



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ**  
**ÚSTAV MIKROELEKTRONIKY**

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

## **NÁVRH KOMUNIKAČNÍ STRUKTURY TERMINÁLU CHRÁNĚNÍ A ROZŠIŘUJÍCÍCH PERIFÉRIÍ V ŘIDÍCÍM SYSTÉMU**

**PROTECTION TERMINAL COMMUNICATION STRUCTURE AND EXTENDING PERIPHERALS IN THE  
CONTROL SYSTEM**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

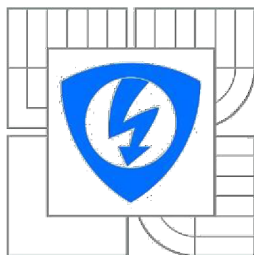
**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**TOMÁŠ HAVELKA**

**VEDOUČÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**doc. Ing. JIŘÍ HÁZE, Ph.D.**

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav mikroelektroniky

# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor  
Mikroelektronika a technologie

**Student:** Tomáš Havelka

**ID:** 125221

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2013/2014

## NÁZEV TÉMATU:

**Návrh komunikační struktury terminálu chránění a rozšiřujících periférií v řídicím systému**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Vypracujte všeobecný přehled možností využití řídicího systému COM600. Popište nástroje obsažené v tomto systému. Navrhněte vlastní komunikační strukturu COM600 s prvky RIO600 a REF600. Nakonfigurujte řídicí systém COM600 včetně terminálu chránění ABB a RIO600. Vypracujte manuál pro konfigurování COM600 využitelný v praxi. Naprogramujte COM600 jako GATEWAY pro převod základních signálů standardu IEC61850 na protokol IEC104 a otestujte jeho funkčnost.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

Podle pokynů vedoucího práce

**Termín zadání:** 10. 2. 2014

**Termín odevzdání:** 5.6.2014

**Vedoucí práce:** doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

**Konzultanti bakalářské práce:**

**doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské 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.

## Abstrakt:

Předkládaná práce se zabývá problematikou řídicího systému COM600 společnosti ABB, všeobecným popisem řídicího systému COM600 a základními nástroji obsaženy v tomto řídicím systému. Hlavním úkolem práce je návrh vlastní komunikační struktury, konfigurace řídicího systému COM600 firmy ABB, jako Gateway pro převod standardu IEC 61850 na IEC 104 s ochranným terminálem REF 615 a jeho rozšiřující periferií RIO600.

## Abstract:

This work deals with the control system COM600 from ABB company, general description of control system COM600 and basic tools in this control system. The main function this work is desing own communication structures and configured control system COM600, as Gateway to convert standard IEC 61850 to IEC 104 with protection terminal REF 615 and his expansion peripherals of RIO600.

## Klíčová slova:

ABB, COM600, CPTT, Gateway, IEC 61850, IEC 104, IET, GOOSE, REF615, RIO600

## Keywords:

ABB, COM600, CPTT, Gateway, IEC 61850, IEC 104, IET, GOOSE, REF615, RIO600

HAVELKA, T. *Návrh komunikační struktury terminálu chránění a rozšiřujících periferii v řídicím systému*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav mikroelektroniky, 2014. 47 s., 20 s. příloh. Bakalářská práce. Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Háze, Ph.D.

## Prohlášení autora o původnosti díla:

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Návrh komunikační struktury terminálu chránění a rozšiřujících periférií v řídicím systému jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne

.....

## Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu doc. Ing. Jiřímu Házemu Ph.D za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

# OBSAH

Seznam Tabulek .....	8
Seznam Obrázků .....	8
Úvod.....	10
1.Všeobecný přehled možností využití řídicího systému COM600.....	11
1.1. Řídicí systém COM600 obecně .....	11
1.2 Verze systému COM600 .....	12
1.2.1 Standard OPC .....	13
1.3. Porovnání systému COM600 s ostatními řídicími systémy .....	13
1.4. Standard IEC 61850 a horizontální komunikace GOOSE .....	14
1.4.1 Vertikální komunikace .....	16
1.4.2 Horizontální komunikace obecně .....	16
1.4.3 Horizontální komunikace GOOSE .....	16
1.5. Portfolio ochran ABB.....	17
2.Nástroje obsažené v řídicím systému COM600.....	18
2.1. Nástroj GOOSE Analyzer .....	18
2.2. Nástroj Cross-References .....	19
2.3. Nástroj Online monitoring.....	20
2.4. Nástroj SLD Editor.....	21
3.Vlastní komunikační struktura systému COM600 s ochranou REF615 a rozšiřující periferií RIO600.....	23
3.1. Návrh vlastní komunikační struktury.....	23
3.2. Konfigurace rozšiřující periferie RIO600 .....	27
3.3. Konfigurace ochranného terminálu REF615 .....	28
4.Konfigurace řídicího systému COM600.....	31
4.1 Primární nastavení řídicího systému com600 .....	31
4.2 Doplnění konfigurací ochranných terminálů v IET .....	31
4.3 Převod komunikačního standardu IEC61850 na IEC104.....	32
4.3.1 Klient slave protokolu IEC104 .....	32

4.3.2 Klient master standardu IEC61850.....	33
5.Uvedení do provozu a testování .....	34
5.1 Testování konfigurací řídicího systému COM600 .....	34
Závěr.....	41
Nabyté poznatky a výsledky práce .....	41
Možnost dalšího postupu práce .....	42
Seznam použitých zdrojů .....	43
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	45
Příloha A – Technický návod pro konfigurování řídicího systému COM600.....	47
Příloha B – Konfigurační soubory- CD-ROM.....	67

# SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Výpis standardu IEC 61850 [9] .....	15
Tabulka 2. Popis zkratk definičního kódu řídicího systému COM600 [2].....	25
Tabulka 3. Předdefinované adresy IP základních komunikačních portů.....	31
Tabulka 4. Adresy pro vyčítání v protokolu IEC104 nastavené v nástroji Cross- References ....	40

# SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Příklad vzduchově izolované rozvodny vysokého napětí firmy ABB [1].....	10
Obrázek 2. Pohled zepředu řídicího systému COM600.....	11
Obrázek 3. Příklad zapojení COM600 [1] .....	12
Obrázek 4. Řídicí systém D400 společnosti GE[6] .....	14
Obrázek 5. Přehled ochrany rodiny Relion verze 6xx firmy ABB [8].....	17
Obrázek 6. Vnitřní pohled nástroje GOOSE Analyzer [1].....	19
Obrázek 7. Nástroj Cross-references v prostředí SAB600.....	20
Obrázek 8. Nástroj Online monitoring vývodového pole [2].....	21
Obrázek 9. Základní schéma výkresové dokumentace .....	22
Obrázek 10. Nástroj SLD Editor v programovém prostředí SAB600.....	22
Obrázek 11. Obecný návrh vlastní komunikační struktury .....	24
Obrázek 12. Návrh vlastní komunikační struktury .....	26
Obrázek 13. Pohled zepředu na rozšiřující periférii RIO600 firmy ABB [14].....	27
Obrázek 14. Ochranný terminál REF615 [9].....	28
Obrázek 15. Ukázka binárního vstupu ochrany REF615 .....	29
Obrázek 16. Ukázka binárního výstupu ochrany REF615 .....	29
Obrázek 17. Ukázka funkčních bloků konfigurování ochrany REF615 .....	30
Obrázek 18. Rozdělení logického uzlu [15] .....	32
Obrázek 19. Testování konfigurací řídicího systému COM600.....	34
Obrázek 20. Demo panel laboratoře .....	35



Obrázek 21. Připojení správnosti horizontální komunikace GOOSE na diodu LED11 .....	36
Obrázek 22. Správnost připojení demo panelu .....	36
Obrázek 23. Testování dálkového zapnutí vypínače.....	37
Obrázek 24. Diagnostické okno testování řídicího systému COM600 .....	37
Obrázek 25. Proudový a napěťový zdroj FREJA 300.....	38
Obrázek 26. Adresy převedených signálu v nástroji Cross-References .....	38
Obrázek 27. Simulační program CPTT .....	39
Obrázek 28. Simulace proudů v programu CPTT.....	39

# ÚVOD

Cílem této práce je popis a konfigurace řídicího systému COM600 společnosti ABB, který je možné použít pro automatizaci ovládání spínacích prvků rozvodů a parametrizaci ochrany na rozvodnách ABB. Dále se práce zabývá stručným popisem ochranného prvku série Relion REF615, rozšiřující periférie RIO600 (jednotka pro rozšíření vstupů a výstupů) a komunikačními standardy IEC61850, GOOSE a IEC104.



**Obrázek 1. Příklad vzduchově izolované rozvodny vysokého napětí firmy ABB [1]**

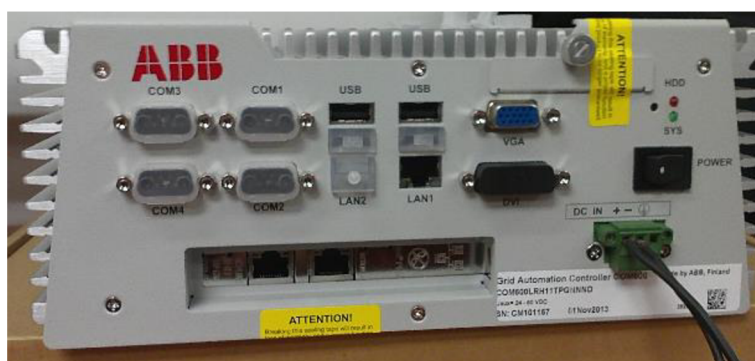
Práce by měla objasnit nejdůležitější funkce a možnosti řídicího systému COM600, srovnání s jinými systémy od společnosti ABB a konkurenčních společností. Ochranný konfigurovatelný terminál REF615, jakožto jedna z nejpoužívanějších ochrany by měla objasnit a demonstrovat převod mezi komunikačními standardy IEC 61850, IEC 104 a horizontální komunikaci GOOSE (převod pomocí řídicího systému COM600). Hlavní částí této práce je návrh komunikační struktury pro převod standardu IEC 61850 na standard IEC 104, konkrétní řešení konfigurací ochranného terminálu REF615, rozšiřující periférie RIO600 a řídicího systému COM600. Součástí práce je vytvoření návodu pro praktické konfigurování řídicího systému COM600 a jeho testování.

# 1. VŠEOBECNÝ PŘEHLED MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ ŘÍDICÍHO SYSTÉMU COM600

Tato kapitola by měla objasnit, co je řídicí systém COM600 obecně a jeho srovnání s ostatními řídicími systémy od společnosti ABB a konkurence. Dále popisuje základní komunikační standard v řídicím systému COM600. Kapitola dále popisuje základní portfolio v současnosti nepoužívanějších ochranných systémů společnosti ABB.

## 1.1. ŘÍDICÍ SYSTÉM COM600 OBECNĚ

V dnešní době se stále více rozšiřuje složitost a automatizování rozvodů. Pro tyto účely automatizování VN aplikací je pro menší rozvodny používán v rámci společnosti ABB řídicí systém COM600. Systém COM600 komunikuje s potřebnými ději v rozvodně jako celku, ale i s jednotlivými poli rozvodny. Zpětná grafická vazba systému COM600 je zobrazena na webovém prohlížeči. Pomocí systému COM600 je možno nejen komunikovat s rozvodnou, kde jsou zobrazeny jednotlivé děje a stavy polí pomocí ONLINE monitoringu (bude popsán níže v kapitole 2. 3.) je možné upravovat již nastavené hodnoty, jako např. časové hodnoty ochranných funkcí. V každém poli rozvodny je nainstalován ochranný terminál (dále jen ochrana), který řídí chod konkrétního pole a umožňuje komunikaci se systémem COM600 pomocí standardu IEC61850. Ve společnosti ABB jedna z nejrozšířenějších pro VN je řada Relion s označením REx, kde x udává koncový prvek připojený na určité pole (konkrétní zkratky viz kapitola 1. 5.) [2].

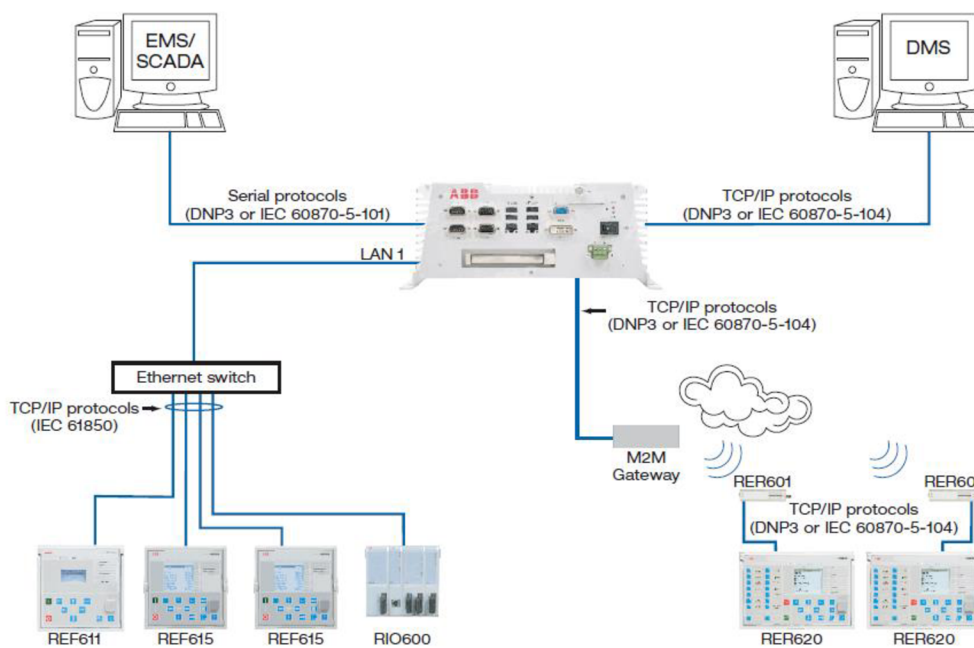


Obrázek 2. Pohled zepředu řídicího systému COM600

Systém COM600 je automatizovaný kontrolér od firmy ABB. Dále jsou v systému COM600 obsaženy komunikační standardy jako např. ModBus, horizontální komunikace GOOSE a automatická platforma a řešení uživatelského rozhraní. Funkčnost brány zajišťuje bezproblémovou konektivitu mezi rozvodnou IED, kontrolou a řízením. Automatická platforma s logickým procesorem, která je součástí řídicího systému COM600 flexibilně automatizuje, řídí úkoly, procesy, chování rozvodů a komunikuje se všemi IED zařízeními rozvodny [1].

Uživatelské rozhraní systému COM600 se řeší pomocí webových technologií. Přístup k rozvodně, procesům a úkolům z velícího centra se řeší klasickými webovými prohlížeči založenými na rozhraní HMI. V systému COM600 se řídí proces návrhu ve standardu IEC 61850 pro komunikaci a správu zařízení rozvodny. Funkční komunikační brána v systému COM600 podporuje řadu běžně používaných komunikačních protokolů pro komunikaci s rozvodnou. Pro ještě větší konektivitu se používají přístupy standardu data OPC, alarmy OPC a informace jsou poskytovány ke sdílení. Standard OPC je vnitřní základní protokol, na kterém je systém COM600 postaven. Systém COM600 umožňuje online sledování rozvodu, dějů (ochranné funkce, probíhané cykly, stav spínacích prvků rozvodny apod.). Obsluha vidí online veškeré dění na rozvodně a pro vzdálenou zprávu může komunikovat se systémem COM600 pomocí komunikačního standardu IEC 61850, ale i jinými jako např. IEC104, OPC atd. [1]

Systém COM600 přijímá pokyny z monitoringu například na komunikačním standardu IEC 104. Připojení je možné realizovat pomocí ethernetového kabelu s koncovkou RJ-45 nebo optickými kabely. Ty jsou přivedeny ze spínače, ve kterém jsou připojeny ochranné prvky.



Obrázek 3. Příklad zapojení COM600 [1]

Pro konfiguraci, systému COM600 se používá programové prostředí Station Automatic Builder 600 (SAB600) [3].

## 1.2 VERZE SYSTÉMU COM600

Jako všechny automatizované prvky a přístroje prochází i systém COM600 postupným vývojem. Změna vzhledu zejména velikosti např. systém COM600 verze 3.5 je větší a robustnější oproti verzi 4.0, jako nový je přidán DVI port. Změnila se vzhledová struktura, byl přidán výkonnější hardware a zvětšil se výkon systému COM600. Většinu nynějších elektronických zařízení je možno zapojit pomocí portu USB, proto se zvýšil počet těchto portů ve verzi 4.0 oproti verzi 3.5.

Základní programové vybavení řídicího systému COM600 byl speciálně konfigurovaný operační systém Windows XP do verze 3.5, od verze 4.0 je operačním systémem Windows 7.

### ***1.2.1 STANDARD OPC***

Systém COM600 jak už bylo zmíněno výše, pracuje na standardu OPC Standard OPC udržuje, povoluje a šíří dobrovolná organizace OPC Foundation se sídlem v Boca Raton, Florida, USA. V současnosti je organizace složena z 220 členů nejvýznamnějších zástupců společností zabývajících se monitoringem, vizualizací a komunikací. Produkty standardů OPC lze provozovat s implementovanou architekturou COM, především od společnosti Microsoft. Proto systém COM600 od firmy ABB staví na zatím nejnovějším operačním systému Windows 7. Testuje se možnost použití na operačním systému Linux [4].

Standard OPC je nově vyvinutý standard, který nahradil méně spolehlivý a v dnešní době už zastaralý protokol DDE. Rychlý a spolehlivý přenos dat je založen na technologiích společnosti Microsoft konkrétně na technologiích OLE, COM a DCOM. Je to metoda rozhraní, vlastností a přenos dat pro používání řízení v průmyslu. Standard OPC definuje rozhraní pro univerzální komunikaci nezávislé na hardwaru a softwaru jednoho výrobce. K jednomu serveru OPC může být připojeno libovolný počet klientů OPC. Komunikace probíhá na topologii klient/server. V poslední době stále sílí standardizace komunikačních protokolů řídicích systémů jako např. Profibus, Interbus, CAN, proto jsou servery OPC závislé na komunikačním protokolu příslušného podsystému. [4].

## **1.3. POROVNÁNÍ SYSTÉMU COM600 S OSTATNÍMI ŘÍDICÍMI SYSTÉMY**

Je podstatné si uvědomit, že systém COM600 může být považován za systém SCADA s HMI. Zkratka SCADA je spojení slov Supervisory Control And Data Acquisition, což znamená supervizní řízení a sběr dat. Zkratka HMI se dá specifikovat jako rozhraní použití mezi člověkem a strojem. Systém SCADA není opravdovým řídicím systémem, pouze funguje nad jinými skutečnými konfiguracemi např. programovatelnými automaty PLC. Pro případ této práce je to konkrétně ochrana REF615, která je konfigurována pro určité požadavky a jiné hardwarové prostředky. Dále může řídit, monitorovat a spravovat celé řídicí systémy včetně monitoringu a zaslání chybových hlášení [5].

800xA - je jedním s největších automatizovaných systémů firmy ABB, dokáže monitorovat, řídit, konfigurovat celé rozvodny až po koncový prvek ať už vysokonapětového nebo slaboproudého rázu. Systém 800xA je komplexní řídicí systém firmy ABB. Nevýhodou oproti systému COM600 jsou vyšší pořizovací náklady a hlavně vytvořen pro monitorování velkých celků jako např. elektrárny.



**Obrázek 4. Řídicí systém D400 společnosti GE[6]**

*D400 Advanced Substation Gateway* - společnosti GE. Obdobný nástroj jako systém COM600. Primárně používá standard IEC61131 [7].

A300 - společnosti Alstom je robustní systém určený pro práci na rozvodnách za přísných environmentálních podmínek (IEC 61850-3) [8].

Dále je možno použít řídicí systémy od společností Siemens (RTU, Simatic) nebo společnosti Honeywell (RC500 RTU).

#### **1.4. STANDARD IEC 61850 A HORIZONTÁLNÍ KOMUNIKACE GOOSE**

V minulosti každá společnost měla svůj definovaný a patentově chráněný komunikační protokol nebo standard s různou funkcí. S většími nároky na řízení, komunikaci s rozvodnami a možností implementovat ochranné terminály do rozveden jiných výrobců se stále více používá standard IEC 61850. Optimalizaci řízení s co nejmenšími lidskými zásahy bylo třeba vytvořit jeden standard, který bude plnit všechny požadavky výrobců a zákazníků, nezávisle na použitém zařízení nyní i v budoucnu. Proto vznikl standard IEC 61850 (český ekvivalent ČSN 61850). Standard IEC 61850 byl sestaven spoluprací velkých firem jako ABB, Alstom, Schneider, SEL, Siemens aj. a mezinárodní elektrotechnické komise IEC (International Electrotechnical Commission) se sídlem v Ženevě [9].

**Tabulka 1. Výpis standardu IEC 61850 [9]**

Označení normy	Název	Stručná charakteristika
<b>IEC 61850-1</b>	Úvod a přehled	Standard specifikuje důvod vzniku tohoto komunikačního standardu a popisuje jeho základní principy a výhody oproti starším protokolům.
<b>IEC 61850-2</b>	Výklad zvláštních výrazů	Standard objasňuje význam zvláštních výrazů, především specifických zkratk, jež jsou hojně v tomto standardu využívány.
<b>IEC 61850-3</b>	Všeobecné požadavky	Standard definuje všeobecné zvýšené požadavky na zařízení IEC 61850 (elektromagnetická kompatibilita, provozní teploty, tlaky, spolehlivost...).
<b>IEC 61850-4</b>	Systémové a projektové řízení	Standard definuje požadavky na správu systémů, řízení projektů, na speciální podpůrné nástroje pro inženýrské práce a systém zkoušek rozvodů VN a VVN.
<b>IEC 61850-5</b>	Požadavky na komunikaci pro funkce a modely zařízení	Standard definuje komunikaci mezi IED, jako jsou ochrany, odpojovače nebo transformátory, systémem rozvodny a požadavky na jednotlivé typy zpráv mezi nimi. Definuje taktéž názvy logických uzlů jednotlivých zařízení.
<b>IEC 61850-6</b>	Konfigurační popisový jazyk pro komunikaci v elektrických stanicích	Standard definuje formáty souborů pro popis konfigurace jednotlivých IED zařízení a komunikačního systému, včetně jednotného značkovacího jazyka, jimiž jsou popsány struktury datových modelů, které jsou obsahem těchto souborů.
<b>IEC 61850-7-1</b>	Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení: Zásady a modely	Standard definuje způsob dosažení interoperability jednotlivých zařízení standardizací základní komunikační struktury na základě přesné specifikace modelů jednotlivých zařízení.
<b>IEC 61850-7-2</b>	Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení: Abstraktní rozhraní pro komunikační služby ASCII	Standard definuje komunikační rozhraní mezi klientem a vzdáleným serverem a rozhraní pro přenos časově kritických zpráv a přenos souborů vzorkovaných hodnot.
<b>IEC 61850-7-3</b>	Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení: Obecné třídy dat	Standardizuje třídy dat (jako např. stavy zařízení, konfiguraci zařízení, analogové hodnoty apod.), určuje jejich jednotný datový formát a vlastnosti (atributy).
<b>IEC 61850-7-4</b>	Základní komunikační struktura pro podřízené stanice a napájecí zařízení: Třídy kompatibilních logických uzlů a třídy dat	Standard definuje jednotné názvy logických uzlů reprezentující jednotlivé typy zařízení a stanovuje jejich datové třídy pro komunikaci IED.

**Tabulka 1. Výpis standardu IEC 61850 pokračování [9]**

<b>IEC 61850-8-1</b>	Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM – Specific comm. Service mapping)	Standard definuje metody pro výměnu časově kritických i nekritických dat po místních sítích pomocí mapování na MMS (Manufacturing Message Specification) a na ethernetovo rámci z ISO/IEC 8802-3 (IEEE 802.3). Díl specifikuje výměnu dat v reálném čase, řídicí činnosti a sdělování zpráv.
<b>IEC 61850-9-1</b>	Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM)	Standard definuje metodu přenosu vzorkovaných hodnot (elektronických transformátorů proudu a napětí, senzorů apod.) s digitálním výstupem přes slučovací jednotku, po sériové (neorientovaném) vícebodové procesní sběrnici typu peer-to-peer.
<b>IEC 61850-9-2</b>	Mapování specifických komunikačních služeb (SCSM)	Standard definuje metodu přenosu vzorkovaných hodnot po ethernetové procesní sběrnici definované standardem ISO/IEC 8802.3.
<b>IEC 61850-10</b>	Zkoušky shody	Standard definuje abstraktní typy zkoušek pro zařízení používaných v automatizovaných systémech rozvodů a jejich shodu s IEC 61850.

Standard IEC 61850 je soubor norem, který specifikuje metody komunikace a komunikační protokoly pro oblast energetiky a elektrizačních soustav. Standard IEC 61850 definuje komunikaci mezi ochranami v rozvodně, rozvodnami a dispečinkem [9].

#### ***1.4.1 VERTIKÁLNÍ KOMUNIKACE***

Vertikální komunikace standardu IEC 61850 je definována na toplogii klient/server a poskytuje nekritická data. Předává informace mezi jednotlivými úrovněmi řídicího systému. Při použití REF615 může jeden server poskytovat data až pěti klientům současně.

#### ***1.4.2 HORIZONTÁLNÍ KOMUNIKACE OBECNĚ***

Horizontální komunikace slouží k předávání informací na jedné úrovni mezi ochranami rozvodny. Díky této komunikaci není nutné pro propojení binárních vstupů a výstupů používat mnoho drátových vodičů, ale je možné je nahradit jedním ethernetovým kabelem [9], [10].

#### ***1.4.3 HORIZONTÁLNÍ KOMUNIKACE GOOSE***

Horizontální komunikace GOOSE – (Generic Object Oriented Substation Events), dle standardu IEC61850, objektově orientovaná událost rozvodny horizontální komunikace přenáší stavová data a hodnoty proměnných se seskupují do tzv. datasetů, které se přesouvají v jednotném časovém intervalu po místní síti LAN. Standard IEC 61850 je dnes využíván především pro jednoduché účely jako např. zasílání vypínacího povelu, z vývodního do přívodního pole, logické blokády mezi rozvodnami aj. Tato komunikace využívá přístup peer-to-peer. Horizontální komunikace GOOSE se používá pro nahrazení konzervativního zařízení pro logické řízení. Zařízení IED, která jsou určena pro detekování událostí, používají pro přenos přes tzv. multicasting. Komunikace je podrobena přísným požadavkům od vzniku po odeslání události nesmí uplynout doba více než 4 ms (např. kritické signály a oblasti VN) [9], [10], [11].



## 1.5. PORTFOLIO OCHRAN ABB

Společnost ABB nabízí v široký sortiment ochran Relion. Parametry a konfigurace se řídí podle potřeb a přání zákazníka a hlavně koncového použití v průmyslu. Podle toho se ochrany liší. Liší se i různorodost a náročnost typové konfigurace ochrany a jiných ochranných prvků, které se do rozveden montují a připojují.



**Obrázek 5. Přehled ochran rodiny Relion verze 6xx firmy ABB [8]**

Modely řady Relion 6xx jsou

Serie 605	typy: REF, REJ,
- Serie 610	typy: REF, REM, REU,
- Serie 611	typy: REF, REM, REB,
- Serie 615	typy: REF, REC, RET, RED, REM, REU,
- Serie 620	typy: REF, RET, REM,
- Serie 630	typy: REF, RET, REM, REG,
- Serie 650	typy: REC, RET, REL, REG, REB, REQ,
- Serie 670	typy: REC, RET, REL, RED, REG, REB, RES.[12]

Všechny série mají speciální modifikace pro koncový prvek, jenž bude na konkrétní aplikaci připojen např. motor, transformátor, pole přívodu apod.

Série 670 a 650 jsou konstruovány a používají se pro vysoké napětí od 35 kV. Série 630, 620, 615 jsou konfigurovatelné ochrany primárně určeny pro střední napětí, pro montování do rozveden VN tj. napětí do 35 kV.

Zkratky a vysvětlivky ochran pro použití koncového spotřebiče jsou následující

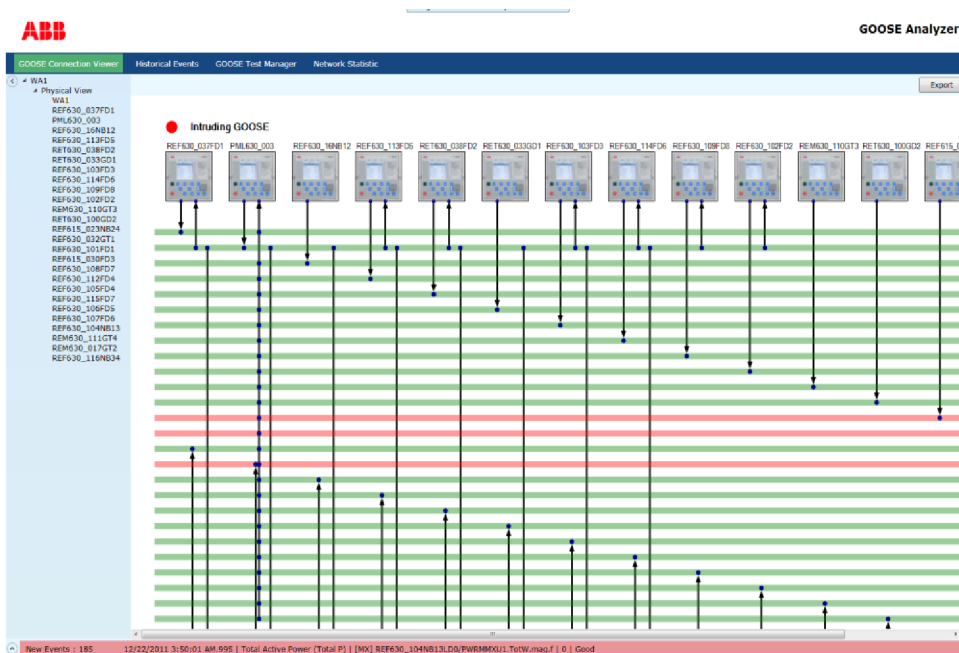
- REF – feeder protection (ochrana vývodového pole),
- REC – bay control (ochrana pole),
- RET – transformer protection (ochrana transformátorů),
- REL - line distance protection (distanční ochrana vedení),
- RED – line differential protection (diferencialní ochrana vedení),
- REM – motor protection (ochrana motoru),
- REG – generator protection (ochrana generátoru),
- REB - busbar protection (připojnicová ochrana),
- RES – wide area protection (ochrana pro širokopásmé oblasti),
- REQ – breaker protection ( vypínačová ochrana),
- REU – voltage protection (ochrana pole měření),
- REJ – current protection (ochrana nadproudová, ochrana pro měření proudu).

## **2. NÁSTROJE OBSAŽENÉ V ŘÍDICÍM SYSTÉMU COM600**

Tato kapitola popisuje základní a nejdůležitější nástroje obsažené v systému COM600, které je nutno nakonfigurovat pro uvedení do provozu.

### **2.1. NÁSTROJ GOOSE ANALYZER**

Nástroj Goose analyzér (GAT) je profesionální nástroj obsažený v systému COM600 pro monitoring a analýzu GOOSE signálů (horizontální komunikace GOOSE viz kapitola 1.4.3) ve standardu IEC 61850. Nástroj GOOSE analyzér je nástroj, který se možné použít při uvedení do provozu, pro servis a monitoring GOOSE signálů. Nástroj GOOSE analyzér pracuje se soubory SCD, které jsou vyexportovány z konfigurace ochran, v případě této práce je to REF615. Nástroj GOOSE analyzér je sestaven z jednoho vnitřního serveru a WebHMI pro IED (např. REF615). Vnitřní server GOOSE obsahuje prohlížeč spojení, test manažer, staré události a statistiku sítě [2].



Obrázek 6. Vnitřní pohled nástroje GOOSE Analyzer [1]

*Prohlížeč GOOSE spojení (GOOSE connection viewer)* - zobrazuje v reálném čase toky signálů z ochrany, to co se posílá do ochrany a co se přijímá. Prohlížeč také poskytuje nepřetržitý seznam nejnovějších vysílaných hodnot. Ukládají se zde i starší (historické hodnoty)

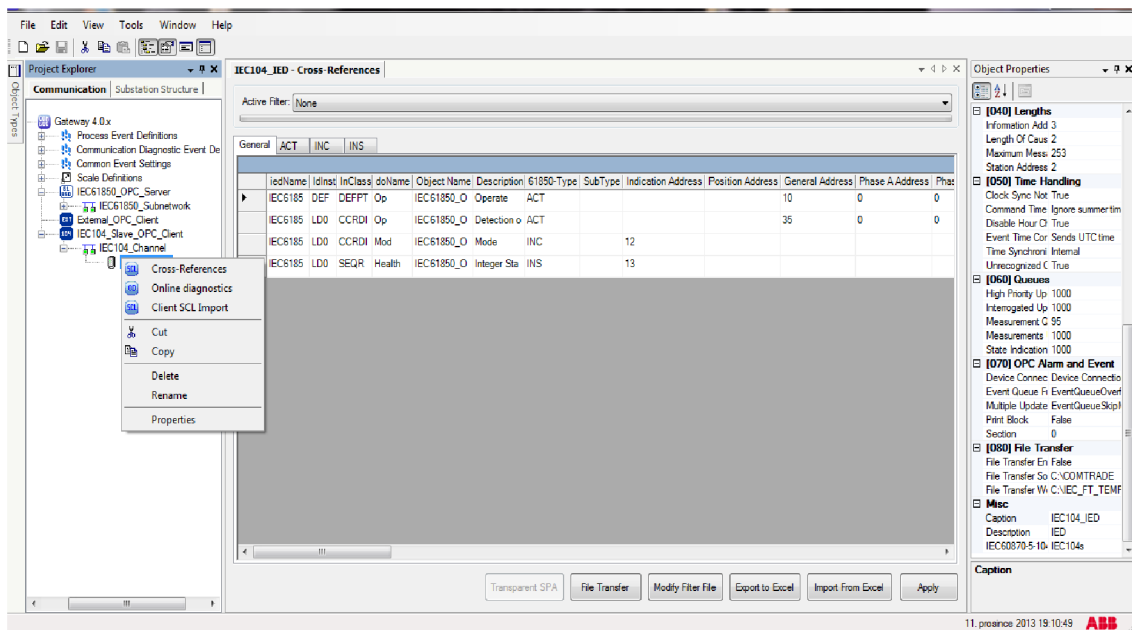
*Manažer GOOSE test (GOOSE test manager)* - umožňuje v reálném čase spravovat a zobrazovat průtoky signálů mezi zařízeními např. mezi systémem COM600 a ochranou REF615, rozšiřující periferii RIO600. Dále umožňuje rychlý, spolehlivý a ucelený pohled na všechny zařízení využívající horizontální komunikaci GOOSE a komunikační status.

*Staré události (Historian data)* - ukládají se zde starší hodnoty.

*Statistika sítě (Network statistic)* - zobrazuje aktuální statistické hodnoty signálů GOOSE v síti [4].

## 2.2. NÁSTROJ CROSS-REFERENCES

Nástroj Cross-references přeměňuje tzv. logické uzly z jednoho protokolu na jiný např. ze standardu IEC61850 na standard IEC104. V tomto případě ze standardu OPC na standard IEC104. Nástroj mění logické uzly pouze na *slave* klientu OPC. Klient *slave* OPC slouží pro předání konvertovaného signálu na jiný protokol. Servery *master* jsou definovány pro fyzické zařízení např. ochrana REF615, rozšiřující periferie RIO600.



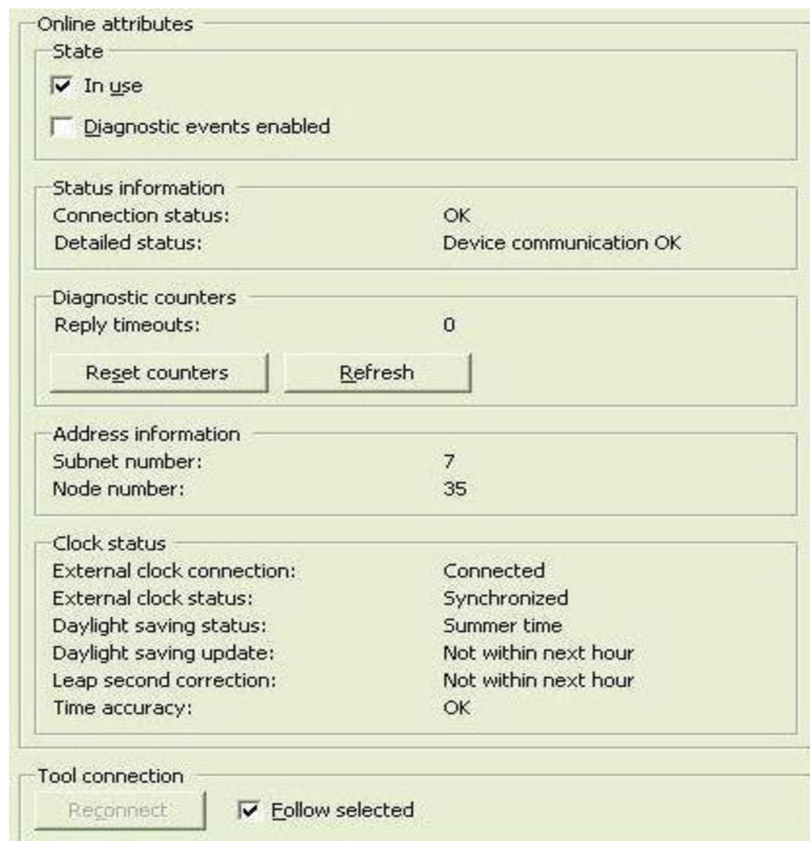
Obrázek 7. Nástroj Cross-references v prostředí SAB600

Veškeré funkce a parametry jsou zadány do nástroje ručně, aby programátor přesně věděl, které funkce jsou zadány. Každá funkce nebo parametr má svoji specifickou číselnou adresu. Obsluha poté operuje se zadanými adresami. Při konfigurování je nutno tvořit tzv. signál list - soubor v textovém dokumentu, kde je vysvětleno, co každá specifická číselná adresa znamená. Textový dokument se ukládá na pevný disk systému COM600 z důvodu snadného zpětného dohledání. Specifické číselné adresy určuje programátor podle svého uvážení.

Textový dokument poté obsluhu objasní jakou funkci nebo parametr má daná specifická číselná adresa např. 446 - nadproudová zemní ochrana, 21- poloha vypínače apod. [13].

## 2.3. NÁSTROJ ONLINE MONITORING

Pro online monitorování funkcí a parametrů jednotlivých signálů ve standardu OPC se používá nástroj Online monitoring. V programovém prostředí SAB600 se nazývá Online diagnostic. Pro monitoring je potřeba připojení na funkční rozvodnu. Nástroj Online monitoring zobrazuje vysílané a přijaté informace z daného pole v hexadecimálním tvaru. Nástroj zobrazuje, zdali je ochrana monitorovaného pole připojena. Dále nástroj zobrazuje status připojení a číslo podsítě. Komunikace nástroje je v reálném čase. Každá ochrana v poli má definovanou jednoznačnou IP adresu, proto je připojení k jednotlivému poli jednoznačné. Adresa IP každé ochrany musí být jednoznačná a nesmí být v kolizi s jinými adresami IP.

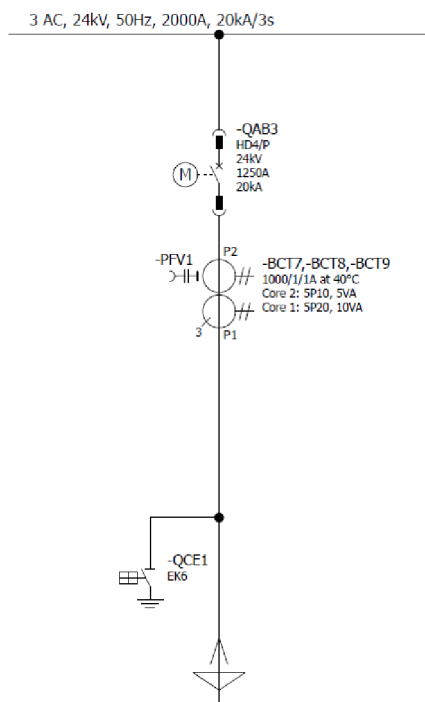


**Obrázek 8. Nástroj Online monitoring vývodového pole [2]**

Pro Online monitoring je důležité mít nainstalované programové vybavení Telnet. V operačním systému Windows XP je Telnet základní funkcí nastavenou v programovém prostředí SAB600. V operačním systému Windows 7 32-bit je Telnet jako volitelná funkce. Díky Online monitoringu může obsluha okamžitě zareagovat a odpojit vadné pole.

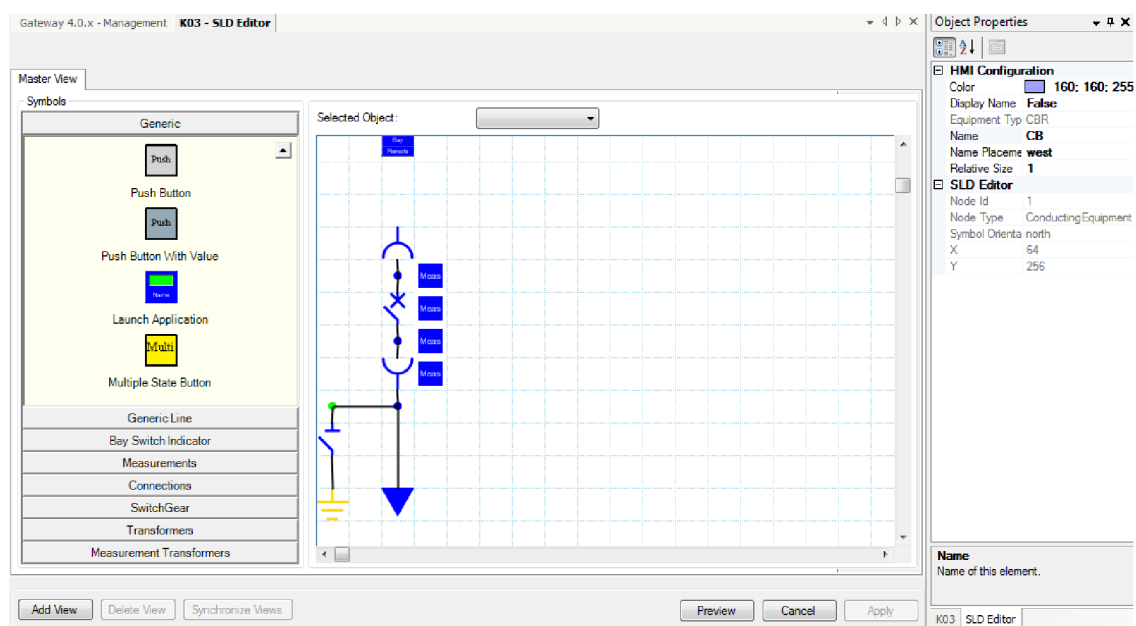
## **2.4. NÁSTROJ SLD EDITOR**

Protože je nutné sledovat, ovládat průběhy a děje na jednotlivých polích rozvodny musí být tyto pole zobrazené. Pro tento účel se používá nástroj SLD Editor, je to jeden ze základních funkcí systému COM600. Nástroj SLD Editor slouží pro překreslení základního schématu v programovém prostředí SAB600. V tomto nástroji se stručně nakreslí jednotlivé pole rozvodny. Nakreslí se zde základní prvky rozvodny jako např. poloha vypínače, stav zda-li je sepnuto nebo rozepnuto, napěťové a proudové transformátory, dané pole je přívodové nebo vývodové, znázornění koncového prvku (motor, transformátor...), napěťové přípojnice, zkratovač a jeho poloha a jiné. Vše je vkládáno pomocí již předdefinovaných základních prvků.



Obrázek 9. Základní schéma výkresové dokumentace

Nástroj SLD Editor se nachází v záložce „Substation structure“ a je zobrazen na Obrázku 10.



Obrázek 10. Nástroj SLD Editor v programovém prostředí SAB600

- *Generic* - základní výstražné indikátory, tlačítka např. zapnutí vypínače, spouštěcí aplikace.
- *Generic Line* - oddělovací bod, bod z/od kterého bude směřovat další zařízení nebo signálový stav (např. napěťové přípojnice).

- *Bay Switch Indicator* - oddílový indikátor vypínače.
- *Measurements* – oddílový indikátor měření.
- *Connections* – oddělovací konektor, připojovací bod, značka pro signalizaci vývodu, přívodu, zkratovače.
- *SwitchGear* – základní funkční bloky pro sestavení obvodu např. značka pro vypínač, spojovací uzel a jiné. A pro koncový prvek např. motor, generátor, transformátor.
- *Transformers*- napěťové a proudové transformátory dvoufázové nebo třífázové.
- *Measurement transformers* – měřicí transformátory napěťové a proudové.

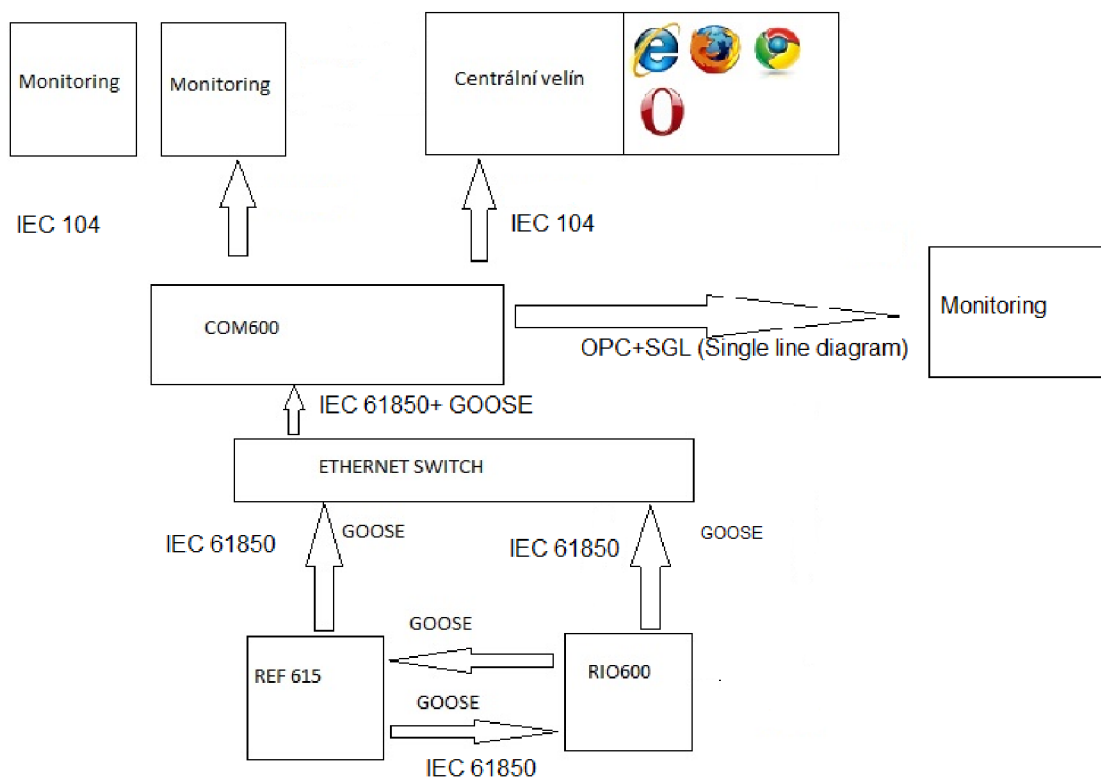
### **3. VLASTNÍ KOMUNIKAČNÍ STRUKTURA SYTÉMU COM600 S OCHRANOU REF615 A ROZŠIŘUJÍCÍ PERIFERIÍ RIO600**

Cílem této kapitoly je pospat návrh vlastní komunikační strukturu, na které bude systém COM600 komunikovat s ochranou REF615 a jeho rozšiřující periferií RIO600.

#### **3.1. NÁVRH VLASTNÍ KOMUNIKAČNÍ STRUKTURY**

Před začátkem konfigurace je potřeba definovat základní funkce a možnosti systému COM600, jako např. napájecí napětí, komunikace, počty master a slave protokolů a jiných. Toto definování se děje dle tzv. “definičního kódu”, který je tvořen pomocí standardizovaných zkratk, viz. Tabulka 2.

Obecný náskres vlastního návrhu komunikační struktury s využitím ochranných prvků REF615 a rozšiřujících periferií RIO600 pro systém COM600 se znázorněním komunikačních standardů horizontální a vertikální komunikace rozvodny s monitorovanými stavy je zobrazen na Obrázku 11. Ochrany REF615 reportují pomocí Report Control Blocků jednotlivé datasety, které obsahují konkrétní signály standardu IEC61850 a horizontální komunikace GOOSE. Signály jsou posílány na monitorovací stanici a centrální velín přeměněné na komunikační protokol podle standardu IEC 104. Monitorovací stanice s velínem komunikuje na standardu IEC104. Dále velín pomocí webového rozhraní monitoruje, ovládá a nastavuje ochranu REF615 nebo rozšiřující periferii RIO600 pomocí standardu IEC104 do řídicího systému COM600 dále pak komunikace probíhá standardem IEC 61850.



**Obrázek 11. Obecný návrh vlastní komunikační struktury**

Rozvodna bude sestavena ze čtyř polí. Jedno pole přívodové, dvě pole vývodová a jedno pole měřicí. Rozvodna bude obsahovat čtyři ochrany REF615 a dvě rozšiřující periferie RIO600

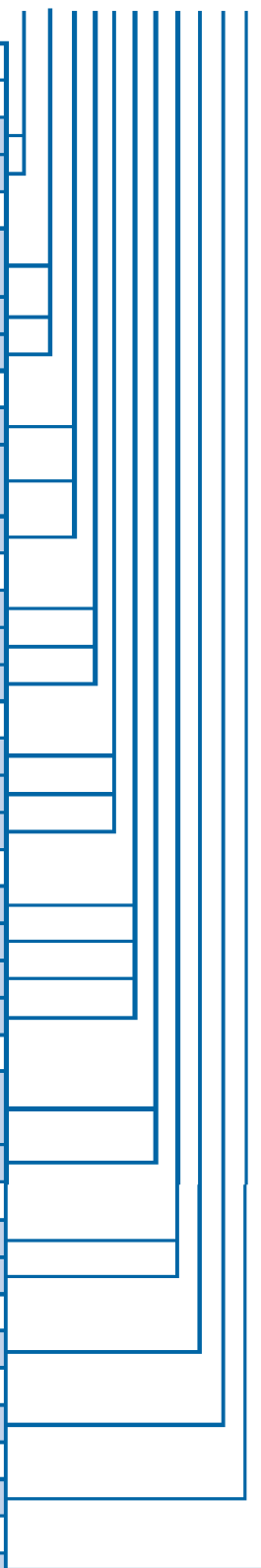
Pro tuto práci byl vybrán systém COM600 v 4.0 s definičním kódem: HRF22PPGNNND. Vysvětlení konkrétních zkratk definičního kódu je znázorněno v Tabulce 2. Vybraný definiční kód obsahuje všechny výše popisované nástroje pro použití v rozvodnách firmy ABB.

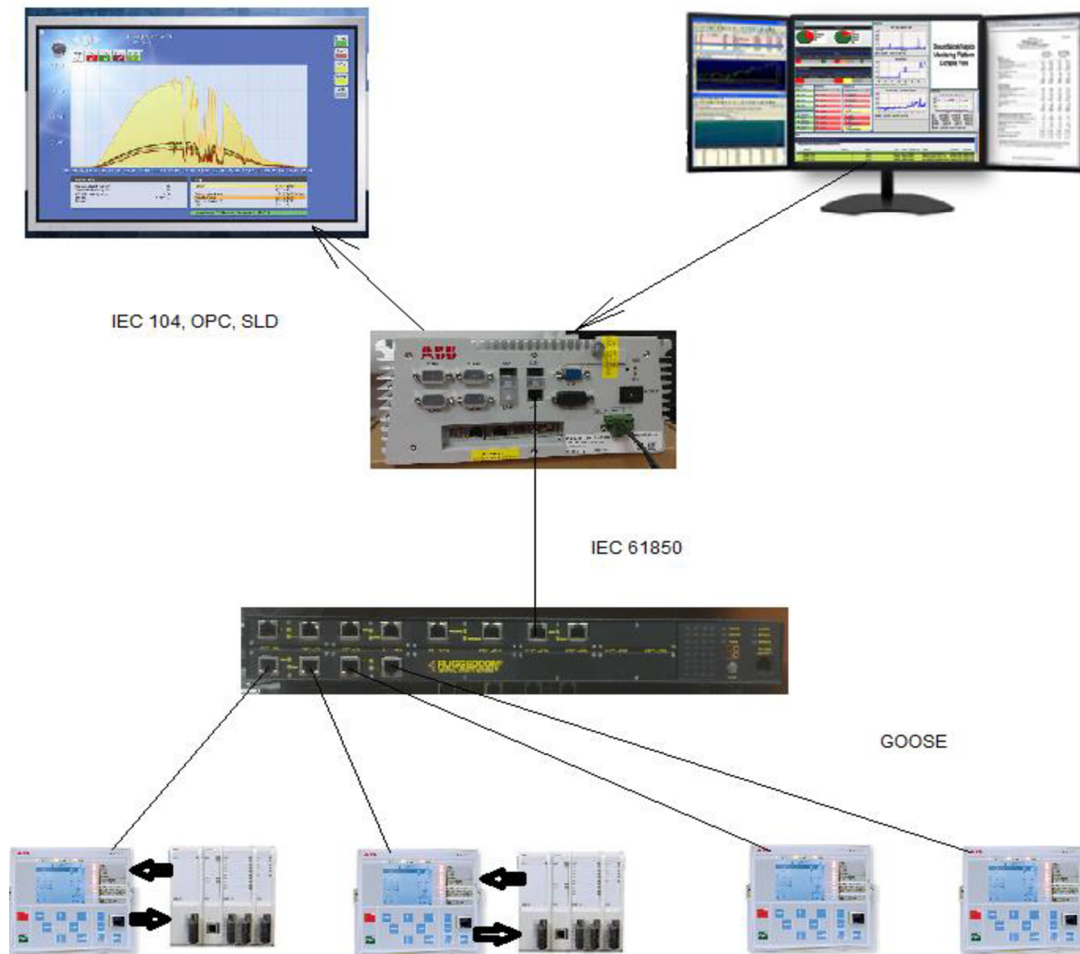


Tabulka 2. Popis zkratek definičního kódu řídicího systému COM600 [2]

COM600HRH32PPGNNND

#	Popis	
1	<b>Napájecí napětí</b>	
	110 - 220 V ss, 100 - 240 V st	H
	24 - 60 V ss	L
2	<b>Volitelné komunikační karty (PCI)</b>	
	Ethernetová karta (RJ-45) 10Base-T, 100Base-TX, 1000Base-T, 2 porty	R
	Seriový karta RS-232/RS-485, 8 portů	S
	Žádný	N
3	<b>Human Machine Interface</b>	
	Web Human Machine Interface	H
	FDIR(detekce poruch, detekce izolace a obnova zatížení) včetně FDIR-kompatibility Web HMI	F
	Žádný	N
4	<b>Master protokoly</b>	
	Jeden master protokol	1
	Dva master protokoly	2
	Tři master protokoly	3
5	<b>Slave protokoly</b>	
	Jeden slave protokol	1
	Dva slave protokoly	2
	Žádný	N
6	<b>Volitelné programové prostředí</b>	
	Data historian	T
	Logický procesor	L
	Data historian a logický procesor	P
	Žádný	N
7	<b>Volitelné funkce standardu IEC 61850</b>	
	IEC 61850 proxy server a povolení GOOSE	P
	Nevolitelný IEC 61850	N
8	<b>GOOSE Analyzer</b>	
	GOOSE Analyzer povolen	G
	GOOSE Analyzer nepovolen	N
9	<b>Prázdný digit</b>	
	Žádný	N
10	<b>Prázdný digit</b>	
	Žádný	N
11	<b>Prázdný digit</b>	
	Žádný	N
12	<b>Verze</b>	
	Verze 4,0	D





**Obrázek 12. Návrh vlastní komunikační struktury**

Ochrany jsou zapojeny do ethernetového přepínače, ethernetovým kabelem s koncovkou RJ-45. Ochrany mezi sebou komunikují horizontální komunikací GOOSE, přepínačem a systémem COM600 na standardu IEC61850. Systém COM600 je napojen na centrální monitoring a velín. S monitoringem systém COM600 komunikuje na standardu IEC61850. Velín s monitoringem komunikuje na standardu IEC104. Velín se systémem COM600 komunikuje a spravuje ochrany na standardu IEC104.

## 3.2. KONFIGURACE ROZŠÍŘUJÍCÍ PERIFERIE RIO600

Rozšiřující periferie RIO600 je přídavné zařízení na rozšíření možností binárních vstupů a výstupů pro ochrany nejen série Relion, ale i jiných ochran ABB. Binárními vstupy a výstupy jsou ovládány funkce a mechanismy rozvodného pole např. poloha vozíku vypínače, ovládání polohy zkratovače, klapky, měření apod.

Rozšiřující periferie RIO600 je přídavný prvek pro rozšíření binárních vstupů a výstupů, které se nevešly do ochrany REx, popřípadě byly doplněny později na zvýšení ochrany koncových prvků. Poskytuje možnost lepší komunikace ochrany se systémem COM600. Rozšiřující periferie RIO600 pracuje na standardu IEC 61850.

Rozšiřující periferie RIO600 zajišťuje maximální flexibilitu a bezproblémovou konektivitu standardu IEC 61850 mezi rozvodnou, binárními vstupy a výstupy. Pomáhá ke zjednodušení kabelového prostoru, zmenšení počtu drátových propojů a spojů, což vede k menším chybám. Případné chyby se poté lépe hledají. Kabelový prostor je více přehledný méně náročný na opravy a provoz. Díky menšímu počtu drátových vodičů se do kabelového prostoru dají přidat případné další ochranné, komunikační a jiné prvky.



Obrázek 13. Pohled zepředu na rozšiřující periferii RIO600 firmy ABB [14]

Souhrn vlastností RIO600

- podpora IEC61850,
- standardní Ethernetová komunikace pomocí RJ-45 s rychlostí 10/100 Mbit/s,
- záložní napájení,
- nenáročný konfigurační nástroj pro mapování dat na standardu IEC 61850,
- snížení počtu kabeláže,
- až 40 konfigurovatelných binárních vstupů a výstupů,
- možnost umístění na DIN lištu,

- podpora dvou serverů SNTP (zajišťujících časovou synchronizaci rozvodny).

Pro konfiguraci RIO600 je použito programové prostředí PCM 2.5 (aktuální verze, v beta testování verze 2.6) [14].

### 3.3. KONFIGURACE OCHRANNÉHO TERMINÁLU REF615

Ochrana REF 615 patří do série Relion REx. Série Relion je navržena pro plnohodnotné využití standardu IEC 61850 včetně horizontální komunikace GOOSE. Ochrana REF615 má v sobě integrované funkce chránění, měření, ovládání především pro venkovní použití. Plnohodnotná podpora standardu IEC61850, komunikačního protokolu MODBUS a jiné. Pro konfiguraci ochrany REF615 se používá programové prostředí PCM600 v 2.5 (aktuální verze, v beta testování verze 2.6).

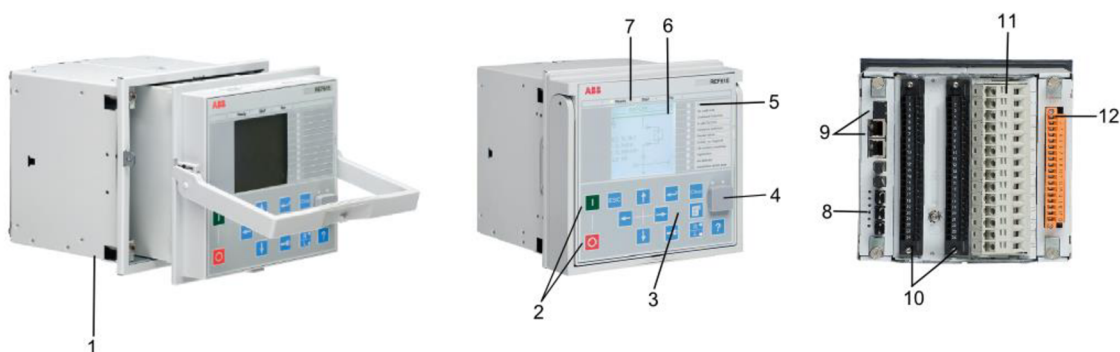
Nejdůležitější funkce konfigurace REF615 obsažené v konfiguraci

- *Application configuration* – grafické rozhraní spojující základní funkční bloky, binární vstupy a výstupy s použitím logických funkcí nebo funkčních bloků ochranných a jiných funkcí,

- *Parameter setting* - nastavení hlavních i vedlejších hodnot funkčních bloků propojených v Application Configuration,

- *Graphical display editor* - nástroj pro kreslení základního schématu, výsledné schéma je zobrazeno na displeji ochrany,

- *Signal Matrix* - nástroj pro spojení funkčních bloků, vstupů a výstupů, které jsou třeba pro horizontální komunikaci GOOSE. Všechny signály jsou v nástroji Signál Matrix zobrazeny v matici [9].

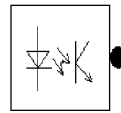


Obrázek 14. Ochranný terminál REF615 [9]

Popis součástí ochranného terminálu REF615 z Obrázku 14

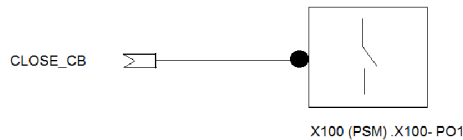
- 1) pevná a výsuvná část ochrany,
- 2) tlačítka pro ovládání vypínače,
- 3) tlačítka pro pohyb a provádění operací v menu,
- 4) servisní ethernetový port,

- 5) programovatelné LED,
- 6) displej LCD,
- 7) provozní signalizační LED,
- 8) vstupy pro snímače záblesku,
- 9) komunikační porty (2xRJ45, 1xduplex LC),
- 10) modul binárních vstupů, výstupů a napájení,
- 11) modul analogových vstupů (proudových) a binárních vstupů (v závislosti na provedení).
- 12) modul binárních vstupů, výstupů, analogových (napěťových) nebo senzorových vstupů (v závislosti na provedení) [9].



X110 (BIO). X110- Input 1

**Obrázek 15. Ukázka binárního vstupu ochrany REF615**



**Obrázek 16. Ukázka binárního výstupu ochrany REF615**

Binární vstupy a výstupy jsou základní prvky, kterými jsou ovládány funkce ochrany např. stav vypínače, stav zkratovače, stav odřukových klapek. Lze jimi ovládat i jiné funkce. Funkce, které budou ovládány, zadává výkresová dokumentace.

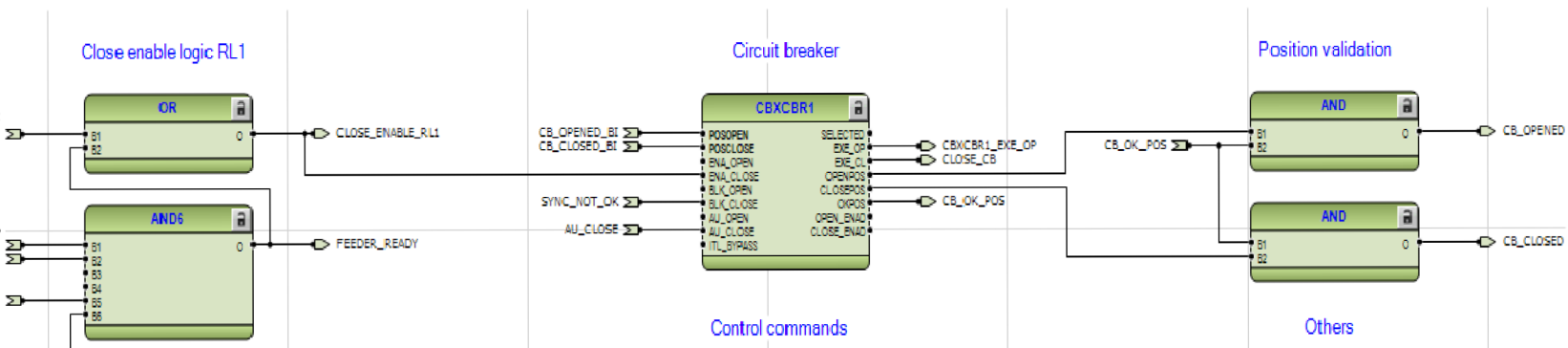
Na Obrázku 17 jsou vybrány funkční bloky z konkrétní konfigurace ochrany REF615.

*Blok Close enable logic RLI* – logika pro ovládání transformátoru RLI, ten povoluje zapnutí nebo vypnutí hlavního vypínače. Logika Close enable logic RLI je složena ze základních logických funkcí OR, NAND

*Blok Circuit breaker* – logika ovládání vypínače, podle normy ANSI má v programovém prostředí označení CBXCBR1

*Blok Position validation,others* – poloha vypínače (zapnuto nebo vypnuto), logika je složena z logických funkcí AND a připojena na binární výstupy.

Obrázek 17. Ukázka funkčních bloků konfigurování ochrany REF615



# 4. KONFIGURACE ŘÍDICÍHO SYSTÉMU COM600

Kapitola se zabývá konkrétním postupem při konfigurování řídicího systému COM600 a uvedením do provozu.

## 4.1 PRIMÁRNÍ NASTAVENÍ ŘÍDICÍHO SYSTÉMU COM600

Pro první přihlášení je potřeba užít základní uživatelské jméno a heslo, které jsou uvedeny v technickém manuálu. Po přihlášení je nutné nastavit bránu firewall pro nastavení spojení a provést nastavení, tak aby mohl řídicí systém komunikovat s programovým prostředím SAB600. Dále je vhodné povolit zpětnou odezvu příkazovým řádkem tzv. PING. Řídicí systém COM600 má základní dva komunikační porty LAN1 a LAN2.

Tabulka 3. Předdefinované adresy IP základních komunikačních

Port LAN	Komunikační brána	Maska sítě	Adresa IP	
LAN 1	Nedefinována	255.255.255.0	192.168.2.11	Lokální komunikační port
LAN 2	Nedefinována	255.255.255.0	10.0.0.11	Dálkový komunikační port

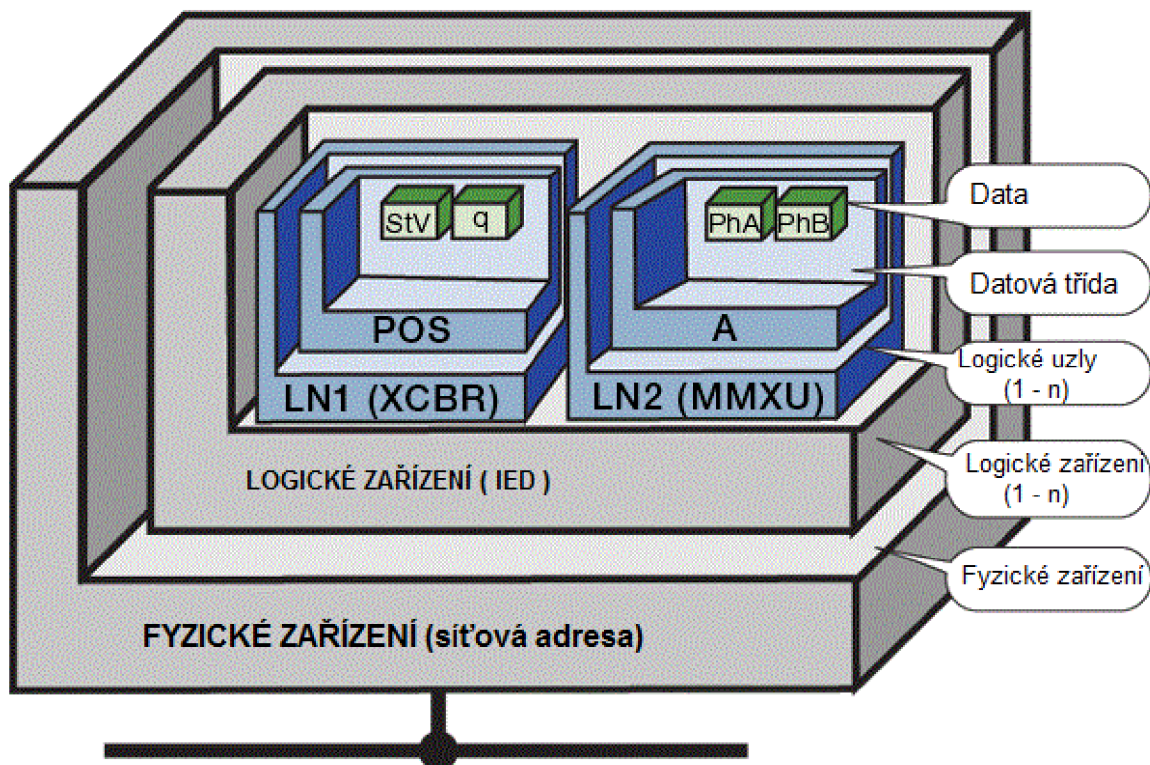
Komunikační port LAN1 je nastaven, jako lokální a komunikační port LAN2 je nastaven jako dálkový komunikační port. Pro první přihlášení je nutné být připojen do lokálního komunikačního portu.

## 4.2 DOPLNĚNÍ KONFIGURACÍ OCHRANNÝCH TERMINÁLŮ V IET

Programové prostředí IET slouží pro upravování souborů SCD, doplnění a definování komunikace. Před vložením souborů SCD je třeba definovat signály komunikace GOOSE a také přiřadit řídicí systém COM600 do komunikace GOOSE. Tyto signály jsou definovány v programovém prostředí IET pomocí tzv. datasetů a bloků kontroly GOOSE. V prostředí IET se každý ochranný terminál zobrazí individuálně pomocí technického klíče. Každému ochrannému terminálu jsou datasety, bloky kontroly GOOSE, nastavovány samostatně. Nakonec je nastavena konkrétní komunikace co a kam se má posílat a komunikovat. Po nastavení konfigurací jsou konfigurace vyexportovány a poté jednotlivě vloženy do programového prostředí SAB600. Při vkládání konfigurací již není možné měnit technický klíč jednotlivých ochranných terminálů.

### 4.3 PŘEVOD KOMUNIKAČNÍHO STANDARDU IEC61850 NA IEC104

Pro převod protokolů jak už bylo zmíněno výše, je použit nástroj Cross Referencess. Příslušné vložené konfigurace jsou rozděleny na tzv. logické uzly, ty znázorňují řídicí bloky, které se nachází v programovém prostředí PCM600 a dělí je podle datové struktury.



Obrázek 18. Rozdělení logického uzlu [15]

Převody standardů a protokolů, se provádějí většinou z důvodu sjednocení do jednoho celku např. k již pracující rozvodně, je třeba přidat další rozvodnu.

#### 4.3.1 KLIENT SLAVE PROTOKOLU IEC104

Klient slave protokolu IEC104 je implementován jako OPC klient, který přenáší a převádí data mezi klienty slave na rozhraní protokolu IEC104 a servery OPC řídicího systému COM600. Programové prostředí SAB600 může být také použito pro diagnostiku a řízení činnosti klienta slave protokolu IEC104. Řídicí systém COM600 má obsažen webový prohlížeč, který lze použít pro dálkové diagnostiky brány klienta slave protokolu IEC104. Klient slave protokolu IEC104 používá pro komunikaci protokol TCP / IP (Ethernet rozhraní) [16].

Klient slave protokolu IEC104 podporuje následující funkce:

- klient OPC Data Access v. 1.0/2.0 pro přístup k datům z OPC serverů,
- alarmy OPC, události specifikace v. 1.10 pro diagnostické a kontrolní účely,
- IEC 61850 údaje modelování,



- dohled systému,
- podporované IEC 60870-5-104 datové typy a funkce,
- naměřené hodnoty,
- příjem synchronizace času,
- parametrizace a poruchového zapisovače přes transparentní SPA,
- přenos souborů,
- redundantní komunikace [16].

#### **4.3.2 KLIENT MASTER STANDARDU IEC61850**

Je-li cílem vytvořit společné datové rozhraní mezi serverem OPC a klientem, procesních dat, modelování je prováděno standardem IEC 61850. Standard IEC 61850 je soubor specifikací, který detailně vrství komunikační architekturu rozvodny. Po přidání klienta master IEC 61850 může začít konfigurování hierarchicky strukturovaných modelů rozvodny nebo systému pro standard IEC 61850 pomocí programového prostředí SAB600.

Klient master standardu IEC 61850 podporuje následující funkce:

- OPC Data Access v. 1.0/2.0,
- alarmy OPC, události specifikace v. 1.10,
- komunikační diagnostika,
- dohled systému,
- komunikace zařízení standardu IEC 61850,
- datové objekty standardu IEC61850(typy např. SPS, DPS, ...),
- ukládání do vyrovnávací paměti,
- převod signálů,
- příjem horizontální komunikace GOOSE,
- automatické nahrávání a rušení nahrávání pomocí IEC 61850,
- přenos souborů pomocí serveru FTP,
- synchronizace času,
- klient mater standardu IEC61850 může fungovat jako klient SNTP a server pro synchronizaci času [17].

## 5. UVEDENÍ DO PROVOZU A TESTOVÁNÍ

Kapitola se zabývá uvedením do provozu a testováním konfigurací řídicího systému COM600.

### 5.1 TESTOVÁNÍ KONFIGURACÍ ŘÍDICÍHO SYSTÉMU COM600

Pro testování správnosti konfigurace byl místo fyzické rozvodny použit demo panel laboratoře oddělení programování ochran. K řídicímu systému byla připojena USB klávesnice a myš pro lepší orientaci v testování a ovládání ochranných terminálů.



**Obrázek 19. Testování konfigurací řídicího systému COM600**

Ochranné terminály obsažené v demo panelu jsou verzemi 3.0.1, proto je možné řídicím systémem ovládat pouze polohu vypínače nikoli vozíku a zkratovače tzn. ochrany mohou ovládat pouze jeden prvek. Signály jako poloha vozíku a zkratovače jsou ovládány manuálně, řídicí systém ale přijímá tyto signály a vše zobrazuje ve zjednodušeném schématu. Rozšiřující periferie RIO600 byla testována simulačním nástrojem ITT Sytheziser z důvodu nemožnosti modifikace stávajícího funkčního celku demopanelu laboratoře.

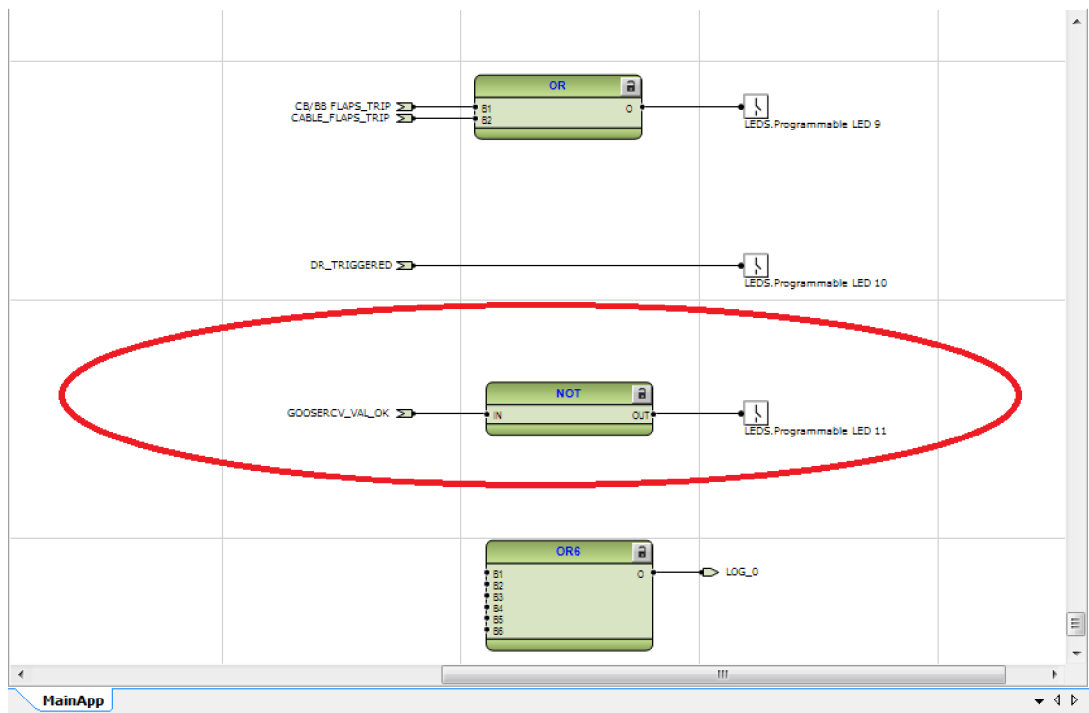
Přeměněné signály ze standardu IEC61850 na protokol IEC104 byly testovány programovým nástrojem CPTT 1.48. Všem signálům, které měly být testovány, byla přiřazena jedinečná adresa. Veškeré změny stavů, hodnot měření apod. nástroj zobrazoval v reálném čase. Výsledky vyčítaných hodnot nástrojem CPTT 1.48 jsou zobrazeny na obrázku 27 a obrázku 28.

Postupným odladěním celé konfigurace se dospělo k plné funkčnosti konfigurací. Pro testování správnosti konfigurace řídicího systému COM600 byl použit řídicí systém COM600 s připojením na demo panel laboratoře.

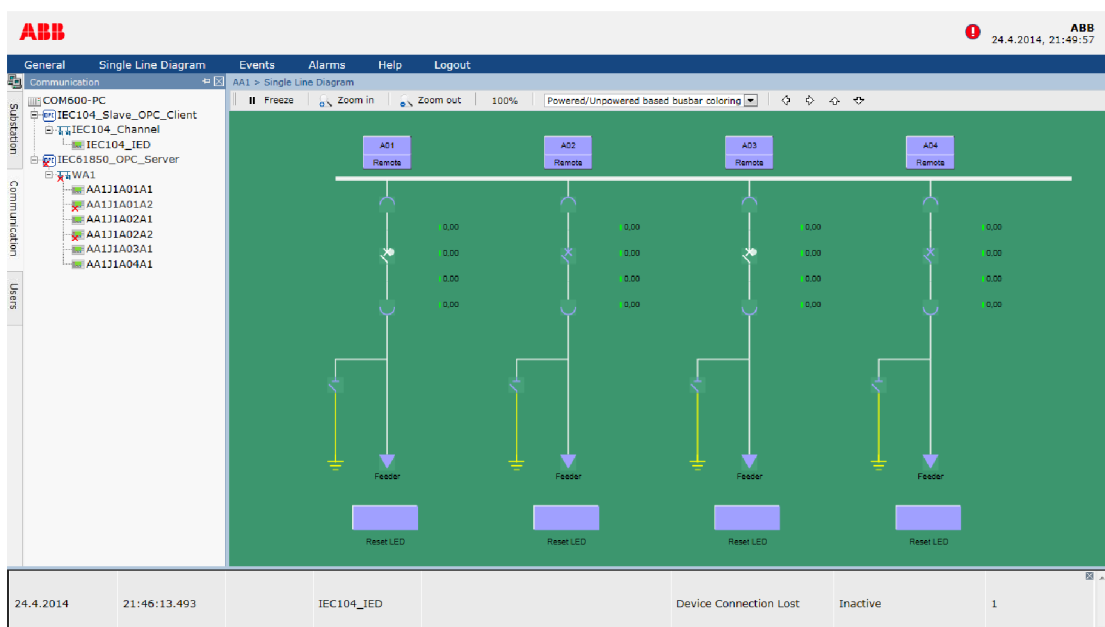


**Obrázek 20. Demo panel laboratoře**

Funkčnost horizontální komunikace GOOSE se dá provádět několika způsoby. Pro testování funkčnosti horizontální komunikace GOOSE této práce byl využit nástroj ITT Synthetizer a na diodu LED 11 ochranného terminálu byl přiveden signál GOOSERCV\_VAL\_OK. Signál byl záměrně znegován. Kdyby Horizontální komunikace GOOSE nebyla funkční, dioda LED 11 by svítila. Zapojení je na obrázku 21.

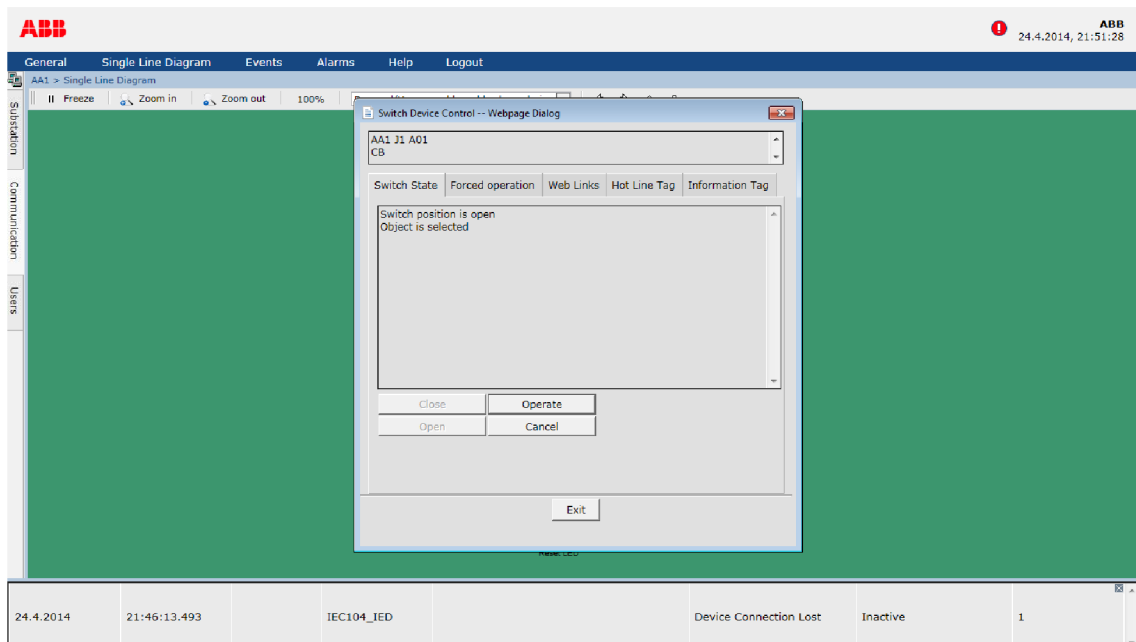


**Obrázek 21. Připojení správnosti horizontální komunikace GOOSE na diodu LED11**



**Obrázek 22. Správnost připojení demo panelu**

Řídicí systém byl nahraán a pomocí ovládání demo panelu byly testovány správné funkce. Bylo testováno, zda řídicí systém dokáže ovládat ochranné terminály např. zapnutí, vypnutí vypínače apod.

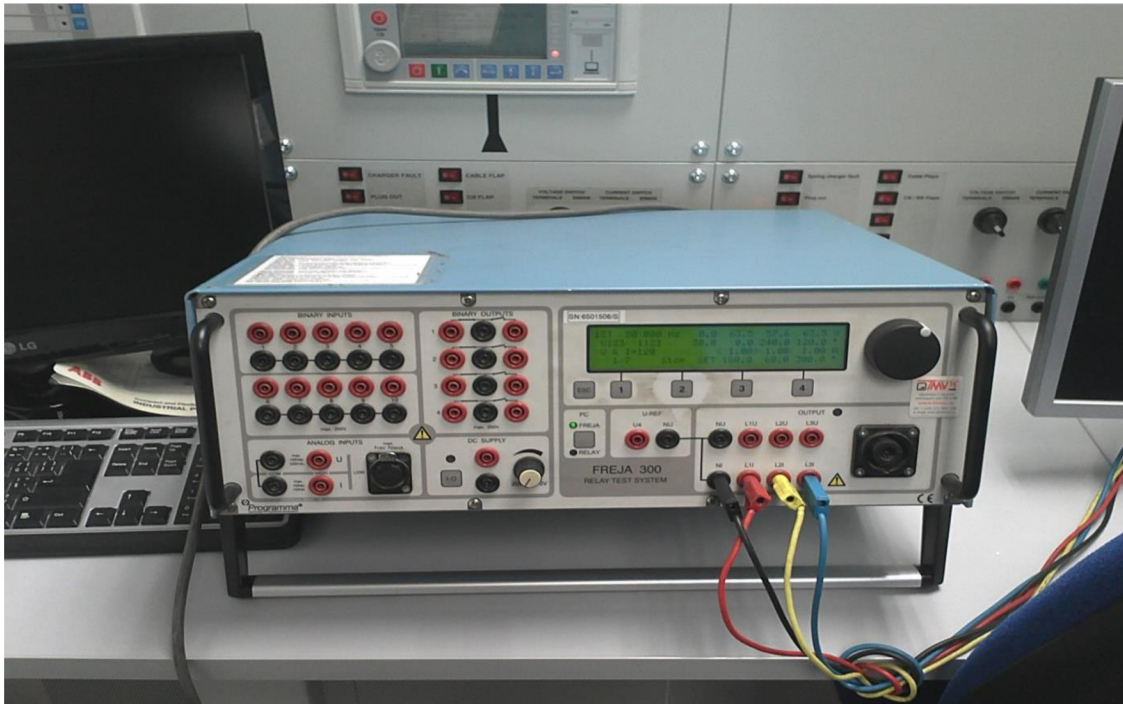


Obrázek 23. Testování dálkového zapnutí vypínače

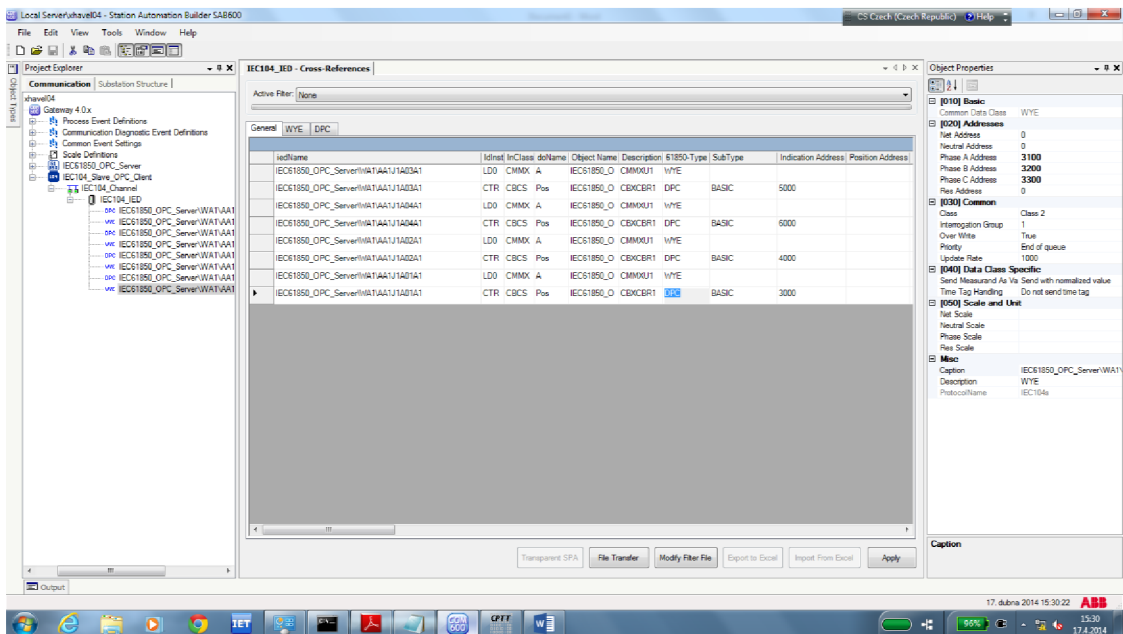


Obrázek 24. Diagnostické okno testování řídicího systému COM600

V levé části obrázku 24 je vidět pomocí technických klíčů správnost připojených prvků na řídicí systém. Prvky označené červeným křížkem nejsou fyzicky připojeny, ale konfigurace je správná.



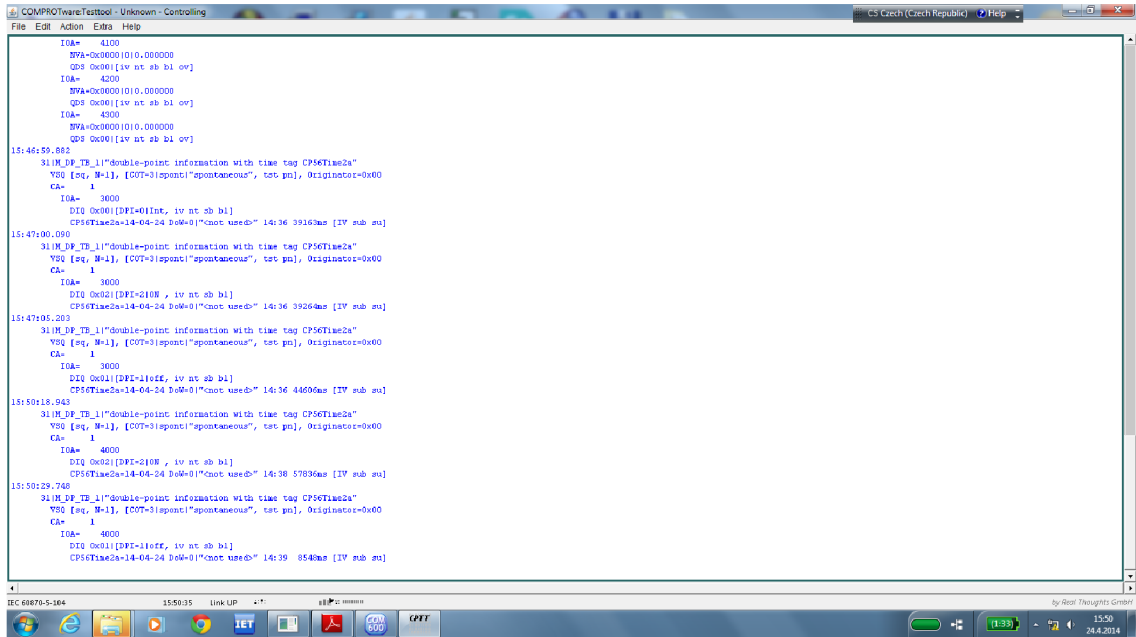
Obrázek 25. Proudový a napěťový zdroj FREJA 300



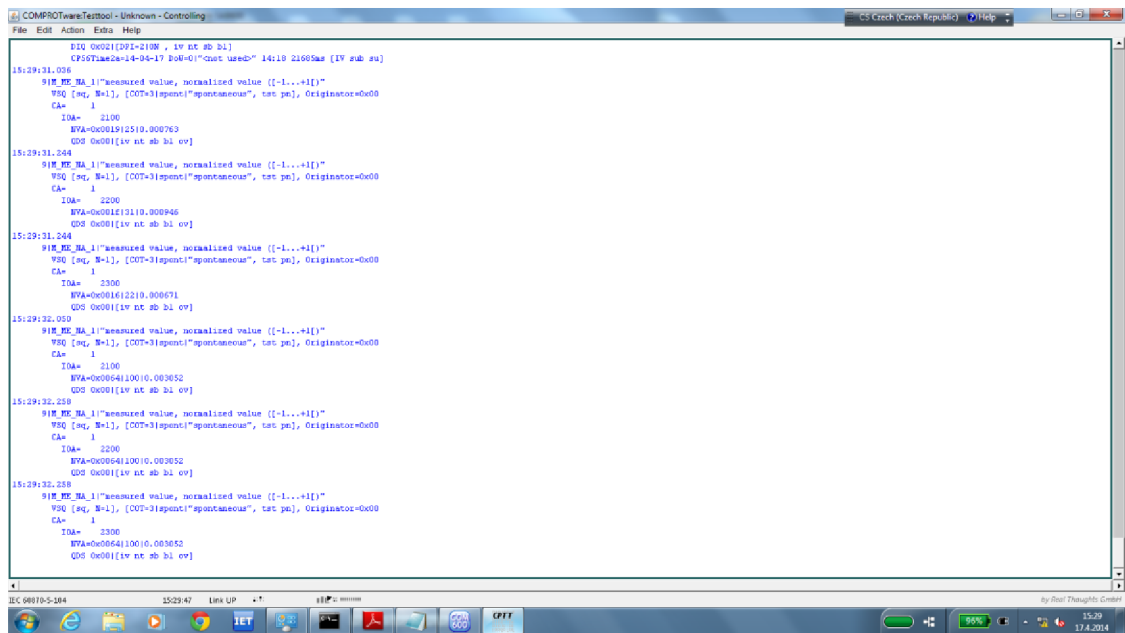
Obrázek 26. Adresy převedených signálu v nástroji Cross-References

Pro simulaci proudů byl použit proudový a napěťový zdroj FREJA 300. Testovací zdroj FREJA 300 je zobrazen na obrázku 25.

Do programového nástroje CPTT verze 1.48 byla zadána komunikační adresa IP a spuštěna simulace.



Obrázek 27. Simulační program CPTT



Obrázek 28. Simulace proudů v programu CPTT

Do demopanelu byl přiveden sekundární proud 1A. Programové prostředí CPTT zobrazovalo primární proud 100 A.

**Tabulka 4. Adresy pro vyčítání v protokolu IEC104 nastavené v nástroji Cross-References**

<b>Číslo pole</b>		<b>A01</b>	<b>A02</b>	<b>A03</b>	<b>A04</b>
<b>Adresa vypínače</b>		3000	4000	5000	6000
<b>Adresa příkazu vypínače</b>		3050	4050	5050	6050
<b>Adresa vozíku</b>		3010	4010	5010	6010
<b>Adresa příkazu vozíku</b>		3060	4060	5060	6010
<b>Adresa zkratovače</b>		3020	4020	5020	6020
<b>Adresa příkazu zkratovače</b>		3070	4070	5070	6070
<b>Měření proudu</b>	<b>1. fáze</b>	1100	2100	3100	4100
	<b>2. fáze</b>	1200	2200	3200	4200
	<b>3. fáze</b>	1300	2300	3300	4300



# ZÁVĚR

Cílem práce bylo navrhnout vlastní komunikační strukturu s řídicím systémem COM600 společnosti ABB. Stručně popsat základní nástroje obsažené v řídicím systému, nakonfigurovat ochranné terminály REF615, rozšiřující periferie RIO600, nakonfigurovat řídicí systém COM600 tak, aby mohl být použit a splňoval podmínky pro použití v reálném provozu. Dále bylo cílem napsat technický manuál pro konfigurování řídicího systému COM600 využitelný v průmyslovém provozu.

## NABYTÉ POZNATKY A VÝSLEDKY PRÁCE

Práce byla situována na nastudování a pochopení řídicího systému COM600, ochranného terminálu REF615 a rozšiřující periferie RIO600. Pro návrh komunikační struktury byl použit objednávací kód HRF22PPGNNND. Tento kód byl použit, protože využívá téměř všechny definované nástroje obsažené v řídicím systému COM600 a odpovídá vlastní navržené struktuře.

Ochranný terminál REF615 plnohodnotně podporuje standard IEC 61850 a GOOSE signály. Komunikace GOOSE se stále více využívá, proto je navržena i v celé struktuře. Díky nástroji GOOSE Analyzer mohou být signály GOOSE názorně monitorovány a analyzovány.

Vlastní struktura byla navržena podle nejčastějšího použití pro řízení s řídicím systémem COM600. Díky nástroji SLD editor je rozvodna přehledně zobrazena a monitorovací stanice s velínem má přehledně zobrazeny potřebné stavy, včetně snadno přístupných ovládacích prvků celé rozvodny. Navržená komunikační struktura zobrazuje základní strukturu komunikace a řízení pomocí řídicího systému COM600, která umožňuje nejlepší pochopení konfigurování řídicího systému COM600.

Monitoring a velín může řídicím systémem COM600 pomocí protokolu IEC 104 snadno ovládat a nastavovat spínací prvky. Nástroj Cross-references řídicího systému COM600 mění signály z jednoho protokolu, standardu na jiný. Pro případ této práce byl uskutečněn převod pomocí Cross-references standardu IEC 61850 na IEC 104 popřípadě OPC. Nástroj Online monitoring monitoruje a diagnostikuje použité jednotlivé signály polí např. použití při ladění a uvádění do provozu.

Pro praktickou část byl z ekonomického důvodu, použit řídicí systém COM600 s objednávacím kódem HRH22NPNNND.

Nejprve byly nakonfigurovány ochranné terminály REF615 a rozšiřující periferie RIO600, včetně horizontální komunikace GOOSE. Ochranné terminály obsažené v demopanelu laboratoře jsou staršími verzemi (3.0.1), kterými jde vzdáleně ovládat pouze poloha vypínače. Od verze 4.0 je možné ovládat polohy zkratovače a polohu vozíku vypínače.

Konfigurace ochranných terminálů REF615 a rozšiřující periferie RIO600 byly prováděny v programovém prostředí PCM600 verze 2.5 s rozšiřujícím balíkem (connectivity packages) pro ochranný terminál REF615 verze 4.1.1 a pro rozšiřující periferii RIO600 verze 1.2. Rozšiřující periferie RIO600 v poli A01 je nakonfigurována pro binární vstupy a v poli A02 je rozšiřující periferie nakonfigurována pro binární výstupy.

Funkčnost konfigurace ochranných terminálů, rozšiřující periferie a horizontální komunikace GOOSE byly otestovány na demopanelu laboratoře programování ochran. Po

otestování a odladění funkčnosti byly konfigurace vyjmuty (vyexportovány) do souboru SCD a dále do jednotlivých souborů CID. Následný soubor SCD a soubory CID byly doplněny o příslušné datasety a komunikační prvky programu IET. Program IET byl použit z důvodu propojení s komunikačním klientem (Client 1), jenž zastupuje v komunikační struktuře řídicí systém COM600. Po spojení komunikace byly vyjmuty soubory CID a SCD, které již byly vkládány do prostředí SAB600.

Po založení komunikační struktury v SAB600 bylo započato konfigurování řídicího systému COM600. Konfigurace řídicího systému je detailně popsána v příloze A.

Po skončení konfigurace byl řídicí systém nahrán a byla testována funkčnost konfigurací. Funkčnosti ovládání, zobrazování správnosti měření a připojení byly testovány na demopanelu laboratoře. Převedené signály ze standardu IEC61850 na protokol IEC104 dostaly jedinečné adresy, pomocí kterých jsou zobrazovány přeslušným nástrojem pro protokol IEC104.

Převedené signály byly testovány nástrojem CPTT verze 1.48. Nástroj v reálném čase zobrazuje změny stavů příslušných signálů. Správnost konfigurace rozšiřující periferie RIO600 bylo testována pouze simulačním nástrojem ITT Synthesizer z důvodu nemožnosti modifikace stávajícího funkčního celku demopanelu laboratoře. Po použití simulačního nástroje ITT Synthesizer se rozšiřující periferie připojila a vykonávala správnou funkci. Po připojení fyzické rozšiřující periferie RIO600 do komunikační struktury byla splněna její správná funkce

Tato práce je využívána pro interní potřeby společnosti ABB, pochopení funkce, využití řídicího systému COM600 a jeho konfigurování. Dále pro školící účely a rozšíření znalostí kolegů ve společnosti ABB.

Příloha A již slouží a bude sloužit jako technický manuál pro konfiguraci řídicího systému pro průmyslové použití.

Zvolené téma bylo pro mne zajímavé z důvodu možnosti rozvíjet dále své poznatky v oblasti komunikace a elektroniky. Společnost ABB mi poskytla veškeré materiály pro pochopení konfigurování řídicího systému COM600, ochranných terminálů REF615 a rozšiřující periferie RIO600. Při konfigurování mi byl poskytnut téměř neomezený přístup k demopanelu a laboratoři oddělení programování ochrany. Konfigurování bylo velmi zajímavé a bavilo mne.

## **MOŽNOST DALŠÍHO POSTUPU PRÁCE**

V dnešní době se stále více rozšiřuje složitost a automatizování rozvodů. Vznikají nové komunikační protokoly a vylepšují se již zaběhlé komunikační standardy. Na práci může navazovat konfigurace Logického procesoru řídicího systému COM600, který je komplexnější pro řízení a ovládání celé rozvodny. Dále možnost využít více signálů pro složitější rozvodny, další definování a požití jiných komunikačních standardů a protokolů.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] ARCHIEXPO. *Photovoltaic electrical switchgear: UNIGEAR ZS1* [online]. 2014 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z: <<http://www.archiexpo.com/prod/abb-ltd/photovoltaic-electrical-switchgears-82776-1309601.html>>

[2] ABB Oy. *Grid automation controller COM600: Product guide* [online]. 4.0. 2012 28s [cit.2013-12-10]. Document ID: 1MRS756764E. Dostupné z: <[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/04a937b04ea99cb3c1257aad0031463f/\\$file/COM600\\_pg\\_756764\\_ENe.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/04a937b04ea99cb3c1257aad0031463f/$file/COM600_pg_756764_ENe.pdf)>

[3] ABB Oy. *Grid automation controller COM600: User's manual* [online]. 4.0. Finsko, 2012, 31.5.2012. 94s [cit. 2013-12-10]. Document ID: 1MRS756125. Dostupné z: <[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/0c7613dc3fda76e8c1257a240028014f/\\$file/COM600\\_4.0\\_usg\\_756125\\_ENj.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/0c7613dc3fda76e8c1257a240028014f/$file/COM600_4.0_usg_756125_ENj.pdf)>

[4] STIANKO, Martin. OPC – nový průmyslový standard pro informační technologie. *Automa* [online]. 2000, roč. 2000, č. 6 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <[http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id\\_document=27739](http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=27739)>

[5] Co znamená SCADA/HMI?. MAREK, Vlastimil. *Reliance Industrial SCADA/HMI system* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <<http://www.reliance.cz/cs/products/what-does-scada-hmi-mean>>

[6] GENERAL ELECTRIC COMPANY. *Multilin D400: Advanced Substation Gateway* [online]. 2012 [cit.2014-05-01]. 120523-v15. Dostupné z: <<http://www.gedigitalenergy.com/products/brochures/energy/d400.pdf>>

[7] Multilin D400. GE. *GE Digital energy* [online]. 2012 [cit. 2013-12-12]. Dostupné z: <<http://www.gedigitalenergy.com/multilin/energy/catalog/d400.htm>>

[8] A300 Proxy (Gateway). *Alstom* [online]. 2013 [cit. 2013-12-12]. Dostupné z: <<http://www.alstom.com/grid/products-and-services/Substation-automation-system/automation-system/A300-Proxy-Gateway/>>

[9] STODŮLKA, Ivo. *Model elektrické stanice s komunikačním protokolem IEC 61850* [online]. BRNO, 2012 [cit. 2013-12-10]. VUT v Brně. Dostupné z: <[https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=52341](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=52341)>. Diplomová práce. VUT v Brně. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

[10] ABB Oy. *O246 IEC61850 in Substation Communication* [Skriptum]. 2009, 78s. [cit. 12-10-2013]. Document ID:1MRS751567-MTR [neveřejná dokumentace]

[11] VAVRECZKY, Gábor. *OTESTOVÁNÍ KOMUNIKACE PO IEC 61850 S VYUŽITÍM GOOSE MEZI ABB A SIEMENS OCHRANOU* [online]. BRNO, 2012 [cit. 2013-12-10]. VUT v Brně. Dostupné z: <[https://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=52661](https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=52661)>. Diplomová práce. VUT v Brně. Vedoucí práce doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

- [12] Relion® protection and control from ABB. ABB OY. *ABB s.r.o* [online]. 2013 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z:< <http://www.abb.com/product/us/9AAF401100.aspx>>
- [13] ABB Oy. *COM600 Station: Automation Series / O321* [Skriptum]. 2009, 77 s. [cit. 12-10-2013]. Document ID:1MRS751593-MTR [neveřejná dokumentace]
- [14] ABB Oy. *Remote I/O Unit RIO600* [online]. 2013 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z:<<http://www.abb.com/product/db0003db004281/a7d0ca2de03dda79c1257911003fe904.aspx>>
- [15] DNV GL Utility of the Future Blog: A PRIMER on IEC 61850 grid data communications. GERS, Juan. *DNV GL Utility of the Future* [online]. 12.4.2012 [cit. 2014-05-01]. Dostupné z:< <http://www.dnvkemautilityfuture.com/a-primer-on-iec-61850-grid-data-communications> >
- [16] ABB Oy. *Grid Automation Controller COM600 4.0 IEC 60870-5-104 Slave (OPC) User's Manual* [online]. 2012, 86s. [cit. 05-01-2014]. Document ID: 1MRS755384. Dostupné z:<[http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/4b68702d3cd544f5c1257a240028ebfa/\\$file/COM600\\_4.0\\_IEC\\_60870-5-104\\_Slave OPC usg\\_755384\\_ENL.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/4b68702d3cd544f5c1257a240028ebfa/$file/COM600_4.0_IEC_60870-5-104_Slave OPC usg_755384_ENL.pdf)>
- [17] ABB Oy. *Grid Automation Controller COM600 4.0 IEC 61850 Master (OPC) User's Manual* [online]. 2012, 128s. [cit. 05-01-2014]. Document ID: 1MRS755321. Dostupné z:< [http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/1fd076287324a38ec1257a2400263bcb/\\$file/COM600\\_4.0\\_IEC\\_61850\\_Master OPC usg\\_755321\\_ENL.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot229.nsf/veritydisplay/1fd076287324a38ec1257a2400263bcb/$file/COM600_4.0_IEC_61850_Master OPC usg_755321_ENL.pdf)>

# SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

ABB	ASEA Brown Boverý
CAN	Kosmopolitní síť, Obecný výraz pro celosvětovou počítačovou síť ( <i>Cosmopolitan Area Network</i> )
CID	Soubor obsahující popis konfigurace IED ( <i>Configured IED Description.</i> )
COM	Komponentový objektový model ( <i>Component Object Model</i> )
DCOM	Distribuovaný komponentový objektový model ( <i>Disturbed Component Object Model</i> )
DDE	Dynamická výměna dat ( <i>Dynamic Data Exchange</i> )
DPS	Dvoubitový stav ( <i>Double point status</i> )
DVI	Digitální video vstup/výstup ( <i>Digital Video Interface</i> )
FTP	Protokol pro přenos souborů ( <i>File Transfer Protocol</i> )
GAT	Nástroj GOOSE Analyzer ( <i>Goose Analyzer tool</i> )
GOOSE	Objektově orientovaná událost rozvodny ( <i>Generic Object Oriented Substation Events</i> )
IET	Nástroj i pro upravování souborů SCD, doplnění a definování komunikace
IP	internetový protokol ( <i>Internet protocol</i> )
HMI	Rozhraní člověk- stroj ( <i>Human Machine Interface</i> )
IED	Inteligentní elektronické zařízení ( <i>Intelligent Electronic Device</i> )
LAN	Lokální síť ( <i>Local Area Network</i> )
LN	Logický uzel ( <i>Logical node</i> )
OLE	Vkládání a propojování objektů. Protokol MS Windows ( <i>Object linking and Embedding</i> )
OPC	Průmyslový standard v oblasti automatizace. Společné rozhraní pro vzájemnou komunikaci mezi různými zařízeními určenými pro řízení ( <i>OLE for Process Control</i> )
PCM	Programové vybavení pro konfigurování ochran v ABB ( <i>Protection and Control IED Manager</i> )
SAB	Nástroj pro tvorbu konfigurací COM600 ( <i>Station Automatic Builder</i> )
SCADA	Supervizní řízení a sběr dat ( <i>Supervisory Control And Data Acquisition</i> )

SCD	Soubor signálů vyexportovaných z konfigurace horizontální komunikace GOOSE( <i>system configuration description file</i> )
SNTP	Internetový protokol ( <i>Simple Network Time Protocol</i> )
SPA	<i>Strömberg Protection Acquisition bus</i>
SPS	Jednobitový stav ( <i>Single point status</i> )
USB	Univerzální sériová sběrnice (nebo také Univerzální sériová linka). Sběrniceová norma pro PC, přenosová rychlost 12 Mb/s.
VN	Vysoké napětí
VVN	Velmi vysoké napětí