



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **77635** (13) **U**  
(51) МПК  
*H02M 5/02* (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: <b>u 2012 08539</b>	(72) Винахідник(и): <b>Сокол Євген Іванович (UA), Тимченко Микола Олександрович (UA), Кривошеєв Сергій Юрійович (UA), Вержановська Марія Ростиславівна (UA), Конопльов Ігор Анатолійович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>10.07.2012</b>	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.02.2013</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.02.2013, Бюл.№ 4</b>	(73) Власник(и): <b>НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002 (UA)</b>

## (54) СПОСІБ КЕРУВАННЯ ПЕРЕТВОРЮВАЧЕМ ТРИФАЗНОЇ ЗМІННОЇ НАПРУГИ

### (57) Реферат:

Спосіб керування перетворювачем трифазної змінної напруги в однофазну напругу підвищеної частоти, що дорівнює резонансній частоті коливальної ланки навантаження, при якому формують строб-імпульси, а сигнали керування ключовими елементами перетворювача отримують логічним перемноженням строб-імпульсів з імпульсами генератора підвищеної частоти, що перевищує частоту джерела змінної напруги. Для керування перетворювачем трифазної змінної напруги формують строб-імпульси по числу пар ключових елементів, які одночасно підключають коливальну ланку навантаження на інтервалі періоду змінної напруги. Для отримання імпульсів керування кожним ключовим елементом підсумовують строб-імпульси, що діють послідовно, та логічно перемножують результат підсумовування з імпульсами генератора підвищеної частоти, що дорівнює частоті резонансу коливальної ланки навантаження, з коефіцієнтом 0,5 заповнення імпульсів генератора.

UA 77635 U



Корисна модель належить до перетворювальної техніки та може використовуватися в джерелах електроживлення індукційних термічних установок.

При аналогічному способі керування перетворювачем [1] для ключових елементів, що підключають навантаження до джерела змінної напруги, формують строб-імпульси, а сигнали керування ключовими елементами перетворювача отримують логічним перемноженням строб-імпульсів з імпульсами генератора підвищеної частоти, що перевищує частоту джерела змінної напруги.

До недоліку аналогічного способу має відношення наступне. Для підключення навантаження виду коливальної ланки до джерела змінної напруги, яке складається з декількох однофазних напруг, що мають зсув у часі, наприклад, з трьох із зсувом по фазі коливань на 120 ел град, необхідне формування строб-імпульсів, які відрізняються по тривалості від тривалості півхвилі змінної напруги. Недолік аналогічного способу пояснюється тим, що відсутність узгодження строб-імпульсів ключових елементів для багатофазної системи електроживлення обмежує функціональність цього способу перетворення змінної напруги в змінну напругу підвищеної частоти.

При способі-прототипі керування перетворювачем [2] для трьох ключових елементів, що підключають навантаження до джерела трифазної змінної напруги, формують три послідовні строб-імпульси по 120 ел. град. на інтервалі 360 ел. град. Сигнали керування ключовими елементами отримують, по перше, логічним перемноженням строб-імпульсів з імпульсами першого генератора підвищеної частоти, що перевищує частоту джерела змінної напруги та має фіксований коефіцієнт заповнення імпульсу, по друге, логічним перемноженням строб-імпульсів з імпульсами другого генератора підвищеної частоти, що дорівнює частоті першого генератора, та має змінний коефіцієнт заповнення імпульсу, по третє, підсумовують результуючі імпульси від першого та другого логічного множення.

До недоліку способу-прототипу має відношення те, що в результаті підсумовування строб-імпульсів, модульованих підвищеною частотою, та керування сформованими таким способом ключовими елементами перетворювача в спектрі струму навантаження утворюються комбінаційні гармоніки високочастотного спектру. Крім того, при цьому способі формування послідовності строб-імпульсів по 120 ел. град., низькочастотна складова струму навантаження має четверту та п'яту гармоніки, що пояснюється відсутністю третьої та кратних третій гармонік.

В основу корисної моделі поставлено задачу - ослаблення коливань, що відрізняються від резонансної частоти, в струмі коливальної ланки навантаження перетворювача частоти, з відсутнім проміжним перетворенням в постійний струм.

Поставлена задача вирішується тим, що для керування перетворювачем трифазної змінної напруги формують строб-імпульси по числу пар ключових елементів, які одночасно підключають коливальну ланку навантаження на інтервалі періоду змінної напруги, для отримання імпульсів керування кожним ключовим елементом підсумовують строб-імпульси, що діють послідовно, та логічно перемножують результат підсумовування з імпульсами генератора підвищеної частоти, що дорівнює частоті резонансу коливальної ланки навантаження, з коефіцієнтом 0,5 заповнення імпульсів генератора.

При пошуку в патентній та науково-технічній літературі не виявлено об'єктів з ознаками, подібними до відмінних ознак технічного рішення, що заявляється, на підставі чого можна зробити висновок про відповідність його критерію "суттєві відмінності".

Запропонований спосіб реалізований наступним чином.

На фіг. 1 наведено схему для формування імпульсів керування ключовими елементами перетворювача трифазної змінної напруги, яка реалізує запропонований спосіб керування перетворювачем частоти. На фіг. 2 наведені часові діаграми трьох фазних напруг та шести строб-імпульсів на інтервалі 360 ел. град., на фіг. 3 наведені часові діаграми трьох фазних напруг та шести імпульсів керування ключовими елементами перетворювача частоти.

На фіг. 4 наведено функціональну схему перетворювача трифазної напруги в однофазну з коливальною ланкою навантаження, що реалізує запропонований спосіб керування, а на фіг. 5 наведені часова діаграма та спектрограма струму коливальної ланки навантаження.

На фіг. 1, 2, 4 позначено: 1 - вивід, до якого підключено сигнал, пропорційний лінійній напрузі  $u_{ca}$ ; 2 - вивід, до якого підключено сигнал, пропорційний лінійній напрузі  $u_{ab}$ ; 3 - вивід, до якого підключено сигнал, пропорційний лінійній напрузі  $u_{bc}$ ; 4, 5 - компаратори, 6 - логічний перемножувач для формування строб-імпульсу  $u_{35}$  (фіг. 2), який задає робочий діапазон ключових елементів 53 (VT3) та 55 (VT5) (фіг. 4); 7, 8 - компаратори, 9 - логічний перемножувач для формування строб-імпульсу  $u_{15}$ , який задає робочий діапазон ключових елементів 51 (VT1) та 55 (VT5); 10, 11 - компаратори, 12 - логічний перемножувач для формування строб-імпульсу  $u_{16}$ , який задає робочий діапазон ключових елементів 51 (VT1) та 56 (VT6); 13, 14 -

компаратори, 15 - логічний перемножувач для формування строб-імпульсу  $u_{26}$ , який задає робочий діапазон ключових елементів 52 (VT2) та 56 (VT6); 16, 17 - компаратори, 18 - логічний перемножувач для формування строб-імпульсу  $u_{24}$ , який задає робочий діапазон ключових елементів 52 (VT2) та 54 (VT4); 19, 20 - компаратори, 21 - логічний перемножувач для формування строб-імпульсу  $u_{34}$ , який задає робочий діапазон ключових елементів 53 (VT3) та 54 (VT4).

Блоки 22...27 (фіг. 2) - логічні підсумовувачі, вихідний сигнал яких використаний в блоках 28...33 для логічного множення з імпульсами генератора 34 підвищеної частоти, рівної частоті резонансу коливальної ланки навантаження з коефіцієнтом 0,5 заповнення імпульсу. Блок 28 формує імпульс керування  $u_{g1}$  елементом 51 (VT1) (фіг. 4); відповідно: блок 29 - імпульс  $u_{g2}$  елементом 52 (VT2); блок 30 - імпульс  $u_{g3}$  елементом 53 (VT3); блок 31 - імпульс  $u_{g4}$  елементом 54 (VT4); блок 32 - імпульс  $u_{g5}$  елементом 55 (VT5); блок 33 - імпульс  $u_{g6}$  елементом 56 (VT6). Елементи 35...40 - вихідні порти контролера 57 (фіг. 4), що підключають сигнали керування через драйвери 58...63 до відповідних ключових елементів 51...56 перетворювача.

На фіг. 4 позначено: 41, 42, 43 - виводи для підключення відповідно фазних напруг  $u_a$ ,  $u_b$ ,  $u_c$ ; 44 - трифазний трансформатор за схемою зірка-трикутник; 45, 46, 47 - фільтри низьких частот, підключені паралельно виводам вторинних обмоток трансформатора 44; блоки 48, 49, 50 - датчики лінійних напруг, відповідно  $u_{ca}$ ,  $u_{ab}$ ,  $u_{bc}$ ; 51...56 - силові ключі типу MOSFET, що отримують сигнали керування від контролера 57 через відповідні драйвери 58...63; 64 - діод рекуперації, що шунтує в зворотному напрямку коливальну ланку навантаження, яка складається з реактора 65, конденсатора 66 та активного опору 67, що включені послідовно; паралельно опору 67 через датчик 68 підключений обчислювач 69 спектрограми струму навантаження.

Резонансна частота коливальної ланки навантаження в  $n$  раз більше базової частоти генератора напруги мережі, наприклад має значення 1000 Гц в порівнянні з частотою 50 Гц.

Коливальна ланка навантаження входить в склад контуру поповнення енергії від джерела змінної напруги частоти мережі та в склад контуру розсіяння енергії. Перемикач на два положення, якими є пара ключових елементів перетворювача напруги мережі, підключає з постійною частотою коливальну ланку навантаження в один з контурів струму.

При наявності в коливальній ланці навантаження послідовної ємності постійна складова вихідного струму в навантаженні не існує, тому перетворення частоти напруги трифазної мережі в підвищену частоту однофазної напруги коливальної ланки здійснюється без проміжного перетворення в постійний струм.

Запропонований спосіб у порівнянні із способом-прототипом має наступні відмінності й переваги.

У пристрої, що реалізує спосіб-прототип, формування сигналу керування кожним ключовим елементом формується підсумовуванням сигналів підвищеної частоти, кратної та некрлатної частоті мережі, що веде до збудження комбінаційних частот високочастотного діапазону. Крім того, за рахунок формування лише трьох строб-імпульсів для ключових елементів перетворювача трифазної напруги, низькочастотна складова струму навантаження починається з четвертої гармоніки, що пояснюється відсутністю третьої та кратних третій гармонік.

При реалізації запропонованого способу, за рахунок формування сигналу керування кожним ключовим елементом шляхом підсумовування строб-імпульсів частоти мережі, що діють послідовно, та за рахунок пауз між строб-імпульсами, при логічному перемноженні з імпульсами підвищеної частоти генератора не формуються додаткові комбінаційні частоти високочастотного діапазону. Крім того, за рахунок формування шести строб-імпульсів для ключових елементів перетворювача трифазної напруги низькочастотна складова струму навантаження починається з 14-тої гармоніки (фіг. 5), що пояснюється відсутністю шостої та кратних третій в спектрі гармонік вихідного струму перетворювача.

Позитивним ефектом корисної моделі є ослаблення небажаних коливань, що відрізняються частотами як вище, так і нижче, від резонансної частоти, в струмі коливальної ланки навантаження.

Джерела інформації:

1. Авторское свидетельство SU 1455378 A1 МПК4 H02M 5/16 Преобразователь частоты / Юдин В.В., Синицын А.А., Опубл. 30.01.89. Бюл. № 4.

2. Патент Российской Федерации RU 2012985 C1 МПК5 H02M 5/27 Способ управления преобразователем трехфазного переменного напряжения в постоянное / Фридман Г.Б., Саныков Л.А., Машьянов В.Г., Наплеенкова С.А., Опубл. 15.05.94. Бюл. № 9.

60

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- Спосіб керування перетворювачем трифазної змінної напруги в однофазну напругу підвищеної частоти, що дорівнює резонансній частоті коливальної ланки навантаження, при якому формують строб-імпульси, а сигнали керування ключовими елементами перетворювача отримують логічним перемноженням строб-імпульсів з імпульсами генератора підвищеної частоти, що перевищує частоту джерела змінної напруги, що **відрізняється** тим, що для керування перетворювачем трифазної змінної напруги формують строб-імпульси по числу пар ключових елементів, які одночасно підключають коливальну ланку навантаження на інтервалі періоду змінної напруги, для отримання імпульсів керування кожним ключовим елементом підсумовують строб-імпульси, що діють послідовно, та логічно перемножують результат підсумовування з імпульсами генератора підвищеної частоти, що дорівнює частоті резонансу коливальної ланки навантаження, з коефіцієнтом 0,5 заповнення імпульсів генератора.

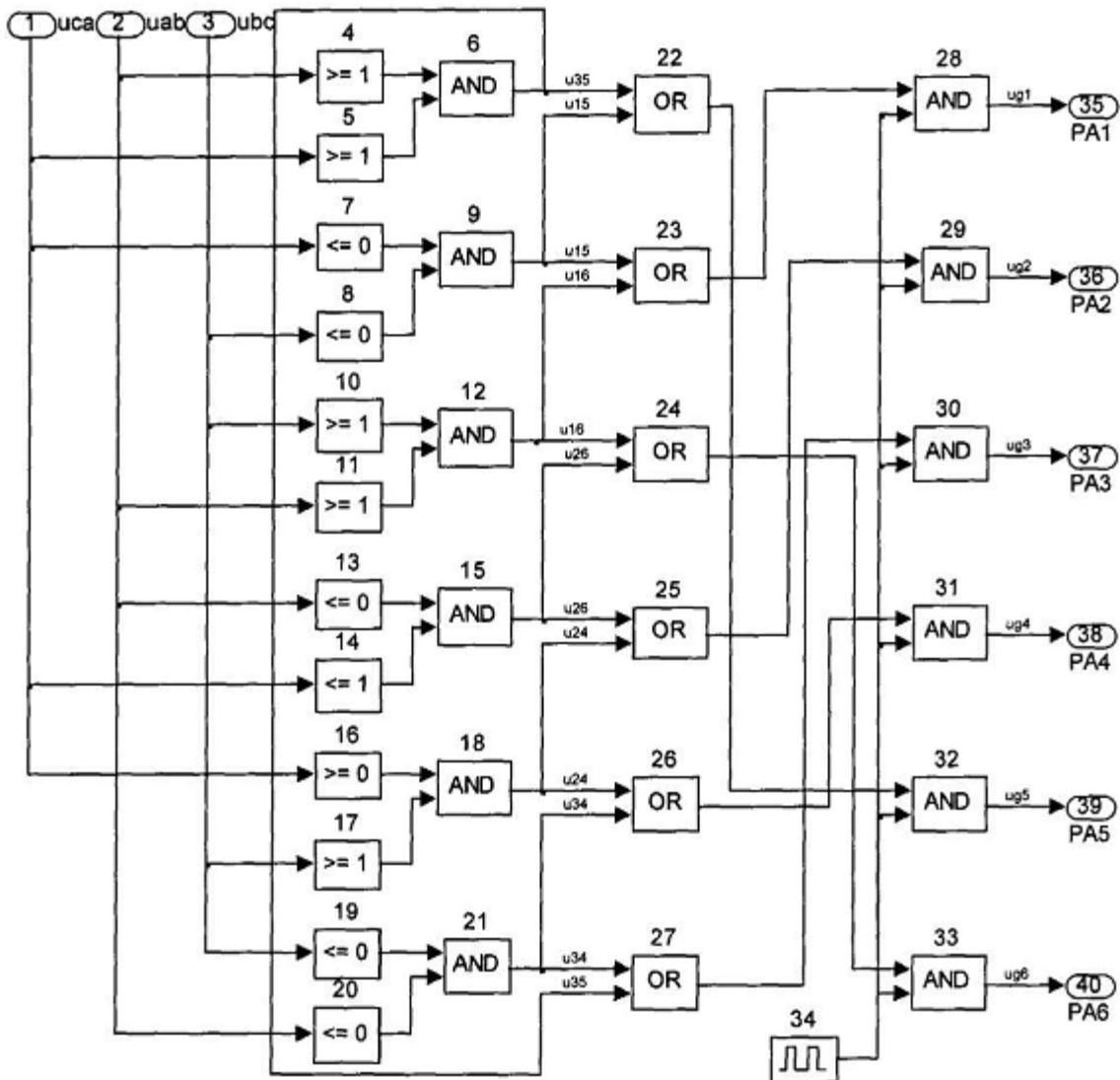


Fig. 1

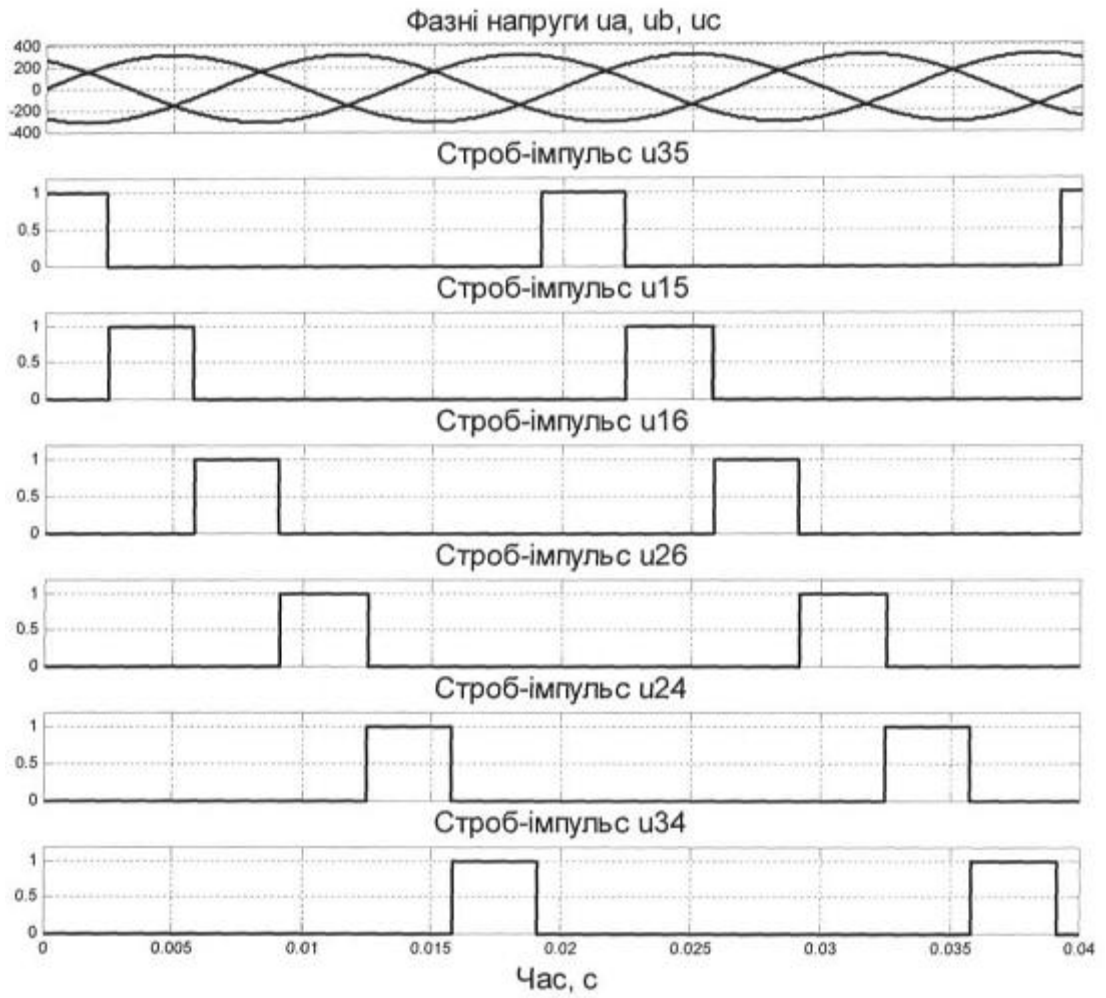
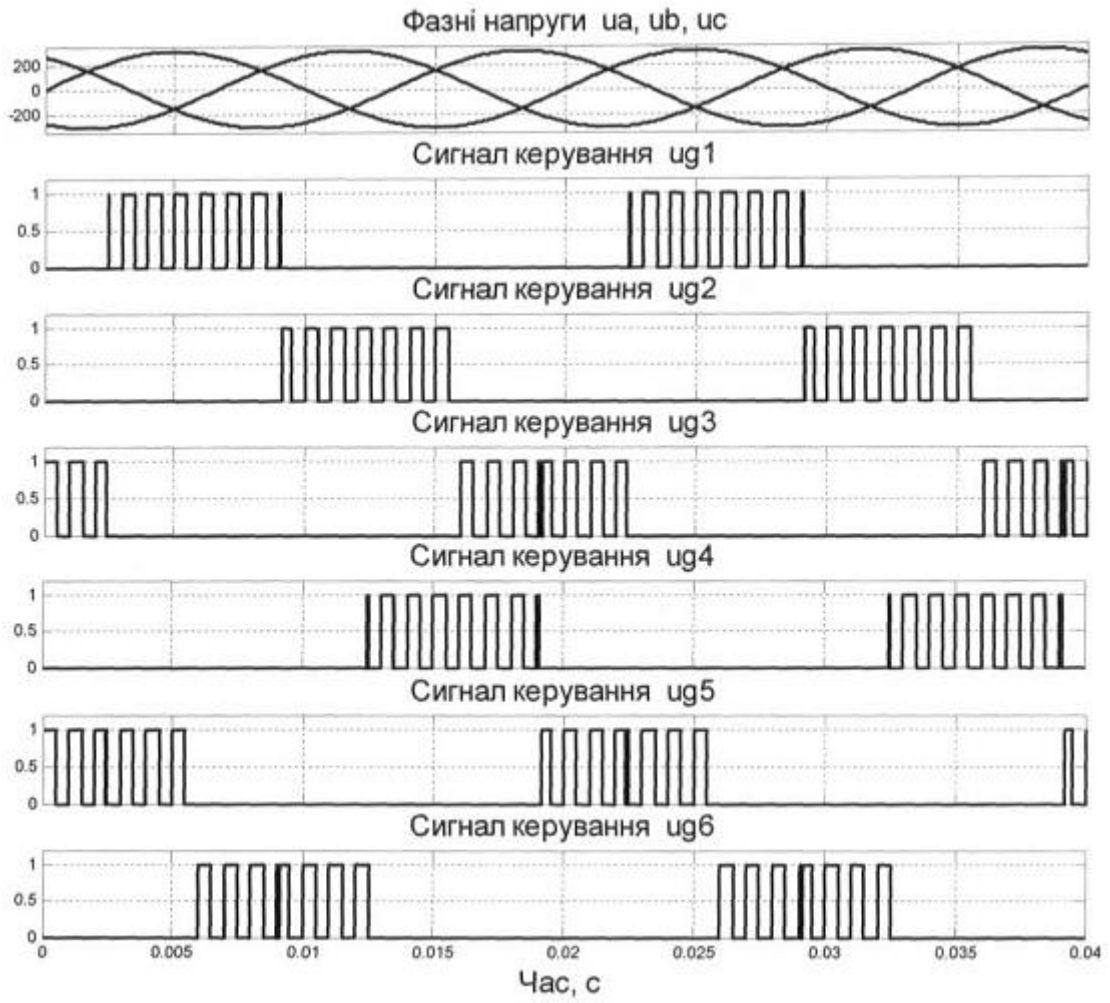
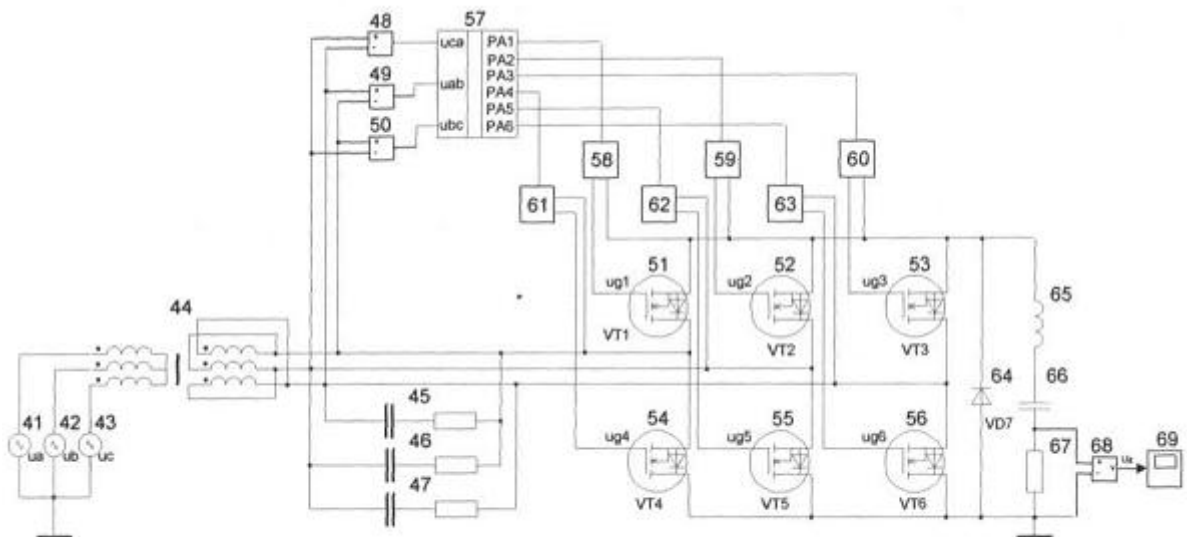


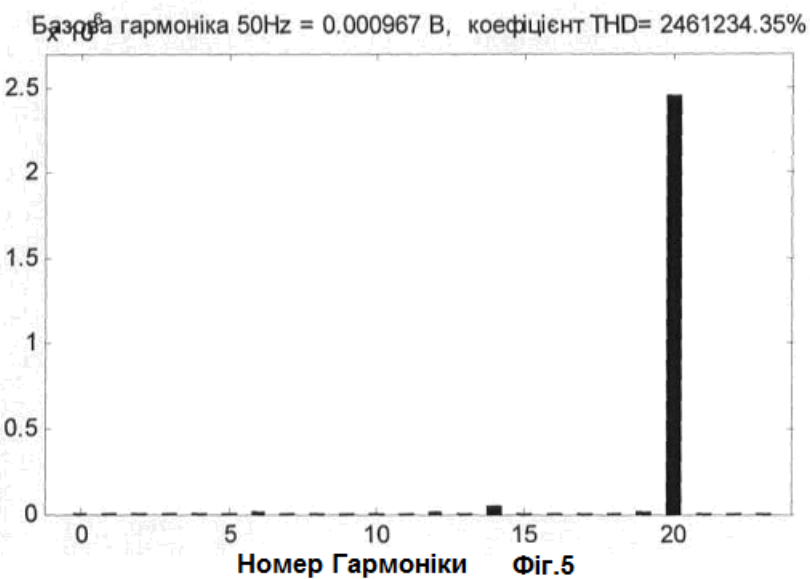
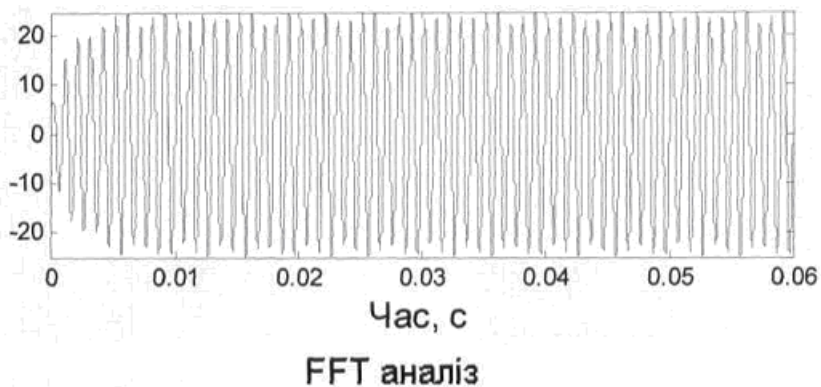
Fig. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



---

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

---

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