

### Разработка роботизированного автоматизированного комплекса на платформе Arduino

В настоящее время в век информационных технологий создание собственного робота с возможностью расширения его возможностей - довольно интересная и увлекательная задача. Основой такого комплекса может быть пользующаяся популярностью аппаратно-вычислительная платформа Arduino.

Arduino – платформа, основными частями которой являются: плата ввода\вывода и среда разработки на языке Processing. Arduino служит как для создания автономных объектов, так и для сопряжения с программным обеспечением ПК (такие как MacromediaFlash, PureData и т.д.). Все данные, а именно рисунки и схемы находятся в свободном доступе. Arduino основана на базе микроконтроллера AtmelAVRATmega 328 и ATmega168, тактовая частота которых 16 или 6 МГц.

Платы Arduino созданы таким способом, чтобы при необходимости, их компоненты можно было изменять, добавлять или удалять. Платы расширения (shield) подключаются к платформе при помощи установленных на платах штыревых разъемов. Современный рынок предлагает разработчикам множество shield'ов различающихся по функционалу (конверторы, системы управления шаговыми двигателями и платы беспроводного доступа WiFi, BlueTooth и т.д.). Именно это и делает платформу Arduino популярной среди новичков и опытных пользователей.

Основной идеей проекта является создание комплекса, который способен:

1. Самостоятельно перемещаться в пространстве обходя препятствия на своем пути.
2. Перемещаться в пространстве под управлением устройства на основе ОС Android (рис. 1) и выводить на экран смартфона\планшета расстояние до объекта, преграждающего путь.

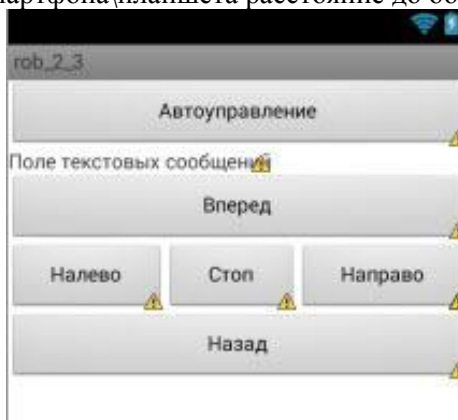


Рис.1. Интерфейс приложения на смартфон

Для создания роботизированного комплекса потребовались: шасси с сервоприводами, Arduino, плата-драйвер для управления подачей тока на сервоприводы колес, BlueTooth адаптер, ультразвуковой датчик препятствия, набор соединительных проводов и макетная планка для того чтобы обойтись без пайки.

Управление комплексом осуществляется из созданного приложения на смартфон (рис. 1) посредством беспроводного интерфейса BlueTooth. Поворот комплекса происходит по принципу танковых гусениц (колеса крутятся в разные стороны, в зависимости от выбранной стороны поворота).

М.Е. Гудков, С.В. Гусенков, А.И. Ярошенко, А.Д. Сорокина  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Ю.А. Кропотов  
*Муромский институт Владимирского государственного университета*  
*Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23*  
*e-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

### **Эволюция языков программирования**

В данной работе будет рассмотрена история развития языков программирования от машинного кода до высокоуровневых языков. А именно низкоуровневые языки программирования (Assembler), процедурные языки программирования (Fortran, Basic), объектно-ориентированные языки программирования (ObjectPascal, C++), функциональные языки программирования и логические языки программирования, будут рассмотрены примеры программ на данных языках программирования, разобраны особенности их синтаксиса. А также будут рассмотрены способы организации разработки в больших компаниях.

Для наиболее известных и популярных языков программирования в хронологическом порядке будет представлена краткая история создания, интересные факты и особенности разработки отдельных языков программирования, разобраны отличия от более современных языков программирования, преимущества новых версий от более старых.

В 1830 г. английский учёный Бэббидж предложил идею первой программируемой вычислительной машины (“аналитическая машина”). Она должна была приводиться в действие силой пара, а программы кодировались на перфокарты. Реализовать эту идею не удалось, так как было невозможно сделать некоторые детали машины.

Революционным моментом в истории языков программирования стало появление системы кодирования машинных команд с помощью специальных символов, предложенной Джоном Моучли, сотрудником Пенсильванского университета. На заре истории языков программирования машинный код был единственным средством общения человека с компьютером. Огромным достижением создателей языков программирования было то, что они сумели заставить сам компьютер работать передатчиком с этих языков на машинный код. Впоследствии языки программирования развивались и совершенствовались. Основные из них представлены в данной работе.

Наиболее активный период разработки языков и систем программирования приходится на 1960-е годы. За это десятилетие в мире родилось более тысячи разнообразных языков, как универсальных, так и специализированных, но в XXI веке используются немногие, в том числе бессмертные Fortran, Basic, Algol, Cobol, Simula, Lisp и их потомки.

Первый высокоуровневый язык программирования Fortran был разработан в фирме IBM под руководством Джона Бэкуса (Backus, John; р. 1924). Работа над языком началась в 1954 г., первая реализация для IBM 704 выполнена в 1957 г.

Далее в 1964 г. в Дармутском колледже в г. Хановере (Darmouth College, Hanover), штат Нью-Хемпшир был разработан язык Basic.

Cobol – это язык для бухгалтеров созданный в 1959.

Синтаксис Алгола-60 сформировал стандарт для всех последующих языков программирования.

Pascal разработал в 1971 г. простой и ясный алголоподобный язык, предназначенный прежде всего для обучения студентов в Федеральном техническом университете в Швейцарии. Вирт назвал язык в честь изобретателя первой вычислительной машины.

Новую жизнь языку Pascal дал Филипп Кан (Kahn, Philippe; р. 1938) – создатель компилятора TurboPascal для IBMPC и основатель компании Borland (1984 г.).

Язык PL/1 был частью амбициозного проекта IBMS/360, он создавался в спешке и представлял собой механическую смесь идей из многих языков.

Язык Си (C) был создан Деннисом Ричи (Ritchie, Dennis M.; р. 1941) в 1973 году в Bell Labs в ходе разработки операционной системы UNIX. Он развивал язык Би (B), который основывался на созданном в Кембриджском университете языке BCPL (от Basic Combined Programming Language), который в свою очередь был потомком Алгола-60.

Бьярн Страуструп (Stroustrup, Bjarne; р. 1950) ввел в язык C объекты и превратил его в C++.

В 1995 г. фирма Sun Microsystems представила язык Java для программирования в интернете.

## Секция 06. Вычислительная техника и микропроцессорные устройства

Он возник в ходе реализации проекта Oak («Дуб»), целью которого было создание системы программирования бытовых микропроцессорных устройств. Джеймс Гослинг (Gosling, James) – автор Java.

*Verilog HDL* (англ. *VerilogHardwareDescriptionLanguage*) — это язык описания аппаратуры, используемый для описания и моделирования электронных систем.

Основные парадигмы программирования:

- программирование в машинных кодах (Assembler);
- процедурное программирование (Fortran, Basic, Cobol, Algol, Pascal, Ada, C, Logo, FoxPro);
- объектно-ориентированное программирование (Simula, Smalltalk, ObjectPascal, C++, Java, C#);
- визуально-событийное программирование (VisualBasic, Delphi, VisualC++, VisualJava, VisualFoxPro);
- функциональное программирование (Lisp);
- логическое программирование (Prolog, Verilog).
- аспектно-ориентированное программирование.
- предметно-ориентированное программирование.
- субъектно-ориентированное программирование.

На сегодняшний день появляется все большее количество перспективных языков программирования, таких как Swift, Wolfram, Go и т.д.

### Литература

1. Роберт У. Себеста. Основные концепции языков программирования. — 5-е изд.. — М.: Вильямс, 2001. — 672 с. — ISBN 5-8459-0192-8.
2. Йодан Э. Структурное проектирование и конструирование программ. — Пер. с англ. — М.: Мир, 1979. — 415с. — С. 174.
3. Эволюция языков программирования: <http://informat444.narod.ru/museum/lanr/evol.htm> (дата обращения 27.03.2016).

С.В. Гусенков  
 Научный руководитель: ст. преподаватель Д.В. Бейлекчи  
 Муромский институт Владимирского государственного университета  
 Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23  
 e-mail: kaf-eivt@yandex.ru

### Разработка микропроцессорной системы удаленного управления электропитанием

В данном проекте разработан программно-аппаратный комплекс позволяющий управлять электропитанием оборудования и освещением по средствам беспроводной связи Wifi.

Данная система разрабатывается в рамках проекта по созданию устройств и мобильной операционной системы управления домовым оборудованием «Умный дом». [1]

Основными целями данной работы являлись:

- реализация систему удаленного управления питанием, используя микроконтроллер и платформу-независимый программный комплекс;
- обеспечение допустимую мощность канала свыше 2200 Вт;
- максимальная минимизация затрат на производство и изготовления устройства.

Структурная схема системы приведена на рис. 1.

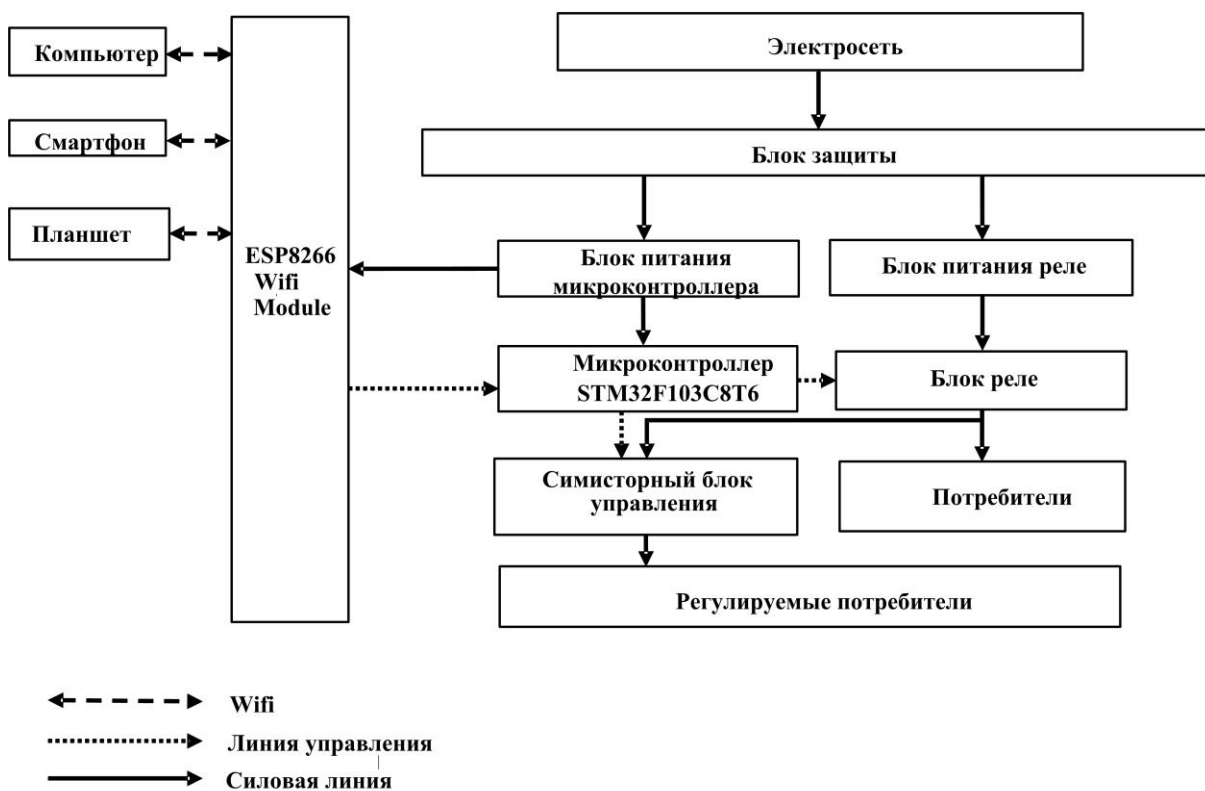


Рис. 1. Структурная схема микропроцессорной системы

Для передачи команд с компьютера был выбран Wi-fi модуль ESP8266, работающий через UART. Преимущества выбранного модуля:

- простой протокол обмена, что даёт возможность использовать менее мощный, а, следовательно, и менее дорогой микроконтроллер;
- имеет низкую стоимость – около 130 руб.

Для питания микроконтроллера и беспроводного модуля был выбран трансформаторный блок питания на 1А 7.5В и стабилизатор AMS1117-3.3 на 800мА 3.3В с защитой от перегрева и короткого замыкания, что обеспечивает стабильную работу.

Для управления нагрузкой с током до 10А при 220В было выбрано 8-ми канальное реле с опторазвязкой. Преимущества данного реле:

- опторазвязка предотвращает повреждение оборудования и поражение электрическим током;

## Секция 06. Вычислительная техника и микропроцессорные устройства

- имеет низкую стоимость – около 300 руб.

Для передачи команд с компьютера был выбран микроконтроллерный модуль с микроконтроллером STM32F103C8T6. Данный модуль был выбран по следующим характеристикам:

- поддерживает UART;
- имеет достаточное количество портов GPIO;
- имеет режим открытого коллектора. Этот режим используется для управления реле;
- имеет низкую стоимость – около 240 руб.

Для повышения безопасности были установлены 8 автоматов по 10А на реле, 1 автомат на 6А для блоков питания и 1 автомат на 16А для подключения более мощной нагрузки.

Для предотвращения поражения электрическим током был установлен дифавтомат на 16А компании ЕКФ.

В качестве элементной базы для блока управления электропотребителями использовались оптроны МОС3021 и симисторы ВТ136-600, рассчитанные на максимальное напряжение до 600 В.

Основные технические характеристики блока управления:

- количество каналов управления – 4 шт.;
- максимальная мощность на канал – 1200 Вт;
- габаритные размеры – 600x230x200 мм;
- масса – 1 кг.

Была разработана управляющая программа для микроконтроллера STM32F103C8T6, выполняющая следующие функции:

- управление реле;
- управление освещением;
- коммутация по UART.

Также была разработана программа для персонального компьютера обеспечивающая:

- управление реле через блок управления;
- управление освещением через блок управления;
- коммутация по Wi-Fi.

Для управления с системой с мобильных устройств было разработано программное обеспечение, выполняющее следующие функции:

- управление реле через микроконтроллер;
- коммутация по Wi-Fi.

Расчет стоимости микропроцессорной системы показал, что себестоимость производства данной системы составляет не более 4000 руб.

Таким образом, было разработана микропроцессорная система обеспечивающая управление 12 потребителями электроэнергии мощностью до 1000Вт, 4 из которых поддерживают регулировку выдаваемой мощности.

### Литература

1. Мобильная ОС для умного дома FSM. Система управления электропитанием [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://fsmos.ru>.

А.В. Козлов, М.А. Жидков, И.В. Шепелева  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Ю.А. Кропотов  
*Муромский институт Владимирского государственного университета*  
*Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23*  
*e-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

### **Развитие микропроцессоров с разрядностью от 4-х до 32-х бит**

Началом развития микропроцессоров можно считать конец 60-х, начало 70-х годов 20 века, когда фирма Intel выпустила свой первый 4-х разрядный микропроцессор 4004. Он был предназначен для замены 12 сложных специализированных микросхем в калькуляторе. Поскольку для хранения одной цифры калькулятору требуется 4 бита (именно столько необходимо для изображения десятичных цифр от 0 до 9), Intel 4004 стал 4-разрядным микропроцессором. Он выпускался в 16-контактном корпусе типа DIP, размеры кристалла были 12 мм<sup>2</sup> (3×4 мм). Микропроцессор мог выполнять от 60 000 до 93 000 инструкций в секунду (для сравнения, один из первых полностью электронных компьютеров — американский ЭНИАК — выполнял только 5000 инструкций в секунду с разрядностью 20 бит, занимал 280 м<sup>2</sup>, весил 27 тонн и потреблял 174 кВт энергии).

Следующий микропроцессор предназначался для установки в терминал и должен был обрабатывать символьную информацию. Поскольку каждый символ кодируется одним байтом, следующая модель Intel 8008 стала 8-разрядной; она появилась в апреле 1972 г. По-прежнему этот процессор был заменой аппаратной логики, но отдельные энтузиасты уже пытались собрать на нем компьютер. Результаты были скорее демонстрационными, нежели полезными, но микрокомпьютерная революция уже началась.

А в апреле 1974 г. компания Intel совершила новый качественный скачок: ее изделие с маркой Intel 8080 стало первым в мире процессором, походившим на настоящую вычислительную машину. Отметим любопытную деталь: хотя процессор и обрабатывал 8-разрядные данные, адрес ОЗУ был двухбайтовым. Таким образом, 8080 мог иметь до 64 килобайт памяти, что по тем временам казалось программистам недостижимым пределом.

После ухода из Intel инженер Федерико Фаджин основал компанию Zilog. Команда сразу же принялась за разработку нового процессора, взяв за основу Intel 8080, выпущенный незадолго перед этим. Новый ЦП создавался бинарно совместимым с 8080, так что большая часть старого кода работала на новом процессоре без изменений, в частности — операционная система CP/M. Z80 имел ряд улучшений по сравнению с 8080: расширенный набор команд, включая побитовые операции, поблочное копирование, поблочный ввод-вывод, инструкции поиска, новые режимы прерываний, работа от одного 5-вольтового источника питания, встроенная схема регенерации динамической памяти, требовалось меньшее количество других микросхем для обслуживания процессора, значительно меньшая цена.

Необычно большое, для 8-разрядного процессора, количество процессорных регистров позволяло в ряде случаев строить схемы микроконтроллеров вообще без ОЗУ, используя, например, большую часть «альтернативного» набора регистров для оперативного запоминания данных. Благодаря этим преимуществам, Z80 быстро опередил 8080 на рынке и в итоге стал одним из самых популярных 8-разрядных процессоров.

С весны 1974 года по 1978 год в Intel начали разрабатывать процессор 8086. Он содержал набор команд, который применяется и в современных процессорах, именно от этого процессора берёт своё начало самая популярная на сегодня архитектура x86.

Затем были разработаны усовершенствованные варианты 80186 и 80286, производительность которых была в 3-6 раз больше.

Первый 32-разрядный процессор 80386 (i386) был выпущен в 1985 году. Данный процессор был первым 32-разрядным процессором для IBM PC. Применялся, преимущественно, в настольных и портативных ПК. Вся архитектура x86 была расширена до 32 бит — все регистры (за исключением сегментных) стали 32-битными, получив в названии префикс «E». 32-битной стала и адресация (с возможностью создания 16-битных сегментов, для совместимости с 80286). Она позволила впервые со времени появления 8086 забыть о сегментации, а точнее, ограничении размера сегмента 64 килобайтами (ограничение 16-битного адреса), которое давно перестало устраивать программистов. До появления i386 программы и операционные системы использовали

## Секция 06. Вычислительная техника и микропроцессорные устройства

несколько головоломных моделей организации памяти (крохотная — tiny, малая — small, большая — large, огромная — huge), различающихся по организации в памяти сегментов кода, стека и данных. 32-битный адрес позволил использовать вместо них одну простую плоскую модель (англ. flat) — 32-битный вариант крохотной модели, в которой все сегменты задачи находятся в одном адресном пространстве. Плоская модель обеспечивает размер такого «общего» сегмента до почти 4 гигабайт, которых по тем временам хватало для любой мыслимой задачи.

Завершая краткий исторический экскурс, попробуем определить некоторые новые направления развития микропроцессоров в ближайшем будущем. Характерной чертой последних моделей процессоров является возможность работы в многозадачном режиме, который фактически стал нормой для современных ЭВМ. Развивается RISC-архитектура микропроцессоров (процессоры с сокращенным набором команд). Такой микропроцессор работает необычайно быстро и способен выполнить любую из своих немногочисленных команд за один машинный такт, в то время как обычно на выполнение простой операции требуется 4-5 тактов.

Не следует думать, что бурное развитие микропроцессоров требуется только для вычислительных машин, но и в качестве контроллеров для управления сложными периферийными устройствами типа винчестера или лазерного принтера. Все большее число ИМС ставится в изделия, напрямую не связанные с ЭВМ, в том числе и бытовые. Очевидно, что число таких управляемых микропроцессорами устройств будет все время возрастать.

### Литература

1. Малиновский Б.Н. «История вычислительной техники в лицах». 1995.
2. Абрайтис В.Б., Аверьянов Н.Н., Белоус А.И. «Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем». 1987.
3. Майоров В.Г., Гаврилов А.И. «Практический курс программирования микропроцессорных систем». 1989.
4. Абель П. «Язык ассемблера для IBMPC и программирования». Изд.: «Высшая школа», Москва. 1992.

### **Интерфейс USB-C: современное состояние и перспективы развития**

Прогресс, как ему и положено, не стоит на месте. Каждый день в мире высоких технологий появляются всё новые и новые изобретения, являющиеся шедевром инженерной мысли. В настоящее время мы имеем более тысячи разных интерфейсов и стандартов, выпущенных в разное время и предназначенные для разных целей. В этой статье речь пойдет о самом, наверное, популярном и известном интерфейсе из всех существующих на сегодняшний день – USB.

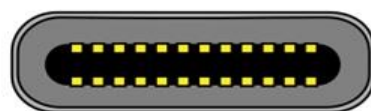
USB как стандарт появился почти двадцать лет назад. Самая первая его спецификация, а именно USB 1.0, появилась в далёком 1994 году. Перед этим интерфейсом были поставлены три ключевые и, казалось бы, на тот момент, невыполнимые задачи: стандартизация разъёма, возможность подключения к персональному компьютеру множества различной переносной и стационарной периферии, а также, разумеется, передача данных на высокой скорости. Как факт, с поставленными задачами он справился, но у него были весьма серьёзные «конкуренты» - LPT-порт, PS/2 и COM-порт. Хотя USB и имел существенные преимущества перед вышеперечисленными интерфейсами, взрывная слава пришла к этому интерфейсу, который является стандартом на сегодняшний день, не сразу, а только после того, как в обиход пользователей вошли такие вещи, как камеры, принтеры и сканеры, а также флэш-накопители.

По той же траектории развивался и наиболее популярный в настоящее время USB 2.0, который со своим появлением привнёс в жизнь пользователей более широкий спектр возможностей по подключению различной периферии и более высокую скорость передачи данных (до 480 Мбит/сек) и чуть менее распространённый, но отнюдь не из-за своих характеристик, USB 3.0, в котором инженеры увеличили скорость передачи данных до 5 Гбит/сек.

Время идёт, технологии сменяют друг друга. В 2015 году компания Apple представила на своей весенней конференции «SpringForward» новый продукт – MacbookRetina 12, в который интегрировали поддержку совершенно нового разъёма (рис. 1), так называемого USB-C, который представлял собой стандарт USB 3.1. MacbookRetina 12 стал первым коммерческим устройством на рынке, в котором появилась поддержка USB-C разъёма.

USB-C принес в себе такие новаторские изменения, как симметричность коннектора (кабель USB 3.1 теперь можно вставлять любой стороной, так же, как Apple сделала с коннектором Lightning в своё время, который используется и по сей день для зарядки iPhone, iPad, SmartWatch), более высокая скорость передачи данных (до 10Гбит/сек), новый метод кодирования (128b/132b вместо 8b/10b), более расширенный функциональный спектр (зарядка устройств с потреблением питания более 12V), а так же позволил достичь эффекта «FastCharge» для блоков питания потреблением от 5V, которыми сейчас активно комплектуются современные смартфоны.





## Type-C

Назначение контактов в разъёме USB Type-C

Контакт	Название	Описание	Контакт	Название	Описание
A1	GND	Общая земля	B12	GND	Общая земля
A2	SSTXp1	SuperSpeed дифференциальная пара #1, TX, positive	B11	SSRXp1	SuperSpeed дифференциальная пара #1, RX, positive
A3	SSTXn1	SuperSpeed дифференциальная пара #1, TX, negative	B10	SSRXn1	SuperSpeed дифференциальная пара #1, RX, negative
A4	V <sub>bus</sub>	Линия питания	B9	V <sub>bus</sub>	Линия питания
A5	CC1	Конфигурационный канал	B8	SBU2	Полоса пропускания данных (SBU)
A6	Dp1	USB 2.0 дифференциальная пара, position 1, positive	B7	Dn2	USB 2.0 дифференциальная пара, position 2, negative
A7	Dn1	USB 2.0 дифференциальная пара, position 1, negative	B6	Dp2	USB 2.0 дифференциальная пара, position 2, positive
A8	SBU1	Полоса пропускания данных (SBU)	B5	CC2	Конфигурационный канал
A9	V <sub>bus</sub>	Bus power	B4	V <sub>bus</sub>	Bus power
A10	SSRXn2	SuperSpeed дифференциальная пара #2, RX, negative	B3	SSTXn2	SuperSpeed дифференциальная пара #2, TX, negative
A11	SSRXp2	SuperSpeed дифференциальная пара #2, RX, positive	B2	SSTXp2	SuperSpeed дифференциальная пара #2, TX, positive
A12	GND	Общая земля	B1	GND	Общая земля

Рис. 1. Внешний вид и распиновка разъёма USB-C

Если смотреть со стороны, то новый стандарт разъёма USB практически лишён каких-либо недостатков, но на самом деле, это не совсем так. Самый первый его недостаток на данный момент – его низкая популярность. В 2015-2016 году было представлено множество устройств, имеющих данный интерфейс (прим. OnePlusX, LenovoZukZ1, MotoXStyle, Nexus 5X, Nexus 6P и прочие), но к сожалению, такой «тяжеловес» рынка мобильной техники, как Samsung, который всегда задавал технологическую планку большинству мобильных компаний, по какой-то причине отказался интегрировать данный разъём в свои флагманы семейства Galaxy, после чего перспективы развития USB-C в мобильной технике, вероятно, будут слегка заторможены.

Вторым и самым главным недостатком является то, что USB 3.1 несовместим с нынешними портами в ПК и ноутбуках. Для того, чтобы, например, подключить к компьютеру устройство на microUSB, miniUSB или полноразмерный USB, придётся приобрести дополнительный реверсивный адаптер, что значительно увеличивает денежные затраты пользователей.

Третьим же недостатком является то, что многие покупатели, которые приобрели технику, которая в своей основе содержит поддержку USB-C, отметили, что не все кабели, купленные в магазинах, подходят для зарядки их смартфонов, когда оригинальный кабель по какой-либо причине переставал функционировать. С чем связана такая проблема – неизвестно. Возможно, она связана с тем, что технология производства подобных кабелей пока несовершенна. А возможно, она связана с большим количеством брака, который сейчас покупают пользователи в китайский онлайн-магазинах.

В любом случае, с пришествием модификации USB 3.1 опыт от использования совместимых гаджетов будет иным. Более удобный коннектор, высокая скорость и расширенные возможности обновленного интерфейса чётко дают нам понять, что USB-C – следующая наиболее популярная ветвь в области интерфейсов. Конечно, у него есть свои недостатки, однако, они будут разрешены в процессе интеграции в новые устройства.

А.Е. Миловидов, Д.С. Чечков, К.А. Назарова  
Научный руководитель: д.т.н., профессор Ю.А. Кропотов  
*Муромский институт Владимирского государственного университета*  
*Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д.23*  
*e-mail: kaf-eivt@yandex.ru*

### **Поколения ЭВМ**

История развития современных ЭВМ разделяют на 4 поколения. Но деление компьютерной техники на поколения – весьма условная, нестрогая классификация по степени развития аппаратных и программных средств, а также способов общения с компьютером.

Идея делить машины на поколения вызвана к жизни тем, что за время короткой истории своего развития компьютерная техника проделала большую эволюцию, как в смысле элементной базы (лампы, транзисторы, микросхемы, и др.), так и в смысле изменения её структуры, появления новых возможностей, расширения областей применения и характера использования.

Все ЭВМ I поколения функционировали на основе электронных ламп, что делало их ненадежными – лампы приходилось часто менять. При том для каждой машины использовался свой язык программирования.

Во II поколении компьютеров дискретные транзисторные логические элементы вытеснили электронные лампы. В качестве программного обеспечения стали использоваться языки программирования высокого уровня, были написаны специальные трансляторы с этих языков на язык машинных команд.

Машины III поколения – это семейство машин с единой архитектурой, т.е. программно совместимых. В качестве элементной базы в них используются интегральные схемы, которые также называются микросхемами. Многие задачи управления памятью, устройствами и ресурсами стала брать на себя операционная система или же непосредственно сама машина.

IV поколение – это теперешнее поколение компьютерной техники, разработанное после 1970 года. Впервые стали применяться большие интегральные схемы (БИС), которые по мощности примерно соответствовали 1000 ИС. Это привело к снижению стоимости производства компьютеров. С точки зрения структуры машины этого поколения представляют собой многопроцессорные и многомашинные комплексы, работающие на общую память и общее поле внешних устройств.

Сейчас ведутся интенсивные разработки ЭВМ V поколения. Разработка последующих поколений компьютеров производится на основе больших интегральных схем повышенной степени интеграции, использования оптоэлектронных принципов (лазеры, голография).

### **Литература**

1. Морозов Ю.М. История и методология вычислительной техники СПб, 2012

### **Разработка микропроцессорной системы управления динамической платформой**

Динамическая платформа является имитатором движения транспортных средств и других движущихся объектов, а также применяется в комплексных тренажерах боевого отделения управления самоходных артиллерийских установок и бронетехники, динамических стендах для проверки систем наведения оружия и управления огнем.

Динамические платформы предназначены для моделирования различных дорожных условий и внешних воздействий в процессе испытаний или обучения в стационарных условиях испытательных лабораторий или учебных подразделений.

Для более быстрого обучения важным фактором является создание так называемого эффекта присутствия. Такой эффект в наибольшей степени получается при использовании кабины эмулирующей внутренность транспортного средства, закреплённой на динамической платформе. Движение платформы в пространстве создаётся несколькими электродвигателями переменного тока.

Динамическая платформа работает следующим образом: при включении, управляющая программа отправляет запросы устройству сопряжения датчиков, которое по очереди считывает данные о начальном положении вала двигателя с абсолютного датчика поворота и отправляет эти данные на ПК для обработки, после чего ПК отправляет команды преобразователю частоты, который на основе этих команд управляет электродвигателем.

К разрабатываемой системе предъявлялись следующие требования:

- опрос 4-х датчиков углового положения ЛИР-ДА158;
- управление 4-мя преобразователями частоты FR700A по интерфейсу RS485 (протокол Modbus);
- управление и выдачу состояния системы через интерфейс Ethernet и RS232;
- хранение конфигурационной информации в энергонезависимой памяти;
- микропроцессорная система должна быть основана на МП 1986BE1T и других отечественных комплектующих.

Сбор информации с датчика осуществляет микроконтроллер и затем передает эту информацию компьютеру. Аппаратно датчик связан с контроллером по интерфейсу SSI, преобразователь частоты с контроллером по интерфейсу RS485 (протокол Modbus), а контроллер с компьютером по интерфейсам Ethernet и RS232.

Абсолютные датчики углового положения каждому значению углового положения вала (преобразуемого угла) ставят в соответствие значение числового эквивалента, который формируется на выходе датчика, как правило, в виде сигнала цифрового кода. При этом указанное взаимно однозначное соответствие сохраняется, как при движении вала, так и при его неподвижном положении и не требует возвращения вала в начальную позицию. Таким образом, значение кода не теряется после выключения и включения питания датчика, восстанавливается после прохождения помехи или превышения допустимой скорости вращения вала, ограничиваемой правильным считыванием кода. Приведённые свойства выгодно отличают абсолютные датчики углового положения от инкрементных угловых преобразователей. [1]

Интерфейс SSI был специально разработан для надёжной передачи значений регистрируемых перемещений или текущих координат от одного и многооборотных абсолютных датчиков углового положения в систему управления. Замечательные свойства SSI демонстрируют значительный прогресс в области интерфейсов для абсолютных датчиков углового положения на фоне традиционных способов передачи данных.

Одним из методов управления режимами работы электрических двигателей переменного тока является метод так называемого частотного управления. Вместо непосредственной подачи на двигатель стандартного переменного напряжения из сети (одно или трехфазной) оно сначала проходит процесс преобразования.

На рис. 1 приведена структурная схема разрабатываемой системы.

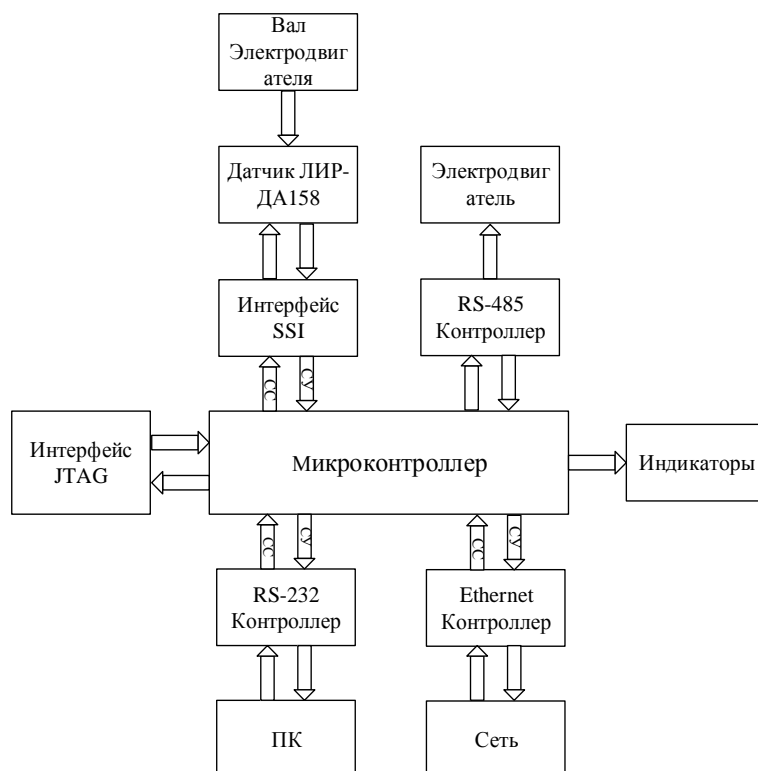


Рис.1. Структура системы управления на базе микроконтроллера

Структура системы управления состоит из объекта мониторинга в нашем случае это вал электродвигателя, объекта управления в нашем случае это электродвигателя, системы индикации, система контроля и управления через интерфейсы Ethernet и RS232, интерфейс JTAG для программирования, тестирования и отладки системы, микроконтроллера и аппаратуры их взаимной связи.

Микроконтроллер путем периодического опроса осведомительных слов (ОС) генерирует в соответствии с алгоритмом управления последовательности управляющих слов (УС). Осведомительные слова - это сигналы состояния объекта (СС), сформированные датчиками объекта управления и флагами. Микроконтроллер с требуемой периодичностью обновляет управление слова на своих выходных портах. Некоторая часть управляющего слова интерпретируется как совокупность прямых двоичных сигналов управления (СУ). В состав аппаратуры связи входит регистр флагов, на котором фиксируется некоторое множество специфицируемых признаков, как объекта управления, так и процесса работы контроллера. Этот регистр флагов используется в качестве аппаратного средства реализации механизма взаимной синхронизации относительно медленных и вероятностных процессов в объекте управления и быстрых процессов в микроконтроллере. Регистр флагов доступен как микроконтроллеру, так и исполнительным механизмам.

Для аппаратной реализации временных задержек, формирования сигналов требуемой частоты и скважности в составе микроконтроллера есть программируемые интервальные таймеры. Законы функционирования системы управления всецело определяются прикладной программой, размещенной в памяти программ микроконтроллера.

Таким образом, в результате работы было разработано устройство и программное обеспечение, которое позволяет осуществлять управления динамической платформой, на базе микроконтроллера ARM 1986BE1T. Разработанная система позволяет первое сократить стоимость и сроки подготовки водителей, экономия горюче-смазочных материалов и снизить расход моторесурса машин, второе это возможность допускать обучаемому самые грубые ошибки, для последующего их устранения.

#### Литература

1. Жданкин В. Абсолютные датчики углового положения с интерфейсом SSI//Сорокин С. В записную книжку инженера. - 2004. - № 1. - С. 48-57.

### Цифровые методы измерения параметров амплитуды, фазы и частоты сигнала на базе учебного стенда LESO1.2

Современные методы получения результата в измерительных приборах заключаются в преобразовании измеряемой величины в электрические сигналы и обработке их с использованием микропроцессорной вычислительной техники.

Измеряемые параметры у синусоидального сигнала характеризуется частотой, периодом, фазой и амплитудой. В рамках данной работы проведён анализ методов измерения фаз и амплитуды сигнала.

Величина синусоидального сигнала, как и напряжения, постоянно меняется во времени. Количественными показателями для измерений и расчётов применяются их следующие параметры:

Период  $T$  - время, в течении которого происходит один полный цикл изменения тока в оба направления относительно нуля или среднего значения.

Частота  $f$  - величина, обратная периоду, равная количеству периодов за одну секунду.

Один период в секунду это один герц (1 Hz)  $f = 1/T$ .

Амплитудное значение - максимальное по модулю мгновенное значение за период.  $I_{amp} = \max|i(t)|$ ;  $U_{amp} = \max|u(t)|$  Может быть положительным и отрицательным в зависимости от положения относительно нуля. Часто вместо амплитудного значения применяется термин амплитуда тока (напряжения) - максимальное отклонение от нулевого значения [2].

Для гармонического колебания фазой называется аргумент функции  $U(t)$ ,

$$U(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi_0), \quad (1)$$

где  $\varphi_0$  - начальная фаза колебания. Для двух синусоидальных колебаний  $U_1$  и  $U_2$  с одинаковой частотой, угол сдвига фаз представляет собой модуль разности фаз двух:  $\Delta\varphi$  равен  $\Delta\varphi = |\varphi_1 - \varphi_2|$ .

При условии, что один из сигналов является эталонным, а его начальная фаза равна нулю.

Методы измерения амплитуды синусоидального сигнала:

- Детектирование амплитуды: детектирование колебаний заключается в выделении сигнала, который в неявной форме содержится в модулированном высокочастотном колебании [7].

- Развертывающие методы: с помощью данных преобразования переменный сигнал подвергается интегральному преобразованию.

- Методы сравнения сигналов с использованием компаратора.

Методы измерения параметров разницы фаз:

- Компенсационный метод: в цепь одного из подаваемых сигналов подключают – фазовращатель. Данное специальное измерительное средство изменяют так, что результирующий эффект воздействия двух сигналов на устройство сравнения доводят до нуля. Значение разности фаз между сигналами равно изменённому значению фазовращателя [3,4].

- Метод с преобразованием частоты: для повышения точности измерений и при малой разности фаз, фазовый сдвиг переносится в более высокую частоту путём умножения и гетеродинного преобразования частоты сигнала.

- Работа с ФАПЧ. Данный метод основан на том, что разность фаз двух колебаний постоянна во времени в том случае, если их частоты равны, и наоборот. ФАПЧ содержит фазовый детектор, усилитель и генератор, управляемый напряжением (ГУН), и представляет собой сочетание в одном корпусе аналоговой и цифровой техники [5].

- Преобразование разности фаз в интервалы времени. Суть метода состоит в том, что исследуемые синусоидальные напряжения преобразуют в периодические последовательности коротких импульсов. Интервал времени, между этими ближайшими импульсами  $t_2 - t_1$ , прямо пропорционален измеряемой разности фаз [6].

## Секция 06. Вычислительная техника и микропроцессорные устройства

В рамках проектирования выпускной квалификационной работы предполагается разработка программного обеспечения, необходимого для измерения параметров синусоидального сигнала на базе стенда LESO1.

Микропроцессорный стенд LESO1 – готовый учебный лабораторный стенд, предназначенный для изучения микроконтроллеров. Опытные преподаватели технического ВУЗа разработали стенд для освоения студентами архитектуры микроконтроллеров семейства MCS-51, а также методов разработки микропроцессорных систем различного назначения.

Особенности микропроцессорного стенда LESO1.2:

Учебный лабораторный стенд LESO1 построен на базе микроконтроллера ADuC842 фирмы AnalogDevices. Микроконтроллер содержит 12-разрядные прецизионные АЦП и ЦАП, встроенный высокоскоростной МК с FLASH-ЭПЗУ на 62КБ.

Стенд содержит следующую периферию:

- жидкокристаллический символьный индикатор 8x2
- матричную клавиатуру 4x3
- часы реального времени PCF8583
- излучатель звука
- датчик температуры DS18B20
- инфракрасный фотоприемник TSOP1736
- четыре красных светодиода
- микросхему преобразования интерфейсов фирмы FTDI [1]

Изучив возможности стенда, можно сделать вывод, что он позволяет использовать его для реализации цифрового измерения синусоидального сигнала с использованием методов с использованием компаратора и преобразовании разности фаз в интервалы времени.

В качестве инструментальной среды разработки применяется интегрированная среда разработки KeilVision.

Требования к разрабатываемому устройству:

- Максимальная частота сигнала  $f_{\max}=10$  кГц;
- Погрешность измерения фазы  $\delta=0.5\%$ ;

Описание работы алгоритма фазометра.

Для нахождения фазы сигнала проще всего измерять время между прохождением эталонного и измеряемого сигналов через ноль  $t_{\pm}$ . При этом зная частоту измеряемого сигнала можно найти его фазу исходя из следующей формулы:

$$\varphi = t_{\pm} \cdot f \cdot 360 \quad (2)$$

где  $t_{\pm}$  - время между прохождением эталонного и измеряемого сигнала через ноль,  $f$  – частота измеряемого сигнала, множитель 360 переводит безразмерную величину в градусы.

По заданию, а именно – максимальная частота сигнала  $f_{\max}=10$  кГц и погрешность измерения фазы  $\delta=0.5\%$  определяем минимальное время измерения. Это время находится по формуле:

$$t_{\min} = \frac{\delta}{f_{\max}} \cdot 100 = \frac{0.5}{10} = 0.05$$

(3)

Для измерения такого времени микроконтроллер должен обладать таким же или меньшим временем цикла.

Существуют современные микроконтроллеры, у которых один машинный командный цикл равен не 1 такту, а частоту можно задать программным способом.

Выбрав микроконтроллер, фирмы AnalogDevicesADUC842, задаём тактовую частоту на 2 МГц (по умолчанию) и при этом время цикла составляет 0,477мкс.

Для отладки программы, подаём на измеряемое, и эталонное напряжение сигналы с двух ЦАП DAC0 и DAC1 соответственно. На сами же Цифро-аналоговые преобразователи подаём

## Секция 06. Вычислительная техника и микропроцессорные устройства

программируемые синусоидальные сигналы с помощью таблиц, в реальном виде нужно подать 2 сигнала. Разница фаз рассчитывается по положительным волнам подаваемых сигналов.

Выходы синусоидальной волны на ЦАП0 и ЦАП1 настраиваем на 590Hz. Выходные сигналы находятся в квадратуре друг с другом, ЦАП1 ведущих, а DAC0 на 90 градусов.

Бит SYNC используется для того, чтобы оба ЦАП выдавали обновления, одновременно избегая, таким образом, фазовой ошибки 0,625 градусов.

### Литература

1. Лаборатория Электронных Средств Обучения (ЛЭСО) СибГУТИ. Учебный лабораторный стенд на микроконтроллера ADuC842 - LESO1 [Электронный ресурс] // labfor.ru: Разработка средств обучения URL: <http://www.labfor.ru/devices/leso1> (дата обращения: 16.03.2016).

2. Переменный электрический ток [Электронный ресурс] // tel-spb.ru: Справочное пособие по ремонту электронной техники URL: <http://tel-spb.ru/ac.html> (дата обращения: 18.03.2016).

3. Клаассен К. Б. Основы измерений. Электронные методы и приборы в измерительной технике. Москва: Постмаркет, 2000. – С. 271-274. ISBN 5-901095-02-2..

4. Г. М. Терешин. Радио измерения. М : « Энергия », 1968. – 400с., ил.

5. П. Хоровиц., У. Хилл. Искусство схемотехники: Пер. с англ. - Изд. 2-е. - М.: Издательство БИНОМ – 2014. – С. 671. ISBN 978-5-9518-0351-1

6. А.В.Христофоров, К.С.Сайкин Методы измерения разности фаз электрических колебаний. // Казанский государственный университет, 2006. – 26 с.

7. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1986. –С.240.