

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

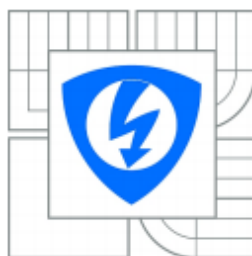
**OTESTOVÁNÍ KOMUNIKACE PO IEC 61850
S VYUŽITÍM GOOSE MEZI ABB A SIEMENS
OCHRANOU**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS**

**AUTOR PRÁCE
AUTHOR**

BC. GÁBOR VAVRECZKY

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektroenergetika

Student: Bc. Gábor Vavreczky
Ročník: 2

ID: 106862
Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Otestování komunikace po IEC61850 s využitím GOOSE mezi ABB a Siemens ochranou

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Komunikační protokol IEC 61850 s využitím rychlých GOOSE zpráv.
2. Konfigurace komunikace ochranných terminálů podle IEC 61850.
3. Problematika komunikace podle IEC 61850 mezi terminály různých výrobců.
4. Možnosti testování komunikace s ohledem na zhodnocení interoperability dvou konkurenčních ochranných systémů.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 18.5.2012

Vedoucí práce: doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

Konzultanti diplomové práce:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

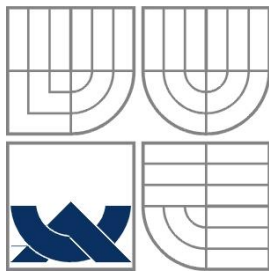
Bibliografická citace práce:

VAVRECZKY, G. *Otestování komunikace po IEC61850 s využitím GOOSE mezi ABB a Siemens ochranou*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 69 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D..

Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. Díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Zde bych chtěl poděkovat paní doc. Ing. Jaroslavy Orságové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Diplomová práce

Otestování komunikace po IEC 61850 s využitím GOOSE mezi ABB a Siemens ochranou

Bc. Gábor Vavreczky

vedoucí: doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2012



Brno

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Faculty of Electrical Engineering and Communication

Department of Electrical Power Engineering

Master's Thesis

Testing Communication via IEC 61850 and GOOSE between ABB and Siemens Protections

by

Bc. Gábor Vavreczky

Supervisor: doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

Brno University of Technology, 2012

Brno

ABSTRAKT

Hlavním úkolem této diplomové práce je seznámit se s možnostmi spolupráce IED od společností ABB a Siemens podle IEC61850. Cílem práce je vytvoření a otestování pracovního postupu, po kterém ochrany od ABB a Siemens budou mezi sebou komunikovat prostřednictvím GOOSE zpráv. Tato práce se k tomu poskytuje popis standardu IEC61850, jako teoretický základ. Podrobně se zabývá konfigurací ochran Siprotec 7SA610 podle IEC61850. Dále jsou popsány konfigurační nástroje PCM600 a IET600, které slouží pro konfiguraci RELION® REF615 od společnosti ABB. V závěrečné části práce jsou zahrnuty zkušenosti při spolupráci použitých ochran.

KLÍČOVÁ SLOVA: ABB; Siemens; ochrana REF615; ochrana 7SA610; IEC 61850; GOOSE; pracovní postup; SCL – Popisný jazyk rozvodny

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to examine the possibility of cooperation of IEDs from ABB and Siemens in accordance with IEC61850. The aim is to create and test a workflow, after which protection relays from ABB and Siemens will communicate with each other via GOOSE messages. This paper provides a description of the international standard IEC61850, as a theoretical basis. Describes in detail the configuration of protection relays SIPROTEC 7SA610 according to IEC61850. Work provides a description of the configuration tools PCM600 and IET600 which are used for configuration of protection relays RELION® REF615 by ABB. In the final part of the work experiences that are written in collaboration used protection.

KEY WORDS: ABB; Siemens; protection relay REF615; protection relay 7SA610; IEC 61850; GOOSE; workflow; SCL - Substation Configuration Language

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK.....	12
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	13
1 ÚVOD.....	14
1.1 CÍLE PRÁCE.....	14
2 STANDARD ISO IEC 61850	15
2.1 MOTIVACE A OBSAH STANDARDU	15
2.2 VLASTNOSTI A PŘÍNOSY PRO UŽIVATELE	17
2.2.1 PRINCIPY V KOMUNIKACI A USPOŘÁDÁNÍ KOMUNIKAČNÍCH SÍTÍ.....	17
2.2.2 PŘENOS DAT V SÍTI PODLE IEC 61850, DATOVÁ HIERARCHIE	18
2.2.3 SCL – STANDARDIZOVANÝ KONFIGURAČNÍ JAZYK [4].....	20
2.2.4 PŘENOS ČASOVĚ KRITICKÝCH INFORMACÍ – ZPRÁVY GSE A SMV	20
2.2.5 MODEL ROZVODNY A MODEL IED PODLE IEC 61850 [4].....	21
2.2.6 SHRNUÍ PŘÍNOSŮ	21
3 PROBLEMATIKA OCHRAN SIPROTEC 7SA610	23
3.1 DISTANČNÍ OCHRANA SIPROTEC 7SA610.....	23
3.1.1 KOMUNIKACE OCHRANY SIPROTEC 7SA610 PODLE IEC 61850.....	24
3.2 PROJEKT KOMUNIKACE OCHRAN PODLE IEC 61850.....	25
3.2.1 PRÁCE SE SOFTWAREM DIGSI, VYTVOŘENÍ PROJEKTU.....	25
3.2.2 KONFIGURACE OCHRANY IED001	27
3.2.3 KONFIGURACE OCHRANY IED002, JAKO PŘIJÍMAČE GOOSE ZPRÁVY.....	30
3.2.4 OCHRANY V DIGSI MANAGERU, JAKO KOMUNIKÁTORY	31
3.2.5 KONFIGURÁTOR SYSTÉMU.....	32
3.2.6 NAHRÁVÁNÍ NASTAVENÍ DO OCHRAN.....	34
3.2.7 ZAPOJENÍ ÚLOHY	34
3.2.8 SHRNUÍ A STRUKTURA KONFIGURAČNÍHO POSTUPU	35
4 KONFIGURACE OCHRAN ABB RELION® RE_6XX PODLE IEC 61850, GOOSE [12] [13] ...	37
5 PROBLEMATIKA KOMUNIKACE PODLE IEC 61850 MEZI TERMINÁLY ABB A SIEMENS	40
5.1 DEKLARACE POŽADAVKŮ, ZADÁNÍ PROJEKTU	40
5.1.1 HARDWAROVÉ A SOFTWAREOVÉ PROSTŘEDKY.....	41
5.2 KONCEPT ABB PRO VYTVOŘENÍ GOOSE APLIKACE MEZI ABB IED A OCHRANY OD JINÝCH VÝROBCŮ[10].....	43
5.2.1 EXPERIMENT PRACOVNÍCH POSTUPŮ PRO KONFIGURACI OCHRAN ABB A SIEMENS.....	43
5.3 PRACOVNÍ POSTUP K DOSAŽENÍ FUNKČNÍ GOOSE APLIKACE.....	44
5.3.1 FUNKCE TESTOVACÍ GOOSE APLIKACE	44
5.3.2 PRÁCE V DIGSI (1)	45
5.3.3 PRÁCE V PCM600 (1).....	49
5.3.4 MANUÁLNÍ EDITACE ICD SOUBORU Z 5.3.3.1 (1)	54

5.3.5 PRÁCE V IET600 (2).....	54
5.3.6 FINALIZACE GOOSE APLIKACÍ V PCM600 (2).....	58
5.3.7 FINALIZACE GOOSE APLIKACÍ V DIGSI (2)	60
5.4 SHRUTÍ KONFIGURAČNÍHO PROCESU, VÝSTUPY	62
5.5 DATOVÝ PŘENOS, VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ.....	64
5.6 IEC61850 V IED OD SIEMENS A ABB.....	65
6 ZÁVĚR.....	67
POUŽITÁ LITERATURA	68
PŘÍLOHA A – DIGSI SYSTEM CONFIGURATOR (KAP. 3).....	69

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2–1 Typická komunikační síť rozvodny a dalších relevantních prvků ES podle IEC 61850 [8]	18
Obr. 2–2 Síťové topologie.....	18
Obr. 2–3 Anatomie jména IEC 61850-8-1 objektu [4].....	19
Obr. 3–1 MLFB kód ochran 7SA610, které jsou k dispozici.....	23
Obr. 3–2 Schéma zapojení topologie podle [1]	24
Obr. 3–3 Působení ochran po jejich nastavení podle bodu 1. a 2.	26
Obr. 3–4 Regionální a jazyková nastavení v Panelu Nástrojů Windowsu	27
Obr. 3–5 Ochrany a „System Configurator“ v DIGSI Manageru	27
Obr. 3–6 Mapa nastavení ochrany IED001.....	28
Obr. 3–7 Konfigurační matice I/O pro IED001, se skupinou TestLed.....	28
Obr. 3–8 Adresa data objektu pro odeslání GOOSE zprávy; informace je přesměrovaná do system interfacu	29
Obr. 3–9 „CFC Editor“ pro IED001, s vytvořenou CFC schéma GOOSE_TestLed	29
Obr. 3–10 CFC schéma GOOSE_TestLed.....	30
Obr. 3–11 CFC - Runtime editor.....	30
Obr. 3–12 Matice I/O pro IED002.....	31
Obr. 3–13 Adresa data objektu pro přijímání GOOSE zprávy; informace je braná ze system interfacu	31
Obr. 3–14 Nastavení komunikace u ochrany IED001	32
Obr. 3–16 Aktualizace „parameter setů“	34
Obr. 3–17 Inicializace ochrany.....	34
Obr. 3–18 Spojení komunikačních modulů EN 100	35
Obr. 3–19 Konfigurační postup ochran 7SA610 podle IEC61850.	35
Obr. 4–1 Konfigurátor IED PCM 600 2.4.1	37
Obr. 4–2 Možnosti konfiguraci	38
Obr. 5–1 Principiální schéma zapojení úlohy.....	40
Obr. 5–2 Zapojení úlohy.....	42
Obr. 5–3 Konfigurační proces pro horizontální komunikaci podle [10]	43
Obr. 5–4 Testovací GOOSE aplikace.....	44
Obr. 5–5 Nadefinované IED v „Digsi manager“.....	45
Obr. 5–6 Komunikační parametry IED SIE00011 (SIPROTEC 7SA610).....	46
Obr. 5–7 Nastavění proměnných v konfiguračním matrixu.....	46

Obr. 5–8 Pospojování proměnných v „CFC editoru“	48
Obr. 5–9 „Runtime editor“	48
Obr. 5–10 Exportování SIE00011 do souboru 7SA610_noGOOSE.icd.....	49
Obr. 5–11 Struktura projektu v PCM600	50
Obr. 5–12 Komunikační port v ochraně ABB00012	51
Obr. 5–13 Komunikační parametry ochrany ABB00012.....	51
Obr. 5–14 Logika pro testovací GOOSE zprávy v ochraně ABB00012.....	52
Obr. 5–15 Atributy exportování ICD-souboru.....	53
Obr. 5–16 Exportování projektu do souboru .pcmp pro zálohování současného stavu projektu ..	54
Obr. 5–17 Manuální editace ICD-souboru „REF615_noGOOSE“	54
Obr. 5–18 Exportování výstupního SCD-souboru	57
Obr. 5–19 Importování SCD-souboru z IET600	58
Obr. 5–20 Přiřazení GOOSE zpráv k binárním vstupním blokům.....	59
Obr. 5–21 Exportování SCD-souboru z PCM600 pro použití v DIGSI	59
Obr. 5–22 Nadefinování konfigurátoru systém „IEC61850 station“ v DIGSI.....	60
Obr. 5–23 Ochrany, jako komunikátory v „IEC61850 station“	61
Obr. 5–24 Importování SCD-souboru do „IEC61850 station“	61
Obr. 5–25 Schematické znázornění konfiguračního procesu.....	62
Obr. 5–26 Měření času úspěšného datového přenosu a zpracování signálu.....	65

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 2-1 Přehled souboru norem IEC 61850.....</i>	<i>16</i>
<i>Tab. 3-1 Komunikační parametry ochran.....</i>	<i>32</i>
<i>Tab. 5-1 Hardwarové a softwarové prostředky</i>	<i>41</i>
<i>Tab. 5-3 Komunikační parametry ochran.....</i>	<i>42</i>
<i>Tab. 5-4 Vliv funkčních tlačítek na LED diod.....</i>	<i>45</i>
<i>Tab. 5-5 Datové objekty přiřazené k datovým souborům („Datasets“)</i>	<i>56</i>
<i>Tab. 5-6 Použité soubory během pracovního postupu.....</i>	<i>63</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

ACSI	„ <i>Abstract Communication Service Interface</i> “
CDC	„ <i>Common Data Class</i> “ – Obecné třídy dat
CID	„ <i>Configured IED Description</i> “ – Popis konfigurovaného IED
CSMA/CD	„ <i>Carrier sense multiple access with collision detection</i> “
ES	Elektrizační soustava
GCB	„ <i>GOOSE Control block</i> “ – Řídící blok GOOSE zprávy
GOOSE	„ <i>Generic Object Oriented Substation Event</i> “ – Generická, objektově orientovaná událost rozvodny
GSE	„ <i>Generic Substation Event</i> “ – Generická událost v rozvodně
GSSE	„ <i>Generic Substation State Event</i> “ – Generická, stavová událost rozvodny
HMI	„ <i>Human-Machine Interface</i> “ – Rozhraní člověk/stroj
I/O	„ <i>Input/Output</i> “ – Vstup/Výstup
IED	„ <i>Intelligent Electronical Device</i> “ – Inteligentní elektronické zařízení
ICD	„ <i>IED Capability Description</i> “ – Popis konfigurace IED
LAN	„ <i>Local area network</i> “ – Místní síť
MMS	„ <i>Manufacturing Message Specification</i> “
SCADA	„ <i>Supervisory Control And Data Acquisition</i> “ - Dispečerské řízení a sběr dat
SCD	„ <i>Substation Configuration Description</i> “ – Popis konfigurace rozvodny
SCL	„ <i>Substation Configuration Language</i> “ – Popisný jazyk rozvodny
SCSM	„ <i>Specific Communication Service Mapping</i> “ – Mapování specifických komunikačních služeb
SMV	„ <i>Sampled Measured Values</i> “ – Vzorkované hodnoty
STP	„ <i>Shielded twisted pair</i> “ – Stíněný kroucený pár
USB	„ <i>Universal Serial Bus</i> “ – Univerzální sériová sběrnice
WAN	„ <i>Wide area network</i> “ – Rozlehlá počítačová síť
XML	„ <i>Extensible Markup Language</i> “ – Rozšiřitelný značkovací jazyk

1 ÚVOD

Standard IEC 61850 je mezinárodním souborem norem v oblasti automatizace a komunikace v elektrizačních soustavách. Tento standard byl převzat i Českým normalizačním institutem a byl zaveden jako soubor českých technických norem ČSN EN 61850.

Standard definuje komunikaci mezi zařízením rozvodny a jinými systémovými prvky. Přístup IEC 61850 je však, na rozdíl od dřívějších standardů, velmi flexibilní. Vyhovuje současným požadavkům, a má v sobě potenciál, aby vyhovělo i požadavkům budoucím.

V oblasti pro komunikaci mezi zařízením v rozvodnách existuje více než padesát protokolů. IEC 61850 však má svou výhodu v tom, že představuje jednotnou, standardizovanou, **na dodavateli nezávislou** metodu pro tvorbu komunikační sítě rozvodny, a integraci zařízení do této sítě. Je vidět, že jedním, hlavním a motivujícím faktorem při tvorbě tohoto standardu byla možnost provozovat komunikační systémy, ve kterých pracují zařízení od různých výrobců. Zařízení, které splňují požadavky filosofie standardu, mají společný název IED (*Intelligent Electronic Device* - inteligentní elektronická zařízení). [2]

1.1 Cíle práce

V praxi, se tyto inteligentní zařízení vyskytují stále častěji, vyrábí je více a více výrobců. Digitální ochrany (IED) od společností ABB a Siemens z nich patří mezi nejvyužívanější. Diplomová práce „*Otestování komunikace po IEC61850 s využitím GOOSE mezi ABB a Siemens ochranou*“ má za úkol popsat jejich spolupráci v prostředí dle standardu IEC 61850, s posíláním časově kritických GOOSE zpráv. Srovnat funkčnost této aplikace mezi ochranami a v rámci praktické aplikace ověřit funkčnost konfigurace mezi ochranami a vyhodnotit „*různá úskalí*“ při celkovém konfigurování.

2 STANDARD ISO IEC 61850

Soubor norem IEC 61850 specifikuje nové metody komunikace a komunikační protokoly pro oblast energetiky a elektrizačních soustav. Problematika, čímž se tento standard zabývá, požaduje jak znalosti z oblasti elektroenergetiky, tak orientaci v oborech informatiky a komunikačních technologií, resp. teleinformatika. Ačkoli standard sám o sobě je obtížně srozumitelný pro jednoduchého uživatele, tato kapitola se snaží prezentovat „*user friendly*“ implementaci se svou konstrukcí a svým stylem.

2.1 Motivace a obsah standardu

V měnícím se průmyslu výroby a přenosu energie, se vytváří globální trh energetiky s mezinárodními energetickými společnostmi. Mezinárodní rozdíly v různých přístupech a standardech jsou omezujícími faktory vývoje a růstu trhu energetiky. Druhou skutečností je to, že zařízení v řídicích systémech rozveden, díky pokroku informatiky, jsou stále komplikovanější. Více a více se rozvíjí. Když tyto komplikovaná zařízení od různých výrobců, které pracují podle různých standardů, chtějí spolupracovat v jedné rozvodně, tak to klade enormní časové a finanční náklady na projektanty, programátory a konstruktéry řídicího systému rozvodny. [2] [3]

Tyto trendy postupem času vedly k tomu, že výrobci zařízení se shodli na potřebě jednotného mezinárodního standardu pro podporu bezproblémové spolupráce produktů od různých dodavatelů. Vytvořila se pracovní skupina odborníků z 22 krajín, z oblasti automatizace rozveden, která navrhla standard IEC 61850. Je to standard s výhodou objektově orientovaného data modelu a Ethernetové komunikace: oproti dřívějšímu přístupu to znamená značné zjednodušení v konfiguraci a redukování nákladů na údržbu. Tedy cíle, myšlenky a požadavky, které při návrhu standardu dominovaly lze shrnout následovně:

- *Interoperabilita a integrace* – Provozovat datové sítě rozveden, ve kterých vzájemná komunikace zařízení není omezena (např. při spolupráci zařízení od různých dodavatelů) se standardizovanými síťovými aplikacemi.
- Intuitivní modelování a pojmenování fyzických (zařízení) a abstraktních (data) vrstev – *Struktura a hierarchie*.
- *Komunikace* – Rychlost, propojitelnost a variabilita (architektury) datových sítí.
- *Jednoduchost a snížení nákladů* – při konfiguraci, instalaci a údržbě systému.
- *Dlouhodobá stabilita* – Připravenost na budoucí vylepšení, tj. musí být schopen sledovat pokrok v komunikačních technologiích, stejně jako vyvíjející se požadavky na systém.

Standard IEC 61850 jako soubor norem se skládá z deseti dokumentů, z nichž některé jsou několikadílné. Česká verze (ČSN EN 61850) je dostupná pod souborným názvem *Komunikační sítě v podřízených stanicích a Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech* na stránkách <http://csnonline.unmz.cz> [2]:

První čtyři normy ze souboru popisují a specifikují prostředí, dávají obecnou ideu o standardu, **třetí část** stanovuje základní požadavky na komunikaci mezi IED a na systémy, které jsou na rozvodnu vázány. **Čtvrtá část** definuje požadavky na správu systému a na projekt management ve stanici s funkčním systémem dle IEC 61850. [2] [3]

Tab. 2-1 Přehled souboru norem IEC 61850

Mezinárodní značení	Značení v české soustavě norem	Český název
IEC 61850-1	ČSN 33 4850-1	Část 1: Úvod a přehled
IEC 61850-2	ČSN IEC/TS 61850-2	Část 2: Výklad zvláštních výrazů
IEC 61850-3	ČSN EN 61850-3	Část 3: Všeobecné požadavky
IEC 61850-4	ČSN EN 61850-4	Část 4: Systémové a projektové řízení
IEC 61850-5	ČSN EN 61850-5	Část 5: Požadavky na komunikaci pro funkce a modely zařízení
IEC 61850-6	ČSN EN 61850-6	Část 6: Konfigurační popisový jazyk pro komunikaci v elektrických stanicích týkající se IED
IEC 61850-7	ČSN EN 61850-7	Část 7: Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení
IEC 61850-8	ČSN EN 61850-8	Část 8: Mapování specifických komunikačních služeb(SCSM) - Mapování na MMS (ISO 9506-1 a ISO 9506-2 a na ISO/IEC 8802-3)
IEC 61850-9	ČSN EN 61850-9	Část 9: Mapování specifických komunikačních služeb(SCSM)
IEC 61850-10	ČSN EN 61850-10	Část 10: Zkoušky shody

Část pátá se jako první zabývá se samotnou komunikací, specifikuje požadované parametry pro fyzickou implementaci, tj. standardizuje komunikaci mezi IED, jako jsou ochrany, odpojovače nebo transformátory, a systémem rozvodny. [2]

Primárními částmi standardu jsou 6 až 9. **V šesté části** se specifikují formáty souborů pro popis konfigurace jednotlivých IED a souborů parametrů spojených s komunikací a konfigurací komunikačního systému. Základ tohoto tvoří programovací jazyk pro konfiguraci IED na bázi XML. Tento celek prezentuje formální pohled na koncepty v standardu. [2] [3]

Část sedmá [2] Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení se dělí na čtyři díly. Protože tato část se jeví jako jádro celého standardu, je důležité se věnovat jejím dílům, jak v tomto krátkém seznámení se standardem, tak detailně v dalších částech této kapitoly:

- Přehled o topologie systémů komunikace poskytuje *Část 7-1: Zásady a modely*. Je taky její obsahem vztah mezi ostatními díly IEC 61850-7 a stanovuje jak dosáhnout interoperability zařízení.
- *Část 7-2: Abstraktní rozhraní pro komunikační služby (ACSI)* popisuje dvě rozhraní: první pro komunikaci mezi klientem a vzdáleným serverem a druhé pro rychlé a spolehlivé šíření informací o časově kritických událostech v rámci celého systému rozvodny (GSE) a pro přenos souboru vzorkovaných hodnot (SMV).
- Na řadě je specifikace *Části 7-3: Obecné třídy dat* pro informace o stavu zařízení, vzorkovaných veličinách, o řízení stavu zařízení, o analogových žádaných veličinách v regulačních smyčkách a o konfiguraci zařízení. Podle normy lze popsat modely zařízení, lze udělat popis funkcí pro výměnu dat v rozvodnách a napájecích zařízeních.
- *Část 7-4: Třídy kompatibilních logických uzlů a třídy dat* stanovuje názvy kompatibilních logických uzlů a názvy dat pro komunikaci mezi IED, včetně vztahu mezi logickými uzly.
- Součástí sedmé části jsou ještě dva doplňkové díly: *Část 7-410: Vodní elektrárny – Komunikace pro sledování řízení* a *Část 7-420: Základní komunikační struktura – Logické uzly pro decentralizované zdroje elektrické energie*.

Osmá část s přesným názvem *Část 8-1: Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) – Mapování na MMS (ISO 9506-1 a ISO 9506-2) a na ISO/IEC 8802-3* specifikuje

metody pro výměnu časově kritických i nekritických dat po místních sítích po mapování na MMS a na ethernetové rámce z ISO/IEC 8802-3(IEEE 802.3). Protokoly a služby umožňují použití centralizovaných i necentralizovaných systémů. Tato část dále specifikuje výměnu dat v reálném čase, řídicí činnosti a sdělování zpráv. [2]

MMS (*Manufacturing Message Specification, ISO 9506*) je mezinárodní standard zabývající se komunikačním systémem pro přenos dat v reálném čase a dispečerském řízením informací mezi zařízeními v síti a/nebo počítačovými aplikacemi. Více informací v [5]

ISO/IEC 8802-3 je standard který určuje specifikace fyzické a linkové vrstvy Ethernetu. Obecně se využívá v lokální síti (LAN) s některými WAN (počítačová síť, která pokrývá rozlehlé geografické území) aplikacemi. Jedná se o fyzické propojení uzlů a/nebo infrastrukturních zařízení (hub, switch, router) pomocí měděných nebo optických kabelů.

První díl **deváté části** *Část 9-1: Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) – Přenos vzorkovaných hodnot po sériovém jednosměrném (neorientovaném) vícebodovém spoji bod-bod* definuje mapování specifických komunikačních služeb pro komunikaci na úrovni pole rozvodny.

Část 9-2: Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM) – Vzorkované hodnoty z ISO/IEC 8802-3 je definována pro mapování specifických komunikačních služeb v souladu s abstraktní specifikací dle IEC 61850-7-2. Je zde kombinován přímý přístup na sdílená přenosová média s metodou řízení přístupu CSMA/CD (ISO/IEC 8802-3) a mapování dle IEC 61850-8-1. [2]

V **desáté části** jsou stanoveny metody a popisovány abstraktní případy zkoušek pro zkoušení shody zařízení používaných v automatizovaných systémech rozvodu. Tato část má název: *Část 10: Zkoušky shody*. [2]

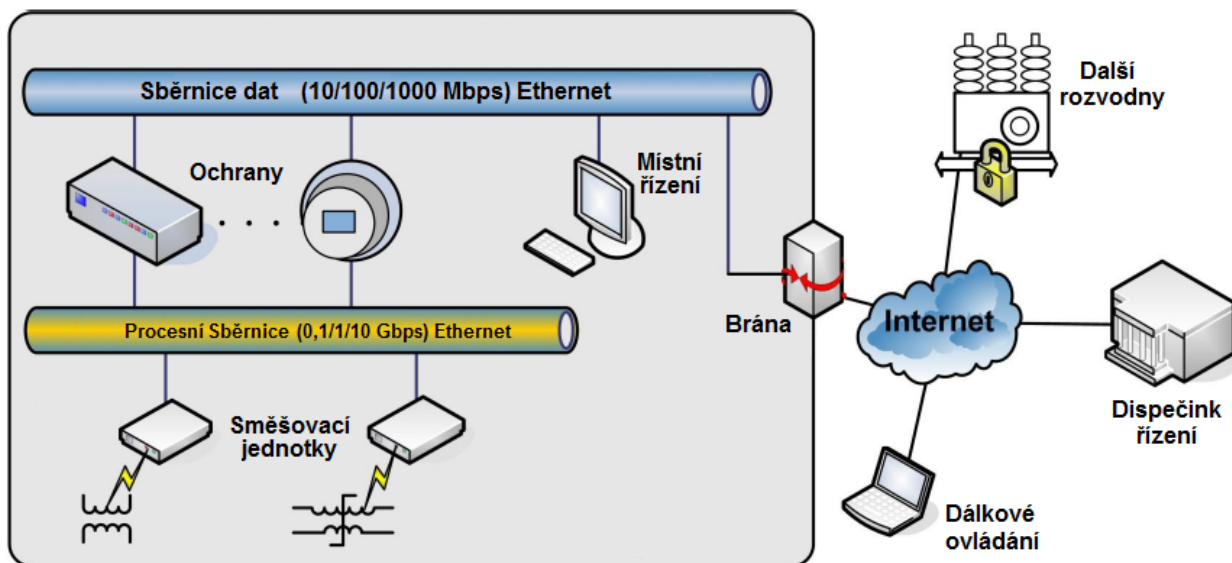
2.2 Vlastnosti a přínosy pro uživatele

Nejdůležitějším přínosem IEC 61850 je všestrannost, teda vyhovuje požadavkům provozovatelů elektrizačních soustav a elektrických stanic: jednoduchost v dizajnu, v specifikaci, v konfiguraci, v nastavení a taky v obsluze a v údržbě.

2.2.1 Principy v komunikaci a uspořádání komunikačních sítí

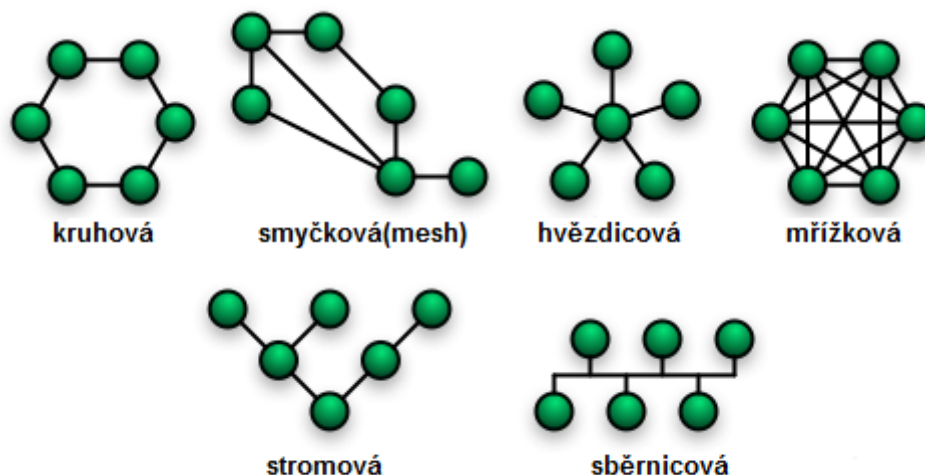
Standard IEC 61850 vychází ze síťového protokolu „Ethernet“, jako komunikační technologie. Je proto možné využít mnoho již známých nástrojů komunikační infrastruktury pro řízení elektrických stanic, které jsou v jiných oblastech běžně používány. Každý uzel sítě podle IEC 61850 je připojený jako klient. Klienti můžou řídit provoz dat na síti, a komunikovat se všemi prvky připojenými na síť. Tedy mluvíme o IED, od kterých je možné sesbírat data, která jsou poskytovány ke čtení. [2]

Tento protokol je optimalizován na komunikaci mezi zařízeními v jedné rozvodně. Jehož velkým přínosem je, že na rozdíl od dřívějších protokolů, umožňuje přenos dat (jak okamžité měřených, tak historických, ukládaných v IED) do nadřazených komunikačních systémů a do systémů SCADA. V IED se dají vytvořit grafické průběhy jednotlivých měřených veličin v režimu *offline* které můžou být změřeny s vzorkovací frekvencí řádově 1 kHz. Tyto přesné průběhy jsou pak přenášeny do systému SCADA. Zde potom mohou být použité k analýze událostí. Oproti tomu v režimu *online* obnova dat může trvat až několik sekund, což vyhovuje k sledování dat v reálném čase s menší přesností (vhodné pro dispečinky řízení). [2]



Obr. 2–1 Typická komunikační síť rozvodny a dalších relevantních prvků ES podle IEC 61850 [8]

Díky Ethernetu, jako komunikační filosofie, fyzická topologie komunikační sítě různých IED může být různá. Z toho vyplývá, že v systémech podle IEC 61850 je vysoká flexibilita při návrhu komunikačních kanálů resp. komunikační sítě. Variabilitu ukáže Obr. 2–2.



Obr. 2–2 Síťové topologie

2.2.2 Přenos dat v síti podle IEC 61850, datová hierarchie

Ke specifikování datových modelů serverů, které poskytují data do komunikační sítě, dává přednost IEC 61850 objektově orientovanému programování před konvenčním programováním. Proč je to důležité? Běžné protokoly typicky definují to, jak mají být jednotlivé bajty přenášeny v datovém kabelu. Jak mají být data uspořádána, však už nedefinují. Právě tento objektově-orientovaný přístup potřebují technici k manuální konfiguraci a mapování datových souborů. Vzhledem k tomu, že důraz klade na data a ne na procedury, jsou modifikace takto vytvořeného systému snadné a uživatel jej může bez velkého úsilí a nákladů přizpůsobit novým požadavkům. Jednotlivé algoritmy a data jsou spojeny v objektech, takže se veškeré informace a informační

funkce nacházejí v jednom místě. Zařízení s funkcí *publisher* posílá zprávy všem účastníkům, ale čtou je jen registrovaní zájemci (*subscribers*, režim *multicasting*). [2] [4]

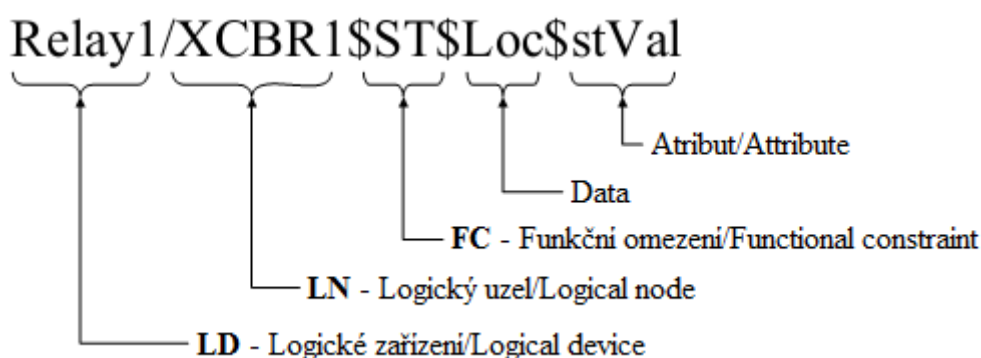
Model jednoho zařízení podle IEC 61850 se začíná s fyzickým zařízením. *Fyzické zařízení* je zařízení, které je připojeno k datové síti. Obvykle je definován síťovou adresou (například IP adresou). Fyzické zařízení může obsahovat jedno nebo více *logických zařízení*. Model logického zařízení dovoluje fyzickému zařízení, aby se choval jako proxy server nebo brána pro zařízení, které poskytují reprezentaci dat dle standardu. [4]

Logické zařízení obsahuje *logické uzly*, které jsou skupinami dat, pojmenované logicky podle toho, jaká data obsahují. Tyto skupiny dat jsou vázány k nějaké funkci IED (resp. v elektrizační soustavě). Každý typ z těchto funkcí dostal jedno písmeno, jako prefix: Např. generické funkce (G), chránicí (P), s chráněním související (R), senzory (S), přístrojové transformátory (T), výkonové transformátory (Y), spínání (X), ostatní výbava (Z) atd. Navíc IEC 61850-7-4 definuje více než 90 logických uzlů i konkrétně, jako např. logické uzly výkonových vypínačů, které se nazývají **XCBR**, kde CBR je zkratka pro anglický název výkonového vypínače, tzn. „*circuit braker*“. [4]

Stavebními kameny logických uzlů jsou elementy *dat* (jeden nebo více), z kterých každý má své unikátní jméno. Tyto jména dat jsou určeny standardem a spojeny vlastním účelem v rozvodné soustavě. Například logický uzel XCBR obsahuje data v širokém rozsahu: např. **Loc** nebo **Rem** který určí, jestli ovládání vypínače je místní nebo dálkové. **OpCnt** je pro počítání operací. [4]

Tyto data jsou však seskupeny v rámci logického uzlu do tzv. obecných tříd dat (CDC, common data class) podle IEC 61850-7-3. CDC popisuje typ a strukturu dat v rámci logického uzlu, a to pro dosažení lepší přehlednosti. Jsou definovány třídy dat pro informace o stavu zařízení, o měřených informacích, kontrolovatelných informacích, stavu, kontrolovatelných analogových žádaných informacích, stavových nastaveních, analogových nastaveních atd. [4]

Nejmenšími elementy v datové hierarchii jsou *atributy* dat. Každý individuální atribut daného CDC patří k nějakému *funkčnímu omezení* (FC, functional constraint), který seskupuje atributy do kategorií. Název funkčního omezení - FC se taky může objevit v názvu IEC 61850 pro dané zařízení, a tím zvyšovat přehlednost. [4]



Obr. 2–3 Anatomie jména IEC 61850-8-1 objektu [4]

Model zařízení podle IEC 61850 je virtuální model. Model, který se přiblíží k zařízením a jeho objektům z abstraktní stránky takovým způsobem, jak je to definováno v části IEC 61850-7. Pak tento abstraktní model mapuje specifický protokol v sekci IEC 61850-8-1 na základě MMS, TCP/IP a Ethernet. V tomto procesu část 8-1 specifikuje metodu transformaci modelu na pojmenovaný MMS objekt (proměnnou). Výsledkem je unikátní a jednoznačný model pro každý element dat. Takového je vidět na Obr. 2–3. [4]

V porovnání s přístupem dat podle SCADA, kde předem popsaná ochrana (a jeho model) v registru má název např. 600020 lze konstatovat, že princip v pojmenování datového modelu podle IEC 61850-7 je mnohem intuitivnější a přehlednější. To způsobuje menší časové náklady v konfigurování IED. [4]

2.2.3 SCL – Standardizovaný konfigurační jazyk [4]

IEC 61850-6-1 definuje standardizovaný konfigurační a popisný jazyk SCL (Substation Configuration Language) na základech XML k popisu konfiguraci systémů na základě IEC 61850. V unikátních XML souborech jsou popsány různé konfigurace na různých úrovních, a jejich hierarchie. Tyto typy SCL souborů popisují:

- SSD (System Specification Description) – specifikaci systému v rozvodně
- SCD (Substation Configuration Description) – konfiguraci systému v rozvodně
- ICD (IED Capability Description) – schopností IED
- CID (Configured IED Description) – konfiguraci IED

Pro operování s uvedenými typovými soubory slouží softwarové prostředky výrobců ochran:

„**Konfigurator IED** je prostředek, který musí být schopen importovat nebo exportovat předem definované soubory. Poskytuje nastavení specifická pro IED a generuje konfigurační soubory pro IED, nebo zavádí konfiguraci IED do IED.“ [9, str. 14]

IED musí být považováno za kompatibilní ve smyslu IEC 61850-6 pouze jestliže [9]:

- Je vybaveno buď SCL souborem popisujícím jeho možnosti (ICD, resp. CID), nebo prostředkem, který u tohoto IED může tento soubor generovat.
- Může přímo použít systémový SCL soubor (např. SCD) pro nastavení své konfigurace, nebo je vybaveno prostředkem, který může importovat systémový SCL soubor pro nastavení komunikačních parametrů v IED.

Konfigurator systému je prostředek v úrovni systému, nezávislý na IED, který musí být schopen importovat/exportovat konfigurační soubory definované IEC 61850-6.

Standardem deklarované XML soubory jsou konstruovány podle stejných metod a mají stejný formát, ale mají jiný rozsah, podle toho, co s nimi je za potřeby popsát.

SCL se svými vlastnostmi optimalizuje konfiguraci IED a systému:

- Umožňuje off-line vývoj systému, s čímž značně redukuje cenu a potřebnou úsilí. Dojde k minimalizaci manuální konfigurace.
- Umožňuje sdílení konfiguraci IED mezi uživatele, a dovoluje uživatelům použít vlastní SCL souborů.
- Dovoluje konfiguraci offline, teda bez potřeby připojení ke komunikačnímu systému podle IEC 61850, hotovou konfiguraci pak najednou nahrát do IED.

2.2.4 Přenos časově kritických informací – zprávy GSE a SMV

IEC 61850 definuje pro přenos časově kritických informací zprávy typu GSE (generic substation event – generická událost rozvodny), aplikaci pro monitorování změn v datech resp. v jejích attributech. Existují dva typy zpráv GSE [3]:

- GOOSE (Generic Object-Oriented Substation Events) – „je generická, objektově orientovaná událost rozvodny. Stavová data a hodnoty proměnných se seskupují do jednoho datového objektu a přesouvají se v daném časovém intervalu. Účelem je nahradit konvenční zařízení pro logické řízení, potřebná ke koordinování vnitřní komunikace po sběrnici rozvodny. Když je detekována událost, zařízení IED použijí přenos typu multicast, aby o ní informovala zařízení, která jsou registrována pro odběr jejich dat. Komunikace se podrobována přísným požadavkům: od vzniku události do odeslání zprávy nesmí uplynout více než 4 ms.“ [2, str. 12]
- GSSE (Generic Substation State Event) – „je generická stavová událost rozvodny. Prostřednictvím GSSE se přenášejí pouze stavová data. Využívá se přitom stavový seznam, což je v podstatě řetězec bitů, nikoliv datový objekt. Zprávy GSSE se přenášejí prostřednictvím MMS. Ve srovnání s GOOSE trvá jejich zpracování a přenos déle.“ [2, str. 12]

SMV (Sampled Measured Values) – vzorkované hodnoty z přístrojových transformátorů (popř. směšovacích jednotek) jsou podmíněny časovou koherentností. Toho lze dosáhnout, buď synchronním odběrem vzorků ze všech analogových hodnot v celé rozvodně, nebo časovým označením vzorků. Ve druhém případě je nezbytná místní nebo globální časová synchronizace. SV zprávy na rozdíl od GOOSE a GSSE se odebírají periodicky.

2.2.5 Model rozvodny a model IED podle IEC 61850 [4]

Seskládáním jednotlivých předem popsanych částí lze dostat model architektury rozvodny, jak je na Obr. 2–1.

Na procesní sběrnici se pohybují data z přístrojových transformátorů, které jsou sesbíraná a digitalizována směšovacími jednotkami. Tuto sběrnici fyzicky reprezentuje redundantní (se záložními přenosovými cestami) optická ethernetová síť, např. s dvojitým sběrniceovým uspořádáním. Na této úrovni jsou data přenášeny pouze k IED, které na data „čekají“. Je velmi důležité, aby se do daného systému dalo integrovat již instalované přístrojové transformátory (se slučovacími jednotkami) i moderní optické nebo elektronické senzory. Dále je důležité dávat pozor na časovou synchronizaci dat. Redundance je tady taky nezbytná, aby při poškození *Časová základna 1* se automaticky spustila *Časová základna 2*, a prováděla časovou synchronizaci měření a vzorkování.

Na úrovni sběrnice dat se taky provozuje ethernetová síť o rychlosti 100Mbps. Zde se zabezpečuje komunikace mezi logickými uzly, které provádějí různá ochranná, kontrolní, monitorovací a zapisovací funkce. Komunikace operuje na dvou principech: na komunikaci-orientované (poptávka za informaci, konfiguraci atd.) nebo na objektově-orientované (např. GOOSE). Vhodné zálohování komunikačních cest je i v tomto případě nezbytné.

Tento model sítě umožňuje dálkové čtení/modifikace dat. Typičtí klienti (IED) zahrnují lokální HMI. Přístupový bod dálkového připojení je logická funkce, která implementuje bezpečnostní funkce.

2.2.6 Shrnutí přínosů

Charakteristické vlastnosti IEC 61850 způsobují tolik unikátních výhod, které by se dalo vyjmenovat a popisovat na několika stránkách. Zde jsou uvedeny nejvýznamnější [4]:

- **Virtuální model** – umožňuje snadné definování dat, služeb a chování zařízení, navíc snadně mapují na protokoly, které jsou použity pro přenos dat na síti.
- **Pojmenování všech dat** – použijí se přehledně popsané řetězce k identifikaci dat, na rozdíl od jiných protokolů, kde jsou data popsána indexním číslem.
- **Standardizované pojmenování objektů** – umožňuje technikovi okamžitě zjistit význam objektu.
- Klientské aplikace umožňují IED **stáhnout popis všech dat**, která jsou podporována se zařízením bez manuální konfigurace.

Podle [4] IEC 61850 dává podstatné výhody pro uživatele s eliminováním nejasností při zadávání zakázek, snižováním nákladů při instalaci, při použití přístrojových transformátorů, při uvedení do provozu, při migraci zařízení, a při rozšíření systému.

3 PROBLEMATIKA OCHRAN SIPROTEC 7SA610

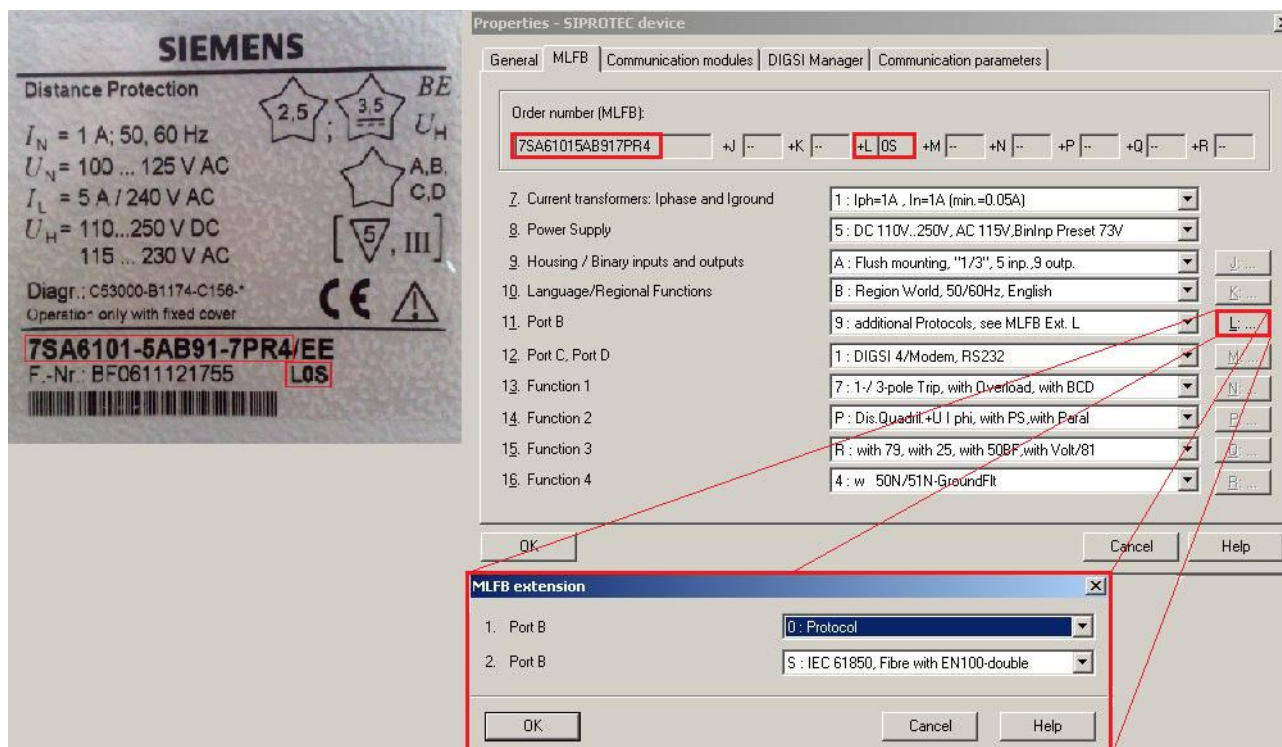
- S touto kapitolou začíná praktická část diplomové práce. V této kapitole bude na vzorovém postupu podrobně uvedené, jak konfigurovat IED od společnosti Siemens. V kapitole 5, kde bude řešena spolupráce mezi IED od ABB a Siemens, popis konfigurace bude stručnější a věcnější.
- V další kapitole je nutné popsat prostředky a postupy pro konfiguraci IED od ABB.
- V poslední kapitole podrobně bude popsán podrobný postup konfigurace IED od ABB a Siemens pro posílání GOOSE zpráv, pomocí poznatků popsaných v kapitolách 3 a 4.

V této kapitole se seznámíme s ochranami SIPROTEC 7SA610 od společnosti Siemens AG, které jsou zkoumanými IED v tomto projektu. Hlavním úkolem je prohloubit si znalosti v problematice konfigurování a komunikace těchto ochran podle IEC 61850. Toto se provede v rámci této kapitoly, ve kterém bude vytvořen komunikační kanál mezi dvěma ochranami, a bude poslána GOOSE zpráva z jedné ochrany do druhé.

3.1 Distanční ochrana SIPROTEC 7SA610

Digitální distanční ochrana 7SA610 patří do řady ochran SIPROTEC 4 od firmy Siemens. Přístroj je vybaven výkonným mikroprocesorovým systémem, co zabezpečuje úplné digitální zpracování všech funkcí v ochraně, od zachycení měřených veličin do výstupních povelů k výkonovým vypínačům a ostatním prostředkům rozvodny. [6] Přehled o funkcích a funkčních částech ochrany lze najít v [1] [7], detailní popis a manuál je v [6].

Ochrany od společnosti Siemens lze rozeznat podle MLFB kódu (podobný „order codu“), což popisuje vlastnosti a vybavení ochrany. ÚEEN má k dispozici dvě technicky identické ochrany s následujícím MLFB kódem (viz Obr. 3–1).



Obr. 3–1 MLFB kód ochran 7SA610, které jsou k dispozici

Na Obr. 3–1 v levé horní části lze vidět štítek na ochraně, s příslušným MLFB kódem:

7SA6101-5AB91-7PR4

a MLFB rozšířením: **L0S**. Z tohoto kódu lze vyčíst údaje o nastavení přístrojových transformátorů proudu, možnostech napájení, binárních vstupech/výstupech, jazykovém a regionálním nastavení, komunikačních portech a o některých důležitých funkcích ochrany. Pro náš úkol je důležitý **Port B** a rozšíření **L0S**.

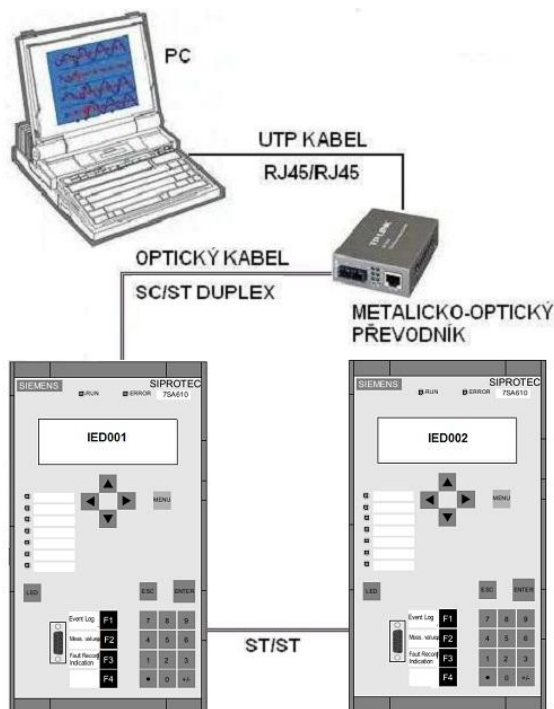
Definování ochrany pro další konfiguraci se provede s MFLB kódem, v počítačovém programu DIGSI, který je určen pro nastavení ochrany právě od společnosti Siemens. Tento software obsahuje konfigurátor IED, i konfigurátor systému.

Pro funkční komunikaci je nezbytné, aby ochrany byly přesně nadefinovány.

3.1.1 Komunikace ochrany SIPROTEC 7SA610 podle IEC 61850

V této práci je důležité věnovat pozornost ke komunikačním schopnostem a vlastnostem ochrany podle IEC 61850. Jak ukazuje i MLFB, tato ochrana je vybavena dvoukanálovým komunikačním modulem **EN 100** pro komunikaci podle IEC 61850. Součástí modulu je integrovaný switch (přepínač), který v praxi umožňuje vysokou variabilitu připojení ochrany při jejich použití v redundantních komunikačních sítích.

Ochrany, které jsou k dispozici, jsou vybaveny komunikačním modulem EN 100, který má optické konektory ST, dva pro oba kanály, jak je to vidět i na Obr. 3–18, na straně 33. Každý konektor v každém kanálu slouží pro přenos dat v jednom směru. Komunikační modul EN 100 může být vybaven i metalickými konektory RJ45. Toto řešení je optimální pro přenos dat přes metalický STP kabel do malých vzdáleností (100metrů), co by při práci v laboratoři bylo postačující. S tím, že k dispozici jsou ochrany s optickými konektory, je situace zkomplikována. Když chceme připojit ochrany k počítači s konektorem RJ45, musíme použít opticko-metalický převodník (viz. schéma zapojení: Obr. 3–2).



Obr. 3–2 Schéma zapojení topologie podle [1]

3.2 Projekt komunikace ochrany podle IEC 61850

V této praktické části budou použity dvě ochrany SIPROTEC 7SA610. Cílem je, aby mezi ochranami fungovala komunikace podle IEC 61850, a aby výsledky byly snadně interpretovatelné. Tomu se nadefinuje GOOSE zpráva, která bude pracovat následovně (viz Obr. 3–3):

1. Stisknutím funkčního tlačítka F1 na předním panelu ochrany č.1(dále jen IED001) se rozsvítí LED dioda č.1 na předním panelu ochrany č.2 (dále jen IED002).
2. Stisknutím funkčního tlačítka F2 na předním panelu IED001 se LED dioda č.1 zhasne na předním panelu IED002.

Testovací GOOSE zpráva je typu „single point“. Jádrem této zprávy je 1 bit, může mít hodnotu „TRUE“ nebo „FALSE“ (1 nebo 0). Tuto zprávu je výhodné použít kvůli její jednoduchosti: Vysílání této zprávy můžeme indikovat i funkčním tlačítkem. To je výhodná skutečnost, protože k vygenerování GOOSE zprávy nepotřebujeme žádný jiný přístroj (např. sekundární tester).

3.2.1 Práce se softwarem DIGSI, vytvoření projektu

3.2.1.1 Instalace konfiguračního softwaru DIGSI

Práce začíná instalací počítačového programu DIGSI 4.83. Co se týče použití této verze softwaru, je velmi důležité se zmínit o některých věcech. Tato verze softwaru je kompatibilní s Windows XP nebo s dřívějšími verzemi operačního systému Windows. Práci na systémech Windows Vista/7 umožňuje novější verze DIGSI 4.84.

Důležité je zmínit se o práci s DIGSI 4.83 na systému Windows 7 s instalovaným virtuálním systémem. Do Windows 7 se nainstaluje virtuální systém Windows XP (*xp mode*), ve kterém už může probíhat instalace programu DIGSI 4.83 bez větších problémů. To znamená, že veškerý engineering lze provést při takové konfiguraci bez problému.

Dalším problematickým záležitostí při instalaci může být, když na daný operační systém v počítači nainstalujeme DIGSI vícekrát (Install→Uninstall→Install→atd.). Tudíž po odinstalování DIGSI z počítače, mohou zůstat uloženy soubory „STEP7“. Pak se při opětovné instalaci může objevit chybová hláška: Instalaci nelze provádět, kvůli souborům STEP7, které jsou v systému. V tomto případě je nutné tyto soubory vyhledat v systému a vymazat je. STEP7 soubory mohou zůstat i tzv. „Registry souborech“. Tyto soubory je možné vyhledat pomocí Windows Commanderu se zadáním příkazu „regedit“.



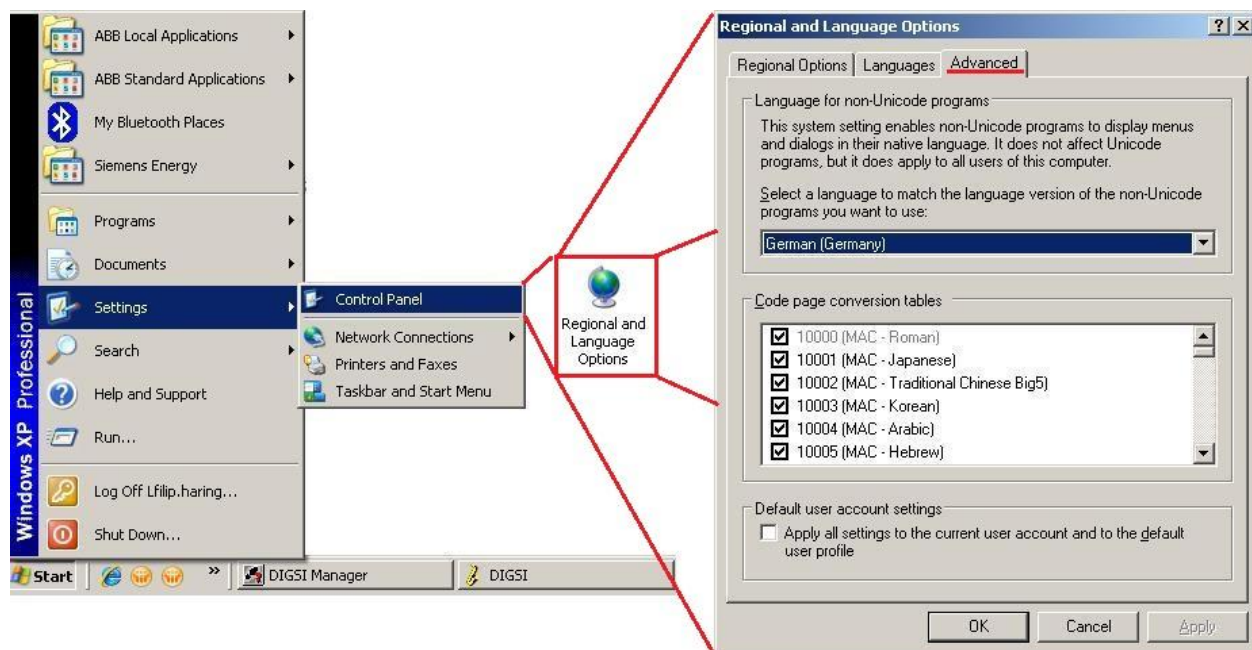
Obr. 3–3 Působení ochrany po jejich nastavení podle bodu 1. a 2.

Po úspěšné instalaci se musí otevřít **DIGSI Manager**. Zde je za potřeby buď vytvořit, nebo otevřít projekt. Při vytvoření projektu je nutné si uvědomit, že jazykové a regionální nastavení počítače velice ovlivňuje použitelnost projektu. Například, když projekt byl otevřen s regionálním nastavením „Němčina (Německo)“, tak tento projekt na jiných počítačích lze otevřít podobným nastavením. Při otevření projektu DIGSI upozorňuje uživatele na tuto záležitost. Navzdory tomu, že tento problém lze vyřešit změnou regionálního nastavení (viz. Obr. 3–4), značně může komplikovat práci s projektem.

3.2.1.2 Vytvoření projektu, nadefinování ochrany

V DIGSI Manageru byl vytvořen projekt s názvem 7SA610_de. Pro účely projektu bylo nutno nadefinovat pro obě ochrany (IED001 V4.7 a IED002 V4.7) tzv. „**System Configurator**“ (sys_config) jak je to uvedeno na Obr. 3–5. Ochrany lze nadefinovat pouze tehdy, když je nainstalovaný na počítač ovladače tzv. „*connectivity package*“ nebo-li „*p-set*“ k příslušné ochraně. K ochranám 7SA6xx byla nainstalována verze v.4.7.

Nadefinování samotné ochrany, která je k dispozici, probíhá následujícím způsobem: „Insert → New Object → SIPROTEC Device“. Otevře se katalog zařízení (tzv. „*Device Catalog*“), která obsahuje ty přístroje, které mají nainstalovanou alespoň jednu verzi ovladače. Vybere se požadovaná ochrana, s daným p-setem, a vyskočí okénko, kde se musí zadat MLFB kód ochrany, jak je uvedeno na Obr. 3–1.



Obr. 3–4 Regionální a jazyková nastavení v Panelu Nástrojů Windowsu



Obr. 3–5 Ochrany a „System Configurator“ v DIGSI Manageru

Konfiguratér Systému (sys_config), je modul v programu, pro definování komunikačních aplikací v rozvodně, a se přidává do projektu kliknutím pravým tlačítkem a „Insert → New IEC 61850 station“.

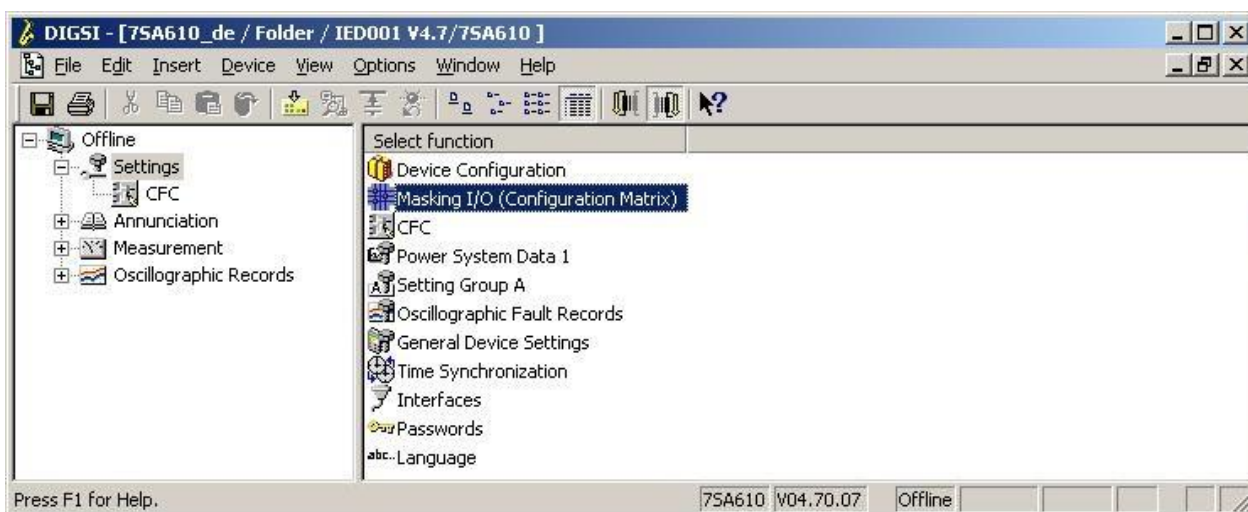
3.2.2 Konfigurace ochrany IED001

Tato ochrana v projektu figuruje jako odesílatel GOOSE zprávy. Proto se zde definuje vznik signálu. V praxi se konfigurace ochrany dělá v režimu offline, jeví se tedy vhodné zvolit tento přístup i v tomto projektu. Dvojitým kliknutím na **IED001** v DIGSI Manageru (na Obr. 3–5) se objeví okénko na režim konfigurace. Zde se volí režim **Offline**. Otevře se DIGSI-okno s nastaveními ochrany (viz. Obr. 3–6). Zde se volí otevření „Settings → **Masking I/O** (Configuration Matrix)“. Tato matice obsahuje nastavení jednotlivých funkcí, která jsou závislá na určitých vstupních hodnotách, respektive generují data pro výstup. Zde se zvolí typ dat, jejich pramen, a destinace.

3.2.2.1 Práce v konfiguračním matrixu IED001

Zde bude nadefinována skupina dat pro GOOSE zprávu.

- Skupinu se dá vytvořit kliknutím na již existující skupinu, výběrem „Insert Group“ → „in front...“ resp. „Insert Group“ → „after“.
- Zde se volí, jestli novou skupinu položíme před nebo za skupinu, na kterou se kliklo. Ve skupině vznikla informace LED ON pro zapnutí LED diod na předním panelu obou ochran. Jejím zdrojem je impuls od funkčního tlačítka F1 („Source“ → „F“ → „I“), a cílem CFC schéma („Destination“ → „C“ → „X“) se kterým se zabývá další část této podkapitoly (3.2.2).
- Kliknutí pravým tlačítkem na skupinu TestSignal: „Annunciations“ → „Tagging“ → „Internal ON/OFF (IntSP)“ Informaci LED OFF lze vytvořit podle stejné logiky.
- Informace TestSignal je potřebná pro zaslání GOOSE zprávy. Zdrojové informace sbírá z CFC, a provádí akci s LED diodou č.1: „Annunciations“ → „Single Point“ → „Open/Close (IntSP)“. Samotné nastavení je vidět na Obr. 3–7.

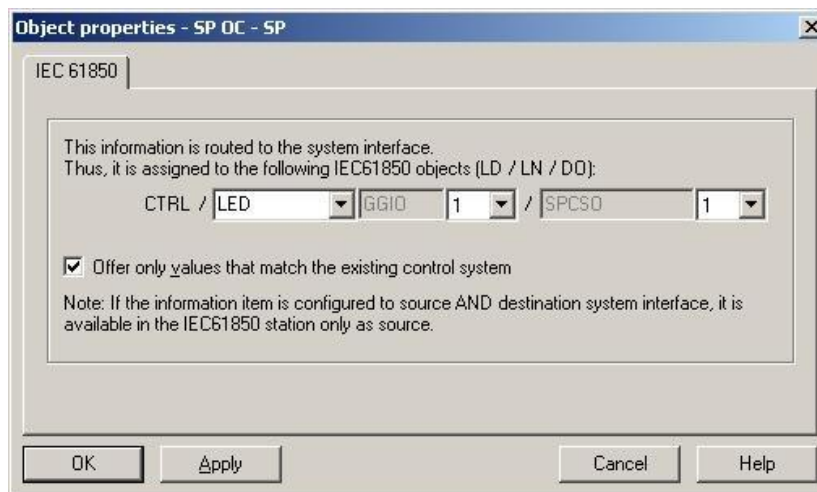


Obr. 3–6 Mapa nastavení ochrany IED001

DIGSI - [Settings - Masking I/O (Configuration Matrix) - 7SA610_de / Folder / IED001 V4.7/7SA610]																																				
File Edit Insert Device View Options Window Help																																				
Indications and commands only No filter																																				
Information					Source					Destination																										
Number		Display text	Long text	Type	BI					F	S	C	BO								LEDs								Buffer				S	X	C	CM
					1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	0	S	T						
EN100-Modul 1	009.0100.01	Failure Modul	Failure EN100 Modul	IntSP																																
	009.0101.01	Fail Ch1	Failure EN100 Link Channel 1 (Ch1)	IntSP																																
	009.0102.01	Fail Ch2	Failure EN100 Link Channel 2 (Ch2)	IntSP																																
TestLed		LED ON	Internal ON/OFF (IntSP)	IntSP						1																										
		LED OFF	Internal ON/OFF (IntSP)	IntSP						2																										
		TestSignal	Open/Close (SP)	SP								X																								
Testing	07325	CB1-TESTrip 0A	CB1-TEST TRIP command - Only Phase A	OUT																																
	07326	CB1-TESTrip 0B	CB1-TEST TRIP command - Only Phase B	OUT																																
Press F1 for Help.																																				
																																	NUM			

Obr. 3–7 Konfigurační matice I/O pro IED001, se skupinou TestLed

- Při nastavování **TestSignalu** se zvolí adresa dat, podle standardu IEC 61850, a to v objevujícím se okně při zadávání destinace. To se musí vyplnit tak, aby při zadávání komunikujících datových uzlů v „System Configuratoru“ bylo možno najít tento datový objekt. V tomto projektu je adresa destinace: **CTRL/LEDGGIO1** (logický uzel)/**SPCSO1(data)**. Viz. Obr. 3–8.



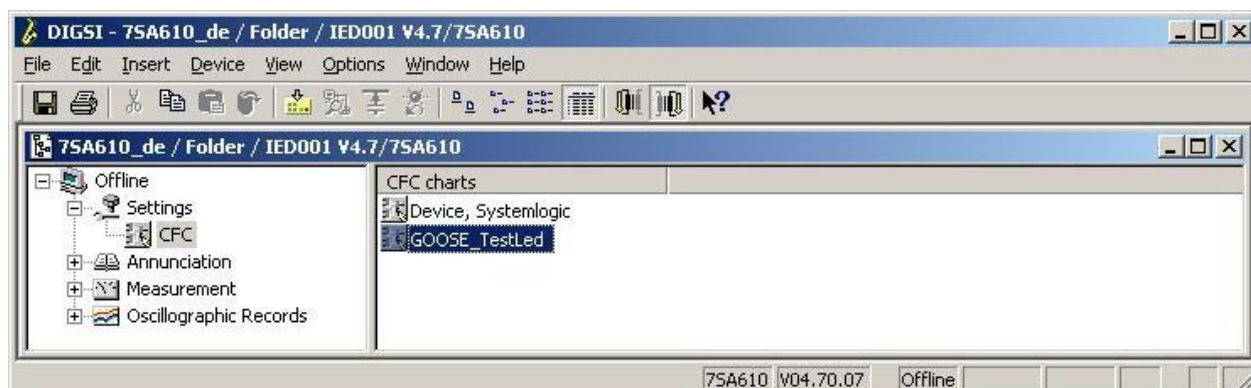
Obr. 3–8 Adresa data objektu pro odeslání GOOSE zprávy; informace je přesměrovaná do system interface

3.2.2.2 CFC schéma, nástroj pro vazby pomocí logických funkcí

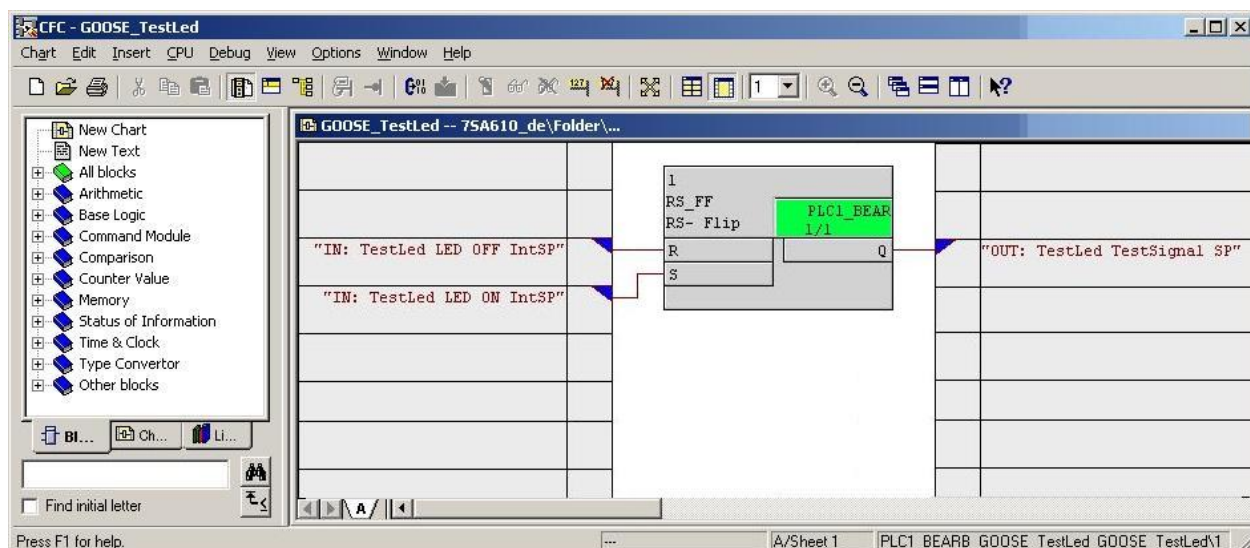
V dalším kroku se má vytvořit jednoduché CFC schéma, pro logickou proveditelnost zapínání/vypínání LED diody. Používáme jednoduchou funkci „RS-Reset/Set“. V nabídce dle Obr. 3–9 se to provede příkazem „Insert CFC Chart“. V tomto projektu toto schéma je pojmenované jako GOOSE_TestLed (viz Obr. 3–9).

- Po otevření schématu se vloží logický blok „**RS_FlipFlop**“ z adresáře („Memory → RS_FF“).
- Na vstupní straně je nutné vložit data LED ON a LED OFF, která byla vytvořena v matici I/O. LED ON se přivede na vstup **S**, jako „**SET**“, co znamená zapnutí diody č.1. LED OFF se přivede na vstup **R**, jako „**RESET**“. „RESET“ pošle diodu do základního stavu, tzn., že dioda zhasne.
- Na výstupní straně se vloží TestSignal (3. řádek z matice I/O), a spojí se s výstupem Q logického bloku. Pomocí logického bloku RS_FF se tedy logicky spojí funkce pro vyslání GOOSE zprávy se samotnými spínacími povely LED ON a LED OFF.

V DIGSI to lze vidět jako na Obr. 3–10.

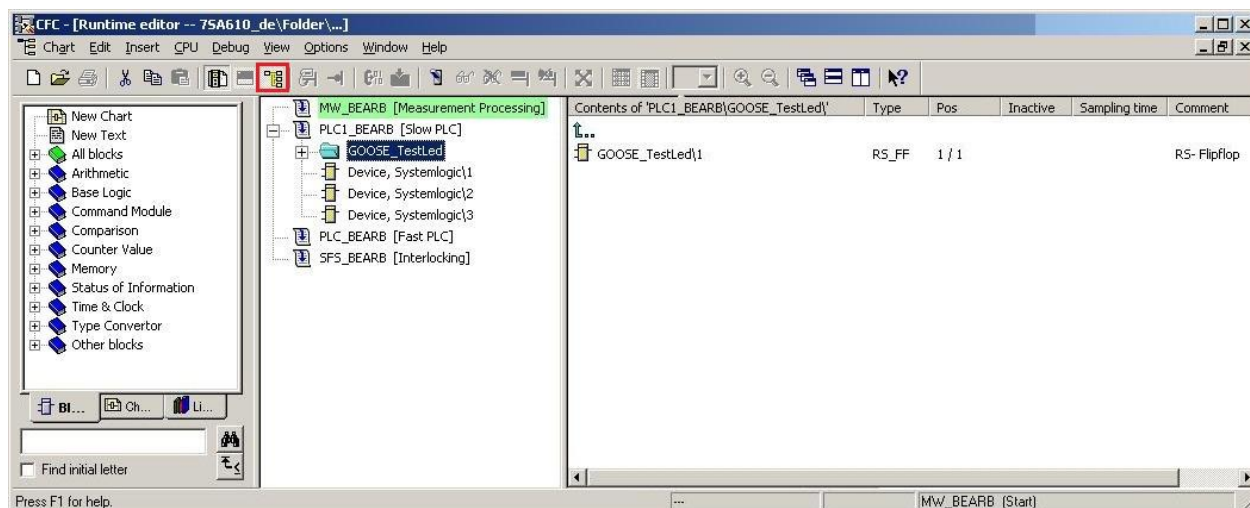


Obr. 3–9 „CFC Editor“ pro IED001, s vytvořenou CFC schéma GOOSE_TestLed



Obr. 3–10 CFC schéma GOOSE_TestLed

Tlačítkem „Run Sequence“ na liště okna se má otevřít „Runtime editor“ (viz Obr. 3–11), ve kterém se vytvořený signál přiřadí do správné sekvence – „Slow PLC“. Před uzavřením „CFC editoru“ lze schéma přeložit tlačítkem „Compile“.



Obr. 3–11 CFC - Runtime editor

3.2.3 Konfigurace ochrany IED002, jako přijímače GOOSE zprávy

Tato část projektu je velmi jednoduchá, časově nenáročná. IED002, jako přijímač potřebuje jenom informaci o vnějším objektu, který mu dá povel na zapnutí resp. vypnutí LED diody č.1. To znamená, že stačí v matici I/O zadat **TestSignal** z vnějšího zdroje.

Z „DIGSI manageru“ dostaneme k matici I/O ochrany IED002 stejným způsobem, jako u ochrany IED001. Stejným způsobem se založí skupina informací **TestLed**. V něm se má vytvořit proměnná **TestSignal** jako vnější povel na vypnutí: „Annunciations → Single point → external Singel Point Open/Close (ExSP)“. Nastavení je vidět na Obr. 3–12.

Pojmenování skupiny informací a proměnných je samozřejmě libovolné. Zde se volí identické názvy v I/O maticích ochrany jenom pro názornost.

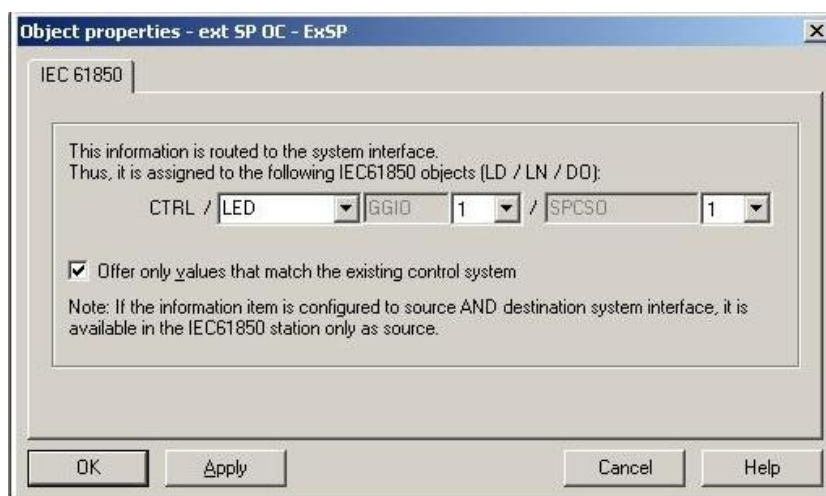
DIGSI - [Settings - Masking I/O (Configuration Matrix) - 7SA610_de / Folder / IED002 V4.7/7SA610]

File Edit Insert Device View Options Window Help

</

Obr. 3–12 Matice I/O pro IED002

Při nastavování přijímání **TestSignalu** se zvolí adresa dat v objevujícím se oknu při zadávání zdroje informace. To se musí vyplnit tak, aby při zadávání komunikujících datových uzlů v „System Configuratoru“ bylo možno najít tento datový objekt. V této ochraně je adresa zdroje: **CTRL/LEDGGIO1** (logický uzel)/**SPCSO1**(data). Viz Obr. 3–13.



Obr. 3–13 Adresa data objektu pro přijímání GOOSE zprávy; informace je braná ze system interfacu

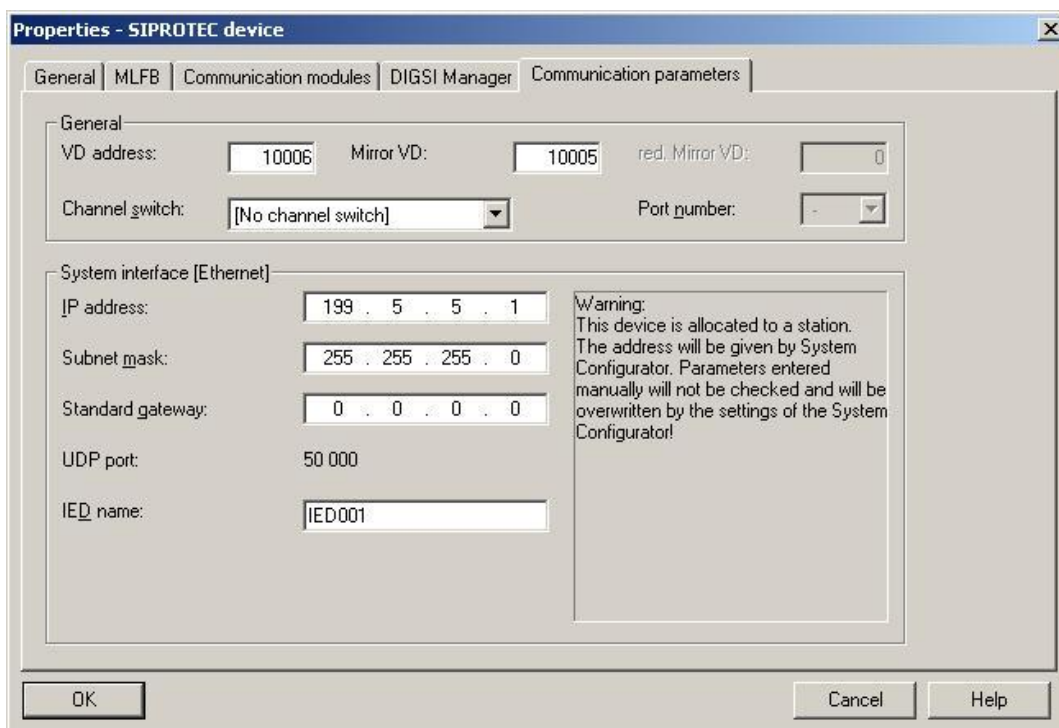
Zde je prostor pro popis struktury konfigurační I/O matice. V této matici jsou uspořádány všechny proměnné (resp. signály), používané logikou ochrany, do skupin. Pro každou proměnnou je určen v sekci „*Information*“ jeho identifikační číslo v memorii, jméno a typ. V sekci „*Source*“ je vidět, který interface je zdrojem informace, v sekci „*Destination*“ je pak zadán, který interface je výstupem informací.

V I/O matici lze najít velký počet informací. Protože v průběhu práce technik používá jenom málo z něj, je velice výhodná následující možnost: V menu v horní části, v položce „View“ lze velmi flexibilně zvolit, kolik informací chceme vidět.

3.2.4 Ochrany v DIGSI Manageru, jako komunikátory

Po nastavení logické části posílání testovací GOOSE zprávy, se budeme zabývat jejími komunikačními nastaveními. Zde se nastavuje adresa IP, maska podsítě, výchozí brána a identifikační jméno IED v síti. Identifikační jméno IED se zadává zvlášť a nemusí být identické s názvem ochrany v DIGSI Manageru.

Toto nastavení se provede kliknutím pravým tlačítkem na ochranu, v položce „**Object Properties**“. Tam se zvolí „**Communication parameters**“ jak je to vidět i na Obr. 3–14. Komunikační parametry ochran ukáže Tab. 3-1 na další straně.



Obr. 3–14 Nastavení komunikace u ochrany IED001

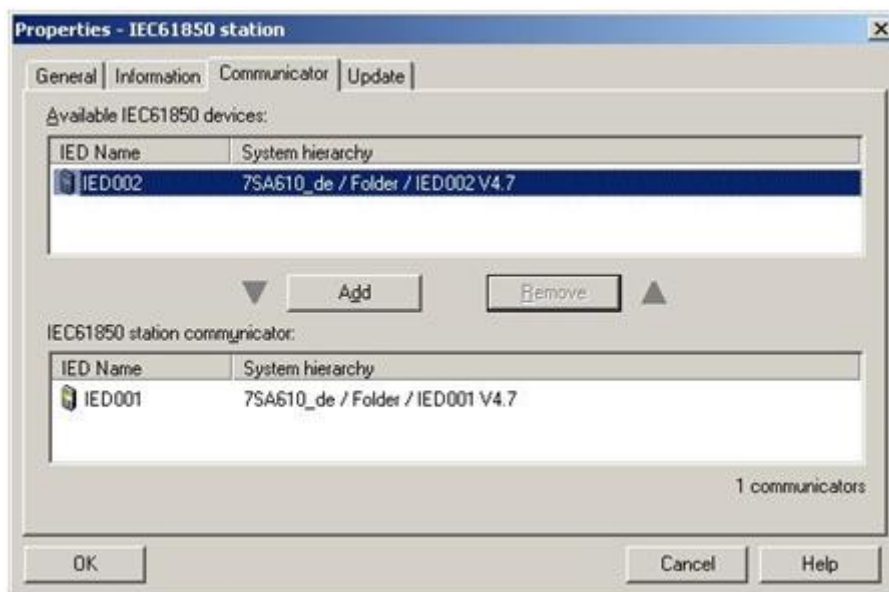
Tab. 3-1 Komunikační parametry ochrany

Id. jméno ochrany	IED001	IED002
Adresa IP	199.5.5.1	199.5.5.2
Maska podsítě	255.255.255.0	255.255.255.0
Výchozí brána	0.0.0.0	0.0.0.0

Zadání parametrů se potvrdí kliknutím tlačítka OK, jako ve všech aplikacích DIGSI. Nastavení ochrany IED002 se provede podobným způsobem.

3.2.5 Konfigurator systému

Jelikož komunikační parametry ochrany jsou zadány, je jisté, že je „System Configurator“ bude identifikovat jako komunikátory. Kliknutím pravým tlačítkem na „sys_config“ v položce „**Object Properties**“ se z lišty vybere „**Communicator**“ (viz Obr. 3–15). V prvním seznamu jsou **přístupné ochrany** v projektu IED001 a IED002. Do seznamu **komunikátorů stanice IEC61850** se přidávají kliknutím na ochranu a pak stisknutím tlačítka „**Add**“.



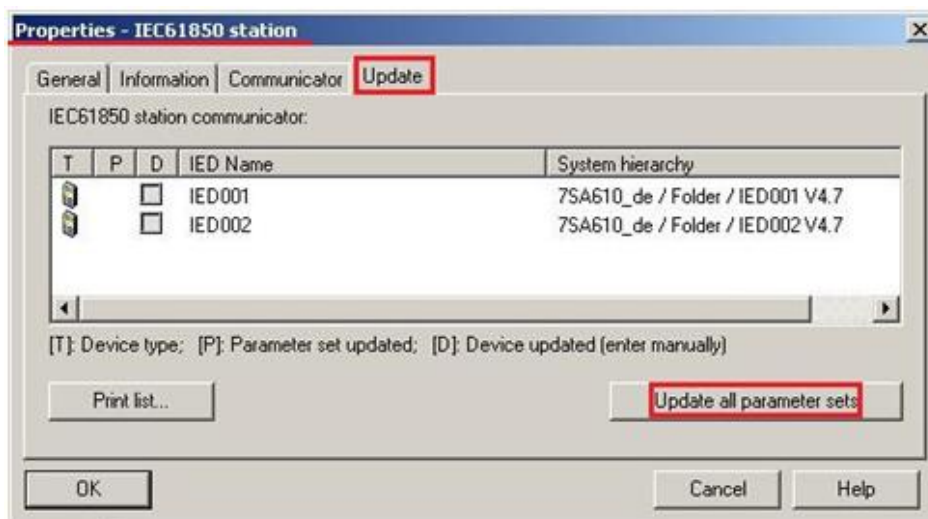
Obr. 3–15 Komunikátory stanice IEC61850 („sys-config“)

V dalším kroku se v „System Configuratoru“ nastaví tok dat. Výstupní data objekt z IED001 se nastaví jako zdroj a data objekt v IED002 čekající na vnější signál jako adresát (viz Příloha A – DIGSI System Configurator).

V „DIGSI Manageru“ dvojklikem na „sys_config“ se otevře již zmiňovaný „System Configurator“. Kliknutím na ikonu **Link** se zobrazí syntaxový strom obou ochrany jak v seznamu zdrojů („**Sources**“), tak v seznamu destinací („**Destinations**“).

Podle syntaxe, která byla použita při definování informací **TestSignal** v matici obou ochrany, lze v syntaxovém stromu najít tyto informace. Pak kliknutím na „**Add source**“ resp. „**Add target**“ se tyto informace přiřadí k sobě v okénku „**Interconnections**“, a vytvoří se logické spojení mezi data objekty IED001 a IED002. Zavřením „System Configuratoru“ se tento logický spoj uloží do projektu.

Kliknutím pravým tlačítkem na „sys_config“ v položce „Object Properties“ se v liště dá najít „**Update**“ → „**Update all parameter sets**“ (viz Obr. 3–16). Při změně prvků v „System Configuratoru“ je důležité provést aktualizaci „**parameter set**“ v komunikátorech, na tuto skutečnost upozorňuje i okénko v obrázku v „Příloha A – DIGSI System Configurator“.

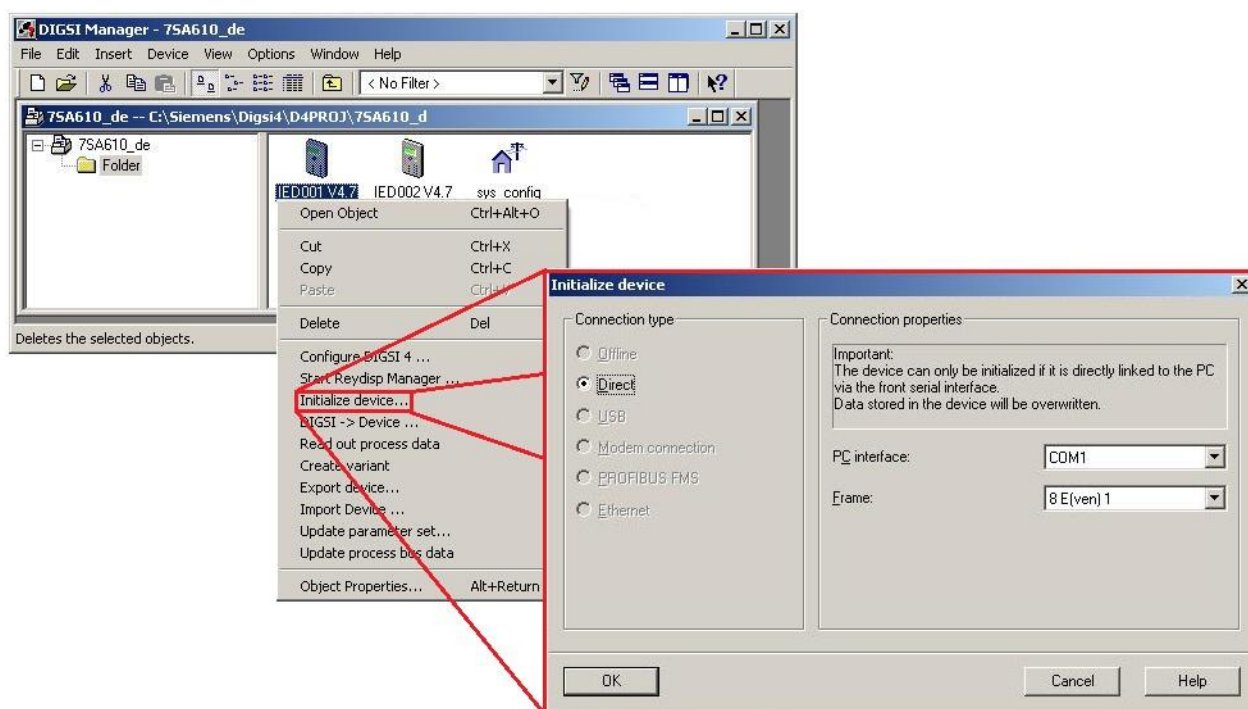


Obr. 3–16 Aktualizace „parameter setů“

3.2.6 Nahrávání nastavení do ochrany

Posledním krokem předchozí podkapitoly se ukončila logická konfigurace ochrany. Nezbyvá nic jiného, než nahrát nastavení do ochrany. Když se do ochrany nahraje konfigurace poprvé, tak je vhodné použít nástroj „Initialize“ (viz. Obr. 3–17). Tento nástroj lze najít kliknutím pravým tlačítkem na ochranu v „DIGSI Manageru“. Nahrávání se potvrzuje stisknutím tlačítka OK. Na začátku inicializace je nutné zadat šestimístné heslo, jehož tovární nastavení je 000000.

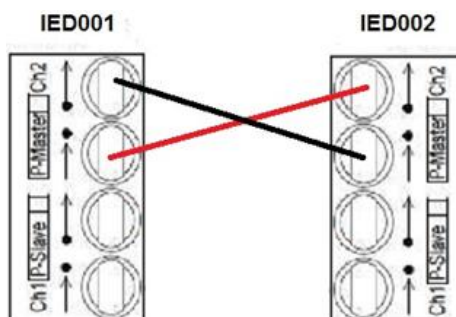
Na Obr. 3–17 lze taky vidět, že *inicializaci* ochrany lze provést pouze přes sériový port. Pro propojení předního panelu ochrany a počítače se musí používat speciální sériový kabel RS-232, který vyrobila společnost Siemens AG. Je dobré se taktéž zmínit o tom, že DIGSI umí používat ke komunikaci i takové sériové porty, které jsou vytvořeny s převodníky USB/COM. Je velmi důležité si dávat pozor, aby v DIGSI byl zadán pro komunikaci ten sériový port, přes který jsou počítač a ochrana propojeny.



Obr. 3–17 Inicializace ochrany

3.2.7 Zapojení úlohy

Hlavním úkolem v této části byl spojení ochrany IED001 a IED002 optickým kabelem. Ochrany se spojily (podle Obr. 3–18) s vícevidovým vláknem a konektory ST/ST a s poměrem jádra a izolace 50/125μm.

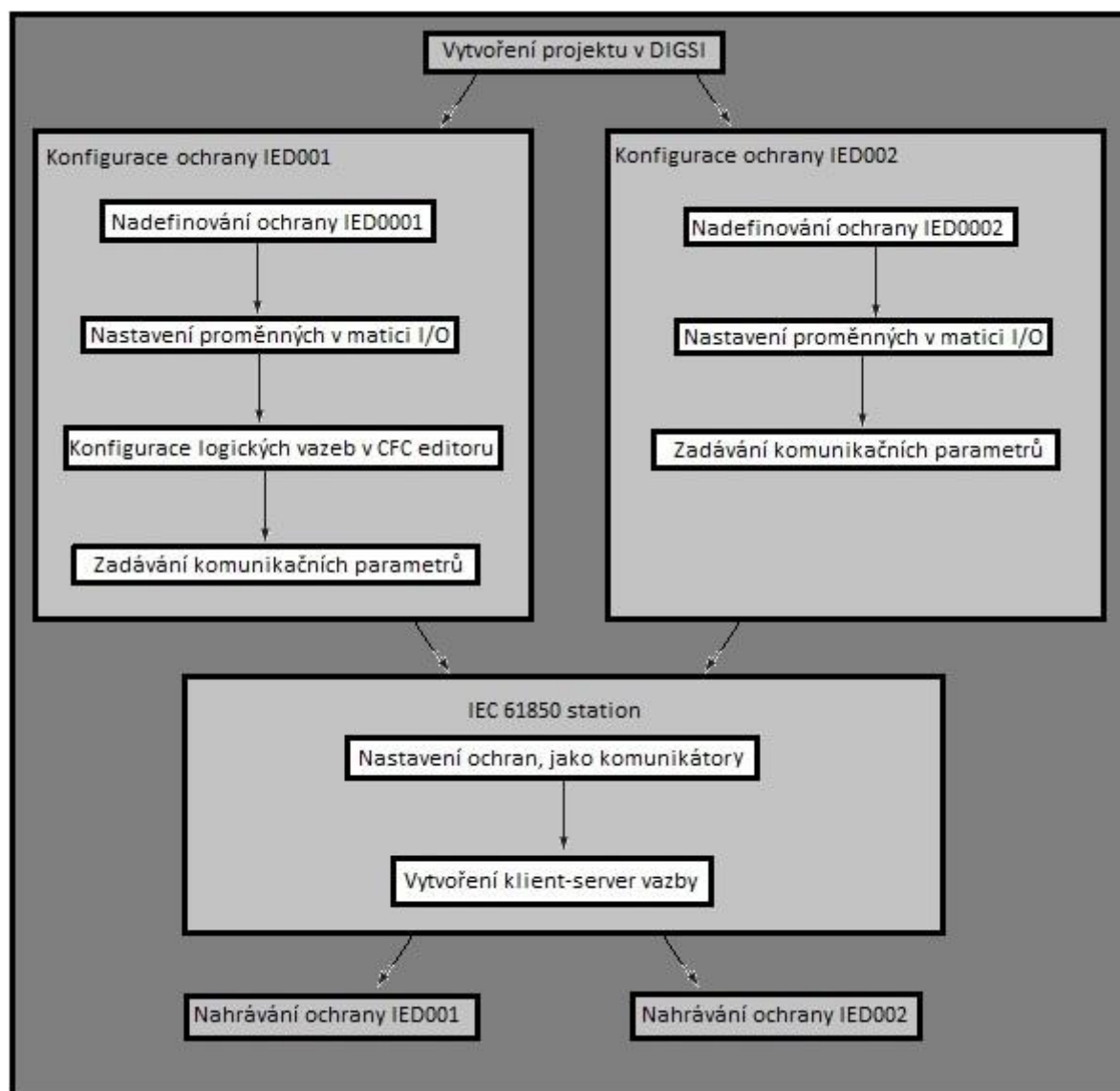


Obr. 3–18 Spojení komunikačních modulů EN 100

Tok informací v jednom vlákne je jednosměrný což je patrné z Obr. 3–18, tudíž se musí dodržovat křížení vláken. Dané vlákno vždy může spojovat pouze jednoho odesílatele s jedním příjemcem. V tom pomůže barevné označení vláken.

Tímto se mezi ochranami vytvořil komunikační kanál podle IEC 61850 i na fyzické úrovni. Funkčnost Přenosu GOOSE zprávy se úspěšně ověřilo.

3.2.8 Shrnutí a struktura konfiguračního postupu



Obr. 3–19 Konfigurační postup ochrany 7SA610 podle IEC61850.

Konfigurační proces pro vytváření komunikační sítě pro posílání GOOSE zpráv lze vidět na Obr. 3–19.

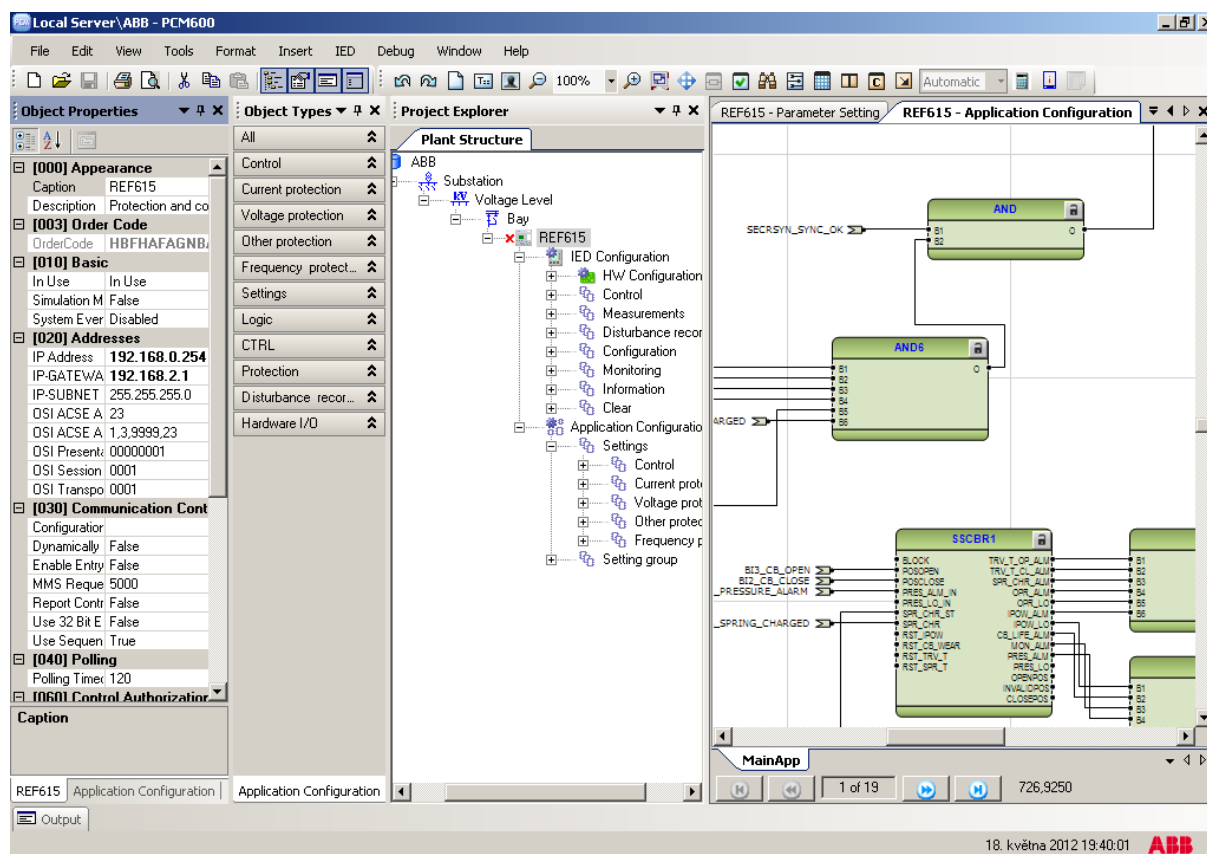
1. Vytvoření projektu v DIGSI 4.83
2. Konfigurace ochrany IED001:
 - nadefinování ochrany podle MLFB kódu
 - nastavení proměnných v I/O matici
 - vytvoření logických vazeb mezi proměnnými v CFC editoru
 - nastavení komunikačních a identifikačních parametrů (ip-konfig. a „IED name“)
3. Konfigurace ochrany IED002:
 - nadefinování ochrany podle MLFB kódu
 - nastavení proměnných v I/O matici
 - nastavení komunikačních a identifikačních parametrů (ip-konfig. a „IED name“)
4. Konfigurace komunikace podle GOOSE mezi IED001 a IED0002 v konfigurátoru systému („IEC61850 station“):
 - přidání ochrany do konfigurátoru systému, jako komunikátory
 - vytvoření klient-server vazby mezi ochrany
 - aktualizace „parameter set“ podle nových komunikačních nastavení
5. Nahrávání nastavení do ochrany

Z uvedeného pracovního postupu lze vidět hlavní zásady konfigurace IED od Siemens podle IEC61850. V konfiguračním procesu ochrany je potřebné zadávat funkční proměnné, resp. zapnout danou funkci ochrany. Pouze v případě spolupráce více proměnných, resp. funkcí je nutné otevřít CFC editor, který je nástroj pro vytvoření logických vazeb mezi proměnnými.

Konfigurační nástroje programu DIGSI 4.83, a jeho „user-friendly“ struktura umožňují využití potenciálu IEC 61850. Na druhé straně lze však narazit na nečekané problémy, například:

- omezení ve sdílení projektu (archivace souborů, regionální jazykové nastavení)
- nestabilní chod DIGSI, nečekané chybové hlášky o chybějících souborech
- potíže při připojení PC do ethernetové sítě IED
- potíže při připojení PC k IED přes sériový port

4 KONFIGURACE OCHRAN ABB RELION® RE_6XX PODLE IEC 61850, GOOSE [12] [13]



Obr. 4–1 Konfigurator IED PCM 600 2.4.1

Popis softwaru PCM600

Konfigurační nástroj PCM600 poskytuje všestranné funkcionality pro celý životní cyklus všech RELION® ochranných aplikací ve všech napěťových hladinách. Tento snadno ovladatelný nástroj poskytuje jednoduchý management ochranných a kontrolních vybavení, od konfiguračního nástroje, přes komunikační konfigurator, včetně reportu od poruchového zapisovače.

PCM600 komunikuje s IED alternativně přes přední komunikační port. PCM600 je schopný číst a zapsat konfigurační data a data nastavení jednoduchým příkazem.

Grafický aplikační konfigurator

Grafický aplikační konfigurator PCM600 nabízí nemálo způsobů vytváření, přizpůsobení a upravení aplikačních konfigurací, které lze uložit jako „template“, a lze je pozdě znova použít. Nástroj vizuálně napomáhá uživateli při vytváření konfigurací; barevnými indikacemi naznačuje korektní spojení mezi bloky pro ověření správného spojení vstupů a výstupů. Před nahráváním konfigurace do IED, software nabízí validace konfigurace, která zajistí, že konfigurace neobsahuje chyby.

„Signal matrix“

Grafický „signal matrix“ nástroj PCM600 umožňuje uživateli účinně pospojovat proudové a napěťové transformátory, binární vstupní a výstupní signály korektně v konfiguraci.

Celou konfiguraci lze upravit i v „*signal matrixu*“. Tento nástroj umožňuje pospojování jak LED svítidel, tak přepojení GOOSE komunikací mezi IED.

Grafický HMI editor

Grafický HMI editor se používá k nakonfigurování obrazovky IED. Grafická obrazovka se skládá z jedné nebo více stránek. Grafická obrazovka obsahuje oblast, kde je aktuální HMI konfigurace dělaná. HMI je konfigurován jednoduchým „*drag-and-drop*“ funkcí, kde symboly lze vybrat z knihovny s předdefinovanými symboly. Každý symbol má odpovídající znak podle ASCII nebo IEC symbolů.

„Parameter setting“

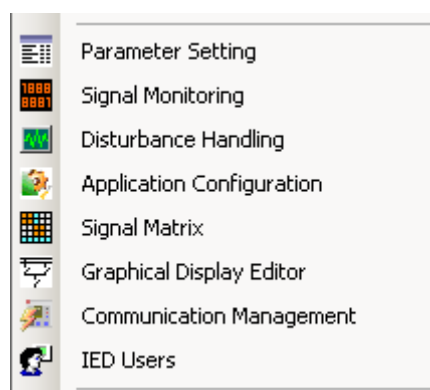
PCM600 umožňuje uživateli přímo si nahlédnout nastavení parametrů v offline režimu (uložené v PCM600), nebo v online režimu (uložené v PCM600 a v ochraně). Parametry lze číst a zapsat z IED do PCM600 a opačně. Funkce filtrování umožňuje přehlídnutí vybraných parametrů, vázající se k specifickým blokům. Navíc lze prohlédnout parametry jenom změněné, nebo všechny parametry. Změněné parametry v IED jsou očividně zvýrazněné.

„Signal monitoring“

Funkce monitoringu signálů poskytuje uživateli online informace o naměřených hodnotách, zobrazí stavy binárních vstupů a výstupů v IED.

Poruchový zapisovač

V IED je integrován poruchový zapisovač s 12 analogovými kanály a 64 kanály binárních signálů. Analogové kanály je možné nastavit buď pro záznam průběhů, nebo pro záznam trendů měřených proudů a měřeného napětí. Analogové kanály lze nastavit tak, že spouští funkci záznamu v okamžiku, kdy měřená hodnota klesne pod nastavenou hodnotu, případně překročí nastavenou hodnotu. Kanály binárních signálů je možné nastavit tak, že záznam spouští náběžnou hranou, sestupnou hranou nebo oběma hranami binárního signálu. Standardně jsou binární kanály nastaveny na záznam externích nebo interních signálů IED, například pro záznam popudových nebo vypínacích signálů jednotlivých stupňů funkcí IED nebo pro záznam externích blokovacích, případně ovládacích signálů. Záznam je možné spustit binárními signály IED, jako jsou například popudové nebo vypínací signály ochranných funkcí, případně externí ovládací signály IED implementované prostřednictvím binárních vstupů. Zaznamenané informace jsou uloženy v energeticky nezávislé paměti a tyto informace je možné načíst a použít při následné analýze poruchy.



Obr. 4–2 Možnosti konfiguraci

Zaznamenaná data

IED disponuje kapacitou pro uložení záznamů 32 posledních poruchových událostí. Tyto záznamy uživateli umožňují analyzovat události v energetickém systému. Každý záznam obsahuje hodnoty proudů a napětí, hodnoty úhlů, časové značky a další informace. Záznam poruchy je možné spustit popudovým signálem nebo vypínacím signálem bloku ochranné funkce, případně oběma uvedenými signály. K dispozici jsou různé režimy měření, včetně režimu „DFT“ (číslicově vypočtené základní složky signálu), režimu „RMS“ (měření efektivní hodnoty signálu) a režimu „Peak-to-peak“ (měření špičkové hodnoty signálu). Kromě toho je samostatně zaznamenávána hodnota maximálního odběru (spotřeby) s časovou značkou. Tyto záznamy jsou standardně uloženy v energeticky nezávislé paměti.

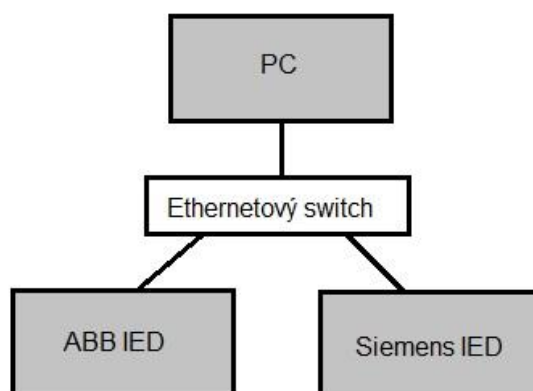
5 PROBLEMATIKA KOMUNIKACE PODLE IEC 61850 MEZI TERMINÁLY ABB A SIEMENS

Tato kapitola se zabývá konkrétním řešením spolupráce IED od uvedených výrobců. Bude konkretizováno, jaké požadavky musí splňovat naprogramovaná GOOSE aplikace a k tomu jaký základní koncept pracovního postupu slouží podle IEC 61850. Podle toho budou uvedeny konkrétní návrhy jak tento koncept pracovního postupu použít, popřípadě vylepšit. Postup, ve kterém došlo k přijímání GOOSE zprávy od ochrany, od společnosti Siemens bude rozebrán do detailu. V poslední části kapitoly bude uveden, jak tento funkční postup byl testován, a jaké rozlišenosti jsou v použití IEC61850 u IED od ABB a Siemens

5.1 Deklarace požadavků, zadání projektu

Cílem této kapitoly je ověřit funkčnost posílání GOOSE zpráv mezi ABB a Siemens ochranami. Aby se toho docílilo, je vhodné zvolit obecný signál, který není vázán na funkci rozvodny. Podobně, jako v Kapitole 3, bylo by vhodné zvolit jednoduchý SINGLE POINT signál, který přenáší jeden bit (2 stavy: „true“ nebo „false“).

K realizaci je nutné spojit dvě zkoumané ochrany síťovým kabelem (UTP, STP). Kvůli tomu, že jsou k dispozici softwarové prostředky, které umožňují zkoumání provozu dat mezi ochranami, je žádoucí vytvořit komunikační síť dvou ochran a počítače v hvězdicovém zapojení (viz Obr. 5–1)



Obr. 5–1 Principiální schéma zapojení úlohy

5.1.1 Hardwarové a softwarové prostředky

Tab. 5-1 Hardwarové a softwarové prostředky

Typ		Přístroj	Poznámky
Hardware	Ochrany	Relion® REF615	ABB IED
		Siprotec 7SA610	Siemens IED
	Ostatní hardware	PC	
		ethernetový switch	výrobce: Rugged.com
		opticko-metalický převodník TP-Link	
		optické a metalické ethernetové kabely	
Software		PCM600 2.4.1	Konfigurační ABB IED
		DIGSI 4.83	Konfigurační Siemens IED
		IET600 5.1.15	IEC 61850 konfigurační ABB
		ITT Explorer	IEC 61850 síťový analyzátor

Na základě Obr. 5–1 lze tedy vytvořit konkrétní schéma zapojení, což je vidět na Obr. 5–2. Ze zapojení je vidět tok GOOSE zpráv, a kanál pro zkoumání provozu dat. IED od společnosti Siemens je připojen do komunikační sítě přes opticko-metalický převodník. Pro účely vzájemné komunikace (GOOSE), jsou ochrany propojeny přes zadní komunikační moduly.

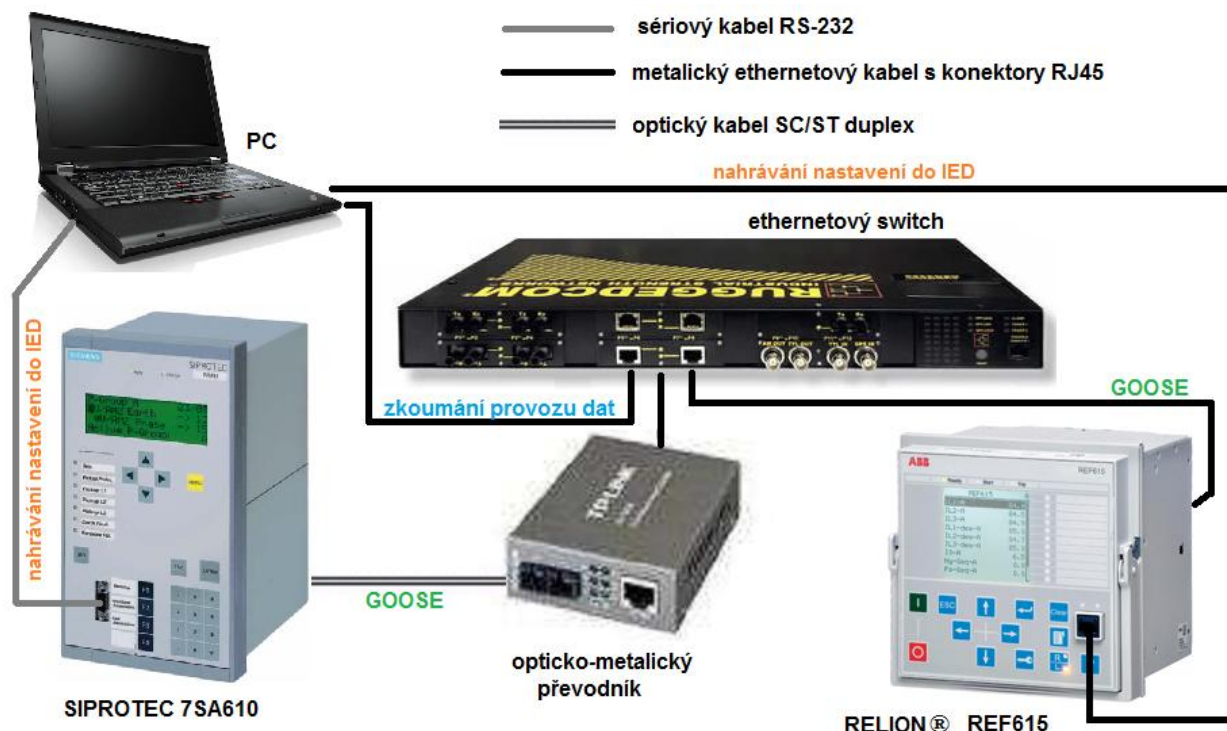
Pro nahrávání konfigurací do ochran jsou vytvořeny samostatné kanály (sériový kabel pro 7SA610, ethernetové rozhraní pro REF615), a počítač připojíme k předním panelům ochran.

Nahrávání ochrany REF615 lze uskutečnit přes všechny ethernetové porty („front port/rear port“).

Ve vytvořené sestavě všechny prvky jsou aktivní, takže potřebují napájení z vnějšího zdroje.

Tab. 5-2 Napájení prvků sestavy

Siprotec 7SA610	110V DC
Relion® REF610	
opt.-metal. Převodník	230V AC
switch	
PC	



Obr. 5–2 Zapojení úlohy

Po deklarování zapojení je nutné zadat i základní identifikační údaje pro ochrany v komunikační síti.

Tab. 5-3 Komunikační parametry ochran

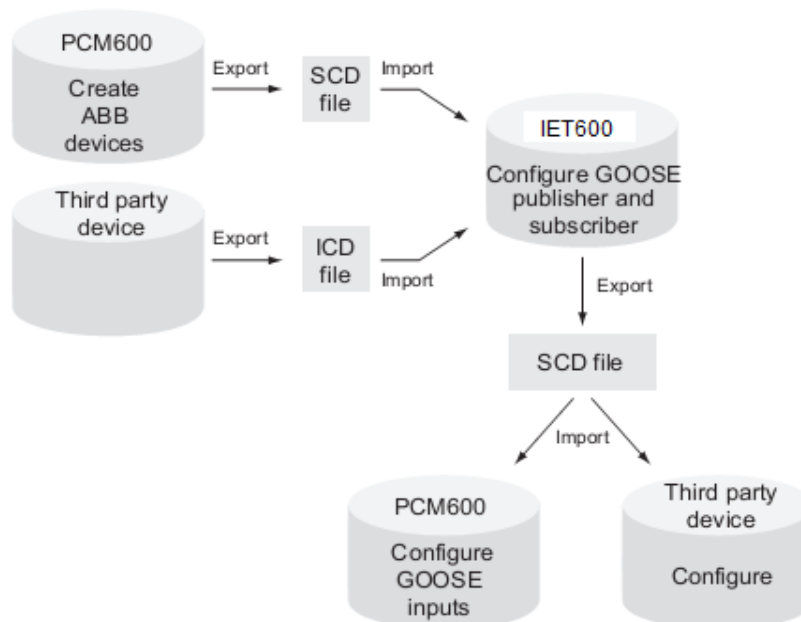
	IED	
	SIPROTEC 7SA610	RELION® REF615
IED Name/ Technical Key	SIE00011	ABB00012
IP adresa	199.255.255.11	199.255.255.12
Maska sítě	255.255.255.0	255.255.255.0
Výchozí brána	0.0.0.0	0.0.0.0

Identifikační názvy („IED Name/Technical Key“) ochran pro IEC 61850 byly zvoleny podle IP adresy s ohledem na to, že v PCM tento název musí mít aspoň 8 cifer. Používané IP adresy si lze jednoduše zapamatovat.

S tím, že jsou k dispozici všechny prostředky a je navržen, jak je budeme používat, lze přistoupit k návrhu pracovního postupu projektu.

5.2 Koncept ABB pro vytvoření GOOSE aplikace mezi ABB IED a ochrany od jiných výrobců[10]

Základní koncept ABB při konfigurování procesu lze vidět na Obr. 5–3.



Obr. 5–3 Konfigurační proces pro horizontální komunikaci podle [10]

- Základem jsou projekt v PCM600 a projekt u konkurenční ochrany, kde jsou nakonfigurovány logiky ochran.
- V prvním kroku se musí vyexportovat SCD-soubor z PCM, a ICD-soubory jednotlivých konkurenčních ochran.
- Tyto soubory jsou pak importovány do IET600, kde se nakonfigurují GOOSE zprávy mezi IED:
 - Jsou nadefinovány GOOSE datové soubory („datasety“) a následně řídící bloky GOOSE („GOOSE control bloks“).
 - Dále se nastavují klienti GOOSE, které budou přijímat zprávy
- Vygeneruje se SCD-soubor, který je importován zpátky do PCM600, a do konfiguratorů ostatních ochran, kde v posledním kroku se nastavují vstupy resp. výstupy GOOSE signálů.

Tento postup může sloužit pro programátora ochran jako „kompas“. Je však nezbytné, abychom pochopili, že při konfigurování se musí brát v úvaze hodně dalších faktorů a detailů.

5.2.1 Experiment pracovních postupů pro konfiguraci ochran ABB a Siemens

Tento projekt vychází z postupu kapitoly 5.2. [10]. Při experimentu, kdy přijímání GOOSE zprávy u ochran bylo neúspěšné, pracovní postup byl vylepšen.

Možnosti konfiguračních softwarů umožňují použití/importování/exportování různých typů SCL-souborů. Ukazuje se výrazný rozdíl ve výsledku, když v IEC61850 konfiguratoru (např. IET600) používáme SCD-soubor, na rozdíl od toho když používáme ICD-soubory, pomocí kterých je vygenerován SCD až na konci procesu, po přiřazení GOOSE klientů.

Použití různých konfiguračních softwarů umožňuje variabilitu v konfiguraci na úrovni komunikace (GOOSE). To znamená, že pro jeden úkol máme k dispozici víc softwarů, které splňují požadavky pro řešení daného problému. Konkrétním příkladem jsou „DIGSI System Configurator“ („IEC 61850 station“) a IET600. Oba softwary jsou určeny pro nastavení klient-server vazeb GOOSE zpráv. Je nutné však dávat pozor na to, že tyto programy fungují na úplně odlišných principech. Je jasné, že výstupy z těchto softwarů budou odlišné, což otevře otázku kompatibility s ostatními prostředky:

Příklad: SCD soubor, který byl exportován z DIGSI konfigurator systému nemá smysl importovat do PCM600. V stávajícím projektu tudíž konfigurovatelné IED od ABB by bylo vyměněno za obecné IED, který slouží pouze jako doplňující model pro finalizaci vstupních GOOSE signálů.

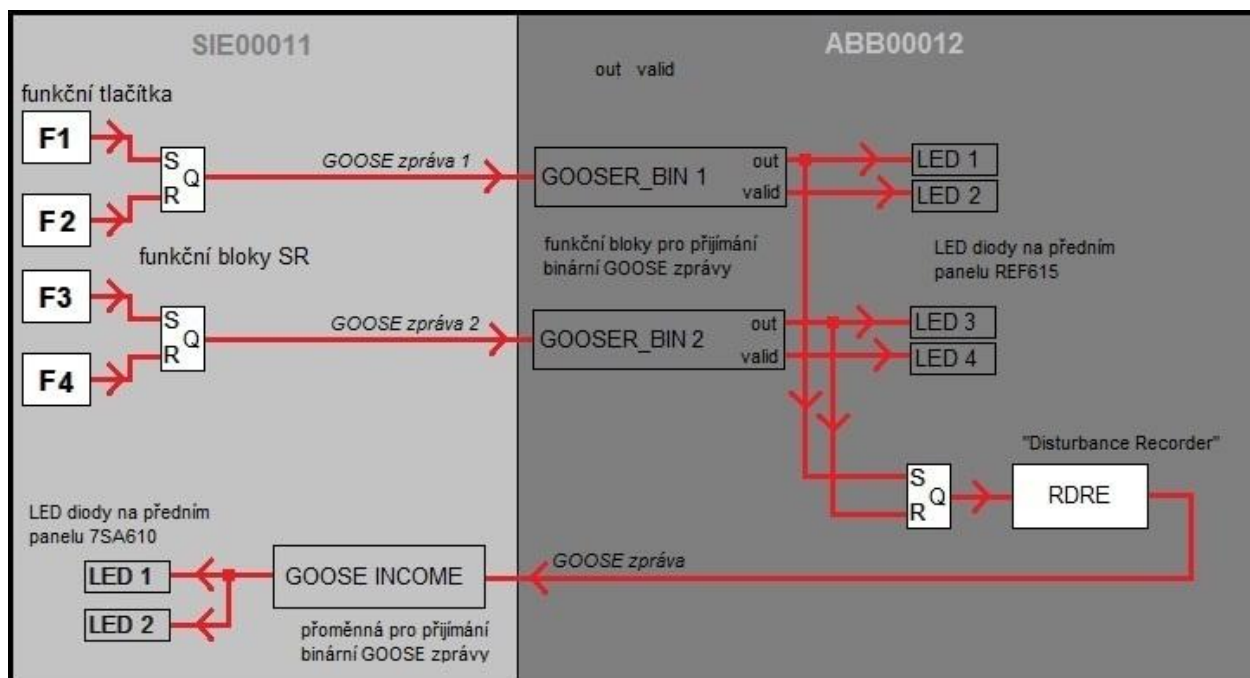
Taky se může stát, že některý software nedovolí importovat SCL soubor, který byl exportován ze softwaru konkurenční společnosti. Pokud dostaneme informaci o důvodu nekompatibility, tak lze tyto nedostatky v SCL-souboru doplnit pomocí textového editoru.

Po výkladu o možnostech, jak zasáhnout do procesu konfigurování, je vhodné uvést pracovní postup, který vedl k úspěchu. To znamená, že přenos GOOSE zpráv byl funkční.

5.3 Pracovní postup k dosažení funkční GOOSE aplikace

Konfigurační proces lze rozdělit na dvě části. První část je konfigurace **logiky** IED, kde jsou nastaveny logické vazby mezi proměnnými ochran, a způsob vytváření GOOSE zpráv. Druhá část je konfigurace **komunikace**. V této části je nakonfigurovaná komunikace mezi IED, a je nastaveno přijímání GOOSE zpráv od druhé IED. Podle toho, jestli je konfigurována logika nebo komunikace, bude na konci dané podkapitoly uvedeno odpovídající číslo: **logika (1)**, **komunikace (2)**. Toto značení umožňuje snadnější orientaci v této kapitole.

5.3.1 Funkce testovací GOOSE aplikace



Obr. 5–4 Testovací GOOSE aplikace

Na Obr. 5–4 lze vidět, na jakém principu bude řešen posílání a příjem GOOSE zpráv mezi ochranami. Signalizace GOOSE zpráv bude probíhat stisknutím jednotlivých funkčních tlačítek na IED SIE00011 jak je to vidět v Tab. 5-4.

Tab. 5-4 Vliv funkčních tlačítek na LED diod

Funkční tlačítko	ABB00012				SIE00012	
	LED 1	LED 2	LED 3	LED 4	LED 1	LED 2
F1	rozsvítí	svítí	-	svítí	rozsvítí	rozsvítí
F2	zhasne	svítí	-	svítí	-	-
F3	-	svítí	rozsvítí	svítí	zhasne	zhasne
F4	-	svítí	zhasne	svítí	-	-

Testovací aplikace je založena na rozsvícení LED diod pomocí GOOSE zprávy přijaté od druhé ochrany. Tím, že k tlačítkům jsou přiřazené funkční bloky „SET-RESET (RS)“, se stanou vypínacím resp. zapínacím tlačítkem pro dané LED diody.

Po deklarování přesné funkce GOOSE aplikace lze přestoupit ke konfiguračnímu procesu.

5.3.2 Práce v DIGSI (1)

1. V DIGSI se jako první **vytvoří projekt** (zde pod názvem 26_4_GOO na Obr. 5–5), **pak se nadefinuje ochrana** kliknutím levého tlačítka ve složce („Folder“) projektu podle Obr. 3–1:

- „Insert new device“ → „SIPROTEC 4 Device“ → 7SA610 → V4.7
- Zadání MLFB kódu



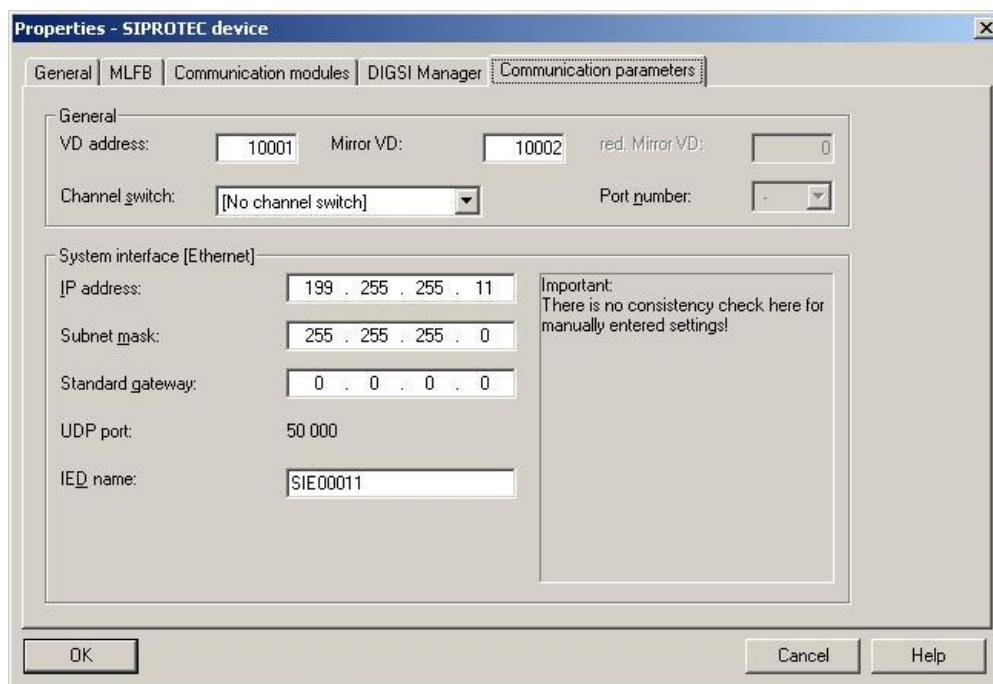
Obr. 5–5 Nadefinované IED v „Digs manager“

V následujícím kroku se nastavují komunikační a identifikační parametry Siemens IED dle Tab. 5-3, jak je to vidět na Obr. 5–6.

- Kliknutí levým tlačítkem na IED → „Object properties“ → „Communication“

V této fázi pracovního postupu komunikační parametry nehrají významnou roli. Pro další potřeby bude exportován ICD-soubor, který neobsahuje komunikační parametry (ale „IED name“ ano).

Při zálohování se však vyzdvihuje význam nadefinovaných komunikačních parametrů (IP adresa a spol.) ochrany. Při znovu načtení projektu (v současném stavu) lze pak dobře vidět, o kterou ochranu se jedná v komunikační síti. Zvyšuje se přehlednost v práci.



Obr. 5–6 Komunikační parametry IED SIE00011 (SIPROTEC 7SA610)

2. V druhé části se postoupí ke konfiguraci logiky SIE00011, nejprve s dvojklikem na ochranu v „Digs manager“:

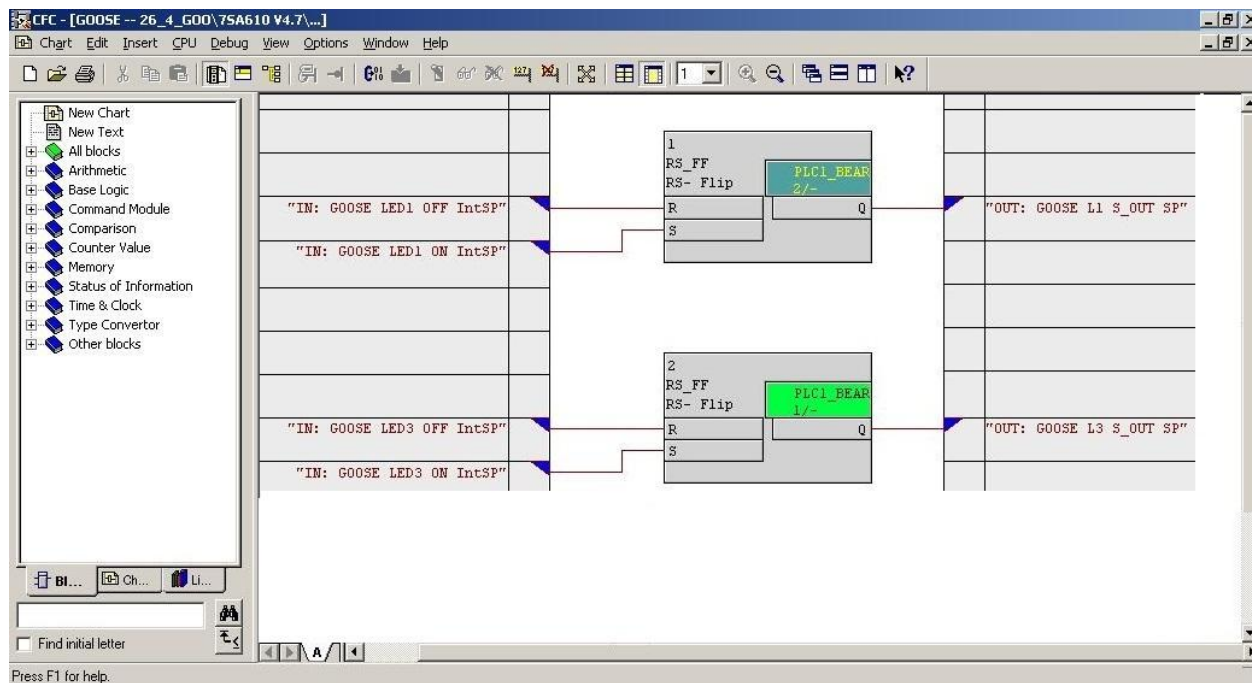
- Konfigurace „Offline“ → OK → Otevře se okno viz. Obr. 3–6 → Kliknutí na „Masking I/O (Configuration Matrix)“
- V konfigurační matici se provede nastavení logických proměnných, a jejich přiřazení k vstupnímu a výstupnímu rozhraní („interface“) podle Obr. 5–7. Konfigurace proběhne podobným způsobem, jak je to podrobně popsáno v kapitole 3.2.2.

Settings - Masking I/O (Configuration Matrix) - 26_4_G00 / Folder / 75A610 V4.7/75A610																																			
	Information				Source							Destination																							
	Number	Display text	L	Type	BI					F	S	C	BO								LEDs							Buffer			S	X	C	CM	
					1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	0	S	T					
Device					x					x	x																								
P.System Data 1																																			
Osc. Fault Rec.																																			
P.System Data 2						x	x		x						x	x																			
Dis. General																																			
Dis. Quadrl																																			
Back-Up O/C								x																											
Measurem.Superv																																			
Fault Locator																																			
ENT00-Modul 1																																			
GOOSE		LED1 ON		IntSP					1																										
		LED1 OFF		IntSP					2																										
		LED3 ON		IntSP					3																										
		LED3 OFF		IntSP					4																										
		L1 S_OUT		SP								x																							
		L3 S_OUT		SP								x																							
	SIGNAL IN		ExSP								x																								
Testing																																			
Cntrl Authority																																			
Control Device											x	x																							
Process Data																																			
Measurement																																			
Set Points(MV)												x																							
Energy																																			
Statistics																																			
Thresh-Switch																																			

Obr. 5–7 Nastavení proměnných v konfiguračním matrixu

- Signál „**LED 1 ON**“, typu „*internal single point*“ dostane hodnotu **1** stisknutím funkčního tlačítka F1. Tím blikne LED č.7 na SIE00011, jako kontrolka. Signál je vstupní signál v CFC schématu.
- Signál „**LED 1 OFF**“, typu „*internal single point*“ dostane hodnotu **1** stisknutím funkčního tlačítka F2. Tím blikne LED č.7 na SIE00011, jako kontrolka. Signál je vstupní signál v CFC schématu.
- Vstupní informace signálu „**L1 S_OUT**“, typu „*single point*“ je získán z CFC schématu, a vystupuje z ochrany přes systémové rozhraní jako GOOSE, tím pádem zadává jeho místo v datových objektech SIE00011 podobným způsobem, jak je to vidět na Obr. 3–8. Jeho adresa je: SIE00011/CTRL/LED1GGIO/SPCSO1
- Signál „**LED 3 ON**“, typu „*internal single point*“ dostane hodnotu **1** při stisknutí funkčního tlačítka F3. Tím blikne Led č.7 na SIE00011, jako kontrolka. Signál je vstupní signál v CFC schématu.
- Signál „**LED 3 OFF**“, typu „*internal single point*“ dostane hodnotu **1** při stisknutí funkčního tlačítka F4. Tím blikne Led č.7 na SIE00011, jako kontrolka. Signál je vstupní signál v CFC schématu.
- Vstupní informace signálu „**L3 S_OUT**“, typu „*single point*“ je získán z CFC schématu, a vystupuje z ochrany přes systémové rozhraní jako GOOSE, tím pádem zadává jeho místo v datových objektech SIE00011 podobným způsobem, jak je to vidět na Obr. 3–8. Jeho adresa je: SIE00011/CTRL/LED3GGIO/SPCSO1
- Signál „**SIGNAL IN**“, typu „*external single point*“, slouží k přijímání GOOSE ze systémového rozhraní, tím pádem se zadává jeho místo v datových objektech SIE00011 podobným způsobem, jak je to vidět na Obr. 3–8. Jeho adresa je: SIE00011/CTRL/INCOMEGGIO/SPCSO1.

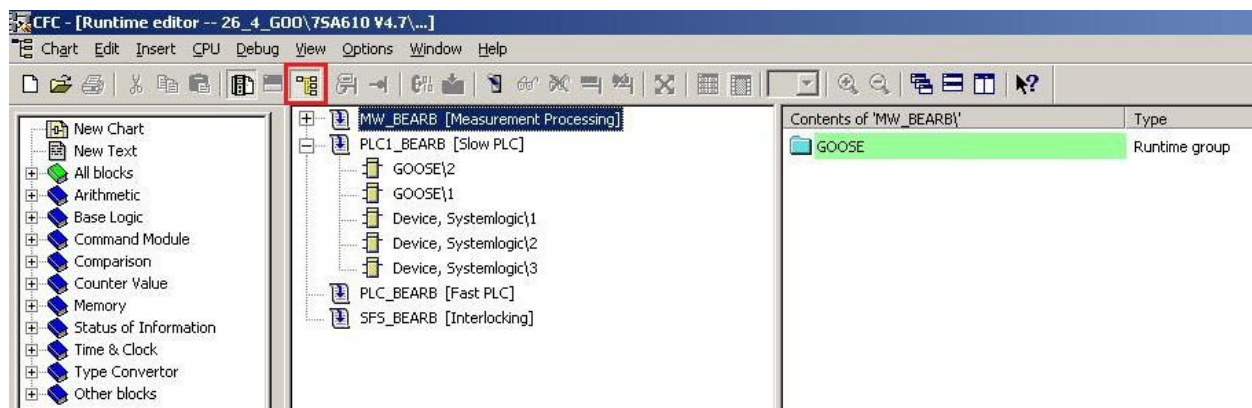
3. Výstupní signály lze změnit v grafickém konfiguratoru logiky „CFC Editor“ (Obr. 5–8). Obdobně jako v kapitole 3.2.2.2, sestrojí se logická vazba mezi funkčními tlačítky a vystupujícími signály SIE00011.



Obr. 5–8 Pospojování proměnných v „CFC editoru“

- Výstupní GOOSE signál „L1_S_OUT“ bude mít hodnotu 1 při impulsu z „LED 1 ON“: Indikace vstupu „Set“ funkčního bloku „RS_FF 1“.
- Výstupní GOOSE signál „L1_S_OUT“ bude mít hodnotu 0 při impulsu z „LED 1 OFF“: Indikace vstupu „Reset“ funkčního bloku „RS_FF 1“.
- Výstupní GOOSE signál „L3_S_OUT“ bude mít hodnotu 1 při impulsu z „LED 1 ON“: Indikace vstupu „Set“ funkčního bloku „RS_FF 2“.
- Výstupní GOOSE signál „L3_S_OUT“ bude mít hodnotu 0 při impulsu z „LED 1 OFF“: Indikace vstupu „Reset“ funkčního bloku „RS_FF 2“.

Tlačítkem „Runtime editor“ (v červeném rámečku na Obr. 5–9) se přepne současné okno do režimu, kde nové funkční bloky GOOSE aplikace (funkční RS-flipflop) budou přiřazeny do správné procesní sekvence „Slow PLC“, které slouží pro GOOSE zprávy.



Obr. 5–9 „Runtime editor“

Po ukončení práce v „runtime editoru“ lze zavřít „CFC Editor“ a následně celé konfigurační prostředí ochrany SIE00011, neboť změny jsou uloženy při zavírání konfigurátoru IED.

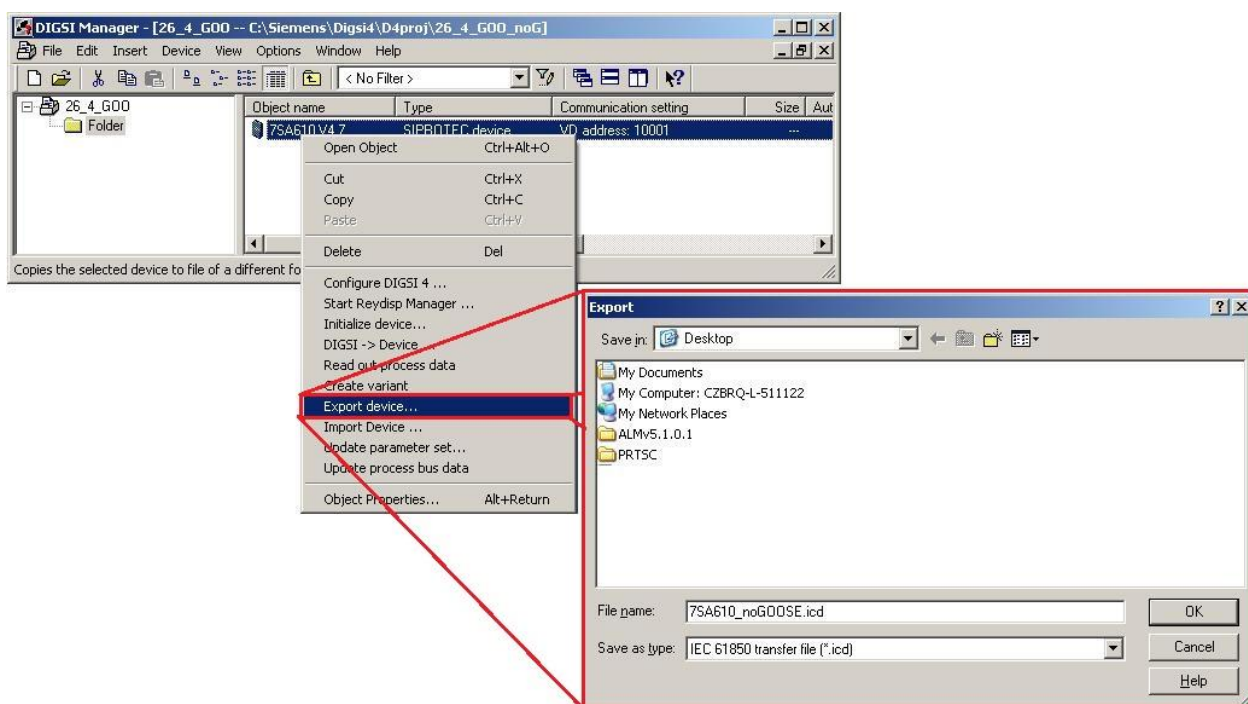
5.3.2.1 Exportování souborů a zálohování

Zálohování: Nejjednodušším způsobem je vyhledání složky projektu v Tento počítači: **C:/Siemens/Digsi4/D4proj.** Název složky je vygenerovaný z názvu projektu, takže je velmi podobný. Hledanou složku lze vykopírovat, a tím zálohovat. Tuto složku pak lze následně nakopírovat do **C:/Siemens/Digsi4/D4proj.**, a znovu otevřít.

Exportování: Pro další práci je nutné exportovat ICD-soubor ochrany SIE00011:

- Kliknutím levým tlačítkem na IED → „Export device“ → zvolíme *.icd.

Z hlediska přehlednosti v projektu je doporučený rozeznat SCL-soubory jejím pojmenováním podle toho, ve které fázi práce byly vygenerovány: nyní se ještě neřeší komunikace, proto dostal ICD-soubor koncovku „_noGOOSE“, viz. Obr. 5–10.



Obr. 5–10 Exportování SIE00011 do souboru 7SA610_noGOOSE.icd

5.3.3 Práce v PCM600 (1)

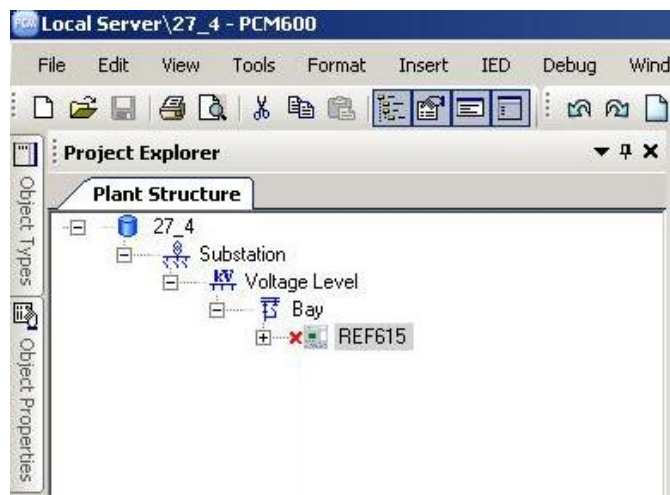
V této části práce se vytvoří projekt v PCM600 pro konfigurování ochrany ABB00012. Úkolem této podkapitoly je ukázat konfiguraci logiky ochrany ABB00012 pro testovací GOOSE aplikaci. Na konci podkapitoly bude ukázán, jaké soubory je potřeba vygenerovat pro další práci a pro zálohování.

1. V prvním kroku se vytvoří projekt s libovolným názvem, ve kterém je nutné definovat:

- **rozvodu:** Kliknutí levým tlačítkem na název projektu v sekci „Plant Structure“ → „Add new...“ → „Substation“
- **napětíovou hladinu:** Kliknutí levým tlačítkem na název rozvodny v sekci „Plant Structure“ → „Add new...“ → „Voltage level“

- **pole rozvodny:** Kliknutí levým tlačítkem na napěťovou hladinu v sekci „Plant Structure“ → „Add new...“ → „Bay“
- **IED:** Kliknutí levým tlačítkem na pole v sekci „Plant Structure“ → „Add new...“ → „Feeder IED“ → **REF615**

Strukturu projektu je vidět na Obr. 5–11



Obr. 5–11 Struktura projektu v PCM600

Při nadefinování IED vyskočí okno, kde se musí zadat:

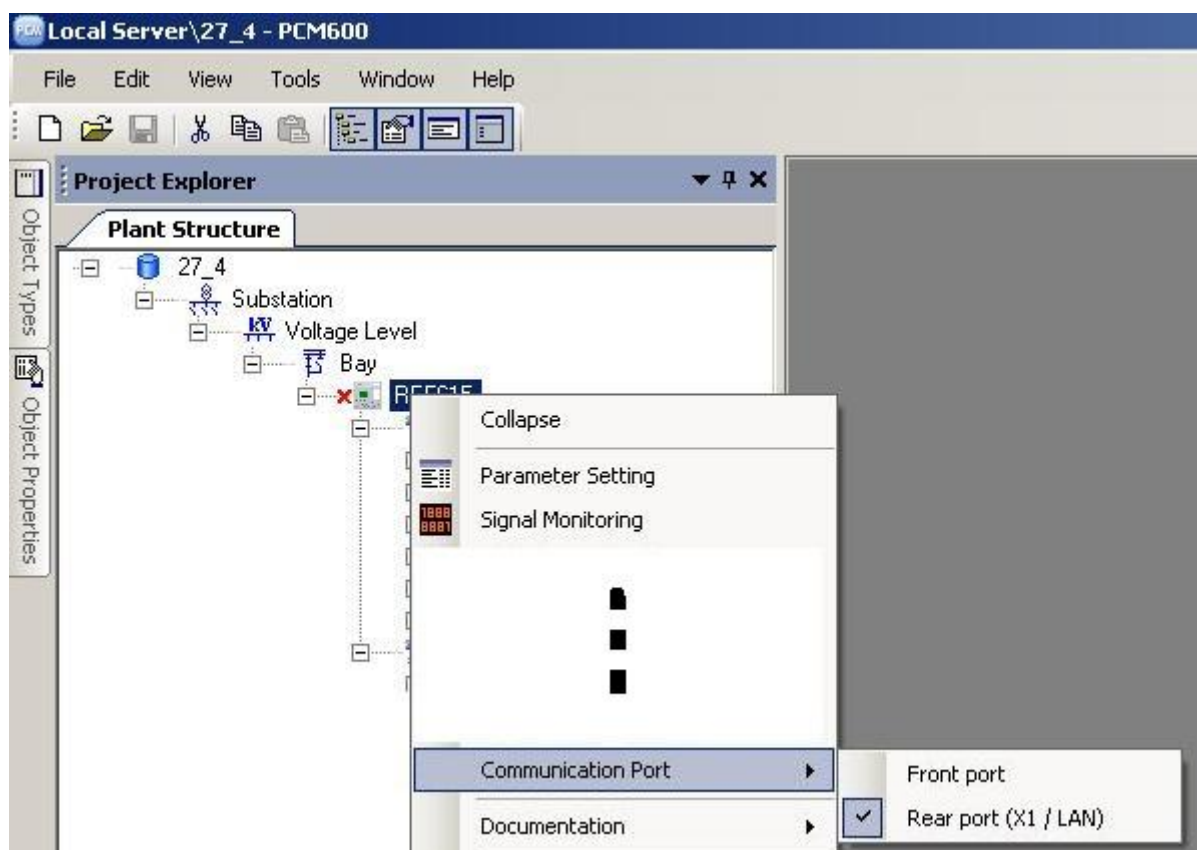
- Konfigurační port - přední
 - Způsob konfigurace - offline
 - Specifikace ochrany – order code (HBFHAEAGNCC3BAN1XD)
2. V následující části práce se věnuje pozornost k identifikačním a komunikačním údajům ochrany REF615. Z toho jako první, je nezbytné zkontrolovat resp. nastavit komunikační port, přes který bude ochrana ABB00012 propojena s ochranou SIE00011. U ochran REF615 je k tomu určen zadní port:

- Kliknutí levým tlačítkem na název IED (REF615) v sekci „Plant Structure“ → „Communication port“ → „Rear port (X1/LAN)“; viz. Obr. 5–12.

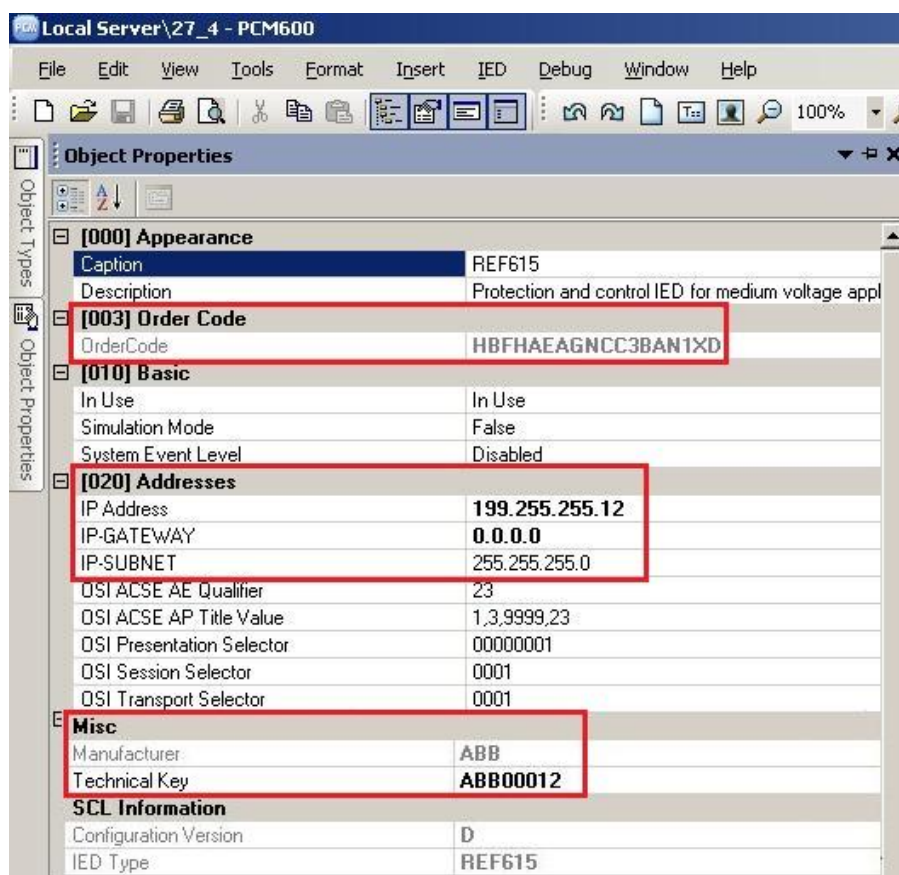
Dále se zabýváme se sekci „Object Properties“, kde v položce „REF615“ se dá změnit komunikační parametry podle Tab. 5-3 (viz Obr. 5–13).

V této fázi pracovního postupu komunikační parametry nehrají rozhodující roli. Pro další účely v postupu bude exportován ICD-soubor, který neobsahuje komunikační parametry.

Při zálohování se však vyzdvihuje význam nadefinovaných komunikačních parametrů (IP adresa a spol.) ochrany. Při případném znovu načtení projektu (v současném stavu) lze pak dobře vidět, o kterou ochranu se jedná v komunikační síti. Zvyšuje se přehlednost v práci.



Obr. 5–12 Komunikační port v ochraně ABB00012



Obr. 5–13 Komunikační parametry ochrany ABB00012

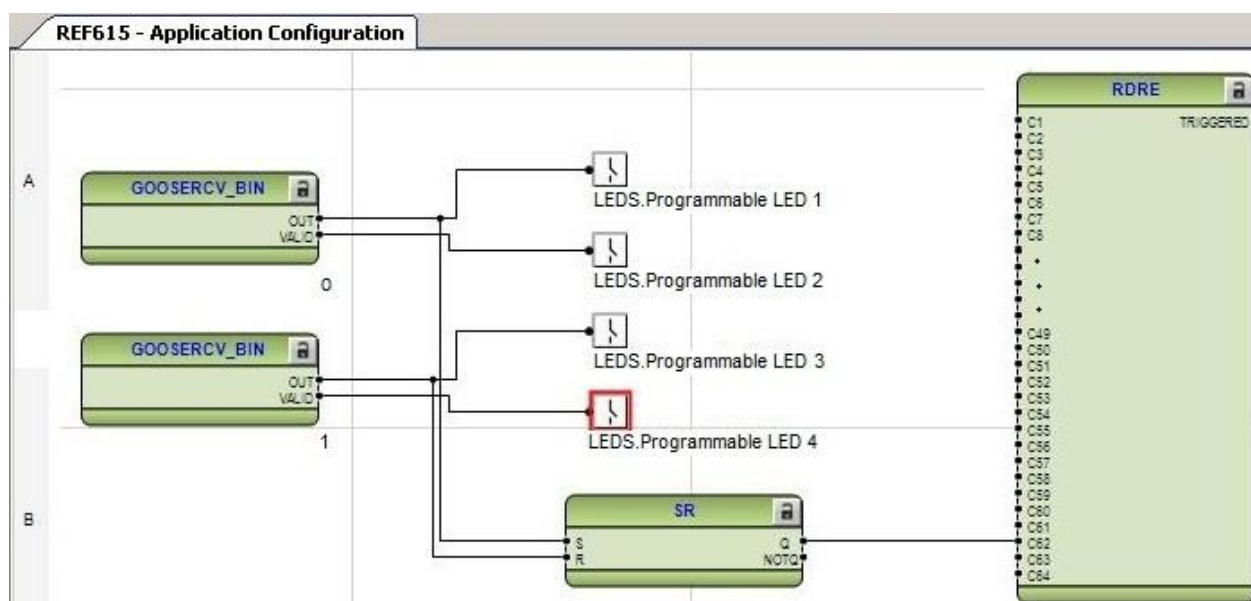
3. Konfigurace logiky ochrany ABB00012:

- Kliknutí levým tlačítkem na název IED („REF615“) v sekci „Plant Structure“ → „Application Configuration“

Otevře se sekce „Application Configuration“, kde se nacházejí všechny funkční bloky logiky, které byly vygenerovány při založení ochrany v projektu. Tuto konfiguraci lze vymazat:

- kliknutím do pole „Application Configuration“ → Ctrl+A → Delete → Podržení klávesy Enter, do zmiznutí všech vyskakujících oken.

Pokud je pole „Application Configuration“ čisté, budou přidány a pospojovány funkční bloky testovací GOOSE aplikace podle koncepce na Obr. 5–4 (viz. Obr. 5–14).



Obr. 5–14 Logika pro testovací GOOSE zprávy v ochraně ABB00012

Podobně, jako v logice DIGSI byly nakonfigurovány dvě proměnné pro odesílání a jedno pro přijímání GOOSE zprávy, v PCM600 se nakonfiguruje k tomu logika analogicky: dva funkční bloky k přijímání binární GOOSE zprávy („GOOSERCV_BIN“), a kanál 62 v zapisovači poruch („Disturbance Recorder - RDRE“), k odesílání binární GOOSE zprávy.

- Funkční bloky „GOOSERCV_BIN“ (1 resp. 2) na Obr. 5–14 jsou přijímače GOOSE zpráv v logice ochrany ABB00012. Jejich výstupy („OUT“) jsou vyvedeny na „LED 1“ a „LED 3“. Tyto diody se rozsvítí v okamžiku přijetí logické hodnoty 1, a zhasnou při přijetí logické hodnoty 0. Výstupy „VALID“ jsou využívány ke kontrole funkčnosti GOOSE. Pokud lze přijmout GOOSE zprávu, tak „LED 2“ a „LED 4“ neustále svítí.
- Funkční blok „SR“ („Set-Reset“) funguje následovně: Pokud na vstupu „S“ přijme logickou 1, tak na výstupu „Q“ bude nepřetržitě vysílat logickou 1 až do okamžiku, kdy se na vstupu „R“ neobjeví logická 1. Od tohoto okamžiku se hodnota výstupu změní na logickou 0.
- Binární kanál č.62 funkčního bloku „RDRE“ přijímá signály (logické 1 nebo 0). Samotný funkční blok „RDRE“ je určen k vysílání těchto signálů formou GOOSE zprávy. V zapisovači poruch je rezervováno posledních 10 kanálů pro GOOSE.

Funkční bloky resp. LED diody lze přidat v „*Application configuration*“ pomocí:

- kliknutím levým tlačítkem do pole v sekci „*Application Configuration*“ → „*Add new...*“ → „**Function block**“ resp. „**Hardware channel**“.

Jako poslední se zapne binární kanál č.62 zapisovače poruch, což lze vyhledat v sekci „*Plant structure*“: „*REF615*“ → „*IED Configuration*“ → „*Configuration*“ → „*Disturbance recorder*“.

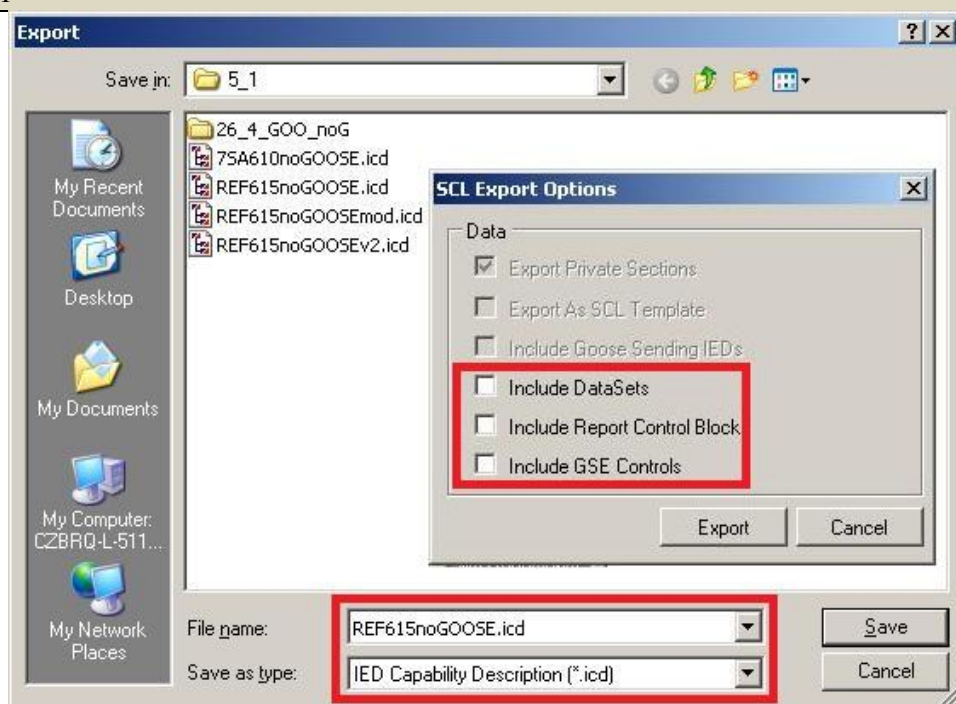
- Kliknutí levým tlačítkem na „*Disturbance recorder*“ → „*Parameter Setting*“ → „*Binary channel 62*“ → „*Operation*“ → „*on*“

Nyní lze považovat logiku ochrany ABB00012 za nakonfigurovanou, zbývá pouze exportování potřebných souborů, a zálohování.

5.3.3.1 Exportování souborů a zálohování

Exportování: Pro další práci je nutné exportovat ICD-soubor ochrany:

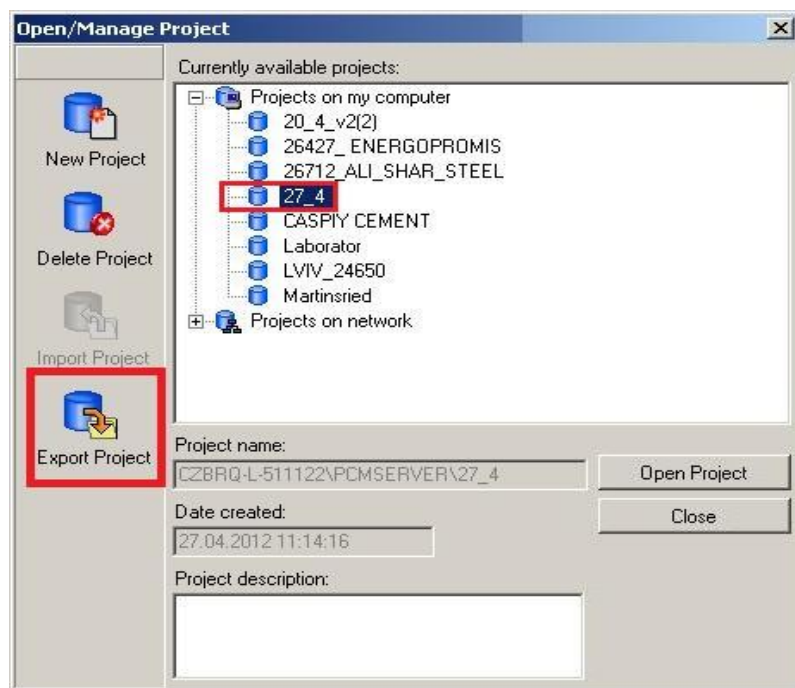
- Kliknutí levým tlačítkem na název IED (REF615) v sekci „*Plant Structure*“ → „*Export IED*“ → zadání názvu („*REF615noGOOSE*“) a typu (ICD) souboru → atributy exportování viz. Obr. 5–15



Obr. 5–15 Atributy exportování ICD-souboru

Při exportování se nesmí přidat do ICD-souboru datové objekty, které jsou použitelné pro horizontální komunikaci z následujícího důvodu: Z ICD-souboru „*REF615noGOOSE*“ bude vybudován model ochrany ABB00012 v DIGSI, které není kompatibilní s kódováním těchto datových objektů. Ve výsledku není možný soubor importovat do DIGSI.

Zálohování: V PCM600 se zavře projekt a v záložce „*Open/Manage Projects*“ se vybere projekt „27_4“. Následně se klikne na ikonu „*Export Project*“ a exportuje se soubor „*Exported project 27_4_noGOOSE.pcmp*“ (viz Obr. 5–16).



Obr. 5–16 Exportování projektu do souboru .pcmp pro zálohování současného stavu projektu

5.3.4 Manuální editace ICD souboru z 5.3.3.1 (1)

Sice už byly provedeny určité kroky v tom směru, aby ICD-soubor ochrany ABB00012 byl možný do DIGSI importovat, ale při pokusech o importování lze stále narazit na problémy ve formě chybového hlášení v okénku „Report“ v DIGSI. Hlášeno je 14 chybějících parametrů v řádku 2666 a 2667 ICD-souboru („REF615noGOOSE“). Tyto řádky popisují adresy binárních vstupů poruchového zapisovače („Fault record“).

ICD-soubor lze otevřít v textovém editoru, vyhledat problematické řádky, a doplnit parametry:

```
<Inputs>
<ExtRef intAddr="FF-FF-FF-FF-FF-FF,0,0,LD0.FLTMS1A1.InOp.stVal,A,0,OR,Static" />
<ExtRef intAddr="FF-FF-FF-FF-FF-FF,0,0,LD0.FLTMS1A1.InStr.stVal,A,0,OR,Static" />
</Inputs>
```



```
<Inputs>
<ExtRef idName="ABB00012" ldInst="LD0" prefix="LED" lnClass="PTRC" lnInst="1" doName="Op" daName="general"
intAddr="FF-FF-FF-FF-FF-FF,0,0,LD0.FLTMS1A1.InOp.stVal,A,0,OR,Static" />
<ExtRef idName="ABB00012" ldInst="LD0" prefix="LED" lnClass="PTRC" lnInst="1" doName="Str" daName="general"
intAddr="FF-FF-FF-FF-FF-FF,0,0,LD0.FLTMS1A1.InStr.stVal,A,0,OR,Static" />
</Inputs>
```

Obr. 5–17 Manuální editace ICD-souboru „REF615_noGOOSE“

V PCM600 2.4.1 se generují ICD-soubory s parametry, jak je to uvedeno na Obr. 5–17 nad šipkou. Naopak, v PCM600 2.4 se generují ICD-soubory s parametry, jak je to uvedeno na Obr. 5–17 pod šipkou. V konfiguračním procesu používáme PCM600 2.4.1, ICD-soubor editujeme na základě 2.4.

Po modifikaci se uloží soubor pod názvem „REF615_noGOOSEmod“.

5.3.5 Práce v IET600 (2)

Pomocí programu IET600 budou vytvořeny datové spoje GOOSE mezi ochranami. To znamená, že po importování ochran, budou vytvořeny datové soubory („datasety“) se signály GOOSE zpráv, a budou nastavení klienti pro přijímání GOOSE zpráv.

1. Nejprve je však nutné importovat ICD-soubory ochran do nového projektu v IET600. Projekt vytvoříme po otevření IET600, a importujeme ICD-soubory následovně:

- Kliknutí na ikonu „*IET*“ v levém horním rohu okna → „*Manage projects*“ → „*New*“ → zadání názvu projektu.
- **Import ochrany ABB00012:** kliknutí na ikonu „*Import SCL*“ → vybereme soubor „*REF615noGOOSEmod*“ z 5.3.4.
- **Import ochrany SIE00011:** v horní menu přepneme na záložku „*IEDs*“ → „*Build new IED*“ → „*Update from ICD*“ → Přiřazení ICD-souboru „*7SA610_noGOOSE*“ z 5.3.2.1 k nově vytvořené obecné ochraně.

Nadefinované ochrany lze vidět v bočním navigačním panelu.

2. V dalším kroku se v navigačním panelu přepne na záložku „*Communication*“ nebo „*Substation*“, a na „*Subnetworks*“ v prostředním editačním prostředí. Zde podle Tab. 5-3 budou nastaveny komunikační parametry ochran na síťové vrstvě, které budou uloženy do exportovaného SCD-souboru.

3. V záložce „*Datasets*“ editačního prostředí budou vytvořeny datové soubory následovně:

- Kliknutím levým tlačítkem do prázdného editačního prostředí → „*Insert new line*“ → vybere se ochrana ABB00012 nebo SIE00011. → vytvoří se datový soubor, dostane název a vybere se jeho místo → do datového souboru jsou přiřazeny datové objekty podle Tab. 5-5.

Tab. 5-5 Datové objekty přiřazené k datovým souborům („Datasets“)

Datový soubor datasetA:	ABB00012	LDO	LLN0		
	IED	logické zařízení	logický uzel	datový objekt	funkční omezení
	ABB00012	DR	RBDR62	Einput	q
	ABB00012	DR	RBDR63	Einput	stval
Datový soubor datasetA:	SIE00011	CTRL	LLN0		
	IED	logické zařízení	logický uzel	datový objekt	funkční omezení
	SIE00011	CTRL	LED1GGIO1	SPCSO1	q
	SIE00011	CTRL	LED1GGIO1	SPCSO1	stval
	SIE00011	CTRL	LED3GGIO1	SPCSO1	q
	SIE00011	CTRL	LED3GGIO1	SPCSO1	stval

4. V záložce „GCB data“ jsou vytvořeny řídicí bloky pro posílání GOOSE zpráv. Do vytvořených řídicích bloků jsou pak přiřazené datové soubory, které byly vytvořeny v předchozím kroku.

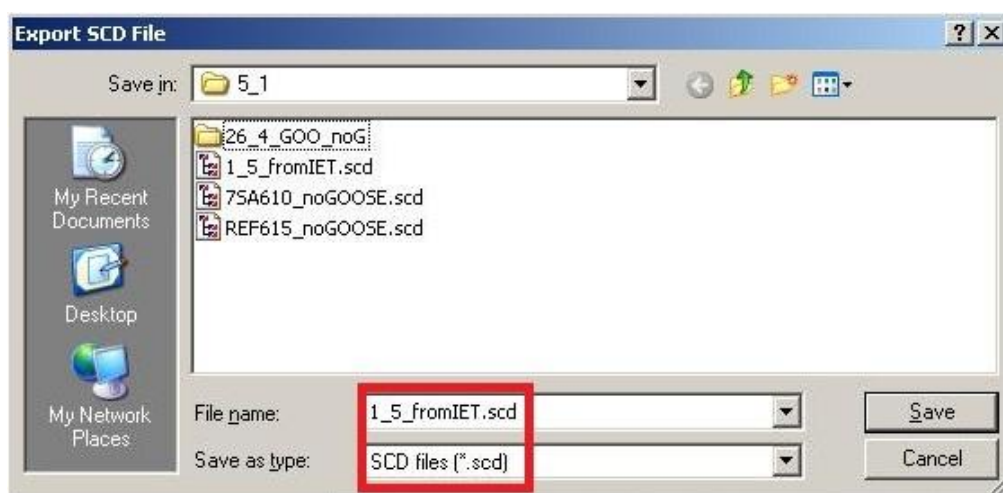
5. Přepnutím na záložku „GCB clients“ už je vidět vytvořené řídicí bloky GOOSE(vodorovně) a logické ochrany (svisle), které můžou data, prostředkované GCB, odebírat.

Program, velmi chytře, dovoluje odebírat data z daného GCB pouze druhé ochraně. Zde se musí pouze přiřadit odbíratele GOOSE zpráv v dovolených položkách, a podle potřeb programátora a požadavků práce.

5.3.5.1 Exportování souborů a zálohování

Kvůli tomu, že IET600 vstupními a výstupními soubory jsou vždy SCL-soubory, po skončení práce v editačním prostředí, stačí vyexportovat SCD soubor, který bude používán v dalším průběhu práce:

- Uložíme projekt kliknutím na disketu v levém horním rohu okna IET600
- Klikneme na záložku „Home“ v horní menu a zvolíme „Export (v1)“
- Exportujeme soubor názvem **1_5_fromIET.scd** (viz Obr. 5–18)



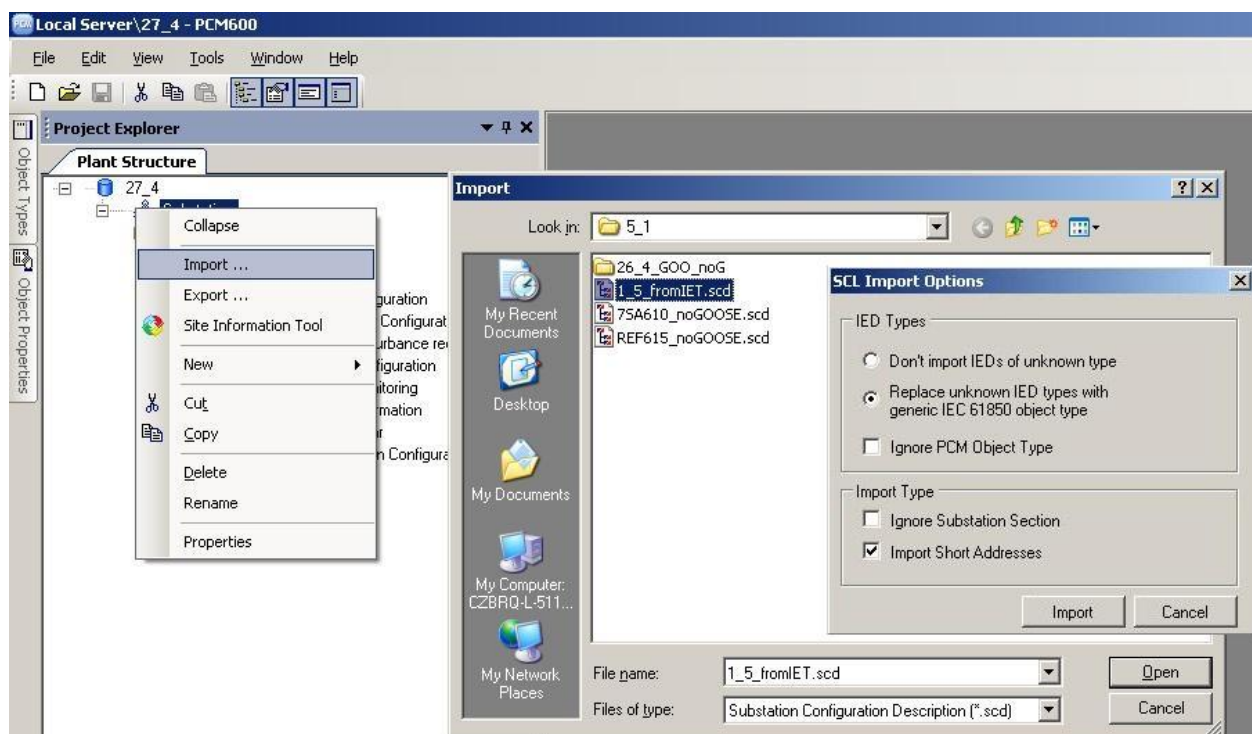
Obr. 5–18 Exportování výstupního SCD-souboru

5.3.6 Finalizace GOOSE aplikací v PCM600 (2)

- Po ukončení práce v IET600 se otevře projekt v PCM600, ve kterém byla vytvořena logika ochrany ABB00012, a bude importován SCD-soubor z IET600:

- „File“ → „Open/manage“ → zvolíme projekt 27_4
- Levým tlačítkem klikneme na rozvodnu „Substation“ v sekci „Plant structure“ → „Import SCD“ → zvolíme soubor 1_5_fromIET.scd

U nastavení importování necháme vyměnit pro PCM600 neznámé IED (SIE00011) za obecnou. Importování je vidět na Obr. 5–19

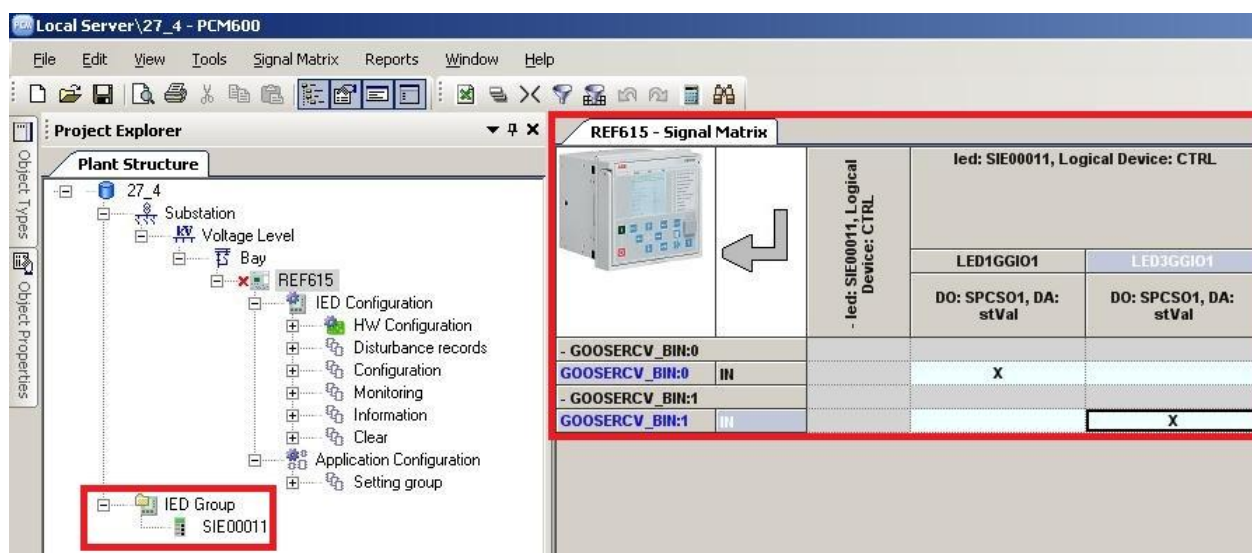


Obr. 5–19 Importování SCD-souboru z IET600

- Po importování SCD-souboru, lze vidět změnu v struktuře projektu na Obr. 5–20. Přidala se obecná ochrana SIE00011, kterou v PCM není možné editovat. Zbývá už jenom přiřazení vstupujících GOOSE zpráv binárním vstupním funkčním blokům. To se provede:

- Kliknutím levým tlačítkem na ochranu ABB00012 („REF615“) → „Signal Matrix“ → v pracovním prostředí se vybere položka „GOOSE“
- K binárnímu funkčnímu bloku **GOOSERCV_BIN:0** se přiřadí SIE00011/CTRL/LED1GGIO1/SPCSO1/stval
- K binárnímu funkčnímu bloku **GOOSERCV_BIN:1** se přiřadí SIE00011/CTRL/LED3GGIO1/SPCSO1/stval

Potom už lze vidět, že přes které funkční bloky budou vstoupit GOOSE zprávy do logiky ochrany ABB00012. Tato konfigurace odpovídá koncepci na Obr. 5–4. Signály GOOSE je vidět na Obr. 5–20.

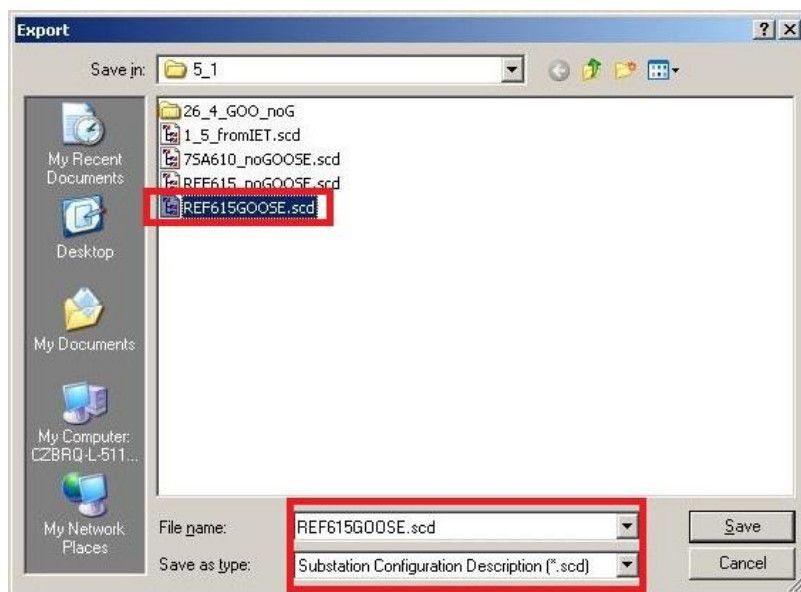


Obr. 5–20 Přiřazení GOOSE zpráv k binárním vstupním blokům

5.3.6.1 Exportování souborů a zálohování

Exportování SCD-souboru, pro další kroky práce proběhne:

- Kliknutím levým tlačítkem na rozvodnu („Substation“) v sekci „Plant structure“ → „Export“ → exportujeme podle Obr. 5–21



Obr. 5–21 Exportování SCD-souboru z PCM600 pro použití v DIGSI

Při exportování SCD-souboru nezaškrtně „Export Private Sections“ proto, aby se SCD-soubor následně mohl být importován do DIGSI. Opačném případě DIGSI odmítne importování kvůli nekompatibilitě.

- V posledním kroku přepneme komunikační port ochrany na přední (viz. Obr. 5–12), a hotovou konfiguraci nahrajeme do ochrany.

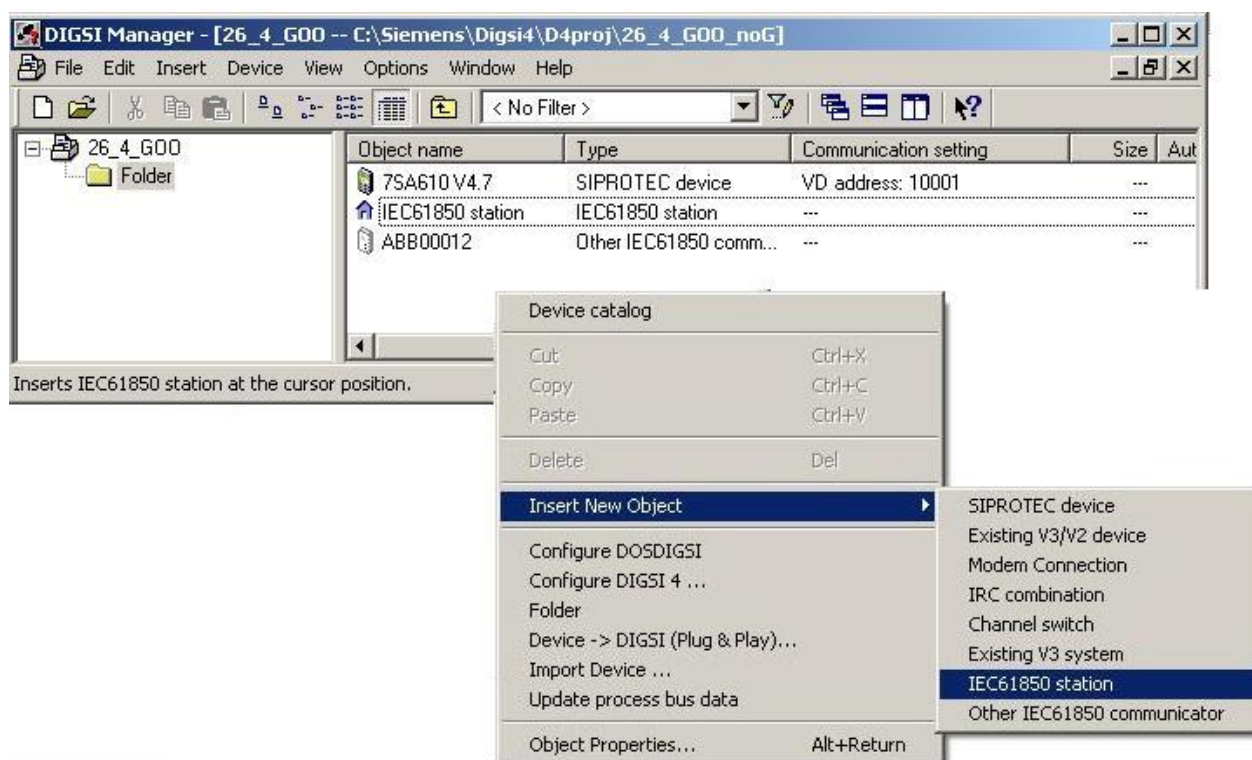
5.3.7 Finalizace GOOSE aplikací v DIGSI (2)

1. V prvním kroku bude importován modifikovaný ICD-soubor ochrany ABB00012, který má název „REF615_noGOOSEmod“. Importování tohoto souboru je důležité, aby model ochrany ABB00012 mohl být přidán mezi komunikátory v konfigurátoru systému DIGSI.

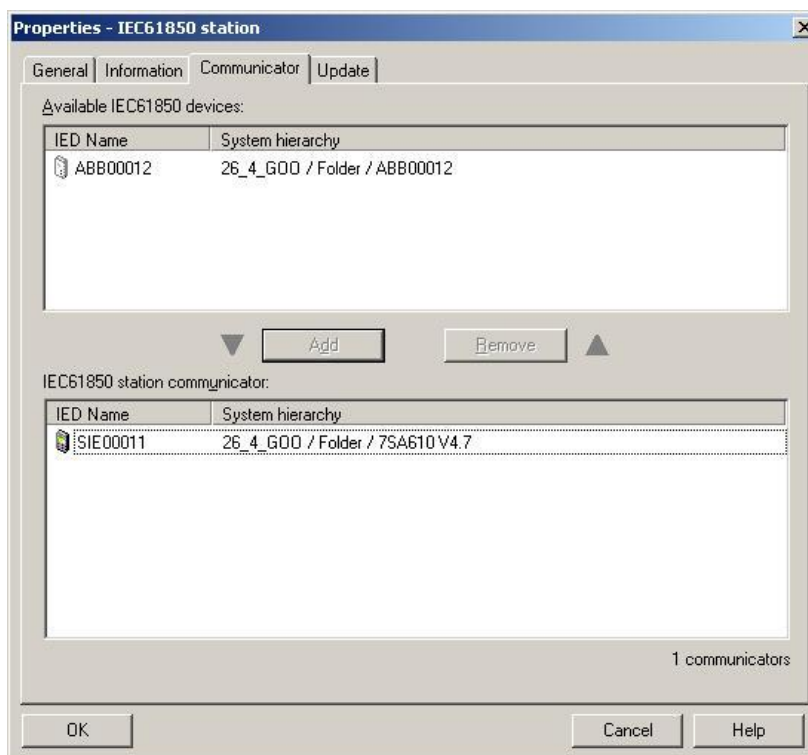
- kliknutím levým tlačítkem v DIGSI manager → „Import device“ → „Other IEC61850 communicator“ → vybere se „REF615noGOOSEmod“.

2. Konfigurátor systému se nadefinuje podle Obr. 5–22, a následně se importuje SCD-soubor podle Obr. 5–24:

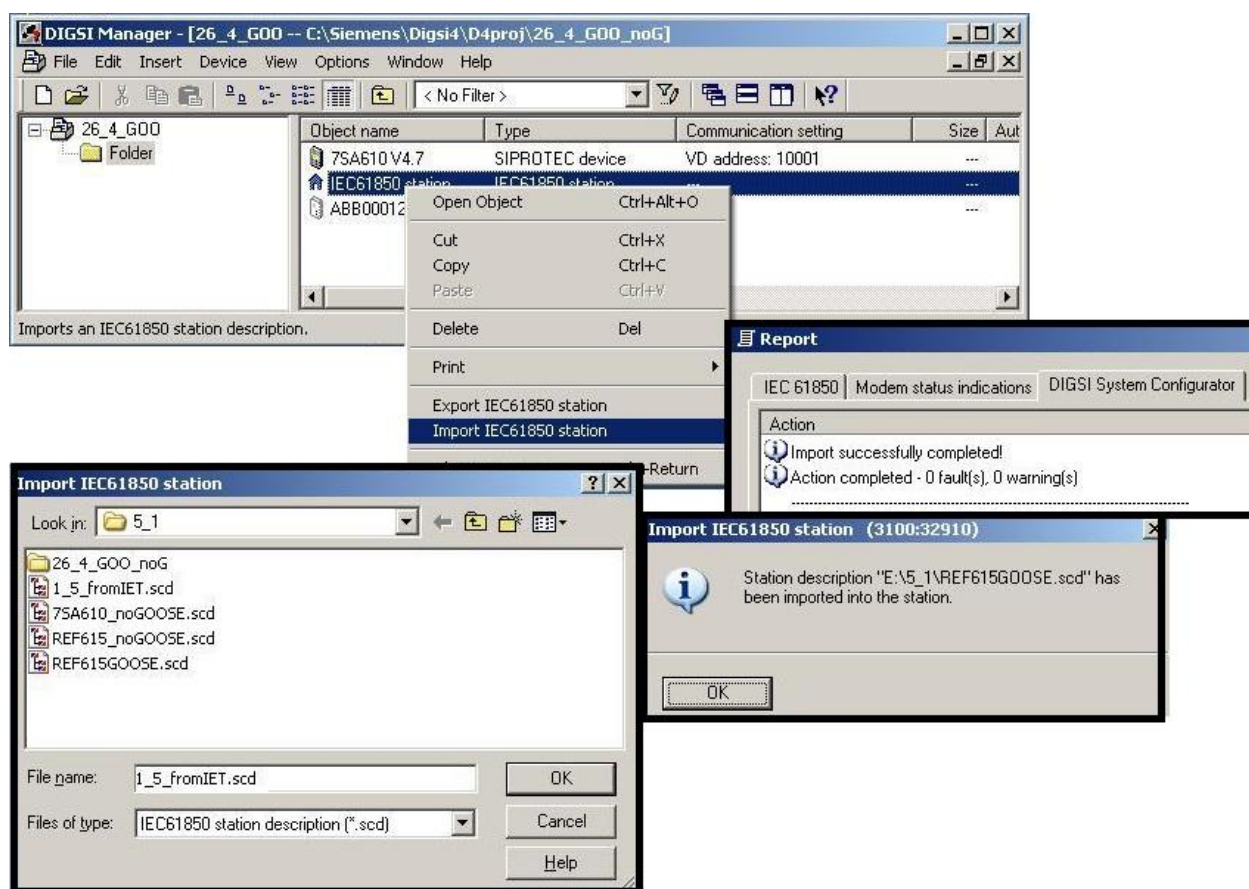
- kliknutím levým tlačítkem v DIGSI manager → „Insert new object“ → „IEC 61850 station“
- přiřadí se komunikátory do „IEC61850 station“ kliknutím levým tlačítkem na jeho ikonu → „Object properties“ → záložka „Communicator“ → kliknutí na obě ochrany → „Add“ → „OK“ (viz Obr. 5–23)
- následně kliknutím levým tlačítkem na „IEC 61850 station“ → „Import station“ → vybere se „REF615_GOOSE.scd“.



Obr. 5–22 Nadefinování konfigurátoru systém „IEC61850 station“ v DIGSI



Obr. 5–23 Ochrany, jako komunikátory v „IEC61850 station“



Obr. 5–24 Importování SCD-souboru do „IEC61850 station“

- Po otevření konfiguratoru systému lze vidět klient-server vazby obou GCB. Které byly vytvořeny v IET600. Co se týče GCB pro posílání GOOSE ve směru SIE00011→ABB00012, už nelze provádět změny, protože v PCM600 už byly k něm

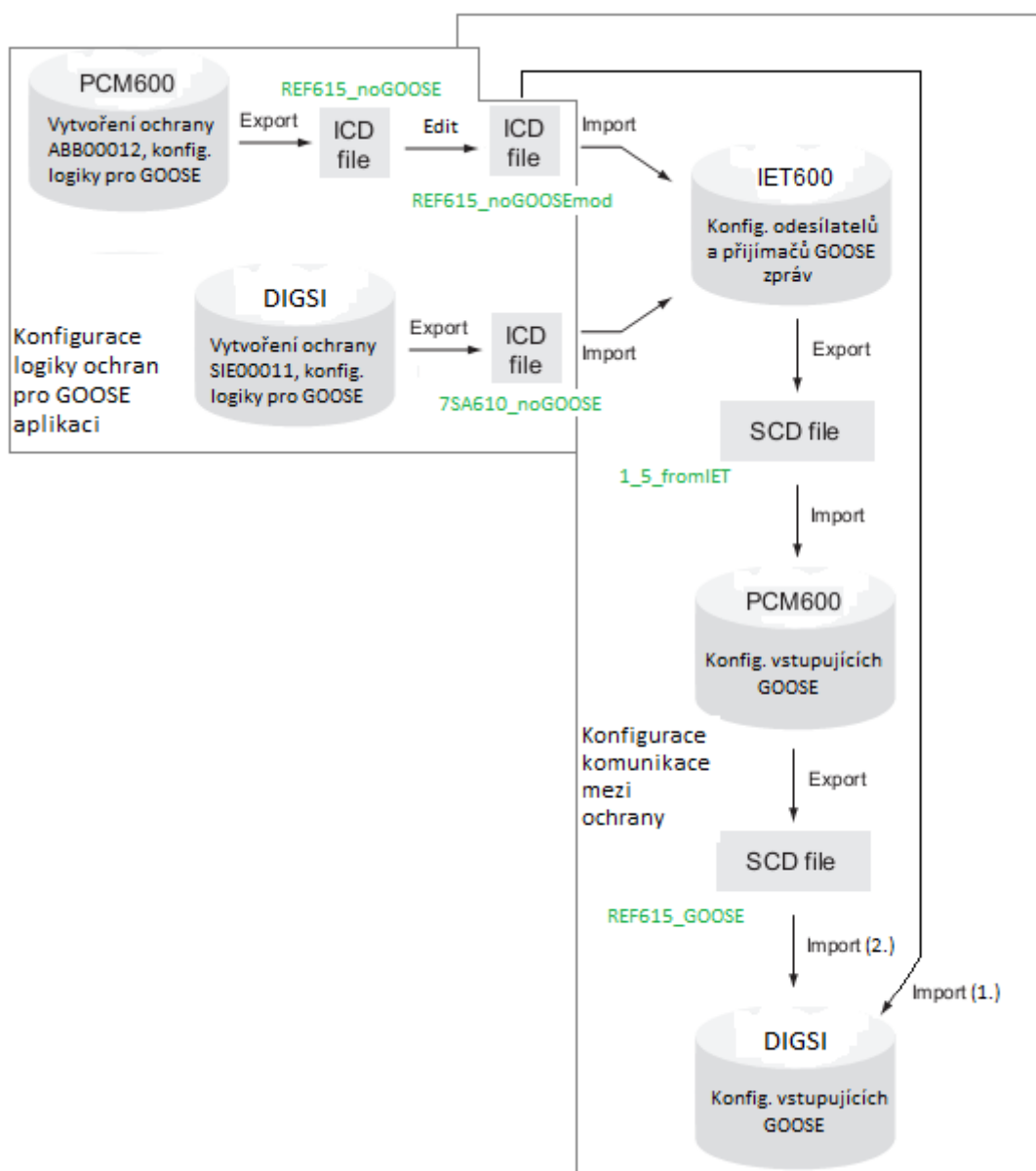
přiřazeny přijímací funkční bloky („GOOSERCV_BIN“). V opačném směru však je nutné zasáhnout, protože IET600 datovému souboru ABB00012/DR/RBDR62/EInput nepřidal konkrétní přijímač. Toto se upraví tak, že se k němu přiřadí datový soubor SIE00011/CTRL/INCOMEKGIO1/SPCSO1, což má v sobě definovanou přijímací proměnnou SIGNAL IN (Obr. 5–7).

4. Po zavření konfiguratoru systému DIGSI, je nutné provést aktualizace „parameter set“ ochrany SIE00011 obdobným způsobem jak v kapitole 3, na Obr. 3–16.
5. V posledním kroku lze nahrát konfiguraci IED SIE00011 do ochrany propojením předního panelu ochrany a PC pomocí sériového kabelu RS-232 (obdobně jako na Obr. 3–17)

5.3.7.1 Zálohování souborů

Z finální části práce je výhodné zálohovat SCD-soubor generované z konfiguratoru systému „1_5_fromDIGSI.scd“ a vykopírovat složku 26_4_GOO_G z C:/Siemens/Digsi4/D4proj.

5.4 Shrnutí konfiguračního procesu, výstupy



Obr. 5–25 Schematické znázornění konfiguračního procesu

Tab. 5-6 Použité soubory během pracovního postupu

Stádium práce	Importování	Exportování pro další kroky práce	Zálohování
DIGSI (1)	-	7SA610_noGOOSE.icd	složka 26_4_GOO_noG
PCM600 (1)	-	REF615_noGOOSE.icd	27_4_noGOOSE.pcmp
manuální editace	REF615_noGOOSE.icd → REF615_noGOOSEmod.icd		
IET600 (2)	REF615_noGOOSEmod.icd	1_5_fromIET.scd	-
	7SA610_noGOOSE.icd		
PCM600 (2)	1_5_fromIET.scd	REF615GOOSE.scd	27_4_GOOSE.pcmp
DIGSI (2)	-	-	složka 26_4_GOO_G
			1_5_fromDIGSI.scd

V kapitole 5.3 byl navržen pracovní postup který lze schematicky znázornit pomocí Obr. 5–25:

- konfigurace logiky ochrany SIE00011(7SA610) v DIGSI 4.83:
 - nastavení proměnných v matici I/O
 - vytvoření logických vazeb mez proměnnými v editoru CFC
- exportování ICD-souboru ochrany SIE00011 (7SA610_noGOOSE.icd)
- konfigurace logiky ochrany ABB00012 (7SA610) v PCM600 2.4.1:
 - vytvoření a pospojování funkčních bloků logiky pro posílání a přijímání GOOSE zpráv.
- exportování ICD-souboru ochrany ABB00012 (REF615_noGOOSE.icd)
- modifikace ICD-souboru ochrany ABB00012 (REF615_noGOOSE.icd) v textovém editoru, a uložení souboru jako REF615_noGOOSEmod.icd
- importování ICD-souborů ochrany SIE00011 (7SA610_noGOOSE.icd) a ABB00012 (REF615_noGOOSEmod.icd)
- konfigurace komunikace pro GOOSE v IET600:
 - konfigurace podsítě („Subnetwork“) a komunikačních parametrů
 - definice datových souborů pro funkční omezení ochrany SIE00011 a ABB00012
 - přiřazení datových souborů k řídicím bloků GOOSE
 - vyznačení klientů pro řídicí bloky GOOSE
- exportování SCD-souboru z IET600 (1_5_fromIET.scd)
- importování SCD-souboru do PCM600 (1_5_fromIET.scd)
- přiřazení vstupních binárních GOOSE funkčních bloků k příslušným signálům v PCM600
- exportování SCD-souboru z PCM600(REF615_GOOSE.scd)
- importování SCD-souboru do DIGSI(REF615_GOOSE.scd)
- přiřazení vstupního binárního GOOSE proměnné k příslušnému signálu v DIGSI konfiguratoru systému

Po konfiguraci obou IED, konečné nastavení jsou nahrány do ochrany.

V průběhu práce jsou použity různé programy, které umožňují exportování a importování SCL-souborů. Tyto výstupní soubory jsou shrnuty v Tab. 5-6.

5.5 Datový přenos, výsledky testování

Po tom, jak konfigurace byly nahrány do obou IED, byla komunikace otestovaná. Z rozsvícení LED diod na předních panelech ochran dalo odvodit, že provoz GOOSE zpráv ve směru SIE00011→ABB00012 fungovalo podle očekávání. To znamená, že na HMI ochrany ABB00012 rozsvítily a zhasly podle stisknutí funkčních tlačítek, jak to bylo navrhováno.

Na stisknutí funkčních tlačítek F1 a F3 by měly reagovat i LED diody č.1 a č.2, na HMI ochrany SIE00011, prostřednictvím GOOSE zpráv ve směru ABB00012→SIE00011, což se nestalo. Z toho se předpokládalo, že je chyba v datovém přenosu v tomto směru, kterou je nutné identifikovat pomocí programu, který umožňuje prohlížet komunikační síť, a provoz dat.

Datový přenos byl zkoumán připojeným počítačem do komunikační sítě ochran, jak lze vidět na Obr. 5–2. Byla k tomu použita aplikace „*Explore GOOSE*“ v počítačovém programu „*ITT Explorer*“. Tato aplikace zkoumala stavy proměnných „*stval*“, které jsou zahrnuty v datových souborech. Změny stavů byly znázorněny v časové oblasti. Z těchto průběhů se dalo jednoznačně odečíst změnu stavu proměnného při stisknutí některého z funkčních tlačítek na SIE00011.

Problematickým datovým souborem byl **ABB00012/LD0/DR/RBDR62/Einput**. Z toho, že na ochraně SIE00011 nereagovaly diody č.1 a č.2, bylo vidět, že tato ochrana nepřijímá signály tohoto datového souboru, je není schopen zpracovat, nebo ochrana ABB00012 je ani nevyšle.

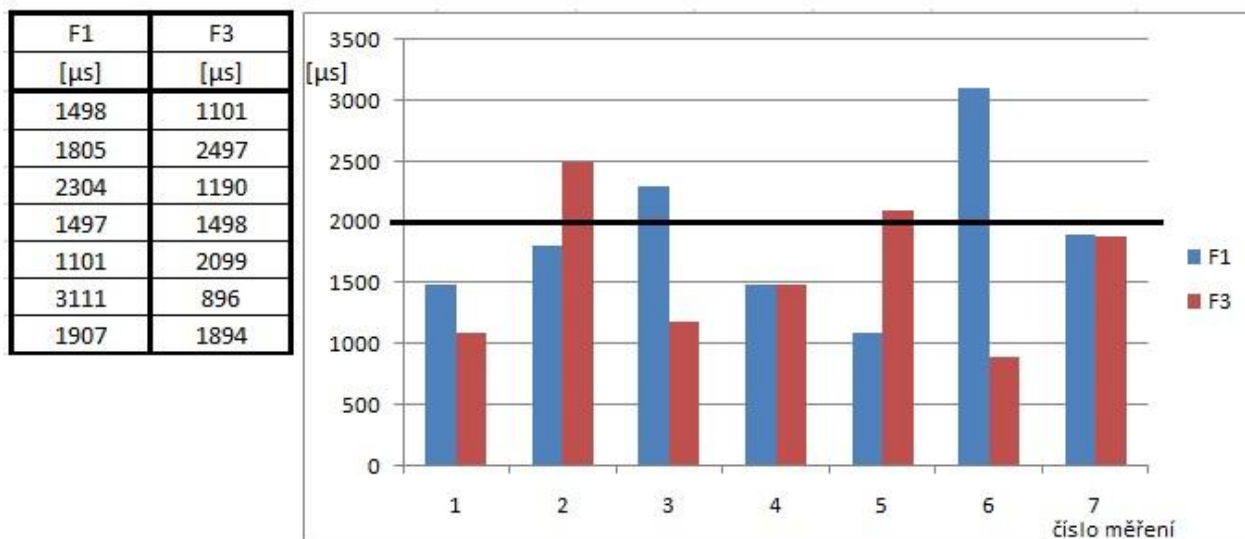
V prvním kroku bylo za potřeby zjistit, jestli ABB00012 tyto signály vyšle. Jak to lze vidět na , hodnota signálu **ABB00012/LD0/DR/RBDR62/Einput.stval** se změní z 0 na 1, v okamžiku, když hodnota signálu SIE00011/CTRL/LED1GGIO1/SPCSO1.stval se změní z 0 na 1. Podobně, hodnota signálu **ABB00012/LD0/DR/RBDR62/Einput.stval** se změní z 1 na 0, v okamžiku, když hodnota signálu SIE00011/CTRL/LED3GGIO1/SPCSO1.stval se změní z 0 na 1.

Z toho lze vyslovit, že ochrana ABB00012 vyšle signály datového souboru ABB00012/LD0/DR/RBDR62/Einput, a ochrana SIE00011 není schopen signály zpracovat. Nejpravděpodobnějším důvodem je odlišná filozofie nastavení přijímače GOOSE u ochran ABB a Siemens.

V DIGSI to tudíž proběhne v konfigurátoru systému. Oproti tomu u REF615 jsou přijímače GOOSE nastaveny v PCM, tedy v konfigurátoru ochrany.

Je nutné brát do úvahy, že tyto dva prostředky slouží pro úplně různé účely, navíc jsou optimalizovány pro konfiguraci ochran resp. systém odlišných výrobců (tedy ABB a Siemens). Problém bylo možné vyřešit zjištěním konfliktů v souborech SCD z PCM600 a z konfigurátoru systému DIGSI.

Aplikace „*Explore GOOSE*“ v počítačovém programu „*ITT Explorer*“ umožnil změřit čas posílání a zpracování GOOSE zprávy ve směru SIE00011→ABB00012 pomocí kurzoru v časovém průběhu třech signálů podle Obr. 5–4. Z tohoto průběhu se dalo odečíst zpoždění mezi změnami hodnot SIE00011/CTRL/LED1GGIO1/SPCSO1.stval a ABB00012/LD0/DR/RBDR62/Einput.stval. Tento čas představuje posílání GOOSE zprávy z SIE00011 a jeho zpracování v ABB00012, protože za tuto dobu se přenesení signál přes datový spoj a zpracovává se v logice ABB00012 podle Obr. 5–14. Měřené hodnoty lze odečíst z Obr. 5–26



Obr. 5–26 Měření času úspěšného datového přenosu a zpracování signálu

Z naměřených hodnot lze vidět, že naměřené časové údaje ve většině případů nepřekročí hodnotu 2ms, i když jsou v nich zahrnuty časy pro zpracování signálu v logice ochrany ABB00012.

5.6 IEC61850 v IED od Siemens a ABB

Obě testované ochrany mají plně implementovaný standard IEC 61850. To by mělo znamenat plné využití standardu ve všech funkcích. Tato práce je zaměřená na spolupráci těchto ochrany podle IEC61850, a to zkoumáním posílání GOOSE zpráv mezi nimi.

To, že výrobce (ABB a Siemens) jakým způsobem využívají prostředky standardu, je však rozdílné. Je to vidět na první pohled, když se podíváme na konstrukci a spolupráci konfiguračních prostředků. Konfiguratory IED pracují na velmi podobné analogii, zahrnuté konfigurační moduly pracují analogicky, ale jsou rozdíly v konceptech.

Tab. 5-7 porovnání využití IEC61850 v IED od Siemens a ABB

Aspekty porovnání	SIEMENS Siprotec 4	ABB RELION® RE_6XX
Konfigurační programy	Pro konfiguraci IED slouží software DIGSI , které obsahuje samostatné moduly pro různé účely. V „DIGSI manageru“ se vytvoří projekt, ve kterém lze zadat model rozvodny, nadefinovat ochrany a vytvořit modul pro konfiguraci komunikace. V IEC 61850 se tato koncepce projevuje s tím, že mezi např. mezi konfiguratorem IED a konfiguratorem systému není potřebné importovat SCL soubory. Tyto moduly v pozadí	Pro implementaci IEC61850 ABB vyvinul PCM600 pro konfiguraci IED, a IET600 pro konfiguraci komunikace. V PCM600 se vytvoří model rozvodny, jsou nadefinovány ochrany. Z tohoto modelu lze exportovat různé typy SCL souborů. Tyto SCL soubory lze použít v samostatném programu IET600, který slouží výhradně pro konfiguraci komunikace podle

	aktivně spolupracují, a vyměňují informace. Příklad: Do konfiguratoru systém není nutné importovat ICD soubory ochran, stačí je zařadit mezi komunikujících IED. Tento přístup nežadá od uživatele orientaci v IEC61850. Z hlediska spolupráce s IED od jiných výrobců však způsobuje komplikace. Při importování SCL-souborů je velká šance nekompatibility, kvůli sofistikovanému šifrování SCL-souboru od Siemens	IEC61850. V porovnání se Siemens to má výhody z hlediska interoperability: Pokud technik se vyzná v zásadách IEC 61850, má víc možností při konfigurování. Filosofie ABB umožňuje přímo zasáhnout do více atributů, jak na úrovni logiky IED, tak na úrovni komunikace. Importování SCL souborů je víc flexibilní.
Konfigurator IED	Konfigurator IED je modul, který je zahrnutý do DIGSI. Lze otevřít kliknutím na model ochrany, a provést konfiguraci offline. Ochranné funkce u Siemens-IED jsou organizované do skupin, ve kterých probíhá naladění funkcí podle potřeby. Funkce jsou závislé na vstupních hodnotách. Spojování výstupních a vstupních proměnných probíhá v matici I/O. Grafické prostředí CFC je používán pouze tehdy, pokud vstupní a výstupní parametry jsou pospojovány logickými funkcemi.	Konfigurator IED v PCM600 je postaven na odlišné filozofii, ale je poznat podobnosti s DIGSI. Zde prvotním konfiguračním prostředím je grafický editor („<i>Application Configuration</i>“), kde funkční bloky nesplňují pouze logickou funkci, ale mohou být vázány na ochrannou funkci. Pro vytváření vazeb mezi proměnnými a vstupy/výstupy lze použít i matici signálů.
Konfigurator systému	Konfigurator systému DIGSI „IEC 61850 station“ je pro laického uživatele mnohem jednodušší, jako např. IET600. Neřeší se přiřazení funkčních omezení do datových souborů, nebo nastavení řídicích bloků GOOSE. Nastaví se, který datový objekt bude vysílat, a který přijímat GOOSE zprávu.	IET600 jako samostatný program je velmi flexibilní, ale žádá od uživatele orientaci v komunikaci podle IEC 61850.

Obecně lze vyslovit, že Siemens snaží usnadnit práci technikovi při konfigurování IED. Tím se však omezí možnost spolupráce s IED od jiné výrobce. Programy ABB požadují hlubší znalost IEC61850, ale dají větší prostor k vytvoření komunikačních sítí mezi různými IED.

6 ZÁVĚR

V první části práce jsou shrnuty teoretické poznatky ze standardu IEC61850. Práce je dále koncipována tak, že se postupně přiblíží k hlavní problematice, k spolupráci IED od Siemens a ABB podle IEC61850. Ve 3. kapitole jsou uvedeny poznatky z oblasti konfigurování ochran Siprotec 4 od společnosti Siemens. V další části jsou uvedeny základní informace o možnostech konfigurování IED z řady RELION® RE_6XX od společnosti ABB. Na základě poznatků z 3. a 4. kapitoly je navržena hlavní část práce, Problematika komunikace podle IEC 61850 mezi terminály ABB a Siemens.

Konfigurování IED od ABB a Siemens je postaveno na různých základech. Tato práce zkoumala, jak mohou ochrany od těchto společností spolupracovat v jedné komunikační síti. Během experimentu byly vytvořeny pracovní postupy, které na závislosti konfigurace IED ovlivňují chování ochran v komunikační síti. Zkoumané IED byly nastaveny tak, aby byly schopny poslat a přijímat GOOSE zprávu.

V 5. kapitole je podrobně popsán postup, pomocí které došlo k nejúspěšnějšímu datovému přenosu. Je uveden způsob konfigurace IED od Siemens a ABB, a konfigurace komunikační sítě. Výsledkem uvedeného pracovního postupu je funkční přenos GOOSE zpráv z IED od Siemens do IED od ABB.

Důvodem částečného úspěchu pracovního postupu je skutečnost, že konfigurační prostředky jsou optimalizovány pro vlastní IED. Lze vidět, že ve vývoji ochran a jejich konfiguračních softwarů není prioritní interoperabilita a schopnost spolupracovat s jinými IED, což je z hlediska výrobců přirozené.

Z tohoto experimentu lze dostat k závěru, že v současnosti každá kombinace IED potřebuje výzkum, jestli dané ochrany jsou schopny spolupracovat v jedné komunikační síti, či nikoliv. Navíc, významnou roli hrají konfigurační prostředky. Ve vývoji konfigurátorů může dojít ke změně použití nebo generování SCL-souborů, což může zapříčinit problémy s kompatibilitou. Novější verze konfigurátoru „A“ nemusí být stejně kompatibilní s konfigurátorem „B“, jako jeho předchozí verze.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BARTKO, J. *Projekt komunikace distančních ochran 7SA610 pro chránění přenosového vedení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 50 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D
- [2] FORGUE, B., VLADYKA, P. *IEC 61850: soubor norem pro komunikaci v energetice s velkým potenciálem výhod*. AUTOMA, 3/2010, pp.10-12
- [3] LIANG, Y., CAMPBELL, R. *Understanding and Simulating the IEC 61850 Standard*. Urbana, IL: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2008. 12 s.
- [4] MACKIEWICZ, R. *Technical Overview and Benefits of the IEC 61850 Standard for Substation Automation*. Sterling Heights, MI, USA: SISCO, Inc. 2007. 8 s. Dostupný z WWW:http://www.sisconet.com/downloads/IEC61850_Overview_and_Benefits_Paper_General.pdf>
- [5] *Overview and Introduction to the Manufacturing Message Specification (MMS)*. Sterling Heights, MI, USA: SISCO, Inc. 1995. 49 s. Dostupný z WWW: <<http://www.sisconet.com/downloads/mmsovr1g.pdf>>
- [6] *SIPROTEC, 7SA6, Manual*, elektronický text. Siemens AG, 2009. 764 s. Dostupný z WWW:<http://siemens.siprotec.de/download_neu/devices/7SA6xx/Manual/7SA6xxx_Manual_Ax_V4.6x/7SA6xxx_Manual_A6_V046201_en.pdf>
- [7] VAVRECZKY, G. *Testování nadproudových ochran pomocí testeru TZ03*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 70 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
- [8] ZHANG, J., GUNTER, C. *IEC 61850 – Communication Networks and Systems in Substations: An overview of Computer Science*. Urbana, IL: University of Illinois at Urbana-Champaign, 2009. 76s.
- [9] ČSN EN 61850-6, *Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích - Část 6: Konfigurační popisový jazyk pro komunikaci v elektrických stanicích týkající se IED*, 2010, 202s
- [10] ABB, RELION® Protection and Control, *IEC 61850 615 series Engineering Guide*, elektronický text, Vaasa, Finland: 2009; dokument ID: 1MRS756475; 56s.
- [11] ABB, PROTECTION AND CONTROL IED MANAGER PCM600, *Product Guide*. elektronický text, 2011; 16s.
- [12] ABB, *IED pro chránění a ovládání transformátoru RET615, Popis a technická data výroby*, elektronický text, 2011; 70s

PŘÍLOHA A – DIGSI SYSTEM CONFIGURATOR (KAP. 3)

