



Vyšší odborná škola
a střední průmyslová škola elektrotechnická
Plzeň, Koterovská 85

DLOUHODOBÁ MATURITNÍ PRÁCE S OBHAJOUBOU

**Téma: Automatické řízení ohřevu TUV mezi přebytky FVE,
sítí a peletovým kotlem**

Autor práce: Adam Popilka

Třída: 4.M

Obor studia: 78-42-M/01 Technické lyceum

Vedoucí práce: Ing. Pavel Jedlička

Dne: 28.4.2024

Hodnocení:



Vyšší odborná škola
a střední průmyslová škola elektrotechnická
Plzeň, Koterovská 85

Zadání dlouhodobé maturitní práce

Žák: Adam Popilka
Třída: 4. M
Studijní obor: 78-42-M/01 Technické lyceum
Zaměření: Kybernetika
Školní rok: 2023 - 2024

Téma práce: *Automatické řízení ohřevu TUV mezi přebytky FVE, sítě a peletovým kotlem*

Pokyny k obsahu a rozsahu práce:

1. Seznámení s technologií + popis
2. Definice vstupních a výstupních veličin
3. Tvorba algoritmu
4. Specifikace PLC
5. Test řízení/realizace

Plán konzultací:

Říjen 2023 – Nákup součástek
Listopad 2023 – Návrh a rozkreslení
Prosinec 2023 – Algoritmus
Leden 2024 – Začátek programování PLC
Únor 2024 – Programování PLC
Březen 2024 – Finále

Termín odevzdání: 27. března 2024
Čas obhajoby: 15 minut
Vedoucí práce: Ing. Pavel Jedlička

V Plzni dne: 30. září 2023

Mgr. Vlastimil Volák
ředitel školy

Anotace

Automatické řízení ohřevu teplé užitkové vody (TUV) mezi přebytky fotovoltaické elektrárny (FVE), sítě a peletovým kotlem. Cílem mojí maturitní práce je efektivně využít přebytků vyrobené energie z instalované FVE na rodinném domě (RD) k ohřevu TUV a tím omezit spotřebu dalších druhů paliva, tedy peletek či dřeva nebo elektřiny ze sítě.

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně a použil literárních pramenů a informací, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury a zdrojů a informací.“

„Souhlasím s využitím mé práce učiteli VOŠ a SPŠE Plzeň k výuce.“

V Plzni dne: Podpis:

Obsah

1	Úvod	5
2	Popis současného stavu instalované technologie	6
2.1	FVE	6
2.2	Vytápění a ohřev TUV	7
2.3	Problém, zadání – popis řešení	9
3	Definice vstupních a výstupních veličin	9
4	Vlastní algoritmus	10
5	Specifikace PLC a jeho naprogramování	11
6	Test samotné realizace řízení	12
7	Závěr	12

1 Úvod

V maturitní práci se zabývám maximálním využitím vyrobené elektřiny z fotovoltaické elektrárny instalované na rodinném domě (RD). Pomocí automatického řízení s použitím PLC (SIEMENS LOGO) přebytky elektřiny z fotovoltaické elektrárny (FVE) chci využít k ohřevu 300 l zásobníku teplé užitkové vody (TUV) pro RD.

V první kapitole maturitní práce popíšu současný stav instalované technologie. Tedy fotovoltaické elektrárny a celého topného systému RD. V současné době se TUV ohřívá pomocí kotle na tuhá paliva, tedy spalováním dřeva a zejména dřevěných peletek.

V dalších kapitolách se budu věnovat definici vstupních a výstupních veličin pro samotný algoritmus řízení. Dále tvorbou vlastního algoritmu.

V posledních kapitolách se zaměřím na specifikaci PLC a jeho naprogramování. Závěrem bude test samotné realizace řízení.

Cílem méj maturitní práce je tedy efektivně využít přebytků vyrobené energie z instalované FVE na rodinném domě (RD) k ohřevu TUV a tím omezit spotřebu dalších druhů paliva, tedy peletek, či dřeva, případně elektřiny ze sítě.

Pomocí automatického řízení s použitím PLC (SIEMENS LOGO) chci omezit počet startů a tím zkrátit provozní doby kotle při dodržení požadavku na dostatečné množství TUV ve večerních hodinách letní sezóny.

2 Popis současného stavu instalované technologie

2.1 FVE

Základem FVE je 16ks fotovoltaických panelů PhonoSolar o 455Wp (Wattpeak) tj. 7,28kWp a ČEZ BATTERY BOX obsahující 3fázový střídač včetně akumulátorů s kapacitou 9,6Wh



FVE na RD [zdroj: vlastní]



Battery box [zdroj:]

2.2 Vytápění a ohřev TUV

Zdrojem tepelné energie je kotel na tuhá paliva „ATMOS DC18S s úpravou“. Tento kotel lze provozovat v režimu spalování palivového dřeva s ručním přikládáním, anebo v automatickém režimu hořáku A25 při spalování dřevěných pelet ze zásobníku paliva o kapacitě 350 l. Dále v mé práci budu řešit pouze automatický provoz kotle (na pelety). Kotel nabíjí akumulární nádrž o objemu 1000 l, ze které je pomocí čerpadel zajištěno vytápění objektu RD a ohřev TUV. v kombinovaném bojleru o objemu 300 l. Kotel je hydraulicky zapojen tak, že přednostně dochází k ohřevu TUV v bojleru a až potom k nabíjení akumulární nádrže.

The diagram illustrates a smart energy system for a house. It features a solar panel (FVE) connected to a CEZ battery box, which is linked to the domestic distribution board (Domovní rozvaděč). A green line indicates a control signal from the battery box to the distribution board in the event of FVE surplus. The system includes a DHW boiler (bojler TUV) with an electric heating element (el. ohřev 3,3kW). A temperature sensor (T_{UV}) is located in the boiler, and its signal is sent to a controller. The boiler is connected to a buffer tank (vyvážovací nádrž / buffer tank) with a capacity of 500 - 1000 l. The buffer tank has two temperature sensors: T_v (top) and T_s (bottom). The boiler is also connected to a radiator in the living area (obytné místnosti / habitable rooms) via a pump and a thermostat (Prostorový termostat). A wood pellet boiler (Kotel v automatickém provozu na pelety) is connected to the buffer tank via a pump and a valve. The pellet boiler has a temperature sensor (A25) and its signal is sent to a controller. The controller also receives a start signal (Signál blokování startu kotle) and sends a signal to the pellet boiler. The diagram shows the flow of water and the control signals between the various components.

2.3 Problém, zadání – popis řešení

Nevýhoda konfigurace vytápění a ohřevu TUV popsané v kapitole 2.2. se projevuje v především v letní sezóně, kdy není zásadní požadavek na vytápění RD, a přesto kotel ve svém automatickém režimu udržuje nahřátou celou akumulární nádrž 1000 l jen pro ohřev TUV v bojleru. Bojler je sice také dotován přebytky z FVE, které jsou ale nyní těžko předvídatelné, a proto nelze jednoduše v letní sezóně odstavit kotel a spoléhat se pouze na ohřev TUV jen z přebytků z FVE. A proto se v rámci mé maturitní práce pokusím vytvořit a následně i odladit algoritmus pro povolení startu kotle pouze při nedostatečném ohřevu z FVE. Budu předpokládat, že 300l objem kombinovaného bojleru zajistí dostatek TUV pro jeden běžný den provozu domácnosti v RD, a tak bude stačit provést vyhodnocení algoritmu pouze 1x za den.

Budu tedy realizovat automatizaci pro ohřívání TUV, což zahrnuje vytvoření algoritmu, naprogramování do PLC a následné testování, simulace na modelu a následně test v reálném zapojení. Pomocí automatického řízení s použitím PLC (SIEMENS LOGO) chci tedy omezit počet startů a tím zkrátit provozní doby kotle při dodržení požadavku na dostatečné množství TUV ve večerních hodinách letní sezóny.

3 Definice vstupních a výstupních veličin

Hlavní vstupní veličinou bude teplota TUV v bojleru. Daný bojler je vybaven jednou rezervní jímkou pro osazení čidla RTD o průměru 6 mm. Dle technické dokumentace PLC je nutný článek pro měření teploty PT100.

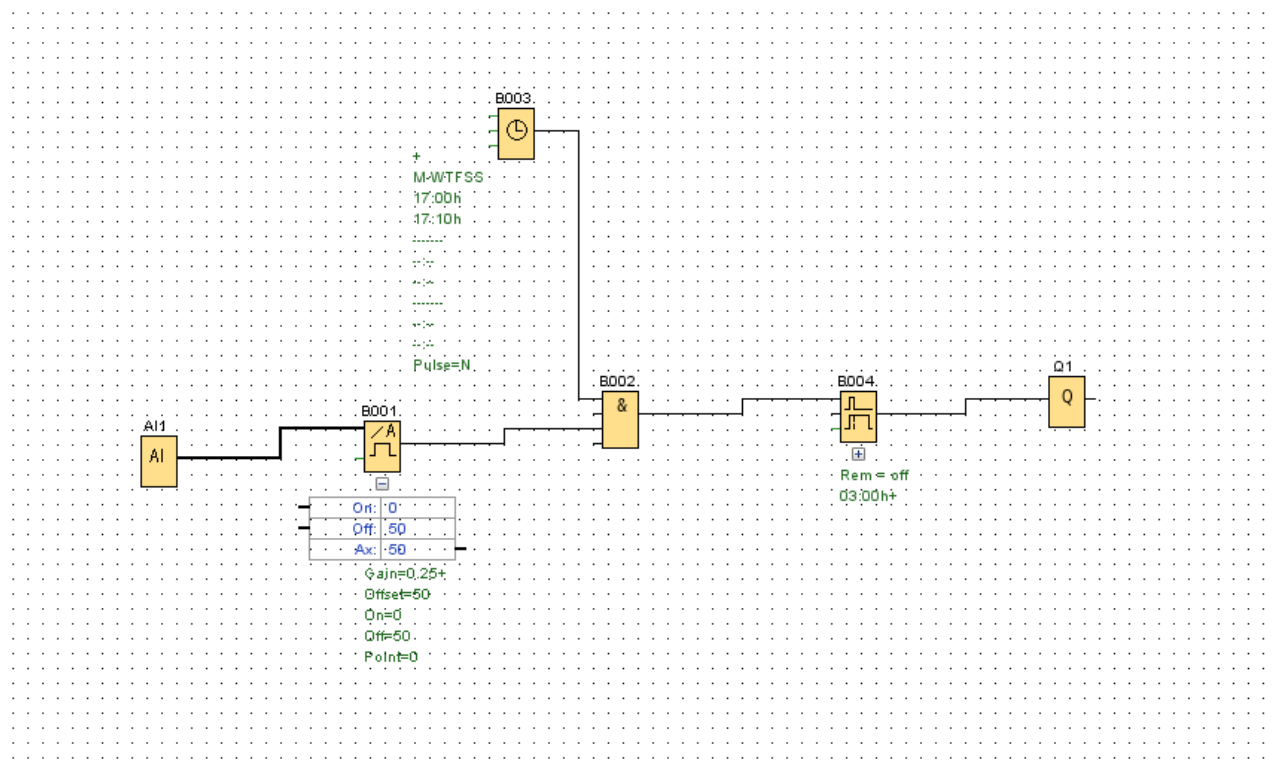
Čas vyhodnocení, zda je teplota vyšší nebo nižší volím na 17:00 hod. V této době už většinou FVE nebude mít dostatečný výkon, aby byl aktivní ohřev bojleru přebytky z FVE a docházelo ke zvyšování teploty TUV. Zároveň je stále dostatek času pro zapálení kotle a dohřátí TUV, protože největší odběr TUV lze předpokládat až ve večerních hodinách.

Je nutné se také zamyslet, jak proces ukončit, aby nedošlo k zablokování kotle při zvýšení teploty TUV. Toto řeším nastavením přídrže výstupu na 4 hodiny což je dostatečná doba pro plný ohřev bojleru a akumulární nádrže.

Vlastní algoritmus

Zadání: Automatizace bude spočívat v tom, že pokud v nějaký určitý čas bude mít voda v kotli teplotu menší než 40°, začne se voda ohřívat na určitou dobu nebo dokud nepřesáhne nějakou danou teplotu. Bude se přitom užívat právě přebytečná energie z FVE a tento cyklus se bude opakovat každý den či týden, letní sezonu.

Výpis programu:



4 Specifikace PLC a jeho naprogramování

Automatický logický automat LOGO.

Výstupní signál pro povolení/blokování startu kotle bude nutné zapojit do vnitřních obvodů kotle viz. el. schéma. Kotel je vybaven provozním vypínačem, do jehož obvodu zapojím výstupní kontakt PLC LOGO, který je dostatečně dimenzován na ovládací napětí 230VAC.

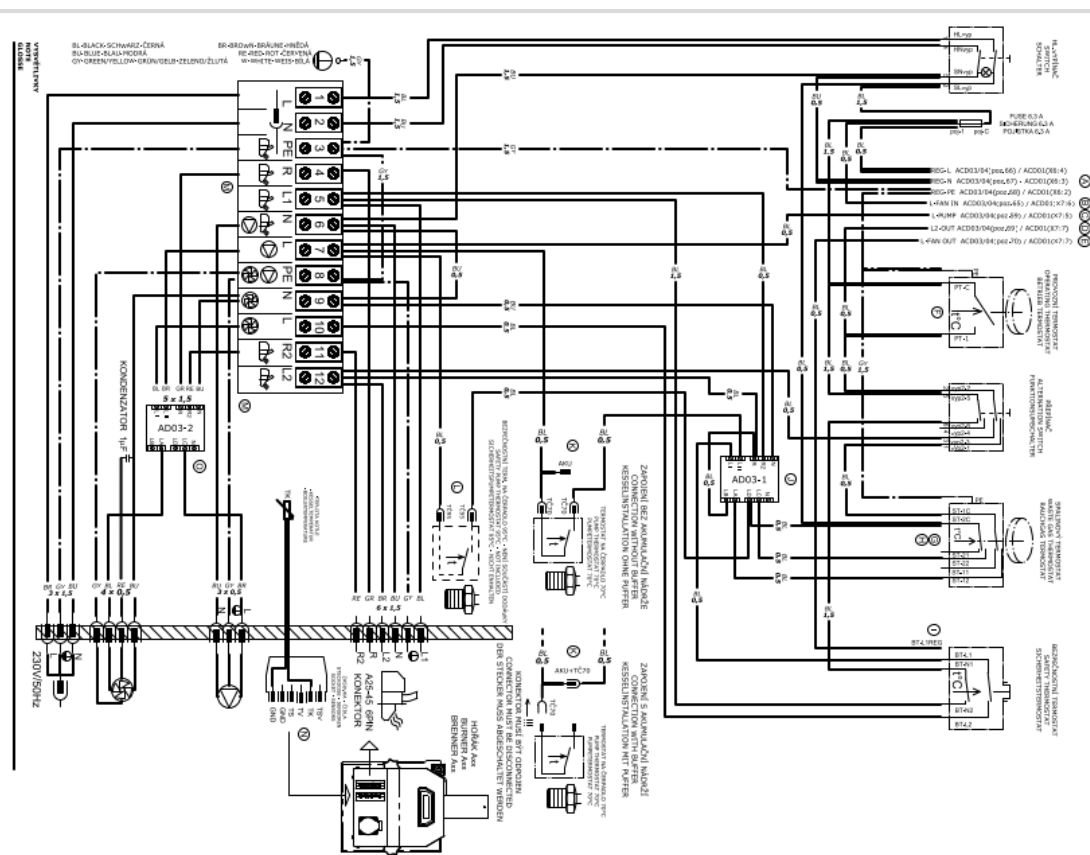
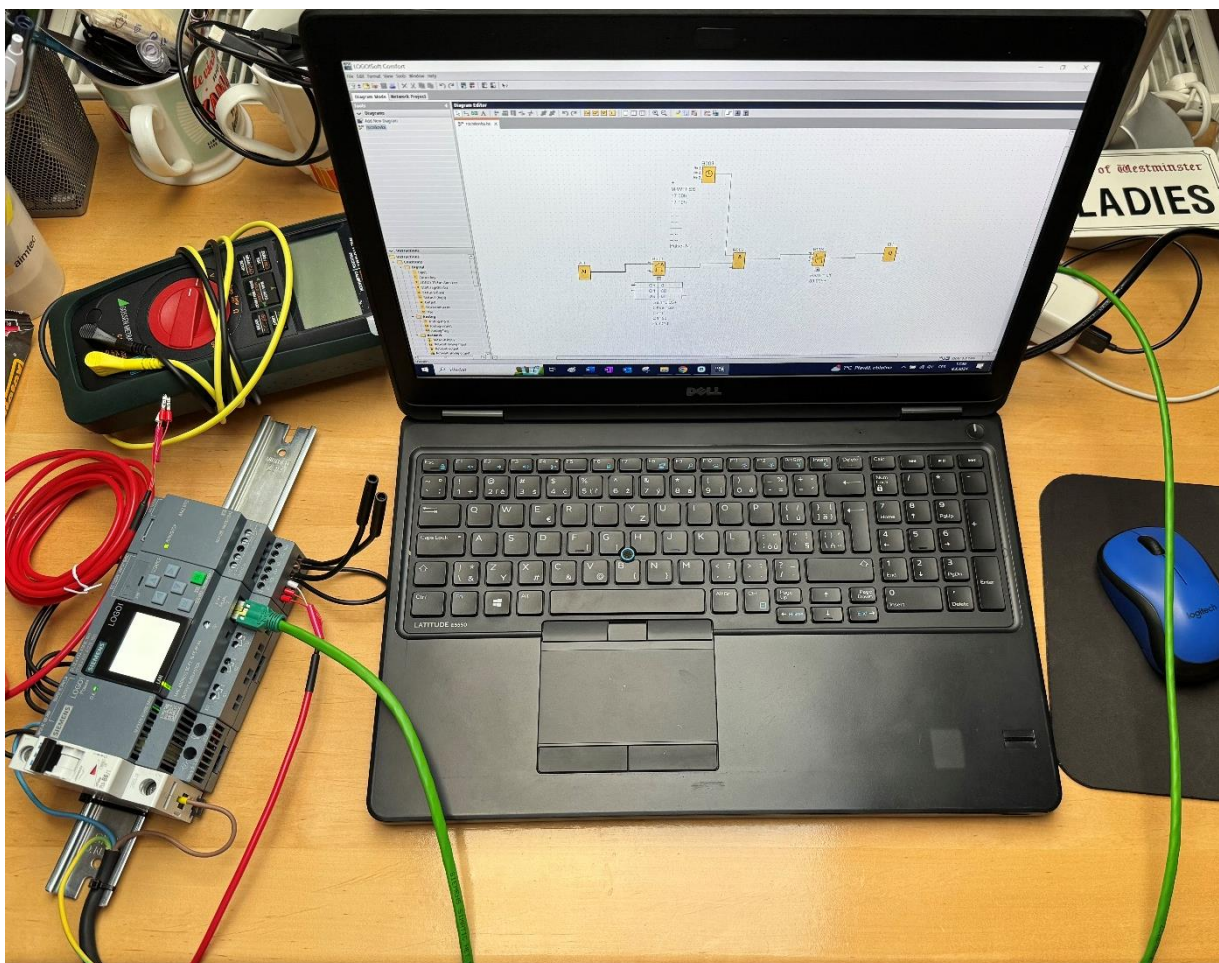


Schéma kotle [zdroj: vlastní]

5 Test samotné realizace řízení



Simulace pomocí PC [zdroj: vlastní]

Reálný test v instalaci RD

6 Závěr

Cíl: Ekonomický provoz v letní sezóně, tj. dosáhnout studené akumulční nádrže a horkého bojleru TUV, avšak při nedostatečném ohřátí bojleru TUV zajistit (povolit) automatický start kotle.

Návrhy na další zlepšení regulace:

Lze zvážit úpravu nastavení teploty horní vody v akumulární nádrži na nižší teplotu než současných 75 °C pro letní měsíce, kdy bude v provozu blokování automatického startu logickým automatem LOGO. Tím se zkrátí doba hoření kotle po odblokování.