

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

VYHODNOCOVÁNÍ CHYBOVOSTI KOMPONENT PRO
MĚŘENÍ PARAMETRŮ Z FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY
EVALUATION OF DAMAGED COMPONENTS FOR PHOTOVOLTAIC POWER PLANT MONITORING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR
VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

PAVEL RATAJ
ING. TOMÁŠ MARADA, PH.D.

BRNO 2012

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav automatizace a informatiky

Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Pavel Rataj

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Aplikovaná informatika a řízení (3902R001)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Vyhodnocování chybovosti komponent pro měření parametrů z FVE

v anglickém jazyce:

Evaluation of damaged components for photovoltaic power plant monitoring

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Jedná se o reálné měření Hallovy sondy, které slouží k měření velkých stejnosměrných proudů vyskytujících se zejména u FVE. U těchto sond dochází k časté reklamaci od spotřebitele. Jde tedy o vytvoření modelu, který by umožňoval zrychlené měření těchto vrácených sond z provozu a vyhodnocení, zda tato sonda pracuje správně, v opačném případě by program měl vyhodnotit druh poruchy a vytipovat možné příčiny. K tomuto vyhodnocení dojdeme na základě porovnání s takzvanou referenční Hallovou sondou. Ta bude umístěna na modelu trvale a bude ukazovat relativně stejné a správné údaje vyskytující se na výstupu ze zdroje. PLC firmy DOMAT bude poté porovnávat a vyhodnocovat, zda daný rozdíl v obou měřených sondách je přijatelný či nikoliv.

Hardware, software a potřebné know/how bude dodáno firmou Domat Control System.

Cíle bakalářské práce:

1. Teoretický úvod přesnosti měření používaných komponent (rychlost ustálení sondy).
2. Pracovní postup při diagnostice chyby u vadných komponentů.
3. Návrh a sestavení komponent pro ověření správnosti referenční metodou, sondy a moduly vstupů.
4. Vytvoření v SoftPLC program, který bude porovnávat referenční hodnotu napětí se zkušební měřenou hodnotou.
5. Vytvoření přípravku, který bude obsahovat 2 Hallovy snímače, 2 moduly 8 analogových vstupů 0-10V (1 referenční, jeden testovaný), 1 PLC, kvalitní napěťový zdroj s možností regulace napětí a proudu, konektory pro připojení PC.
6. Vytvoření programu pro sběr dat z měřené části a vkládání do tabulky k vytváření dlouhodobější statistiky včetně statistických grafů.

Seznam odborné literatury:

- [1] Škrášek, J., Základy aplikované matematiky III : Počet pravděpodobnosti, matematická statistika, Praha, SNTL, 1990.
[2] Voráček, J., Matematická analýza, Praha, SNTL, 1984. [3] <http://www.domat.cz>
[4] http://www.fachbuch-erneuerbare-energien.de/photovoltaik_haeberlin.htm

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Tomáš Marada, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/2012. V Brně, dne 20.11.2011

L
.
S
.

Ing. Jan Roupec, Ph.D.
h. c.
Ředitel ústavu

prof. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc., dr.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem a následnou realizací testovací stanice pro reálné měření Hallovy sond, které slouží k měření velkých stejnosměrných proudů (stringů), vyskytujících se zejména u FVE. U těchto sond dochází k časté reklamaci od spotřebitele. Jde tedy o vytvoření modelu, který by umožňoval zrychlené měření těchto vrácených sond z provozu a vyhodnocení zda tato sonda pracuje správně. K tomuto vyhodnocení dojdeme na základě porovnání s takzvanou referenční Hallovou sondou. Sonda bude umístěna na modelu trvale a bude ukazovat relativně stejné a správné údaje na výstupu ze zdroje.

PLC firmy DOMAT bude porovnávat a vyhodnocovat zda daný rozdíl v obou měřených sondách je přijatelný či nikoliv.

ABSTRACT

The thesis deals with proposal and implementation of a test station for feasible measurement of Hall's probes, which are used for measurement of extensive direct currents, especially in FVE. The customers are often complaining about Hall's probes. The solution is specific model of probe, which would be enabling to accelerate measuring of given back probes from working order and evaluation for proper functions of probes. For the final asses we need to compare given back probe with so-called Hall probe. The so-called Hall's probe will be permanently placed on model and will indicate relatively identical data.

PLC made by DOMAT company will compare and evaluate data, whether a difference measured from both probed is acceptable or not.

KLÍČOVÁ SLOVA

PLC, Domat M580, Domat MCIO2, Hallova sonda

KEYWORDS

PLC, Domat M580, Domat MCIO2

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE MÉ PRÁCE:

RATAJ, P. VYHODNOCOVÁNÍ CHYBOVOSTI KOMPONENT PRO MĚŘENÍ
PARAMETRŮ Z FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY. Brno: Vysoké učení technické v
Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2012. 42 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Tomáš Marada,
Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že je tato Bakalářská práce mnou vypracována samostatně a všechny zdroje, prameny a literaturu, které jsem při vypracování použil nebo z nich čerpal v práci řádně cituji s uvedením úplného odkazu na příslušný zdroj.

.....
V Brně dne

.....
Podpis

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Tomáši Maradovi, Ph.D. za vedení práce, jeho podnětné rady a pomoc při realizaci této práce.

Poděkování patří i firmě Domat Control System. Jmenovitě panu Ing. Janu Vidímovi za ochotu, cenné rady a pomoc, kterou mi poskytl v průběhu přípravy a zpracovávání mé Bakalářské práce.

Obsah

	Strana:
Zadání závěrečné práce.....	3
Abstrakt.....	5
Poděkování.....	9
1. Úvod.....	13
2. Teoretická část k modelu.....	15
2.1. Firma Domat Control System.....	15
2.2. FVE v České republice.....	16
2.3. Princip funkce Hallových snímačů	17
2.4. Popis prog. prostředí.....	18
2.4.1. Domat SoftPLC IDE.....	18
2.4.2. Microsoft Visual C# 2008 Express Edition.....	19
3. Konstrukční část modelu.....	20
3.1. Základní rozměry a hlavní části modelu	20
3.2. Jednotlivé etapy postupu prací na modelu	21
3.3. Druhy použitých přístrojů.....	22
3.3.1. Modul Domat M580.....	22
3.3.2. Modul Domat MCIO2.....	23
3.3.3. Domat IPLC 200.....	24
3.3.4. Napájecí zdroj soustavy.....	25
3.3.5. Výkonový zesilovač proudu (U-I).....	25
3.4. Ovládání modelu, možnosti aplikace	26
3.5. Postup ovládání modelu.....	27
3.6. Největší problém s programem.....	30
3.7. K čemu jsou aplikace a tester užitečné.....	30
4. Popis ovládacích programů modelu	31
4.1. Ovládací program v Microsoft Visual Studiu C#.....	31
4.2. Ovládací program v SoftPLC IDE.....	35
5. Závěr.....	37
Literatura.....	39
Seznam příloh.....	40
Příloha 1.....	41

1 Úvod

V dnešních moderních výrobních průmyslových provozech jsou hojně zastoupeny programovatelné automaty (PLC). Kromě nejznámějších producentů programovatelných automatů existují i menší firmy zabývající se touto problematikou. Jednou z nich je firma Domat Control Systém, která mi umožnila navržení modelu testeru.

Tester porovnává moduly s Hallovyými sondami. Sondy se využívají ve Fotovoltaických elektrárnách na zjišťování hodnoty procházejícího proudu v soustavě.

Model bude lehce aplikovatelný do praxe. Hlavním úkolem modelu je porovnávání hodnot ze dvou výstupních sond a umožňování vyvození závěrů o funkčnosti těchto sond. Výsledné hodnoty budou generovány do souboru k archivaci.

Výsledkem ovládacího systému by měla být uživatelská jednoduchost.

Aplikace a model budou sloužit výhradně pro vnitřní potřebu firmy.

2 Teoretická část k modelu

Tato část práce obsahuje potřebné informace ke správnému pochopení funkce a zaměření modelu.

2.1 Firma Domat Control System

Firma byla založena v roce 2004. Zaměřuje se zejména na TZB a nově také na dálkovou správu FVE. Firma sídlí v technologickém parku v Pardubicích. Má školicí středisko pro techniky v Praze Klecanech. Firma se stává postupně známou a získává čestné uznání za své produkty na mnoha výstavách. Úspěch slaví zejména vizualizační program SoftPLC. Hlavní produktem jsou podstavce řady MiniPLC. Postupně firma rozšiřuje své produkty o výrobu vlastních pokojových ovladačů a dalších prvků.

V roce 2008 společnost představila otevřený systém regulace jednotlivých místností, který distribuje do řady zemí Evropy.

Roku 2010 byla založena divize Domat Energy, která se zaměřuje na služby v oblasti energetiky. Firma slaví úspěch s monitorovacím systémem pro solární elektrárny, kterým bylo osazeno více jak 50 solárních elektráren.

Mezi nejzajímavější reference k nim také mnoho administrativních objektů s aplikovanými technologiemi TZB jakými jsou např. IBM – Technologický park Brno, bytové a rodinné domy, Hotel Palace ***** Praha, průmyslové objekty typu Letiště Mošnov, obchodní centra typu Galerie Vaňkovka, Sportovní areál AC Sparta Praha, Teplárenské sítě například v České Lípě a další.

Firma má nyní 7 kmenových zaměstnanců a mnoho dalších externích spolupracovníků po celé Evropě.

2.2 **FVE v České republice**

V České republice se většina elektrické energie vyrábí v tepelných (většina uhelné) a jaderných (Dukovany a Temelín) elektrárnách. V poslední době se také začínají popularizovat tzv. „ekologické“ alternativní zdroje elektrické energie. Mezi ně patří například vodní elektrárny (jednoznačně největší podíl díky přehradám), větrné, spalování biomasy a v neposlední řadě také solární elektrárny. Zejména poslední jmenovaný zdroj elektrické energie zažil v posledních letech veliký boom zejména vzhledem ke štědrým dotacím ze strany státu a to jak na jejich pořízení, tak také na garantování výkupní ceny z tohoto zdroje el. energie. Díky tomuto efektu vzniklo mnoho firem s vidinou rychlého navrácení počáteční investice. Aby stát později minimalizoval svou chybu, zavedl daň, kterou hodlá částečně kompenzovat nutné navýšení cen výkupních cen energie do veřejných soustav, zavedl mnoho doplňujících požadavků mezi které patří například možnost regulace přijatého výkonu elektrárny.

Všechny alternativní zdroje jsou a musí být brány vždy pouze jako doplňkové, nikoliv jako hlavní, protože již z hlediska principu funkce nikdy nemůžeme dosáhnout (s malou světlou výjimkou vodních elektráren), stability dodávaného výkonu s možností plné předvídatelnosti a regulovatelnosti.

Pro představu uvádím garantované výkupní ceny za 1 kWh v porovnání s jinými zdroji el. energie pro rok 2012.

Zdroj	Výkupní cena	Státní bonus
Malá vodní elektrárna	3,19 Kč za kWh	2,14 Kč za kWh
Spalování čisté biomasy kategorie O1	4,58 Kč za kWh	3,53 Kč za kWh
Spalováním čisté biomasy kategorie O2	3,53 Kč za kWh	2,48 Kč za kWh
Spalováním čisté biomasy kategorie O3	2,63 Kč za kWh	1,58 Kč za kWh
Bioplynové stanice kategorie AF1	4,12 Kč za kWh	3,07 Kč za kWh
Bioplynových stanice kategorie AF2	3,55 Kč za kWh	2,50 Kč za kWh
Větrná elektrárna	2,23 Kč za kWh	1,79 Kč za kWh
Solární elektrárna s instalovaným výkonem do 30 kW	6,16 Kč za kWh	5,08 Kč za kWh

2.3 Princip funkce Hallových snímačů

Bezkontaktní snímač je umístěn na panelu a slouží pro měření protékajících stringových stejnosměrných proudů.

Nepůsobí-li magnetické pole, jsou proudové dráhy v destičce rozloženy rovnoměrně a Hallovo napětí je nulové. V opačném případě v magnetickém poli působí magnetická indukce v jádře Fe magnetický tok, který zároveň prochází přes Hallovu sondu, která je vložena do vzduchové mezery v jádře. Jak přes destičku Hallové sondy protéká magnetický tok, tak díky funkci Hallové sondy vzniká Hallovo napětí nosiče proudu silou kolmou k jejich pohybu a stlačuje proudové čáry k jedné straně destičky. V důsledku toho vzniká na tenkých kontaktech rozdíl potenciálů a to je tzv. Hallovo napětí.

Výpočet Hallova napětí:

$$U_h = k \cdot I \cdot B$$

k-konstanta (zahrnuje typ materiálu a tloušťku destičky),

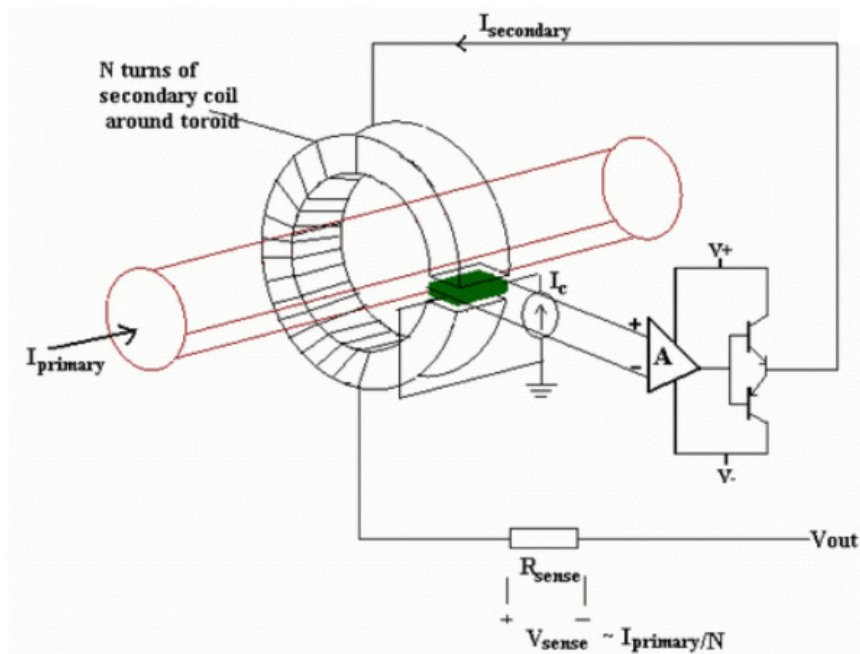
I-velikost stejnosměrného proudu

B-magnetická indukce způsobená magnetickým polem.

Konstrukční řešení:

Nejčastěji je snímač tvořen tenkou destičkou polovodiče (materiál InSb, InAs s odporem od 0,01 do 20 Ohm). Držák destičky bývá vyroben z neferomagnetického materiálu, např. plastu. Destička je opatřena dvěma páry kontaktů: široký slouží pro přívod proudu, úzký k odebrání výstupního Hallova napětí.

Čím je destička polovodiče tenčí, tím je Hallova sonda citlivější. Sonden se z tohoto důvodu vyrábí jako tenké polovodičové pásky nebo vrstvy polovodiče nanesených na podložce.



Obr. 1 Schéma Hallové sondy.

2.4 Popis programovacích prostředí

2.4.1 Domat SoftPLC IDE

Programové prostředí slouží k ovládání, konfiguraci, programování a ožívování programovatelných automatů řady MiniPLC. Programová logika se zapisuje do programu pomocí funkčních bloků, které reprezentují stavy různé logické funkce. Navzájem jsou pospojovány vstupy s výstupy pomocí nakreslených drátků.

Aplikace SoftPLC se skládá ze dvou hlavních komponent z runtime a aplikačního programu. Runtime je program instalovaný v podstanici. Zpracovává aplikaci, která je do podstanice nahrána a ukazuje aktuální stav programu.

Každý projekt obsahuje 3 základní položky v menu:

FUPLA

Zkratka pro název FUnction PLAn. Je to grafická reprezentace funkce programu, skládající se z proměnných a funkčních bloků, které tyto proměnné čtou, zpracovávají a zapisují výsledky do jiných proměnných.

HW

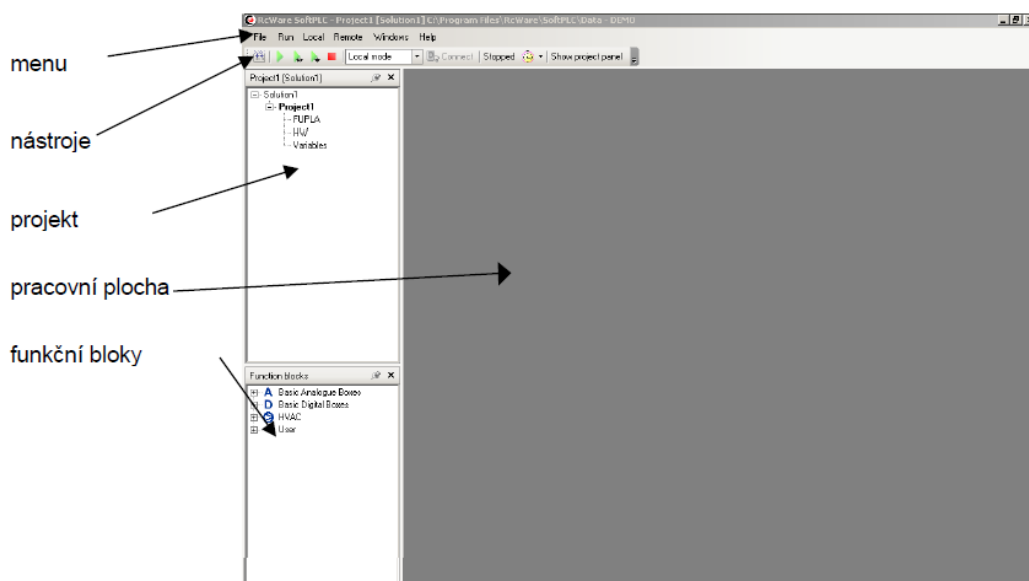
Zde probíhá konfigurace hardwaru procesní stanice a I/O modulů. Osazují se zde sériové linky a síťové kanály. Kanály komunikujících s I/O moduly díky adresování. Lze zde také konfigurovat typy a adresy I/O modulů, jejich nastavení a další parametry.

Pro moduly s komunikací Modbus a Advantech má konfigurator funkci tzv. autodetekce, což znamená, že na sběrnici najde připojené moduly a založí je automaticky do stromu modulů na sběrnici. Zde se též definuje vzájemná komunikace mezi podstanicemi, jejich adresy a podobně.

VARIABLES

Tato položka obsahuje seznam všech proměnných, které jsou v aplikaci SoftPLC obsaženy. V této položce se také nastavují hodnoty proměnných. Pro rychlé vyhledání jsou zde funkce třídění a filtrování.

IDE nemá velké požadavky na systém, minimálními parametry je Pentium 1 GHz, RAM 512 MB, Ethernet, sériový port nebo adaptér USB, Windows 2000 SP2, Windows XP či 7 a Microsoft.NET V2.0.

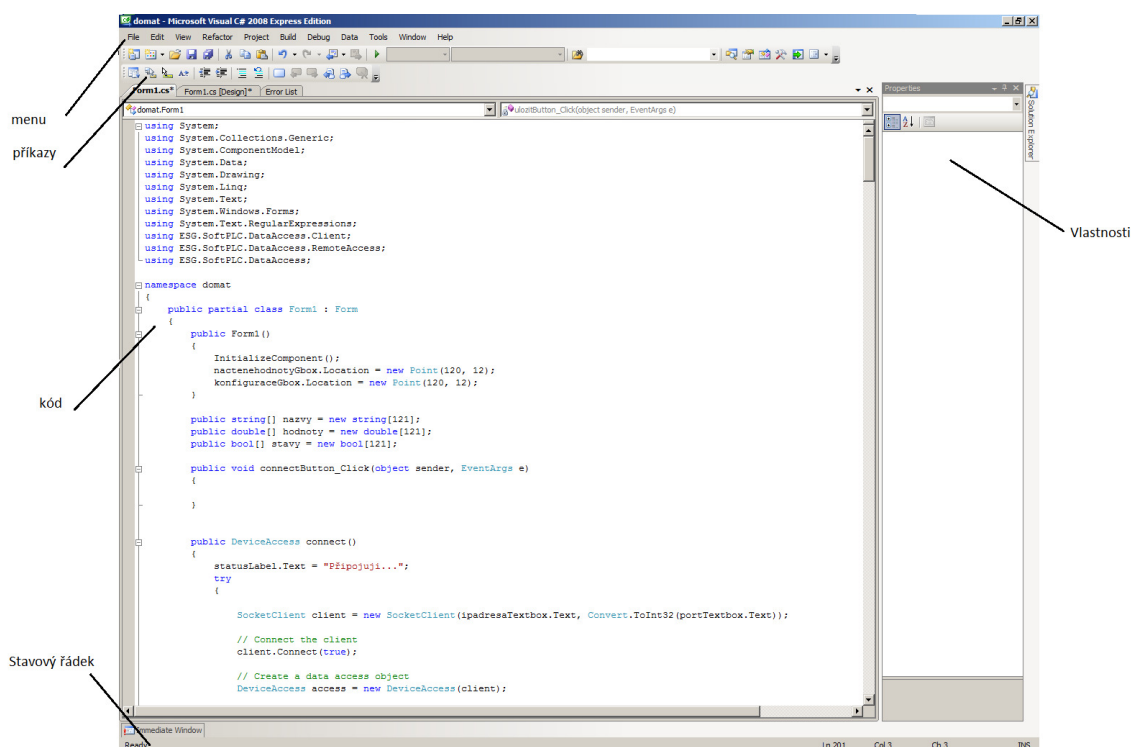


Obr. 2 Základní aplikační okno SoftPLC IDE

2.4.2 Microsoft Visual C# 2008 Express Edition

Jedním z nejznámějších a nejpoužívanějších programovacích prostředí pro jazyk C# patří určitě Visual Studio, sloužící jako hlavní nástroj pro programování na operačním systému Windows. Jde o vývojový nástroj umožňující vytvářet projekty v Console Application, nebo Windows Form Application. Visual Studio slouží (hlavně) k vývoji projektů, které využívají možností .NET Frameworku.

http://www.rydval.cz/phprs/image/200507181338_VSDOTNET.png Prostředí Visual Studia je rozděleno do několika částí. Vlevo je okno nazvané Toolbox a obsahuje dostupné prvky, které lze vkládat do návrhového okna. Dále je tam okno Properties, kde lze upravovat vlastnosti a události jednotlivých prvků vložených do formuláře. Pod návrhovým oknem je výstup z překladače a konečně napravo průzkumník příslušného řešení. Další okna již nejsou vidět, ale lze se na ně přepnout. Class View umožňuje procházet všechny třídy (objekty) deklarované v projektech, Dynamic Help se na základě vašeho chování snaží nabídnout relevantní odkazy do nápovědy či MSDN Library. Minimálními systémovými požadavky jsou procesory X86 nebo X64 1.6 GHz, paměť RAM 512 MB, Ethernet, sériový port nebo adaptér USB. Systém umí pracovat na Windows XP a vyšší.



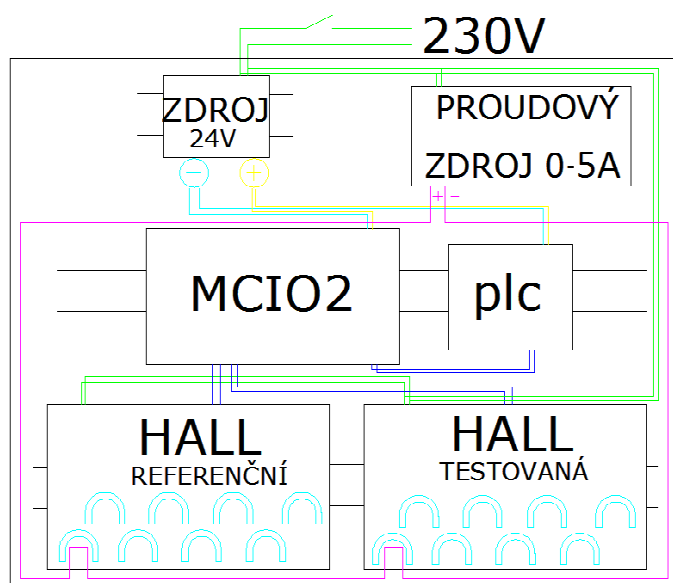
Obr. 3 Základní aplikační okno Microsoft Visual C# 2008

3. Konstrukční část modelu

3.1. Základní rozměry a hlavní části modelu

Model obsahuje prvky, které jsou umístěny na DIN liště pracovní desky o rozměrech 570x450x20 mm ve třech řadách. První řada obsahuje stejnosměrný napájecí zdroj 230V/24V pro napájení IPLC 200 a modul pro rozšiřující vstupy a výstupy MCIO2 a napěťově říditelný zdroj generující proud 0-5 A posílaný do sond. Ve třetí řadě jsou poté umístěny 2 sondy M580. Jedna z nich je referenční a druhá testovaná. Přístroje mezi sebou komunikují přes IPLC200, po sběrnici RS485 a protokolu Modbus RTU.

Na desce je také umístěn bezpečnostní vypínač celé soustavy a bezpečnostní svorky. Soustava je napájena nejen bezpečným 24V stejnosměrným napětím, ale také 230V střídavými, které napájí testovací sondy.



Obr. 4 Schéma modelu



Obr. 5 Foto modelu

3.2. Jednotlivé etapy postupu prací na modelu

1/ Nastudování komponentů a ovládacích prvků Domat

Tato čistě teoretická část se týkala především samostudia o principu funkčnosti a ovládání prvků firmy Domat. Zúčastnil jsem se některých školení a odborných rad ve firmě. Většina komunikace probíhala přes e-maily nebo osobním kontaktem s firmou.

2/ Návrh a konstrukce modelu

Po určitém zaškolení firmou a odborné konzultace jsem se pustil do návrhu modelu, s cílem jednoduché realizace v terénu.

3/ Realizace modelu

Zde jsem dokončil fyzicky model, dostal od firmy komunikátory a mohl začít programovat dané komponenty.

4/ Komunikace a adresování

Po seznámení s prostředím SoftPLC IDE jsem úspěšně rozchodil komunikaci prvků a základní ovládání modelu

6/ Realizace ovládání programu napsaným jazykem C#

Po některých výsledcích a dalších odborných konzultacích jsem přistoupil k vlastnímu programování v Microsoft Visual studiu C#. Zde jsem se musel s tímto jazykem naučit pracovat. Spolupracoval jsem se spolužáky nebo s různými návody na internetu. Po základním zorientování bylo rozhodnuto o doděláních co nejvíce kroků přes tento program tak, aby byl plně ovladatelný. V programu přibylo lepší grafické zobrazení. Většina nastavení probíhá již přímo z programu.

7/ Realizace řídicího programu ovládání prvků v Softplc IDE

Po přehodnocení programového ovládání jsem přistoupil také k realizaci v SoftPLC IDE. Na tento program zbylo už pouze nastavování adresování prvků modelu a posílání stejnosměrného proudu o hodnotě od 0-20mA do zesilujícího zdroje zapůjčeného ze školy.

8/ Vytvoření nástrojů pro označení chybovosti

Program je vytvořen tak, že umí exportovat získané výsledky do všech běžných souborů. Počítá se s tím, že se budou běžně exportovat do .xls či .txt pro dlouhodobější archivaci.

9/ Grafická úprava modelu

Model a programy byly celkově designově upraveny tak, aby byly přehledné a bezpečné.

3.3. Druhy použitých přístrojů

Všechny zmiňované přístroje, kromě napětového zdroje, byly zapůjčeny firmou Domat. Po obhajobě budou navráceny jako součást modelu.

Napětově říditelný zdroj byl zapůjčen ze školy pouze pro testování

3.3.1. Hallova sonda Domat M580

Je to mikroprocesorový modul pro měření 8 stejnosměrných stringů až po proud 50A, s volitelným interním čidlem teploty, který se umísťuje na DIN lištu rozvaděče. Komunikuje po opticky oddělené sběrnici RS485 po protokolu Modbus RTU. Systém se tedy celkem jednoduše dá integrovat do řady monitorovacích a řídicích soustav.

Modul používá pro měření proudu bezkontaktní Hallovy sondy. Analogové signály jsou přiváděny na A/D převodník. Hodnoty jsou přepočítány a k dispozici na komunikační sběrnici.

Stringové stejnosměrné vodiče se provlékají sondami a přivádí na společnou silovou sběrnici.

Komunikační obvody jsou chráněny proti přepětí.

Červená LED indikuje odchozí komunikaci (TX), zelená LED napájení.

Všechna nastavení (adresa, rychlost) jsou uložena v paměti EEPROM. Modul je vybaven watchdogem.

Technické údaje o modulu:

Napájení.....	90-260 V st
Spotřeba.....	max. 7 VA
Rozsah měření.....	-20 ÷ 70°C
Komunikace.....	RS485
Protokol.....	Modbus RTU
Max. délka sběrnice.....	1200m
Max. počet modulů na sběrnici.....	250
Počet ss měřicích vstupů.....	8
100 A Přesnost.....	+/- 1 %
Izolace.....	do 3000 V Otvor Ø 15 mm
Rozměry.....	240 (d) x 140 (š) x 48 (v)



Obr. 6 Modul M580

3.3.2. Modul Domat MCIO2

Kompaktní I/O modul MCIO2 pro sběr dat a řízení procesů je mikroprocesorem řízený komunikativní modul. Modul komunikuje po sběrnici RS485 protokolem Modbus RTU.

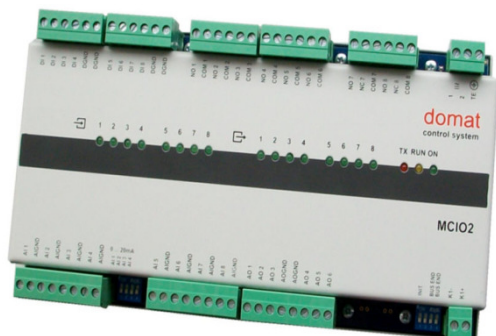
Komunikace probíhá po sběrnici RS485. Modul obsahuje také indikační LED diody signalizující stavy digitálních vstupů a výstupů (zelené), funkční komunikaci (TX, červená), systémový cyklus modulu (RUN, žlutá) a přítomnost napájecího napětí (ON, zelená).

Komunikační obvody jsou chráněny proti přepětí.

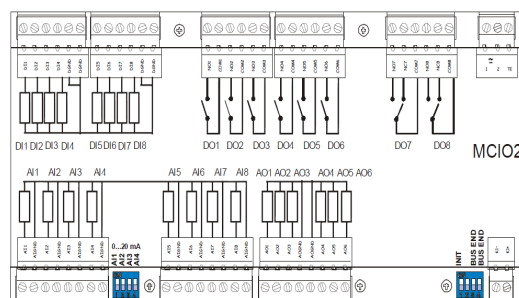
Modul se montuje přiklápnutím na standardní DIN lištu rozvaděče. Pro snadné sejmutí slouží táhlo na horní straně modulu.

Technické údaje modulu

Napájení	12 V ÷ 24 V ss/st, +/- 10 %
Spotřeba	max. 7,2 VA
Pracovní teplota modulu	0 ÷ 60°C, nekondenzující
Komunikace	RS485, 1200 - 19200 bit/s, svorky K1+, K1- Max. délka sběrnice 1200m Max. počet modulů na sběrnici 256 adres, nebo 20 MCIO2
Analogové vstupy	8x 0-10 V ss, měřené rozsahy: Pt 1000, Pt100, Ni1000 odpor 20..1600 Ohm, 20...5000 Ohm, možnost připojení odporu 125 Ohm pro měření proudů (0) 4...20 mA pro AI1...AI4, rozlišení 16 bit
Analogové výstupy	6x 0-10 V ss 2x společná svorka AOGND galvanicky oddělené 1 kV rozlišení 10 bit výstupní odpor < 16 Ohm
Zatížení analog. výstupů	min. 10kΩ, max. proud 50mA, výstupy jsou zkratuvzdorné – omezení 80 mA
Digitální vstupy	8x 24V st/ss – je třeba na ně přivést napětí, např. ze svorek 1 a 2, vstupní proud 4 mA logická 0 ... U < 8 V ss/st logická 1 ... U > 20 V ss/st
Digitální výstupy	6x relé, spínací: 3A/250VAC, 3A/30VDC, 750VA, 90W



Obr. 7 Modul MCIO2



Obr. 8 Schéma vstupů/výstupů modulu MCIO2

3.3.3. Procesní stanice MiniPLC

Typ IPLC 200 slouží k řízení sestavy na rozhraní RS485 po připojení I/O modulů nebo přes Ethernet pro komunikaci s řídicí stanicí. Může také sloužit pro ovládání z webového prohlížeče.

Regulátor obsahuje vlastní reálný operační systém, který po startu spouští runtime s aplikačním programem. Systém je vybaven hodinami reálného času zálohovanými baterií, softwarově ovladatelnou akustickou signalizací, pamětí FLASH pro OS runtime, aplikací s tzv. watchdogem. Pro komunikaci s ostatními zařízeními lze využít Ethernet, nebo sériové rozhraní RS485. Pro indikaci komunikace po RS485 slouží vždy dvě LED u přepínače ukončování sběrnice. DIL přepínač SW1 v poloze ON při restartu IPLC nespustí řídicí aplikaci, a tím umožní servisní přístup do operačního systému regulátoru.

Program se může nahrávat buď pomocí vývojového nástroje SoftPLC IDE nebo pomocí protokolu FTP do souborového systému regulátoru přes Ethernetové rozhraní.

Má podsvětlený displej a šest podsvětlených tlačítek. Menu displeje se konfiguruje při tvorbě aplikačního programu, kde se vytvoří stromová struktura, obsahující hodnoty, časové programy atd. s možností čtení nebo čtení a zápisu. Hodnoty jsou v sekcích volně přístupných nebo chráněných čtyřmístným číselným kódem.

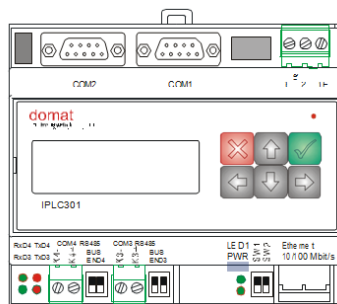
Modul je určen pro montáž na standardní DIN lištu v rozvaděči.

Technické údaje:

Napájení	10 V ÷ 35 V ss, 14 V ÷ 24 V st
Spotřeba	1.7 VA
Pracovní teplota modulu	0 ÷ 60°C
Procesor	MPC5200, 400 MHz, 760 MIPS
Paměť	64MB RAM, 32 MB Flash, 128 kB
LCD displej	3 řádky x 16 znaků zeleně podsvětlený
Max. délka sběrnice RS485	1200m
Max. délka sběrnice Modbus	100m (dvojlinka)
Rozměry	105 (d) x 90 (š) x 58 (v) mm



Obr. 9 Modul IPLC201



COM1	port COM1 - sériová linka RS232
COM2	port COM2 - sériová linka RS232
1, 2	napájení – libovolná polarita
TE	volitelné propojení na stínění
PWR	zelená LED – napájení
LED1	zelená LED – cyklus programu
SW1	zapnutý (poloha ON) při startu nespustí řídicí aplikaci
SW2	v poloze ON po restartu práce jako převodník Ethernet-RS485 (podpora VIDE)
Ethernet	síťové rozhraní
RxD3/TxD3	zelená/červená LED signalizující komunikaci COM3
RxD4/TxD4	zelená/červená LED signalizující komunikaci COM4
BusEnd3	ukončení sběrnice COM3
BusEnd4	ukončení sběrnice COM4
K3+ K3-	port COM3 - sériová linka RS485
K4+ K4-	port COM4 - sériová linka RS485

Obr. 10 Schéma vstupů/výstupů modulu IPLC201

3.3.4. Napájecí zdroj soustavy

Jako napájecí zdroj sestavy jsem vybral obyčejné zvonkové trafo SunnyBell T-108 s rozměry 88 x 36 x 60mm. Vstupní napětí je 230V, 50-60Hz. Výstupní střídavé napětí je 12V - 5VA, nebo 24V - 10VA.

Zdroj napájí střídavě 24 V řídicí programovací automat IPLC200 a rozšiřující modul MCIO2

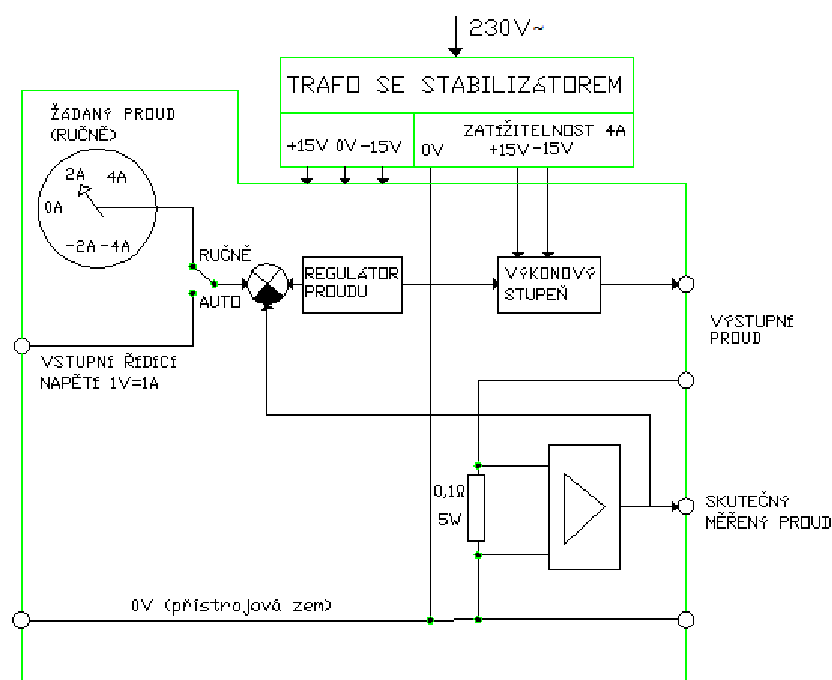
3.3.5. Výkonový zesilovač proudu (U-I)

Součástí modelu je také zdroj, který generuje proudy v rozsahu 0 až +/- 5A. Proud prochází do testovaných sond. Zdroj byl vyroben a současně zapůjčen doc. Ing. Zdeňkem Němcem, CSc., zaměstnancem FSI a slouží pouze k závěrečné prezentaci a testování při vývoji řídicího programu, nikoliv tedy pro firmu, která bude simulovat proudy fyzicky přímo v elektrárně.

Zdroj je řízen analogovým výstupem z MCIO2 o hodnotách 0-20mA. Zdroj tyto hodnoty zesílí (viz přehledná tabulka a schéma zapojení), nabízí také možnost nastavování proudu ručně nebo automaticky. Výkonový zesilovač proudu obsahuje zpětnou vazbu, kterou je možno zjišťovat aktuální hodnoty proudů na výstupu zdroje (zpětná kontrola pro software). Hodnoty jsou poté k dispozici jako výstupní proud a jsou zpětně měřeny na testovaných sondách.

R _{zat} [Ω]	4	1	0,5	0,2
+I _{max} [A]	2,5	4,4	4,6	4,7
-I _{max} [A]	-2,3	-4,9	-5,1	-5,2

Tabulka výstupních proudů na zdroji

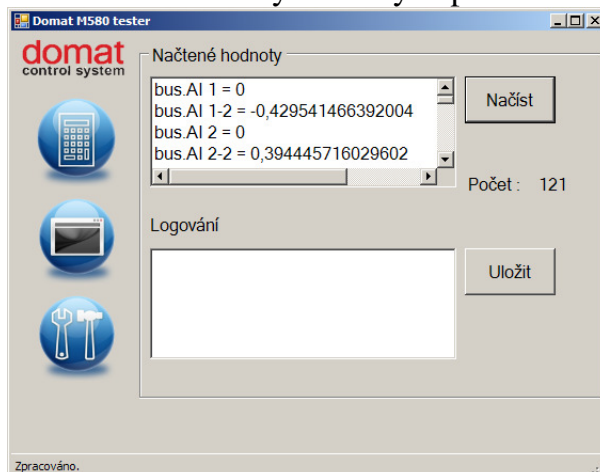


Obr. 11 Schéma výkonový zesilovač proudu

3.4. Ovládání modelu, možnosti aplikace

Aplikace má dvě části. Prvním je automatické měření tj. dle programu vytvořeného v IDE, nebo ruční tj., že si vybereme, které konkrétní sondy chceme testovat a otestujeme je na daný aktuální proud v soustavě.

Aplikace ručního nastavení nás provádí celým procesem měření a umožňuje vypisovat všechny proměnné, které jsou na síti testeru k dispozici. Proměnné vypisuje včetně všech hodnot, které jsou k dispozici (vstupy, výstupy modulů a také SW proměnné). Nabízí možnost všechny hodnoty exportovat do souboru.



Obr. 12 Okno aplikace

Aplikace také obsahuje stavový řádek (vlevo dole), který nám vypisuje, co se právě v systému děje. Když nastane nějaká chyba (komunikace, nevyplněné údaje apod.), stavový řádek nás o tom informuje.

3.5. Postup ovládání modelu

1/ Spustíme soustavu vložením napájecích kabelů do sítě. Sondy jsou napájeny 230V střídavými, zbytek přístrojů je napájen přes zdroj =24V. Spustíme také počítač, propojíme PC s IPLC200 pomocí Ethernetového kabelu.

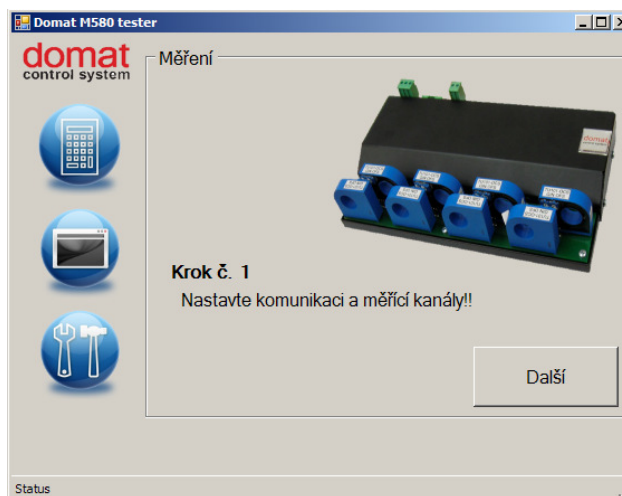
2/ Nejprve otevřeme SoftPLC IDE, kde načteme nalezené přístroje na síti. Otevřeme adresaci ve složce „HW“, tlačítkem „Connect“, nalezneme najité přístroje v soustavě. Na síti by se mělo objevit IPLC200, modul MCIO2 a 2 sondy M580.

3/ Na té sondě, které chceme měřit proudy, bychom měli dvojklikem na sondu změnit adresu tak, abychom poté v aplikaci jednoduše poznali, která sonda je testovaná-např. AIX-2. Písmeno „x“ značí pořadí snímače (max. 8).

4/ Poté vybereme v IDE testovací program, kterým chceme danou sondu testovat. Celý proces poté nahrajeme do IPLC pomocí „platform config“

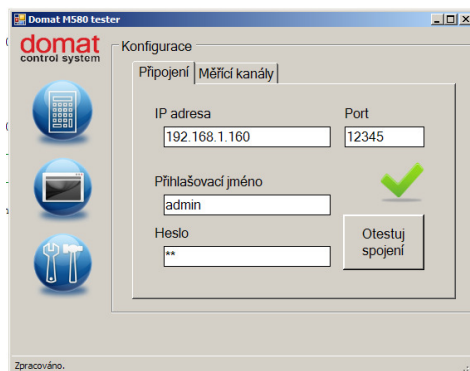
5/ Nyní můžeme zapnout aplikaci Domat , zvolíme typ měření (automaticky pomocí IDE, nebo ručně).

Objeví se nám úvodní nabídka, která nás vybízí k nastavení měřících kanálů a komunikace.



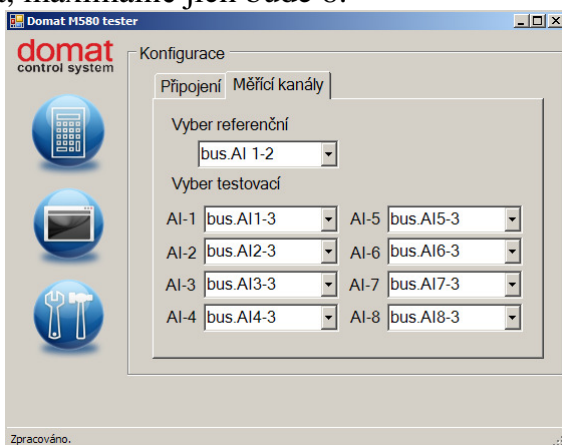
Obr. 13 Průvodce nastavením

6/ Přejdeme tedy na kolonku nastavení, kde nastavíme IP adresu, komunikační port, přihlašovací jméno, heslo. Implicitně je nastaveno poslední spojení a nastavení. Ve většině případů to také bude to správné, vzhledem k tomu, že na testeru zůstává stále stejné PLC (takže tato záložka je spíše kontrolní). Zelená ikona nám značí, že připojení je úspěšné. V opačném případě se objeví červený křížek. Máme také možnost případné změny otestovat.



Obr. 14 Konfigurace na síti

7/ Po nastavení připojení přepneme do záložky „Měřicí kanály“, kde vybereme referenční sondu (ve většině případů to bude AI1-2) a označíme všechny sondy, které chceme testovat, maximálně jich bude 8.



Obr. 15 Nastavení měřících kanálů

8/ Vrátime se do záložky testování, kde potvrdíme nastavení měřících kanálů stisknutím tlačítka „další“. Program nás vyzve, abychom protáhli kabel s procházejícím proudem přes referenční sondu. Doporučuji po potvrzení tlačítkem „další“ chvíli vydržet, protože program se vždy znovu připojuje (hodnoty na sondách se stále mění v čase).



Obr. 16 Průvodce 1

9/ Potvrzením tlačítkem „další“ nás program vyzve k protáhnutí kabelu také testovanou sondou. Potvrdíme opět tlačítkem další. Program nám také vypíše průběžné vyhodnocení z testované sondy (výsledek = referenční - testovaná). Potvrdíme tlačítkem „další“.



Obr. 17 Průvodce 2-výsledek

10/ Stejnými kroky postupujeme dokud nedoměříme všechny nastavené sondy k testování.

11/ Po změření poslední sondy (nanejvýš osmá-tolik jich je k dispozici na modulu M580) a potvrzením tlačítkem „další“ se nám objeví hláška „měření ukončeno“. Program nám nabídne export výsledků do zvoleného souboru a místa na disku. Je možnost si vybrat mezi všemi běžnými soubory, prioritně se počítá s exportem hlavně do souboru .xls pro pozdější zálohy.



Obr. 18 Výzva k exportování dat

3.6. Největší problém s programem

Jednoznačně největším problémem bylo, že při programování aplikace v C# jsem nedokázal dostávat všechny proměnné a hodnoty na síti. Vždy se mi objevovala chyba v kódu. Pokud jsem ale vypojoil z komunikace třeba MCIO2, všechno fungovalo. Problém tedy byl někde v nastavení knihoven pro zjišťování a připojování k PLC. Na otázku mi nakonec odpověděl vývojový inženýr firmy Domat, který mi vysvětlil, že PLC umí poslat po síti naráz pouze 50 proměnných. (proměnných v testeru je 121). Rozdělil jsem tedy funkci do třech proměnných, které se dotazovaly zvlášť od proměnné (0-50), (51-100), (101-121).

3.7. K čemu jsou aplikace a tester užitečné

Tester se bude využívat v terénu. Budou se zde testovat sondy, které jsou fyzicky umístěny na FVE. Testuje se především správnost a přijatelné hodnoty (vylučujeme chybu měřicího prvku).

Aplikace usnadňuje práci v terénu a umožňuje postupovat dle průvodce., Práci by tedy mohl odvést i méně kvalifikovaný člověk.

Sondy měří skutečné hodnoty proudů vznikajících na FVE a díky tomu umožňují v online databázi možnost spravování schémat technologií a grafů naměřených hodnot. Ve webové aplikaci má tedy možnost jak uživatel, tak správce (firma Domat) vzdálené kontroly a analýzy jak okamžitých, tak i archivních hodnot k porovnání.



Obr. 20 Ukázka získaných informací z webové aplikace (přůdorys FVE)

4 Popis ovládacích programů modelu

Program je navržen tak, aby co nejvíce ovládacích prvků bylo prováděno ve vytvořeném prostředí Visual Studia. Aplikace tak bude uživatelsky přijatelnější. Uživatel je pouze nucen v IDE upravit adresaci sond tak, aby je poté v prostředí našel a správně rozpoznal.

V aplikaci má také možnost vybrat způsob testování, zda bude měřit okamžité hodnoty ručně nebo zda použije vytvořený program v IDE.

4.1. Ovládací program v Microsoft Visual Studiu C#

Celý program jsem navrhoval tak, aby co nejvíce kroků bylo možno jednoduše tzv. „odklikat“ a nebylo požadováno velkých znalostí programu IDE, či aplikace.

Aplikace po spuštění nabízí v zásadě dvě možnosti. Odměření ruční, kdy si vybereme hodnoty ručně a proklikáme se průvodcem, který nám hodnoty odečte a zpracuje. Druhá možnost je, že si zvolíme automatické měření (naprogramované v IDE) a aplikace pouze odečte v dané okamžiky hodnoty, které ukládá do proměnných. Po celkovém časovém úseku se hodnoty zase dají vyexportovat do souboru.

Jako podklad k programování v C# jsem od firmy dostal k dispozici knihovnu k připojování a potřebné příkazy, které by se měly připojovat a stahovat ze sítě hodnoty proměnných (viz. řešené problémy)

Nejdůležitější řešené kroky jsou obsaženy v následujících bodech (celý kód a vývojový diagram viz příloha)

1/ Testování spojení

V této ukázce kódu se testuje připojení na server. Pokud je spojení navázáno, stavový řádek vypíše „Spojení navázáno“, v opačném případě vypíše „Spojení nebylo navázáno“

```
private void otestujSpojeniButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    statusLabel.Text = "Čekám na odpověď.";
    if (connect() != null)
    {
        this.spojeniPicture.BackgroundImage = ((System.Drawing.Image)(Properties.Resources.success));
        statusLabel.Text = "Spojení bylo navázáno.";
    }
    else
    {
        this.spojeniPicture.BackgroundImage = ((System.Drawing.Image)(Properties.Resources.delete));
        statusLabel.Text = "Spojení nebylo navázáno.";
    }
}
```

2/ Výpis proměnných

V tomto kroku řeším načítání proměnných. Proměnné se musí načítat ve třech sadách kvůli tomu, že vytvořená funkce firmy Domat umí do sebe načíst v jednom běhu maximálně 50 hodnot (viz řešené problémy). Pokud se hodnoty nedokáží načíst, vypíše se hláška o chybě v komunikaci.


```

Guid[] allGuids = new Guid[allVariables.Count];
allVariables.Keys.CopyTo(allGuids, 0);

VariableImageList prvni = access.SoftPLCDataStorage.GetVariablesByGUIDs(allGuids, 0, 50);
foreach (VariableImage image in prvni)
{
    hodnotyBox.Items.Add(String.Format("{0} = {1}", allVariables[image.GUID].Name, image.Value));
}

VariableImageList druhej = access.SoftPLCDataStorage.GetVariablesByGUIDs(allGuids, 50, 50);
foreach (VariableImage image in druhej)
{
    hodnotyBox.Items.Add(String.Format("{0} = {1}", allVariables[image.GUID].Name, image.Value));
}

VariableImageList treti = access.SoftPLCDataStorage.GetVariablesByGUIDs(allGuids, 100, 50);
foreach (VariableImage image in treti)
{
    hodnotyBox.Items.Add(String.Format("{0} = {1}", allVariables[image.GUID].Name, image.Value));
}
pocetLabel.Text = hodnotyBox.Items.Count.ToString();
statusLabel.Text = "Zpracováno.";
}
}
catch (Exception)
{
    statusLabel.Text = "Nastala chyba v komunikaci !";
    mereniBox.Items.Add("Nastala chyba v komunikaci !");
}

```

3/ Načtení hodnot sond

Zde je zobrazeno, jak řeším problém s načítáním proměnných a hodnot. Hodnoty jsou získávány přímo v Amperech. Pod cyklem if testuji, zda je daná sonda vždy nulová, či nikoliv, pokud ne, hodnota se načte do proměnné „nazvicky“, jinak se vypíše, že je problém se sondou ve stavovém řádku.

```

private void tabPage2_Enter(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        if (referencniBox.Items.Count == 0)
        {
            foreach (string nazvicky in nactinazvy())
            {
                if (nazvicky != null) referencniBox.Items.Add(nazvicky);
                if (nazvicky != null) AI1Box.Items.Add(nazvicky);
                if (nazvicky != null) AI2Box.Items.Add(nazvicky);
                if (nazvicky != null) AI3Box.Items.Add(nazvicky);
                if (nazvicky != null) AI4Box.Items.Add(nazvicky);
                if (nazvicky != null) AI5Box.Items.Add(nazvicky);
                if (nazvicky != null) AI6Box.Items.Add(nazvicky);
                if (nazvicky != null) AI7Box.Items.Add(nazvicky);
                if (nazvicky != null) AI8Box.Items.Add(nazvicky);
            }
        }
    }
    catch (Exception)
    {
        statusLabel.Text = "Problém se sondou...";
    }
}

```

4/ Průvodce měřením

Celý popis kroků je řešen pomocí funkcí if (každý krok jeden if), načte se proměnná i, která řeší přejít k dalšímu kroku, každým potvrzením kroku. Pokud je tedy i=2 řeší se if, kde i=2. Zde nás program vyzývá k protažení kabelu sondou referenční. Po zmáčknutí tlačítka přičte do proměnné i+1 a přiskočí k dalšímu kroku, v dalším kroku nás vyzve program k tomu stejnému tentokrát u sondy referenční. V i=4 se provede připojení k síti, načtení hodnot, odečtení těchto hodnot a vypsání průběžného výsledku. Tyto kroky se v zásadě opakují až do i=19.


```

private void dalsiButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        int i = Convert.ToInt16(krokLabel.Text);
        i++;

        dalsiButton.Text = "Další";

        if (i == 2)
        {
            ukolLabel.Text = ("Protáhněte kabel refereční sondou AI1-2");
            ukolLabel1.Text = ("Poté pokračujte tlačítkem další");
            krokLabel.Text = i.ToString();
            vyhodnoceniLabel.Visible = false;
            exportXlsButton.Visible = false;

        }
        if (i == 3)
        {
            arrowI.Visible = true;
            arrowI.Location = new Point(175, 166);
            ukolLabel.Text = ("Protáhněte kabel testovací sondou AI1-3");
            ukolLabel1.Text = ("Poté pokračujte tlačítkem další");
            vyhodnoceniLabel.Visible = false;
            krokLabel.Text = i.ToString();

        }
        if (i == 4)
        {
            ukolLabel.Text = ("Hodnoty AI1-2 - AI1-3");
            ukolLabel1.Text = ("Pokračujte tlačítkem další");
            hodnoty = nactihodnoty();
            double vysledek = hodnoty[referencniBox.SelectedIndex] - hodnoty[AI1Box.SelectedIndex];
            vyhodnoceniLabel.Visible = true;
            vyhodnoceni1Label.Visible = true;
            vyhodnoceni1Label.Text = (vysledek.ToString());
            krokLabel.Text = i.ToString();

        }
        if (i == 5)
        {
            vyhodnoceni1Label.Visible = false;
            arrowI.Location = new Point(193, 169);
            ukolLabel.Text = ("Protáhněte kabel testovací sondou AI2-3");
            ukolLabel1.Text = ("Poté pokračujte tlačítkem další");
            vyhodnoceniLabel.Visible = false;
            krokLabel.Text = i.ToString();

        }
        if (i == 6)
        {
            ukolLabel.Text = ("Hodnoty AI1-2 - AI2-3");
            ukolLabel1.Text = ("Pokračujte tlačítkem další");
            hodnoty = nactihodnoty();
            double vysledek = hodnoty[referencniBox.SelectedIndex] - hodnoty[AI2Box.SelectedIndex];
            vyhodnoceniLabel.Visible = true;
            vyhodnoceni2Label.Visible = true;
            vyhodnoceni2Label.Text = (vysledek.ToString());
            krokLabel.Text = i.ToString();

        }
    }
}

```

V kroku $i=19$ se zobrazuje tlačítko pro možnost vyexportování souboru. Cyklus je ukončen, nabízí se možnost nového měření, proměnná „i“ se opět rovná 1. Pro možnost opakování cyklu, který kvůli tomuto začíná až 2. Funkcí catch poté řešíme vypisování chybových hlášek v průběhu programu.

```

if (i == 19)
{
    ukollLabel.Text = ("Nyní můžete měření vyexportovat.");
    ukollLabel1.Text = ("Měření ukončeno...");
    vyhodnoceni8Label.Visible = false;
    dalsiButton.Visible = false;
    vyhodnoceniLabel.Visible = false;
    exportXlsButton.Visible = true;
    arrowI.Visible = false;
    krokLabel.Text = "1";
}
}
catch (Exception)
{
    /* V pripade nezdaru vypiseme chybove hlasi */
    ukollLabel.Text = ("Objevil se problém, pokuste se problém odstranit");
    dalsiButton.Text = "Opakovat";
    statusLabel.Text = "Objevil se problém..";
    mereniBox.Items.Add("Objevil se problém !");
}

```

5/ Export dat

V této části kódu je řešen export dat do zvoleného souboru ve zvoleném formátu. Proměnná „xlsko“ řeší výpis do souboru .xls, aby hodnoty a názvy byly ve dvou odlišných buňkách.

```

private void exportXlsButton_Click(object sender, EventArgs e)
{
    try
    {
        if (saveFileDialog1.ShowDialog() == DialogResult.OK)
        {
            System.IO.StreamWriter xlsko = new System.IO.StreamWriter(saveFileDialog1.FileName);

            xlsko.WriteLine(String.Format(referenciBox.Text + "-" + AI1Box.Text + "\t" + vyhodnoceni1Label.Text));
            xlsko.WriteLine(String.Format(referenciBox.Text + "-" + AI2Box.Text + "\t" + vyhodnoceni2Label.Text));
            xlsko.WriteLine(String.Format(referenciBox.Text + "-" + AI3Box.Text + "\t" + vyhodnoceni3Label.Text));
            xlsko.WriteLine(String.Format(referenciBox.Text + "-" + AI4Box.Text + "\t" + vyhodnoceni4Label.Text));
            xlsko.WriteLine(String.Format(referenciBox.Text + "-" + AI5Box.Text + "\t" + vyhodnoceni5Label.Text));
            xlsko.WriteLine(String.Format(referenciBox.Text + "-" + AI6Box.Text + "\t" + vyhodnoceni6Label.Text));
            xlsko.WriteLine(String.Format(referenciBox.Text + "-" + AI7Box.Text + "\t" + vyhodnoceni7Label.Text));
            xlsko.WriteLine(String.Format(referenciBox.Text + "-" + AI8Box.Text + "\t" + vyhodnoceni8Label.Text));
            xlsko.Close();
        }
        dalsiButton.Text = "Nové měření";
    }
}

```

	A	B	C
1	bus.AI 1-2-bus.AI1-3	-0,23422598611429	
2	bus.AI 1-2-bus.AI2-3	0,119783321889067	
3	bus.AI 1-2-bus.AI3-3	-0,36240177004654	
4	bus.AI 1-2-bus.AI4-3	0,182345311665522	
5	bus.AI 1-2-bus.AI5-3	-0,342565041580835	
6	bus.AI 1-2-bus.AI6-3	0,273899443045701	
7	bus.AI 1-2-bus.AI7-3	-0,336461432822156	
8	bus.AI 1-2-bus.AI8-3		0
9			

Obr. 19 Vygenerované výsledky

4.2. Ovládací program v SoftPLC IDE

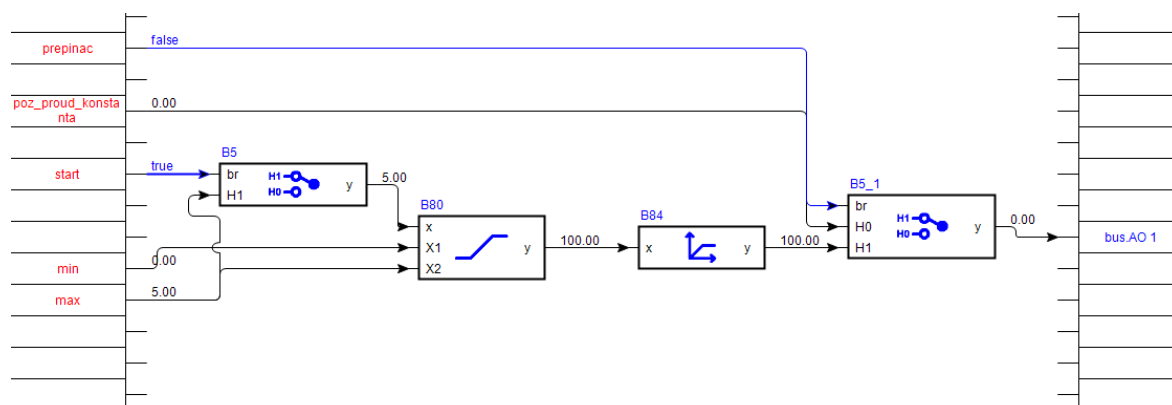
Zde je vytvořen cyklus pro automatické testování sond z menu, tento cyklus je nahrán v IPLC200.

Jsou vytvořeny sw proměnné „přepínač“, „konstanta max. požadovaného proudu“, „start“ celé aplikace (nebo může být i HW proměnná), „min“ hodnota a „max“ hodnota. Jako výstup slouží AO1 modulu MCIO2.

Práce cyklu:

Pokud spustíme start, požadavek se přenesse do přepínače, který zapíná náběžnou hranu do požadované hodnoty proměnné po 5s. Celý cyklus trvá 100s, takže máme 20 průběžných výsledků k porovnání. Na konci cyklu je ještě přepínač, který když je hodnota generovaného proudu stejná jako požadovaná, tak cyklus zastaví.

Při malé úpravě testovaných časů a hodnot si můžeme cyklus poupravit dle daných aktuální požadavků, například zvýšit hodnoty testovaných proudů, zde je maximální nastavení které dovoluje zdroj, dle možností dané elektrárny.



Obr. 20 Řídící program v IDE

Závěr

Fotovoltaické elektrárny nabízí jednu z možných variant, jak získávat alternativní cestou ekologicky a šetrně elektrickou energii.

Ke splnění cíle jsem se musel seznámit s moduly příslušným softwarem firmy Domat Control System a podle získaných poznatků sestrojil a programově realizovat model a aplikaci k testování Halloových sond.

V první části práce se zaměřuji hlavně teoreticky nad funkčností Halloových sond a seznamuji se s prvky a aplikacemi dané problematiky.

Druhá část se již zabývá vlastní realizací aplikace, hlavně programové. Je zde také popsán již funkční model.

V poslední části se zabývám hlavně vytvořeným kódem pro funkčnost celého projektu.

Tato práce se zabývá aplikací, která by měla zjednodušit a ulehčit správcovství dané elektrárny v terénu, kdy potřebujeme rychle a efektivně testovat sondy, abychom si mohli ověřit, zda daná sonda funguje spolehlivě a ukazuje tak správné hodnoty pro správnou správu naměřených dat. Aplikace také nabízí průvodce měřením kvality signálu sond a také export těchto dat do určené databáze.

Literatura

- [1] ŠVARC, Ivan. *Automatické řízení*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007, 324 s. ISBN 978-80-214-3491-2.
- [2] *Základy aplikované matematiky III: Počet pravděpodobností, matematická statistika*. Praha: SNTL, 1990.
- [3] VORÁČEK, Jan. *Matematická analýza*. Praha: SNTL, 1984.
- [4] Teorie Hallovy sondy. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.peed.cz/clanky/hallova-sonda>
- [5] Fotovoltaika v Německu. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.fachbuch-erneuerbare-energien.de/photovoltaik_haeberlin.htm
- [6] Výkupní ceny elektřiny. *Výkup* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/fotovoltaika/vykupni-cena-elektriny-2012-za-kolik-se-bude-vykupovat-kwh.aspx>
- [7] *Oficiální stránky společnosti Domat* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://domat-int.com/>
- [8] *Rady k programování* [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://programujte.com/>
- [9] Alternativní energie. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/>

Seznam příloh:

Příloha č.1 Vývojový diagram aplikace

Přílohy:

1/ Vývojový diagram aplikace

