



Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola, Písek, Karla Čapka 402, Písek

18-20-M/01 Informační technologie

Maturitní práce

Dálkové ovládání zásuvek NETIO

Téma číslo 12

autor:

Milan Jiříček, B4.I

vedoucí maturitní práce:

Ing. Břetislav Bakala

Písek 2020/2021

Anotace

Maturitní práce se zaměřuje na porovnání platforem ESP8266 a ESP32. Cílem je vytvořit ovladač pro ovládání zásuvek značky NETIO s webovou aplikací pro konfiguraci a zjistit, která platforma je vhodná pro realizaci funkčního vzorku z hlediska spotřeby energie a reakční doby.

Annotation

The graduation thesis focuses on the comparison of the ESP8266 and ESP32 platforms. The goal is to create a driver for controlling NETIO sockets with a web application for configuration and to find out which platform is suitable for the implementation of a functional sample in terms of energy consumption and response time.

Poděkování

Chtěl bych poděkovat panu učiteli Ing. Břetislavovi Bakalovi za odborné vedení práce a cenné rady, které mi pomohly tuto práci zkompletovat. Rád bych také poděkoval Ing. Břetislavovi Bakalovi za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. V neposlední řadě chci poděkovat Mgr. Haně Maříkové a Mgr. Vladimíře Špirhanzlové za pomoc při gramatické a stylistické kontrole.

Obsah

1	Teorie	4
1.1	Aplikace pro WiFi Managment	4
1.2	Netio zásuvka Cobra	4
1.3	a tak dale	4
2	Měření spotřeby a času	5
2.1	ESP8266	5
2.1.1	Klidové stavy	5
2.1.2	WiFi připojení	7
2.1.3	Odeslání HTTP requestu s připojenou WiFi	10
3	Závěr	12
	Přílohy	14
A	Příloha	15

Kapitola 1

Teorie

1.1 Aplikace pro WiFi Managment

1.2 Netio zásuvka Cobra

1.3 a tak dale

Kapitola 2

Měření spotřeby a času

2.1 ESP8266

2.1.1 Klidové stavy

ESP běží kontinuálně

Klidový stav byl měřen za podmínek:

- ESP8266 čeká na zmáčknutí tlačítka na pinu GPIO5
- ESP je neustále zapnuté, probíhá loop funkce pro kontrolu zmáčknutí
- Je připojeno k WiFi, je zaplý soft AP, běží webserver

Při klidovém stavu byl naměřen elektrický proud průměrně 96.81 mA viz. obr. 2.1. Měření probíhalo 50 s. Vypočítáme příkon:

$$P = 0.096\,81\,\text{A} \times 3.3\,\text{V}$$

Dle rovnice se příkon rovná 0.3195 W

ESP8266 vykoná 160 miliónů cyklů za sekundu. Pro výpočet energie:

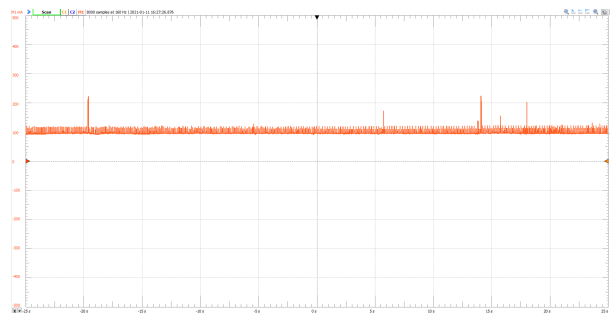
$$E = 0.3195\,\text{W} \times 1.7361 \times 10^{-12}\text{h}$$

Spotřeba energie 1 řídicího cyklu je $54.4864 \times 10^{-12}\text{Wh}$.

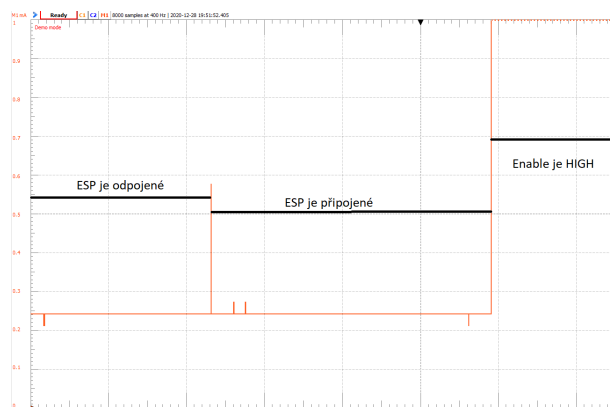
ESP vypnuté přes ENABLE pin

Měření proběhlo za podmínek:

- Napájeno z USB



Obrázek 2.1: ESP8266 měření klidového stavu kontinuálního režimu



Obrázek 2.2: Měření klidového režimu enable případu

- Měřeno pomocí úbytku napětí na rezistoru o velikosti $10\ \Omega$
- pin enable byl připojen manuálně
- Napětí bylo měřeno Analog Discovery 2

Po připojení ESP8266 proud nevzrostl a drží se stále na $240\ \mu\text{A}$, což neodpovídá teoretickým hodnotám, které by se měly pohybovat okolo $3\ \mu\text{A}$ viz. obr. 2.2. Pro výpočet bude jako průměrný odebraný proud použita hodnota uvedená v datasheetu což je $3\ \mu\text{A}$. Víme, že napětí je $3.3\ \text{V}$ takže jsme schopni spočítat elektrický příkon:

$$P = 3 \times 10^{-6}\text{A} \times 3.3\text{V}$$

což je $9.9 \times 10^{-6}\text{W}$ Dále zjistíme energii za 1 řídicí cyklus:

$$E = 9.9 \times 10^{-6}\text{W} \times 1.7361 \times 10^{-12}\text{h}$$

Spotřeba 1 řídicího cyklu je $17.1874 \times 10^{-18}\text{Wh}$.

	Kontinuální	Enable	Deep Sleep
Reakční doba	196 ms	3100 ms	967 ms
Spotřeba cyklu	$54.4864 \times 10^{-12} \text{Wh}$	$17.1874 \times 10^{-18} \text{Wh}$	$114.59 \times 10^{-18} \text{Wh}$

Tabulka 2.1: Porovnání klidových stavů ESP8266

Deep sleep režim

Kvůli citlivosti Analog Discovery 2 nejsme schopni změřit spotřebu deep sleep režimu, je nutné změřit microampérmetrem. Pro výpočet spotřebované energie dosadíme za průměrný elektrický proud hodnotu z datasheetu, která odpovídá 20 μA . Spočítáme elektrický příkon:

$$P = 20 \times 10^{-6} \text{A} \times 3.3 \text{V}$$

Ten v této situaci odpovídá hodnotě $66 \times 10^{-6} \text{W}$ a dále vypočítáme spotřebovanou energii za 1 řídicí cyklus:

$$E = 66 \times 10^{-6} \text{W} \times 1.7361 \times 10^{-12} \text{s}$$

Spotřeba 1 řídicího cyklu je $114.59 \times 10^{-18} \text{Wh}$.

Shrnutí výsledků

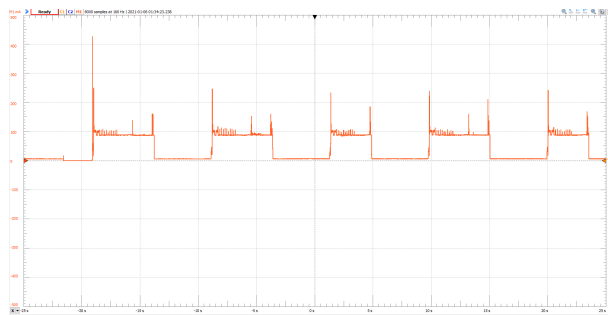
Reakční doba byla změřena pomocí kamery. K tlačítku jsem připojil LED, místnost jsem izoloval od světla a zmáčknutí tlačítka a reakci zásuvky jsem natočil ve zpomaleném režimu s 240 snímky za sekundu. Dále jsem zjistil rozdíl mezi rozsvícení LED u tlačítka a LED zabudované v zásuvce, signalizující sepnutí.

2.1.2 WiFi připojení

Cílem měření je zjištění rychlostí připojení různými způsoby k přístupovému body, spotřeby a následné porovnání případů.

Dynamické přidělení IP adresy

Měření proběhlo za použití DHCP protokolu, kde by přístupový bod měl zvolit IP adresu pro zařízení. Bylo provedeno za podmínek:



Obrázek 2.3: Měření dynamického připojení k AP

- Napájeno z USB
- Měřeno pomocí úbytku napětí na rezistoru o velikosti 0.7Ω
- Přístupový bod nebyl zabezpečen
- Přístupový bod se nachází 3.5 m od zařízení

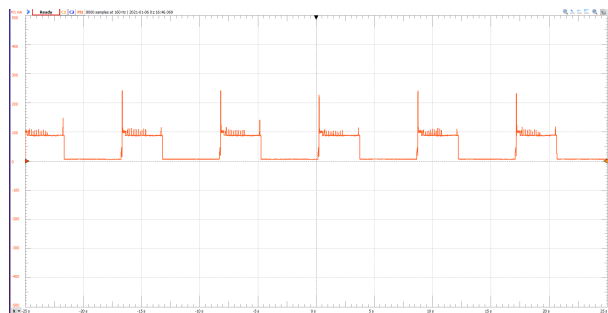
Měření bylo provedeno 5x. Průměrný čas se pohybuje okolo 4.7s. Jak je možno vidět na grafu, tak dvě WiFi připojení trvaly o 2 sekundy kratší dobu. Toto chování přisuzuji rozmanitému provozu na Přístupovém bodu, který zároveň probíhá s měřením. viz. obr. 2.3

Statické přidělení IP adresy

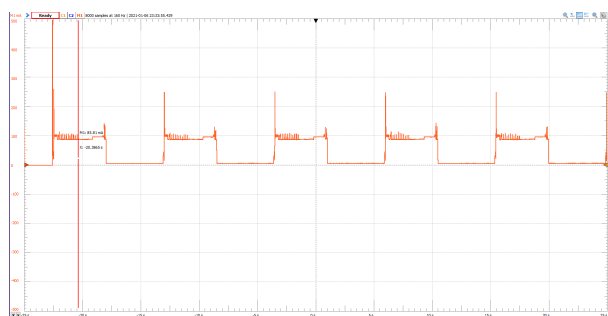
Použita byla statická adresa, která byla přidělena ESP8266 před připojením na AP. Bylo provedeno za podmínek:

- Napájeno z USB
- Měřeno pomocí úbytku napětí na rezistoru o velikosti 0.7Ω
- Přístupový bod nebyl zabezpečen
- Přístupový bod se nachází 3.5 m od zařízení

Měření proběhlo 5x. Průměrný čas byl 3.7s.
viz. obr. 2.4



Obrázek 2.4: Měření statického připojení k AP



Obrázek 2.5: Měření zabezpečeného připojení k AP

Zabezpečený AP

Připojení na access point je šifrované. Bylo provedeno za podmínek:

- Napájeno z USB
- Měřeno pomocí úbytku napětí na rezistoru o velikosti 0.7Ω
- IP adresa je nastavena staticky
- Přístupový bod se nachází 3.5 m od zařízení
- Bylo použito zabezpečení WPA2-PSK

Průměrný čas byl 4.7 s.

viz. obr. 2.5

Závěr

Z výsledků měření je nejrychlejší připojení pomocí statické IP adresy, nicméně je velice náročné nastavit IP adresu, masku a bránu pro běžného uživatele. Připojení s DHCP je

Pořadí	Dynamické	Statické	Zabezpečení
1.	5.3385 s	3.589 s	4.733 s
2.	5.3445 s	3.583 s	4.733 s
3.	3.619 s	3.631 s	4.733 s
4.	5.333 s	3.481 s	4.733 s
5.	3.627 s	3.613 s	4.733 s
Průměr	4.6524 s	3.5794 s	4.709 s

Tabulka 2.2: Porovnání reakční doby naměřené připojením k WiFi

pomalejší průměrně o 1 s než případ se statickou IP adresou. DHCP vyniká jednoduchostí použití pro běžného uživatele. K zabezpečené WiFi trvá stejně dlouho jako s DHCP. viz tabulka 2.2

2.1.3 Odeslání HTTP requestu s připojenou WiFi

Cílem měření je zjistit čas odesílání HTTP requestu a následné odpovězení zásuvky NETIO. Pokus byl proveden za podmínek:

- Napájeno z USB
- Měřeno pomocí úbytku napětí na rezistoru o velikosti $0.7\ \Omega$
- ESP8266 zkontroluje připojení k WiFi a pokud není navázáno, pokusí se ho navázat
- Načtení uložené konfigurace WiFi trvá 300 ms
- ESP ukončí reakci, pokud dostane zpětnou vazbu od zásuvky

Jelikož ESP přestane reagovat až po odpovězení zásuvky, dokážeme zjistit celkový čas včetně zapnutí, zkontrolování WiFi připojení, sestavení a odeslání HTTP requestu, reakce zásuvky a zpracování HTTP zprávy.

viz tabulka 2.3

Spotřeba jednotlivých operací ESP8266 byla spočítána: $E = U \times I \times t$

Pořadí	připojené k WiFi
1.	778.9 ms
2.	743 ms
3.	772.9 ms
4.	744.5 ms
5.	623.1 ms
Průměr	732.48 ms

Tabulka 2.3: Čas odeslání HTTP requestu a reakce zásuvky

Operace	reakční doba	spotřeba
Dynamické připojení	4.6524 s	385.19 μ Wh
Statické připojení	3.5794 s	295.59 μ Wh
Zabezpečené připojení	4.709 s	393.15 μ Wh
HTTP komunikace	0.732 48 s	67.75 μ Wh

Tabulka 2.4: Spotřeba jednotlivých akcí

Kapitola 3

Závěr

Seznam tabulek

2.1	Porovnání klidových stavů ESP8266	7
2.2	Porovnání reakční doby naměřené připojením k WiFi	10
2.3	Čas odeslání HTTP requestu a reakce zásuvky	11
2.4	Spotřeba jednotlivých akcí	11

Seznam obrázků

2.1	ESP8266 měření klidového stavu kontinuálního režimu	6
2.2	Měření klidového režimu enable případu	6
2.3	Měření dynamického připojení k AP	8
2.4	Měření statického připojení k AP	9
2.5	Měření zabezpečeného připojení k AP	9

Příloha A

Příloha

Literatura

- [1] PŘÍJMENÍ AUTORA, Jméno autora. *Název knihy*. Místo vydání: Nakladatelství, Rok. ISBN ISBN.

- [2] PŘÍJMENÍ AUTORA, Jméno autora. *Název práce*. Místo, Rok. Druh práce. Univerzita, Fakulta, Katedra. Vedoucí diplomové práce jméno.