

$$\frac{V_{\perp 1}}{V_{\perp 2}} = \frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{W_0 + 3V/4}{W_0 + V/4}}. \quad (8)$$

Так как на первом участке частица будет находиться дольше, чем на втором, то преобладает фокусирующее действие. Оно заметно только в том случае, если энергия W_0 близка к U . Так как напряжение большее 100 - 200 кВ приложить к линзам практически невозможно, то фокусирующие линзы могут создать эффект только для частиц малых энергий, порядка нескольких десятков и сотен килоэлектронвольт.

Список использованных источников

1. Мерзлевский Л.А., Титов В.Н., Фадеев Ю.И., Швецов Г.А. Высокоскоростное метание твёрдых тел. Физика горения и взрыва., 1987, т.23, №5, с.77-91.
2. Кмар Е.Г. Основы ускорительной техники. М.: Атомиздат, 1975.
3. Гольдин Л.Л. Физика ускорителей. М.: Наука, 1983.

УДК 62. 501

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ АЦП ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ КАЛИБРОВКИ ДАТЧИКОВ ВСТРОЕННОГО КОНТРОЛЯ

Кондоров Д.А., Кудрявцев И.А.

Датчики встроенного контроля (ДВК) применяются для построения систем диагностики технического состояния узлов трения в жидкостных системах. Диагностика производится на основе анализа параметров частиц износа, генерируемых в рабочую жидкость узлами трения. Информационными параметрами являются концентрация частиц и их гранулометрический состав.

При изготовлении ДВК необходимой операцией, качество которой определяет характеристики готового устройства, является настройка, при которой необходимо анализировать выходной сигнал и сравнивать с данными эталонного устройства.

Необходимо отметить, что вся информация в сигнале заключена в случайной составляющей. При этом часто случайными являются такие параметры, как период повторения импульсов и их длительность. Это исключает возможность исследования таких сигналов осциллографическими методами (в классическом виде), поскольку сигнал не является периодическим.

Примером подобного случайного сигнала могут служить импульсы на выходе датчика встроенного контроля. Их параметры (амплитуда, длительность, скважность) являются случайными величинами и зависят лишь

от параметров твёрдых частиц и их количества в контролируемой жидкости. Размеры частиц находятся в пределах 5...200 мкм. Датчик встроенного контроля является фотоэлектрическим и амплитуда сигнала на выходе определяется площадью поперечного сечения частицы, а, следовательно, зависимость амплитуды сигнала от размеров частицы будет квадратичной. Так, если максимальный по величине импульс на выходе датчика, определяемый параметрами частицы, составит + 5 В, то необходимо иметь возможность точно также измерять параметры сигнала, максимальная величина которого будет в 1600 раз меньше. Длительность импульсов также будет различна, но, как правило, не короче 70 мкс. Форма импульсов в основном колоколообразная.

Система калибровки ДВК представляет собой программно-аппаратный комплекс, обеспечивающий ввод сигнала с выхода датчика в ЭВМ, а также сохранение и обработку данных для последующего анализа. Аппаратная часть комплекса состоит из устройства обработки аналогового сигнала для оцифровки и интерфейса, обеспечивающего передачу цифровых данных в ЭВМ.

Подобные сигналы наиболее удобным представляется исследовать с помощью специального стенда на базе ЭВМ. Для ввода отсчётов сигнала с выхода датчика необходим аналогово-цифровой преобразователь. Его параметры должны определяться исходя из того, что надо иметь информацию о фронтах сигнала, а также обеспечить наиболее эффективное перекрытие всего динамического диапазона. Для того, чтобы учесть фронты, необходимо, чтобы на протяжении фронта укладывалось не менее 3 выборки. Тогда частота выборок определится следующим выражением:

$$f_o = \frac{3}{\tau_{\phi}}, (1)$$

где f_o – частота дискретизации, τ_{ϕ} – длительность фронта (минимальная). Полагая длительность фронта равной 30 мкс, получим, что частота дискретизации должна быть не менее 100 кГц.

Разрядность преобразователя должна быть такой, чтобы, перекрывая весь динамический диапазон входных сигналов, можно было бы также иметь некоторый запас для фиксации формы самых слабых сигналов, т. е.

$$a_{обц} = a_{омн} + a_{\phi}, (2)$$

Вообще, разрядность АЦП определяется как логарифм по основанию 2 от отношения максимальной величины сигнала и младшего значащего разряда. Слагаемые из выражения (2) будут определяться по известным формулам [1].

Для рассматриваемого случая разрядность АЦП должна составлять не менее 15. Исходя из современной элементной базы и удобства обработки, целесообразно использовать 16 разрядный преобразователь.

Для хранения и обработки получаемой информации наиболее удобно использовать ЭВМ, что позволяет избежать необходимости создания каких-то уникальных устройств обработки информации для представления её в удобном виде: необходимо лишь создать программное обеспечение, исходя из конкретной задачи. Однако для возможности обработки полученных данных в ЭВМ необходимо обеспечить их ввод с такой же скоростью, что и преобразование. При этом следует выбрать вариант интерфейса, при использовании которого загрузка центрального процессора минимальна, поскольку обработку информации желательно вести в реальном времени.

При выборе между внутренними (ISA, PCI) и внешними (RS232, IEEE1284, USB, IEEE1394) интерфейсами, предпочтение следует отдать последним, т. к. они позволяют не вмешиваться в распределение ресурсов (прерываний, каналов прямого доступа к оперативной памяти и адресов ввода – вывода) между системными устройствами, позволяют снять ограничения на габариты разрабатываемого устройства (что впрочем несущественно) и т. д. При этом необходимо однако учесть, что исходя из требуемого быстродействия, интерфейс должен обеспечивать передачу информации со скоростью не менее 200 кБ/с. В настоящее время существует три интерфейса, обеспечивающих такую скорость. Это параллельный IEEE1284 и последовательные USB и IEEE1394 [2]. Следует учесть, что для организации интерфейса IEEE1394 на подавляющем большинстве современных компьютеров необходимо приобрести специальную плату расширения (достаточно дорогую), тогда как USB и IEEE1284 интегрированы в состав системной платы. Также необходимо учесть и тот факт, что современные высокоскоростные интерфейсы могут работать только под управлением операционных систем MS Windows 98/2000, что создаёт дополнительные трудности с написанием программ. В результате за исходный вариант целесообразнее всего принять реализацию устройства ввода на основе параллельного интерфейса IEEE1284, точнее одного из его режимов – EPP (enhanced parallel port). Этот интерфейс позволяет, согласно спецификации, осуществлять обмен данными со скоростью до 2 МБ/с. При этом возможно написание программ управления разрабатываемым устройством под операционной системой MS DOS на языке низкого уровня ASSEMBLER, а циклы ввода данных осуществляются как простой ввод по заданным в программе адресам.

Для преобразования входного сигнала в отсчёты, используется высокоскоростной шестнадцати разрядный АЦП ADS7815U фирмы BurrBrown, поскольку отечественная промышленность к настоящему времени не освоила выпуск микросхем с подобными характеристиками. ADS7815U выполнен по КМОП – технологии и обеспечивает быстродействие 250000 выборок в секунду. АЦП выполнен по схеме с поразрядным уравниванием на коммутируемых емкостях. В начальный момент

преобразования заряжается входная ёмкость АЦП, что приводит к возникновению короткого импульса входного тока. Затем вход отключается, и дальнейшее преобразование производится при отключенном входе (входной ток равен нулю). Таким образом, входной ток АЦП достаточно резко меняется в широких пределах, что эквивалентно резким изменениям входного сопротивления. Это обуславливает необходимость использования повторителя напряжения во входной цепи. Повторитель должен обладать высокими характеристиками, чтобы не вносить дополнительной инструментальной погрешности. В данной схеме используется повторитель напряжения на прецизионном операционном усилителе К140УД24 (аналог ICL7650), имеющий низкое напряжение смещения (не более ± 5 мкВ), малый входной ток (10 пА), скорость нарастания выходного напряжения 2,5 В/мкс, выходной ток до 100 мА /3/. Остальные микросхемы, используемые в устройстве – ИМС серии КР555: регистры ИР23 и схемы 2И-НЕ ЛАЗ, используемые для формирования сигналов управления и квитирования.

Устройство работает следующим образом. В протоколе ЕРР-порта предусмотрены 2 вида циклов ввода: адресный цикл и цикл данных. Вообще, каждый из этих циклов может быть использован для ввода 32-разрядных чисел за 1 ассемблерную команду (`per in`); но в таком случае требовалась бы дополнительная логика определения вводимого байта. Если же в каждом из циклов вводить по 1 байту (а всего надо ввести 2), то в результате использования различных стробов необходимость в дополнительных микросхемах отпадает.

Работа преобразователя жёстко связана с сигналами управления и квитирования (рисунок 1). Сначала иницируется цикл ввода адреса. По переднему фронту строба адреса (1 \rightarrow 0, уч-к 1) происходит запуск процесса преобразования в АЦП. До тех пор, пока этот процесс не завершится (уч-к 2), сигнал готовности подан не будет. По окончании процесса преобразования (через 4 мкс), результат записывается в регистры (по переднему фронту сигнала квитирования, уч-к 3), после чего АЦП отключается, а к шине данных порта подключается регистр старшего байта (уч-к 4). Как только будет выставлен сигнал готовности, старший байт вводится в память ЭВМ. После этого стробы снимаются – цикл завершается (уч-к 5). Сразу же после этого начинается цикл ввода второго байта (цикл ввода данных, уч-к 6). В этом случае АЦП не запускается и сигнал готовности формируется сразу же после начала цикла ввода (после выставления строба данных и подключения к шине данных второго регистра, уч-к 7), поскольку результат уже в регистре. Общее время выполнения преобразования и ввода результата занимает, таким образом, примерно 4,3...4,5 мкс (в зависимости от чипсета ЭВМ, быстродействия ИМС и длины кабелей).

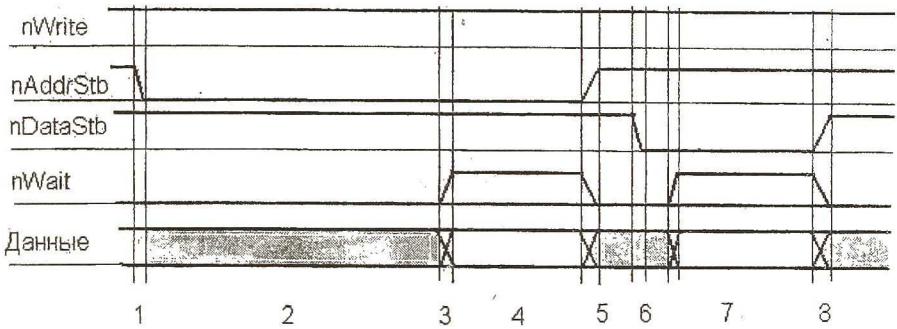


Рисунок 1 – Сигналы управления и квитирования.

Для исключения вероятности ложного срабатывания (выставления сигнала готовности до начала цикла преобразования) в схеме используется RS – триггер, который запрещает формирование сигнала готовности при адресном цикле ввода до начала преобразования. Триггер обнуляется при отсутствии стробов (когда не производится ввод информации), а формирование сигнала готовности возможно только при 1 на выходе триггера. Переброс триггера в 1 происходит при обнулении сигнала «занят» АЦП. После этого становится возможным формирование сигнала готовности. По окончании цикла ввода триггер вновь обнуляется.

Таким образом, с помощью разработанного устройства возможны преобразование и ввод информации в ЭВМ со скоростью до 220000...230000 выборок в секунду без использования дополнительных плат расширения. Применяя более быстродействующие АЦП можно ещё более поднять скорость обработки сигнала. Максимальная скорость при использовании ЕРР - интерфейса составит порядка 1000000 16-ти разрядных выборок в секунду. Дальнейшее наращивание скорости с использованием параллельного порта в режиме ЕРР невозможно из-за ограниченной пропускной способности интерфейса. Ещё большие скорости ввода возможны при переходе на использование интерфейсов USB и особенно IEEE1394, однако это существенно увеличивает стоимость системы и их использование неоправданно, поскольку согласно формуле (1) сверхвысокая скорость введения информации не требуется.

Использование ЕРР – интерфейса позволяет получить достаточную скорость и не требует высоких затрат вычислительных ресурсов, поскольку большая часть затрат экономится за счёт прямого доступа контроллера улучшенного параллельного порта к оперативной памяти (как правило DMA 3).

Разработанное устройство, при написании соответствующего программного обеспечения, может быть использовано в качестве цифрового осциллографа и любого другого измерительного преобразователя, где

требуется оцифровка и ввод аналоговых сигналов с подобными параметрами (до 200000 16-ти разрядных выборок в секунду).

Список использованных источников

1. Шило В. Л. Аналоговые интегральные микросхемы. М.: Сов. Радио, 1984, 380 с., ил.
2. Гук М.В. Интерфейсы ПК. Справочник. М.:Питер,1998. 400 с.
3. Интегральные микросхемы: Операционные усилители. Том 1. М.: Физматлит, 1993. 240 с.

УДК 612.01:007

МОДЕЛЬ РЕГУЛЯЦИИ РИТМА СЕРДЦА ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРЕДАРИТМИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ

Штырькова Ю.В., Конюхов В.Н.

Повышение эффективности лечения сердечно-сосудистых заболеваний неразрывно связано с возможностью их диагностики на ранних стадиях развития. В связи с этим разработка сравнительно простых методов ранней диагностики сердечно-сосудистых заболеваний является актуальной задачей. Одним из таких методов может быть метод основанный на анализе variability ритма сердца.

Известно, что variability временного интервала между соседними R-зубцами ЭКГ отражает, как динамику регуляторных процессов, так и состояние сердечной мышцы. С целью изучения зависимости параметров variability ритма сердца от состояния структур миокарда была разработана и исследована модель регуляции ритма сердца.

В процессе разработки модели учитывались основные физиологические закономерности регуляции ритма сердца.

При выборе типа модели учитывались различные факторы, связанные с ее адекватностью, простотой реализации и возможностью анализа.

В общем виде регуляция сердечного ритма осуществляется следующим образом (рисунок 1). Частота сердечных сокращений воспринимается различными рецепторами и в виде частоты импульсации афферентных нервных волокон поступает в высший центр регуляции. На основе синтеза поступающей к нему информации, как о функционировании организма, так и о параметрах окружающей среды интегративный центр генерирует управляющие сигналы. Регуляция ритма сердца может осуществляться внутрисердечными механизмами, нервным и гуморальным путями. Нервная регуляция реализуется через воздействие иннервирующих сердце парасимпатических и симпатических нервов. Стимуляция симпатической системы вызывает учащение, а парасимпатической – замедление сердцебиений. Между двумя этими отделами вегетативной нервной системы