

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Мичуди Лесі Зиновіївни «Теорія та практика аналого–цифрових функціональних перетворювачів на комутованих конденсаторах», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук зі спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність теми дисертаційної роботи.

У сучасному світі комп'ютерні системи знаходять застосування у найрізноманітніших сферах діяльності людини. Використання комп'ютерних систем при автоматизації виробничих процесів пов'язане зі збором та обробкою інформації від великої кількості давачів, що досягає десятків – сотень. Переважна більшість давачів має аналоговий вихідний сигнал і внаслідок цього виникає потреба перетворення цих сигналів у цифрову форму для подальшого опрацювання їх комп'ютерними системами. При роботі систем у реальному масштабі часу необхідно зводити до мінімуму час опрацювання сигналів. Цьому сприяє виконання функціонального перетворення одночасно з аналого-цифровим перетворенням.

Виходячи з вище наведеного дисертаційна робота Мичуди Л.З. присвячена актуальній тематиці – розробці методів та засобів аналого-цифрового функціонального перетворення для розширення функціональних можливостей і підвищення точності та швидкодії.

Відзначу також, що дисертаційна робота виконувалась в межах трьох держбюджетних науково-дослідних робіт за планом Міністерства освіти і науки України, в яких Мичуда Л.З. була відповідальним виконавцем, зокрема: Держбюджетна тема «Проблемно-орієнтовані перетворювачі інформації» №д.р. 0102U001206; Держбюджетна тема «Теоретичні засади створення швидкодіючих проблемно-орієнтованих перетворювачів інформації» №д.р. 0104U002297; Держбюджетна тема «Розвиток теорії аналізу і синтезу проблемно-орієнтованих перетворювачів інформації» №д.р. 0106U001343.

Загальна характеристика дисертаційної роботи

Метою роботи є розроблення методологічних засад побудови, створення нових і вдосконалення відомих методів і засобів аналого–цифрового функціонального перетворення на комутованих конденсаторах для розширення функціональних можливостей і підвищення точності та швидкодії.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дисертації, мета та основні наукові завдання дослідження; висвітлюється зв'язок роботи з планами НДР;

визначається наукова новизна та практичне значення одержаних результатів; дається характеристика реалізації та впровадження положень роботи; подається інформація щодо апробації й публікації результатів дисертації, а також особистого вкладу здобувача у надрукованих працях.

У першому розділі дисертації детально розглянуто сучасний стан аналого-цифрових і функціональних перетворювачів, проаналізовано їх характеристики та запропоновано класифікацію АЦФП. Особливу увагу звернуто на властивості схем на комутованих конденсаторах.

На основі проведеного дослідження відомих технічних рішень АЦП і АЦФП обґрунтовано необхідність подальшого розвитку теорії та практики АЦФП, створення нових методів і принципів побудови АЦФП і здійснено постановку задач досліджень.

Другий розділ роботи присвячений проблемі розроблення методологічних засад створення нових методів і принципів побудови аналого-цифрових функціональних перетворювачів. В основу цих засад покладено поєднання структурних та алгоритмічних принципів підвищення точності та швидкодії аналого-цифрового перетворення на основі властивостей конденсаторних комірок.

Вперше запропоновано такі методи аналого-цифрового функціонального перетворення як метод багатофункціонального перетворення, метод логарифмування різниці двох напруг і новий метод перетворення зі змінною основою логарифма. Отримав подальший розвиток рекурентний метод аналого-цифрового функціонального перетворення. Запропоновано новий принцип побудови інтерполюючих логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів.

У третьому розділі розроблено алгоритми функціонування та методи комп'ютерного моделювання АЦФП, реалізованих на основі запропонованих методів. Розроблено математичні моделі, що дають змогу аналітично оцінити точність і швидкодію АЦФП на стадії їх проектування.

Четвертий розділ присвячений дослідженню впливу шумів і завад на аналого-цифрові функціональні перетворювачі на комутованих конденсаторах. Встановлено джерела шумів і розроблено математичні моделі, які дозволяють аналітично оцінити вплив шумів на різні класи АЦФП. Проведене моделювання впливу різних шумів на АЦФП на КК дало змогу виявити що домінуючий вплив мають тепловий і дробовий шуми. Флікер-шумом в більшості практичних застосувань можна знехтувати, оскільки АЦФП звичайно працюють на частотах понад 10 кГц.

Розроблено пристрій захисту АЦФП від періодичних завад, що має високий, до 114 дБ, ступінь придушення завад.

У п'ятому розділі проведено фізичне моделювання запропонованих методів аналого-цифрового функціонального перетворення. Створено нові структурні та функціональні схеми АЦФП, а саме: універсальний і покращений багатофункціональні аналого-цифрові перетворювачі, АЦФП для визначення логарифма різниці двох напруг, удосконалений рекурентний АЦФП, новий АЦФП із змінною основою логарифма, покращений інтерполюючий логарифмічний АЦП, новий логарифмічний АЦП з імпульсним від'ємним зворотним зв'язком. Наведено результати експериментальних досліджень АЦФП, які збігаються з результатами комп'ютерного моделювання, що підтверджує правильність зроблених у дисертації теоретичних висновків і положень.

Наведено результати впровадження розроблених методів і засобів аналого-цифрового функціонального перетворення у виробництво.

Новизна наукових положень, висновків і рекомендацій

Слід відзначити, що наукові результати дисертаційної роботи можна кваліфікувати як такі, що отримані вперше, і такі, що дістали подальший розвиток:

1. Вперше розроблено методологічні засади побудови АЦФП на комутованих конденсаторах, які поєднують структурні – шляхом зміни основи логарифмування і співвідношення ємностей, та алгоритмічні – шляхом вибору числа піддіапазонів перетворення, кількості та величини кроків на кожному з них, що відкриває нові можливості підвищення точності та швидкодії АЦФП.

2. Вперше розроблено метод багатофункціонального аналого-цифрового перетворення, який відрізняється паралельним в часі опитуванням усіх логарифматорів, що дало змогу звести час перетворення до часу перетворення одного з логарифматорів, а також в часі перетворення реалізувати: операції множення та ділення, степеневі функції або корені з високими показниками порядку одиниць – десятків.

3. Вперше запропоновано метод логарифмічного аналого-цифрового перетворення різниці двох вхідних напруг, який відрізняється паралельним у часі перетворенням напруги – зменшуваного шляхом перерозподілу заряду та напруги – від'ємника шляхом накопичення заряду у пасивній конденсаторній комірці, що дало змогу підвищити точність порівняно з традиційним підходом, коли спершу визначають різницю цих напруг, а потім її логарифмують.

4. Вперше запропоновано метод логарифмічного аналого-цифрового функціонального перетворення, який відрізняється тим, що на першому піддіапазоні значення компенсуючої напруги порівнюється зі значенням вхідної напруги, а на наступних – з мінімальним значенням компенсуючої напруги на попередньому піддіапазоні, що дало змогу спростити схемне рішення, зменшивши число запам'ятовуваних величин, та підвищити точність аналого-цифрових перетворювачів, що реалізовані на основі запропонованого методу.

5. Вдосконалено метод рекурентного функціонального аналого-цифрового перетворення, який відрізняється багатократним звертанням до еталону старшого розряду, що дало змогу суттєво зменшити кількість зразкових величин і підвищити швидкодію перетворення.

6. Запропоновано принцип дії інтерполюючих логарифмічних аналого-цифрових перетворювачів, який відрізняється застосуванням явища перерозподілу заряду на етапі грубого перетворення і явища накопичення заряду на етапі точного перетворення, що дало змогу спростити алгоритм і підвищити швидкодію перетворення внаслідок виключення необхідності відтворення на етапі грубого перетворення попереднього рівня компенсаційної напруги.

Обґрунтованість та достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій

Основні наукові результати відрізняються системністю, сформульовані у дисертації наукові положення, висновки та рекомендації є теоретично обґрунтовані, а їх достовірність підтверджується коректним використанням математичного апарату та збігом результатів комп'ютерного моделювання та експериментальних досліджень, а також – практичним використанням і патентами України та Польщі на винаходи.

Практична цінність дисертаційної роботи.

Теоретичні розробки, які запропоновані в дисертаційній роботі, доведені до практичного втілення розроблених АЦФП і в розробці відповідного прикладного програмного забезпечення.

Розроблено алгоритми і програмне забезпечення комп'ютерного моделювання АЦФП, що дає змогу прогнозувати характеристики та параметри АЦФП в процесі їх проектування.

– розроблено засоби аналого-цифрового функціонального перетворення, які перевершують відомі за функціональними можливостями, точністю та швидкодією;

– розроблені програми комп'ютерного моделювання для оцінки похибок і часу перетворення АЦФП;

– запропоновані математичні моделі дають змогу прогнозувати характеристики та параметри АЦФП на комутованих конденсаторах в процесі їх проектування;

– створено ряд нових структур АЦФП, які порівняно з відомими мають вищу точність і розширені функціональні можливості;

– розроблені моделі, що враховують види шумів, які діють на АЦФП, дають змогу оцінити спричинені шумами похибки;

– розроблено пристрій мінімізації впливу періодичної завади на роботу АЦФП для підвищення точності;

– дано рекомендації по схемній реалізації різних видів АЦФП на комутованих конденсаторах.

За участю Мичуди Л.З. розроблено та впроваджено низку нових аналого-цифрових функціональних перетворювачів на комутованих конденсаторах (НДР, що фінансувалися з 2002 р. по 2007 р. за рахунок держбюджету, а саме – Міністерства освіти і науки України):

1) Багатофункціональні АЦП (№ д.р. 0102U001206)

2) Швидкодіючі інтерполяційні ЛАЦП на комутованих конденсаторах (№ д.р. 0104U002297)

3) Швидкодіючі рекурентні ЛАЦП (№ д.р. 0104U002297)

4) Швидкодіючі аналого-цифрові багатофункціональні перетворювачі на комутованих конденсаторах (№ д.р. 0104U002297)

5) Багатоканальні ЛАЦП і ФАЦП на комутованих конденсаторах з розширеними функціональними можливостями (№ д.р. 0106U001343).

Запропоновані багатофункціональні та рекурентні АЦФП використано у розробках Львівського центру Інституту космічних досліджень НАН і ДКА України, зокрема, при розробці апаратури для космічних досліджень.

Використані у розробках пристрої захищені патентами України на винаходи.

Повнота викладення здобувачем основних результатів.

Матеріали дисертаційної роботи повністю викладено у 57-ми публікаціях: 4 статтях у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз (1 стаття у науковому періодичному виданні іншої держави, що входить до наукометричної бази Scopus, 1 статті у виданні, що входить до наукометричної бази Scopus, 2 статтях у виданнях, що входять до наукометричної бази Copernicus), 24 наукових

статтях у наукових фахових виданнях України, 16 матеріалах науково-технічних конференцій, 6 патентах та 2 заявках України на винаходи та 1 патенті Польщі на винахід.

Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації й автореферату.

Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаної літератури і додатків. Основний зміст викладено на 295 сторінках, з них 53 сторінки займають 14 таблиць і 132 рисунки. Список використаних джерел із 302 найменувань наведений на 36 сторінках, 4 додатки наведено на 108 сторінках.

Дисертаційну роботу написано грамотно, на належному стилістичному рівні. Застосована в роботі наукова термінологія є загальноновизнаною, стиль викладення результатів теоретичних і практичних досліджень, нових наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

Автореферат відповідає змісту дисертаційної роботи, написаний грамотно та з використанням сучасної наукової термінології.

Зміст автореферату відображає основні положення дисертації.

Оформлення дисертаційної роботи та автореферату в цілому відповідає вимогам державних стандартів і МОН України.

Зауваження до дисертаційної роботи:

1. У висновках, які описують наукову новизну та практичну цінність одержаних результатів, не наведені кількісні оцінки, що свідчили б про переваги запропонованого логарифмічного підходу до побудови аналого-цифрових перетворювачів.

2. Не зрозуміло, чим саме обґрунтовано, що багатфункціональний аналого-цифровий функціональний перетворювач має велику кількість входів від 5 до 10 в діапазоні від 1 мВ до 10 В.

3. На мою думку, дисертація набагато би виграла в науковому плані, якби була опублікована монографія, присвячена аналого-цифровим функціональним перетворювачам з використанням логарифмічного підходу, а також було б більше публікацій в наукометричних базах даних.

4. В п. 1.5 на рис. 11 наведена класифікація аналого-цифрових функціональних перетворювачів, побудованих на комутативних конденсаторах. Не зрозуміло, чому автор не виділив, до якого класу АЦПФ належать запропоновані в роботі як теоретичні, так і практичні рішення.

5. У п. 2.6 (стор. 123) запропоновано новий принцип побудови інтерполюючих цифрових перетворювачів, проте не вказано, яку саме інтерполяційну функцію використано (поліном Лагранжа, сплайн-функції чи метод скінчених різниць).

6. На рис. 3.1, 3.15, 3.38, 3.45, 3.61 наведені не алгоритми, а блок-схеми алгоритму багатофункціонального АЦФП, крім того, не зрозуміло як було порівняні похибки визначених напруг, одержаних шляхом моделювання і фізичного експерименту.

7. На скільки впливає округлення параметра ζ на точність визначення швидкодії запропонованих АЦФП.

8. Параметр ζ не є основою логарифму в класичному його визначенні. Крім того, не зрозуміло, що автор розуміє під поняттям «логарифмічна математика».

9. В підрозділі 4.4 описано розробку пристрою мінімізації завад у АЦФП на комутативних конденсаторах. Вважаю, що це невірне твердження, бо цей пристрій дозволяє лише зменшити вплив періодичних завад. Крім того, не зрозуміло як буде працювати пристрій в умовах дії імпульсних завад.

10. В підрозділі 5.3 наведено покращений рекурентний АЦФП і робиться висновок, що він кращий від аналогів по швидкодії та точності, проте не вказані конкретні цифрові значення цих переваг.

11. В дисертації і авторефераті зустрічається повторення тих самих формул. Наприклад, формула (1.1.) і (2.4) – це одна і та ж формула визначення параметра n . На багатьох рисунках, наприклад рис. 2.1, відсутні розмірності по осях.

Оцінка дисертації в цілому

Дисертаційна робота Мичуди Лесі Зиновіївни „Теорія та практика аналого-цифрових функціональних перетворювачів на комутованих конденсаторах” є завершеною науковою працею, в якій вирішена важлива науково-технічна проблема, що полягає у розробленні методологічних засад побудови, створенні нових методів, математичних моделей, алгоритмів і засобів на комутованих конденсаторах з метою розширення їх функціональних можливостей, підвищення точності та швидкодії.

Виконаний аналіз актуальності роботи, її наукової новизни та практичної цінності, обґрунтованості та достовірності наукових положень і рекомендацій, перспектив застосування запропонованих технічних рішень, а також повноти викладу отриманих результатів в опублікованих працях та їх апробація дозволяє

зробити висновок, що дисертація Мичуди Лесі Зиновіївни відповідає вимогам щодо докторських дисертацій, зокрема пп. 9, 10, 12 „Порядку присудження наукових ступенів”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №567 від 24.07.2013 р. (зі змінами), а її автор - Мичуда Леся Зиновіївна заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент, завідувач
відділу методів і систем дистанційного
зондування, Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАН України
доктор технічних наук, професор

 Б.П. Русин

Підпис д.т.н., проф. Русина Б.П. засвідчую.
Учений секретар Фізико-механічного інституту
ім. Г.В. Карпенка НАН України
к.т.н., ст.н.с.





В.В. Корній