



STŘEDNÍ ŠKOLA PRŮMYSLOVÁ
A UMĚLECKÁ, OPAVA

ZÁVĚREČNÁ STUDIJNÍ PRÁCE

dokumentace

Automatický zavlažovací systém

Petr Pécsi

Obor: 18-20-M/01 INFORMAČNÍ TECHNOLOGIE
se zaměřením na počítačové sítě a programování

Třída: IT4

Školní rok: 2020/2021

Poděkování

Děkuji panu učiteli Mgr. Marcelovi Godovskému za odborné a cenné rady a také za pomoc s řešením problémů, které během práce nastaly.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci vypracoval samostatně a uvedl veškeré použité informační zdroje.

Souhlasím, aby tato studijní práce byla použita k výukovým účelům na Střední průmyslové a umělecké škole v Opavě, Praskova 399/8.

V Opavě 3. 1. 2021

podpis autora práce

ANOTACE

V tomto projektu jsem se zabýval výrobou automatického zavlažování domácích rostlin. Hlavní součástky projektu tvoří LCD displej připojen ke sběrnici I2C, mini ponorné čerpadlo s napájením na 5 voltů, půdní vlhkoměr a tlačítka.

Při zapnutí zařízení LCD displej ukáže hodnotu vlhkosti půdy, díky půdnímu vlhkoměru. Dále ukáže, zda čerpadlo, které pohání vodu přes hadičku, je zapnuté nebo vypnuté. Vedle Arduina jsou umístěny dvě tlačítka, díky kterým můžeme konfigurovat na jakých hodnotách má čerpadlo rostlinu zalévat. Projekt funguje na programovacím jazyku Arduino.

Klíčová slova

Zavlažování; Arduino; ATmega328P; LCD; I2C

OBSAH

ÚVOD.....	5
1 ZÁKLADNÍ ZAPOJENÍ ZAŘÍZENÍ	6
2 VYUŽITÉ TECHNOLOGIE	7
2.1 HARDWARE.....	7
2.1.1 SEZNAM SOUČÁSTEK	7
2.1.3 LCD DISPLEJ.....	8
2.1.4 MINI ČERPADLO	8
2.1.5 SENZOR VLHKOSTI	9
2.2 SOFTWARE	10
2.2.1 JAZYK ARDUINO.....	10
2.2.2 PLATFORMIO IDE	10
2.2.3 KICAD.....	10
3 ZPŮSOBY ŘEŠENÍ A POUŽITÉ POSTUPY.....	11
3.1 POPIS FUNGOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ.....	11
3.2 HLAVNÍ POUŽITÉ KNIHOVNY A POSTUPY	14
3.2.1 WIRE.H.....	14
3.2.2 LIQUIDCRYSTAL_I2C.H	15
4 VÝSLEDKY ŘEŠENÍ.....	16
4.1 FINÁLNÍ PODOBA ZAŘÍZENÍ	16
ZÁVĚR	17
SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	18
SEZNAM PŘÍLOH.....	20

ÚVOD

Jako svůj ročníkový projekt jsem si vybral zavlažovací systém pro domácí rostliny případně i pro venkovní využití. Rozhodl jsem se tak proto, že mě výrobek zaujal už mnohem dříve, a tudíž jsem se rozhodl ho realizovat jako ročníkový projekt. Myslím si, že toto zařízení je velice blízké běžnému životu a v domácnosti by se dalo velice prakticky využít. Hlavně v domácnostech, kde jsou členové rodiny často mimo domov a uvítali by, pokud by se o jejich flóru postaral přístroj. Jejich starostí by bylo jen doplnit vodu do příslušné nádoby.

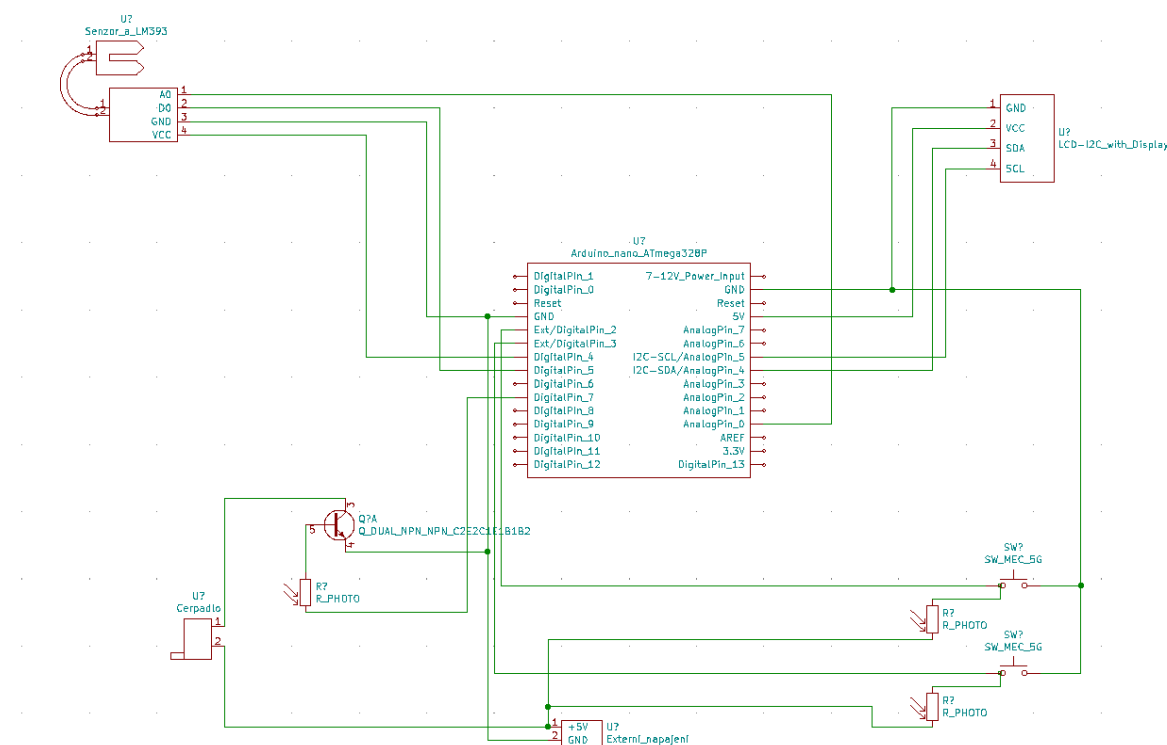
Hlavním cílem projektu bylo, aby zařízení pracovalo samostatně a hlavně efektivně. Původní nápad byl takový, že pokaždé, když někdo bude chtít zalít rostlinu, tak přijde k přístroji, zmáčkne tlačítko a přístroj rostlinu zaleje. Poté jsem se rozhodl zařízení změnit na zalévání rostlin pomocí senzoru, aby nebyla potřeba lidské interakce. Problém nastal tím, že každá rostlina potřebuje jiné množství vody a stávalo se, že několikrát květináč přetekl. Proto jsem se rozhodl přidat tlačítka na měnění hodnoty, bodu, kde se bude čerpadlo zapínat a zavlažovat rostlinu. Aktuální hodnota vlhkosti je zobrazena na připojeném LCD displeji. Původně jsem plánoval použít vývojovou desku Arduino UNO, založenou na mikrokontroléru ATmega328 od firmy Atmel. Nakonec jsem využil desku Arduino Nano ATmega328P, která mi bohatě stačila na splnění všech potřeb, které jsem si předem stanovil.

V následujících částech dokumentace popisuji konkrétní součástky, programové části a výňatek kódu.

1 ZÁKLADNÍ ZAPOJENÍ ZAŘÍZENÍ

Jako první věcí, jsem se začal zabývat správným sestavením základních součástek a to senzoru, čerpadla a samotného Arduina. Samotný displej potřebuje 5 voltů, senzor minimálně 3,3 volty, tudíž tyto součástky jsem zapojil do Arduina. Ponorné čerpadlo potřebuje 5 voltů. Na Arduino by čerpadlo nefungovalo, proto jsem zvolil externí napájení.

Arduino se zapojeným čerpadlem jsem připojil na nepájivou desku. Přímou k Arduino jsem zapojil senzor vlhkosti. Dále jsem připojil LCD displej a tlačítka na interakci s hodnotami.



obrázek č.1: Schéma projektu

2 VYUŽITÉ TECHNOLOGIE

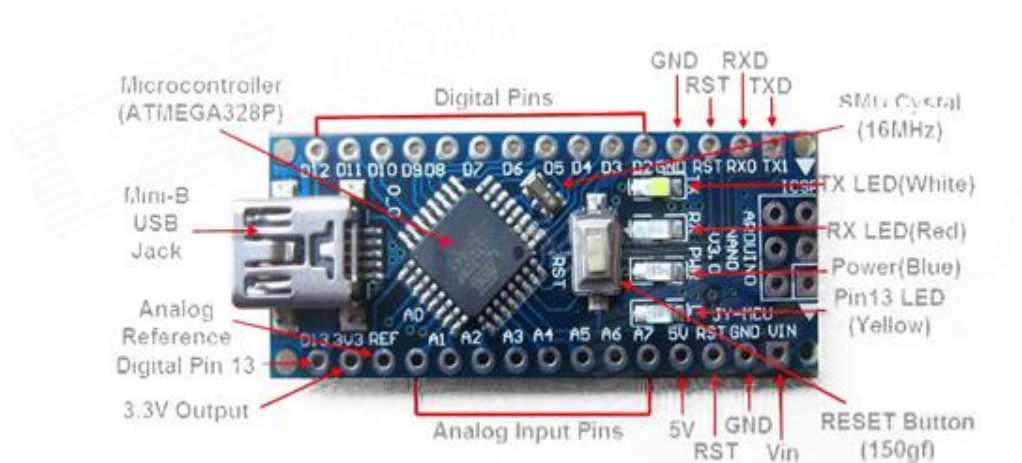
2.1 Hardware

2.1.1 Seznam součástek

- Vývojová platforma Arduino Nano ATmega328P.
- LCD displej.
- Mini čerpadlo.
- Senzor vlhkosti.

2.1.2 Arduino Nano ATmega328P

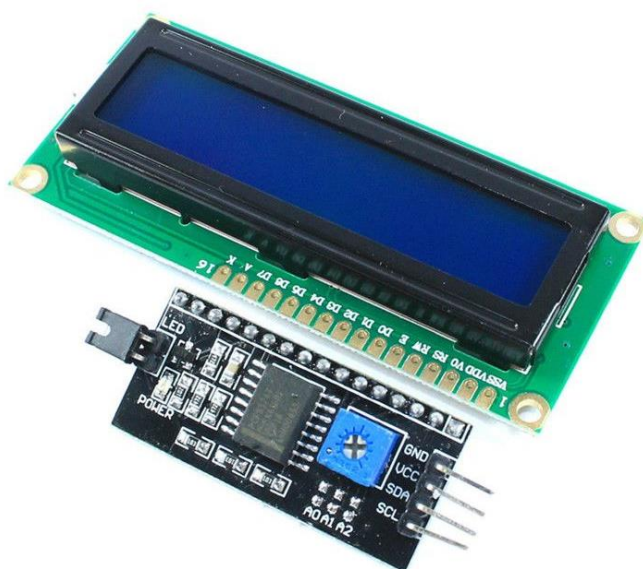
Základ projektu tvoří vývojová platforma Arduino Nano. Firmware obstarává modul ATmega328P od společnosti Atmel. Arduino Nano je se svými piny plně kompatibilní s vývojovou platformou Arduino UNO. Může být napájen napětím 5-12V, disponuje 32 kB paměti, 14 digitálními piny, 8 analogovými piny a 1 pinem s napětím 3,3V.



obrázek č.2: Vývojová platforma Arduino Nano ATmega328P

2.1.3 LCD Displej

Jedna z hlavních součástí projektu je LCD displej s modrým podsvícením. Dokáže vypsat 32 znaků na 2 řádky, takže plně vystačí potřebám mého projektu. Napájení potřebuje 5 voltů, takže stačí zapojení v samotném Arduino. LCD displej, který využívám je připojen na sběrnici I2C, což mi umožňuje šetřit místem. K provozu displeje je potřeba stažení příslušné knihovny.



obrázek č.3: LCD Displej 1602a se sběrnici I2C

LiquidCrystal_I2C: <https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/liquidcrystal-i2c/>

2.1.4 Mini čerpadlo

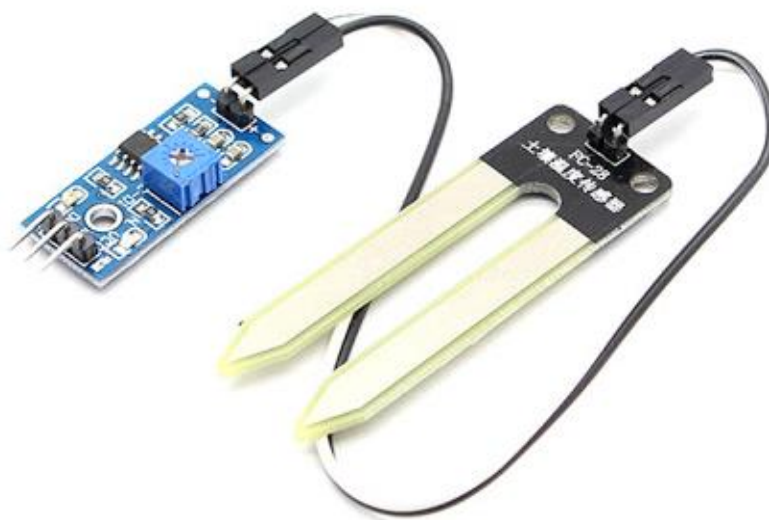
Mini ponorné čerpadlo využívám na samotné zavlažování rostliny. Jelikož toto čerpadlo potřebuje 2,5 až 6 voltů, musí být napájeno z externího zdroje. Průtok čerpadla činí 80-120 litrů za hodinu, což plně vyhovuje mému projektu.



obrázek č.4: Mini ponorné čerpadlo

2.1.5 Senzor vlhkosti

Senzor vlhkosti půdy využívám na detekci hodnoty samotné půdy v květináči a na základě této hodnoty poté spouštím či zastavuji čerpadlo. Senzor potřebuje napětí 3,3 až 5 voltů tudíž stačí být zapojený ve výše zmíněném Arduinu.



obrázek č.5: Senzor vlhkosti

2.2 Software

2.2.1 Jazyk Arduino

Program, který slouží k ovládání hardwarových součástí projektu je napsán v jazyce Arduino. Jazyk je, až na drobné změny, velmi podobný jazyku C a C++. Samotný jazyk Arduino byl vytvořen přímo k programování integrovaných obvodů.

2.2.2 PlatformiO IDE

Vývojové prostředí, které jsem zvolil, bylo PlatformiO IDE. Prostředí bylo vytvořeno a uzpůsobeno pro vytváření a nahrávání programů do různých vývojových desek. Momentálně jich PlatformiO IDE podporuje více než 200 a také více než 15 platforem jako například: Atmel, Freescale, Teensy, Espressif, AVR atd.

2.2.3 KiCad

Pro vytváření plošných spojů jsem si vybral program KiCad. Jedná se o svobodný software. Dají se zde navrhovat schémata zapojení elektrických obvodů a jejich převodů do plošných spojů. KiCad je naprogramovaný v jazyce C++ a jedná se o multiplatformní software.

3 ZPŮSOBY ŘEŠENÍ A POUŽITÉ POSTUPY

3.1 Popis fungování zařízení

Po zapnutí Arduina Nano se automaticky spustí funkce `setup()` a pomocí knihovny `LiquidCrystal` se nastaví LCD displej pomocí parametrů dané v `setupu`. Na LCD displeji se poté vypíší zapsaná data.

Před funkcí `loop()` jsou uloženy dvě funkce: `funkce_plus()` a `funkce_minus()`. Tyto funkce mají za úkol přičítat hodnotu na globální proměnnou `ZavlazovacíBod`. Tato proměna udává, při jaké vlhkosti půdy se bude čerpadlo spouštět. Funkce mají proměnné uloženy ve funkci `setup()` pod proměnnou `attachInterrupt`. Tato proměnná spouští danou funkci, rovnou ve chvíli, kdy je nastavený pin narušen, nehledě na stav zařízení.

Ve funkci `loop()` je uložen cyklus `if()`, který zapíná a vypíná senzor vlhkosti podle stanoveného času. Také se zde zobrazí momentální hodnoty na LCD displeji. Uvnitř tohoto cyklu se nachází další cyklus `if()`, ten slouží pro zapínání a vypínání čerpadla podle dat přijatých do senzoru – vlhkosti půdy.

Příklad:

Pro spuštění čerpadla potřebujeme, aby bod vlhkosti přesáhl daný zavlažovací bod, proto zde máme tlačítka na regulaci hodnoty daného bodu.

```
int zavlazovacíBod = 650;
```

obrázek č.6: Proměnná bodu zalévání

Proměnná `zavlazovacíBod` musí být globální, aby mohla být upravována ve funkcích pomocí `interruptu`.

```
void funkce_plus(){
    zavlazovaciBod+=50;
}

void funkce_minus(){
    zavlazovaciBod-=50;
}
```

obrázek č.7: Funkce na úpravu hodnoty

Tyto funkce se spustí při stlačení tlačítek. Jsou zapsány pomocí attachInterrupt, díky této referenci se funkce spustí při jakémkoliv zmáčknutí tlačítka, nehledě na stav kódu.

```
pinMode(motorPin, OUTPUT);
pinMode(buttonPlus, INPUT_PULLUP);
attachInter-
rupt(digitalPinToInterrupt(buttonPlus), funkce_plus, RISING);
pinMode(buttonMinus, INPUT_PULLUP);
attachInter-
rupt(digitalPinToInterrupt(buttonMinus), funkce_minus, RISING);
digitalWrite(vccPin, LOW);
digitalWrite(motorPin, LOW);
```

obrázek č.8: Hodnoty uložené v setup()

Když momentální hodnota vlhkosti půdy (zjištěna pomocí senzoru vlhkosti) přesáhne hodnotu zavlažovacího bodu, spustí se čerpadlo. Voda proudí 3 sekundy, poté se čerpadlo zastaví. V tentýž čas se provede zjištění vlhkosti a poté je na následném výsledku čerpadlo opět spuštěno či nikoli.

```
if(analog > zavlazovaciBod){
    digitalWrite(motorPin, HIGH);
    delay(3000);
    digitalWrite(motorPin, LOW);
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print("ON ");
}else {
    digitalWrite(motorPin, LOW);
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print("OFF");
}
```

obrázek č.9: Funkce pro spouštění čerpadla

Ve funkci loop() se nachází if() s použitím reference millis(), která provede měření vlhkosti, podle výsledku, zda proběhly 3 vteřiny. Na konci funkce, kde probíhá spouštění čerpadla se čas, který uběhl přičte na hodnotu millis() a pokud čas přesáhl 3 sekundy, spustí se senzor a na millis() se poté přičte nová hodnota.

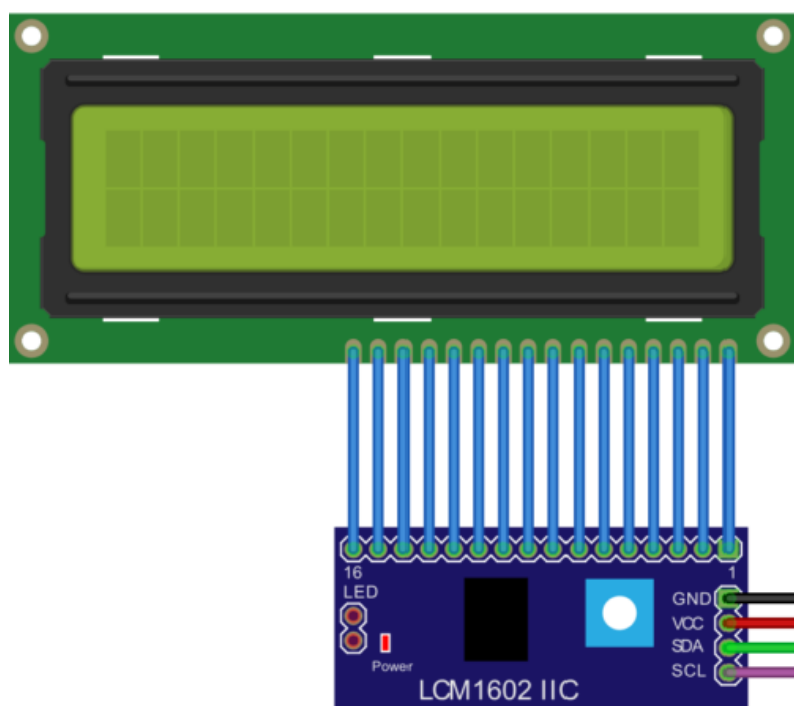
```
if (millis() - cas > 3000) {
    digitalWrite(vccPin, HIGH);
    delay(100);
    int analog = analogRead(analogPin);
    bool digit = digitalRead(digitalPin);
    ...
    cas = millis();
}
```

obrázek č.10: Funkce pro spuštění senzoru

Hlavní použité knihovny a postupy

3.1.1 Wire.h

Tato knihovna umožňuje komunikovat se zařízeními, které jsou připojeny na sběrnici I2C. Tato sběrnice, původně od značky Phillips, se používá na RTC modul, IO expander a také samozřejmě na LCD displej. Také se používá zkratka TWI, původně od značky Atmel, jedná se o to samé. Využívám LCD displej s touto sběrnicí, díky tomu, že je mnohem jednodušší na zapojení, ale hlavně šetří místem.



obrázek č.11: Zapojení LCD displeje na sběrnici I2C

Pro funkci tohoto typu LCD displeje stačí mít knihovnu pouze připojenou.

3.1.2 LiquidCrystal_I2C.h

Tato knihovna umožňuje konfigurovat a ovládat LCD displej. Verse s I2C dokáže konfigurovat zařízení se směrnicí I2C, ve funkcích se nijak neliší. Příklady některých funkcí:

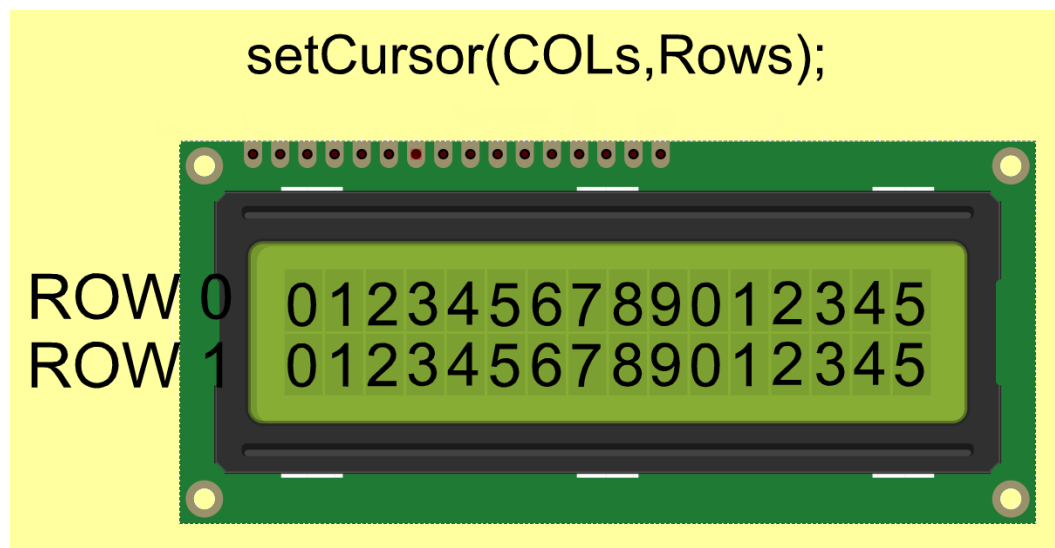
lcd.begin(); – musí být vyvolána před zahájením zadávání příkazů.

lcd.print("Pudni vlhkomer"); - vypíše zadaný text do LCD displeje.

lcd.setCursor(0, 1); - umožňuje vypsát daný text na příslušné místo. Vypisuje se za lcd.print.

Příklady k vysvětlení: *lcd.setCursor(0, 0);* - první řádek vlevo
lcd.setCursor(15, 0); - první řádek vpravo
lcd.setCursor(0, 1); - druhý řádek vlevo
lcd.setCursor(15, 1); - druhý řádek vpravo

Ve funkci loop() se poté vypisují nové lcd.print() a lcd.setCursor(), které vypisují data získané ze senzoru vlhkosti, a zda čerpadlo běží či je vypnuté.



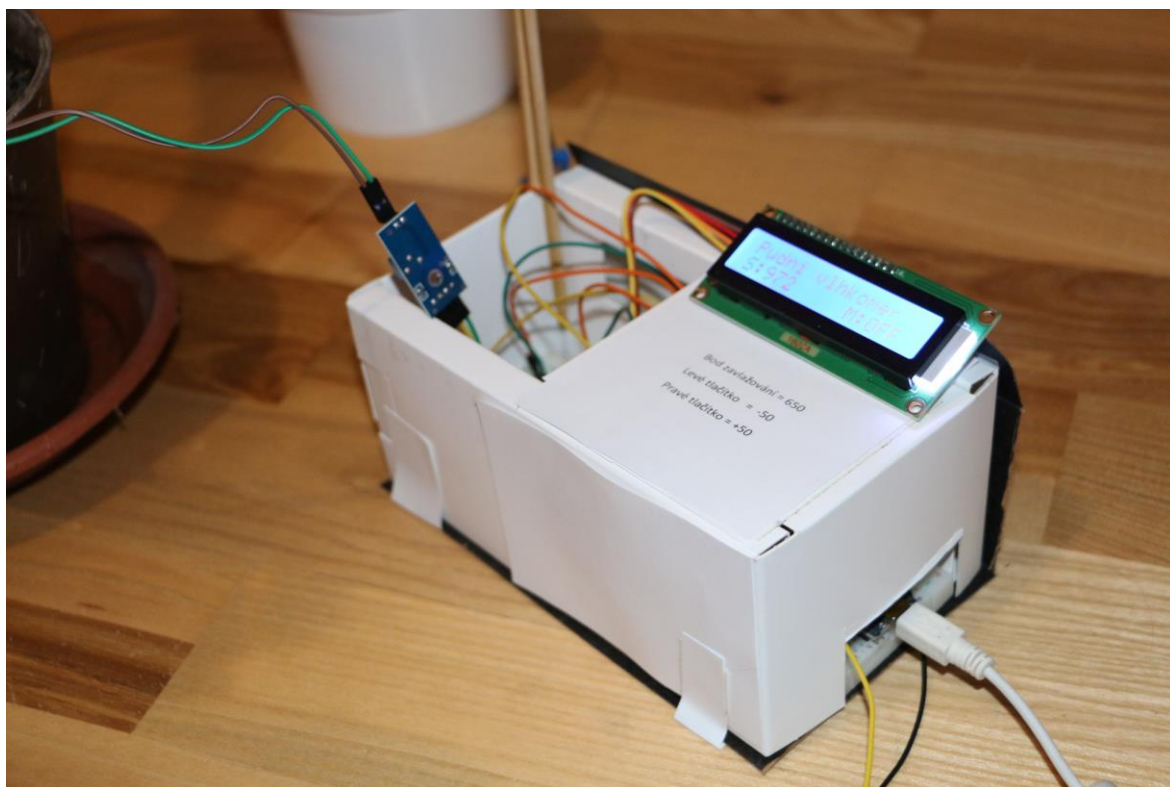
obrázek č.12: Vysvětlení psaní na LCD displej

4 VÝSLEDKY ŘEŠENÍ

4.1 Finální podoba zařízení

V mé finální a současné podobě je zavlažování plně funkční, díky regulaci pomocí tlačítek. současná verze mého projektu je umístěna do krabičky, aby byla více přehledná a pro uživatele byly viditelné pouze důležité součásti výrobku.

Regulace díky tlačítkům funguje, jak má, ale pokud by se hodnota regulovala na nezjistitelnou hodnotu, může se pouze pomocí resetu na Arduino vynulovat na počáteční hodnotu. V blízké době bych chtěl tuto část projektu spravit, aby byla regulace více přehledná.



obrázek č. 13: Hotový model zařízení

ZÁVĚR

Cílem projektu bylo vytvořit funkční automatické zavlažování rostlin založené na zjišťování bodu vlhkosti půdy a následnému čerpání vody z kyblíku do květináče.

Projekt tvoří hardwarová a softwarová část. Hardwarová část je založena na vývojové desce Arduino Nano ATmega328P. Dále byl použit senzor vlhkosti a mini čerpadlo od Arduina.

Programová část je řešena v jazyce Arduino, lze zde také použít jazyk C a C++.

V této části projektu se zabývám spuštěním mini čerpadla, když program zjistí menší hodnotu vlhkosti, než je dané minimum. Hodnota se čte pomocí senzoru vlhkosti, který zasílá data. Minimum vlhkosti se konfiguruje pomocí tlačítek.

Všechny vytyčené cíle byly splněny, regulace bodu zavlažování byla jednoduše a prakticky vyřešena pomocí dvou tlačítek. Určitě bych se chtěl později ještě pokusit o vytvoření webové aplikace na zavlažování rostlin a regulace bodu zavlažování pomocí mobilního telefonu. A také bych chtěl ještě upravit zavlažování tak, aby bylo zařízení více přehledné, zregulovat kabely a vylepšit externí napájení.

Odkaz na GitHub: <https://github.com/PetersonAjtakSom/Projekt>

SEZNAM POUŽITÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ

- [1] *Mikrokontroler ATmega328P* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
<https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328p>
- [2] *Vývojová platforma Arduino Nano ATmega328P* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.hadex.cz/m380b-nano-v30-r3-atmega328p-precizni-klon-arduino/>
- [3] *Půdní vlhkoměr* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
<https://navody.drateg.cz/navody-k-produktum/pudni-vlhkomer.html>
- [4] *Mini ponorné čerpadlo* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://arduino-shop.cz/arduino/1271-eses-mini-cerpadlo.html>
- [5] *LCD Displej* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
<http://robodoupe.cz/2015/i2c-adapter-pro-lcd-displej/>
- [6] *KiCAD* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
https://componentsearchengine.com/library/kicad?gclid=Cj0KCQiA88X_BRDUARIsACVMYD-c939O64VhnOfkb-_GDJAVX82zyNiQMUH4OIURIVaIq66olm5tVwIaAqdzEALw_wcB&gclsrc=aw.ds
- [7] *LiquidCrystal_I2C knihovna* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
<https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/liquidcrystal-i2c/>
- [8] *AttachInterrupt* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
<https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/external-interrupts/attachinterrupt/>

- [9] *Arduino Plant Watering System* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
<https://www.instructables.com/Arduino-Plant-Watering-System/>
- [10] *Automatic Plant Watering System Using Arduino Uno* [online]. [cit. 2020-12-28].
Dostupné z: <https://create.arduino.cc/projecthub/neetithakur/automatic-plant-watering-system-using-arduino-uno-8764ba>
- [11] *Arduino Controlled Automatic Indoor Plant Watering System* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.digikey.com/en/maker/projects/arduino-controlled-automatic-indoor-plant-watering-system/4d3873d806474d69a740b046fd894252>
- [12] *Arduino Plant Watering System* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z:
<https://jjbskir.medium.com/arduino-plant-watering-system-e14313438593>
- [13] *Automatic Watering System for Plants Using Arduino* [online]. [cit. 2020-12-28].
Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=nUHizmtyt74>
- [14] *Arduino Automatic Garden Bed Watering System* [online]. [cit. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=OvsGqDL6bGU>

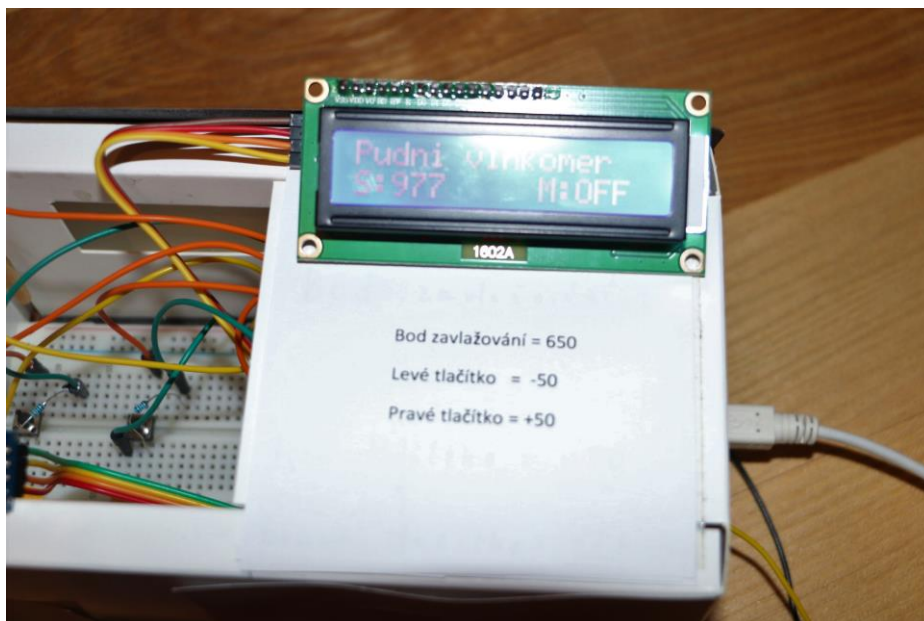
SEZNAM PŘÍLOH

č. 1 Fotodokumentace

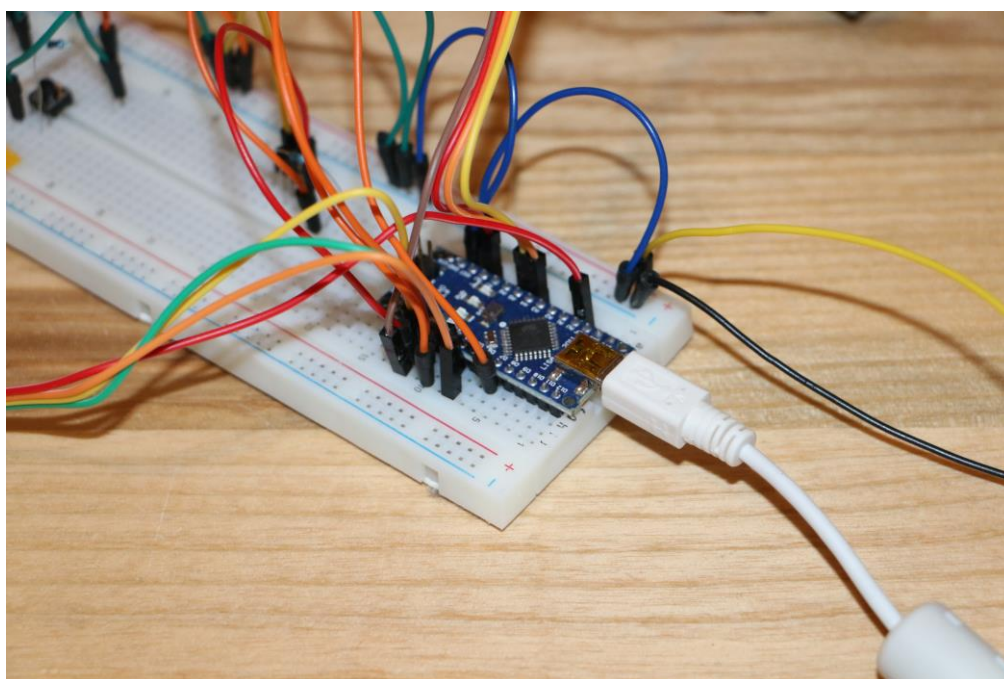
Příloha č. 1: Fotodokumentace



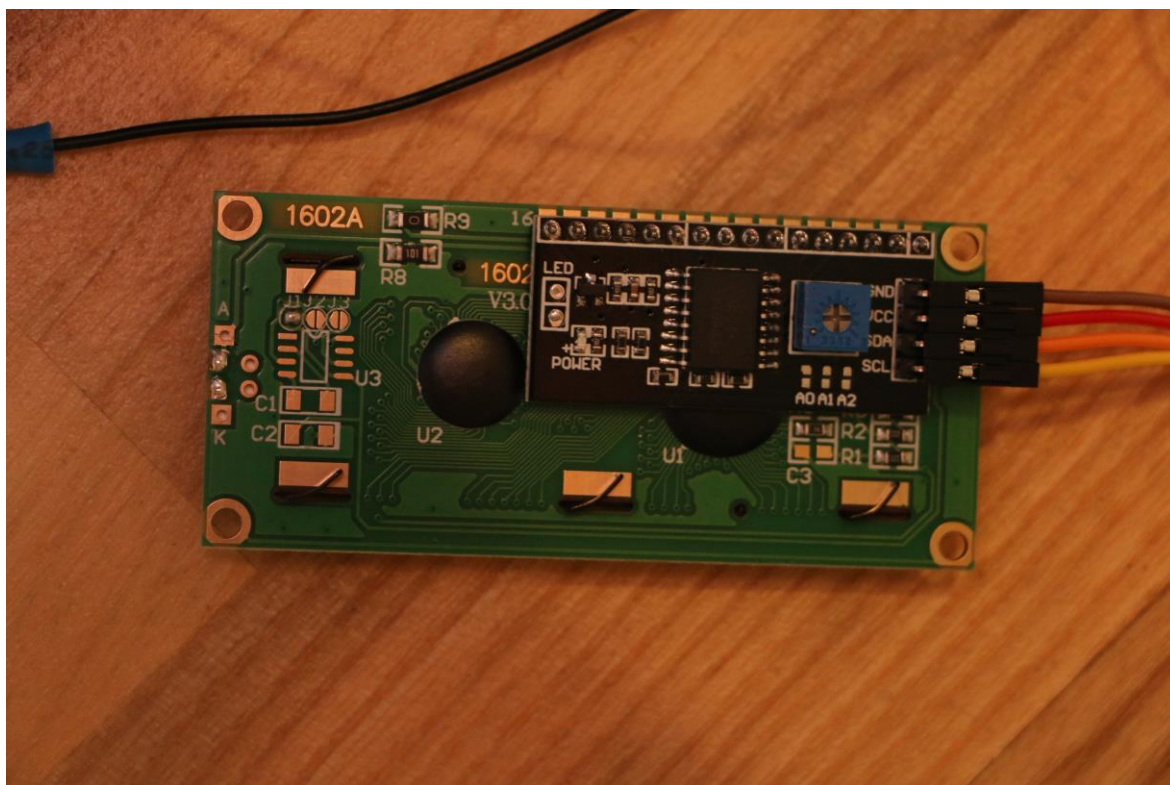
obrázek č. 14: Kbelík na vodu pro čerpadlo a samotná rostlina



obrázek č. 15: Detail hotového zařízení



obrázek č. 16: Samotné Arduino se zapojenými součástky



obrázek č. 17: Sběrnice I2C od LCD displeje