

Кулигин М.Н.

Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23

Расчёт преобразователя уровня аналогового сигнала для АЦП

Постановка задачи

В микроконтроллерной системе измерения есть встроенный АЦП, позволяющий измерять однополярный сигнал в диапазоне от 0 до +5В. Требуется разработать для данного АЦП схему нормирования (согласующее устройство) измеряемого аналогового сигнала, изменяющегося в диапазоне от -10В до +10В.

Расчёт схемы нормирования

Структурная схема согласующего устройства приводится на рис. 1. Схема нормирования должно сформировать напряжение 5В на входе АЦП, когда с датчика на вход схемы поступает максимальное входное напряжение 10В, и 0В на входе АЦП при входном напряжении с датчика в -10В. Чтобы выполнить такое преобразование, входной сигнал должен быть умножен на масштабирующий коэффициент, и, кроме того, должно быть создано напряжение смещения. В данной схеме нормирования операцию масштабирования выполняет блок К, и его выходной сигнал суммируется с сигналом смещения В.

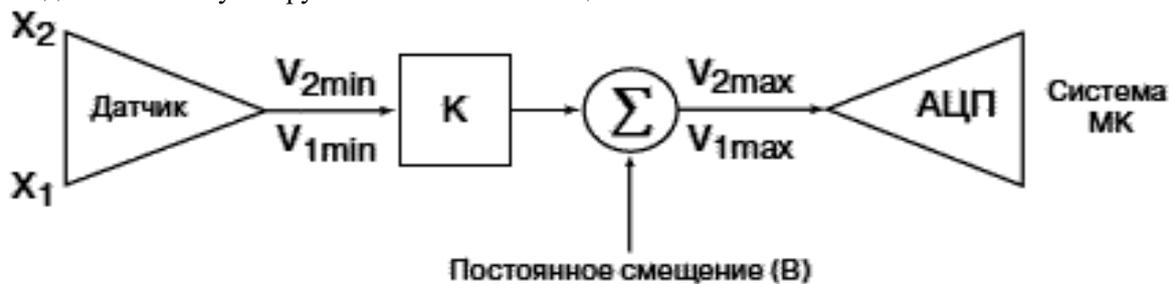


Рис. 1. К расчету схемы нормирования.

Для решения поставленной задачи составим два уравнения с двумя неизвестными, чтобы описать работу схемы преобразователя уровней напряжения $\pm 10\text{В}$ в уровни $(0-5)\text{В}$:

$$V_{2\max} = V_{2\min} * K + B$$

$$V_{1\max} = V_{1\min} * K + B$$

Нетрудно установить, что $V_{1\min} = -10\text{В}$, а $V_{2\min} = +10\text{В}$, в то время как $V_{1\max} = 0\text{В}$ и $V_{2\max} = 5\text{В}$. Подставим эти значения в нашу систему уравнений:

$$5 = 10 * K + B \quad 5 = 10 * 0.25 + 2.5 \quad 5 = 5$$

$$0 = (-10) * K + B \quad 0 = (-10) * 0.25 + 2.5 \quad 0 = 0$$

В результате решения системы получим масштабный множитель $K = 0.25$, и напряжение смещения $B = 2.5\text{В}$. Далее реализуем схему преобразователя уровня на ОУ с коэффициентом передачи 0.25, и добавим напряжение смещения в 2.5 В.

На рис. 2 показана схема преобразователя уровня, реализованная на прецизионном ОУ ОР183 фирмы Analog Devices. Напряжение смещения формируется с помощью делителя на резисторах R2 и R3 из прецизионного опорного напряжения V_{ref} (номиналы резисторов зависят от напряжения V_{ref}). Напряжение смещения на выходе ОУ определяется исходя из выражения:

$$U_{\text{см}} = U_{\text{д}} + [U_{\text{д}} * K], \text{ где } K - \text{коэффициент передачи усилителя } (K=R4/R1=0.25).$$

Номиналы резисторов делителя напряжения необходимо подобрать как можно точнее, чтобы получить напряжение смещения на выходе ОУ близкое к половине опорного напряжения или половине входного диапазона АЦП. Зная, что максимальное входное напряжение ($\pm 10\text{В}$) преобразуется в $\pm 2.5\text{В}$ то, с учетом смещения и допуска резисторов получается, что напряжение на выходе ОУ будет изменяться в диапазоне $0,0602...2,4398\text{В}$, т.е. находится в пределах $0...V_{\text{ref}}$. Из чего следует, что при любом значении входного сигнала в указанном диапазоне $\pm 10\text{В}$ на входе АЦП никогда не будет переполнения.

Получившаяся статическая ошибка преобразования в $\pm 0,0602\text{В}$ элементарно компенсируется программно вводом калибровочного поправочного коэффициента $K_{\text{попр}}$, на который умножается каждое полученное цифровое значение входного напряжения.

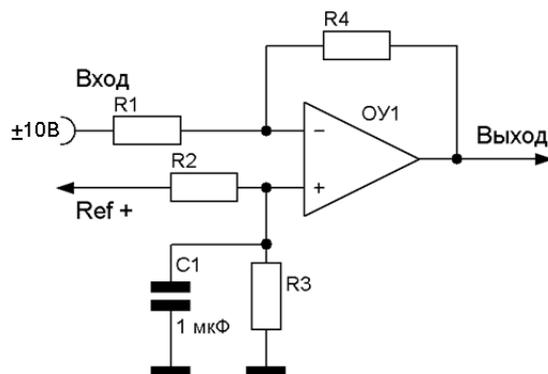


Рис. 2 – Схема нормирования на операционном усилителе.

При проведении измерений результаты измерения после преобразования входного аналогового сигнала в цифровой код, необходимо преобразовать - выполнить пересчет полученного кода оцифровки, чтобы получить фактически измеренное входное напряжение. Эта операция выполняется с помощью программного обеспечения микроконтроллера.