

5. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ, ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА ТА ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ

УДК 621.316.7:621.382

МОДЕЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПІДСИЛЮВАЧА АКТИВНОГО ФІЛЬТРА.

Касіяді М. С.

здобувач вищої освіти спеціальності 141 Електроенергетика,
електротехніки та електромеханіка

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

Анотація У роботі наведено результати моделювання активного енергетичного фільтра з використанням програмного середовища Multisim з метою визначення частотних та енергетичних характеристик підсилювача. Проведено аналіз впливу коефіцієнта підсилення на ефективність зниження гармонік випрямленої напруги, а також досліджено параметри напруги, струму та потужності при різних режимах роботи схеми. Встановлено, що використання активної фільтрації забезпечує істотне зменшення амплітуди гармонійних складових напруги живлення при незначних енергетичних витратах підсилювача. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні високоефективних джерел живлення сучасної електронної апаратури.

Ключові слова: активний фільтр, підсилювач, гармоніки напруги, енергетичні характеристики, потужність, Multisim, блок живлення, електронна апаратура.

Блоки живлення електронної апаратури є найбільш її енерго затратними елементами і мають значні масо- габаритні показники, обумовлені як узгоджуючими трансформаторами, так і фільтрами гармонік. Тому задачам підвищення ефективності блоків живлення приділяється значна увага розробників. В останні роки, завдяки масовому переходу електронної апаратури на низьковольтне живлення значна увага стала приділятися задачам суттєвого зниження гармонік випрямленої напруги. Сучасні прилади звуко – акустичної, медичної, вимірювальної, електрофізичної апаратури вимагають, щоб рівень змінної складової у напрузі живлення не перевищував $(0.01 - 0.001) \%$. [1]. Одним з ефективних способів зниження рівня гармонік випрямленої напруги є використання активних енергетичних фільтрів [2].

На Рис.1. наведена принципова схема блоку живлення з використанням способу активної фільтрації.

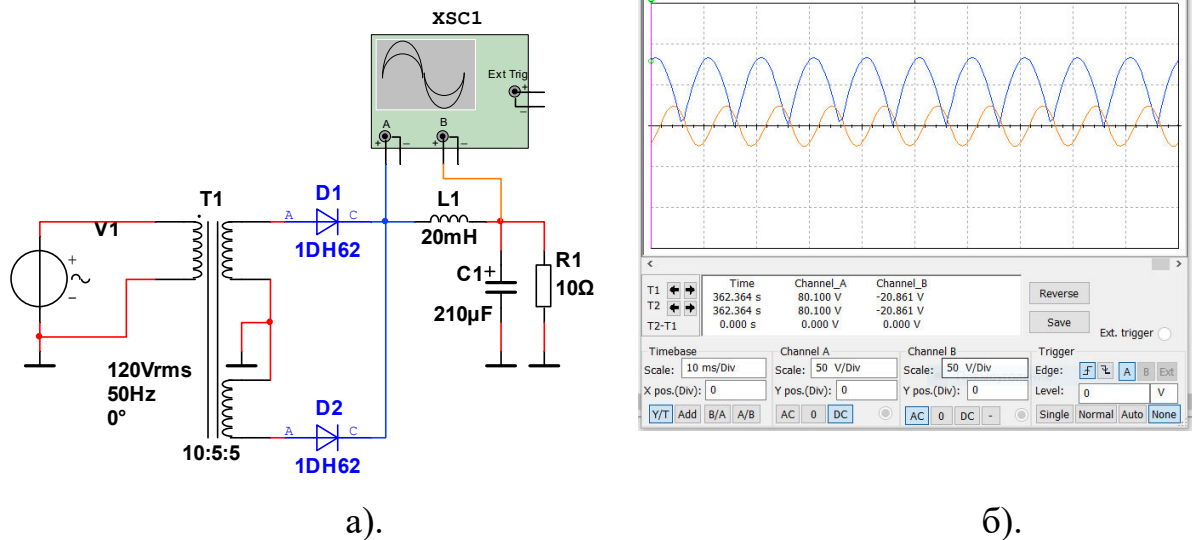


Рис.1. Принципова схема блоку живлення з використанням способу активної фільтрації.

З наведеної схеми і осцилограм витікає, що ефективність пасивного L-C – фільтра досить низька, оскільки знижує змінну складову з величини 80В до 50. В той же час габарити дроселя L1 і конденсатора C1 можуть бути досить значними. В [2] запропоновані технології активної фільтрації гармонік. Одна з запропонованих схем наведена на рис. 2.а.

Модель активного енергетичного фільтра, складена в Мультисім, показала високу ефективність, що видно з рис.2.б. З амплітуди пульсацій понад 82В (на осцилографі XSC1 показання по каналу А) гармоніки зменшились додо 420 мВ (показання каналу В).

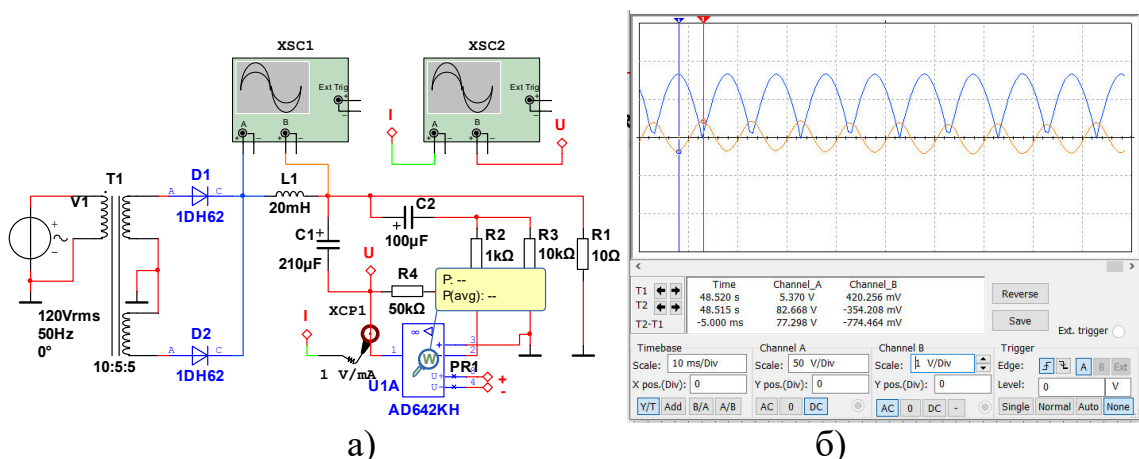


Рис.2. Схема та модель активного енергетичного фільтра

Метою досліджень є визначення необхідних параметрів підсилювача як з точки зору його частотних властивостей, так і з точки зору енергетичних параметрів – напруги, струму, потужності і їх залежності від коефіцієнта фільтрації гармонік.

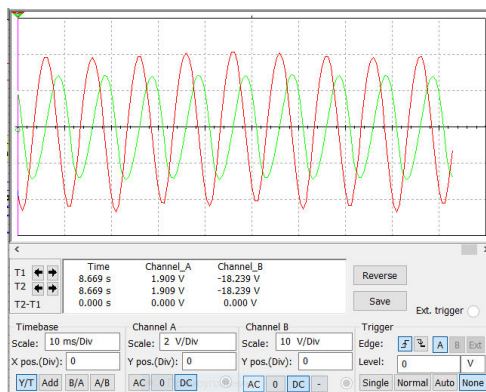
Для цього в робочу модель схеми встановлені датчики напруги, струму і потужності за допомогою яких можна контролювати вказані параметри.

Вибір підсилювача по частотних властивостях показав, що для ефективної роботи фільтра необхідно вибирати підсилювачі з коефіцієнтом підсилення в інтервалі 80 – 100 дБ в полосі частот від нуля до (500-1000) Гц. Підсилювач не повинен мати завалу на низьких частотах з метою усунення впливу його на амплітудно – частотну характеристику активного фільтра в області низьких частот.

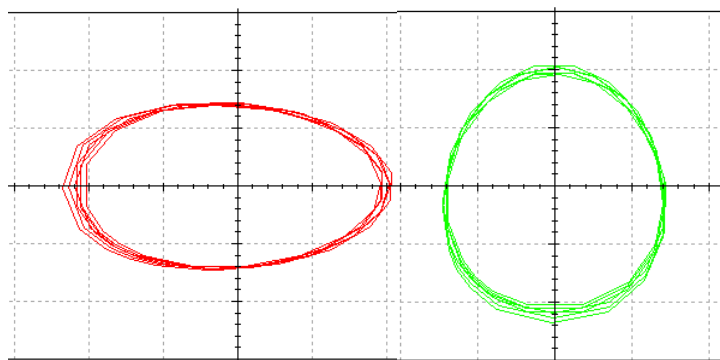
Для оцінки енергетичних характеристик підсилювача скористаємось датчиком акривної потужності W і датчиком струму ХСР1 з масштабом 1mV/1mA і виведемо осцилограми струму і напруги на осцилограф ХСC2. Осцилограми наведені на рис. 3, а. Їх аналіз показує, що струм і напруга зміщені між собою на кут близький до 90° , що говорить про те, що активна потужність на виході підсилювача практично відсутня. Це ж показують і фігури Ліссажу, що наведені відповідно по горизонталі для напруги і струму.

Незначні зміщення відносно горизонтальної і вертикальної осей по підношенню до їх площі говорить про незначну активну складову потужності.

Для більш точного вимірювання було використано ватметр потужності елементів і побудовані графічні залежності коефіцієнта фільтрації гармонік K_Φ (синього кольору), напруги на виході операційного підсилювача U_{OP} (коричневого кольору) і середньої потужності, що виділяється на підсилювачі.



а)



б)

Рис.3. Осцилограми

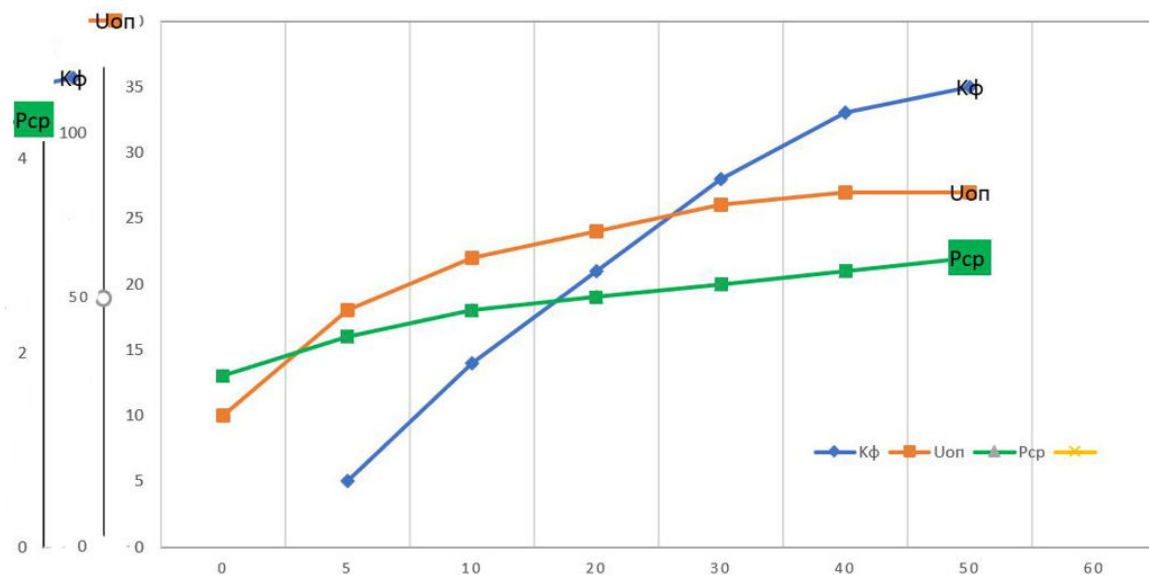


Рис.4. Лінійний графік із трьома залежностями

Підсилювач повинен мати не значну потужність (в межах одиниць Ват) і робочу напругу, рівну максимальній напрузі на навантаженні без врахування дії активного фільтра.

Література

1. Jing H., Liu Z., Wang H., Sheh X. Design and realization of high-precision digital control direct current power supply. International Conference on Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet), Xianning, China, 16–18 April 2011. DOI: <https://doi.org/10.1109/cecnet.2011.5768894>.
2. Рябенкий В.М. Губаревич В.М., Маруня Ю.В. Худякова І.М. Трибулькевич С.Л. Особливості проектування активних енергетичних фільтрів. ж. «Технічна електродинаміка» № 6, 2005, <https://doi.org/10.15407/technd2025.06.003>

Abstract. *The paper presents the results of modeling an active power filter using the Multisim software environment to determine the frequency and power characteristics of the amplifier. An analysis of the influence of the gain on the efficiency of reducing rectified voltage harmonics was conducted, and the voltage, current, and power parameters were investigated in different operating modes of the circuit. It was established that the use of active filtering provides a significant reduction in the amplitude of the harmonic components of the supply voltage with insignificant energy consumption of the amplifier. The results obtained can be used in the design of highly efficient power supplies for modern electronic equipment.*

Keywords: *active filter, amplifier, voltage harmonics, energy characteristics, power, Multisim, power supply, electronic equipment.*

Науковий керівник:

Рябенкий В.М.

професор

*кафедри програмованої електроніки, електротехніки і телекомунікацій
Національний університет корабле будування імені адмірала Макарова*

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