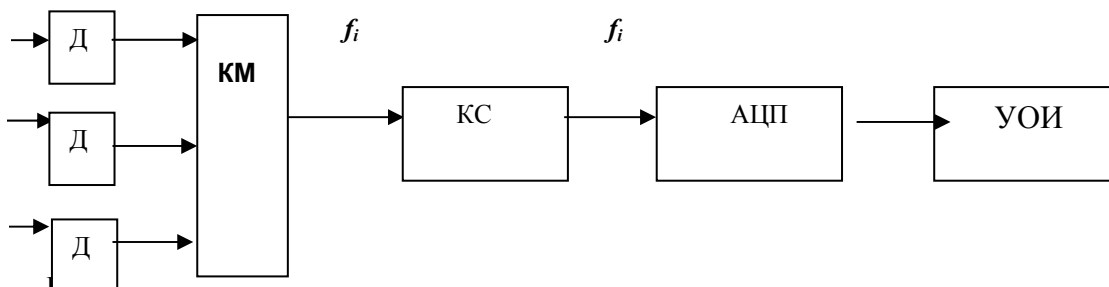


ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЧАСТОТНО-ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ С АКУСТИЧЕСКИМИ РЕЗОНАТОРАМИ

Скачко Ю.В.

Московский Государственный институт электроники и математики
109028, Москва, Б. Трехсвятительский пер., 3/12, кафедра МиС, struna1204@yandex.ru

Отличительная особенность частотно-цифровой системы с акустическими резонаторами (Рис.1) связана с выходным сигналом в виде частоты f_i , зависящей от измеряемой величины x у измерительных преобразователей-датчиков (Д).



Частотно-цифровая измерительная система.

КМ-коммутатор, КС-канал связи, АЦП- аналого-цифровой преобразователь, УОИ – устройство обработки информации.

К числу наиболее точных датчиков с акустическими резонаторами относятся тонкостенные оболочки для измерения уровня или плотности жидкостей или газов, вибрационно-частотные преобразователи в устройствах для измерения веса и струнные преобразователи линейных и угловых перемещений [1], деформаций или усилий, наиболее широко применяемые в строительных сооружениях.

В акустических датчиках измеряемая величина изменяет частоту собственных колебаний резонатора в диапазоне звуковых частот, обеспечивая на выходе частотно-модулированный (ЧМ) электрический сигнал, в отличие от амплитудно-модулированного (АМ) сигнала на выходе традиционных датчиков – фотоэлектрических, индуктивных, реостатных, емкостных и др.

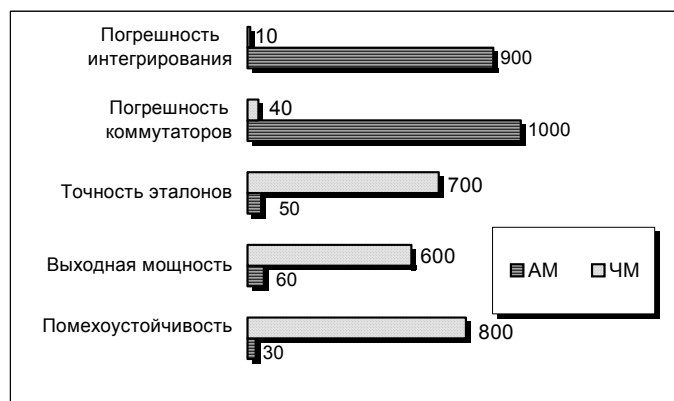


Рис.2 Сравнение средств измерений с амплитудной и частотной модуляцией.

Датчики с ЧМ В 1961 г. П.В. Новицким была поставлена проблема создания частотных датчиков для измерения как электрических, так и неэлектрических величин. Разработка средств измерений датчиков с сигналом ЧМ проходила чрезвычайно интенсивно, что позволило использовать их для измерения почти всех известных физических величин [1].

По уровню информационной способности, определяющей точность измерений, эти датчики с ЧМ уступают только датчикам с кодо-импульсным выходным сигналам которые строятся либо по типу кодовых дисков и реек, либо с использованием дискретного уравнивания для сравнительно небольшого числа возможных измеряемых величин. Интенсивное применение резонаторных датчиков обусловлено следующими обстоятельствами (Рис.2)

1. Принципиальная возможность достижения значительно больших точностей измерения, чем при использовании датчиков с АМ из-за более высокой помехоустойчивости сигнала ЧМ по сравнению с АМ

2. Выходные мощности резонаторных датчиков, как правило, значительно больше, чем мощности других датчиков и, как следствие, меньшая погрешность.

3. Тенденция к переходу от измерения уровня выходного сигнала к измерению частоты в эталонах, например, в эталонах длины и электродвижущей силы обусловлена объективным различием информационных свойств амплитудно-модулированных и частотно-модулированных процессов

4. Коммутаторы сигнала резонаторных датчиков можно строить по самым простейшим схемам без потери точности. Коммутация сигналов АМ составляет сложнейшую проблему при измерении с погрешностью менее 0,5%.

5. Интегрирующее устройство в виде суммирующего счетчика электрических импульсов является идеальным интегратором с неограниченным временем интегрирования, что обеспечивает эффективное подавление случайной составляющей погрешности в стационарных условиях.

Цифровые частотомеры. Отдельные виды частотных датчиков, например струнные тензометры были известны очень давно. До появления цифровых частотомеров выходная частота этих датчиков измерялась аналоговыми способами, и поэтому ощутимого выигрыша от использования частотных датчиков практически не было. С момента появления цифровых частотомеров положение резко изменилось, и частотные датчики стали привлекать к себе все большее внимание.

Несмотря на большое число методов аналого-цифрового преобразования ЧМ сигнала на практике ограничиваются методом последовательного счета, называемым также электронно-счетным методом, реализуемым универсальными цифровыми электронными частотомерами (ЧЭ), основными предпосылками использования которых являются [2,3]: высокая надежность; погрешность измерения в 10-100 раз меньше погрешности цифровых приборов для измерения напряжения, сопротивления и других электрических величин; высокая степень автоматизации управления функциями прибора, упрощает ввод и управление потоком измерительной информации, поступающей в ЭВМ; возможность изменить структуру средства измерений, например, перейти от измерения частоты к измерению периода или отношения частот, что важно при калибровке и исследовании составляющих погрешности.

Цифровые приборы – вольтметры, фазометры, частотомеры выполняют функции предшественников современных аналого-цифровых преобразователей сигнала.

Частотно-цифровое преобразование в частотомере – разновидность точного АЦП.

Частотно-цифровые преобразователи. При использовании ЧЦП открывается принципиальная возможность получения **лучших метрологических характеристик**, чем при использовании любых других типов преобразований – напряжение, ток или сопротивление – код и др. Это обусловлено следующими обстоятельствами: в ЧЦП **счет числа периодов** опорного сигнала или сигнала от датчика за определенное время — операция, **по простоте и точности** превосходящая все традиционные методы аналого-цифрового преобразования; частотно-временные сигналы в импульсной форме являются одной из **разновидностей цифрового (унитарного) кода**, для приема, передачи и преобразования которого можно применять **обычные элементы** цифровой техники; простота преобразования частотно-временных сигналов в цифровой эквивалент (код) и обратно позволяет строить системы с чередующимися цифровыми и частотно-цифровыми трактами, дает возможность **упростить структуру** системы и применить **оптимальный алгоритм** обработки информации.

Виртуальные частотно-цифровые средства измерений. Цифровая обработка сигналов посредством персональных компьютеров (ПК) открывает новые перспективы в совершенствовании частотно-цифровых систем с измерительными акустическими резонаторами. Средства измерений на базе ПК - виртуальные измерительные системы (ВИС) позволяют эффективно реализовать неиспользованные возможности метрологии, способны работать с большей точностью и лишены ряда недостатков, присущих реальным измерительным устройствам [2].

1. Для **акустических датчиков звуковая карта** в мультимедийных ПК является **высокоточным АЦП** в звуковом диапазоне частот..

2. **Использование методов спектрального анализа** для ЧЦП в ряде случаев **эффективнее** традиционного **счетно-импульсного метода** и его разновидностей.

3. Для **получения высокоточных средств измерений** на базе ВИС достаточно использовать устаревшие и недорогие ПК, **стоимость которых в 5-10 раз меньше стоимости современных цифровых частотомеров.**

4. **Реализация автоматической коррекции составляющих погрешности измерений** после автоматического определения посредством ЭВМ нормируемых метрологических характеристик и статистической обработки результатов для индивидуальной калибровки средства измерений.

Аппаратная простота реализации ВИС с акустическими резонаторами в то же время требует разработки программного обеспечения и исследования его влияния на погрешность измерений, развития спектрального анализа и регрессионных методов для метрологического обеспечения акустоэлектроники, проведения экспериментальных исследований.

В докладе рассматриваются пути совершенствования частотно-цифровых средств измерений со струнными преобразователями перемещений для внедрения в машиностроении, в частности, в подшипниковой промышленности.

Литература

1. Новицкий П.В., Кнорринг В.Г., Гутников В.С. Цифровые приборы с частотными датчиками. -Л.: Энергия, 1970.- 424 с.

2. Цейтлин Я.М., Скачко Ю.В., Капырин В.В. Модифицированные струнные преобразователи для измерения геометрических величин. - М.; Изд-во стандартов, 1989 - 264 с.
3. Скачко Ю.В. Устройство для измерения механических величин: А.с.№ №502217, Бюл.изобр.- 1976.-№ 5