде зменшуватися.

Відмінною особливістю джерела живлення, що заявляється є те, що кінці котушки індуктивності силового контуру додатково підключені до одного з випрямних блоків первинного контуру через конденсатори рівної ємності. Це дозволяє підтримувати автоколивання в силовому контурі постійним синхронним "підживленням" енергією, що надходить від первинного джерела електроенергії в силовий контур через зазначені конденсатори.

На фіг. 1 показані графіки автоколивань в силових контурах за найближчим аналогом і в корисній моделі, що заявляється, при подачі одиночного імпульсу енергії, де t - поточний час, $U_{вих}$ - напруга на котушці індуктивності, T - період автоколивань (1а - автоколивання в силовому контурі за найближчим аналогом без навантаження, 1б - автоколивання в силовому контурі за найближчим аналогом з навантаженням, 1в - автоколивання в силовому контурі корисної моделі, що заявляється, без навантаження, 1г - автоколивання в силовому контурі корисної моделі, що заявляється, із навантаженням).

Як видно з фіг. 1, затухання автоколивань в силовому контурі за найближчим аналогом відбувається значно швидше, ніж в силовому контурі корисної моделі, що заявляється, в якому автоколивання підтримуються синхронним "підживленням" енергією через зазначені конденсатори.

Для підтримки автоколивань необхідна періодична подача імпульсів енергії в силовий контур джерела живлення. Особливістю джерела живлення, що заявляється, є те, що період імпульсів генератора, керуючого відкриттям/закриттям ключів, що з'єднують котушку індуктивності силового контуру з первинним джерелом енергії, є кратним періоду автоколивань в силовому контурі. Таке виконання дозволяє підтримувати автоколивання в силовому контурі шляхом підведення енергії по двох каналах: постійне синхронне "підживлення" енергією від одного з випрямних блоків через зазначені конденсатори і періодичне "підживлення" енергією від другого випрямного блока при періодичному підключенні котушки індуктивності до другого випрямного блока через електронні ключі.

Для якісної оцінки ефективності перетворення електричної енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення нижче графічно показані процеси виникнення і підтримки автоколивань в найближчому аналогу та корисній моделі, що заявляється, де t - поточний час, $U_{вих}$ - напруга на котушці індуктивності, T_i - період імпульсів генератора. Так, на фіг. 2 показані графіки автоколивань в силовому контурі за найближчим аналогом з навантаженням при періодичній подачі імпульсів енергії в силовий контур шляхом періодичного з'єднання кінців котушки індуктивності з вхідним контуром через електронні ключі, керовані генератором періодичних імпульсів. Період імпульсів генератора (періодичність відкриття електронних ключів або періодичність подання імпульсів енергії в силовий контур) вибрано кратним періоду автоколивань в силовому контурі (2а - імпульси генератора, 2б - період проходження імпульсів генератора дорівнює періоду автоколивань, 2в - період проходження імпульсів генератора дорівнює двом періодам автоколивань, 2г - період проходження імпульсів генератора дорівнює трьом періодам автоколивань).

На фіг. 3 показані аналогічні графіки автоколивань в силовому контурі корисної моделі, що заявляється, (3а - імпульси генератора, 3б - період проходження імпульсів генератора дорівнює періоду автоколивань, 3в - період проходження імпульсів генератора дорівнює двом періодам

автоколивань, 3τ - період проходження імпульсів генератора дорівнює трьом періодам автоколивань).

На фіг. 4 показані графіки вихідної напруги (напруги на котушці індуктивності) після випрямлення (4а - імпульси генератора, 4б - найближчий аналог, період проходження імпульсів генератора дорівнює періоду автоколивань, 4в - найближчий аналог, період проходження імпульсів генератора дорівнює двом періодам автоколивань, 4г - найближчий аналог, період проходження імпульсів генератора дорівнює трьом періодам автоколивань, 4д - корисна модель, що заявляється, період проходження імпульсів генератора дорівнює періоду автоколивань, 4е - корисна модель, що заявляється, період проходження імпульсів генератора дорівнює двом періодам автоколивань, 4ж - корисна модель, що заявляється, період проходження імпульсів генератора дорівнює трьом періодам автоколивань).

Як критерій ефективності перетворення електричної енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення може бути площа, що обмежена кривою напруги на графіку вихідної напруги (напруги на котушці індуктивності) в заданий період часу після випрямлення. Чим більше зазначена площа, тим більше ефективність перетворення електричної енергії.

На фіг. 5 для порівняння показані графіки ефективності перетворення енергії в корисній моделі, що заявляється, і в найближчому аналогу (5а - графік імпульсів генератора, 5б - графік вихідної напруги в найближчому аналогу, 5в - графік вихідної напруги в корисній моделі, що заявляється). На графіках позначені: t - поточний час, $U_{\text{вих}}$ - вихідна напруга, T - період гармонічних коливань, T_i - період проходження імпульсів генератора, S_{ab} - площа прямокутника з сторонами a , b (a дорівнює періоду проходження імпульсів генератора, b дорівнює максимальному значенню амплітуди вихідної напруги), S_i - елементарні площі, що обмежені кривою вихідної напруги. Період проходження імпульсів генератора дорівнює трьом періодам гармонічних автоколивань.

Відношення $\sum S_i / S_{ab}$ визначає ефективність перетворення енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення. Чим вище зазначене відношення, тим вище ефективність перетворення енергії.

З наведених графіків наочно впливає, що за інших рівних умов ефективність перетворення енергії залежить:

- від швидкості затухання автоколивань (логарифмічний декремент затухання);
- від періоду проходження імпульсів генератора (періодичність подачі імпульсів енергії в силовий контур);
- в корисній моделі, що заявляється, ефективність перетворення енергії вище, ніж в найближчому аналогу.

Таким чином корисна модель дозволяє підвищити ефективність перетворення енергії при заданому періоді імпульсів генератора або зменшити період імпульсів генератора при заданій ефективності перетворення енергії, що полегшує частотний режим роботи електронних ключів, тобто підвищує надійність пристрою.

Так як силовий контур має власну ємність і індуктивність, які визначаються ємнісними і індуктивними параметрами елементів силового контуру (в тому числі і ємністю конденсаторів, через які кінці котушки індуктивності з'єднані з одним з випрямних блоків вхідного контуру), то, теоретично, автоколивання в силовому контурі можуть виникати при будь-якому значенні ємності зазначених конденсаторів і будуть відрізнятися, в першу чергу, частотою автоколивань. Природно, що при низьких частотах автоколивань збільшуються габарити пристрою, а при занадто високих частотах виникають проблеми надійності елементної бази пристрої. Доцільно ємність зазначених конденсаторів визначати з умови виникнення автоколивань в силовому контурі з частотою в межах 1-80 кГц, що прийнятно для більшості випадків практичної реалізації джерела живлення, що заявляється.

Як було зазначено вище, частота імпульсів генератора (періодичність підключення котушки індуктивності до одного з випрямних блоків вхідного контуру через електронні ключі) визначає ефективність перетворення енергії - чим вище зазначена частота, тим вище ефективність. Але, в той же час, збільшення зазначеної частоти погіршує частотний режим роботи електронних ключів - підвищується ймовірність перегріву ключів і виходу їх з ладу, необхідність застосування спеціальних високочастотних елементів в ключах, необхідність особливих засобів охолодження. На практиці, в залежності від величини навантаження, коефіцієнт кратності періоду імпульсів генератора періоду автоколивань в силовому контурі доцільно вибирати в межах 1-10.

Обмотку котушки індуктивності доцільно виконати біфілярною з паралельною намоткою двох провідників з з'єднанням кінця одного провідника з початком іншого. Така котушка має високу ємнісну складову, що доцільно для запропонованої конструкції.

Котушка індуктивності може бути виконана у вигляді первинної обмотки трансформатора, вторинна обмотка якого з'єднана з контуром навантаження. Таке виконання забезпечує гальванічну розв'язку навантаження з джерелом живлення.

Зазначений трансформатор доцільно виконати тороїдальним на кільцевому сердечнику, що дозволяє використовувати як сердечник широко поширені феритові кільця з відповідним діапазоном робочих частот.

Випрямні блоки вхідного контуру доцільно екранувати від взаємного впливу шляхом розміщення їх в металевих екранах.

Джерело живлення може містити лінію самопідживлення, виконану з можливістю з'єднання виходу контуру навантаження з вхідним контуром при відключеному джерелі первинної енергії. Такий режим роботи джерел живлення імпульсного типу - режим самопідживлення - широко відомий (наприклад, генератор змінної напруги за європейським патентом EP0262164, незалежний енергетичний пристрій за міжнародною заявкою WO2008103129 та інші) і може застосовуватися, зокрема, для живлення невеликих навантажень.

Нижче приводиться докладний опис джерела живлення імпульсного типу, що заявляється, з посиланнями на креслення, на яких показано:

Фіг. 1 - Джерело живлення імпульсного типу, графіки автоколивань в силових контурах найближчого аналога і корисної моделі, що заявляється, при подачі одиночного імпульсу енергії.

Фіг. 2 - Джерело живлення імпульсного типу, графіки автоколивань в силовому контурі найближчого аналога при періодичній подачі імпульсів енергії.

Фіг. 3 - Джерело живлення імпульсного типу, графіки автоколивань в силовому контурі корисної моделі, що заявляється, при періодичній подачі імпульсів енергії.

Фіг. 4 - Джерело живлення імпульсного типу, графіки напруги на котушці індуктивності після випрямлення.

Фіг. 5 - Джерело живлення імпульсного типу, графіки порівняння ефективності перетворення енергії в корисній моделі, що заявляється, з найближчим аналогом.

Фіг. 6 - Джерело живлення імпульсного типу, принципова схема.

Фіг. 7 - Джерело живлення імпульсного типу, намотка котушки індуктивності.

Фіг. 8 - Джерело живлення імпульсного типу, виконання котушки індуктивності у вигляді первинної обмотки трансформатора.

Фіг. 9 - Джерело живлення імпульсного типу, тороїдальне виконання трансформатора.

Фіг. 10 - Джерело живлення імпульсного типу, розріз А-А на Фіг. 9.

Фіг. 11 - Джерело живлення імпульсного типу, виконання з лінією самопідживлення.

Фіг. 12 - Джерело живлення імпульсного типу, принципіальна схема експериментального джерела живлення.

Фіг. 13 - Джерело живлення імпульсного типу, осцилограма автоколивань в силовому контурі експериментального джерела живлення при подачі одиночного імпульсів енергії...

Фіг. 14 - Джерело живлення імпульсного типу, осцилограма автоколивань в силовому контурі експериментального джерела живлення, період проходження імпульсів генератора дорівнює одному періоду автоколивань.

Фіг. 15 - Джерело живлення імпульсного типу, осцилограма автоколивань в силовому контурі експериментального джерела живлення, період проходження імпульсів генератора дорівнює двом періодам автоколивань.

Фіг. 16 - Джерело живлення імпульсного типу, осцилограма автоколивань в силовому контурі експериментального джерела живлення, період проходження імпульсів генератора дорівнює двом періодам автоколивань.

Відомості, які підтверджують можливість здійснення корисної моделі

Джерело живлення імпульсного типу (фіг. 6) містить вхідний контур 1, виконаний з можливістю підключення до первинного джерела електричної енергії, наприклад до електричної мережі змінного струму, силовий контур 2, що містить котушку індуктивності 3, два електронних ключі 4 і 5, які виконані з можливістю періодичного з'єднання кінців 6, 7 котушки індуктивності 3 з вхідним контуром 1, генератор періодичних імпульсів 8, вихід якого з'єднаний з входами електронних ключів 4, 5 із забезпеченням синхронної роботи зазначених електронних ключів 4, 5, а також контур навантаження 9, зв'язаний з котушкою індуктивності 3.

Вхідний контур 1 містить два незалежних випрямних блоки 10 та 11, при цьому вихідні полюси одного з випрямних блоків (блоку 10) з'єднані з кінцями 6, 7 котушки індуктивності 3 через зазначені електронні ключі 4, 5, а аналогічні вихідні полюси іншого випрямного блока (блоку 11) з'єднані з кінцями 6, 7 котушки індуктивності 3 через конденсатори рівної ємності 12,

13, що входять до складу силового контуру 2. Період імпульсів генератора 8 кратний періоду автоколивань в силовому контурі 2.

Ємність зазначених конденсаторів 12, 13 вибирають з умови виникнення автоколивань в силовому контурі 2 з частотою в межах 1-80 кГц.

5 Коефіцієнт кратності періоду імпульсів генератора 8 періоду автоколивань в силовому контурі 2 вибирають в межах 1-10.

Обмотка котушки індуктивності 3 виконана біфілярною з паралельною намоткою двох провідників з з'єднанням кінця одного провідника з початком іншого (фіг. 7).

10 Котушка індуктивності 3 може бути виконана у вигляді первинної обмотки 14 трансформатора 15, вторинна обмотка 16 якого з'єднана з контуром навантаження 9 (фіг. 8).

Трансформатор 15 може бути виконаний тороїдальним з кільцевим сердечником 17 (фіг. 9, 10).

15 Джерело живлення може містити лінію самопідживлення 18, виконану з можливістю з'єднання виходу контуру навантаження 9 з вхідним контуром 1 при відключеному джерелі первинної енергії. Для перемикання режимів роботи (режим живлення від джерела первинної енергії, режим самопідживлення) у вхідному контурі 1 встановлений перемикач 19 (фіг. 11).

Випрямні блоки 10, 11 вхідного контуру 1 екрановані від взаємного впливу металевими екранами 20, 21 (фіг. 6, 11).

20 Контур навантаження 9 може містити випрямляч, фільтри, частотний перетворювач, стабілізатор напруги та інші відомі вузли, що необхідні для узгодження вихідних параметрів джерела живлення з параметрами живлення конкретного навантаження R (не показані).

Імпульсне джерело живлення працює наступним чином.

25 Пристрій підключають до первинного джерела електричної енергії, наприклад до мережі перемінного струму. Генератор 8 генерує періодичні однополярні імпульси. Частоту імпульсів генератора 8 можна змінювати. Зазначені імпульси подаються на входи електронних ключів 4, 5 з забезпеченням синхронної роботи (синхронного включення/виключення) електронних ключів 4, 5. За допомогою електронних ключів 4, 5 періодично, на короткий час в силовий контур 2 (до котушки індуктивності 3) подаються імпульси енергії від випрямного блока 10 вхідного контуру 1. Після подачі першого імпульсу енергії в силовому контурі 2 виникають затухаючі гармонічні електричні коливання, частота яких визначається ємнісними і індуктивними характеристиками елементів силового контуру 2. Ступінь затухання автоколивань визначається дисипативними характеристиками коливального контуру, а також величиною навантаження джерела живлення. Автоколивання в силовому контурі 2 підтримуються постійним синхронним "підживленням" енергією, що надходить в силовий контур 2 (до котушки індуктивності 3) від випрямного блока 11 вхідного контуру 1 через конденсатори 12, 13.

35 При наступному імпульсі генератора 8 (при наступній подачі імпульсу енергії від випрямного блока 10 вхідного контуру 1 в силовий контур 2) процеси виникнення і підтримання гармонічних коливань в силовому контурі 2 повторюються.

40 Таким чином в джерелі живлення, що заявляється, гармонічні автоколивання підтримуються по двох "каналах" - постійним синхронним "підживленням" енергією, що надходить в силовий контур 2 (до котушки індуктивності 3) від випрямного блока 11 вхідного контуру 1 через конденсатори 12, 13, і періодичним підключенням силового контуру 2 до випрямного блока 10 вхідного контуру 1 за допомогою електронних ключів 4, 5, керованих генератором імпульсів 8. Таке виконання підвищує ефективність перетворення електричної енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення.

45 **Прикладом практичної реалізації корисної моделі є експериментальне джерело живлення, принципова схема якого показана на фіг. 12. В основу експериментального джерела живлення покладені принципові схеми, показані на фіг. 6, 8.**

50 Вхідний контур 1 містить вхідний трансформатор 22 з первинною обмоткою 23 і двома вторинними обмотками 24, 25. Первинна обмотка 23 підключається до промислової мережі змінного струму (220 вольт, 50 герц). Вторинна обмотка 24 підключена до випрямного блока 10. Вторинна обмотка 25 підключена до випрямного блока 11. Таким чином вхідний трансформатор 22 забезпечує гальванічну розв'язку пристрою від мережі і роздільне живлення випрямних блоків 10, 11. **На виходах випрямних блоків 10, 11 встановлені допоміжні блоки, відповідно 26, 27. Ці блоки можуть містити фільтри, стабілізатори напруги, помножувачі напруги та інші пристрої (не показані), які забезпечують необхідні електричні параметри на виходах випрямних блоків 10, 11. В даному експериментальному джерелі живлення на виході випрямного блока 10 забезпечена постійна напруга 300 вольт, потужність блока 1000 Ват, на виході випрямного блока 11 - постійна напруга 300 вольт, потужність блока 1000 Ват.**

Генератор періодичних імпульсів 8 виконаний на базі контролера ATmega mega 2560, період проходження імпульсів в межах від 122 Гц до 4 мГц, ширина імпульсів від 25 мікросекунд до 3 мілісекунд.

Електронні ключі 4 та 5 виконані на транзисторах 1MBI 600 PX - 120 (струм в імпульсі колектор - емітер 600А при напрузі в імпульсі 1200В). Умови охолодження - пасивне (радіатор), робоча температура не перебільшувала 70 °С.

Ємність кожного з конденсаторів 2,5 мкф.

Котушка індуктивності виконана у вигляді первинної обмотки 14 трансформатора 15. Як сердечник трансформатора 15 використано феритове кільце, внутрішній діаметр 90 мм, зовнішній - 182 мм. Первинна обмотка 14 виконана мідним емальованим проводом діаметром 2,00 мм, намотка біфілярна (паралельна намотка двох проводів з з'єднанням кінця одного проводу з початком другого. Кількість витків первинної обмотки 14-557. Вторинна обмотка 16 трансформатора 15 виконана мідним емальованим проводом діаметром 2,00 мм, тип намотки - в два паралельних проводи, багатожарова (універсал), кількість витків - 265.

Контур навантаження 9 може містити випрямляч 28, фільтр 29, частотний перетворювач 30 (показані умовно) та інші пристрої, які забезпечують необхідні електричні параметри на виході джерела живлення. В даному експериментальному джерелі живлення на виході забезпечена постійна напруга 300 В.

Як навантаження R використовувався ТЕН потужністю 5 кВт по постійному струму.

При зазначених параметрах елементів схеми при подачі одиничного імпульсу від генератора 8 на входи електронних ключів 4 та 5 (короткочасне підключення первинної обмотки 14 трансформатора 15 до виходу випрямного блока 10) в силовому контурі 2 виникають автоколивання з резонансною частотою 2,2 кГц.

На фіг. 13 показана реальна осцилограма зазначених автоколивань у вигляді напруги на первинній обмотці 14 трансформатора 15 при подачі одиничного імпульсу генератора 8.

На фіг. 14 показана реальна осцилограма автоколивань, коли період проходження імпульсів генератора 8 дорівнює одному періоду автоколивань (14а - імпульси генератора 8, 14б - напруга на конденсаторах 12, 13, 14в - напруга на первинній обмотці 14 трансформатора 15).

На фіг. 15 показана реальна осцилограма автоколивань, коли період проходження імпульсів генератора 8 дорівнює двом періодам автоколивань (15а - імпульси генератора 8, 15б - напруга на конденсаторах 12, 13, 15в - напруга на первинній обмотці 14 трансформатора 15).

На фіг. 16 показана реальна осцилограма автоколивань, коли період проходження імпульсів генератора 8 дорівнює п'яти періодам автоколивань (16а - імпульси генератора 8, 16б - напруга на первинній обмотці 14 трансформатора 15).

Використовуючи вище описаний критерій ефективності перетворення енергії первинного джерела в вихідну електричну енергію імпульсного джерела живлення (відношення $\Sigma Si/Sab$, фіг. 5) до осцилограм, приведених на фіг. 14, 15, 16, можна зробити висновок по високу ефективність перетворення електричної енергії первинного джерела енергії в вихідну електричну енергію джерела живлення.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

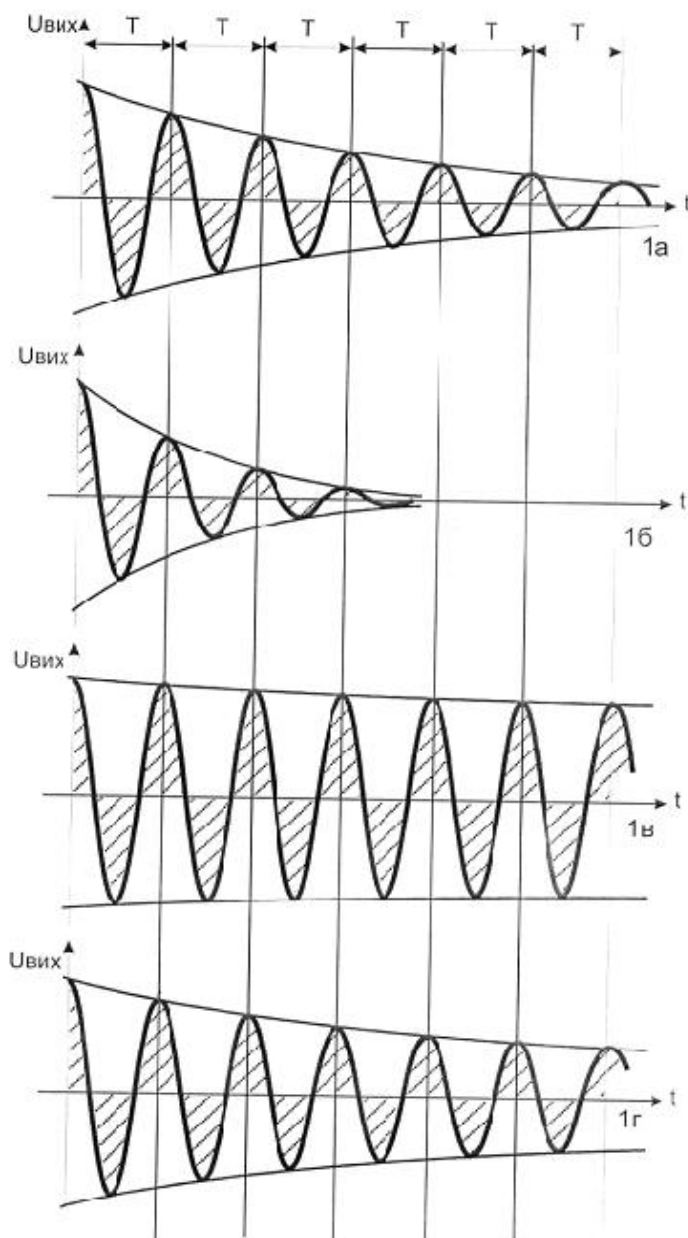
1. Джерело живлення імпульсного типу, що містить вхідний контур, виконаний з можливістю підключення до первинного джерела електричної енергії, силовий контур, що містить котушку індуктивності, два електронних ключі, що виконані з можливістю періодичного з'єднання кінців котушки індуктивності з вхідним контуром, та генератор періодичних імпульсів, вихід якого з'єднаний з входами електронних ключів із забезпеченням синхронної роботи зазначених електронних ключів, а також контур навантаження, зв'язаний з котушкою індуктивності, яке **відрізняється** тим, що вхідний контур містить два незалежних випрямних блоки, при цьому вихідні полюси одного з випрямних блоків з'єднані з кінцями котушки індуктивності через зазначені електронні ключі, аналогічні вихідні полюси другого випрямного блока з'єднані з кінцями котушки індуктивності через конденсатори рівної ємності, а період імпульсів генератора є кратним періоду автоколивань в силовому контурі.

2. Джерело живлення за п. 1, яке **відрізняється** тим, що ємність зазначених конденсаторів визначена за умови виникнення автоколивань в силовому контурі з частотою в межах 1-80 кГц.

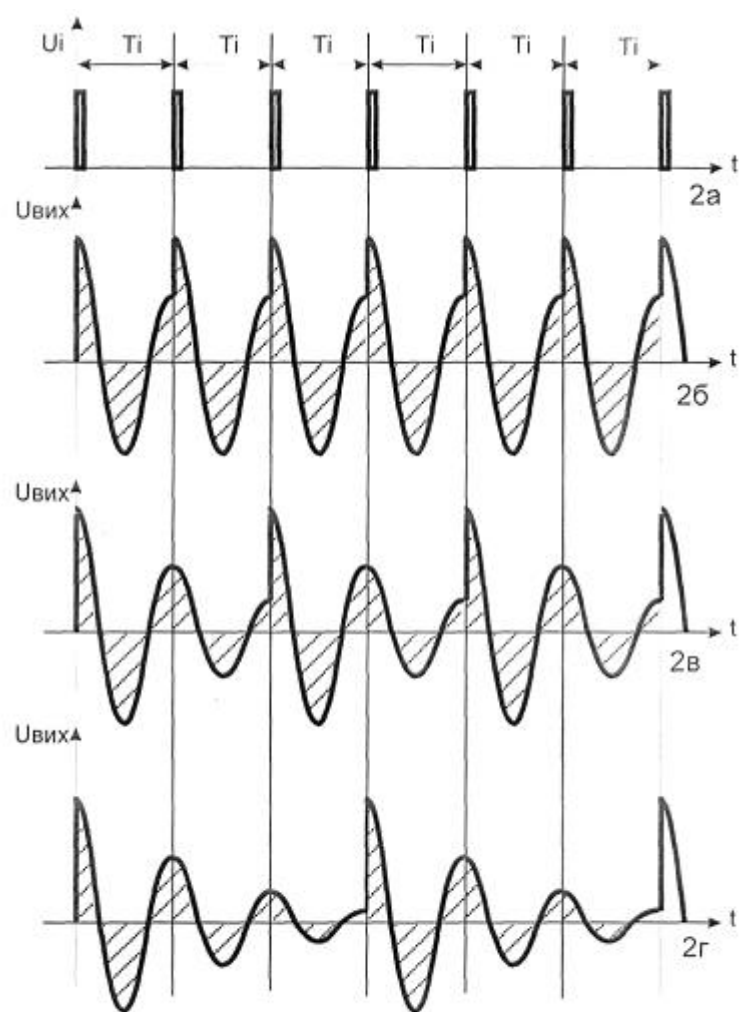
3. Джерело живлення за п. 1, яке **відрізняється** тим, що коефіцієнт кратності періоду імпульсів генератора періоду автоколивань в силовому контурі вибраний в межах 1-10.

4. Джерело живлення за п. 1, яке **відрізняється** тим, що обмотка котушки індуктивності виконана біфілярною з паралельною намоткою двох провідників з з'єднанням кінця одного провідника з початком другого.

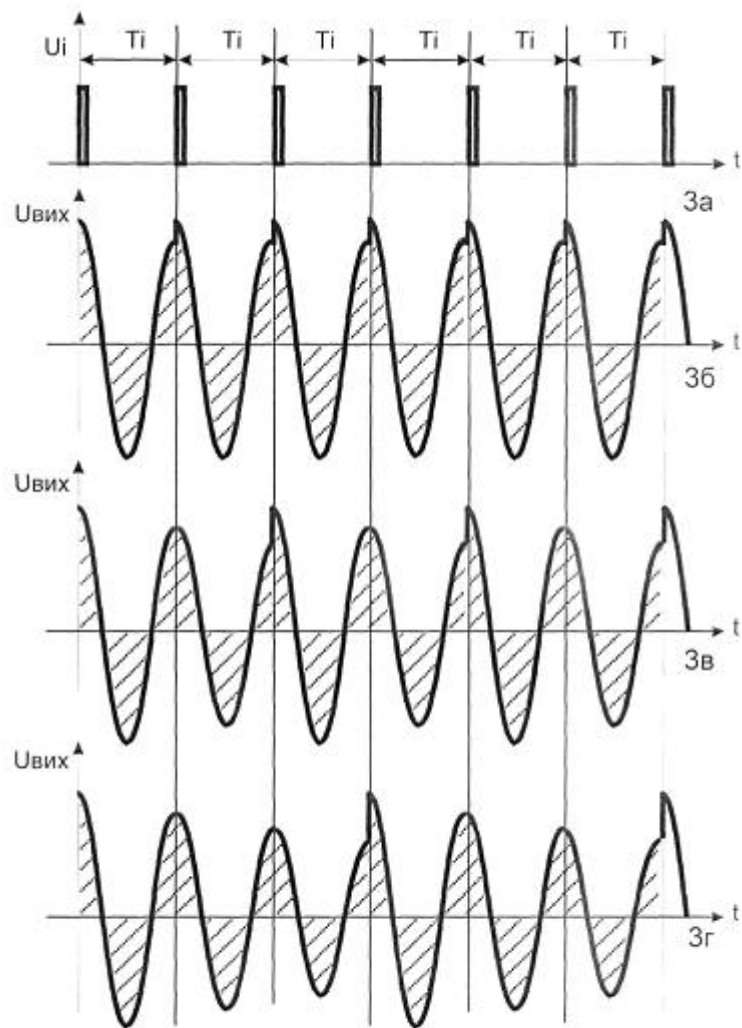
5. Джерело живлення за п. 1, яке **відрізняється** тим, що котушка індуктивності являє собою первинну обмотку трансформатора, вторинна обмотка якого з'єднана з контуром навантаження.
6. Джерело живлення за п. 5, яке **відрізняється** тим, що трансформатор виконаний тороїдальним.
- 5 7. Джерело живлення за п. 1, яке **відрізняється** тим, що випрямні блоки вхідного контуру екрановані від взаємного впливу.
8. Джерело живлення за п. 1, яке **відрізняється** тим, що містить лінію самопідживлення, виконану з можливістю з'єднання виходу контуру навантаження з вхідним контуром при відключеному джерелі первинної енергії.



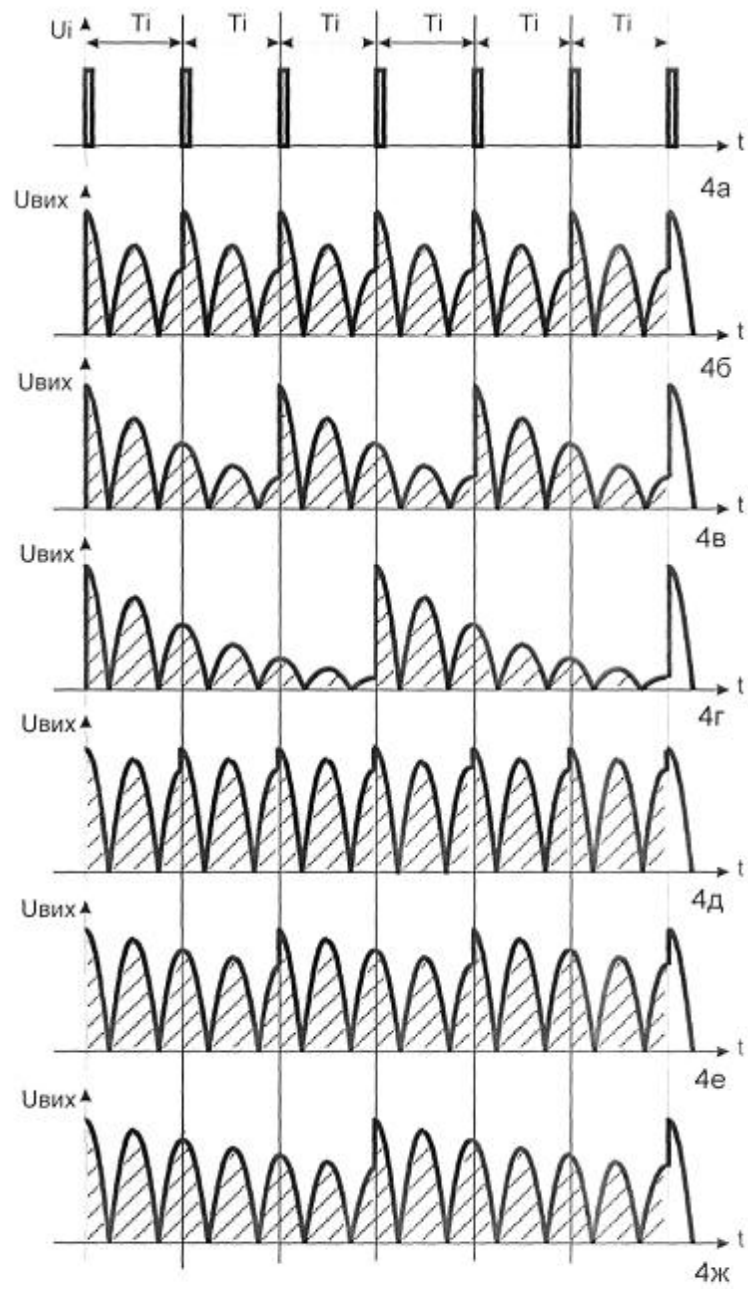
Фиг. 1



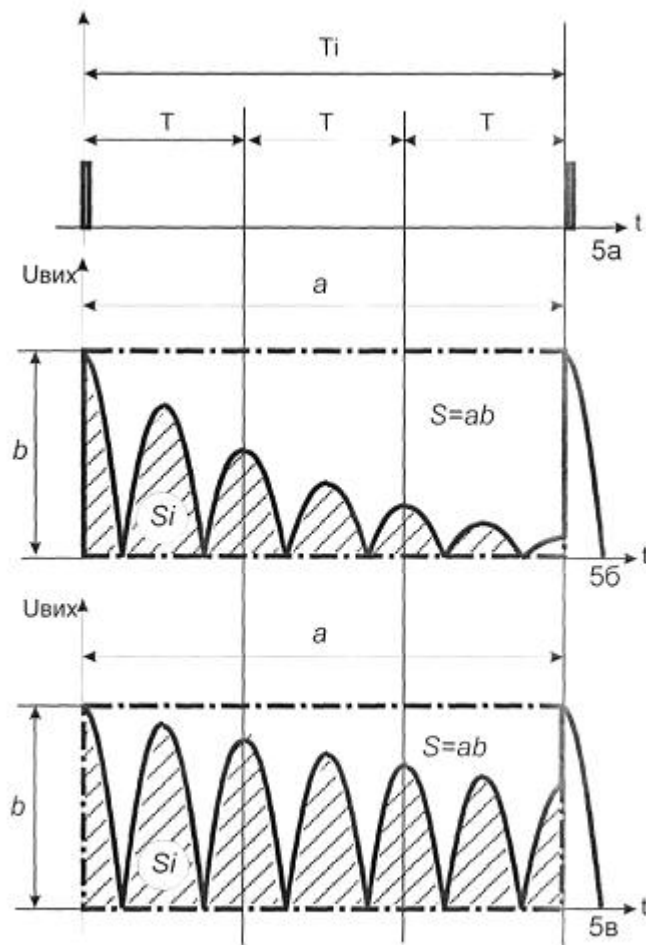
Фиг. 2



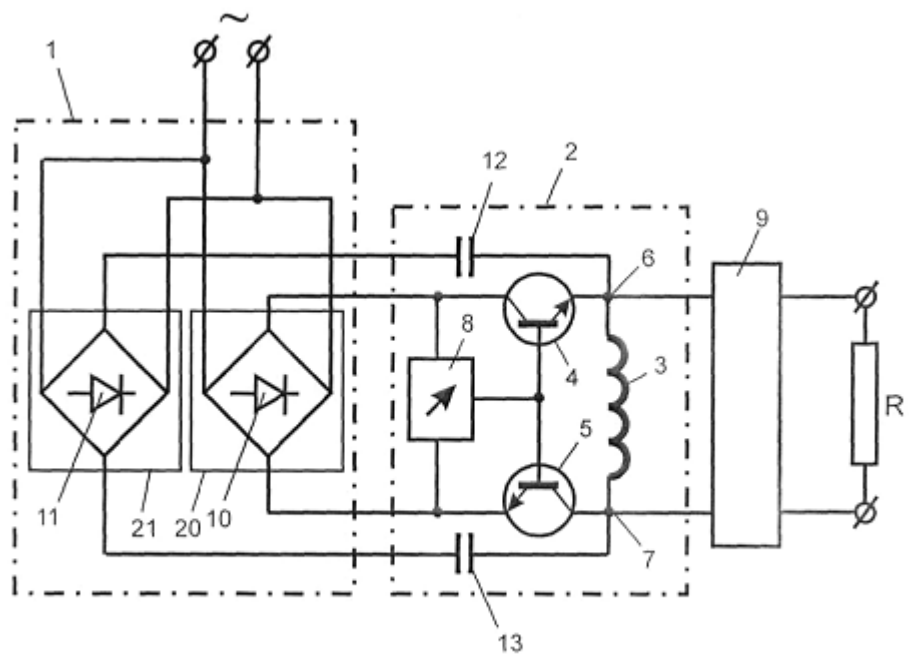
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6

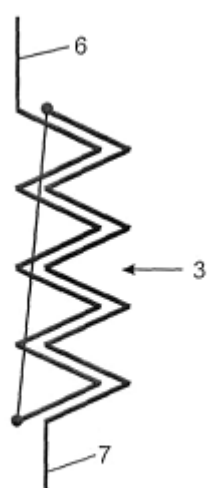


Fig. 7

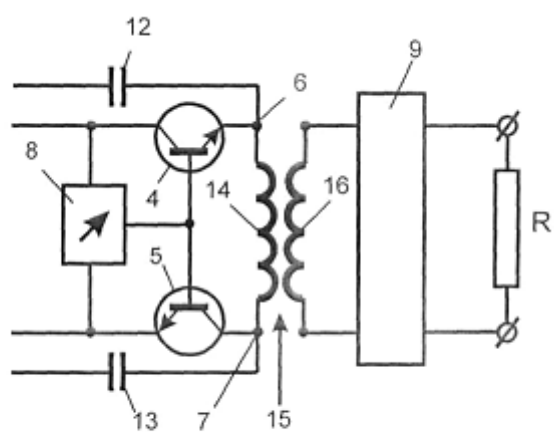


Fig. 8

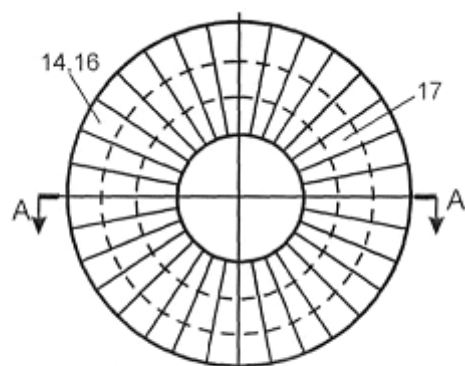


Fig. 9

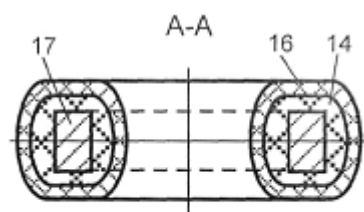


Fig. 10

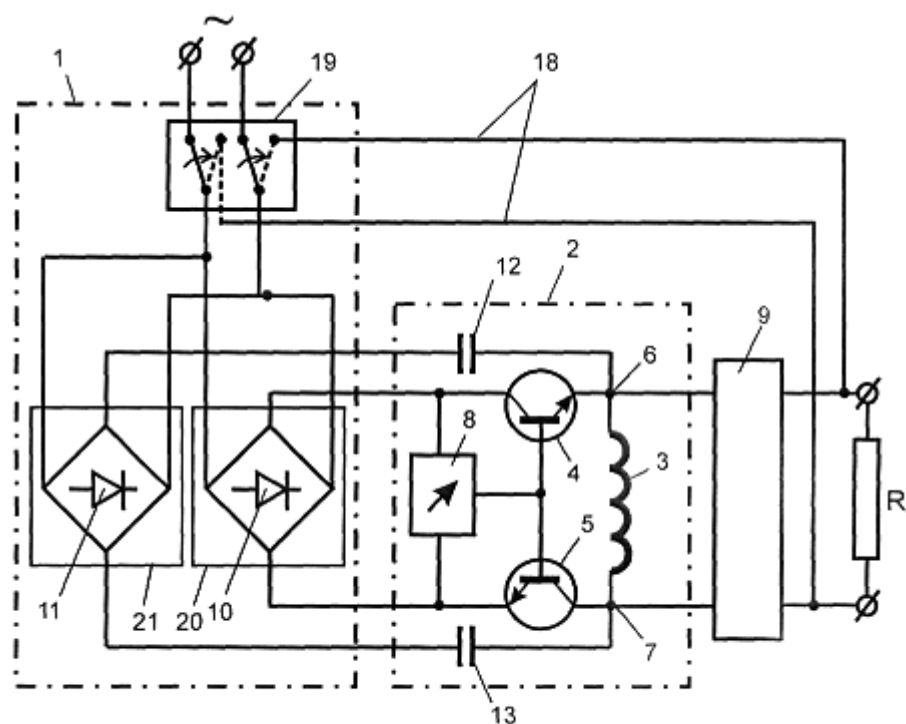
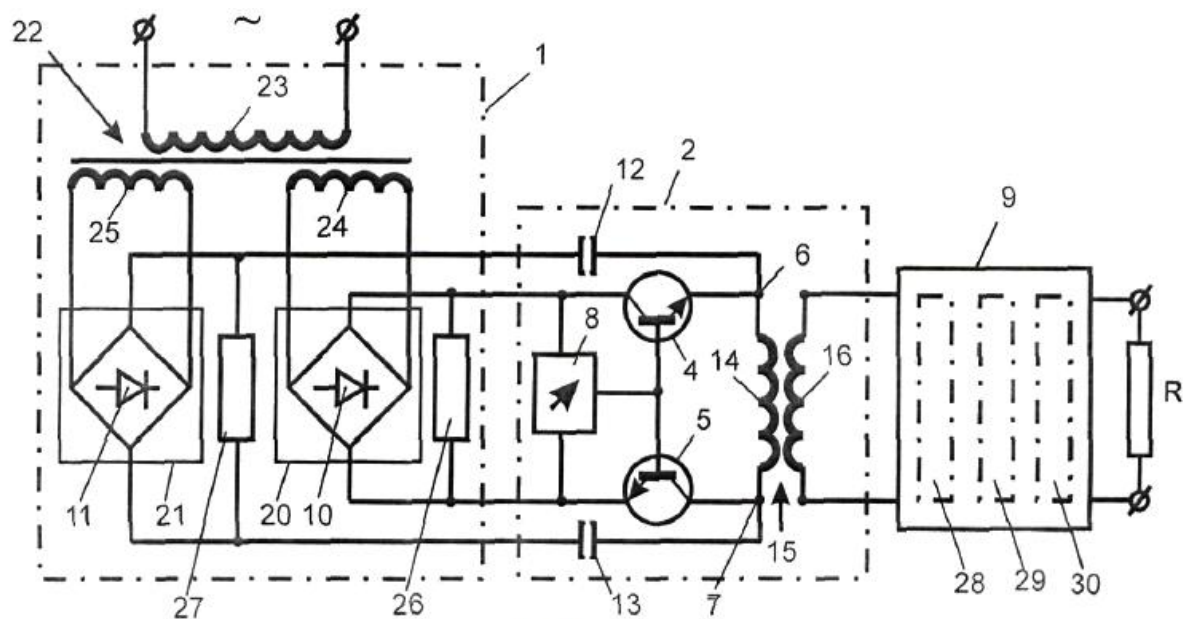
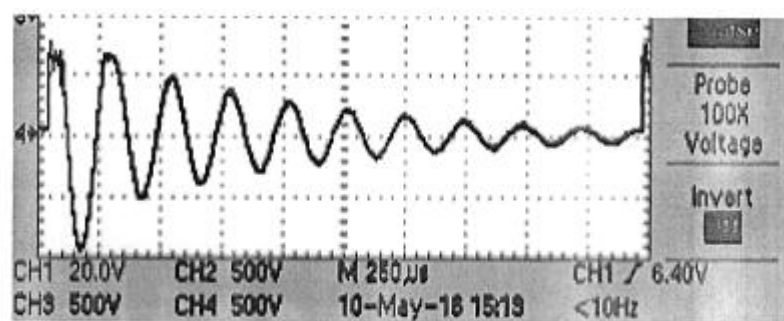


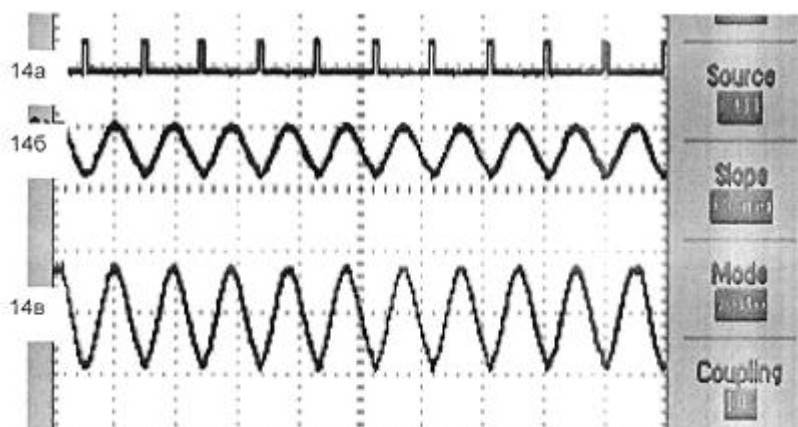
Fig. 11



Фиг. 12



Фиг. 13



Фиг. 14

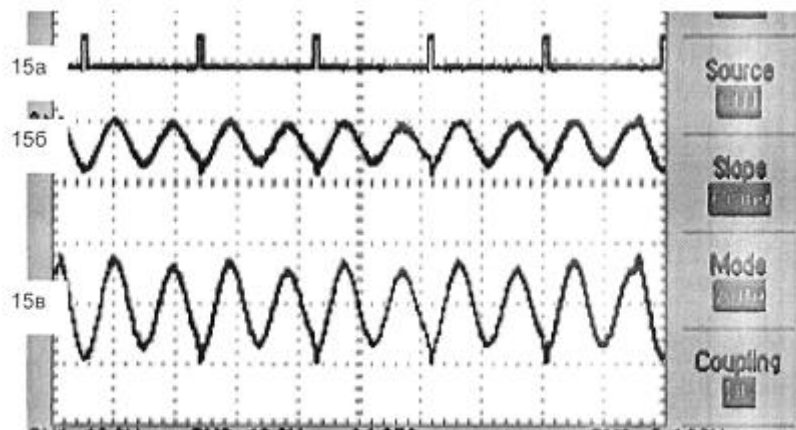


Fig. 15

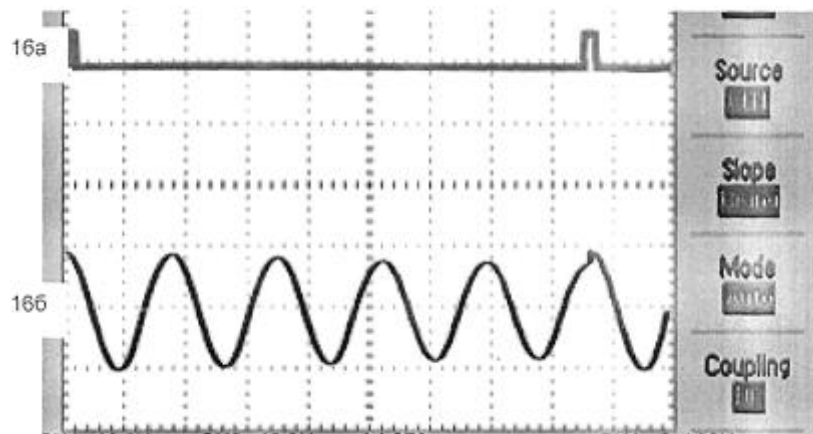


Fig. 16

Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601