

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: 18. Informatika

Integrace do průmyslu 4.0

Jakub Andrýsek

Brno 2021

STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

INTEGRACE DO PRŮMYSLU 4.0

INTEGRATION INTO INDUSTRY 4.0

AUTOR	Jakub Andrýsek
ŠKOLA	Gymnázium Brno, Vídeňská, příspěvková organizace
KRAJ	Jihomoravský
ŠKOLITEL	Mgr. Jaroslav Páral
OBOR	18. Informatika

Brno 2021

Prohlášení

Prohlašuji, že svou práci na téma *Integrace do průmyslu 4.0* jsem vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Jaroslava Párala a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Dále prohlašuji, že tištěná i elektronická verze práce SOČ jsou shodné a nemám závažný důvod proti zpřístupňování této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Brně dne: _____

Jakub Andrýsek

Poděkování

Děkuji svému školiči Mgr. Jaroslavovi Páralovi za obětavou pomoc, podnětné připomínky a hlavně nekonečnou trpělivost, kterou mi během práce poskytoval.

Tato práce byla provedena za finanční podpory Jihomoravského kraje.



Anotace

Anotace má za úkol stručně popsat cíle práce a velmi stručný úvod k tématu. Většinou bývá použit první odstavec, nebo jiná část úvodu.

Zahradničení je dnes naprosto běžnou zájmovou činností. Mnoho lidí mající takovou zálibu je ovšem velmi časově vytížených. Kromě práce se musí starat mnohdy i o rodinu a na péči o rostliny jim často jednoduše nezbývá čas. Jedním z těchto lidí je i můj táta, který mě inspiroval k vytvoření PRO-TOPlantu – systému pro snadnou a levnou automatizaci skleníku.

Cílem práce je vytvořit univerzální a dostupný systém pro automatizaci skleníku, který by usnadnil péči o rostliny časově vytíženým lidem.

Klíčová slova

Klíčová slova. Snažte se najít alespoň 5, ideálně i více klíčových slov, která jednoduše vystihují vaši práci.

automatizace skleníku, ESP32, PROTOPlant, automatizace, open-source hardware, open-source software

Annotation

Zde přijde anglický překlad anotace.

Gardening is a very common hobby today. However, many people who likes this activity doesn't have enough time for it. Beside work, they have to take care of their families and after this, they don't have any time to take care of plants. My dad is exactly this kind of man. And that inspired me to create PROTOPlant – system for easy and cheap greenhouse automation.

Goal of this thesis is to create universal and available system for greenhouse automation, that will make it easier for these people to take care of their plants.

Keywords

Klíčová slova - jejich překlad do angličtiny.

greenhouse automation, ESP32, PROTOPlant, automation, open-source hardware, open-source software

Obsah

Úvod	10
1 Konkurence	11
1.1 Hardware	11
1.1.1 PLC	11
1.1.2 Industruino	11
1.1.3 Hardwario	12
1.1.4 Arduino	12
1.1.5 Srovnání	12
1.2 Software	14
1.2.1 NodeRED	14
1.2.2 Blynk	14
1.2.3 Home asistent	14
1.2.4 Porovnání	14
2 Integrace do průmyslu 4.0	16
2.1 Popis	16
2.2 Řešení	17
2.3 Nasazení	17
3 Senzory	18
3.1 1. verze - univerzální sensorika	18
3.1.1 Řídící deska	18
3.2 Uchycení	19

3.3	Program	19
3.4	2. verze - speciální sensorika	20
3.4.1	Řídící deska	20
3.5	Uchycení	21
3.6	Program	21
4	Webový server	22
4.1	Webový server	22
4.2	Funkcionalita	23
4.3	Fronted	23
4.3.1	Bootstrap	23
4.3.2	JavaScript	24
4.4	Backend	24
4.4.1	PHP	24
4.4.2	Nette	25
4.4.3	API	25
4.5	Databáze	25
4.5.1	Návrh	26
5	Podpůrný server	27
5.1	Funkcionalita	27
5.2	Kontrola senzorů	28
5.3	Automatické aktualizace	28
6	Vývoj	29
6.1	Systém Pletačka IoT verze 1.0	29
6.1.1	Univerzálnost	30
6.2	Systém Pletačka IoT verze 2.0	30
6.2.1	Přizpůsobivost	30
6.3	Systém Pletačka IoT verze 3.0	31
6.3.1	Budoucnost :-)	31

7 Testování	32
7.1 Domácí testování	32
7.1.1 Vývoj modulů	33
7.2 Testování ve firmě	33
7.2.1 Doladování chyb	33
8 Nasazení	34
8.1 Nasazení ve firmě	34
8.1.1 Zpětná vazba	35
Přílohy	37
A Senzory	37
A.1 Pletačka board v1.0	37
A.1.1 Hardware	38
A.1.2 Software	38
A.2 Pletačka board v2.0	38
A.2.1 Hardware	39
A.2.2 Software	39
B Webový server	40
B.1 Struktura projektu	40
B.2 Uživatelské rozhraní	41
B.3 Backend	41
B.4 API	41
C Podpůrný server	42
C.1 Komunikace se senzory	42
C.2 Aktualizace senzorů	43
Literatura	44
Seznam obrázků	45
Seznam tabulek	46

Úvod

Cílem práce je navrhnout ucelený systém monitorující chod strojů ve firmě a přizpůsobit ho co možná nejlépe potřebám firmy.

S nápadem vytvořit takovýto systém přišel můj děda, zakladatel firmy na výrobu ponožek. Jeho snem vždy bylo mít takový systém který by částečně zastal monotónní lidskou práci a nahradil ji efektivní automatizací.

Můj systém jsem tedy navrhoval na míru pro rodinou firmu na pletení ponožek, ve které je okolo 25 pletacích strojů. Tento systém je schopen v reálném čase zaznamenávat a následně odesílat naměřená data ze strojů na server. Pro uživatele pak systém nabízí moderní webové stránky, kde si může naměřená data přehledně zobrazit a analyzovat.

Podle pletacích strojů na kterých tento systém běží jsem ho pojmenoval Pletačka IoT. Systém se skládá ze tří částí, sensorová část, která je připojené k pletacímu stroji a odesílá data. Dále pak server, který všechny data zpracovává a zobrazuje je uživateli. Poslední částí je podpůrný server, který se stará o aktualizaci senzorů a o kontrolu jejich správného chodu.

Při vytváření tohoto projektu jsem si dal za cíl

- projekt s otevřeným zdrojovým kódem
- cenová dostupnost
- jednoduché přidání senzorů
- přehledné uživatelské rozhraní

Kapitola 1

Konkurence

Tento systém je velice specifický a nedá se srovnávat jako celek. Potenciální konkurenci tohoto systému jsem tedy rozdělil na dva celky.

- Hardware
- Software

1.1 Hardware

1.1.1 PLC

PLC neboli programovatelný logický automat je průmyslový počítač k řízení automatizovaných procesů. Automaty zpracovávají data v reálném čase a s co nejkratší odezvou. PLC jsou velmi modulární a dají se skládat různě dohromady, podle potřeby uživatele. Je možné je také připojit do sítě a vzdálené řídit.

1.1.2 Industruino

Firma Industruino[3] se zabývá vývojem zařízení pro průmyslovou automatizaci založenou na platformě Arduino. Zařízení splňují průmyslové standardy

JA
Note:
[Přidat
obrázky](#)

a jsou navrženy pro montáž na DIN lištu. Firma nabízí také moduly s WiFi nebo se SIM konektivitou.

1.1.3 Hardwario

Hardwario[2] je česká firma, která nabízí průmyslové IoT stavebnice. Cílem této firmy je nabídnout průmyslové IoT řešení, které si sami sestavíte podle svých představ. Firma se zaměřuje na nízkoeenergetické moduly s vydrží několika let. Nevýhodou tohoto produktu je jeho vysoká pořizovací cena.

JA
Note:
Cena???

1.1.4 Arduino

Arduino [5] je otevřený (open source) projekt který se díky své nízké ceně a jednoduchosti na používání rozšířil po celém světě. Arduino má v nabídce přes deset různých modelů. Desky jsou univerzální a jsou velmi často využívány na kutilské projekty. K Arduinu také existuje velké množství shieldů, které základním modulům dodávají další funkcionalitu. Jde například o WiFi moduly, motorové moduly, nebo různé teplotní senzory. Desky Arduino se programují v jazyce Wiring¹, nebo v jazyce C++.

1.1.5 Srovnání

První tři zmíněné platformy jsou hojně využívány v průmyslu a řídí většinu automatizovaných procesů, jejich nasazení je složité a celé systémy jsou velmi drahé.

Požadavky na platformu

1. Jednoduché uchycení
2. Průmyslové napětí 5-25 V
3. Open source

¹Jazyk vytvořený k programování mikročipů

	1	2	3	4	5	6
PLC	✓	✓	✗	✓	✓	✗
Industruino	✓	✓	✓	✗	✓	✗
Hardwario	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Arduino	✗	✗	✓	✗	✗	✗
Moje řešení	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4. Barevný display

5. Bezdrátová konektivita ve výchozím provedení

6. Moderní konektor USB C

1.2 Software

1.2.1 NodeRED

NodeRED je jednoduché grafické prostředí k programování IoT zařízení. Hlavní výhodou této aplikace je, že celá běží jako webová stránka. Tím umožňuje uživateli rychlou práci bez nutnosti instalovat speciální aplikace. NodeRED programování stojí na principu propojování jednotlivých uzlů. Pro složitější projekty může být složité nastavit propojení bloků. Ve složitějších projektech mohou být bloky dosti nepřehledné a složité na úpravu.

1.2.2 Blynk

Blynk je platforma pro vzdálené ovládání IoT projektů. Základem platformy je jednoduchá mobilní aplikace pro nastavování a vyčítání dat. Aplikace nabízí velké množství widgetů které se připojují na zobrazovací panel. Na osobní projekty do pěti zařízení je aplikace zdarma, jinak je nutné platit měsíční poplatky.

1.2.3 Home asistent

Home asistent je software pro řízení chytrých domácností. Systém dokáže pracovat s více než 1700 službami. Připojená zařízení se konfiguruji pomocí textového souboru. Aplikace také dokáže integrovat mnoho rozšíření, například ESPHome. To slouží k ovládání mikrokontrolérů ESP které jsou hojně rozšířené v komunitě domácích. Aplikace také nabízí přehledné widgety k rychlému zobrazení nejdůležitějších dat.

1.2.4 Porovnání

Node RED a Home asistent jsou projekty s otevřeným zdrojovým kódem, utvářené komunitou, díky tomu jsou tyto systémy velmi modulární a rychle se rozvíjejí. Naopak Blynk je uzavřená platforma zaměřená na firmy a vývojáře.

Můj systém spojuje užitečné vlastnosti ze všech těchto systémů a nabízí je jako celek v podobě systému Pletačka IoT.

Kapitola 2

Integrace do průmyslu 4.0

Průmysl 4.0 se do České republiky dostal okolo roku 2013 a od té doby se stále více rozšiřuje v průmyslových firmách. Jedno z klíčových míst je IoT, neboli internet věcí, který nám zajišťuje vzdálenou kontrolu a řízení strojů. Další vlastností těchto systémů je zaznamenávání a následné ukládání dat do datových úložišť. Moderní IoT řídicí systémy se snaží proniknout co nejvíce do hloubky řídicích systémů a zpřesnit tak naměřená data důležitá pro optimalizaci produkce.

2.1 Popis

Při návrhu mého systému jsem se snažil řídit se těmito zásadami a navrhnout tak co nejmodernější a provozně efektivní systém. Základem bylo zhodnocení stávající situace a navržení možného řešení.

Jednotlivé problémy

- dlouhá doba stání nečinných strojů
- ruční počítání vyprodukovaného zboží
- absence historického přehledu produkce

JA
Note:
GRAF

2.2 Řešení

Mým řešením je tedy návrh moderního systému, který by celý tento provoz monitoroval a přehledně .. Dále se také snažím o zhodnocení jednotlivých směn a jejich porovnání v grafech a naměřených číslech. Systém je neustále vyvíjen a rozšiřován o nové funkcionality navržené firmou.

2.3 Nasazení

Jak jsem již psal, tento systém je aktuálně nasazen ve firmě ROTEX Vysočina s.r.o, která se věnuje výrobou ponožek. Firma pracuje ve dvousměnném provozu a denně se zde vyprodukuje v průměru **** párů ponožek. Díky mému systému by se ve firmě dala zoptimalizovat produkce a výkon strojů a zefektivnit tak následnou výrobu.

JA

Note:

Obrázek
pletárny

Kapitola 3

Senzory

Před začátkem navrhování senzorů bylo nutné si sepsat požadavky na senzory.

3.1 1. verze - univerzální sensorika

Při návrhu první verze senzoru jsem se držel těchto bodů

- vstup ze 4 periférií
- senzor s barevným displayem
- vstupní napětí od 8 do 25V
- teplotní čidlo
- tři barevné diody
- čtyři uživatelská tlačítka

3.1.1 Řídící deska

Návrh desky jsem tvořil v aplikaci EAGLE od společnosti Autodesk. Deska má rozměry 75 na 60 mm a v každém rohu má upevňovací díry. Kabely se

do desky připojují pomocí 5mm svorkovnice. Na vstupu napájení je měnič napětí který pracuje v rozsahu od 8 do 25 voltů a na výstupu dává 5V.

Řídící procesor celé desky je modul ESP32 T-Display[4] s barevným IPS displayem. Tento čip také zajišťuje WiFi konektivitu s okolím a odesílání naměřených dat na server. Pro bezpečný vstup z periférií se využívají optočleny, které předávají signál do mikroprocesoru. K uživatelskému řízení senzoru jsou zde 4 programovatelná tlačítka a tři indikační diody. Aktuální naměřená data se zobrazují na displayi a informují obsluhu o čase stání stroje. Senzor je tedy schopen zaznamenávat data ze 4 vstupů a teplotu z teplotního senzoru.

JA
Note:
Optočlen
JA
Note:
Čase
stání
stroje -
napsat
jinak

3.2 Uchycení

Obal řídicí desky je vytisknutý na 3D tiskárně, na přední straně má vyřezané průhledné plexi sklo do kterého jsou vyvrtané díry na tlačítka. Na boční straně krabičky jsou udělané dvě drážky na protažení stahovací zip pásky. Kabele jsou poté svedeny po konstrukci stroje až k perifériím. Display je tak jednoduše nastavitelný, a pohodlně přizpůsobitelný.

JA
Note:
Překopat
:-)

3.3 Program

K programování využívám aplikaci Visual Studio Code s rozšířením PlatformIO, které je navržena k programování mikrokontrolérů. Zdrojový kód mám napsaný v jazyce C++. Program se skládá z několika smyček, které se pravidel spouštějí a vykonávají. První a zároveň nejdůležitější smyčka je sensorová, v této smyčce se periodicky kontroluje stav vstupů a při změně se odešle událost na server. Další smyčka zajišťuje pravidelné vykreslování dat na display a ostatní smyčky se starají o správný chod senzoru a o jeho aktualizaci. Software také obsahuje ladící mód ve kterém si administrátor může zobrazit stav senzoru v mobilní aplikaci.

JA
Note:
Obrázek
deksa
=,
krabička

3.4 2. verze - speciální senzorika

Po měsíci testování jsem vytvořil nový seznam, zaměřený pouze na monitoring výroby ponožek na specifických strojích. Zařízení je díky tomu mnohem menší, levnější a softwarově rychlejší.

- vstup pouze ze 2 periferií
- senzor s barevným displayem
- vstupní napětí již od 5V
- zredukování rozměrů
- jednoduše dostupný USB C kabel
- zachování možnosti externích senzorů
- dostačující dvě tlačítka
- možnost přímého napájení senzoru bez měniče

3.4.1 Řídící deska

Návrh druhé desky jsem se rozhodl udělat v open source aplikaci KiCad, která začíná být velmi populární. Tato aplikace podporuje mnoho rozšíření, která velmi zpříjemní návrh a zjednoduší přípravu podkladů.

V novém návrhu jsem se především zaměřoval na rozměr, aby byl co nejmenší. Zařízení jsem chtěl nabídnout kompaktní ale zároveň s co nejlepší funkcionalitou.

Deska tedy ve výsledku obklopuje stejný modul ESP32 jako byl v předchozí generaci.

Deska tedy přišla o dvě uživatelská tlačítka a o jednu indikační LEDku. Možnost připojení externího senzoru na desce stále zůstala.

V senzoru se změnilo zapojení měniče napětí, tentokrát dokáže pracovat již od 5V, které následně mění na 3,3V. Na bočních stranách desky vznikla také nová křídélka pro zasunutí do nového krytu.

JA
Note:
krabička
popis,
uchycení
JA
Note:
Obrázek
deksa

3.5 Uchycení

Druhá verze využívá stejného principu uchycení krabičky ke stroji. Mění se zde však spojení krabičky se senzorovou deskou. Zde jsem desku navrhl tak, aby se dala jednoduše zasunout do kolejnic které jsou předtištěné v krabičce a následně zafixovat šroubkem ze zadní strany. Tento návrh už má také vyřešené uchycení kabelů ke konstrukci krabičky pomocí **DOPLNIT**. Konstrukce je také kompletně prachotěsná.

3.6 Program

Program druhé verze vychází předchozí verze, ale přináší s sebou nové funkce a vylepšuje stávající z první generace. Novou funkcionalitou je například automatická aktualizace systému přes WiFi, kterou nadále zdokonaluji. Další vylepšení jsem přidal k displayi, který dokáže zobrazit více údajů a automaticky mezi nimi přepínat.

Kapitola 4

Webový server

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.1 Webový server

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.2 Funkcionalita

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.3 Fronted

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.3.1 Bootstrap

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.3.2 JavaScript

!!!! Proč jsem zvolil tyto technologie, knihovny !!!!

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.4 Backend

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.4.1 PHP

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim

vestibulum porta.

4.4.2 Nette

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.4.3 API

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.5 Databáze

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consecte-

tur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

4.5.1 Návrh

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

Kapitola 5

Podpůrný server

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

5.1 Funkcionalita

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

5.2 Kontrola senzorů

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

5.3 Automatické aktualizace

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

Kapitola 6

Vývoj

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

6.1 Systém Pletačka IoT verze 1.0

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

6.1.1 Univerzálnost

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

6.2 Systém Pletačka IoT verze 2.0

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

6.2.1 Přizpůsobivost

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

6.3 Systém Pletačka IoT verze 3.0

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

6.3.1 Budoucnost :-)

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

Kapitola 7

Testování

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

7.1 Domáci testování

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

7.1.1 Vývoj modulů

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

7.2 Testování ve firmě

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

7.2.1 Doladování chyb

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

Kapitola 8

Nasazení

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

8.1 Nasazení ve firmě

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

8.1.1 Zpětná vazba

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

Závěr

V závěru by mělo být:

- Rekapitulace cíle práce
- Dosáhnul jsem jej? Ano, nebo ne?
- Zhodnocení průběhu práce
- Co mi práce dala?

Příloha A

Senzory

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

A.1 Pletačka board v1.0

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

A.1.1 Hardware

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

A.1.2 Software

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

A.2 Pletačka board v2.0

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

A.2.1 Hardware

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

A.2.2 Software

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

Příloha B

Webový server

!!!! Pletačka website !!!!!

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

B.1 Struktura projektu

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

B.2 Uživatelské rozhraní

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

B.3 Backend

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

B.4 API

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

Příloha C

Podpůrný server

!!!Pletačka python server!!!!!! Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

C.1 Komunikace se senzory

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta.

C.2 Aktualizace senzorů

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Aliquam nunc magna, sollicitudin id leo eu, viverra congue risus. Aliquam consequat ipsum ut erat placerat consequat nec at diam. Aenean est odio, molestie sit amet nunc in, pretium luctus elit. Donec imperdiet orci vel porttitor placerat. Proin ut hendrerit elit, ultricies accumsan urna. Vivamus condimentum lorem viverra lectus finibus, nec volutpat turpis auctor. Cras quis felis non lorem consectetur interdum eu eu sem. Proin sit amet feugiat metus. Ut vitae orci a enim vestibulum porta. orci a enim vestibulum porta.

Literatura

1. ARDUINO. *Webové stránky Arduino* [online] [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc>.
2. HARDWARIO. *Webové stránky Hardwario* [online] [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://www.hardwario.com>.
3. INDUSTRUINO. *Webové stránky Industruino* [online] [cit. 2020-11-15]. Dostupné z: <https://industruino.com>.
4. ESP32 T-DISPLAY. *Webové stránky Lilygo* [online] [cit. 2020-11-26]. Dostupné z: http://www.lilygo.cn/prod_view.aspx?TypeId=50033&Id=1126.
5. HOLEKA, Lukáš. *Zavlažovací systém skleníku*. 20. únor 2020. Dostupné také z: http://strettech.fs.cvut.cz/2018/sbornik_2018/pdf/69.pdf. Střední průmyslová škola elektrotechnická a Vyšší odborná škola Pardubice.

Seznam obrázků

Seznam tabulek