

~ 5557

УДК 621.317.7.087.92

В.П.Голиков, Л.С.Заславский

РЕЗ

МАШИ
1

17-20

АНАЛОГО-ЦИФРОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ С АЛГОРИТМИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИЕЙ ПОГРЕШНОСТИ

В настоящее время значительный интерес специалистов измерительной техники привлекает метод возбуждения таких резистивных датчиков, как тензорезисторы и термометры сопротивлением, импульсами тока или напряжения [1,2].

В статье рассматривается специализированный цифровой преобразователь (П) для измерения напряжения, представленного парой разнополярных импульсов, длительность которых значительно меньше периода изменения измеряемого напряжения.

На рис.1 представлена структурная схема П, которая состоит из:

- ключевых устройств К1 и К2;
- усилителя разностного сигнала УР;
- аналого-цифрового преобразователя АЦП "напряжение-код";
- устройства управления и обработки УУО;
- цифро-аналогового преобразователя ЦАП "код-напряжение".

Работа схемы происходит следующим образом.

1. На входе П в момент t_0 появляется импульс, например, положительной полярности, амплитудой U_x .
2. В момент t_1 замыкается К1 (К2 разомкнут).
3. За интервал t_1, \dots, t_2 АЦП измеряет значение U_x в виде отсчета N_1 , который запоминается в УУО, а также поступает в ЦАП.
4. По коду отсчета N_1 на входе УР с помощью ЦАП устанавливается напряжение компенсации U_k .

Труды ВНИИЭП "Вопросы проектирования средств электроизмерительной техники", 1980

5. К моменту t_3 на выходе УР устанавливается усиленное в K раз значение разности $U_x - U_k$, которое через замкнутый К2 (К1 разомкнут) попадает на вход АЦП, который его измеряет в интервале $t_3 \dots t_4$, результат измерения в виде кода N_2 поступает в УУО.

После смены полярности описанные выше операции повторяются. В результате повторного выполнения пп.2-5 в УУО появляются результаты еще двух измерений N_3 и N_4 , которые были получены в интервалы времени $t_5 \dots t_6$ и $t_7 \dots t_8$ соответственно.

Если допустить, что изменение U_x за время $\frac{T}{2}$ достаточно мало, то его значение можно определить из выражения

$$U_x = \frac{1}{2} c \left(N_1 + \frac{N_2}{K} - N_3 - \frac{N_4}{K} \right), \quad (1)$$

где c - постоянная АЦП, В/дел;

K - коэффициент усиления УР;

$N_1 \dots N_4$ - коды АЦП, полученные при 1-4 измерениях.

Значения N , очевидно, берутся с учетом их знаков.

В работе [3] показано, что при условии

$$U_x = U_0 + U_n(t),$$

где U_0 - измеряемое напряжение;

$U_n(t)$ - аддитивное напряжение помехи,

результат измерения U_x может быть представлен в виде

$$N = \frac{1}{c} (1 - \delta) \left\{ U_0 + \frac{1}{2} [U_n(t_1) - U_n(t_5)] \right\}, \quad (2)$$

где c - постоянная АЦП, В/дел;

δ - мультипликативная погрешность ЦАП.

Реализация структуры по рис.1 предусматривает использование аналого-цифрового преобразователя Ф7077/1 класса точности 0,5; цифро-аналогового преобразователя КМ817ПА1 класса точности 0,05; усилителя разности, собранного на операционных усилителях К140УД8 и ключевых элементах К190КТ2.

Анализ выражения (2) показывает, что аддитивная погрешность отдельных узлов преобразователя эффективно кор-

ректируется выбранным алгоритмом измерения. Коэффициент усиления УР выгодно выбрать равным 2^n , так как это существенно упрощает реализацию алгоритма (1). В образце П принято $K = 2^5$, а результат измерения содержит 13 двоичных разрядов плюс разряд знака.

Из рассмотрения временной диаграммы работы П (рис.2) и алгоритма работы видно, что в подобных схемах следует предъявлять весьма жесткие требования по быстродействию к отдельным узлам П. Так, время установления ЦАП (на уровне 0,05%) составляет около 5 мкс, время установления УР - не более 1-2 мкс, время преобразования АЦП - 8 мкс, что позволяет использовать для питания датчиков биполярные импульсы длительностью 50 мкс каждый.

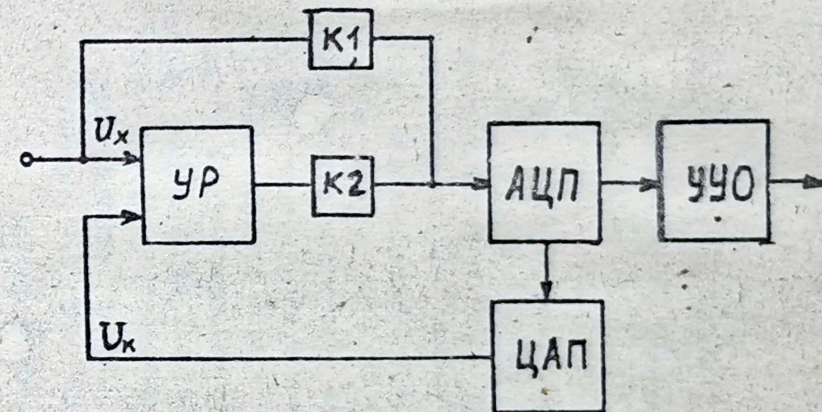


Рис. 1. Структурная схема преобразователя

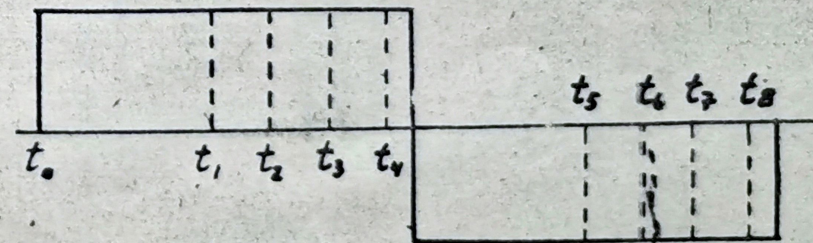


Рис. 2. Временная диаграмма работы преобразователя

Исследования макетного образца П показали, что систематическая составляющая основной погрешности не превышает 1 мВ в диапазоне ± 1 В, среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности не превышает 0,5 мВ, время получения результата измерения — не более 200 мкс.

Интересным свойством этого П представляется его способность подавлять гладкие помехи нормального вида. Расчеты показывают, что подавление помехи нормального вида частотой 50 Гц при питании датчиков биполярными импульсами длительностью 50 мкс составляет около 40 дБ. Экспериментальная проверка подтвердила эти расчеты.

В заключение следует обратить внимание на то, что с помощью данного П при установке на его входе модулятора, выполненного, например, на элементах К190КТ2, появляется возможность измерения постоянного напряжения. При этом напряжение низкочастотных помех, наведенное на участке цепи между модулятором и П, также будет подавляться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Серьезнов А.Н. Измерения при испытаниях авиационных конструкций на прочность. — М.: Машиностроение, 1976.
2. Груздев С.В., Прошин Е.М. Импульсная тензометрия. — М.: Энергия, 1976.
3. Заславский Л.С. Дифференциально-импульсный метод измерения и его применение в ИИС. — Труды ВНИИЭП. Проектирование средств электроизмерительной техники, 1979.