

Стасенко Юрий Ильич, аспирант,
Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники, г. Томск

Максименко Александр Алексеевич, аспирант
Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники, г. Томск

СРАВНЕНИЕ СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ ЛОГОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Аннотация: В данной статье проведён сравнительный анализ двух способов реализации логометрического метода измерения электрического сопротивления. Сравнения способов осуществляется по двум показателям: погрешность и нелинейность измерения.

Ключевые слова: Логометрический метод измерения, термодатчик, измерение сопротивления.

Одними из самых распространённых датчиков температуры в наше время являются резистивные датчики. Наибольшей точностью и стабильностью обладает логометрический метод измерения сопротивления.

Суть данного метода заключается в следующем: через последовательно соединённые эталонный резистор и терморезистор подаётся постоянный ток, после чего происходит измерение падения напряжения на этих резисторах и последующее вычисление сопротивления терморезистора по формуле 1 [1, 2].

$$R_x = \frac{R_{ЭТ} \cdot U_x}{U_{ЭТ}} \quad (1)$$

где R_x – искомое сопротивление терморезистора;

$R_{ЭТ}$ – сопротивление эталонного резистора;

U_x – падение напряжения на терморезисторе;

$U_{ЭТ}$ – падение напряжения на эталонном резисторе.

Измерения проводились с помощью АЦП AD7794. Данная микросхема имеет возможность подключения внешнего источника опорного напряжения, что позволяет реализовать логометрический метод измерения двумя способами. Суть первого способа заключается в поочерёдном измерении напряжений на эталонном резисторе и термодатчике. В то время как во втором способе эталонный резистор подключён к каналу внешнего опорного напряжения, это позволяет измерять напряжение только на термодатчике и уже относительно напряжения на эталонном резисторе, что в 2 раза сокращает время измерения [3]. Схемы включения приведены на рисунке 1.



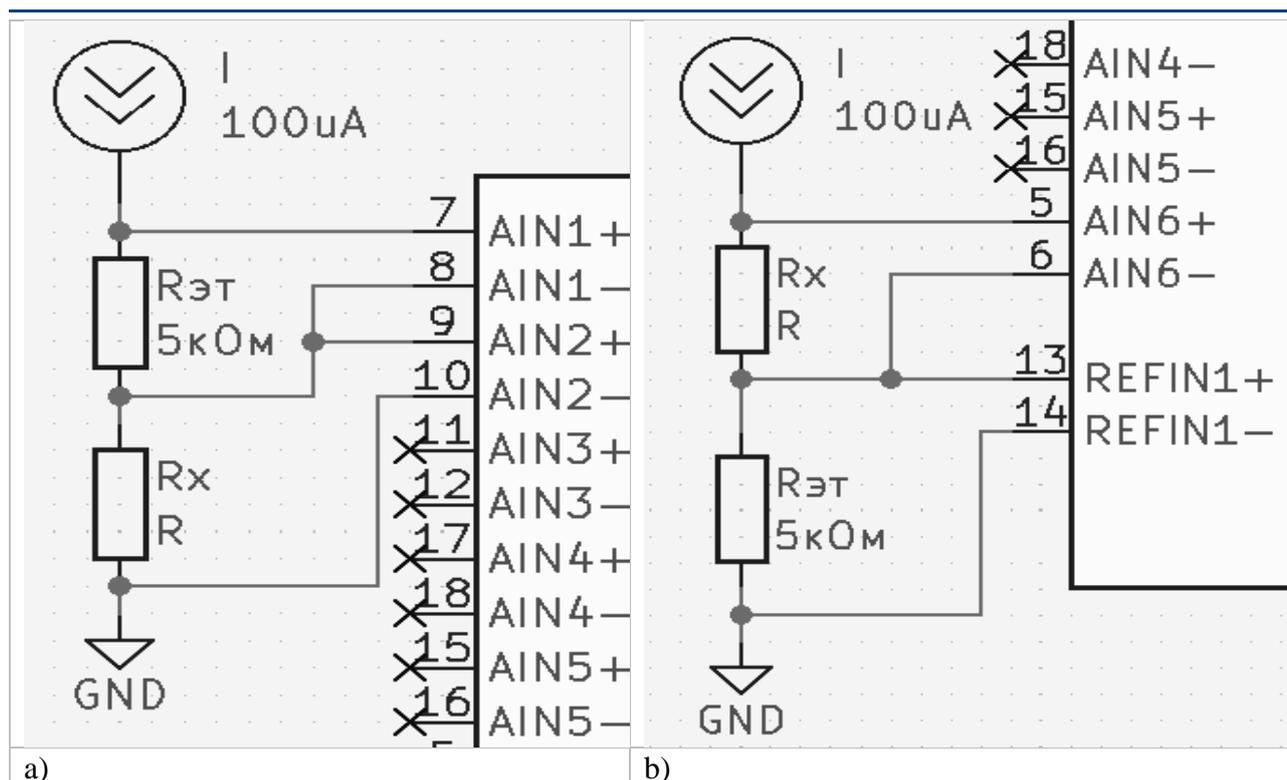


Рис. 1 – Схемы реализации логометрического метода измерения с помощью АЦП AD7794 а) последовательное измерение сопротивлений, б) использование эталонного сопротивления в качестве опоры.

В качестве критериев оценки способов измерения сопротивления будут выступать точность измерения и нелинейность ошибки измерения. Для оценки точности проводилось измерение сопротивлений в диапазоне от 500 до 2000 Ом с шагом 250 Ом. Каждое из значений сопротивления измерялось в течение 3-5 минут, после чего результаты измерений усреднялись. В таблице 1 приведены результаты измерений.

Таблица 1

Результаты измерения сопротивления двумя методами

Эталонные значения [Ом]	Первый способ [Ом]	Второй способ [Ом]	Ошибка первого способа [Ом]	Ошибка второго способа [Ом]
500,016	500,617	501,822	0,601	1,806
750,016	750,668	752,458	0,651	2,442
999,988	1000,698	1003,11	0,71	3,122
1249,991	1250,767	1253,835	0,776	3,844
1499,95	1500,8	1504,6	0,897	4,676
1749,997	1750,928	1755,447	0,93	5,45
1999,981	2001,001	2006,305	1,02	6,324

На рисунке 2 показана зависимость ошибки измерения от измеряемого значения сопротивления.



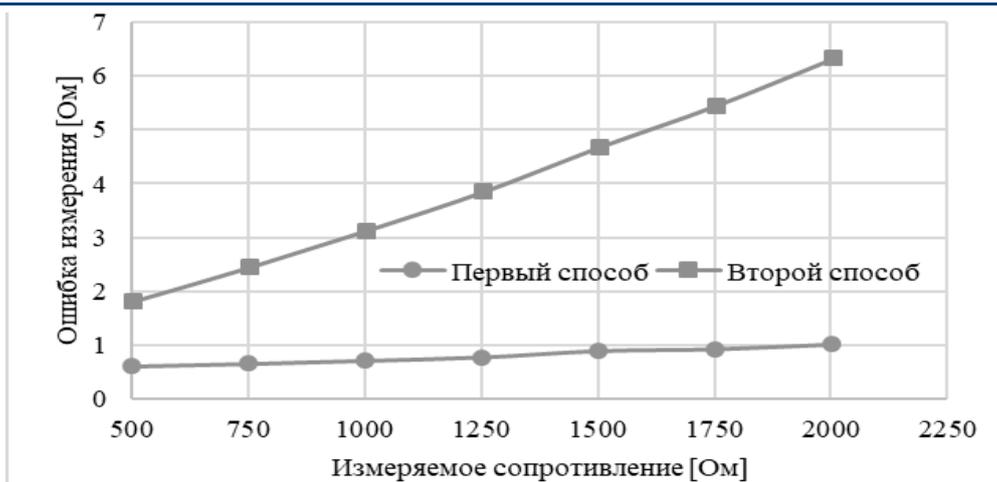


Рис. 2 – Результаты измерения сопротивления до калибровки

На графике видно, что при поочерёдном измерении напряжений погрешность гораздо ниже. Однако компенсировать погрешность можно с помощью градуировки. Самой простой в реализации является градуировка по 2 точкам, но данный метод не сводит к нулю погрешность абсолютно во всём измеряемом диапазоне, причиной этому является нелинейность зависимости погрешности от измеряемого значения сопротивления.

Для оценки степени нелинейности методов измерения была проведена градуировка полученных результатов по 2 крайним точкам. на рисунке 3 приведена зависимость ошибки измерения от измеряемого значения сопротивления после калибровки.

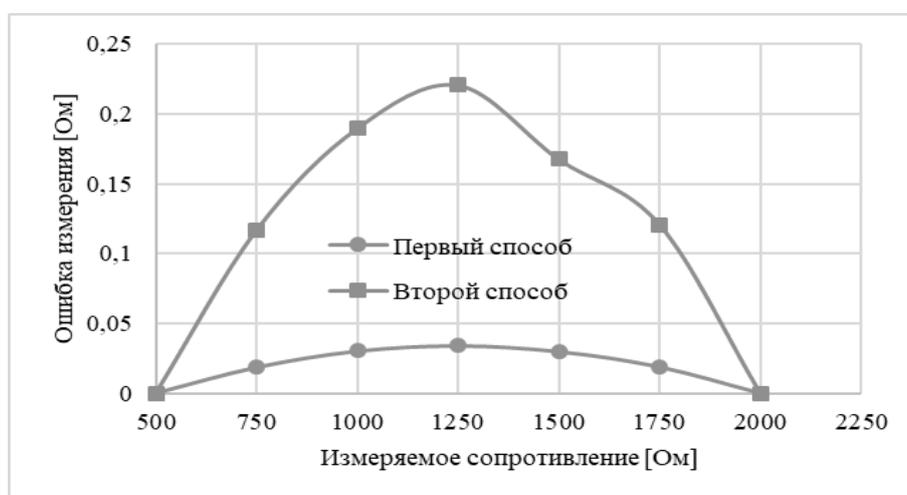


Рис. 3 – Результаты измерения сопротивления после калибровки

На рисунке видно, что нелинейность погрешности измерения при поочерёдном измерении напряжений гораздо меньше и значение ошибки не превышает 0,05 Ом. Нелинейность второго метода сильнее, но не критична, максимальное значение ошибки составляет 0,22 Ом.

Анализируя всё вышесказанное можно сделать вывод, что в случаях, когда требуется высокая точность измерений подходит первый способ реализации логометрического метода (поочерёдное измерение напряжений). В случаях, когда важнее скорость измерения, а точностью можно немного пренебречь, подойдёт второй способ реализации логометрического метода (сопротивление в качестве опоры).



Список литературы:

1. Аш Ж., Андре П., Фулетье Ж., Шарне Э., Шон Ж.-П. Датчики измерительных систем Ч1 – М.: Мир, 1992. – 485с.
2. Аш Ж., Андре П., Фулетье Ж., Шарне Э., Шон Ж.-П. Датчики измерительных систем Ч2 – М.: Мир, 1993. – 412с.
3. Корнеев И., Смолин В., Троцкий Ю. Логометрический способ аналого-цифрового преобразования сопротивления параметрических датчиков, включенных в общую токовую петлю/ Компоненты и Технологии – 2012. – №4.– С. 182-186.

