

О ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ РАСШИРИТЕЛЯХ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В статье дается обзор о функциональных расширителях измерительно-вычислительных комплексов электроэнергетических систем, а также пути совершенствования существующих и разработка новых функциональных расширителей измерительно-вычислительных комплексов электроэнергетических систем с использованием новых современных микросхем.

Ключевые слова: измерительно-вычислительные комплексы, аналоговые, цифровые аналого-цифровые методы, датчики.

FUNCTIONAL EXPANDERS OF MEASURING AND COMPUTING SYSTEMS OF ELECTRIC POWER SYSTEMS

The article provides an overview of the functional expanders measuring and computing systems of electric power systems, as well as ways to improve the existing and development of new functional expanders measuring and computing systems of electric power systems using new modern chips.

Keywords: Measurement and computing complexes, analog, digital, analog-to-digital methods, sensors.

В информационно-измерительных системах, системах автоматического управления, системах автоматизации научного эксперимента основная часть измерительной и управляющей информации представляется в непрерывной форме и ее обработка может выполняться аналоговыми, цифровыми, аналого-цифровыми (гибридными) методами.

Информационно-вычислительный комплекс (ИВК) является составной частью вышеназванных систем и их современное развитие не может полностью удовлетворять потребности целого ряда отраслей промышленности, связанных с решениями разнотипных задач, например, по производству электрической энергии, построения и проектирования электроэнергетических систем.

В большинстве случаев потоки измерительной информации необходимо подвергать сложной математической обработке практически на всех ступенях ее передачи в ИВК.

В свете сказанного особое значение приобретают функциональные расширители (ФР) ИВК, с помощью которых решаются задачи внешней и внутренней линеаризации, преобразования нелинейных зависимостей одного вида в нелинейной зависимости другого вида, выполнения различных математических операций по переработке измерительной информации в соответствии с заданной функцией преобразования. Включение таких ФР в состав ИВК позволяет расширить функциональные возможности последних, делая возможным реализовать измерительную процедуру в реальном масштабе времени, обрабатывая измерительную информацию в аналоговой, цифровой и гибридной форме.

ФР позволяет повысить такие показатели ИВК, как быстродействие, точность и достоверность измерений, за счет усреднения и статистической обработки измерительных данных с учетом влияния внешних факторов. Использование микропроцессоров (МП) для построения ФР дает возможность существенно улучшить технико-экономические и

технические характеристики ИВК, повысить их быстродействие и надежность, точность измерений, рационально распределить обработки данных между центральным процессором ИВК, и процессором ФР, что также ведет к сокращению времени измерения характеристик объекта.

Таким образом совершенствование существующих и разработка новых ФР ИВК с использованием новых современных микросхем, микропроцессорных комплектов, анализ составляющих полной погрешности их реализации и алгоритмическое обеспечение построения структур на их основе является актуальной задачей. Одним из путей решения указанной проблемы является создание ИВК с расширенными функциональными возможностями, за счет включения в его состав интеллектуальных измерительных преобразователей, построенных на базе измерительно-вычислительных устройств с аналоговой, цифровой и гибридной (аналого–цифровой и цифроаналоговой) обработкой измерительной информации. Интеллектуальные измерительные преобразователи реализуют алгоритмы: преобразования измерительной информации, представленной различными физическими носителями, определяемыми структурой эксперимента; определения характеристик простых и сложных сигналов; коррекции статистических и динамических характеристик первичных измерительных преобразователей и др.

Одним из перспективных направлений развития технической базы ИВК, наряду с программируемыми измерительно-вычислительными модулями, построенными на базе микропроцессоров, является создание функциональных расширителей (ФР). Рациональное построение измерительных преобразователей приводит к необходимости учета широкого круга задач, связанных с первичной обработкой информации, включая нормализацию и фильтрацию сигналов, поступающих от датчиков, организацию оптимального выполнения математических операторов в аналоговой, цифровой или гибридной форме. При этом часто удается совместить выполнение математических операций и аналого-цифровое преобразование. Рациональный выбор формы представления информации в этом случае обеспечивает достижение улучшенных метрологических характеристик ИВК в целом. Быстрое развитие технологии изготовления микроэлектронных схем стимулировало активность в области разработки теории и практики применения функциональных расширителей различного применения и принципа действия.

Анализ литературы позволяет все существующие ФР разделить на специализированные и универсальные. Универсальные ФР, как правило, имеют своей целью расширение вычислительных функций и разгрузку центральной процессорной системы. Они чаще относятся к элементам вычислительных систем.

Специализированные—обычно решают задачи функциональной обработки сигналов в процессе передачи или преобразования и направлены на реализацию определенных математических операций (сложение, умножение, деление, интегрирование, дифференцирование и др.), функций обработки (синусно-косинусная, тангенсная, логарифмическая и др.) или сложные функциональные зависимости. Выпускаемые промышленностью аналоговые дифференцированные усилители на основе операционных усилителей позволяют реализовать на их основе ФР, выполняющие операции суммирования и вычитания.

Достижения современной технологии позволили совместить в одной конструктивной единице интегральной микросхемы цифровой программируемый вычислитель и преобразователь формы представления информации. Такие микросхемы называются аналоговыми или аналого-цифровым микропроцессорами, их примерами являются K1813BE1, 1827BE2 (СССР), Intel 8096, Intel 8022, Intel 2020 (США) и другие. В настоящее время они используются для решения несложных задач измерения и обработки непрерывной информации при сравнительно невысоких требованиях к точности и быстродействию. При решении некоторых задач, в рамках структуры с жестким разделением функций преобразования формы представления информации и ее обработки возникают большие трудности. К таким задачам можно отнести: следующие: повышение

статической точности, расширение динамического диапазона функционально преобразуемого сигнала, расширение частотного спектра обрабатываемых сигналов при сохранении статической точности, настройка структуры по априорно известным и адаптация к текущим параметрам измерительных данных и к внутреннему состоянию измерительного канала. Эти задачи могут эффективно решаться при применении гибридным измерительно-вычислительных преобразователей.

Примером таких устройств является законченные опытно-конструкторские разработки монолитного 16-ти разрядного ЦАП со встроенным ПЗУ поправок, многоканальный функциональный АЦП с ПЗУ, где хранятся коэффициенты аппроксимации в цифровой форме, прецизионный высокопроизводительный АЦП 16ПП-ЛЭТИ параллельно-последовательного действия с алгоритмом идентификации погрешностей, высокоточный самокорректирующийся микропроцессорный АЦП САЦП-МКЗ технологичные при изготовлении, быстродействующий микропроцессорный АЦП интегральных характеристик периодических сигналов с автокоррекцией погрешностей, АЦП, извлекающий квадратный корень, тригонометрический цифроаналоговый перемножитель с ПЗУ для функционального преобразования кодов с цифровой коррекцией периодической инструментальной погрешности, функциональный АЦП для работы с нелинейными датчиками, тангенсно-множительный ЦАП, аналого-цифровой процессор для выполнения мультипликативных операций вида $F(x,y)=Y_1(x) \times Y_2(y)$, где x —операция умножения или деления, семейство АЦП и ЦАП CSC (США), содержащие 3У и логические схемы для выполнения автоматической калибровки для обеспечения точности на уровне 12-16 двоичных разрядов. Так называемые аналоговые схемы с интеллектом, где совмещены аналоговые и цифровые блоки, причем работой аналоговой схемы управляет цифровая логика, отличаются тестируемостью и технологичностью функциональных аналоговых узлов ИС. Построение гибридных измерительно-вычислительных, функционально-вычислительных, функциональных устройств посвящено большое количество работ.

Анализ указанных работ показывает, что в настоящее время разработан большой класс устройств, выполняющих отдельные операции и функции обработки измерительных данных, позволяющих осуществить реализацию измерительного алгоритма в каналах ИВК и на базе которых могут быть построены ФР. Много внимания уделяется устройствам, воспроизводящим функциональные зависимости различными способами (кусочно-ступенчатая аппроксимация, кусочно-линейная, кусочно-нелинейная, дробно-рациональная, полиномиальная). Появились работы, направленные на разработку методов компенсации нелинейной характеристики измерительных датчиков, каналов, построенные на принципе воспроизведения функциональной зависимости их характеристики с последующей компенсацией в процессе аналого-цифрового преобразования.

Как правило, в работах решаются вопросы компенсации нелинейности датчиков в общем плане с примерами для конкретных реализаций, что не дает возможности учесть специфики того или иного представления информации.

Литература:

1. Универсальные электронные преобразователи информации. Смоллов В.Б., Чернявский Е.А., Полянская Т.И., Курдилов Б.А./Под ред. Смоллова В.Б.- Л.: Машиностроение; 1971.310 с.
2. Смоллов В.Б., Чернявский Е.А. Гибридные вычислительные устройства с дискретно-управляемыми параметрами.- Л.: Машиностроение, 1977. 296 с.
3. Чернявский Е.А., Недосекин Д.Д., Алексеев В.В. Измерительно-вычислительные устройства и комплексы. –ЛЭТИ, 1984. 77 с.
4. Чернявский Е.А. Измерительно-вычислительные устройства и комплексы. –Л.: ЛЭТИ 1981. 78 с.
5. Шишов О.В. Проектирование перестраиваемых гибридных периферийных процессоров на базе самокорректирующихся преобразователей формы информации: Дисс. ... канд.техн.наук.-Л.: ЛЭТИ, 1988. 183 с.

6. Комаров Б.Г. Исследование принципов построения каналов ИВК с компенсацией нелинейности.: Автореферат ... канд.техн.наук. –Л.: ЛЭТИ, 1988. 15 с.
 7. Муха Ю.П. Гибридные ИВК с переменной структурой. Теория и практика построения: Автореферат ... доктора техн.наук. Куйбышев: КПИ, 1987.- 30 с.
 8. Косолапов А.М., Баскаков В.С. Анализ характеристик аналого-дискретных множительных устройств // Приборостроение, изв.Вуз, 1988.- №12. С.28-31.
 9. Рабинович В.И., Фихман М.И. Аналого-цифровой процессор для выполнения мультипликативных операций /Измерительно-вычислительные системы и их элементы: МежВуз.сб.науч.тр.//Новосибирский электротехнический институт.-Новосибирск, 1984.-С.12-16.
 10. Алексеев В.В., Тешебаев А., Чернявский Е.А. Микропроцессорный функциональный расширитель ИВК для обработки измерительных данных/ Метрологические проблемы микроэлектроники: ВНТК.-М.: Радио и связь, 1991.- С.26.
 11. Гибридное микропроцессорное устройство обработки данных/ Е.А.Чернявский, В.В.Алексеев, М.А. Куракин, А.Тешебаев // Цифровые модели в проектировании и производстве РЭС: Межвуз.сб.научн.тр.- Пенза: ППИ, 1991. Вып.3. –С.85-90.
 12. Тешебаев А. Функциональные расширители ИВК/ Актуальные проблемы развития радиоэлектроники, электроники и связи: НТК.- Л., 1991.- С.
 13. Чернявский Е.А., Тешебаев А. Функциональные расширители ИВК для измерения оценок вероятностных характеристик случайных сигналов и анализ их точности: Межвуз.сб.научн.тр.-Пенза: ППИ, 1992- С.
 14. Алексеев В.В., Тешебаев А. Гибридное микропроцессорное устройство для обработки измерительных сигналов/ Специализированные средства компьютерного моделирования: Школа-семинар. –Киев,1991.
-