Слайд 1

Задаются несколько основных критериев при разработке тестирующего устройства и ПО к нему:

1. Принципиальная доступность и низкая стоимость конечного устройства.
2. Универсальность интерфейса связи.
3. Кроссплатформенное, интуитивно понятное и гибкое ПО.
4. Универсальность в подходах к снятию показаний. ПО для тестирующего устройства должно предоставлять достаточно общие данные, чтобы, прибегнув к разработанной методике, была принципиальная возможность анализировать широкий спектр устройств.
5. Возможность подключения дополнительной периферии. Для более детального анализа конкретных лабораторных установок.
6. Электрическая защищенность. Устройство должно быть устойчиво к возможным скачкам напряжения на принимающих каналах, для защиты периферийных устройств и микроконтроллера (МК). Одновременно должна быть установлена защита лабораторной установки от возможного неправильного использования тестирующего устройства, для недопущения выхода история самой лабораторной установки.

Слайд 2

Внешний вид установки

1. Блок аналаговго управления и обработки.
2. Двигатель постоянного тока и съемный диск нагрузки.
3. Разъем питания платы.

Слайд 3

Интерфейс укомлектованного ПО

1. Канва для графиков скорости сверху и подаваемого напряжения снивзу (без возможности их масштабирования)
2. Поле мгновенных значений напряжения, тока, скорости.
3. Поле заданий выходного сигнала: Амплитуда, Частота, Смещение нуля

Форма сигнала: только меандр

1. Поле для задания математической модели в виде усиленного апериодического звена: коэффициент передачи и постоянная времени.
2. Поля рассчета параметров: о них подробнее.

Слайд 4

1. Поле определения сопротивления обмотки ДПТ при скорости = 0.
2. Поле определения противо-ЭДС при установившейся ненулевой скорости.
3. Поле задания параметров инерционной нагрзуки ДПТ. Момент инерции диска + собственный момент инерции ротора ДПТ. Момент инерции энкодера в этом расчете не участвует.
4. Поля вывода параметров ПФ. Коэффициент передачи, постоянная времени и ПФ в виде дроби.

Слайд 5

Система уравнений, описывающих процессы в время работы ДПТ позволяет составить математическая модель в виде усиленного апериодического звена. Именно ввиде апериодического звена мы и будем в дальнейшем рассматривать ДПТ.

Так же такая форма представления позволяет сравнивать результаты от лабораторного стенда и отладочного устройства.

Слайд 6

В таблице приведены обобщенные данные эксперемента, проведенных на лабораторном стенде. Сразу стоит отметить, что контроль такого электрического параметра, как сопротивление обмотки ДПТ контролировалось несколькими устройствами, включая мультиметр. Сопротивление обмотки ДПТ, измеренное лабораторным стендом не совпадает с вновь измеренным.

Слайд 7

Волевым решением принято разработать тестирующее устройство базе восьмибитного микроконтроллера RISC-архитектуры фирмы Atmel ATMega328 в составе отладочной платы Freeduino 2013 отечественного производства. Технические характеристики МК, использующегося в разработанном устройстве, приведены в таблице.

Диапазон напряжений питаний позволяет подключать плату через порт USB к ПК Так же напряжение питание порта USB имеет высокую стабильность и известный номинал, что позволяет его же использовать и в качестве опорного напряжения АЦП.

Слайд 8

Приведена структурная схема прошивки МК.

Для сопряжения интерфейса МК (USART) и ПК (USB) на отладочной плате применен МК-преобразователь ATMega8u2.

В соответствии с техническим описание основного МК, 2 младших разряда значения АЦП сильно подвержены нелинейным искажениям, в связи с чем производится «сжатие» (ADC/4) с 10 бит до 8 бит. Одновременно это позволяет отправлять значения, измеренные АЦП, в одном кадре через интерфейс USART.

Наличие каналов внешних прерываний у МК Atmega328 позволяют использовать их для подсчета внешних импульсов, что, в свою очередь, позволяет реализовать обработчик таких устройств, как инкрементальный энкодер.

Слайд 9

Для увеличения разрядности счетчика обработчика энкодера, его значение разбивается и отправляется на ПК двумя байтами – отправялется 16иразрядное число.

Вывод аналоговых сигналов, коды которых принимаются с ПК, подаются на канал широтно-импульсной модуляции в составе МК.

Слайд 10

-Обработчик энкодера построен на обработчике внешних прерывания МК.

-Выходной максимальный ток МК ~40 мА, т.о. необходим усилитель мощности, в данном случае построенный на биполярном транзисторе в схеме эмиторного повторителя.

Слайд 11

ПО для отладочного устройства разработано в среде ??? Что делает его кроссплатформенным. USB-драйвера для отладочной платы так же распространяются бесплатно на все ОС, а точнее для МК-переходника Mega8u2.

Представлены интерфейсы вновь разработанного ПО на:

1. Windows
2. Ubuntu
3. MacOS

Слайд 12

В цикле выполнения прогограммы идет:

-Отправка значения для вавода на аналоговом выходе МК, и принятие ответтных данных от МК.

-Построение графиков напряжений и счетчика по принятым значениям с учетом масштабных коэффициентов.

-Вычисление и построение графиков скорости, так же с учетом масштабных коэффициентов, а также фазы для гармонических сигналов.

Слайд 13

Апериодическое звено имеет приведенные на графиках Амплитудно- и фазочастотные характеристики.

1) Из анализа графика видно, что коэффициент передачи – это отношение скорости вала ДПТ к напряжению на зажимах при скорости, стремящейся к нулю.

Известно, что частота перегиба АЧХ к наклону -20 дб/дек – это частота 1/, где - постоянная времени. ФЧХ на частоте имеет значение -45 градусов. Т.е. на этой частоте фаза установившегося гармонического колебания скорости вала ДПТ будет отставать на 45 градусов от фазы напряжения на зажимах ДПТ.

Таким образом задача определения параметров передаточной функции сводится к определению (1) скорости вала ДПТ и напряжению на зажимах ДПТ в установившемся режиме при постоянном токе и (2) определению частоты, на которой фаза скорости и фаза напряжения в установившемся движении будет различаться на 45 градусов.

Слайд 14

Классификация такого подхода, как графо-аналитический, создает моральный барьер того, что все параметры необходимо находить «наглаз» по графикам. Однако принципиально возможно построить фазометр на основе данных, принятых с МК и рассчитанных в ПО.

1. Представлены графики напряжения и скорости, смещенные на некоторую фазу. Известен их размах, названный например А1 и А2, равный двум амплитудам.
2. Векторная диаграмма гармонических колебаний вектора напряжения и скорости.
3. Следствие из теоримы косинусов, дающее алгебраичесское выражение нахождения фазы.

Слайд 15

ПО имеет:

1) вкладку выбора порта подключения;

2) поле настройки проведения эксперимента;

3) блок установки соединения и начала экспримента;

4) Поле ввода формы выходного сигнала. Существует возможность установки сигнала произвольной формы.

5) Поля мгновенных значений.

6) И конечно сами графики принимаемых значений. Графики можно масштабировать коэффициентами и растягивая рабочую область.

Слайд 16

Проведение эксперимента проводится по следующей методике:

Калибровка энкодера. В соответсвии с ТО, энкодер совершает 360 тактов за 1 оборот.

Без подачи напряжения вручную совершается 10 полных оборотов вала ротора ДПТ.

1) По значению графика счетчика определяется оценочное число тактов на 1 оборот ~370 тактов, что близка к значению в ТО.

Слайд 17

После этого идет определение коэффициента передачи – снятие скорости и напряжения на зажимах при постоянном токе.

1) Скорость представлена в об/с, переводится в рад/с. Скорость делится на напряжение и получается коэффициент примерно 25 рад/В\*с

Слайд 18

Подается ЛЧМ сигнал, гармоника которого изменяется от 0 до 20 рад/с

1) Приблизительно определяется момент времени и частота, на которой график фазы проходит 45 градусов.

Слайд 19

алее последовательным приближением находится частота, на которой сдвиг фазы близок к 45 градусам.  
1) Эта частота примерно 16 рад/с. 2) Таким образом постоянная времени примерно равна 0,0625

Слайд 20

Номинальные значения принимаемах точностей приведены в таблице.

-Точность напряжения определяется приведенной разрядностью АЦП

-Точность скорости состоит из погрешности счетчика и таймера

-точность счетчика определяем, как отношение времени передачи данных к 115200 бод/с к периоду обращения ПО к МК в ~30мс.

-Таким образом получаем оценку методической погрешности без учета шумов и наводок.

-Погрешность фазы определяется произведением погрешности входящих переменных в степени кратности их повторения и погрешность округления угла.

Слайд 21

Перспективы модернизации:  
1) для увеличения диапазона снимаемого напряжения на каналах АЦП можно установить делитель напряжения.

2) возможно установить на канал ШИМ RC-аналоговый детектор для сглаживания подаваемого сигнала.

3) Использая текую ПО принципиально возможно автоматическое получение ПФ и моделей в переменных состояния, а именно матриц системы.

**Вывод:**

Обработка результатов.

Стоит отметить, что несмотря на очень значительное отличие значений, измеренных лабораторным стендом и отладочным устройством, предпочтение отдается результатам отладочного устройства.

Измерения отладочным устройством поддаются простому визуальному контролю. Например легко проконтролировать небольшие скорости вращения вала ДПТ и даже фазы на малых частотах. Отладочное устройство успешно проходит такой объективный контроль.

Заключение.

При поверхностном исследовании лабораторного стенда средствами отладочного устройства удается установить качественный контроль параметров. При выявлении несоответсвий, требуется разработка методики исследования, однако при последовательном приближении, правильно составленная методика может быть реализована на разработанном отладочном устройстве. Под правильно составленной методикой понимается методика, использующая возможности отладочного устройства в пределах описанных возможностей и допущений.