



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **153391** (13) **U**
(51) МПК
H02J 3/26 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

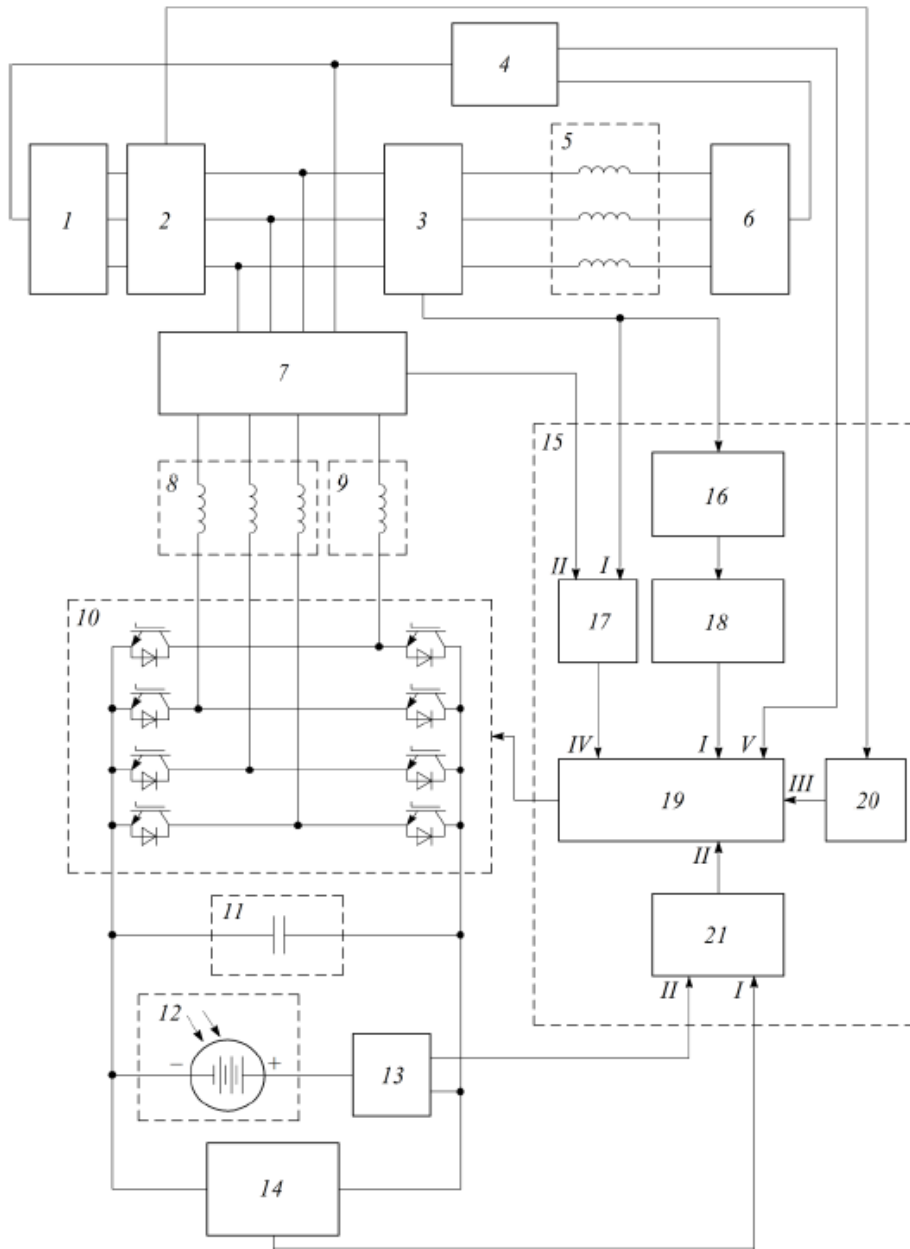
(21) Номер заявки: u 2022 04820	(72) Винахідник(и): Нерубацький Володимир Павлович (UA), Плахтій Олександр Андрійович (UA), Гордієнко Денис Анатолійович (UA), Ловська Альона Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 19.12.2022	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 29.06.2023	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 28.06.2023, Бюл.№ 26	(73) Володілець (володільці): УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, майдан Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)
	(74) Представник: РЕКТОР УКРДУЗТ ПАНЧЕНКО СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

(54) ТРИФАЗНИЙ ДВОРІВНЕВИЙ ГІБРИДНИЙ СОНЯЧНИЙ ІНВЕРТОР ДЛЯ ТРИФАЗНОЇ ЧОТИРИПРОВІДНОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ

(57) Реферат:

Трифазний дворівневий гібридний сонячний інвертор для трифазної чотирипровідної електричної мережі, який складається з датчика струму навантаження, системи керування, датчика струмів фільтра, трьох вхідних фазних реакторів, ємнісного накопичувача. Інвертор додатково містить датчик струму нульового проводу, реактор нульового проводу, чотирифазну стійку силових ключів, яка складається з восьми повністю керованих транзисторів зі зворотними діодами, датчика напруги ємнісного накопичувача, послідовну ланку блока сонячних панелей та датчика струму сонячних панелей, яка підключена паралельно до датчика напруги ємнісного накопичувача, блока датчиків напруги мережі, блока реакторів навантаження. Система керування додатково містить аналізатор спектра, блок завдання частоти комутації силових транзисторів, фільтр низьких частот, блок визначення точки максимальної потужності сонячних панелей, суматор та контролер керування ключами, причому вихідний сигнал датчика струму навантаження подається на вхід аналізатора спектра та на перший вхід суматора, вихідний сигнал аналізатора спектра подається на вхід блока завдання частоти комутації силових транзисторів, вихідний сигнал блока завдання частоти комутації силових транзисторів подається на перший вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги ємнісного накопичувача подається на перший вхід блока визначення точки максимальної потужності сонячних панелей, на другий вхід якого подається вихідний сигнал датчика струму сонячних панелей, вихідний сигнал блока визначення точки максимальної потужності сонячних панелей подається на другий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги мережі подається на вхід фільтра низьких частот, вихідний сигнал фільтра низьких частот подається на третій вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму інвертора подається на другий вхід суматора, вихідний сигнал суматора подається на четвертий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму нульового проводу подається на п'ятий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал контролера керування ключами підключено до чотирифазної стійки інвертора та реалізує керування силовими транзисторами.

UA 153391 U



Фиг. 1

Корисна модель належить до силової перетворювальної техніки та може бути використаний в трифазних системах електропостачання для перетворення енергії постійного струму сонячних панелей в енергію змінного струму та передачу її до трифазної електричної мережі з можливістю компенсації вищих гармонік струму та реактивної складової потужності нелінійного навантаження електричної мережі.

Відомий трифазний активний силовий фільтр (патент RU 131916 U1, 2013 р.), який складається з трифазного мостового інвертора напруги на повністю керованих напівпровідникових ключах із зустрічно-паралельними діодами, з'єднаного виходами з мережею послідовно через датчик струму фільтра і фазні реактори, ємнісного накопичувача на стороні постійного струму, напівмостового інвертора на повністю керованих напівпровідникових ключових елементах із зустрічно-паралельними діодами, паралельно з'єднаного з трифазним мостовим інвертором напруги на стороні постійного струму та виходом, підключеного до нульової лінії мережі, датчика струму навантаження, з'єднаного виходами з мережею, а виходами - з нелінійним навантаженням, та системи керування, реалізованої на мікропроцесорі, входи якої підключені до виходу датчика струму навантаження та виходу датчика струму фільтра, а виходи - до керуючих виводів напівпровідникових ключових елементів. Однак, при використанні зазначеного фільтра значення сумарного коефіцієнта гармонічних складових струму, що формується в мережі, залишається значним, і, як наслідок, якість формованого в мережі струму низька. Крім цього, відсутній блок завдання чи стабілізації частоти комутації силових ключів, внаслідок чого відбуваються досить значні втрати потужності.

Як найближчий аналог вибрано трифазний активний силовий фільтр "Трёхфазный активный силовой фильтр" патент RU 2017108954 U, МПК H02J 3/26, опублікований 12.12.2017, який містить трифазний мостовий інвертор напруги на повністю керованих напівпровідникових ключових елементах з зустрічно-паралельними діодами, з'єднаний виходами з мережею послідовно через датчик струму фільтра і фазні реактори діодами, паралельно з'єднаний з трифазним мостовим інвертором на стороні постійного струму та виходом підключений до нульової лінії, датчик струму навантаження, з'єднаний виходами з мережею, а виходами - з нелінійним навантаженням, систему керування, реалізовану на мікропроцесорі, входи якої підключені до виходу датчика струму і виходу датчика струму фільтра, а виходи - до керуючих напівпровідникових ключових елементів, додатково введений блок оперативної пам'яті, вхід і вихід якого підключені до системи керування.

Недоліками такого активного фільтра є відсутність можливості передачі електричної енергії постійного струму від сонячних панелей до трифазної чотирипровідної електричної мережі, необхідність високої частоти комутації силових ключів, що призводить до досить великих значень динамічних втрат потужності, відсутність можливості стабілізації напруги в колі постійного струму конденсатора фільтра, внаслідок чого можливий зрив режиму процесу компенсації вищих гармонік та реактивної потужності.

В основу корисної моделі поставлена задача створити пристрій, що дасть можливість для перетворення енергії постійного струму сонячних панелей в енергію змінного струму та передачу її до трифазної чотирипровідної електричної мережі з можливістю формування миттєвого значення струму, що забезпечить компенсацію вищих гармонік струму та реактивної складової потужності нелінійного навантаження мережі, можливість корекції коефіцієнта потужності електричної мережі, можливість регулювання частоти комутації силових ключів залежно від спектра вищих гармонік нелінійного навантаження, чим досягається генерація електричної енергії від сонячних панелей до трифазної електричної мережі з коефіцієнтом потужності близьким до одиниці, можливість корекції коефіцієнта потужності в електричній мережі, зниження динамічних втрат в силових ключах перетворювача.

Поставлена задача вирішується тим, що в схему трифазного дворівневого силового активного фільтра для трифазної чотирипровідної електричної мережі додано датчик струму нульового проводу, реактор нульового проводу, чотирифазну стійку силових ключів, що складається з восьми повністю керованих транзисторів, датчик напруги ємнісного накопичувача, блок датчиків напруги мережі, блок реакторів навантаження, блок сонячних панелей, датчик струму сонячних панелей, а система керування додатково містить аналізатор спектра, блок завдання частоти комутації силових транзисторів, блок визначення точки максимальної потужності сонячних панелей, суматор, фільтр низьких частот та контролер керування ключами, причому вихідний сигнал датчика струму навантаження подається на вхід аналізатора спектра, вихідний сигнал аналізатора спектра подається на вхід блока завдання частоти комутації силових транзисторів, вихідний сигнал блока завдання частоти комутації силових транзисторів подається на перший вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика ємнісного накопичувача подається на регулятор вихідної напруги, вихідний сигнал регулятора подається

на другий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги мережі подається на вхід фільтра низьких частот, вихідний сигнал фільтра низьких частот подається на третій вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму інвертора подається на четвертий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму нульового проводу подається на п'ятий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал контролера керування ключами підключено до чотирифазної стійки інвертора та реалізує керування силовими транзисторами.

Принцип компенсації вищих гармонік та реактивної складової потужності полягає у тому, що трифазний дворівневий силовий активний фільтр здатен споживати з мережі форму струму, що задана системою керування. Система керування визначає з форми струму нелінійного навантаження суму миттєвих значень вищих гармонік струмів та реактивної складової потужності і формує струм фільтра з від'ємним знаком. Таким чином, в точці підключення буде відбуватись компенсація вищих гармонік та реактивної складової струму нелінійного навантаження.

Суть корисної моделі пояснюють креслення, де:

фіг. 1 - Структурна схема трифазного дворівневого гібридного сонячного інвертора для трифазної чотирипровідної електричної мережі;

фіг. 2 - Принцип компенсації реактивної потужності нелінійного навантаження трифазним дворівневим гібридним сонячним інвертором.

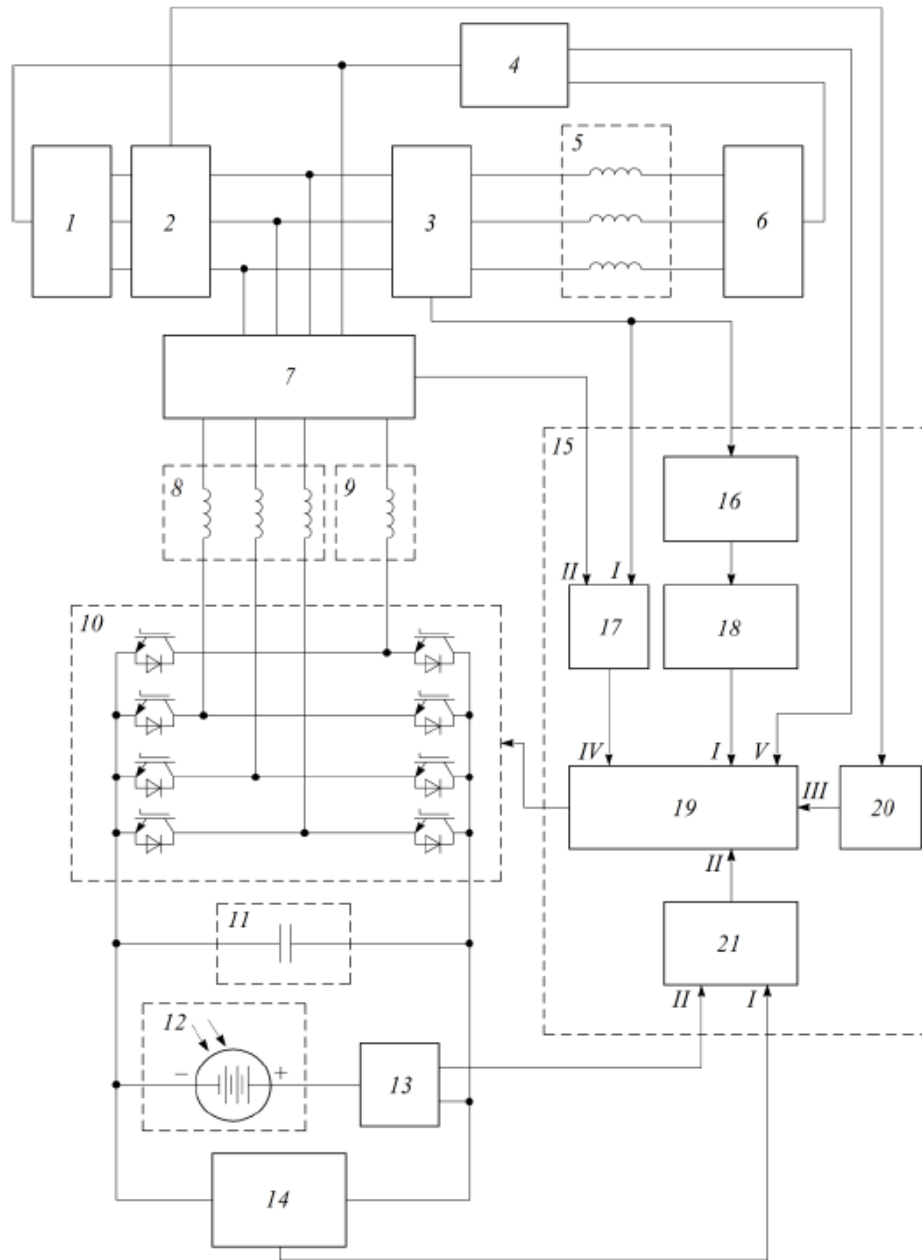
Трифазний дворівневий гібридний сонячний інвертор для трифазної чотирипровідної електричної мережі (фіг. 1) живиться від трифазної чотирипровідної мережі 1 і складається з датчика напруги мережі 2, датчика струму навантаження 3, датчика струму нульового проводу 4, блока реакторів навантаження 5, що підключені до нелінійного навантаження мережі 6, датчика струму інвертора 7, блока реакторів фільтра 8, чотирифазного дворівневого інвертора на повністю керованих транзисторах 10, ємнісного накопичувача 11, датчика напруги ємнісного накопичувача 14, блока сонячних панелей 12, датчика струму сонячних панелей 13, реактора нульового проводу 9 та системи керування 15, до складу якої входять аналізатор спектра 16, блок завдання частоти комутації силових транзисторів 18, контролер керування ключами 19, блок визначення точки максимальної потужності сонячних панелей 21, фільтр низьких частот 20, суматор 17. При цьому вихідний сигнал датчика струму навантаження 3 подається на вхід аналізатора спектра 16 та на перший вхід суматора 17, вихідний сигнал аналізатора спектра 16 подається на вхід блока завдання частоти комутації силових транзисторів 18, вихідний сигнал блока завдання частоти комутації силових транзисторів 18 подається на перший вхід контролера керування ключами 19, вихідний сигнал датчика напруги ємнісного накопичувача 14 подається на перший вхід блока визначення точки максимальної потужності сонячних панелей 21, на другий вхід якого подається вихідний сигнал датчика струму сонячних панелей 13, вихідний сигнал блока визначення точки максимальної потужності сонячних панелей 21 подається на другий вхід контролера керування ключами 19, вихідний сигнал датчика напруги мережі 2 подається на вхід фільтра низьких частот 20, вихідний сигнал фільтра низьких частот 20 подається на третій вхід контролера керування ключами 19, вихідний сигнал датчика струму інвертора 7 подається на другий вхід суматора 17, вихідний сигнал суматора 17 подається на четвертий вхід контролера керування ключами 19, вихідний сигнал датчика струму нульового проводу 4 подається на п'ятий вхід контролера керування ключами 19, вихідний сигнал контролера керування ключами 19 підключено до чотирифазної стійки інвертора та реалізує керування силовими транзисторами.

На фіг. 2 наведено принцип компенсації реактивної потужності нелінійного навантаження трифазним дворівневим гібридним сонячним інвертором в одній фазі. Принцип компенсації реактивної потужності в інших двох фазах буде аналогічним.

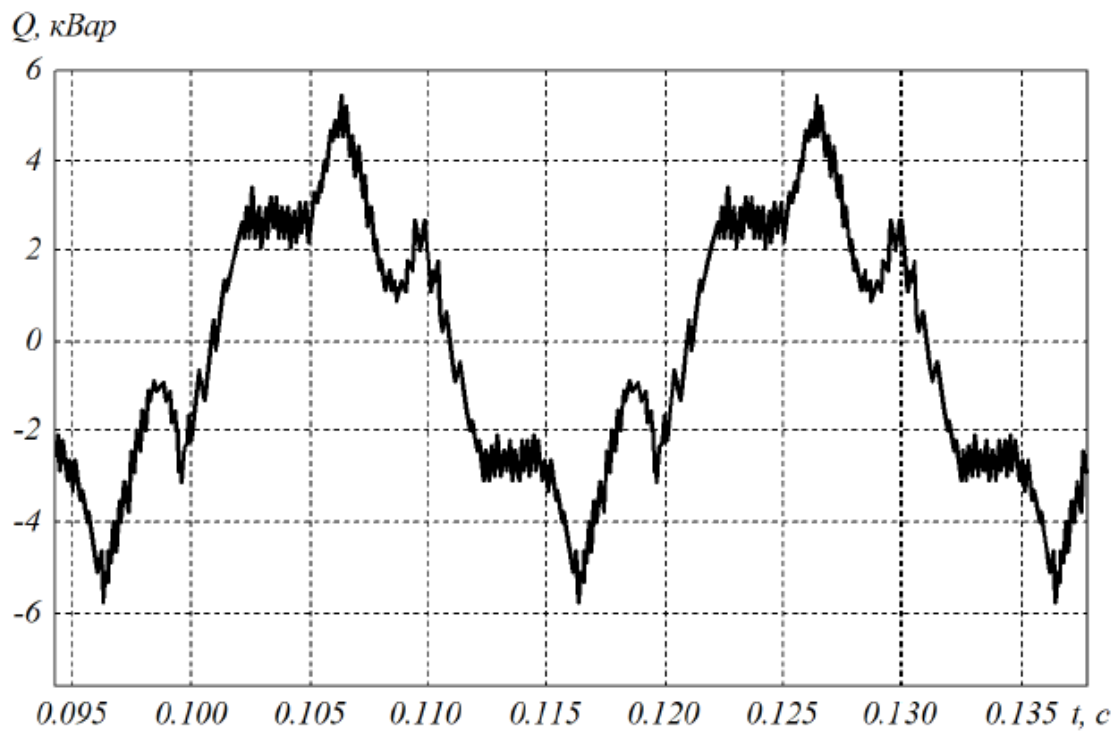
Застосування корисної моделі дає можливість генерації електричної енергії від сонячних панелей до трифазної електричної мережі з коефіцієнтом потужності близьким до одиниці, можливість регулювання струму спожитого від сонячної панелі, чим досягається можливість роботи сонячної панелі в режимі генерації максимальної потужності, можливість забезпечення компенсації реактивної складової потужності та вищих гармонік в трифазній чотирипровідній електричній мережі від імпульсних та нелінійних навантажень, генерація електричної енергії від сонячної панелі з коефіцієнтом потужності близьким до одиниці, можливість регулювання частоти комутації силових ключів залежно від спектра вищих гармонік нелінійного навантаження.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Трифазний дворівневий гібридний сонячний інвертор для трифазної чотирипровідної електричної мережі, який складається з датчика струму навантаження, системи керування, датчика струмів фільтра, трьох вхідних фазних реакторів, ємнісного накопичувача, який **відрізняється** тим, що додатково містить датчик струму нульового проводу, реактор нульового проводу, чотирифазну стійку силових ключів, яка складається з восьми повністю керованих транзисторів зі зворотними діодами, датчика напруги ємнісного накопичувача, послідовну ланку блока сонячних панелей та датчика струму сонячних панелей, яка підключена паралельно до датчика напруги ємнісного накопичувача, блока датчиків напруги мережі, блока реакторів навантаження, а система керування додатково містить аналізатор спектра, блок задання частоти комутації силових транзисторів, фільтр низьких частот, блок визначення точки максимальної потужності сонячних панелей, суматор та контролер керування ключами, причому вихідний сигнал датчика струму навантаження подається на вхід аналізатора спектра та на перший вхід суматора, вихідний сигнал аналізатора спектра подається на вхід блока задання частоти комутації силових транзисторів, вихідний сигнал блока задання частоти комутації силових транзисторів подається на перший вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги ємнісного накопичувача подається на перший вхід блока визначення точки максимальної потужності сонячних панелей, на другий вхід якого подається вихідний сигнал датчика струму сонячних панелей, вихідний сигнал блока визначення точки максимальної потужності сонячних панелей подається на другий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика напруги мережі подається на вхід фільтра низьких частот, вихідний сигнал фільтра низьких частот подається на третій вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму інвертора подається на другий вхід суматора, вихідний сигнал суматора подається на четвертий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал датчика струму нульового проводу подається на п'ятий вхід контролера керування ключами, вихідний сигнал контролера керування ключами підключено до чотирифазної стійки інвертора та реалізує керування силовими транзисторами.



Фиг. 1



Фиг. 2