

СЕКЦІЯ 7

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЦІ

УДК 621.317.7

В.О. Яцук, д.т.н., професор, Національний університет «Львівська політехніка»
Р.О. Матвійв, аспірант, Національний університет «Львівська політехніка»
Ю.В. Яцук, к.т.н., доцент, Національний університет «Львівська політехніка»

ПЕРЕНОСНІ ІМІТАТОРИ ОПОРУ З ЧОТИРИПРОВІДНИМ ПІДКЛЮЧЕННЯМ

Анотація. Запропоновано структуру переносного імітатора електричного опору з можливістю чотирипровідного підключення до контрольованого об'єкту. Це забезпечує інваріантність до впливу з'єднувальних проводів під час оперативного контролювання метрологічного стану каналів вимірювання опору розпорощених вимірювальних систем.

Ключові слова: імітатор електричного опору, чотирипровідне підключення омметрів, оперативне контролювання, метрологічна надійність омметрів.

Якість роботи складних систем керування технологічними процесами на енергетичних об'єктах в значній мірі визначається метрологічними характеристиками вимірювальних каналів. Для забезпечення метрологічної надійності необхідно проводити контроль вимірювального каналу в цілому для співставлення отриманих кількісних характеристик з допустимими значеннями, які визначають працездатність і правильність функціонування технічного об'єкту. При цьому контроль технічного стану складних об'єктів повинен здійснюватись з допомогою переносних багатозначних мір опору (ПБМО) безпосередньо після введення в дію, неперервно в процесі роботи і періодично [1]. Для забезпечення інваріантності ПБМО повинні підключатись до омметрів чотирипровідною лінією зв'язку [1]. Однак, реалізувати кодокеровану міру опору із забезпеченням інваріантності до впливу опорів ліній зв'язку та живленням від одного блоку можна шляхом п'ятипровідного підключення [2]. Її недоліком є необхідність ретельного конструктивного виконання та підстроювання схеми, оскільки масштабний резистор R_0 повинен бути розміщений в щупі струмової з'єднувальної лінії якомога ближче до однієї із вхідних клем. Для підвищення точності запропоновано схему активного імітатора опору, в якій для компенсації впливу опору струмової лінії зв'язку використана компенсаційна схема за напругою [3]. Однак для забезпечення компенсації впливу цієї лінії зв'язку необхідно одночасно виконувати умову рівності трьох пар резисторів, в результаті чого запропонована схема коригує вплив опору лінії зв'язку тільки за певних умов експлуатації та в певний момент часу.

Метою цього дослідження є забезпечення інваріантності до впливу опорів струмових та потенціальних проводів ліній зв'язку в багатозначних імітаторах електричного опору.

Для вирішення поставленого завдання запропоновано використовувати структуру імітатора електричного опору, в якій використовуються активні елементи з гальванічно розділеними блоками живлення. Такий підхід з огляду на практичну реалізацію на сьогодні є цілком придатним, оскільки на ринку пропонується велика різноманітність блоків живлення з гальванічним розділенням за невеликою ціною (в межах 1- 2 дол. США). В запропонованій структурі кодокерованого імітатора електричного опору достатньо використати єдиний повторювач напруги DA1 з гальванічно розділеним живленням від живлення основної частини імітатора (рис. 1). Імітатор опору під'єднується до вхідних клем 1 та 2 з допомогою двох пар дротів, відповідно, першої пари R_{L1} потенціального R_{L2} та струмового дротів та другої пари струмового R_{L3} та потенціального R_{L4} дротів. Таким чином забезпечуватиметься інваріантність до впливу опорів дротів – потенціальні увімкнені послідовно з високими вхідними опорами операційних підсилювачів (ОП) DA1 та DA4, а

струмові додаються до їх вихідних опорів та завдяки від'ємному зворотному зв'язку зменшуються практично в коефіцієнт підсилення розімкненого ОП разів.

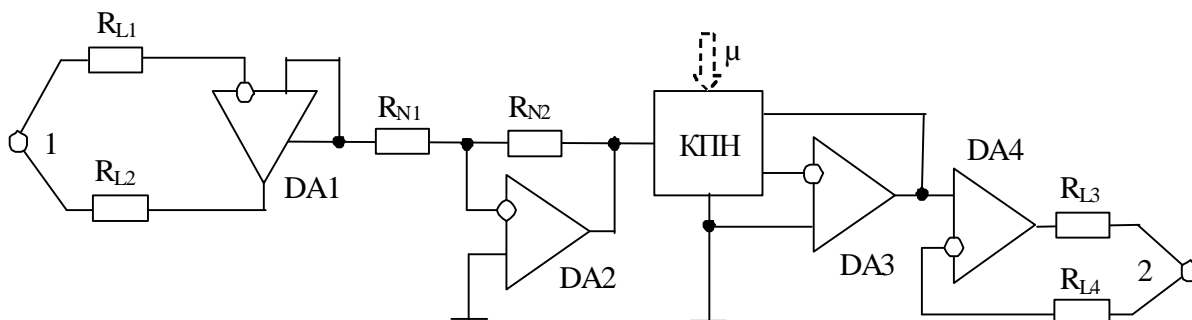


Рис. 1 Структурна схема кодированого імітатора електричного опору з інваріантністю до впливу опорів з'єднувальних дрітів

Вимірювальний струм I_i імітатора протікає від клемми 1 через струмовий дріт R_{L2} , вихід ОП DA1, зразкові резистори R_{N1} та R_{N2} , виходи ОП DA2 та DA4, струмовий дріт R_{L3} до клемми 2. Спад напруги U_{12} між клемми 1 та 2 подається співвідношенням:

$$U_{12} = e_1 + (I_i R_{N1} + e_2) - \mu(I_i R_{N2} + e_2) + e_3 + e_4, \quad (1)$$

де e_1, e_2, e_3, e_4 – еквівалентні напруги зміщення ОП DA1- DA4; R_{N1}, R_{N2} – опори зразкових резисторів; μ – коефіцієнт передавання кодированого подільника напруги.

Значення відтворюваного схемою опору R_i визначатиметься виразом:

$$R_i = U_{12}/I_i = (R_{N1} - \mu R_{N2}) + [e_1 + e_2(1 - \mu) + e_3 + e_4]/I_i. \quad (2)$$

Якщо під час налаштування схеми забезпечити виконання умови $R_{N1} = R_{N2} = R_N$ та вибрати мікросхеми ОП з практично нульовими зміщеннями типів, наприклад, AD8574, OP747, які містять чотири підсилювачі в корпусі, то значення відтворюваного опору буде рівне:

$$R_i = (1 - \mu)R_N. \quad (3)$$

Як показує співвідношення (3) похибка імітованого запропонованою структурою опору практично визначатиметься тільки похибками опору зразкового резистора R_N та коефіцієнта передавання кодированого подільника напруги і не залежатиме від впливу опорів усіх чотирьох з'єднувальних дрітів.

Література

1. Бойко О.В., Столярчук П.Г., Крохмальний Б.І. Підвищення метрологічної надійності вимірювальних каналів енергетичних об'єктів // Вісник НУ "ЛП" "Електроенергетичні та електромеханічні системи. – Вип. 428. – 2003. – С. 33-36.
2. Бойко О., Столярчук П., Яцук В. Імітатори опору, інваріантні до впливу опорів ліній зв'язку // Вимірювальна техніка та метрологія. – Вип. 57. -2000. – С. 43-46.
3. Матвіїв Р.О., Яцук В.О., Здеб В.Б. Активний імітатор опору з коригуванням похибок, зумовлених лініями зв'язку // IV Всеукр. н.-т. конф. молодих вчених у царині метрології «Technical Using of Measurement – 2018», 13-18 лютого 2018 р., Славськ. – Тези доповідей. – Київ: Академія метрології України. С. 43–44.