Киберфизическая система - информационно-технологическая система сбора и хранения информации об объектах окружающей среды, и осуществляющая контроль за показателями электронных устройств, взаимодействующих с физическим миром.

Самым частым примером киберфизической системы служит «Умный дом». Актуальность систем такого рода основывается на желании рядового пользователя упростить собственную жизнь, которое удается удовлетворить с развитием информационных и электронных технологий. Поэтому сотрудники и студенты кафедры 3 начали проектировать собственную систему «Умный дом».

# Обзор рынка систем

Прежде чем преступить к разработке узлов киберфизической системы был проведен обзор и анализ решений производителей. Для сравнения были выбраны производители, в арсенале которых есть устройства управления осветительными приборами сети 220В. Fibaro, Xiaomi, Redmond. Например, свето-регулятор Fibaro устанавливается в щиток и не имеет панели для управления из квартиры, стоимость комплекта 6 тыс рублей. Так называемый «Умный цоколь» Redmond может только включать и выключать одну лампочку. Умный свето-регулятор Xiaomi это пара выключатель + умная лампочка, связанная по Wi-Fi, что также неудобно, как и все перечисленные свето-регуляторы. Таким образом, вопрос качественного свето-регулятора оставался открытым.

# Постановка задачи

В рамках дипломной работы я занимался развитием «Умного дома». Моими основными задачами являлась разработка электронного устройства регулировки мощности осветительных приборов сети 220В для системы «Умный дом», а также создание пользовательского Web-интерфейса для удаленного управления устройствами системы «Умный дом». Кроме того, второстепенной задачей являлась настройка облачных сервисов для работы системы в целом.

# Технические требования

К свето-регулятору предъявлялись следующие технические требования: работа от сети 220В, совместимость с лампами накаливания и диммируемыми светодиодными лампами, линейная регулировка яркости осветительных приборов, возможность ручного и дистанционного управления. Полный набор технических требований доступен на слайде.

# Принцип работы свето-регулятора(диммера)

Применяются два способа диммирования: с отсечкой по фронту и с отсечкой по спаду. Способы диммирования отличаются промежутками, когда нагрузка получает питающее напряжение сети.

Был выбран способ с отсечкой по спаду из-за совместимости с диммируемыми светодиодными лампами.

Спроектированная функциональная схема диммирования по спаду работает следующим образом: микроконтроллер узнает о начале синуса напряжения сети от детектора перехода через ноль, выполняет подключение нагрузки к сети с помощью силового ключа переменного тока. Через определенный промежуток времени микроконтроллер закрывает силовой ключ, и коммутация нагрузки питающим напряжением прекращается.

# Реализация свето-регулятора (моделирование)

На основе функциональной схемы была спроектирована и промоделирована принципиальная электрическая схема устройства. Моделирование позволило грамотно подобрать компоненты и проверить работоспособность схемы в целом. На слайде показаны временные характеристики напряжения на нагрузке при разных уровнях диммирования. А также оценки потребляемой мощности и задержки срабатывания ключа.

Принципиальная схема и результат моделирования детектора перехода через ноль показаны на слайде.

# Реализация свето-регулятора (принципиальная схема)

На слайде показана принципиальная электрическая схема устройства, а также мощный моп-транзистор IRFP460A, на базе которого сделан силовой ключ, микроконтроллер ESP8266 в модификации ESP-07 и контроллер сенсорных кнопок TTP224.

# Реализация свето-регулятора (прототип)

На основе электрической схемы созданы печатные платы силовой и цифровой частей схемы, а также собран прототип устройства.

Также для осуществления диммирования, обмена данными по Wi-Fi и прочего функционалаа было написано программное обеспечение на языке C++.

Результатом проектирования аппаратной и программной частей является собранное функционирующее устройство, удовлетворяющее поставленным техническим требованиям.

# Реализация Web-интерфейса

Для удаленного контроля за устройствами киберфизической системы «Умный дом» был создан пользовательский Web-интерфейс, доступный в браузере на компьютере пользователя. У каждого пользователя системы свой личный кабинет.

При успешном входе пользователя встречает панель управления устройствами, сгруппированными по комнатам. Раздел комнат позволяет:

• менять названия комнат и устройств

• переносить устройства из одной комнаты в другую

• создавать новые комнаты

• регулировать доступные параметры приборов.

На слайде показано окно регулировки яркости разработанного диммера. На примере умного диммера интерфейс позволяет изменять следующие параметры:

• Яркость освещения

• Режим работы (автоматический, ручной)

• Рабочее состояние (включен, выключен)

# Заключение

Процесс создания свето-регулятора включал стандартный маршрут проектирования электронных устройств: от разработки функциональной схемы до сборки прототипа устройства.

Процесс создания Web-интерфейса состоял из написания программного обеспечения и последующего включения в киберфизическую систему с помощью облачных услуг.

Таким образом, внедрение созданных компонентов в развивающуюся систему «Умный дом» позволило запустить полный цикл работы системы для конечного пользователя. Дальнейшие действия будут направлены на улучшение имеющихся устройств системы, например, помещение диммера в корпус, а также на разработку и подключение новых устройств киберфизической системы, например, датчика утечки газа.

Работа над устройствами «Умного дома» не ограничивается данной дипломной работой и будет продолжаться в сотрудничестве с преподавателями и студентами кафедры №3 НИЯУ МИФИ.