

УДК 621.314.57

СПОСІБ ФОРМУВАННЯ СИНХРОІМПУЛЬСІВ ДЛЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БАГАТОФАЗНИМ ВИПРЯМЛЯЧЕМ.

Володимир Рябенський

професор кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій,

Національний університет корабле будування імені адмірала Макарова.
м. Миколаїв, Україна

Анотація. У статті розглянуто спосіб формування синхроімпульсів для системи керування багатофазним керованим випрямлячем на основі апаратного потроєння частоти мережі. Запропоновано просту та високоточну схему отримання сигналу потрібної частоти із мінімальними амплітудними, частотними та фазовими спотвореннями, що реалізується за допомогою операційних підсилювачів та перемножувачів. Показано можливість подальшого формування симетричної послідовності імпульсів шестикратної частоти для забезпечення коректної роботи тиристорних ключів у багатоканальних системах керування. Зазначається, що використання апаратного методу підвищує точність синхронізації, спрощує конструкцію системи та покращує якість випрямленої напруги.

Ключові слова: багатофазний випрямляч; система керування; синхроімпульси; потроєння частоти; операційні підсилювачі; тиристорне керування; гармоніки; синхронізація.

Багато фазні керовані випрямлячі, серед яких найбільше поширена трифазна мостова схема, використовують багато каналну систему керування. Особливість таких систем полягає у формуванні імпульсів керування тиристорами з фазовими затримками відносно моменту переходу фазної напруги через нуль [1]. При наявності спотворень фазних напруг для кожного каналу встановлюють фільтруючі пристрої. Розкид параметрів фільтрів, а також не симетрія напруг мережі приводять до появи у випрямленій напрузі значних по величині неканонічних гармонік, тобто гармонік, що мають частоти 50, 100, 150 Гц. В літературі [1,2] досить детально описані проблеми, до яких приводять вказані гармоніки, а також способи їх зменшення за рахунок використання різних засобів підвищення симетрії імпульсів синхронізації. Найбільш досконалими з них є мікропроцесорні системи, в яких за допомогою складних алгоритмів розв'язуються як задачі синхронізації, так і задачі забезпечення

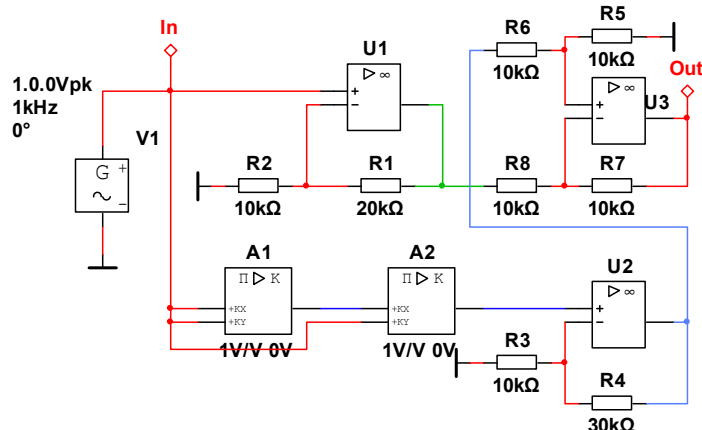
положення відкриваючих імпульсів тиристорів [3]. Але такі системи мають значну вартість і складність у відлагодженні і необхідність їх використання є лише у випадках, коли перетворювач використовується в комп'ютеризованих системах керування.

В роботі пропонується проста система формування симетричної послідовності імпульсів шестикратної частоти, які, в подальшому, можуть бути використані для забезпечення фазового зсуву і керування силовими ключами. Для цього пропонується математично точний спосіб перетворення вхідної частоти мережі у потрібну частоту сигналу і подальшому формуванні імпульсів керування. Формула перетворення має вигляд:

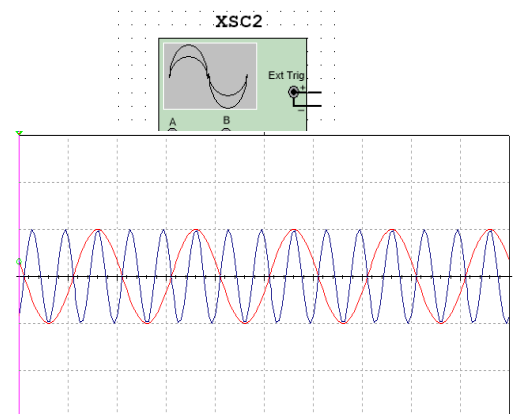
$$\sin 3x = 3 \cdot \sin x - 4 \cdot \sin^3 x$$

Її апаратна реалізація на основі операційних підсилювачів наведена на рис. 1, а, а на рис. 1, б – осцилограми вхідної і вихідної напруг.

На перемножувачах A1, A2 реалізована функція зведення вхідної синусоїди з генератора V1 до третьої ступені $\sin^3 x$, а на операційному підсилювачі U2 реалізований підсилювач з коефіцієнтом 4. Операційним підсилювачем U1 вхідний сигнал з генератора V1 підсилюється на 3 одиниці. Вихідні сигнали з U1 і U2 віднімаються на пристрої арифметичного віднімання, виконаному на U3. Вхідний і результуючий сигнали наведені на осцилограмі (Рис.1, б) відповідно червоним і темносинім кольорами.



а).



б).

Рис.1. Апаратна реалізація та осцилограма

Як витікає з вигляду осцилограм, які приведені для вхідної частоти 1 кГц, значних амплітудних, частотних і фазових спотворень в схемі немає. Тим більш, їх не буде на промисловій частоті 50 Гц

Якщо в наявності розробника є апаратні суматори, то наведена на рис.1, а схема може бути суттєво спрощена. Приклад її реалізації наведено на рис. 2.

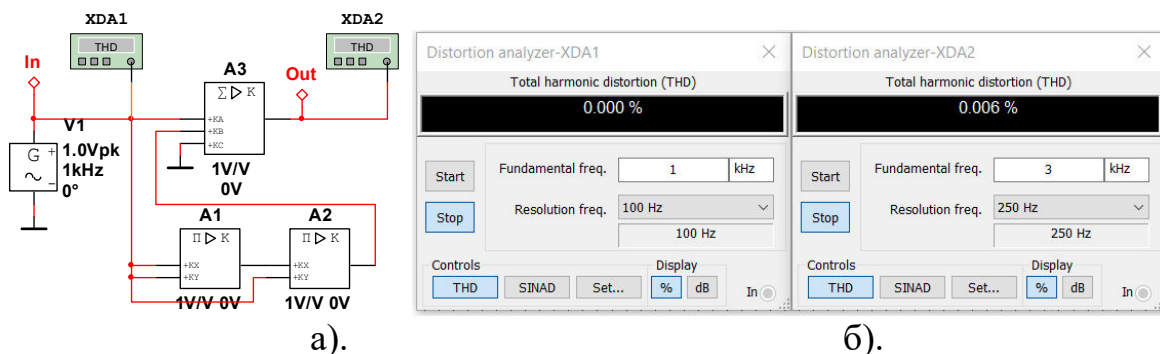


Рис.2. Спрощена схема

Аналізатори якості вхідного і вихідного сигналів –(коефіцієнт нелінійних спотворень- TND) показують високу точність перетворення.

Отримання імпульсної послідовності з сигналу частоти 150 гц (потроєної частоти мережі) розв'язується відомими засобами – отриманням меандру і його інверсного значення, диференціюванням їх по фронту з наступним знаходженням їх суми.

Використання апаратного потроєння частоти мережі дозволяє суттєво спростити засоби синхронізації систем керування багатофазних випрямлячів , підвищити точність їх реалізації і тим симим підняти якість випрямленої напруги.

Список використаних джерел

1. Дмитрієв Б.Ф., Рябенський В.М., Черевко О.І. Музыка М.М. Суднові напівпровідникові перетворювачі. Підручник з курсу «Напівпровідникові перетворювачі». Архангельськ, САФУ, 2015, 464с.
2. Побєдаш К.К. Святненко В.А. Напівпровідникові прилади і перетворювачі електричної енергії. Київ, КПІ, 2017, 312с.
3. Дорогань О.І., Ушкаренко О.О. методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Комп'ютеризовані системи керування». Миколаїв, НУК, каф. ПЕЕТ, 2019, 64с.

Abstract. The article considers a method of generating synchronization pulses for a multiphase controlled rectifier control system based on hardware tripling of the network frequency. A simple and high-precision scheme for obtaining a triple-frequency signal with minimal amplitude, frequency and phase distortions is proposed, which is implemented using operational amplifiers and multipliers. The possibility of further generating a symmetrical sequence of six-frequency pulses to ensure the correct operation of thyristor switches in multi-channel control systems is shown. It is noted that the use of the hardware method increases the synchronization accuracy, simplifies the system design and improves the quality of the rectified voltage.

Keywords: multiphase rectifier; control system; sync pulses; frequency tripling; operational amplifiers; thyristor control; harmonics; synchronization.