



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **80520**

(13) **U**

(51) МПК

H02M 1/42 (2007.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2012 04086**

(22) Дата подання заявки: **03.04.2012**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **10.06.2013**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **10.06.2013, Бюл.№ 11**

(72) Винахідник(и):

**Букарос Андрій Юрійович (UA),
Онищенко Олег Анатолійович (UA)**

(73) Власник(и):

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ,
вул. Канатна, 112, м. Одеса, 65039 (UA)**

(74) Представник:

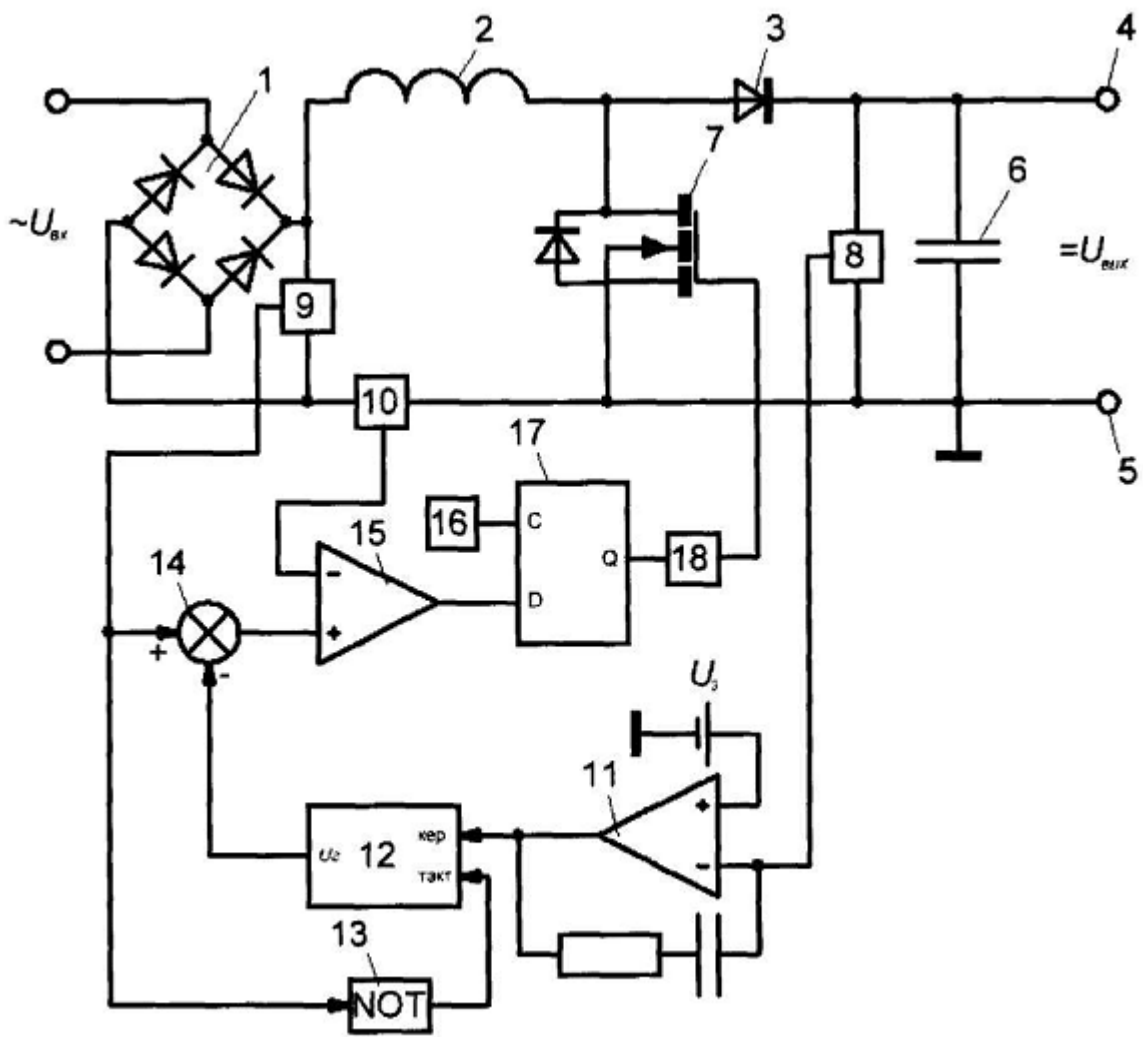
**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

(54) КОРЕКТОР КОЕФІЦІЄНТА ПОТУЖНОСТІ ДЛЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛЬОВАНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

(57) Реферат:

Коректор коефіцієнта потужності для частотно-регульованого електроприводу містить мостовий діодний випрямляч, дросель, діод, фільтруючий конденсатор, датчики вихідної та вхідної напруги, датчик струму дроселя. Додатково містить суматор, від якого подається сигнал з датчика вхідної напруги та компаратор, який порівнює сигнал задання струму.

UA 80520 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до галузі електротехніки і може бути використана як вторинне джерело живлення для частотно-регульованих електроприводів зі змінним навантаженням з метою підвищення їх коефіцієнта потужності та електромагнітної сумісності з живлячою мережею.

Відомий пасивний коректор коефіцієнта потужності, що містить діодний міст, одна діагональ якого першим кінцем підключена до фазного проводу через дросель фільтра третьої гармоніки, другим кінцем - до нейтралі мережі. Інша діагональ моста з'єднана з комплексним навантаженням, а також підключена до перших обкладок конденсаторів фільтра, другі обкладки яких об'єднані. Другі обкладки конденсаторів фільтра підключені до нейтралі через оптосимістор, світлодіод якого підключений до виходу першого операційного підсилювача, а його неінверсний вхід з'єднаний з виходом другого операційного підсилювача. Для керування виходом другого операційного підсилювача замість датчика струму використаний резистивний дільник, причому інверсний вхід другого операційного підсилювача підключений до середньої точки дільника, включеного паралельно навантаженню. [Патент Російської Федерації № 2328067, МПК H02M 1/12, H02M 3/335 (2006.01), опубл. 27.06.2008 р.].

Пасивний спосіб корекції коефіцієнта потужності є найбільш простим, проте його ефективна робота можлива лише при чітко вираженій незмінній індуктивній складовій навантаження (люмінесцентні лампи, електроприводи конвеєрів). Такий коректор має порівняно великі габарити та масу, невеликий коефіцієнт потужності (не більше 0,95).

Розвиток силової електроніки та поява повністю керованих електронних силових приладів - IGBT та MOSFET транзисторів призвело до можливості технічної реалізації імпульсного способу корекції коефіцієнта потужності з високими енергетичними показниками, які повністю відповідають останнім вимогам МЕК. Конструктивні та енергетичні показники імпульсних коректорів постійно удосконалюються.

Відомий перетворювач однофазної змінної напруги в постійну з коректором коефіцієнта потужності, що містить вхідний випрямляч, датчик струму, транзистор, дросель, діод, що відсікає з конденсатором і навантаженням, паралельно яким підключений датчик вихідної напруги, а також схему керування. Схема керування містить генератор, що задає, першу схему порівняння й другу схему порівняння, джерело напруги, що задає, і послідовно з'єднані коригувальний пристрій, інтегратор з тактовим входом, компаратор і тригер [Патент Російської Федерації № 92261, МПК H02M 9/06 (2006.01), опубл. 10.03.2010 р.]. Даний коректор коефіцієнта потужності побудований на основі імпульсного перетворювача напруги, що знижує (чоперний перетворювач). Недоліком такого пристрою є обмеженість області застосування вторинними джерелами живлення електронних приладів та електроприводами постійного струму. Використання його для асинхронних і вентиляно-індукторних електроприводів потребує додаткового підвищення напруги живлячої мережі, що технічно та економічно недоцільно.

Відомий імпульсний коректор коефіцієнта потужності, що містить діодний міст, до якого приєднані датчик вихідної напруги моста, електронний ключ, приєднаний до датчика струму, датчик вихідної напруги, вихід якого приєднаний до входу підсилювача сигналу розбалансу, до другого входу якого приєднаний датчик опорної напруги, множник напруги, один з входів якого приєднаний до датчика вихідної напруги моста, а другий - до підсилювача сигналу розбалансу [Патент України № 32768, МПК (2006) H02M 5/02, бюл. № 10, 2008 р.]. Такий коректор коефіцієнта потужності побудований на основі імпульсного перетворювача напруги, що підвищує (бустерний перетворювач). Недоліком такого коректора коефіцієнта потужності є наявність в його складі множника напруги, що призводить до ускладнення структури коректора і появи викривлень споживаного струму в інтервалах часу, близьких до переходу напруги мережі через нульове значення. Це пов'язано з інструментальними викривленнями в аналогових множниках при перемножуванні малих величин, які прямують до нульового значення.

Відомий імпульсний перетворювач напруги з коректором коефіцієнта потужності, що містить випрямляч, на вході якого діє змінна напруга, а на виході формується шина постійного струму; дросель, приєднаний до випрямляча з одного боку та до шини постійного струму з другого; діод, що відсікає, одним виводом приєднаний до другого виводу дроселя; конденсатор, приєднаний до другого виводу діода та шини постійного струму; інтегральну мікросхему, яка складається зі схеми керування та ключа; схема керування містить інтегратор, який скидається сигналом тактової частоти [Патент США № 2004/0113594 A1, МПК G05F 1/10, опубл. 17.06.2004 р.]. Такий коректор коефіцієнта потужності використовує технологію "керування в одному циклі". Незважаючи на значне спрощення структури та відносну дешевизну, цей коректор коефіцієнта потужності має суттєвий недолік: відсутність гармонійного сигналу, що задає, супроводжується появою низькочастотних викривлень форми струму. Це призводить до зниження коефіцієнта потужності, особливо при значному змінюванні навантаження, що має місце в частотно-

регульованих електроприводах. Крім цього, відносно висока частота комутації ключа підвищує комутаційні втрати і висуває більш жорсткі вимоги до ключового транзистора.

Найближчим до корисної моделі, що заявляється, є коректор коефіцієнта потужності, що містить мостовий діодний випрямляч змінної напруги, вихід якого з'єднаний з бустерним перетворювачем, який містить послідовно з'єднані дросель, діод та один вихідний вивід схеми, другий вихідний вивід схеми приєднаний через ключовий транзистор до середньої точки дроселя та діода, фільтруючий конденсатор, включений паралельно обома вихідним виводам схеми, керуючу схему, що містить датчик вихідної напруги, підсилювач похибки вихідної напруги, з'єднаний з першим входом множника напруги, на другий вхід якого подається сигнал з датчика вхідної напруги, а вихід приєднаний до першого входу підсилювача похибки струму, до другого входу якого подається сигнал з датчика струму дроселя, а вихід підсилювача похибки струму приєднаний до інвертуючого входу компаратора, на неінвертуючий вхід якого подається сигнал з генератора пилоподібної напруги, а вихід компаратора разом з таймером керує RS-тригером, який через драйвер приєднаний до затвору ключового транзистора [Патент США № 4677366, МПК G05F 1/46, опубл. 30.06.1987 р.]. Даний коректор коефіцієнта потужності, вибраний як аналог, збігається з корисною моделлю, що заявляється, кількома спільними ознаками:

- коректор коефіцієнта потужності, що містить мостовий діодний випрямляч змінної напруги, вихід якого з'єднаний з бустерним перетворювачем, та керуючу схему;

- бустерний перетворювач містить послідовно з'єднані дросель, діод та один вихідний вивід схеми, другий вихідний вивід схеми приєднаний через ключовий транзистор до середньої точки дроселя та діода, фільтруючий конденсатор, включений паралельно обома вихідним виводам схеми;

- керуюча схема містить датчик вихідної напруги, підсилювач похибки вихідної напруги, датчик струму дроселя, компаратор, таймер, драйвер затвору ключового транзистора.

Але відомому коректору коефіцієнта потужності притаманні кілька недоліків, серед яких наявність в його складі множника напруги, що призводить, як було зазначено вище, до ускладнення структури коректора і появи викривлень споживаного струму в інтервалах часу, близьких до переходу напруги мережі через нульове значення; окрім цього аналог працює на високій частоті (100 кГц), яка задається таймером, що призводить до відносно великих комутаційних втрат в ключовому транзисторі.

В основу корисної моделі поставлено задачу зменшити викривлення синусоїдальної форми споживаного струму, спростити структуру, знизити собівартість та підвищити ККД частотно-регульованих електроприводів з коректором коефіцієнта потужності за рахунок зміни структури керуючої схеми коректора.

Поставлена задача вирішена в конструкції коректора коефіцієнта потужності для частотно-регульованого електроприводу, що містить мостовий діодний випрямляч змінної напруги, вихід якого з'єднаний з бустерним перетворювачем, та керуючу схему; бустерний перетворювач містить послідовно з'єднані дросель, діод та один вихідний вивід схеми, другий вихідний вивід схеми приєднаний через ключовий транзистор до середньої точки дроселя та діода, фільтруючий конденсатор, включений паралельно обома вихідним виводам схеми; керуюча схема містить датчик вихідної напруги, підсилювач похибки вихідної напруги, з'єднаний з керуючим входом генератора синусоїдального сигналу, на тактовий вхід якого подається сигнал зі схеми визначення нульового значення вхідної напруги, а вихід генератора приєднаний до негативного входу суматора, на позитивний вхід якого подається сигнал з датчика вхідної напруги, вихідний сигнал суматора порівнюється з сигналом датчика струму компаратором, який разом з таймером керує D-тригером, приєднаним через драйвер до затвору ключового транзистора.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями.

Структурно-принципова схема коректора коефіцієнта потужності, що пропонується, зображено на Фіг. 1, де позначено: 1 - діодний міст; 2 - дросель; 3 - діод, що відсікає; 4 - перший вихідний вивід схеми; 5 - другий вихідний вивід схеми; 6 - фільтруючий конденсатор; 7 - ключовий транзистор; 8 - датчик вихідної напруги; 9 - датчик вхідної напруги; 10 - датчик струму дроселя; 11 - підсилювач похибки вихідної напруги; 12 - тактовий генератор синусоїдального сигналу; 13 - схема визначення нульового значення вхідної напруги; 14 - суматор; 15 - компаратор; 16 - таймер; 17 - D-тригер; 18 - драйвер ключового транзистора.

Структурна схема тактового генератора синусоїдальної напруги 12 зображена на Фіг. 2, де позначено: 19 - інтегратор зі скиданням вихідного сигналу, 20 - суматор. Схема уявляє собою два послідовно з'єднаних інтегратора, охоплених негативним зворотним зв'язком.

Передавальна функція між виходом U_r і керуючим входом має вигляд: U_r . На виході

передавальної функції такого виду буде формуватися синусоїдальний сигнал з кутовою частотою ω і амплітудою, яка дорівнює вхідному керуючому сигналу. Підбором значень R і C можна встановити необхідну частоту вихідного синусоїдального сигналу генератора 12 (50 Гц).

5 Роботу пропонованого коректора коефіцієнта потужності пояснює Фіг. 3, де позначено: 21 - сигнал з виходу підсилювача похибки вихідної напруги 11, пропорційний необхідній зміні амплітуди струму дроселя, 22 - вихідний сигнал генератора 12, 23 - сигнал датчика вхідної напруги 9, 24 - сигнал на виході суматора 14, 25 - сигнал датчика струму дроселя.

Працює коректор коефіцієнта потужності наступним чином. Вхідна синусоїдальна напруга мережі $U_{вх}$ перетворюється випрямлячем 1 на однополярну пульсуючу напругу, яка 10 контролюється датчиком вхідної напруги 9. Якщо ключовий транзистор 7 відкритий, то відбувається накопичування магнітної енергії дроселем 2. При цьому струм дроселя зростає практично лінійно за законом $I = U_{вх} \cdot t / L$, де $U_{вх}$ - напруга на виході випрямляча 1, t - час, L - індуктивність дроселя. Якщо ключовий транзистор 7 закритий, то дросель 2 віддає накопичувану енергію в навантаження, і струм дроселя спадає практично лінійно за законом 15 $I = I_{\max} - (U_{вих} - U_{вх}) \cdot t / L$, де $U_{вих}$ - вихідна напруга коректора, $I_{\max}$ - максимальний струм дроселя. При цьому напруга $U_{вх}$ підсумовується з напругою на дроселі, і напруга на вихідних виводах схеми 4, 5 зростає і може перевищувати значення $U_{вх}$. Фільтруючий конденсатор 6 призначений для згладжування пульсацій вихідної напруги $U_{вих}$, яка контролюється датчиком вихідної напруги 8. Діод 3 призначений для блокування навантаження та фільтруючого конденсатора 6 від транзистора 7 в періоди знаходження його в відкритому стані. 20

Стабілізацію вихідної напруги при змінюванні навантаження або мережевої напруги та забезпечення синусоїдальної форми споживаного струму здійснює керуюча схема наступним чином. Сигнал з датчика вихідної напруги 8 порівнюється з величиною заданої напруги U_3 підсилювачем похибки вихідної напруги 11, який формує сигнал 21 пропорційний необхідній зміні амплітуди струму дроселя, що подається на керуючий вхід генератора синусоїдальної напруги 12. На виході генератора формується сигнал похибки 22 за законом $U_r = U_{r\max} \cdot |\sin \omega t|$, амплітуда $U_{r\max}$ якого буде дорівнювати сигналу підсилювача похибки вихідної напруги 11, як зображено на Фіг. 3. 25

Сигнал скидання інтеграторів 19 подається логічною схемою 13 кожний раз при досягненні напруги на виході випрямляча 1 нульового значення для запуску генератора 12 синхронно з мережевою напругою і мінімізації похибки формування сигналу U_r , обумовленої інерційністю елементів генератора 12 та неточним підбором величин R і C . 30

Сигнал 22 генератора 12 віднімається від сигналу 23 датчика вхідної напруги суматором 14, який формує сигнал задання струму дроселя 24 за законом $U_{зс} = (U_{в\max} - U_{r\max}) \cdot |\sin \omega t|$. Таким 35 чином створюється негативний зворотній зв'язок по вихідній напрузі коректора коефіцієнта потужності. При будь-якій зміні вихідної напруги, за рахунок зміни сигналу задання 24 відбувається відповідна зміна величини струму дроселя, а отже й споживаного з мережі струму, що призводить до повернення значення вихідної напруги $U_{вих}$ до заданого U_3 та її стабілізації.

Формування синусоїдальної форми мережевого струму здійснюється компаратором 15, який 40 порівнює сигнал задання струму дроселя 24 з сигналом 25 датчика струму дроселя 10 і формує керуючі імпульси, що за допомогою D-тригера 17 та драйвера 18 подаються на затвор ключового транзистора 7. Зміна стану D-тригера 17 відбувається в моменти часу надходження імпульсів з таймера 16, при цьому стан D-тригера може як змінитися, так і залишитися попереднім в залежності від сигналу з компаратора 15. Таким чином середня частота комутації 45 ключового транзистора 7 буде нижче тактової частоти таймера 16. В результаті роботи керуючої схеми ключовий транзистор відкривається при зниженні та закривається при перевищуванні значення струму дроселя відносно заданого 24. При цьому струм дроселя, а отже й споживаний з мережі струм, буде практично повторювати форму мережевої напруги, і коефіцієнт потужності всієї схеми буде досягати значення 0,98-0,998. Цим забезпечується 50 якісне споживання електроенергії частотно-регульованими електроприводами та їхня висока електромагнітна сумісність з живлячою мережею.

Проведені розрахунки та чисельне моделювання показали, що запропонований коректор коефіцієнта потужності в порівнянні з коректорами, побудованими на базі множника напруги, має більш високий ККД та знижену собівартість за рахунок спрощення конструкції. В порівнянні 55 з коректорами коефіцієнта потужності, побудованими на базі технології "керування в одному циклі", пропонований коректор має більш високі значення коефіцієнта потужності за рахунок

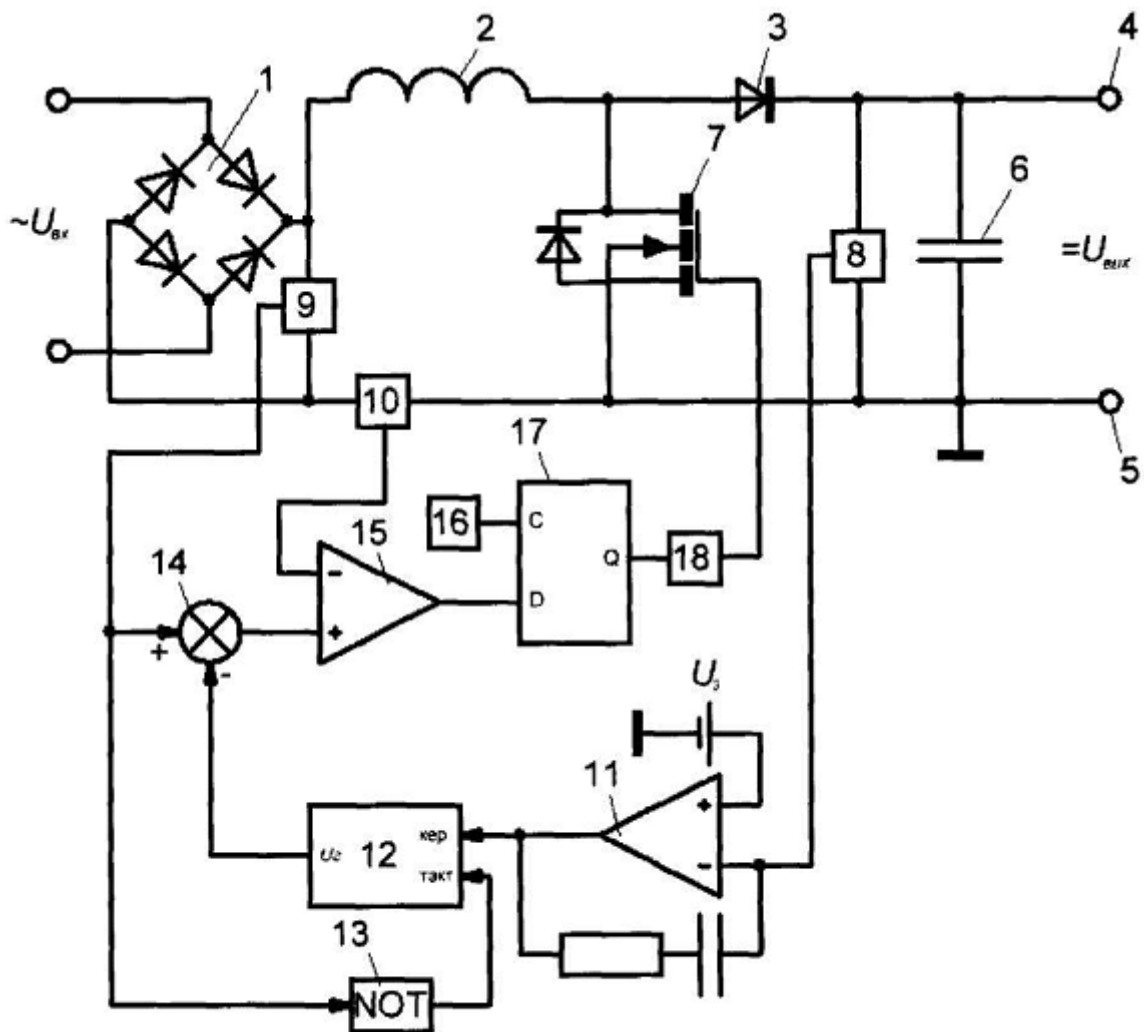
наявності гармонійного сигналу, що задає. Крім цього зниження середньої частоти комутації ключового транзистора в запропонованій корисній моделі зменшує комутаційні втрати в ньому, підвищує загальний ККД та надійність схеми, збільшує термін служби за рахунок зниження середньої робочої температури пристрою.

5

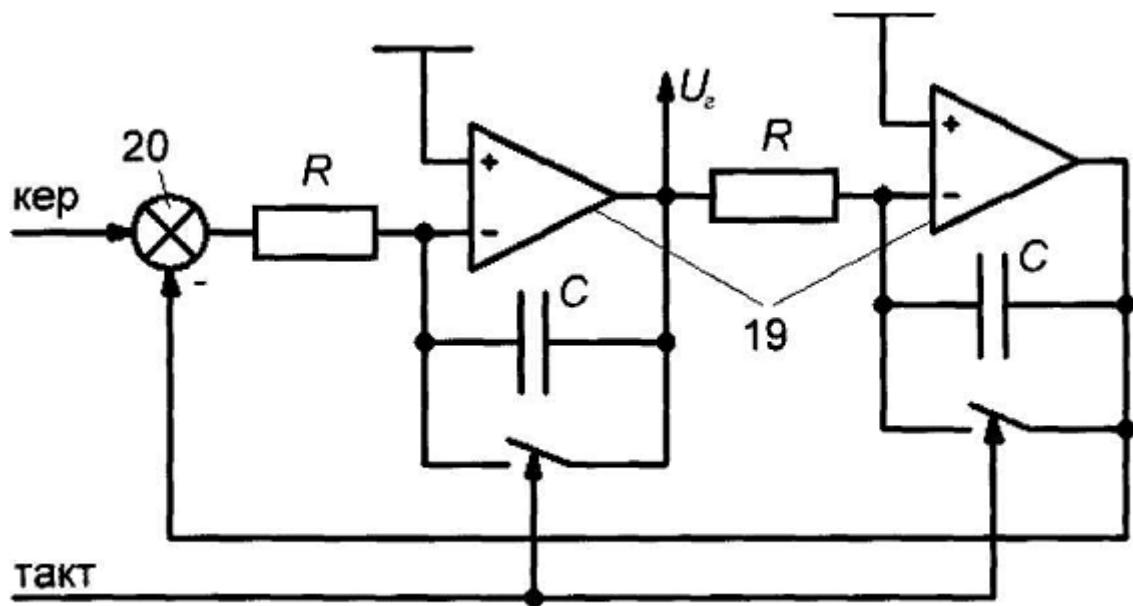
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Коректор коефіцієнта потужності для частотно-регульованого електроприводу, що містить мостовий діодний випрямляч змінної напруги, до виходу якого послідовно приєднані дросель, діод та один вихідний вивід схеми, другий вихідний вивід схеми з'єднаний через ключовий транзистор з середньою точкою дроселя та діода, фільтруючий конденсатор, включений паралельно обом вихідним виводам схеми, датчик вихідної напруги, датчик вхідної напруги, датчик струму дроселя, спрощену керуючу схему, який **відрізняється** тим, що в схемі стабілізації вихідної напруги сигнал з підсилювача похибки вихідної напруги подається на керуючий вхід тактового генератора синусоїдального сигналу, на тактовий вхід якого подається сигнал зі схеми визначення нульового значення вхідної напруги, а вихід генератора приєднаний до негативного входу суматора, на позитивний вхід якого подається сигнал з датчика вхідної напруги.
2. Коректор коефіцієнта потужності за п. 1, який **відрізняється** тим, що формування синусоїдальної форми споживаного струму здійснює компаратор, який порівнює сигнал задання струму дроселя з сигналом датчика струму дроселя і формує керуючі імпульси на затворі ключового транзистора за допомогою D-тригера, який синхронізується таймером.

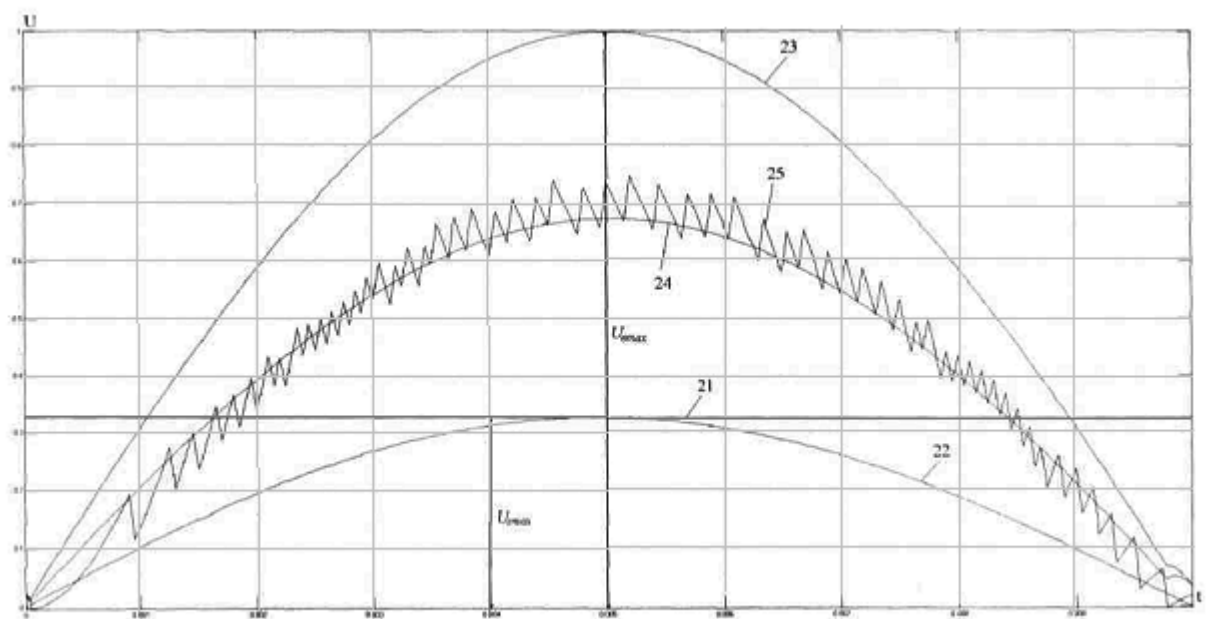
20



Фиг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

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

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