

AXCode Runtime - среда исполнения на базе операционной системы реального времени (Описание)

1. Назначение

AXCode Runtime является программным обеспечением, предназначенным для работы в составе программируемых логических контроллеров (ПЛК). В основе среды исполнения находится операционная система реального времени (ОСРВ). Среда исполнения распространяется в виде набора библиотек ядра операционной системы и драйверов аппаратной части. ОСРВ обеспечивает многозадачность и гарантирует выделение аппаратных ресурсов для каждой задачи. Драйверы обеспечивают связь программной оболочки ядра и аппаратных ресурсов. Библиотеки ядра - это набор функций для взаимодействия с ОСРВ. Программа пользователя выполняется в отдельной задаче ядра ОСРВ в режиме кооперативной многозадачности с настраиваемым циклом пользовательских подпрограмм.

2. Функциональные возможности

Среда исполнения AXCode Runtime состоит из следующих компонентов:

- Операционная система реального времени (далее ОСРВ)
- Библиотека драйверов «Обобщенный микроконтроллер», реализованных для связи аппаратных ресурсов ПЛК с операционной системой с возможностью расширения аппаратных реализаций.
- Библиотека аппаратно-независимых функциональных блоков и планировщик пользовательских подпрограмм. Планировщик реализует режим кооперативной многозадачности. Библиотека реализована по модели PLCoren.
- Библиотека описаний устройств. Предназначена для создания конфигураций устройств с общим интерфейсом ввода-вывода и опроса по интерфейсу связи.
- Библиотека таблиц параметров
- Библиотека терминала отладки (Debug)
- Библиотека работы с часами реального времени
- Библиотека общих утилит. Обработка критических секций, Журнал ошибок, Журнал событий.
- Задачи ОСРВ:
 - Выполнение пользовательских подпрограмм
 - Управление входами/выходами
 - Управление индикацией
 - Управление энергонезависимой памятью
 - Управление съемными картами памяти
 - Управление прямым доступом к последовательным портам (RS-485, USB)
 - Управление протоколом Modbus RTU (Master/Slave), Converter
 - Управление терминалом отладки Debug
- Модуль автоматического опроса модулей ввода/вывода с использованием задачи Modbus.
- Модуль пользовательских энергонезависимых (retain) переменных, сохраняющих свое значение при отключении питания
- Модуль работы с собственными и внешними дискретными и аналоговыми входами/выходами как с обычными переменными
- Таргет-файлы для различных модификаций и плат ПЛК.

3. Поддерживаемое оборудование и инструментальные средства

AXCode Runtime поддерживает следующие архитектуры процессоров микроконтроллеров:

- Risc-V (профиль RV32-IMAFC)
- ARM Cortex-M4F

В качестве ОС для сборки может использоваться Windows и Linux

Используемые системы сборки:

- xPack CMake
- xPack ninja

В качестве среды разработки как правило используется open-source редактор кода Code OSS.

Поддерживаемые компиляторы:

- The xPack GNU RISC-V Embedded GCC
- The xPack GNU Arm Embedded GCC

Используемая ОСРВ: FreeRTOS

4. Алгоритм адаптации под целевую платформу

Доступные в пользовательских подпрограммах функции среды исполнения являются аппаратно-независимыми. Для адаптации среды под новую целевую платформу необходимо добавить в программу реализации аппаратно-зависимых функций и описать особенности целевой платформы.

Для этого может потребоваться реализовать до 7 программных компонентов:

1. Реализация драйверов, управляющих периферией целевого микроконтроллера (библиотека «Обобщенный микроконтроллер»).
2. Порт ОСРВ FreeRTOS для архитектуры микроконтроллера целевой платформы.
3. Конфигурация аппаратной платформы (устройства).
4. Конфигурация печатного узла (платы).
5. Конфигурация микроконтроллера.
6. Конфигурация загрузчика (AXCode Bootloader) пользовательских программ для печатного узла слоя BOARD.
7. Конфигурация ПО загрузки пользовательских программ (AXCode Loader).

4.1. Библиотека «Обобщенный микроконтроллер»

Библиотека представляет собой HAL (Hardware Abstraction Layer), предназначена для отделения аппаратно-зависимой части кода микроконтроллеров от остальной программы.

Библиотека имеет набор драйверов для типовой периферии микроконтроллера, состоящих из:

- Интерфейса драйвера
- Реализации драйвера согласно требованиям интерфейса

Для адаптации среды исполнения под конкретную аппаратную платформу необходимо добавить новые реализации драйверов в библиотеку msc в соответствии с документацией на драйверы.

4.2. Порт OSCPВ FreeRTOS

Для FreeRTOS имеется большой набор поддерживаемых разработчиками портов для разных архитектур процессоров и компиляторов. В большинстве случаев достаточно подключить нужный порт OSCPВ в системе сборки, а при необходимости — реализовать собственный порт FreeRTOS согласно документации.

4.3. Конфигурация аппаратной платформы (устройства)

Конфигурация аппаратной платформы определяет список функций, задач, интерфейсов, настроек и т. п., доступных для целевой платформы и для подпрограмм пользователя.

Для подготовки необходимо по инструкции в документации:

- Объявить используемые драйвера обобщенного микроконтроллера
- Объявить используемые задачи библиотеки ядра
- Добавить функции инициализации операционной системы с используемыми задачами
- Добавить системную задачу управления настройками модификации
- Прописать доступные пользователю целевой платформы интерфейсы связи, входы, выходы и прочие объекты устройства.

4.4. Конфигурация печатного узла (платы)

Конфигурация печатного узла содержит список аппаратной периферии и выводов микроконтроллера, используемой на печатном узле для целевой платформы, а также функции их инициализации и их настройки.

Для подготовки конфигурации необходимо с помощью инструкции из документации, конфигурации модификации и принципиальной схемы печатного узла целевой платформы:

- Указать тактовую частоту микроконтроллера
- Указать задействованные выводы микроконтроллера, используя названия из модификации целевой платформы
- Указать задействованную периферию микроконтроллера, используя названия из модификации целевой платформы
- Добавить функции настройки задействованных выводов и периферии микроконтроллера
- Добавить функции обработки прерываний микроконтроллера

4.5. Конфигурация микроконтроллера

Конфигурация микроконтроллера содержит настройки используемого в целевой платформе микроконтроллера, такие как:

- Настройки компилятора
- Распределение памяти
- Настройки системы сборки
- Ссылка на используемый порт FreeRTOS для системы сборки
- Ссылка на используемый порт библиотеки «Обобщенный микроконтроллер» для системы сборки

Конфигурация подготавливается с помощью инструкции, приведенной в документации к среде исполнения, и документации на используемый для целевой платформы компилятор. Для упрощения подготовки конфигурации в библиотеке «Обобщенный микроконтроллер» имеются готовые шаблоны для использования.

4.6. Конфигурация загрузчика AXCode Bootloader

Загрузчик используется для загрузки пользовательских подпрограмм по интерфейсу связи, не меняется при обновлении среды исполнения и не содержит ОСРВ. Загрузчик работает по универсальному протоколу, описанному в документации, и требует только указания аппаратно-зависимых компонентов для работы.

Для конфигурации загрузчика необходимо прописать:

- Используемые выходы микроконтроллера
- Используемые драйверы библиотеки «Обобщенный микроконтроллер»
- Интерфейсы связи, по которым может осуществляться загрузка пользовательских программ
- Занимаемый размер постоянной памяти загрузчика

4.7 Конфигурация ПО загрузки пользовательских программ (AXCode Loader)

ПО загрузки пользовательских программ предназначено для загрузки с ПК программ пользователя на целевую платформу.

Для конфигурации необходимо прописать распределение памяти целевой платформы с помощью документации на ПО.

5. Установка необходимого программного обеспечения

Минимально необходимое программное обеспечение для работы входит в состав среды разработки AXCode Tools, доступной для скачивания по ссылке:

https://axcode.ru/soft/axcode_setup_win10_v_1_0_0.zip

https://axcode.ru/soft/AXCodeTemplate-main_v_1_1_1.zip

Дополнительно для среды установки можно установить указанные в документации к среде исполнения расширения для низкоуровневой отладки.

6. Правила сборки и подготовки к использованию

Среда исполнения предназначена для использования преимущественно с шаблоном программы пользователя AXCode UserTemplate, поставляемому конечному пользователю целевой платформы. Шаблон генерируется автоматически на основе исходного кода среды исполнения.

Для генерации шаблона с помощью среды разработки AXCode Tools необходимо:

1. Открыть в текстовом редакторе среды разработки (Code OSS) папку с проектом AXCode Runtime
2. Выбрать компилятор, используемый в целевой платформе:
 - Выполнить команду «CMake: Select a Kit» в командной строке среды разработки (комбинация клавиш Ctrl+Shift+P)

- Выбрать из выпадающего списка нужный компилятор (должен быть в PATH операционной системы или в настройках расширения «CMake Tools» среды разработки)
- 3. Выбрать в системе сборки модификацию и печатный узел для целевой платформы:
 - Выполнить команду «CMake: Edit CMake Cache (UI)» в командной строке
 - Установить требуемые значения в параметрах «TARGET_MODIFICATION» и «TARGET_PCB»
- 4. Переключить режим сборки на «Release»:
 - Открыть вкладку CMake в списке вкладок слева в Code OSS
 - Проверить выпадающее поле Configure:
 - Если в поле уже указано «Release», действий не требуется
 - Если в поле указано «Debug», нажать и выбрать нужное
- 5. Скомпилировать среду исполнения (горячая клавиша F7)
- 6. Запустить генерацию шаблона пользователя:
 - Выполнить команду «CMake: Build Target» в командной строке среды разработки
 - Выбрать из выпадающего списка строку USER_PROJECT_generate
- 7. Полученный шаблон программы пользователя будет доступен по пути build/user_project_template

7. Загрузка среды исполнения на целевую платформу

Загрузка среды исполнения с программой пользователя осуществляется с помощью ПО AXCode Loader. Загрузка возможна как с помощью среды разработки AXCode Tools, так и с помощью AXCode Loader отдельно.

Для работы ПО на целевую платформу необходимо предварительно загрузить прошивку загрузчика AXCode Bootloader (требуется выполнить один раз) для микроконтроллера целевой платформы с помощью программатора или прочими доступными (см. документацию производителя на микроконтроллер). Инструкция по загрузке должна присутствовать в документации на среду исполнения.

Конечным пользователям среды исполнения выполнять загрузку прошивки не требуется, целевая платформа должна поставляться с загрузчиком.

Для загрузки среды исполнения с программой пользователя необходимо в среде разработки AXCode Tools:

1. Скомпилировать проект из шаблона программы пользователя.
2. Подключить СОМ-порт целевой платформы к ПК
3. Открыть файл «.vscode/tasks.json» в папке шаблона программы пользователя
4. Найти AXCodeLoader для используемой операционной системы на ПК (Windows или Linux)
5. Выставить СОМ-порт и настройки связи, ориентируясь на комментарии в разделе «args»
6. Запустить загрузку с помощью горячей клавиши «F8»

Для загрузки среды исполнения с программой пользователя без среды разработки:

1. Получить hex-файл среды исполнения с программой пользователя (стандартное название при компиляции шаблона пользователя — AXCODE_USER_PROGRAM.hex в папке build)
2. Прописать для запуска ПО AXCode Loader аргументы с файлом прошивки, СОМ-портов и настройками связи.

- Список аргументов и формат команды доступен при вызове AXCode Loader в командной строке с аргументом «--help»
- 3. Запустить AXCode Loader с аргументами

8. Техническое сопровождение и поддержка

Среда исполнения AXCode Runtime может поставляться следующим образом:

1. В составе устройства типа «Программируемый логический контроллер»
2. В виде готовой реализации под аппаратную платформу заказчика
3. В виде комплекта для самостоятельной адаптации заказчиком под аппаратную платформу

В первом случае техническая поддержка осуществляется производителем оборудования. Конечный пользователь ПЛК не имеет возможности внесения изменений в среду исполнения.

Во втором и третьем случае техническая поддержка осуществляется в соответствии с условиями, описанными в договоре технического сопровождения.

В рамках технической поддержки решаются следующие вопросы:

- Установка и настройка среды исполнения
- Вопросы обновления среды исполнения
- Вопросы по работе со средой исполнения
- Вопросы устранения ошибок в программном обеспечении

Срок предоставления ответа технической поддержкой зависит от сложности вопроса и, как правило, не превышает 15 рабочих дней.

Выявленная ошибка, в зависимости от сложности, устраняется в процессе диагностики или в последующих обновлениях.

Для обеспечения жизненного цикла ПО и оказания поддержки необходим 1 Системный программист C,C++

Для получения технической поддержки информацию о версии используемого программного и аппаратного обеспечения, информацию о возникшей проблеме, последовательность действий, приведшую к проблеме, необходимо направить на электронную почту AXCode@b2bit.pro.