

VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY



ABSOLVENTSKÁ PRÁCE

Měřicí centrála fotovoltaické elektrárny
prostřednictvím programovatelného
automatu AMiT

Sezimovo Ústí, 2016

Autor: Jakub Kožich



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Jakub Kožich**
Obor studia: **26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy**
Název práce: **Měřicí ústředna školní fotovoltaické elektrárny s programovatelným automatem PLC Amit**
Anglický název práce: **Control panel at the school's photovoltaic power plants with the PLC Amit**

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte připojení snímačů ke školní fotovoltaické elektrárně (FVE) a vytvořte technickou dokumentaci v souladu s ČSN.
2. Připojte snímače k FVE podle bodu 1.
3. Vytvořte program v prostředí DetStudio, který bude zaznamenávat data ze snímačů na FVE.
4. Vytvořte vizualizaci dat z bodu 3 v prostředí ViewDet, která umožní zobrazení těchto dat prostřednictvím webových stránek.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.


Doporučená literatura:

- [1] HABERLE, HEINZ O. A KOL. *Průmyslová elektronika a informační technologie*. Vyd. 1. Praha: Europa-Sobotáles, 2003. 719 s. ISBN 80-86706-04-4.
- [2] MARTINÁSKOVÁ, MARIE A ŠMEJKAL, LADISLAV. *Řízení programovatelnými automaty*. Vyd. 2. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. 160 s. ISBN 80-01-02925-5.

Vedoucí práce: **Ing. Václav Šedivý, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí**
Odborný konzultant práce: **Zbyněk Zapletal, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí**
Oponent práce: **Bc. et Bc. Miroslav Hospodářský, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí**

Datum zadání absolventské práce: **1. 9. 2015**

Datum odevzdání absolventské práce: **6. 5. 2016**


.....
Ing. Václav Šedivý
(vedoucí práce)




.....
Ing. František Kamlach
(ředitel školy)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou absolventskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu.

V Sezimově Ústí dne 6.5. 2016



podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu absolventské práce Ing. Václavu Šedivému a konzultantovi Zbyňku Zapletalovi za poskytnutí cenných rad a pomoci při tvorbě této práce. Rovněž bych chtěl poděkovat Ing. Jirímu Roubalovi, Ph.D za konzulace textové části a za užitečné rady kolem prostředí LaTeX, vedení školy za poskytnutí financí a svým rodičům a své sestře za podporu při studiu.

Anotace

Tato absolventská práce se zabývá snímáním a vyhodnocováním fyzikálních veličin na fotovoltaické elektrárně, které jsou poté zobrazeny prostřednictvím webových stránek. V práci můžete nalézt popis a význam jednotlivých částí fotovoltaické elektrárny. Dále je zde shrnut typ a zapojení jednotlivých sensorů. V poslední části práce jsou stručně popsány jednotlivé použité programy a programy v nich vytvořené.

V příloze A, která je na DVD, jsou vytvořené programy, technická dokumentace k jednotlivým částem fotovoltaické elektrárny a dokumentace k použitým sensorům.

Klíčová slova: FVE, PLC, AMiNi4DS, AWEB, Sunny Portal, webové stránky, AMiT, sensor, program, PC

Annotation

This absolvent thesis is about scanning the physical quantities of the photovoltaic power plant (PV system). You can find these measured physical quantities on a website. An explanation of every individual part of the PV system can be also found in this work. Furthermore there is a list, summarized by type and connection of the individual sensors. The last part briefly describes the various programs used to create another programs. The source codes and the technical documentation of every individual part of the PV system and used sensors are located in the appendix A on the DVD.

Key words: PV system, PLC, AMiNi4DS, AWEB, Sunny Portal, website, AMiT, sensor, program, PC

Obsah

Seznam použitých symbolů	vii
Seznam obrázků	viii
1 Úvod	1
2 Fotovoltaická elektrárna	3
2.1 Historie fotovoltaického jevu	3
2.2 Popis jednotlivých částí FVE	5
3 Rozšíření měřicího komplexu FVE	11
3.1 Použité sensory	11
3.1.1 Sensor Sensit Ni 1000 TG8	11
3.1.2 Sunny Sensor Box	12
3.1.3 Napěťový sensor	14
3.2 Instalace kabeláže	15
3.3 Řídicí systém PLC AMiNi4DS	16
3.3.1 Programovatelný automat AMiNi4DS	16
3.3.2 AWEB - webový server	17
3.4 Tvorba programů	18
3.4.1 Tvorba programu v DetStudio	18
3.4.2 Tvorba programu ve ViewDet	19
3.4.3 Tvorba programu v AWDet	20
4 Závěr	21
Literatura	22
A Obsah přiloženého DVD	I

B	Použitý software	II
C	Časový plán absolventské práce	III
D	Schématická zapojení	IV
E	Rozpočet projektu	VI

Seznam použitých symbolů

Symbol	Význam	Jednotka
f	frekvence	Hz
i	elektrický proud	A
R	odpor	Ω
t	čas	s
u	elektrické napětí	V
	intenzita záření	Wp

Seznam obrázků

2.1	Fotovoltaická elektrárna v Sezimově Ústí II	4
2.2	Fotovoltaický jev	5
2.3	Řídicí systém FVE	5
2.4	Komponenty FVE	6
2.5	Backup Systém	7
2.6	Komponenty FVE	8
2.7	Sunny Web Box	8
2.8	Sunny Portal	9
2.9	Komponenty FVE	10
3.1	Sensor Sensit Ni 1000 TG8	12
3.2	Graf teploty panelu a intenzity záření snímané Sunny Sensor Boxem	13
3.3	Schéma napěťového sensoru	14
3.4	Umístění napěťový sensor v akumulátorovně	15
3.5	Umístění použité kabeláže	15
3.6	Použité PLC AMiNi4DS	16
3.7	Popis vstupů a výstupů PLC AMiNi4DS	17
3.8	AWEB - webový server	17
3.9	Zobrazené hodnoty proměnných na displeji	18
3.10	PC archiv vytvořený ve ViewDetu	19
3.11	Webové stránky vytvořené prostřednictvím AWDet	20
D.1	Schéma zapojení sensorů	IV
D.2	Instalace kabeláže	V

Kapitola 1

Úvod

S rostoucí populací se každým rokem neustále zvyšuje spotřeba elektrické energie. Většina této energie pochází z tepelných a jaderných elektráren. U tepelných elektráren dochází při výrobě energie ke znečištění životního prostředí. Naštěstí je zde mnoho dalších zdrojů, odkud se dá čerpat. Vezměme si třeba takové Slunce, které je pro člověka do jisté míry neomezeným zdrojem energie. Mezi alternativními zdroji výroby elektrické energie se v dnešní době nejrychleji rozvíjí právě fotovoltaika, o které bude v následujícím odstavci pojednáno.



Princip fotovoltaické elektrárny (FVE) spočívá v přímé přeměně slunečního záření, které dopadá na plochu panelů a díky nim se změně na elektrickou energii. Ta je poté pomocí střídače přeměněna na střídavý proud, který je dál dodáván do rozvodné sítě (ČEZ, 2016). Díky Backup Systému, který elektrárna zahrnuje, jsou vyrobené přebytky elektřiny ukládány do akumulátorů, odkud jsou prioritně odebírány dle potřeby. Například při připojení dalších spotřebičů, nebo ve večerních hodinách, kdy již FVE nezvládne pokrýt spotřebu spotřebičů. Stav fotovoltaické elektrárny, která se nachází v prostorech pavilonu E Vyšší odborné školy, Střední školy, Centra odborné přípravy v Sezimově Ústí II byl před zásahem autora následující: kompletně postavená a oživená FVE, na webových stránkách Sunny Portal bylo k nahlédnutí, jaký je aktuální výkon elektrárny, celkové množství vyrobené energie, eliminace CO₂ a celkový výdělek peněz. K těmto výpočtům jsou využívány dva elektroměry.

Cílem této práce je vybavení FVE o další sensory. Konkrétně se jedná o sensory snímající teplotu na panelech, bateriích a venkovní teplotu, dále sensor pro snímání intenzity záření a napěťový sensor na bateriích. Dalším krokem je vytvoření programu pro

získávání výstupních hodnot ze sensorů prostřednictvím programu DetStudio. Pomocí programu AWDet byly vytvořeny webové stránky, kde jsou veškeré snímané veličiny zobrazeny online. V poslední byla vytvořena vizualizační část v programu ViewDet, kde jsou hodnoty snímaných veličin zobrazeny grafy.

Struktura této práce, která je napsaná v $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ ¹ (SCHENK, C., 2016) je následující. V kapitole 2 je čtenář obeznámen s principem FVE a jejími jednotlivými částmi. Kapitola 3 obsahuje jednotlivé typy použitých sensorů a jejich instalaci. Dále se zde čtenář dozví o použitém řídicím systému a o vytvoření programů. Poslední kapitola 4 obsahuje zhodnocení této práce.

V příloze je k nahlédnutí obsah přiloženého DVD, použitý software, časový plán absolventské práce, schématická zapojení. V poslední příloze je rozpočet projektu.

¹ $\text{\LaTeX} 2_{\epsilon}$ is an extension of \LaTeX which is a collection of macros for \TeX . \TeX is a trademark of the American Mathematical Society

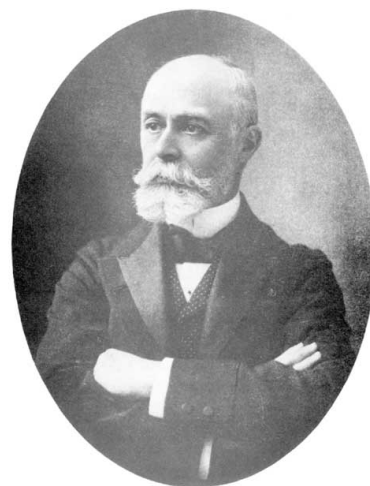
Kapitola 2

Fotovoltaická elektrárna

V této kapitole bude uvedeno něco málo o historii fotovoltaiky. Je zde vysvětleno, co si představit pod pojmem FVE a na jakém principu funguje. V samotném konci kapitoly budou stručně popsány jednotlivé části FVE.

2.1 Historie fotovoltaického jevu

První fotovoltaický jev byl zpozorován již v roce 1839 Alexandrem Edmondem Becquerelem¹ spolu s jeho otcem Antoinem Césarem Becquerelem, ale trvalo zhruba 120 let než se začal prakticky využívat. Zásadní zlom nastal až při rozvoji polovodičové techniky. Nejvhodnějším materiálem pro výrobu fotovoltaických panelů je křemík, kvůli poměrně vysoké přeměně energie záření. S nástupem kosmonautiky začátkem 60. let došlo k rozsáhlejšímu využití fotovoltaiky. Sluneční články jsou hlavními zdroji elektrické energie ve vesmíru pro různé vesmírné stanice či průzkumné sondy. Dalším důvodem pro rozvoj fotovoltaiky byla celosvětová ropná krize, která nastala v 70. letech minulého století. V dnešní době se fotovoltaické články používají téměř všude, počínaje napajením jednoduchých zařízení jako kalkulačka až po veliké fotovoltaické elektrárny (ČEZ, 2016).



¹Obrázek převzat z webových stránek Danfoss (<https://micro.magnet.fsu.edu/>)

Fotovoltaická elektrárna

Fotovoltaická elektrárna je komplex solárních panelů, střídačů a dalších podpůrných prvků. Rozdíl mezi různými elektrárnami se většinou projevuje v množství vyrobené energie, ale jedná se o stejný princip - energie vyrobená dopadem slunečního záření na fotovoltaické panely se ve střídači přemění na střídavý proud, který je poté dodán do sítě o kmitočtu 50 Hz. Podle způsobu dodání energie do elektrorozvodné sítě rozlišujeme tyto 3 základní způsoby (ČESKÁ SOLÁRNÍ, 2016):

- ostrovní síť (zásobuje jen domácnost či nějaký objekt bez připojení do elektrorozvodné sítě),
- připojení na síť samostatnou přípojkou,
- připojení s Backup Systémem.

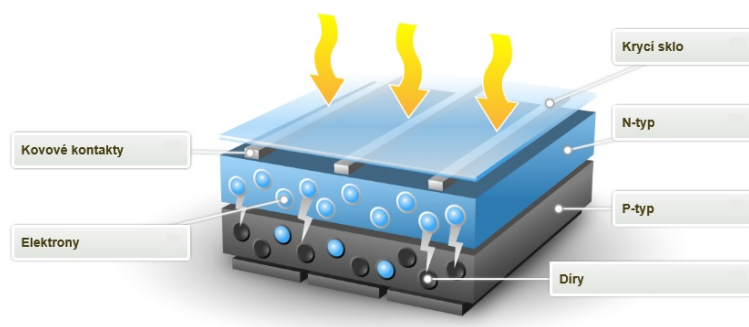


Obrázek 2.1: Fotovoltaická elektrárna v Sezimově Ústí II

Princip fotovoltaického článku

Fotovoltaický článek pracuje na stejném principu jako polovodičová dioda. Hlavní částí je tenká křemíková destička s vodivostí P. K ní je ve výrobě přidána tenká vrstva polovodiče typu N. Obě tyto vrstvy jsou od sebe odděleny tzv. P-N přechodem. Při

osvětlení článku vznikne na polovodiči typu N fotoelektrický jev a díky tomu se v polovodiči z krystalové mřížky začnou uvolňovat záporné elektrony. Na P-N přechodu se vytvoří elektrické napětí, které dosahuje u křemíkových článků velikosti zhruba 0,5 V. Energie dopadajícího světla se ve článku² mění na elektrickou energii (ČEZ, 2016).



Obrázek 2.2: Fotovoltaický jev

2.2 Popis jednotlivých částí FVE

Tato podkapitola obsahuje veškeré komponenty fotovoltaické elektrárny a backup systému. Každý komponent zde bude stručně popsán. V případě zájmu jsou bližší informace a parametry k nalezení na DVD v příloze A.



Obrázek 2.3: Řídicí systém FVE

²Obrázek FV jevu převzat z webových stránek firmy ČEZ (<http://www.cez.cz/>)

Fotovoltaický panel Sharp ND-R245A5

Tento vysoce výkonný fotovoltaický panel je vyroben z polykrystalických křemíkových solárních článků s jednotkovým výkonem 245 Wp a účinností 14,9 %. Panel je složen z 60 fotovoltaických článků, které jsou sériově spojeny do jednoho modulu. Ve výsledku dosahuje napětí při jmenovitém výkonu 30,9 V (SHARP, 2016). FVE obsahuje 18 fotovoltaický panelů³, které jsou po devíti kusech zapojeny do dvou sekcí.

Měnič Sunny Boy 4000 TL

Fotovoltaické panely vytvářejí stejnosměrný proud. Aby bylo možné s vyrobenou elektrickou energií dále pracovat, je nejprve potřeba změnit stejnosměrný proud na střídavý a napětí upravit tak, aby bylo stejné jako systémové napětí rozvodné sítě. Měnič⁴ pro fotovoltaický zdroj změní stejnosměrné napětí a proud z fotovoltaických panelů na střídavé napětí a proud, které jsou obvykle v rozvodné síti ($U_{ef} = 230/400 \text{ V}$, $f = 50 \text{ Hz}$). Měnič má mnoho dalších funkcí např. ochranné funkce, monitoring sítě a provozních údajů (SMA, 2016).



(a) Sharp ND-R245A5



(b) Měnič Sunny Boy 4000 TL

Obrázek 2.4: Komponenty FVE

³Obrázek FV panelu převzat z webových stránek firmy Sharp (<http://www.sharp.cz/>)

⁴Obrázek Měniče SN4000TL převzat z webových stránek firmy SMA (<http://www.sma-czech.com/>)

Sunny Backup 2200

Fotovoltaické elektrárny v domácnostech většinou vyrábí velké množství energie, kterou nejsou uživatelé v danou chvíli schopni spotřebovat. Od toho je zde právě zmíněný Backup Systém, který řídí nabíjení, či vybíjení akumulátorů podle spotřeby energie.

Názorná ukázka Backup Systému

Výše uvedený Backup Systém⁵ má mnoho možností nastavení. Může například ukládat přebytečnou vyrobenou energii do akumulátorů a napájet jen spuštěné spotřebiče, které vaše domácnost využívá, zatímco jste v práci. Tímto vyrovná vaše nároky na energii ve dne a v noci. Ve večerních hodinách, kdy už FVE nevyrábí potřebnou energii, odebírá ji z akumulátorů. Pokud se stane, že dojde k výpadku proudu, vaše domácnost to nezaznamená, protože Backup Systém vytvoří tzv. mikro offgrid (ostrovní síť) a spotřebiče budou bez povšimnutí dál fungovat. Toto trvá cca 20 milisekund.



Obrázek 2.5: Backup Systém

Sunny remote control

Toto zařízení funguje jako externí řídicí jednotka, která umožňuje snadné a rychlé uvedení střídače Sunny Backup 2200 do provozu. Obsahuje otočné a signální tlačítko, které umožňuje snadné ovládání. Čtyřřádkový displej zobrazuje v jakém stavu se fotovoltaický systém (FV) nachází. Nashromážděná data se v Sunny Remote Control⁶ ukládají na SD kartu (SMA, 2016).

⁵Obrázek Backup Systému převzat z webových stránek firmy SMA (<http://www.sma-czech.com/>)

⁶Obrázek Sunny remote control převzat z webových stránek firmy SMA (<http://www.sma-czech.com//>)

Meter box

Tento přístroj⁷ poskytuje snadnou integraci elektroměru do monitorování FV systému. Je připojen přímo na výstup elektroměru, odkud zjišťuje změny. V kombinaci s Sunny WebBox 2.2 a Sunny Portal 2.2 nám umožňuje přehledné zobrazení a pohodlnou analýzu energetické bilance. Podle uspořádání připojených elektroměrů je možné sledovat množství odebíraného proudu z rozvodné sítě, či elektrické energie vyráběné FV systémem a vlastní spotřebu FV systému (SMA, 2016).



(a) Sunny Remote Control

(b) Meter Box

Obrázek 2.6: Komponenty FVE

Sunny WebBox

Toto zařízení⁸ je používáno pro sledování činnosti systému, dálkovou komunikaci, ukládání dat a jejich vizualizaci. Po celou svou dobu, kdy je zařízení připojeno, shromažďuje všechny údaje o střídačích. Díky tomu máme neomezený přehled o chodu systému. Zařízení má mnohočetné možnosti zobrazování a archivace dat. Díky němu je poté možné odesílat data do Sunny Portal (SMA, 2016).



Obrázek 2.7: Sunny Web Box

⁷Obrázek Meter boxu je převzat z webových stránek firmy SMA (<http://www.sma-czech.com/>)

⁸Obrázek Sunny WebBox převzat z webových stránek firmy SMA (<http://www.sma-czech.com/>)

Sunny Portal

Jedná se o internetové stránky, díky kterým je vytvořena bezplatná archivace dat a jejich zobrazování formou tabulek nebo grafů. Zde jsou uživatelům zobrazovány a poskytovány veškeré informace o systému. Tyto stránky jsou zcela zdarma a uživatel má neomezený přehled o činnosti FVE. Sunny Portal dále zasílá pravidelné důležité zprávy emailem, a tak uživatele včas informuje o poruchovém provozu systému. Tím nedochází ke ztrátám solárního výtěžku. Sunny Portal získává data prostřednictvím dataloggeru Sunny WebBox 2.2. Datalogger je systém určený pro ukládání dat a událostí. Díky tomuto propojení se zde nabízí možnost vzdáleně měnit parametry dataloggeru. Servisní technici pak mají možnost se připojit na danou FVE přes Sunny Portal odkudkoliv s přístupem na internet (SUNNY PORTAL, 2016).

The screenshot shows the Sunny Portal interface for a PV system. The header includes 'SUNNY PORTAL' and a language dropdown set to 'Čeština'. The main content area is titled 'FVE VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí Profil systému'. On the left is a navigation menu with items like 'Profil systému', 'Přehled FV systému', 'Přehled solárního systému', 'Energie a výkon', 'Normovaný výnos systému', 'SBU 2200 celkový přehled', 'Napětí jednotlivých vstupů', 'Přehled SB 4000TL-20 S85', and 'Senzor Sensorbox'. The main content is divided into three sections:

- Místo instalace:** Sezimovo Ústí, Česko
- Provozovatel:** COP Sezimovo Ústí
- Uvedení do provozu:** 24.1.2013

Below this, another section shows:

- Výkon FV systému:** 4,200 kWp
- Roční produkce:** cca 4 250 kWh (1 012 kWh/kWp)
- Eliminace CO2:** cca 1,8 tun ročně

The final section lists components:

- moduly:** Sharp ND-R245A5 (04/2012)
- Komunikace:** Sunny WebBox
- Střídač:** Sunny Boy 4000TL-20, Sunny Backup 2200
- Senzorika:** Sunny Sensorbox

On the right side of the interface, there is a photograph of a building with a solar panel array on its roof.

Obrázek 2.8: Sunny Portal

Akumulátory Hoppecke OPZS block 24V 600Ah

Pomocí Backup Systému se nespotřebovaná energie ukládá do těchto akumulátorů. Odtud se pak prioritně odebírá podle aktuální spotřeby domácnosti. Tato uzavřená větraná olověná baterie německého výrobce Hoppecke s tekutým elektrolytem je vyvinutá pro použití v solárních systémech jak ostrovních, tak hybridních. Kvůli trubkovým elektrodám nabízejí články OPzS výbornou odolnost v cyklickém provozu a díky tomu se

skvěle hodí do FVE systému, ve kterém se neustále nabíjejí a vybíjejí. Výborné cyklické chování Hoppecke trubkové elektrody je založena na okolní ochraně aktivní hmoty kladné elektrody tkanou textilií. Očekávaná životnost baterií⁹ OPzS je 20 let a dosahuje cyklické životnosti až 1500 cyklů (TERMS, 2016).

Rekombinační systém AquaGen

Při použití rekombinačního systému AquaGen¹⁰ spolu s akumulátory Hoppecke 2.2 se doplňování destilované vody do baterií zmenší na minimum. Díky tomu jsou zmenšeny náklady na provoz baterií a ve spolupráci s rekombinačním systémem se stávají téměř bezúdržbové (TERMS, 2016).



(a) Akumulátor Hoppecke OPzS



(b) Rekombinační systém AquaGen

Obrázek 2.9: Komponenty FVE

⁹Obrázek baterie Hoppecke převzat z webových stránek firmy TERMS (<http://eshop.terms.eu/>)

¹⁰Obrázek systému AquaGen převzat z webových stránek firmy TERMS (<http://eshop.terms.eu/>)

Kapitola 3

Rozšíření měřicího komplexu FVE

Tato kapitola pojednává o typu sensorů, které byly použity pro snímání fyzikálních veličin na FVE. Další část této kapitoly bude věnována použité kabeláži a její instalaci. V posleních částech bude stručně představen řídicí systém Amini4DS 3.3.1, přídatný modul AWEB 3.3.2 a následná tvorba programů pro snímání a zobrazování fyzikálních veličin.

3.1 Použité sensory

Fotovoltaický komplex obsahuje dva odporové sensory Ni 1000 3.1. Ty jsou zde používány pro měření teplot. Jeden je určen pro měření venkovní teploty a druhý smíná teplotu na bateriích. Dále je zde použitý Sunny Sensor Box 3.2. Pomocí tohoto sensoru, který je umístěn přímo na FV panelu, se měří intenzita slunečního svitu a rovněž teplota panelu. Jako poslední sensor zde používám ručně vyrobený napěťový sensor 3.1.3, díky kterému je měřena aktuální hodnota napětí na bateriích.

3.1.1 Sensor Sensit Ni 1000 TG8

Pasivní odporová čidla jsou oproti čidlům aktivním s proudovým, či napěťovým výstupem v mém případě lepší volbou. Za prvé jsou podstatně levnější a za druhé je zde snazší instalace těchto čidel, protože není zapotřebí dodržet polaritu vedení. Pro jejich připojení byl zvolen kabel JYTY 2x1 a následně byl připojen do PLC na digitální vstupy. Tyto odporové sensory pracují tak, že mění svůj odpor v závislosti na teplotě, a

to znamená, že se velikost odporu proporcionálně mění s okolní teplotou.

Po oživení sensorů nastal problém, kdy jeden zobrazoval hodnotu - 245°C. To nastane tehdy, když je sensor vyzkratovaný. Při kontrole izolace bylo zjištěno, že se v místě spoje kabelu a sensoru dotýkaly dva vodiče, což vedlo ke zkratu. Došlo k ošetření místa spoje elektroizolační páskou. Pokud není sensor správně připojen, bude zobrazovat hodnotu +145°C.



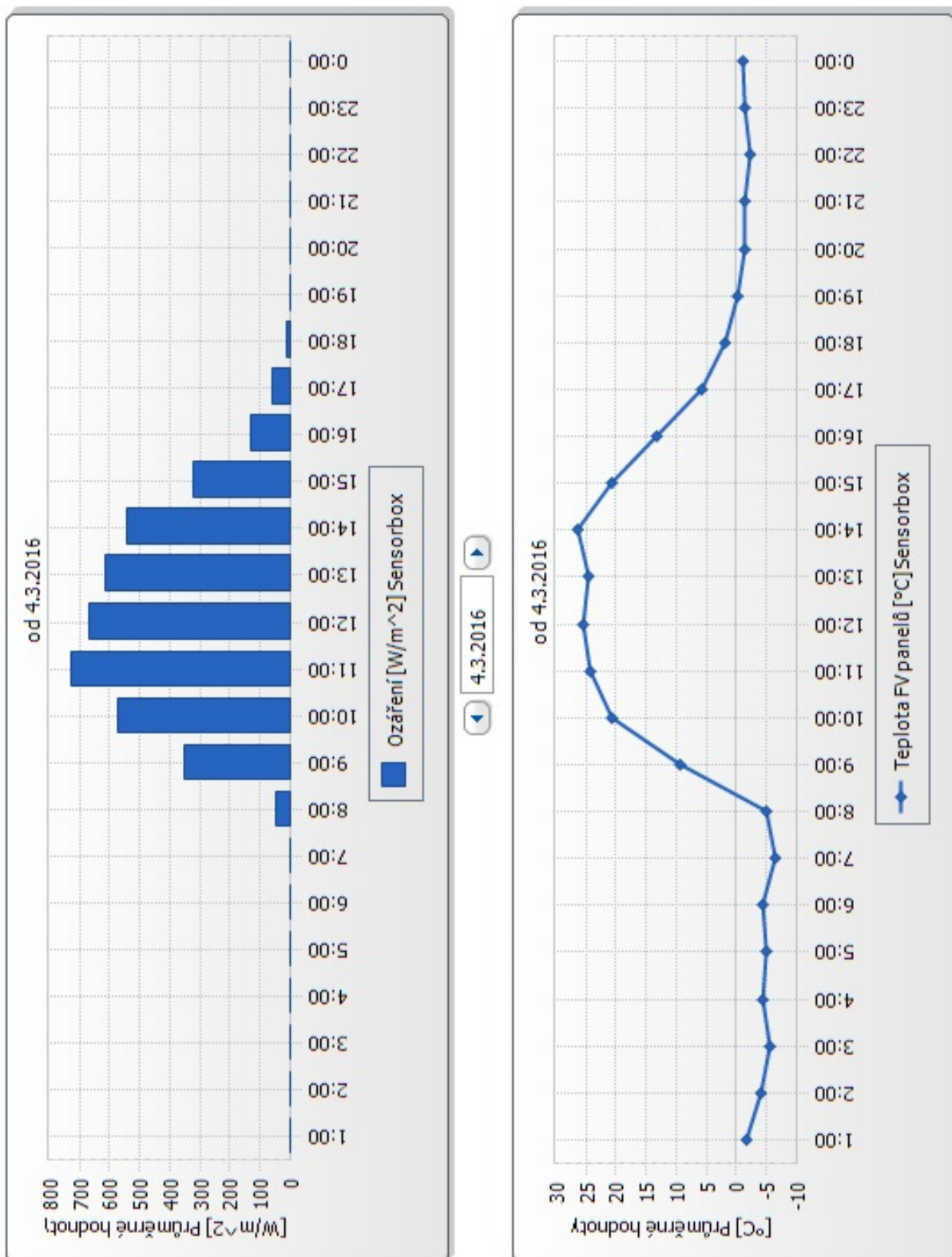
Obrázek 3.1: Sensor Sensit Ni 1000 TG8

3.1.2 Sunny Sensor Box

Tento sensor byl umístěn přímo na FV panel. Díky němu je měřeno dopadající sluneční záření a teplota na panelu. V kombinaci se Sunny Portálem a Sunny Webboxem je možné nepřetržitě pozorování FV systému, díky čemuž můžeme včas odhalit různé nečistoty, nebo případné zastínění panelu, a tím se vyhnout ztrátám energetického výnosu (SMA, 2016). K tomu sensoru je připojen sensor teploty panelu. Sunny Sensor Box¹ je připojen do střídače pomocí kříženého kabelu Solarix CAT5 UTP. Napájen je přímo z rozvodné sítě pomocí zařízení RS485 Power injector. Protože byl tento sensor kvůli ceně koupen repasovaný, objevila se po krátké době závada v napájení Power injectoru. Občas se stane, že vypadne a sensor přestane zaznamenávat hodnoty. Napájení je proto nutné resetovat. To by mohlo být ošetřeno spínací zásuvkou s časovačem, kdy by se každý den ve večerních hodinách na minutu vyplo a následně zaplo, a tak aby nedocházelo ke ztrátám získávaných hodnot.



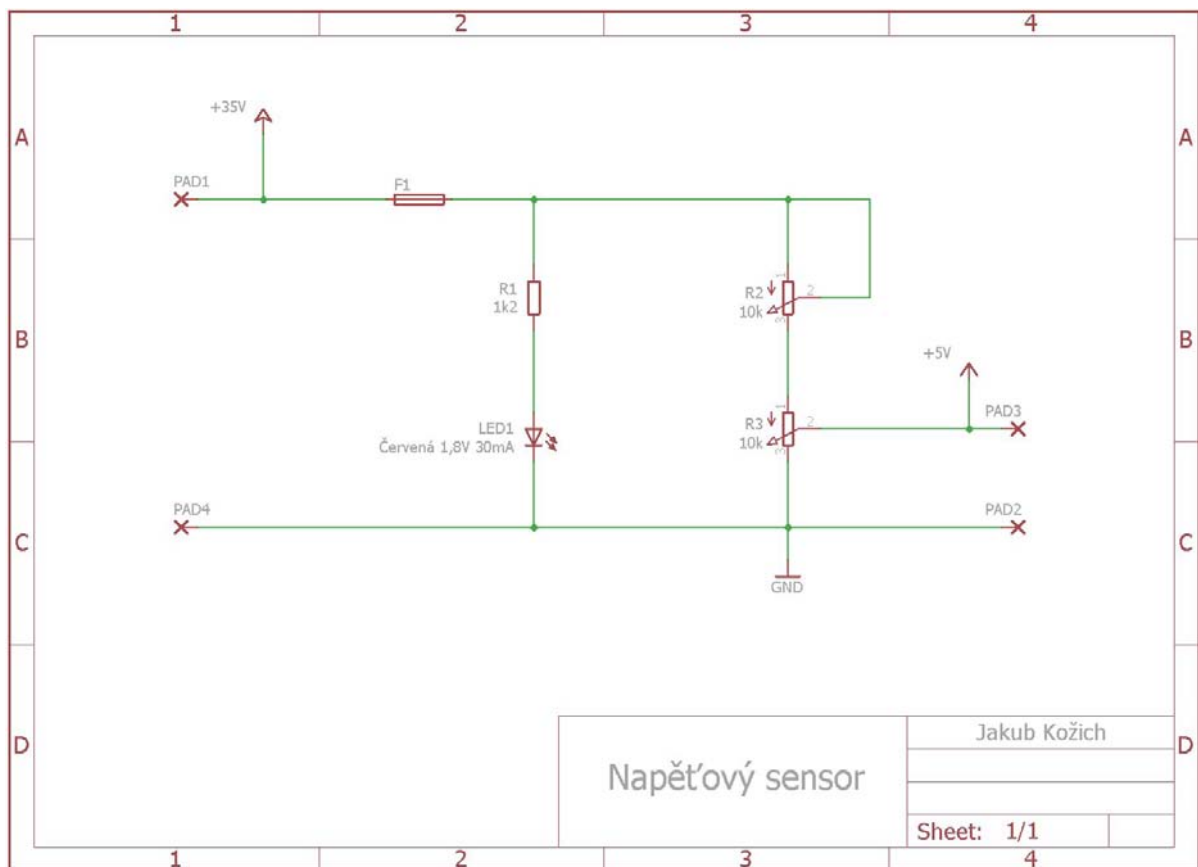
¹Obrázek Sunny Sensor Boxu převzat z webových stránek firmy SMA (<http://www.sma-czech.com/>)



Obrázek 3.2: Graf teploty panelu a intenzity záření snímané Sunny Sensor Boxem

3.1.3 Napěťový sensor

Tento sensor je použit pro snímání aktuálního napětí na bateriích. Je umístěn v akumulátorovně, kde je připojen k Bat Fuse, což je DC rozvaděč, který řeší jištění baterií na obou pólech. Sensor byl vytvořen ze dvou potenciometrů o hodnotě $10\text{ k}\Omega$, dále zde byla využita červená signalizační LED dioda a k ní předřadný rezistor $1,2\text{ k}\Omega$ a v poslední řadě drátová pojistka. Tento sensor slouží jako napěťový dělič (HÄBERLE, HEINZ O., 2003). Po spájení byl snímač uložen do plastové krabičky a připojen ke zdroji, kde se odladil. Maximální hodnota napětí při nabýjení baterií je 35 V . Za pomoci děliče byla snížena hodnota napětí na maximální hodnotu 5 V . Tato hodnota je nastavena kvůli tomu, aby nedošlo po připojení sensoru k PLC k jeho zničení. V PLC byla pomocí příkazu nastavena výstupní hodnota sensoru tak, aby odpovídala reálné hodnotě napětí na bateriích. Na následujícím obr. 3.3 můžete vidět schéma zapojení tohoto sensoru.



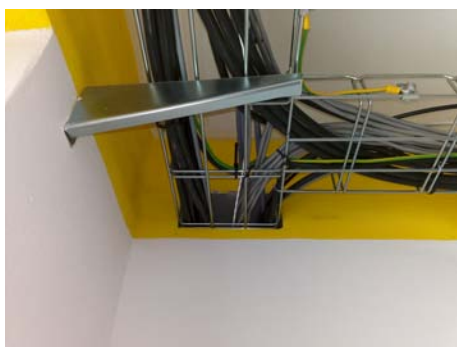
Obrázek 3.3: Schéma napěťového sensoru



Obrázek 3.4: Umístěný napěťový sensor v akumulátorovně

3.2 Instalace kabeláže

V této podkapitole je pojednáno o instalaci kabeláže a jejím typu. Pro sensory Ni 1000 TG 8 3.1 a napěťový sensor 3.1.3 byl použit typ kabelu JYTY 2x1. Pro zbývající Sunny Sensor box 3.2 byl zvolen kabel Solarix CAT5 UTP s delší životností a lepší izolací proti přírodním vlivům. Veškerá použitá kabeláž, jak mnou, tak techniky přede mnou, je umístěna ve speciálních drátěných kabelových žlabech. Tudy je kabeláž vedená skrz průchodku ve zdi do akumulátorovny, odkud je otvorem ve zdi vyvedena ven. Pro ochranu kabeláže proti přírodním vlivům byla použita ohebná trubka tzv. husí krk, který je rovněž veden drátěným kabelovým žlabem po střeše až k sensorům.



(a) drátěný žlab a průchod ve zdi

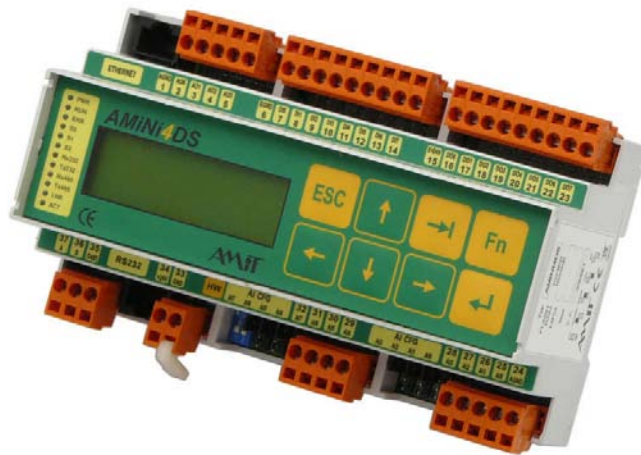


(b) vedená kabeláž po střeše

Obrázek 3.5: Umístění použité kabeláže

3.3 Řídicí systém PLC AMiNi4DS

Termín PLC je převzat z anglického jazyka. Tato zkratka znamená Programmable Logic Controller, což je v překladu programovatelný logický automat. Jedná se o malý průmyslový počítač, který se v dnešní době používá pro řízení různých procesů v reálném čase (LADISLAV ŠMEJKAL, 2005). Člověk s ním přijde do kontaktu na každém kroku, aniž by si toho všiml. Například při řízení semaforů, či v moderní práci.



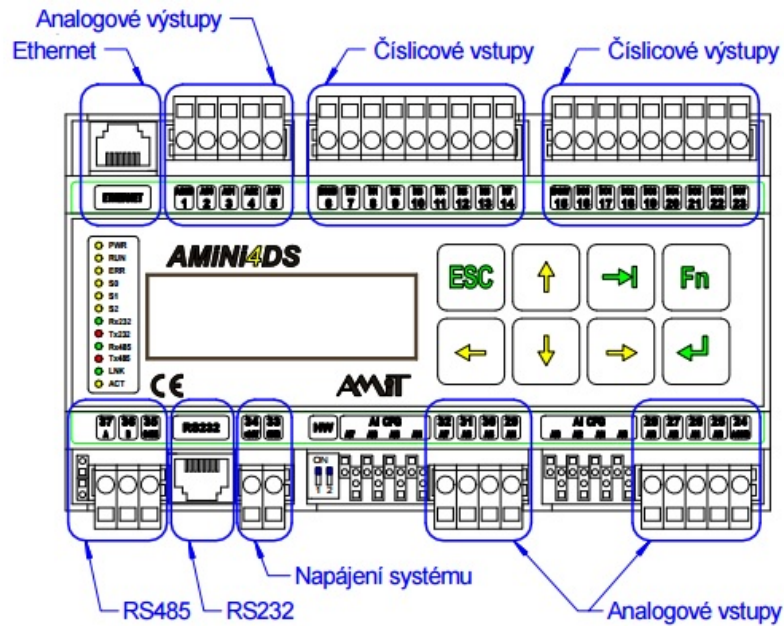
Obrázek 3.6: Použité PLC AMiNi4DS

3.3.1 Programovatelný automat AMiNi4DS

Pro funkčnost sensorů je použit programovatelný automat AMiNi4DS², který můžete nalézt na obrázku 3.6. Do tohoto PLC byly následně připojeny všechny použité sensory Ni 1000 a napěťový sensor na potřebné digitální vstupy. Toto PLC je nejuni-verzálnější malý volně programovatelný automat od firmy Amit. Dá se snadno rozšířit o další vstupy a výstupy, proto se hodí k řízení jednoduchých strojů a zařízení, automatizaci budov, či monitoringu a archivaci měřených dat.

Toto zařazení obsahuje malý čitelný podsvícený displej. Rozměr displeje je 122 x 32 bodů, díky čemuž je možné si zobrazit potřebné hodnoty. Pro snadnou obsluhu PLC je na čelní straně umístěno 8 tlačítek. AMiNi4DS je schopno komunikovat za pomoci rozhraní RS232, RS485 a Ethernet (AMiT, 2016).

²Obrázek AMiNi4DS přejat z webových stránek firmy AMiT (<http://www.amit.cz/>)



Obrázek 3.7: Popis vstupů a výstupů PLC AMiNi4DS

3.3.2 AWEB - webový server

Tento přídatný modul ³ od firmy AMiT slouží pro zobrazování aktuálních snímaných veličin na webových stránkách. Je napřímo propojen s PLC AMiNi4DS ⁴, odkud získává snímaná data. Vlastní funkce a návrh webových stránek se definuje pomocí programu AWDet, o kterém bude pojednáno v další podkapitole. AWEB může komunikovat opět za pomoci rozhraní RS232, RS485 a Ethernet (AMiT, 2016).



Obrázek 3.8: AWEB - webový server

³Obrázek AWEB přejat z webových stránek firmy AMiT (<http://www.amit.cz/>)

⁴Obrázek popis AMiNi4DS přejat z webových stránek firmy AMiT (<http://www.amit.cz/>)

3.4 Tvorba programů

Ještě před tím než bude přistoupeno k tvorbě programů, autor vás v této podkapitole nejprve obeznámí s jednotlivými programy. Poté zde bude stručně popsáno vytváření jednotlivých programů. Ke každému programu bude v příloze A na DVD přiložen vytvořený program a vzorový program od firmy Amit, který důkladně popisuje, jak v jednotlivých programech pracovat krok po kroku. Samotná tvorba programů pak bude stručně popsána v této podkapitole a stejně tak postup tvorby jednotlivých programů.

3.4.1 Tvorba programu v DetStudio

Program DetStudio je návrhové prostředí pro tvorbu a ladění aplikací pro různé programovatelné regulátory a řídicí systémy od firmy AMiT. Za pomoci toho programu si lze vytvořit vlastní aplikaci, ve které má uživatel velké možnosti od nastavení displeje a jejich simulaci na pc až po definování chybných hlášení. Díky systému DB-Net/IP lze aplikaci sledovat a ladit přes internet. Vytvořený program je uložen s příponou ***.dso** (AMiT, 2016).

V první části byl vytvořen nový projekt, ve kterém byl nastaven použitý řídicí systém. Poté byla nastavena komunikace mezi PLC a PC. V PLC byl nastaven způsob komunikace, číslo stanice a IP adresa, která se nastavila i v PC a je totožná s IP adresou stanice až na poslední trojčíslí, které nesmí být stejné. Po spuštění identifikace se PLC AMiNi4DS s PC podařilo nakomunikovat.

Ve druhé části byly nastaveny použité digitální vstupy v IO konfiguraci a následně byly vytvořeny proměnné. Po tomto kroku byl vytvořen proces Teploty, kde za pomoci zdrojového kódu došlo k přiřazení hodnot z digitálních vstupů do vytvořených proměnných.

V poslední části byly nastaveny obrazovky pro zobrazení snímaných veličin na displej PLC.



NAP BATERIE	:	23 V
TEP BATERIE	:	20°C
OKOLNI TEPL	:	14°C

Obrázek 3.9: Zobrazené hodnoty proměnných na displeji

3.4.2 Tvorba programu ve ViewDet

Pomocí tohoto programu od firmy AMiT se dá rozšířit vizualizační prostředí programu DetStudio v různých oblastech jako ladění, sledování a nastavení aplikace v řídicím systému. Do jisté míry se dá použít jako program pro jednoduché vizualizace. Základní vlastností tohoto programu je čtení a zápis hodnot, které jsou uloženy v databázi proměnných. Velmi se tedy hodí pro ukládání a archivování hodnot z řídicího systému. Tyto hodnoty se pak mohou zobrazovat pomocí tabulek, či grafů. Záleží na tom, jak si uživatel vytvoří svou vizualizační scénu. Za zmínku stojí **funkce zámek**, která slouží k zamčení všech proměnných, tak aby je pak obsluhující nemohl omylem přepsat. Vytvořený program je uložen s příponou ***.mdb** (AMiT, 2016).

V první části je zapotřebí stejně jako u tvorby programu v DetStudiu 3.4.1 nastavit komunikaci. Toto je již vysvětleno v předchozí tvorbě programu.

Ve druhé části byly načteny proměnné z řídicího systému. Poté byla vytvořena vizualizační scéna, kde byl vytvořen graf, ve kterém jsou zobrazeny veškeré snímané veličiny.



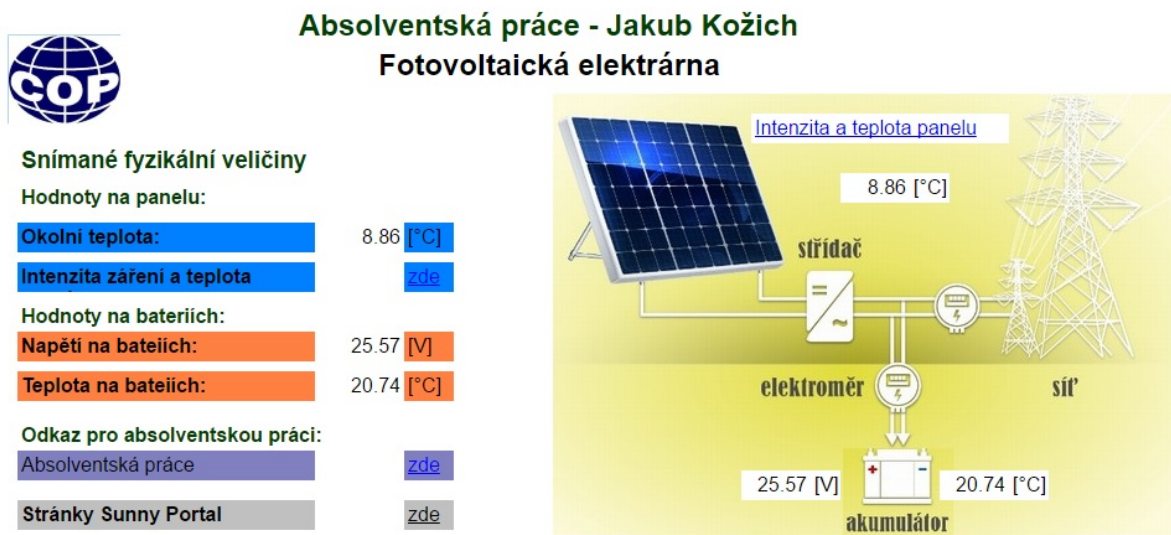
Obrázek 3.10: PC archiv vytvořený ve ViewDetu

3.4.3 Tvorba programu v AWDet

Díky tomuto programu od firmy AMiT je možné si velmi snadno vytvořit webovou prezentaci řídicích systémů, které mají zabudovaný webový server. AWDet používá k návrhu vizualizací komfortní **WYSIWYG editor** (what you see is what you get). Ve volném překladu to znamená : to, co vidíte, dostanete. Díky tomu je tvorba vizualizace snadná a příjemná (AMiT, 2016).

V první části před vytvořením nového projektu, bylo nutné si nastavit na svém PC IP adresu v protokolu IP verzi 4 (TCP/IPv4). Po tomto kroku bylo PC pomocí kříženého kabelu UTP připojeno přes linku ethernet k AWEB 3.3.2. Po propojení byla provedena identifikace, při které byl na síti nalezen právě zmiňovaný AWEB.

Ve druhé části byly vyčteny proměnné z řídicího systému AMiNi4DS, které se poté nahrály do AWEBU. Když byly proměnné a obě zařízení připraveny, nastal čas připravit webové stránky. Ty byly vytvořeny následovně. Za pomoci knihoven byly vloženy různé nadpisy, obrázky, a k nim zobrazované veličiny. Logo Vyšší odborné školy, Střední školy, Centra odborné přípravy v Sezimově Ústí II bylo nastaveno jako interaktivní, takže po kliknutí na něj se Vám zobrazí stránky naší školy. Odkaz na webové stránky se nachází v závěru práce.



Obrázek 3.11: Webové stránky vytvořené prostřednictvím AWDet

Kapitola 4

Závěr

Cílem této absolventské práce bylo rozšíření fotovoltaické elektrárny, která se nachází v prostorech pavilonu E Vyšší odborné školy, Střední školy, Centra odborné přípravy v Sezimově Ústí II, o další sensory a následně je oživit. V absolventské práci byly splněny všechny požadavky zadání.

Došlo k vytvoření programu pro řízení sensorů prostřednictvím programu DetStudio. V programu AWDet byly vytvořeny webové stránky, na kterých jsou online zobrazeny hodnoty snímaných fyzikálních veličin. Tento komplex bude sloužit jako studijní pomůcka pro žáky Vyšší odborné školy v předmětu provoz technických zařízení (PTZ).

Ve 2. kapitole je krátce pojednáno o historii fotovoltaického jevu a je zde stručně popsáno, co si představit pod pojmem fotovoltaická elektrárna, na jakém principu pracuje a z jakých komponentů je sestavena.

3. kapitola se zabývá použitými sensory, jejich instalací a také tvorbou jednotlivých programů. Na webových stránkách <http://fotoel.copsu.cz/> jsou k nahlédnutí výsledky jednotlivých měření. Zde jsou uvedeny **přihlašovací údaje** pro nahlédnutí na webové stránky: `account:(root)`, `password:(amit)`.

Při tvorbě této práce byly zjištěny různé závady. Po oživení sensorů jeden z nich zobrazoval hodnotu -245°C , což bylo způsobeno jeho vyzkratováním. Tato chyba byla následně odstraněna elektroizolační páskou, kterou byly vodiče v místě spoje zaizolovány. Občas dochází k tomu, že Sunny Sensor Box přestane zaznamenávat smímané hodnoty, protože má závadu v napájení (power injector), a to je proto nutné resetovat. Toto by mohlo být do budoucna ošetřeno spínací zásuvkou s časovačem. Každý den ve večerních hodinách by došlo k jeho automatickému zresetování, a tak by nedocházelo ke ztrátám měřených hodnot.

Literatura

AMiT (2016), Aplikační poznámky[online]. [cit. 2016-04-13], <http://www.amit.cz/>.

ČESKÁ SOLÁRNÍ (2016), [online]. [cit. 2016-04-13], <http://www.ceska-solarni.cz/>.

ČEZ (2016), Minienciklopedie ČEZ[online]. [cit. 2016-04-13], <https://www.cez.cz/>.

HÄBERLE, HEINZ O. (2003), *růmyslová elektronika a informační technologie*, Praha: Europa-Sobotáles. ISBN 80-86706-04-4.

LADISLAV ŠMEJKAL (2005), *PLC a automatizace 2*, Praha: BEN – technická literatura.

SCHENK, C. (2016), MiKTeX [online]. [cit. 2016-04-16], <http://www.miktex.org/>.

SHARP (2016), Solární výrobky[online]. [cit. 2016-04-13], <http://www.sharp.cz/>.

SMA (2016), SMA[online]. [cit. 2016-04-13], <http://www.sma-czech.com/>.

SUNNY PORTAL (2016), [online]. [cit. 2016-04-13], <https://www.sunnyportal.com/>.

TERMS (2016), [online]. [cit. 2016-04-13], <http://eshop.terms.eu/>.

Příloha A

Obsah přiloženého DVD

K této práci je přiloženo DVD s následující adresářovou strukturou.

- Absolventská práce v \LaTeX 2 ϵ
- Manuály senzorů
- Datasheet pro komponenty FVE
- Schéma zapojení
- Vytvořené programy
- Kozich.AP_2015_2016.pdf – absolventská práce ve formátu PDF

Příloha B

Použitý software

AWDeT 1.9.0 [⟨http://www.amit.cz/⟩](http://www.amit.cz/)

DetStudio 1.8.0 [⟨http://www.amit.cz/⟩](http://www.amit.cz/)

LaTeX 2 ϵ [⟨http://www.miktex.org/⟩](http://www.miktex.org/)

ViewDet 1.2.1 [⟨http://www.amit.cz/⟩](http://www.amit.cz/)

WinEdt 6 [⟨http://www.winedt.com/⟩](http://www.winedt.com/)

Software z výše uvedeného seznamu je buď volně dostupný, nebo jeho licenci toho času vlastní Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy, Sezimovo Ústí, Budějovická 421, kde autor téhož času studoval a vytvořil tuto absolventskou práci.

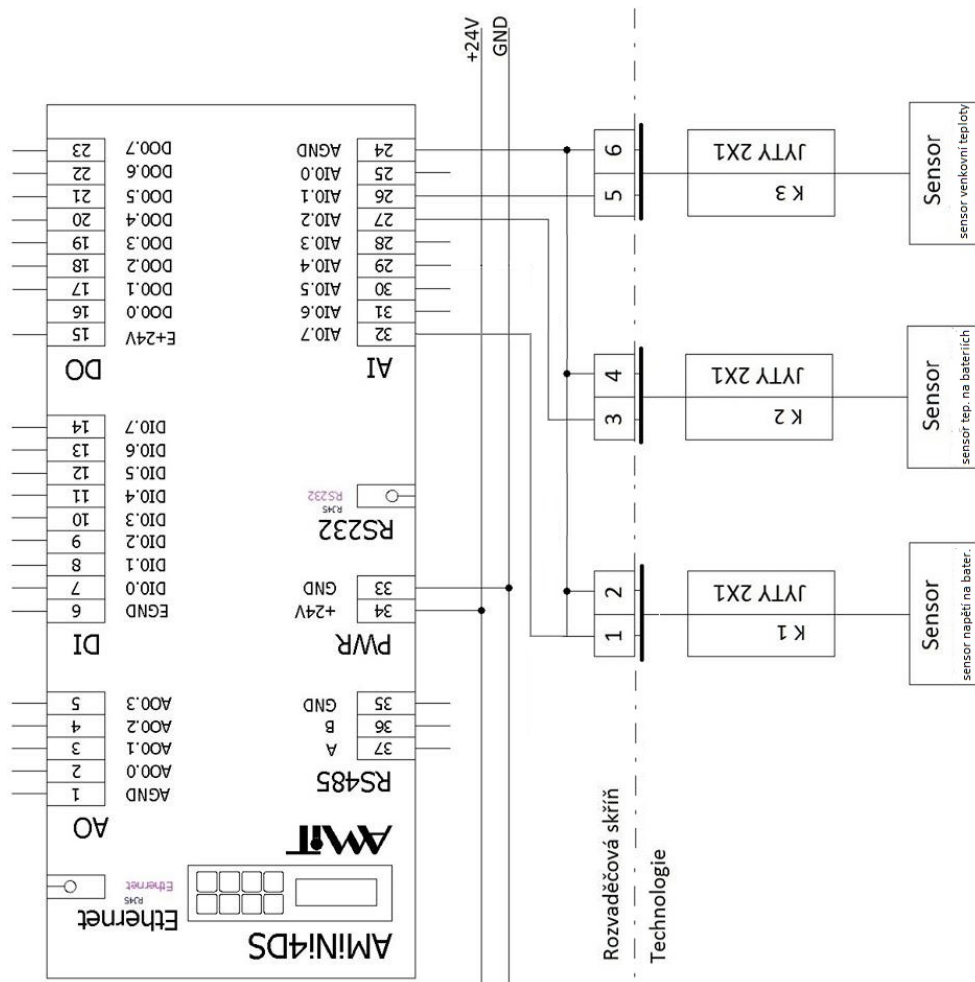
Příloha C

Časový plán absolventské práce

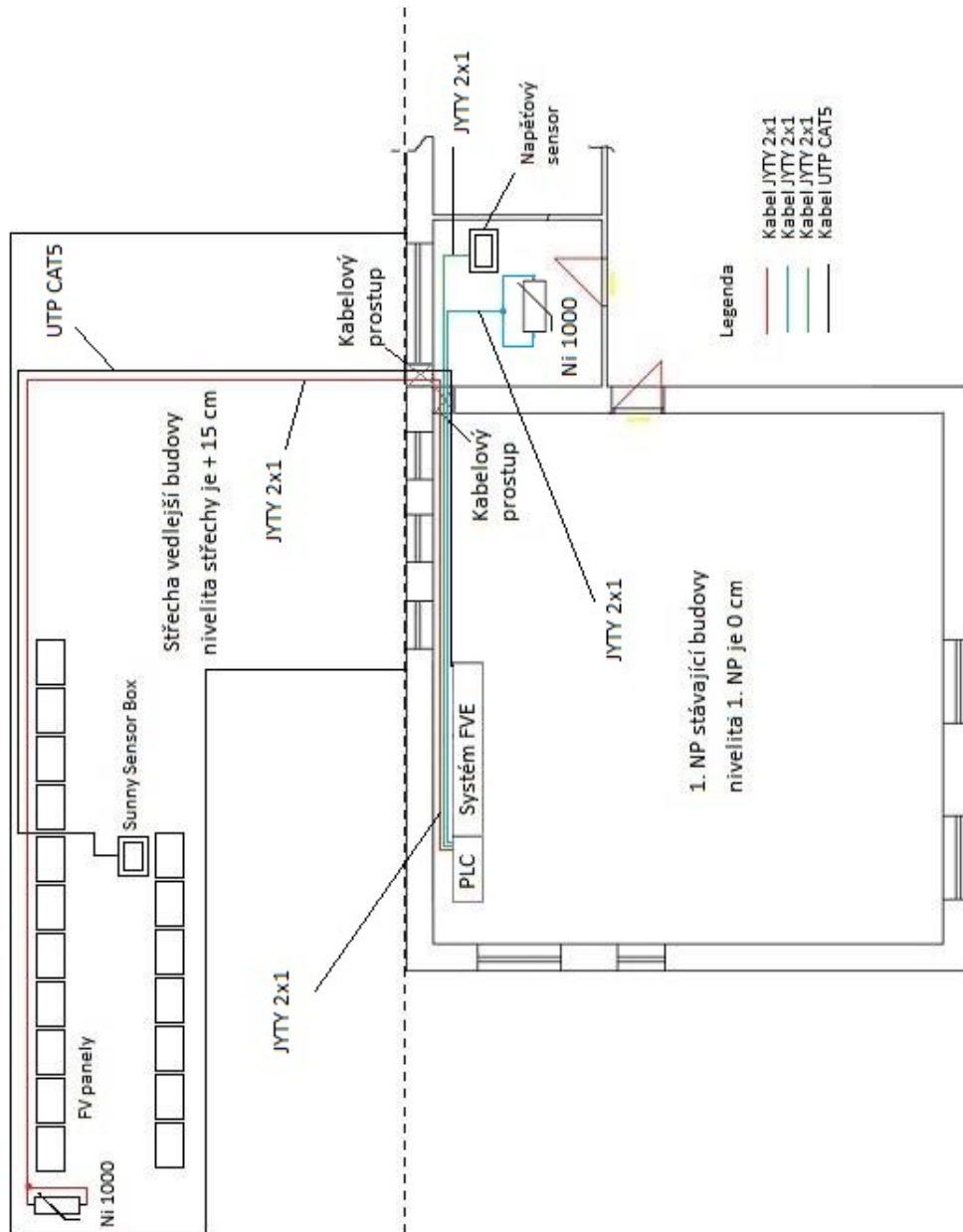
Činnost	Časová náročnost	Termín ukončení	Splněno
objednávka elektrických komponent	1 týden	20.01.2015	25.01.2015
dodání elektrických komponent	4 týdny	15.02.2015	22.02.2015
výkresová dokumentace	1 měsíce	01.03.2015	01.04.2015
instalace sensorů	1 měsíce	20.03.2015	20.04.2015
instalace kabeláže	4 týdny	20.03.2015	20.04.2015
tvorba programů	4 týdny	15.03.2015	15.04.2015
oživení sensorů a programů	3 týdny	20.03.2015	08.02.2016
AP: kapitola Úvod	2 týdny		13.02.2016
AP: kompletní text			14.04.2016

Příloha D

Schématická zapojení



Obrázek D.1: Schéma zapojení sensorů



Obrázek D.2: Instalace kabeláže

Příloha E

Rozpočet projektu

Následující tabulka uvádí finanční rozpočet modelu zahrnující nákupy jednotlivých součástí a zakázky realizované mimo školu. Ceny jsou uvedeny včetně DPH a obvykle včetně poštovního a balného.

Tabulka E.1: Finanční rozpočet projektu

Komponenta	Kusů/metrů	Cena za kus/metr	Cena celkem
NI 1000	2 ks	400,-	800,-
Sunny sensor box	1 ks	2500,-	2500,-
Kabeláž	200 m	8,-	1600,-
Drobný materiál			500,-
Celkem	-	-	5400,-