

Мультиплицированное адаптивное передающее устройство

Е. М. Антонюк, П. Е. Антонюк, И. Е. Варшавский

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

Abstract. A multiplied method for constructing a transmitter is considered, which makes it possible to reduce the volume of a transmitted message by rationally constructing a telemetry frame simultaneously with adaptive sampling of input signals. Estimates of the compression coefficient for two boundary cases are obtained.

Keywords: measuring system; multiplexed transmitter; adaptive sampling; compression ratio

Современный уровень развития науки и производства требует измерения множества различных параметров сложных объектов. Во многих случаях решения при этом принимаются на основании использования результатов не отдельных измерений, а потоков измерительной информации, интенсивность которых возрастает за счет увеличения частотного диапазона и числа измеряемых величин.

Естественная физиологическая ограниченность возможностей человека в восприятии и переработки больших объемов информации привело к возникновению такого средства измерения, как измерительные информационные системы [1].

Наибольшее распространение получили измерительные системы (ИС), как совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в различных точках контролируемого объекта в целях измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, а также для выработки измерительных сигналов в разных целях [2].

Различают измерительные системы ближнего действия и системы дальнего действия (телеизмерительные системы). В последних осуществляется дополнительное преобразование передаваемых сигналов, уменьшающее погрешности от помех и от изменения параметров канала связи, который соединяет между собой передающее и принимающее устройства телеизмерительной системы.

В общем случае на вход ИС поступает множество величин, изменяющихся во времени и(или) распределенных в пространстве. На выходе ИС получают результаты измерений в виде именованных чисел или отношений измеряемых величин. Для всех ИС характерным является наличие воспринимающих элементов – первичных измерительных преобразователей (в дальнейшем именуемых датчиками Д), схем сравнения СС, мер М и элементов выдачи результата ВР. В зависимости от числа элементов в структу-

ре ИС делятся на многоканальные, сканирующие, многоточные и мультиплицированные [1].

Мультиплицированные ИС содержат в каждом измерительном канале элементы Д, СС, ВР и общий для всех элемент М.

Мультиплицированный принцип построения передающего устройства телеизмерительной системы позволяет сократить объем информации, передаваемой по каналу связи, за счет рационального построения телеметрического кадра [3].

Структурная схема такого передающего устройства представлена на рисунке.

Сигналы датчиков Д поступают на схемы сравнения СС, на второй вход которых подается ступенчато-изменяющееся напряжение от цифро-аналогового преобразователя ЦАП.

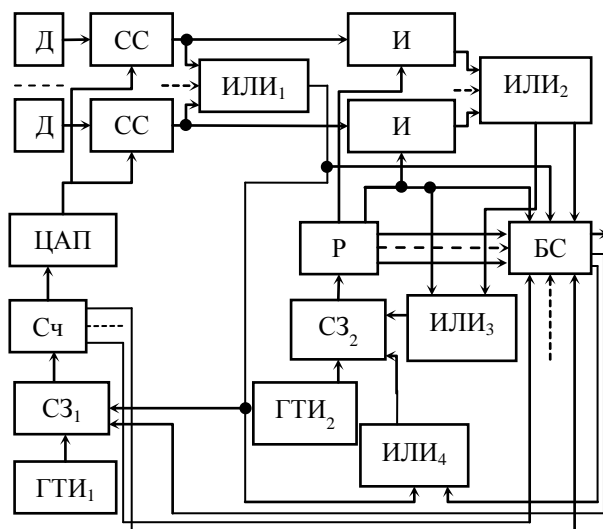


Рис. 1. Структурная схема передающего устройства.

ЦАП управляется счетчиком Сч, на выходах которого образуется код сигналов датчиков. Счетчик переключается от импульсов генератора тактовых импульсов ГТИ1, поступающих на Сч через схему запуска СЗ1. Если напряжение на выходе ЦАП достигает значения сигнала одного или нескольких датчиков, то соответствующее СС (или несколько СС) подает сигнал <<Стоп>> через собирательную схему ИЛИ1 на СЗ1 и сигнал <<Пуск>> – через схему

ИЛИ4 на С32. Схема С31 запрещает дальнейшее прохождение импульсов с ГТИ1, и на счетчике Сч будет сформирован код параметра, поступающий на блок считывания БС.

После этого схема запуска С32 дает разрешение на прохождение импульсов с ГТИ2 на распределитель Р, формирующий код номера датчика (код адреса). Распределитель Р поочередно опрашивает схемы совпадения И, на второй вход которых поступают сигналы с выходов СС. При наличии сигнала $<< 1 >>$ на входе какой-либо схемы И от СС сигнал через ИЛИ2 и ИЛИ3 поступает на запрещающий вход С32 и прекращается поступление импульсов с ГТИ2 на распределитель Р. На входе распределителя будет сформирован код номера датчика, также поступающий на БС.

Блок считывания осуществляет преобразование параллельных кодов адреса и параметра в последовательный и передает этот последовательный код в канал связи. По окончании считывания последнего разряда кода адреса с БС через схему ИЛИ4 поступает сигнал, разрешающий прохождение импульсов с ГТИ2 через С32 на Р, т.е. разрешающий следующее нахождение датчика, сигнал которого имеет выбранное значение.

При достижении распределителем Р последней точки (последнего датчика) подается сигнал на БС и происходит преобразование параллельного кода параметра в последовательный, который передается в канал связи. На этом заканчивается телеметрический кадр. Таким образом, в одном телеметрическом кадре передаются адреса всех датчиков, сигналы которых имеют выбранное значение, и сам параметр, который передается только один раз. По окончании передачи кода параметра в канал связи на С31 подается сигнал, разрешающий прохождение импульсов с ГТИ1 на счетчик Сч. На выходе ЦАП увеличивается напряжение, и выбирается вторая группа датчиков, имеющая значение параметра, отличное от первого, и весь цикл повторяется.

В работе рассматриваемого передающего устройства можно выделить два граничных случая.

1. Мгновенные значения сигналов датчиков в одном телеметрическом кадре одинаковы. При этом будет достигнута максимальная эффективность, так как передаются все номера датчиков и лишь один параметр.
2. Мгновенные значения сигналов датчиков распределены по всем возможным уровням квантования. Эффективность передающего устройства в этом случае минимальна.

В каждом из этих случаев эффективность устройства зависит от соотношения числа датчиков и числа уровней квантования.

Для определения коэффициентов сжатия для граничных случаев по числу двоичных знаков, передаваемых устройством, введем следующие обозначения: M – число

уровней квантования; N – число датчиков; $m = \log_2 M$ – число разрядов кода параметра; $n = \log_2 N$ – число разрядов кода номера датчика. Коэффициент сжатия определим как отношение числа двоичных знаков, передаваемых адресной системой с циклическим опросом датчиков, к числу двоичных знаков, передаваемых мультиплицированной системой за один телеметрический кадр, который меняется

$$\text{от } k_{\min} = \frac{N(m+n)}{nM+nN} \text{ до } k_{\max} = \frac{N(m+n)}{m+nN}.$$

Анализ полученных выражение показывает, что наибольший коэффициент сжатия может быть получен при большом числе кодов параметра и небольшом числе датчиков системы. Однако даже в этом случае коэффициент сжатия не превышает трех.

Для получения высоких коэффициентов сжатия возможно сочетание мультиплицированного принципа построения передающего устройства с адаптивной дискретизацией в каждом канале. В этом случае в каждый измерительный канал включается адаптивный временной дискретизатор АД и дополнительная схема И, один вход которой подключен к выходу АД, а второй – к выходу СС [4].

Адаптивный временной дискретизатор непрерывно анализирует сигналы датчиков Д и по достижении погрешности аппроксимации входного сигнала заданного значения выдает сигнал $<< 1 >>$ на один из входов дополнительной схемы И. При одновременном появлении сигналов $<< 1 >>$ на входах дополнительных схем И, т.е. если погрешность аппроксимации и сигнал с выходов ЦАП достигли заданного уровня, на выходе дополнительной схемы И появляется сигнал $<< 1 >>$. В этом случае в одном телеметрическом кадре будут передаться параметр и адреса тех датчиков, сигналы которых соответствуют данному параметру, за исключением датчиков, отсчеты сигналов которых являются избыточными.

Таким образом, представленное передающее устройство позволяет сократить избыточную информацию как за счет адаптивной дискретизации в каждом измерительном канале, так и за счет рационального построения телеметрического кадра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Метрология, стандартизация и сертификация: учебник для студ. учреждений выс. образования/ [В.В.Алексеев, Б.Я.Авдеев, Е.М.Антонюк, Е.Г.Бишард, И.А.Карабанов, Б.Г.Комаров, П.Г.Королев, В.В.Поливанов, Е.И.Семенов, Э.И.Цветков, В.В.Ященко]; под ред. В.В.Алексеева. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 368 с.
- [2] Государственная система обеспечения единства измерения. Метрология. Основные термины и определения. РМГ 29-99. М.: Изд-во стандартов, 2000.
- [3] Адаптивные телеизмерительные системы/ Б.Я.Авдеев, Е.М.Антонюк, С.Н.Долинов, Л.Г.Журавин, Е.М.Семенов, А.В.Фремке; под ред. А.В.Фремке. Л.: Энергоатомиздат, 1981. 248с.
- [4] Патент РФ № 2057369/ Е.М.Антонюк, Е.В.Дундарова, С.М.Плотникова, М.В.Сушкова. Передатчик устройства для телеизмерений; Оpubл. 27.03.96. Бюл. № 9.