

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 26-41-M/01 Elektrotechnika

KitchenGuard (Kuchyňský strážce)

**Ondřej Hajný
Praha**

Praha 2024

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor č. 26-41-M/01 Elektrotechnika

**KitchenGuard
(Kuchyňský strážce)**

KitchenGuard

Autoři: Ondřej Hajný

Škola: SPŠEaG V Úžlabině 320/23, 100 00 Praha 10

Kraj: Praha

Konzultant: Ing. Bc. Petr Hellebrand

Praha 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou práci SOČ vypracoval/a samostatně a použil jsem pouze prameny a literaturu uvedené v seznamu bibliografických záznamů.

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

Nemám 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 dne 4.4.2024 Ondřej Hajný

Anotace

Projekt KitchenGuard se zabývá problematikou spálení a připálení předmětů v kuchyňské peci. Předměty mohou být konzumní potraviny, či například filamenty do 3D tiskárny. Navržený KitchenGuard je určen pro každodenní použití v domácnostech, obzvláště užitečný je pro uživatele s omezeními čichu či zraku. Tato práce tedy přináší inovativní přístup k ochraně domácností před požárem v kuchyňské troubě a nabízí efektivní řešení pro detekci požáru a připálení.

Klíčová slova

detekce požáru, kuchyňská trouba, požár, připálení

Annotation

The KitchenGuard project addresses the issue of scorching and burning of objects in the kitchen oven. The objects can be consumable food or for example filaments for a 3D printer. The proposed KitchenGuard is designed for everyday use in the home, and is particularly useful for users with limitations of smell or vision. This work therefore brings an innovative approach to protecting households from kitchen fires and offers an effective solution for fire and scorch detection.

Keywords

fire detection, kitchen stove, fire, scorching

Obsah

1	ÚVOD A CÍL PRÁCE	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
2	KONCEPCE – TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE	6
2.1	REŠERŠE	6
2.2	TYPY DOMOVNÍCH DETEKTORŮ KOUŘE	6
2.3	VYUŽITÍ V PRAXI.....	7
2.4	PROBLEMATIKA VOLBY SNÍMAČE	7
2.5	PRINCIP NAVRŽENÉHO SNÍMAČE	8
2.6	VOLBA POUŽITÝCH SOUČÁSTEK	9
3	PRAKTICKÁ ČÁST PRÁCE	10
3.1	MĚŘÍCÍ APARATURA.....	10
3.2	NÁVRH MĚŘÍCÍ KOMORY	10
3.3	NÁVRH KONDENZAČNÍHO FILTRU	11
3.4	NÁVRH MĚŘÍCÍHO OBVODU	12
3.5	NÁVRH OSTATNÍ ELEKTRONIKY	13
3.5.1	<i>Spínací část</i>	13
3.5.2	<i>Napájecí část</i>	14
3.6	NÁVRH PLOŠNÉHO SPOJE	14
3.7	NÁVRH KRYTU	15
3.8	NÁVRH SOFTWARE	16
3.8.1	<i>Serverová část</i>	16
3.8.2	<i>Program pro ESP32S3</i>	17
	18
3.8.3	<i>Komunikace mezi KitchenGuard a server</i>	18
3.9	LINEARIZACE A KALIBRACE	19
4	ZÁVĚR	20
5	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	21
6	SEZNAM PŘÍLOH	22

1 Koncepce – teoretická část práce

1.1 Rešerše

Při rešerši jsem nenalezl žádná konkurenční zařízení s podobnými parametry a podobným zaměřením. Neměl jsem tedy referenční žádný návrh komerčně dostupného zařízení, které by se zabývalo stejnou problematikou, ze kterého bych mohl vycházet.

Konkurencí tedy pro KitchenGuard zůstávají chytré domovní požární hlásiče, například 'HEATIT Z-Smoke Multisensor'. Ty sice ochrání před požárem, ale ne před spálením, či připálením, nebo časovače například 'TFA Digitální minutka', které nám zahlásí, že vypršel čas. Nevýhodnou je to, že je nutné, aby si na něj uživatel vzpomněl a poté měl zařízení stále v blízkosti, aby ho slyšel. Zmiňované produkty jsou dostupné z Alza.cz (1).

1.2 Typy domovních detektorů kouře

Ve všech domácnostech se nachází, nebo by se měl nacházet, alespoň jeden detektor kouře, a ty se dělí na dva hlavní typy. Prvním historicky starším typem je detektor využívající ionizačního principu. Ten využívá amerícium-241 (2) jako zdroj alfa částic a dvě elektrody na které je přivedeno napětí. Ve stavu bez kouře se chová aparatura jako proudový zdroj díky rozkladu atomů vzduchu alfa částicemi, pokud se však do komory dostane kouř alfa částice jsou pohlceny a zdroj přestane dodávat proud, což je dále vyhodnoceno elektronikou. Toto řešení však nebylo v mých možnostech. Amerícium-241 se mi nepodařilo sehnat a nemohl jsem ho tedy otestovat pro mou aplikaci.

Druhým typem je senzor využívající rozptylového fotoelektrického principu, ten využívá LED jako zdroj světla, které je vyzařováno kolmým směrem k detektoru tvořeného obvykle fotodiódou. Ve stavu bez kouře fotodióda snímá minimální intenzitu světla, zatímco v případě, že se do komory dostane kouř, je světlo odraženo na fotodiódu, kde je hodnota naměřena. A dále je vyhodnocena elektronikou. Tento princip jsem vyhodnotil jako optimální pro mou aplikaci.

1.3 Využití v praxi

KitchenGuard má jako nejširší cílovou skupinu lidí, kteří se zabývají přípravou pokrmů dle potřeby, ale není to jejich profese. A to díky předpokladu, že u lidí z této skupiny je větší pravděpodobnost, že neodhadnou dobu pečení.

Další skupinou jsou lidé s poruchou zraku nebo čichu, kteří tím pádem přicházejí o možnost vizuálního nebo čichového indikátoru spálení.

Poslední skupinou jsou lidé s nějakým poškozením paměti, například Alzheimerova choroba. Těm díky problémům s pozorností a paměti hrozí, že úplně zapomenou, že něco dávali péct, a proto pro ně může být KitchenGuard potenciálně nejvíce přínosný.

1.4 Problematika volby snímače

Základem celého projektu je schopnost detekce spálení potravin. K tomu se dá přistoupit několika následujícími způsoby.

Jedním z těchto způsobů by bylo vizuální snímání pomocí kamery a strojového vidění, avšak toto řešení by bylo velice neuniverzální, nespolehlivé a závislé na čistotě skla či osvětlení. Dalším řešením by byla analýza vzduchu uvnitř trouby. A toto řešení jsem tedy zvolil.

Snímač musel mít tři hlavní parametry. Kvůli vysoké teplotě trouby (150–250°C) bylo nutné veškerou elektroniku umístit vně trouby a do vnitřního prostoru umístit pouze tepelně odolnou hadičku. Díky tomu bylo nezbytné, aby mělo zařízení průtokovou vzduchotěsnou konstrukci.

Snímač musel mít nestandardně velký rozsah měření, oproti standardnímu rozsahu měření (koncentrace částic 0-1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5}) bylo zapotřebí rozšířit rozsah měření na alespoň 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM_{2,5}¹.

Bylo také nutné, aby snímač odolal znečištěnému vzduchu nejen prachem, ale i olejem, či vlhkostí.

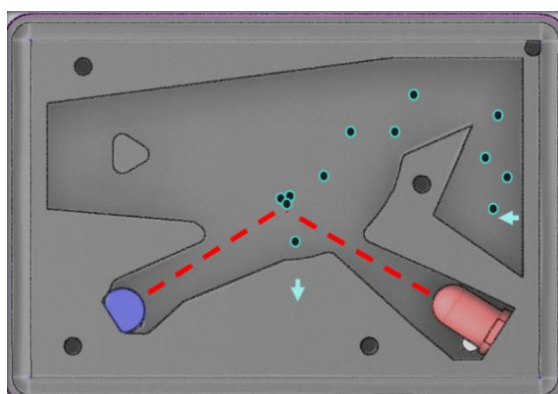
¹ parts per million (počet částic na milion)

Původně jsem chtěl použít běžně dostupného PPM2,5² prachového senzoru. Kupříkladu senzory GP2Y1010AU0F (3) a PM1006 (4), což jsou senzory standardně používané k měření částic v ovzduší, se prokázaly jako nevhodné kvůli nesplněným parametrům.

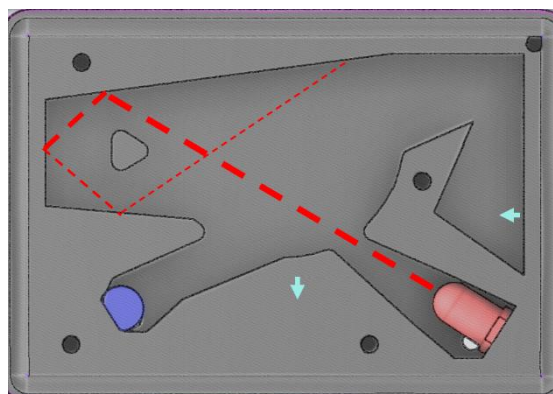
Dospěl jsem tedy k závěru, že je nutný návrh vlastního snímače pro splnění parametrů.

1.5 Princip navrženého snímače

Princip spočívá ve vysílání pulzů světla LED, které je v případě kouřových částic odraženo na fotodiodu viz obrázek (1). V případě, že je příchozí vzduch čistý, jsou světelné pulzy odraženy pomocí vnitřní geometrie a absorbovány stěnami viz obrázek (2).



Obrázek 2 : difrakční senzor ve stavu s nečistotami



Obrázek 1 : difrakční senzor ve stavu bez nečistot

² fine particulate matter (prachové částice kolem 2,5 μ m)

1.6 Volba použitých součástek

Jako řídicí jednotku jsem si zvolil modul ESP32-S3 (5) a to převážně kvůli mým zkušenostem s tímto modulem ve formě vývojové sady, navíc jsem získal možnost vyzkoušet si návrh bez předpřipravené desky od výrobce. Jedná se o modul běžně používaný v IoT zařízeních, například v chytrých zásuvkách je často používaná jeho starší verze (6).

ESP-S3 vyžaduje napájení 3,3V a zároveň jsem si vzhledem k tomu, že se jedná o měřicí obvod, kladl velké nároky na stabilitu, rozhodl jsem se tedy využít SPX3940 (7) namísto stabilizátoru AMS1117 (8). Ten je rozšířenější a nalezneme ho téměř každé vývojové desce, ale zato má menší účinnost a reaguje pomaleji na rychlé změny než zmiňovaná alternativa, ale by se mohlo projevit nečekanými restarty řídicí jednotky a nepřesnostmi při měření.

Další součástkou k volbě byl externí A/D převodník kvůli nelinearitě integrovaného, a zvolil jsem ADS1015 (9), kvůli sympatickému rozhraní I2C a PGA³ pro dynamickou změnu rozsahu měření. Díky tomu se mi podařilo ještě více zpřesnit měření.

Do měřicí jednotky jsem zvolil LED OSI3NA5113A (10) a fotodiodu SFH206K (11). Tyto součástky jsem volil kvůli jejich kompatibilní vlnové délce 850nm, kterou jsem vybral na základě vysoké citlivosti polovodičů na infračervené světlo a jeho dobrou absorpci plasty. Hlavním důvodem bylo to, že zamezí pulzu světla, aby se dostal na detektor odrazy od stěn, což by bylo nežádoucí.

Do měřicího obvodu jsem potřeboval vhodný operační zesilovač. Ten totiž musel mít parametr rail to rail⁴, abych mohl měřit od téměř 0 V do téměř 3,3 V a malý proudový offset. Rozhodl jsem se proto pro MCP617 (12).

Pro měření teploty na povrchu trouby jsem nakonec využil 10kΩ NTC termistoru VISHAY (13).

Jako spínací element jsem zvolil MOSFETy z důvodu jejich minimálního úbytku napětí při zapnutí a nulovému proudu do řídicí elektrody. Dalším důležitým parametrem bylo jejich potřebné napětí k úplnému otevření, protože řídicí napětí mělo logickou úroveň pouze 3,3V. Nakonec jsem zvolil AO3400A (14), jelikož navíc byly v SMD⁵ variantě což bylo žádoucí.

³ programable gain amplifier – zesilovač s programovatelným zesílením

⁴ od napájecí větve po napájecí větev s minimálním úbytkem

⁵ Surface Mount Device – Povrchově Montovaná Součástka

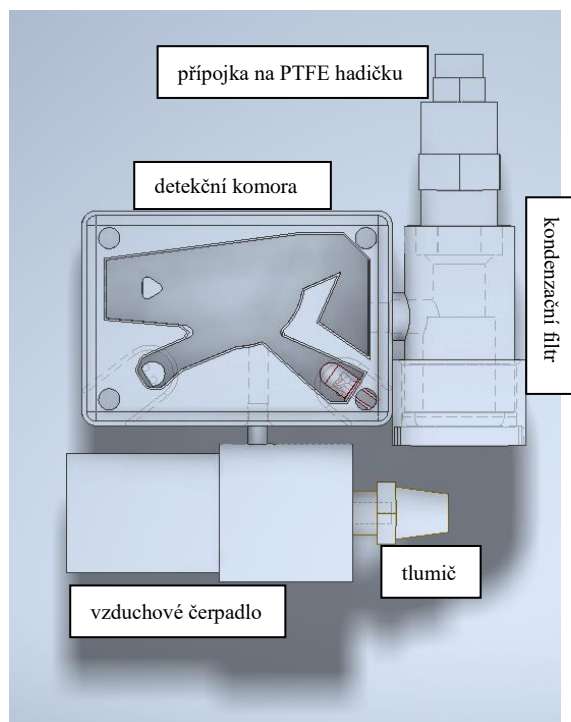
2 Praktická část práce

V této části práce jsem se zabýval realizací KitchenGuard. Popíšu, jak jsem postupoval prakticky.

2.1 Měřicí aparatura

Měřicí aparatura se skládá z elektrického vzduchového čerpadla, kondenzačního filtru, detekční komory, pneumatického tlumiče a přípojky na PTFE hadičku.

Přípojka slouží ke vzduchotěsnému spojení hadičky a filtru, skrze filtr se následně vzduch zbaví vlhkosti. Následně přejde do detekční komory, kde je vyhodnocen, ke konci projde vzduchovým čerpadlem a je vyfouknut skrze pneumatický tlumič pro snížení hluku do okolního prostředí. Jednotlivé součásti jsou opět propojeny vloženou PTFE hadičkou.



Obrázek 3 : diagram měřicí aparatury

Při návrhu měřicí aparatury jsem iteroval různé verze. Potom jsem testoval různé modifikace a upravoval některé nedostatky. Jednotlivé iterace jsou k nalezení v příloze.

V tomto protokolu se zabývám 4. verzí.

2.2 Návrh měřicí komory

Měřicí komoru jsem navrhoval na principu zmíněném v teoretické části práce. Všechny verze jsem následně navrhnul v programu Inventor 2024 a realizoval na FDM 3D tiskárně z materiálu černé PETG. Nakonec jsem vše pečlivě utěsnil za pomoci silikonu a těsnění.

⁶ polytetrafluoretylen

2.3 Návrh kondenzačního filtru

Kondenzační filtr má za účel vysušit vzduch od přichozí páry která se v troubě často vyskytuje. Testováním komerčního kondenzačního filtru (15) jsem zjistil, že bez filtru byl senzor náchylnější k falešným vysokým hodnotám. Problém byl v tom, že komerční filtry byly dimenzované na řádově vyšší tlaky, a jejich velikost byla pro projekt nevhodná. To bylo důvodem, proč jsem navrhl vlastní kondenzační filtr.

Kondenzační element filtru jsem vytvořil z pneumatického tlumiče, protože jeho bronzová houbovitá struktura je identická se strukturou komerčních, viz obrázek. Spodní žlutá část je na závitu a uživatel má tedy možnost jednoduše vylít kondenzát.



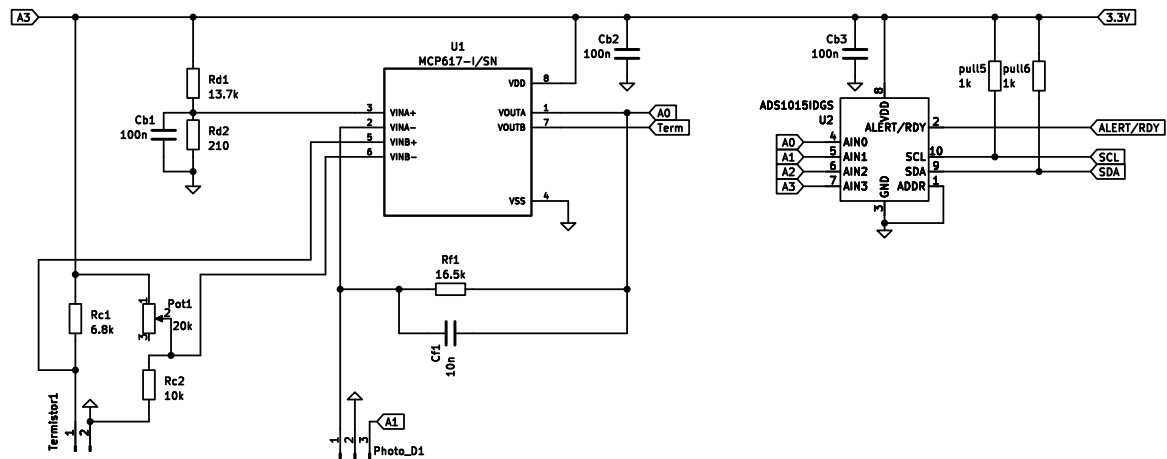
Obrázek 4 : vlastní kondenzační filtr



Obrázek 5 : komerční kondenzační filtr

2.4 Návrh měřicího obvodu

Pro měřicí obvod jsem si zvolil transimpedanční zesilovač zkráceně TIA⁷, který je schopen zesílit velmi malé změny proudu fotodiodou na měřitelné napětí. Při návrhu jsem čerpal z publikovaných dokumentů (16) a (17).



Obrázek 6: zapojení pro transimpedanční zesilovač

Rovnice 1: výpočet zpětnovazebního rezistoru pro TIA

$$U_{OUT} = 3,3V; I_D = -2 \mu A = -2 \cdot 10^{-6} A; \text{viz technická dokumentace (11)}$$

$$R_F = \frac{U_{OUT}}{-I_D} = \frac{3.3}{2 \cdot 10^{-6}} = 1,65 \text{ (M}\Omega\text{)}; \text{ v řadě E24 } 2M\Omega$$

Během návrhu jsem uvažoval o rozdělení zesílení do více fází, ale po dohledání vztahu pro proudový tepelný šum⁸ mi bylo jasné že se zvyšujícím se odporem proudový šum naopak klesá, tím pádem jsem se rozhodl že bude vhodnější jedna fáze s větším zesílením (18).

Rovnice 2 : vztah pro tepelný proudový šum

$$i_n = \sqrt{\frac{4k_b T \Delta f}{R}}$$

Kde k_b je Boltzmanova konstanta, n je počet nosičů náboje, T je teplota, Δf je šířka pásma, a R je odpor.

⁷ transimpedance amplifier

⁸ neboli Johnson–Nyquistův šum

Rovnice 3 : výpočet napěťového děliče pro napětí na neinvertující vstup TIA aby se předešlo saturaci

$$U_{neinv} = 50mV; R_{d1} = 13,7k\Omega; U_{CC} = 3,3V$$

$$R_{d2} = \frac{R_{d1} \cdot U_{neiv}}{U_{CC} - U_{neiv}} = \frac{13,7 \cdot 10^3 \cdot 50 \cdot 10^{-3}}{3,3 - 50 \cdot 10^{-3}} = 210 (\Omega)$$

Rovnice 4 : výpočet pro filtrační kondenzátory pro zamezení oscilací

$$f_0 = 10Hz$$

$$C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_F \cdot f_0} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 10} = 7,96 (nF); \text{zaokrouhleno na } 10 nF$$

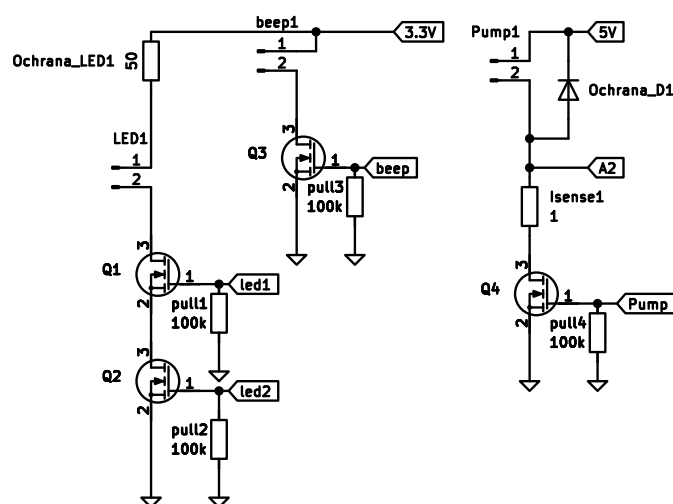
Součástí měřícího obvodu je také komparátor, který je napojen na externí termistor, při zvýšení teploty nad přibližně 40°C je pak do řídicí jednotky vyslán jasný signál o startu pečení. Pro doladění spínací teploty je referenční napětí pro komparátor možno doladit potenciometrem. To umožňuje uspat řídicí jednotku do doby pečení. Výhodnou je to, že do doby pečení má zvolená řídicí jednotka zanedbatelnou spotřebu.

2.5 Návrh ostatní elektroniky

2.5.1 Spínací část

V této části obvodu jsem řešil spínání vzduchového čerpadla a měření jeho proudu, spínání sirény a spínání měřící LED.

Důvod pro dva MOSFETY Q1 a Q2 je možnost využití jednoho pro nastavení proudu a druhého pro samotný impuls.



Obrázek 7 : zapojení spínací části obvodu

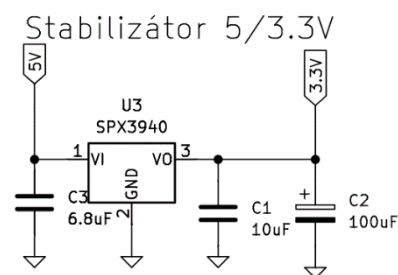
Rovnice 5 : výpočet ochranného odporu pro LED

$$I_{LED} = 35mA; U_{LED} = 1,7V$$

$$R_{Ochrana Led} = \frac{3,3 - 1,7}{35 \cdot 10^{-3}} = 45,7 (\Omega); \text{ v řadě E24 } 47\Omega$$

2.5.2 Napájecí část

Vzhledem k požadavkům ESP32S3 na napájení 3,3V jsem použil LDO⁹ stabilizátor, C1 a C3 jsou dle technické dokumentace stabilizátoru nutné pro funkci, a C2 jsem zvolil pro pokrytí proudových špiček při sepnutí čerpadla a spouštění WiFi periferie ESP32S3.

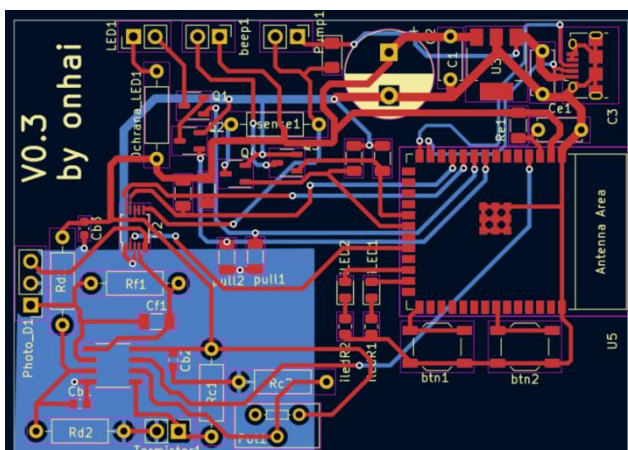


Obrázek 8 : zapojení LDO stabilizátoru 5/3,3V

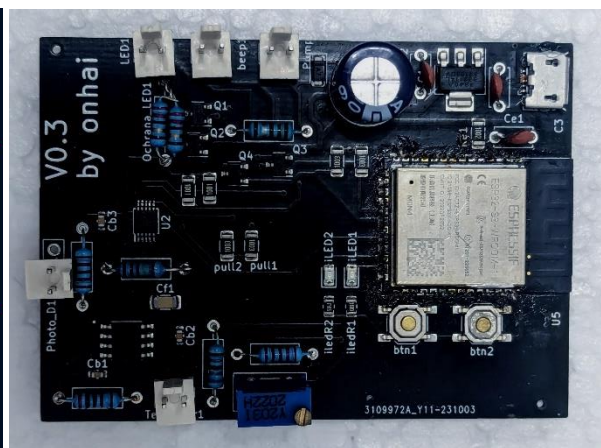
2.6 Návrh plošného spoje

Plošný spoj jsem navrhnul za pomoci programu KiCad 7.0, a následně jsem ho poslal do výroby za pomoci služby JLCPCB. Většinu komponentů jsem volil v jejich SMD¹⁰ variantě abych docílil co nejmenší velikosti výsledného plošného spoje.

Zde jsem si také vyzkoušel poprvé navrhnout vícevrstvý plošný spoj, což pro mě byla cenná zkušenost.



Obrázek 10 : návrh plošného spoje pro KitchenGuard



Obrázek 9 : osazený plošný spoj pro KitchenGuard

⁹ low drop out – s malým úbytkem napětí

¹⁰ Surface Mount Device – Povrchově Montovaná Součástka

2.7 Návrh krytu

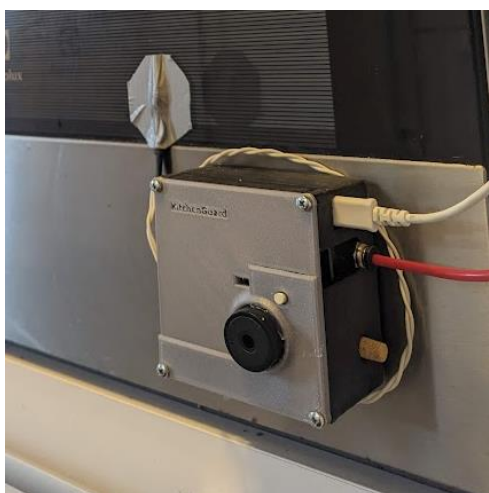
Celý projekt musel mít samozřejmě vlastní kryt, a vzhledem k umístění KitchenGuard na očích uživatelů jsem se snažil zvolit moderní a estetický design. Pro porovnání jsem zde přiložil fotografii předchozího krytu, a myslím že nová verze vypadá podstatně estetičtěji.



Obrázek 12 : sestava jednotky KitchenGuard



Obrázek 13 : fotografie reálného zakrytovaného KitchenGuard



Obrázek 11 : předchozí verze KitchenGuard

2.8 Návrh software

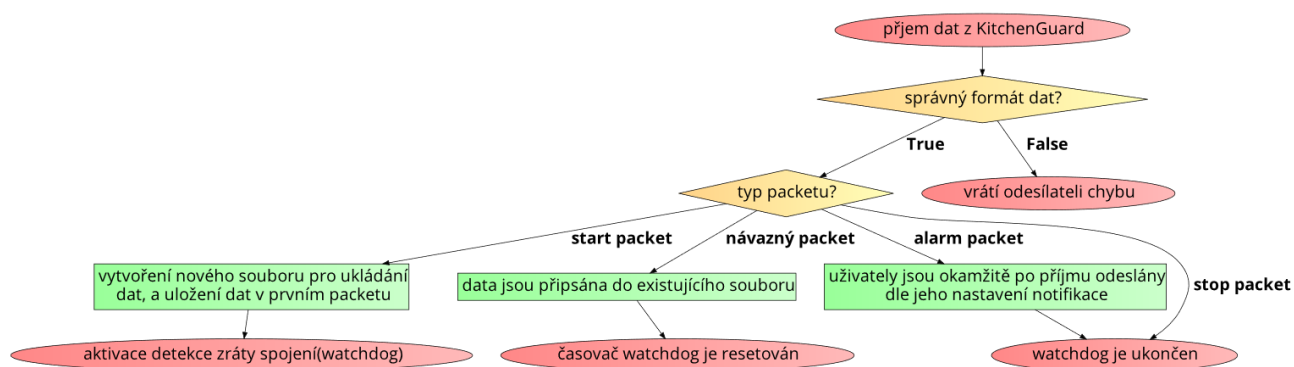
V této části práce jsem řešil oživení hardware a návrh softwarových řešení nutných pro funkčnost celého systému.

2.8.1 Serverová část

Jedná o aplikaci, kterou hostuji na Google serveru, a která řídí chod celého systému.

Backend

Backend se skládá z napojení na KitchenGuard pomocí metod GET a POST, databáze, a logiky. Zároveň řeší registraci nového KitchenGuard, komunikaci s frontend, napojení na API pro odesílání SMS a EMAIL upozornění a detekuje ztrátu spojení. Napsaný je v jazyce Python, kde využívám mikro webový framework Flask (19).



Obrázek 14 : principiální diagram kódu pro komunikaci s KitchenGuard

Na obrázku 13. je znázorněno principiální schéma pro komunikaci mezi KitchenGuard a serverem, pokud je formát přichozícího packetu¹¹ vyhodnocen jako správný (čímž je myšleno že je datovým typem JSON a není shodný s již přijatým). Pak je dále vyhodnocen jeho typ, pokud se jedná o packet signalizující počátek měření je v databázi vytvořen nový soubor a aktivován watchdog¹² (nové vlákno které čeká 3 minuty a pak spustí alarm ztráty spojení). Pokud během zmiňovaných 3 minut nepřijde packet signalizující pokračování, ukončení měření nebo alarm, je pak spuštěn alarm ztráty spojení (uživatel je svými preferovanými upozorněn metodami). Pokud během daných 3 minut přijde příslušný packet watchdog je resetován a čeká opět 3 minuty.

¹¹ Packet – blok přenášených dat

¹² Watchdog – hlídač program

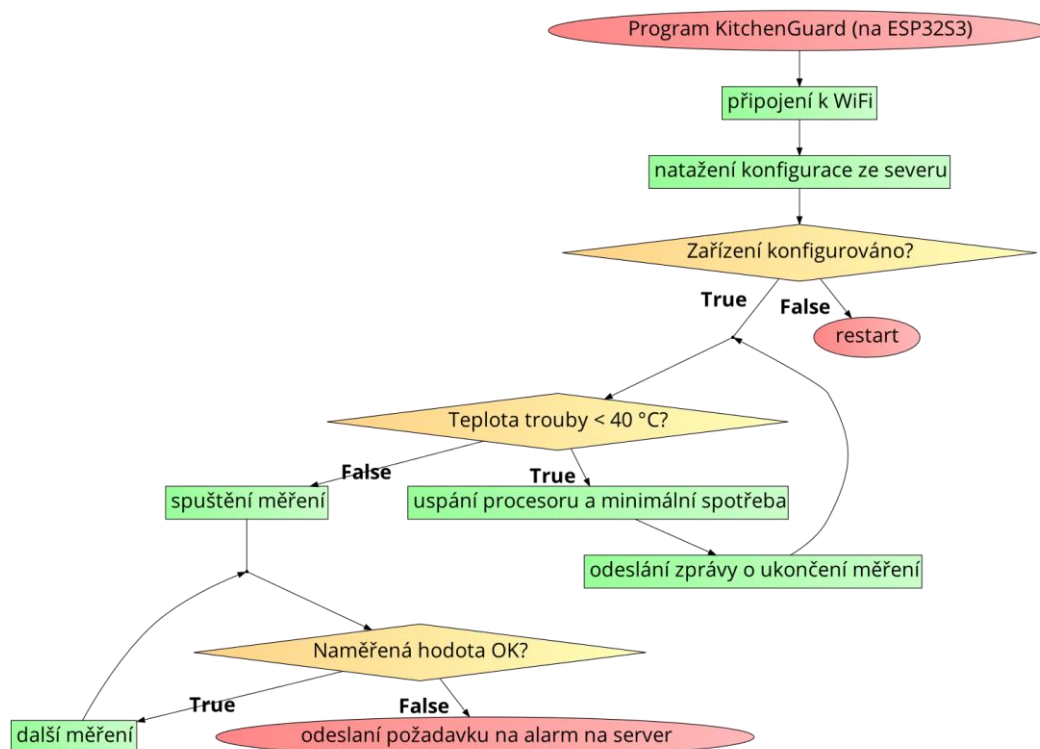
Frontend

V této části jsem se zabýval vytvoření uživatelského prostředí, kde uživatel může vidět aktuální i historická data, a vzdáleně KitchenGuard konfigurovat. Jako programovací jazyk jsem zde využil HTML, CSS a Javascript. Tato část práce mi dělala větší problémy, než jsem očekával, ale formou samovzdělávání jsem se dostatečně doučil potřebné jazyky, a byl tak schopen dokončit i tuto část práce.

Snímky obrazovky jsou k nalezení v příloze.

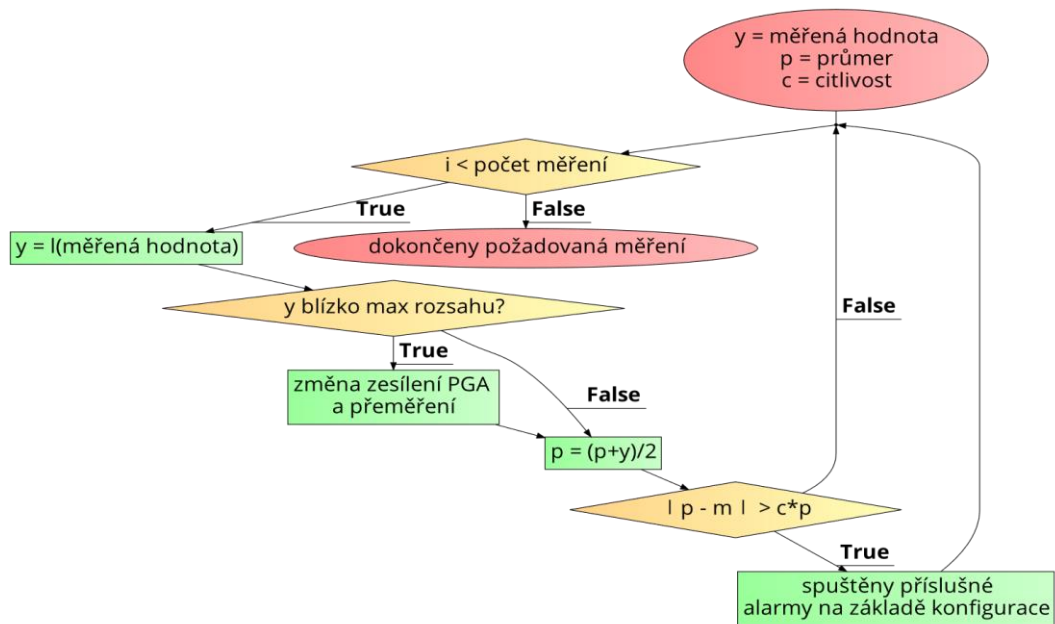
2.8.2 Program pro ESP32S3

Program v ESP32S3 se primárně zabývá samotným měřením, kalibrací, následným zpracováním hodnoty, jejím vyhodnocením a následným odesláním na server. Mimo to také získáváním údajů o WiFi síti uživatele.



Obrázek 15 : principiální diagram kódu ESP32S3

Logika kódu na diagramu v obrázku 15. je následující. Při spuštění řídicí jednotky proběhne pokus o připojení k WiFi síti, pokud připojení proběhne úspěšně započne měření a vyhodnocováním hodnot a případným odesláním alarmu nebo ukončení měření. Pokud je pokus neúspěšný je jednotka restartována, pokud uživatel stiskne tlačítko, je mu umožněno zadat údaje o síti.



Obrázek 16 : diagram reprezentující algoritmus detekce rychlých změn použitý k vyhodnocení

Diagram na obrázku 14. reprezentuje algoritmus pro vyhodnocení hodnoty. Jedná se o pohyblivý průměr s výpočtem odchylky z od nového měření. Pokud bude tato odchylka větší než stanovená tolerance (uživatelsky nastavený násobek průměru) bude spuštěn alarm.

2.8.3 Komunikace mezi KitchenGuard a server

Komunikace mezi těmito částmi jsem řešil pomocí GET a POST metod, POST jsem využil pro odesílání z KitchenGuard na server a GET pro získání dat ze serveru.

Komunikace při odesílání dat z KitchenGuard je chráněna proti výpadku zmiňovaným watchdog, tedy při výpadku domácí WiFi sítě během měření je uživatel upozorněn.

```
{ start [typ packetu] | version [verze firmware] | timestamp[čas] | mac[adresa KitcehGuard] | list naměřených hodnot }
```

Obrázek 17 : packet posílaný z KitchenGuard na server

2.9 Linearizace a kalibrace

Pro zpřesnění a opakovatelnost měření jsem vytvořil automatickou kalibrační sekvenci, ta zajistí že výstup snímače bude vždy kolem nuly při čistém příchozím vzduchu. To znamená, že KitchenGuard se dokáže přizpůsobit každé troubě nehladě na to, jak je zanesená. Jinak řečeno, jakou by měla výchozí hodnotu nečistot ve vzduchu bez potravin.

Pro získání této základní hodnoty se na začátku pečení automaticky provede série měření, z těchto měření se následně získá tato základní hodnota, jelikož v tuto chvíli je trouba zahřátá pouze na přibližně 40°C. Během této série měření se také zaznamenává hodnota elektrického proudu, který protéká čerpadlem pro následnou detekci blokace hadičky.

Po získání této hodnoty ji dále využívám v lineární funkci l , které slouží k linearizaci a převedení hodnoty na rozsah 0–100 %.

y měřená hodnota

z základní hodnota

Rovnice 6 : lineární funkce

$$l(y) = \left| 100 \cdot \frac{\log_{10}(y + 1)}{\log_{10}(z + 1)} \right| - 100$$

3 Závěr

Cílem projektu KitchenGuard bylo vytvořit autonomní zařízení na detekci připálení či jiného poškození potravin způsobené příliš vysokou teplotou nebo délkou pečení. Mělo by mít možnost vzdáleného monitoringu, konfigurace a možnosti pro upozornění uživatele.

V první fázi projektu jsem se zabýval vývojem měřicí jednotky. Tento krok byl nejnáročnějším. Jedním z důvodů byla nutnost nalézt dobrý poměr citlivosti ku rozsahu měření. Tento problém jsem vyřešil, ale je zde ještě prostor pro vylepšení. Jednou z možností by bylo nahrazení použitého zdroje světla LASER diodou. Dalším z důvodů obtížnosti projektu byl požadavek na vzduchotěsnost celé vzduchové aparatury, a to hlavně kvůli nedostatkům 3D tisku ve formě poróznosti materiálu a velkým tolerancím. To se mi také podařilo po několika iteracích vyřešit optimalizací designu.

Dalším cílem bylo vytvoření programu pro řídicí jednotku, který bude zajišťovat komunikaci se serverem a samotné měření. Tento cíl jsem splnil bez větších obtíží.

Zmiňovaný server byl dalším důležitým bodem, který jsem musel zrealizovat, rozhodl jsem se využít Google serveru na hosting pro jeho spolehlivost. Na něm je tedy hostovaná má aplikace, která se skládá s backendu a frontendu. Tento bod pro mě byl opět náročnější, protože mé zkušenosti s vývojem frontend (programování v HTML, CSS a Javascriptu) nebyly příliš velké. Podařilo si mi ale mé nedostatky doplnit, a i když není frontend designově nejlepší, tak je plně funkční.

Celkově jsem tedy s výsledky spokojen, a i když není všechno perfektní, splnil jsem si všechny stanovené body. A je tedy možné KitchenGuard prakticky používat v domácnosti.

Tento projekt pro mě měl velký přínos ve formě sebezdokonalení v různorodých programovacích jazycích, modelování v CAD softwarech, návrzích plošných spojů, a dal mi možnost řešit problémy se kterými se potýkají návrháři IoT zařízení.

4 Seznam použitých zdrojů

1. **Alza.cz.** [Online] [Citace: 2. 2 2024.] <https://www.alza.cz/>.
2. **automatizace.hw.cz.** [Online] [Citace: 12. 3 2024.] <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006091701>.
3. **sharp.** *gp2y1010au.* [Online] [Citace: 1. 2 2024.] https://global.sharp/products/device/lineup/data/pdf/datasheet/gp2y1010au_appl_e.pdf.
4. **adafruit.** *PM1006.* [Online] [Citace: 3. 2 2024.] https://cdn-learn.adafruit.com/assets/assets/000/122/217/original/PM1006_LED_PARTICLE_SENSOR_MODULE_SPECIFICATIONS-1.pdf?1688148991.
5. **espressif.** *esp32-s3.* [Online] [Citace: 28. 2 2024.] https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-s3-wroom-1_wroom-1u_datasheet_en.pdf.
6. **Zolnierzcyk, Mat.** notenoughtech. [Online] [Citace: 3. 3 2024.] <https://notenoughtech.com/esp/a-hackable-esp8266-inside-a-smart-plug/>.
7. **MaxLinear.** *SPX3940.* [Online] [Citace: 2. 2 2024.] <https://assets.maxlinear.com/web/documents/spx3940.pdf>.
8. **AdvancedMonolithicSystems.** *AMS1117.* [Online] [Citace: 5. 3 2024.] <http://www.advanced-monolithic.com/pdf/ds1117.pdf>.
9. **ti.** *ADS1015.* [Online] [Citace: 3. 1 2024.] https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ads1015.pdf?ts=1709494273898&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F.
10. **OptoSupply.** *OSI3NA5113A.* [Online] [Citace: 1. 4 2024.] https://www.tme.eu/Document/3214f7abea0f0d911ad77b74f0856c3a/OSI3NA5113A_.pdf.
11. **OSRAM.** *SFH206K.* [Online] [Citace: 20. 1 2024.] <https://www.tme.eu/Document/8515b57d717bb959693dac540126ef61/SFH206K.pdf>.
12. **Microchip.** *MCP617.* [Online] [Citace: 6. 1 2024.] <https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/APID/ProductDocuments/DataSheets/20001613D.pdf>.
13. **VISHAY.** *NTC 640-10K.* [Online] [Citace: 10. 3 2024.] https://img.gme.cz/files/eshop_data/eshop_data/2/118-042/dsh.118-042.2.pdf.
14. **semiconductors, AlhaOmega.** tme. *AO3400A.* [Online] [Citace: 20. 1 2024.] <https://www.tme.eu/Document/d4ede4a51fd4cb2a092d6e1960f91635/AO3400A.pdf>.
15. **Alza.** *VORTEL.* [Online] [Citace: 14. 3 2024.] https://www.alza.cz/auto/vorel-filtr-vzduchu-1-4-d8614171.htm?gclid=Cj0KCQjwwMqvBhCtARIsAIXsZpYm2mYifbCL11g_FEe3HS2HKpKPrIgbE_jTTDRyLCEphv5SLJP5pLcaAqGCEALw_wcB&kampan=adwho_hobby-a-zahrada_pla_all_kompresory_c_9062883___683755793751_~158099259004~.
16. **Caldwell, John.** Texas Instruments. *1 MHz, Single-Supply, Photodiode Amplifier Reference.* [Online] [Citace: 14. 3 2024.] <https://www.ti.com/lit/ug/tidu535/tidu535.pdf?ts=1710411927386>.
17. **Baker, Di Bonnie.** DigiKey. *Design Transimpedance Amplifiers for Precision Opto-Sensing.* [Online] [Citace: 14. 2 2024.] <https://www.digikey.it/it/articles/design-transimpedance-amplifiers-for-precision-opto-sensing>.
18. **EEPower.** *Resistor noise.* [Online] [Citace: 14. 3 2024.] <https://eepower.com/resistor-guide/resistor-fundamentals/resistor-noise/>.
19. **Ronacher, Armin.** Flask. [Online] [Citace: 12. 3 2024.] <https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/>.

5 Seznam příloh

Příloha č. 1: Snímky obrazovky z webového rozhraní KitchenGuard

Příloha č. 2: První iterace

Příloha č. 3: Druhá iterace

Příloha č. 4: Třetí iterace

Příloha č. 5: Návod pro KitchenGuard (KG)

Seznam obrázků

Obrázek 1 : difrakční senzor ve stavu bez nečistot	8
Obrázek 2 : difrakční senzor ve stavu s nečistotami	8
Obrázek 3 : diagram měřicí aparatury	10
Obrázek 5 : vlastní kondenzační filtr.....	11
Obrázek 4 : komerční kondenzační filtr	11
Obrázek 6: zapojení pro transimpedanční zesilovač	12
Obrázek 7 : zapojení spínací části obvodu	13
Obrázek 8 : zapojení LDO stabilizátoru 5/3,3V	14
Obrázek 10 : osazený plošný spoj pro KitchenGuard	14
Obrázek 9 : návrh plošného spoje pro KitchenGuard.....	14
Obrázek 11 : předchozí verze KitchenGuard	15
Obrázek 12 : sestava jednotky KitchenGuard	15
Obrázek 13 : fotografie reálného zakrytovaného KitchenGuard.....	15
Obrázek 14 : principiální diagram kódu pro komunikaci s KitchenGuard	16
Obrázek 15 : principiální diagram kódu ESP32S3	17
Obrázek 16 : diagram reprezentující algoritmus detekce rychlých změn použitý k vyhodnocení	18
Obrázek 17 : packet posílaný z KitchenGuard na server.....	18

Všechny obrázky jsou z vlastní tvorby.

Seznam rovnic

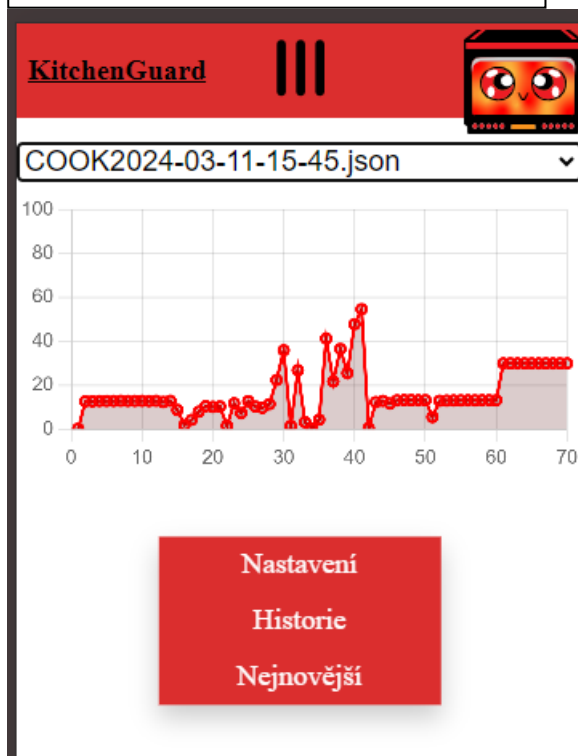
Rovnice 1: výpočet zpětnovazebního rezistoru pro TIA	12
Rovnice 2 : vztah pro tepelný proudový šum	12
Rovnice 3 : výpočet napět'ového děliče pro napětí na neinvertující vstup TIA aby se předešlo saturaci	13
Rovnice 4 : výpočet pro filtrační kondenzátory pro zamezení oscilací.....	13
Rovnice 5 : výpočet ochranného odporu pro LED	13
Rovnice 6 : linearizační funkce	19

Příloha č. 1: Snímky obrazovky z webového rozhraní KitchenGuard

stránka co uvidí uživatel po přihlášení



stránka pro zobrazování historie

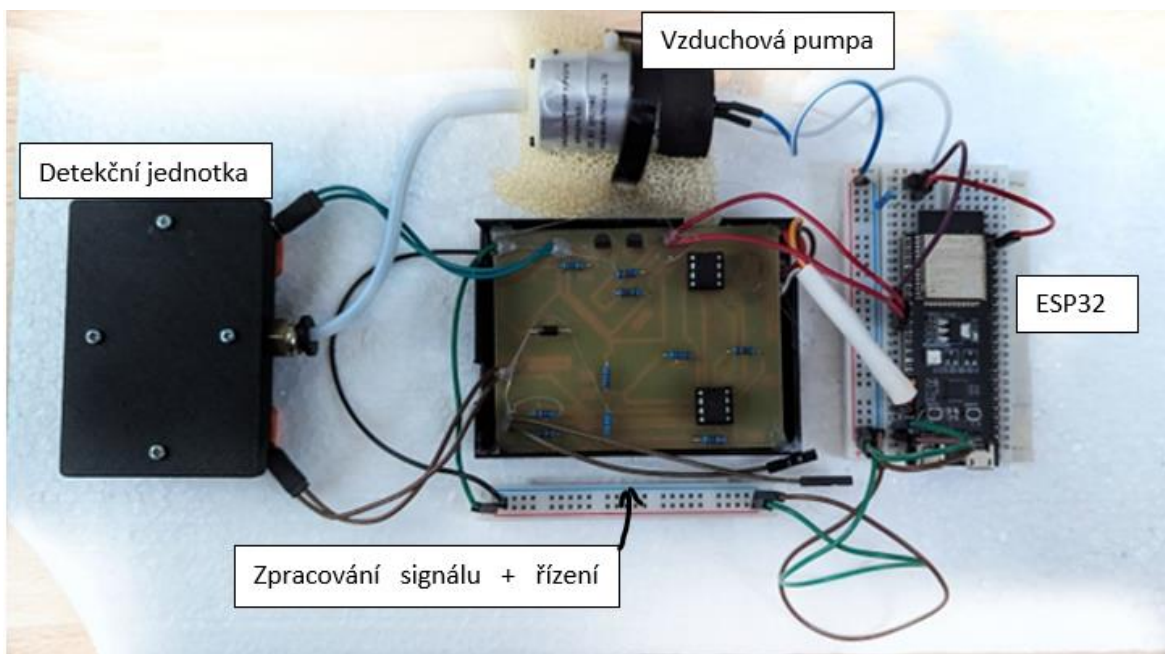


stránka pro konfiguraci

The screenshot shows the configuration page in KitchenGuard. The header is identical to the other pages. Below the header, there are three toggle switches for "Zvuková signalizace", "EMAIL signalizace", and "SMS signalizace", all of which are currently turned on. Below these is a text input field labeled "TEL:". Underneath is a "Tolerance:" slider with a blue knob positioned at the 20 mark. At the bottom left, there is a green button labeled "Ulož".

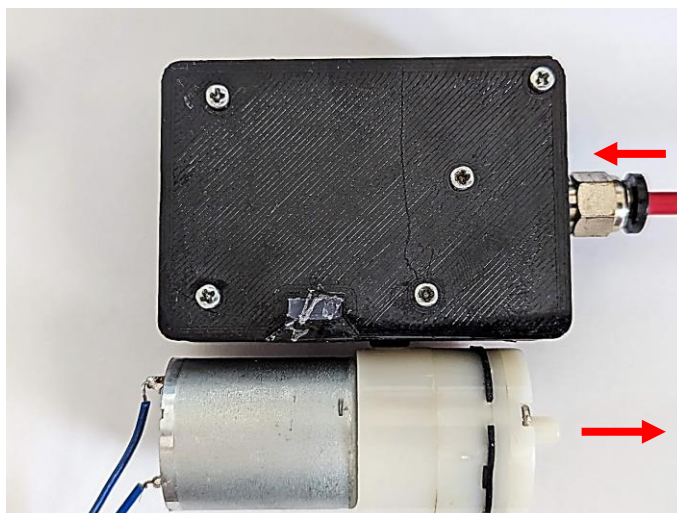
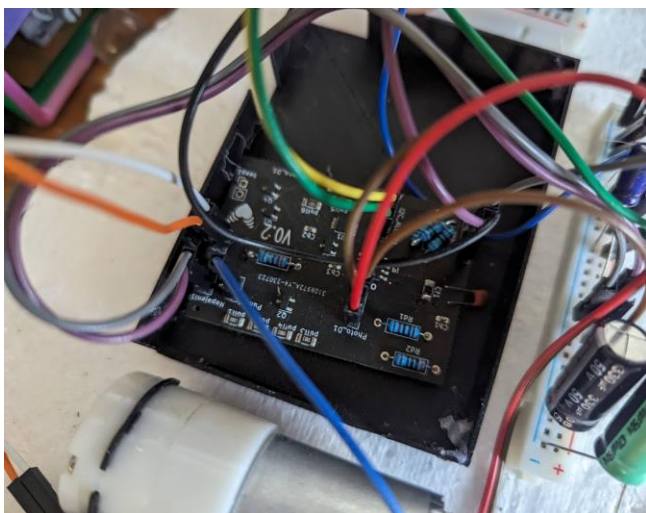
Příloha č. 2: První iterace

V této obrazové příloze je vidět první prototyp KitchenGuard, který jsem vytvořil. Zde jsem navíc měřil napětí fotodiody. To se ale prokázalo jako značně nepřesné a nestabilní.



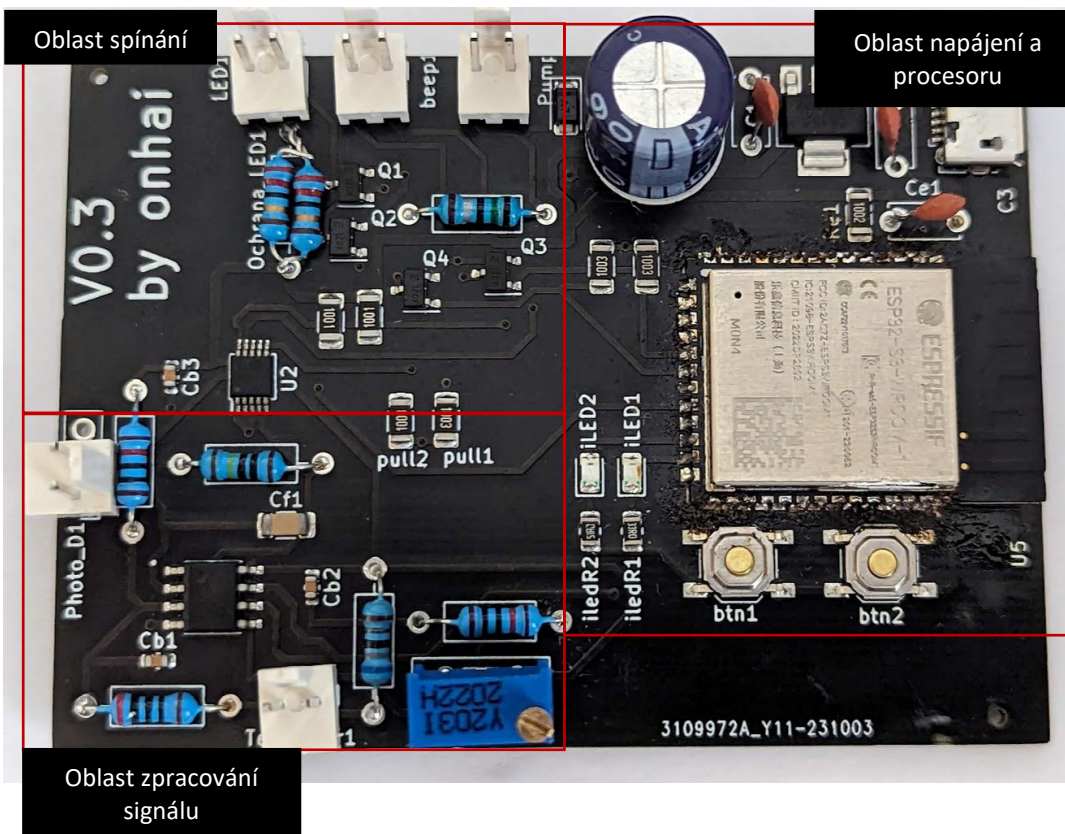
Příloha č. 3: Druhá iterace

V další iteraci jsem změnil metodu měření na měření proudu fotodiody, to pak vedlo k výraznému zlepšení. Snímač jsem pečlivě utěsnil. Díky tomu mohl jít vzduch místo do pumpy vzduch do snímače jako první. To se nakonec prokázalo jako podstatně citlivější a odolnější varianta. Vyměnil jsem také ADC MCP3208 za ADS1015 (SPI → I2C).



Příloha č. 4: Třetí iterace

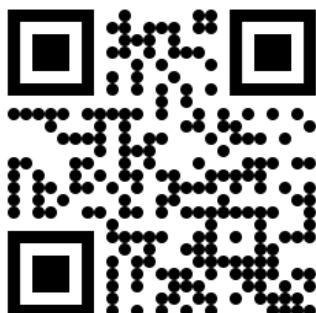
Na vlastní desku jsem integroval řídicí jednotku (ESP32S3). Zavedl jsem sledování napětí a proudu v motoru pumpy. Přidal jsem komparátor pro termistor, pro detekci pečení a funkce hlubokého usnutí za účelem šetření energie.



Příloha č. 5: Návod pro KitchenGuard (KG)

Prvotní konfigurace po rozbalení

1. Zvolte vhodné umístění pro KG a upevněte jej.
2. Nalepte termistor na dvířka trouby.
3. Zapojte napájecí kabel do KG a nabíječky, nebo jiného zdroje.
4. Připojte své zařízení k WiFi síti s názvem „KitchenGuard“.
5. Pokud se WiFi síť nezobrazuje, proveďte tovární reset dlouhým podržením tlačítka.
(do krátkého pípnutí)
6. Načtěte QR kód, a vyplňte přístupové údaje k místní WiFi síti.

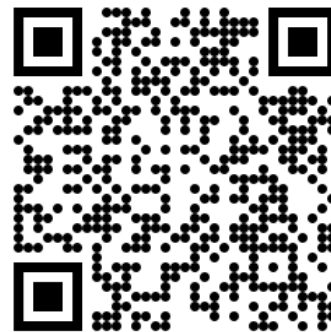


příklad umístění:



Spárování KG s vaším Google účtem

1. Načtete QR kód
2. Klikněte na tlačítko „Google login“ a přihlaste se.
3. Po zobrazení zprávy, že registrace proběhla v pořádku, je proces u konce.



Konfigurace ve webovém rozhraní

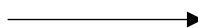
Na kartě nastavení můžete nastavit toleranci KitchenGuard, doporučená hodnota je mezi 20- 80 %. Dle přání si zde můžete aktivovat nebo deaktivovat EMAIL a SMS upozornění.

Pokud nemáte své telefonní číslo veřejně dostupné nebo chcete použít jiné, vepište jej do políčka TEL (formát 420123456789).

Vyprázdnění filtru

Pro vyprázdnění filtru budete potřebovat plochý šroubovák.

1. Zespodu KG je otvor, vyjměte nejdříve jemným zatažením tlumič.



2. Vložte šroubovák do drážky a několikrát otočte proti směru hodinových ručiček. Tím uvolníte víčko.
3. Nyní můžete vyprázdnit kondenzát a případně propláchnout samotný filtr.



Chybové kódy

1 pípnutí → Vše v pořádku.

3 pípnutí → Možná blokáce hadičky, zkontrolujte prosím hadičku a vyprázdněte filtr.

9 pípnutí → Napájení KitchenGuard není dostatečné, prosím vyměňte napájecí adaptér.