

Zariadenie pre chladenie vína riadené mikropočítačom

Kristián Kubina

Bakalárská práca
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
Ústav automatizace a řídicí techniky

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Kristián Kubina**
Osobní číslo: **A18166**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Informační a řídicí technologie**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Zařízení pro chlazení vína řízené mikroprocesorem**
Téma práce anglicky: **A Wine Cooler Controlled by a Microcontroller**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na dané téma.
2. Navrhněte vlastní chladicí zařízení pro několik lahví vína s měřením teploty.
3. Uvedený návrh hardwarově realizujte.
4. Vytvořte software pro řídicí systém.
5. Navrhněte a realizujte vzdálený přístup k zařízení přes mobilní telefon.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. BENEŠ, Pavel. Automatizace a automatizační technika: prostředky automatizační techniky. 5., rozš. a aktualiz. vyd. Brno: Computer Press, 2014. ISBN 9788025137475.
2. CATSOULIS, John. Designing embedded hardware. 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2005, xvi, 377 p. ISBN 0596007558.
3. MONK, Simon. Raspberry Pi cookbook: software and hardware problems and solutions. Second edition. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2016. ISBN 978-1-491-93910-9.
4. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-7300-110-1.
5. RICHARDSON, Matt a Shawn P. WALLACE. Getting started with Raspberry Pi. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, 2012. Make: projects. ISBN 978-1-449-34421-4.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Dolinay, Ph.D.**
Ústav automatizace a řídicí techniky

Datum zadání bakalářské práce: **16. prosince 2022**
Termín odevzdání bakalářské práce: **24. května 2023**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 12. prosince 2022

Kristián Kubina

Zariadenie pre chladenie vína riadené mikropočítačom

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Cieľom tejto bakalárskej práce bolo vyrobiť inteligentné zariadenie pre chladenie vína na osobné potreby. Bolo treba analyzovať ideálne teploty pre chladenie rôznych typov vína, výber ideálneho chladiaceho zariadenia, výber ideálnych komponentov pre realizáciu tejto práce a výber ideálneho riadiaceho zariadenia, čo je v našom prípade Raspberry Pi. Výsledkom práce bude praktické prevedenie chladiaceho zariadenia na niekoľko fliaš vína, pričom každá z nich bude obsahovať vlastný teplotný senzor.

Kľúčové slová: Pt100, Víno, Raspberry Pi, Teplota, Chladenie, SPI, Zdieľaná pamäť, Vzdialený prístup

ABSTRACT

The objective of this bachelor's thesis was to create a device for wine cooling purposes and personal needs. It was needed to analyse ideal temperatures for cooling various types of wine, selection of proper cooling mechanism and selection of ideal components for realisation of this project, and selection of ideal controlling device, which was in this case Raspberry PI. The result of this thesis is practical construction of cooling device for multiple wine bottles, while each of them contains its own temperature sensor.

Keywords: Pt100, Wine, Raspberry Pi, Temperature, Cooling, SPI, Shared memory, Remote Access

POĎAKOVANIE

Týmto by som chcel poďakovať môjmu vedúcemu práce Ing. Janovi Dolinayovi, Ph.D. za vedenie a odborné rady pri vypracovávaní tejto práce. Taktiež by som chcel poďakovať môjmu švagrovi Miroslavovi Smolinskému za poskytnutie priestorov pre tvorbu tejto práce. Ďalej chcem poďakovať mojej rodine a dobrým kamarátom za podporu a morálne povzbudzovanie pri písaní tejto práce.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD..... | 9 |
| I TEORETICKÁ ČASŤ | 11 |
| 1 TEPLOTA A JEJ MERANIE | 12 |
| 1.1 TEPLOTA | 12 |
| 1.2 SENZOR TEPLoty | 12 |
| 1.3 KOVOVÉ ODPOROVÉ SENZORY TEPLoty | 12 |
| 1.3.1 Konštrukcia odporových kovových snímačov teploty | 13 |
| 1.4 ODPOROVÉ PLATINOVÉ SNÍMAČE TEPLoty | 13 |
| 2 SNÍMAČ TEPLoty PT100..... | 14 |
| 2.1 TEPLotNÝ KOEFICIENT PT100..... | 14 |
| 2.2 TROJVODIČOVÉ ZAPOJENIE | 14 |
| 3 SÉRIOVÉ PERIFÉRNE ROZHRANIE | 16 |
| 4 RASPBERRY PI..... | 18 |
| 5 DOTYKOVÁ OBRAZOVKA | 20 |
| 6 CHLADENIE VÍNA..... | 22 |
| 6.1 SPÔSOBY CHLADENIA VÍNA | 22 |
| 6.2 DOMÁCA VÍNOTÉKA | 23 |
| II PRAKTICKÁ ČASŤ | 24 |
| 7 HARDWAROVÉ RIEŠENIE PRÁCE | 25 |
| 7.1 BLOKOVÁ SCHÉMA ZARIADENIA..... | 25 |
| 7.1.1 Popis MAX31865..... | 26 |
| 7.1.2 Popis Pt100..... | 26 |
| 7.1.3 Popis SPI multiplexera | 27 |
| 7.1.4 Popis dotykového displeja..... | 29 |
| 7.1.5 Popis relé modulu..... | 29 |
| 7.1.6 Popis chladiaceho zariadenia | 29 |
| 8 SOFTWAREVÉ RIEŠENIE PRÁCE | 30 |
| 8.1 POPIS PROGRAMOVÉHO VYBAVENIA PRE RASPBERRY PI | 30 |
| 8.2 POPIS PROGRAMOVÉHO VYBAVENIA PRE ATMEGA88 | 32 |
| 8.3 POPIS PROGRAMOVÉHO VYBAVENIA PRE UŽÍVATEĽSKÉ ROZHRANIE | 34 |
| ZÁVER | 36 |
| ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY | 37 |
| ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOĽOV A SKRATIEK..... | 40 |
| ZOZNAM OBRÁZKOV | 41 |
| ZOZNAM TABULIEK | 42 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| ZOZNAM PRÍLOH..... | 43 |
|---------------------------|-----------|

ÚVOD

Pri degustácii vína sa často stáva, že po nejakej dobe, čo je víno mimo chladiace zariadenie sa víno oteplí, čo sa deje hlavne v teplejších jarných a letných dňoch. To môže mať za následok stratu dobrej chuti vína u kvalitnejších vín, stratu jednotlivých podtónov vo víne alebo zvetranie. Aby sa predišlo týmto hrozbám, je možné si zaobstarať chladiace zariadenia. Ale ich hlavnou nevýhodou je to, že nevieme presne, akú teplotu má víno vo vnútri fľaše, poprípade, či je ešte treba ho chladiť, pretože každý typ vína má inú ideálnu teplotu na pitie. Taktiež môže nastať situácia, že víno ktoré sa degustuje je teplé a pritom máme v chladiacom zariadení víno, ktoré sme do chladiaceho zariadenia umiestnili pred nejakým časom, ale keďže zariadenie nevie merať teplotu priamo vo fľaši, tak nevieme o fakte, že fľaša, ktorú máme v chladiacom zariadení má lepšiu teplotu ako fľaša, z ktorej aktuálne degustujeme. Musíme však aj dbať na fakt, že všetkého veľa škodí, takže nie je dobré víno príliš podchladiť, pretože v prípade podchladenia víno stráca dôležité prvky chuti, ktoré sú pri degustácii vína dôležité. S týmto problémom sa stretáme každoročne na celodennej vinárskej akcii, kde sa ochutnáva víno. Z časových dôvodov na takýchto podujatiach nie možné stále odbiehať od miesta, na ktorom ponúkame víno a zisťovať, či fľaša vína v chladiacom zariadení má lepšiu ako fľaša, z ktorej sa aktuálne víno ponúka. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli vyrobiť zariadenie na to, aby sme si vedeli v prípade núdze prehriate ponúkané víno vymeniť za vychladené. Vďaka prístupu na diaľku si zároveň vieme zistiť, či v chladiacom zariadení máme víno, ktoré dosahuje ideálnej teploty, alebo poprípade nižšej teploty ako aktuálne podávané víno. Ako riešenie sme vždy používali chladiace boxy do prenosnej chladničky, ale tento spôsob chladenia nebol dostačujúci, nakoľko boxy po chvíľke taktiež stratili svoju teplotu a už nestíhali dostatočne chladiť víno, takže tento spôsob chladenia nie je efektívny ako by sme si predstavovali. Aby zariadenie nebolo podobné ako všetky dnešné chladiace zariadenia, rozhodli sme sa pre riadenie zariadenia použiť minipočítač Raspberry Pi, ktoré je vlastne hlavným riadiacim elementom na tomto zariadení. Tento minipočítač disponuje GPIO pin headerom, vďaka ktorému vieme všetko zaznamenávať a ovládať priamo z tohto minipočítača. Zároveň nám tento minipočítač umožňuje vytvoriť užívateľské rozhranie a následný prístup k zariadeniu aj na diaľku. V teoretickej časti práce si popíšeme jednotlivé komponenty použité k realizácii tohto zariadenia. V praktickej časti si popíšeme prepojenie a funkčnosť jednotlivých komponentov a ich využitie pri výrobe nášho zariadenia. Taktiež si v nej popíšeme všetko programové vybavenie zariadenia, čo je

v našem prípade program pre Raspberry Pi, mikročip ATMEGA88 a program pre užívateľské rozhranie.

I. TEORETICKÁ ČASŤ

1 TEPLOTA A JEJ MERANIE

1.1 Teplota

Teplota je stavová veličina určujúca stav termodynamickej rovnováhy tzn. stav, kedy v izolovanej sústave telies od okolitého prostredia neprebiehajú žiadne makroskopické zmeny a všetky fyzikálne veličiny, ktorými je stav sústavy popísaný nezávisia na čase. Stav termodynamickej rovnováhy býva charakterizovaný termodynamickou teplotou, ktorá musí byť rovnaká pre všetky časti izolovanej sústavy. Fyzikálna veličina teplota sa nesmie zamieňať za fyzikálnu veličinu teplo, lebo teplo je forma energie súvisiaca s pohybom častíc danej sústavy telies, ale nie je stavovou veličinou, lebo nezávisí na prítomnom stave sústavy, ale na celej minulosti vývoja tejto sústavy. Teplota je jedna z mála veličín, ktorá sa nedá merať priamo, ale iba prostredníctvom iných fyzikálnych veličín. Meranie teploty je teda meranie nepriame [1].

1.2 Senzor teploty

Senzor teploty je funkčný prvok tvoriaci vstupný blok meracieho reťazca tzn. Blok, ktorý je v priamom styku s meraným prostredím. Pojem senzor teploty je ekvivalentný pojmu snímač teploty (samostatná konštrukčná súčasť teplomerového zariadenia, ktorá obsahuje teplotné čidlo), ale tiež pojmu čidlo teploty (časť snímača prevádzajúca teplotu na inú vhodnú fyzikálnu veličinu). Tak rovnako sa ako senzor označuje detektor tepelného zariadenia alebo teplomer (zariadenie k meraniu teploty). Podľa fyzikálneho princípu sa senzory teploty delia na odporové, termoelektrické, polovodičové s PN prechodom, dilatačné, optické, radiačné, chemické, šumové, akustické, magnetické, a na ďalšie ako sú napr. kapacitné, aerodynamické [1].

1.3 Kovové odporové senzory teploty

Princípom odporových kovových senzorov teploty je teplotná závislosť odporu kovu. Kov si je možné predstaviť ako súbor kladných iontov umiestnených v mriežkových bodoch kryštálovej mriežky a tzv. elektrónového plynu tvoreného súborom chaoticky sa pohybujúcich elektrónov. Z materiálov vhodných pre realizáciu odporových kovových senzorov sú najrozšírenejšie platina, nikel, Balco (Ni-Fe), meď, molybdén a pre extrémne nízke teploty od 0,5 K zliatiny Rh-Fe, Pt-Co [1].

1.3.1 Konštrukcia odporových kovových snímačov teploty

Čidlo odporového kovového snímača teploty, ktoré sa označuje podľa názvoslovia z odboru merania teplôt ČSN 25 8005 ako merací odpor, tvorí základnú konštrukčnú časť odporového snímača teploty. Merací odpor sa vyrába

- drôtovou technológiou,
- tenkovrstvovou technológiou,
- hrubovrstvou technológiou.

Drôtový merací odpor je tvorený stočeným platinovým drôtom (priemer od 0,007 mm do 0,05mm), fixovaným do keramiky (vo valcových kapilárach keramických teliesok) alebo je bifilárne navinuté na keramickom alebo sklenenom teliesku a zatavené do skla. Merací odpor je obvykle uložený v ochrannej (obvykle kovovej) trubici (v niektorých konštrukciách je označovaná ako stonka). Okrem špirálového usporiadania drôtikov sa pre rozsah do 150°C vyrábajú snímače s platinovým drôtikom navinutým na pertinaxovej alebo sľudovej podložke alebo tenkovrstvovou technológiou, tzn. technikou naparovania a iónovým leptaním na podložke Al_2O_3 (korundová keramika). Menovitý odpor sa u naparovaných čidiel presne nastavuje nízkovýkonovým laserom [1].

1.4 Odporové platinové snímače teploty

Platina sa vyznačuje chemickou nepočetnosťou, časovou stálosťou a vysokou teplotou topenia. Pre čistotu platiny u prevádzkových snímačov teploty (Pt100) je normou IEC-751 (IEC-ČSN 751) predpísaný pomer elektrického odporu $W_{100} = 1,385$. Závislosť odporu čidla na teplote je na obr. 1 [1].

Podľa odporúčania IEC-751 sa platinové meracie odpory pre priemyslové (prevádzkové) použitie delia do dvoch tolerančných tried. Trieda A je stanovená pre rozsah teploty od -200°C do 650°C a trieda B pre rozsah teploty od -200°C do 850°C. Okrem vyššie uvedených teplotných rozsahov podľa IEC-751 sa vyrábajú vysokoteplotné snímače až do teploty 1100°C.

2 SNÍMAČ TEPLoty PT100

Najbežnejším snímačom RTD v spracovateľskom priemysle je snímač Pt100, ktorý má odpor 100 Ω pri 0 °C (32°F). S rovnakou konvenciou logického pomenovania má snímač Pt200 odpor 200 ohmov a snímač Pt1000 ohmov pri 0 °C. Odpor snímača Pt100 (aj iných Pt snímačov) pri vyšších teplotách závisí od verzie snímača Pt100, pretože existuje niekoľko rôznych verzií snímača Pt100, ktoré majú mierne odlišné teplotné koeficienty. Celkovo najrozšírenejšia je verzia „385“. Ak koeficient nie je uvedený, zvyčajne je to 385.

2.1 Teplotný koeficient Pt100

Teplotný koeficient (označený gréckym symbolom Alpha) snímača Pt100 je označený ako rozdiel odporu pri 100°C a 0°C, vydelený odporom pri 0°C vynásobeným 100°C.

Vzorec je pomerne jednoduchý, ale v textovej forme znie trochu komplikovane, takže sa naň poďme pozrieť ako na vzorec:

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{R_0 * 100^{\circ}\text{C}}$$

Kde:

α = teplotý koeficient

R_{100} = odpor pri 100°C

R_0 = odpor pri 0°C

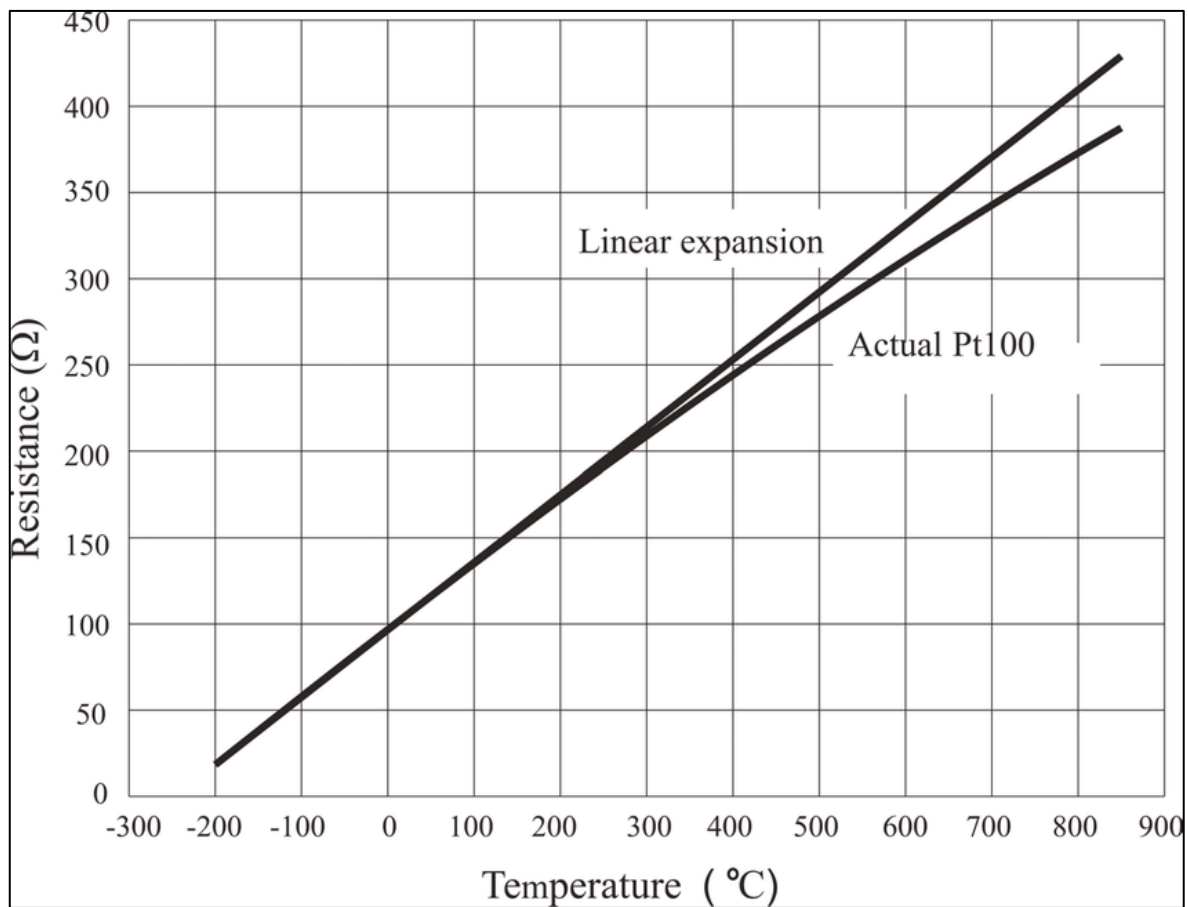
Teplotný koeficient sensorového prvku väčšinou závisí od čistoty platiny použitej na výrobu drôtu. Čím je platina čistejšia, tým je hodnota alfa (teplotný koeficient) vyššia.

My sme pre meranie teploty sme použili teplotný snímač Pt100. Tento snímač sa vyrába v rôznych metódach zapojenia:

- dvojvodičové zapojenie
- trojvodičové zapojenie (to používame)
- štvorvodičové zapojenie

2.2 Trojvodičové zapojenie

Jedná sa o najpoužívanejší typ zapojenia odporových snímačov teploty. Vďaka tretiemu vodiču je možné meniť odpor vedenia. Kompenzácia vedenia je automaticky vykonávaná vyhodnocovacou jednotkou



Obrázok 1 Závislosť odporu čidla Pt100 na teplote [2]

3 SÉRIOVÉ PERIFÉRNE ROZHRAŇIE

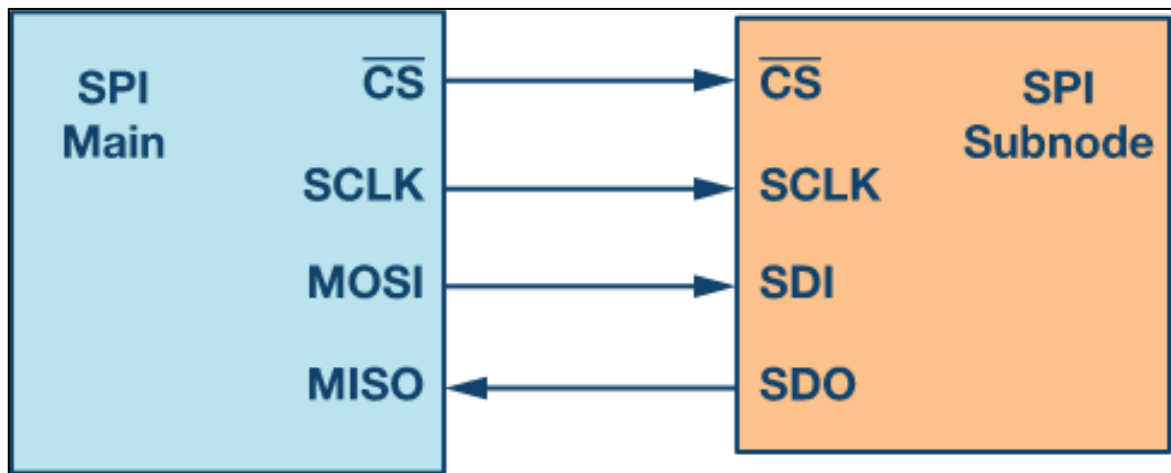
SPI (Serial Peripheral Interface) patrí k najviac používaným rozhraniam pre komunikáciu vnútri vstavaných systémov. Slúži na pripojenie rôznych druhov periférií k riadiacej jednotke. Rozhranie bolo vyvinuté firmou Motorola a stalo sa de facto štandardom. Rozhranie SPI podporujú rôzne druhy snímačov (teplomery, akcelerometre, magnetometre atď.), prevodníky, audio kodeky, pamäte (EEPROM, Flash, SD karty), displeje a pod. [9]

Vlastnosti:

- synchronná komunikácia (so samostatnými hodinami)
- Master-Slave (jeden Master, viac Slave-ov)
- plný duplex
- rýchlosť nie je definovaná, je možná aj viac ako 100 Mb/s
- rôzna šírka slova (zvyčajne 8 až 16 bitov)
- zvyčajne MSB first

Na komunikáciu sa používajú 4 signály:

- MISO (Master In Slave Out) – vstup dát do Master-a
- MOSI (Master Out Slave In) – výstup dát z Master-a
- CS (Chip Select, SS – Slave Select) – výber aktívneho Slave-a. Tento signál je aktívny v nule.
- SCLK (Serial Clock) – hodinový signál [9]



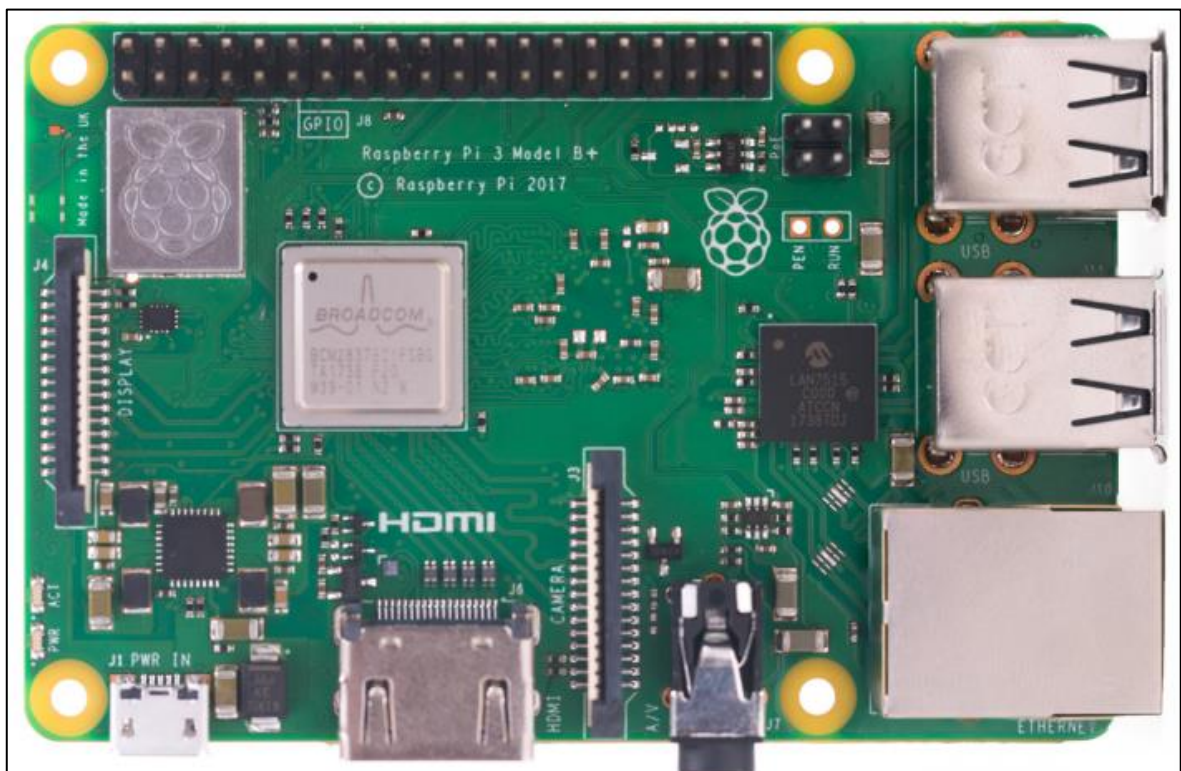
Obrázok 2 Zbernica SPI: jedno riadiace a jedno podriadené zariadenie [10]

4 RASPBERRY PI

Raspberry Pi je lacný počítač veľkosti kreditnej karty , ktorý sa pripája k počítačovému monitoru alebo televízoru a používa štandardnú klávesnicu a myš. Je to malé schopné zariadenie, ktoré umožňuje ľuďom všetkých vekových kategórií preskúmať prácu s počítačom a naučiť sa programovať v jazykoch ako Scratch a Python. Je schopný robiť všetko, čo by ste očakávali od stolného počítača, od prehliadania internetu a prehrávania videa vo vysokom rozlíšení až po vytváranie tabuliek, spracovanie textu a hranie hier. [5]

4.1 Raspberry Pi 3 Model B+

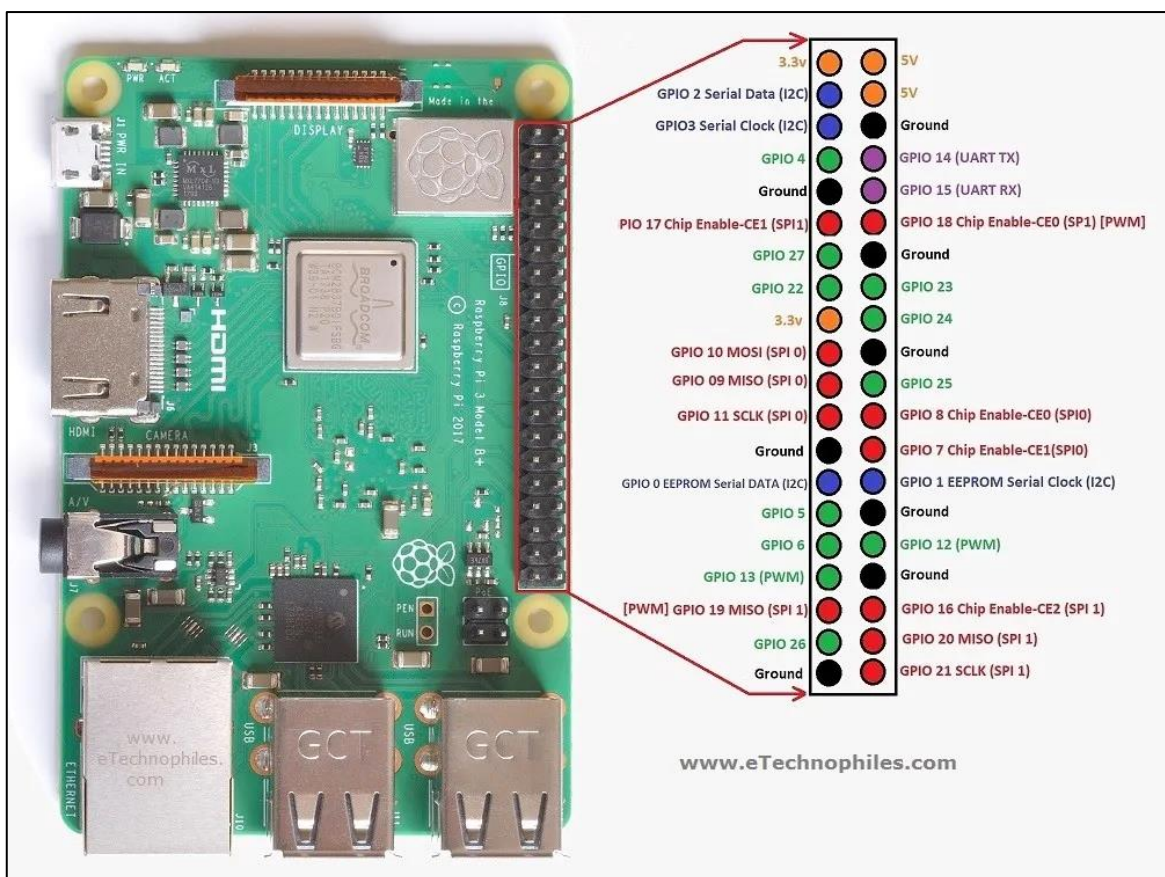
Raspberry Pi 3 Model B+ je najnovší produkt v rade Raspberry Pi 3, pýšiaci sa 64-bitovým štvorjadrovým procesorom s frekvenciou 1,4 GHz, dvojpásmovou 2,4 GHz a 5GHz bezdrôtovou LAN, Bluetooth 4.2/BLE, rýchlejšim Ethernetom a možnosťou PoE cez samostatný PoE HAT. Dvojpásmová bezdrôtová sieť LAN prichádza s modulárnou certifikáciou zhody, čo umožňuje dosku navrhnuť do konečných produktov s výrazne zníženým testovaním súladu s bezdrôtovou LAN, čím sa zlepšujú náklady aj čas uvedenia na trh. [6]



Obrázok 3 Raspberry Pi 3 Model B+ [6]

4.2 Raspberry Pi GPIO

Jednou z výkonných funkcií Raspberry Pi je rad kolíkov GPIO pozdĺž horného okraja dosky. GPIO je skratka pre General-Purpose Input/Output. Tieto kolíky sú fyzickým rozhraním medzi Raspberry Pi a vonkajším svetom. Na najjednoduchšej úrovni si ich môžete predstaviť ako spínače, ktoré môžete zapnúť alebo vypnúť (vstup) alebo ktoré môže Pi zapnúť alebo vypnúť (výstup). Piny GPIO umožňujú Raspberry Pi ovládať a monitorovať vonkajší svet pripojením k elektronickým obvodom. Pi dokáže ovládať LED diódy, zapínať alebo vypínať ich, spúšťať motory a mnoho ďalších vecí. Dokáže tiež rozpoznať, či bol stlačený spínač, teplotu a svetlo. Hovoríme tomu fyzikálne výpočty. [7]



Obrázok 4 Raspberry Pi GPIO [8]

5 DOTYKOVÁ OBRAZOVKA

Obrazovky reagujúce na dotyk prsta, alebo špeciálneho pera, sú dnes štandardne prítomné v bankomatoch, informačných tabuliach, čítačkách elektronických kníh, domácich spotrebičoch i hodinkách. Zariadením typicky spájaným s dotykovým displejom, ktorému vo veľkej miere vďačí za svoju popularitu, však stále zostáva smartfón. Ovládanie dotykovým displejom je intuitívne a hravo ho zvládnu už malé deti. Len málo bežných užívateľov však tuší, ako „touchscreen“ vlastne funguje. [11]

5.1 Rezistívny (odporový) displej

Rezistívny (odporový) displej funguje na báze najviac podobnej štandardnej klávesnici. Ide o najbežnejší typ používaný v bankomatoch, supermarketoch a podobných ovládacích paneloch. Tento displej tvoria dve tenké metalické vrstvy, oddelené od seba úzkou vzduchovou medzerou. Cez obe vrstvy prechádza elektrický prúd. Čo sa stane po stlačení vrchnej, flexibilnej, vrstvy je, že sa mierne zohne a spojí sa so spodnou vrstvou. V mieste spojenia sa, podobne ako pri klávesnici, aktivuje elektrický prúd. To zariadeniu stačí na to, aby si dotyk spojilo s príslušnou časťou obsahu zobrazeného na displeji (pod miestom dotyku) a reagovalo očakávanou funkcionalitou (stlačenie tlačidla, hyperlink, písanie textu, atď.). Dotyk na rezistívnom displeji je možné vykonať akýmkoľvek predmetom (ideálne však prstom alebo dotykovým perom) a ten ho pasívne prijme. Práve toto môže byť za určitých okolností považované za výhodu, napríklad pri dotykoch prstov v rukaviciach. Na niektorých starších typoch je občas prehnutie vrchnej vrstvy dokonca badateľné voľným okom. Proti poškrabaniu je vrchná vrstva chránená tenkým odolným filmom a celý systém sa dá upraviť aj pre potreby viacdotykových operácií. Nevýhodami rezistívneho displeja sú nižšia citlivosť na slabšie dotyky a tiež ťažšia čitateľnosť (kvôli vyššiemu odrazu svetla), preto je vhodný viac pre obrazovky s nízkym rozlíšením. [11]

5.2 Kapacitný displej

Kapacitný displej nereaguje na tlak, ale pracuje s elektrickým nábojom prirodzene prítomným v pokožke prsta. Dotyk prsta, ktorý zohráva úlohu elektrického vodiča, mení veličinu zvanú kapacitancia v senzorickej vrstve displeja. Kapacitný displej sa vyskytuje v dvoch variantoch – s povrchovou alebo projektovanou kapacitanciou. [11]

5.3 Infračervený displej

Infračervený displej pozostáva z hustej siete neviditeľných infračervených lúčov, vyžarovaných tesne na obrazovku diódami, rozmiestnenými po okrajoch zariadenia. Prerušenie lúčov v určitom bode vyvolá, ako u bezpečnostných alarmov založených na rovnakom princípe, reakciu zaznamenávajúcu presné súradnice prerušenia. Zariadenie si potom samo „domyslí“, akú funkciu má vykonať. Nespornou výhodou infračerveného displeja je, že zobrazenie neprekrýva žiadna ďalšia pevná vrstva. Na druhej strane môže dochádzať k náhodným interakciám (presušeniam lúčov) a problém predstavujú aj mikročastice prachu, či iných látok. [11]



Obrázok 5 Touchscreen využívaný v práci [12]

6 CHLADENIE VÍNA

Pri chladení vína platí, že by sme sa mali vyvarovať extrémom. Príliš nízka teplota vína potlačí všetky podtóny, ktoré robia jednotlivé odrody jedinečnými. Pri konzumácii podchladeného vína tiež hrozí, že nepoznáte jeho prípadné chyby. Mýtom je však aj izbová teplota – ani v prípade ťažšieho červeného vína by podľa odborníkov nemala teplota pri podávaní presiahnuť 18 – 20 °C, pretože po podaní teplota vína vplyvom okolitého prostredia stúpne asi o 2 °C, môžete sa stretnúť s odporúčenou teplotou pri podávaní (a teda aj odporúčenou teplotou chladenia) vína a odporúčenou teplotou pri jeho konzumácii. [15]

| Druh vína | Všeobecne odporúčaná teplota pri podávaní |
|------------------------------------|---|
| Šumivé a šampanské vína | 5 – 8 °C |
| Biele sladšie vína a dezertné vína | 8 – 12 °C |
| Biele suché vína | 9 – 11 °C |
| Ružové vína | 10 – 13 °C |
| Elegantné a ľahšie červené vína | 12 – 15 °C |
| Ťažšie červené vína | 15 – 18 °C |

Tabuľka 1 Odporúčaná teplota jednotlivých typov vín [15]

6.1 Spôsoby chladenia vína

Najčastejším spôsobom chladenia vína, a to najmä v prípade, ak víno zabudneme vychladiť vopred, je ponechanie fľaše v mrazničke. Z technologického hľadiska to nie je úplne ideálny spôsob, keďže v prípade príliš intenzívneho podchladenia môže dôjsť k vytlačeniu korku z fľaše. Ďalším častým spôsobom chladenia vína je pridanie kociek ľadu priamo do kalicha. V tomto prípade je víno možné veľmi rýchlo schladiť na ideálnu teplotu, no aj tento spôsob má svoju slabú stránku - topiaci ľad nám víno "nariedi", čím môže dôjsť k nežiaducemu ovplyvneniu charakteru vína. Existuje aj lepší spôsob, ako víno vychladiť pomocou ľadových kociek, a to ich využitím v tzv. "ice buckete". Tento spôsob je z hľadiska ovplyvnenia chuti vhodnejší, keďže nedochádza k uvoľňovaniu vody do vína a víno si tak môžeme dopriať v pôvodnej kvalite. Tento spôsob je možné zefektívniť pridaním vody do

ľadú, resp. do vedra s ľadom, čím zlepšíme kontakt medzi chladiacou zmesou a vínom - vytvoríme tzv. ľadový kúpeľ. [17]

6.2 Domáca vínóteka

Vhodným riešením pre chladenie vína sú domáce vínóteky s nastaviteľnou teplotou a veľkorysou kapacitou. Niektoré vínóteky ponúkajú okrem stálej teploty v rozmedzí 5 – 18 °C, ktorú ľahko nastavíte na dotykovom LCD displeji alebo na ovládacom paneli, tiež vnútorné LED osvetlenie, vďaka ktorému budete mať dokonalý prehľad o všetkých fľašiach, ktoré sa do vínóteky umiestnia. [15]

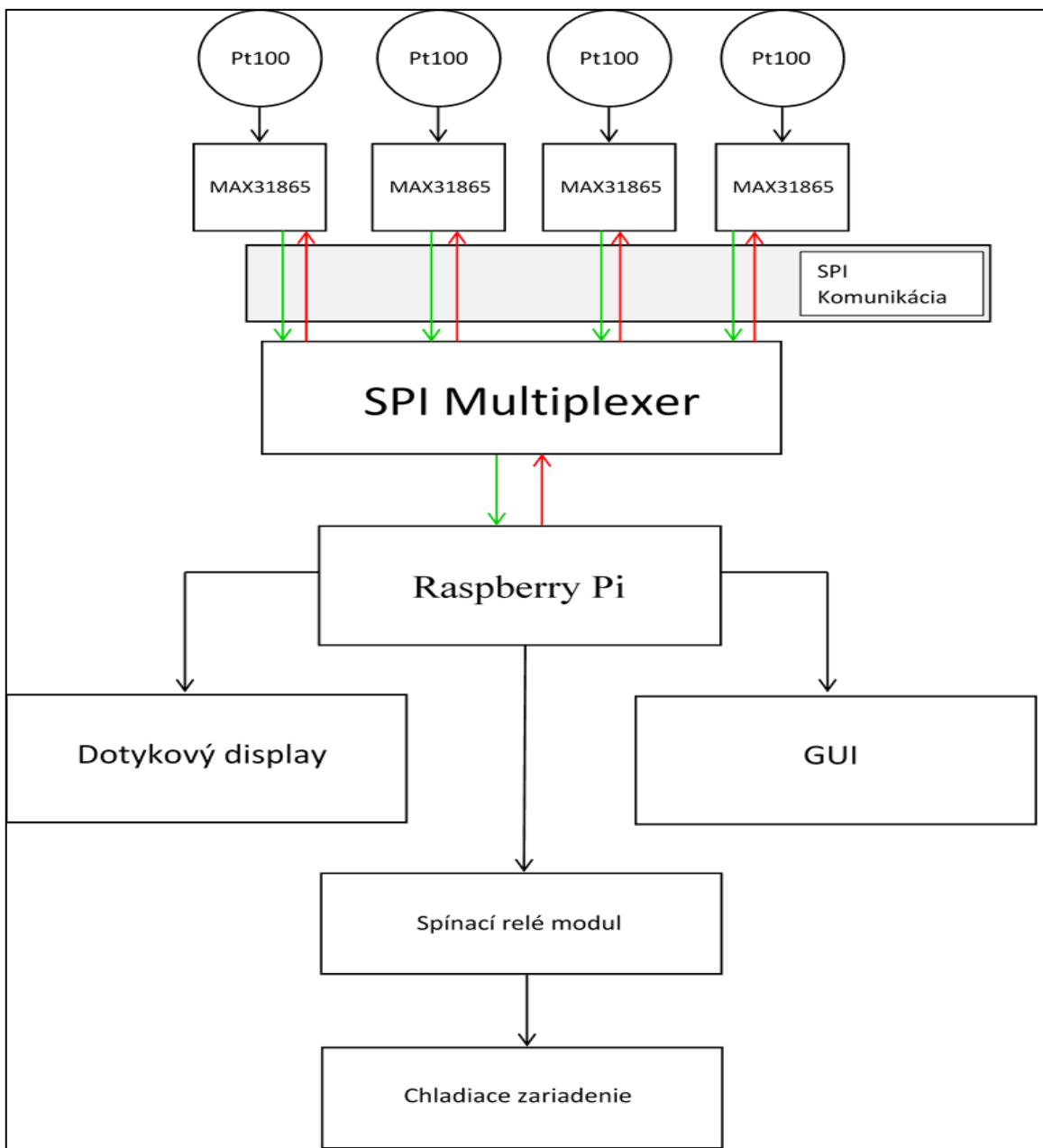
II. PRAKTICKÁ ČASŤ

7 HARDWAROVÉ RIEŠENIE PRÁCE

Praktická časť práce sa delí na dve časti. Na časť hardwarovú a na časť softwarovú. V tejto časti práce si popíšeme časť hardwarovú. V tej si popíšeme jednotlivé komponenty použité pri riešení a ich funkciu pri používaní zariadenia.

7.1 Bloková schéma zariadenia

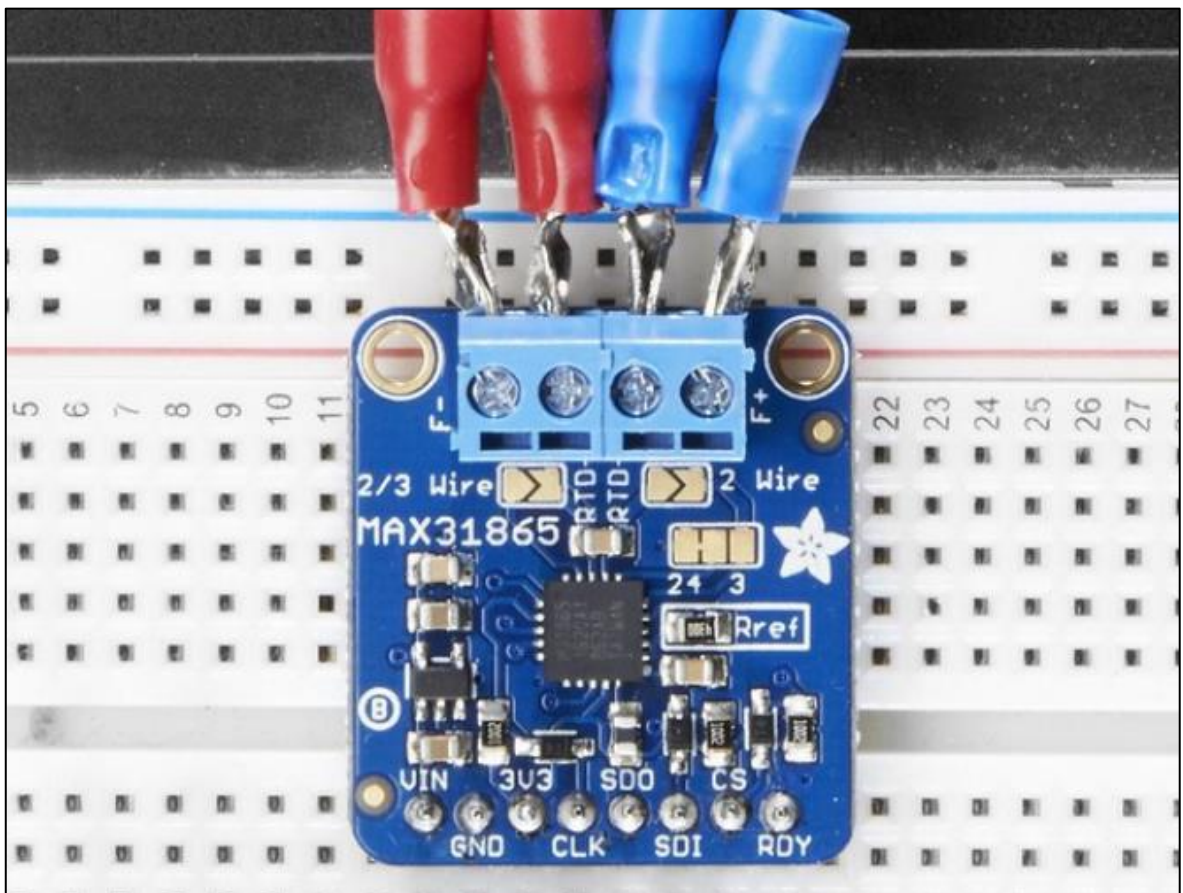
Na nasledujúcom obrázku môžeme vidieť blokovú schému zapojenia a prepojenie jednotlivých komponentov zariadenia.



Obrázok 6 Bloková schéma zariadenia

7.1.1 Popis MAX31865

Jedná sa o jednoduchý prevodník z odporu na digitál, ktorý je optimalizovaný pre platinové odporové senzory. Externý rezistor nastavuje citlivosť pre používané RTD a presný delta-sigma ADC prevedie pomer odporu RTD k referenčnému odporu do digitálnej podoby. Tento zosilňovač komunikuje s multiplexorom pomocou SPI. Zosilňovač umožňuje použiť teplotné senzory s 2 – 4 vodičmi. Zosilňovač obsahuje referenčný odpor o hodnote 430 ohmov. Tento odpor sa využíva vo vzorci pre vypočítanie teploty z hodnoty nameranej odporom. [14]



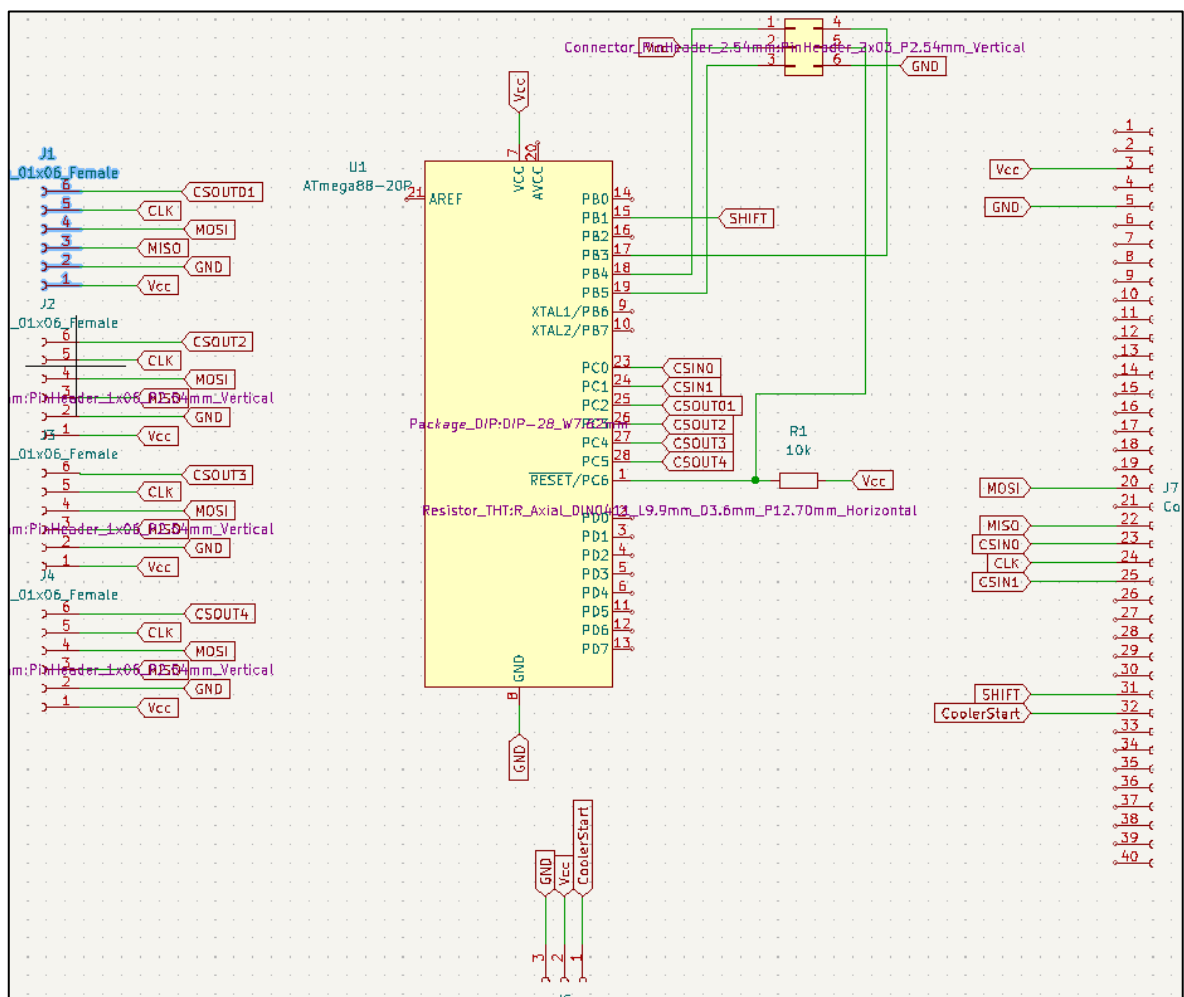
Obrázok 7 Zapojenie MAX31865 s trojžilovým teplotným rezistorom Pt100 [13]

7.1.2 Popis Pt100

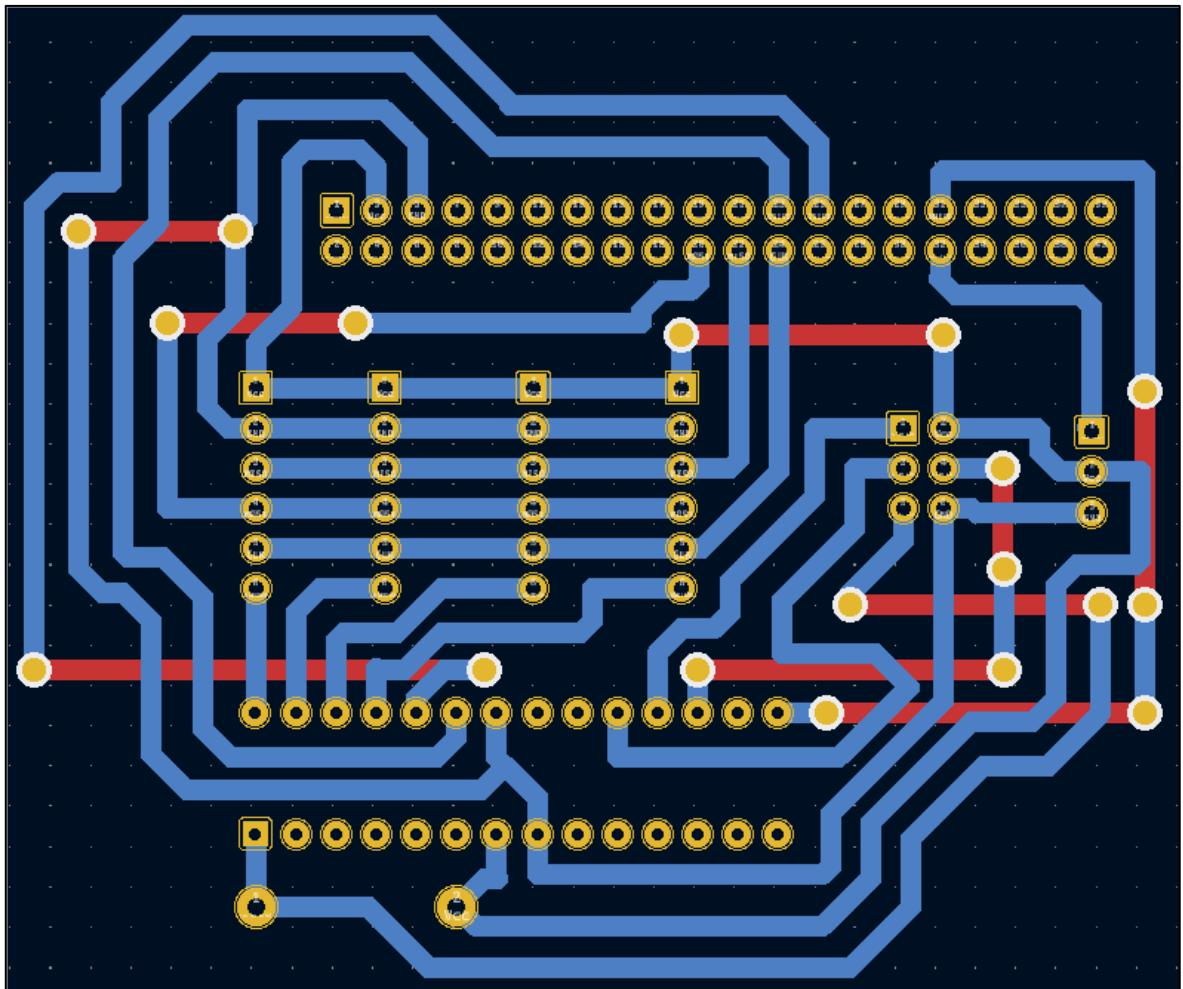
Pre meranie teploty sme si v našej práci zvolili teplotné senzory Pt100. Vybrali sme senzory s nerezovým puzdrom, nakoľko sú senzory ponorené v kvapaline, aby sa odstránila možnosť nepresného merania, ktorá by nastala, ak by boli senzory umiestnené na vonkajšej strane nádob, čo sú v našom prípade fľaše s vínom.

7.1.3 Popis SPI multiplexera

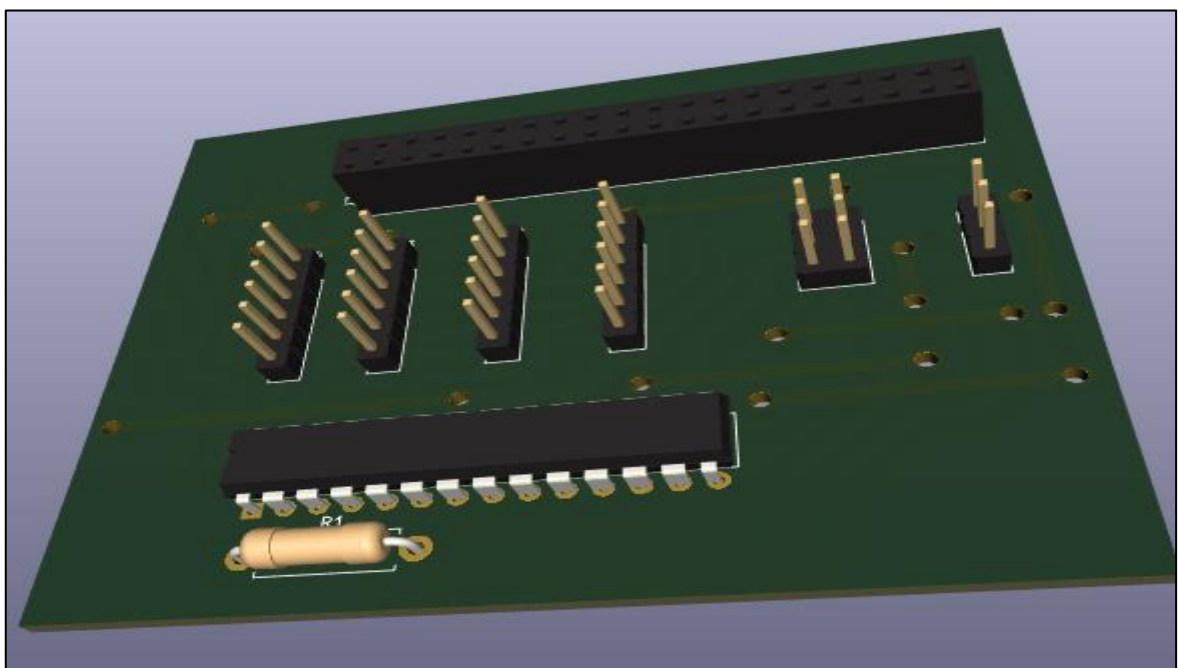
Nakoľko nami zvolený minipočítač disponuje iba dvoma Chip Enable pinmi a na internete sme nenašli ideálny multiplexer, boli sme z časových dôvodov nútení vyrobiť si vlastný SPI multiplexer. Ten je riadený 8-bitovým mikročipom ATMEGA88. Multiplexer je osadený na pinheader GPIO minipočítača Raspberry Pi. Pre tvorbu DPS modulu sme využili software KiCad, čo je voľne šíriteľný software na tvorbu DPS. Výhodou tohto softvéru oproti softvéru EAGLE je ten, že umožňuje aj 3D náhľad na vytvorenú DPS a obsahuje jednoduché vyhľadávanie súčiastok v knižniciach. Softvérom schému DPS sme následne vytlačili na laserovej tlačiarni na fotopapier a pomocou žehličky sme schému nažehlili na Cuprexit a vyleptali sme si plošný spoj. Po vyleptaní sme osadili plošný spoj a osadili ho na pinheader GPIO nášho minipočítača. Na tomto plošnom spoji sme taktiež vyviedli pinheadery na pripojenie jednotlivých senzorov a pinheader na pripojenie relé modulu.



Obrázok 8 Schéma zapojenia v softvéri KiCad



Obrázok 9 Vzhľad DPS v softvéri KiCad



Obrázok 10 3D náhľad plošného spoju v softvéri KiCad

7.1.4 Popis dotykového displeja

Na vizualizáciu na samotnom zariadení sme použili obyčajný rezistívny 7 palcový dotykový display, ktorý je pomocou HDMI a USB spojený s minipočítačom Raspberry Pi. USB prepojenie slúži na napájanie dotykovej plochy displeja. Displej je možné taktiež pripojiť pomocou VGA, to ale v našom prípade zostane nevyužitú. Na začiatku bolo treba display skalibrovať.

7.1.5 Popis relé modulu

Tento modul slúži na zopnutie chladiaceho zariadenia. Po signáli z SPI multiplexera sa modul zopne, čo spôsobí zopnutie napájania chladiaceho zariadenia a zariadenie začne chladieť na zvolenú teplotu. Nakoľko minipočítač Raspberry Pi nemá dostatočný prúd, pre zopnutie sme zvolili solid state relé. [16]

7.1.6 Popis chladiaceho zariadenia

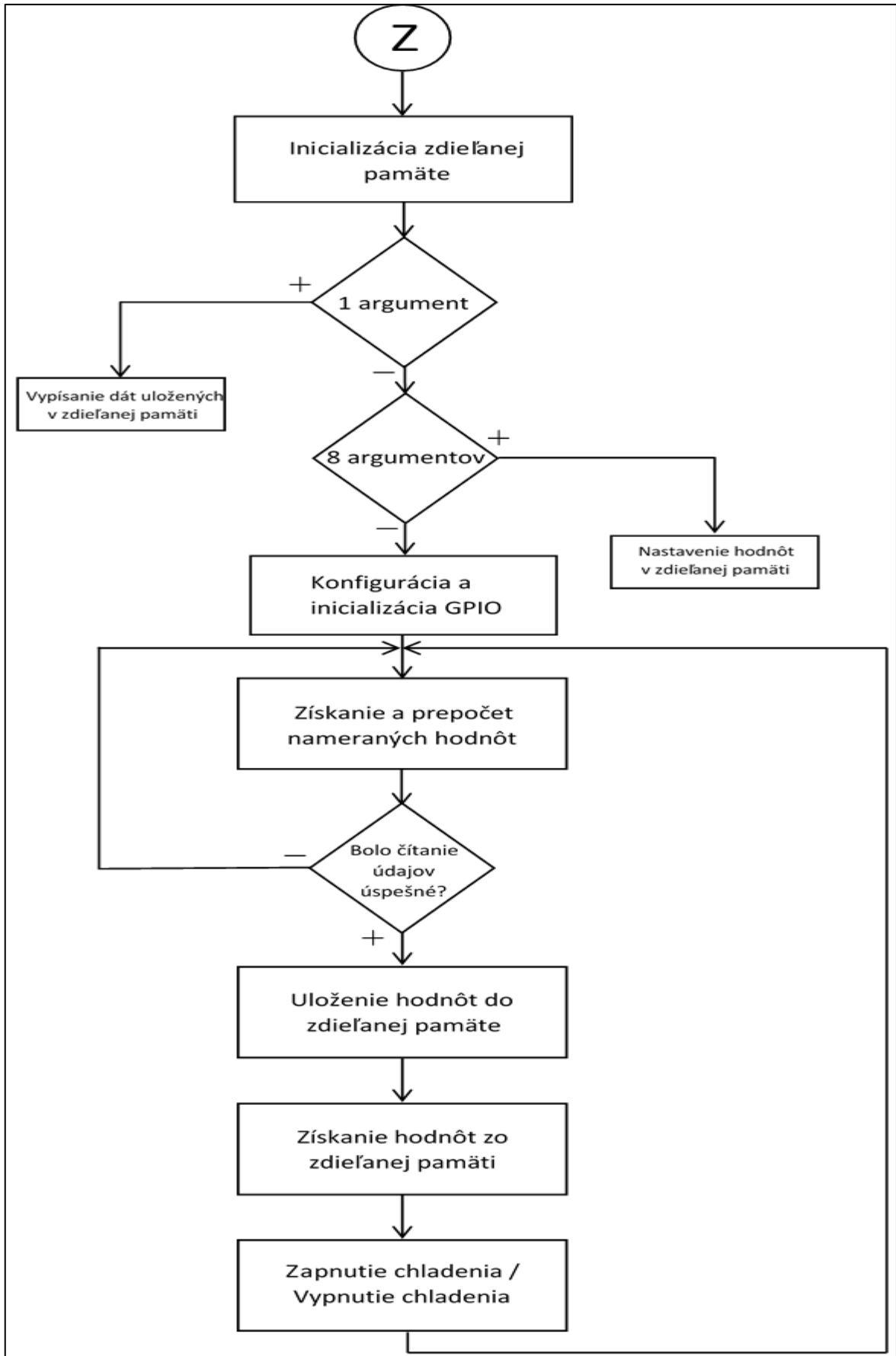
Ako chladiace zariadenie sme sa rozhodli použiť mrazničku. Pre mrazničku sme sa rozhodli z toho dôvodu, pretože chladí rýchlejšie ako chladnička, čo nám urýchli čas chladenia chladenej tekutiny a tým sa zvýši aj efektívnosť nášho zariadenia. Pozitívom tiež je, že je kompaktnjšia ako chladnička o podobnom objeme.

8 SOFTWAREVÉ RIEŠENIE PRÁCE

V tejto kapitole práce je popísané všetko programové vybavenie jednotlivých komponentov použitých v tejto práci. Presnejšie sa jedná o programové vybavenie pre minipočítač Raspberry Pi, mikročip ATMEGA88 a užívateľské rozhranie ktoré je zároveň prístupné pomocou telefónu.

8.1 Popis programového vybavenia pre Raspberry Pi

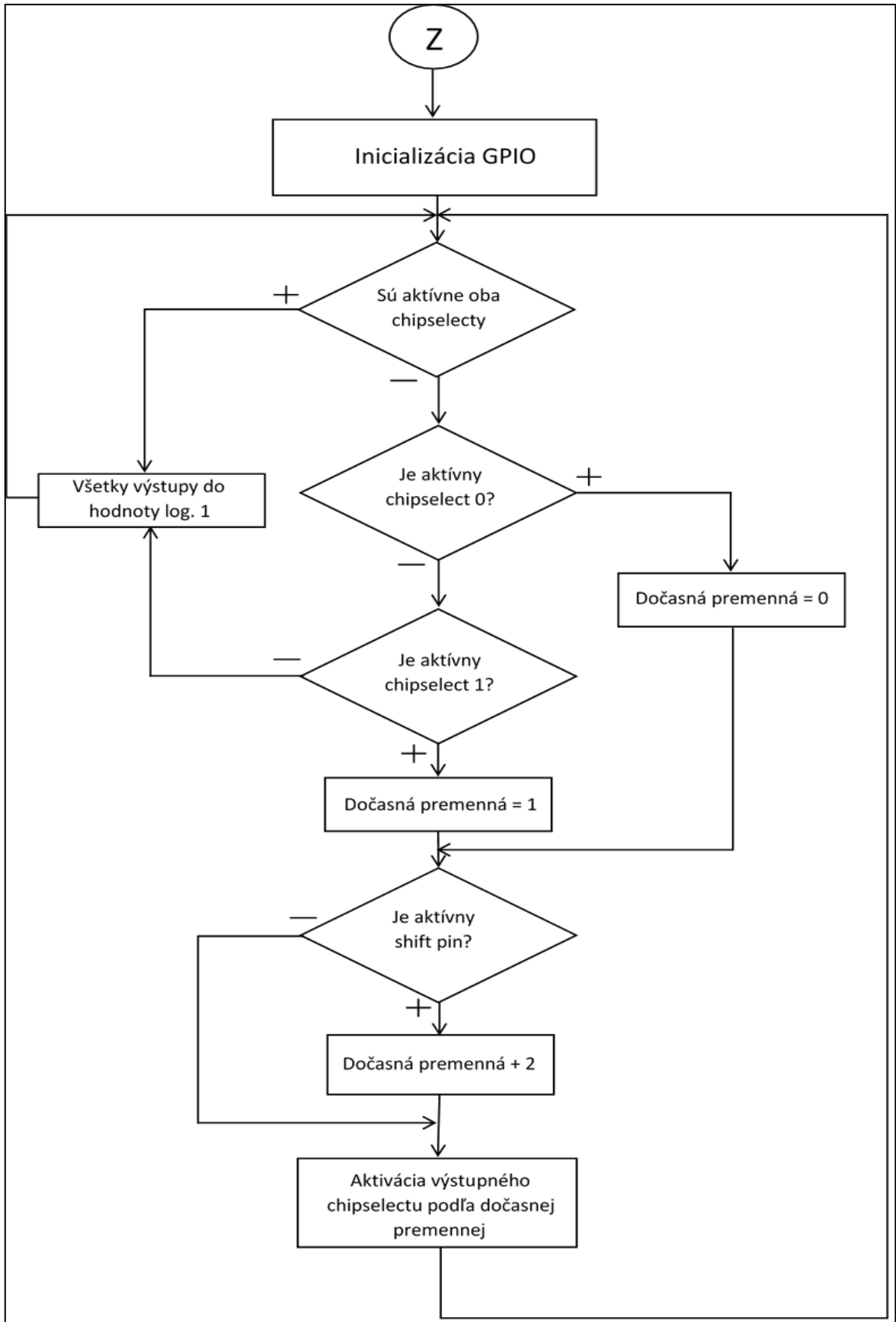
Pre programovanie Raspi využívame software Visual Studio Code, nakoľko tento software umožňuje prístup a programovanie cez SSH. Na začiatku programu sa inicializuje zdieľaná pamäť, ktorú využívame na uloženie získaných dát a ich následné použitie v užívateľskom rozhraní a na uloženie konfiguračných dát. Po vykonaní inicializácie zdieľanej pamäti zistíme, či bol program spustený s argumentom, alebo bez argumentu. Ak je program spustený s jedným argumentom, vráti sa užívateľovi dáta uložené v zdieľanej pamäti. V prípade, že užívateľ pri spustení zadá 8 argumentov, zapíšu sa tieto hodnoty do zdieľanej pamäti ako konfiguračné dáta. V ďalšom kroku volíme požadovanú teplotu, pri ktorej sa má zopnúť chladenie a taktiež volíme maximálny rozdiel teplôt, aby nedošlo k prechladeniu niektorej chladenej kvapaliny. Následne si aktivujeme GPIO výstup, ktorý nám zaručí to, že v jednej otočke cyklu vieme vyčítať všetky senzory aj napriek tomu, že ich ovládanie nie je riadené rovnakým chip select pinom. Po spracovaní hodnôt z prevodníku musíme z týchto hodnôt vypočítať teplotu. Aby sme mali istotu, že čítanie údajov bolo úspešné, je v programe zakomponovaná podmienka, ktorá v prípade chyby automaticky skočí do novej iterácie cyklu a načíta nové hodnoty. Ak bolo čítanie hodnôt úspešné, zapíšeme hodnoty do zdieľanej pamäti, z ktorej tieto hodnoty vyčíta užívateľské rozhranie a zobrazí ich. V ďalšom kroku program vyčíta konfiguračné hodnoty zo zdieľanej pamäti a zapíše ich ako požadované hodnoty pre program. Na základe týchto hodnôt sa bude následne spúšťať chladenie. Po zistení, že niektorá kvapalina z meraných dosahuje vysokej teploty a ostatným kvapalinám nehrozí podchladenie, zapne sa chladenie a bude chladit' až do momentu, dokedy niektorá z kvapalín nedosiahne najnižšej povolenej teploty pred podchladením alebo dokedy kvapalina s väčšou teplotou nedosiahne požadovanej teploty.



Obrázok 11 Vývojový diagram pre riadiaci program pre Raspberry Pi

8.2 Popis programového vybavenia pre ATMEGA88

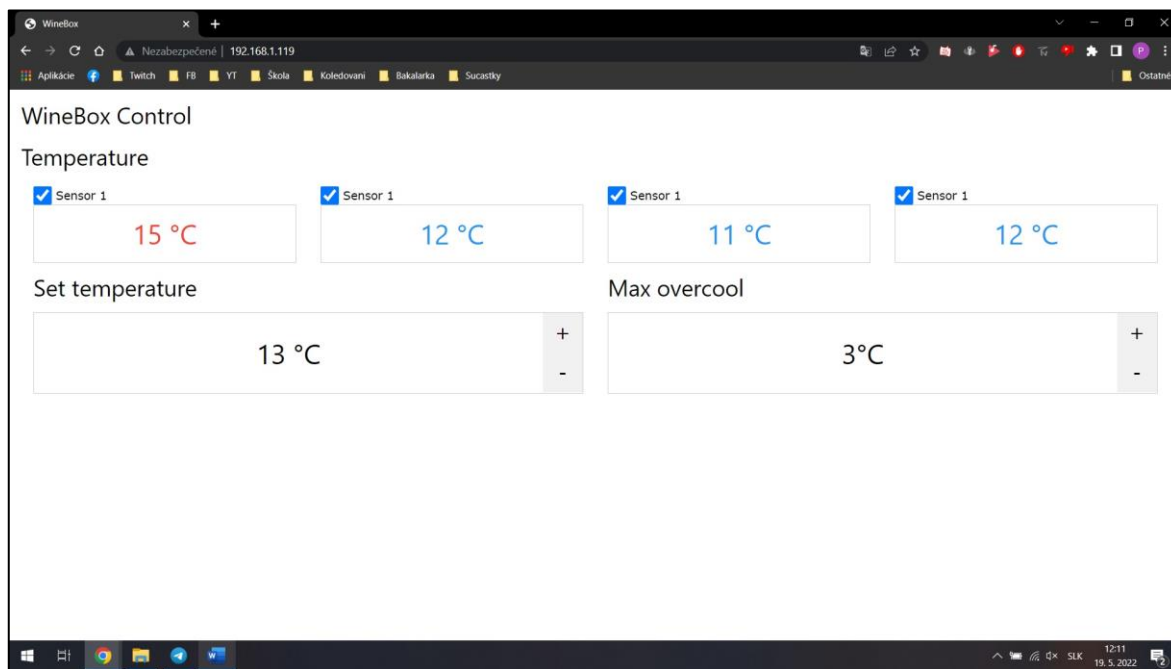
Kód pre mikročip ATMEGA88 je naprogramovaný vo vývojovom Atmel Studio a na mikročip nahraný pomocou SPI programátora AVR Dragon. Na začiatku si inicializujeme všetky potrebné GPIO piny. Po inicializácii sa presúvame k podmienkam, pri ktorých zisťujeme, či je niektorý chipselect aktívny. Ak by nastala situácia, že sú aktívne oba chipselecty súčasne, vyhodnotí sa podmienka kladne a na všetky výstupy by sa zapíše hodnota log. 1 a program sa vráti na začiatok. V opačnom prípade, teda v prípade, že nie sú aktívne oba chipselecty sa presunieme k podmienkam, kde zisťujeme, ktorý chip select je aktívny. Na základe toho, ktorý chipselect je aktívny sa nám mení hodnota dočasnej premennej. V prípade že je aktívny chipselect 0, nastaví sa nám hodnota dočasnej premennej na hodnotu 0. Ak by bol aktívny chipselect 1, bola by hodnota dočasnej premennej 1. Po úspešnom dokončení týchto podmienok je treba zistiť, či máme aktívny shift pin. Ak by bol shift pin aktívny, je splnená podmienka a dočasná premenná nadobúda hodnoty dočasná premenná + 2 a následne sa aktivuje výstupný chipselect podľa dočasnej premennej. V opačnom prípade, teda v prípade, že shift pin nie je aktívny sa priamo aktivuje výstupný chipset.



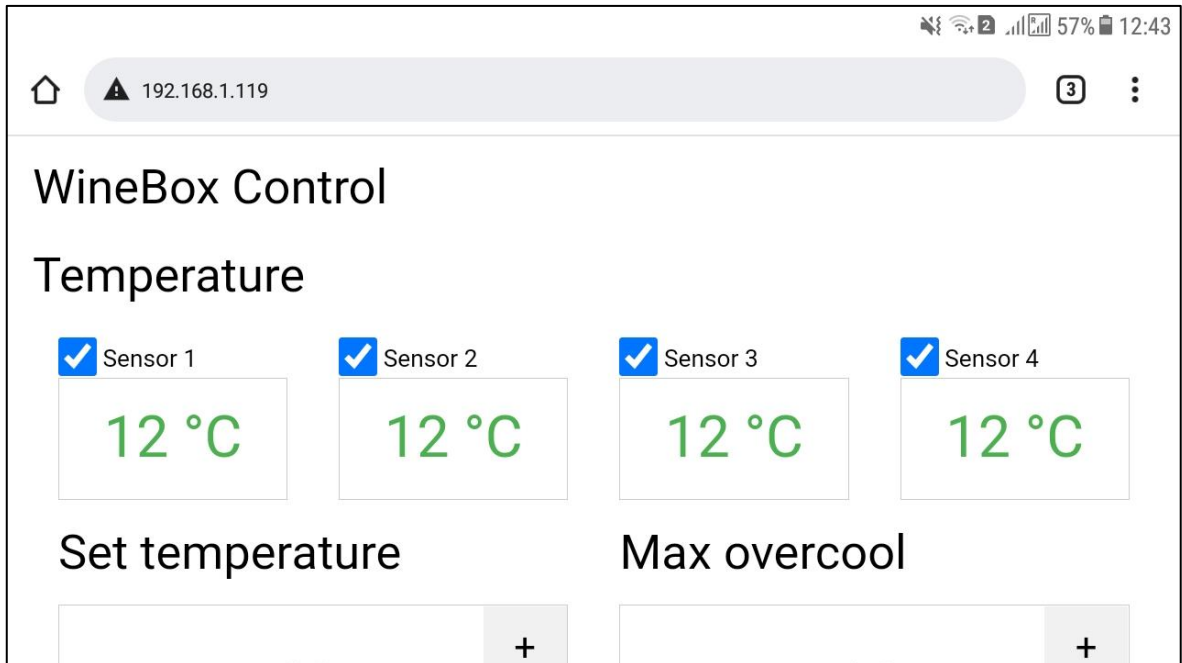
Obrázok 12 Vývojový diagram pre riadiaci program pre mikročip ATMEGA 88

8.3 Popis programového vybavenia pre užívateľské rozhranie

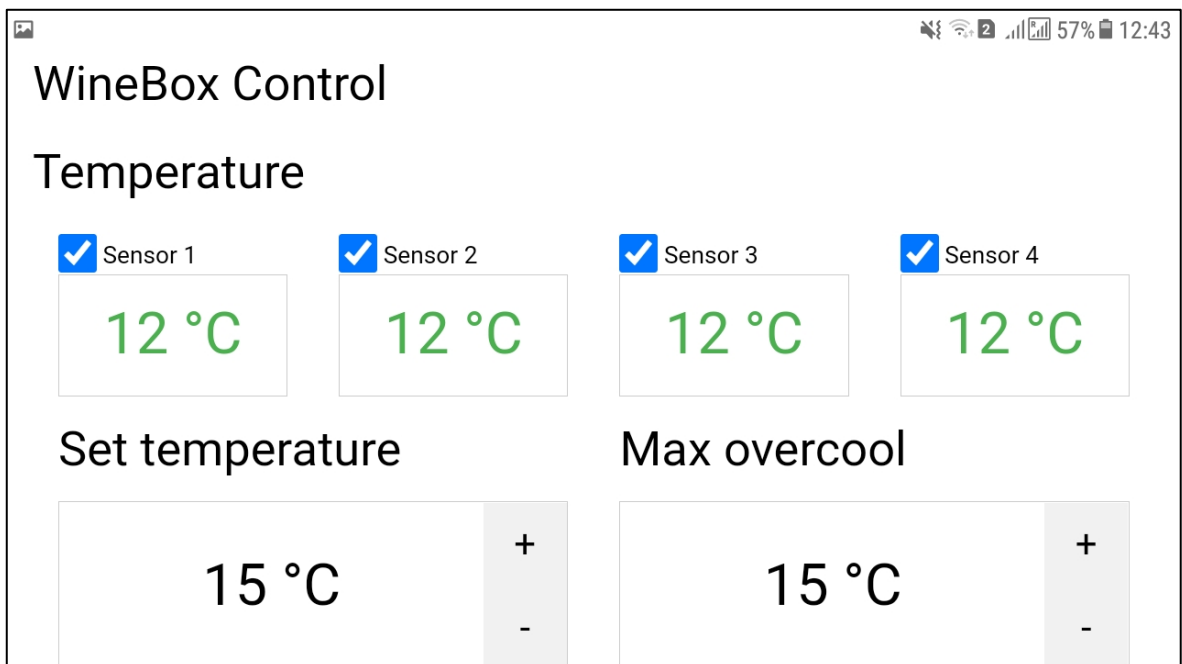
Ako užívateľské rozhranie pre užívateľa používame webové rozhranie samotného Raspberry Pi. To sa v tomto prípade nastaví ako access point, takže zariadenie generuje vlastné Wi-Fi pripojenie. K tomuto bezdrôtovému pripojeniu sa užívateľ pripojí a následne sa v prehliadači pripojí na stránku servera pomocou IP adresy samotného Raspberry Pi a jeho sieťového portu, ktorý je predvolene nastavený na číslo 8080. Týmto je možné sa bezdrôtovo pripojiť k zariadeniu z akéhokoľvek zariadenia, ktoré obsahuje bezdrôtové Wi-Fi pripojenie. Na displeji umiestnenom na zariadení je možné sledovať rovnaké rozhranie ako na bezdrôtovo pripojenej obrazovke. Na tom sa rozhranie zobrazuje automaticky po spustení, pretože je nastavené, aby sa po zapnutí Raspberry Pi automaticky otvorilo webové rozhranie v prehliadači.



Obrázok 13 Grafické rozhranie pre užívateľa priamo na zariadení



Obrázok 14 Grafické rozhranie pri prístupe z telefónu



Obrázok 15 Grafické rozhranie pri prístupe z telefónu

ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo vypracovať praktické riešenie pre realizáciu chladiaceho zariadenia na víno so snímaním teploty jednotlivých fliaš vína. Na začiatku sme na Raspberry Pi nainštalovali operačný systém. Po inštalácii OS sme si pripojili dotykovú obrazovku, ktorá bude vizualizáciou priamo na zariadení. Keďže obrazovka nie je priamo od firmy, ktorá dodáva Raspberry minipočítače, bolo treba obrazovku skalibrovať. Pre presnejšie meranie a lepšiu komunikáciu so senzormi sme použili moduly MAX31865, ktoré sme následne pomocou SPI zbernice prepojili s Raspberry Pi. Nakoľko nami zvolené Raspberry Pi disponuje iba dvoma chipselect pinmi, bolo treba vyrobiť externý modul osadený mikročipom ATMEGA88, ktorý zabezpečí to, že vieme pomocou dvoch chipselect pinov čítať až 4 senzory. Zariadenie disponuje štyrmi teplotnými senzormi Pt100. Počet senzorov sa bude v budúcnosti zvyšovať. Po získaní hodnôt z teplotných senzorov tieto informácie spracujeme a prepočítame spracované hodnoty na teplotu. Tieto hodnoty následne uložíme do zdieľanej pamäte, odkiaľ ich číta aj webové rozhranie, ktoré v našom prípade slúži na vizualizáciu. Vo webovom rozhraní vieme zobrazit' nameranú teplotu jednotlivých fliaš vína. Rovnako vieme vo webovom rozhraní nastaviť požadovanú teplotu, na ktorú chceme víno chladit' a maximálny rozdiel teplôt, aby nenastalo podchladenie niektorého z vín. Všetky komponenty sú napájané s pevného 5V zdroja. Toto zariadenie spĺňa svoju základnú funkcionality a spĺňa požadované body zadania.

Zariadenie je ekvivalentom k dnešným chladiacim zariadeniam, ale výhodou tohto je, že meriame priamo teplotu vo vnútri fliaše, takže je odstránené riziko podchladenia niektorého z vín. Veľkou výhodou tiež je vizualizácia pomocou displeja priamo na zariadení a možnosť vzdialeného prístupu k zariadeniu pomocou webového rozhrania.

Uvedenie zariadenia do prevádzky je vo výsledku úplne jednoduché, nakoľko sa napája zo sieťových 230V, ktoré obsahuje už nami používaná mraznička, takže nie je treba externé napájanie pre ovládacie moduly a pre externý display.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATURY

- [1] KREIDL, Marcel. Měření teploty: senzory a měřící obvody. Praha: BEN - technická literatura, 2005. Senzory neelektrických veličin. ISBN 80-7300-145-4.
- [2] Pt100 transfer function. | Download Scientific Diagram. ResearchGate | Find and share research [online]. Copyright © 2008 [cit. 11.04.2022]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/figure/Pt100-transfer-function_fig2_283699020
- [3] DSpace at University of West Bohemia: NO TITLE [online]. Copyright © [cit. 11.04.2022]. Dostupné z: https://otik.zcu.cz/bitstream/11025/23658/1/DP_Lichy_Lukas_2016.pdf
- [4] Pt100 temperature sensor – useful things to know. Beamex Blog for Calibration Professionals [online]. Copyright © 2019 Beamex Oy Ab. All rights reserved. [cit. 11.04.2022]. Dostupné z: <https://blog.beamex.com/pt100-temperature-sensor>
- [5] What is a Raspberry Pi?. Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi [online]. [cit. 27.04.2022]. Dostupné z: <https://www.raspberrypi.org/help/what-%20is-a-raspberry-pi/>
- [6] Raspberry Pi Datasheets [online]. Copyright ©A [cit. 27.04.2022]. Dostupné z: <https://datasheets.raspberrypi.com/rpi3/raspberry-pi-3-b-plus-product-brief.pdf>
- [7] Raspberry Pi GPIO [online]. [cit. 27.04.2022]. Dostupné z: <https://projects.raspberrypi.org/en/projects/physical-computing/1>
- [8] Raspberry Pi 3 B+ Pinout with GPIO functions, Schematic and Specs in detail. eTechnophiles | All about Microcontrollers and IC's [online]. Copyright © eTechnophiles. All rights reserved [cit. 27.04.2022]. Dostupné z: <https://www.etechnophiles.com/raspberry-pi-3-b-pinout-with-gpio-functions-schematic-and-specs-in-detail/>
- [9] Welcome to nginx! [online]. Copyright ©W [cit. 27.04.2022]. Dostupné z: http://ns1.pd.uniza.sk/pvs/5_SPI_I2C_1Wire.pdf
- [10] Introduction to SPI Interface | Analog Devices. [online]. Copyright ©1995 [cit. 27.04.2022]. Dostupné z: <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/introduction-to-spi-interface.html>

- [11] Viete, ako funguje dotykový displej? | PCexpres. Servis mobilov a elektroniky | PCexpres [online]. Copyright © PCexpres s.r.o. 2004 [cit. 10.05.2022]. Dostupné z: <https://www.pcexpres.sk/blog/viete-ako-funguje-dotykovy-displej>
- [12] 7 inch LCD Display + Touch Screen 1024*600 for Raspberry Pi 4 B All Platform/ PC | eBay. Electronics, Cars, Fashion, Collectibles & More | eBay [online]. Copyright © 1995 [cit. 10.05.2022]. Dostupné z: https://www.ebay.com/itm/114180754140?_trkparms=ispr%3D1&hash=item1a95b40adc:g:~qkAAOSw1LdekGSK&amdata=enc%3AAQAGAAAA4CrDOSUuYcwG9IAxD9jIVWLSMeRJ91j3sVRyx961dzYews5Pq3%2BIBny8w%2B278d0%2Fk02GxVg1O9ucMxCECkJEB8HIFQao342wKEiysEWPUFA8XbowxdnT3XwhInLnCvqXEVeTTjLGSVLjDj7w0cBShsoqC4d1CZZfyga9wHltLW2PD9w1UomBWyH1EY1CpMGXidLwvf%2FPal8gZkHelK4t6DNE78jn7HwJeGjiHgV6fZPexcAkuLqQWd4i77yvMRru7ZOLCDKpj4nsF20NRyzbzUFZLr33jH1%2FSe2OFa1MtOt2%7Ctkp%3ABFBMzuy5tZVg
- [13] Python & CircuitPython | Adafruit MAX31865 RTD PT100 or PT1000 Amplifier | Adafruit Learning System. Adafruit Learning System [online]. [cit. 17.05.2022]. Dostupné z: <https://learn.adafruit.com/adafruit-max31865-rtd-pt100-amplifier/python-circuitpython>
- [14] MAX31865 Datasheet | Cloudflare. Please Wait... | Cloudflare [online]. [cit. 17.05.2022]. Dostupné z: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX31865.pdf>
- [15] Aká je správna teplota vína a ako ju dosiahnuť? Vsaďte na domáce vinotéky | ETA Blog - Tu je doma. eta.sk [online]. [cit. 17.05.2022]. Dostupné z: <https://www.eta.sk/tujedoma/rady-a-tipy/aka-je-spravna-teplota-vina-a-ako-ju-dosiahnut-spolahnite-sa-na-domace-vinoteky/>
- [16] Relé modul 1x 10A/250V s optickým oddělením. RPishop.cz [online]. Copyright © Copyright 2022 RPishop.cz. [cit. 17.05.2022]. Dostupné z: <https://rpishop.cz/moduly/1640-rele-modul-1x-10a250v-s-optickym-oddelenim.html>

- [17] Chladienie vína - ako na správne vychladené víno? - Víno SKOVAJSA. Malokarpatské rodinné vinárstvo Skovajsa - Víno SKOVAJSA [online]. Copyright © Pobo Page Builder [cit. 22.05.2023]. Dostupné z: <https://www.vinoskovajsa.sk/blog/chladienie-vina/>

ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK

- GPIO General-purpose input/output - Univerzálny vstupný/výstupný pin
- Raspi Raspberry Pi – minipočítač použitý v práci
- USB Universal Serial Bus – univerzálna sériová zbernica
- HDMI High-Definition Multimedia Interface – port, pre prenos obrazu
- SPI Serial Peripheral Interface – synchronne sériové periférne rozhranie
- SSH Secure Shell Protocol - bezpečnou komunikácia medzi dvoma počítačmi
- DPS Doska plošného spoja – doska, na ktorej sú osadené elektrické súčiastky
- LED Light Emitting Diode – dióda emitujúca svetlo
- LCD Liquid crystal display – displej s kvapalnými kryštálmi
- RTD Resistance temperature detector – senzory používané na snímanie teploty
- OS Operation system – všeobecná skratka pre operačný systém

ZOZNAM OBRÁZKOV

| | |
|---|----|
| Obrázok 1 Závislosť odporu čidla Pt100 na teplote [2]..... | 15 |
| Obrázok 2 Zbernica SPI: jedno riadiace a jedno podriadené zariadenie [10] | 17 |
| Obrázok 3 Raspberry Pi 3 Model B+ [6]..... | 18 |
| Obrázok 4 Raspberry Pi GPIO [8]..... | 19 |
| Obrázok 5 Touchscreen využívaný v práci [12]..... | 21 |
| Obrázok 6 Bloková schéma zariadenia..... | 25 |
| Obrázok 7 Zapojenie MAX31865 s trojžilovým teplotným rezistorom Pt100 [13]..... | 26 |
| Obrázok 8 Schéma zapojenia v softvéri KiCad..... | 27 |
| Obrázok 9 Vzhľad DPS v softvéri KiCad..... | 28 |
| Obrázok 10 3D náhľad plošného spoju v softvéri KiCad..... | 28 |
| Obrázok 11 Vývojový diagram pre riadiaci program pre Raspberry Pi..... | 31 |
| Obrázok 12 Vývojový diagram pre riadiaci program pre mikročip ATMEGA 88 | 33 |
| Obrázok 13 Grafické rozhranie pre užívateľa priamo na zariadení..... | 34 |
| Obrázok 14 Grafické rozhranie pri prístupe z telefónu | 35 |
| Obrázok 15 Grafické rozhranie pri prístupe z telefónu | 35 |

ZOZNAM TABULIEK

| | |
|---|----|
| Tabuľka 1 Odporúčaná teplota jednotlivých typov vín [15]..... | 22 |
|---|----|

ZOZNAM PRÍLOH

| | |
|---|----|
| Príloha P I: Chladiace zariadenie so zavedenými senzormi teploty | 43 |
| Príloha P II: Zapojenie Raspberry Pi s MAX31865 a s ovládacím modulom | 44 |
| Príloha P III: Vizualizácia na obrazovke umiestnenej na zariadení | 45 |

**PRÍLOHA P I: CHLADIACE ZARIADENIE SO ZAVEDENÝMI
SENZORMI TEPLoty**



**PRÍLOHA P II: ZAPOJENIE RASPBERRY PI S MAX31865
A S OVLÁDACÍM MODULOM**



PRÍLOHA P III: VIZUALIZÁCIA NA OBRAZOVKE UMIESTNENEJ NA ZARIADENÍ

