

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

АВТОМАТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

МАТЕРІАЛИ ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

20-21 листопада 2024 року

Навчально-науковий Інститут автоматики і електротехніки
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Центральний, 3

МАТЕРІАЛИ

Миколаїв 2024

УДК 681.5:621.3

А 22

Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених [Електронний ресурс]. – Миколаїв: НУК, 2024. – 113 с.

У збірнику подані матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених "Автоматика та електротехніка".

Розглянуті питання теорії, практики та розвитку електромеханічних систем і пристроїв суднового та загальнопромислового призначення, а також інформаційно-вимірювального обладнання.

Збірник може бути корисним для наукових співробітників, викладачів, інженерів та студентів.

ОРГАНІЗАТОРИ:

1. МОН України;
2. Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова.

Матеріали публікуються за оригіналами, наданими авторами. Претензії до організаторів не приймаються.

Комп'ютерна верстка:
Відповідальний за випуск:

О.О. Пальчиков
О.О. Пальчиков

© Національний університет кораблебудування, 2024

Візуальне порівняння теоретичних і експериментальних епюр в лівій і правій колонках табл.1 показує ідентичність графіків процесів, отриманих різними способами. Відносна різниця між приведеними до рівного масштабу результатами розрахунків і результатами моделювання не виходила за межі $\pm 1\%$ і включає в себе також похибки моделювання. Також проводилися співставлення результатів розрахунків і моделювання процесів для інших режимів роботи резонансного перетворювача, які теж показали добру збіжність. Отже наведені результати говорять про адекватність створеної за методом суперпозицій математичної моделі резонансного перетворювача.

Список використаних джерел

1. Павлов, Г., Винниченко, И. і Обрубов, А. 2016. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ С ПОНИЖЕННЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ГАРМОНИК ВЫХОДНОГО НАПРЯЖЕНИЯ. *ТЕХНІЧНА ЕЛЕКТРОДИНАМІКА*. 5 (Лип 2016), 014. DOI:<https://doi.org/10.15407/techned2016.05.014>.
2. Pavlov, G., Obrubov, A., & Vinnichenko, I. (2022). Optimizing the operation of charging self-generating resonant inverters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1(5(115)), 23–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.252148>
3. Hao Ma, Cai Yang and Yao Zhang, "Analysis and design for single-phase three-level boost PFC converter with quasi-static model," *IECON 2011 - 37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Melbourne, VIC, Australia, 2011, pp. 4385-4390, doi: 10.1109/IECON.2011.6120030.
4. G. Pavlov, A. Obrubov and I. Vinnichenko, "Design Procedure of Static Characteristics of the Resonant Converters," *2021 IEEE 3rd Ukraine Conference on Electrical and Computer Engineering (UKRCON)*, Lviv, Ukraine, 2021, pp. 401-406, doi: 10.1109/UKRCON53503.2021.9575698.
5. Обрубов А.В. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук «Методи та моделі дослідження електромагнітних процесів резонансних перетворювачів електроенергії. — Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024 — 405 с.

УДК 681.391.82

Пелипас В.В., Піляєський О.І., Ермоленко Б.О., Ушкаренко О.О., д.т.н., проф.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ СМУГОВОГО ФІЛЬТРУ ДЛЯ ОБРОБКИ АУДІОСИГНАЛІВ

Вступ. Під обробкою аудіосигналу розуміється зміна його частотної або фазової характеристики, звуження або розширення динамічного діапазону, застосування амплітудної, частотної або фазової модуляції, видалення шумів, а також створення копій цього сигналу із затримкою у часі [1]. Метою цифрової обробки аудіосигналів може бути вирішення як суто технічних завдань, наприклад узгодження параметрів сигналу з характеристиками електроакустичного тракту, так і художні, що визначаються звукорежисером, зокрема це можуть бути різні звукові ефекти (тремоло, вібратор, хор, луна, реверберація та інші) [2]. Обробка звукових сигналів проводиться переважно у цифровому вигляді за допомогою звукових процесорів. Програмне забезпечення, наприклад NI LabView "EMONA myDSP minisystem for myDAQ" [3] дозволяє здійснювати як завгодно складні перетворення звукових сигналів і створювати найнеймовірніші звукові ефекти. Дуже важливо, що для різних маніпуляцій зі звуком не потрібна постійна зміна обладнання, достатньо змінити програмне забезпечення. Разом з тим для проектуальників систем цифрової обробки сигналів (ЦОС) важливо глибоко розуміти процеси перетворення цифрових даних, що відбуваються в цифрових фільтрах (ЦФ), для їх програмної реалізації. Представлення цифрових фільтрів у вигляді передатних функцій дозволяє дослідити їх властивості, зокрема стійкість (для фільтрів з нескінченною імпульсною характеристикою), отримати амплітудно- та фазочастотні характеристики. Передатна функція ЦФ є результатом процесу проектування, та містить в собі чисельні значення коефіцієнтів, що визначають характеристики фільтра. Різницеве рівняння, що описує цифровий фільтр, спрощує його програмну реалізацію. При цьому, як показав аналіз літератури [4, 5], представлення структур систем ЦОС у вигляді графоаналітичних моделей та їх опис на структурно-функціональному рівні надає більш повну інформацію для розробників та спрощує програмну реалізацію ЦФ.

Метою дослідження є розробка структурно-функціональної моделі цифрового смугового фільтра для обробки сигналів у звуковому діапазоні частот з подальшою його програмною реалізацією та аналізом коректності та ефективності роботи шляхом формування на вході фільтра білого шуму, який характеризується рівномірним спектром у досліджуваному діапазоні частот.

Основна частина. Для побудови смугового пропусканого/загороджувального фільтра використовується ФВЧ 2 порядку. Якщо у схемі на рис. 1, а, вихідний сигнал додається до вхідного – це режекторний фільтр, якщо віднімається – це пропусканний фільтр. Передатна функція фільтра:

$$H(z) = \frac{1}{2}(1 \mp A_1(z)),$$

де $A_1(z)$ – передатна функція ФВЧ 2 порядку.

Але якщо структурну схему ЦФ (рис. 1, а) записати у вигляді графоаналітичного виразу, то може бути сформована структурно-функціональна модель ЦФ, що представлена на рис. 1, б.

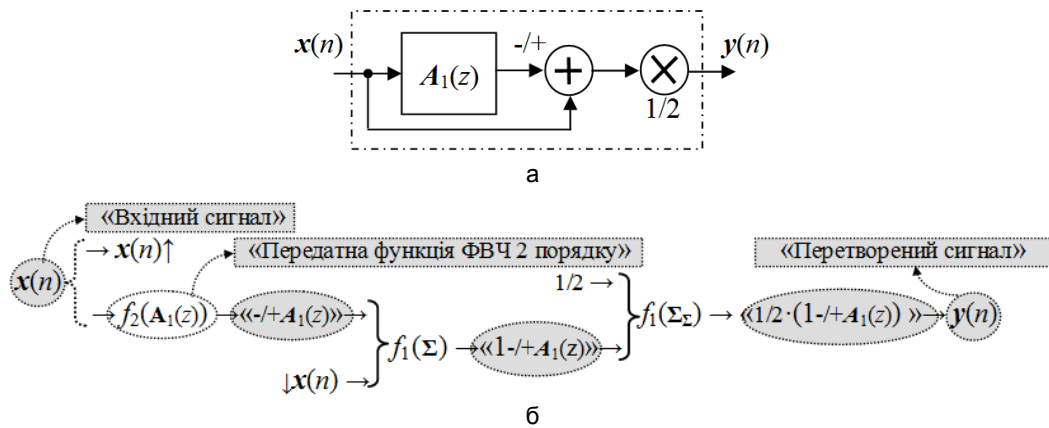


Рисунок 1 – Структурна схема цифрового смугового фільтру (а) та його структурно-функціональна модель (б)

Для монофонічного сигналу з розрядністю 8 біт звукові дані являють собою масив однобайтових значень, кожне з яких є вибіркою сигналу. Для стереофонічного сигналу з розрядністю 8 біт звукові дані мають формат масиву двобайтових слів, причому молодший байт слова відповідає лівому каналу, а старший – правому. Формат звукових даних із розрядністю 16 біт виглядає аналогічно. Діапазон зміни значень вибірок сигналу визначається їх розрядністю. Для 8-бітових даних він становить від 0 до 255 (0xff), причому відсутність сигналу (повної тиші) відповідає значення 128 (0x80). Для 16-бітових даних діапазон змін становить від -32768 (0x8000) до 32767, (0x7fff), відсутності сигналу відповідає значення 0. Це потрібно враховувати при виборі типів даних змінних, що будуть використовуватися при програмній реалізації ЦФ для уникнення явища арифметичного переповнення, що неодмінно призведе до спотворення сигналу. Розглянутий цифровий фільтр може бути також реалізований на базі програмованих логічних інтегральних схем, які широко застосовуються, в тому числі, в системах цифрової обробки сигналів. Приклади схемотехнічної реалізації цифрового фільтру та з використанням мови опису апаратури наведені в [6, 7].

Для демонстрації роботи фільтра у програмі реалізований генератор, який формує білий шум із рівномірним спектром у всьому діапазоні частот. Після обробки такого сигналу фільтром вихідний сигнал записується у WAV-файл. Після запису результуючого сигналу в файл і виконання спектрального аналізу у програмі SpectraLab, були отримані результати представлені на рис. 2.

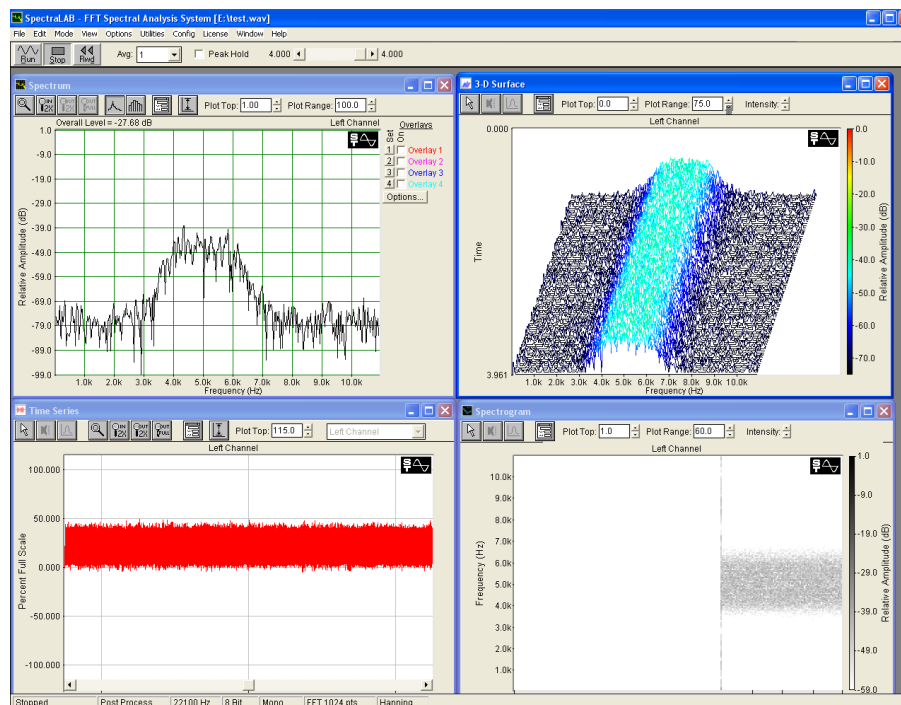


Рисунок 2 – Результат цифрової обробки білого шуму спроектованим смуговим фільтром

Висновки. В результаті проведеного дослідження було розроблено структурно-функціональну модель цифрового смугового фільтру. Шляхом програмної реалізації моделі спроектованого цифрового фільтру було досліджено його роботу. На вхід цифрового фільтру подавався тестовий сигнал у вигляді білого шуму. З

використанням інструментальних засобів спектрального аналізу сигналів досліджено роботу фільтру як у часовій, так і у частотній області. Аналіз отриманих результатів показав, що використання структурно-функціональних моделей ЦФ надає розробникам більш повну інформацію як про структуру ЦФ, так і про послідовність дій та виконуваних арифметичних операцій, що спрощує їх програмну реалізацію та дозволяє уникнути помилок.

Список використаних джерел

1. Rasha Awad Abtan. Removing the Noise from the audio Signal using a Technique Median Filter / Awad Abtan Rasha // Journal of the College of Basic Education. 2022. Vol.22(SI). P. 87-99.
2. Jovanovic-Dolecek Gordana. Digital Filters for Digital Audio Effects / Gordana Jovanovic-Dolecek, A. Fernandez-Vazquez // Advances in Audio and Speech Signal Processing: Tech. and App. 2007. P. 22-55.
3. Ruthber Rodriguez. Audio signals processing with digital filters implementation using MyDSP / Rodriguez Ruthber, Chavarro Chavarro Adrian, Cardozo Tovar, Caicedo Adriana, Cabrera Carlos // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. Vol. 12. P. 4848-4853.
4. Mahmoud M.S. Al-suod. Development of Graphical Analytical Models for Digital Signal Processing System Structures / Al-suod Mahmoud M.S, Ushkarenko O., Abdel Hamid Soliman, Mahmoud Zeidan, Abdullah M. Eial Awwad, Alaa M. Al-Quteimat // Jordan Journal of Electrical Engineering. 2020. Vol. 6, No. 2. P. 140-153.
5. Редька І.В. Принципи опису систем цифрової обробки сигналів на структурно-функціональному рівні / І.В. Редька, О.І. Трешнюк, О.О. Ушкаренко // Автоматика та електротехніка: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. Миколаїв: НУК, 2023. С. 57-59.
6. Рябенський В.М. Verilog. Практика проектування цифрових пристроїв на ПЛІС : навч. посіб. / В.М. Рябенський, О.О. Ушкаренко. Миколаїв : Вид-во «Іліон», 2007. 324 с.
7. Рябенський В.М. MAX+plus II. Основи проектування цифрових пристроїв на ПЛІС / В.М. Рябенський, О.О. Ушкаренко. К.: «Корнійчук», 2004. 253 с.

УДК 681.5

Білюк І.С., к.т.н., доц., Савченко О.В., Льовкін В. С., Андрєєв П. С.

Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

ІНДУКЦІЙНИЙ НАГРІВАЧ ДЛЯ ЛАБОРАТОРІЙ НА БАЗІ НЕПІВМОСТОВОГО ІНВЕРТОРА

Індукційне нагрівання - це нагрівання матеріалів електричними струмами, які індукуються змінним магнітним полем. Отже - це нагрівання виробів із провідних матеріалів (провідників) магнітним полем індукторів (джерел змінного магнітного поля). Індукційне нагрівання проводиться наступним чином. Електропровідна (металева, графітова) заготовка поміщається в так званий індуктор, що являє собою один або кілька витків дроту (найчастіше мідного). В індукторі за допомогою спеціального генератора наводяться потужні струми різної частоти (від десятка Гц до кількох МГц), у результаті навколо індуктора виникає електромагнітне поле. Електромагнітне поле наводить у заготівлі вихрові струми. Вихрові струми розігрівають заготовку під впливом джоулевого тепла [1].

Система «індуктор-заготівля» є безсерцевим трансформатором, в якому індуктор є первинною обмоткою. Заготівля є вторинною обмоткою, замкненою коротко. Магнітний потік між обмотками замикається повітрям.

На високій частоті вихрові струми витісняються утвореним ними магнітним полем в тонкі поверхневі шари заготовки Δ (Поверхневий-ефект) [2], внаслідок чого їх щільність різко зростає, і заготовка розігрівається. Нижчезташовані шари металу прогріваються за рахунок теплопровідності. Важливим є не струм, а велика щільність струму. У скін-шарі Δ щільність струму зменшується в e раз щодо щільності струму на поверхні заготівлі, при цьому в скін-шарі виділяється 86,4 % тепла (від загального тепловиділення. Глибина скін-шару залежить від частоти випромінювання: чим вища частота, тим тонше Скін-шар. Також вона залежить від відносної магнітної проникності μ матеріалу заготовки.

Піддавати індукційному нагріванню можна будь-які струмопровідні матеріали. Завдяки цьому стало можливим виконувати термообробку будь-яких деталей з[3]:

- латуні;
- міді;
- сталі;
- кольорових металів;
- чорних металів;
- електропровідної кераміки;
- інших складів, сплавів.

Для реалізації поставленої мети використаємо напівмостовий драйвер IR2153[4, 5]. IR2153 є вдосконаленою версією популярні мікросхеми драйверів IR2155 та IR2151 і включає в себе драйвер напівмостових ключів високої

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНА СЕКЦІЯ	3
Дюков В.О., Савицький М.С., Єрмоленко Б.О., Ушкаренко О.О. Використання мобільних роботизованих платформ у навчальному процесі	3
Вережаго Є.М., Джанаїров М.В., Єременко А.П. Моделювання імпульсного джерела живлення для електроплазмових технологій	5
Піряник А.Р., Дьяконов О.С. Принцип роботи та досвід експлуатації паливороздавальних колонок на прикладі «Шельф» серії 200	7
Стрункін Г.М. Аналіз режимів роботи електромеханічної системи автономної ВЕУ з АДМ на базі АГФР зі збудженням від інвертора напруги	11
СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ	15
Бойко Л.М., (керівник – Дьяконов О.С.). Система моніторингу та керування пристроями якості повітря	15
Крижановська О.Л. (керівник – Дьяконов О.С.). Реалізація системи нагляду за мікрокліматом приміщення за допомогою Arduino	19
Мосійчук К.С. (керівник – Дьяконов О.С.). Розробка мікроконтролерного зчитувача безконтактних RFID-карток	22
Трешнюк А.І., Солобута Л.В. Система автоматизованого управління житловим приміщенням MikroTik + Arduino	25
Трешнюк А.І. (керівник – Дьяконов О.С.). Використання роботів-маніпуляторів, виготовлених за допомогою 3D-друку, в освітньому процесі	27
Трешнюк А.І., (керівник – Трибулькевич С.Л.). Огляд та аналіз протоколів дистанційного радіокерування	29
Трибулькевич С.Л., Пілявський О.І. Система моніторингу локальної комп'ютерної мережі закладу освіти	31
Трибулькевич С.Л., Стужук І.І. Багатоканальна система збирання даних з ізоляцією каналів	35
Петрієнко О.О., Овсянников В.М. Загальні характеристики радіоелектронних засобів морських систем спостереження	37
Бондаренко К.А., Овсянников В.М. Стислий аналіз пристроїв систем охоронного сповіщення суден	40
Оглоблев О.В. Комп'ютеризована система керування електроприводами подач фрезерного верстата	45
Серго І.С. Система автоматичного керування приводами промислового маніпулятора	50
Топалов А.М. Особливості побудови сучасних мехатронних систем	55
СЕКЦІЯ 2. ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ	57
Вінниченко І.Л., Гончаренко В.М. Резонансні оберненоходові перетворювачі для безконтактної передачі електроенергії	57
Вережаго Є.М., Стогнієнко Є.В., Маслик В.С., Єременко А.П. Цифрове керування імпульсними джерелами живлення для плазмотронів: синтез та оптимізація	59
Обрубов А.В., Савіцкас О.С. Визначення квазістатичної моделі резонансного перетворювача з діодним випрямлячем	62
Пелипас В.В., Пілявський О.І., Єрмоленко Б.О., Ушкаренко О.О. Структурно-функціональна модель смугового фільтра для обробки аудіо сигналів	67
Білюк І.С., Савченко О.В., Льовкін В.С., Андрєєв П.С. Індукційний нагрівач для лабораторій на базі напівмостового інвертора	69
Соловйов Д.Г., Стужук І.І. Проектування помножувача напруги	71
СЕКЦІЯ 3. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ КОМПЛЕКСИ, ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ	73
Сакутін Б.А., Овсянников В.М. Інноваційні зарядні рішення для електричних і гібридних суден: берегова станція ZPP700/ZPP850 Tower та бортова станція SWC200	73
Грудініна Г.С., Зінченко І.І., Морозов Р.Р. Сучасні принципи оптимізації роботи судових електростанцій	75
Кобилев С.Е., Чекунов В.К. Створення математичної моделі гребної електричної установки подвійного струму	78
Бистреєвський Ю.Є., Овсянников В.М. Аналіз характеристик тягових електроприводів легкових електрокарів	83
Папик В.О., Овсянников В.М. Робота судової електростанції в аварійних режимах	88
Новогорецький С.М., Костюченко В.І., Барішник Ю.М. Датчик активної потужності для трифазної мережі із можливістю відслідковувати низькочастотні коливання	91
Новогорецький С.М., Меліхов Д.С. Спрощена схема заміщення та магнітний розрахунок реактора із врахуванням нелінійності кривої намагнічування	94
Волянський Ю.С., Яценко В.С., Ковальчук М.С., Волянська Я.Б., Волянський С.М. Загальні проблеми побудови електрорушіїв та інших електромеханічних систем малих автономних плавальних апаратів	96
Пальчиков О.О., Гетманцева В.С., Черніков М.О. Огляд стохастичних моделей електричного розряду в однорідних середовищах	98
СЕКЦІЯ 4. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД	101
Васильєв О.Г., Смірнова І.М., Биков М.А. Дослідження системи керування електропривода автоматичної буксирної лебідки	101
Герасимов В.В., Грудініна Г.С. Сучасні тенденції в автоматизації електроприводів порталних кранів	105
Білюк І.С., Савченко О.В., Рачинський А.В., Чубчик М.С. Удосконалення системи керування вантажного насоса	106
Пальчиков О.О., Малиновський В.В. Визначення частотної характеристики лінеаризованого електропривода димососа	108

Наукове видання

АВТОМАТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА – 2024

ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ТЕХНІЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

20-21 листопада 2024 року

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
м. Миколаїв, проспект Центральний, 3

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

(українською та англійською мовами)

Відповідальний за випуск:
Комп'ютерна верстка:

О.О. Пальчиков
О.О. Пальчиков

Видавець Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
проспект Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54007

E-mail: publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.