

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Chytrá domácnost

Jiří Kraus

Praha

Praha 2023

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 10: Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Chytrá domácnost

Smart home

Autor: Kraus Jiří

Škola: VOŠ a SPŠ dopravní, Praha 1, Masná 18, 110 00

Kraj: Praha

Konzultant: Mgr. Jarmila Kulíšková, Mgr. Jan Balažík

Praha 2023

Prohlášení

Prohlašujeme, že jsme svoji práci SOČ vypracovali samostatně a použili jsme pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

Prohlašujeme, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné.

Nemáme závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů.

V Praze dneKraus Jiří.....

ANOTACE

V této práci se zabývám realizací chytré domácnosti, která bude lokálně hostovaná, modulární a snadná na používání.

V první části vysvětluji, co je to chytrá domácnost a popisuji systémy chytré domácnosti. V druhé části práce se zabývám vlastní tvorbou chytré domácnosti a jejích aktivních prvků.

KLÍČOVÁ SLOVA

CHYTRÁ DOMÁCNOST, ZIGBEE, HOME ASSISTANT, ESP, IOT

ANNOTATION

In this work, I deal with the implementation of a smart home that will be locally hosted, modular and easy to use.

In the first part, I explain what a smart home is and describe smart home systems. In the second part of the work, I deal with my own creation of a smart home and its active elements.

KEYWORDS

Smart home, zigbee, Home assistant, ESP, IOT

OBSAH:

1	Úvod.....	1
2	Chytrá domácnost obecně.....	2
2.1	Historie.....	2
2.2	X10.....	3
2.3	Zigbee.....	3
3	Vlastní realizace chytré domácnosti.....	5
3.1	Home Assistant.....	5
3.2	ESP8266 (Wemos D1 mini lite).....	6
3.3	Topologie.....	7
3.4	Modul snímání teploty a vlhkosti.....	7
3.4.1	Zapojení.....	8
3.4.2	Měření teploty a vlhkosti.....	8
3.4.3	Integrace s aplikací home assistant.....	8
3.4.4	Konstrukce krytu.....	9
3.5	Modul automatického zavlažování.....	10
3.5.1	Zapojení.....	11
3.5.2	Senzor vlhkosti.....	12
3.5.3	Mosfet modul.....	12
3.5.4	Automatizace zalévání.....	12
3.5.5	Konstrukce.....	14
3.6	Chytrý zámek.....	14
3.6.1	Vyřešené bezpečnostní problémy.....	14
3.6.2	Autentifikační jednotka.....	15
3.6.2.1	Zapojení.....	16
3.6.2.2	I2C.....	17
3.6.2.3	SPI.....	18
3.6.2.4	NFC.....	18
3.6.2.5	Popis konfigurace firmwaru.....	18

3.6.3	Zamykací jednotka.....	21
3.6.3.1	Zapojení.....	22
3.6.3.2	Popis konfigurace firmwaru.....	22
3.6.4	Automatizace v aplikaci home assistant.....	24
3.7	Chytré osvětlení.....	24
3.7.1	Zajištění funkčnosti bez serveru.....	25
3.8	Senzor teploty TH01.....	25
3.9	Elektronický spínač Sonoff POW R3.....	26
	Závěr.....	27
Seznam použité literatury		

SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obrázek 1	- webové rozhraní home assistant.....	5
Obrázek 2	- topologie realizované domácnosti.....	7
Obrázek 3	- modul s DHT11.....	7
Obrázek 4	- schéma zapojení modulu s DHT11.....	8
Obrázek 5	- kryt na modul s DHT11.....	9
Obrázek 6	- modul automatického zavlažování.....	10
Obrázek 7	- schéma zapojení modulu automatického zavlažování.....	11
Obrázek 8	- automatizace zapínání zalévání.....	13
Obrázek 9	- automatizace vypínání zalévání.....	13
Obrázek 10	- kryt na modul automatického zalévání.....	14
Obrázek 11	- autentifikační jednotka chytrého zámku.....	15
Obrázek 12	- zapojení autentifikační jednotky chytrého zámku.....	16
Obrázek 13	- topologie I2C sítě.....	17
Obrázek 14	- I2C protokol.....	17
Obrázek 15	- topologie SPI sítě.....	18
Obrázek 16	- konfigurace firmwaru pro autentifikační jednotku: NFC.....	19
Obrázek 17	- konfigurace firmwaru pro autentifikační jednotku: LCD.....	20
Obrázek 18	- zamykací jednotka chytrého zámku.....	21

Obrázek 19 - zapojení zamykací jednotky chytrého zámku.....	22
Obrázek 20 - konfigurace firmwaru pro zamykací jednotku.....	23
Obrázek 21 - odemknutí podle kódu karty.....	24

1 ÚVOD

Téma této práce jsem si vybral, protože automatizovaných věcí stále přibývá, ale spousta lidí, co přesně o nich jejich domácnost ví a komu to posílá. Cíl této práce je postavit takovou chytrou domácnost, která bude fungovat plně lokálně, bude modulární a v plný správě uživatele.

2 CHYTRÁ DOMÁCNOST OBECNĚ

Chytrá domácnost je pojem, který odkazuje na prvky elektroniky implementované v rámci domácnosti, které dokážou zpříjemnit, zjednodušit a zautomatizovat náš život.

2.1 Historie

Automatizace domácnosti začala koncem devatenáctého století. V té době se začínaly vyrábět pračky, ohřívače vody, chladničky, myčky nádobí nebo sušičky prádla.

V roce 1975 byla vyvinuta první univerzální síťová technologie pro automatizaci domácnosti, X10. X10 je komunikační protokol, který využívá domácí rozvody k zajištění komunikace mezi zařízeními a řídicími moduly v domácnosti. Systém X10 otevřel možnost dálkového ovládání stovek zařízení. Měl mnoho nedostatků. Nebyl spolehlivý, šifrovaný a byl pomalý. Jelikož fungoval na elektrické rozvodné síti, bylo také možné, že bude komunikace probíhat i mimo domácí síť. Proto nebylo nic zvláštního, když si sousedi ovládali domácnost navzájem.

Kolem devadesátých let devatenáctého století se začínal rozrůstat internet a čím dál tím více firem se zajímalo o chytrou domácnost. Některé systémy fungovaly lépe, některé hůře, ale všechny měly společný základ na X10. Všechny systémy komunikovaly přes kabel, měly centralizované ovládání a umožňovaly pouze jednoduchou automatizaci.

V roce 2000 začaly vznikat bezdrátové systémy jako zigbee a Z-wave. Tyto systémy umožnily to, co se zdálo v předchozích letech nemožné. Umožnily levnější a jednodušší instalaci nových zařízení a také zabezpečenou šifrovanou komunikaci. z důvodu přívětivé ceny a jednoduchosti instalace se chytrá domácnost začala rychle rozšiřovat. S přibývajícím zájmem o chytrou domácnost začíná růst zájem výrobců o větší zisk. Firmy se začínaly předhánět, jaká jaká z nich bude mít lepší chytrou domácnost.

V současnosti můžeme najít spoustu proprietárních a open source systémů. Mezi nejznámější open source systémy patří Home Assistant a openHAB.

2.2 X10

X10 využívá pro přenos dat elektrické rozvody v domácnosti. Tato data jsou zakódována na nosné frekvenci 120 kHz. Data jsou přenášena sériově během přechodu nulou střídavého proudu o frekvenci 50 nebo 60 Hz. Při každém přechodu nuly se přenáší pouze jeden bit.

Data se skládají z adresy a příkazu odeslaného z řídicí jednotky do řízeného zařízení. Pokročilejší řídicí jednotky se mohou také dotazovat, aby odpověděla svým stavem. Tento stav může být stav zapnutí, aktuální úroveň stmívání, nebo údaj o teplotě či jiném čidle. Zařízení se obvykle zapojují do zásuvky, do které se zapojuje počítač, televizor nebo jiný domácí spotřebič. K dispozici jsou však i některé vestavěné ovladače pro nástěnné vypínače a stropní svítidla.

Nosná vlna nesoucí signál nemůže projít přes napájecí transformátor nebo přes fáze vícefázového systému. U rozdělených fázových systémů můžeme signál pasivně propojit z fáze na fázi pomocí pasivního kondenzátoru. Ale u třífázových systémů nebo tam, kde kondenzátor neposkytuje dostatečnou vazbu, lze použít aktivní opakovací. Aby signály odpovídaly nulovému bodu mezi fázemi, přenáší se každý bit posunutý o 1/3 cyklu.

K zablokování signálu se používají indukční filtry, které propustí pouze síťový proud. Tím můžeme zamezit komunikaci napříč budovami nebo komunikaci mezi rozdělenými systémy.

2.3 Zigbee

Zigbee je bezdrátový komunikační protokol, který je speciálně navržen pro aplikace s nízkou spotřebou energie a nízkou rychlostí přenosu dat. Vyvinula jej skupina společností Zigbee Alliance.

Cílem protokolu Zigbee je poskytnout jednoduchý a spolehlivý standard bezdrátové komunikace pro aplikace jako je domácí automatizace, průmyslové řízení a sítě senzorů. Funguje na základě standardu IEEE 802.15.4, který definuje fyzickou vrstvu a vrstvu řízení přístupu k médiu protokolu.

Jednou z hlavních výhod protokolu Zigbee je jeho nízká spotřeba energie. Zařízení využívající Zigbee mohou na jednu baterii fungovat celé roky, takže je ideální pro aplikace, které vyžadují dlouhodobou výdrž baterie. Má také relativně nízkou rychlost přenosu dat, díky čemuž se hodí pro aplikace, které nevyžadují vysokorychlostní přenos dat.

Zigbee podporuje více topologií, včetně topologie bod-bod (p2p), bod-více bodů (p2mp) a mesh. Díky tomu je flexibilní a přizpůsobitelná široké škále různých aplikací.

Jednou z klíčových vlastností Zigbee je schopnost vytvářet samoopravné a samoorganizující se sítě. To znamená, že pokud dojde k poruše některého zařízení nebo k jeho vyřazení ze sítě, ostatní zařízení se automaticky překonfigurují tak, aby zachovala komunikaci. Díky tomu jsou sítě Zigbee robustnější a spolehlivější než jiné bezdrátové komunikační protokoly.

Zigbee také obsahuje bezpečnostní funkce na ochranu před neoprávněným přístupem a narušením dat. K zabezpečení dat přenášených po síti používá šifrování AES-128 a obsahuje systém správy klíčů, který zajišťuje, že k síti mohou přistupovat pouze autorizovaná zařízení.

3 VLASTNÍ REALIZACE CHYTRÉ DOMÁCNOSTI

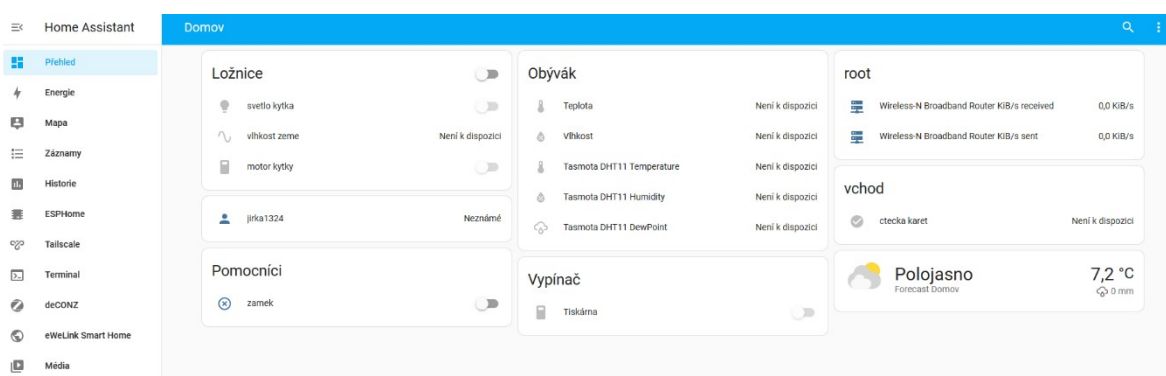
Ve své vlastní realizaci jsem se rozhodl postavit chytrou domácnost na platformě home assistant. Jedná se o modulární open source platformu, která umožňuje propojit různá zařízení od různých výrobců.

3.1 Home Assistant

Home Assistant je open-source platforma pro chytré domácnosti. Tato platforma umožňuje ovládat chytrá domácí zařízení a spravovat rutiny domácí automatizace. Je navržena tak, aby se dala integrovat s celou řadou zařízení, služeb a platform, a lze ji přizpůsobit individuálním potřebám a preferencím.

Home assistant má několik možností instalace, ale v mém případě potřebuji supervised. Nejjednodušší způsob na instalaci je stáhnout si už předpřipravený systém a ten nainstalovat.

Po instalaci operačního systému se na portu 8123 zpřístupní webové rozhraní aplikace home assistant. V tomto rozhraní následně provádíme veškeré další nastavování a ovládání zařízení.



Obrázek 1 - webové rozhraní home assistant

Instalace supervised se odlišuje od jiné instalace tím, že má nainstalovaný doplněk na ovládání kontejnerů v dockeru. Díky tomu lze do aplikace home assistant instalovat doplňky jako je například ESPHome nebo MQTT broker. Díky těmto doplňkům mohou home assistant rozšířit o funkce, které mu v základu chybí.

Ve své instalaci aplikace home assistant mám nainstalované doplňky ESPHome, Mosquito MQTT broker, Zigbee2MQTT a VPN. ESPHome je potřeba k integraci zařízení s firmwarem ESPHome. Mosquito MQTT broker je doplněk, který se stará o řízení MQTT komunikace. Zigbee2MQTT umožňuje propojení zigbee sítě s MQTT komunikací, tímto způsobem je připojen senzor TH01. VPN doplněk je zde nainstalován z důvodu používání na školní síti.

Jako server jsem se rozhodl použít jednodeskový počítač raspberry pi 4 b. Tento počítač je malý, dostatečně výkonný a má malou spotřebu. Je založen na 64bitovém ARM V8 procesoru. Tento procesor má TDP pouze 7,5 w, což ho činí ideálním pro použití na místech, kde není třeba extrémní výkon a je vyžadována malá energetická náročnost.

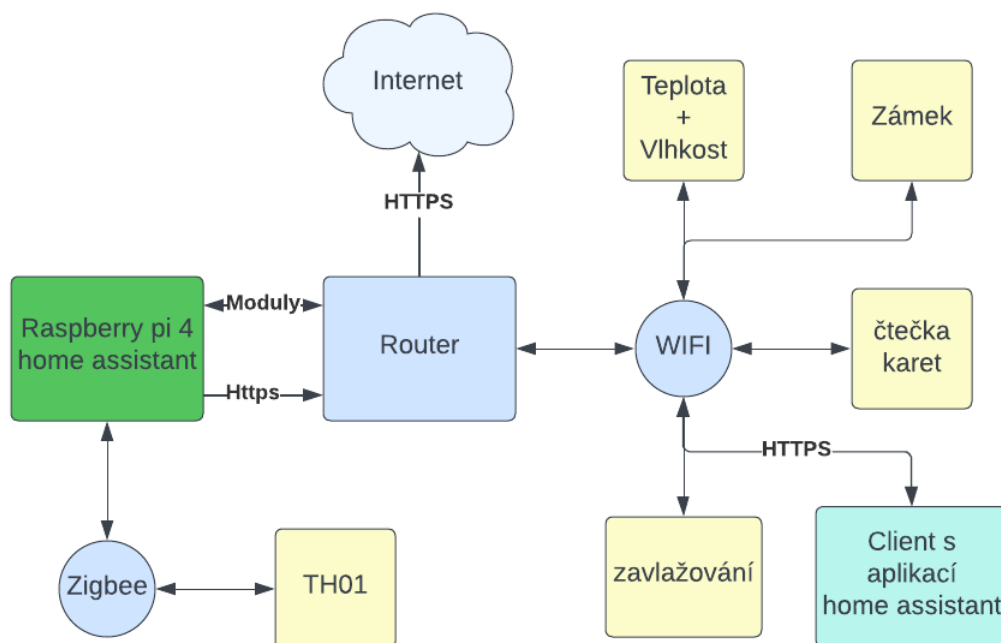
3.2 ESP8266 (Wemos D1 mini lite)

ESP8266 je malý a cenově dostupný mikroprocesor, který se často používá jako jádro pro vývoj chytrých zařízení v domácnosti. Jeho jádro je založeno na architektuře RISC a disponuje Wi-Fi konektivitou. Díky tomu může být ESP8266 snadno propojeno s jinými zařízeními v domácnosti včetně internetu, což umožňuje dálkové ovládání a sledování stavu.

Výhodou ESP8266 je také jeho nízká cena a nízké spotřeby energie, což umožňuje vytvářet zařízení s nízkými náklady a s malými energetickými nároky. V mé realizaci chytré domácnosti je tento mikroprocesor použit jako řídicí jednotka několika senzorů.

3.3 Topologie

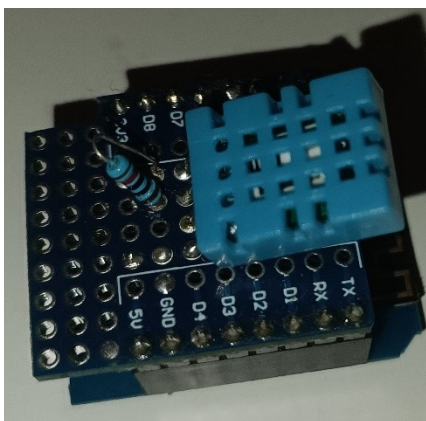
Zde je vidět rozvržení simulované domácnosti, kterou v téhle práci vytvářím.



Obrázek 2 - topologie realizované domácnosti

3.4 Modul snímání teploty a vlhkosti

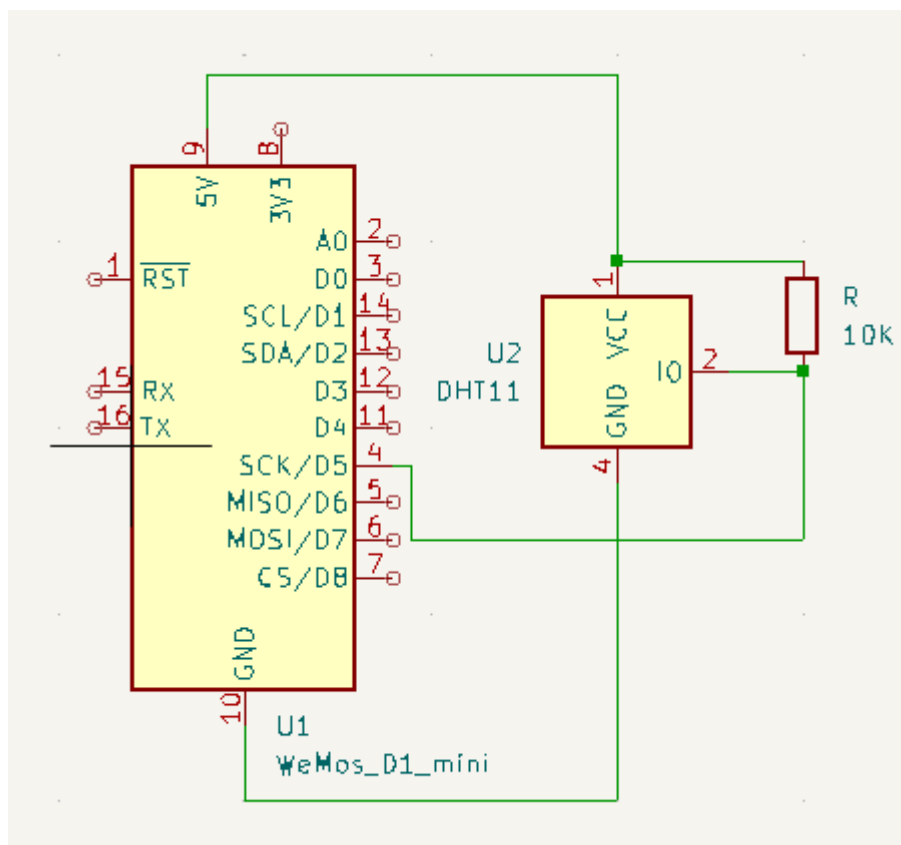
Tento modul je založen na vývojové desce wemos D1 mini s firmwarem Tasmota a senzorem teploty a vlhkosti DHT11.



Obrázek 3 - modul s DHT11

3.4.1 Zapojení

Na tomto schématu můžeme vidět zapojení řídicí jednotky wemos D1 mini (U1) společně s teplotním a vlhkostním čidlem DHT11 (U2). Senzor DHT11 je zapojený přes pull up odpor (10 K Ω) k datovému pinu D5.



Obrázek 4 - schéma zapojení modulu s DHT11

3.4.2 Měření teploty a vlhkosti

Měření teploty a vlhkosti provádí senzor DHT11. Tento senzor je cenově dostupný a jednoduchý k nastavení. Senzor DHT11 měří teplotu v rozmezí od 0 °C do 50 °C a to s přesností ± 1 °C. Vlhkost měří v rozmezí od 20 %RH do 90 %RH s přesností ± 1 %RH.

3.4.3 Integrace s aplikací home assistant

Tento modul funguje na firmwaru Tasmota. V tomto bodě popíšu, jak je modul nastavený a jak komunikuje s aplikací home assistant.

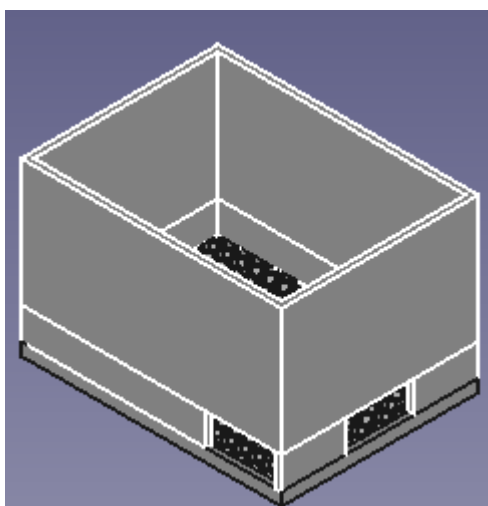
Komunikaci senzoru DHT11 s deskou wemos d1 mini jsem nastavil na webovém rozhraní Tasmoty. Jednalo se o přiřazení pinu k senzoru.

Komunikace modulu s aplikací home assistant je zajištěna přes MQTT. Modul posílá svoje data MQTT brokeru k tématu tasmota_14861B. Aplikace home assistant si pak následně předplácí toto téma a tím získává data ze senzoru.

3.4.4 Konstrukce krytu

Kryt na tento senzor jsem kreslil v aplikaci Freecad a následně vytiskl na 3D tiskárně Elegoo mars 2 pro.

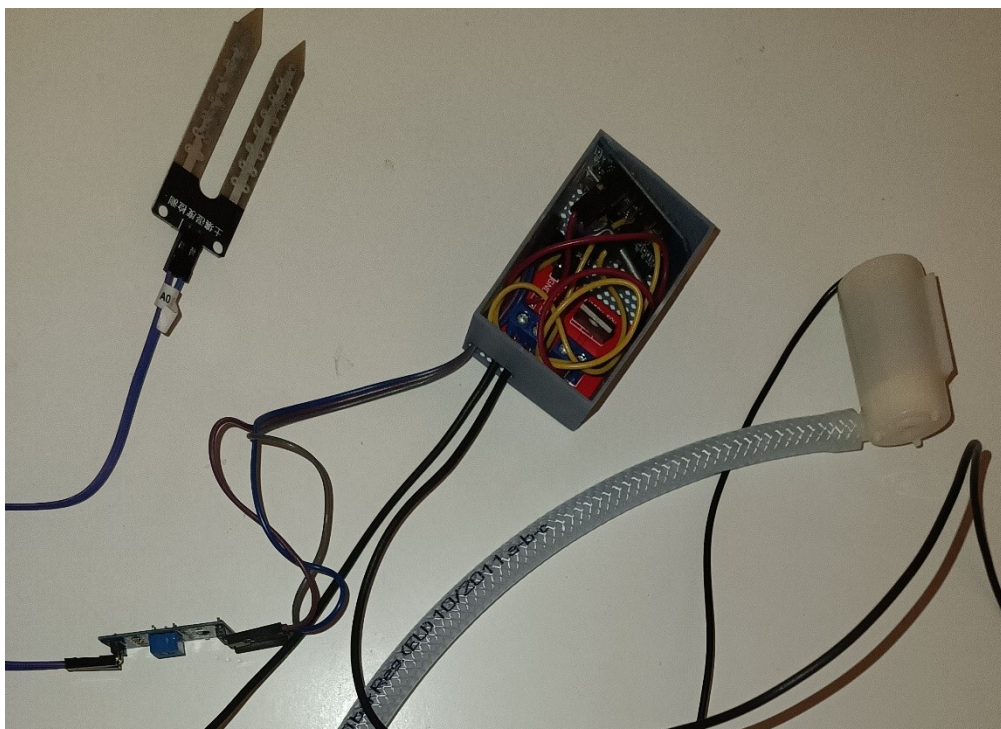
Tento kryt je navržen tak, aby u procesoru byly větrací otvory. Senzor DHT11 je následně otevřený pro okolní vzduch, aby bylo měření co nejpřesnější.



Obrázek 5 - kryt na modul s DHT11

3.5 Modul automatického zavlažování

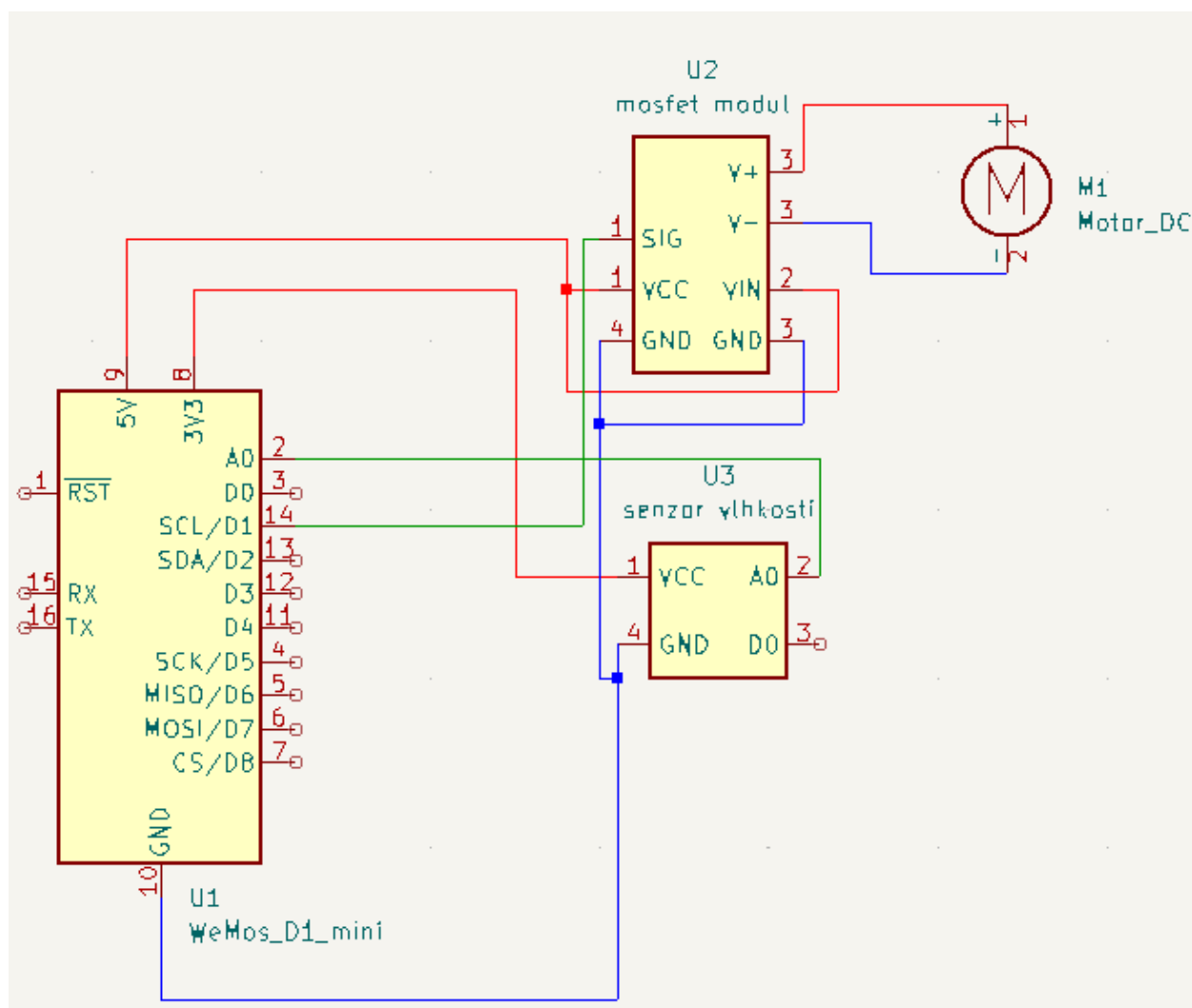
Tento modul je založen na vývojové desce wemos D1 mini s firmwarem ESPHome, s odporovým senzorem vlhkosti, s mosfet modulem a s elektrickým čerpadlem.



Obrázek 6 - modul automatického zavlažování

3.5.1 Zapojení

V tomto schématu můžeme vidět zapojení řídicí jednotky wemos D1 mini, ke které je připojen odporový senzor vlhkosti a mosfet modul s čerpadlem. Senzor vlhkosti je připojený na analogový pin A0, který měří napětí na vstupu. Mosfet modul je připojený na digitální pin D1.



Obrázek 7 - schéma zapojení modulu automatického zavlažování

3.5.2 Senzor vlhkosti

Jako senzor vlhkosti jsem vybral odporový senzor, který měří vlhkost zeminy. Tento senzor se skládá ze dvou elektrod a vyhodnocovací jednotky.

Obě elektrody jsou zastrčeny do zeminy a měříme odpor mezi elektrodami. Odpor měříme pomocí úbytku napětí na odporu. Vyhodnocovací jednotka se skládá z komparátoru a děliče napětí. První odpor je na plošném spoji (R1) a druhý je mezi elektrodami (R2). Komparátor porovnává úbytky napětí na obou odporech a na výstupu má použitelná analogová data ze senzoru. Pokud je odpor R2 menší než R1, tak napětí na výstupu klesá a naopak. Napětí na výstupu se pohybuje od 0 V do 1 V.

Jedná se o velice jednoduchý a levný senzor, který je určený na používání v kratších intervalech. V delších intervalech se začnou projevovat důsledky elektrolyzy, která je způsobena protékáním proudu přes vlhkou zeminu. Elektrolyza způsobuje korodování elektrod, které následně mění svůj kontaktní odpor a zkresluje tím měření. Tento problém lze vyřešit kapacitním senzorem, který měří kapacitu místo odporu.

3.5.3 Mosfet modul

Tento modul je zapojen jako spínač. Spíná stejné napětí jako na vstupu, ale umožňuje větší průtok proudu než datové linky jednotky wemos D1 mini.

3.5.4 Automatizace zalévání

Vyhodnocování dat ze senzoru a následné zapínání čerpadla vyhodnocuje aplikace home assistant. V aplikaci home assistant jsou nastaveny 2 automatizace, první sleduje napětí na vlhkostním senzoru. Pokud napětí na senzoru klesne pod 0.75 V, tak home assistant pošle signál k zapnutí čerpadla. Hodnotu napětí budu postupně měnit podle degradace senzoru a preferencí rostliny. Moje testovací rostlina zatím žije a vypadá že je to pro ni tak akorát.

```
alias: zapnout zalevani
description: ""
trigger:
  - type: voltage
    platform: device
    device_id: ac76c1500cbb87a350a4ea3cff5e7ef6
    entity_id: sensor.vlhkost_zeme
    domain: sensor
    below: 0.75
    for:
      hours: 0
      minutes: 0
      seconds: 30
condition: []
action:
  - type: turn_on
    device_id: ac76c1500cbb87a350a4ea3cff5e7ef6
    entity_id: switch.motor_kytiky
    domain: switch
mode: single
```

Obrázek 8 - automatizace zapínání zalévání

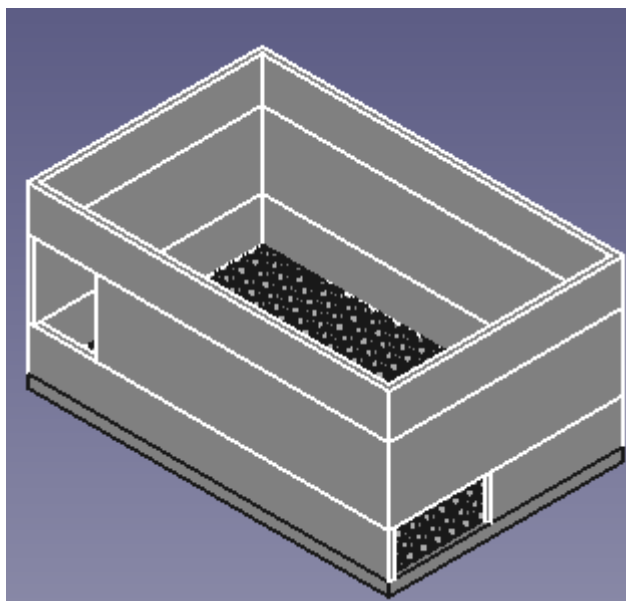
Druhá automatizace kontroluje stav čerpadla a pokud je zapnuto déle jak 20 sekund, tak o vypne. Zde lze nastavit čas, jak moc vody to té rostlině má dát.

```
alias: vypnout zalévání
description: ""
trigger:
  - platform: device
    type: turned_on
    device_id: ac76c1500cbb87a350a4ea3cfff5e7ef6
    entity_id: switch.motor_kytiky
    domain: switch
    for:
      hours: 0
      minutes: 0
      seconds: 20
condition: []
action:
  - type: turn_off
    device_id: ac76c1500cbb87a350a4ea3cfff5e7ef6
    entity_id: switch.motor_kytiky
    domain: switch
mode: single
```

Obrázek 9 - automatizace vypínání zalévání

3.5.5 Konstrukce

Kryt na elektroniku jsem kreslil v aplikaci Freecad a následně vytiskl na 3D tiskárně Elegoo mars 2 pro. Tento kryt je navržen tak, aby obsahoval řídicí jednotku společně s mosfet modulem.



Obrázek 10 - kryt na modul automatického zalévání

Kanystř na vodu je realizován pomocí starého kanystru od nemrznoucí směsi do ostřikovačů. V jeho víčku je vyvrtána díra a tou následně protažena hadice a napájecí kabely čerpadla. Čerpadlo pak leží na dně nádoby a pumpuje vodu ven.

3.6 Chytrý zámek

Pro tuto aplikaci jsem si vybral řešení pomocí dvou na sobě nezávislých jednotek. Jedná se o řešení, které záplatuje hned několik bezpečnostních problémů. Jedná se o první jednotku, která snímá čipové karty, a o druhou jednotku, která ovládá zámek dveří. Veškeré výpočty se pak provádějí na straně serveru.

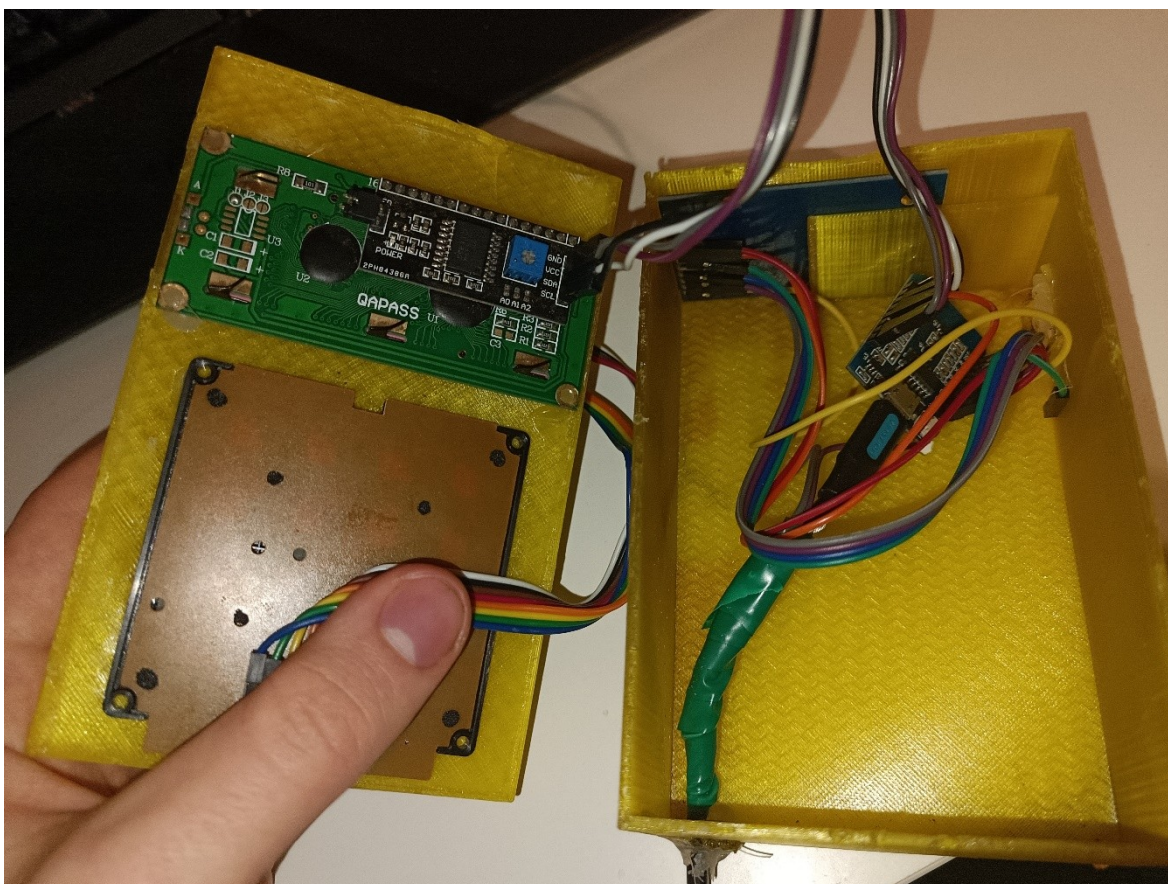
3.6.1 Vyřešené bezpečnostní problémy

Jak jsem již napsal dříve, tak toto řešení zabraňuje vzniku hned několika bezpečnostních děr. Pokud by se jednalo pouze o jedno zařízení, které zařizuje jak odemykání a zamykání dveří, tak autentifikaci uživatele, mohlo by zde vzniknout mnoho problémů. Asi nejčastější z nich je ten, že vnější čtečka karet má v sobě veškerou elektroniku na odemykání dveří. Tím pádem stačí komukoliv oddělat kryt, a pustit proud do solenoidu, servo motoru nebo krokového motoru odemykající dveře.

Moje provedení řeší tenhle problém tím způsobem, že k autentifikaci používá externí čtečku a část odemykající dveře není z vnějšku dosažitelná. Celková autentifikace probíhá na straně serveru. Modul se čtečkou karet přečte ID čipové karty a pošle ho serveru. Ten následně vyhodnotí, co se má stát.

3.6.2 Autentifikační jednotka

Tato jednotka se stará o získávání přístupových dat a jejich následné odesílání serveru.

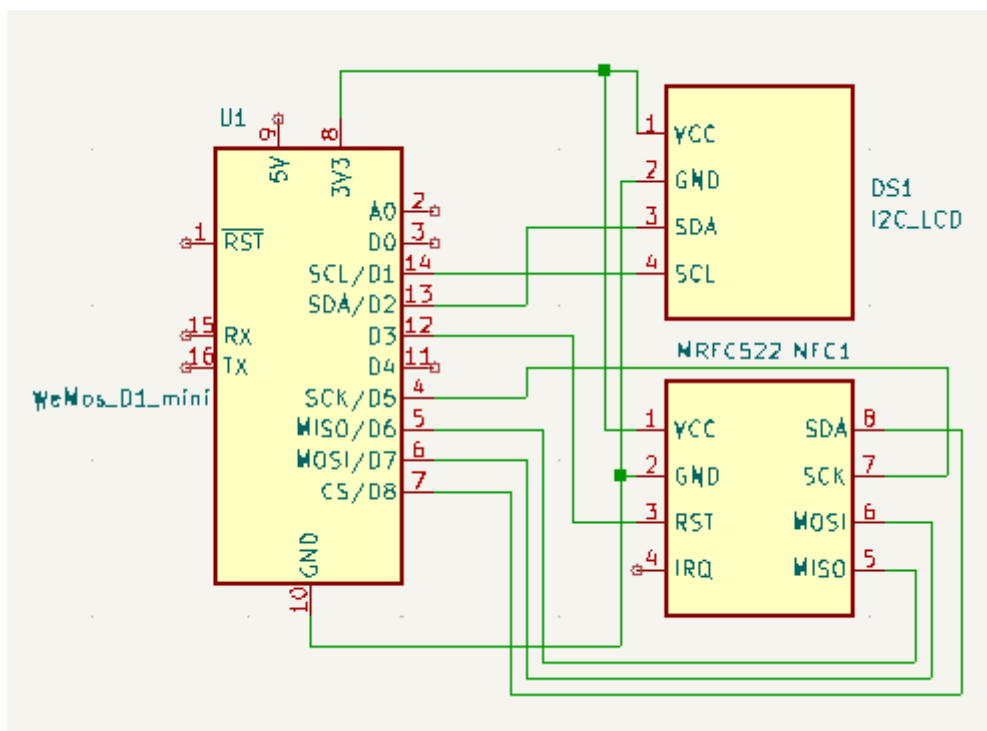


Obrázek 11 - autentifikační jednotka chytrého zámku

3.6.2.1 Zapojení

Na tomto schématu můžeme vidět zapojení řídicí jednotky wemos D1 mini (U1) společně s NFC čtečkou MRFC522 (NFC1) a LCD displejem (DS1). LCD displej je připojený přes sběrnici I2C na digitální I/O piny podporující PWM modulaci D1 a D2. Čtečka NFC čipových karet je připojená přes sběrnici SPI k digitálním I/O pinům D3, D5, D6, D7 a D8.

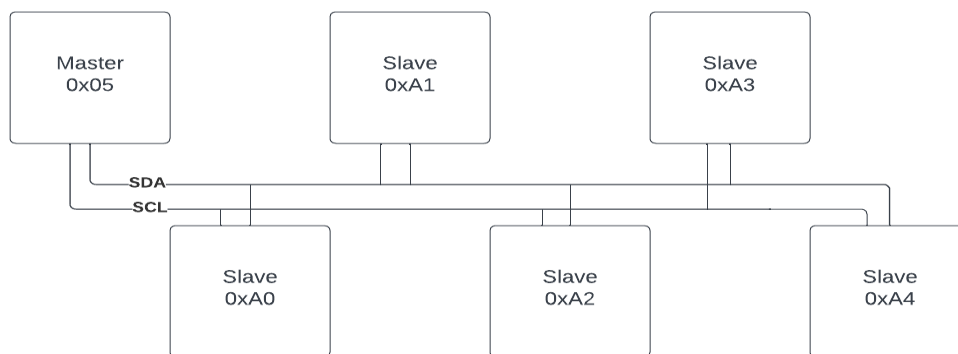
Jak lze vidět na obrázku jednotky, tak je zde připravena klávesnice. Bohužel tato řídicí jednotka neumožňuje dostatek I/O pinů na připojení, a tak tato klávesnice čeká na lepší řídicí jednotku.



Obrázek 12 - zapojení autentifikační jednotky chytrého zámku

3.6.2.2 I2C

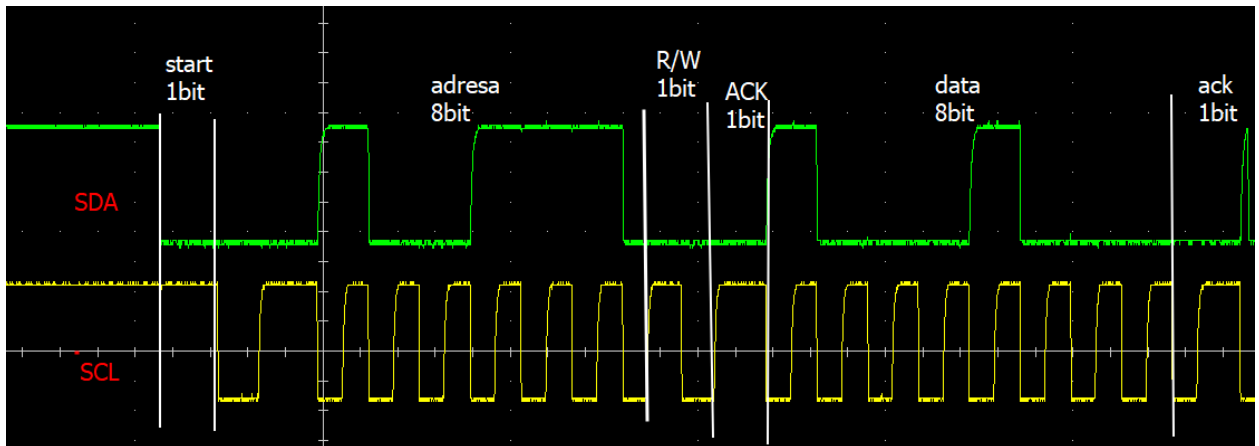
I2C (inter-integrated circuit) neboli Two wire interface je synchronní komunikační protokol využívající sběrnici o dvou vodičích. První vodič je SCL, na kterém běží hodiny přenosu. Druhý vodič je SDA, který přenáší data.



Obrázek 13 - topologie I2C sítě

Na obou vodičích je v klidu napětí. Pokud by chtěl master poslat data zařízení s adresou 0xA1, tak musí uzemnit vodič SDA a tím zahájí přenos. Tímto způsobem se zamezí přepětí na datových linkách (na sběrnici mohou být připojená zařízení, která komunikují na 5 V, zároveň se zařízeními, která komunikují na 3,3 V).

Celkový přenos se pak skládá z několika částí. První bit je start bit, který informuje ostatní připojená zařízení o začínajícím přenosu. Dále následuje sedmi až deseti bitová adresa zařízení, pro které je informace určena (v mém případě se jedná o 8 bitů). Dále pokračuje bit určující, jestli master data posílá, nebo vyžaduje. Poslední bit tohoto úseku určuje, jestli příjemce přijmul data správně, nebo ne. V dalších úsecích se už přenáší reálná data. Jedná se o skupiny po osmi bitech a jednom kontrolním bitu.



Obrázek 14 - I2C protokol

3.6.2.3 SPI

SPI (Serial Peripheral Interface) je synchronní komunikační protokol využívající sběrnici o čtyřech vodičích. První vodič je SCLK, na kterém běží hodiny přenosu. Druhý vodič je MOSI, který přenáší data od zařízení master k zařízení slave. Třetí vodič je MISO, který přenáší data od zařízení slave k zařízení master. Čtvrtý vodič je SS, na který master posílá slabé napětí, které určuje, kdo je slave a kdo master.



Obrázek 15 - topologie SPI sítě

3.6.2.4 NFC

NFC (Near-field communication) je bezdrátová komunikační technologie, která umožňuje dvěma elektronickým zařízeními vzájemně komunikovat na krátkou vzdálenost. Nejčastěji se jedná o vzdálenost v řádech jednotek centimetrů.

NFC je založen na technologii RFID, která umožňuje dvěma zařízením komunikaci, když se přiblíží dostatečně k sobě. NFC se běžně používá pro bezkontaktní platební systémy, elektronické jízdenky, kontrolu přístupu a sdílení dat mezi zařízeními jako jsou chytré telefony a tablety.

NFC pracuje na frekvenci 13,56 MHz a data přenáší maximální rychlostí 424 Kb/s. Jedná se o bezpečnou a pohodlnou komunikační technologii, protože nevyžaduje žádné fyzické spojení mezi zařízeními a data lze přenášet pouhým přiblížením zařízení k sobě.

3.6.2.5 Popis konfigurace firmwaru

Tato jednotka funguje na firmwaru ESPHome. V tomto bodě popíšu, jak je jednotka nakonfigurovaná.

Na obrázku níže můžeme vidět nastavení komunikace SPI a RC522 NFC modulu. V prvním odstavci je nastavená komunikace SPI. Zde se určuje, na jakých pinech má poslouchat.

V druhém odstavci je nastavena komunikace s NFC modulem. V první řadě jsem určil, kde jsou připojené piny reset a cs. Následně jsem zde určil interval hledání karty. Dále jsem zde definoval, co se má stát, pokud někdo přiloží kartu. Pokud bude přiložena karta, ESPHome pošle Home assistantovi, že byla načtena karta s tímto ID. Home assistant následně vyhodnotí, co se má stát.

```
spi:
  clk_pin: D5
  mosi_pin: D7
  miso_pin: D6

rc522_spi:
  cs_pin: D8
  reset_pin: D3
  update_interval: 1s
  on_tag:
    then:
      - homeassistant.tag_scanned: !lambda 'return x;'
```

Obrázek 16 - konfigurace firmwaru pro autentifikační jednotku: NFC

Na druhém obrázku můžeme vidět konfiguraci LCD displeje.

V prvním odstavci propouštím proměnnou z Home asistenta do firmwaru. Platforma určuje, odkud firmware má tu proměnnou vzít, id určuje lokální název proměnné ve firmwaru a entity_id určuje název proměnné v home assistantu.

V druhém odstavci je nakonfigurována komunikace přes I2C. sda je na pinu D2 a scl je na pinu D1.

Ve třetím odstavci je konfigurace LCD displeje. Platforma určuje typ displeje, který je připojen, v mém případě je to pcf8576. „Dimensions“ jsou rozměry displeje (počet znaků), „address“ je jeho adresa, na které přijímá. Lambda definuje část konfigurace, kde je vložen vlastní kód. Ten přečte stav proměnné zamek, pokud se tato hodnota proměnné rovná on, tak to na displej vypíše odemčeno. a pokud se hodnota bude rovnat off, tak to vypíše zavřeno.

```
binary_sensor:
  - platform: homeassistant
    id: zamek
    entity_id: input_boolean.zamek

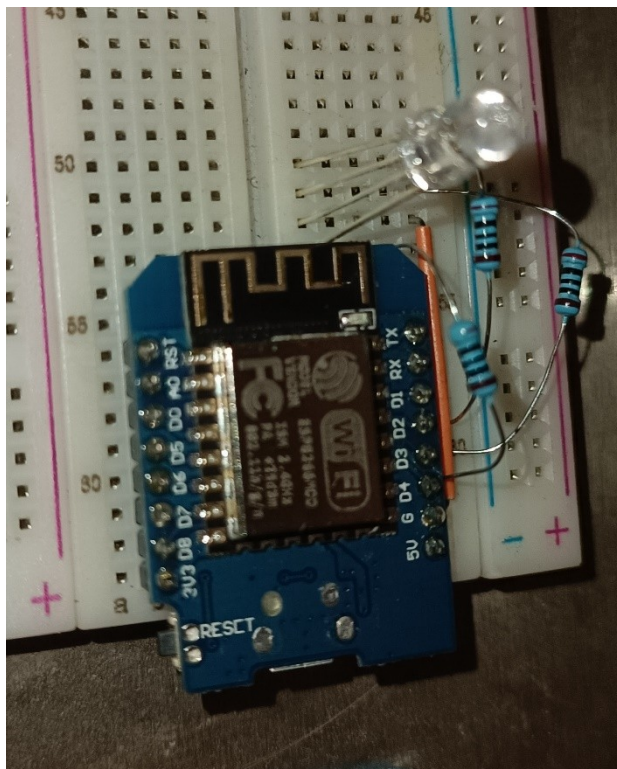
i2c:
  sda: D2
  scl: D1

display:
  - platform: lcd_pcf8574
    dimensions: 20x2
    address: 0x27
    lambda: |-
      if (id(zamek).state) {
        it.print(0, 0, "Odemceno");
      } else {
        it.print(0, 0, "Zamceno");
      }
```

Obrázek 17 - konfigurace firmwaru pro autentifikační jednotku: LCD

3.6.3 Zamykací jednotka

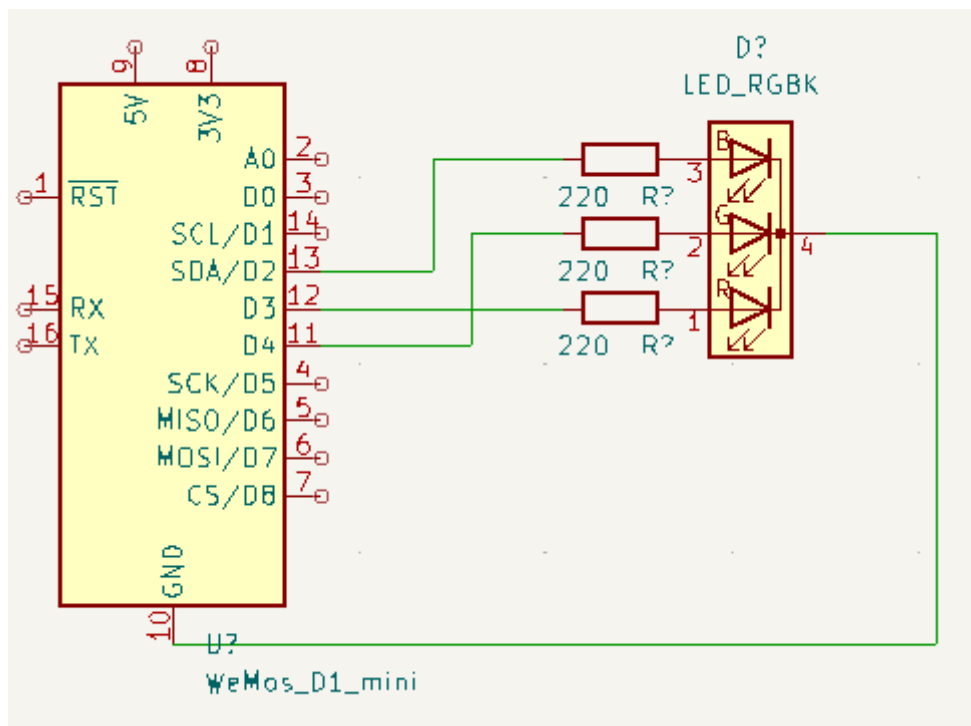
Tato jednotka zajišťuje zamykání dveří. V této realizaci je toto provedení pouze ukázkové, protože jsem se rozhodl používat normální klíče místo elektronického zámku. Realizace je provedena pouze pomocí RGB diody, která ukazuje stav zamknutí dveří.



Obrázek 18 - zamykací jednotka chytrého zámku

3.6.3.1 Zapojení

Na tomto schématu lze vidět zapojení řídicí jednotky Wemos D1 mini a RGB led diody. RGB led dioda je zapojená paralelně k pinům D2, D3 a D4. Každá barva je připojená přes odpor s hodnotou 220Ω .



Obrázek 19 - zapojení zamykací jednotky chytrého zámku

3.6.3.2 Popis konfigurace firmwaru

Tato jednotka funguje na firmwaru ESPHome. V tomhle bodě popíšu, jak je jednotka nakonfigurovaná. Na obrázku níže můžeme vidět konfiguraci RGB ledky v ESPHome.

V druhém odstavci jsou definovány PWM výstupy, na které jsou připojené LED diody.

V prvním odstavci je definována RGB led dioda se jménem „indikator zamku“, připojená na PWM výstupy output_component1, output_component2 a output_component3.

```
light:
- platform: rgb
  name: "indikator zamku"
  red: output_component1
  green: output_component2
  blue: output_component3

output:
- platform: esp8266_pwm
  id: output_component1
  pin: D3
- platform: esp8266_pwm
  id: output_component2
  pin: D4
- platform: esp8266_pwm
  id: output_component3
  pin: D2
```

Obrázek 20 - konfigurace firmwaru pro zamykací jednotku

3.6.4 Automatizace v aplikaci home assistant

V aplikaci home assistant je vytvořeno několik automatizací pro odemykání a zamykání dveří.

První automatizace změní hodnotu proměnné „zamek“ na hodnotu „off“, pokud je přiložena správná čipová karta a hodnota proměnné je „on“.

```
alias: zamek
description: ""
trigger:
  - platform: tag
    tag_id: D3-66-BE-14
condition:
  - condition: state
    entity_id: input_boolean.zamek
    state: "on"
action:
  - condition: state
    entity_id: input_boolean.zamek
    state: "off"
    for:
      hours: 0
      minutes: 0
      seconds: 0
mode: single
```

Obrázek 21 - odemknutí podle kódu karty

Druhá a třetí automatizace zajišťují zamykání a odemykání zámku (v mém případě rozsvícení světla). Pokud je hodnota proměnné „zamek“ „off“, tak se rozsvítí červené světlo. a pokud je hodnota „on“, rozsvítí se zelené světlo.

3.7 Chytré osvětlení

Chytré osvětlení realizuji koupením komerčních chytrých žárovek, kterým následně přehraji firmware na Tasmotu. Následná integrace s home asistentem probíhá přes MQTT.

3.7.1 Zajištění funkčnosti bez serveru

U chytrých světel je žádoucí, aby fungovala i při výpadku komunikace se serverem. z tohoto důvodu jsem nakonfiguroval Tasmotu, aby se po zapnutí energie rozsvítila na přednastavenou hodnotu.

Toto nastavení je provedeno pomocí funkce pravidel. Tato funkce je již v Tasmotě integrována od instalace, proto ji není třeba nijak instalovat dostatečně. Pravidel je více typů, ale v mém případě je nejlepší ten nejjednodušší. To jest, když se něco stane, tak něco udělej. V mém případě syntax pravidla vypadá takto: „ON Dimmer#Boot DO Backlog Power 1; Dimmer 80; Color 0000001EAE ENDON“.

Moje pravidlo se skládá z několika částí. První z nich je „ON Dimmer#Boot“. Tato část určuje podmínku spuštění pravidla a spustí se po inicializaci stmívače (funkce Tasmoty na stmívání světel). Druhá a poslední část vypadá takto: „DO Backlog Power 1; Dimmer 80; Color 0000001EAE ENDON“. Tato část určuje, co se má stát. V mém případě je určeno příkazem „backlog“, že je zde více věcí než jedna. Prvně to zapne světla, poté to nastaví jas na 80 % a nakonec to změní barvu na #0000001EAE, což je bílá barva o teplotě 2220 K.

Jako další jsem koupil žárovku pro platformu tuya, kterou jsem k aplikaci home assistant integroval pomocí tuya API k integraci. Takže home assistant komunikuje s tuya serverem, který následně komunikuje s chytrou žárovkou.

3.8 Senzor teploty TH01

Tento senzor je primárně určený pro platformu tuya. Tato platforma je pomalá, komerční a ovládání domácnosti je v rukou vlastníků této platformy. Proto jsem se rozhodl tento senzor integrovat s aplikací home assistant napřímo přes zigbee koordinátor sonoff zigbee usb dongle a doplněk Zigbee2MQTT.

Senzor TH01 snímá teplotu od -10 °C do 55 °C s přesností ± 1 °C a vlhkost od 10 %RH do 90 %RH s přesností ± 1 %RH. Tento senzor bych přirovnal ke mnou vytvořenému senzoru s DHT11. Rozdíl mezi těmito senzory je viditelně pouze ve způsobu komunikace.

3.9 Elektronický spínač Sonoff POW R3

Tento spínač je vyrobený firmou sonoff a je určený pro používání s platformou ewelink. Spínač disponuje měřením výkonu protékajícího proudu a umožňuje proudové zatížení až 25 A.

Spínač mám integrovaný přes API platformy ewelink. Pokoušel jsem se přehrát firmware na Tasmotu, ale z důvodu špatného nastavení programátoru jsem odpálil datové linky. Snímač funguje dále, ale nejde přehrát firmware.

ZÁVĚR

V této práci jsem vytvořil plnohodnotnou chytrou domácnost. V této domácnosti jsou jak vlastní prvky, tak komerční.

Během vytváření této práce jsem se kolikrát odchýlil od původního plánu. Přišel jsem na spoustu věcí, které by nefungovali správně a taky na spoustu věcí které vylepšit. Díky tomu je výsledek lepší než jeho plán.

Podle mě se výsledek této práce povedl a jsem s ním spokojený.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. HART, Nathan. The Evolution of the Smart Home: How it Started. In: Ubuntu [online]. United Kingdom: Canonical, c2023, 24 March 2022 [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://ubuntu.com/blog/the-evolution-of-the-smart-home-how-it-started-part-1>
2. X10 (industry standard). In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/X10_\(industry_standard\)](https://en.wikipedia.org/wiki/X10_(industry_standard))
3. Home automation. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Home_automation
4. Serial Peripheral Interface. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Serial_Peripheral_Interface
5. Zigbee. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2023-02-21]. Dostupné z: <https://en.wikipedia.org/wiki/Zigbee>
6. Wemos docs [online]. USA: wemos, c2021 [cit. 2023-02-22]. Dostupné z: https://docs.wemos.cc/en/latest/d1/d1_mini_lite.html