1 Состояние кнопки

На микроконтроллере есть *кнопка*, с которой считывается *дискретный* сигнал:

1) Сервер запрашивает с некоторой частотой данные у микроконтроллера.
2) Микроконтроллер отправляет *бит состояния* кнопки по протоколу TCP в среде Wi-Fi на сервер.
3) Web-сервер посылает *GET-запрос* состояния кнопки на сервер, дожидается ответа.
4) Web-сайт отображает состояние кнопки *(ON/OFF)*.

Дополнительно:

— *динамическое* обновление состояния кнопки
— считывать состояния *нескольких* кнопок
— перевести кнопку в состояние *switch*
— хранить состояния кнопки в *log-файле*
— *графическое* отображение состояния кнопки

1.1 Fetch API

Взаимодействие с web-сервером происходит с помощью *HTTP-запросов*.

Fetch API — функция JavaScript, которая помогает web-странице посылать такие запросы на web-сервер.

К примеру, без *GET-запроса* web-сервер отправлял *целый HTML-файл* с форматированным значением целевой переменной, чтобы обновить информацию на web-странице.

Чтобы сэкономить трафик, достаточно отправлять лишь *значение целевой переменной* в теле *GET-запроса*, которое будет форматировано на самом клиенте.

2 Дискретный светодиод

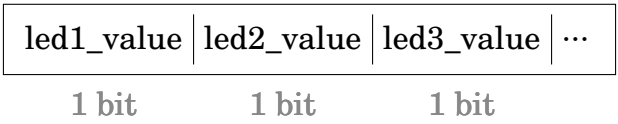
На микроконтроллере есть *светодиод*, который управляется *дискретным* сигналом:

1) Микроконтроллер с определённой частотой запрашивает *управляющий бит* у сервера.
2) Web-сайт по нажатии на кнопку отправляет *POST-запрос* с управляющим битом на сервер.

Дополнительно:

— посылать состояние *нескольким* светодиодам
— включить в тело HTTP-пакета информацию в *JSON*
— хранить состояния светодиода в *log-файле*

Структура TCP-пакета:



2.1 JSON

JSON — текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript. Чаще всего применяется в *RESTful-сервисах*.

REST API — это способ взаимодействия web-приложений с сервером, для которого характерно чёткое разделение между функциями сервера и клиента:

— *сервер* — код для доступа к данным и их обработки;
— *клиент* — пользовательский интерфейс.

Масштабируемость — главное преимущество.

2.2 PWM-модуляция

Рассказать здесь про `ledcSetup()` и прочее.

3 Аналоговый светодиод

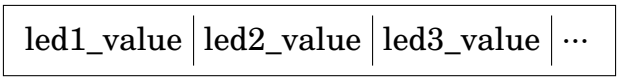
На микроконтроллере есть *светодиод*, который управляется *аналоговым* сигналом:

1) Микроконтроллер с определённой частотой запрашивает *управляющий бит* у сервера.
2) Web-сайт по нажатии на кнопку отправляет *POST-запрос* с JSON на сервер.

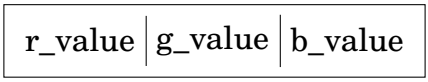
Дополнительно:

— заменить обычный светодиод на *rgb-светодиод*
— хранить состояния светодиода в *log-файле*

Структура TCP-пакета для *обычных* светодиодов:



Структура TCP-пакета для *rgb-светодиода*:



3.1 Task

Структура создания таска:

```
TaskHandle_t task_h;
void function(void *params) {...}
xTaskCreatePinnedToCore(function, // function
                        "Name",   // name
                        10000,    // stack size
                        NULL,     // func params
                        1,        // priority
                        &task_h,  // task_handle
                        0);       // core_id
```

Точный размер **стека** можно узнать по функции, вызванной в таске:

```
uxTaskGetStackHighWaterMark(NULL)
```

Вместо *NULL* можно передать *task_handler*, а саму функцию вызвать из любого места.

> В *Arduino* стандартную функцию *loop()* нужно оставить *пустой* при использовании тасков, потому что она тоже является таском.

Полезно добавить в теле этой функции `vTaskDelay(100)`, что сократит время одной итерации цикла.

Другая функция — `vTaskDelete(NULL)` — удалит этот цикл, однако вместе с ним и код, который вызывал *setup()*.

3.2 Mutex

Mutex *(Mutual Exclusion)* — примитив синхронизации, который обеспечивает взаимно исключающий доступ к общему ресурсу:

```
SemaphoreHandle_t mutex = xSemaphoreCreateMutex();
...
// enter critical section
xSemaphoreTake(mutex, ticksToWait);
// leave critical section
xSemaphoreGive(mutex);
```

`ticksToWait` — время ожидания возвращения мьютекса *(в тиках)*:

— *portTICK_PERIOD_MS* — число тиков в миллисекунде
— *portMAX_DELAY* — бесконечность

4 Мультиядерность

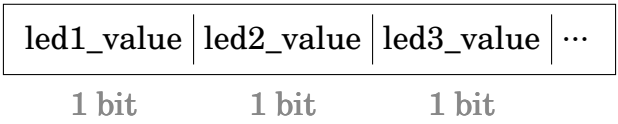
На микроконтроллере есть *дискретные светодиоды* которые мигают с разной частотой:

1) Микроконтроллер на одном ядре поддерживает мигание светодиодов.
2) Сервер с определённой частотой посылает сообщение микроконтроллеру.
3) Микроконтроллер на другом ядре запускает *TCP эхо-сервер*.

Дополнительно:

— асинхронный запрос состояний светодиодов *(mutex)*

Структура TCP-пакета для состояния светодиодов:



4.1 Бинарное представление

Структура дробного числа в *TCP-пакете*:

Пример перевода десятичной дроби:

$$36.6 = +10^{-1} \times 366 \implies \begin{cases} + \sim 0 \\ 10^{-1} \sim 1\ 000001 \\ 366 \sim 000000000000000101101110 \end{cases}$$

$$36.6 = 01000001000000000000000101101110_2$$

При таком дизайне мантисса *не первышает*:

$$2^{24} - 1 = 16\ 777\ 215 \sim 3 \text{ байта } \textit{(всего 4 байта)}$$

4.2 Виды датчиков температуры

Основные виды датчиков:

— прецизионный резистор *(NTC, PTC)*
— терморезистор
— цифровой датчик

Соотношение Стейнхарта-Харта, линейная зависимость, шины.

5 Определение температуры

На микроконтроллере есть *термистор*, с которого считывается *аналоговый* сигнал:

1) Сервер периодически отправляет *TCP-запрос* температуры на микроконтроллер.
2) Web-сайт периодически отправляет *TCP-запрос* температуры на сервер.

Дополнительно:

— внедрить функцию *усреднения* аналоговых показаний
— *динамическое* обновление показаний термистора
— хранить показания термистора в *log-файле*

5.1 Long Polling

Если микроконтроллер выступает в роли *TCP-клиента*, он будет периодически запрашивать у сервера данные *(Regular Polling)*.

Чтобы разгрузить сеть от лишних TCP-запросов *(когда состояние не поменялось с предыдущего запроса)*, нужно установить *сеанс* между узлами *(Long Polling)*.

Алгоритм установления сеанса:

1) Отправить запрос на сервер
2) Сервер не закрывает соединение
3) Появились ли данные:
   > да $\implies$ ответить запрос, закрыть соединение
   > нет $\implies$ ждать появления данных

Если сервер отвечает *таймаутом*, нужно повторить запрос.

Long Polling возможен только если сервер **асинхронный**:

— *первичные* данные поступают из серверной переменной
— *обновлённые* данные поступают из `asyncio.Future()`

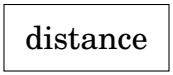
6 Контроль дистанции

На МК есть *дальнометр*, с которого считывается аналоговый сигнал, и *пьезоизлучатель*, на который подаётся аналоговый сигнал:

1) МК периодически считывает показания дальнометра и *усредняет* их.
2) МК отправляет усреднённое значение в *UDP-пакете* серверу.
3) Сервер в случае превышения *threshold* отправляет *UDP-пакет* МК.

4) МК на другом ядре ожидает *UDP-пакет*, получив который, издаёт короткий сигнал пьезоизлучателем.

Структура UDP-пакета для дальнометра:



6.1 Interrupt

Когда на МК есть дискретный датчик, нужно знать его показания. Обычно достаточно считывать их функцией `digitalRead()` с некоторой частотой.

По аналогии с *Long Polling*, чтобы разгрузить сеть от лишних вызовов функции, нужно использовать *обработку прерываний (GPIO Interrupt)*:

```
void IRAM_ATTR function() {...}

void setup() {
  attachInterrupt(pin, function, event);
}
```

`event` — событие, которое *активирует* прерывание:

— *LOW* — *низкие* показания
— *HIGH* — *высокие* показания
— *CHANGE* — *изменились* показания
— *FALLING* — *уменьшились* показания
— *RISING* — *увеличились* показания

Функция прерывания не должна быть *блокирующей*, а именно:

— использовать `delay()`
— выводить текст в *Serial*
— работать с *мьютексами*

Иначе сработает *WDT*, и МК перезагрузится.

6.2 Queue

Очередь — объект, при помощи которого таски *взаимодействуют* между собой и прерываниями.

Создание *очереди* типа *int*:

```
QueueHandle_t queue;
void setup() {
  queue = xQueueCreate(capacity, sizeof(int));
}
```

Добавление *int*-элемента в *очередь*:

```
int element = 8;
xQueueSend(queue, &element, ticksToWait);
// BaseType_t status = pdFalse; // MUST-HAVE
// xQueueSendFromISR(queue, &element, &status)
```

Перезапись *единичной int*-очереди:

```
int element = 8;
xQueueOverwrite(queue, &element);
// BaseType_t status = pdFalse; // MUST-HAVE
// xQueueOverwriteFromISR(queue, &element, &status);
```

Чтение *int*-элемента в *очереди*:

```
int element;
xQueuePeek(queue, &element, ticksToWait);
```

Извлечение *int*-элемента из *очереди*:

```
int element;
xQueueReceive(queue, &element, ticksToWait);
```

Получение количества элементов в *очереди*:

```
int count = uxQueueMessagesWaiting(queue);
// int count = uxQueueMessagesWaitingFromISR(queue);
```

7 Зарядная станция

На МК есть *LCD-дисплей*, который управляется *дискретным* сигналом кнопки:

1) МК изменяет состояние зарядки с использованием *хендленра*
2) Сервер запрашивает состояние зарядки у МК по протоколу UDP.
3) МК поддерживает два UDP-сервера: для состояния зарядки и для статуса батареи.
4) Сервер отправляет эхо-ответ МК на сервер состояния зарядки.
5) Сервер отправляет число активных полосок МК на сервер статуса батареи

Дополнительно:

— внедрить *long polling* на сервер состояния зарядки

8 Счётчик

Идея. На микроконтроллере сделать два счётчика нажатий, показания которых будут отобраться на LED-дисплее. Также их показания в JSON'е будут отправляться на web-сервер. *(по сути, это практика по распаковке информации из JSON на web-сервере)*

9 Пьезоизлучатель

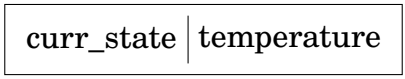
На МК есть *термистор*, с которого считывается аналоговый сигнал, и *пьезоизлучатель*, на который подаётся аналоговый сигнал:

1) МК периодически считывает показания термистора и переводит их в *температуру*.
2) МК сравнивает температуру с *threshold*, в случае превышения отправляет *UDP-пакет* серверу.
3) МК отправляет другой *UDP-пакет* и издаёт двойной короткий сигнал пьезоизлучателем, если температура остаётся повышенной в течение пяти секунд.
4) Web-сайт периодически отправляет *GET-запрос* на сервер.

Дополнительно:

— присылать температурные показания на сервер

Структура TCP-пакета для температурных показаний:

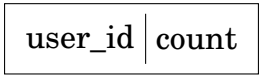


10 Учёт пользователей

На МК есть *две кнопки*, с которых считывается дискретный сигнал:

1) МК считывает *обработкой прерываний* нажатие на *первую* кнопку, инкрементирует счётчик
2) МК считывает *обработкой прерываний* нажатие на *вторую* кнопку, отправляет *UDP-пакет* серверу и меняет *id* пользователя
3) Сервер вносит изменения в базу данных при помощи *pandas*
4) Web-сервер по *long-polling* получает актуальные данные для отправки *(считывает их с базы данных)*

Структура UDP-пакета:



9.1 Logging

Да.

9.3 Bluetooth

Да.

9.4 Net Interaction

КАК РЕАЛИЗОВАТЬ LONG POLLING НА МК?

Идея. Загрузить файл *(н-р, html)* на внешний сервер, а ESP32 считает его и будет хостить.

9.5 Telegram Bot

Да?

9.6 Wi-Fi Hotspot

Создание *wi-fi*-соединения:

```
nmcli con add type wifi ifname * con-name * ssid *
```

Отключение от *wi-fi*-соединения:

```
nmcli con down/up SSID
```

Отключение *wi-fi*-карты:

```
nmcli radio wifi off/on
```

Изменение соединения возможно по редактированием файла по пути:

```
vi /etc/NetworkManager/system-connections/NAME
```

После внесения изменений нужна *перезагрузка*:

```
sudo service network-manager restart
```

Параметры точки доступа:

— `autoconnect` — подключаться после включения к ней? *(yes/no)*

DHCP-настройки точки доступа:

```
[wifi]
mode=ap

[wifi-security]
key-mgmt=wpa-psk
psk=00000000
```

```
[ipv4]
method=shared
address=172.16.2.129/25
gateway=172.16.2.1
```

9.7 IP Redirection

Создание *мостового* соединения:

```
nmcli con add type bridge ifname br0 con-name *
stp no
```

Настройки моста:

```
[bridge]
stp=no

[ipv4]
method=auto

[ipv6]
method=disabled
```

Создание usb-ethernet:

```
nmcli con add type -bridgeslave ifname usb0 master br0
```

Настройка wi-fi hotspot:

```
[connection]
slave-type=bridge
master=br0
```

После обновления настроек нужно *подождать*.

9.8 Динамическое переподключение к Wi-Fi

Добавит надёжности системе + было у команды-победителя

CSS- и JS-файлы

CSS- и JS-файлы не используются клиентом:

— веб-сервер отправил файлы
— клиент получил файлы
— клиент *не знает* тип файлов
— клиент не применяет файлы

Решение — указать на веб-сервере тип файлов при отправке клиенту *(поле mimetype)*.

405 — Method Not Allowed

HTTP-запрос, отправленный на веб-сервер, не был принят им:

— веб-сервер работает
— веб-сервер обрабатывает адрес запроса
— веб-сервер *не обрабатывает* метод запроса

Решение — добавить в декоратор callback-функции используемый метод.

Если это обычное поведение веб-сервера, то пакет был отправлен *по неверному IP-адресу*.

CORS

CORS *(Cross-Origin Resource Sharing)* — механизм, который по умолчанию *запрещает* пользоваться данными web-сервера сторонними источниками.

На TCP-сервере нет CORS-заголовков, поэтому их нужно дописать вручную в HTTP-response:

```
HTTP/1.1 200 OK\r\n
Access-Control-Allow-Origin: *\r\n\r\n
```