

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

АРХИПЧУК ОЛЕКСАНДР АНАТОЛІЙОВИЧ



УДК 618.3

**ВИСОКОТОЧНІ ПОРОЗРЯДНІ АЦП, ЩО САМОКАЛІБРУЮТЬСЯ,
З ВАГОВОЮ НАДЛИШКОВІСТЮ ДЛЯ СИСТЕМ ЦИФРОВОЇ
РЕЄСТРАЦІЇ І ОБРОБЛЕННЯ АНАЛОГОВИХ СИГНАЛІВ**

Спеціальність 05.13.05 – Елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем
керування

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Вінниця – 2004

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Вінницькому національному технічному університеті Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник:

доктор технічних наук, професор
Азаров Олексій Дмитрович,
Вінницький національний технічний університет,
завідувач кафедри обчислювальної техніки

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, с.н.с. Багацький Валентин Олексійович, Інститут кібернетики ім. В.М. Глушкова Національної академії наук України (м. Київ), провідний науковий співробітник відділу перетворювачів форми інформації

кандидат технічних наук Мичуда Леся Зиновіївна, Національний університет „Львівська політехніка” (м. Львів), доцент кафедри автоматизації теплових та хімічних процесів

Провідна установа:

Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, кафедра автоматизації експериментальних досліджень, Міністерство освіти і науки України, м. Київ

Захист відбудеться „01” 10 2004 р. о 9⁵⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 05.052.01 у Вінницькому національному технічному університеті за адресою: 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Вінницького національного технічного університету за адресою: 21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.

Автореферат розіслано „20” 08 2004 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради



Захарченко С.М.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Актуальність теми. Використання цифрової техніки відкриває принципово нові можливості у різноманітних галузях людської діяльності. Цифрові технології все більше поширюються у побуті: зокрема для оброблення аудіо та відео інформації, в контролерах технічних систем, телефонії, вимірювальних приладах та інших. Вказані пристрої та системи працюють із зовнішнім світом, в якому вся інформація відображується в аналоговій формі. Тому виникає потреба у використанні аналого-цифрових перетворювачів (АЦП) та цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП), які утворюють групу перетворювачів форми інформації (ПФІ). При цьому гостро постає питання точності та швидкості цього перетворення.

АЦП та ЦАП часто використовуються в комплексі з ЦЕОМ у складі різних систем. У даному випадку АЦП та ЦАП розглядаються як системні перетворювачі інформації (СПІ). У свою чергу СПІ виконують роль аналого-цифрових підсистем, котрі залежно від призначення систем реалізують функції аналого-цифрових контролерів, аналого-цифрових інтерфейсів, аналого-цифрових спецпроцесорів, підсистем тестування, випробувань та регулювання параметрів та характеристик виробів, збирання та оброблення вимірювальної інформації, аналізу та синтезу сигналів та ін. Найбільші вимоги висуваються до характеристик і параметрів СПІ, що входять до складу інформаційно-вимірювальних систем. У першу чергу це точність та швидкодія. Вдосконалення вказаних характеристик є центральним напрямком досліджень у галузі отримання, перетворення та оброблення аналогових сигналів. Переважна більшість сучасних високоточних порозрядних АЦП системного застосування використовує структурно-алгоритмічні методи покращення метрологічних характеристик. Більшість з цих методів дозволяє покращувати показники або лише точності перетворення, або лише швидкодії. Використання ж вагової надлишковості у формі надлишкових позиційних систем числення (НПСЧ) дозволяє комплексно вирішувати питання як підвищення точності, так і швидкодії.

Водночас, існує багато варіантів реалізації паралельних ЦАП, які основною складовою частиною порозрядного АЦП: на резистивних матрицях, на джерелах струму, на конденсаторних матрицях з накопиченням або перерозподілом заряду та ін. Відповідно відрізняються і шляхи калібрування. До цього часу досліджувались методи покращення характеристик для окремих типів ЦАП. Тому **актуальною є задача** дослідження методів підвищення точності АЦП порозрядного врівноваження з узагальненим типом ЦАП, а також використання статистичного аналізу для оцінювання результативності й ефективності цих методів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження, результати яких наведено в цій дисертаційній роботі, проводились здобувачем протягом 2000-2004 років згідно з науковим напрямком кафедри обчислювальної техніки Вінницького національного технічного університету, а також як виконавцем у рамках науково-дослідних програм „Дослідження принципів використання інформаційної надлишковості для підвищення точності

та швидкості аналого-цифрового перетворення” №58-Д-201 (номер держ. реєстрації 0199U003435) та „Розробка теорії вискоефективних вимірювальних та обчислювальних засобів на базі надлишкових позиційних систем числення” №58-Д-247 (номер держ. реєстрації 0102U002265).

Мета і задачі дослідження.

Метою дослідження є підвищення точності аналого-цифрових перетворювачів порозрядного наближення, побудованих з використанням низькоточного компенсуючого ЦАП на основі інформаційно-вагової надлишковості, шляхом самокалібрування ваг розрядів.

Об’єкт дослідження – вплив інструментальних і методичних похибок в порозрядних АЦП з ваговою надлишковістю на підсумкову похибку перетворення як під час самокалібрування так і безпосереднього виконання основної функції, що породжує проблему підвищення точності.

Предмет дослідження – високоточні порозрядні АЦП з ваговою надлишковістю, що самокалібруються, побудовані на низькоточних аналогових вузлах і блоках, з використанням компенсуючих ЦАП, принцип побудови яких передбачає як безпосередній, так і приведений баланс інструментальних похибок.

Методи дослідження – базуються на використанні: теорії АЦ-перетворення для аналізу шляхів підвищення точності порозрядних АЦП, що самокалібрується; теорії похибок для розроблення моделей статичних похибок; комп’ютерному моделюванні для аналізу процесу А-Ц перетворення, зокрема, самокалібрування ваг розрядів й оцінювання рівня інструментальних і методичних похибок, а також для перевірки отриманих теоретичних положень; евристичний синтез – для розробки структур порозрядних АЦП системного застосування, що самокалібруються.

Задачі дослідження:

1. Аналіз існуючих методів підвищення точності порозрядних АЦП, у тому числі середньої та підвищеної швидкодії, побудованих на низькоточній елементній базі, а також визначення перспективних напрямків і задач дослідження для подальшого розвитку методів підвищення точності.
2. Вдосконалення існуючих методів підвищення точності порозрядних АЦП, побудованих на низькоточній елементній базі, шляхом цифрового самокалібрування ваг розрядів з використанням стратегій „знизу-догори” та „згори-донизу” за рахунок уведення в компенсуючий ЦАП інформаційно-вагової надлишковості.
3. Вдосконалення математичних моделей аналого-цифрових перетворювачів для аналізу (в тому числі статистичного) похибок, що виникають як під час виконання основної функції, так і під час самокалібрування ваг розрядів, за умови, що принцип побудови компенсуючого ЦАП передбачає як безпосередній, так і приведений баланс інструментальних похибок.
4. Отримання аналітичних залежностей, що описують процес накопичення методичних похибок, які виникають під час самокалібрування ваг розрядів АЦП, для подальшого оцінювання цих похибок, зокрема, шляхом статистичного аналізу, та пошуку шляхів зменшення їхнього значення.
5. Оцінювання ефективності процедур самокалібрування ваг розрядів з

використанням критеріїв, отриманих на основі статистичного аналізу, та розробка рекомендацій для вибору оптимальних параметрів процедури самокалібрування, що забезпечують мінімальне значення підсумкової похибки перетворення.

6. Розробка методик евристичного синтезу структур високоточних порозрядних АЦП з ваговою надлишковістю, що самокалібруються, побудованих на неточній елементній базі і реалізованій за спрощеною технологією.

7. Розробка рекомендацій щодо використання високоточних порозрядних АЦП, що самокалібруються, із ваговою надлишковістю в системах цифрової ресстрації та оброблення аналогових сигналів, похибки яких не залежать від змінення умов навколишнього середовища, а також протягом усього циклу експлуатації.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Дістали подальшого розвитку методи підвищення точності порозрядних АЦП на основі інформаційно-вагової надлишковості, побудованих на низькоточній елементній базі і виготовлених за спрощеною технологією, шляхом цифрового калібрування ваг розрядів, для випадків, коли принцип побудови компенсуючого ЦАП передбачає як безпосередній, так і приведений баланс інструментальних похибок.

2. Вдосконалено математичні моделі АЦП таким чином, щоб вони враховували методичні похибки, що виникають під час самокалібрування ваг розрядів за стратегіями „знизу-догори” та „згори-донизу”, на основі цих моделей отримано статистичні розподіли як методичних похибок самокалібрування, так і підсумкових похибок перетворення.

3. Уперше показано, що методичні похибки самокалібрування та підсумкові похибки мають нормальний закон розподілу, що дозволяє оцінювати їх значення за допомогою математичного сподівання та середньоквадратичного відхилення. Така оцінка доводить, що підсумкові похибки АЦП, що самокалібруються, можуть бути набагато менші (один-три порядки) за первинні похибки елементної бази.

4. Уперше отримано аналітичні вирази, що дозволяють визначити оптимальну кількість „точних” розрядів для процедур самокалібрування за стратегіями „знизу-догори” та „згори-донизу”, що дозволяє підвищувати ефективність процедури самокалібрування завдяки зменшенню підсумкової похибки аналого-цифрового перетворення.

Наукове значення роботи:

1. Отримані нові наукові результати є внеском у подальший розвиток теорії аналого-цифрового перетворення на основі надлишкових позиційних систем числення і дозволяють створювати високоточні швидкодіючі АЦП порозрядного врівноваження, побудовані на неточних аналогових вузлах, реалізованих за спрощеною технологією, з ефективнішими результатами самокалібрування ваг розрядів.

2. Отримані наукові результати також є внеском у розвиток теорії цифрових систем ресстрації та оброблення аналогових сигналів, оскільки доводять, що використання розглянутих порозрядних АЦП дозволяє також підвищувати точність вказаних систем шляхом коригування статичних похибок, що виникають у трактах вимірювання або перетворення аналогових сигналів.

Практичне значення одержаних результатів:

1. Розроблено рекомендації щодо проектування високоточних пристроїв порозрядного аналого-цифрового перетворення за спрощеною технологією виготовлення аналогових вузлів та блоків, причому, якщо процедуру самокалібрування здійснювати періодично, то точність перетворення таких АЦП практично не буде залежати від змінення умов навколишнього середовища та протягом усього терміну експлуатації.

2. Запропоновано методики евристичного синтезу структур високоточних АЦП, що самокалібруються, реалізованих на неточній елементній базі, на основі надлишкових позиційних систем числення, за умови, що специфіка побудови компенсуючого ЦАП передбачає як безпосередній, так і приведений баланс інструментальних похибок.

3. Розроблено рекомендації з проектування та використання високоточних порозрядних АЦП з ваговою надлишковістю, у системах цифрової реєстрації та обробляння аналогових сигналів, похибки яких не змінюються при роботі у важких умовах (змінення умов навколишнього середовища, зокрема, температури, тиску) та протягом усього циклу експлуатації.

4. Розроблено програмні засоби для моделювання порозрядного аналого-цифрового перетворення, під час проектування високоточних АЦП системного застосування, реалізованого на низькоточних аналогових вузлах та блоках. При цьому можна оцінити значення похибок і самокалібрування, і основного перетворення, з можливістю змінювання параметрів АЦП, робота якого моделюється, зокрема: з урахуванням специфіки побудови компенсуючого ЦАП (з безпосереднім або з приведеним балансом інструментальних похибок), кількості розрядів, допуску на відхилення ваг розрядів, закону розподілу відхилень ваг розрядів, основи системи числення, виду процедури самокалібрування, а також здійснювати статистичний аналіз отриманих результатів.

Практичні результати дисертаційних досліджень впроваджено в Інституті електроніки і зв'язку Української академії наук національного прогресу та на Інноваційно-впроваджувальному підприємстві „Інновінн”, а теоретичні положення роботи використовуються у навчальному процесі кафедри обчислювальної техніки Вінницького державного технічного університету. Впровадження результатів дослідження підтверджено відповідними актами.

Особистий внесок здобувача. В роботах, опублікованих у співавторстві і наведених у списку опублікованих праць за темою дисертації, здобувачу належать такі ідеї і розробки:

1. Розроблено математичну модель порозрядного АЦП, що самокалібрується за стратегією „знизу-догори”, та комп'ютерну програму для моделювання процесу самокалібрування.

2. Досліджено процес виникнення та накопичення методичних похибок самокалібрування.

3. Запропоновано рекомендації, щодо використання допоміжних аналогових сигналів

4. Розроблено математичну модель порозрядного АЦП, що самокалібрується за стратегією „згори-донизу”, та комп'ютерну програму для моделювання процесу самокалібрування.

5. Проведено статистичне дослідження похибок самокалібрування, в тому числі методичних, в наслідок чого показано, що похибки мають нормальний закон розподілу, що в свою чергу дозволяє оцінювати ефективність самокалібрування за параметрами цього розподілу (математичне сподівання та середньо квадратичне відхилення).

6. Виведено аналітичні залежності, які дозволяють визначити оптимальну для підвищення точності параметри процедур самокалібрування, як для методів „знизу-догори”, так і для „згори-донизу”.

Апробації результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи було відображено у доповідях на:

1. Міжнародній науково-технічній конференції “Optoelectronic Information Technologies 2000” (Вінниця, 2000 р.);

2. Дев'ятій міжнародній науково-технічній конференції „Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах” (ВОГТП9-2002) (Хмельницький, 2002 р.);

3. Міжнародній науково-технічній конференції “Приборостроение - 2002” (Алупка, 2002 р.);

4. VIII міжнародній науково-технічній конференції "Контроль і управління в складних системах" (КУСС-2003) (Вінниця, 2003 р.);

5. Щорічних науково-технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників і студентів Вінницького державного технічного університету за участю інженерно-технічних працівників міста Вінниці та області (Вінниця, 2000-2004 рр.).

Публікації. За підсумками наукових досліджень опубліковано 10 наукових праць, зокрема, 5 статей у наукових журналах, що входять до переліку періодичних фахових видань затверджених ВАК України, 1 патент на винахід, 4 публікації у наукових збірках і матеріалах конференцій.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та трьох додатків. Повний обсяг дисертації 172 сторінки, в яких основний зміст викладено на 135 сторінках друкованого тексту, містить 61 рисунок та 7 таблиць. Список використаних джерел складається з 164 найменувань.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, зазначено зв'язок з науковими програмами, планами та темами, сформульовано мету та задачі дослідження. Також охарактеризовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів, наведено інформацію про впровадження результатів роботи, їх апробацію та публікації.

В першому розділі проведено огляд та аналіз існуючих схемотехнічних та технологічних методів підвищення точності АЦП порозрядного наближення. Показано, що застосування лише цих методів не дозволяє досягти довгострокової точності перетворювача на рівні більше ніж 14 розрядів. До того ж використання цих методів вимагає значних фінансових витрат, що призводить до збільшення

елементній базі і реалізованій за спрощеною технологією, враховуючи різні типи компенсуючого ЦАП. Використання цих методик дозволяє проектувати структури АЦП в яких підсумкова похибка перетворення матиме мінімальний рівень.

5. Подальшого розвитку дістали рекомендації щодо використання високоточних порозрядних АЦП, що самокалібруються, із ваговою надлишковістю в системах вимірювання та цифрової реєстрації аналогових сигналів, похибки яких не залежать від змін умов навколишнього середовища, а також не перевищують заданого значення протягом усього циклу експлуатації. Вказаний підхід дозволяє також створювати вказані високоточні системи на низькоточних елементах.
6. На основі отриманих математичних моделей створено програмні засоби для комп'ютерного моделювання процесу аналого-цифрового перетворення, аналізу інструментальних похибок перетворення, процесу накопичення методичних похибок самокалібрування ваг розрядів для вказаного класу пристроїв, а також оцінювання підсумкових та методичних похибок аналого-цифрового перетворення з можливістю змінювати параметри АЦП та процедури самокалібрування. Програма може використовуватися під час проектування вказаних пристроїв, а також дозволяє спрогнозувати показники точності АЦП, що проектується. За допомогою цієї програми було підтверджено достовірність отриманих теоретичних положень.
7. Результати виконаних досліджень впроваджено в Інституті електроніки та зв'язку Української академії наук національного прогресу при проектуванні перспективних моделей аналого-цифрового модему для організації радіорелейного цифрового зв'язку для високоякісного передавання звукових сигналів, що входять до складу цифрових радіорелейних станцій „Еврика”, в Інноваційно впроваджувальному підприємстві „Інновін” у вимірювальні тракти систем „Ваговимірювального терміналу”, що проектується, а також у навчальний процес у Вінницькому національному технічному університеті на кафедрі обчислювальної техніки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Азаров О.Д., Захарченко С.М., Архипчук О.А. Новий метод зменшення методичної похибки самокалібровки АЦП на основі надлишкових позиційних систем числення // Реєстрація, зберігання і обробка даних. – 2001. – том 3, №2. – С.78-83.
2. Азаров О.Д., Захарченко С.М., Архипчук О.А. Метод самокалібрування похибок порозрядних АЦП з ваговою надлишковістю // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2002. – №6. – С.5-8.
3. Азаров О.Д., Захарченко С.М., Архипчук О.А. Статичні похибки самокаліброваних АЦП порозрядного врівноваження з ваговою надлишковістю // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. – 2003. – випуск 58. – С.6-12.
4. Азаров О.Д., Захарченко С.М., Архипчук О.А. АЦП порозрядного

- врівноваження з самокалібруванням за стратегією „згори-донизу” // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2003. – №6. – С.41-45.
5. Азаров О.Д., Архипчук О.А. Параметричний синтез точностних характеристик самокаліброваних АЦП // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. – 2004. – випуск 74. – С.409-415.
6. Пат. №53090А України, 7 Н03М1/42. Спосіб аналого-цифрового перетворення / О.Д. Азаров, О.А. Архипчук, С.М. Захарченко (Україна). - №2002031816; Заявл. 05.03.2002; Опубл. 15.01.2003, Бюл. №1.
7. A.Azarov, S.Zakharchenko, A.Arkhynchuk New method of reduction of a methodical error of self-calibration for ADC on the basis of redundant positional number systems // Optoelectronic Information Technologies. – 2000. – Vol. 4425. – P.22-26.
8. Азаров О.Д., Захарченко С.М., Архипчук О.А. Зменшення методичної похибки самокалібрування АЦП на основі надлишкових позиційних систем числення // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Збірник наукових праць . – Хмельницький: ТУП. – 2002. – Випуск №9 том 2. – С.24-28.
9. Азаров О.Д., Захарченко С.М., Архипчук О.А. Калібрування похибок АЦП з ваговою надлишковістю за стратегією „згори-донизу” //Збірник праць міжнародної НТК „Приборостроение - 2002” – Алупка. – 2002р. – С.12-15.
10. Азаров О.Д., Захарченко С.М., Архипчук О.А. АЦП порозрядного врівноваження з самокалібруванням за стратегією „згори-донизу” // Тези доповідей VII міжнародної науково-технічної конференції „Контроль і управління в складних системах” (КУСС-2003) – м. Вінниця, 8-11 жовтня 2003р. – С.101.

АНОТАЦІЇ

Архипчук О.А. Високоточні порозрядні АЦП, що самокалібруються, з ваговою надлишковістю для систем цифрової реєстрації і оброблення аналогових сигналів. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування. – Вінницький національний технічний університет, Вінниця, 2004.

Дисертація є подальшим розвитком теорії аналого-цифрового перетворення на основі надлишкових позиційних систем числення і присвячена дослідженню методів самокалібрування високоточних порозрядних АЦП, побудованих на неточній елементній базі. Показано, що всі паралельні ЦАП, що використовуються в порозрядних АЦП, діляться на ЦАП з безпосереднім балансом похибок та ЦАП з приведеним балансом похибок. Досліджено та вдосконалено методи самокалібрування ваг розрядів за стратегіями „знизу-догори” та „згори-донизу”. Доведено, що похибки врівноваження, після самокалібрування мають нормальний закон розподілу. Виведені аналітичні залежності, що дозволяють визначити оптимальні, з точки зору точності, параметри процедури самокалібрування. Запропоновано методику евристичного синтезу структур порозрядних АЦП, що самокалібруються.

Ключові слова: порозрядне аналого-цифрове перетворення,

самокалібрування, інформаційна надлишковість, нелінійність.

Архипчук А.А. Высокоточные поразрядные самокалибрующиеся АЦП с весовой избыточностью для систем цифровой регистрации и обработки аналоговых сигналов. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.05 – элементы и устройства вычислительной техники и систем управления. – Винницкий национальный технический университет, Винница, 2004.

Диссертация является дальнейшим развитием теории аналого-цифрового преобразования на основе избыточных позиционных систем счисления и посвящена исследованию методов самокалибровки высокоточных поразрядных АЦП, построенных на неточной элементной базе.

Обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы цели и задачи исследований, научная новизна и практическая ценность работы; представлены сведения об апробации, публикациях и реализации работы.

В работе выполнен анализ существующих методов повышения точности аналого-цифровых преобразователей. Предложено условно делить все параллельные ЦАП, используемые в поразрядных АЦП, на ЦАП с непосредственным балансом погрешностей и ЦАП с приведённым балансом погрешностей. Получили дальнейшее развитие методы уменьшения погрешности аналого-цифрового преобразования в АЦП с весовой избыточностью, построенных с использованием низкоточных аналоговых узлов. Исследованы и улучшены методы самокалибровки весов разрядов по стратегии „снизу-вверх” та „сверху-вниз”. Показано, что погрешности уравнивания после самокалибровки имеют нормальный закон распределения, что позволяет оценивать эффективность процедур самокалибровки, используя параметры распределения (математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение), а также повышать точность АЦП путём усреднения результатов нескольких самокалибровок. Выведены аналитические зависимости, которые позволяют определить оптимальные, с точки зрения точности, параметры процедуры самокалибровки. Предложены варианты уменьшения времени самокалибровки. Разработаны методики эвристического синтеза структур поразрядных самокалиброванных АЦП для стратегий „снизу-вверх” и „сверху-вниз”, при этом задаются оптимальные параметры для повышения точности. Представлены рекомендации по проектированию и использованию высокоточных поразрядных самокалиброванных АЦП в системах цифровой регистрации и обработки аналоговых сигналов.

Усовершенствованы математические модели, реализующие рассматриваемые методы самокалибровки, учтена специфика построения компенсирующего ЦАП (с непосредственным и приведенным балансом погрешностей). На основе полученных математических моделей созданы программные средства для компьютерного моделирования процесса аналого-цифрового преобразования и анализа возникающих погрешностей.

Методы и программные средства прошли промышленную апробацию в

внедрены на предприятиях.

Ключевые слова: поразрядное аналого-цифровое преобразование, самокалибровка, информационная избыточность, нелинейность.

Olexandr A. Arkhipchuk. High-precision successive approximation self-calibration ADC with weight redundancy for the systems of digital recording and processing of analogue signals. – Manuscript.

The dissertation for the Degree of Candidate of Technical Sciences, field 05.13.05 – Elements and Devices of Computer Facilities and Control Systems. – Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, 2004.

The dissertation presents further development of the theory of analog-to-digit conversion on the basis of redundant position number system. The methods of self-calibration of high-precision successive approximation ADC built on inaccurate elements are considered. It was shown, that all parallel DAC, used in successive approximation ADC, are divided into DAC with direct error balance and DAC with adjusted error balance. The methods of self-calibration of digit weights by “bottom-to-top” and “top-to bottom” strategies are developed. The conversion errors are proved to have normal distribution after self-calibration. The analytical dependences to determine optimal parameters of self-calibration procedure providing minimal errors are derived. The principles of heuristic synthesis of successive approximation self-calibration ADC structures are proposed.

Key words: successive approximation analog-to-digit conversion, self-calibration, information redundancy, non-linearity.

Підписано до друку 18.08.2004 р. Формат 29.7×42 1/4
Наклад 100 прим. Зам. № 2004-133
Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95. Тел.: 44-01-59