

# STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

Obor: 10. Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

## Automatický skleník podruhé

Petr Štourač

Brno 2020

# STŘEDOŠKOLSKÁ ODBORNÁ ČINNOST

## AUTOMATICKÝ SKLENÍK PODRUHÉ

### AUTOMATIC GREENHOUSE SECOND TIME

AUTOR	Petr Štourač
ŠKOLA	Střední průmyslová škola a Vyšší odborná škola Brno, Sokolská, příspěvková organizace
KRAJ	Jihomoravský
ŠKOLITEL	Mgr. Miroslav Burda
OBOR	10. Elektrotechnika, elektronika a telekomunikace

Brno 2020

## Prohlášení

Prohlašuji, že svou práci na téma *Automatický skleník podruhé* jsem vypracoval/a samostatně pod vedením Mgr. Miroslava Burdy 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: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Petr Štourač

## Poděkování

Děkuji svému školiteli Mgr. Miroslavu Burdovi za obětavou pomoc, podnětné připomínky a nekonečnou trpělivost, kterou mi během práce poskytoval.

Tato práce byla provedena za finanční podpory Jihomoravského kraje.



## **Anotace**

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 ProtoPlantu - 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**

automatizace skleníku, ESP32, internet of things, ProtoPlant

## **Annotation**

TBD

## **Keywords**

greenhouse automation, ESP32, internet of things, ProtoPlant

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>8</b>
<b>1 Změny oproti minulému roku</b>	<b>9</b>
<b>2 Konkurence</b>	<b>11</b>
<b>3 Hardware</b>	<b>12</b>
3.1 Tištěné spoje . . . . .	12
3.1.1 PPMB32 - Základní deska . . . . .	12
3.1.2 PPSB - Deska se senzory teploty a vlhkosti . . . . .	15
3.2 Hardwarové verze ProtoPlantu a jejich odlišnosti . . . . .	16
3.3 Krabice pro řídicí elektroniku a jejich interiér . . . . .	16
3.3.1 Instalace elektroniky do krabic - tzv. StoryMount . . . . .	16
3.3.2 Těsnění . . . . .	16
3.3.3 Ochrana elektroniky před vlhkostí . . . . .	16
3.3.4 Ochrana před přehřátím . . . . .	16
<b>4 Software</b>	<b>17</b>
4.1 Blokové schéma funkce softwaru . . . . .	17
4.2 Sdílené knihovny . . . . .	17
4.3 Konfigurace softwaru . . . . .	17
4.4 Datové sběrnice . . . . .	17
4.5 Bezdrátová komunikace . . . . .	17
<b>5 Funkce ProtoPlantu, aneb „Co to všechno umí?“</b>	<b>18</b>

<b>Závěr</b>	<b>19</b>
Literatura . . . . .	20
Seznam obrázků . . . . .	20
Seznam tabulek . . . . .	21
Seznam rovnic . . . . .	22

# Úvod

Zahradničení je dnes naprosto běžnou zájmovou činností. Mnoho lidí majících 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 ProtoPlantu - systému pro snadnou a levnou automatizaci skleníku.

Tato práce navazuje na moji činnost z minulého ročníku SOČ. Cílem původní práce bylo vytvořit univerzální a dostupný systém pro automatizaci skleníku, který by usnadnil péči o rostliny časově vytíženým lidem. Tehdy jsem vytvořil systém schopný automaticky řídit ventilaci a závlahu ve skleníku, případně spínat topné těleso. Systém jsem později nazval ProtoPlant. Systém byl tehdy v rannější fázi vývoje a byl zde velký prostor pro jeho vylepšení v mnoha ohledech. V tomto roce jsem se zaměřil na zdokonalování stávajících funkcí a implementaci nových.



# Kapitola 1

## Změny oproti minulému roku

Na konci minulého roku byl ProtoPlant schopen automaticky regulovat teplotu otevíráním oken, případně spínáním topného tělesa, spínat čerpadla zavlažování, a sbírat data o vlhkosti a teplotě vzduchu. V tomto roce jsem se zaměřil primárně na přidávání funkcí dalších, sekundárně pak na vylepšování těch stávajících. Největšími změnami jsou:

- nádstavba softwaru pro implementaci vzdáleného ovládání a sledování
- kompletní přepsání softwaru do systému knihoven
- výroba a použití vlastních tištěných spojů
- implementace frameworku pro měření vlhkosti půdy na jednotlivých místech
- implementace podpory senzorů BME280 od Bosch sensortec

Dále jsem s pomocí testovací jednotky instalované ve zkušebním skleníku provedl dlouhodobý test, zaměřený na testování konzistence hodnot naměřených senzory a na spolehlivost ProtoPlantu jako celku. Výsledky byly uspokojivé, až na několik poznatků, které jsem využil pro další vylepšování tohoto systému. Mezi tyto poznatky patří:

- fluktuace dat čtených ze senzorů DHT11 - v průběhu testu jsem tyto senzory nahradil přesnějšími DHT22

- problém s operační pamětí - vyřešen implementací automatického restartu pro vyčištění mezipaměti po týdnu běhu

Další, spíše formální změnou je úprava licence. Nově je celý ProtoPlant kompletně open-source, včetně HW specifikací.

V průběhu tohoto roku jsem navrhnul několik DPS pro ProtoPlant. Jejich schémata vč. rozložení jsou dostupná na mém GitHubu v repozitáři ProtoPlant-HW.

## Kapitola 2

## Konkurence

# Kapitola 3

## Hardware

V této kapitole se zaměřím na detailní popis hardwaru ProtoPlantu.

### 3.1 Tištěné spoje

Všechny prototypy základních desek ProtoPlantu byly založeny na univerzálních tištěných spojích. Vzhledem k tomu, že jsem po stránce vzhledu i funkčnosti nebyl s takovýmto provedením spokojen, rozhodl jsem se nechat vyrobit vlastní tištěné spoje pro základní desku i senzorové moduly. Díky tomuto jsem se naučil návrhu tištěných spojů a tvorbě výrobních podkladů v programu Autodesk EAGLE.

#### 3.1.1 PPMB32 - Základní deska

Základní deska je rozdělena do několika částí. Vzhledem k tomu, že umím pájet velmi dobře, rozhodl jsem se pro ruční osazení všech součástek, které byly doposud osazeny pouze na různých modulech připojených k základní desce, včetně procesoru ESP32-WROOM32D. Z důvodu přehlednosti jsem desku rozdělil do několika částí:

- Control (ESP32-WROOM32D a programátor)
- H-power (napájecí obvod a H-můstky)

- SIN (SensorIN - piny pro připojení senzorů)
- POUT (PowerOUT - výstup pro napájení dalších periférií)
- PanCon (PanelConnect - piny pro připojení tlačítek a displaye na ovládacím panelu)

Samotná základní deska má dvě verze. Jejich rozdíly jsou vysvětleny níže. Obě verze desky jsou kromě sekce Control osazeny stejným hardwarem, tedy:

- 2x H-můstek VNH2SP30
- regulátory napětí 7805CV-DG od STMicroelectronics
- pinheady pro připojení senzorů, ovládacího panelu a dalších periférií
- svorkovnicemi pro připojení napájecích kabelů a silových výstupů
- 

**PPMB32-E** Vzhledem k tomu, že je ProtoPlant veřejně dostupný, nebyl jsem si jist, zda by kompletní osazení takto velké desky zvládl i laik. Napadlo mě proto vytvořit i druhou desku, na které by byly osazeny dutinkové lišty pro vsazení vývojové ESP32 DevKitC. Odpadla by tedy nutnost kompletně osazovat sekci Control. Tuto verzi jsem nazval PPMB32-E (označení E od anglického slova Easy - jednoduchý).

**PPMB32-F** Kompletní, samostatná deska. Je přímo osazena procesorem ESP32-WROOM32D i programátorem. Vzhledem k nepoužití DevKitu C je má deska nižší profil, tudíž je možné ji umístit i do nižších prostor. Integrovaný programátor lze s pomocí jumperů odpojit a přes programovací piny připojit externí.

**Sekce Control** Jak již bylo zmíněno, tato část desky zahrnuje modul procesoru ESP32-WROOM32D a programovací obvod. Ten se skládá z převodníku USB-UART CP2102N, tranzistorů SS8050-G (sloužících pro reset procesoru), indikačních LED diod a mikro USB konektoru. Nachází se zde i jumper pro přepínání mezi externím programátorem a programátorem přímo na desce.

**Sekce H-power** V této části desky se nacházejí H-můstky VN2SP30 společně s regulátory napětí 7805CV-DG (výstup 5VDC) a LM3940IT-3.3 (výstup 3,3VDC). Na verzi PPMB32-F je dále osazen AMS1117-3.3 pro napájení procesoru.

V dolní části desky se poté nacházejí dva integrované obvody VN2SP30, z nichž jedno (VN1) je určeno pro ovládání aktuátorů manipulujících s okny. VN2 má několik režimů funkce, podle připojeného výstupu:

- disabled (výstupy jsou deaktivovány)
- pump (VN2 je použito pro spínání čerpadla, případně stykače řídicího čerpadla)
- heating (VN2 je použito pro řízení topné spirály)

Napájení desky je rozděleno do tří okruhů. První z kterého je napájena řídicí elektronika je dále rozdělen na dva subokruhy s odlišným napětím (3,3 VDC a 5 VDC). Rozsah vstupního napětí pro tento okruh je 7,5 VDC až 18 VDC. Zbývající 2 okruhy jsou použity pro oddělené napájení jednotlivých výstupů. Jejich napájecí rozsahy jsou rozepsány v tabulce níže.

Parametr	Min.	Max.	Jednotka
Vstupní napětí	5,5	16	V
Výstupní napětí	-	16	V
Výstupní proud	-	30	A
Maximální kontinuální proud	-	14	A

Tabulka 3.1: Tabulka napájecích rozsahů napájecích větví VN1 a VN2

**Sekce SIN** Sekce s piny pro připojení jednotlivých senzorů. S výjimkou ochranných rezistorů je složena pouze z pinheadů. Jednotlivé piny jsou pro lepší přehlednost označeny přímo na desce a podrobněji popsány v jejím datasheetu.

### **Sekce POUT**

**Sekce PanCon** Dvanácti-pinový konektor PanCon slouží pro připojení kabelu od hlavního řídicího panelu. Samotný konektor má dva zemní vývody, dva napájecí (1 x 5 V a 1 x 3,3 V), dva vývody sběrnice I<sup>2</sup>C a 6 vývodů pro připojení tlačítek a přepínačů. Přesnější zapojení je opět k dispozici v datasheetech jednotlivých desek.

### **3.1.2 PPSB - Deska se senzory teploty a vlhkosti**

Deska osazená senzory pro měření vzdušné teploty (DS18B20) a vlhkosti (BME280).

#### **DS18B20**

## **3.2 Hardwarové verze ProtoPlantu a jejich odlišnosti**

## **3.3 Krabice pro řídicí elektroniku a jejich interiér**

### **3.3.1 Instalace elektroniky do krabic - tzv. StoryMount**

### **3.3.2 Těsnění**

### **3.3.3 Ochrana elektroniky před vlhkostí**

### **3.3.4 Ochrana před přehřátím**



# Kapitola 4

## Software

4.1 Blokové schéma funkce softwaru

4.2 Sdílené knihovny

4.3 Konfigurace softwaru

4.4 Datové sběrnice

4.5 Bezdrátová komunikace

## Kapitola 5

### Funkce ProtoPlantu, aneb „Co to všechno umí?“

## Závěr

## Seznam obrázků

# Seznam tabulek

- 3.1 Tabulka napájecích rozsahů napájecích větví VNH1 a VNH2 . 14

## Seznam rovnic