

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЧАСТОТНО-ЦИФРОВОЕ УСТРОЙСТВО

Галахов В.В.

Московский Государственный Институт Электроники и Математики, кафедра метрологии и сертификации

На основе струнных преобразователей (СП) можно строить приборы для измерения большого числа механических параметров: давления, линейных и угловых перемещений, деформаций, расхода жидкости и газа и др. величин. СП позволяют измерять весьма малые перемещения: единицы и десятки микрометров с высокой точностью (доли и единицы процентов). Вместе с этим СП применяются в различных режимах аналого-цифровых преобразователей: частоты, периода, отношения или разности частот, реализуемых универсальными цифровыми частотомерами. Однако, данные промышленные частотомеры обладают рядом существенных недостатков:

- Высокая стоимость. Для примера, стоимость западных аналогов иностранных фирм исчисляется тысячами, а порой и десятками тысяч долларов.
- Использование специального интерфейса для сопряжения с ЭВМ или интеграции с другими устройствами в составе комплекса.
- Сложность составления сложных и высокоэффективных алгоритмов автоматизации работы устройства в составе комплекса, автоматизированного принятия управленческих решений.
- Низкая мобильность и гибкость изменения и модернизации.

Данные недостатки легко преодолеть путем создания интеллектуальных частотомеров на базе мультимедийного ПК с звуковой платой в качестве АЦП и анализатора спектра- программы Spectra LAB, что обеспечит повышение точности измерений путем автоматической коррекции погрешности, а также анализ методов ввода сигналов измерительной информации в ЭВМ и программное обеспечение последующей цифровой обработки.

Такие системы подходят для использования в различных областях промышленности, производства, контроля, измерения некоторых физических величин, количественной и качественной оценки параметров изделий.

Основные преимущества интеллектуальных частотно-цифровых устройств:

- повышение точности измерений путем автоматической коррекции погрешности (система с обратной связью);
- анализ методов ввода сигналов измерительной информации в ЭВМ
- программное обеспечение последующей цифровой обработки полученных результатов и автоматизации процесса измерения.
- возможность ввода и выполнения уникальной программы, что дает возможность системе самостоятельно принимать решения в каждом конкретном случае
- автоматическое управление комплексом;
- “тонкая” настройка технологических процессов производства, измерения и контроля.
- пропадает необходимость приобретения и использования некоторых промышленных комплексов СИ, что в конечном счете положительно сказывается на затратах предприятия, т.к. стоимость недорогих персональных компьютеров и звуковых карт существенно ниже чем, например, стоимость серийно выпускаемых частотомеров;
- возможность обработки одновременной несколько процессов на одном компьютере, имеющему достаточное число коммуникационных портов для звуковых плат (COM порты, ISO, PCI, USB);
- возможность хранения и обработки информации, мониторинга и управления технологическими процессами производства, измерения и контроля как локально, так и удаленно, имея всего-навсего возможность удаленного доступа к компьютеру в системе, что при нынешнем уровне развития коммуникационных технологий весьма не проблематично.
- возможность гибкого протоколирования процессов измерения и контроля, оперативного реагирования без вмешательства человека на различные изменения состояния технологического процесса производства, автоматической перенастройки и подстройки оборудования.
- комплексы на базе мультимедийных компьютеров можно объединить в единую сеть под управлением сервером, что даст возможность интеграции процессов измерения и контроля на производстве, повысит уровень надежности и управляемости системы, позволит создать кластерные системы и перераспределить вычислительные процессы.
- неограниченные возможности масштабирования.

Методы решения поставленной задачи исследований связаны с разработкой такого комплекса, основными вопросами которого являются:

1. Конструктивное сопряжение унифицированных струнных преобразователей с объектами измерения и контроля.

2. Электрическое сопряжение унифицированных струнных преобразователей с АЦП для передачи информационного сигнала. Исследование физических и метрологических характеристик тракта передачи сигнала; определение уровня, формы и природы шумов.

3. Оценка технических и метрологических характеристик звуковой платы с целью выявления возможности использования в измерительном комплексе.

4. Подбор конфигурации ЭВМ, необходимой для решения поставленной задачи.

5. Оценка использования возможностей программы Spectra LAB или ее аналогов, с целью выявления пригодности использования в измерительном комплексе.

6. Разработка прикладных программ анализа измерительной информации, а также реализации в них (или в взаимосвязанном модуле) алгоритма принятия управленческих решений.

7. Разработка системы обратной связи, необходимой для создания процессов автоматизации.

Компьютер как центральный орган любой измерительной системы выполняет прежде всего функции интерфейса “человек - объект измерения”. При сравнении между реальными и виртуальными приборами, помимо предоставляемых возможностей и режимов работы, надо также принимать во внимание и их основные характеристики, а именно точность и быстродействие.

Точность виртуального прибора определяется не только количеством цифр после запятой, которое выводится на экран управляющей программой. Одним из основных критериев является разрядность аналого-цифрового преобразователя. Этот параметр определяет степень разрешения при измерениях, то есть ту наименьшую разницу между двумя соседними значениями амплитуды сигнала, которую “чувствует” измерительный прибор. К примеру, восьмиразрядный АЦП способен формировать 2^8 , или 256 различных значений выходного сигнала (кода). Если его полная шкала составляет 5 В, он сможет различить два уровня входного напряжения, отличающиеся примерно на 20 мВ; это соответствует чувствительности хорошего стрелочного гальванометра класса 0,4 или большинства осциллографов. Простой расчет показывает, что входное напряжение 4 В может быть измерено с точностью около 0,5%, а напряжение 100 мВ - лишь с точностью около 20%. 12-разрядный АЦП с возможностью формирования на выходе $2^{12} = 4096$ различных значений сможет измерить напряжение 4 В с точностью около 0,03%, а 100 мВ - с точностью около 1,2%. Разумеется, эти расчеты верны при условии, что все электронные компоненты в АЦП имеют допуски, соответствующие указанным величинам.

В связи с применением в качестве АЦП звуковой карты, диапазон измерения частоты составляет 0-22000 Гц, при использовании звуковой карты с частотой дискретизации 44000 Гц. И соответственно, по теореме Котельникова, предел верхней частоты расширяется до 24000 Гц, при использовании более дорогих звуковых карт с частотой дискретизации 48000 Гц.

Кроме того, определяющее значение для точности всего устройства имеет точность характеристик источника опорного напряжения, работающего с АЦП. Кроме того, надо учитывать неизбежный температурный дрейф, влияние которого может оказаться существенным при проведении измерений в полевых условиях в разное время года.

На основе струнных преобразователей (СП) можно строить приборы для измерения большого числа механических параметров: давления, линейных и угловых перемещений, деформаций, расхода жидкости и газа и др. величин. СП позволяют измерять весьма малые перемещения: единицы и десятки микрометров с высокой точностью (доли и единицы процентов), т.к. на сегодняшний день единица времени, а следовательно и частота воспроизводится с более высокой точностью, по сравнению с другими физическими величинами. Вместе с этим СП применяются в различных режимах аналого-цифровых преобразователей (АЦП): частоты, периода, отношения или разности частот, реализуемых универсальными цифровыми частотомерами.

В рамках исследования комплекса автоматизации, в лаборатории была построена информационно-измерительная система на базе мультимедийного компьютера ИС-7 SpectraLab, на базе ПО SpectraLab, управление процессом измерений и обработки результатов измерений осуществляется на базе макросов оболочки Excel. Используется метод спектрального преобразования для построения спектра ЧМ сигнала с последующим выделением частоты основной гармоники. Математический аппарат данного метода требует более подробного изучения в целях анализа метрологических характеристик.

SpectraLab- мощный двойной анализатор спектра. Программа связывается с помощью интерфейса с любой Windows-совместимой звуковой платой, чтобы обеспечить спектральный анализ в реальном масштабе времени, а также Запись, Воспроизведение и возможности последующего анализа; дает возможность производить измерения частоты, искажения и функции преобразования. Она поддерживает базу FFT (быстрое преобразование Фурье), цифровую фильтрацию, пиковое хранение, вызов, уменьшение размера изображения, узкополосное или октаву ($1/1, 1/3, 1/6, 1/9, 1/12$) масштабирования и может отображать, экспортировать и печатать ряд времен, спектр, фазу, трехмерный поверхностный график, сонограмму. Утилита Signal Generator воспроизводит розовый/белый шум, перемещенный синус, и импульс. Хотя вся обработка сигнала выполняется на центральном процессоре, программа не требует больших вычислительных ресурсов. Возможности программы: 3 режима работы (пост режим, режим реального времени, режим записи); основной инструментарий – осциллограф, спектрометр (двухмерный, трехмерный, а также сонограф) и фазометр;

возможность сравнения амплитудно-частотных характеристик нескольких сигналов; широкие возможности масштабирования; измерительные инструменты: нелинейных искажений, отношения сигнал/шум, искажений и прочие. SpectraLAB позволяет выбирать любую частоту дискретизации, обеспечиваемую звуковой платой.

В рамках проведения работы были представлены предварительные эксперименты оценки метрологических характеристик ВЧЦУ посредством цифрового частотомера.

Краткий план эксперимента:

Проводятся серии измерений на двух различных измерительных системах, ИС-7 и ЧЦ-54А (промышленный частотомер).

Измерения проводятся по двум мерам, номинальные размеры которых известны с заданной точностью. На каждой мере проводится 60 измерений.

Результаты измерений обрабатываются, вычисляются оценки случайной составляющей и дрейфа. Сравниваются значения для различных методов.

Из результатов экспериментальных исследований, можно сделать выводы о перспективности использования виртуального частотно-цифрового устройства, возможности повышения точности и быстродействия, путем реализации оптимальных алгоритмов, использовании и доработки ПО собственной разработки и сторонних производителей, автоматической коррекции погрешности.

Литература

1. Олсон Г., Пиани Д. Цифровые системы автоматизации и управ.-СПб.: Невский диалект, 2001.
2. Грузман И.С., Киричук В.С., Косых В.П., Перетягин Г.И., Спектор А.А. Цифровая обработка изображений в информационных системах: Учебное пособие. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2000.
3. Гольденберг Л. М. Цифровая обработка сигналов. – М.: Радио и связь, 1990.
4. Цейтлин Я. М., Скачко Ю. В. Капырин В. В. Модифицированные струнные преобразователи для измерения геометрических величин. 1989.

INTELLECTUAL FREQUENCY-NUMERICAL DEVICE

Galahov V.

Moscow institute electronics and mathematics, department metrology and certification

Measurement facility is considered in given work on the base personal multimedia PC and software of company. Measurement facility Cost with the possibility of connecting to the unified interface of well above cost of autonomous measurement facilities. So, optimum deciding will be an use an multimedia PC, equiped by the sound card, executing role ADC, if measure information enters from the string sensor of single-line displacement with frequency-modulated output signal. In this case PC is Virtual Frequency-Numerical Device. From results of experimental studies, possible to use this device.

