

Створення та впровадження серії прецизійних широкосмугових системно орієнтованих мультиметрів напруги змінного струму.

Создание и внедрение серии прецизионных широкополосных системно ориентированных мультиметров напряжения переменного тока.

Development and implementation of series of precision wideband system oriented AC voltage multimeter.

- 1. Номер державної реєстрації теми - 0113U000996, НТУУ «КПІ» - 2658-п.**
- 2. Науковий керівник -** д.т.н., проф. Туз Ю.М., Туз Ю.М., Tuz Yu.M.
- 3. Суть розробки, основні результати.**
(укр.)

Вимірювання електричної напруги змінного струму є найбільш поширеною задачею вимірювання електричних величин. Аналіз технічних даних мультиметрів змінного струму показує, що висока точність досягнута в вузькому діапазоні частот в той час, як необхідність підвищення точності не тільки в звуковому, ай в короткому та ультракороткому діапазоні частот. Тому в роботі для підвищення точності були запропоновані методи по елементної активності і мультиплікативної корекції похибок. Для цього вимірювальний канал розбивається на функціональні блоки, кожний з яких доповнюється зворотною ланкою і допоміжною системою вимірювання проводяться так, що спочатку відбувається перетворення вхідного сигналу основною і допоміжними системами разом з передвключеними блоками основної системи. За умовами налагодження допоміжні системи, з передвключеними блоками основної системи, повинні мати такий самий коефіцієнт перетворення, як і основна система. Потім відбувається перетворення вимірюваної величини блоками допоміжних систем з передвключеними блоками основної з послідовно включеними зворотними ланками кожного блока основної системи. При алгоритми адитивної поелементної корекції результат знаходиться як різниця, а при алгоритмі поелементної мультиактивної корекції як частка вищезазначених результатів. Адитивна корекція більш ефективна при малих мультиплікативних похибках, в проекті запропонованого об'єднання обох видів корекції внаслідок чого відбувається корекція як адитивних, так і мультиплікативних похибок і розширення частотного діапазону на порядок. Також запропоновано нове апроксимуюче вагове вікно при цифровій обробці вибірок миттєвих значень для отримання інтегральних характеристик сигналів таких, як середніх, середньо квадратичне значення сигналів, потужність та спектральні складові. Розвинута методика та практична реалізація.

(рос.)

Измерение электрического напряжения переменного тока является наиболее распространённой задачей измерения электрических величин. Анализ технических данных мультиметров переменного тока показывает, что высокая точность достигнута в узком диапазоне частот а то время как необходимость повышения точности не только в звуковом, но и в коротком и в ультразвуковом диапазоне частот. Поэтому в работе для повышения точности были предложены методы поэлементной аддитивной и мультипликативной коррекции ошибок. Для этого измерительный канал разбивается на функциональные блоки, каждый из которых дополняется обратной цепью и дополнительной системой измерения и проводятся так, что сначала происходит преобразование входящего сигнала основной и вспомогательной системами вместе с предвключенными блоками основной системы. При условии настройки вспомогательной системы с предвключенными блоками, основная система должна иметь такой же коэффициент превращения как и основная система. Затем происходит превращение измеряемой величины блоками вспомогательных систем с предвключенными блоками основной системы с последовательно включёнными обратными цепями каждого блока основной системы. При алгоритме аддитивной поэлементной коррекции результат находится как разница, а при алгоритме поэлементной мультипликативной коррекции –

как часть вышеизложенных результатов. Аддитивная коррекция более эффективна при малых мультипликативных ошибках, а мультипликативная – при малых аддитивных ошибках. В проекте предложено объединение двух видов коррекции вследствие чего происходит коррекция как аддитивных, так и мультипликативных ошибок и расширения частотного диапазона на порядок. Так же предложено новое аппроксимирующее весовое окно при цифровой обработке выборок мгновенных значений для получения интегральных характеристик сигналов таких как среднее, средне выпрямленное, среднеквадратическое значение сигналов мощности на спектральные составляющие. Разработанная методика и практическая реализация.

(англ.)

AC voltage measurement is the most common problem in electrical quantities measurement. The AC multimeters performance analysis shows that high accuracy is achieved in a narrow band of frequencies while there is a need to improve the accuracy not only in the sound but also in the short and in the ultrasonic frequency range. Therefore, element wise additive and multiplicative error correction technique to improve the accuracy was proposed. For this purpose, measurement channel is divided into functional blocks, each of which is complemented by a feedback circuit and a backup system. Measurements are carried out in the following way: the first input signal is converted by the main and backup systems together with upstream blocks of the main system. Backup systems with upstream blocks of the main system must have the same transformation ratio as the main system. Then the measured quantity is transformed by blocks of the backup systems with upstream blocks of the main system with chain connection of feedback circuit of each unit of the main system. The result is valued as a difference when using the element wise additive correction algorithm, and as apart of the above results when using the element wise multiplicative correction algorithm. The additive correction is more effective with small multiplicative errors. In the project the combination of two techniques is proposed in order to extend the frequency range by an order. The new approximating weight window was proposed for digital processing samples of instantaneous values for integral signal characteristics such as average, root-mean-square value, signal power, spectral components. The developed methodology and practical implementation.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

- Патент на корисну модель № 93323. Спосіб вимірювання просторово-часових характеристик лінійних фазованих антенних решіток п'єзоелектричних перетворювачів на основі принципу суперпозиції / Красковський О.П., Мосолаб О.О. – опубл. 25.09.14.
- Патент на корисну модель. Ватметр змінного струму / Туз Ю.М., Вдовиченко А.В., Артюхова Ю.В., Архіпова А.О. Заявка № 201314923.
- Патент на корисну модель. Ватметр змінного струму / Туз Ю.М., Архіпова А.О. Заявка № 201314921.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Найкращими світовими зразками є мультиметри фірми Agilent 3458 A, Keithley 2002, Fluke8508 A, в яких похибка при вимірюванні напруги змінного струму становить 0,01 % в діапазоні частот до 1 кГц, 0,02 % до 30 кГц відповідно. В запропонованому в проекті мультиметрі похибка 0,01 % в діапазоні до 100 кГц і більше широким діапазоні, крім того розширені функціональні можливості завдяки введенню опції вимірювання активної потужності в тому числі сильно спотворених сигналах без похибки від власного споживання.

Таким чином застосування структурно алгоритмічних методів дозволило покращити технічні характеристики при вимірюванні на змінному струмі порівняно з провідними зарубіжними аналогами.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

Економічна привабливість проекту полягає в появі більш досконалого засобу вимірювання, який може замінити робочий еталон напруги змінного струму. Порівняно з робочими, еталоном розроблений прилад більш продуктивний і не вимагає дорогого обладнання високоточних калібраторів тому, що методика звірення передбачає

підключення повіряє мого і зразкового засобу вимірювання, а вимоги до джерела сигналу в цьому випадку мінімальні.

7. Потенційні користувачі (галузі, міністерства, підприємства, організації).

Потенціальними користувачами розробленого мультиметра можуть бути центри метрології стандартизації і сертифікації Держспоживстандарту України, якій підпорядкований Мінекономіки, галузеві метрологічні центри, повірочні лабораторії підприємств і акредитаційні лабораторії, метрологічний центр Міністерства оборони України і територіальні метрологічні служби та служби за родами військ Воєнстандарту України.

8. Стан готовності розробки

Розроблені макетні зразки окремих блоків, запропоновані методи досліджень та метрологічної атестації.

9. Існуючі результати впровадження

Результати роботи впроваджені при модернізації приладу Ф5053 на підприємстві «Росток–прилад лтд» та в пристрої керування роботою станків з числовим програмним управлінням ВС 5051 на тому ж підприємстві.

10. Назва організації, телефон, E-mail

НТУУ"КПІ", НДІ автоматизації експериментальних досліджень,
454-98-93, tuz@aer.ntu-kpi.kiev.ua



Зовнішній вигляд вольтметра
середніх значень Ф5053



Зовнішній вигляд пристрою BC5155

11. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання розробки

1. Туз Ю.М. Автоматизація сигналу вимірювальних пристроїв; монографія / Ю.М. Туз, Ю.С. Шумков, О.В.Козир / за заг. Редакцією Ю.М.Туза. К: Корнійчук, 2014 172 с. бібліог. : с.172.
2. Трофіменко С.О. Підвищення завадо захищеності та завадо стійкості при повірці засобів вимірювання електричних та магнітних величин. 26.03.13., 05.01.02.
3. Красковський О.П. Ультрозвуковіфазовані решітки з підвищеною роздільною здатністю систем неруйнівного контролю виробів з металів. 05.11.13. 22.10.13