

**Vyšší odborná škola, Střední škola, Centrum odborné přípravy
SEZIMOVO ÚSTÍ**

Studijní obor: 26-41-N/01

Elektrotechnika – mechatronické systémy

Michal Kroužek

**Řízení domovní předávací stanice
programovatelným automatem AMINI2D**

Sezimovo Ústí 2013

Vedoucí absolventské práce:

Ing. Václav Šedivý



ZADÁNÍ ABSOLVENTSKÉ PRÁCE

Student: **Michal Kroužek**
Obor studia: 26-41-N/01 Elektrotechnika – mechatronické systémy
Název práce: **Řízení domovní předávací stanice programovatelným
automatem AMINI2D**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte technický popis řízení zadané předávací stanice s elektrickým schématem zapojení s popisem použité technologie.
2. Realizujte řídicí software prostřednictvím vývojového prostředí DetStudio
3. Realizujte řídicí vizualizační software technologie prostřednictvím vývojového prostředí ViewDet.
4. Proveďte celkový finanční návrh řešení.
5. Absolventskou práci vypracujte problémově ve struktuře odpovídající vědecké práci.


Doporučená literatura:

- [1] ŠMEJKAL, L., A MARTINÁSKOVÁ, M., *PLC a automatizace*, 2007, ISBN 80-86056-58-9.
- [2] ŠMEJKAL, L., *PLC a automatizace 2*, 2005, ISBN 80-7300-0878-3.
- [3] KRÍŽ, M., *Příručka pro zkoušky elektrotechniků – požadavky na základní odbornou způsobilost*, 2006, ISBN 80-86230-40-6.
- [4] AMINI2(D), Návod k obsluze, verze 1.0.
- [5] ŠEDIVÝ, V., *Automatizace v praxi část 1 až 12*, IC COP.


Vedoucí práce: Ing. Václav Šedivý, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí
Odborný konzultant práce: Jiří Kroužek
Oponent práce: Ing. Alexej Salzman, VOŠ, SŠ, COP, Sezimovo Ústí

Datum zadání absolventské práce: **3.9.2012**

Datum odevzdání absolventské práce: **30.4.2013**


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




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

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem absolventskou práci zpracoval samostatně a uvedl v ní všechny prameny, literaturu a ostatní zdroje, které jsem použil.

V Sezimově Ústí dne

Podpis

10. 4. 2013
.....

Kovář
.....

Souhlasím s půjčováním mé absolventské práce Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D v informačním středisku odborné knihovny VOS, SŠ, COP Sezimovo Ústí. Zároveň souhlasím s tím, aby škola moji práci využívala k didaktickým a propagačním činnostem při zachování jména autora apod.

V Sezimově Ústí

Michal Kroužek

dne 10.4.2013

Kroužek

Poděkování

Absolventská práce byla zpracována v rámci řádného ukončení 3. ročníku studia vyšší odborné školy, oboru 26-41-N/01 Elektrotechnika - mechatronické systémy. Vedoucím práce byl pan ing. Václav Šedivý, kterému tímto děkuji za odborné konzultace a cenné rady týkající se struktury i obsahu práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Janu Fialovy z firmy Fiala za umožnění prohlídky a seznámení s domovními předávacími stanicemi v Sezimově Ústí, firmě Energoinvest za zapůjčení dokumentace a firmě TERMS CZ za možnost praxe v oddělení servisu.

Anotace

Absolventská práce se zabývá návrhem řízení a vizualizace domovní předávací stanice voda-voda. Nejprve jsou popsány jednotlivé způsoby regulace vytápění v budovách a možnosti programování. Poté je popsán současný stav stanice včetně jejího řízení. Následující kapitoly se věnují vlastnímu návrhu řídicího software prostřednictvím vývojového prostředí DetStudio a řídicího vizualizačního software technologie prostřednictvím vývojového prostředí ViewDet. Součástí práce jsou elektrické schémata zapojení a řídicí a vizualizační software.

Klíčová slova: DPS, DetStudio, ViewDet, PLC, vizualizace, vývojové prostředí, systém, mechatronický systém, TUV, TV, tepelné hospodářství, AMiT, TZB, ekvitemní křivka, ekvitemní regulace

Annotation

Die Diplomarbeit befasst sich mit dem Entwurf der Steuerung und der Visualisierung der Wasser-Wasser-Hauskopfstation. Zunächst werden die verschiedenen Methoden der Heizungsregulation in Gebäuden und Möglichkeiten der Programmierung beschrieben. Dann wird der aktuelle Stand der Station einschließlich ihrer Steuerungen beschrieben. Die folgenden Kapitel befassen sich mit eigenem Entwurf der Steuerungssoftware durch die Entwicklungsumgebung DetStudio und Visualisierungssoftware Technologie durch die Entwicklungsumgebung ViewDet. Einen Teil dieser Arbeit bilden elektrische Schaltpläne, Steuerungs- und Visualisierungssoftware.

Termine: Hausübertragungsstation, DetStudio, ViewDet, Visualisierung, PLC, Entwicklungsumgebung, System, mechatronische Systeme, warmes Betriebswasser, Heizungswasser, Wärmewirtschaft, AMiT, Haustechnik. witterungsgeführte Kurve, witterungsgeführte Regelung

Obsah

1	Úvod.....	- 1 -
1.1	Popis řešeného problému.....	- 2 -
1.1.1	Současný stav	- 3 -
1.1.2	Řešený problém (problémový úkol).....	- 4 -
1.1.3	Zdůvodnění výběru	- 4 -
1.2	Cíl projektu.....	- 4 -
2	Úvod do teorie řízení	- 5 -
2.1	Regulace – pojmy a využití	- 5 -
2.2	Programovatelné logické automaty	- 9 -
2.2.1	Programovací jazyky PLC	- 10 -
3	Domovní předávací stanice.....	- 15 -
3.1	Popis stávající technologie DPS.....	- 15 -
3.2	Regulace topné vody	- 17 -
3.3	Regulace ohřevu TUV	- 17 -
3.4	Upřednostnění ohřevu TUV	- 19 -
3.5	Hlídání tlaku a doplňování sekundárního okruhu ÚT	- 19 -
3.6	Poruchové a havarijní stavy	- 20 -
4	Návrh řízení a regulace	- 22 -
4.1	Model – pracovní pomůcka	- 22 -
4.2	Realizace programu	- 25 -
5	Vizualizace.....	- 34 -
5.1	Hlavní scéna	- 34 -
5.2	Archiv	- 37 -
6	Elektroinstalace a BOZP.....	- 42 -
6.1	Kabelové propojení	- 42 -
6.2	Požadavky na jiné dodavatele a pokyny pro montáž.....	- 42 -
6.3	Povinnosti provozovatele a obsluhy	- 43 -
6.3.1	Provozní řád	- 43 -
6.4	Zkoušky	- 43 -
7	Závěr	- 44 -
7.1	Prokázání funkce	- 44 -

7.2	Přínos absolventské práce	- 44 -
7.3	Doplnění o vzdálenou komunikaci.....	- 45 -
	Seznam literatury	- 46 -
	Seznam příloh	- 47 -
	Obsah DVD.....	- 47 -

Seznam použitých symbolů a zkratek

DPS	domovní předávací stanice
ÚT	ústřední topení
MaR	měření a regulace
PLC	Programmable Logic Controller/Logické programovatelné řízení
I/O	Inputs-Outputs/Vstupy-výstupy
PC	Personal Computer/Osobní počítač
°C	Jednotka tepla
V	Volt - jednotka el. napětí
A	Amper – jednotka el. proudu
m	Metr – základní jednotka délky
Pa	Pascal – základní jednotka tlaku
l	Litr – jednotka objemu
TUV	Teplá užitková voda
W	Watt – základní jednotka výkonu
SW	Software – programové vybavení
V stř	El napětí střídavé
V ss	El. Napětí stejnosměrné
IP	Internet Protocol/Standardní internetový protokol
LD	Ladder Diagram – jazyk kontaktních (reléových) schémat
KOP	Kontaktplan – jazyk kontaktních (reléových) schémat
IL	Instruction List – jazyk mnemokódů
AWL	Anweisungslist – jazyk mnemokódů
FBD	Function Block Diagram – jazyk logických schémat
FUP	Funktionplan – jazyk logických schémat

ST	Structured Text – jazyk strukturovaného textu
ST	Strukturierter Text – jazyk strukturovaného textu
SFC	Sequential Function Chart – jazyk pro sekvenční programování
AS	Ablaufsprache – jazyk pro sekvenční programování
CFC	Continuous Function Chart
I/O	vstup/výstup (anglicky input/output)
PA	Programovatelný automat
TZB	Technické zařízení budov
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
$e(t)$	regulační odchylka
$w(t)$	žádaná hodnota
$y(t)$	regulovaná veličina
$u(t)$	akční zásah
$d(t)$	porucha
$n(t)$	šum měření

Seznam obrázků

Obr. 1	Současný stav DPS	- 2 -
Obr. 2	Stávající rozvaděč MaR	- 3 -
Obr. 3	Regulační smyčka s regulátorem s jedním stupněm volnosti.	- 5 -
Obr. 4	Termostatický ventil	- 6 -
Obr. 5	Ekvitermní křivka	- 7 -
Obr. 6	Zónová regulace v bytovém domě.	- 8 -
Obr. 7	Ukázka programu řídicí jednotky ETATHERM	- 8 -
Obr. 8	PLC AMiNi2D	- 9 -
Obr. 9	Srovnání zápisu v jazyku kontaktních schémat a jazyku mnemokódů.	- 11 -
Obr. 10	Vyhodnocení poruchy čidla venkovní teploty	- 11 -
Obr. 11	Program v jazyce logických schémat.	- 12 -
Obr. 12	Ukázka programu na vyhodnocení teplot napsaném ve strukt. textu	- 12 -
Obr. 13	Ukázka struktury programu v programu	- 13 -
Obr. 14	Ukázka programu CFC	- 14 -
Obr. 15	Umístění měřiče tepla	- 15 -
Obr. 16	Technologické schéma DPS	- 16 -
Obr. 17	Zásobník TUV	- 18 -
Obr. 18	Měření teploty TUV	- 19 -
Obr. 19	Čidlo zaplavení prostoru DPS	- 21 -
Obr. 20	Zapojení Ni1000.	- 23 -
Obr. 21	Panel s potenciometry nahrazujícími v modelu čidla Ni1000	- 23 -
Obr. 22	AMiNi2D se zapojeným panelem a servopohonu	- 24 -
Obr. 23	Část procesu Proc00 s vstupy Ni1000 a výstupy servopohonů	- 25 -
Obr. 24	Původní provedení poruch zaplavení PDS a překročení teploty TUV	- 26 -
Obr. 25	Poruchy ovlivňující chod čerpadla na horkovodu	- 26 -
Obr. 26	Vyhodnocení dlouhodobého dopouštění	- 27 -
Obr. 27	Havarijní stav dlouhodobé dopouštění	- 27 -
Obr. 28	Poruchy ovlivňující regulaci servopohonu na větvi TV	- 28 -
Obr. 29	Podprogram nula_tv pro řízení servopohonu ventilu TV	- 28 -
Obr. 30	Zadání parametrů PID regulátoru v DetStudiu	- 29 -
Obr. 31	Určení T_k při r_{0k}	- 30 -
Obr. 32	Čas PLC používaný v regulaci	- 31 -
Obr. 33	Podprogram pro spuštění režimu podle hodin.	- 31 -
Obr. 34	Podprogram s ekvitermní křivkou pro režim komfort.	- 32 -
Obr. 35	Vytvořená obrazovka PLC	- 32 -
Obr. 36	Vlastnosti prvku NumericView1	- 33 -
Obr. 37	Startovní obrazovka ViewDet	- 34 -
Obr. 38	Editace scény v programu ViewDet	- 35 -
Obr. 39	Nastavení pozadí scény	- 35 -

Obr. 40 Editace prvku label (text).....	- 36 -
Obr. 41 Nastavení proměnné ve vizualizaci	- 37 -
Obr. 42 Část procesu ARCHIV, která generuje časová značky pro SyncArch	- 37 -
Obr. 43 Vytvoření archivu	- 40 -
Obr. 44 Nastavení rozsahu osy x (časové osy)	- 41 -
Obr. 45 Značka výstrahy – žlutočerný blesk.....	- 42 -

Seznam tabulek

Tab. 1 Tabulka poruch a poruchových stavů	- 20 -
Tab. 2 Doporučené typy čidel Ni1000	- 24 -
Tab. 3 Seřízení PID regulátoru z kritických hodnot regulátoru	- 31 -
Tab. 4 Nastavení časové periody pro prvek SyncMark	- 38 -

1 Úvod

Měření a regulace se vzhledem k neustále rostoucím nákladům na energii představuje klíčový obor v tepelném hospodářství, potažmo při navrhování a provozování otopných soustav. Návrh otopné soustavy vychází z výpočtu tepelných ztrát, ve kterém figuruje oblastní výpočtová venkovní teplota. Ta se však od reálné venkovní teploty liší, proto je třeba zajistit, aby teplo vyvinuté otopnou soustavou bylo správně využito. K tomuto účelu slouží regulace vytápění. (TZB-INFO, 2012).

Mimo to lze dosáhnout dalších úspor vytápěním podle provozního režimu budovy a dalších aspektů. Ve firmě, kde zaměstnanci odchází ve tři hodiny odpoledne, není nutné a ekonomicky vhodné dále vytápět na takovou teplotu a můžeme proto nastavit útlum. Obdobně v kancelářských budovách s různými nájemci nebo v hotelích můžeme ušetřit tím, že nevyužívané prostory budeme vytápět ne nižší teplotu.

Provozní náklady se sníží také tím, že není zapotřebí tak početná obsluha. Ta může stavy na jednotlivých prvcích apod. sledovat z dispečinku a nemusí chodit tak často na obchůzky. I přesto je nutné provádět občasně prohlídky zařízení. Řízení systému je automatické a s možností zásahu obsluhy z velínu.

Úsporu je možné nepřímo vidět i ve snížení případných škod při havárii. Například při poklesu tlaku v systému začne PLC dopouštět vodu a upozorní obsluhu. Pokud do určité doby nedosáhne potřebného tlaku, tak odstaví daný okruh, protože to může být z důvodu prasklého potrubí. Takto lze zabránit větším škodám i bez přítomnosti obsluhy. Informace o havárii může být odeslána na mobilní telefon a tím může dorazit pracovník držící pohotovost. Dalším příkladem může být únik vody přímo v domovní předávací stanici. Díky snímači zaplavení je obsluha včas informována. Bez toho by to zjistila až při pravidelné obchůzce nebo pokud by se příznaky projeví i mimo stanici.

Z výše uvedených důvodů jsem si jako téma své absolventské práce zvolil návrh systému měření a regulace nezávislé domovní předávací stanice voda-voda v Sezimově Ústí pomocí řídicího systému AMiNi2DS. Rozhodl jsem se tak také s vzhledem k dřívějším zkušenostem s TZB, tepelným hospodářstvím v Sezimově Ústí a výuce automatizace s PLC firmy AMiT.

1.1 Popis řešeného problému

Absolventská práce řeší systém měření a regulace nezávislé domovní předávací stanice voda-voda (dále jen DPS) v Sezimově Ústí, zásobované tepelným médiem z centrální výměňkové stanice, pomocí řídicího systému AMiNi2D včetně vizualizace. Součástí práce je výkresová dokumentace elektroinstalace (viz příloha č.1) a aplikační program nainstalovaný do řídicího systému AMiNi2DS, pomocí kterého je řízena DPS. Nedílnou součástí je i vizualizace realizovaná prostřednictvím ViewDet.



Obr. 1 Současný stav DPS

1.1.1 Současný stav

Stávající stanice je řízena pomocí PLC Excel 50 firmy Honeywell, který řídí měření a regulaci domovní předávací stanice zásobované z centrální výměňkové stanice. Systém umožňuje jak automatický provoz, tak i dálkové zásahy obsluhy z dispečerského stanoviště. Na tento stav byla DPS upravena v roce 2001 v rámci rekonstrukce tepelného hospodářství a rozvodů tepla v Sezimově Ústí.



Obr. 2 Stávající rozvaděč MaR

1.1.2 Řešený problém (problémový úkol)

Úkolem této práce, jak bylo uvedeno v předchozím textu, je vypracovat technický popis řízení zadané domovní předávací stanice s elektrickým schématem s popisem použité technologie. Dalším krokem je realizace řídicího softwaru technologie prostřednictvím vývojového prostředí DetStudio a vizualizačního software prostřednictvím vývojového prostředí ViewDet. Na závěr je zapotřebí provést celkový finanční návrh řešení.

1.1.3 Zdůvodnění výběru

Zvolené téma jsem si vybral z důvodu dřívějších zkušeností s oblastí technického zařízení budov a vstřícnosti provozovatele tepelného hospodářství v Sezimově Ústí. Dalším důvodem je ekonomická skutečnost a to možná záměna drahého amerického řídicího systému Honeywell za technicky srovnatelný, ale levnější tuzemský řídicí systém.

1.2 Cíl projektu

Hlavním cílem projektu je vytvořit funkční aplikační řídicí software včetně vizualizace a to v prostředí DetStudio a ViewDet domovní předávací stanice s využitím PLC AMiNi2D firmy AMIT. Výstupem tohoto cíle je ověření správné funkce na školním modelu.

Vedlejšími cíli jsou především seznámení s řízením systémů tepelného hospodářství, především DPS, to znamená ověření získaných teoretických znalostí, především z předmětů provoz technických zařízení a programování řídicích systémů.

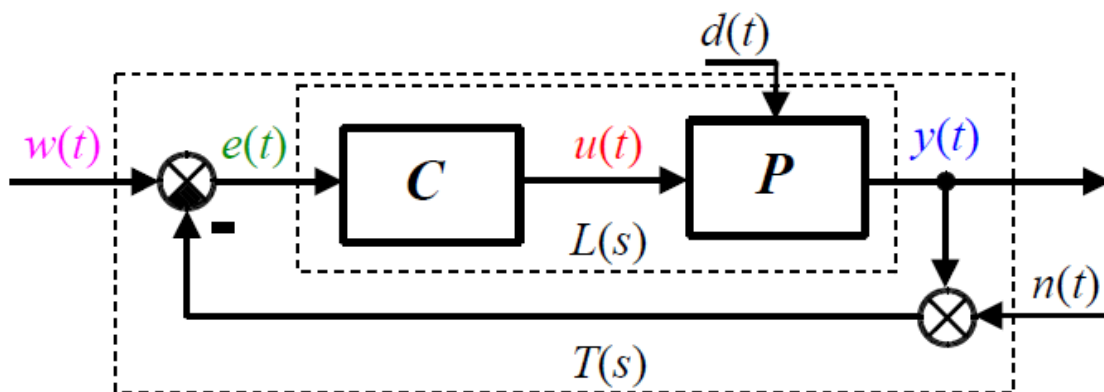
Neméně důležitým je ověření teoretických znalostí v programování PLC a to v reálném prostředí. Současně jsem splnil i cíl rozšíření znalostí a dovedností při používání kreslicích programů jako jsou AutoCAD a Solid Edge.

2 Úvod do teorie řízení

V následujících podkapitolách práce je proveden stručný rozbor některých základních pojmů z regulace a jednoduchým způsobem popsány způsoby a výhody jejího uplatnění v budovách s různými režimy provozu. V návrhu řídicího softwaru používám různé programovací jazyky pro PLC, proto v druhé podkapitole uvádím jejich přehled a aplikace. Blíže jejich použití pak uvádím v kapitole 4 Návrh řízení a regulace.

2.1 Regulace – pojmy a využití

Obrázek 3 představuje notoricky známe řešení uzavřené regulační smyčky s jedním stupněm volnosti, bližší informace viz (ROUBAL, J.et al., 2011).

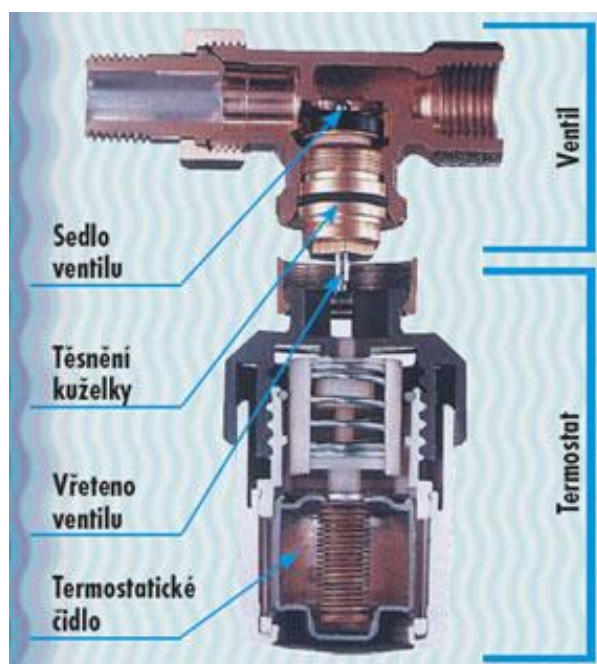


Obr. 3 Regulační smyčka s regulátorem s jedním stupněm volnosti (ROUBAL, J.et al., 2011).

Jak je z obr. 3 patrné **regulovanou veličinou $y(t)$** je v mém případě teplota TUV a teplota TV. **Žádaná hodnota $w(t)$** je dána ekvitermní křivkou. Regulátor C pak na základě **regulační odchylky $e(t)$** generuje **akční zásah $u(t)$** – změnu napětí přiváděného na servopohon ventilů větví TV a TUV.

K regulaci jednotlivých otopných těles v místnostech nám slouží termostatický ventil a termostatická hlavice, řez těmito prvky je vidět na obr 4. Množství topného média protékajícího skrze termostatický ventil je regulováno termostatickou hlavicí, která využívá principu tepelné dilatace kapaliny, plynu, nebo pevné látky. Díky tomu máme možnost regulovat tepelné zisky v místnosti jako je sluneční záření, teplo vzniklé při vaření a provozu elektrických spotřebičů a přítomností lidí. K této regulaci není potřeba zásah obsluhy. Při jejich instalaci musíme dbát na to, aby byly termostatické hlavice umístěny ve vodorovné poloze, hlavice nesmí být osluněna, a musí být umožněno jejich volné obtékání vzduchem z vytápěného prostoru. Proto by nemělo

dojít k zakrytí závěsem nebo záclonou. Pokud začnou uzavírat termostatické ventily, tak může dojít k nárůstu tlaku v topném okruhu. Ke kompenzaci tohoto nežádoucího efektu slouží buď regulátor tlakové diference nebo oběhové řízené čerpadlo s elektronicky řízenými otáčkami, které udržuje zhruba konstantní tlak při různém průtoku. (MURTINGER, K.et al., 2008).



Obr. 4 Termostatický ventil (Zdroj: www.kea-olomouc.cz)

Dále regulujeme přímo teplo přiváděné do otopné soustavy a to podle teploty v referenční místnosti anebo podle venkovní teploty. V úvahu přichází ještě zónová regulace využívající měření tepla ve více zónách (místnostech).

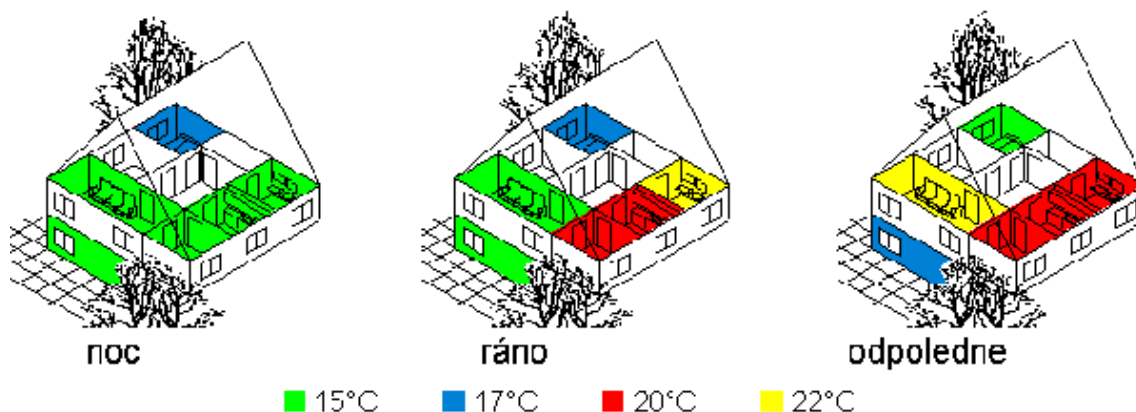
Nejčastější je regulace teploty topné vody podle venkovní teploty tzv. ekvitermní regulace. Při nižší venkovní teplotě dochází k větším tepelným ztrátám a to je kompenzováno zvýšením teploty topné vody, aby teplota v místnosti zůstala na požadované hodnotě. Potřebná teplota topné vody pro dosažení požadované teploty v místnosti při určité venkovní teplotě je stanovena ekvitermní křivkou pro danou budovu (ŠEDIVÝ, V., 2005).



Obr. 5 Ekvitermní křivka (MATZ, V., 2010)

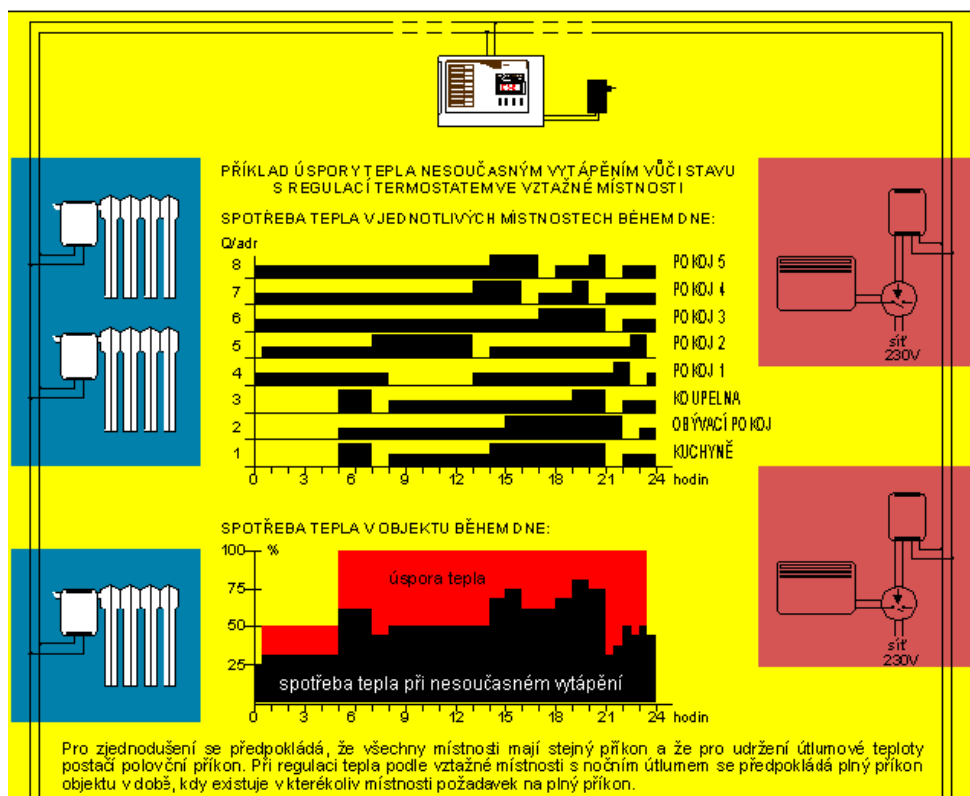
Výhodou ekvitermní regulace je, že nám stačí pouze jeden regulátor a teplotu stačí měřit v jednom místě a ta může být použita i pro více DPS např. u bytového domu s více vchody, kdy každý vchod má vlastní DPS. Nevýhodou je, že nedokáže zohlednit rozdílné tepelné zisky a ztráty v různých místnostech, proto se kombinuje např. s termostatickými ventily.

Regulace domovní předávací stanice, která je předmětem této práce, je prováděna podle ekvitermní křivky. V některých případech může být použita zónová regulace, kdy měříme teplotu v různých zónách a ty jsou vytápěny samostatnými otopnými větvemi. Příkladem může být budova, kde jsou kanceláře, sklady popř. i další zóny s jinými požadavky na teplotu. Mohou mít různé nájemníky, kterým musí být měřena spotřeba odděleně, a jsou u nich jiné požadavky na teplotu v prostorech a to i v průběhu času, kdy se liší pracovní doba a proto stačí v některých prostorách začít vytápět na vyšší teplotu až později. Prostory kanceláří budou využívány např. od 8 hodin do 16 hodin a to ve všední dny. Mimo tuto dobu můžeme temperovat na nižší teplotu. Oproti tomu výrobní hala s dvousměnným provozem bude vytápěná ve všední dny od 6 hodin do 22 hodin. Další zónou může být např. přednášková aula, konferenční místnost nebo jiné prostory, které jsou využívány jen v některé dny a proto po většinu času postačuje jejich temperování na nižší teplotu.



Obr. 6 Zónová regulace v bytovém domě. Zdroj: (MURTINGER, K.et al., 2008)

Tím jsme se dostali k dalšímu hledisku regulace a to útlumům. V průběhu noci je možno snížit teplotu, na kterou vytápíme, a stejně tak v například dopoledne, kdy je většina lidí v zaměstnání. Také můžeme nastavit vytápění pouze na temperování např. po dobu dovolené v případě rodinného domu nebo celozávodní dovolené. To umožňuje další úspory nákladů. Ekvitermní regulací je možné dosáhnout úspor 10 až 25%. Pokud jí doplníme zónovou regulací, tak dojde ke zvýšení úspor na 15 až 30% (BAŠTA, J., 2007).



Obr. 7 Ukázka programu řídicí jednotky ETATHERM. Zdroj: etatherm.cz

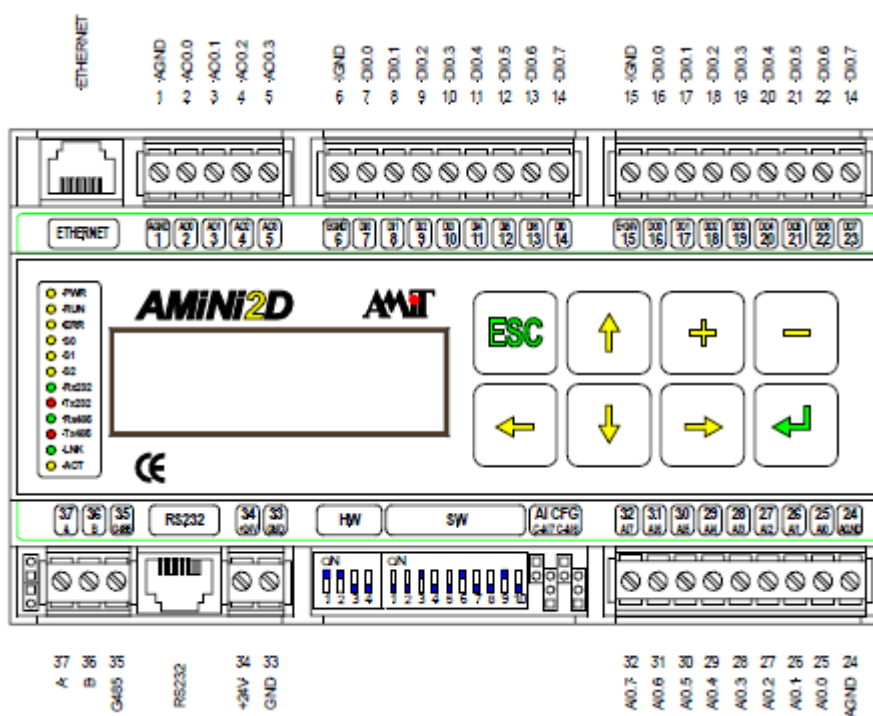
V této práci je využívána ekvitermní regulaci a denní a noční režim (noční útlum).

2.2 Programovatelné logické automaty

Označení PLC (Programmable Logic Controller) bylo použito poprvé v roce 1968 společností Modicon u svých programovatelných automatů, které byly použity k řízení výroby piva ve firmě Bush. Ale počátky PLC sahají až do 50.let, kdy začíná snaha o nahrazení releových řídicích systémů. K rychlejšímu rozšíření dochází až od roku 1975 díky pokroku v oblasti elektroniky a vzniku standardních programovacích jazyků. Dalším faktorem byl nárůst výkonu a spolehlivosti počítačů a pokles jejich cen (PAVELA, M., 2012).

V ČSN platí označení PA (programovatelný automat) a v německé literatuře se používá SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung).

PLC jsou průmyslové počítače, které složí k automatizaci procesů v reálném čase. Vzhledem k určení PLC jsou jeho periferie uzpůsobeny pro napojení na technologické procesy. Jde hlavně o digitální a analogové vstupy a výstupy (PAVELA, M., 2012).



Obr. 8 PLC AMiNi2D

PLC umožňují snížení provozních nákladů, zvýšení produktivity, jakosti výroby apod. Nahrazují lidskou obsluhu i v nebezpečném nebo zdraví škodlivém prostředí a snižují riziko vzniku chyb způsobených lidským faktorem. V řadě oblastí jsou nenahraditelné. Typicky např. u obráběcích strojů, kde by bez nich nebylo možno

dosáhnout takové flexibility, přesnosti a produktivity výroby. Oproti releovým řídicím systémům, které byly jejich předchůdcem, umožňují rychlejší realizaci, kdy je použito standardní PLC a pro danou aplikaci se optimalizuje pouze projekt. Všechny PLC je v současné době možno rozšířit i o doplňkové moduly. Mezi další výhody patří vysoká spolehlivost, robustnost a odolnost proti rušení vzhledem k jejich optimalizaci do průmyslových podmínek (ŠMEJKAL, L., 2009).

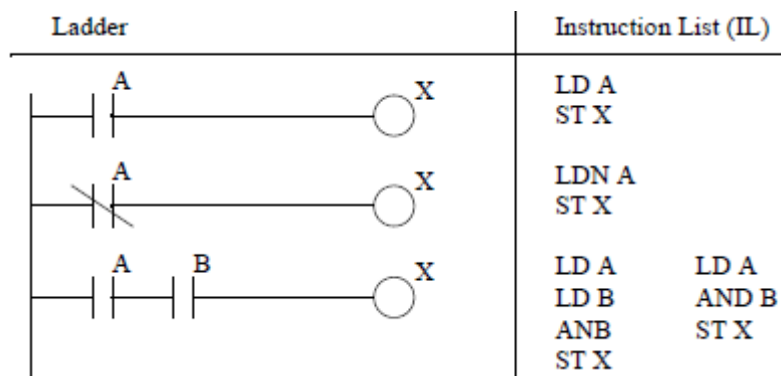
2.2.1 Programovací jazyky PLC

Obecně lze PLC programovat ve čtyřech programovacích jazycích, které zde popíšeme. Jazyky systémů různých výrobců jsou podobné. Po osvojení si systému programování PLC jednoho výrobce nepředstavuje přechod k jinému velký problém. Přímá přenositelnost programů však není možná. Proto je při náhradě PLC za novější model od jiného výrobce nutno napsat nový program (ŠMEJKAL, L., 2009). Mezinárodní norma IEC 1131-3 (v evropské legislativě jako IEC EN 61131-3) sjednocuje syntaxi (formální pravidla, gramatiku) i sémantiku jazyků pro programování PLC. Dále se věnuje tomu, jak se mají deklarovat proměnné a datové typy, funkce a funkční bloky atd. Jejím cílem je umožnit jednotné programování PLC různých výrobců. V České republice byla přijata pod označením ČSN EN 61131-3. Věnuje se dvěma grafickým (LD a FBD) a dvěma textovým jazykům (IL a ST) (URBAN, L., 2005).

Jazyk mnemokódů, v angličtině označovaný jako Instruction List (IL) a v němčině Anweisungslist (AWL), je obdobou assembleru. Každá instrukce (mnemokód) má svůj příkaz. Některé instrukce jde doplnit modifikátorem určujícím, že operandem bude negovaná proměnná nebo zahajuje odloženou operaci. Typická operace v textovém jazyku IL odpovídá schématu:

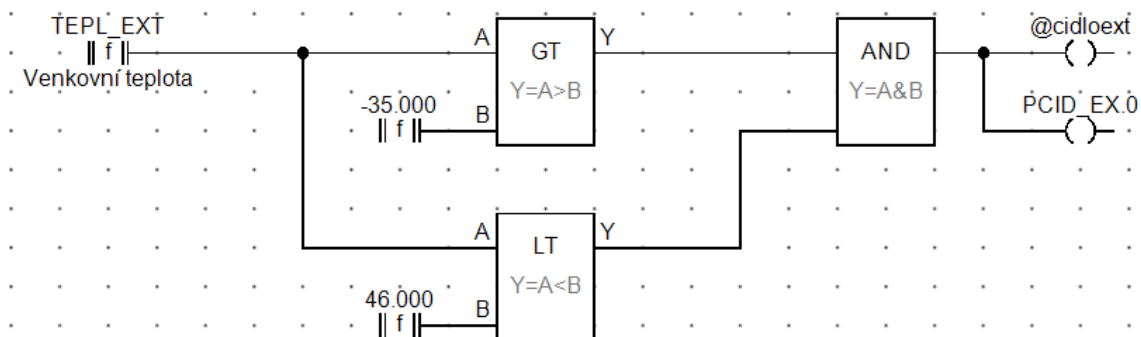
výsledek := výsledek OPERATOR operand

Takže operace probíhá s poslední hodnotou výsledku a s programovatelným operandem. Výsledek se uloží do paměti. Programy psané jazykem mnemokódů jsou rozsáhlé a pracné, protože i jednoduchou funkci je nutné rozepsat až na úroveň základních funkcí. V dlouhém programu se pak obtížně dohledávají a opravují chyby (ŠMEJKAL, L., 2011).



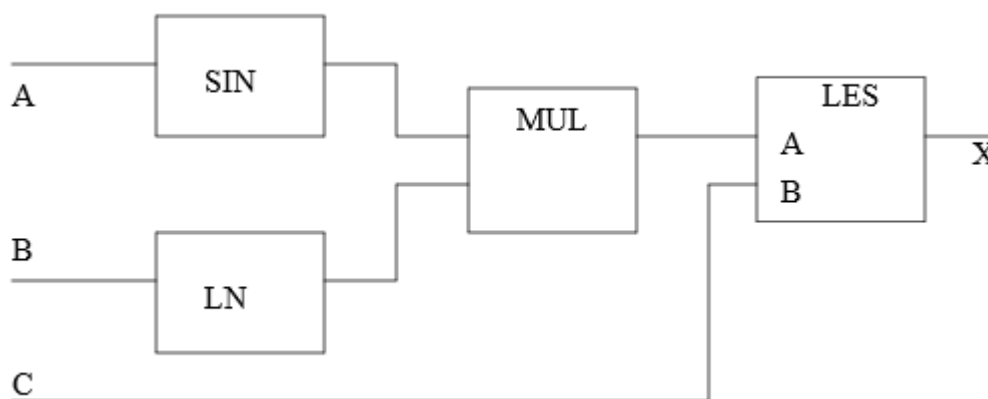
Obr. 9 Srovnání zápisu v jazyku kontaktních schémat (Ladder) a jazyku mnemokódů (IL) (Jack, H., 2008).

Jazyk kontaktních schémat je grafický programovací jazyk. V angličtině se označuje jako Ladder Diagram (LD) a v němčině jako Kontaktplan (KOP). Někdy se také označuje jako jazyk příčkových diagramů. Provedení je jako při kreslení schémat s reléovými a kontaktními prvky, jen symboly jsou zjednodušené. Funkční bloky jsou pak obvykle kresleny jako obdélník s mnemokódem instrukce. Jde například o generátory impulzů od hran, klopné obvody typu set a reset, čítače a časovače (ŠMEJKAL, L., 2009). Jazyk kontaktních schémat je výhodný pro programování nejjednodušších logických operací. Díky svojí jednoduchosti a srozumitelnosti usnadňuje odhalení poruch. Pro psaní obsáhlých nebo logicky komplikovaných už není vhodný, protože ztrácí svojí přehlednost. Stejně tak není vhodný pro numerické úlohy. (ŠMEJKAL, L., 2011). Na obr 8 je vidět část programu v jazyce kontaktních schémat, kde vyhodnocuji, zda došlo k poruše venkovního čidla teploty. Pokud dostanu údaj o teplotě mimo nastavené limity, tak vyhodnotím, že došlo k poruše. Údaj o tom se zapíše na alias @cidloext a PCID_EX.0. Alias používám v programu, který mi vyvolá reakci na poruchu, a PCID_EX.0 využívám ve vizualizaci pro indikaci poruchy čidla venkovní teploty.



Obr. 10 Vyhodnocení poruchy čidla venkovní teploty

Druhý grafický programovací jazyk je jazyk logických schémat, někdy také označovaný jako jazyk funkčních bloků. Anglické označení zní Function Block Diagram (FBD), v německé literatuře Funktionplan (FUP). Používají se v něm obdélníkové bloky s vepsaným označením funkce. Je vhodný pro algoritmy logického, numerického i smíšeného typu.



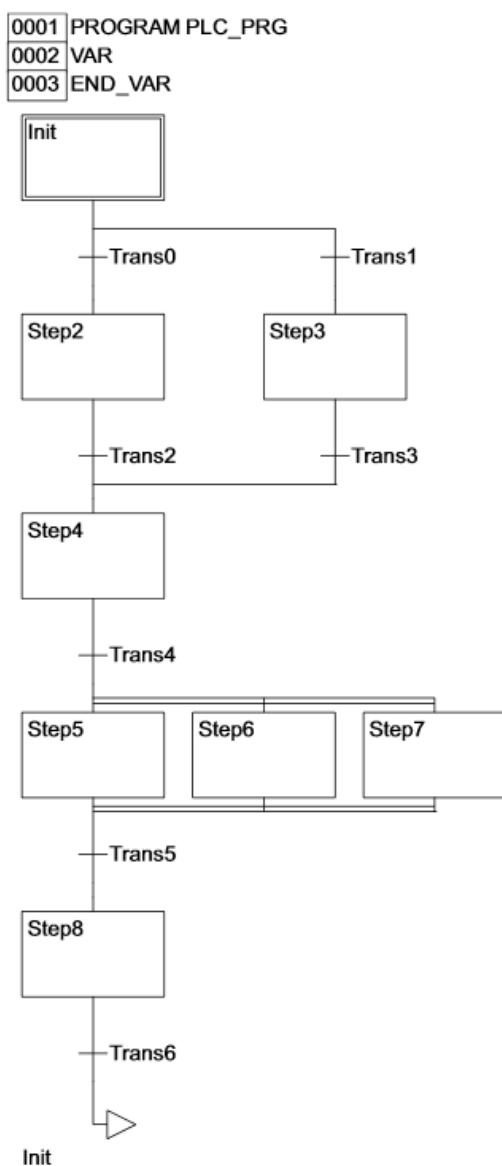
Obr. 11 Program v jazyce logických schémat (Jack, H., 2008).

Jazyk strukturovaného textu je obdobou programovacích jazyků, jako jsou C, Pascal apod. V angličtině označovaný jako Structured Text (ST) a v němčině Strukturierter Text (ST). Je objektově orientovaný a patří mezi vyšší jazyky vhodnější při řešení složitějších úloh. Umožňuje zapisovat výrazy, které vyčíslují dílčí výsledky pro uložení do adresovaných proměnných nebo hodnoty podmínek pro další příkazy. Disponuje bohatým aparátem příkazů. I pro složité úlohy lze vytvořit krátký, přehledný a snadno opravitelný program. (ŠMEJKAL, L., 2011). Ve své práci používám jazyk strukturovaného textu v procesu Proc00, kde definuji načítání teplot z odporových čidel Ni1000 a výstupy pro řízení servopohonů. Dále ho používám v podprogramech pro nastavení parametrů PID regulátorů TV a TUV.

```
Ni1000 #C_EXT, TEPL_EXT_P, 6180
Ni1000 #C_BOIL, TEPL_BOIL_P, 6180
Ni1000 #C_TV, TEPL_TV_P, 6180
Ni1000 #C_PRI, TEPL_PRI_P, 6180
Ni1000 #C_PRO, TEPL_PRO_P, 6180
```

Obr. 12 Ukázka programu na vyhodnocení teplot napsaném ve strukturovaném textu

Mimo výše uvedených programovacích jazyků se ještě používá jazyk pro sekvenční programování, anglicky Sequential Function Chart (SFC) nebo také



GFACET, v němčině Ablaufsprache (AS), a Continuous Function Chart (CFC). SFC není normou brán jako programovací jazyk, ale je zařazován mezi tzv. společné prvky. Umožňuje nám definovat chování programu prostřednictvím vývojového schéma, tj. větvení programu na základě splnění rozhodovacích podmínek. To je vhodné pro definování posloupnosti volání jednotlivých částí programu (podprogramů) napsaných v některém z dříve uvedených programovacích jazyků. Mezi výhody tohoto programovacího jazyku patří velmi přehledný zápis programu, přehledné definování a ošetření různých stavů programu, vhodnost pro jednoduchou práci s ASCII řetězci a realizaci sekvenční logiky. Není vhodný pro přímou realizaci zpracování analogových signálů, zpracování velkého množství logických signálů a pro programování složitých algoritmů. Z popisu vyplývá, že je ideální pro vytváření páteřní větve programu, odkud se volají jednotlivé podprogramy, které mohou být napsány vybraným programovacím jazykem, který je nejvhodnější k řešení dané úlohy (VOJÁČEK, A., 2011). Ukázka struktury programu v SFC je k vidění na obr 13.

Obr. 13 Ukázka struktury programu v programu

SFC (zdroj: Ing. Marie Martinásková, Ph.D.)

CFC není kodifikován normou a je obdobou jazyka blokových schémat (ŠMEJKAL, L., 2011). Propojují se zde bloky, které představují jednotlivé funkce (logické, aritmetické, časovací,...) Tento zápis je vhodný pro programy nebo podprogramy, které současně zpracovávají analogové i logické signály. Při správném rozmístění prvků v grafickém prostředí může být menší program přehledný zvláště z pohledu sledování „toku“ signálu od vstupu k výstupu. To lze s výhodou využít například pro naprogramování zpětnovazebních regulačních algoritmů. Při rozsáhlejších

programech se však může stát už nepřehledným. Také není příliš vhodný pro zpracování velkého množství logických signálů (vstupů/výstupů), pro manipulaci s většími bloky dat a ASCII řetězci nebo pro realizaci datové komunikace (VOJÁČEK, A., 2011).



Obr. 14 Ukázka programu CFC (VOJÁČEK, A., 2011)

Ve vývojovém prostředí DetStudio firmy AMiT, jejíž PLC bude použito k řízení domovní předávací stanice, je možnost psát program ve strukturovaném textu, jazyce reléových schémat a LA (práce s vrcholem zásobníku, jazyk podobný assembleru). Ve své práci používám první dva uvedené.

3 Domovní předávací stanice

3.1 Popis stávající technologie DPS

Domovní předávací stanice zásobuje tepelným médiem centrální výměňková stanice. DPS je s okruhem ÚT a TUV. Teplota ÚT je nastavena podle ekvitermní křivky. Systém má zabezpečit automatický provoz předávací stanice i dálkové zásahy obsluhy z dispečerského pracoviště. Řízení prostřednictvím dispečerského pracoviště nebylo v mém projektu požadováno, tento požadavek by mohl splnit další projekt, který by se dálkovým přenosem dat zabýval.

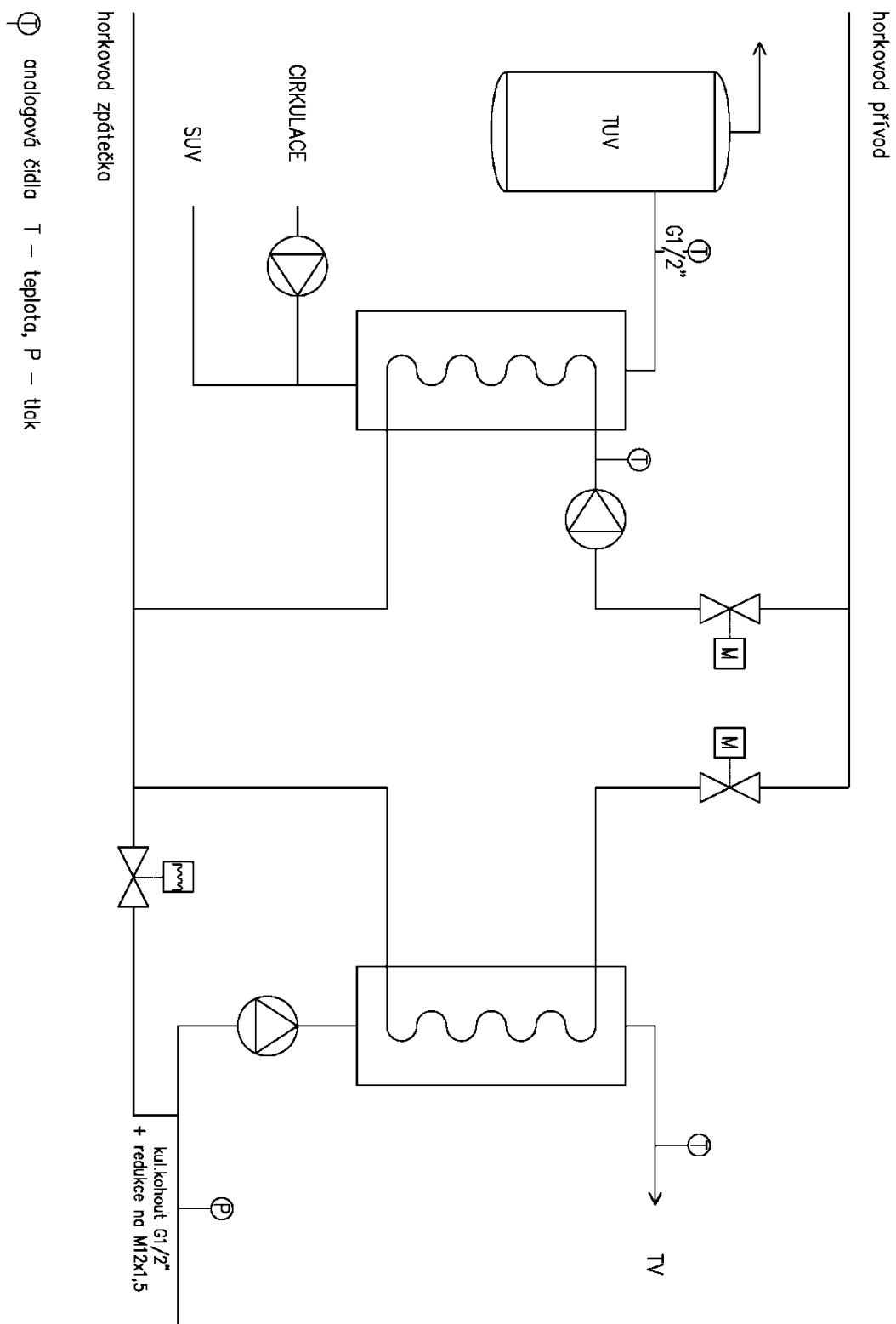
V domovní předávací stanici je umístěn nástěnný rozvaděč, silově napájený odpovídajícím kabelem z domovního rozvaděče. Rozvaděč je označen jako MaR s číslem objektu, které je shodné s pořadovým číslem DPS.

V rozvaděči je umístěn řídicí systém, na který jsou přivedeny signály čidla zatopení, teplotních a tlakových snímačů, ovládací kabely čerpadel a pohonů regulačních ventilů. Dále jsou zde umístěny jistící prvky.

U technologického zařízení je zabudováno vyhodnocovací zařízení měřiče tepla včetně páru odporových teploměrů. Množství odebraného tepla je možno odečítat přímo z displeje přístroje (naměřené hodnoty uchovává v časovém intervalu 12-ti měsíců), současně jsou jednotlivé hodnoty odesílány prostřednictvím sériové komunikační sběrnice M-BUS na centrální dispečink (do centrální databáze) (ZAHÁLKA, 2001).



Obr. 15 Umístění měřiče tepla



Obr. 16 Technologické schéma DPS

3.2 Regulace topné vody

Regulace okruhu ústředního topení je ekvitermní a s možností korekce podle historie venkovní teploty a charakteru (tepelné setrvačnosti) budovy. Obě korekční hodnoty jsou individuální a jsou jako parametry. Teplotu náběhové vody snímá snímač Ni1000, který je umístěn na potrubí za čerpadlem. Tuto teplotu porovnáváme s venkovní teplotou ze snímače. Venkovní teplota je měřena pouze na jedné OPS z každého C-Busu a ostatní stanice jí získávají prostřednictvím komunikace mezi sebou. V případě ztráty komunikace probíhá ekvitermní regulace podle poslední získané teploty. V případě poruchy venkovního čidla a funkční komunikace probíhá regulace podle venkovní teploty z jiné smyčky. Podle ekvitermní křivky je vypočítávána požadovaná teplota topné vody a od ní pak regulační odchylka, která řídí akční člen – servopohon regulačního ventilu (ZAHÁLKA, 2001).

Domovní předávací stanici lze řídit automaticky pomocí PLC nebo manuálně a to buď z centrálního dispečinku nebo pomocí tlačítek na PLC (pomocí přenosného ovládacího panelu). V regulaci topné vody lze nastavit noční útlumový režim, u kterého je vypočtená ekvitermní teplota snížena o hodnotu nočního útlumu (ZAHÁLKA, 2001).

V průběhu letní odstávky PLC jedenkrát týdně spustí oběhové čerpadlo v sekundárním okruhu ústředního topení a krátkodobě otevře a zavře regulační ventil ÚT.

3.3 Regulace ohřevu TUV

Okruh TUV je řešen s ohřevem výměníkem tepla a s miniakumulací. Miniakumulace je technologické řešení, kdy je v technologii zásobník TUV malého objemu (v našem případě 400 l) a tento se dohřívá tzv. rychlodohřevem (rychlodohřev je skutečnost, kdy se veškerý výkon přenáší pouze na jednu část technologie, v našem případě ohřev TUV – bojler se stává průtokovým ohříváčem). Před výměníky tepla jsou osazena oběhová čerpadla primární topné vody. Teplota na výstupu sekundárního okruhu příslušného deskového výměníku je řízena regulačně havarijním ventilem na vstupu primární topné vody. V případě přehřátí je regulačně havarijní ventil uzavírán odpojením napájecího napětí. K zapůsobení této funkce dojde i při výpadku el. napájení (ZAHÁLKA, 2001).



Obr. 17 Zásobník TUV

Cirkulaci TUV v domovním rozvodu za akumulární nádrží zajišťuje cirkulační čerpadlo. Do primárního okruhu deskového výměníku je přiváděna primární topná voda regulovaná řídicím systémem na takovou hodnotu, aby bylo dosaženo požadované teploty v cirkulačním okruhu TUV. Řídicí systém porovnává teplotu vody za deskovým výměníkem s žádanou hodnotou, zadanou uživatelem a na základě regulační odchylky provádí příslušný akční zásah na regulačně-havarijní ventil. Řídicí systém PLC současně ovládá chod cirkulačních čerpadel sekundárního okruhu TUV a oběhových čerpadel primárního okruhu. Funkce ventilu příslušného okruhu je závislá na funkci cirkulačního čerpadla sekundárního okruhu TUV a oběhového čerpadla primárního okruhu. V případě poruchy některého z nich je regulace blokována (ZAHÁLKA, 2001).

3.4 Upřednostnění ohřevu TUV

Pokud při 100% otevření regulačně havarijního ventilu TUV nedosahuje po určitém čase (nastavitelná hodnota) výstupní teplota TUV požadované hodnoty, provede regulátor dle algoritmu v případě překročení této odchylky, korekční zásah v nastavení polohy regulačního ventilu ÚT. Ventil přivírá a omezuje výkon ÚT. Tzn., že regulátor úměrně odečítá tuto odchylku od žádané teploty ÚT, ventil přivírá a omezuje výkon ÚT (ZAHÁLKA, 2001). Vzhledem k tepelné setrvačnosti budovy a okruhu ÚT to nemá negativní vliv na tepelnou pohodu obyvatel a umožňuje nám to vykrýt špičky v odběru TUV.



Obr. 18 Měření teploty TUV

3.5 Hlídaní tlaku a doplňování sekundárního okruhu ÚT

Tlak v sekundárním okruhu ÚT je snímán tlakovým čidlem. Změřenou hodnotu vyhodnocuje řídicí systém domovní předávací stanice a dále ji odesílá na centrální dispečink. Pokud tlak poklesne na minimální hodnotu, dojde k otevření solenoidového ventilu a k následnému dopouštění systému ze zpátečky primárního okruhu (z horkovodu). Při dosažení vypínacího tlaku dojde k uzavření solenoidového ventilu

odpadnutím napájecího napětí. Současně je hlídán čas (délka doplňování), při jehož překročení dojde k odstavení havarijního okruhu ÚT a k uzavření dopouštění.

3.6 Poruchové a havarijní stavy

Informace o nastalých poruchových a havarijních stavech jsou odesílány na centrální dispečink, kde se archivují a zobrazují ve vizualizaci. V programu je nadefinována reakce na příslušnou poruchu a časové zpoždění viz tab. 1. Poruchy rozlišujeme na havarijní stavy a poruchové stavy.

Tab. 1 Tabulka poruch a poruchových stavů (ZAHÁLKA, 2001).

Porucha	Kritický parametr	Časové zpoždění	Blokuje ÚT	Blokuje TUV	Blokuje doplňování	Blokuje OPS	Pouze varování
Porucha venkovního čidla		10s					•
Porucha čidla náběh TUV		10s		•			
Porucha čidla cirk. TUV		10s		•			
Porucha čidla ÚT		10s	•				
Alarm - výstupní teplota ÚT dlouhodobě nedosahuje požadovaných parametrů	$T_{TV} < T_{z_Ekv}$	120min					•
Překročení teploty ÚT	nad 90°C	10s	•				
Překročení teploty TUV	nad 65°C	10s		•			
Překročení teploty TUV	nad 75°C	10s		•			
Minimální tlak ÚT	1,8 Mpa	30s	•				
Dlouhodobé dopouštění		5min	••		••		
Porucha cirk.čerpadla ÚT		10s	••				
Porucha cirk.čerpadla TUV - primární okruh		10s		••			
Porucha cirk.čerpadla TUV - sekundární okruh		10s		••			
Přehřátí prostoru	Nad 40°C	10s				••	
Zaplavení prostoru						••	

- Poruchový stav - po pominutí poruchy dojde k automatickému obnovení funkcí příslušného okruhu
- Havarijní stav - po pominutí havarijního stavu nedojde k obnovení funkcí příslušného kruhu. Nutný zásah obsluhy.



Obr. 19 Čidlo zaplavení prostoru DPS

Technologický okruh snímání zaplavení je v systému nasazen pouze z bezpečnostních důvodů. Jeho nasazení je samozřejmě vyžadováno příslušnou EN-ČSN normou. V případě, že dojde k zaplavení prostoru DPS a to do výše cca 20mm, dojde k odstavení funkce DPS a současně je vyhlášena fatální porucha.

4 Návrh řízení a regulace

Po dohodě s provozovatelem tepelného hospodářství v Sezimově Ústí jsem navštívil domovní předávací stanici v Sezimově Ústí, pro kterou navrhuji řízení pomocí AMiNi2D a vizualizaci, a zapůjčil jsem si dokumentaci. Díky vstřícnosti firmy Fiala, zajišťující obsluhu a údržbu výměňkových stanic, jsem mohl navštívit i DPS v jejich budově. Pak jsem si nastudoval zapůjčenou dokumentaci a vyhledal dostupnou literaturu.

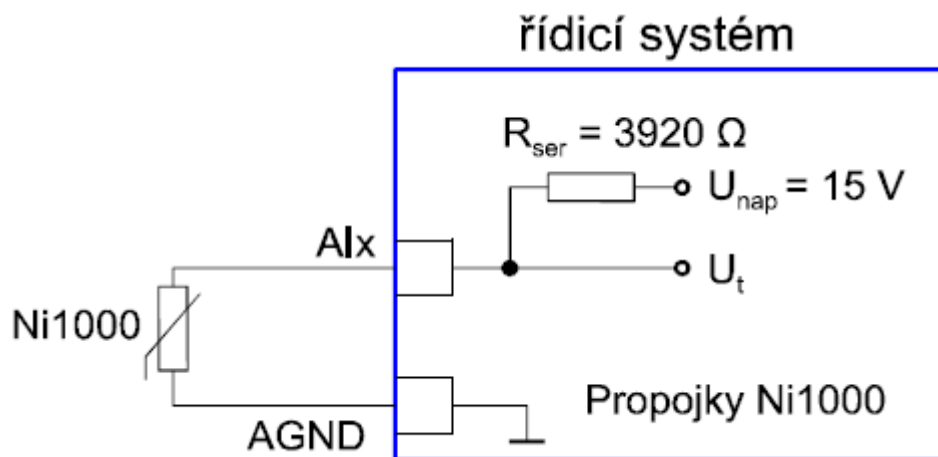
4.1 Model – pracovní pomůcka

Součástí práce má být i model, na kterém předvedu funkčnost programu. Modelem dále nazývám pracovní pomůcku, na které simuluji požadované funkce domovní předávací stanice a sleduji odezvy od PLC.

Dle dokumentace jsem našel akční členy a senzory, které bude zapotřebí zapojit na PLC AMiNi2D. Pro řízení stanice jsou zapotřebí snímače teploty Ni1000 pro měření teploty v DPS, venkovní teploty, teploty TV, TUV a horkovodu. Dále se měří tlak v okruhu topné vody. Z akčních členů se nachází v DPS dva servopohony, solenoid a tři čerpadla. Na základě toho jsem nastavil vstupy a výstupy v DetStudiu v záložce IO konfigurace a k tomu odpovídající proměnné.

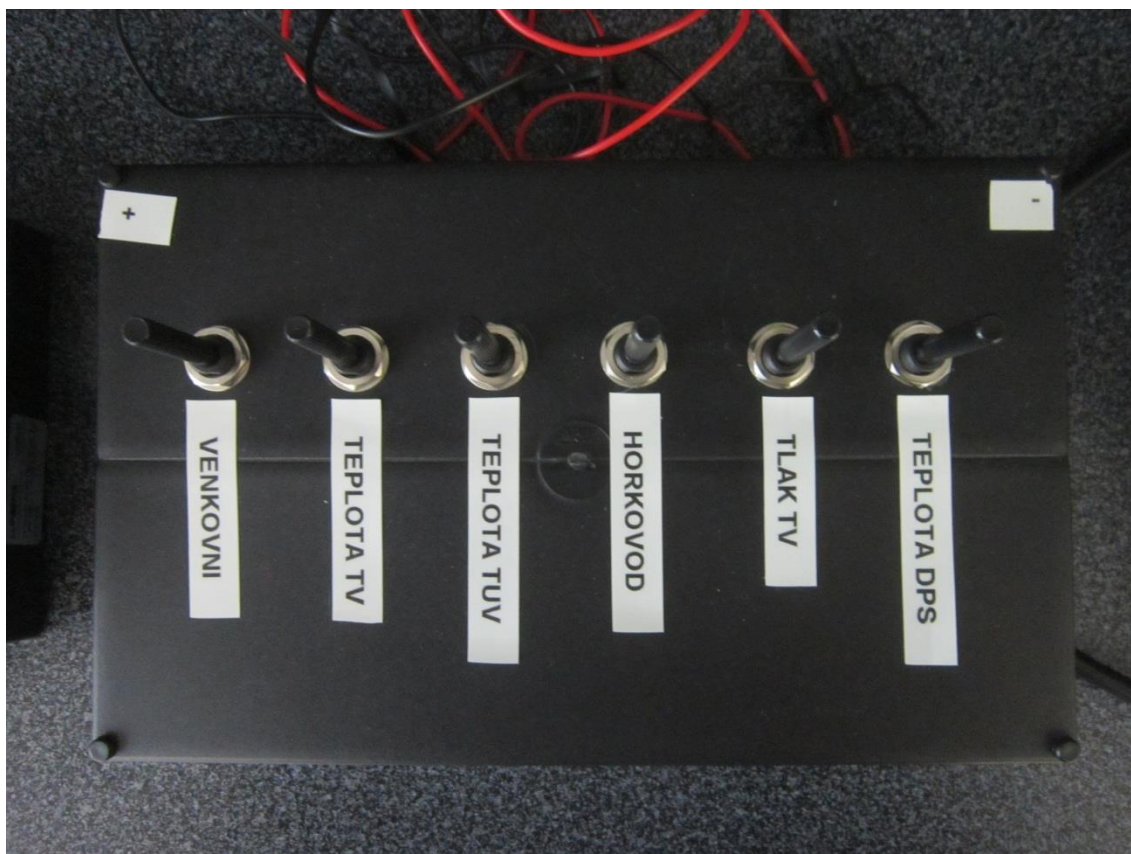
Ni1000 jsou odporové niklové snímače teploty většinou vyráběné tenkovrstvou technologií. Jejich výhodou je velká citlivost, rychlá odezva a malé rozměry. Nevýhodou je omezený teplotní rozsah a vůči platině značná nelinearita, horší dlouhodobá stabilita a odolnost vůči působení vlivů okolního prostředí. Vyrábějí se v různých základních hodnotách odporu (KREIDL, M., 2005). Zmiňovaný omezený teplotní rozsah v mojí aplikaci nevádí, protože měřené teploty se pohybují v měřicím rozsahu Ni1000. Konkrétně pro Ni1000/6180 je to -60 až +146 °C a pro Ni1000/5000 je měřicí rozsah -60 až +174 °C. Měření teplot až do 200°C lze pak realizovat zapojením paralelního rezistoru (10 kΩ) k čidlu Ni1000. Pomocí HW propojky se příslušný vstup nastaví do režimu Ni1000. Čtení příslušného kanálu se musí nastavit dle dokumentace výrobce PLC AMiT (ŘÍHA, Z., 2008):

Odporové kontaktní čidla teploty Ni1000 jsem pro potřeby simulace nahradil potenciometrem a rezistorem v sérii. Ty jsem pak namontoval do vytvořeného panelu, označil je a zapojil jsem je na analogové vstupy dle podkladů výrobce PLC (ŘÍHA, Z., 2008). AMiT má v programu DetStudio funkční blok Ni1000 s závislostí odporu na teplotě, který ve svém programu plně využívám.



Obr. 20 Zapojení Ni1000 (ŘíHA, Z., 2008).

Na obr 21 je k vidění panel s potenciometry zastupujícími čidla teploty Ni1000. Slouží mi k předvedení funkčnosti navrženého řídicího softwaru a vizualizace. V průběhu vlastní práce jsem ho využíval k ověření správnosti programu, díky čemuž jsem odhalil a opravil chyby.



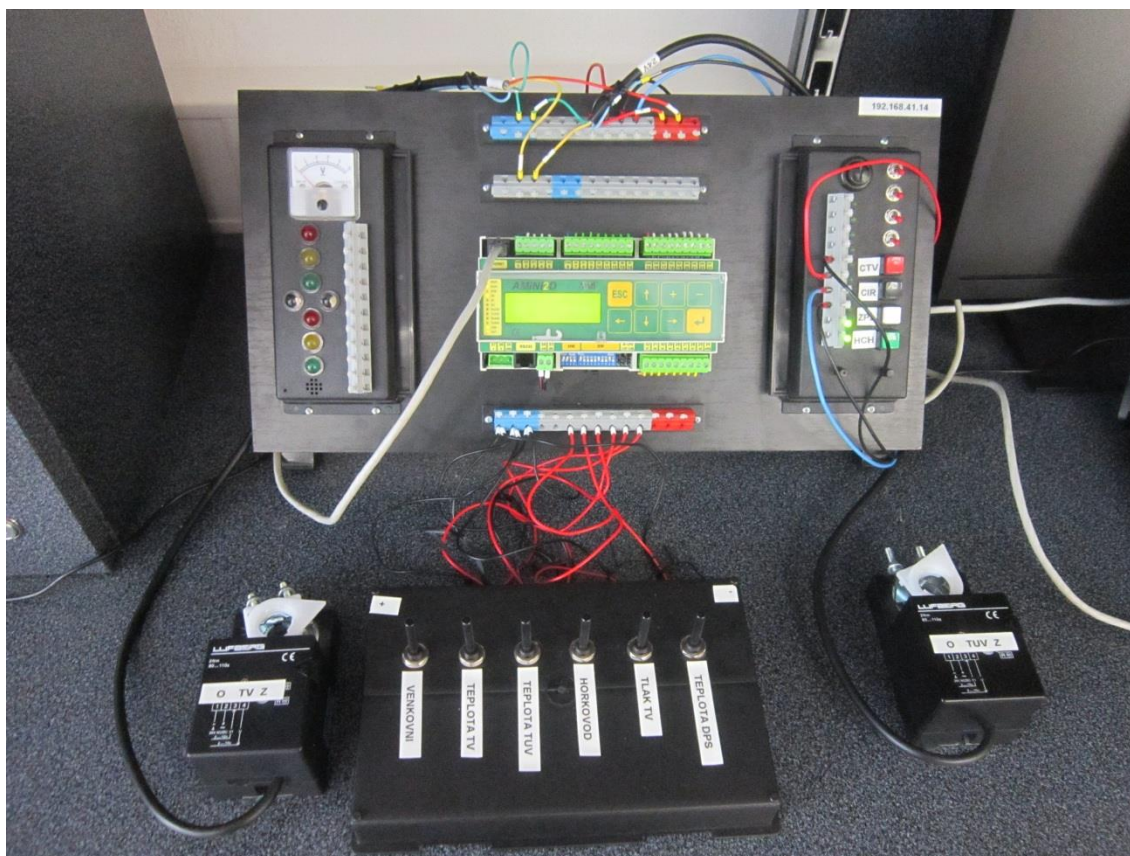
Obr. 21 Panel s potenciometry nahrazujícími v modelu čidla Ni1000

Výrobce PLC AMiNi2D doporučené čidla Ni1000 jsou uvedeny v tabulce 2.

Tab. 2 Doporučené typy čidel Ni1000 (PŘEROVSKÝ, M., et al., 2003).

Provedení	Typ	Výrobce
Příložný s hlavicí a svorkovnicí	NS141	SENSIT Holding spol. s.r.o.
Příložný s kabelem	NS151	SENSIT Holding spol. s.r.o.
Prostorový do místnosti	NS101	SENSIT Holding spol. s.r.o.
Prostorový venkovní	NS111	SENSIT Holding spol. s.r.o.
Do klimatizace	NS121	SENSIT Holding spol. s.r.o.
Do potrubí	NS131	SENSIT Holding spol. s.r.o.

Po dokončení panelu pro simulaci odporových čidel Ni1000 a tlaku jsem připojil na AMiNi2D servopohony a tlačítka pro simulaci poruch jednotlivých čerpadel a zaplavení prostoru domovní předávací stanice.



Obr. 22 AMiNi2D se zapojeným panelem a servopohony v učebně automatizace – AMIT

4.2 Realizace programu

S takto připraveným modelem jsem mohl začít s programováním. Jako první krok jsem nastavil analogové vstupy odporových čidel, tj. u modelu jejich náhrady ve formě potenciometrů, a v procesu Proc00 jsem ve strukturovaném textu napsal kód pro jejich vyhodnocení, kde AMiNi2D na základě velikosti elektrického odporu Ni1000 určuje teplotu. Dále zde nastavuji analogové výstupy pro řízení servopohonů přívodů větví TV a TUV.

```
Ni1000 #C_EXT, TEPL_EXT_P, 6180
Ni1000 #C_BOIL, TEPL_BOIL_P, 6180
Ni1000 #C_TV, TEPL_TV_P, 6180
Ni1000 #C_PRI, TEPL_PRI_P, 6180
Ni1000 #TL_TV, TLAK_TV_P, 6180
Ni1000 #C_PRO, TEPL_PRO_P, 6180

AnOut #STV, POR_TV, 10.000, 2.000, 10.000, 0.000, 100.000
AnOut #STUV, HAV_TUV1, 10.000, 2.000, 10.000, 0.000, 100.000
```

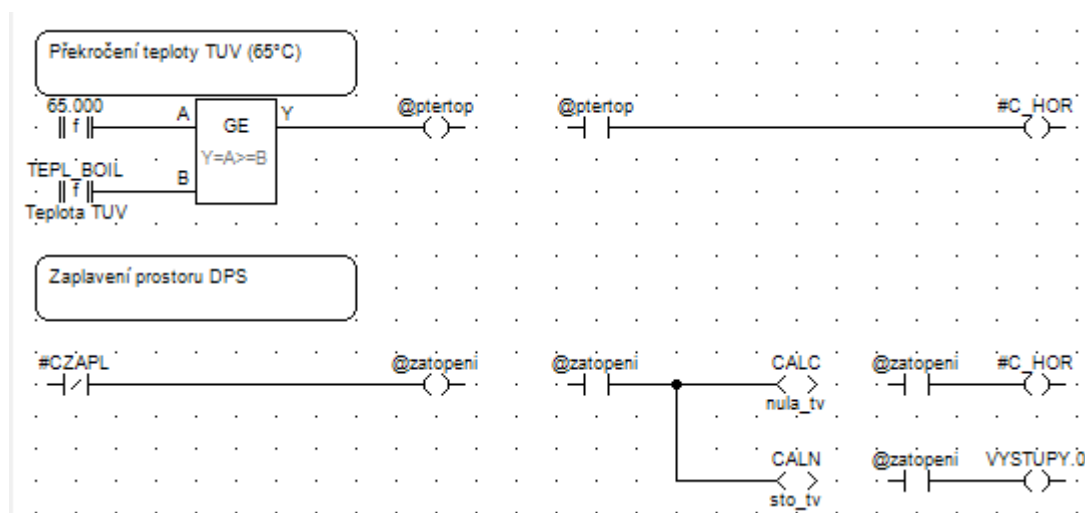
Obr. 23 Část procesu Proc00 s vstupy Ni1000 a výstupy servopohonů

Modul Ni1000 čte analogový údaj z analogového vstupu zde např. #C_EXT a přepočítá jej na teplotu měřenou odporovým snímačem, kterou ukládá do proměnné. U venkovní teploty je to TEPL_EXT_P. Poslední parametr je 6180, čímž se deklaruje, že jde o typ snímače Ni1000/6180ppm. Hodnota 6180 ppm (5000 ppm) udává střední relativní změnu odporu na stupeň celsia mezi teplotami 0... 100 °C (ŘÍHA, Z., 2008). Nastavení servopohonu si ukážeme na větví TV. K jeho řízení se používá modul AnOut, který zapisuje hodnotu proměnné, jejíž fyzikální rozměr přepočítává na rozsah převodníku, do logického kanálu. V závorce je vždy uvedena nastavená hodnota parametru pro větev TV v daném případě.

Channel	- analogový výstup řídicí servopohon (#STV)
Value	- proměnná udávající hodnotu otevření servopohonu (POR_TV)
Range	- horní hranice výstupního rozsahu HW modulu v elektrických jednotkách (10)
ElMin	- Dolní mez signálu v elektrických jednotkách (2)
ElMax	- Horní mez signálu v elektrických jednotkách (10)
PhysMin	- Dolní mez signálu ve fyzikálních jednotkách (0)
PhysMax	- Horní mez signálu ve fyzikálních jednotkách (100)

Podle podkladů z DPS jsem si zjistil požadavky na řízení stanice, regulaci teploty TV a TUV a poruchy, které ovlivňují jejich chod. Poruchy a odezvy na ně jsou uvedeny v tab. 1. Na jejich základě jsem začal vytvářet proces PORUCHY v jazyku kontaktních (reléových) schémat.

Nejprve jsem do programu napsal vyhodnocení, zda došlo k jednotlivým poruchám a na ně jsem navázal reakci systému jako vypnutí čerpadla, otevření solenoidu atd. Při tom jsem ale opomněl, že některé poruchy ovlivňují stejný akční člen. Dokud není porucha, tak na něj posílají signál 1 a prvek je v provozu. Pokud přijde porucha, tak se změní na 0 a dojde k vypnutí. Z toho důvodu bylo v chodu např. čerpadlo i v případě poruchy, pokud ho ovlivňovalo vícero poruch, z nichž některé ještě nenastaly. U méně komplexního systému může být prvek řízený jen podle jedné proměnné, takže k takovému problému nedojde. Proto jsem tuto chybu nejprve opomněl. Takto udělaná část programu je vidět na obr 24, kde mi dvě poruchy ovlivňují čerpadlo na větvi horkovodu (#C_HOR).



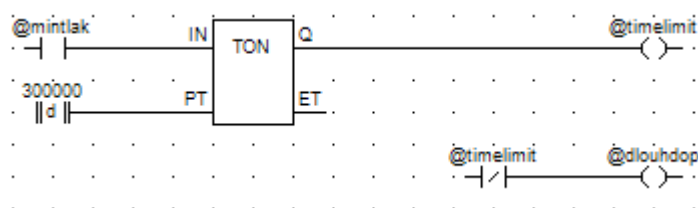
Obr. 24 Původní provedení poruch zaplavení PDS a překročení teploty TUV

Řešení je dát aliasy poruch ovlivňujících stejný prvek do série a pak stačí, aby nastala pouze jedna porucha, a dojde k vypnutí prvku. Takové zapojení je vidět na obrázku. VYSTUPY.0 slouží k načtení informace o poruše do vizualizace.



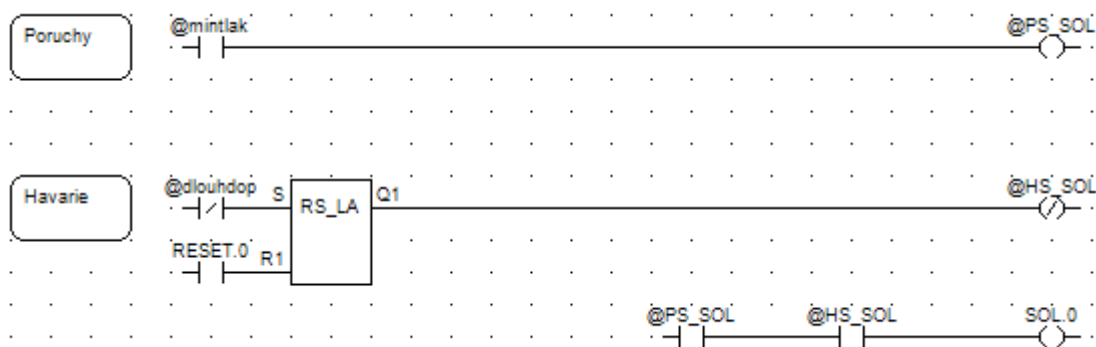
Obr. 25 Poruchy ovlivňující chod čerpadla na horkovodu

Obdobně jsem řešil i další poruchy. Určité odlišnosti jsou u řízení solenoidu a servopohonů. Při prvním zapnutí PLC se otevře solenoid a z horkovodu se dopustí voda do okruhu TV na potřebný tlak. Po dosažení tlaku 1,9MPa se solenoid uzavře. K jeho opětovnému otevření dojde, pokud tlak poklesne pod 1,8MPa. Proces PORUCHY takový stav vyhodnotí jako poruchu a na alias @mintlak se zapíše jednička. To vyvolá otevření solenoidu a alias je přiveden na funkční blok TON (zpoždění náběžné hrany), což je vidět na obr 26. Dopouštění běží, dokud tlak nepřesáhne 1,9MPa nebo pokud nevyskočí havárie dlouhodobé dopouštění. Pokud dopouštění trvá déle než 5 minut, tak dojde k zavření solenoidu i pokud není dosažen požadovaný tlak.



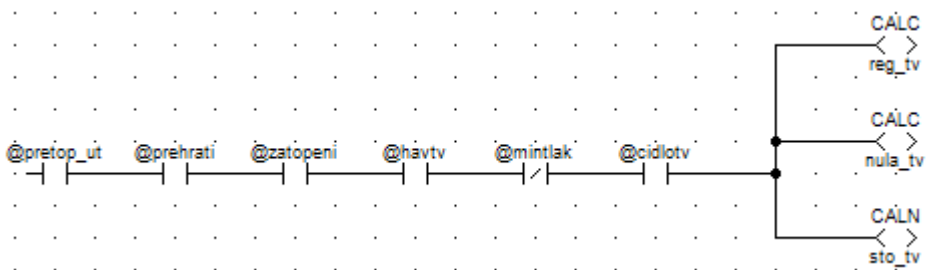
Obr. 26 Vyhodnocení dlouhodobého dopouštění

Funkční blok TON funguje jako čítač. Pokud dosáhne hodnoty 300 000 (5 minut), tak pošle signál o havárii na @timelimit a @dlohndop. Ten je vyhodnocen v RS klopném obvodu a na @HS_SOL přijde 0 – zavřít solenoid. RS klopný obvod drží havárii, dokud jí obsluha nevyresetuje tlačítkem Reset. U poruch dojde po odeznění poruchového stavu k obnově funkce systému. Havárie musí být ošetřeny tímto způsobem.



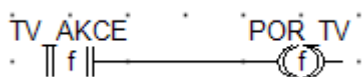
Obr. 27 Havarijní stav dlouhodobé dopouštění

Další specifickou částí v procesu PORUCHA jsou servopohony. Při dojde k poruše, tak se spustí podprogram sto_tv, pokud jde o servopohon na větvi TV, respektive sto_tuv, pokud jde o servopohon TUV, a servopohon uzavře ventil.



Obr. 28 Poruchy ovlivňující regulaci servopohonu na větvi TV

V případě, že nenastane ani jedna z poruch ovlivňujících chod servopohonu, tak jsou v chodu podprogramy reg_tv a nula_tv, respektive regulace a nula. V podprogramu reg_tv je nastavené PID pro regulaci topné vody řídící otevření ventilu servopohonem a v podprogramu nula_tv přivedeme proměnnou, do níž regulátor zapisuje velikost akčního zásahu, na servopohon ventilu větve TV. Stejně je řešené i ovládání druhého servopohonu.



Obr. 29 Podprogram nula_tv pro řízení servopohonu ventilu TV

PID regulátor je v DetStudiu již předpřipraven. Do podprogramu se zapisuje ve strukturovaném textu. Ve své práci používám PID regulátory pro řízení servopohonu ventilu na větvi k TV a TUV. Zde popíši regulátor topné větve, kde je nastavený i denní a noční režim. PID regulátor je obdenný, jen nevyužívá ekvitermní křivku, ale konstantu a nemá denní a noční režim, proto ho zde nebudu vysvětlovat.

PID EKVIT, TEPL_TV, TV_AKCE, TV_REZIM, TV_PARAM

SetPoint – proměnná s žádanou hodnotou na kterou se reguluje. V mém regulátoru označená jako EKVIT, protože jde o ekvitermní křivku nadefinovanou v podprogramech KOMFORT a UTLUM. V podprogramu ekv určí podle času, zda budu volat podprogram pro denní režim (KOMFORT) nebo noční režim (UTLUM). Jde o proměnnou typu Float.

Measuring – proměnná s měřenou hodnotou, která se reguluje. U mě TEPL_TV – teplota topné vody. Jde o proměnnou typu Float.

Output – proměnná typu Float, do níž regulátor zapisuje velikost akčního zásahu. Značím jí jako TV_AKCE.

Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

Mode – proměnná, která obsahuje režim činnosti regulátoru a volby. Je typu Integer a v mojí práci jí označuji jako TV_REZIM.

Params – matice o rozměru [8, 1] s parametry regulátoru. Jde o typ MF a značím jí jako TV_PARAM. Význam jednotlivých parametrů je:

[0, 0] - Proporcionální konstanta K. Hodnota 1.

[1, 0] - Integrační konstanta Ti. Hodnota 150.

[2, 0] - Derivační konstanta Td. Hodnota 10.

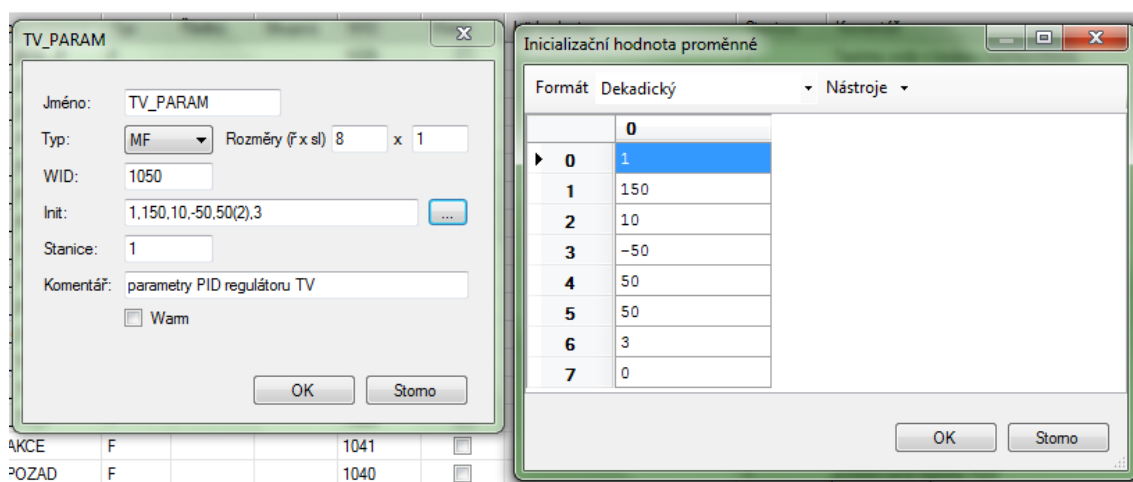
[3, 0] - Dolní mez akčního zásahu. Hodnota -50.

[4, 0] - Horní mez akčního zásahu. Hodnota 50.

[5, 0] - Neutrální stav akčního zásahu. Hodnota 50.

[6, 0] - Pásmo necitlivosti regulátoru na regulační odchylku. Je-li absolutní hodnota regulační odchylky menší než zadaná hodnota, neprovádí regulační algoritmus žádné změny akčního zásahu. Tím se omezí namáhání akčních členů nepřetržitými drobnými akčními zásahy, které vyvozuje derivační složka PID regulátoru. Hodnota nastavena na 3.

[7, 0] - Zpoždění derivace. Časová konstanta filtru na odfiltrování šumu, aby neovlivňoval derivační složku. Pokud ho nastavíme na 0, tak má význam „bez zpoždění“. Tento parametr nastavujeme, pokud šum značně ovlivňuje výstup regulátoru.



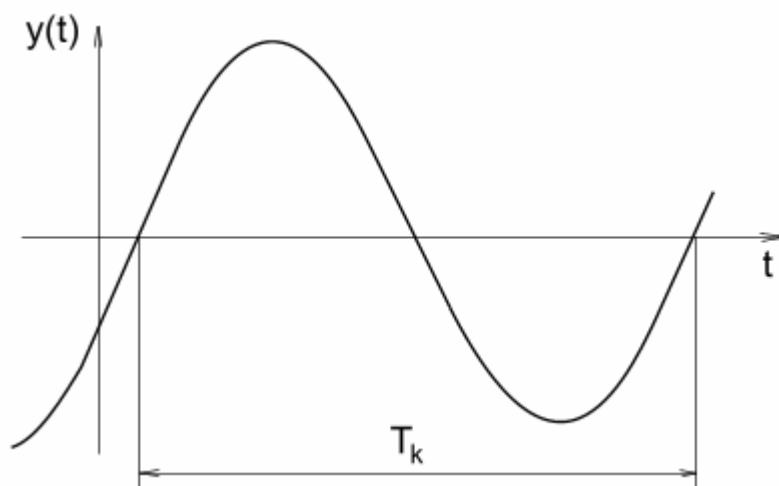
Obr. 30 Zadání parametrů PID regulátoru v DetStudios

Parametry PID byly použity ze stávajícího PLC. Pokud bych neměl tyto ověřené parametry, tak bych je mohl určit např. metodou Ziegler-Nichols. Její autoři J. G. Ziegler a N. B. Nichols jí poprvé publikovali v článku Optimum Settings for Automatic Controllers vydaném v Transactions of the ASME, Vol. 64, Nov. 1942. (KLÁN, P., 2000).

Návrh metodou kritického zesílení regulátoru (metoda Ziegler-Nichols) spočívá v tom, že v regulátoru nastavujeme pouze proporcionální složku, až přivedeme obvod do tzv. kritického stavu. Integrační a derivační složka jsou vyřazeny nastavením:

$$T_I = \infty \text{ a } T_D = 0, \text{ resp. } r_{-1} = 0 \text{ a } r_1 = 0$$

Kritické zesílení tj. takové zesílení, při kterém systém kmitá netlumenými kmity, nalezneme tak, že postupně zvyšujeme proporcionální složku regulátoru k_P , resp. r_0 . Takové zesílení regulátoru nazýváme kritickým zesílením $k_P=k_{Pk}$, resp. $r_0=r_{0k}$ a periodu kritických kmitů $T=T_K$. Tyto hodnoty pak použijeme k výpočtu nastavení parametrů PID regulátoru podle tabulky (NAVRÁTIL, P., 2007). V případě čistě integračního regulátoru přivedeme regulační obvod do kritického stavu zvyšováním T_i , resp. $R-1$.



Obr. 31 Určení T_k při r_{0k}

Kritické zesílení lze určit buď na reálné technologii nebo simulací s použitím vhodného software např. MatLab. V takovém případě je však nejprve nutné určit rovnice popisující regulovaný děj.

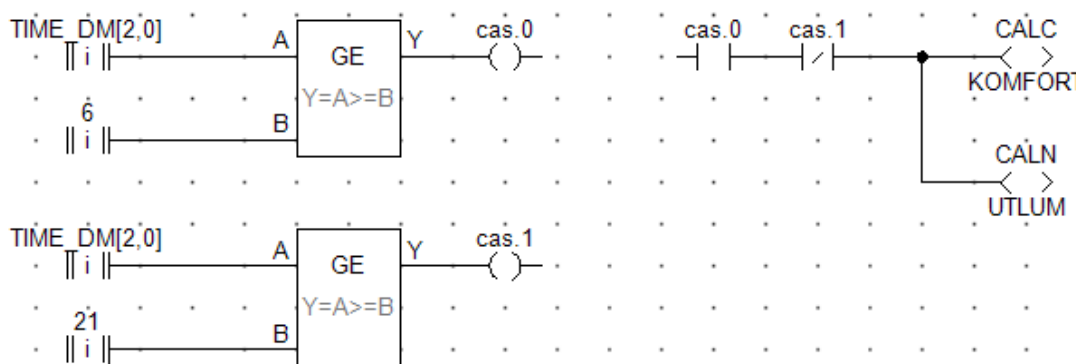
Tab. 3 Seřízení PID regulátoru z kritických hodnot regulátoru (NAVRÁTIL, P., 2007)

Typ regulátoru	$G_R(S) = K_P \cdot \left(1 + \frac{1}{T_I S} + T_D S\right)$			$G_R(S) = r_0 + \frac{r_{-1}}{S} + r_1 S$		
	kP	TI	TD	r0	r-1	r1
P	0,5kPk	-	-	0,5r0k	-	-
PI	0,45kPk	$\frac{T_k}{1,2}$	-	0,45r0k	$\frac{0,54r_{0k}}{T_k}$	-
PD	0,4kPk	-	0,05Tk	0,4r0k	-	0,02r0kTk
PID	0,6kPk	0,6Tk	0,12Tk	0,6r0k	$\frac{1,2r_{0k}}{T_k}$	0,075r0kTk
I	-	2TIk	-	-	0,5r-1k	-

Ekvitermní křivka je odlišná pro režim komfort a režim útlum, který je aktivní přes noc. Při režimu útlum topíme na nižší teplotu. Režim se určuje v procesu ekv na základě času ve stanici. Na obr. 33 je vidět podprogram, kde je nastavený od 6 hodin do 21 hodin režim komfort a od 21 hodin do 6 hodin režim útlum. Čas PLC je realizován v procesu Proc00.

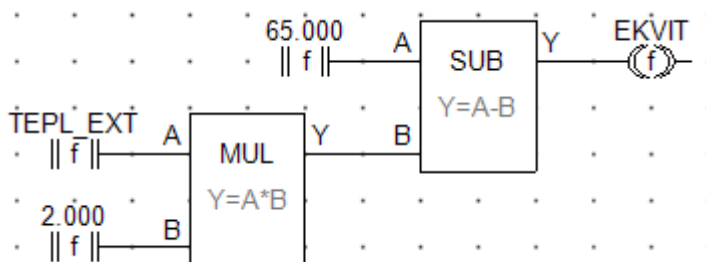
GetTime TIME_TIM, TIME_DM, TIME_CH

Obr. 32 Čas PLC používaný v regulaci



Obr. 33 Podprogram pro spuštění režimu podle hodin.

Podle aktuálního času pak podprogram ekv aktivuje regulaci TV podle podprogramu KOMFORT nebo UTLUM. Na obrázku jsou vidět oba podprogramy, které jsou realizací rovnice. TEPL_EXT je venkovní teplota ze snímače Ni1000. Na modul SUB je přiváděna konstanta, pro režim komfort má hodnotu 65 a pro režim útlum 55.

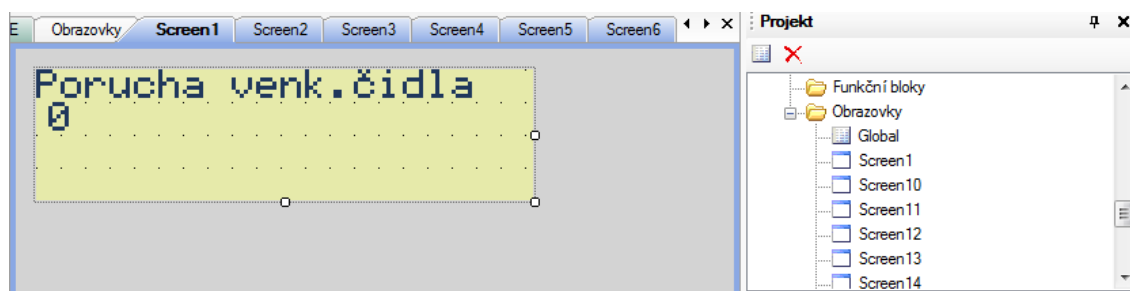


Obr. 34 Podprogram s ekvitemní křivkou pro režim komfort.

$$t_{ekv} = 65 - (2 \times t_{ext})$$

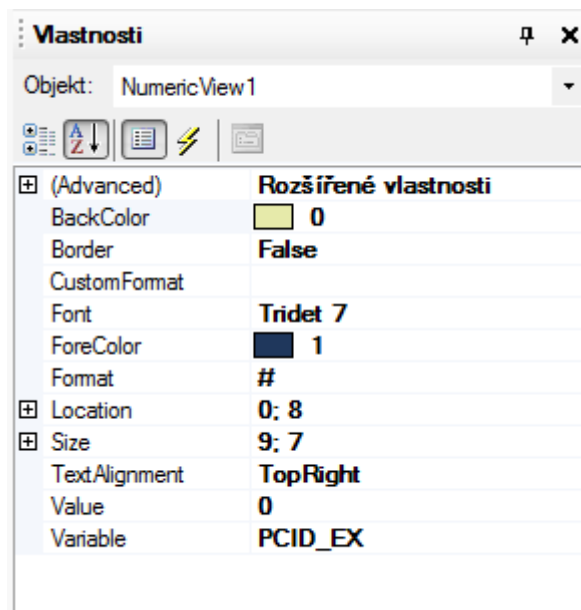
Rovnice ekvitemní křivky pro režim komfort.

Z programu zbývá archiv a nastavení obrazovek PLC. Archiv bude popsán v části týkající se vizualizace, protože spolu přímo souvisí. Jednotlivé obrazovky PLC vytváříme v DetStudiu v záložce obrazovky.



Obr. 35 Vytvořená obrazovka PLC

Vytvořil jsem 15 obrazovek, na kterých jde prohlížet, zda nastala nějaká porucha a stavy akčních členů. K tomu používám prvky Label a NumericView. V Label je napsáno jaká proměnná je na obrazovce indikována a prvek NumericView slouží k jejímu zobrazení. Zobrazovanou veličinu nastavuji ve vlastnostech prvku v kolonce Variable.



Obr. 36 Vlastnosti prvku NumericView1

S takto připravenými obrazovkami pak může obsluha kontrolovat stav stanice v přímo v DPS na displeji PLC AMiNi2D listováním směrových šipek vpravo – vlevo. Na jednotlivých obrazovkách jsou uvidět stavy poruch a prvků DPS.

5 Vizualizace

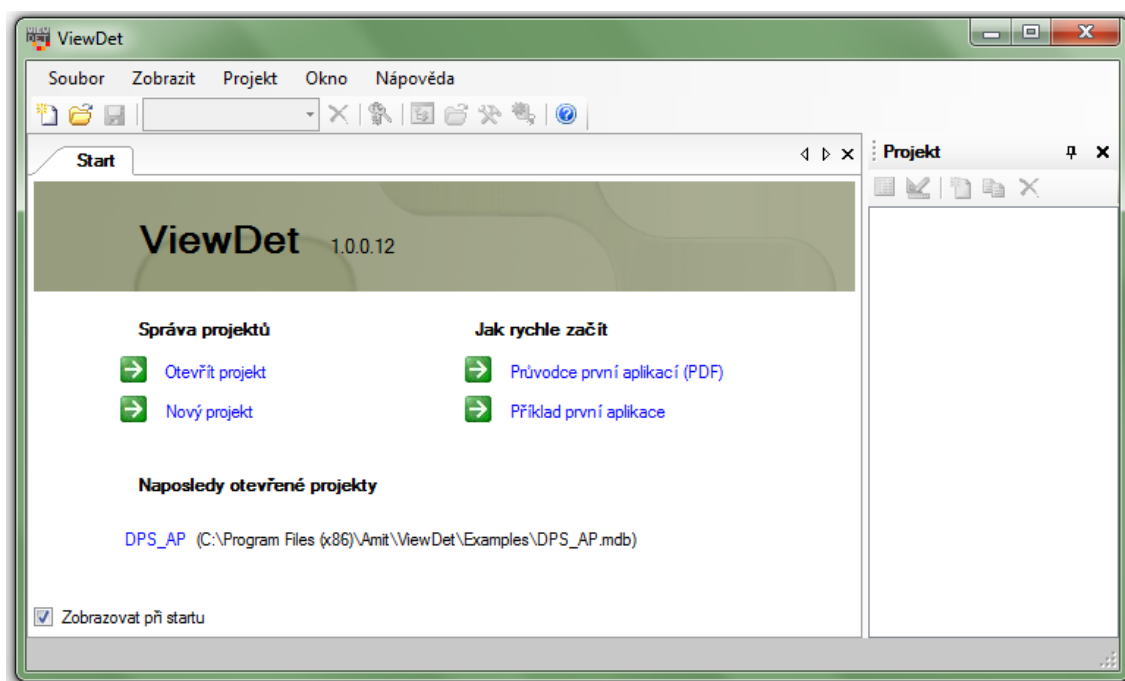
Ve vizualizaci zobrazují hodnoty z čidel, stavy akčních členů a poruchy. Slouží mi ke sledování DPS ze vzdáleného velína. Vizualizaci jsem realizoval prostřednictvím vývojového prostředí ViewDet, které je dodávkou od firmy AMiT.

Vizualizace prostřednictvím ViewDet se skládá ze scén, kde scéna představuje vždy jednu obrazovku. Mezi obrazovkami se lze pohybovat pomocí kurzoru myši nebo příslušných tlačítek klávesnice. Svě řešení jsem realizoval pomocí vnoření obrazovek a to tak, že nejprve zobrazuju hlavní obrazovku, na níž se nachází celková předávací stanice. Další podružné obrazovky zachycují pomocné údaje, jako jsou archivy dat apod.

Obsluha může sledovat technologický děj přímo na obrazovce, vyhodnocovat jeho správnou či nesprávnou funkci a současně může provádět jednoduché úkony na technologii. Dále obsluha může pomocí funkce Reset zresetovat havarijný stav a tím obnovit normální chod stanice.

5.1 Hlavní scéna

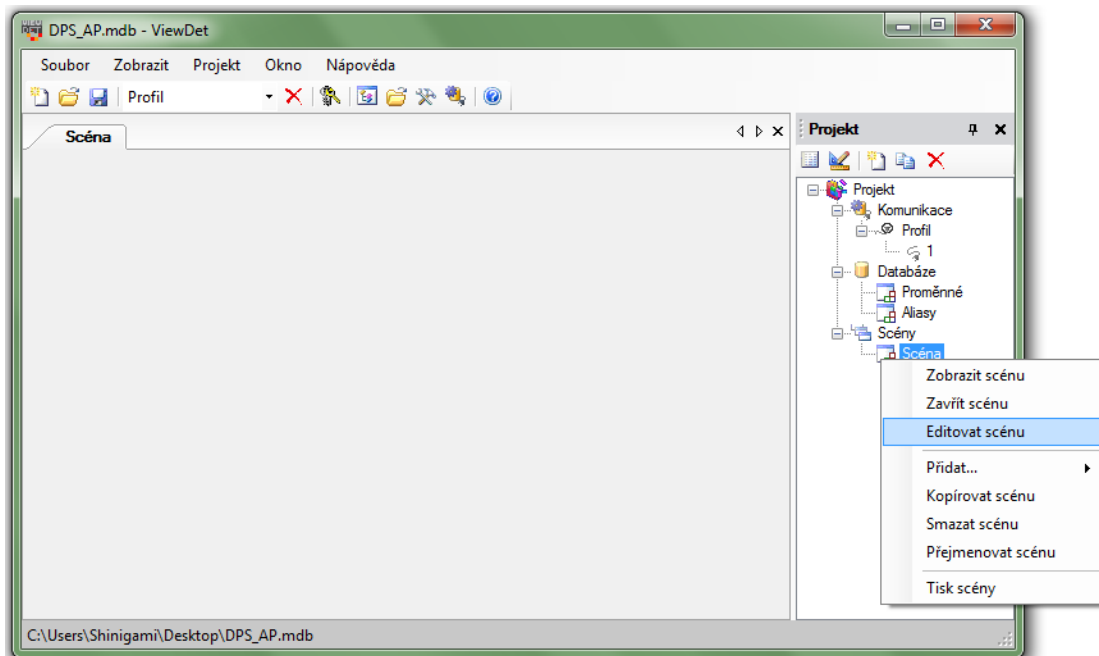
V Programu ViewDet jsem si ve správě projektů vytvořil nový projekt. Pojmenoval jsem ho jako DPS_AP.



Obr. 37 Startovní obrazovka ViewDet

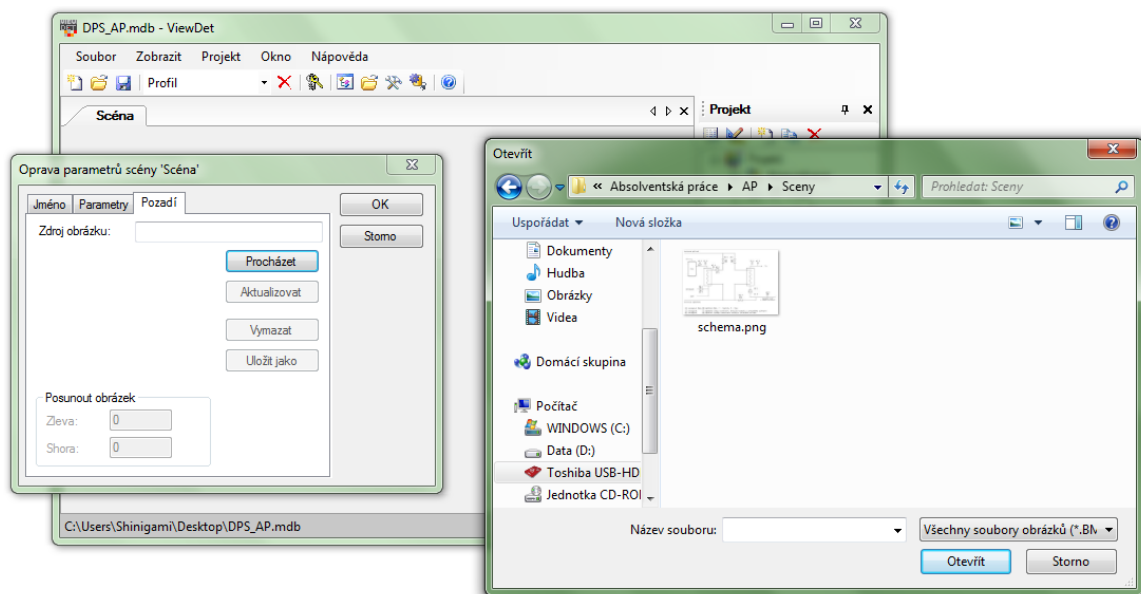
Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

Otevře se nám prostředí ViewDet, kde je v pravé části umístěné menu projekt. V něm můžeme přidávat nové scény. První bude scéna označená DPS. V nově založeném projektu je už vytvořena scéna. Kliknu na ní a z nabídnutých voleb vyberu Editovat scénu.



Obr. 38 Editace scény v programu ViewDet

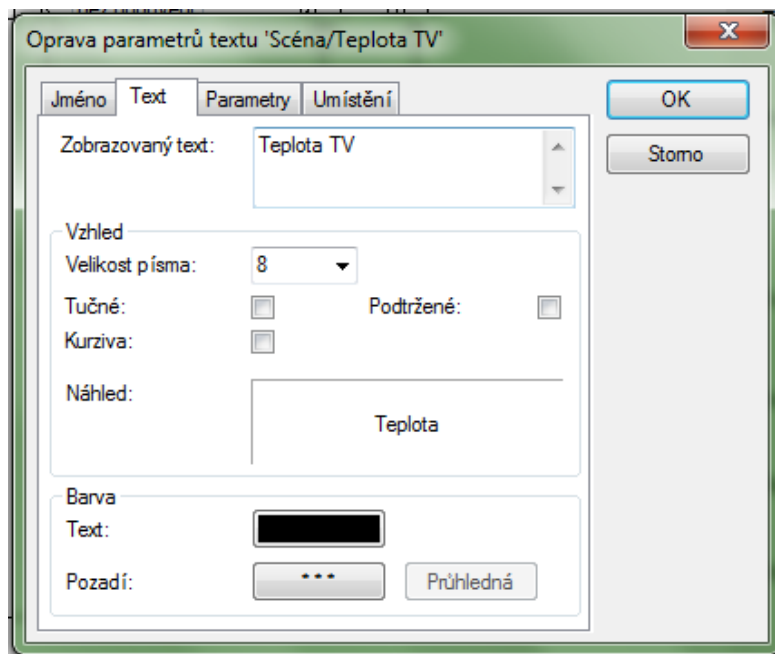
V první záložce Jméno přejmenuji scénu na DPS. V parametrech jsem ponechal výchozí nastavení. V záložce pozadí vyberu obrázek, který mi bude sloužit jako pozadí scény. V mém případě jde o technologické schéma DPS.



Obr. 39 Nastavení pozadí scény

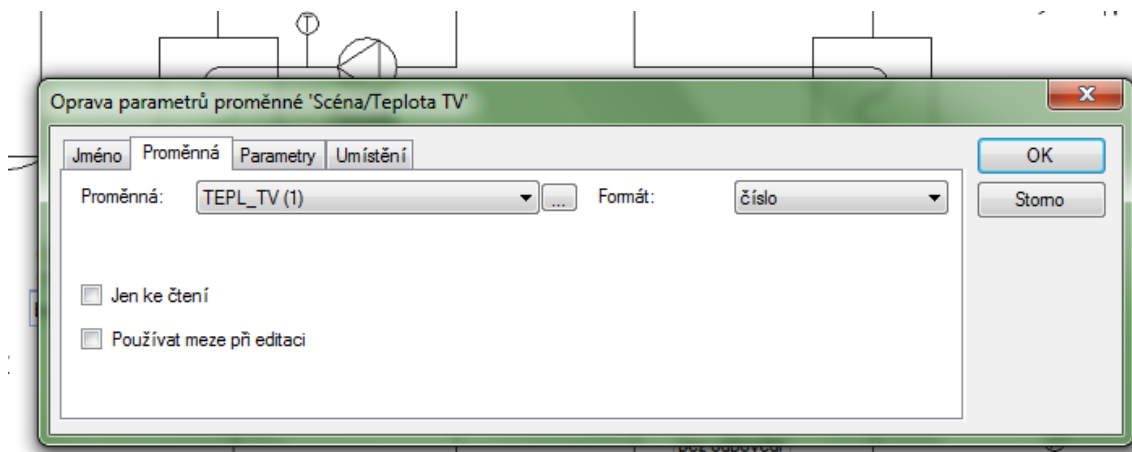
Ve scéně kliknu na plochu pravým tlačítkem, vyroluje se mi menu, kde vyberu přidat. Používám prvky Text, pro vytvoření popisek, a Proměnná pro zobrazení proměnné ze stanice. Proměnnou můžu nechat buď editovatelnou nebo jen ke čtení. Proměnné nastavené jen ke čtení mám pro zobrazení stavů systému a ostatní jdou měnit. Takto můžu zapnout reset a tím odkvítovat havárie.

V prvku text nastavím v záložce Jméno jeho označení, pod kterým se bude zobrazovat v seznamu prvků v dané scéně. V záložce Text pak vyplním zobrazovaný text, formátování textu a barvu pozadí. V umístění pak mohu napsat souřadnice, kde má být prvek umístěn a jeho rozměry.



Obr. 40 Editace prvku label (text)

Když přidávám do scény proměnnou, tak také vyplňuji její označení. Dále v záložce Proměnná vyberu, kterou proměnou chci na prvek navázat, formát čísla, zda bude jen ke čtení anebo editovatelná a pokud chci povolit její editaci, tak lze nastavit meze nastavitelné hodnoty např. u čerpadla 0 až 1.



Obr. 41 Nastavení proměnné ve vizualizaci

V parametrech pak nastavím periodu načtení proměnné: V mém případě všude ponechávám zaškrtnutou volbu Použij periodu z nastavení scény. V umístění pak nadefinuji souřadnice prvku a jeho šířku. Polohu všech prvků jde nastavit i přesunutím prvku myší. Ručním vyplněním souřadnic pak můžeme doladit vzájemnou polohu prvků.

Proměnnou používám jak pro zobrazení měřených veličiny, tak i stavů akčních členů a poruch. Editovatelnou proměnnou pak používám pro reset, kterým odkvituji havarijní stavy.

5.2 Archiv

Jako poslední funkci ve vizualizaci jsem vytvořil archiv. V archivu zaznamenávám z AMiDi2D teploty TV, TUV, venkovní teplotu a teplotu na horkovodu a vykresluji je do grafu. Abych mohl zaznamenávat hodnoty ve vizualizaci, tak jsem musel v DetStudiu vytvořit proces ARCHIV, kde dané hodnoty ukládám a s těmito daty pak pracuji ve vizualizačním softwaru. Pomocí SyncMark generuji časové značky pro modul SyncArch.

```
SyncMark 1, 1, 0, 0, 0, @archiv, NONE
SyncMark 1, 1, 0, 0, 0, @archiv_ext, NONE
SyncMark 1, 1, 0, 0, 0, @archiv_hor, NONE
SyncMark 1, 1, 0, 0, 0, @archiv_tv, NONE
```

Obr. 42 Část procesu ARCHIV, která generuje časová značky pro modul SyncArch

U generátoru nastavuji tyto parametry (v programu zleva doprava):

TimeUnit – jednotka časové periody. Nastavení časové hodnoty periody je v tabulce 2. V mém případě mám nastaveno 1.

Tab. 4 Nastavení časové periody pro prvek SyncMark

Hodnota	Jednotka
1	Vteřina
2	Minuta
3	Hodina
4	Den
5	Týden
6	Měsíc

Period – udává počet period, po kterých bude generována časová značka. Např. pokud bude zvolena jednotka den a perioda bude 3, tak se časová značka generuje každý třetí den o půlnoci. V mém případě mám nastavenou periodu 1.

ShiftHrs, ShiftMin, ShiftSec – Jde o třetí až pátý parametr. Udávají posun (v kladném i záporném směru) od časové značky odpovídající jednotky. Ten se vždy uvažuje v jednotce o „řád“ nižší, takže pro časovou jednotku hodina můžu posun definovat pomocí ShiftSec a ShiftMin. Hodnota ShiftHrs je ignorována. Ve své práci posuv nepoužívám, takže mám tyto parametry nastavené na 0.

Sync – Pokud je splněna časová podmínka, pak je bit nastaven na jedničku. V případě nesplnění časové podmínky, je tento bit nulován. Jednička se objeví vždy pouze na jeden běh procesu a v příštím procesu je zase bit nulován. Zde nastavuji, který alias archivu má být použit např. @archiv.

Next – poslední parametr modulu SyncMark. zde lze nadefinovat čas příští synchronizace.

```

SyncArch TEPL_BOIL, 0, ARCH_BOIL[0,*], ARC_BOIL, @archiv,
NONE.0, 0, INDEX_BOIL, 0x0000
SyncArch TEPL_EXT, 0, ARCH_EXT[0,*], ARC_EXT, @archiv_ext,
NONE.0, 0, INDEX_EXT, 0x0000
SyncArch TEPL_PRI, 0, ARCH_HOR[0,*], ARC_HOR, @archiv_hor,
NONE.0, 0, INDEX_HOR, 0x0000
SyncArch TEPL_TV, 0, ARCH_TV[0,*], ARC_TV, @archiv_tv, NONE.0,
0, INDEX_TV, 0x0001
    
```

Druhá část procesu ARCHIV se skládá z modulů SyncArch (archiv se synchronizací). Tento modul mi umožňuje archivovat údaje v databázi v okamžicích definovaných synchronizačním bitem. Ke každému údaji se v matici typu ML zapisuje okamžitý kalendářní čas, ve kterém byl zaznamenán. Podle tohoto času lze tyto hodnoty vyhledávat pomocí dalších modulů. Prvkem archivu je sloupcový vektor libovolného množství hodnot. Limitován je jen rozměrem databázové maticové proměnné.

Archiv SyncArch je definován těmito parametry:

Value – Zdrojová proměnná, která se při příchodu synchronizačního pulzu uloží do archivu. Je-li maticového typu, tak musí mít nejméně stejný počet řádků jako archivní matice.

Rows – Počet řádků matice Value, které se mají do archivu vložit.

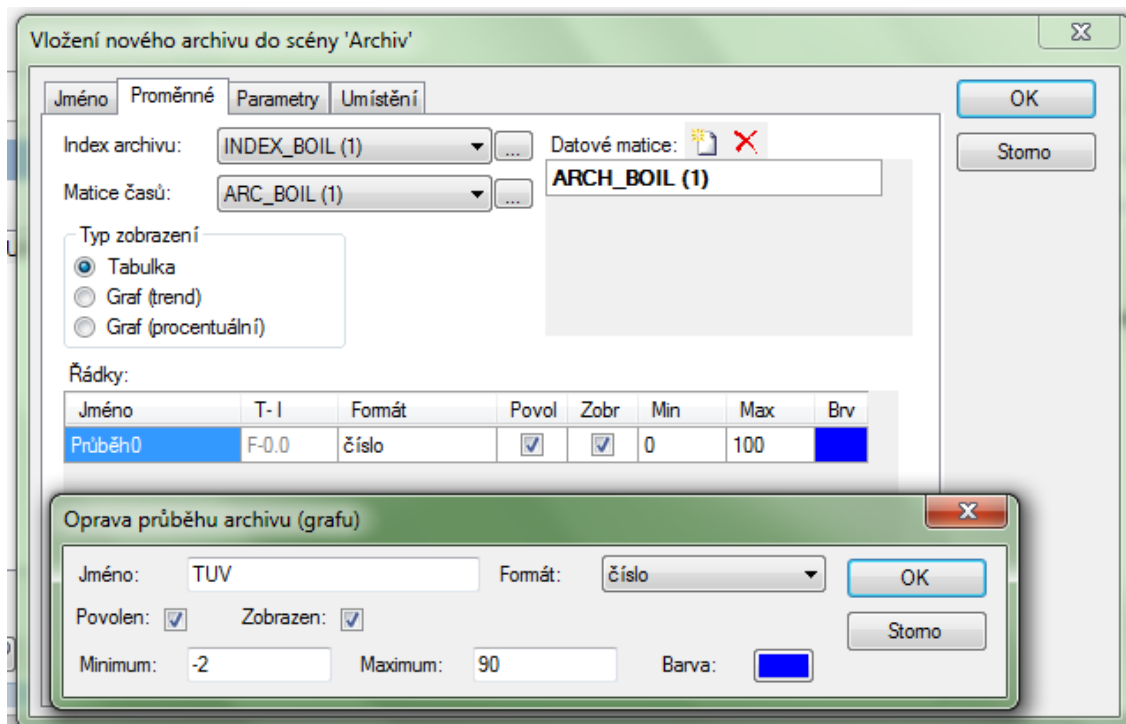
Archive – jméno archivní matice. Typ matice nemusí být stejný jako u proměnné Value. Modul automaticky zajistí typovou konverzi. Počet sloupců matice určuje hloubku archivu. Počet řádků určuje počet údajů archivovaných v jednom vzorku. Nastavujeme první řádek matice, od kterého se začnou vkládat jednotlivé řádky matice Value.

TmStamps – Archivní matice časů, do které se ukládají časy archivovaných vzorků. Počet řádků může být libovolný, ale modul pracuje pouze s prvním řádkem. Počet sloupců by měl být stejný jako u archivní matice. Pokud tato podmínka není splněna, tak se nenahlásí žádná chyba, ale hloubka archivu bude rovna menšímu z těchto dvou počtů. Je-li počet sloupců matice časů větší než u archivní matice, nebude správně pracovat modul FindDay.

SyncIn – vstupní synchronizační bit. Je-li při vstupu do modulu hodnota tohoto bitu 1, zapíše se nový vzorek do archivu a hodnota synchronizačního bitu se vynuluje. Zde nastavím např. @archiv, který sem si vytvořil v modulu SyncMark.

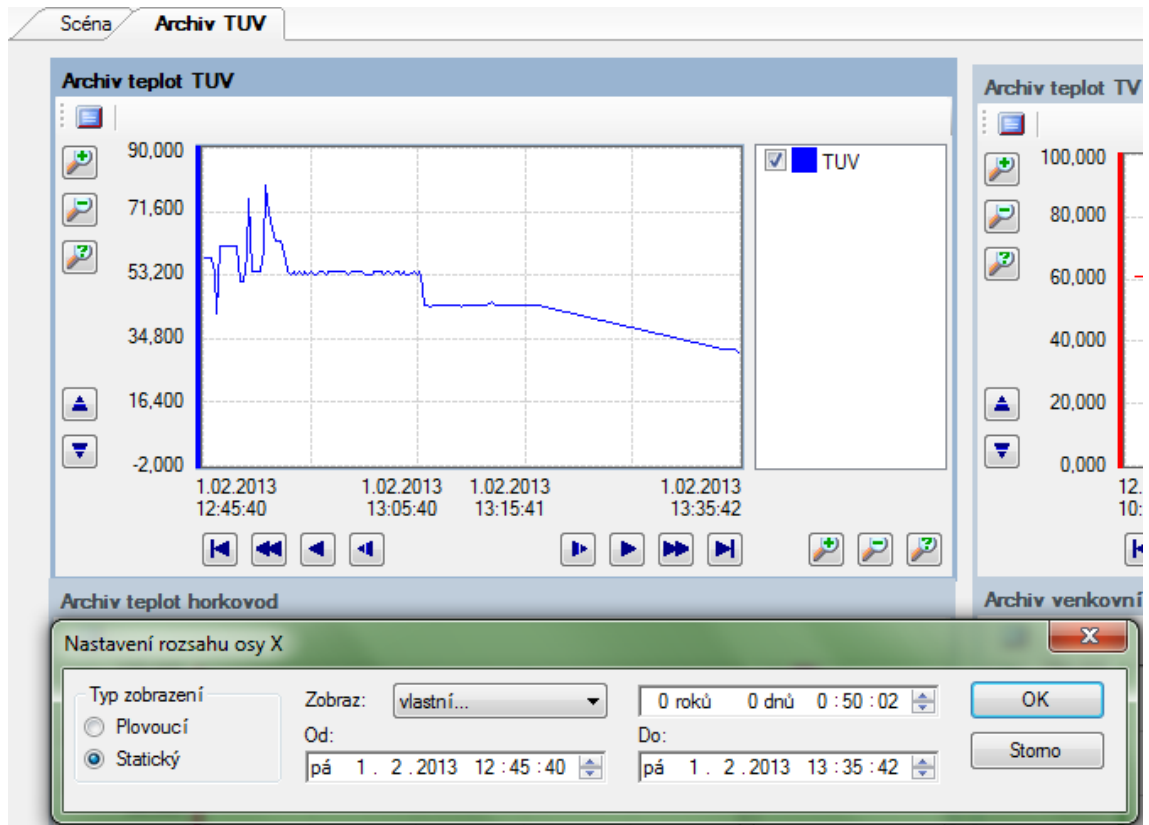
SyncOut – Výstupní synchronizační bit. Dojde-li k synchronizaci vstupním bitem SyncIn, modul zřetězí tuto synchronizaci do výstupního bitu tak, že na jeden běh procesu se tento výstupní bit nastaví do „1“. Do obou parametrů SyncIn a SyncOut lze zadat stejný bit a navázat tak skupinu modulů SyncArch za sebou na jeden společný synchronizační bit.

S takto připraveným programem pro realizaci archivu v PLC lze pracovat se snímanými daty ve vizualizaci. Archiv se umísťuje do nové scény a to kliknutím pravým tlačítkem na scénu a navolením v rolovacím menu Přidat – Archiv. Vyskočí nám nabídka Vložení nového archivu do scény 'Archiv'. Nastavení je obdobné jako u jiných prvků. Vyplníme jméno archivu. V záložce proměnné pak použijeme proměnné z dříve vytvořeného procesu ARCHIV. Jde o index archivu, matici časů a datovou matici. Poté už se jen nastaví označení zobrazované proměnné, její barvu a limity v grafu.



Obr. 43 Vytvoření archivu

V něm můžu ukazovat hodnoty až za poslední rok. Buď nastavuju úsek, který chci zobrazit v určitém intervalu anebo za poslední dobu, kde nastavím, jak dlouhá má být. Takto si mohu prohlédnout průběh teplot v určitém období nebo po dobu poruchy. Popř. jde po grafu listovat šipkami nebo si přiblížit zájmovou oblast. Na ose x mám čas a na ose y měřenou proměnnou. Pro obě osy jsou k dispozici tři „lupy“ – zvětšit 2x, zmenšit 2x a nastavit meze. V nastavení osy x lze nastavit časový úsek, který chceme zobrazit a v nastavení osy y pak nastavíme meze zobrazované teploty podle potřeby. Nastavení osy x je vidět na obrázku a vstupuje se na něj kliknutím lupy s otazníkem u odpovídající osy.



Obr. 44 Nastavení rozsahu osy x (časové osy)

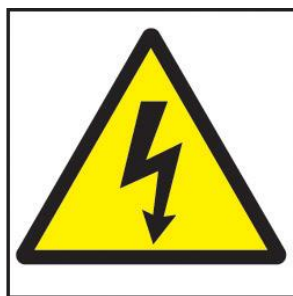
Naměřené hodnoty nemusím zobrazovat jen tímto způsobem. Mimo typu zobrazení graf (trend), který je použit v absolventské práci, lze použít procentuální graf anebo tabulku. Ty však nejsou pro tento případ příliš vhodné.

Takto byly vytvořeny archivy pro průběh teplot TV a TUV, venkovní teploty a teploty v prostoru DPS.

6 Elektroinstalace a BOZP

V domovní předávací stanici je napěťová soustava TN-C-S 400 V/230 V 50 Hz a SELV 24 V 50 Hz. Prostředí bylo podle normy ČSN 33 2000-3 a dle ČSN 33 2000-5-51 kvalifikováno jako nebezpečné a to z důvodu překročení teplotních parametrů na DPS. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím je provedena dle ČSN 33 2000-4-41 samočinným odpojením od zdroje a dle ČSN 33 2000-5-54 hlavním pospojováním.

Označení elektrických zařízení v DPS musí splňovat normy ČSN 33 2000-1:2003, ČSN ISO 3864 a vyhlášku č. 11/2002 Sb. Dle těchto norem se místo nebo zařízení, které ohrožuje bezpečnost, označuje značkami. V případě elektrických zařízení jde o výstražnou značku trojúhelníku s černým okrajem a žlutým polem, v němž je černý blesk viz obr (Kříž, M., 2010).



Obr. 45 Značka výstrahy – žlutočerný blesk

6.1 Kabelové propojení

V domovní předávací stanici budou rozvody měření a regulace vedeny v pomocných nosných konstrukcích a plastových kabelových lištách. V místech kde hrozí mechanické poškození, musí být vedeny v ocelových trubkách. Ve svislém vedení musí být kabely zajištěny proti posunutí. V prostorách mimo DPS budou rozvody vedeny v plastových kabelových lištách. Při montáži rozvodů MaR je třeba dbát na dostatečné prostorové oddělení od rozvodů silnoproudu a elektroinstalace, aby se zamezilo poruchám vlivem indukce při souběhu kabelových vedení.

6.2 Požadavky na jiné dodavatele a pokyny pro montáž

Dodavatel zajistí dodávku všech uzavíracích a regulačních ventilů dle specifikace v projektové dokumentaci. Dodavatel zajistí montáž návarků pro všechny snímače teploty a tlaku dle specifikace v projektové dokumentaci.

Při montáži elektroinstalace je nutné dodržovat příslušné normy ČSN a předpisy. Práce na elektrických zařízeních mohou provádět pouze pracovníci s odpovídající kvalifikací dle vyhlášky Č. 50/1978 Sb., § 5 a výše.

6.3 Povinnosti provozovatele a obsluhy

Vzhledem ke skutečnosti, že se jedná o složité energetické zařízení, musí být v souladu s platnými předpisy a normami vytvořen i provozní řád, který se nachází v dalším textu této kapitoly.

6.3.1 Provozní řád

Provozovatel musí udržovat elektrická zařízení v bezpečném a provozuschopném stavu, který odpovídá platným ČSN. Obsluhu a údržbu musí zajišťovat osoby s elektrotechnickou kvalifikací dle ČSN 33 43 100 a zkouškami z vyhlášky č. 50/1978 Sb. Dále je nutné zabránit nedovoleným zásahům do elektrického zařízení osobami bez elektrotechnické kvalifikace a zajistit, aby na něm nekonali žádné práce ve smyslu ČSN 343108. V rozvaděči pak musí být umístěn projekt skutečného stavu.

Všechny osoby, které mohou přijít do styku s elektrickým zařízením, je třeba seznámit s dovolenou obsluhou a bezpečnostními předpisy, aby nešlo k úrazu nebo škodám na majetku. Při činnosti na elektrických zařízeních musí být použito vhodné nářadí, výstroj a přístroje. Ochranné a pracovní prostředky musí zajistit bezpečnost pracovníka i jeho okolí a musí být používány v souladu s instrukcemi a návodem poskytnutým výrobcem nebo dodavatelem. Před každým použitím musí být zkontrolovány, zda jsou bez závad a bezpečné. Dále musí být v pravidelných lhůtách, předepsaných výrobcem nebo příslušná technická norma, prováděny kontroly a zkoušky prostředků. Pokud jsou při zkoušce nebo kontrole shledány jako nevyhovující, tak musí být zajištěno jejich znehodnocení nebo musí být zajištěno, aby nemohli být ani omylem použity (Kříž, M., 2010).

Při obsluze a práci na elektrických zařízeních pod napětím by měl mít pracovník vhodný oděv. Ten by neměl vlát nebo být ze snadno vznětlivých látek. Také by pracovník neměl nosit prsteny, vodivé řetízky, náramky a další kovové součástky, protože při nahodilém dotyku s živými částmi zajišťují dobré vedení proudu a navíc prsteny řetízky apod. tvoří závit na krátko, v němž se můžou při střídavém magnetickém poli indukovat velké proudy způsobující popálení (Kříž, M., 2010).

Všechny dodatečné změny oproti projektu měření a regulace musí být zaneseny do dokumentace Skutečné provedení stavby a ta by měla být k dispozici při provádění revizí, oprav apod.

6.4 Zkoušky

Po ukončení montáže musí být provedena výchozí revize elektrické instalace a vystavena výchozí revizní zpráva. Poté musí provozovatel zajistit pravidelné revize ve lhůtách stanovených normami (ČSN 33 1500) a výchozí revizní zprávou.

7 Závěr

V absolventské práci je tedy vypracována kompletní technická projektová dokumentace zadané reálné předávací stanice voda-voda s popisem použité technologie dle dokumentace (ZAHÁLKA, 2001). Tato se skládá v souladu s platnými EU-ČSN z technické zprávy, TOS a výkresové dokumentace, které jsou v příloze této práce. Nedílnou součástí je i návrh řídicího software ve vývojovém prostředí DetStudio a řídicí vizualizačního software v prostředí ViewDet.

Mimo to jsou v práci popsány různé způsoby regulace vytápění v budovách a její přínos ve spojitosti s vizualizací z hlediska úspory nákladů při provozování budov. Blíže pak popisují řízení a regulaci zadané domovní předávací stanice v Sezimově Ústí II. Ve čtvrté a páté kapitole je popsán postup návrhu řídicího a vizualizačního software s názornými ukázkami z vytvořeného programu. Součástí vizualizace je archiv teplot z jednotlivých snímačů teploty. Řídicí i vizualizační software jsou spolu s elektrotechnickými výkresy přílohou mojí práce.

7.1 Prokázání funkce

Pro potřeby prokázání funkce navrženého softwaru jsem vytvořil model a zapojil jsem akční členy na PLC AMiNi2D jak je popsáno v kapitole 3 Řízení a regulace. S jeho pomocí jsem si ověřil funkčnost řídicího software i vizualizace. Model může být dále použit pro výuku v laboratoři Automatizace C114. Součástí práce je i celkový finanční návrh řešení.

7.2 Přínos absolventské práce

Absolventská práce čtenáře seznamuje s možnostmi a přínosy regulace vytápění v budovách a principem fungování domovní předávací stanice včetně reakce PLC na poruchové a havarijní stavy, které mohou za provozu nastat. Dále je v ní vysvětlen návrh řídicího a vizualizačního software s příklady řešení typických případů a vytvoření archivu. V práci je též čtenář seznámen s vlastnostmi PLC, jejich programovacími jazyky, nastavením PID metodou Ziegler-Nichols a požadavky na elektroinstalaci a BOZP.

Práce pro mě byla hlavním přínosem v tom, že jsem se blíže seznámil s reálnou technologií MaR domovních předávacích stanic a rozšířil jsem si své teoretické znalosti teplotenské technologie. Neméně důležitým přínosem byla tvorba vizualizací, programování PLC, kde jsem si doplnil získané dovednosti v předmětech programování řídicích systémů, provoz technických zařízení a řízení a regulace. Dále jsem získal nové zkušenosti s tvorbou elektrotechnických výkresů a zpracováním dokumentace.

Velký přínos pro mě byl kontakt s technickými pracovníky zabývajícími se teplotěním, energetikou a v neposlední řadě MaR. V tomto směru jsem získal bohaté zkušenosti, které jistě uplatím ve své další profesní tvorbě.

7.3 Doplnění o vzdálenou komunikaci

Svoji absolventskou práci v souladu se zadáním považuji za ukončenou neboť, stanovené cíle byly splněny. Já sám bych doporučoval na práci navázat a to předáváním dat na internet prostřednictvím webového serveru AWEB.

Seznam literatury

- BAŠTA, J. Možnosti moderních způsobů regulace. *Český instalatér*. 2007, č. 4.
- JACK, H. *Automating Manufacturing Systems With PLCs* [online]. 2008, 2008-03-21 [cit. 2013-03-02]. Dostupné z: <http://ebookbrowse.com/automating-manufacturing-systems-with-plcs-by-hugh-jack-pdf-d201957962>
- KREIDL, M. *Měření teploty: Senzory a měřící obvody*. Praha: BEN - Technická literatura, 2005. ISBN 80-7300-145-4.
- KŘÍŽ, M. *Příručka pro zkoušky elektrotechniků: požadavky na základní odbornou způsobilost*. 8. vyd. Praha: IN-EL, 2010. ISBN 978-80-86230-50-4.
- KLÁN, Petr. Ziegler-Nicholsovo nastavení PID regulátoru – retrospektiva. *Automa: časopis pro automatizační techniku*. 2000, č. 4. ISSN 1210-9592.
- MURTINGER, K., K. SRDEČNÝ a F. MACHOLDA a KOL. *Hestia 5.0 VIVID - Encyklopedie 2008* [online]. 2008 [cit. 2013-01-01]. Dostupné z: <http://hestia.energetika.cz/encyklopedie>
- MATZ, V.. Ekvitermní regulace – princip a využití v systémech regulace vytápění. *TZB-Info* [online]. 2010 [cit. 2013-01-09]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace/6294-ekvitermni-regulace-princip-a-vyuziti-v-systemech-regulace-vytapani>
- NAVRÁTIL, P. Metoda kritického zesílení regulátoru (metoda Ziegler-Nichols). In: *Computer Aided Automatic Control: počítačová podpora automatického řízení* [online]. 2007, 2.12.2007 [cit. 2013-02-26]. Dostupné z: http://195.178.89.122/CAAC_PHP/CAAC/cesky/synteza/s_ziegler/s_ziegler.php
- PAVELA, M. *Řízení technologického procesu pomocí programovacího logického automatu*. Brno, 2012. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky.
- PŘEROVSKÝ, M. a Stanislav PODOLÁK. *Projekční podklady: Příručka pro oblast měření a regulace*. Praha, 2003. Dostupné z: <http://www.amit.cz/docs/cz/obsolete/projekty.pdf>
- ROUBAL, J., Petr HUŠEK a KOL. *Regulační technika v příkladech*. Praha: BEN – technická literatura, 2011. ISBN 978-80-7300-260-2.
- ŘÍHA, Z. *Měření teploty a odporu* [online]. 2008 [cit. 2012-11-10]. Dostupné z: http://www.amit.cz/support/cz/aplikacni_poznamky/ap0015_cz_01.pdf

ŠEDIVÝ, V. *Automatizace v praxi: Část 1. - Teplota*. Sezimovo Ústí: VOŠ, SŠ, COP Sezimovo Ústí, 2005.

ŠMEJKAL, L. Esperanto programátorů PLC: programování podle normy IEC/EN 61131-3 (část 4). *Automa: časopis pro automatizační techniku*. 2011, č. 12. ISSN 1210-9592.

ŠMEJKAL, L. a Marie MARTINÁSKOVÁ. *PLC a automatizace 1: Základní pojmy, úvod do programování*. Praha: BEN - Technická literatura, 2009. ISBN 978-80-86056-58-6.

Měření a regulace. *TZB-Info* [online]. 2012 [cit. 2012-12-29]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/mereni-a-regulace>

URBAN, L. Programování PLC podle normy IEC EN 61131-3 – víc než jednotné jazyky. *Automa: časopis pro automatizační techniku*. 2005, č. 2. ISSN 1210-9592.

VOJÁČEK, Antonín. Programovací režimy pro PLC dle IEC 61131-3 (CoDeSys). *Www.HW.cz* [online]. 2011 [cit. 2013-03-03]. ISSN 1803-6392. Dostupné z: <http://automatizace.hw.cz/programovaci-rezimy-pro-plc-dle-iec-611313-codesys>

ZAHÁLKA. *Skutečné provedení stavby: Měření a regulace*. České Budějovice, 2001.

Seznam příloh

Technicko-obchodní specifikace (TOS)

Výkresová dokumentace

Výpis programu

Hodnoty měřicího odporu Ni1000

Obsah DVD

K této práci je přiloženo DVD obsahující:

- Program AMiNi2D
- Soubory vizualizace
- Technicko-obchodní specifikace (TOS)
- Výkresy el. instalace
- Nepoužité fotografie k projektu
- Absolventská práce

**VYŠŠÍ ODBORNÁ ŠKOLA, STŘEDNÍ ŠKOLA,
CENTRUM ODBORNÉ PŘÍPRAVY
SEZIMOVO ÚSTÍ**

**PŘÍLOHY
ABSOLVENTSKÉ PRÁCE**

Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

Příloha č. 1

Technicko-obchodní specifikace (TOS)

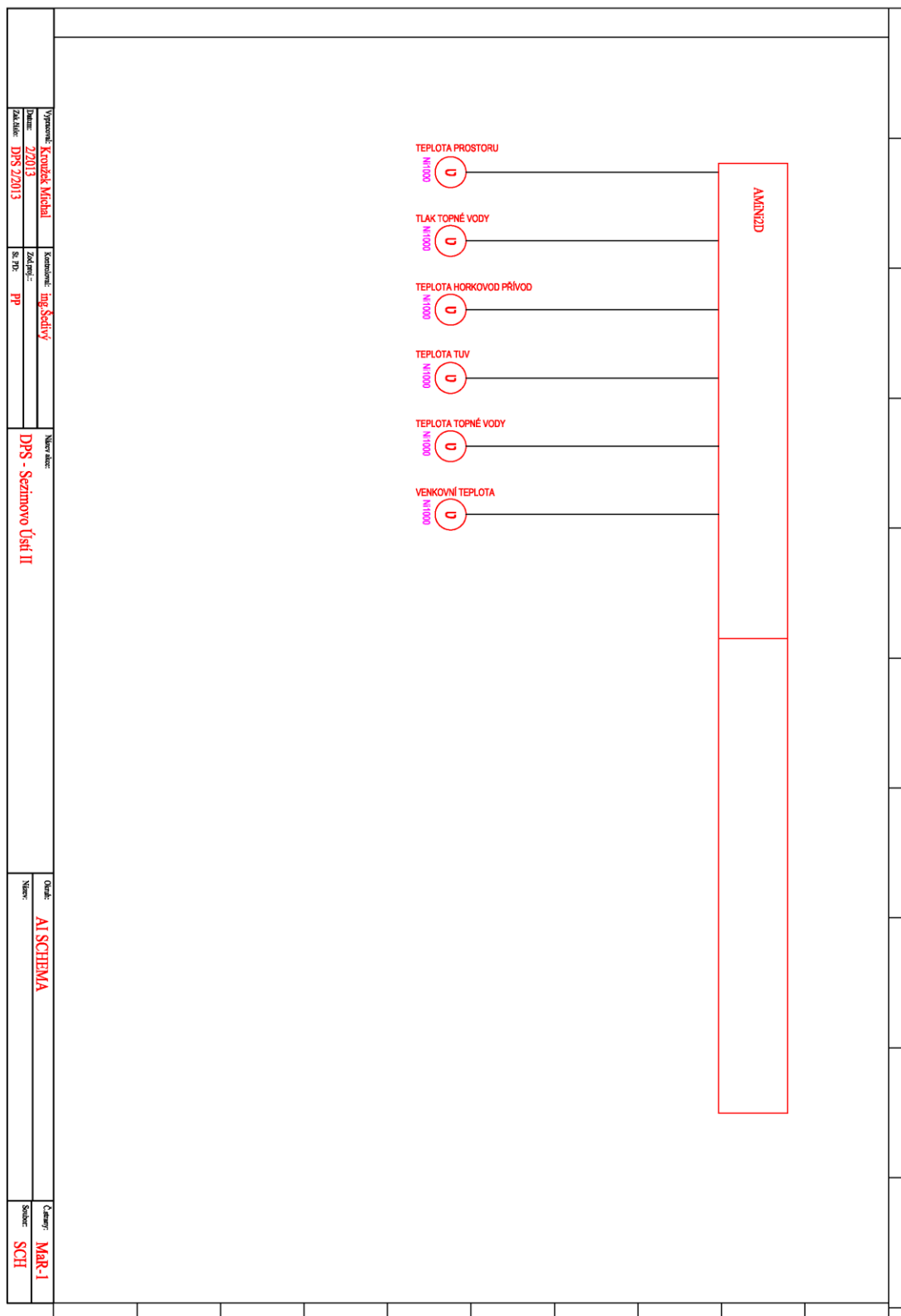
Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

Položka	Popis položky	Množství	Poznámka
1	Rozvaděčová souprava	1 ks	dod. MaR
1.1	PLC AMiNi2D	1 ks	dod. MaR
1.2	Jistící prvky	1 kpl	dle schéma zapojení
1.3	Svorky	1 kpl	dle schéma zapojení
1.4	Spínací prvky	1 kpl	dle schéma zapojení
1.5	Propojení vodiči		dle schéma zapojení
1.6	Relé 24V DC	8 ks	dle schéma zapojení
1.7	Montáž	40 hod.	dle schéma zapojení
1.8	oživení RS	20 hod.	
2	Polní přístroje a zařízení		
2.1	Snímač teploty Ni1000	5 ks	dle schéma zapojení
2.2	Snímač tlaku	1 ks	dle schéma zapojení
2.3	Čidlo zaplavení	1 kpl	dle schéma zapojení
3	Kabeláž		
3.1	JYTY 2x1	120m	
3.2	CYKY 3x1,5	66m	
3.3	CYKY 3x2,5	15m	
3.4	CY 4	35m	(žlutozelený)
3.5	Svorky pospojovací	42ks	
3.6	Montážní materiál elektro	1 kpl	
3.7	Pomocný montážní materiál	1 kpl	
3.8	Lišta vkládací, umělohmotná 80x40	42m	
3.9	Lišta vkládací, umělohmotná 40x40	53m	
3.10	Lišta umělohmotná 20x20	38m	
4	Revize elektro	1 kpl	4xparé
5	Dokumentace skutečného stavu	1 kpl	
6	odzkoušení a oživení	100hod	
7	Zkušební provoz	72hod	dle EU-ČSN

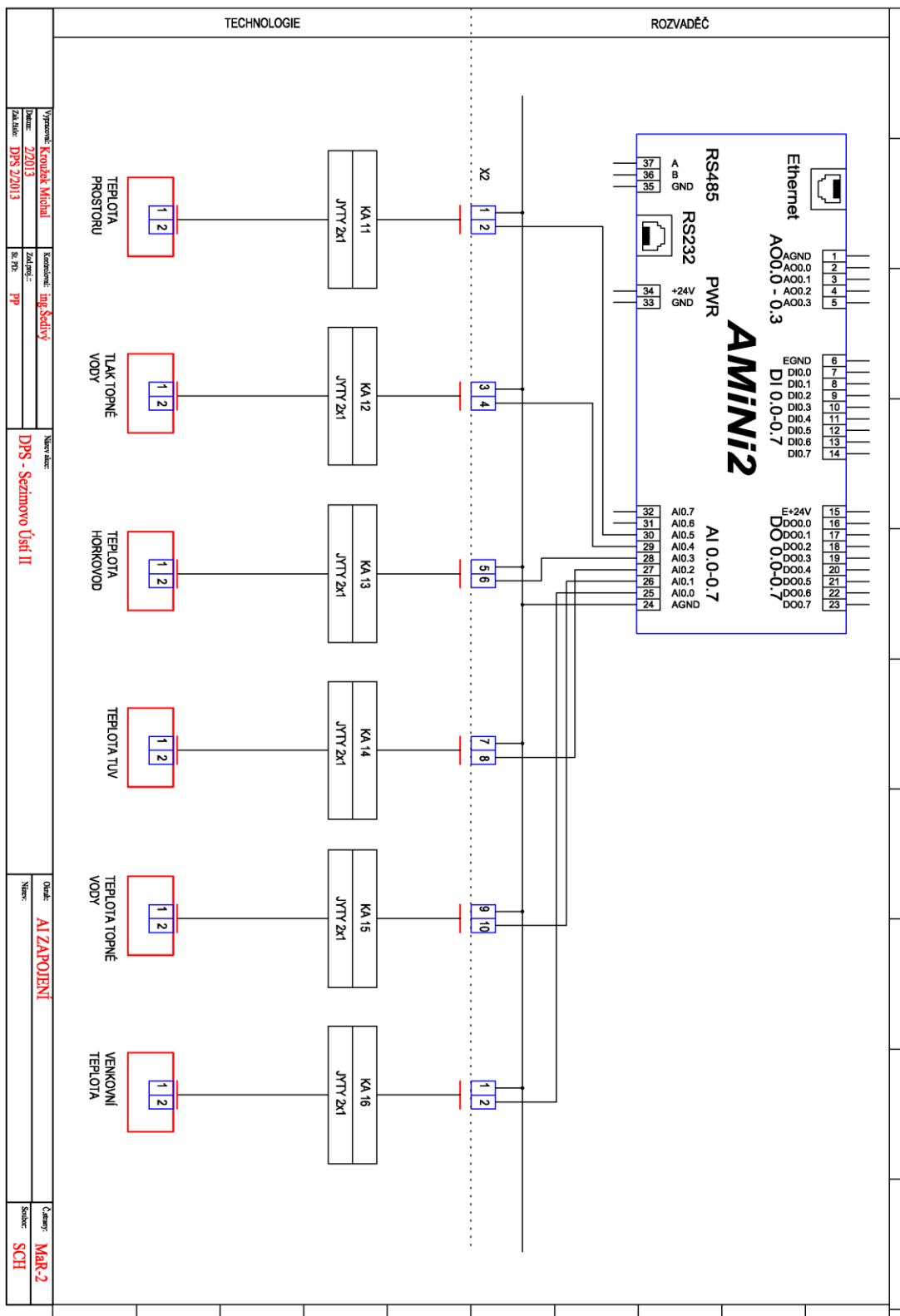
Příloha č. 2

Výkresová dokumentace

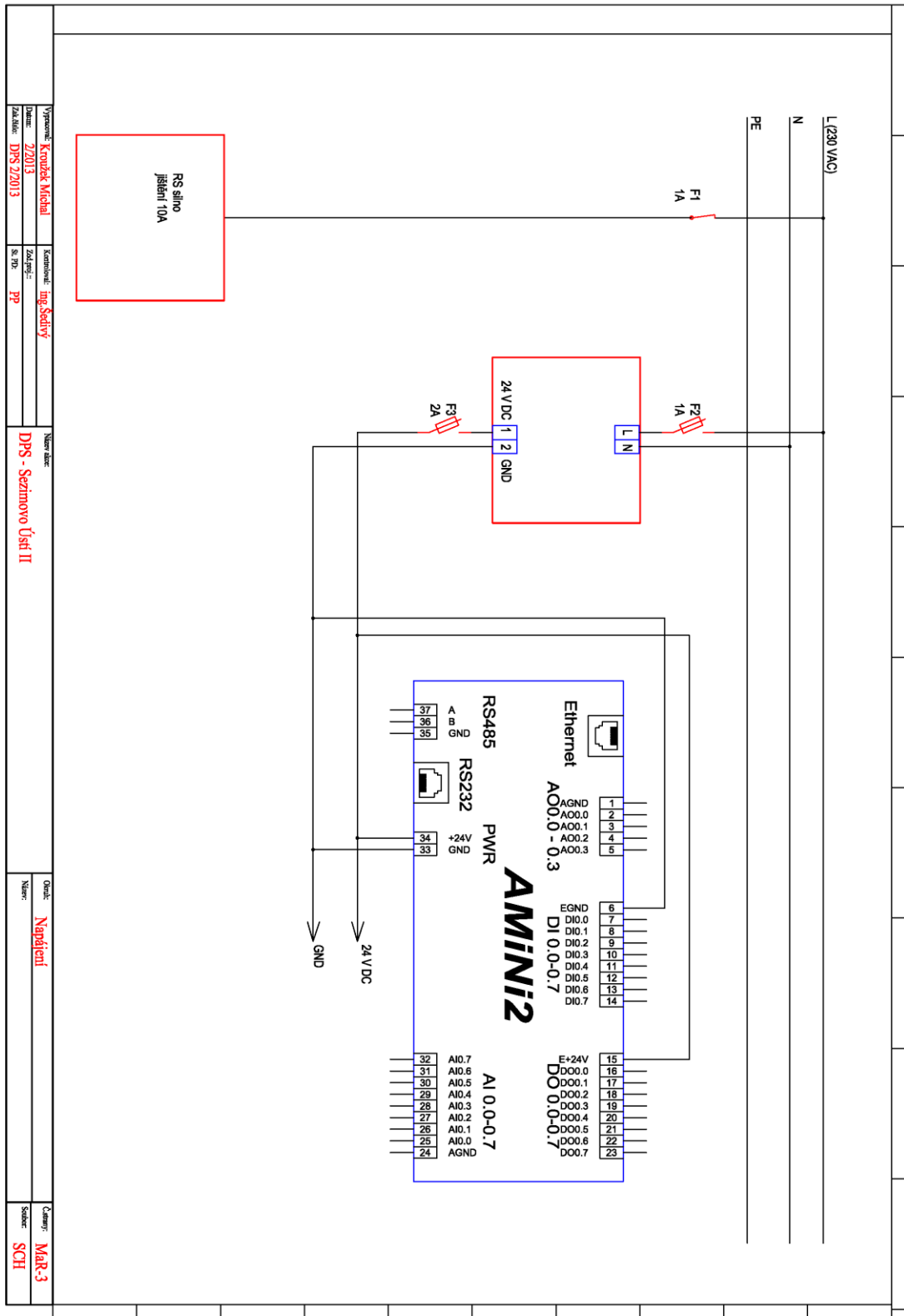
Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D



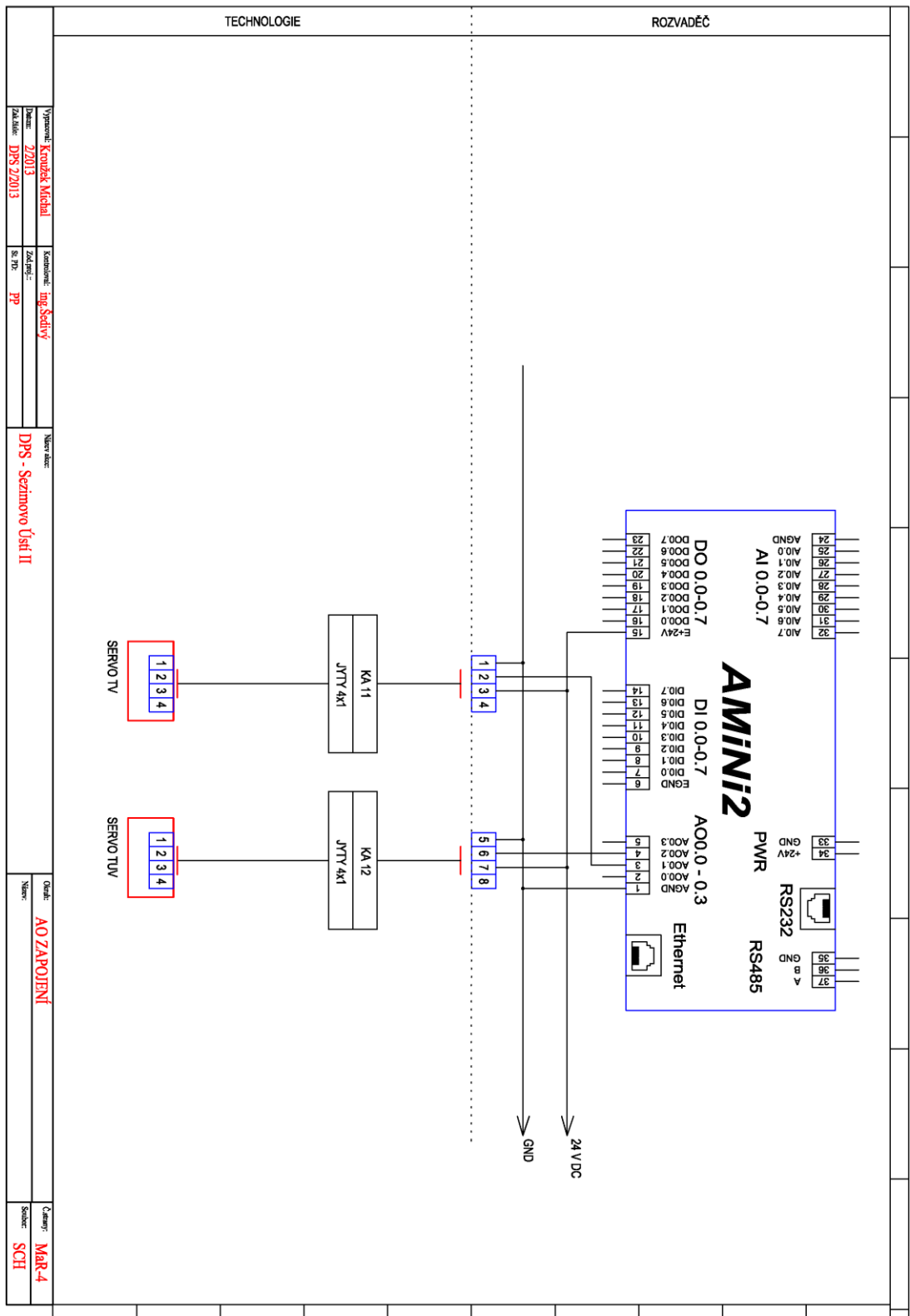
Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D



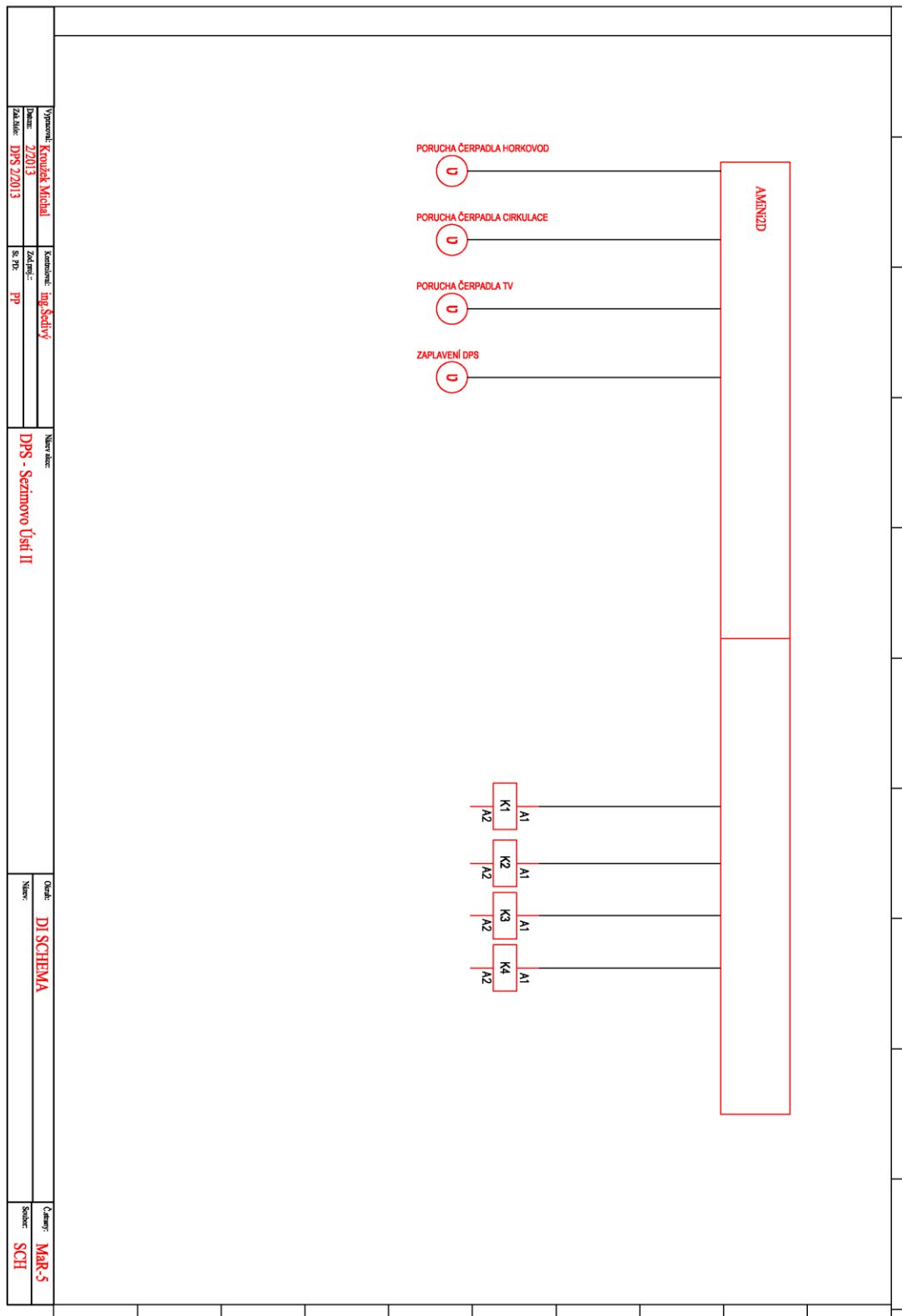
Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D



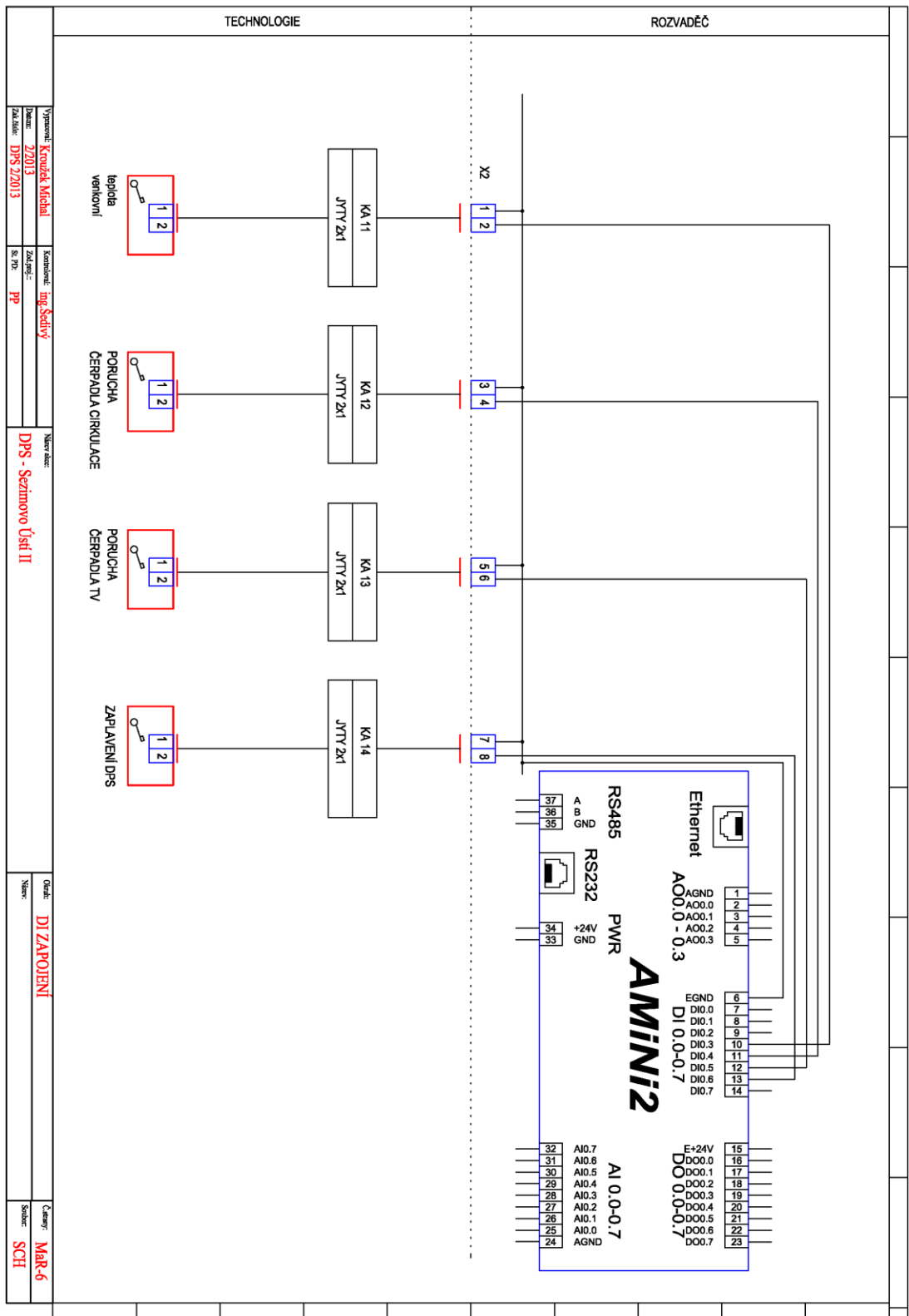
Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D



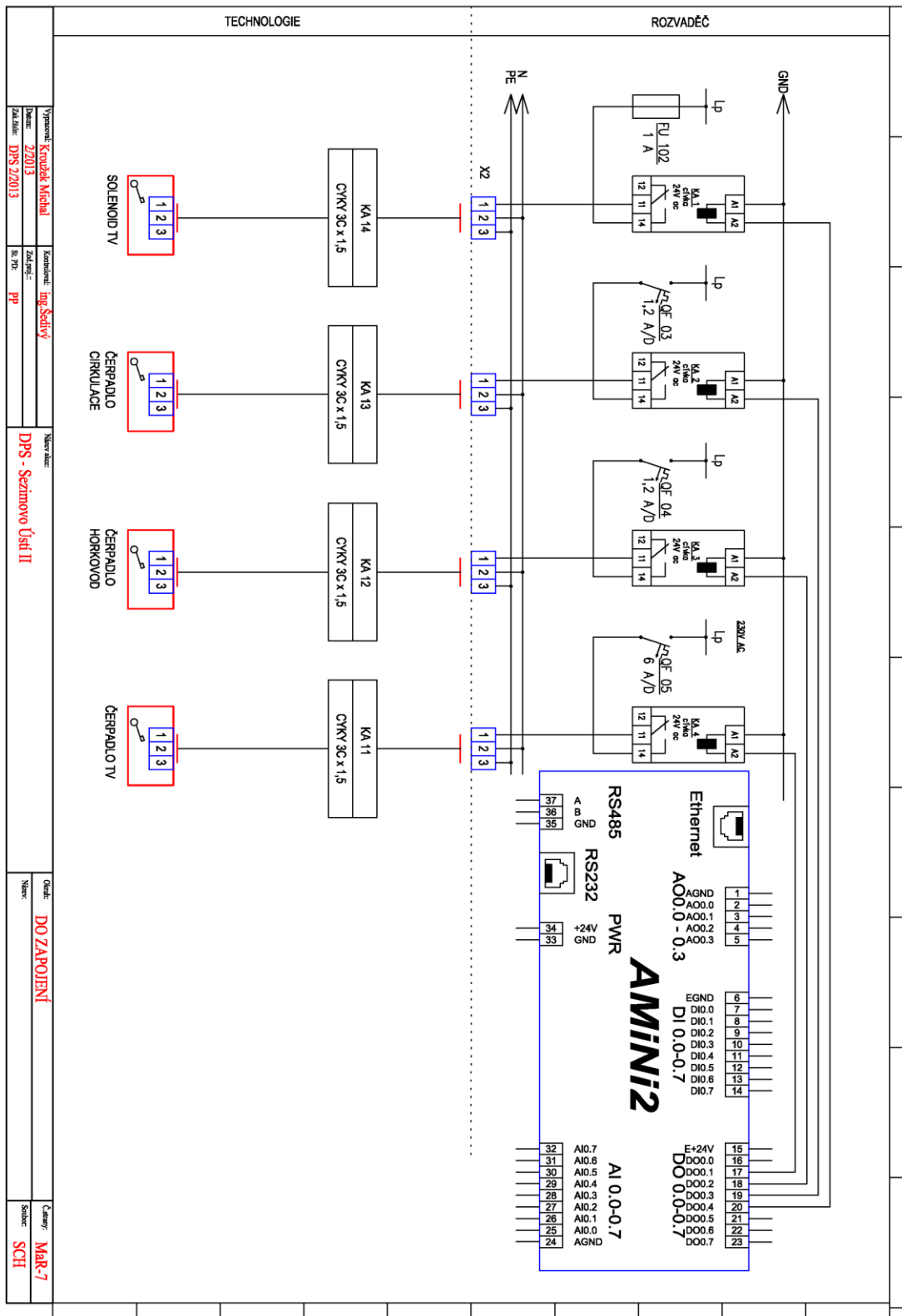
Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

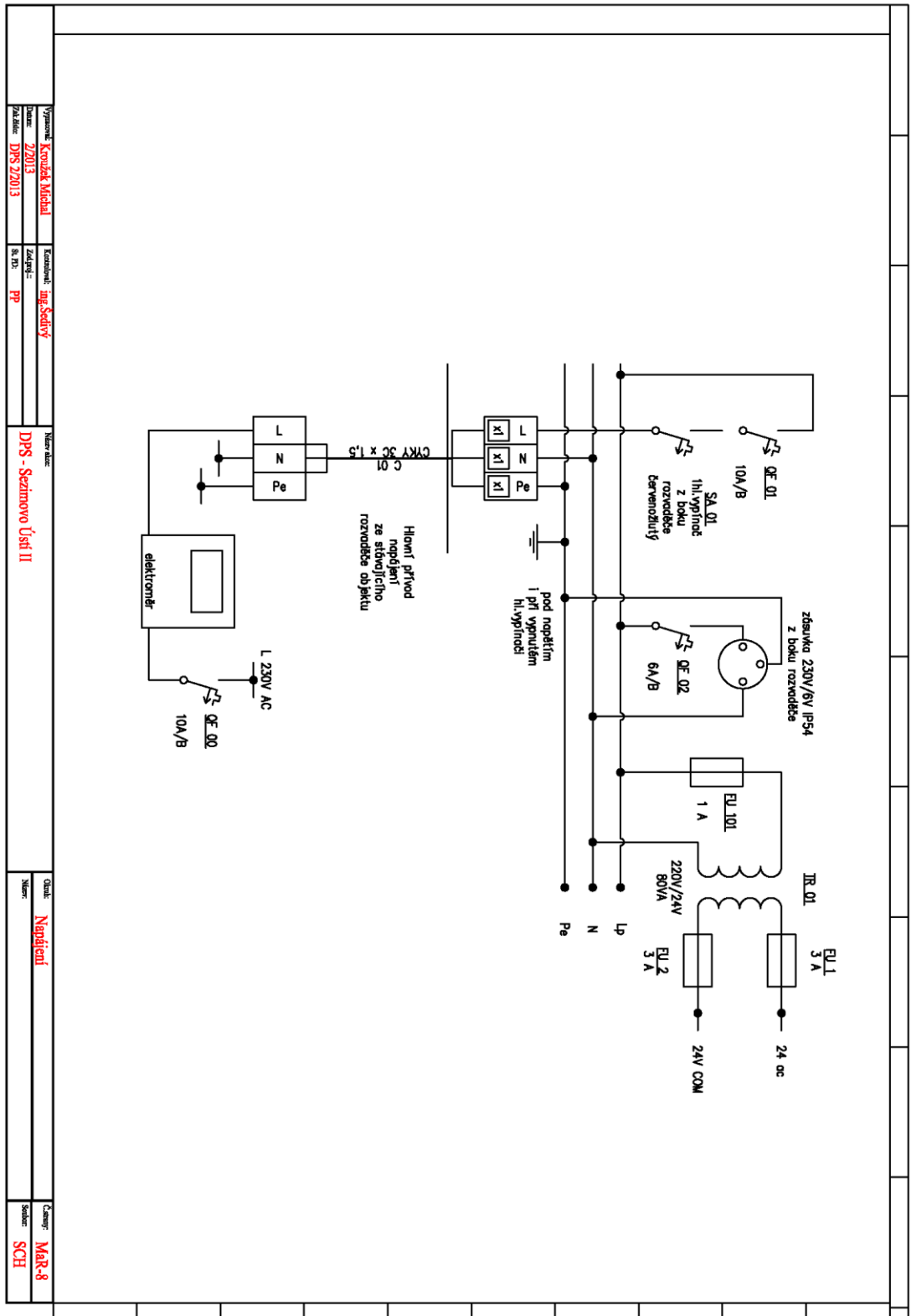


Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

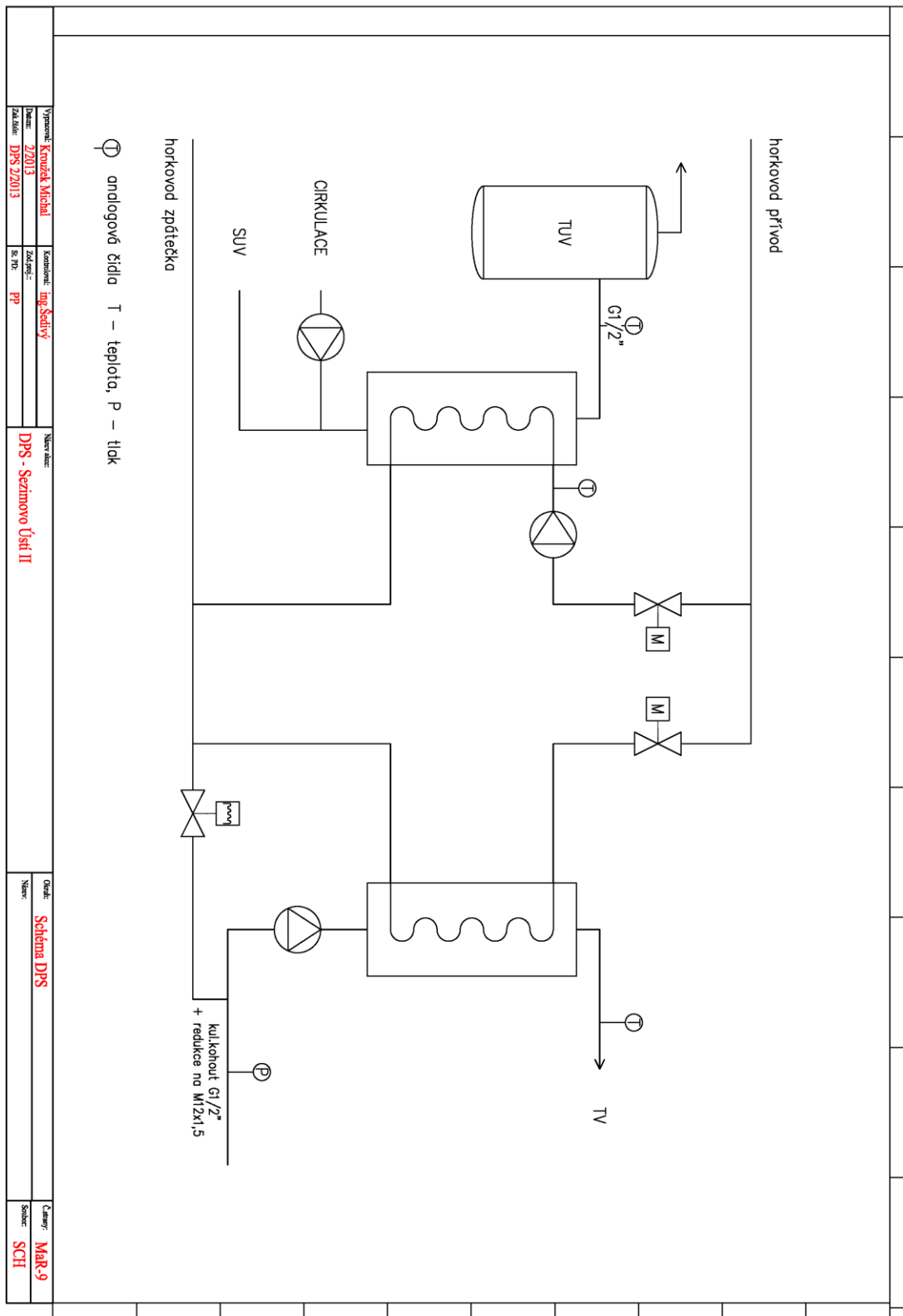


Rízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

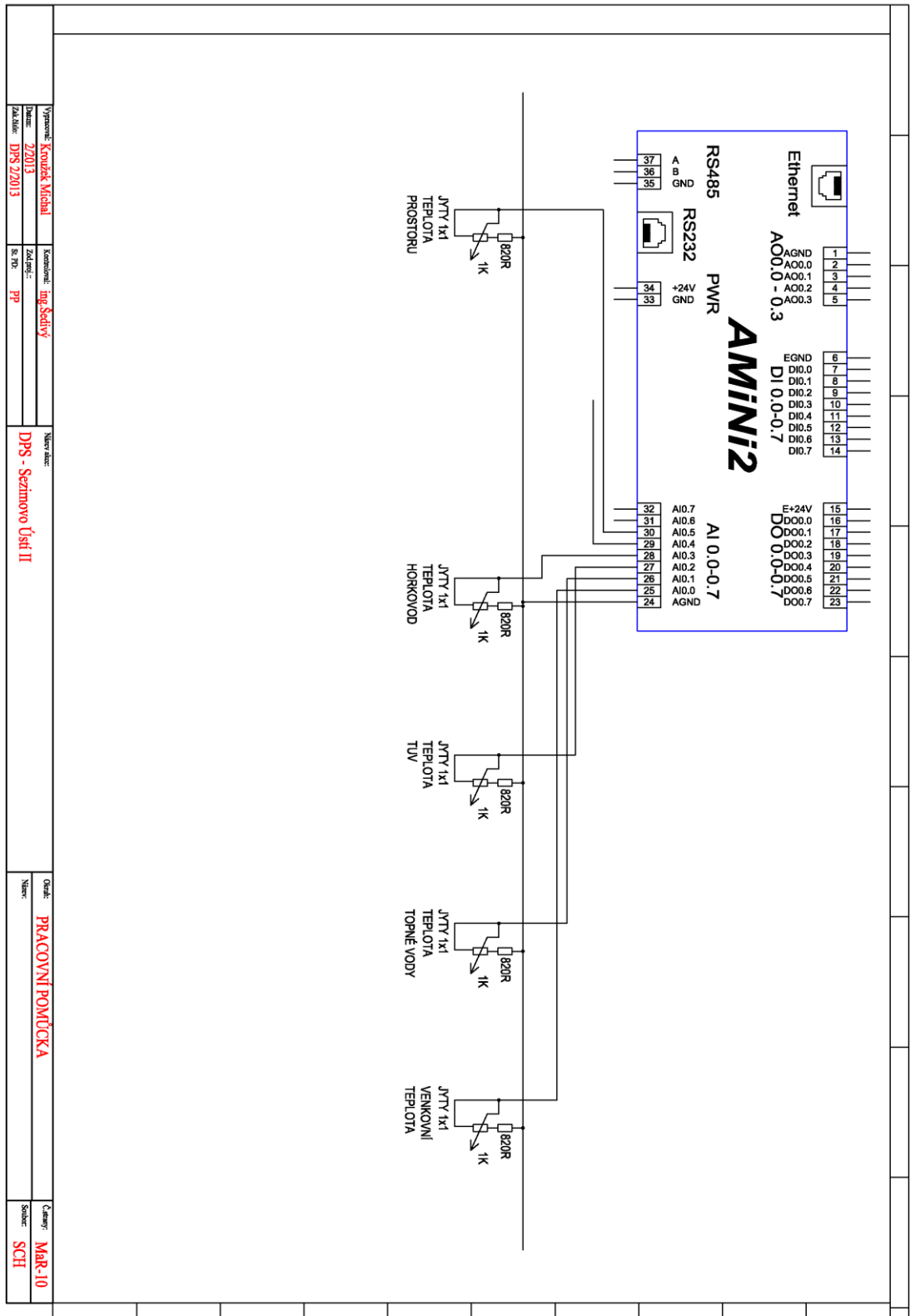




Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D



Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D



Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

Vypracoval: Kroměk Michal Datum: 2/2013 Zpracoval: ing. Sedláč Schválil: PP	Název: DPS - Sezimovo Ústí II	Datum: Zapojení servopohonu Lufberg DA02N24P	Číslo: MAR-11 Soubor: SCH
<p style="text-align: center;"> Lufberg DA02N24P 1 2 3 4 24 V AC/DC → 1 GND → 2 2...10V → 3 GND → 4 </p>			

Příloha č. 3

Program pro řízení AMiNi2D

DetStudio - výpis aplikace

Projekt

Název : AMiNi2D
Verze : 1.0.124
Autor : Michal Kroužek

Stanice

Typ : AMiNi2 (AMiNi2D) AMiNi2D 1 MB
RAM

Verze : 0

Generováno : 23. února 2013 16:01:52

DetStudio : DetStudio 1.6.3

Obsah

Poznámky k procesní stanici
Konfigurace procesních
vstupů a výstupů
Databázové proměnné
Alias-Proměnné
Procesy
Podprogramy
- Funkční bloky -
Obrazovky:

Copyright (c) 2008, AMiT, spol. s r.o.

Poznámky k procesní stanici

IP 192.168.41,14

Konfigurace procesních vstupů a výstupů

Typ/Signál	Jméno	Komentář	Log.kanál
DIO			0
DI.00	DIO0_0	NC	
DI.01	DIO0_1	NC	
DI.02	DIO0_2	NC	
DI.03	HAV_CERH	Čerpadlo horkovod	
DI.04	HAV_CERC	Čerpadlo cirkulace	
DI.05	HAV_CETS	Čerpadlo TV	
DI.06	CZAPL	Čidlo zaplavení	
DI.07	DIO0_7	NC	
DIO_AC			1
DI.00	DIO_AC1_0	NC	
DI.01	DIO_AC1_1	NC	
DI.02	DIO_AC1_2	NC	
DI.03	DIO_AC1_3	NC	
DI.04	DIO_AC1_4	NC	
DI.05	DIO_AC1_5	NC	
DI.06	DIO_AC1_6	NC	
DI.07	DIO_AC1_7	NC	
DAIO			2
DI.00	DAI02_0	NC	
DI.01	DAI02_1	NC	
DI.02	DAI02_2	NC	
DI.03	DAI02_3	NC	
DI.04	DAI02_4	NC	
DI.05	DAI02_5	NC	

Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

	DI.06	DAI02_6	NC	
	DI.07	DAI02_7	NC	
DAI0_AC				3
	DI.00	DAI0_AC3_0	NC	
	DI.01	DAI0_AC3_1	NC	
	DI.02	DAI0_AC3_2	NC	
	DI.03	DAI0_AC3_3	NC	
	DI.04	DAI0_AC3_4	NC	
	DI.05	DAI0_AC3_5	NC	
	DI.06	DAI0_AC3_6	NC	
	DI.07	DAI0_AC3_7	NC	
DO0				0
	DO.00	DO00_0	NC	
	DO.01	CTV	DO čerpadlo TV	
	DO.02	C_HOR	Čerpadlo horkovod	
	DO.03	C_TUV	Čerpadlo cirkulace TUV	
	DO.04	SOL_TV	Solenoid TV	
	DO.05	DO00_5	NC	
	DO.06	DO00_6	NC	
	DO.07	DO00_7	NC	
AI0				0
	AI.00	AI00_0	NC	
	AI.01	AI00_1	NC	
	AI.02	AI00_2	NC	
	AI.03	AI00_3	NC	
	AI.04	AI00_4	NC	
	AI.05	AI00_5	NC	
	AI.06	AI00_6	NC	
	AI.07	AI00_7	NC	
Ni1000				1
	AI.00	C_EXT	Venkovní teplota	
	AI.01	C_TV	Teplota topné vody	
	AI.02	C_BOIL	Teplota TUV	
	AI.03	C_PRI	Teplota horkovod přívod	
	AI.04	TL_TV	Tlak topné vody	
	AI.05	C_PRO	Teplota prostoru	
	AI.06	Ni10001_6	NC	
	AI.07	Ni10001_7	NC	
PWR				2
	AI.00	Vpwr	Napájecí napětí 0..55 V	
	AI.01	Vibatt	Napětí zálohovací baterie 0..5 V	
AO0				0
	AO.00	AO00_0	NC	
	AO.01	STV	Servo TV	
	AO.02	STUV	Servo TUV	
	AO.03	AO00_3	NC	

Databázové proměnné:

Poř.	Jméno	Typ	WID	Warm	Init hodnota	St.	Komentář
1	CER_TV	I	1000			1	Čerpadlo TV
2	vystup_PID	F	1003			1	PID
3	TEPL_EXT	F	1004			1	Venkovní teplota
4	TEPL_TV	F	1005			1	Teplota topné vody
5	TEPL_BOIL	F	1006			1	Teplota vody v boileru
6	CER_TUV	I	1007			1	Čerpadlo TUV
7	TEPL_PRI	F	1008			1	Teplota horkovod přívod
8	TLAK_TV	F	1009			1	Tlak topné vody
9	CER_HOR	I	1012			1	Čerpadlo horkovod
10	HAV_TV	I	1013			1	Havarijní čidlo teploty TV
11	HAV_TUV	I	1014			1	Havarijní čidlo teploty TUV
12	HAV_CPRI	I	1015			1	DI čerpadlo horkovod
13	HAV_CIR	I	1016			1	Havárie čerpadla cirkulace TUV
14	HAV_CERTV	I	1001			1	Havárie čerpadla TV
15	VYSTUPY1	I	1002			1	Čerpadlo TUV
16	SOL	I	1017			1	Solenoid TV
17	TEPL_PRO	F	1018			1	Teplota prostoru
18	VYSTUPY	I	1019			1	Čerpadlo horkovod
19	HAV_TUV1	F	1020			1	Servo TUV
20	POR_TV	F	1021			1	Servo okruhu TV
21	VYSTUPY2	I	1022			1	Čerpadlo TV
22	ZAPL	I	1023			1	Čidlo zaplavení
23	VYSTUPY3	I	1010			1	Čerpadlo TV
24	TEPL_EXT_P	F	1011			1	Venkovní teplota nepřepočtená
25	TEPL_TV_P	F	1024			1	Teplota topné vody neprepectena
26	TEPL_BOIL_P	F	1025			1	Teplota vody v boileru nepřepočtená
27	TEPL_PRI_P	F	1026			1	Teplota horkovod přívod nepřepočtená
28	TEPL_PRO_P	F	1027			1	Teplota prostoru nepřepočtená
29	TLAK_TV_P	F	1028			1	Tlak topné vody nepřepočtený
30	HAV_CHO	I	1029			1	Porucha čerpadla horkovod

Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

31	PCID_EX	I	1030		1	Porucha venkovního čidla
32	PCID_HOR	I	1031		1	Porucha čidla horkovod
33	PCID_TUV	I	1032		1	Porucha čidla TUV
34	PCID_TV	I	1033		1	Porucha čidla TV
35	PORUCHY	I	1034		1	Aliasy poruch
36	PaH	I	1035		1	Poruchy a havárie
37	RESET	I	1036		1	Tlačítko reset
38	vizu	I	1037		1	Pomocný parametr pro vizualizaci
39	PID_PARAMETR	MF[8,1]	1038	1,150,5,-50,50(2),2	1	Parametry PID regulátoru TUV
40	PID_REZIM	I	1039	0b0000000000000100	1	Řezim PID regulátoru TUV
41	TUV_POZAD	F	1040		1	Požadovaná teplota TUV
42	TUV_AKCE	F	1041		1	Akční zásah regulace TUV
43	TV_AKCE	F	1042		1	Akční zásah regulace TV
44	TV_POZAD	F	1043		1	Požadovaná teplota TV
45	EKVIT	F	1044		1	Ekvitermní křivka
46	TIME_TIM	L	1045		1	Parametr pro čas stanice
47	TIME_DM	MI[8,1]	1046		1	Parametr pro čas stanice
48	TIME_CH	I	1047		1	Parametr pro čas stanice
49	cas	I	1048		1	Čas
50	TV_REZIM	I	1049	0b0000000000000100	1	Režim regulátoru TV
51	TV_PARAM	MF[8,1]	1050	1,150,10,-50,50(2),3	1	Parametry PID regulátoru TV
52	Var11	I	1051		1	
53	PORUCHY2	I	1052		1	Pro alias druhé skupiny poruch
54	ARCH	I	1053		1	Proměnná pro archiv
55	ARCH_BOIL	MF[1,1]	1054		1	Archiv teploty TUV
56	ARC_BOIL	ML[1,1]	1055		1	Matice časů
57	INDEX_BOIL	I	1056		1	Index archivu teploty TUV
58	ARCH_TV	MF[1,1]	1057		1	Archiv teploty TV
59	ARC_TV	ML[1,1]	1058		1	Matice časů TV
60	INDEX_TV	I	1059		1	Index archivu TV
61	ARCH_EXT	MF[1,1]	1060		1	Archiv venkovní

Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

					teploty
62	ARC_EXT	ML[1,1]	1061	1	Matice časů venkovní teploty
63	INDEX_EXT	I	1062	1	Index archivu TV
64	ARCH_HOR	MF[1,1]	1063	1	Archiv teploty horkovodu
65	ARC_HOR	ML[1,1]	1064	1	Matice časů horkovod
66	INDEX_HOR	I	1065	1	Index archiv horkovodu
67	uprava	F	1066	1	Pomocná proměnná
68	D_PRE_TUV	I	1067	1	Informace o teplotě tuv nad 65°C
69	D_PRE_TV	I	1068	1	Informace o teplotě TV na 90°C
70	D_PRE_PRO	I	1069	1	Informace o přehřátí prostoru
71	D_ZPL	I	1070	1	Informace o zaplavení stanice
72	D_PRE_TUV70	I	1071	1	Informace o přehřátí TUV nad 70°C
73	D_HAV_CIR	I	1072	1	Informace o poruše sirkulačního čerpadla TUV

Alias-Proměnné

Poř.	Alias	proměnná.	Bit	Komentář
1	@pretop70	PORUCHY	10	Teplota TUV nad 70
2	@ptertop	PORUCHY	11	Teplota TUV nad 65
3	@pretop_ut	PORUCHY	9	Teplota ÚT nad 90°C
4	@prehrati	PORUCHY	8	Přehřátí prostoru nad 40°C
5	@zatopeni	PORUCHY	12	Zatopení prostoru DPS
6	@havcertuv	PORUCHY	4	Havárie čerpadla TUV
7	@havhor	PORUCHY	5	Havárie čerpadla horkovod
8	@havtv	PORUCHY	6	Havárie čerpadl TV
9	@cidloext	PORUCHY	0	Porucha čidla venkovní teploty
10	@cidlohor	PORUCHY	1	Porucha čidla horkovod
11	@cidlotv	PORUCHY	3	Porucha čidla TV
12	@cidlotuv	PORUCHY	2	Porucha čidla TUV
13	@mintlak	PORUCHY	7	Minimální tlak TV
14	@limtlak	PORUCHY	13	Tlak pro konec dopouštění
15	@dldopou	PORUCHY	14	Dopouštění delší než 5 minut
16	@timelimit	PORUCHY	15	Překročení 5min
17	@HS_SOL	PaH	0	Poruchové stavy ovlivňující solenoid
18	@PS_SOL	PaH	1	Havarijní stavy ovlivňující solenoid
19	@dlouhdop	vizu	0	Dopouštění delší než 5 minut - vizualizace
20	@vizmintlak	vizu	1	Zobrazení poruchy min tlak pro vizualizaci

Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

21	@dl_tv	PORUCHY2	0	Teplota TV je menší než požadavek - používám pro dlouhodobé nedosažení požadované teploty
22	@dl_tv_neg	PORUCHY2	1	Znegování aliasu dl_tv
23	@dltv120	PORUCHY2	2	Dlouhodobé nedosažení požadovaných parametrů TV - výstup pro vizualizaci
24	@archiv	ARCH	0	Alias archivu
25	@archiv_tv	ARCH	1	Alias archivu tv
26	@archiv_ext	ARCH	2	Alias archivu venkovní teploty
27	@archiv_hor	ARCH	3	Alias archivu teploty horkovodu

Procesy

Nazev	Jazyk	Typ	Perioda	Offset	Komentář
ARCHIV	Pse	Normal_4	1000	0	
DATA	RS	Normal_1	1000	0	Pomocný podprogram
ekv	RS	Normal_5	1000	0	ekvitermní křivka
PORUCHY	RS	Normal_2	1000	0	Poruchy
Potik	RS	Normal_3	1000	0	korekce potenciometrů
Proc00	Pse	Normal_0	1000	0	Hlavní proces
ProcIDLE	Pse	Idle	-	-	Obsluha obrazovek

ARCHIV -

Jazyk: Pse
Typ: Normal_4
Perioda: 1000
Ofs/Hrana: 0

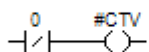
```

SyncMark 1, 1, 0, 0, 0, @archiv, NONE
SyncMark 1, 1, 0, 0, 0, @archiv_ext, NONE
SyncMark 1, 1, 0, 0, 0, @archiv_hor, NONE
SyncMark 1, 1, 0, 0, 0, @archiv_tv, NONE

SyncArch TEPL_BOIL, 0, ARCH_BOIL[0,*], ARC_BOIL, @archiv,
NONE.0, 0, INDEX_BOIL, 0x0000
SyncArch TEPL_EXT, 0, ARCH_EXT[0,*], ARC_EXT, @archiv_ext,
NONE.0, 0, INDEX_EXT, 0x0000
SyncArch TEPL_PRI, 0, ARCH_HOR[0,*], ARC_HOR, @archiv_hor,
NONE.0, 0, INDEX_HOR, 0x0000
SyncArch TEPL_TV, 0, ARCH_TV[0,*], ARC_TV, @archiv_tv, NONE.0,
0, INDEX_TV, 0x0001
  
```

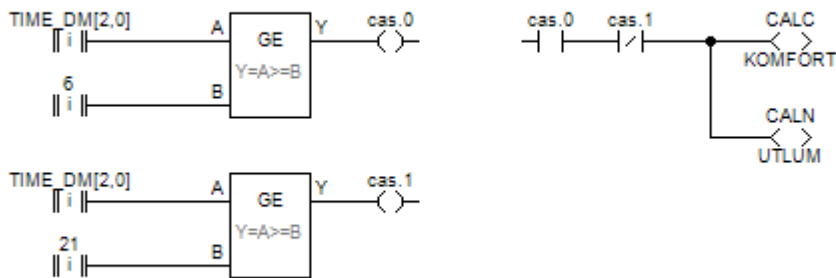
DATA - Pomocný podprogram

Jazyk: RS
Typ: Normal_1
Perioda: 1000
Ofs/Hrana: 0



ekv - ekvitermní křivka

Jazyk: RS
Typ: Normal_5
Perioda: 1000
Ofs/Hrana: 0



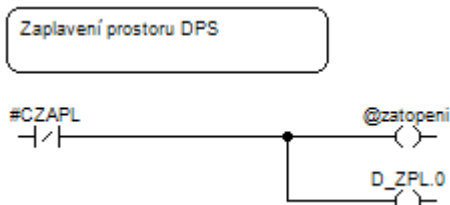
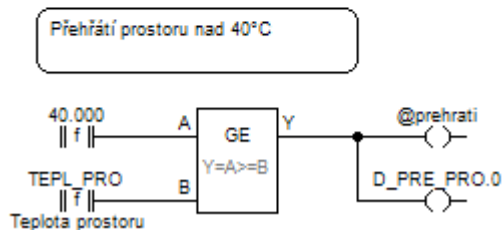
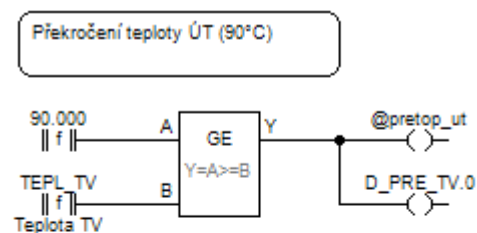
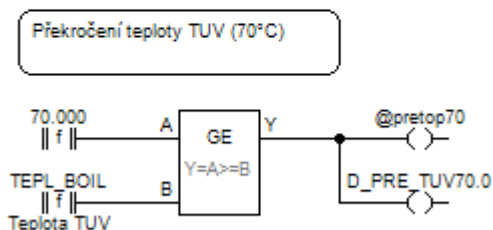
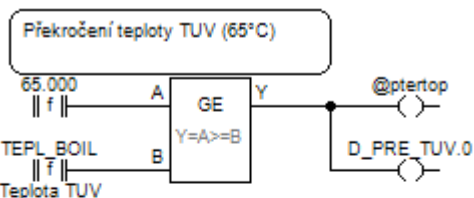
PORUCHY - Poruchy

Jazyk: RS

Typ: Normal_2

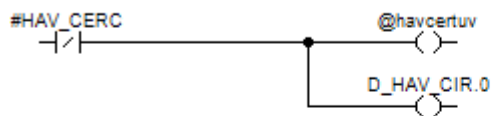
Perioda: 1000

Ofs/Hrana: 0

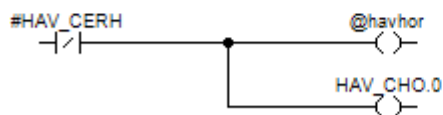


Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

Porucha cirkulačního čerpadla



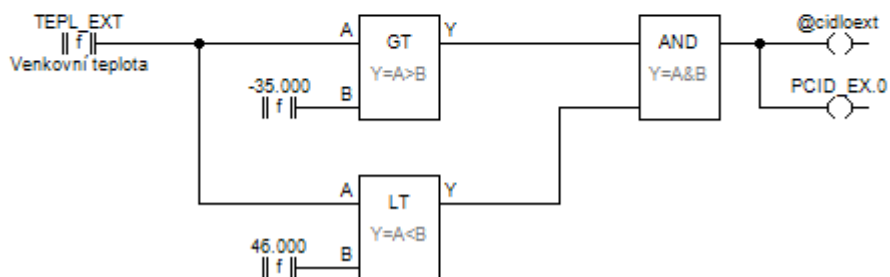
Porucha čerpadla horkovod



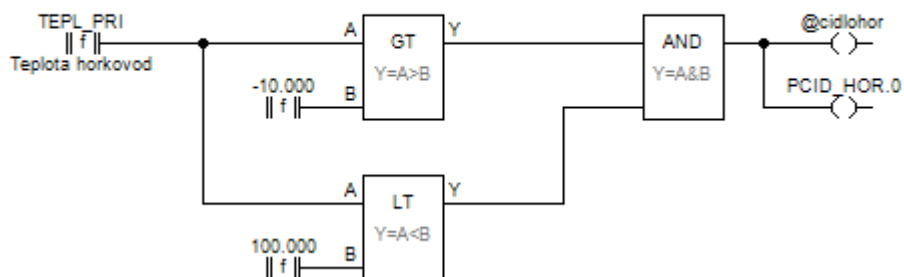
Porucha čerpadla TV



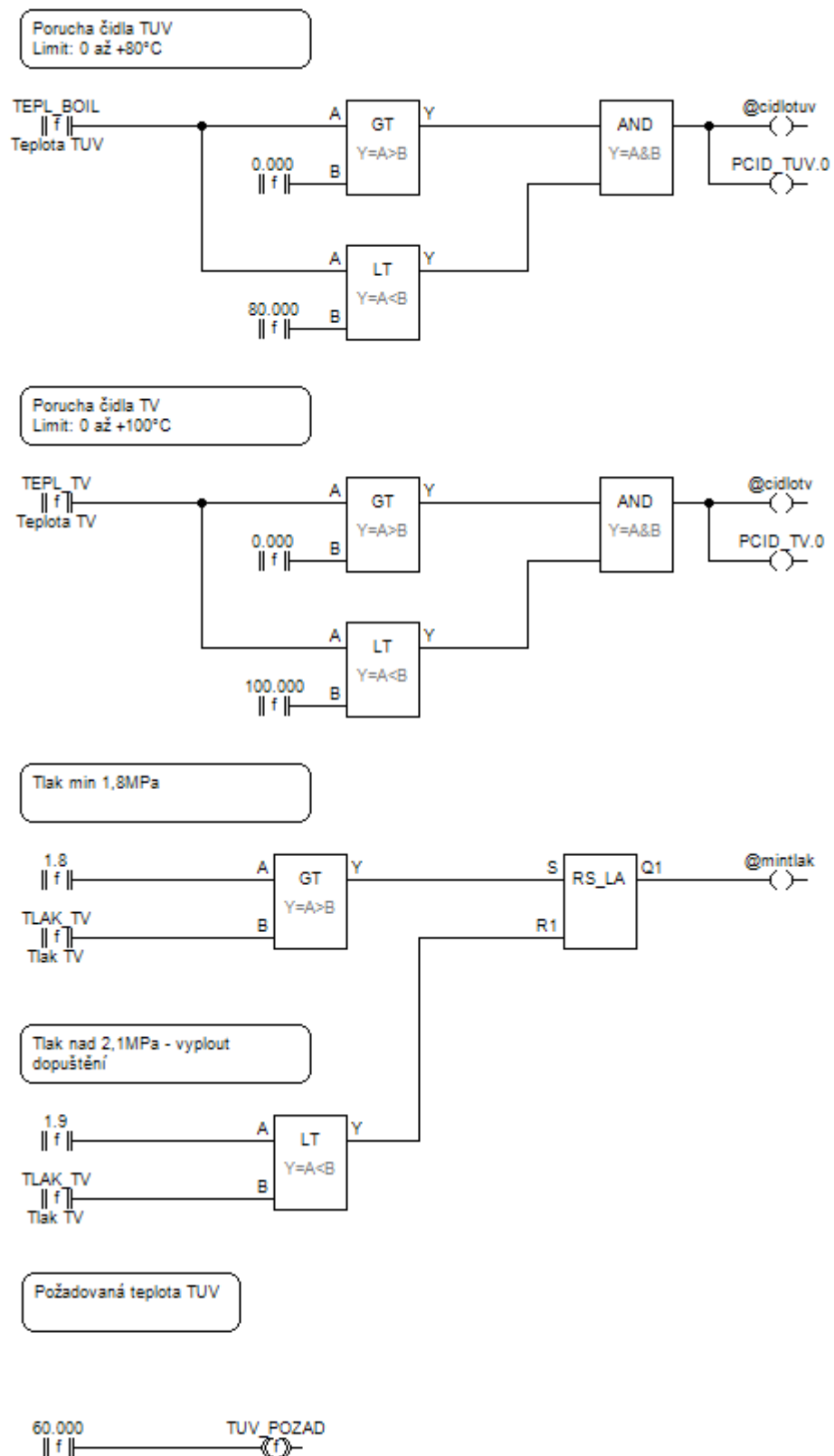
Porucha venkovního čidla Limit: -35 až +45°C



Porucha čidla horkovod Limit: -10 až +100°C

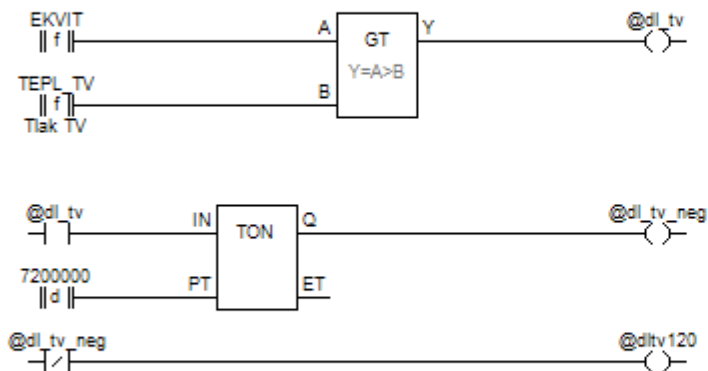


Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

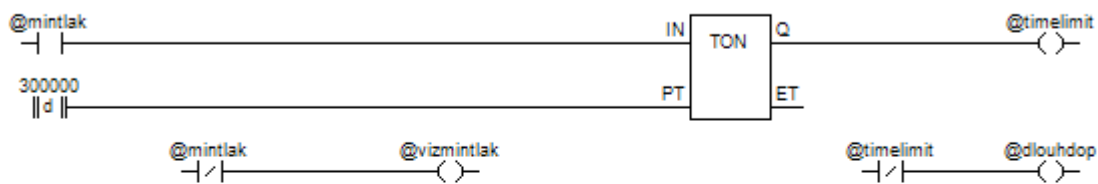


Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D

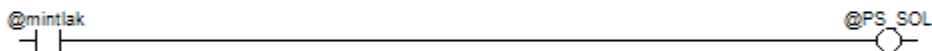
Výstupní teplota TV dlouhodobě nedosahuje požadovaných parametrů



Doupouštění delší než 5 minut



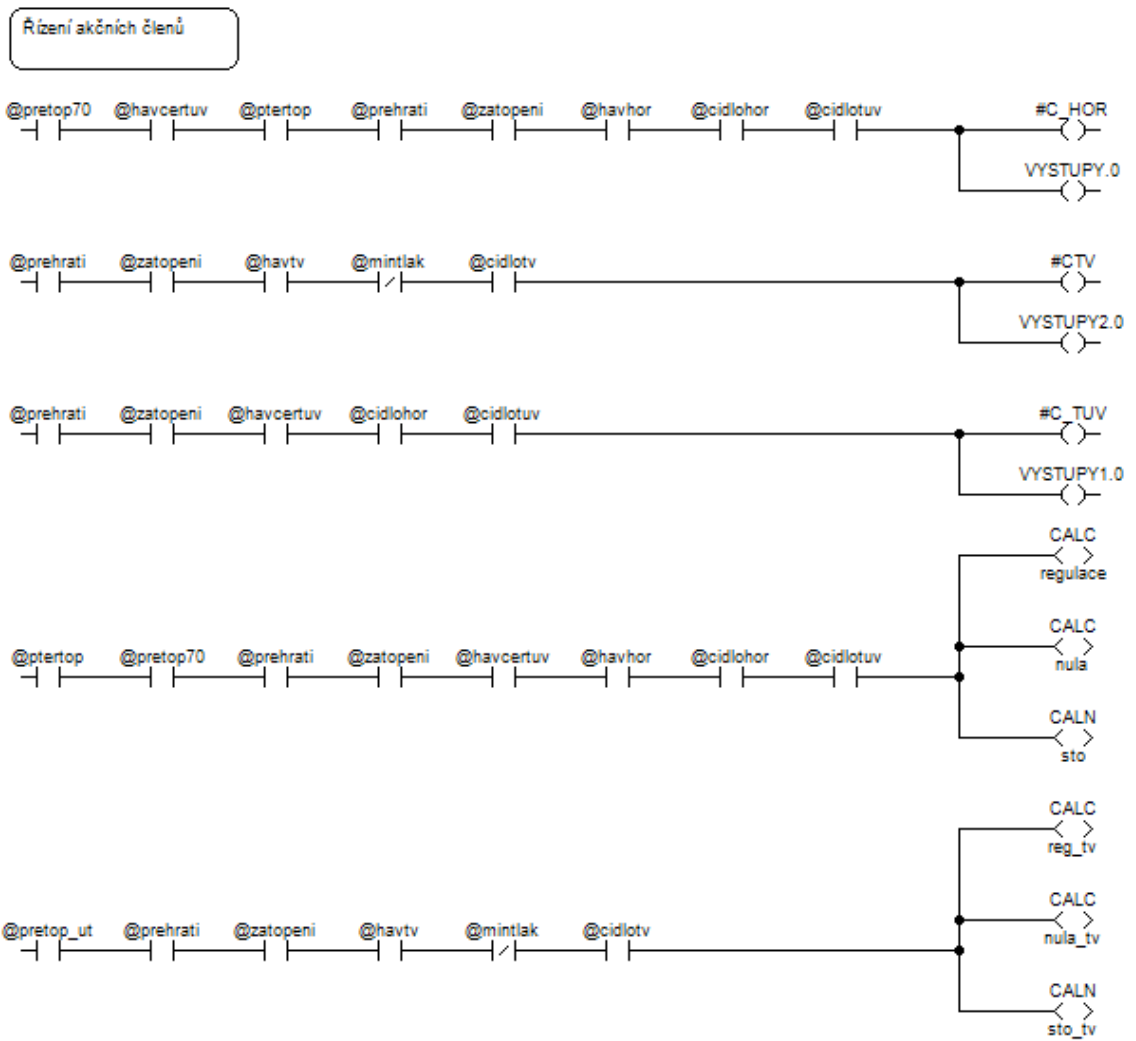
Poruchy



Havarie



Řízení domovní předávací stanice programovatelným automatem AMINI2D



Potik - korekce potenciometrů

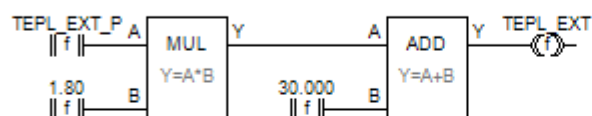
Jazyk: RS

Typ: Normal_3

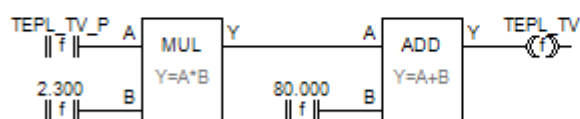
Perioda: 1000

Ofs/Hrana: 0

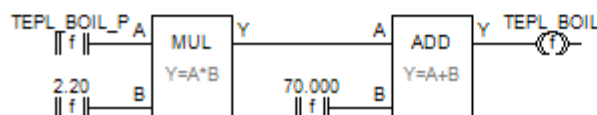
Základní rozsah teplot bez úprav je cca -40°C až +10°C



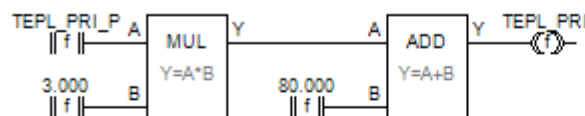
Přečet venkovní teploty z potenciometru na pracovní
Rozsah -30°C až +50°C



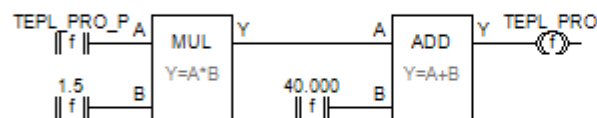
Přečet teploty tv z potenciometru na pracovní
Rozsah 0°C až +110°C



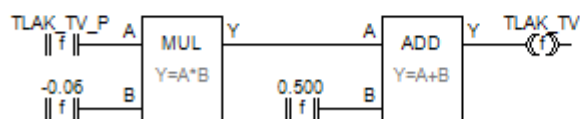
Přečet teploty TUV z potenciometru na pracovní
Rozsah 0°C až +90°C



Přečet teploty horkovodu z potenciometru na pracovní
Rozsah 0°C až +150°C



Přečet teploty prostoru z potenciometru na pracovní
Rozsah -10°C až +50°C



Tlak min 1,8MPa

Proc00 - Hlavní proces

Jazyk: Pse
Typ: Normal_0
Perioda: 1000
Ofs/Hrana: 0

Let CER_TV=CER_TV+1

Ni1000 #C_EXT, TEPL_EXT_P, 6180
Ni1000 #C_BOIL, TEPL_BOIL_P, 6180
Ni1000 #C_TV, TEPL_TV_P, 6180
Ni1000 #C_PRI, TEPL_PRI_P, 6180
Ni1000 #TL_TV, TLAK_TV_P, 6180
Ni1000 #C_PRO, TEPL_PRO_P, 6180

AnOut #STV, POR_TV, 10.000, 2.000, 10.000, 0.000, 100.000
AnOut #STUV, HAV_TUV1, 10.000, 2.000, 10.000, 0.000, 100.000

GetTime TIME_TIM, TIME_DM, TIME_CH

ProcIDLE - Obsluha obrazovek

Jazyk: Pse
Typ: Idle
Perioda: 1000
Ofs/Hrana: 0

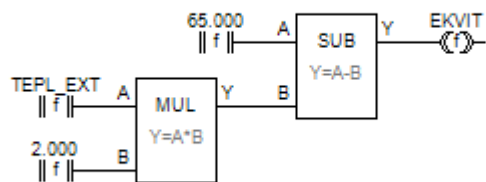
Lcw3Idle NONE

Podprogramy

Nazev	Jazyk	Komentář
KOMFORT	RS	Režim den
nula	RS	Zavření serva okruhu TUV
nula_tv	RS	Zavření serva okruhu TV
reg_tv	Pse	Regulace TV
regulace	Pse	Regulace TUV
sto	RS	Plné otevření serva okruhu TUV
sto_tv	RS	Plné otevření serva TV
UTLUM	RS	Režim noc

KOMFORT - Režim den

Jazyk: RS



nula - Zavření serva okruhu TUV

Jazyk: RS



nula_tv - Zavření serva okruhu TV

Jazyk: RS



reg_tv - Regulace TV

Jazyk: Pse

PID EKVIT, TEPL_TV, TV_AKCE, TV_REZIM, TV_PARAM

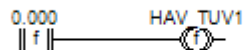
regulace - Regulace TUV

Jazyk: Pse

PID TUV_POZAD, TEPL_BOIL, TUV_AKCE, PID_REZIM, PID_PARAMETR

sto - Plné otevření serva okruhu TUV

Jazyk: RS



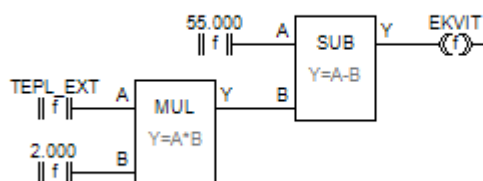
sto_tv - Plné otevření serva TV

Jazyk: RS



UTLUM - Režim noc

Jazyk: RS



- Funkční bloky -

Nejsou žádné funkční bloky.

Obrazovky:

Obrazovka	Počet prvků	Popis
Screen1	4	
Screen10	4	
Screen11	4	
Screen12	4	
Screen13	4	
Screen14	4	
Screen15	4	

Screen2	4
Screen3	4
Screen4	4
Screen5	4
Screen6	4
Screen7	4
Screen8	4
Screen9	4

Screen1 -

```
Porucha venk.čidla  
0
```

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen10 -

```
Přehřátí TUV (>70C)  
0
```

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen11 -

Přehřátí TV
0

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen12 -

Přehřátí DPS
0

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen13 -

Zaplavení
0

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen14 -

Porucha cir.čer.TUV
0

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen15 -

Porucha čer.horkovod
0

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen2 -

Porucha čidla hor.
0

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen3 -

```
Porucha čidla TUU
0
```

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen4 -

```
Porucha čidla TU
0
```

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen5 -

```
Solenoid
0
```

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen6 -

```
Čerpadlo horkovod
0
```

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen7 -

```
Čerpadlo cir.TUV
0
```

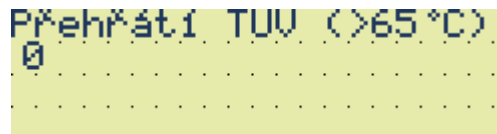
Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen8 -

```
Čerpadlo TV
0
```

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Screen9 -



Přehřátí TUV (>65 °C)
0

Prvek	Typ	Umístění (X,Y)	Velikost (šířka,výška)
Label1	Label	0, 0	144, 7
NumericView1	NumericView	0, 8	9, 7
KeyScreen1	KeyScreen		
KeyScreen2	KeyScreen		

Příloha č. 4

Hodnoty měřicího odporu Ni1000

Hodnoty měřicího odporu Ni1000

Hodnoty niklového měřicího odporu 1000 Ω dle DIN 43 2760

(°C)	0,00	-1,00	-2,00	-3,00	-4,00	-5,00	-6,00	-7,00	-8,00	-9,00
-60,00	695,20	699,87	704,56	709,26	713,97	718,70	723,44	728,20	732,97	737,75
-50,00	742,55	747,36	752,19	757,03	761,89	766,76	771,64	776,54	781,45	786,37
-40,00	791,31	796,26	801,23	806,21	811,21	816,21	821,23	826,27	831,32	836,38
-30,00	841,46	846,55	851,65	856,77	861,90	867,04	872,20	877,37	882,56	887,75
-20,00	892,96	898,19	903,43	908,68	913,94	919,22	924,51	929,82	935,14	940,47
-10,00	945,82	951,17	956,55	961,93	967,33	972,74	978,17	983,60	989,06	994,52
(°C)	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
0,00	1000,00	1005,49	1011,00	1016,51	1022,05	1027,59	1033,15	1038,72	1044,31	1049,90
10,00	1055,52	1061,14	1066,78	1072,43	1078,09	1083,77	1089,46	1095,17	1100,89	1106,62
20,00	1112,36	1118,12	1123,90	1129,68	1135,48	1141,29	1147,12	1152,96	1158,81	1164,68
30,00	1170,56	1176,45	1182,36	1188,28	1194,21	1200,16	1206,13	1212,10	1218,09	1224,09
40,00	1230,11	1236,14	1242,19	1248,25	1254,32	1260,41	1266,51	1272,62	1278,75	1284,89
50,00	1291,05	1297,22	1303,41	1309,61	1315,82	1322,05	1328,29	1334,55	1340,82	1347,10
60,00	1353,40	1359,72	1366,05	1372,39	1378,75	1385,12	1391,51	1397,91	1404,33	1410,76
70,00	1417,21	1423,67	1430,14	1436,64	1443,14	1449,67	1456,20	1462,75	1469,32	1475,91
80,00	1482,50	1489,12	1495,75	1502,39	1509,05	1515,73	1522,42	1529,13	1535,85	1542,59
90,00	1549,34	1556,12	1562,90	1569,71	1576,53	1583,36	1590,21	1597,08	1603,97	1610,87
100,00	1617,79	1624,72	1631,67	1638,64	1645,62	1652,62	1659,64	1666,68	1673,73	1680,80
110,00	1687,89	1694,99	1702,11	1709,25	1716,41	1723,58	1730,77	1737,98	1745,21	1752,45
120,00	1759,72	1767,00	1774,30	1781,61	1788,95	1796,30	1803,68	1811,07	1818,48	1825,90
130,00	1833,35	1840,82	1848,30	1855,80	1863,33	1870,87	1878,43	1886,01	1893,61	1901,23
140,00	1908,87	1916,52	1924,20	1931,90	1939,62	1947,35	1955,11	1962,89	1970,69	1978,51
150,00	1986,35	1994,21	2002,09	2009,99	2017,91	2025,85	2033,82	2041,80	2049,81	2057,84
160,00	2065,89	2073,96	2082,05	2090,16	2098,30	2106,46	2114,64	2122,84	2131,06	2139,31
170,00	2147,58	2155,87	2164,19	2172,52	2180,88	2189,26	2197,67	2206,10	2214,55	2223,03
180,00	2231,53	2240,05	2248,59	2257,16	2265,76	2274,38	2283,02	2291,68	2300,37	2309,09
190,00	2317,83	2326,59	2335,38	2344,20	2353,04	2361,90	2370,79	2379,70	2388,64	2397,61
200,00	2406,60	2415,62	2424,66	2433,73	2442,82	2451,95	2461,09	2470,27	2479,47	2488,70
210,00	2497,95	2507,23	2516,54	2525,88	2535,24	2544,63	2554,05	2563,50	2572,97	2582,47
220,00	2592,00	2601,56	2611,15	2620,76	2630,40	2640,08	2649,78	2659,51	2669,26	2679,05
230,00	2688,87	2698,72	2708,59	2718,50	2728,43	2738,40	2748,40	2758,42	2768,48	2778,56
240,00	2788,68	2798,83	2809,01	2819,22	2829,46	2839,73	2850,03	2860,37	2870,73	2881,13
250,00	2891,56	2902,02	2912,52	2923,04	2933,60	2944,19	2954,82	2965,48	2976,16	2986,89
260,00	2997,64	3008,43	3019,26	3030,11	3041,00	3051,92	3062,88	3073,87	3084,90	3095,96
270,00	3107,06	3118,19	3129,35	3140,55	3151,78	3163,05	3174,36	3185,70	3197,07	3208,49
280,00	3219,93	3231,42	3242,94	3254,49	3266,08	3277,71	3289,38	3301,08	3312,82	3324,60
290,00	3336,41	3348,26	3360,15	3372,08	3384,04	3396,04	3408,08	3420,16	3432,28	3444,43
300,00	3456,63									