

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА РАДІОВИМІРЮВАНЬ

УДК 621.317

ІНТЕРФЕЙС МАГНІТОРЕЗИСТИВНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Витяганець А. І.

Вступ. Постановка задачі

Засоби вимірювання активної потужності на низьких і середніх частотах в режимі "IN SITU" за принципом роботи чутливого елемента можна класифікувати на: помножувачі миттєвих значень напруг і струмів з усередненням добутку, електродинамічні і феродинамічні ватметри, ватметри з перетворювачами Хола, магніторезистивні вимірювальні перетворювачі. Аналіз цієї проблеми та класифікація засобів вимірювання була розглянута в роботі [1].

Найбільш перспективними засобами для вимірювання активної потужності є магніторезистивні перетворювачі електромагнітної енергії, основані на гальваноманітних явищах у тонких феромагнітних плівках із пермагнітних структур, які в порівнянні з напівпровідниковими структурами мають більше співвідношення сигнал/завада (на 5 порядків) та відсутність випрямлення сигналів на контактах, що є підставою для вибору магніторезистивного перетворювача для подальшого дослідження.

Метою статті є розгляд створеного інтерфейсу магніторезистивного перетворювача і аналіз результатів статистичної обробки багаторазового вимірювання активної потужності.

Основна частина

Чутливий елемент магніторезистивного перетворювача, рис. 1, складається з двох симетричних петлеподібних ортогональних гілок, елементи яких з'єднані послідовно, що виготовлені електронним напилюванням магніторезистивного ($80Ni20Fe$) і провідникового (Cu) матеріалів на діелектричну підкладку з наступним багатозаровим процесом мікролітографії.

Вимірювальний перетворювач має два незалежних входи: електричний вхід, який пов'язаний з напругою, прикладеною до перетворювача і магнітний вхід, що пов'язаний зі струмом, який протікає у лінії передачі. Вихідний сигнал з перетворювача при цьому

$$U_0 = \operatorname{Re}(k_U k_I^* U I^*) = k_P U I \cos \varphi_{UI}, \text{ якщо } k_U k_I^* \in \operatorname{Re},$$

де k_U – комплексний коефіцієнт пропорційності між напругою в лінії передачі U і вхідною напругою на перетворювачі V ; k_I – комплексний коефіцієнт пропорційності між струмом в лінії передачі I і магнітним полем

h провідника зі струмом; k_p – коефіцієнт перетворення магніторезистивного перетворювача; Φ_{UI} – зсув фаз між струмом і напругою у лінії передачі. При створенні ватметра, плівку підключають до електричної мережі і розміщують у магнітному полі провідника зі струмом. Основні параметри і характеристики вимірювального перетворювача наведено у [2].

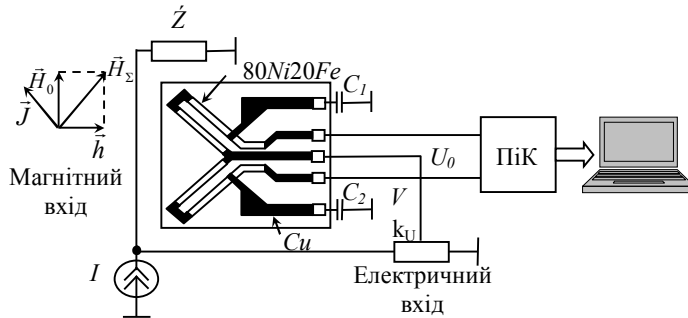


Рис. 1

Схема ввімкнення магніторезистивного перетворювача активної потужності показана на рис. 1. Вихідний сигнал з чутливого елемента перетворювача подається на схему двокаскадного операційного підсилювача і контролера ПіК. В основі контролера використаний 8-

розрядний мікропроцесор Atmega 16 з кроком вимірювання постійної напруги 5 мВ при опорному сигналі +5 В. Сигнал з 10-розрядного АЦП (мікросхема MAX232), що виконує роль перетворювача для СОМ-порту, через перехідник подається на USB-порт комп'ютера.

Розроблений інтерфейс магніторезистивного перетворювача використовує комунікаційний протокол Modbus, оснований на технології "клієнт-сервер" [3]. Сервером є магніторезистивний перетворювач активної потужності з фіксованою адресою, а клієнтом – програма, діалогове вікно якої показано на рис. 2. Виходячи з того, що пристрій є функціонально обмежений, використано функцію зчитування даних. Формат запиту наступний: 1-й байт – адреса пристрою; 2-й байт – функція зчитування; 3,4-й байти – адреса регістру; 5,6-й байти – кількість регістрів, що зчитуються; 7,8-й байти – контрольна сума CRC. Приклад запиту:

1 байт	2 байт	3 байт	4 байт	5 байт	6 байт	7 байт	8 байт
22	03	0	1	0	1	X	X

Комп'ютер кожні 0,5 секунд здійснює запит по інтерфейсу передачі даних RS-232 [4]. Пристрій, отримавши запит, надсилає відповідь комп'ютеру, який перевіряє адресу і контрольну суму, результат виводиться на екран. Відповідь пристрою наступна: 1-й байт – адреса пристрою; 2-й байт – функція зчитування; 3-й байт – кількість байтів у відповіді; 4,5-й байти – відповідно значення старшого і молодшого розрядів регістру; 6, 7-й байти – контрольна сума CRC. Приклад відповіді:

1 байт	2 байт	3 байт	4 байт	5 байт	6 байт	7 байт
22	03	2	X	X	X	X

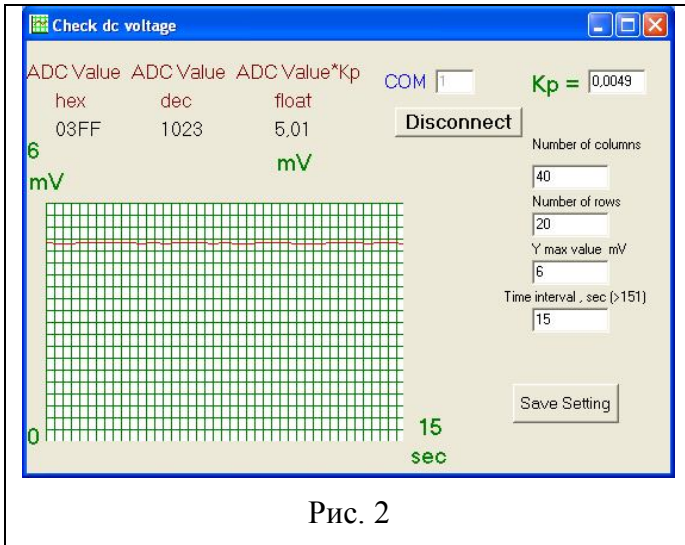


Рис. 2

Програма, діалогове вікно якої показано на рис. 2, дозволяє калібрувати значення вихідної напруги з магніторезистивного перетворювача за допомогою поправкового коефіцієнту K_p . Графік вимірної напруги від 5 мВ до 5 В відображується на екрані комп'ютера в реальному масштабі часу. Сітку по горизонталі і вертикалі можна змінювати за допомогою атрибутів Number of columns і

Number of rows. Результати представляються в шістнадцятковій, двійковій (умовне значення якої отримує АЦП по відношенню до напруги живлення +5 В) та десятковій системах числення. Швидкість обміну інформацією між контролером і комп'ютером 9600 бот.

Було проведено триразове вимірювання активної потужності магніторезистивним перетворювачем, гістограми і кумулятивні криві отриманих результатів наведені на рис. 3.

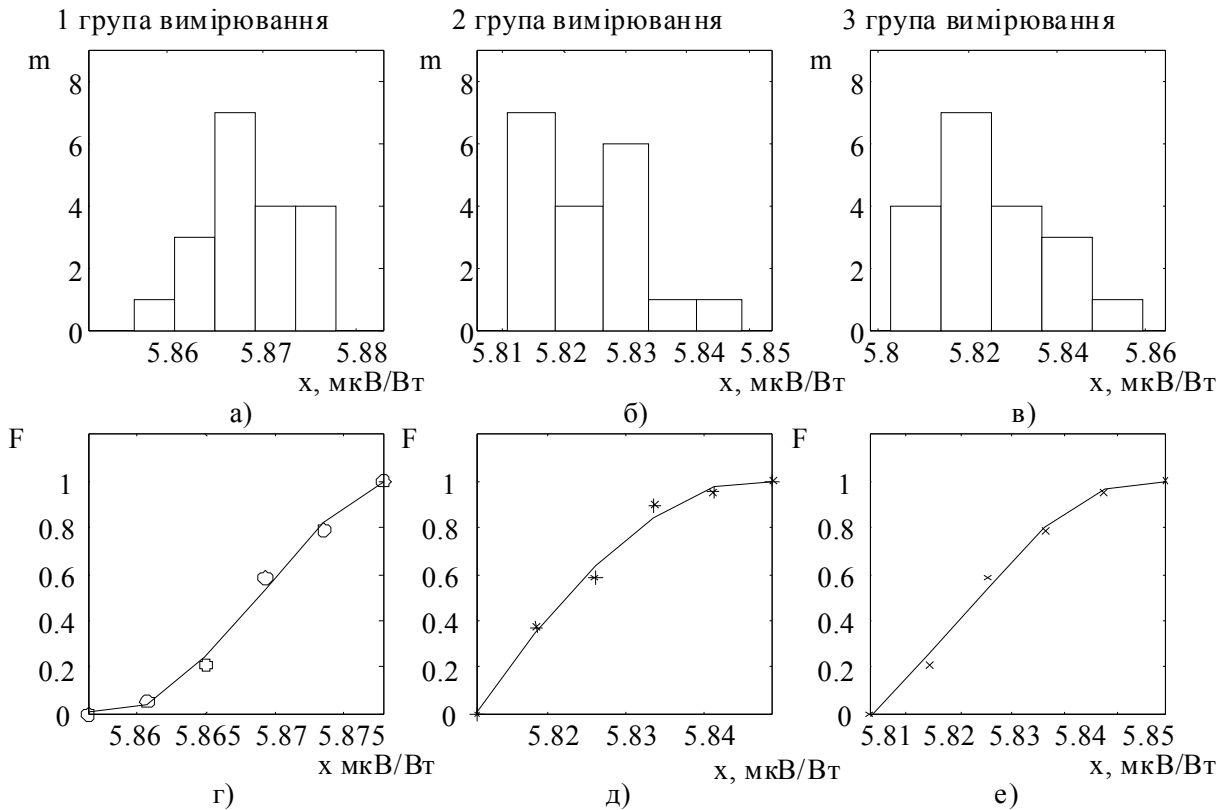


Рис. 3

Точкові оцінки і границі випадкової похибки результатів вимірювання активної потужності представлені в таблиці, з якої видно, що найбільшу дисперсію має 3-я група вимірювання.

З оцінки асиметрії можна зробити висновок, що крива щільності розподілу 1-ї групи вимірювання з від'ємною асиметрією лежатиме лівіше симетричного розподілу імовірності, величина асиметрії якої дорівнює нулю, а 2-ї і 3-ї груп вимірювання з позитивною асиметрією – правіше. Екссес у законів розподілу імовірності буде близький до нуля, якщо їх крива щільності імовірності буде мати дзвонувату форму. Криві з більш гострою вершиною мають позитивний екссес (2-а група вимірювання), а з більш пологою – від'ємний екссес (1-а і 3-я групи вимірювання).

Таблиця

Точкові оцінки	Група вимірювання		
	1	2	3
Середнє арифметичне	5,8685	5,8241	5,8245
Медіана	5,8675	5,8239	5,8220
Оцінка дисперсії	$2,9381 \cdot 10^{-5}$	$9,1148 \cdot 10^{-5}$	$2,0654 \cdot 10^{-4}$
Оцінка середньоквадратичного відхилення	0,0054	0,0095	0,0144
Оцінка асиметрії	-0,3599	0,5870	0,5176
Оцінка екссесу	-0,6076	0,0566	-0,4515
Границі випадкової похибки	$\pm 0,0037$	$\pm 0,0066$	$\pm 0,0099$

Оскільки екссес E знаходиться в межах $-1 < E < 1$, тобто розподіл близький до нормального ($E=0$), то за оцінку розподілу було взято середнє арифметичне. За видом гістограм і кумулятивних кривих, рис. 3, а також за отриманими точковими результатами асиметрії і екссесів було прийнято гіпотезу про те, що результати вимірювання розподілені по нормальному закону. Перевірка по критеріям Райта, Смирнова, Пірсона, Колмогорова та багатоскладовому підтвердила дане припущення. Границі випадкової похибки результатів вимірювань наведені в таблиці для імовірності $P_d=0,9973$ і рівня значимості критеріїв узгодженості $\alpha=0,05$ [5].

Висновки

Використовуючи створений інтерфейс для магніторезистивного перетворювача можна контролювати й вимірювати активну потужність в лінії передачі за допомогою комп'ютера. При статистичній обробці багаторазового результату вимірювання активної потужності було вирішено дві задачі: визначено деяке наближене значення вимірюваної величини (оцінку), що найкращим чином відповідає отриманим результатам; визначено імовірні відхилення результатів вимірювань від оцінки вимірюваної величини в межах ± 1 %.

Напрямки подальших перспективних досліджень: корегування за допомогою комп'ютера квадратичних складових похибок перетворювача при обробці результату вимірювання активної потужності, що дасть можливість пра-

цювати з малими сигналами; розробка метрологічного забезпечення вимірвальних пристроїв на основі магніторезистивних перетворювачів.

Література

1. Витяганець А.І., Вунтесмері В.С. Засоби вимірювання активної потужності на низьких та середніх частотах "IN SITU" // Вісник НТУУ "КПІ". Сер. Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2007. – Вип. 34. – С. 112–118.
2. Vountesmeri V.S., Smolianinov V.G., Vytiaganets A.I. Magneto-resistive measuring transformer of active power // Proc. 18th Intern. Crimean Conf. "Microwave and Telecommunication Technology" (CriMiCo'2008). – Sevastopol: Veber. – 2008. – P. 688–689. – ISBN: 978-966-335-171-1.
3. Фишер-Криппс А.С. Интерфейсы измерительных систем. – М.: Издательский Дом «Технологии», 2006. – 336 с. – ISBN: 5-94833-017-6.
4. Кузьминов А.Ю. Интерфейс RS232. Связь между компьютером и микроконтроллером. – М.: Радио и связь, 2004. – 168 с. – ISBN: 5-256-01715-2.
5. Захаров И.П. Обработка результатов измерений: Учеб. пособие. – Харьков: Изд-во НУЖД. – 2002. – 126 с. – ISBN: 966-610-064-9.

Витяганець А.І. Інтерфейс магніторезистивного перетворювача активної потужності. Розглянуто апаратний і програмний інтерфейси магніторезистивного вимірвального перетворювача активної потужності, проаналізовано результати статистичної обробки багаторазового вимірювання активної потужності вимірвальним перетворювачем.

Ключові слова: вимірювання потужності, магніторезистивний перетворювач

Витяганець А.І. Інтерфейс магніторезистивного преобразователя активной мощности. Рассмотрено аппаратный и программный интерфейсы магниторезистивного преобразователя активной мощности, проанализированы результаты статистической обработки многократного измерения активной мощности.

Ключевые слова: измерение мощности, магниторезистивный преобразователь

Vytiaganets A.I. Interface of magneto-resistive converter of active power. The vehicle and programmatic interfaces of magneto-resistive converter of active power are considered, the results of statistical treatment of the multiple measuring of active-power are analysed.

Key words: measuring of active power, magneto-resistive converter

УДК 681.586.5; 531.768

ТРИКОМПОНЕНТНИЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИЙ АКСЕЛЕРОМЕТР. ПРИНЦИП ДІЇ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНОГО ДАВАЧА

Дубіковський А.О., Дем'яненко П.О.

Конструктивна схема запропонованого трикомпонентного цифрового ВОА (ЦВОА) представлена на рис 1. Вона являє собою систему, яка складається з інертної маси 6, що підвішена на кінці кварцового волоконно-оптичного світловода 3, консольно закріпленого іншим кінцем на двигуні 5 приладу. Оптичне волокно є передавачем потоку світла, джерелом – світлодіод 2, жорстко скріплений з ротором двигуна 5. Приймачем сигналу є фотоприймач 4 круглої форми, роз-