

Měřicí zařízení a vodováha s mikropočítačem

Matěj Kutal

Bakalářská práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlí
Fakulta aplikované informatiky

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

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Matěj Kutal
Osobní číslo: A17056
Studijní program: B3902 Inženýrská informatika
Studijní obor: Informační a řídicí technologie
Forma studia: Prezenční
Téma práce: Měřicí zařízení a vodováha s mikročítačem
Téma práce anglicky: A Measuring Device and Spirit Level with a Microcontroller

Zásady pro vypracování

1. Popište existující elektronická zařízení pro měření vzdáleností a elektronické vodováhy.
2. Navrhněte vlastní měřicí zařízení a vodováhu na bázi mikročítačové platformy Arduino.
3. Uvedený návrh hardwarově realizujte.
4. Vytvořte software pro použitý mikročítač.
5. Navrhněte a realizujte propojení vytvořeného zařízení s mobilním telefonem.

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

Seznam doporučené literatury:

1. ARDUINO CORPORATION. Arduino [online]. 2020 [cit. 2020-11-23]. Available online from: <http://www.arduino.cc/>
2. BANZI, Massimo. Getting started with Arduino. 2nd ed. Farnham: O'Reilly, 2011. ISBN 9781449309879.
3. CATSOULIS, John. Designing embedded hardware. 2nd ed. Sebastopol, CA: O'Reilly, 2005, xvi, 377 p. ISBN 0596007558.
4. MARGOLIS, Michael. Arduino cookbook. 2nd ed. Sebastopol, Calif.: O'Reilly, 2012, xx, 699 p. ISBN 1449313876.
5. PINKER, Jiří. Mikroprocesory a mikropočítače. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004, 159 s. ISBN 80-7300-110-1.

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

Datum zadání bakalářské práce: **15. ledna 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **17. května 2021**

doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D. v.r.
děkan



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

Ve Zlíně dne 15. ledna 2021

Jméno, příjmení: Matěj Kutal

Název bakalářské práce: Měřicí zařízení a vodováha s mikročítačem

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 27.4.2021

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

V této bakalářské práci se zabývám návrhem a výrobou zařízení, které je schopno měřit vzdálenost pomocí ultrazvukového senzoru a určovat rovinu pomocí připojeného akcelerometru. Jako další přidaná funkce je měření obsahu plochy, to realizuji pomocí násobení dvou změřených a uložených hodnot. Celý projekt zařízení je na bázi platformy Arduino s přidaným, kompatibilním příslušenstvím. Zařízení lze také ovládat přes jakýkoliv telefon s operačním systémem Android. Naprogramoval jsem aplikaci v programovacím prostředí AndroidStudio, která přes nainstalovaný Bluetooth modul, umožňuje vzdálené připojení na měřicí zařízení a jeho ovládání.

Klíčová slova: Arduino, digitální metr, programování, mobilní aplikace, digitální vodováha

ABSTRACT

In my bachelor's thesis, I deal with the design and manufacture of a device that can measure the distance using an ultrasonic sensor and determine the plane using a connected accelerometer. Another added function is the area measurement content. I implement this by multiplying the two measured and stored values. The entire project is based on the Arduino platform, with compatible accessories. The device is also able to be controlled via any Android phone. I designed and programmed the application in the AndroidStudio programming environment, which allows the remote connection to the measuring device and its control via the installed Bluetooth module.

Keywords: Arduino, Digital measuring device, digital spirit level, programming, mobile application

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ A VODOVÁHY	11
1.1 MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ.....	11
1.1.1 Základní charakteristiky	11
1.1.2 Analogová měřící zařízení	12
1.2 MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ VZDÁLENOSTÍ - ANALOGOVÉ A ELEKTRONICKÉ	13
1.2.1 Analogová měřící zařízení	13
1.2.2 Digitální zařízení na měření vzdálenosti	13
1.3 VODOVÁHY	16
1.3.1 Bublínková vodováha.....	16
1.3.2 Hadicová vodováha	17
1.3.3 Elektronické vodováhy.....	17
2 MIKROPOČÍTAČE	19
2.1 ARCHITEKTURA MIKROPOČÍTAČŮ.....	19
2.2 RASPBERRY PI.....	21
2.2.1 Možnosti Raspberry Pi	21
2.3 ARDUINO.....	22
2.3.1 Arduino IDE	22
2.3.2 Rozšiřovací moduly.....	25
2.3.3 Zobrazovací panely	29
2.3.4 Arduino UNO	31
2.3.5 Arduino NANO	32
2.3.6 Arduino Mega 2560	33
2.4 MOBILNÍ APLIKACE	34
2.4.1 Typy mobilních aplikací.....	34
2.4.2 Vývoj mobilních aplikací	35
2.4.3 Tvorba mobilních aplikací	35
2.4.4 Využití mobilních aplikací	35
2.4.5 Nejznámější mobilní aplikace	36
II PRAKTICKÁ ČÁST	37
3 NÁVRH ZAŘÍZENÍ	38
3.1.1 Schéma zapojení.....	38
3.2 TEORETICKÁ ZKOUŠKA FUNKČNOSTI.....	39
TinkerCad.....	39
3.2.2 Deska Plošných spojů.....	40
3.2.3 Výroba PCB desky	40
3.3 POUŽITÉ SOUČÁSTKY	42

3.3.1	Ultrazvukový senzor HC-SR04.....	42
3.3.2	Bluetooth modul HC-05	43
3.3.3	Akcelerometr MPU6050 3-osý	43
3.3.4	16x2 LCD panel	44
3.3.5	Arduino Nano	45
3.3.6	Pasivní součástky	45
3.3.7	Obal zařízení – 3D tisk.....	46
4	POPIS PROGRAMU	47
4.1	FUNKCE.....	47
4.2	ČÁSTI PROGRAMU A KNIHOVNY.....	47
4.2.1	SoftwareSerial.h	48
4.2.2	Wire.h.....	48
4.2.3	LiquidCrystal.h.....	48
4.2.4	Inicializace částí programu.....	49
4.2.5	Výstup a vstup Bluetooth modulu.....	50
4.2.6	Měření vzdálenosti	50
4.2.7	Výpočet a zobrazení úhlů.....	51
5.1	VZHLED A POPIS JEDNOTLIVÝCH FUNKCÍ.....	52
5.2	PRŮBĚH MĚŘENÍ	54
	ZÁVĚR	56
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	57
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	59
	SEZNAM OBRÁZKŮ	61
	SEZNAM PŘÍLOH.....	63

ÚVOD

Již od pradávna si naši předkové pomáhali při výstavbách pyramid různými kladkostroji nebo se brodili na bárkách, aby nemuseli plaváním zdolávat velké vzdálenosti.

Ten, kdo si v dnešní době nezjednoduší práci, jde sám proti sobě. Pro zlehčení například technicky náročné práce, můžeme dnes využít jak silné hydraulické nástroje v podobě bagrů, tak různé vrtačky a řezačky. Výběr je opravdu rozsáhlý a každého z nás potěší, když mu nějaké zařízení či nástroj práci urychlí.

Různé elektronické systémy jsou dnes již naprostou nutností na sofistikovaných stavbách, jsou používány například pro hlídání sesuvu půdy při stavbě konstrukcí ve skalách, jako vysílací zařízení pro zjednodušení komunikace mezi dělníky nebo při práci v rizikovém prostředí. Zde můžou zastupovat velice širokou škálu bezpečnostních prostředků, bez kterých by se staveniště neobešlo.

Příkladem takové pomoci může být i ultrazvukové měřicí zařízení. Měřicí zařízení tohoto typu, které dokáže nejen změřit délku, ale při zadání dvou hodnot rovnou vypočítat obsah plochy a zároveň sloužit jako vodováha. Při dnešním vývoji technologií je již možné použít například platformy Arduino pro vytvoření podobného zařízení. Cílem práce je vytvoření elektronické vodováhy, která je navíc schopna měřit vzdálenost pomocí ultrazvukového senzoru a je možno ji ovládat pomocí mobilního telefonu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ A VODOVÁHY

V současné době lze na trhu nalézt velkou spoustu pomocných zařízení, kterými jsou jak různá měřicí zařízení, tak vodováhy.

1.1 Měřicí zařízení

Měřicí zařízení slouží ke zjišťování předem určených hodnot předmětů, ať se jedná o jejich fyzikální či chemické vlastnosti. Každé měřicí zařízení musí mít jednotky, ve kterých se tyto hodnoty vyjadřují. Měřicí zařízení hrají velkou roli nejen v běžném životě, ale také i v obchodním a zpracovatelském průmyslu nebo ve vědách. Jinými slovy, dnes je již možné vyrobit měřicí zařízení pro jakoukoliv veličinu. [1]

Jak již bylo zmíněno měřících zařízení je spousta. Jejich základní dělení spočívá v tom, zda je zařízení analogové či digitální.

1.1.1 Základní charakteristiky

Mezi základní charakteristiky měřícího zařízení patří:

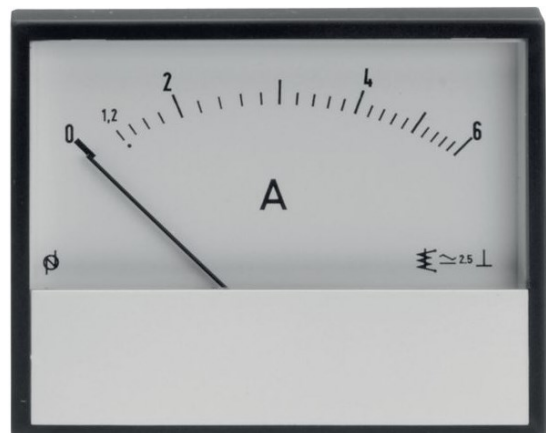
- 1) **Měřicí rozsah** – Je jím udáván přípustný rozsah hodnot, kterým je daná měřená veličina vyjádřena. Je nutno měřicí rozsah přístroje znát již před jeho použitím, jelikož by mohlo dojít k mechanickému poškození přístroje, ať už se jedná o měření elektrických veličin nebo tlaku.
- 2) **Citlivost měřícího přístroje** – Citlivost přístroje udává tu nejmenší možnou změnu veličiny, která je ještě přístrojem rozpoznatelná.
- 3) **Přesnost měřícího přístroje** – Přesnost udává horní mez systematické chyby měření, jinak řečeno, největší možný rozdíl mezi naměřenou hodnotou veličiny a tou skutečnou. Přesnost může být udávána například v absolutní hodnotě (např. 0,0001m) anebo v procentuálním měřícím rozsahu měřené veličiny. Podle přednosti přístroje se můžeme setkat s laickým dělením na přístroje dílenské, kontrolní, laboratorní a normálové [2]

1.1.2 Analogová měřící zařízení

Analogová zařízení byla používána dříve, když byla digitální číslicová technologie příliš drahá nebo velmi těžko dostupná. Většinou se skládají již z předem určeného a neměnitelného rozsahu stupnice, čímž je bohužel znatelně omezena jejich použitelnost vzhledem k přístrojům digitálním. Analogová měřící zařízení mají také výhody, a tím je u většiny druhů nepotřebnost baterií. Analogová měřící zařízení se často setkávají s mechanickým opotřebením materiálu, a tím ztrácí na své přesnosti. Můžeme tato zařízení vidět už jen zřídka, a pokud se nám poštěstí, tak většinou v podobě elektrických měřících zařízení, nebo teploměrů.



Obrázek 2 - Analogový měřící přístroj – Teploměr



Obrázek 1 - Analogový měřící přístroj – Ampérmetr

1.2 Měřicí zařízení vzdáleností - analogové a elektronické

1.2.1 Analogová měřicí zařízení

1.2.1.1 Metr

Slouží jako pomůcka ke zjištění vzdálenosti mezi body A a B. Ať už se jedná o samonavíjecí nebo krejčovský metr, jejich délka bývá průměrně okolo 150 cm – 5 m s přesností na milimetry. Metr dokáže velmi ulehčit práci nejen ve stavebnictví, ale i v běžném životě. Jeho nevýhody spočívají v omezení vzdálenosti a při měření delších tras je potřeba součinnost jiné osoby pro přidržení metru. Minimálně druhá z nevýhod se pomocí elektronického metru (Ultrazvuk nebo laser) dá vyeliminovat.

1.2.1.2 Pásmo

Pásmo se používá pro měření větších vzdáleností (10-100 m). Zde je téměř vždy potřeba součinnost jiné osoby, která pásma „potáhne“, a tudíž zde elektronika moc výhod nepřináší. Cenově dostupné laserové měřidla totiž na takovou vzdálenost už většinou neměří.

1.2.1.3 Posuvné měřidlo (šuplera)

V technických oborech, případně v profesích jako je konstruktér nebo projektant, se lidé neobejdou bez posuvného měřidla. V současné době se vyrábí již převážně s digitálním displejem s rozsahem 0 – 150 mm, ale nelze minout jeho stále hojně využívanou analogovou verzi. Posuvné měřidlo je schopné změřit na přesnost jedné desetiny milimetru (0,1 mm). Dražší, digitální verze poté dokáží pracovat s přesností i jedné setiny milimetru (0,01 mm).

1.2.2 Digitální zařízení na měření vzdálenosti

Digitální měřicí zařízení patří již do námi bližšího podvědomí. Můžeme se s nimi denně setkat v podobě senzorů tlaku v průmyslové výrobě, v podobě digitálního teploměru nebo jako zařízení k měření elektrických veličin. Digitální měřicí zařízení jsou pro nás

velkou výhodou, ta spočívá zejména v jednoduché manipulaci a absenci nepotřebných mechanických prvků (pružiny a různé komponenty, které se časem velmi opotřebují).

1.2.2.1 Laserový dálkoměr

Funkce laserového dálkoměru spočívá v elektromagnetickém impulsu v podobě laserového paprsku, který funguje díky opto-elektronickému obvodu. Zařízení vysílá laserový paprsek, který se od kontaktní měřené plochy odrazí zpět do měřicího přístroje. Elektronika v dálkoměru poté zpracovává paprsek světla a je schopna přesně určit měřenou vzdálenost. Lze to díky zjištění času, za který paprsek světla překonal určitý úsek a na základě posunu fáze vracející se elektro-magnetické vlny. [6]

Díky laserovému dálkoměru jsme schopni provádět měření uvnitř i vně stavebních objektů, s přesností 1 mm na 1000 m. Stavební laserové dálkoměry profesionální třídy, umožňují provádět měření vzdálenosti do 150 m. Existují i dálkoměry pro měření velkých vzdáleností, limit těchto dálkoměrů bývá okolo 1500 m. Podobné dálkoměry se používají v myslivectví, zemědělství a například i při stavbě silnic [6].

U měřících zařízení laserového typu je potřeba dbát na mnoho údajů, které nám vymezují určení přístroje. Jedná se o:

- Pracovní dosah
 - ❖ Většina přístrojů zabezpečuje rozsah 40-80 m. Profesionálnější konstrukce nám umožní měřit až na 120 m. Při výběru dálkoměru na velké vzdálenosti jsme schopni měřit až na vzdálenost 1500 m. To vše je na úkor klesající přesnosti měření. [6]
- Přesnost měření
 - ❖ Přesnost měření je jeden z nejdůležitějších parametrů měřících přístrojů obecně. Většina laserových zařízení má přesnost okolo 5 mm, přičemž s rostoucí cenou se lze dostat na přesnost až 1 mm. [6]

- Průměr laserového bodu
 - ❖ Průměr závisí na prostředí a užití laserového dálkoměru. Např. na reflexním povrchu bude laser jinak viditelný než na antireflexním povrchu. Proto jsou také při používání laseru vhodné brýle pro zvýšení kontrastu. Standartní průměry bodů bývají okolo 6 – 60 mm. [6]
- Stupeň krytí IP
 - ❖ Již ne tak podstatný parametr, ale stále některými zákazníky požadovaný. Obvyklé krytí bývá IP54, což značí odolnost vůči prachu částečně a odolnost proti stříkající vodě i z úhlů. Dle prostředí používání přístroje potom můžeme zvolit požadovanou ochranu. [6]



Obrázek 3 – Laserový dálkoměr

1.3 Vodováhy

Vodováha neboli také libela je zařízení k určení rovnosti mezi měřeným povrchem a povrchem země. Vodováha může fungovat jak na principu Archimédova zákona spojených nádob nebo na principu funkce elektronických komponentů.

1.3.1 Bublínková vodováha

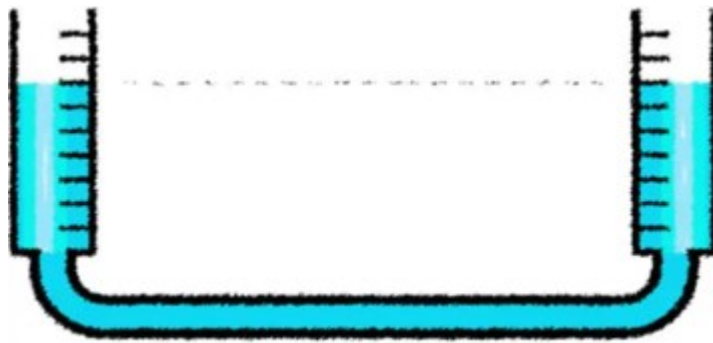
Jak již jméno tohoto zřízení vypovídá, jedná se o měření rovnosti povrchu založeném na princip pohybu bublinky v okénku s kapalinou (Archimédův zákon). Typické pro vodováhy je průsvitné okénko, které obsahuje žlutý minerální alkohol, jenž je napuštěn do trubičky a je zde zároveň ponechán prostor pro vytvoření bublinky. Trubička je v jejím středu mírně rozšířena, a to z toho důvodu, aby se zde bublinka zachytila. Dle středících kroužků je poté potřeba bublinku vystředit doprostřed, a tím zjistíme, že je měřený materiál vodorovný se zemským povrchem.



Obrázek 4 - Bublínková vodováha

1.3.2 Hadicová vodováha

Hadicová vodováha, známa také pod lidovým pojmem šlaufka, se vyznačuje tím, že je přesnější jako vodováha, na druhou stranu je k ní potřeba součinnost dvou lidí pro správnou manipulaci. Jedná se o dvě nádoby spojené hadicí, jenž jsou naplněny vodou. Na nádobách je stupnice v jednotkách délky (centimetry) a je zde využíváno fyzikálního principu spojených nádob.



Obrázek 5 – Hadicová vodováha

1.3.3 Elektronické vodováhy

Digitální vodováhy mají stejnou konstrukci jako obyčejné bublinkové (analogové) vodováhy, avšak disponují displejem a dvěma libelami v horizontálním a vertikálním směru. Nejdůležitějším charakteristickým znakem je integrovaná elektronika, implementovaná ve formě sklonového modulu. Naměřenou hodnotu z této elektroniky lze potom vidět na displeji vodováhy. Dle typu konstrukce je modul vodováh napájen z integrovaných baterií.

Proces měření – pokud se měří sklony nebo šikmé plochy, tak se změřená hodnota zobrazí přímo na displeji. Zobrazená hodnota se následně dá zobrazit v procentech, stupních, centimetrech a podobně. Hodnoty jsou generovány elektronickým modulem a odečítány od jejich kalibračního bodu. Displej se při otočení vodováhy automaticky otočí a dle typu vodováhy může být měření doprovázeno zvukovou signalizací, kdy lze změřit rovinu i bez potřeby vizuální kontroly displeje. [7]

Přesnost digitální vodováhy – digitální vodováha je určitě přesnější než lidské oko, při použití bublinkové vodováhy. Odchylka vodováhy je u přístrojů nižší než $0,05^\circ$, tudíž jsme schopni dosáhnout velmi přesného výsledku. [7]



Obrázek 6 – Digitální vodováha

1.3.3.1 Laserová vodováha

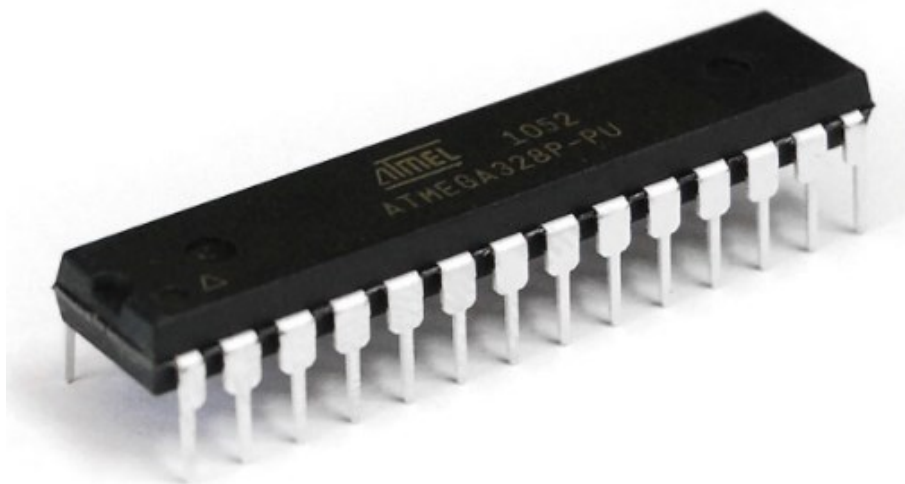
Laserová vodováha je vybavena optikou, která promítá laserový paprsek na příslušnou plochu, na kterou se snažíme například zavěsit předmět, který chceme uvést do roviny se zemí. Tyhle vodováhy jsou většinou umístěny na stativu a umí promítat nejen vertikální, ale i horizontální čáry.



Obrázek 7 – Laserová vodováha

2 MIKROPOČÍTAČE

Jako mikropočítač můžeme považovat dané uspořádání logických obvodů, provádějící sérii logických i aritmetických operací, v závislosti na posloupnosti povelů nad programem, a to z toho důvodu, abychom na námi určených výstupech získali požadované hodnoty. Mikropočítače jsou nedílnou součástí naší doby a obklopují nás téměř každý den.



Obrázek 8 – Mikropočítač

2.1 Architektura mikropočítačů

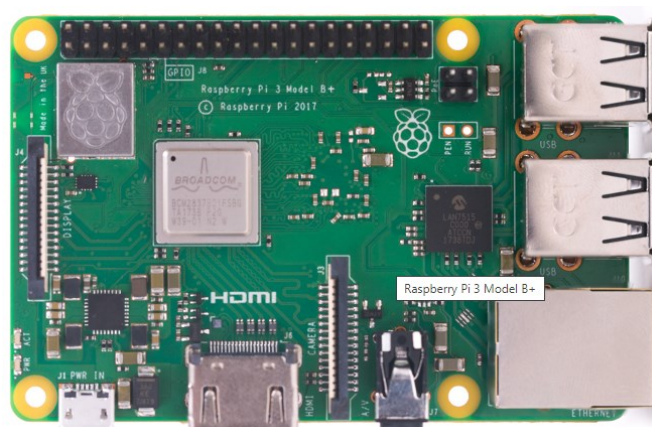
Architektury mikropočítačů mohou být a často jsou odlišné, na druhou stranu by většina z nich měla obsahovat alespoň tyto základní části [3]:

- Operační paměť
 - Paměť slouží k uchování vstupních, výstupních dat a programu, a to ve formě binárních čísel. Také je napřímo spojená s ALU jednotkou. Dnes už můžeme v různých mikropočítačích vyzorovat i paměti RAM, které zde slouží jako polovodičové součástky a při vypnutí PC se resetují. Slouží pouze k urychlení práce s daty a jako pomocník operační jednotce ve formě dočasného uložení.
- Řadič

- Jedná se o elektronickou řídicí jednotku, jenž má za úkol koordinovat všechny části počítače. Postupně dekóduje instrukce programu a generuje signály, které zajišťují plynulost a funkčnost celého systému.
- Aritmeticko-logická jednotka
 - ALU slouží k provádění logických a aritmetických operací podle signálů řadiče. Bývá doplněna registry pro uložení výsledků do mezipaměti. Dnes se používá již víc ALU najednou, které jsou rozděleny na dvě části, a to na práci s celými čísly a na práci s plovoucí řadovou čárkou (FPU).
- Vstupní a výstupní jednotka
 - Jednotka slouží ke komunikaci s připojenými zařízeními. Tím mohou být různé senzory, které připojujeme na vstup a z nich získaná data poté využíváme. Také to mohou být různá výstupní zařízení, např. displej nebo reproduktor.
- Blok registr (mikroprocesor)
 - Vytváří spolu s řadičem procesor celého mikropočítače. Pokud je obsažen v integrovaném obvodu, je možné jej nazývat mikroprocesorem.
 - Mikroprocesor jako takový je procesorová jednotka, uložená jako celek v těle integrovaného obvodu, kde se většinou skládá z několika tranzistorů. Mikroprocesory jsou obsaženy nejen v mikropočítačích, ale i v CNC strojích, automobilech a podobně.

2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi je pojmenování série výroby jedno-deskových mikropočítačů vyráběných společností Raspberry Pi Foundation. Jedná se o charitativní organizaci sídlící ve spojeném království, která se zabývá výpočetní technikou a vytváří jednodušší přístup pro technickou výuku v oblasti výpočetní techniky.



Obrázek 9 – Raspberry Pi

První mikropočítač firma vydala v roce 2012, od této doby se stále podílí na jeho vývoji. Do současné doby již bylo vytvořeno několik vylepšených modifikací. Originální model Raspberry Pi měl jedno-jádrový procesor s taktom jádra 700MHz a pouhých 256 MB paměti RAM. Poslední (nejnovější model) se může pyšnit již čtyř-jádrovým procesorem s taktom jádra 1,4 GHz s pamětí RAM až 1 GB. Raspberry Pi je jako mikropočítač využíváno po celém světě, a to nejen k zjednodušené výuce programování, ale i k vytváření komplexních projektů. Tento mikropočítač běží na systému Linux a má rovněž spoustu GPIO (general purpose input/output) pinů, přes které lze kontrolovat jakoukoliv elektroniku. [4]

2.2.1 Možnosti Raspberry Pi

Tento počítač si může pořídit nejen člověk znalý programování, tak i začátečník. Přes Raspberry Pi lze například provozovat IP kameru na kontrolu obydlí. Lze také ovládat robota, zaznamenávat provoz v lokální internetové síti nebo měřit teplotu přes různá čidla a senzory. Velkou výhodou je i HDMI konektor pro možnost připojení dotykového

interaktivního displeje. Na internetu lze najít spousty stránek, které mají velice jednoduchý a uživatelsky příznivý materiál, dle kterého se lze naučit v Raspberry programovat.

2.3 Arduino

Arduino je otevřená elektronická platforma, která je zkonstruována na desce plošných spojů. Velká většina Arduino programovacích desek má několik výstupů/vstupů. Jsou zde obsaženy jak obyčejné digitální výstupy, tak například PWM výstupy a analogové výstupy a vstupy. Arduino má nespočet modifikací, které se odvíjejí od jeho účelů používání. Arduino se programuje pomocí softwaru Arduino IDE, který využívá jazyka Wiring. Jako největší výhodu arduina můžeme vidět právě v jeho jednoduchosti a intuitivnosti. S arduinem lze vytvářet nejen malé projekty v podobě blikání LED diody, ale taktéž i velké projekty, jako je řízení celého domu, automatická sekačka na trávu nebo komplexní měřící zařízení. Na Arduino lze připojit i Wifi nebo Bluetooth shield, tudíž je možné zařízení propojit s mobilní aplikací nebo jej přidat do lokální sítě, aby fungovalo jako server/client.

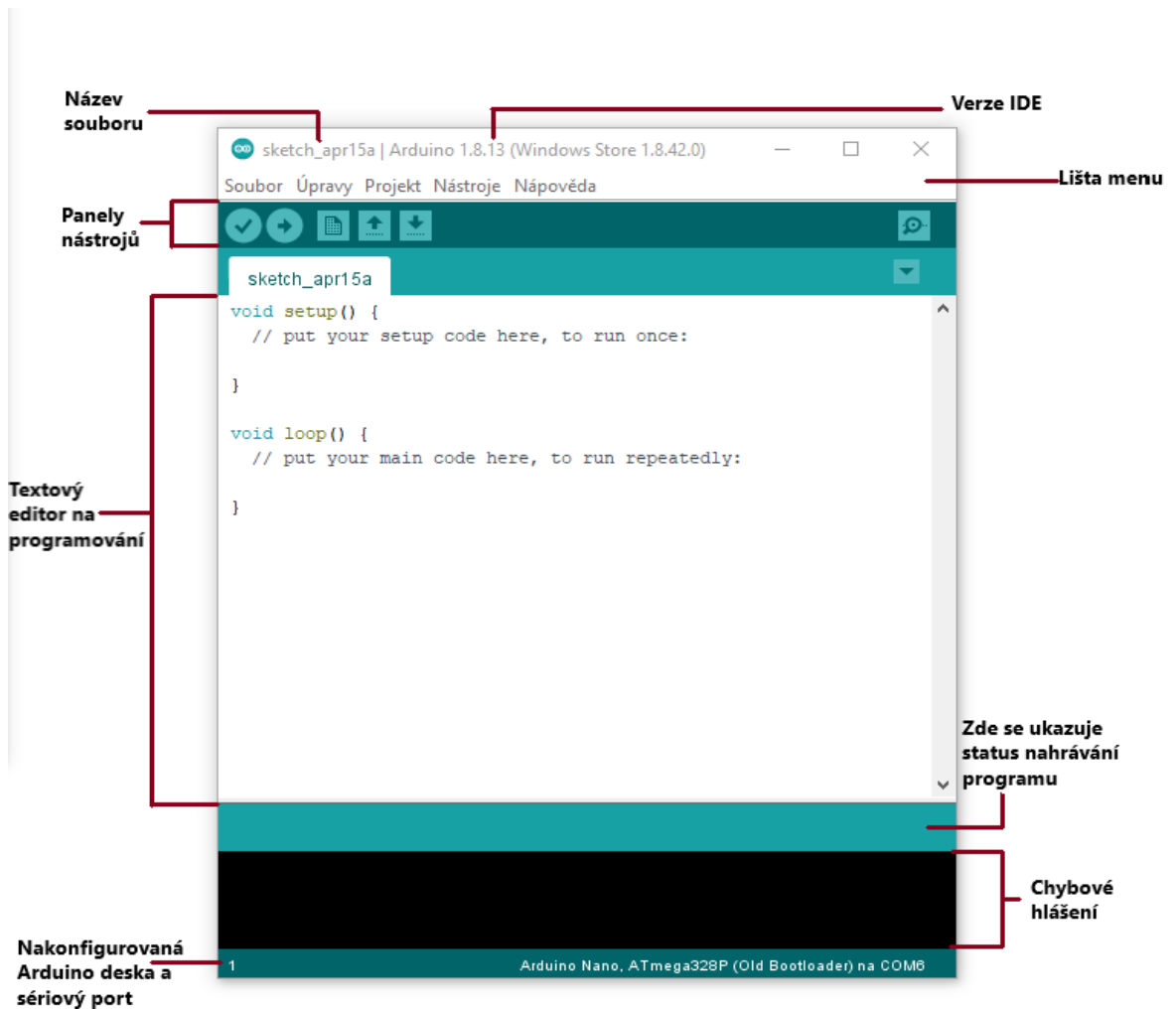


Obrázek 10 – Arduino logo

2.3.1 Arduino IDE

Arduino IDE je název pro otevřený software sloužící pro programování jednočipových mikropočítačů značky Arduino. V tomto softwaru lze naprogramovat, zkompilovat i nahrát program přímo do zařízení. Arduino IDE je vhodné pro různou škálu operačních systémů, jako je například Windows, Mac OS X, a Linux. Podporuje programovací jazyk C a C++. Zkratka IDE znamená **Integrated Development Environment** (Integrované vývojové prostředí). Program nebo kód napsaný v Arduino IDE je často nazýván anglickým slovem sketching, které znamená **kreslení**. Program vytvořený v tomto vývojovém prostředí je uložen s příponou .ino (program.ino). [8]

Zobrazení Arduino IDE vypadá následovně:



Obrázek 11 – Arduino IDE

Panel nástrojů:



Obrázek 12 – Arduino IDE – panel nástrojů

Zobrazené ikony v panelu nástrojů jsou **Komprimovat**, **Nahrát**, **Nový soubor**, **Otevřít**, **Uložit** a vpravo je **Sériový monitor**. [8]

Nahrát:

Tlačítko nahrát, automaticky zkompile a rozběhne kód, který je na obrazovce. Dále to již funkční a ověřený kód nahraje do desky Arduino. Ještě před nahráváním do desky je potřeba vybrat správný typ Arduina a jeho mikroprocesoru. Dále je pak nutno vybrat připojení přes COM port, jelikož Arduino se zapojuje přes USB kabel. [8]

Nejnovější Arduino desky se již automaticky resetují při nahrávání kódu. U staršího Arduina je potřeba zmáčknout tlačítko reset, aby se kód přepnul do aktuálního. Probíhající nahrávání kódu, můžeme sledovat jak na obrazovce v Arduino IDE, tak pomocí blikajících LED diod TX a RX na produktu Arduino. [8]

Pokud nahrávání z nějakého důvodu selže, objeví se v programu chybová hláška, a důvod selhání nahrávání programu. [8]

Otevřít a Nový soubor:

Tlačítko **otevřít** slouží k otevření již dříve vytvořeného nebo staženého projektu. Daný soubor je poté vybrán v okně a vložen. Opakem tlačítka otevřít je tlačítko **nový**, které vytvoří nový kód s hlavičkou. [8]

Uložit a Komprimovat:

Tlačítko **uložit** ukládá rozpracovaný sketch. Tlačítko **komprimovat** poté před nahráním kódu ověří, jestli je kód správně formátovaný, jestli je spustitelný a nejsou zde zjištělé chyby. [8]

Sériový Monitor:

Při kliknutí na tlačítko se nám otevře sériový monitor. V sériovém monitoru lze sledovat výstupní hodnoty jak ze senzorů připojených k Arduinu, tak z různých modulů. Sériový monitor umí také posílat příkazy do zařízení. Je tedy obousměrný. [8]

Menu:

V menu softwaru Arduino IDE je k nalezení celá řada příkazů, které jsou globálně známy i v různých editorech, jako je třeba Microsoft Excel nebo Microsoft Word. Lze zde najít např. příkaz **Go to line...**, který má za úkol nás přemístit na požadovaný řádek. Příkaz **Comment/Uncomment**, díky čemuž zakomentujeme označenou část kódu.

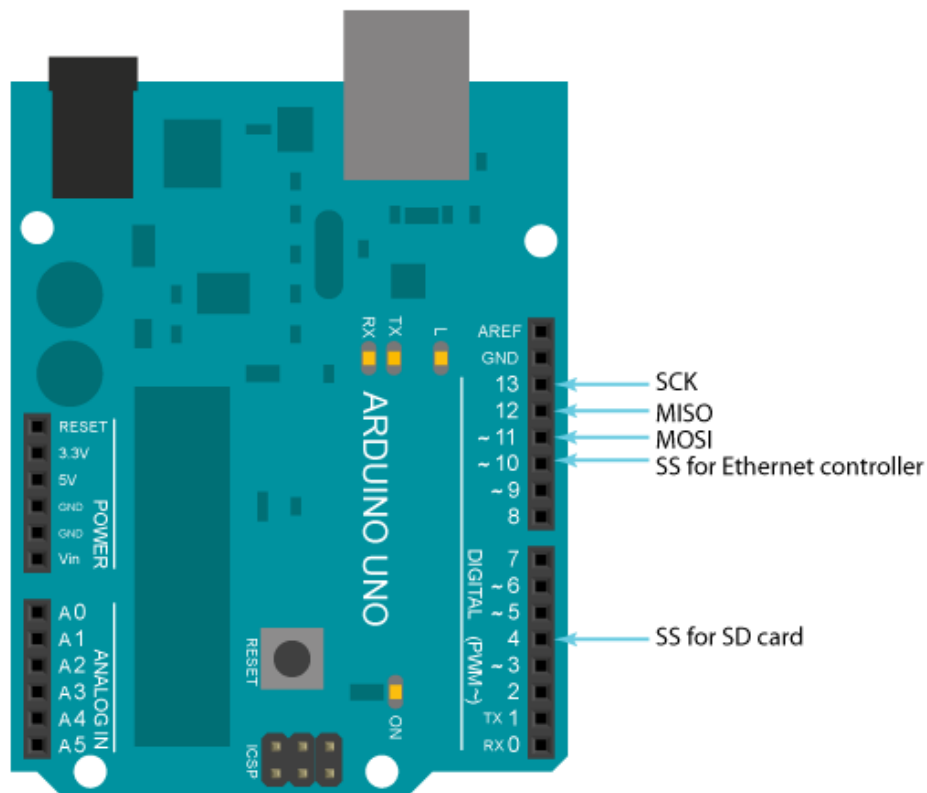
Undo	Ctrl+Z
Redo	Ctrl+Y
<hr/>	
Cut	Ctrl+X
Copy	Ctrl+C
Copy for Forum	Ctrl+Shift+C
Copy as HTML	Ctrl+Alt+C
Paste	Ctrl+V
Select All	Ctrl+A
Go to line...	Ctrl+L
<hr/>	
Comment/Uncomment	Ctrl+Slash
Increase Indent	Tab
Decrease Indent	Shift+Tab
<hr/>	
Increase Font Size	Ctrl+Plus
Decrease Font Size	Ctrl+Minus
<hr/>	
Find...	Ctrl+F
Find Next	Ctrl+G
Find Previous	Ctrl+Shift+G

2.3.2 Rozšiřovací moduly

Arduino obsahuje široké spektrum rozšiřovacích modulů, které mají za úkol vytvořit z jednoduchého mikropočítače trochu komplexnější přístroj. Mezi rozšiřovací moduly můžeme řadit Shieldy, ovladače na motory, relé, zesilovače signálu a podobná zařízení.

2.3.2.1 *Arduino EthernetShield*

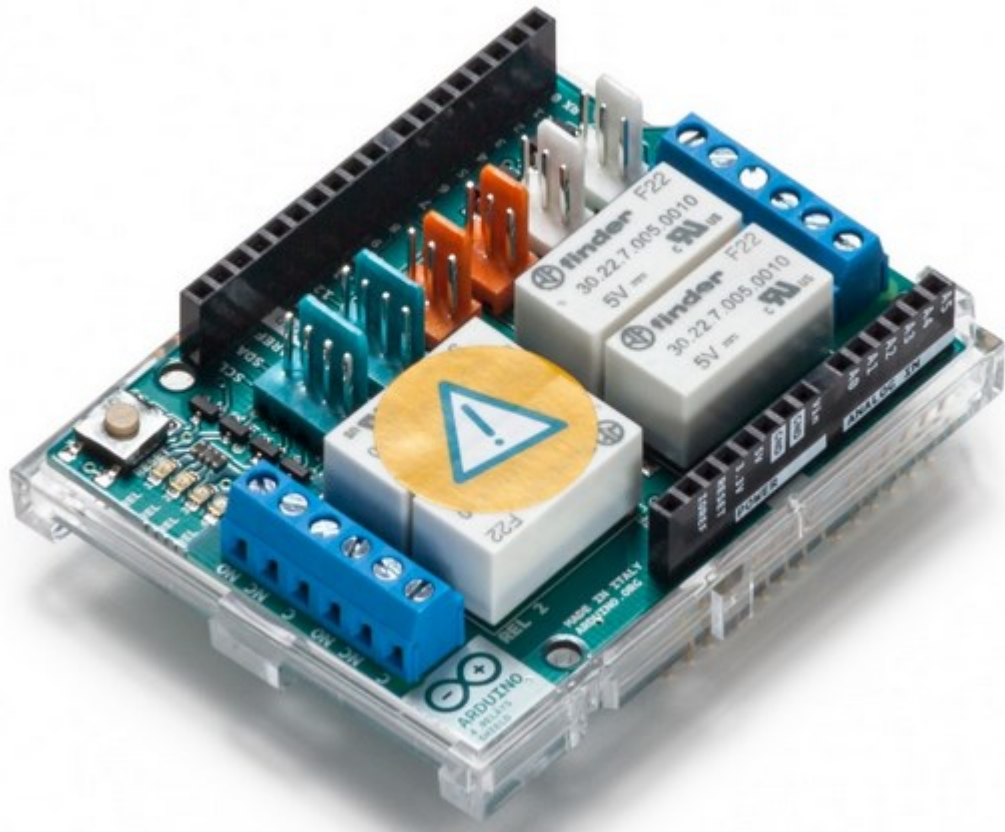
Zařízení, které stačí pouze zapojit do arduina, nám umožňuje komunikovat přes ethernet kabel přímo s arduinem. Máme tedy možnost získat jak informace z různých senzorů, tak poslat příkaz do arduina napřímo. Vše co nám k tomu stačí, **ze** zahrnout v kódu dvě knihovny, které jsou stažitelné z prostředí Arduino IDE. Jedná se o `<SPI.h>` a `<Ethernet.h>`. Arduino lze s tímto shieldem využívat jako Chat server, WebClient nebo WebServer. Komunikace mezi shieldem a Arduinem Uno probíhá přes SPI bus, a komunikuje přes piny 13, 12, 11, 10, 4. [5]



Obrázek 13 – Arduino Ethernet shield

2.3.2.2 Arduino relay shield

Arduino relay shield je rozšíření, umožňující nám řídit zařízení, která potřebují být napájena napětím od 12V do 240V - 10A, a tím pádem je nemožné je napájet přímo z Arduina samotného. Relay shield nám umožňuje sepnou až 3500W, na jediný 5V signál, přivedený z arduina na budící cívku relé. Shield se většinou skládá ze čtyř relé, kdy každé relé obsahuje dvojici kontaktů, NC a NO. Jsou zde i 4 LED diody pro indikaci sepnutí každého relé jednotlivě.



Obrázek 14 – Arduino relay shield

2.3.2.3 Arduino GSM Shield

GSM shield umožňuje komunikaci s Arduinem pomocí SMS nebo volání. Lze poslat předem nadefinovanou zprávu, která se následně v Arduinu zpracovává a poté je možné vykonat požadované úkony, samozřejmě v závislosti na připojených armaturách a dalším příslušenství. Nejpoužívanější je tato funkce například ke spínání relé. Lze také uložit hlasovou zprávu nebo Arduino hlasově ovládat při přiřazení dané knihovny a souboru s nahranými hlasy, kdy Arduino porovnává nahranou zprávu se vzorky v přiloženém textovém dokumentu. Kompletní dokumentace k zapojení je jako u všech Arduino zařízení plně zdarma a online. Jedná se o open-source. GSM shield dokáže instrukce přijímat i odesílat. Lze zde připojit a naprogramovat senzory, které při přerušení infra-červeného senzoru nebo registraci pohybu na pohybovém senzoru, zařízení pošlou již předem definovanou SMS

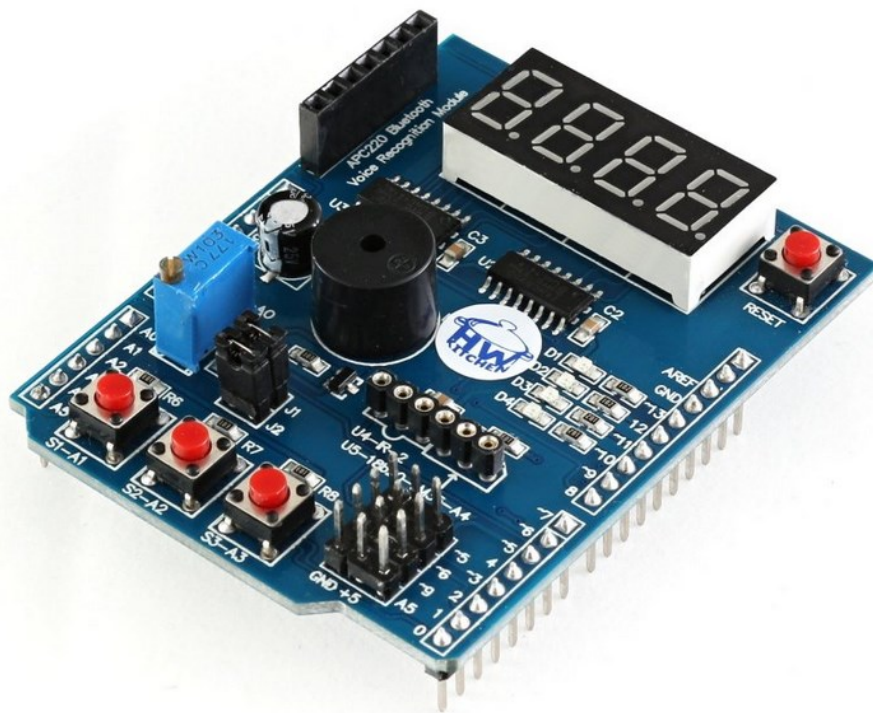
zprávu. Modul má velké využití například v zabezpečovacím zařízení. Stejně jako ostatní shieldy i tento stačí pouze “nasunout” na již stávající piny.



Obrázek 15 – GSM shield

2.3.2.4 Sedmi-segmentový multifunkční shield

Jak je již vyobrazeno, lze zde připojit výukový modul, na kterém bývá zpravidla osazen sedmi-segmentový displej vhodný na procvičení programování maticového zapojení displeje. Tlačítka, LED diody, reproduktor a relé. Díky podobným příslušenství je možno se s Arduinem velice dobře naučit pracovat, aniž by si dotyčný musel pořizovat celé relé moduly nebo různé sedmi-segmentové displeje. Tento kompaktní modul má ale pouze edukativní využití a neslouží k další práci.

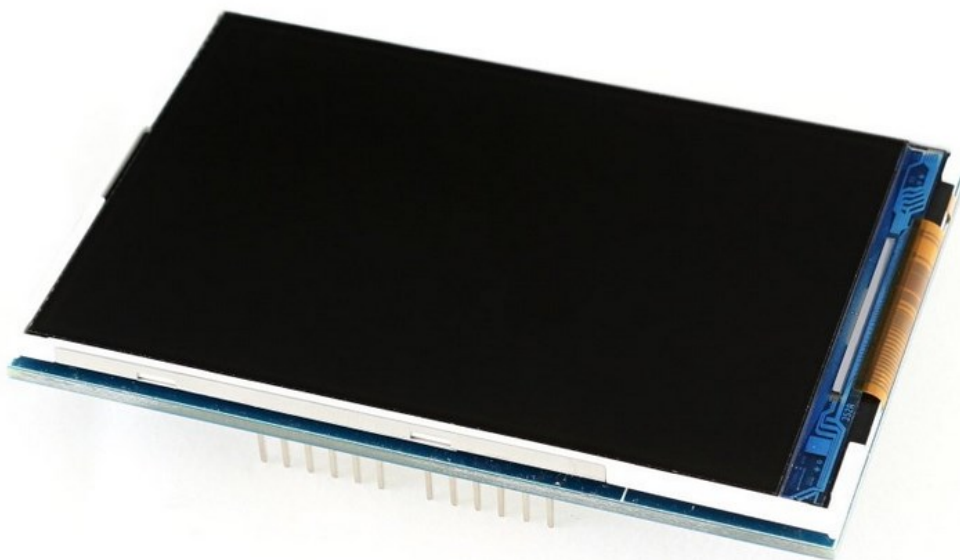


Obrázek 16 – Multifunkční shield

2.3.3 Zobrazovací panely

2.3.3.1 Barevný LCD TFT displej

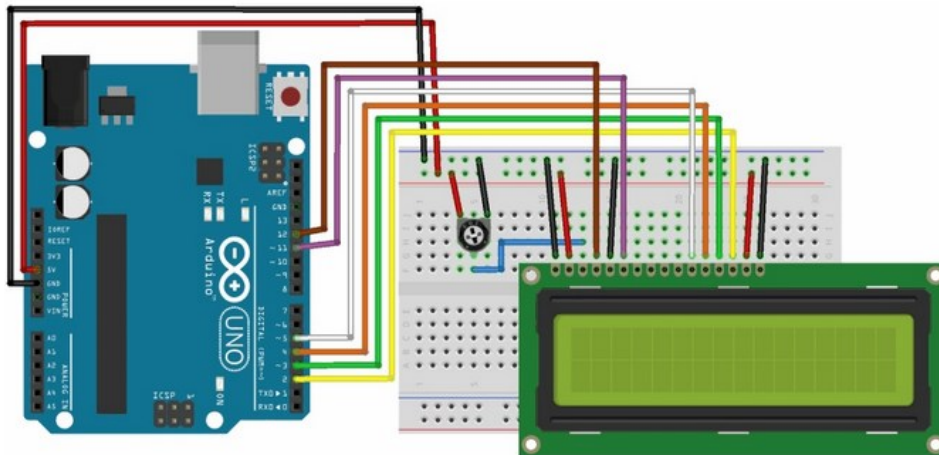
Barevný LCD TFT displej, původně navrhovaný pro platformu Arduino 3,5" jako shield. Jedná se o zobrazovací displej s rozlišením 320x480, k jehož zprovoznění postačí deska Arduino. Podobné displeje mají velkou výhodu v tom, že obsahují na sobě nezávislé jednotlivé pixely a uživatel není tedy vázán na určitý počet znaků, jako je tomu například u 16x2 alfanumerických displejů. (<https://www.hwkitchen.cz/barevny-tft-lcd-displej-shield-3-5-palce-micro-sd-ctecka/>)



Obrázek 17 - Barevný LCD TFT displej

2.3.3.2 Alfanumerický LCD displej

Tento 16x2/16x4/20x4 (počet znaků v řádku/počet znaků ve sloupci) displej je velice hojně využívanou zobrazovací jednotkou. Je jednoduchý, lehce programovatelný a dostupný. K displeji lze připojit i trimr (regulovatelný rezistor), kterým můžeme měnit jas podsvícení. Displej lze velice jednoduše kódově implementovat, a to následujícím příkazem **lcd.begin(16,2)** pro displej 16x2. Uvedené displeje mají bohužel jednu velkou nevýhodu pro česky hovořící občany, a tou je velmi špatné zobrazení diakritických znamének. Proto jsou v ČR používané displeje na domácích zařízeních většinou nastaveny v anglickém jazyce nebo v češtině bez diakritiky.



Obrázek 18 – Zapojení LCD 16x2 displeje

2.3.4 Arduino UNO

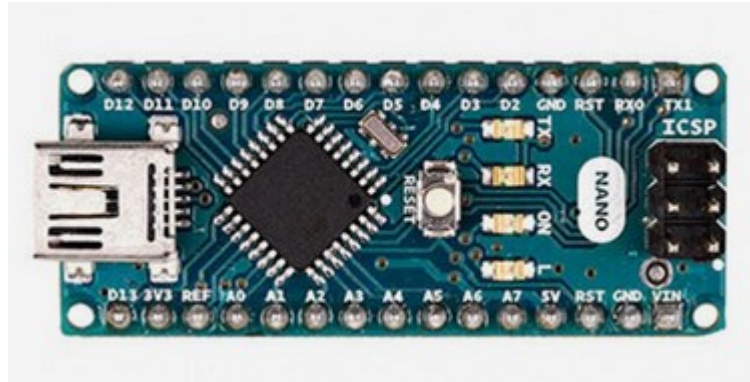
Arduino UNO je tahounem a vlajkovou lodí celého projektu Arduino. Jedná se o první mikropočítač, v současné době dostupný již ve své čtvrté generaci. Jeho srdce tvoří mikroprocesor ATmega328P a celý komplet disponuje čtrnácti digitálními vstupy/výstupy, ze kterých 6 lze použít jako PWM (řízení pulzně šířkovou modulací), je zde také 6 analogových vstupů a 16MHz keramický rezonátor. Arduino UNO lze připojit k PC pomocí USB-A. Může být napájeno ze sítě (5-12V) nebo pomocí již připojeného USB kabelu. Od tohoto zařízení se poté odvíjí všechny další modifikace Arduino, ať už jeho mini verze Arduino NANO nebo jeho expandovaná verze Arduino MEGA.



Obrázek 19 – Arduino UNO

2.3.5 Arduino NANO

Miniaturní přenosná a velice skladná modifikace, využívá stejného mikroprocesoru ATmega328P jako Arduino UNO. Připojitelné a programovatelné je pouze přes mini-B USB kabel. Zařízení rovněž nedisponuje samostatným napájecím konektorem. Arduino NANO je nepostradatelné při výrobě přenosných zařízení a zároveň kombinuje funkce ze zařízení Arduino UNO. Stále obsahuje indikační diody, i transmitter a receiver porty. Osobně jsem si vybral tuhle platformu kvůli jejímu zpracování a díky jeho malým rozměrům může být celé zařízení poměrně malé. Kdybych mohl osobně ohodnotit Arduino NANO, vytknul bych problém “zahřívání” se při větší zátěži. To ale není nic, co by se nedalo očekávat.



Obrázek 20 – Arduino NANO

2.3.6 Arduino Mega 2560

Rozšíření pro náročné, tak lze popsat toto zařízení, které obsahuje 52 digitálních I/O pinů, ze kterých lze 14 použít jako PWM výstupy. Arduino Mega 2560 dále obsahuje 16 analogových vstupů, 4 UART sériové rozhraní, 16 MHz krystalový oscilátor a je připojitelné a programovatelné pomocí USB rozhraní. Produkt je vhodný pro náročné a pokročilé projekty, založené na bázi Arduino.



Obrázek 21 – Arduino MEGA

2.4 Mobilní aplikace

Mobilní aplikace, často hovorově nazývána jako „apka“, je typ softwaru, který je předurčen k používání na mobilních telefonech nebo tabletech. Mobilní aplikace slouží hlavně k tomu, aby umožnily přístup uživatelům k programům, které jsou tvořeny především pro účely práce na počítači. Aplikace jsou obecně málo datově objemné, jedná se o jednotky, maximálně desítky MB (Megabyte). Často je aplikace oproti počítačovému softwaru limitovaná. Mobilní aplikace lze vytvářet jak na platformách zdarma, tak na placených enginech. [9]

Mezi nejznámější obchody, kde lze stáhnout mobilní aplikace patří Google Play, App Store, případně Microsoft Store. Všechny uvedené platformy nabízí nespočet možných aplikací. Lze zde stáhnout hry sloužící k zábavě či edukativním účelům, pracovní nebo informativní aplikace. Mobilní aplikace se často slangově nazývají zkratkami – app, web app, online app, nebo phone app. [9]

2.4.1 Typy mobilních aplikací

Herní aplikace:

Jsou ekvivalentem počítačových her. Jedná se o nejrozšířenější druh mobilních aplikací. Každá třetí stažená aplikace přes mobilní internetové obchody je herní. Patří zde například šachy, karetní hry, ale taky graficky a příběhově velmi sofistikované hry. [9]

Pracovní aplikace:

Zaměřují se na vylepšení jak pracovního prostředí, tak na různé služby (objednávání jídla, letenek nebo hotelů). Při práci jsou velice využívány aplikace sloužící k e-mailové komunikaci nebo k pracovním hovorům. [9]

Zábavní a jiné aplikace:

Mezi zábavní aplikace patří v poslední době oblíbený a hojně využívaný Netflix. Formou předplatného si zde můžete vybrat ke zhlédnutí z tisíce různých pořadů. Za zmínku stojí také různé seznamovací aplikace a aplikace pro sociální média, kterými jsou Instagram a Facebook. V současné době mnoho uživatelů preferuje zobrazení těchto aplikací v mobilní verzi oproti desktopové.

2.4.2 Vývoj mobilních aplikací

Vývoj mobilních aplikací zahrnuje několik velice důležitých kroků a procesů. Při mnohých projektech se zde využívá různých API (Application Programming Interface), databázových systémů nebo přídavných paměťových disků. Za nejpodstatnější část lze považovat samotné programování aplikace. Již předtím je ale potřeba mít promyšlenou funkci aplikace a její design.

2.4.3 Tvorba mobilních aplikací

Přímá tvorba zahrnuje jako první zpracování funkce aplikace. Je potřeba vědět, jak má aplikace pracovat, na jaké platformě má fungovat a jaká je koncová skupina uživatelů. Po vytvoření designu přichází na řadu programování aplikace. Pro platformu **android** využíváme následujících technologií:

Programovací jazyky: Java, Kotlin

IDE: Arduino studio

Database: SQLite, Realm

Tools: Android SDK, Android NDK

Pro platformu iOS využíváme následujících technologií:

Language: Swift, Objective C

IDE: XCode

Database: SQLite, Realm, CoreData

Pro back-endové programování používáme například **PHP, RoR, GOLang, Node Js, React Js, .Net**.











2.4.4 Využití mobilních aplikací

Mobilní aplikace mají využití nejen v osobním životě, ale i v různých odvětvích průmyslu. Při skladových systémech je to nejjednodušší řešení, jak se přes čtecí zařízení připojit na databázi produktů. V každodenní komunikaci je to jedna z možností, jak se spojit s blízkými přes chatovací aplikace, aniž byste se setkali osobně.

Jako pomocník jsou také jednoduché aplikace pro Arduino platformy, v nichž si dokážete během pár hodin naprogramovat aplikaci na rozsvícení světla. K tomu postačí buď ethernet/WiFi shield nebo Bluetooth modul spárovaný s vaším zařízením.

2.4.5 Nejznámější mobilní aplikace

Zde je žebříček deseti nejstahovanějších mobilních aplikací podle webu apptopia.com. Ve většině se jedná o zábavní aplikace.

#1	 TikTok 850M	#6	 Messenger 404M
#2	 WhatsApp 600M	#7	 Snapchat 281M
#3	 Facebook 540M	#8	 Telegram 256M
#4	 Instagram 503M	#9	 Google Meet 254M
#5	 Zoom 477M	#10	 Netflix 223M

Obrázek 22 – Nejstahovanější mobilní aplikace

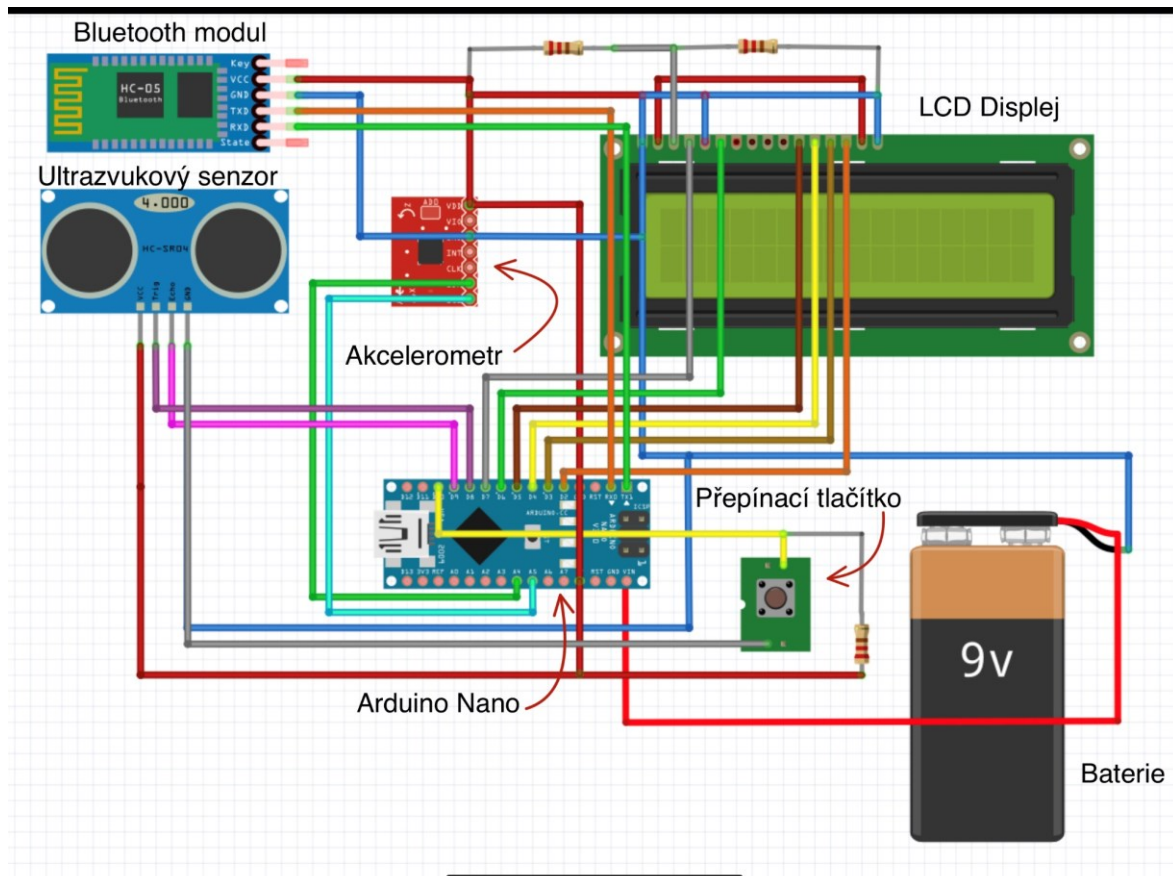
II. PRAKTICKÁ ČÁST

3 NÁVRH ZAŘÍZENÍ

Při návrhu zařízení jsem vycházel z již podobně vytvořených zařízení, které jsem na internetu veřejně našel. Snažil jsem se skloubit dohromady měřicí zařízení a vodováhu. Jelikož jsem již měl zkušenost se senzory, které by zde šly využít. Při návrhu zařízení jsem postupoval tak, že jsem si nejprve na papír nakreslil možné propojení zařízení. Následně jsem zařízení zkusil vytvořit v návrhovém prostředí TinkerCad. Vytvořil jsem zde pouze jednoduchý kód pro zjištění funkčnosti zařízení a jakmile jsem dokončil úpravu zapojení a zjistil, že vše funguje, postupoval jsem dále ve výrobě.

3.1.1 Schéma zapojení

Schéma zapojení jsem vytvořil přes program Fritzing, přes který jsem si i vyexportoval toto zapojení a poté ho přenesl do programu, ve kterém jsem dopravil vzhled na celé desce. Schéma tedy vypadá přesně jako na obrázku. Návrh schéma složitý až tak nebyl, horší bylo pasování všech komponent na desku, jelikož + snažil, aby celé zařízení bylo co nejmenší. Zapojení:



Obrázek 23 – Schéma zapojení

3.2 Teoretická zkouška funkčnosti

První zkouška funkčnosti byla provedena v simulačním programu TinkerCad, v němž jsem napsal první zkušební program pro výpočet vzdálenosti přes senzor **HC-SR04**. Na platformě TinkerCad ale bohužel není v knihovně senzor „Akcelerometr MPU6050“, tudíž jsem byl značně omezen testováním a mohl jsem si projít pouze správné zapojení displeje a modulu pro měření vzdálenosti.

TinkerCad

Jedná se o simulační program pro výrobu 3D modelů, jak již jeho název napovídá, i elektronických obvodů. Tato bezplatná webová stránka je nepostradatelným pomocníkem při návrhu elektronických spojů. Nejvíce se dá platforma TinkerCad využít právě pro již nám známé Arduino. Platforma je používána již několik let, ale poslední dobou se stále více zaměřuje na elektronické součástky. Kdo chce, může zde také přispět svým návrhem součástky, a rovněž elektronickým zprovozněním. Tento návrh musí stránka schválit a jedná se tedy o zdoluhavý proces. Tudíž, i když jsem si zde mohl nasimulovat celé zařízení, tak než bych zbývající dva senzory vyrobil a nechal je schválit do knihovny, tak bych se načekal hodně dlouho. Nechal jsem to tedy na klasické zkoušení na nepájivém poli.

3.2.1 Použitý program Eagle

Eagle je program od firmy Autodesk, zabývající se návrhem designu desek plošných spojů. Výhoda programu spočívá v jeho jednoduchosti a již dlouholetým zkušenostem v oboru. Lze zde navrhnout naprosto jakýkoliv elektronický obvod, kde Eagle dokáže i detekovat možné chyby propojení a navrhnout Vám jejich opravu. Eagle má dvě hlavní funkce, kterými jsou:



Obrázek 24 –
Logo Eagle
Autodesk

3.2.1.1 Editor schématu

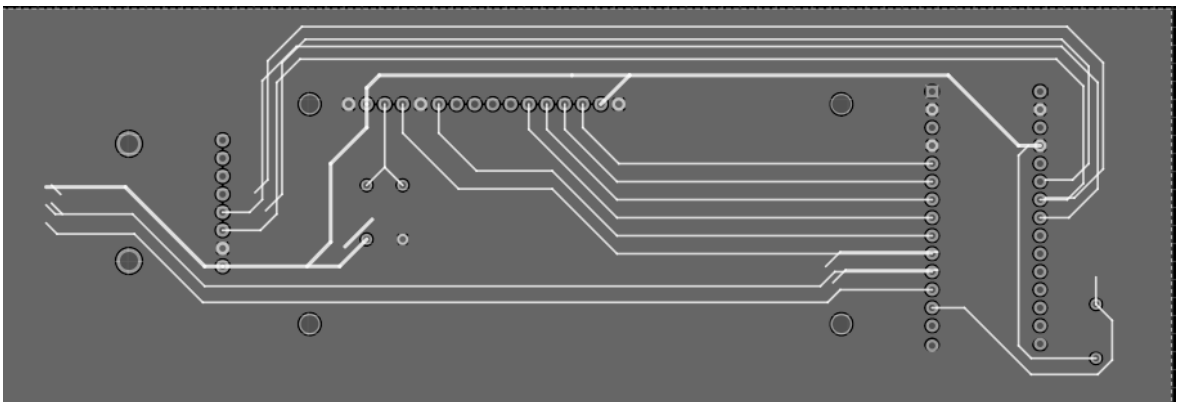
V editoru schématu si nejprve vyberete součástky z knihoven, které jsou ve velkém množství obsaženy ve stahovaném balíčku s programem, přičemž si můžete jakoukoliv kompatibilní knihovnu importovat. Poté naskládáte na pracovní plochu vše co budete potřebovat zapojit a myší pouze spojujete součástky na určité piny.

3.2.1.2 Editor rozložení součástek

Jakmile jsou všechny piny součástek propojené, lze přejít na modelování cest

3.2.2 Deska plošných spojů

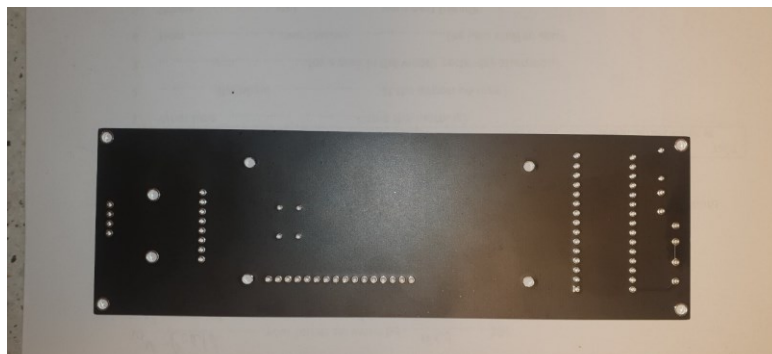
Po ověření funkčnosti součástek na nepájivém poli jsem přešel na výrobu plošného spoje. Desku plošných spojů jsem si navrhnul v EAGLE software, a jelikož jsem zde už měl nějaké základní zkušenosti z prvního ročníku a dále ze střední školy, tak to nebyl až takový problém. Zařízení jsem si nejprve propojil tak, jak lze vidět na Obr.23. Poté jsem zapnul funkci AutoRoute, čímž je program Eagle známý. Funkce AutoRoute mi ale udělala ještě větší chaos v cestách, než jsem čekal, proto jsem musel všechny cesty opravit a vyrovnat je ručně. Jelikož jsem používal free verzi programu Eagle, byl jsem značně omezen funkcemi a například tloušťkou čar. I přesto všechno se mi podařilo desku vyrobit a vyexportovat. Používám dvouvrstvé PCB a cesty jsou vedené jak spodní, tak horní vrstvou.



Obrázek 25 – Schéma desky plošných spojů

3.2.3 Výroba PCB desky

Po vyexportování souboru jsem si našel na internetu zahraniční stránku, která byla schopna při poměrně nízké ceně tisknout PCB. Na stránce [jlcpcb](#) jsem si za v přepočtu 360 Kč i s dopravou nechal vyrobit 5 tištěných spojů té stejné desky (to byl nejmenší možný



Obrázek 26 - PCB

počet). Celý proces probíhal poměrně rychle, stačilo importovat vyexportovaný soubor z Eagle a projít podrobné nastavení, které stránka nabízí.

Layers	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 6			
Dimensions	<input type="text" value="100"/>	*	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="mm"/>			
PCB Qty	<input type="text" value="5"/>						
Different Design	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4			
Delivery Format	<input checked="" type="radio"/> Single PCB	<input type="radio"/> Panel by Customer	<input type="radio"/> Panel by JLCPCB				
PCB Thickness	<input type="radio"/> 0.4	<input type="radio"/> 0.6	<input type="radio"/> 0.8	<input type="radio"/> 1.0	<input type="radio"/> 1.2	<input checked="" type="radio"/> 1.6	<input type="radio"/> 2.0
PCB Color	<input checked="" type="radio"/> Red	<input type="radio"/> Yellow	<input type="radio"/> Blue	<input type="radio"/> White	<input checked="" type="radio"/> Black		
Surface Finish	<input checked="" type="radio"/> HASL(with lead)	<input type="radio"/> LeadFree HASL-RoHS	<input type="radio"/> ENIG-RoHS				
Copper Weight	<input checked="" type="radio"/> 1 oz	<input type="radio"/> 2 oz					
Gold Fingers	<input checked="" type="radio"/> No	<input type="radio"/> Yes					
Confirm Production file	<input checked="" type="radio"/> No	<input type="radio"/> Yes					
Flying Probe Test	<input checked="" type="radio"/> Fully Test	<input type="radio"/> Not Test					
Castellated Holes	<input checked="" type="radio"/> No	<input type="radio"/> Yes					
Remove Order Number	<input checked="" type="radio"/> No	<input type="radio"/> Yes	<input type="text" value="Specify a location"/>				

Advanced Options

PCB Remark

Obrázek 27 – Výrobní nastavení PCB

3.2.4 Výroba reálného zařízení – pájení

Při pájení součástek na desku plošných spojů jsem využil hlavně zkušeností ze střední školy a minulých projektů. Pájení nebylo žádný problém, vzhledem k tomu, že má práce neobsahuje žádné SMD součástky. Používal jsem mikropájku

s hrotem, cín jako pojivo a jako tavidlo jsem použil kalafunu. Jediný problém, na který jsem narazil bylo mírně nekvalitní zpracování desky plošných spojů, které při delším pájení na jednom místě, odpadávaly z desky, tudíž bylo třeba si na toto dávat pozor a nadržet pájku dlouho na místě.



Obrázek 30 –
Pájecí hrot



Obrázek 29
- Cín



Obrázek
28 -
Kalafuna

3.3 Použité součástky

Všechny použité součástky byly zakoupeny na zahraničních stránkách s poměrně dlouhou doručovací dobou. Při úplně prvním zapojení se mi podařilo zkratovat Ultrazvukový senzor, jelikož jsem otočil napájecí póly.

3.3.1 Ultrazvukový senzor HC-SR04

Funkce ultrazvukového senzoru vyplývá již z jeho názvu. Senzor pracuje na bázi ultrazvukových vln, které jsou vyslány vysílačem (trigger pin). Jakmile ultrazvukový signál nalezne překážku, část z něj se o materiál pohltí a část odrazí. Odražená část je zaznamenána zpět senzorem, přes přijímač (echo pin). Díky tomu, že známe rychlost zvuku (334m/s), je možné

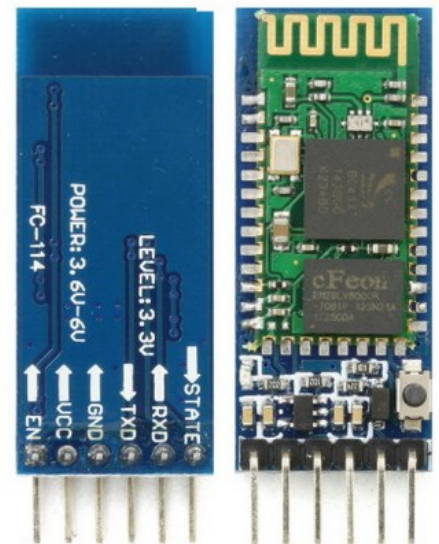


Obrázek 31 –
Ultrazvukový
senzor HC-SR04

spočítat čas, který trvalo zvukovému paprsku vrátit se zpět o zařízení, a tím jsme schopni vyvodit i vzdálenost.

3.3.2 Bluetooth modul HC-05

Tento typ rozšíření je velice často využíván, a také plní funkci propojení mezi arduinem a různými zařízeními, disponujícími bluetooth modulem. Modul využívá maximální přenos dat 1Mb/s, kdy signál lze chytit i na 100m, při 2,4GHz frekvenci. Vyobrazený HC-05 modul používá pro komunikaci sériovou linku. Pracovní napětí je 3,6V – 5V. Má rovněž interní anténu a automaticky je schopen se připojit k poslednímu připojenému zařízení. HC05 modul obsahuje interní 3,3V regulátor, díky čemuž je zde možnost napájení i 5V. Když je připojen jak master, tak slave, objeví se dvě blikací LED diody (modrá a červená). Tento modul také využívám ve svém zařízení pro komunikaci s mobilní aplikací. (<https://create.Arduino.cc/projecthub/electropeak/getting-started-with-hc-05-bluetooth-module-Arduino-e0ca81>)

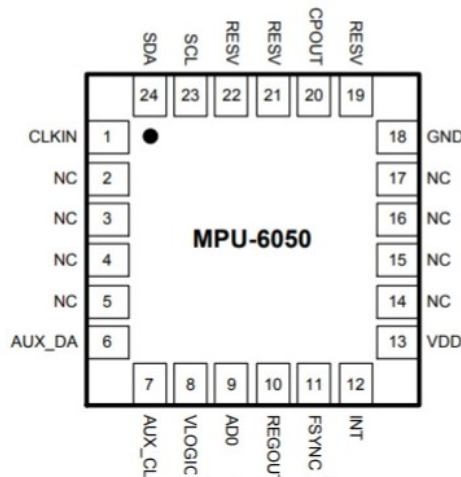


Obrázek 32 –
Bluetooth modul
HC-05

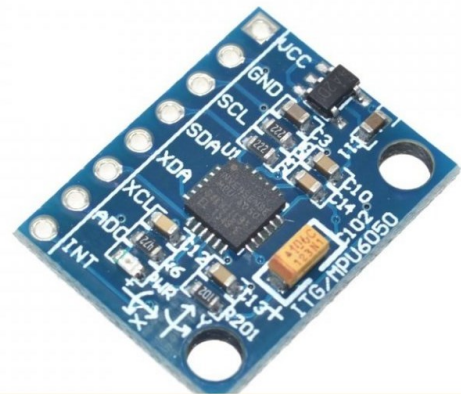
3.3.3 Akcelerometr MPU6050 3-osý

Gyroskopický senzor v akcelerometru MPU6050 je schopen detekovat rotaci kolem 3 os (X,Y,Z). V senzoru se vytváří vibrace, pokaždé co se senzor pohne po jakékoliv z daných os. Tyhle vibrace jsou poté zaznamenány keramickým kondenzátorem připájeným na akcelerometru. Následně je signál zesílen a filtrován tak, aby byl úměrný úhlové rychlosti. Napětí je digitalizováno pomocí A/D převodníku. Tohle zařízení je první svého druhu, které lze považovat za 6-osé zařízení na zaznamenávání pohybu. MPU6050 má 3-osý gyroskop, 3-osý akcelerometr a

digitální senzor pohybu. Toto vše je integrováno v jednom čipu. Senzor funguje na napětí 3.3-5V, má v sobě zabudovaný A/D převodník (16-bit) a může být propojený s ostatními IIC zařízeními, jako jsou magnetometry (kompas). [10]



Obrázek 34 – Schéma procesorové jednotky akcelerometru



Obrázek 33 – Akcelerometr MPU6050

3.3.4 16x2 LCD panel

Ve svém zařízení jsem využil LCD panel. Přesněji verze 16x2 s modrým podsvícením. LCD (Liquid Crystal Display) displej je zobrazovací panel, fungující na principu tekutých krystalů. Tekutý krystal lze považovat za látku, která díky svým vlastnostem dokáže setrvat jak v kapalném, tak tekutém skupenství, a tím vytvořit krystalickou strukturu. To vše v závislosti na elektrickém náboji, který je do krystalu dodáván. Krystaly jsou vloženy mezi elektrody a polarizační filtry a natáčeny jsou pomocí elektrického náboje. Každý zobrazovací bod (pixel) má 3 sub-pixelů (RGB). Kombinací RGB sub-pixelů lze dosáhnout vykreslení neskutečného počtu jednotlivých barev.[11]

LCD panel jsem použil vzhledem k jeho jednoduchosti v zapojení a především kvůli tomu, že dokáže splnit účel toho, co od zobrazovacího prvku pro mé zařízení potřebuji. Podsvícení na displeji je realizováno přímým napájením z Arduina, přes již daný elektrický odpor (pro správně vyvážené podsvícení).

3.3.5 Arduino Nano

Arduino Nano zde využívám vzhledem k jeho velikosti. Potřebuji, aby zařízení bylo co nejmenší, a tím plnilo svůj účel. Funkci zařízení jsem vysvětloval již v teoretické části. Na Arduinu využívám pinů:

3.3.6 Pasivní součástky

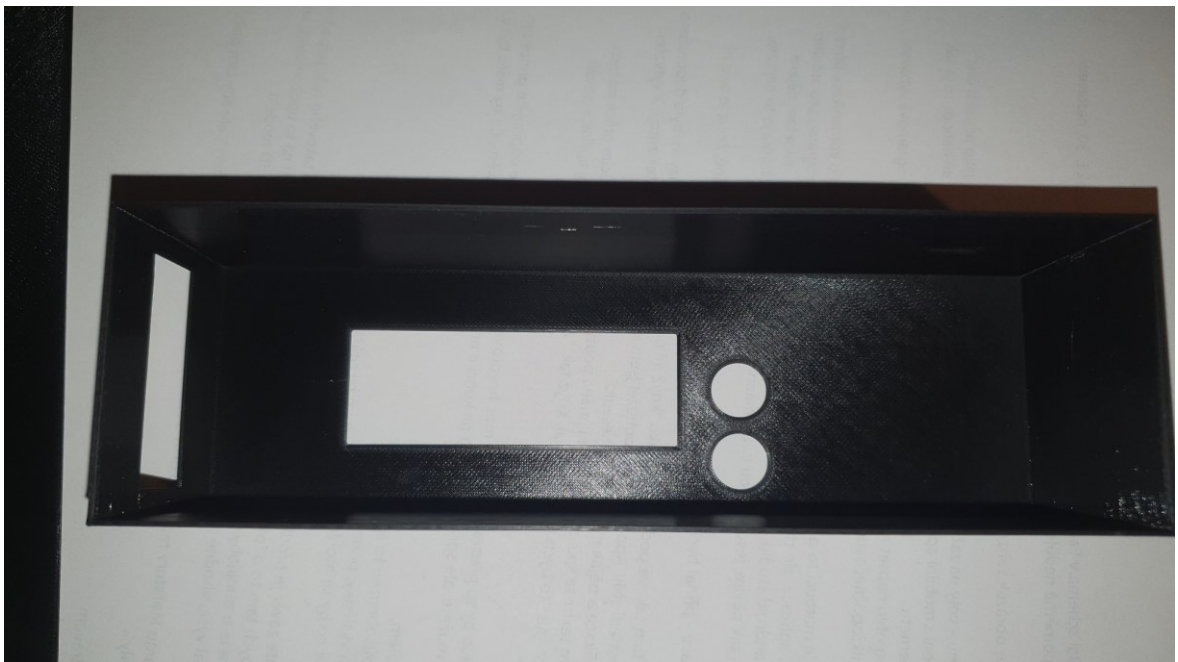
Jediná pasivní součástka, použitá v mém zařízení je rezistor. Vyskytují se zde celkem 3, z toho dva jsou hodnoty 230Ω a jeden $5k\Omega$. Rezistory fungují jako překážky v obvodu. Kladou námi žádaný odpor elektrickému proudu. Využití rezistorů v obvodu je využíváno zejména k úbytku napětí nebo ke snížení protékajícího proudu. Rezistory jsem zde využil k ochraně pinů na displeji a k ochraně výstupů z arduina, aby se na piny nedostal příliš vysoký proud, který by je zničil. Jeden rezistor je zde také používán jako omezení proudu na podsvícení displeje. Velikost rezistoru jsem si neurčil dle ohmova zákona, ale vyzkoušel potenciometrem. Tento způsob je rychlejší při určování ideálního podsvitu.



Obrázek 35 –
Pasivní součástka
(rezistor)

3.3.7 Obal zařízení – 3D tisk

Obal na zařízení (plastový kryt) jsem si navrhnul na stránce TinkerCad a vytisknul na 3D tiskárně Prusa. Vzhledovou částí jsem se inspiroval u podobného projektu.[12] A jelikož se jedná o vodováhu a není úplně třeba zde šetřit místem, udělal jsem zařízení tak velké, jak jen mi to tisknoucí povrch 3D tiskárny dovolil. Dělal jsem nejprve vrchní vrstvu krytu, který jsem co nejvíce upřesnil rozměrům zařízení tak, aby celé zařízení bylo co nejmenší. Následně jsem si udělal spodní plát, který je přivrtán vruty, aby bylo zařízení rozebíratelné. Na závěr jsem musel vyrobit otvory pro USB připojení k Arduino Nano, otvor pro výměnu baterie, ultrazvukový senzor a otvor pro 16x2 LCD displej. Zařízení jako celek je přilepené+.



Obrázek 36 – 3D výtisk

4 POPIS PROGRAMU

V této kapitole je popsáno nejprve programové vybavení pro použitou mikropočítačovou desku Arduino a pak také mobilní aplikace a její implementace do kódu. Nejdříve jsem začal psát kód programu a po jeho dokončení jsem začal aplikaci do programu dodělavat. To byla chyba, jelikož jsem se v programu začal ztrácet a musel jsem hodně funkcí přepracovat. Vzhledem k tomu, že se z části skládá již z daných příkazů z integrovaných knihoven v Arduino IDE, a z části jsem také prostudoval již hotové podobné projekty, následně jsem převzal i některé části kódu. V mé práci je využito logické úvahy z podobně směřovaných prací. [12] [13] [14]

4.1 Funkce

Zařízení se po zapnutí dotazuje na námi žádané jednotky. Lze si vybrat buď metrické nebo imperiální jednotky - centimetry, metry, stopy nebo palce. Po vybrání jednotek následuje první funkce, která zobrazuje právě měřenou hodnotu, a lze si tlačítkem „A“ uložit poslední dvě měřené hodnoty, do mezipaměti zařízení (Distance1 a Distance2). Druhá funkce je obdobná. Zařízení také zobrazuje právě měřenou hodnotu vzdálenosti, avšak po zadání první a druhé hodnoty do mezipaměti přes tlačítko „A“, se vypočítá obsah plochy v daných jednotkách, pro námi uložené dvě hodnoty. Jako třetí funkce je úhel osy X a úhel osy Y, kdy pouze informativně slouží zařízení jako vodováha. A zmáčknutí tlačítka „A“ zde nic neudělá, protože zařízení ukazuje hodnotu nahnutí v osách v reálném čase. Mezi funkcemi přepínám tlačítkem B.

4.2 Části programu a knihovny

Do popisu částí programu jsem vybral ty části, které by mohly být pro čtenáře zajímavé. Jedná se o definici proměnných, zavedení Bluetooth modulu, výpočet a zobrazení měřící funkce a polohové funkce.

Zde jak lze vidět na obrázku definuji proměnné. Ty jsem nadefinoval hned na začátku, abych je mohl používat v celém programu. Implementuji zde i knihovny, kterými jsou „<SoftwareSerial.h>“, „<Wire.h>“ a „<LiquidCrystal.h>“.

4.2.1 SoftwareSerial.h

Arduino samo o sobě umožňuje komunikaci po sériové lince na pinech 0 a 1. Ty jsou taky značeny jako TX (Transmitter) a RX (Receiver). Při použití těchto pinů, ale následně nastává problém s nahráváním kódu do desky Arduino. Jelikož máme připojený Bluetooth modul na 0 a 1 piny, přes které modul s deskou komunikuje, zabraňuje tak komunikaci přes linku USB a program (IDE) často při nahrávání do desky padá. Proto jsem se rozhodl použít jiné piny (11 a 12) jako náhradní TX a RX piny, abych problému zabránil. Vzhledem k tomu využívám knihovny `<SoftwareSerial.h>`. Díky tomuto jsme schopni udělat sériovou linku přes kterékoliv digitální piny a dosáhnout rychlosti až 115200 bps. [15]

4.2.2 Wire.h

Knihovna `<Wire.h>` nám umožňuje komunikovat s dalšími TWI (two wired interface) zařízeními. Arduino Nano obsahuje dva piny (A4 a A5), které lze považovat za SDA (Synchronous Data) a SCL (Synchronous Clock) piny. Vzhledem k tomu, lze provozovat Arduino ve dvousměrné komunikaci master/slave. [16]

4.2.3 LiquidCrystal.h

Použitím knihovny `<LiquidCrystal.h>`, můžeme kontrolovat LCD displej, který je vyroben s Hitachi HD44780 chipsetem, jenž je k nalezení na velké většině těchto zobrazovacích zařízení. Knihovna funguje buď v čtyř nebo osmi bitovém módu, používající o 4 nebo o 8 přenosových pinů více. [17]

```

#define TRIGGER_PIN 8
#define ECHO_PIN 9
#define BUTTON_PIN 10
#define RX_PIN 11
#define TX_PIN 12

#define LCD_RS_PIN 7
#define LCD_EN_PIN 6
#define LCD_D4_PIN 5
#define LCD_D5_PIN 4
#define LCD_D6_PIN 3
#define LCD_D7_PIN 2

#define MPU 0x68

#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial SerialBT(RX_PIN, TX_PIN); // Přijímač, Vysílač

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(LCD_RS_PIN, LCD_EN_PIN, LCD_D4_PIN, LCD_D5_PIN, LCD_D6_PIN, LCD_D7_PIN);

int state = 0;
#define STATE_UNIT 0
#define STATE_DISTANCE 1
#define STATE_AREA 2
#define STATE_ANGLE 3

```

Obrázek 37 – Definice proměnných

4.2.4 Inicializace částí programu

Zde pouze zavádím funkce, do jimž nadřazeného celého systému. Spouští se zde sériová komunikace s displejem, Bluetooth modulem a akcelerometrem. Zároveň si zde nadefinuji přijímač a vysílač pro ultrazvukový senzor HC-SR04. Vysílač definuji jako výstup (jelikož vysílá signál ven ze zařízení) a přijímač definuji jako vstup (jelikož přijímá data z odraženého signálu do zařízení).

```

void setup() {
    Serial.begin(9600);
    SerialBT.begin(9600);

    pinMode(TRIGGER_PIN, OUTPUT);
    pinMode(ECHO_PIN, INPUT);
    pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP);

    // inicializace akcelometru
    Wire.begin();
    Wire.beginTransmission(MPU);\
    Wire.write(0x6B);
    Wire.write(0);
    Wire.endTransmission(true);

    // inicializace displeje
    lcd.begin(16, 2);
}

```

Obrázek 38 – Inicializace funkcí

4.2.5 Výstup a vstup Bluetooth modulu

Lze vidět zakomentované proměnné, které jsou schválně zakomentovány ve tvaru A,B,C,D... Ačkoli se to může zdát nepřehledné, mně se poté zdála práce v Android studiu jednodušší, jelikož by při stejnojmenných proměnných, jako je jejich funkční vlastnost, vznikaly problémy při záměně názvu placeholderu za název funkce.

Mám zde i funkci pro příjem dat z tlačítek, kde tlačítko A (btnA) je pro funkční vlastnosti a tlačítko B (btnB) je pro přepínání mezi funkcemi.

```
// funkce pro komunikaci bluetooth
void printBT(char ch, float val) {
    //D = distance
    //A = area
    //B = dl
    //C = d2
    //X = angleX
    //Y = angleY
    //M = unit
    SerialBT.print(ch);
    Serial.print(ch);
    SerialBT.println(val);
    Serial.println(val);
}
```

```
// promene a obsluha prijatych znaku z bluetttoth
bool btnA = false;
bool btnB = false;
while(SerialBT.available()) {
    char ch = SerialBT.read();
    Serial.print(ch);
    if(ch == 'A') {
        btnA = true;
    }
    if(ch == 'B') {
        btnA = true;
        btnB = true;
    }
}
```

Obrázek 39 a 42 - Funkce pro Bluetooth

4.2.6 Měření vzdálenosti

Zde je vyobrazena funkce na měření vzdálenosti. Vysílač vyšle velice krátký pulz ultrazvuku, který se po odražení vrátí zpět do zařízení a uloží se do proměnné duration (prodleva). Odtud se přes vzorec převede dané zpoždění na námi známé metrické jednotky vzdálenosti (cm). Pokud máme ale v první části programu zvolené jiné jednotky, tak funkce `convertDistance` nám je převede do námi zvolených.

```

// funkce pro mereni vzdalenosti
float getDistance(int unitSelect) {
    digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);

    // vysle signal
    digitalWrite(TRIGGER_PIN, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(TRIGGER_PIN, LOW);

    // zmereni za jak dlouho se vrati signal
    long duration = pulseIn(ECHO_PIN, HIGH);

    // prevod casu zpozdeni na cm
    float distance = duration * 0.034 / 2; // Vzdalenost v cm

    //prevod na vybrane jednotky
    distance = convertDistance(distance, unitSelect);
    return distance;
}

```

Obrázek 40 – Měření vzdálenosti

4.2.7 Výpočet a zobrazení úhlů

Výpočet úhlů X a Y je zde prováděn podle vzorce znázorněného na obrázku Obr.43. Jakmile jsou z gyroskopického senzoru MPU-6050 shromážděna data, jsou okamžitě přepočteny na stupně a úhel v každé ose je nám vyobrazován v reálném čase. Zobrazení úhlů lze vidět pod danými vzorci, kde na 16x2 LCD displeji používám první řádek pro úhel X a druhý řádek pro úhel Y. Zkratka „st“ v programu zde signalizuje stupně.

```

// vypocet uhlu
angleX = atan(-1 * AcX / sqrt(pow(AcY, 2) + pow(AcZ, 2))) * 180 / PI;
angleY = atan(-1 * AcY / sqrt(pow(AcX, 2) + pow(AcZ, 2))) * 180 / PI;

// xobrazeni uhlu
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Uhel X[St]:");
lcd.print(abs(angleX));
printBT('X', abs(angleX));
lcd.print(" ");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Uhel Y[St]:");
lcd.print(abs(angleY));
printBT('Y', abs(angleY));
lcd.print(" ");
delay(200);

```

Obrázek 41 – Výpočet a zobrazení úhlů

5 POPIS MOBILNÍ APLIKACE

Android mobilní aplikaci jsem vytvářel v Android studiu. Zkoušel jsem pro vývoj aplikace použít i prostředí „Mit App Inventor“, bohužel jsem k němu nenašel dostatek zdrojů k vytvoření potřebné aplikace. Rozhodl jsem se tedy pro Android studio. K Android studiu bylo nespočet videí na platformě Youtube, tím pádem jsem měl odkud čerpat kvantum rad od zkušenějších uživatelů. Celkově mi práce v tomto prostředí přišla mírně složitější než v jiným GUI vývojových prostředích pro přístroje, které jsem za své studium měl možnost poznat. Aplikace mi, jako začátečníkovi, zabrala přes 3 týdny velmi intenzivní práce.

5.1 Vzhled a popis jednotlivých funkcí

RX: Ukazuje průběh čtecí vyrovnávací paměti.

Status: Ukazuje status Bluetooth modulu (Připojeno, Odpojeno).

Vzdálenost: Ukazuje měřenou vzdálenost v reálném čase ve zvolených jednotkách.

Plocha: Ukazuje obsah plochy, při zapnutí funkce měření plochy a to po zadání dvou rozměrů (Distance 1 a Distance 2), ve zvolených jednotkách.

Distance1: Ukazuje první naměřenou vzdálenost ve zvolených jednotkách.

Distance2: Ukazuje druhou naměřenou vzdálenost ve zvolených jednotkách.

ÚhelX: Ukazuje naklonění v ose X při zvolené funkci vodováhy v jednotkách stupňů.

ÚhelY: Ukazuje naklonění v ose Y při zvolené funkci vodováhy v jednotkách stupňů.

Tlačítko A: Slouží zde jako potvrzovací tlačítko, které například potvrzuje změřené hodnoty, aby bylo možno je uložit do paměti nebo lze tímto tlačítkem měnit jednotky.

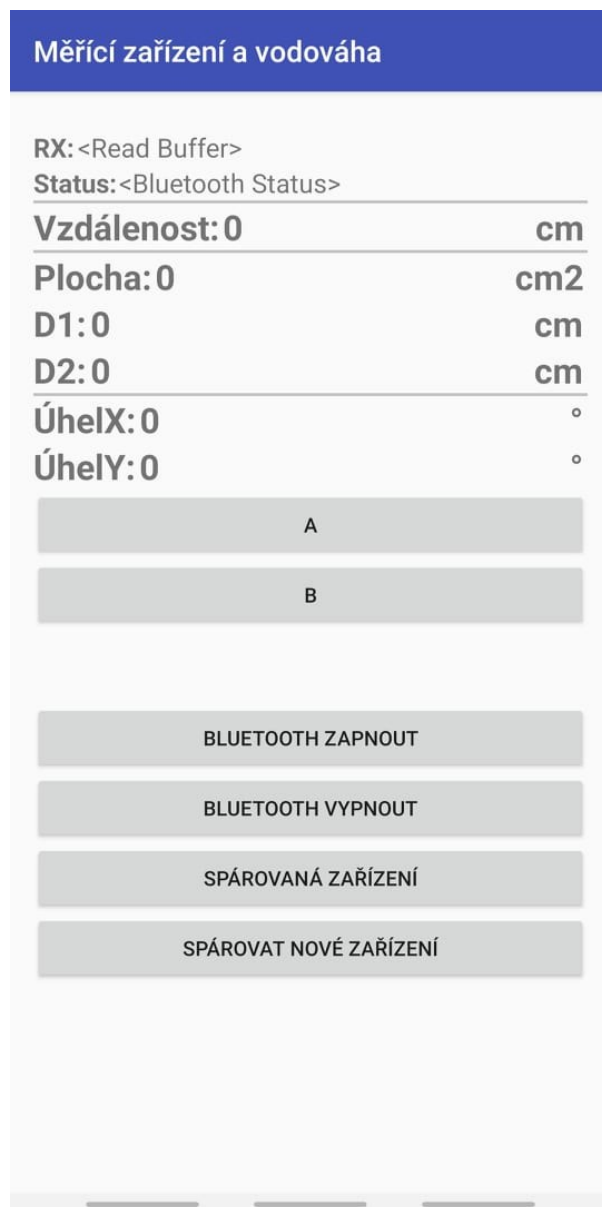
Tlačítko B: Slouží zde jako funkční tlačítko, které má za úkol přepínat mezi funkcemi.

Bluetooth zapnout: Zapne Bluetooth v telefonu.

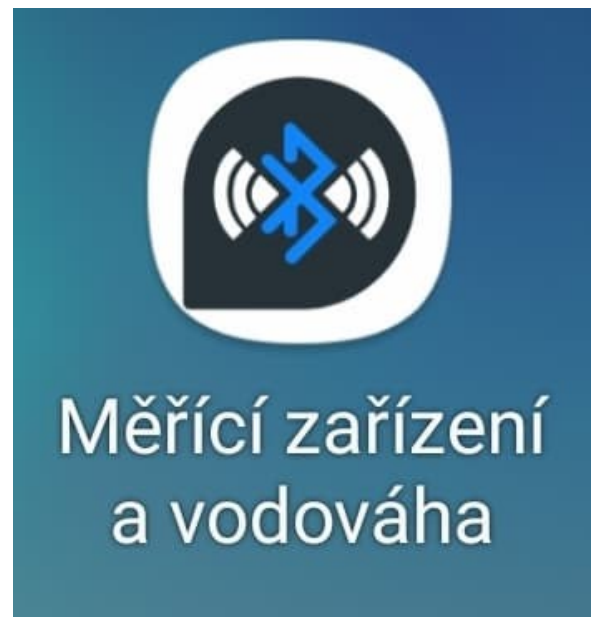
Bluetooth vypnout: Vypne Bluetooth v telefonu

Spárovaná zařízení: Ukáže výpis spárovaných zařízení s jejich uloženými MAC adresami.

Spárovat nové zařízení: Vyhledá pomocí Bluetooth v telefonu zjistitelná zařízení a se zvoleným zařízením se pokusí spárovat.



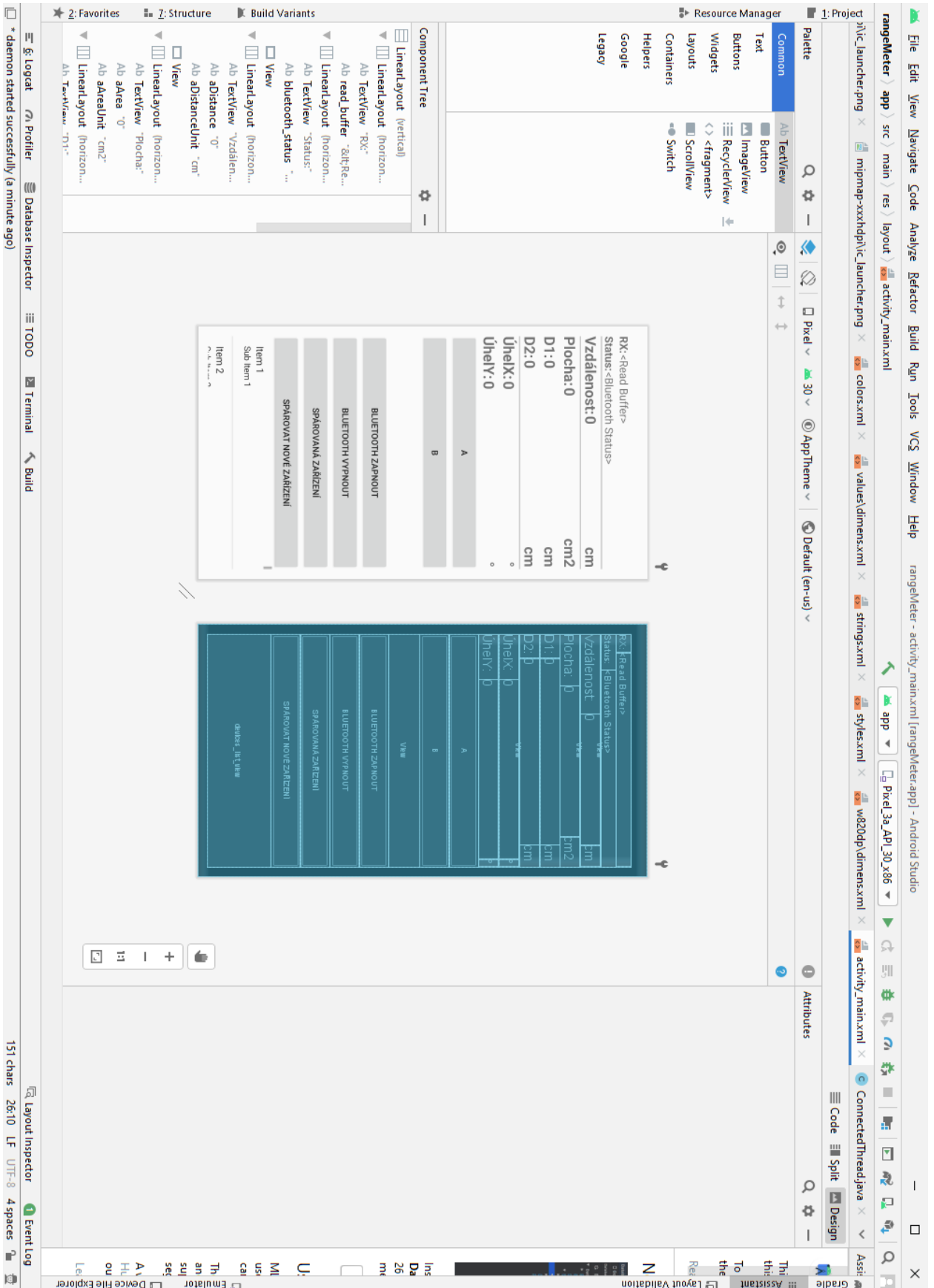
Obrázek 43 – Vzhled aplikace



Obrázek 42 – Ikona aplikace v telefonu

5.2 Průběh měření

Měření v aplikaci na rozdíl od přístroje probíhá lépe, tím je ale myšleno pouze přívětivější prostředí, ve kterém lze pracovat. Stačí vzít telefon do ruky a nechat zařízení klidně položené na námi měřeném objektu a mezitím vidíme na mobilu o kolik stupňů zařízení natočit. Jako první je v aplikaci výběr jednotek. Podle vybraných jednotek centimetry, metry, stopy nebo palce se následně v aplikaci pracuje s danými vybranými jednotkami. Ihned po vybrání jednotek následuje funkce pro měření vzdálenosti, kde si úplně stejně jako na displeji zařízení mohou vybrat dvě hodnoty a uložit si je do mezipaměti. Tyhle hodnoty se dají neustále přepisovat, jelikož jak zaplním mezipaměti (Distance1 a Distance2), tak se po připsání další hodnoty přepíše první zapsaná (tedy v tomto případě Distance1). Jako další funkce je zde měření obsahu plochy, při kterém změřím dvě hodnoty a daný obsah přes vzorec ($D1 \text{ hodnota} * D2 \text{ hodnota}$) se mi vypočítá. Na poslední funkci je zobrazování natočení zařízení v osách X a Y a to v reálném čase, následně přepočítáno na stupně. Při ideální rovině, kde je zařízení položeno je na stupnici X i Y zobrazeno 0°. Při dalším přepnutí funkce se automaticky dostanu opět do volby jednotek a celý proces může probíhat znovu. Funkce přepínám pomocí tlačítka B a tlačítko A zde vystupuje jako funkční tlačítko, díky kterému například zapisuji hodnoty proměnných do mezipaměti nebo potvrzuji předvolby.



Obrázek 44 - Vizualizace aplikace v Android Studiu

ZÁVĚR

V mé práci jsem se věnoval měření fyzikálních veličin pomocí elektronické pomůcky. Elektronické měřicí zařízení mají využití v různých odvětvích průmyslu, především ve stavebnictví. Využitelnost vodováhy s aplikací hodnotím velmi kladně, poněvadž jsem si osobně vyzkoušel podobné profesionální zařízení v praxi. Cílem mé práce bylo ukázat, jak si lze téměř amatérským způsobem vytvořit vlastní elektronické měřicí zařízení, a zároveň se zdokonalit v programování na platformě Arduino a programování mobilních aplikací. Práce mě velmi bavila, neboť elektronika je již od střední školy mým koníčkem. Nejvíce času jsem strávil programováním mobilní aplikace v AndroidStudios, jelikož ze začátku měla aplikace nespočet chyb a nefungovala na 100 %. Práce se vyvedla tak jak jsem si představoval a je plně funkční i přes vzdálené Bluetooth ovládání.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Měřicí přístroje. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2021-03-07]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/M%C4%9B%C5%99ic%C3%AD_p%C5%99%C3%ADstroj
- [2] Měřicí přístroj: Základní charakteristiky. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2021-03-15]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/M%C4%9B%C5%99ic%C3%AD_p%C5%99%C3%ADstroj
- [3] Mikropočítače. <https://physics.mff.cuni.cz/> [online]. Brno: Neznámé, 2016 [cit. 2021-03-16]. Dostupné z: <https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/elektronika/kap9/mikropo.html>
- [4] Raspberry Pi. *Opensource.com* [online]. 2020 [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://opensource.com/resources/raspberry-pi>
- [5] Arduino ethernet shield. *Arduino-* [online]. Unknown: Arduino, 2019 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://www.Arduino.cc/en/reference/ethernet>
- [6] Electronic components. *TME* [online]. -: -, 2019, 2019-09-30 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.tme.eu/cz>
- [7] Elektronické vodováhy. *Sola* [online]. -: Elektronické, 2020 [cit. 2021-04-05]. Dostupné z: <https://www.sola.at>
- [8] *JavaPoint* [online]. Unknown: Unknown, 2018 [cit. 2021-04-15]. Dostupné z: <https://www.javatpoint.com/Arduino-ide>
- [9] *Techopedia* [online]. unknown: online, 2020 [cit. 2021-04-16]. Dostupné z: <https://www.techopedia.com/definition/2953/mobile-application-mobile-app>
- [10] *Elprocus* [online]. unknown: unknown, 2020 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://www.elprocus.com/mpu6050-pin-diagram-circuit-and-applications/>
- [11] *Notebook* [online]. unknown: unknown, 2020 [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <https://notebook.cz/clanky/technologie/2013/LCD-1>

[12] *How to Mechatronics* [online]. Unknown: online, 2018 [cit. 2021-04-23]. Dostupné z: <https://howtomechatronics.com/tutorials/Arduino/Arduino-range-measurer-and-digital-spirit-level-project/>

[13] *Arduino Webnode* [online]. Unknown: online, 2013 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://Arduino8.webnode.cz/news/lekce-25-Arduino-a-akcelerometr-s-mpu-6050/>

[14] *IT Network* [online]. Unknown: online, 2014 [cit. 2021-04-26]. Dostupné z: <https://www.itnetwork.cz/hardware-pc/Arduino/Arduino-mereni-vzdalenosti>

[15] *SoftwareSerial* [online]. Online: Arduino,cc, 2019 [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://www.Arduino.cc/en/Reference/softwareSerial>

[16] *Wire* [online]. Online: Arduino.cc, 2019 [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://www.Arduino.cc/en/reference/wire>

[17] *LiquidCrystal* [online]. Online: Arduino.cc, 2019 [cit. 2021-5-3]. Dostupné z: <https://www.Arduino.cc/en/Reference/LiquidCrystal>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

m	Metr – základní jednotka délky
cm	Centimetr – jednotka délky
ft	Stopa – imperiální jednotka délky (30,5cm)
inch	Palec – imperiální jednotka délky (2,54cm)
ALU	Aritmeticko-logická jednotka
RAM	Druh paměti - Operační paměť
PC	Osobní počítač
CNC	Stroj na obrábění kovů
IP Adresa	Číslo definující síťové rozhraní v počítačové síti
LED	Diodová žárovka
HDMI	Rozhraní přenášející obraz i zvuk (digitální signál)
PWM	Pulzně šířková modulace
USB	Port pro sériové připojení různých zařízení
USB-A	Port pro sériové připojení různých zařízení (modifikovaný pro tiskárny)
COM	Sériový konektor
TX	Vysílač
RX	Příjmač
SMS	Zpráva příchozí zpravidla na telefon
SPI	Sériové komunikační rozhraní (použití mezi mikroprocesory)
V	Jednotka napětí (Volt)
A	Jednotka proudu (Ampér)
Hz	Jednotka frekvence (Hertzů)
GSM	Telekomunikační standard
LCD	Displej s tekutými krystaly
API	Aplikační programovací rozhraní

Wi-Fi Bezdrátové připojení na internet

Bluetooth Bezdrátové připojení pomocí technologie Bluetooth

PCB Pájená deska plošných spojů

SMD Malá elektronická součástka, zpravidla pájena na desku plošných spojů

A/D Převodník Zařízení převádějící Analogový signál na digitální

Ω Jednotka odporu (Ohm)

B Jednotka objemu dat - Byte (1Byte=8bit)

b Jednotka objemu dat - Bit (8bit=1Byte)

I²C Rozhraní pomocí připojení dvou kabelů (data+ a data-)

GUI Grafické uživatelské rozhraní

App Zkratka pro mobilní aplikaci

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Analogový měřicí přístroj – Ampérmetr.....	12
Obrázek 2 - Analogový měřicí přístroj – Teploměr	12
Obrázek 3 – Laserový dálkoměr.....	15
Obrázek 4 - Bublínková vodováha	16
Obrázek 5 – Hadicová vodováha	17
Obrázek 6 – Digitální vodováha	18
Obrázek 8 – Laserová vodováha.....	18
Obrázek 9 – Mikropočítač	19
Obrázek 10 – Raspberry Pi	21
Obrázek 12 – Arduino logo	22
Obrázek 13 – Arduino IDE	23
Obrázek 14 – Arduino IDE – panel nástrojů	23
Obrázek 15 – Arduino Ethernet shield	26
Obrázek 16 – Arduino relay shield	27
Obrázek 17 – GSM shield.....	28
Obrázek 18 – Multifunkční shield	29
Obrázek 19 - Barevný LCD TFT displej	30
Obrázek 20 – Zapojení LCD 16x2 displeje	31
Obrázek 21 – Arduino UNO	32
Obrázek 22 – Arduino NANO	33
Obrázek 23 – Arduino MEGA.....	33
Obrázek 24 – Nejstahovanější mobilní aplikace.....	36
Obrázek 25 – Schéma zapojení.....	38
<i>Obrázek 27 – Logo Eagle Autodesk.....</i>	<i>39</i>
Obrázek 28 – Schéma desky plošných spojů.....	40
Obrázek 29 - PCB	40
Obrázek 30 – Výrobní nastavení PCB	41
Obrázek 31 - Kalafuna.....	42
Obrázek 32 - Cín.....	42
Obrázek 33 – Pájecí hrot.....	42
Obrázek 34 – Ultrazvukový senzor HC-SR04.....	42
Obrázek 35 – Bluetooth modul HC-05	43
Obrázek 36 – Akcelerometr MPU6050	44
Obrázek 37 – Schéma procesorové jednotky akcelerometru.....	44

Obrázek 38 – Pasivní součástka (rezistor).....	45
Obrázek 39 – 3D výtisk	46
Obrázek 40 – Definice proměnných	49
Obrázek 41 – Inicializace funkcí	49
Obrázek 42 a 42 - Funkce pro Bluetooth.....	50
Obrázek 43 – Měření vzdálenosti	51
Obrázek 44 – Výpočet a zobrazení úhlů	51
Obrázek 45 – Ikona aplikace v telefonu	53
Obrázek 46 – Vzhled aplikace	53
Obrázek 47 - Vizualizace aplikace v Android Studiu.....	55

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: CD ROM