

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**

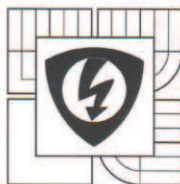
**ZAJIŠTĚNÍ DATOVÉ KOMUNIKACE
DIGITÁLNÍCH OCHRAN A TERMINÁLŮ DO
MONITOROVACÍHO SYSTÉMU ELEKTRO
JADERNÉ ELEKTRÁRNY DUKOVANY**

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

VLADIMÍR ŠULA

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ
Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky

Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor
Elektroenergetika

Student: Bc. Vladimír Šula

Ročník: 2

ID: 134635

Akademický rok: 2014/15

NÁZEV TÉMATU:

**Zajištění datové komunikace digitálních ochran a terminálů
do monitorovacího systému jaderné elektrárny Dukovany**

POKyny PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Rozvod vlastní spotřeby a vyvedení výkonu bloku.
2. Inovace systémů elektrického chránění rozveden 6 kV vlastní spotřeby a vyvedení výkonu bloku.
3. Návrh modernizace monitorovacího systému elektro elektrárny – datová komunikace s ochranami a terminály.
4. Laboratorní ověření využitelnosti datových komunikací z ochran a terminálů pro rozborů a analýzy událostí.
5. Kontrola správnosti funkce datových komunikací mezi ochranami a terminály a monitorovacím systémem elektro elektrárny.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 9. 2. 2015

Termín odevzdání: 22.5.2015

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Konzultanti diplomové práce:



Petr Toman
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:

ŠULA, V. *Zajištění datové komunikace digitálních ochran a terminálů do monitorovacího systému jaderné elektrárny Dukovany*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2015. 74 s. Vedoucí semestrální práce doc. Ing. Petr Toman, 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.

.....

Na tomto místě bych rád poděkoval zejména firmě TES s.r.o, za poskytnutí možnosti vypracovat diplomovou práci. Dále poté firmě OT Energy Services a.s., bez jejíž spolupráce by tato práce nemohla vzniknout. V neposlední řadě bych rád vyjádřil svůj dík i panu Ing. Otovi Marečkovi za jeho cenné rady a připomínky při tvorbě práce.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Diplomová práce

**Zajištění datové komunikace
digitálních ochran a terminálů do
monitorovacího systému elektro
jaderné elektrárny Dukovany**

Vladimír Šula

vedoucí: doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2015

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering**

Master's Thesis

**Ensuring the data communication of
digital protections and terminal into
electrical monitoring system of
Dukovany nuclear power plant**

by

Vladimír Šula

Supervisor: doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Brno University of Technology, 2015

Brno

ABSTRAKT

Obsahem práce je popis zajištění datové komunikace nových ochranných terminálů rozvoden 6 kV do monitorovacího systému elektro Jaderné elektrárny Dukovany. Tyto ochranné terminály budou osazeny místo stávajících analogových ochran v rámci výměnné akce, která započne v roce 2015 a bude trvat až do roku 2018. Vzhledem k rozsáhlosti akce je v práci popsána pouze výměna ochran na rozvodnách 6 kV 9BB a 9BD.

Práci lze rozčlenit na teoretickou a praktickou část. V teoretické je popsána vlastní spotřeba a vyvedení výkonu Jaderné elektrárny Dukovany. V dalších kapitolách je popsán monitorovací systém elektro spolu se softwarovými programy GRAF a LOGA, které s monitorovacím systémem úzce souvisí a byly využity pro praktickou část diplomové práce. Poslední teoretická kapitola se zabývá již samotnou výměnou ochran na rozvodnách 6 kV a rovněž popisuje novou optickou síť, která bude v souvislosti se zmiňovanou výměnou na Jaderné elektrárně Dukovany vytvořena.

Praktická část se zabývá nejprve laboratorním ověřením datové komunikace nových digitálních ochranných terminálů a popisuje činnosti, které bylo nutné vykonat pro zajištění a ověření správné funkce datové komunikace. Na tuto část úzce navazuje i následující praktická činnost, která popisuje kontrolu a ověření ochranných funkcí jednotlivých terminálů rozvoden 9 BB a 9BD.

KLÍČOVÁ SLOVA: Datová komunikace, elektrické ochrany, Jaderná elektrárna Dukovany, monitorovací systém elektro, optická síť, vlastní spotřeba, vyvedení výkonu.

ABSTRACT

This thesis describes the provision of the data communication of the new protection relays via 6 kV switch gears to the electro monitoring system at the Dukovany Nuclear Power Station. These protection relays will replace the current analog protection. The replacement process will start in 2015 and will finish in 2018. Given the overall complexity of the project, this thesis deals only with the following 6 kV switch gears 9BB and 9BD.

The thesis is divided into a theoretical and a practical part. The theoretical part concerns the actual consumption and output of the Dukovany Nuclear Power Station. The following chapters describe the electro monitoring system and GRAF and LOGA software programs that are closely connected with it and that were used in the practical part. The last chapter of the theoretical part deals with the actual replacement of the protection relays of the 6 kV switch gears. Also, it describes a new optical network, which will be set up at the Dukovany Nuclear Power Station as a part of the process of replacement.

The segment of the practical part concerns laboratory verification of the data communication of the new protection relays. Next, it describes actions that had to be taken in order to ensure and verify correct functionality of the data communication. This part is followed up by a closely related practical activity, which describes examination and verification of the protection functions of each of the 9BB and 9BD switch gears protection relays.

KEY WORDS: Data communication, Dukovany Nuclear Power Station, electro monitoring system, own consumption, output scheme of power station, optical network, protection relays,

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	11
SEZNAM TABULEK	12
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	13
1 ÚVOD.....	15
2 ELEKTRICKÉ SCHÉMA EDU	16
2.1 VYVEDENÍ VÝKONU BLOKU	16
2.2 ROZVOD VLASTNÍ SPOTŘEBY	18
2.2.1 ZDROJE NAPÁJENÍ VLASTNÍ SPOTŘEBY	18
2.2.2 ROZDĚLENÍ SPOTŘEBIČŮ VS EDU.....	20
2.2.3 SYSTÉM NEZAJIŠTĚNÉHO NAPÁJENÍ III. KATEGORIE	21
2.2.4 SYSTÉMY ZAJIŠTĚNÉHO NAPÁJENÍ II. KATEGORIE	21
2.2.5 SYSTÉMY ZAJIŠTĚNÉHO NAPÁJENÍ I. KATEGORIE	21
2.2.6 OCHRANY ROZVODEN 6 KV	22
3 SYSTÉM MSE.....	23
3.1 POPIS SYSTÉMU MSE.....	23
3.2 PROGRAM GRAF	24
3.2.1 POPIS PROGRAMU GRAF	24
3.2.2 ZÁKLADNÍ OPERACE S PRŮBĚHY SIGNÁLŮ	25
3.2.3 MATEMATICKÉ OPERACE S PRŮBĚHY	27
3.3 PROGRAM LOGA.....	27
3.3.1 POPIS PROGRAMU LOGA.....	27
4 INOVACE OCHRAN ROZVODEN 6 KV A JEJÍ DOPAD	29
4.1 PŘEHLED ZMĚN V ROZVODNÁCH 6 KV III. KATEGORIE.....	29
4.2 PŘEHLED ZMĚN V ROZVODNÁCH II. KATEGORIE	34
4.3 PROPOJENÍ SÍTĚ OCHRAN S MSE.....	35
4.3.1 PARAMETRY DATOVÉ KOMUNIKACE	39
5 INOVACE OCHRAN VYVEDENÍ VÝKONU BLOKU	42
5.1 PŘEHLED ZMĚN	42
5.2 PROPOJENÍ OCHRAN VYVEDENÍ VÝKONU S MSE	42
5.2.1 PARAMETRY DATOVÉ KOMUNIKACE	43
6 LABORATORNÍ OVĚŘENÍ DATOVÝCH KOMUNIKACÍ TERMINÁLŮ ROZVODEN R6KV 9BB, 9BD.....	44
6.1 POPIS ZAPOJENÍ ZKOUŠENÝCH TERMINÁLŮ	44
6.2 POPIS ROZVODNY R6KV 9BB.....	44
6.3 OVĚŘENÍ DATOVÉ KOMUNIKACE R6KV 9BB – PRACOVNÍ PŘÍVOD.....	45
6.3.1 KONTROLA STAVOVÝCH SIGNÁLŮ.....	46
6.3.2 KONTROLA SIGNÁLŮ OCHRANNÝCH FUNKCÍ.....	47
6.3.3 KONTROLA ANALOGOVÝCH SIGNÁLŮ	48
6.3.4 KONTROLA ČASOVÉ SYNCHRONIZACE	49

6.4 POPIS ROZVODNY R6kV 9BD	49
6.5 OVĚŘENÍ DATOVÉ KOMUNIKACE R6kV 9BD – MOTOR	50
6.5.1 KONTROLA STAVOVÝCH SIGNÁLŮ	51
6.5.2 KONTROLA SIGNÁLŮ OCHRANNÝCH FUNKCÍ.....	51
6.5.3 KONTROLA ANALOGOVÝCH SIGNÁLŮ	51
6.5.4 KONTROLA ČASOVÉ SYNCHRONIZACE	52
7 KONTROLA SPRÁVNOSTI FUNKCE DATOVÉ KOMUNIKACE TEMINÁLŮ R6KV 9BB, 9BD	54
7.1 KONTROLA OCHRANNÝCH FUNKCÍ R6kV 9BB – PRACOVNÍ PŘÍVOD	54
7.1.1 DISTANČNÍ OCHRANA F25	54
7.1.2 NADPROUDOVÁ NESMĚROVÁ ČASOVĚ NEZÁVISLÁ OCHRANA ZKRATOVÁ F111	56
7.1.3 NADPROUDOVÁ ČASOVĚ NEZÁVISLÁ OCHRANA PŘI PŘETÍŽENÍ F13	57
7.1.4 ZEMNÍ OCHRANA F41	59
7.2 KONTROLA OCHRANNÝCH FUNKCÍ R6kV 9BD – MOTOR	60
7.2.1 NADPROUDOVÁ ČASOVĚ NEZÁVISLÁ OCHRANA ZKRATOVÁ MŽIKOVÁ F111	60
7.2.2 KONTROLA ROZBĚHU POHONU F112	61
7.2.3 OCHRANA PŘI NESYMETRICKÉ ZÁTĚŽI F113	63
7.2.4 TEPELNÉ PŘETÍŽENÍ MOTORU F131	65
7.2.5 PODPĚŤOVÁ OCHRANA F37	67
7.2.6 AUTOMATIKA PŘI SELHÁNÍ VYPÍNAČE F13	68
8 ZÁVĚR	71
9 POUŽITÁ LITERATURA	73
10 SEZNAM PŘÍLOH	74

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1: Vyvedení výkonu EDU [1]</i>	17
<i>Obrázek 2: Napájení VS EDU [1]</i>	19
<i>Obrázek 3: Schematické znázornění systému MSE</i>	24
<i>Obrázek 4: Základní pohled v programu GRAF</i>	26
<i>Obrázek 5: Komunikace ochran s MSE</i>	36
<i>Obrázek 6: MSE se znázorněnými úpravami</i>	38
<i>Obrázek 7: Oscilografický záznam přechodového děje [17]</i>	40
<i>Obrázek 8: Grafické znázornění nastavení distanční ochrany</i>	54
<i>Obrázek 9: Grafické znázornění působení distanční ochrany - pracovní přívod</i>	55
<i>Obrázek 10: DR záznam distanční ochrany - pracovní přívod</i>	56
<i>Obrázek 11: DR záznam nadproudové zkratové ochrany - pracovní přívod</i>	57
<i>Obrázek 12: DR záznam ochrany proti přetížení (A) - pracovní přívod</i>	58
<i>Obrázek 13: DR záznam ochrany proti přetížení (B) - pracovní přívod</i>	59
<i>Obrázek 14: DR záznam zemní ochrany - pracovní přívod</i>	60
<i>Obrázek 15: DR záznam zkratové ochrany - motor</i>	61
<i>Obrázek 16: DR záznam ochrany při rozběhu pohonu (A) – motor</i>	62
<i>Obrázek 17: DR záznam ochrany při rozběhu pohonu (B) - motor</i>	63
<i>Obrázek 18: DR záznam ochrany při nesymetrii (A) – motor</i>	64
<i>Obrázek 19: DR záznam ochrany při nesymetrii (B) - motor</i>	65
<i>Obrázek 20: DR záznam ochrany proti tepelnému přetížení (A) – motor</i>	66
<i>Obrázek 21: DR záznam ochrany proti tepelnému přetížení (B) - motor</i>	67
<i>Obrázek 22: DR záznam podpětové ochrany - motor</i>	68
<i>Obrázek 23: DR záznam automatiky při selhání vypínače (A) – motor</i>	69
<i>Obrázek 24: DR záznam automatiky při selhání vypínače (B) - motor</i>	70

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1: Typové vývody rozvoden 6 kV III. kategorie</i>	<i>30</i>
<i>Tabulka 2: Přehled změn v ochranných funkcích rozvoden 6 kV III. kategorie</i>	<i>31</i>
<i>Tabulka 3: Typové vývody rozvoden 6 kV II. kategorie</i>	<i>34</i>
<i>Tabulka 4: Přehled změn v ochranných funkcích rozvoden 6 kV II. kategorie.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabulka 5: Technické parametry prvků MSE a sítě ochran</i>	<i>38</i>
<i>Tabulka 6: Technické parametry prvků sítě ochran vyvedení výkonu bloku</i>	<i>43</i>
<i>Tabulka 7: Přehled polí R6kV 9BB</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 8: Ochranné funkce terminálu REF630 - pracovní přívod</i>	<i>46</i>
<i>Tabulka 9: Parametry DR - pracovní přívod</i>	<i>48</i>
<i>Tabulka 10: Srovnání času v DR a v MSE - pracovní přívod</i>	<i>49</i>
<i>Tabulka 11: Popis polí R6kV 9BD</i>	<i>50</i>
<i>Tabulka 12: Ochranné funkce terminálu REM630 - motor</i>	<i>50</i>
<i>Tabulka 13: Parametry DR - motor</i>	<i>51</i>
<i>Tabulka 14: Srovnání času v DR a v MSE - motor</i>	<i>52</i>
<i>Tabulka 15: Nastavení distanční ochrany F25 - pracovní přívod</i>	<i>54</i>
<i>Tabulka 16: Nastavení nadproudové ochrany F111 - pracovní přívod.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabulka 17: Nastavení ochrany proti přetížení F13 - pracovní přívod</i>	<i>57</i>
<i>Tabulka 18: Nastavení zemní ochrany F41 - pracovní přívod.....</i>	<i>59</i>
<i>Tabulka 19: Nastavení nadproudové ochrany F111 - motor</i>	<i>60</i>
<i>Tabulka 20: Nastavení ochrany pro kontrolu rozběhu pohonu F112 - motor</i>	<i>61</i>
<i>Tabulka 21: Nastavení ochrany při nesymetrické zátěži F113 - motor</i>	<i>63</i>
<i>Tabulka 22: Nastavení ochrany proti tepelnému přetížení motoru F131 - motor</i>	<i>65</i>
<i>Tabulka 23: Nastavení podpěřové ochrany F37 - motor</i>	<i>67</i>
<i>Tabulka 24: Nastavení automatiky při selhání vypínače F13 - motor</i>	<i>68</i>

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Značka	Veličina	Jednotka
I	efektivní hodnota proudu	A
\bar{I}	fázor proudu	A
K	časová konstanta	s
T	čas	s
T_1	oteplovací časová konstanta	s
U	efektivní hodnota napětí	V
\bar{U}	fázor napětí	V
Z	efektivní hodnota impedance	Ω
\bar{Z}	fázor impedance	Ω
k	koeficient přetížení	-
t	čas	s
φ	fázový posun	°

Zkratky

BD	bloková dozorna
BQDV	čerpadlo chladicí vody
BVS	bloková vlastní spotřeba
CJ	centrální jednotka
CJ-DB	databázový server
ČSJI	čerpací stanice Jihlava
ČTVN	čerpadlo technické vody nedůležité
DG	dieselgenerátor
DR	disturbance report
EDU	Jaderná elektrárna Dukovany
HCC	hlavní cirkulační čerpadlo
I.O.	primární okruh
MSE	monitorovací systém elektro
MST	monitorovací systém transformátorů
MTN	měřicí transformátor napětí
MTP	měřicí transformátor proudu
R6kV	rozvodna 6 kV

RB	reaktorový blok
RNVS	rezervní napájení vlastní spotřeby
RVS	rozvodna vlastní spotřeby
SJZ	system jednotného značení
SKŘ-ED	system kontroly a řízení na elektrické dozorně
SVS	společná vlastní spotřeba
SZN	system zajištěného napájení
TG	turbogenerátor
UED	ústřední elektrická dozorna
VS	vlastní spotřeba

1 ÚVOD

Jaderná elektrárna Dukovany dodala do sítě první vyrobenou elektrickou energii roku 1985, kdy byl zprovozněn první reaktorový blok. Během dalších dvou let byly do provozu uvedeny další tři bloky. Každý z reaktorových bloků byl konstruován na elektrický výkon 440 MW. Od té doby prakticky neustále dodává elektrárna energii pro celou Českou republiku a pokrývá přibližně 20% spotřeby elektrické energie naší republiky.

Relativně velkým milníkem pro jadernou elektrárnu Dukovany byl rok 2012, kdy bylo využito tzv. projektových rezerv elektrárny a elektrický výkon každého z bloků byl navýšen na 510 MW. I vzhledem k tomu se dá předpokládat, že elektrárna i po více než 20ti letech provozu neřekla poslední slovo a do budoucna se jedná o prodloužení licence na provozování až do roku 2035.

V souvislosti s tím je ale nutné si uvědomit, že technologie, která zde byla instalovaná při výstavbě stárne a naopak technický vývoj jde kupředu. Proto procházejí jednotlivé části elektrárny postupnou inovací, kdy se mění již zastaralé prvky za nové. V této diplomové práci je pojednáno především o inovaci elektrických ochranných rozvodů 6 kV, jejíž realizace je plánována na rozmezí let 2015 až 2018. S touto inovací jde ruku v ruce nutnost začlenit tyto nové ochrany do měřicího systému elektro, což je praktickou náplní této práce.

Práce je logicky členěna na teoretickou a praktickou část. V teoretické části je nejprve popsáno elektrické schéma elektrárny, resp. část vyvedení výkonu a napájení vlastní spotřeby. Dále je pak pojednáno o měřicím systému elektro a zmíněn je rovněž dopad inovací do tohoto systému.

V praktické části je řešen návrh modernizace měřicího systému tak, aby byl schopen snímat signály z nových ochranných terminálů. Tato modernizace je následně ověřena v laboratorních podmínkách, aby bylo prokázáno, že komunikace je bezproblémová a nový systém a terminály mohou být nasazeny do ostrého provozu jaderné elektrárny Dukovany.

2 ELEKTRICKÉ SCHÉMA EDU

Inovace ochran za nové digitální terminály na Jaderné elektrárně Dukovany (EDU) úzce souvisí s elektrickým schématem. Pro správné pochopení problematiky je elektrické schéma bloku EDU podrobněji popsáno v této kapitole.

Elektrické schéma lze principálně rozdělit na dvě základní části:

- část vyvedení výkonu,
- část napájení vlastní spotřeby.

2.1 Vyvedení výkonu bloku

V EDU jsou nainstalovány dohromady čtyři reaktory VVER 440. Každému reaktoru odpovídá jeden reaktorový blok. V tomto bloku jsou pro vyvedení výkonu umístěny dva turbogenerátory (TG). Výhodou tohoto řešení je fakt, že při výpadku jednoho TG se nemusí odstavovat reaktor, ale lze pouze snížit jeho výkon na polovinu a provozovat celý blok pouze s jedním TG. Tato možnost není u naší druhé jaderné elektrárny v Temelíně, protože tam jednomu reaktoru přísluší jeden TG.

System vyvedení výkonu je složen z:

- turbogenerátoru,
- generátorového vypínače,
- vývodu zapouzdřenými vodiči s odbočkou na odbočkový transformátor vlastní spotřeby,
- blokový transformátor,
- blokový odpojovač.

TG v EDU jsou na schématu značeny 1SP10 a 1SP50. Každý z těchto TG má následující parametry:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| - Jmenovitý zdánlivý výkon: | $S = 300 \text{ MVA}$ |
| - Jmenovitý činný výkon: | $P = 255 \text{ MW}$ |
| - Svorkové napětí: | $U = 15,75 \text{ kV}$ |
| - Fázový proud: | $I = 10\,997 \text{ A}$ |

Vyrobená energie v TG je vedena zapouzdřenými vodiči do generátorového vypínače QM1. Důvody pro použití zapouzdřených vodičů jsou tyto:

- šetření prostorů,
- omezení vzniku přímých zkratů,
- snížení ztrát elektromagnetickou indukcí do okolních konstrukcí.

Generátorový vypínač QM1 je konstrukčně spojen s odpojovačem Q1, který slouží k ověření zapnutého nebo vypnutého stavu vývodu. Vypínač musí být schopen vypínat nominální i zkratové proudy, které mohou na vývodech vzniknout např. z důvodu chybné manipulace. Hlavní funkce vypínače jsou:

- pokud je vypínač QM1 vypnutý, umožňuje napájet vlastní spotřebu (VS) EDU pomocí odbočkových transformátorů a linky 400 kV,
- pomocí generátorového vypínače se provádí fázování,
- při poruše nebo zkratu umožňuje vypínač odpojení TG od soustavy.

Z generátorového vypínače je vyrobená elektrická energie vedena do blokových transformátorů a odbočkových transformátorů opět zapouzdřenými vodiči. Blokové transformátory

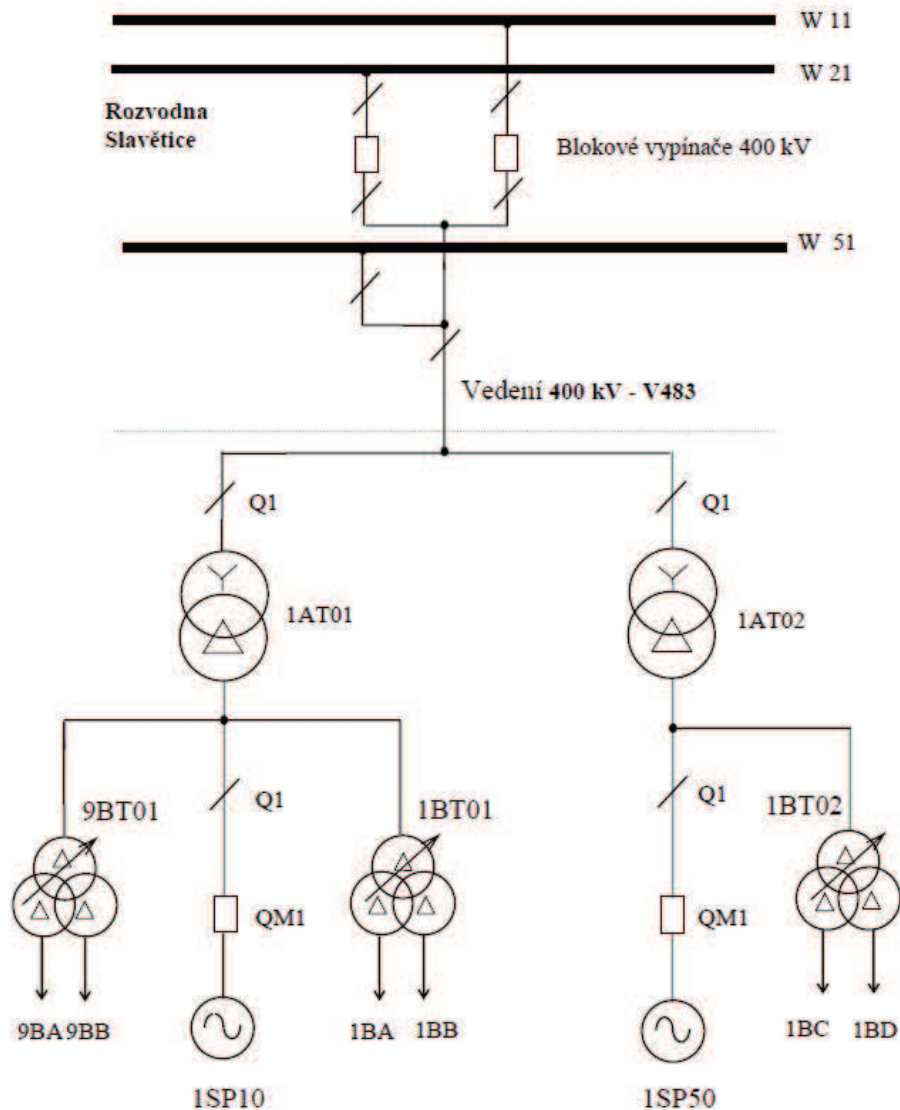
AT01 a AT02 jsou provedeny jako třífázové s jmenovitým výkonem 300 MVA a transformují napětí o hladině 15,75 kV na napěťovou hladinu 400 kV, která je v ČR používána pro přenos elektrické energie kvůli zmenšení ztrát. Linkami 400 kV je elektrická energie vedena do rozvodny Slavětice. Každý blok je vyveden do rozvodny zvlášť, existují tedy čtyři vedení 400 kV mezi EDU a Slavěticemi.

Jmenovité parametry blokového transformátoru:

- Výkon: $S = 300 \text{ MVA}$
- Napětí: $U = 15,75/420 \text{ kV}$
- Proud: $I = 10997/412 \text{ A}$
- Spojení vinutí: YNd1

V rozvodně Slavětice jsou instalovány blokové vypínače, které slouží k odpojení daného reaktorového bloku od elektrizační soustavy ČR.

Schéma vyvedení výkonu je přehledně vyobrazeno na obrázku č. 1.



Obrázek 1: Vyvedení výkonu EDU [1]

2.2 Rozvod vlastní spotřeby

Pro napájení jednotlivých spotřebičů a zařízení elektro je nutné zabezpečit dodávku elektrické energie. Vzhledem k tomu byl vytvořen rozvod vlastní spotřeby, který je popsán v následujících podkapitolách. V EDU činí vlastní spotřeba přibližně 6% vyrobené elektrické energie. Mezi největší spotřebiče patří hlavní cirkulační čerpadla či napájecí čerpadla.

2.2.1 Zdroje napájení vlastní spotřeby

Pro zajištění bezproblémového chodu bloku EDU je nutné zajistit napájení veškerých potřebných technologií. Vzhledem k tomu, že některé spotřebiče vyžadují nepřetržitou dodávku elektrické energie, jsou zdroje napájení EDU rozděleny následujícím způsobem:

- pracovní zdroje napájení vlastní spotřeby,
- rezervní zdroje napájení vlastní spotřeby,
- nouzové zdroje napájení vlastní spotřeby.

Pracovní zdroje napájí VS za normálních stavů a tvoří je pro každý reaktorový blok dvojice odbočkových transformátorů BT01 a BT02 s jmenovitým výkonem 32/16/16 MVA. Tyto transformátory jsou provedeny jako trojvinutové, kdy z každého výstupního vinutí je napájena jedna bloková rozvodna 6 kV III. kategorie. Na schématu označeny jako 1BA, 1BB, 1BC, 1BD.

Parametry odbočkových transformátorů jsou následující:

- Výkon: $S = 32/16/16$ MVA
- Napětí: $U = 15,75 \pm 8 \times 2\%/6,3/6,3$ kV
- Proud: $I = 1173/1466/1466$ A
- Spojení vinutí: Dd0d0

Odbočkové transformátory mohou být napájeny z těchto různých zdrojů elektrické energie:

- při najíždění a odstavování bloku z nadřazené sítě 400 kV z rozvodny Slavětice,
- při nominálním provozu z turbogenerátoru (TG),
- při odstavení TG ze sítě 400 kV či z TG druhého elektrického bloku.

Na 1. reaktorovém bloku (RB) je kromě odbočkových transformátorů 1BT01 a 1BT02 připojen ještě odbočkový transformátor 9BT01, který slouží pro napájení společně vlastní spotřeby pro celou elektrárnu. Tento transformátor je shodný s výše uvedeným a na každé jeho výstupní vinutí je připojena jedna rozvodna o napěťové hladině 6 kV, které se značí 9BB, 9BA, viz obrázek č. 1. Z těchto rozvodů jsou napájeny např. zařízení v chemické úpravně vody, mezisklad a sklad vyhořelého paliva či administrativní budova. Dispozičně jsou rozvodny umístěny mimo hlavní výrobní bloky.

Rezervní zdroje slouží jako zdroj elektrické energie při výpadku pracovních zdrojů. Jsou tvořeny rezervními transformátory AU1, AU2 o jmenovitém výkonu 40 MVA, viz obrázek č. 2. Tyto transformátory jsou napájeny dvěma linkami 110 kV z rozvodů Slavětice a Oslavany. Sekundární vinutí těchto rezervních transformátorů jsou vyvedeny do rozvodů 6 kV rezervního napájení. BE a BF. Z těchto rozvodů jsou pak v případě potřeby napájeny rozvodny III. kategorie BA, BB, BC, BD. Při nominálním provozu jsou rezervní rozvodny provozovány pod napětím s chodem naprázdno. Případný přechod z pracovních zdrojů na rezervní je realizován automatikami, je však možné tento přechod vynutit i ručně. Rezervní transformátory mají ještě jeden úkol při periodických zkouškách dieselgenerátorů (DG), kdy je přes ně vyváděna vyrobená elektrická energie dále do soustavy.

Štítkové hodnoty rezervních transformátorů:

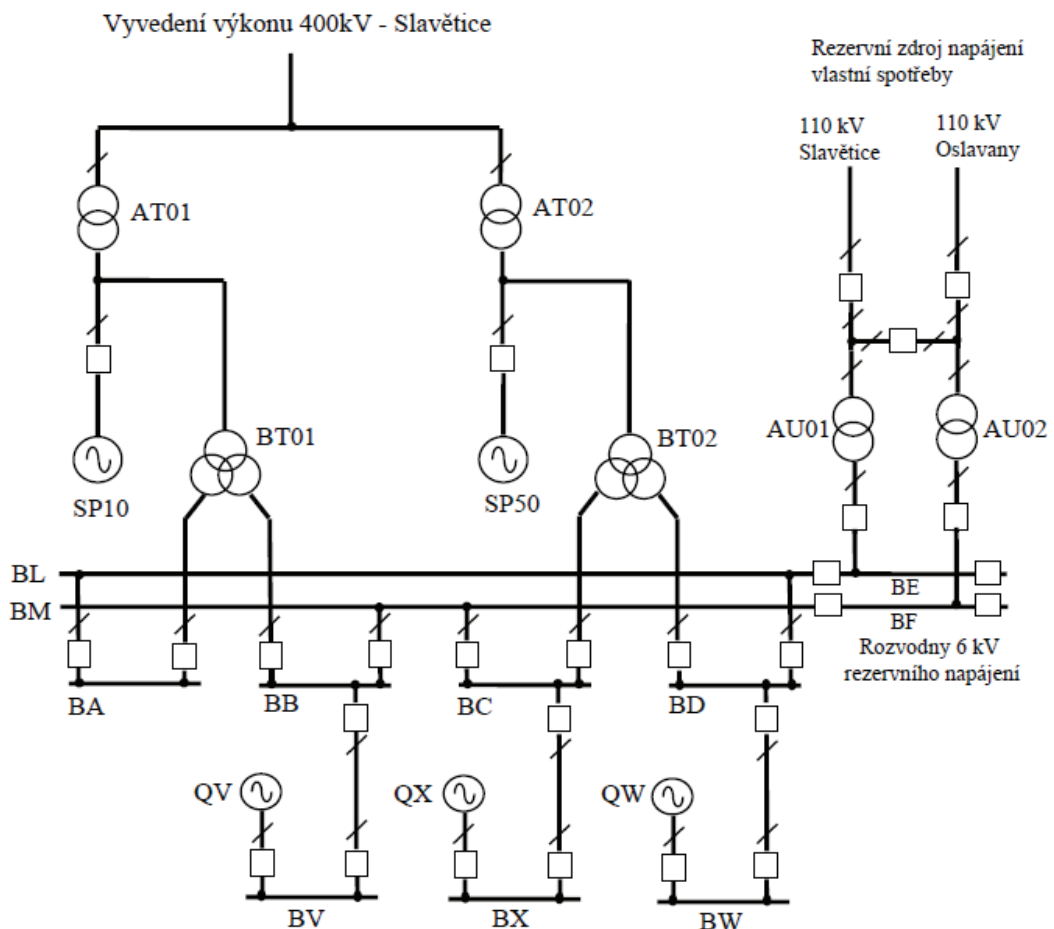
- Výkon: $S = 40 \text{ MVA}$
- Napětí: $U = 110 \pm 8 \times 2\% / 6,3 \text{ kV}$
- Proud: $I = 210 / 3666 \text{ A}$
- Spojení vinutí: YNd1

Nouzové zdroje napájení vlastní spotřeby přicházejí do činnosti tehdy, když není možné zajistit napájení ani z pracovních ani z rezervních zdrojů. V zásadě se jedná o dva podsystemy. Jeden podsystem je tvořen akumulátorovými bateriemi a slouží k zajištění napájení těch spotřebičů, které pro svoji činnost nepřipouští prakticky žádný výpadek elektrické energie. Baterie jsou v nominálním provozu v režimu neustálého dobíjení.

Druhý podsystem je tvořen trojicí DG pro každý reaktorový blok, na obrázku č. 2 označeny jako QV, QX, QW. Tyto DG po svém startu napájí rozvodny 6 kV II. kategorie, které se značí BV, BX, BW. DG jsou v nominálním režimu ve stavu tzv. „horké rezervy“ což znamená, že stroje jsou elektricky nahřívány, periodicky protáčeny a jsou připraveny okamžitě nastartovat a převzít zátěž.

Parametry DG:

- Výkon: $P = 2,8 \text{ MW}$
- Svorkové napětí: $U = 6,3 \text{ kV}$



Obrázek 2: Napájení VS EDU [1]

2.2.2 Rozdělení spotřebičů VS EDU

V EDU je v souladu se základní koncepcí bezpečnosti použito následující rozdělení všech spotřebičů:

- důležité
 - o bezpečnostní systémy
 - o systémy související s jadernou bezpečností
- nedůležité

Spotřebiče důležité plní alespoň některou z bezpečnostních funkcí z hlediska jaderné bezpečnosti. Pro bezpečnostní systémy platí, že bezpečnostní systémy plní kritéria jaderné bezpečnosti. Pro systémy související s jadernou bezpečností platí, že jejich výpadek nenaruší jadernou bezpečnost.

Kritéria jaderné bezpečnosti jsou následující:

- schopnost bezpečně odstavit reaktor,
- schopnost odvádět teplo z aktivní zóny,
- schopnost omezit úniky radioaktivních látek pod povolené limity.

Podle požadavku na zajištěnost napájení se spotřebiče na EDU dále dělí do třech skupin podle důležitosti.

První skupinou jsou spotřebiče, kterým musí být vždy a za jakýchkoliv okolností zajištěna dodávka elektrické energie. Toto se týká i úplné ztráty pracovních i rezervních zdrojů VS. Výpadek elektrické energie u těchto spotřebičů nesmí být větší než zlomky sekundy, řádově je to přibližně jedna půlperioda, tedy 10 ms. Do této skupiny patří spotřebiče:

- I. kategorie – spotřebiče, které plní bezpečnostní funkce v rámci bezpečnostních systémů,
- III. / I. kategorie – spotřebiče, které plní bezpečnostní funkce, které souvisejí s jadernou bezpečností a spotřebiče, které nesouvisí s jadernou bezpečností, ale plní důležité funkce z hlediska zajištění ochrany a osob a drahého zařízení.

Příkladem spotřebičů I. kategorie jsou systémy, které monitorují jádro reaktoru a dávají tedy informace o procesech v reaktoru. Do kategorie III. / I. patří například systém kontroly a řízení turbosoustrojí, případně ochrany vyvedení výkonu.

Do druhé skupiny patří spotřebiče, u kterých se přípouští přerušení napájení od desítek sekund do několika minut v závislosti na zařízení. Stejně jako u předchozí skupiny, dodávka musí být zajištěna i při výpadku všech pracovních a rezervních zdrojů. Patří sem spotřebiče:

- II. kategorie – spotřebiče plnící funkce v rámci bezpečnostních systémů,
- III. / II. kategorie – spotřebiče související s bezpečností a spotřebiče, které jsou důležité pro ochranu osob a drahých zařízení.

Do této skupiny patří např. čerpadla technické vody důležité či havarijní napájecí čerpadla.

Třetí a poslední skupinou jsou spotřebiče, které nekladou zvýšené požadavky na zajištěnost dodávky elektrické energie. Do této skupiny patří spotřebiče:

- III. kategorie - spotřebiče, které jsou zapojeny do technologického chodu elektrárny a maximální doba přerušení je dána dobou přechodu automatiky na rezervní napájení. Dále pak spotřebiče, u nichž je možná doba výpadku po dobu ručního přechodu na rezervní napájení a spotřebiče netechnologické, které nevyžadují přechod na rezervní napájení.

2.2.3 Systém nezajištěného napájení III. kategorie

Úkolem tohoto systému je zajišťovat napájení spotřebičů III. kategorie, tedy těch, jejichž výpadek nemá vliv na bezpečnost. U těchto zařízení se předpokládá, že mohou zůstat bez napájení i dlouhodobě (ztráta pracovních i rezervních zdrojů bloku). Systém nezajištěného napájení III. kategorie se skládá z těchto hlavních částí:

- čtyři blokové rozvodny o napětové hladině 6 kV,
- úsekové rozvodny o napětové hladině 0,4 kV,
- úsekové rozvodny o napětí 0,175 kV.

Z blokových rozvodů jsou napájeny spotřebiče III. kategorie, vývody k úsekovým transformátorům a sekční spojky pro napájení systému zajištěného napájení II. kategorie, viz následující kapitola. Jako příklady spotřebičů, které jsou napájeny z rozvodny 6 kV III. kategorie lze uvést kondenzátní čerpadla, hlavní napájecí čerpadla či hlavní cirkulační čerpadla.

2.2.4 Systémy zajištěného napájení II. kategorie

Tento systém zajišťuje napájení těch spotřebičů, které se přímo podílejí na dochlazení bloku nebo jsou důležité z hlediska jaderné bezpečnosti. Z důvodu zvýšení bezpečnosti jsou vytvořeny na každém bloku tři systémy zajištěného napájení II. kategorie. Tyto systémy jsou vzájemně nezávislé a každý je schopen převzít zátěž celého bloku. Každý systém se skládá z těchto částí:

- rozvodna o napětové hladině 6 kV,
- úsekové rozvodny o napětové hladině 0,4 kV.

V normálním režimu provozu je systém II. kategorie napájen přes sekční spojky z blokové rozvodny 6 kV III. kategorie. V případě výpadku pracovního nebo rezervního zdroje, dojde k povelu na start DG a odpojení rozvodny 6 kV II. kategorie od rozvodny III. kategorie. Od té chvíle jsou systémy II. a I. kategorie napájeny z DG.

Systém zajištěného napájení II. kategorie rovněž napájí SZN I. kategorie přes úsekové transformátory 6/0,4 kV.

Příklady spotřebičů, které jsou připojeny do rozvodny SZN 6 kV II. kategorie jsou: čerpadlo požární vody, havarijní napájecí čerpadlo, čerpadlo doplňování a bórové regulace primárního okruhu (I.O.) Z rozvodu 0,4 kV II. kategorie je rovněž napájena vlastní spotřeba DG.

2.2.5 Systémy zajištěného napájení I. kategorie

Na EDU jsou z důvodu jaderné bezpečnosti vytvořeny na každém reaktorovém bloku tři na sobě nezávislé bezpečnostní systémy zajištěného napájení. Každý tento systém je zcela autonomní a dostačující pro zajištění bezpečnostních funkcí a dochlazení reaktoru. Z výše uvedeného vyplývá, že na každém bloku je vytvořena 200% záloha bezpečnostních systémů.

Systém zajištěného napájení I. kategorie se skládá z těchto částí:

- rozvodna s napětovou hladinou 220 V DC
- rozvodny s napětovou hladinou 400 V AC
- rozvodny s napětovou hladinou 48 V DC

Jak bylo již uvedeno výše, systém zajištěného napájení I. kategorie je v normálním provozu napájen z rozvodu II. kategorie. Po dobu přechodu z pracovního na rezervní zdroj napájení zajišťují staniční akubaterie. Tyto baterie rovněž zajišťují napájení, pokud dojde k úplné ztrátě

napětí bloku a je nutné uvést do chodu DG. Po dobu startu DG je systém zajištěného napájení I. kategorie napájen z baterií.

2.2.6 Ochrany rozvoden 6 kV

Většina elektrických zařízení na EDU musí být chráněna elektrickými ochranami, tak aby nedošlo v případě poruchy k poškození zařízení či případné újmě na zdraví obsluhujícího personálu. V celém zařízení jaderné elektrárny je velký počet elektrických ochran, které chrání různé spotřebiče, protože každé zařízení má svá specifika a vyžaduje jiný způsob chránění. V rozvodnách 6 kV jsou do přívodních a vývodních polí nainstalovány ochrany či ochranné terminály, které mají následující ochranné funkce:

F13 – Ochrana při selhání vypínače

F25 – Distanční ochrana

F37 – Napěťová ochrana

F41 – Ochrana při zemním spojení

F111 – Nadproudová zkratová ochrana (mžiková)

F112 – Nadproudová zkratová ochrana (s nezávislým časovým zpožděním)

F113 – Nadproudová ochrana při nesymetrické zátěži

F131 – Ochrana proti přetížení na základě tepelného modelu

F132 – Ochrana proti přetížení na základě tepelného čidla

F149 – Zemní směrová ochrana

Toto značení je použito i v následujících kapitolách. V dřívějších dobách se používala pro jednu ochrannou funkci jedna analogová ochrana. Díky rozvoji technologií je dnes běžnou praxí, že jeden ochranný terminál sdružuje více ochranných funkcí do jednoho zařízení. Výhodou těchto ochranných terminálů je i možnost datového výstupu jednotlivých veličin a případného nakonfigurování logických a blokovacích vazeb.

3 SYSTÉM MSE

V souvislosti se spotřebiči a zařízeními na EDU je nutné sledování vybraných fyzikálních veličin a dvouhodnotových signálů, které dávají obraz o stavu zařízení především v oblasti elektro (vyvedení výkonu a vlastní spotřeby bloku). Z toho důvodu je na EDU provozován měřicí systém elektro (MSE), který tyto signály monitoruje a zaznamenává.

Fyzikální veličinou může být například okamžitá hodnota napětí či proudu. Tyto signály budou dále v textu označovány jako analogové. Dvouhodnotové signály reprezentují například vypnutý či zapnutý vypínač, či působení ochrany a budou označovány jako stavové.

MSE analogové a stavové signály zaznamenává buď přímým měřením (okamžité hodnoty napětí a proudů z měřících transformátorů napětí (MTN) a měřících transformátorů proudu (MTP), stavy vypínačů, stykačů, relé apod.) nebo datovou komunikací (ochranné terminály, řídicí systém elektrárny apod.). MSE slouží ke zpětnému vyhodnocení průběhu přechodových a poruchových událostí, ke kterým došlo na EDU. Dále poté slouží k vyhodnocování periodických zkoušek technologického zařízení např. zkoušek postupného spouštění spotřebičů napájených z rozvoden 6 kV II. kategorie nebo zkoušek automatických záskoků na rezervní napájení rozvoden 6 kV III. kategorie.

MSE u analogových signálů zaznamenává jen úseky signálů kolem vzniklých přechodových a poruchových událostí, na základě vhodně zvolených spouštěcích podmínek, za účelem vhodného využití místa pro uložení záznamů. U stavových signálů zaznamenává jen změny těchto signálů, obdobně jako u analogových signálů z důvodu vhodného využití místa pro uložení záznamů.

3.1 Popis systému MSE

Jak již bylo uvedeno výše, MSE slouží především k přímému měření a záznamu vybraných analogových a binárních signálů v oblasti elektro vlastní spotřeby a vyvedení výkonu bloků. Pro měření jsou použity měřicí ústředny MOSAD[®]-5 od výrobce firmy TES s.r.o. Analogových a binárních přímo měřících ústředen je několik na každém reaktorovém bloku a do každé jsou vyvedeny pouze signály z určité části technologie. Základní přehledové schéma systému MSE je vyobrazeno na obrázku č. 3.

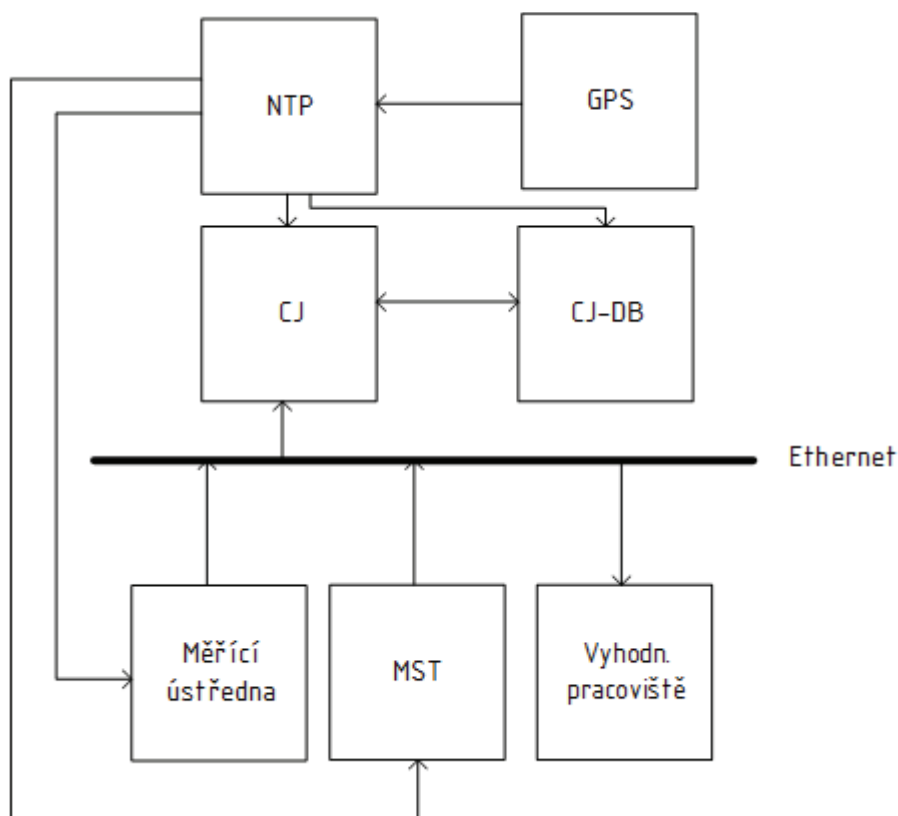
Do systému MSE je napojen i měřicí systém transformátorů (MST), jenž monitoruje vybrané signály z blokových a odbočkových transformátorů v reálném čase. Díky němu lze včasně analyzovat rozvíjející se poruchu na daném transformátoru, stanovit případná nápravná opatření nebo opravy a předejít tak poruchám i na ostatních transformátorech.

Všechny měřené signály z měřících ústředen a podsystémů jsou komunikovány přes počítačovou síť Ethernet do centrální jednotky (CJ). Hlavní funkcí CJ je zprostředkovávat komunikaci mezi měřicími ústřednami a databázovým serverem (CJ-DB). Druhou zásadní funkcí CJ je rovněž poskytnout rozhraní k celému systému pomocí webového interface.

Datový a databázový server CJ-DB slouží k ukládání naměřených dat a konfigurace systému. Na serveru jsou data uložena buď ve formě souborů nebo jsou ukládána do databázového systému. Do databázového systému jsou uloženy např. změny stavových signálů nebo celkový přehled aktuálního stavu měřicího systému. Do souborů jsou naopak ukládány konfigurace jednotlivých měřících ústředen nebo naměřené průběhy analogových signálů.

Aby měly signály danou výpovědní hodnotu a byly relevantní, je nutné je časově synchronizovat. K tomuto účelu slouží GPS modul, který každému signálu přiřadí časovou značku pomocí protokolu NTP, takže všechna zaznamenaná analogová a binární data MSE jsou časově synchronní s normálem GPS.

Pro vyhodnocení naměřených dat je nutné použít příslušný software a hardware. V zásadě se jedná o PC se systémem MS Windows, na kterém jsou nainstalovány jednotlivé programy pro vyhodnocení. Pro prohlížení webového interface a získání naměřených analogových a dvouhodnotových dat je nutný HTML prohlížeč. Pro vyhodnocení analogových signálů získaných z MSE se standardně na EDU využívá program GRAF, který vykreslí dané průběhy a lze je pak dále analyzovat. Pro vyhodnocení změn binárních signálů získaných z MSE se používá program LOGA. Oba tyto software programy včetně webového interface byly vyvinuty a dodány pro EDU firmou TES s.r.o.



Obrázek 3: Schematické znázornění systému MSE

3.2 Program GRAF

Pro vyhodnocení praktické části diplomové práce byl využit software GRAF. Jeho popis s vysvětlením jednotlivých funkcí je uveden v následujících podkapitolách.

3.2.1 Popis programu GRAF

Program GRAF byl vyvinut především pro zobrazení naměřených analogových signálů z jednotlivých měřicích ústředí MSE. Tyto zaznamenané průběhy analogových signálů se poté dále využívají k vyhodnocení opakujících se testů a zkoušek nebo analýzu přechodových a poruchových dějů. Vzhledem k tomu, že při praktické části diplomové práce bylo nutné

vyhodnocovat průběhy proudů a napětí, které byly zaznamenány ochranou, byl tento program využit i zde. Program pro svoji činnost vyžaduje operační systém Windows.

V programu GRAF lze zobrazit následující typy souborů:

- DAT-PAR a TES soubory, které obsahují naměřená data v binární formě a jde o speciální typy souborů využívaných MSE na EDU,
- TXT soubory, které obsahují naměřená data v textové formě,
- DSK soubory, které využívá program GRAF k uložení zpracovaných průběhů měřených veličin,
- DVJ soubory, které obsahují stavové signály.

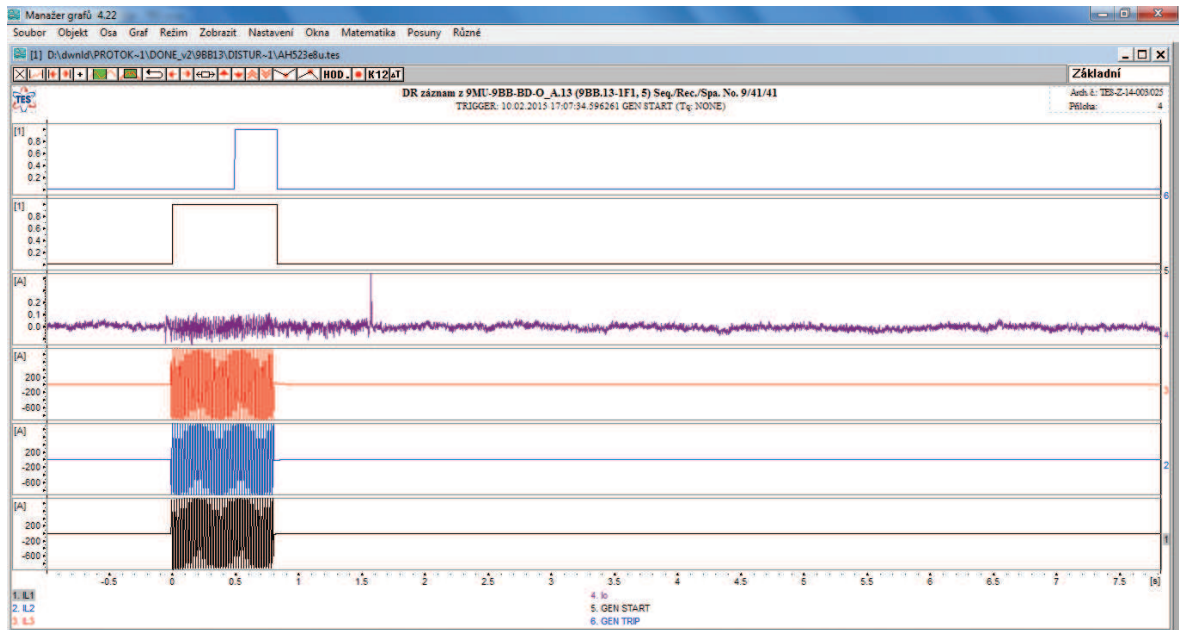
Vzhledem k tomu, že ochranné terminály ABB ukládají data z disturbance recorderu v datové podobě, kterou program GRAF není schopen zobrazit, je nutná konverze dat na TES soubor. Tato konverze probíhá v centrální jednotce MSE a v databázi MSE se dále ukládá pouze TES soubor. Do zaznamenaných průběhů analogových veličin (případně analogově zaznamenaných binárních veličin) lze přidat i stavové signály. Vzhledem k tomu, že je MSE časově synchronizován, časové osy obou typů signálů si odpovídají a lze je porovnávat.

3.2.2 Základní operace s průběhy signálů

Po načtení souboru TES se program GRAF nachází v základním stavu, kdy jsou na obrazovce načteny naměřené průběhy a tyto průběhy jsou zobrazeny v celém časovém rozsahu, tak jak byly zaznamenány, viz následující obrázek č. 4.

V základním režimu jsou v dolní části uvedeny názvy právě zobrazovaných signálů, nad kterými je uvedena časová osa. Časová osa je relativní a je vztažena k přesnému času disturbance reportu (DR), který je uveden v titulku měřeného průběhu. Signál, který spouští disturbance report má relativní čas 0 s a k němu je vztažena prehistorie záznamu a pohistorie záznamu.

Nad osou jsou již vyobrazeny jednotlivé průběhy i s příslušnými svislými osami s odpovídajícími jednotkami. V záhlaví vyobrazených signálů je uveden generovaný titul měření, který obsahuje informace o měřící ústředně, datu a času, kdy byl disturbance report vygenerován a změnou jakého signálu byl spuštěn.



Obrázek 4: Základní pohled v programu GRAF

Pod panelem nabídek je tzv. speedbar. Tento panel je lišta ikon, která slouží k rychlému přístupu k funkcím, které lze použít pro lepší zobrazení naměřených hodnot:

1. Základní režim – převede program GRAF do základního režimu.
2. Celý průběh – zobrazí celé průběhy naměřených hodnot.
3. Na začátek průběhu – časový výřez průběhů přesune na začátek časové osy.
4. Na konec průběhu – časový výřez průběhů přesune na konec časové osy.
5. Rozsah X o 100% zvětší – zobrazené průběhy jsou vyobrazeny ve dvojnásobném časovém okně.
6. Časový výřez – zobrazí průběhy pouze v intervalu vymezeném kurzory.
7. Výseč z průběhu – zobrazí průběhy pouze v definovaném obdélníkovém výřezu.
8. Historie zpět – vrátí o krok zpět nastavení os.
9. O okno X doleva – časový výřez se posune doleva.
10. O okno X doprava – časový výřez se posune doprava.
11. Plynulý posuv X – lze libovolně pohybovat průběhy po časové ose.
12. O graf nahoru – zobrazí se následující průběh TES souboru.
13. O graf dolů – zobrazí se předchozí průběh TES souboru.
14. O stránku nahoru – zobrazí se následující n-tice průběhů.
15. O stránku dolů – zobrazí se předcházející n-tice průběhů.
16. Hledej minimum – kurzor se přesune na místo, kde má zobrazovaný průběh minimum.
17. Hledej maximum - kurzor se přesune na místo, kde má zobrazovaný průběh maximum.
18. Indikátor hodnot – aktivuje funkci indikátoru hodnot.
19. Překreslí plátno – překreslí plátno.
20. Oblast mezi kurzory K12 – označí/odznačí oblast mezi kurzory.
21. Měření času/frekvence – z kurzorů – aktivuje/deaktivuje okno s časy ukazovátek.

Pomocí těchto funkcí bylo možné zajistit velice přesný odečet z naměřených hodnot a časových souvislostí, který byl využit při praktické části diplomové práce.

3.2.3 Matematické operace s průběhy

Program GRAF slouží nejenom k zobrazení naměřených průběhů, ale tyto průběhy lze dále analyzovat jak z hlediska elektrotechniky, tak z hlediska matematiky. Pro potřeby vyhodnocení zkoušek lze uplatnit následující matematické funkce:

1. Hlazení průběhu – nahrazení vzorku n-hodnoty aritmetickým průměrem skupiny hodnot, přičemž n-tá hodnota je uprostřed této skupiny.
2. Přepočet průběhu polynomem – načtené průběhy je možné postupně přepočítat využitím polynomu 2. stupně.
3. Základní operace mezi průběhy – lze provádět aritmetické operace i s více průběhy zároveň.
4. Obalová křivka – vytvoří obalovou křivku zadaného průběhu pomocí lokálních minim a maxim za periodu.
5. Efektivní hodnota – vypočítá efektivní hodnotu ze zadaných průběhů.
6. Střední hodnota – vypočítá střední hodnotu ze zadaných průběhů.
7. Frekvence – vypočítá frekvenci zadaných průběhů.
8. Průběhy amplitud harmonických – zobrazí průběhy harmonických pro zadaný signál.
9. Filtrace harmonických – umožňuje filtrovat průběhy tak, aby obsahovaly pouze vybrané harmonické.
10. Analýza periody pomocí Fourierovy transformace – analyzuje periodu průběhu pomocí Fourierovy transformace na velikost amplitud a počátečních fází vybraných harmonických.
11. Fázový posun – vypočítá fázový posun mezi dvěma zadanými průběhy.
12. Účinník – vypočítá účinník ze zadaných průběhů.
13. Činný výkon – umožňuje vypočítat činný výkon jako střední hodnotu okamžitého výkonu ze zadaných průběhů proudu a napětí.
14. Jednofázové výkony – umožňuje vypočítat jednofázový činný, jalový, zdánlivý a okamžitý výkon ze zadaných průběhů proudu a napětí.
15. Třífázové výkony – umožňuje vypočítat třífázový činný, jalový, zdánlivý a okamžitý výkon ze zadaných průběhů proudu a napětí.

3.3 Program LOGA

Dalším programem, který byl využíván při praktické části diplomové práce, byl software LOGA. Stručný popis programu je uveden v následující podkapitole č. 3.3.1.

3.3.1 Popis programu LOGA

Program LOGA primárně slouží k prohlížení a zpracování naměřených stavových signálů. Pomocí programu LOGA lze rovněž provádět vyhodnocení periodicky se opakujících testů a zkoušek a případných přechodových a poruchových událostí na EDU. Tento program pro svůj běh vyžaduje operační systém Windows.

Jak již bylo uvedeno výše, pomocí programu LOGA lze prezentovat naměřené stavové signály. Tyto signály musí být konvertovány na speciální typ souboru s příponou DVJ. Naměřená data lze získat z databáze MSE pomocí webového rozhraní, kde lze zvolit časového okno pro měřené signály a zároveň lze filtrovat data pouze z vybraných měřících ústředen. Takto exportovaný soubor DVJ již lze zobrazit v programu LOGA a lze s ním provádět následující operace:

- pohyb a orientace v jednotlivých záznamech signálů,
- odečet časů jednotlivých změn,
- vytváření podskupin signálů,
- získání informací o signálech a zapojení MÚ,
- tisk protokolu,
- zobrazení a tisk posloupnosti změn,
- protokol o zkoušce,
- měření časů.

Naměřená data lze zobrazovat ve dvou grafických režimech:

- grafika,
- listování.

V režimu grafika jsou jednotlivé signály zobrazeny pomocí lineární časové osy. V tomto režimu lze na první pohled porovnat délku působení jednotlivých signálů a srovnávat s ostatními signály. V režimu listování (semigrafický režim) je časová osa rozdělena na jednotlivé sloupce, přičemž každé logické změně signálu odpovídá jeden sloupec na ose. V tomto režimu není možné na první pohled určit, jak dlouho trvalo působení daného signálu. Tuto informaci lze dohledat pomocí kurzoru. Vzhledem k tomu, že signály uložené v databázi MSE jsou časově synchronizovány pomocí modulu GPS, lze velice přesně určit čas logické změny daného signálu.

Aby bylo možné naměřená data graficky prezentovat i mimo program LOGA, lze využít funkce tisk protokolu. Tato funkce generuje PDF soubor, ve kterém je každé logické změně signálu přiřazeno unikátní číslo, které odpovídá chronologickému pořadí logické změny. Ke každému číslu změny je poté uveden absolutní čas a relativní čas, který se počítá od zvoleného počátku časové osy T0.

4 INOVACE OCHRAN ROZVODEN 6 kV A JEJÍ DOPAD

Ochrany v blokových rozvodnách 6 kV plní ochranou funkci pro rezervní a pracovní přívody, vývody na pohony a transformátory, případně jiné vývody, které se v rozvodně nacházejí. V současné době je tato funkce zajišťována především elektromechanickými ochranami typu A22, AP14, AX11, AT31X, V32-0, které jsou již za koncem své morální životnosti. Je tedy nutno je vyměnit za nové moderní digitální ochrany (ochranné terminály), které budou lépe sloužit k chránění daných objektů. Jedním z cílů výměny elektromechanických ochran za digitální terminály je i zlepšit koncepci chránění tak, aby objekty byly chráněny i při selhání základní ochrany. Změnu přinese i fakt, že nové ochrany jsou vybaveny funkcemi, které v těch starých chyběly, jako např. automatika selhání vypínače.

Vzhledem k rozsáhlosti prací, které jsou s výměnou ochran spojeny, je tato inovace rozplánována do následujících etap:

- 1. etapa – ochrany rozvoden 6 kV BVS a SVS,
- 2. etapa – ochrany rozvoden 6 kV II. kategorie,
- 3. etapa – ochrany rozvoden rezervního napájení 6 kV.

Výměny ochran rozvoden 6 kV budou probíhat po jednotlivých blocích a časový harmonogram výměny je následující:

- rok 2015: R6kV 1BA, 1BB, 1BC, 1BD, 1BV, 1BW, 1BX, 9BB, 9BD
- rok 2016: R6kV 2BA, 2BB, 2BC, 2BD, 2BV, 2BW, 2BX
- rok 2017: R6kV 3BA, 3BB, 3BC, 3BD, 3BV, 3BW, 3BX
- rok 2018: R6kV 4BA, 4BB, 4BC, 4BD, 4BV, 4BW, 4BX, 9BA, 9BC

V souvislosti s výměnou ochran je nutné zajistit datovou komunikaci těchto ochranných terminálů do MSE. Tato část je praktickou náplní této diplomové práce. Přehled vývodů, ve kterých dojde ke změnám v ochranách, je uveden v následujících kapitolách. Společně s tímto je uvedena i koncepce napojení nových ochranných terminálů do existujícího MSE. Dále jsou zde také uvedeny požadované parametry pro datový přenos analogových a stavových signálů z ochranných terminálů rozvoden 6 kV do MSE.

Ochranné terminály z rozvoden 6 kV 9BC a 9BD (Čerpací stanice Jihlava) nebudou v současné době komunikovány do MSE. Datovou komunikaci je však nutné připravit a odzkoušet pro případné připojení do MSE v budoucích letech.

Rozvodny rezervního napájení 6kV jsou v současné době vybaveny ochrannými terminály od výrobce SIEMENS a jsou datově komunikovány do řídicího systému SKŘ-ED (systém kontroly a řízení na elektrické dozorně EDU). Data jsou následně předávána z SKŘ-ED do MSE. Tyto ochranné terminály včetně komunikačních vazeb zůstávají zachovány. Pouze do polí měření rozvoden rezervního napájení 6kV budou doplněny nové ochranné terminály od výrobce ABB.

4.1 Přehled změn v rozvodnách 6 kV III. kategorie

V rozvodnách této kategorie lze najít obdobné typy přívodů a vývodů. Proto jsou tyto na EDU rozděleny to typových polí, které jsou pro všechny blokové rozvodny stejné. Seznam typových odboček rozvoden 6 kV III. kategorie je uveden v následující tabulce č. 1.

Tabulka 1: Typové vývody rozvoden 6 kV III. kategorie

Typ	Označení	Název
BVS	1BB101	Pracovní přívod
BVS	1BB101M	Mústek pracovního přívodu
BVS	1BB201	Rezervní přívod
BVS	1BB201M	Mústek pracovního přívodu
BVS	1BB301	Pole měření
BVS	1BB401	Sekční spojka
BVS	1BB402	Podélný spínač v 2BC(D).29
BVS	1BB402M	Mústek podélného spínače v 2BC(D).28
BVS	1BB403	Podélný spínač v 3BA(B).16
BVS	1BB501	Vývod na transformátor ovládaný z BD
BVS	1BB502	Vývod na transformátor ovládaný z ÚED
BVS	1BB503	Vývod pro transformátor buzení generátoru
BVS	1BB504	Vývod na transformátor osvětlení 0(7)CT20
BVS	1BB504M	Mústek pro vývod na transformátor osvětlení 0(7)CT20
BVS	1BB801	Vývod na motor
BVS	1BB802	Vývod na motor - HCC
BVS	1BB803	Vývod na motor – BQDV
BVS	1BB804	Vývod na motor – kompresor
BVS	1BB805	Vývod na motor – ČTVN
BVS	1BB901	Přechod přípojnic u pracovního přívodu
BVS	1BB902	Přechod přípojnic u rezervního přívodu
RNVS	0BE101	Přívod
RNVS	0BE101M	Mústek přívodu
RNVS	0BE301	Pole měření
RNVS	0BE401	Vývod na rezervní přípojnice
SVS	9BB101	Pracovní přívod
SVS	9BB101M	Mústek pracovního přívodu
SVS	9BB201	Rezervní přívod
SVS	9BB201M	Mústek rezervního přívodu
SVS	9BB301	Pole měření
SVS	9BB401	Spojka 9BA-9BB

Typ	Označení	Název
SVS	9BB501	Vývod na transformátor
SVS	9BB601	Vývod na ČSJI
SVS	9BB602	Vývod na zkušebnu motorů – vyzbrojená rezerva
SVS	9BB701	Vývod na tlumivku
SVS	9BB801	Vývod na motor
SVS	9BB901	Přechod přípojnic 9BA(B).3
SVS	9BB902	Přechod přípojnic 9BA(B).12
SVS	9BB903	Přechod přípojnic 9BA(B).29

Záměna ochran se nedotkne všech polí, některá budou zachována v současném stavu. Jakých polí se výměna ochran za terminály týká, je uvedeno v následující tabulce č. 2, spolu s informací, jaké ochrany jsou v daném poli v současnosti nainstalovány a jaké ochranné funkce musí nový terminál splňovat.

Následující typové vývody rozvoden 6 kV III. kategorie nejsou ochrany vybaveny a tudíž zde nové terminály nebudou osazeny: 1BB101M, 1BB201M, 1BB402, 1BB402M, 1BB403, 1BB504M, 0BE101M, 9BB201M, 9BB901, 9BB902, 9BB903.

Typový vývod 1BB503 zůstává osazen stávajícím ochranným terminálem RET541 od výrobce ABB.

Typové vývody 0BE101 a 0BE401 zůstávají osazen stávajícími ochrannými terminály SIPROTEC 5 typu 7SA611A a 7SJ642 od výrobce SIEMENS.

Typové vývody 1BB301, 9BB301, 0BE301 budou osazen novými ochrannými terminály REU615 od výrobce ABB.

Všechny ostatní typové vývody rozvoden 6 kV III. kategorie budou osazen ochrannými terminály REC630 od výrobce ABB.

Datová komunikace do MSE na rozvodnách 6 kV III. kategorie bude řešena jak od nově instalovaných ochranných terminálů, tak od stávajících ochranných terminálů, které tuto komunikaci umožňují (např. doplněním komunikačního převodníku).

Tabulka 2: Přehled změn v ochranných funkcích rozvoden 6 kV III. kategorie

Označení	Stávající ochrany	Nové ochranné funkce
1BB101	Nadproudová (realizováno v systému ochranu bloku) Proti přetížení (realizováno v systému ochran bloku)	F25 (distanční ochrana) F111 (nadproudová mžiková ochrana) F131 (ochrana proti přetížení) F41 (ochrana při zemním spojení)
1BB201	AT31X blok. V32	F25 (distanční ochrana) F111 (nadproudová mžiková ochrana)

Označení	Stávající ochrany	Nové ochranné funkce
1BB301	GV12	F41 (ochrana při zemním spojení)
1BB401	R30	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F13 (ochrana při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)
1BB501	AT31X A22	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F131 (ochrana proti přetížení) F13 (ochrana při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)
1BB502	AT31X A22	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F131 (ochrana proti přetížení) F13 (automatika při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)
1BB504	AT31X A22	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F131 (ochrana proti přetížení) F13 (automatika při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)
1BB801	A22 AP14 AX11	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F113 (ochrana při nesymetrii) F13 (automatika při selhání vypínače) F131 (ochrana proti přetížení) F149 (zemní směrová ochrana)
1BB802	A22 AP14 AX11	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F113 (ochrana při nesymetrii) F13 (automatika při selhání vypínače) F131 (ochrana proti přetížení) F149 (zemní směrová ochrana)
1BB803	MICOM P225	F111 (nadproudová mžiková ochrana)

Označení	Stávající ochrany	Nové ochranné funkce
	R30 (u motoru)	F112 (nadproudová zkratová ochrana) F113 (ochrana při nesymetrii) F13 (automatika při selhání vypínače) F131 (ochrana proti přetížení) F149 (zemní směrová ochrana) F30 (rozdílová ochrana) F132 (nadproudová při přetížení)
1BB804	A22 AP14 AX11	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F113 (ochrana při nesymetrii) F13 (automatika při selhání vypínače) F131 (ochrana proti přetížení) F149 (zemní směrová ochrana) F37 (napět'ová ochrana)
1BB805	A22 AP14 AX11	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F113 (ochrana při nesymetrii) F13 (automatika při selhání vypínače) F131 (ochrana proti přetížení) F149 (zemní směrová ochrana)
0BE301	REA105 GV12	F41 (ochrana při zemním spojení)
9BB101	Nadproudová (blok.) Přetížení (blok.)	F25 (distanční ochrana) F111 (nadproudová mžiková ochrana) F13 (ochrana při selhání vypínače) F41 (ochrana při zemním spojení)
9BB201	AT31X V32	F25 (distanční ochrana) F111 (nadproudová mžiková ochrana)
9BB301	GV12	F41 (ochrana při zemním spojení)
9BB401	A32 AT31X	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F13 (ochrana při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)

Označení	Stávající ochrany	Nové ochranné funkce
9BB501	AT31X A22	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F131 (ochrana proti přetížení) F13 (ochrana při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)
9BB601	S103B AT31X	F26 (srovnávací ochrana) F13 (ochrana při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)
9BB701	A22	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F13 (ochrana při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)
9BB801	A22 AP14 AX11	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F113 (ochrana při nesymetrii) F13 (ochrana při selhání vypínače) F131 (ochrana proti přetížení) F149 (zemní směrová ochrana) F37 (napět'ová ochrana)

4.2 Přehled změn v rozvodnách II. kategorie

Podobně jako u rozvoden 6 kV III. kategorie je možné rozdělit pole rozvoden II. kategorie do typově stejných přívodů a vývodu, které jsou uvedeny v následující tabulce č. 3.

Tabulka 3: Typové vývody rozvoden 6 kV II. kategorie

Typ	Označení	Název
BVS	1BV111	Sekční spojka
BVS	1BV211	Přívod z DG
BVS	1BV311	Pole měření 1
BVS	1BV312	Pole měření 2
BVS	1BV511	Vývod na transformátor
BVS	1BV811	Vývod na motor
BVS	1BV812	Vývod na motor – HNC a SHNČ
BVS	1BV911	Přechod přípojnic u sekční spojky
BVS	1BV912	Přechod přípojnic u vypínače DG

Stejně jako v případě rozvoden III. kategorie se změna nutně netýká všech vývodních a přívodních polí. Seznam polí, ve kterých proběhne výměna je uveden v následující tabulce č. 4 spolu s informací, jaké ochrany jsou v současné době nainstalovány a jaké ochranné funkce musí nově nainstalovaný terminál splňovat.

Následující typové vývody rozvoden 6 kV II. kategorie nejsou ochranami vybaveny a tudíž zde nové terminály nebudou osazeny: 1BV211, 1BV312, 1BV911, 1BV912.

Typové vývody 1BV811, 1BV812 zůstávají nebo budou osazeny ochranným terminálem REM610 od výrobce ABB.

Typový vývod 1BV311 bude osazen novým ochranným terminálem REU615 od výrobce ABB.

Všechny ostatní typové vývody rozvoden 6 kV II. kategorie budou osazeny ochrannými terminály REC630 od výrobce ABB.

Datová komunikace do MSE na rozvodnách 6 kV II. kategorie bude řešena jak od nově instalovaných ochranných terminálů, tak od stávajících ochranných terminálů, které tuto komunikaci umožňují (např. doplněním komunikačního převodníku).

Tabulka 4: Přehled změn v ochranných funkcích rozvoden 6 kV II. kategorie

Označení	Stávající ochrany	Nové ochranné funkce
1BV111	-	F111 (nadproudová mžiková ochrana)
1BV311	GV12	F41 (ochrana při zemním spojení)
1BV511	AT31X A22	F111 (nadproudová mžiková ochrana) F112 (nadproudová zkratová ochrana) F131 (ochrana proti přetížení) F13 (ochrana při selhání vypínače) F149 (zemní směrová ochrana)
1BV812	REM610	F149 (zemní směrová ochrana)

4.3 Propojení sítě ochran s MSE

Vzhledem k tomu, že nové ochranné terminály umožňují datovou komunikaci, dojde v EDU v návaznosti na výměnu zastaralých elektromechanických ochran k vytvoření sítě ochran rozvoden 6 kV. Tato síť bude vytvořena pomocí optických kabelů a optických switchů. Přehledové schéma propojení je uvedeno na obrázku č. 5.

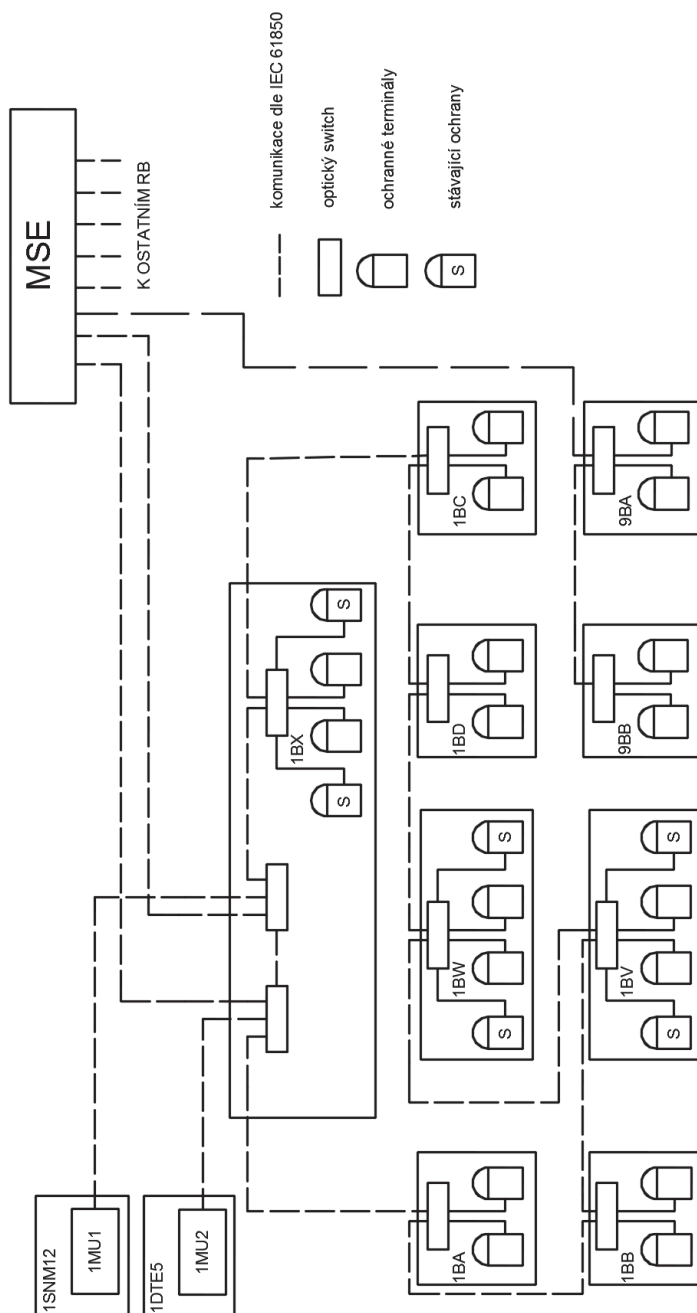
V každé rozvodně 6 kV (II. i III. kategorie) budou nainstalovány ochranné terminály. Tyto terminály budou hvězdicovitě připojeny do optického switchu, který bude společný pro celou rozvodnu. Na rozvodnách III. kategorie tedy budou čtyři optické switchy, na rozvodnách II. kategorie pouze tři. Všechny tyto switchy budou zapojeny do kruhové topologie tak, aby byl minimalizován dopad výpadku jednoho prvku na celou síť. V zásadě mohou nastat tyto možnosti výpadku prvků:

- přerušení optického kabelu,
- výpadek jednoho ochranného terminálu,

- porucha optického switche instalovaného na rozvodně.

V případě, že optický kabel bude přerušen, provoz sítě nebude ohrožen z důvodu kruhové topologie, signál bude komunikován pouze jinou cestou. Pokud bude porucha na ochranném terminálu, ztratí se signály pouze z daného terminálu na rozvodně. Nejhorší porucha, která může v síti ochran nastat je situace, kdy dojde k závadě na optickém switchi přímo v rozvodně. V tu chvíli se okamžitě ztratí signály ze všech ochran, které jsou do daného switche připojeny. Všechny ostatní signály z jiných rozvoden budou komunikovány v pořádku.

Volných optických vláken v optických kabelech určených pro propojení komunikační sítě ochranných terminálů rozvoden 6 kV do MSE bude navíc využito k propojení přímo měřících analogových a binárních ústřední MOSAD[®]-5 s MSE. Jedná se o ústředny MU1 a MU2 na všech reaktorových blocích EDU umístěných v rozváděčích SNM12 a DTE5.



Obrázek 5: Komunikace ochran s MSE

Z této sítě ochran budou z rozvodny II. kategorie BX vyvedeny optické kabely do MSE tak, aby mohly být signály z ochranných terminálů snímány. Spojovacím článkem mezi MSE a optickou sítí ochran rozvoden 6 kV budou řídicí optické switche SW 1 a SW 2 a následně routery RB1 a RB2, viz Obrázek 6. Do řídicích switchů SW 1 a SW 2 budou vyvedeny optické kabely sítě ochran rozvoden 6 kV ze všech reaktorových bloků. Routery RB1 a RB2 slouží jako šifrovací oddělovače sítě ochran rozvoden 6 kV a ethernet sítě MSE (navazující stávající switche 9MSE-LAN1 a 9MSE-LAN2 jsou již součástí sítě MSE). Všechna data od ochranných terminálů rozvoden 6 kV budou zpracována nově osazených serverem CS, který bude rovněž součástí MSE. Server CS bude v klastrovém vzájemně se zálohujícím provedení, které se skládá ze dvou navzájem nezávislých jednotek CS A a CS B pro případ zajištění plné funkčnosti při poruše jedné jednotky.

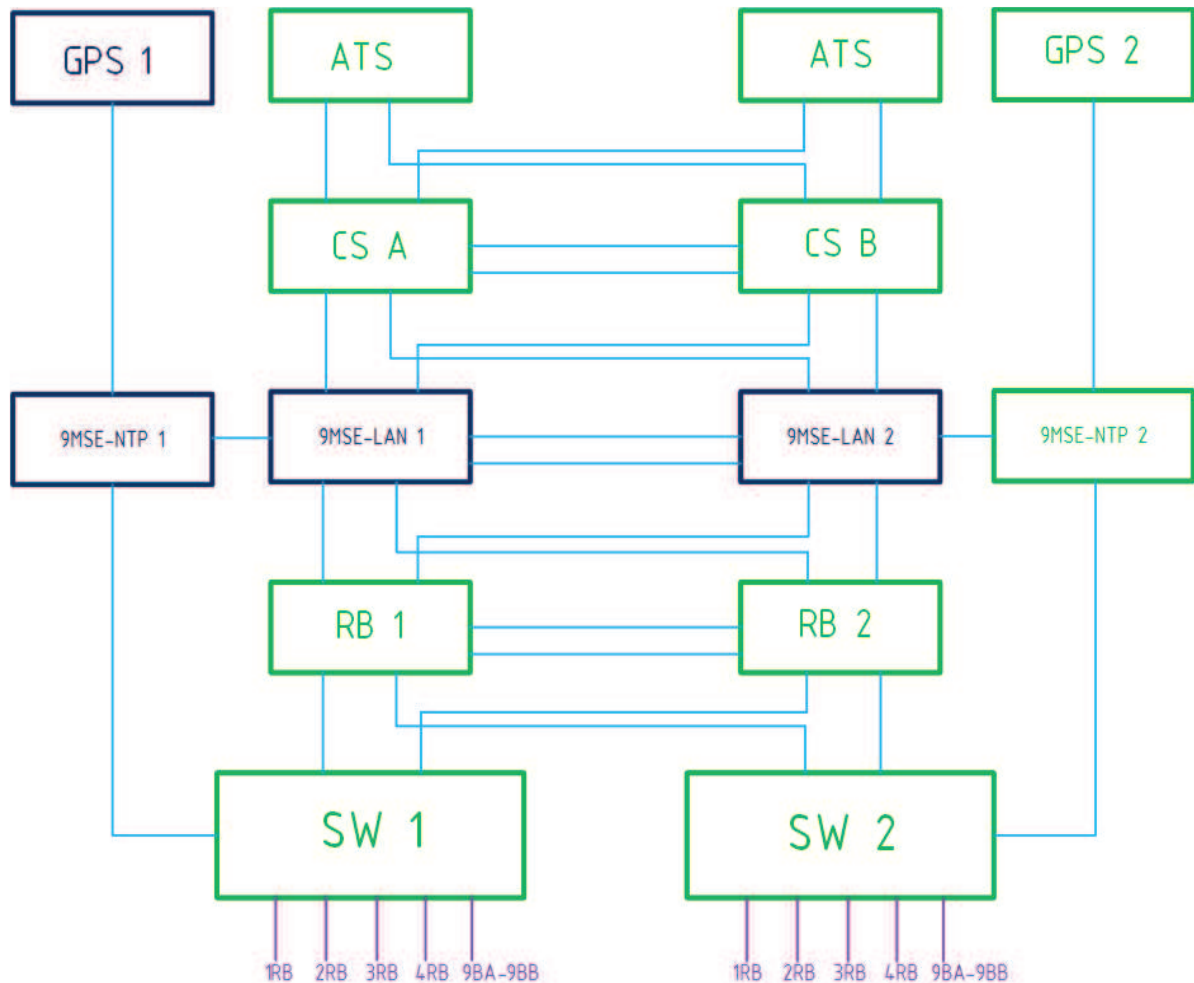
V souvislosti s inovací bude nainstalován rovněž nový přijímač jednotného času GPS 2 včetně časového serveru 9MSE-NTP 2 pro zálohování stávajícího přijímače jednotného času, tj. GPS 1 a časový server 9MSE-NTP 1.,

Prvky ATS jsou vzdáleně komunikačně ovládané napájecí zásuvky 230 V AC určené prioritně pro napájení jednotek CS A a CS B.

Veškeré prvky důležité pro chod systému datové komunikace ochranných terminálů rozvoden 6 kV do MSE jsou zdvojeny a jsou pospojovány tak, aby při výpadku jednoho prvku nedošlo k odstavení celého systému, ale aby zpracování dat převzal kontinuálně druhý prvek.

Na obrázku č. 6 jsou naznačeny úpravy, které bude nutno provést v MSE. Barevně jsou prvky odlišeny následujícím způsobem:

- tmavě modrá – stávající prvky, u kterých nedojde k zásadním změnám,
- světle modrá – ethernet síť pro komunikaci v rámci MSE,
- fialová – optická síť ochran,
- zelená – nové prvky, které bude nutno do MSE začlenit.



Obrázek 6: MSE se znázorněnými úpravami

Technické parametry jednotlivých prvků jsou následující:

Tabulka 5: Technické parametry prvků MSE a sítě ochran

Prvek	Parametry
ATS	APC – AP7723 vstup: 200/208/230 V výstup: 230 V
CS A, CS B	Fujitsu Primergy RX200S8 CPU 2x Intel Xeion E5-2630V2 6C/12T 2,6 GHz 15 MB 4 x 8 GB RAM 2 x 600 GB + 2 x 146 GB HDD 2 x 10 Gbit net
SW 1, SW 2, 9MSE-LAN 1, 9MSE-LAN 2	CTS FOS-3126-PLUS Management Gigabit Ethernet Switch 24 kombinovaných portů
RB 1, RB 2	MikroTik CCR1036-12G-4S

Prvek	Parametry
	4GB RAM CPU 1200 MHz
9MSE-NTP 1,2 + GPS	Meinberg LANTIME m600/GPS/PTPv2

4.3.1 Parametry datové komunikace

Prostřednictvím datové komunikace mezi jednotlivými ochrannými terminály rozvoden 6 kV a MSE budou přenášena jednak dvouhodnotová a jednak analogová data, která budou sloužit pro rozboru a analýzy přechodových a případně i poruchových dějů vzniklých na rozvodnách 6 kV III. a II. kategorie. Pro vlastní datovou komunikaci bude využito komunikačního standardu IEC 61850, pokud ho daný ochranný terminál podporuje.

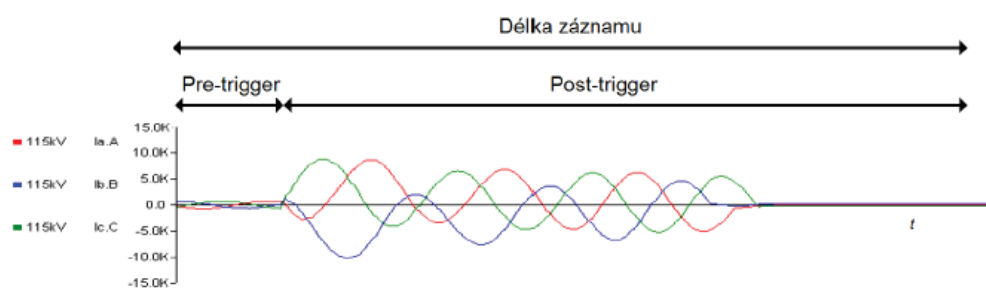
Ochranné terminály rozvoden 6 kV typu RET541, REU615 a REC630 přímo podporují datovou komunikaci pomocí standardu IEC 61850. Ochranné terminály typu REM610 budou pro datovou komunikaci pomocí standardu IEC 61850 doplněny komunikačními převodníky typu SPA-ZC.

Komunikační protokol IEC 61850 byl vyvinut na technologii ethernetu. Ethernet je v současné době nejrozšířenější technologie pro lokální počítačové sítě LAN (Local Area Network), kde fyzickým propojením může být jak metalický kabel, tak i optické vlákno. Hlavní výhodou ethernetu je, že se jedná o standard, který využívá mnoho výrobců, je vyzkoušený časem a přitom se neustále vyvíjí, zvyšuje svou rychlost a přitom je zpětně kompatibilní. Standard IEC 61850 definuje pro každé zařízení jedinečný datový model, který je nezávislý na konkrétní implementaci a výrobci. Všechna přístupná data v ochranných terminálech jsou objektově orientovaná. Tento objektově orientovaný přístup umožňuje zachovat stejný datový model (tvorba objektů stejné struktury a přebírání vlastností vzorového objektu), který je nezávislý na vlastní realizaci ochranného terminálu. Všechny objekty v datovém modelu mají jasně definovanou jednotnou skladbu a značení.

Vlastní vzdálený přenos informací mezi ochrannými terminály a MSE pomocí standardu IEC 61850 využívá technologie P2MP (Point-to-MultiPoint). Síťová architektura označená Klient-server softwarově odděluje klienta a server, kteří spolu komunikují přes počítačovou síť. Technologie Klient-server realizuje vztah mezi dvěma počítačovými programy, v nichž první program „klient“ žádá o služby jiný program zvaný „server“. Komunikace tedy probíhá mezi jedním centrálním prvkem sítě MSE a ostatními prvky (ochrannými terminály), které jsou k němu připojeny. Komunikace mezi jednotlivými prvky a centrálním datovým systémem může probíhat přes datový koncentrátor. Data jsou uložena v datovém koncentrátoru a potom jsou odesílána do centrálního datového systému.

Datová komunikace stavových signálů je realizována formou sdružených atributů (stav, časová značka, kvalita). Atribut nesoucí samotný stav signálu může být v šířce jednoho bitu nebo v šířce několika bitů nesoucí mimo informaci o stavu signálu i informaci typu kmitá, mezi-poloha atd. Signály jsou sdruženy do datových sad, což jsou speciální datové objekty, v nichž jsou definovány odkazy na konkrétní datové atributy jednotlivých binárních signálů, které jsou odesílány společně v rámci jednotného datového paketu. Takové uspořádání umožňuje rychlé a snadné zaslání předem stanovených požadovaných hodnot z jednotlivých ochranných terminálů do MSE.

Datová komunikace analogových signálů je realizována formou přenosu poruchového záznamu. Poruchový záznam je záznam průběhů měřených signálů uložených do souboru při výskytu poruchového jevu. Záznam obsahuje průběh sledovaných veličin i před počátkem vzniku poruchy. Toto zaznamenání průběhů analogových veličin (např. napětí a proudů) před poruchou (pre-trigger = prehistorie) je důležité pro analýzu události a případná ztráta dat může znemožnit detekci poruchy. Proto je také doporučováno využít maximální dostupné kapacity měřícího zařízení (ochranného terminálu) pro detailní zaznamenání stavu před poruchou. Jakmile trigger vyhodnotí poruchový stav je vydán pokyn k záznamu sledovaných průběhů (post-trigger = pohistorie). Po dosažení požadované délky záznamu je vydán povel k ukončení záznamu. Soubor je pak v datové komunikaci přenášen po blocích formou dotazování.



Obrázek 7: Oscilografický záznam přechodového děje [17]

Celková délka záznamu je tedy dána množstvím zaznamenaných dat před poruchou a zaznamenanými daty po detekci poruchy. Délka záznamu před poruchou a po její detekci bývá dána nastavením dle potřeby. Maximální délka záznamu může být přednastavená nebo automaticky volena v závislosti na dostupné kapacitě úložiště. Formát poruchového záznamu je COMTRADE (Common Format for Transient Data Exchange for Power Systems), což je obecný formát určený pro zápis poruchových záznamů a dat událostí získaných z energetických systémů nebo jejich modelů. Tento formát COMTRADE je následně konvertován do TES formátu využívaného MSE.

Vlastní nastavení komunikačních vazeb mezi ochrannými terminály a MSE však není součástí této diplomové práce. Diplomová práce řeší využitelnost získaných analogových a binárních dat právě pro rozbor a analýzy přechodových a poruchových událostí a dějů.

Pro možnost využití datově komunikovaných binárních signálů musí být dodrženy tyto minimální parametry:

- záznam změn binární elektrické veličiny (stav logická 1 a 0),
- každé změně binární elektrické veličiny přiřazena časová značka časově synchronní s normálem GPS,
- vzorkovací frekvence záznamu minimálně 1 kHz,
- on-line záznam změn (minimálně 100 000 změn).

Pro možnost využití datově komunikovaných analogových signálů musí být dodrženy tyto minimální parametry:

- záznam okamžité hodnoty analogové elektrické veličiny (napětí, proud),
- vzorkovací frekvence záznamu minimálně 1 kHz (sinusový průběh, frekvence 50 Hz),
- délka záznamu v řádu jednotek sekund (možnost nastavení prehistorie a pohistorie),
- spuštění záznamu od nastavitelné spouštěcí podmínky (změna monitorované elektrické veličiny),

-
- každému analogovému záznamu přiřazena časová značka časově synchronní s normálem GPS,
 - požadavek na synchronnost vzorkování mezi jednotlivými záznamy,
 - uložení analogových záznamů v normalizovaném formátu (např. COMTRADE, CSV, ...)

5 INOVACE OCHRAN VYVEDENÍ VÝKONU BLOKU

Ochrany v oblasti vyvedení výkonu bloku plní ochranou funkci pro generátory, blokové a odbočkové transformátory a zapouzdřené vodiče 15,75 kV. V současné době je tato funkce zajišťována digitálními ochranami typu REG670, RET670 a REU610 od výrobce ABB. Tyto ochrany jsou poměrně nové moderní digitální koncepce, a proto bylo rozhodnuto je ponechat včetně všech stávajících nadefinovaných ochranných funkcí.

V souvislosti se záměnou ochran rozvoden 6 kV vlastní spotřeby a realizací nové sítě ochran rozvoden 6 kV včetně připojení do MSE budou stávající digitální ochrany v oblasti vyvedení výkonu bloku včleněny do této nové datové komunikační sítě pro možnost předávání dat do MSE.

Změna datové komunikace ochran vyvedení výkonu bloku do MSE bude, v souladu s výměnou ochran rozvoden 6 kV, probíhat po jednotlivých reaktorových blocích a časový harmonogram výměny je následující:

- rok 2015: ochrany vyvedení výkonu bloku na 1. RB
- rok 2016: ochrany vyvedení výkonu bloku na 2. RB
- rok 2017: ochrany vyvedení výkonu bloku na 3. RB
- rok 2018: ochrany vyvedení výkonu bloku na 4. RB

Změna datové komunikace ochran vyvedení výkonu bloku do MSE však není součástí praktické náplně této diplomové práce. V následujících podkapitolách je proto uveden pouze stručný popis pro názornost pochopení souvislostí mezi inovacemi v oblasti chránění rozvoden 6 kV a ochran vyvedení výkonu bloku na EDU, které zde budou realizovány.

5.1 Přehled změn

V oblasti chránění vyvedení výkonu bloku nedojde k žádným změnám. Zůstanou osazeny stávající typy ochran včetně nadefinování jejich ochranných funkcí. Dojde pouze ke změně datové komunikace těchto ochran a MSE.

V současné době ochrany v oblasti vyvedení výkonu bloku mají realizovanou datovou komunikaci pomocí protokolu SpaBus. Hardware realizace datové komunikace je pomocí převodníků instalovaných u ochran a sdružovacího komunikačního PC, které následně předává data do MSE. Toto provedení je totožné na všech čtyřech blocích EDU.

Tento způsob komunikace s MSE bude nahrazen novou komunikací pomocí standardu IEC 61850. Ochrany v oblasti vyvedení výkonu bloku budou přímo spojeny s komunikačním switchem a ten bude následně včleněn do nové sítě určené pro datovou komunikaci ochran rozvoden 6 kV a MSE.

5.2 Propojení ochran vyvedení výkonu s MSE

Switche DTE5-SW1 až DTE5-SW4 hvězdicovitě sdružující datové komunikace s ochranami vyvedení výkonu bloku na jednotlivých blocích budou pomocí volných optických vláken v optických kabelech určených pro propojení komunikační sítě ochranných terminálů rozvoden 6 kV a MSE připojeny k routerům RB1 a RB2, které jsou již součástí MSE, viz obrázek č. 6 v kapitole 4.2. Switche DTE5-SW1 a DTE5-SW2 z 1. a 2. bloku EDU budou zapojeny do kruhu v rámci jedné samostatné smyčky s routery RB1 a RB2 a switche DTE5-SW3 a DTE5-SW4 z 3. a 4. bloku EDU budou zapojeny do kruhu v rámci druhé samostatné smyčky s routery RB1 a RB2.

Tabulka 6: Technické parametry prvků sítě ochran vyvedení výkonu bloku

Prvek	Parametry
DTE5-SW1, DTE5-SW2, DTE5-SW3, DTE5-SW4	RUGGEDCOM RSG2100

5.2.1 Parametry datové komunikace

Prostřednictvím datové komunikace mezi ochranami vyvedení výkonu bloku a MSE budou přenášena jednak binární a jednak analogová data, která budou sloužit pro rozbory a analýzy přechodových a případně i poruchových dějů vzniklých v této oblasti elektrozařízení EDU. Pro vlastní datovou komunikaci bude využito komunikačního standardu IEC 61850, který je ochranami nasazenými v oblasti vyvedení výkonu bloku typu REG670, RET670 a REU610 podporován.

Parametry komunikačního standardu IEC 61850 popsané v kapitole 4.3.1 pro datovou komunikaci ochran rozveden 6 kV a MSE platí beze změn i pro datovou komunikaci ochran vyvedení výkonu bloku a MSE.

6 LABORATORNÍ OVĚŘENÍ DATOVÝCH KOMUNIKACÍ TERMINÁLŮ ROZVODEN R6kV 9BB, 9BD

V souladu s harmonogramem výměny ochran uvedeným v kapitole 4 se v roce 2015 uskuteční výměna na rozvodnách 6 kV prvního bloku a na rozvodnách 9BB, 9BD, které spadají pod společnou vlastní spotřebu EDU. Všechny ochranné terminály, které se budou osazovat, musí být před nasazením do ostrého provozu odzkoušeny, aby se potvrdila jejich bezchybná funkčnost. Vzhledem k tomu, že společně s výměnou ochran dojde i k vytvoření nové optické sítě (viz kapitola 4.3) je nutné společně s ochrannými funkcemi otestovat a zajistit i datovou komunikaci ochran. Tato činnost byla praktickou náplní této diplomové práce.

Pod pojmem testování a zajištění datové komunikace se rozumí zejména tyto činnosti:

- vytvoření seznamu stavových signálů, které budou datově komunikovány do MSE,
- vytvoření seznamu signálů ochranných funkcí, které budou datově komunikovány do MSE,
- zkontrolovat splnění parametrů datové komunikace, viz kapitola 4.3.1.

Vytvořené seznamy stavových signálů a signálů ochranných funkcí bylo nutné zanést do databáze signálů v MSE. Vzhledem k tomu, že v databázi se tyto signály definují pomocí jednoznačného označení a názvu, bylo nutné tyto označení a názvy rovněž vytvořit.

6.1 Popis zapojení zkoušených terminálů

Logika zapojení jednotlivých terminálů při zkouškách odpovídala budoucí reálné situaci, která je vyobrazena na obrázku č. 5 a č. 6. Ochranné terminály jednotlivých polí rozvodny 9BB byly hvězdicovitě připojeny do optického switchu umístěného na rozvodně. Z tohoto switchu byly opticky vyvedeny kabely do switchů SW 1 a SW 2 tvořící předěl mezi optickou sítí ochran a MSE. Síť MSE byla zapojena způsobem po inovaci, tedy s novými prvky dle obrázku č. 6. Clustery CS A a CS B se fyzicky nacházely v místě zkoušek, tedy na laboratorním pracovišti v Třebíči, ale virtuálně byly přesměrovány již do sítě MSE na EDU.

Rozvodna 9BD byla při zkouškách rovněž připojena, v současné době se ale s komunikací této rozvodny do MSE nepočítá. Z důvodu možného budoucího zařazení do komunikace proběhly zkoušky na této rozvodně stejně jako na rozvodně 9BB.

6.2 Popis rozvodny R6kV 9BB

Rozvodna 9BB je napájena pomocí odbočkového transformátoru 1. bloku a slouží k napájení společné vlastní spotřeby EDU. Je z ní rovněž vyvedena spotřeba čerpací stanice Jihlava. Rozvodna je rozčleněna na 16 polí. Jejich označení, společně s číslem, typem ochrany a popisem pole je přehledně uvedeno v následující tabulce č. 7. Všechny ochranné terminály jsou dodány firmou ABB a konfigurovány dle požadovaných ochranných funkcí, viz kapitola 4.1.

Tabulka 7: Přehled polí R6kV 9BB

Číslo pole	Označení	Typové pole	Typ ochrany	Popis pole
2	9BB-QM2-	9BB201	REF630	Rezervní přívod R6kV SVS

Číslo pole	Označení	Typové pole	Typ ochrany	Popis pole
4	9BB.4	9BB301	REU615	Pole měření 9BB
5	9BB-QM1-	9BB101	REF630	Pracovní přívod R6kV SVS
8	9CT08 -	9BB501	REF630	Vývod na transformátor – administrativní budova
9	9CT12 -	9BB501	REF630	Vývod na transformátor – dílny a sklady
10	9CT14 -	9BB501	REF630	Vývod na transformátor – pomocná kotelna
11	9BB-QM4-	9BB601	RED615	Vývod na ČS Jihlava
13	9CT02 -	9BB501	REF630	Vývod na transformátor – stanice chladu
14	9CT31 -	9BB501	REF630	Vývod na transformátor – u ohýbárny
15	9CT27 -	9BB501	REF630	Vývod na transformátor – AKOBOJE
16	9CT24 -	9BB501	REF630	Vývod na transformátor – TS KORD
17	9BB-QM3-	9BB401	REF630	Spojka 9BA-9BB
26	9BB.26(Rez)-	9BB801	REM630	Vývod na motor - rezerva
27	9.42.1.02.3-	9BB801	REM630	Vývod na motor – čerpadlo stanice chladu
28	9.42.1.02.1-	9BB801	REM630	Vývod na motor – čerpadlo stanice chladu
31	9BB-OL-	9BB701	REF630	Vývod na tlumivku

Jak je zřejmé z tabulky, v rozvodně 9BB je několik typových vývodů (přívodů). Typově stejný vývod má stejnou instrumentaci ochranných funkcí, liší se pouze nastavením těchto funkcí. Pokud se jedná o vývod typu rezerva, je toto pole v současné době neobsazené, ale v případě nutnosti je možné osadit daný vývod příslušným transformátorem či motorem.

Vzhledem k rozsáhlosti zkoušek datové komunikace ochranných terminálů rozvodny 9BB bude průběh a popis zkoušek popsán pouze na typovém přívodu. Zbývající protokoly o provedení zkoušek jsou v plném rozsahu přiloženy na CD.

6.3 Ověření datové komunikace R6kV 9BB – pracovní přívod

Z tabulky č. 7 je zřejmé, že se jedná o pole č. 5 s typovým označením 9BB101. Tento přívod je vybaven ochranným terminálem ABB REF630 ve kterém jsou naprogramovány následující ochranné funkce:

Tabulka 8: Ochranné funkce terminálu REF630 - pracovní přívod

SJZ	ANSI	IEC 60617	IEC 61850	Název OF	Působnost
F25	21	Z<	DSTPDIS	Distanční ochrana	vypnutí
F111	51	3I>>	PHHPTOC	Nadproudová, nesměrová, čas. nezávislá ochrana zkratová	vypnutí
F13	51	3I>	PHLPTOC	Nadproudová, časově nezávislá ochrana při přetížení	signalizace
F41	59G	Uo>	ROVPTOV	Zemní ochrana U0>	signalizace
F852	60	FUSEF	SEQRFUF	Kontrola měřicího okruhu U	signalizace
F782	TCM	TCS	TCSSCBR	Kontrola zapínacího okruhu	signalizace

Mimo výše uvedeného terminálu REF630 na vypínač v tomto poli působí stávající ochranný terminál REG670. Tento terminál je součástí ochrany bloku a komunikace tohoto ochranného terminálu nebyla předmětem těchto zkoušek.

6.3.1 Kontrola stavových signálů

Pro pole pracovního přívodu bylo nutné vytvořit seznam komunikovaných signálů do MSE. Tento seznam byl vytvořen ve spolupráci s pracovníky firmy OT – Energy Services a.s., kteří poskytli seznam veškerých stavových signálů, které je možné komunikovat. Z něho pak byly vyfiltrovány signály, které jsou důležité z hlediska sledování technologie EDU.

Z logického a fyzikálního významu těchto signálů bylo nutné vytvořit zkrácené názvy a označení do databáze MSE. Délka označení signálu nesměla přesáhnout hodnotu 20 znaků, délka názvu nesměla být delší než 50 znaků. Tyto limity vyplývají z koncepce databázového systému MSE. Aby byla možná rychlá orientace v měřených signálech, bylo zvoleno následující tvoření označení signálů:

$$9Bxyy zzzzzz /D,$$

kde písmeno x odpovídá označení rozvodny, yy značí, ve kterém poli je daný signál měřen. Následuje řetězec, který označuje potenciál funkce a celé označení je zakončeno řetězcem „/D“ tak, aby bylo zřejmé, že se jedná o datově komunikovaný dvouhodnotový (stavový) signál, který může nabývat pouze hodnot 0 nebo 1. Označení signálů bylo rovněž doplněno o informaci, zda se jedná o signál reprezentující vypnutí, zapnutí, signalizaci nebo blokování. Značení jednotlivých funkcí je následující:

- f1 vypnutí,
- f2 zapnutí,
- f5 blokování.

Výsledný seznam stavových signálů, který byl v rámci praktické části diplomové práce vytvořen pro pole pracovního přívodu rozvodny 9BB, je uveden v příloze A. Význam jednotlivých sloupců v příloze A je následující:

- ID_LOGA identifikační číslo signálu v programu LOGA,
- SIG_OZN označení signálu,
- SIG_NAZEV název signálu,
- VSTUP číslo vstupu v dané měřící ústředně,
- DR informace, zda daný signál spouští záznam DR,
- 9BB05_BI pořadí logické změny signálu v příloze B.

Samotné zkoušení stavových signálů bylo prováděno pomocí speciálního přípravku, který byl vytvořen pracovníky OT – Energy Services a.s, kdy se postupně imitovaly logické změny stavových signálů dle seznamu (viz příloha A) a pomocí webového rozhraní probíhala kontrola, zda se změna zanesla do databáze MSE. Výstupem zkoušky a důkazem toho, že datová komunikace proběhla korektně a všechny požadované signály byly komunikovány, je příloha B, která byla generována pomocí programu LOGA. Veškeré stavové signály jsou komunikovány v souladu s požadavky uvedenými v kapitole 4.3.1.

6.3.2 Kontrola signálů ochranných funkcí

Stejně jako v případě stavových signálů (viz kapitola 6.3.1) bylo i pro případ signálů ochranných funkcí nutné vytvořit seznam komunikovaných signálů i s označeními a názvy, které musí splňovat stejné parametry jako u stavových signálů. Výsledný seznam komunikovaných signálů vycházel z technických možností komunikace ochranných terminálů. Pokud to bylo technicky možné a nastavení ochranného terminálu to dovoľovalo, byla snaha komunikovat veškeré signály týkající se dané ochranné funkce. V praxi to znamená, že byly komunikovány jak signály typu popud a působení, tak i pomocné signály vycházející z jednotlivých fází.

Ochranné funkce byly zkoušeny tím způsobem, že na vstup ochranného terminálu byl připojen testovací zdroj Omicron CMC 356. Pomocí PC připojeného k testovacímu zdroji a speciálního software byly generovány fázové proudy a napětí, které měly vyvolat působení zkoušené ochranné funkce.

Specifikace testovacího zdroje byla následující:

- výrobce: Omicron electronics
- typ: CMC356
- sériové číslo: BH834C
- vstup: 100-240 V, 50/60 Hz, 10-12 A
- výstup: 4 x 300 V / 6 x 32 A

Při tvoření názvů a označení se vycházelo z podobných předpokladů jako v případě stavových signálů. Označení daného signálu ochranné funkce bylo vytvořeno z označení rozvodny a čísla pole. Pro popis ochranné funkce bylo využito značení dle normy IEC 60617 zejména díky tomu, že z toho označení je na první pohled patrný fyzikální význam signálů a je tak umožněna velice rychlá orientace v měřených signálech. Do označení byly zahrnuty ještě následující řetězce reprezentující význam signálu:

- ! působení na signalizaci,
- fl působení na vypnutí,
- (žádný znak) popud,

- L1, L2, L3 označení fáze.

Seznam veškerých signálů ochranných funkcí komunikovaných do MSE v poli pracovního přívodu R6kV 9BB je uveden v příloze C. Význam jednotlivých sloupců je analogický s významem sloupců v příloze A. V příloze D jsou uvedeny veškeré logické změny stavu signálů, které byly zaznamenány v databázi MSE. Z této přílohy je zřejmé, že pro všechny signály ochranných funkcí byla zajištěna datová komunikace do MSE v souladu s požadavky uvedenými v kapitole 4.3.1.

6.3.3 Kontrola analogových signálů

Analogové signály jsou do MSE komunikovány pomocí tzv. disturbance reportů (DR). Tyto DR jsou vytvářeny v ochraně v jednom ze standardizovaných datových formátů. Účelem DR je zaznamenat průběhy určitých signálů v návaznosti na spouštěcí signál. Je nutné, aby byly zaznamenány průběhy před daným spouštěcím signálem (prehistorie) a po spouštěcím signálu (pohistorie). Tyto záznamy poté budou sloužit jako podklady pro analýzy přechodových případně poruchových dějů, nebo opakujících se zkoušek na EDU. Aby bylo možno analyzovat a vyhodnocovat působení ochrany, bylo nastaveno, aby každé působení ochranné funkce spouštělo záznam DR.

Vytvořené DR jsou komunikovány do MSE, kde jsou poté konvertovány na speciální typ souboru (TES soubor) a je možné je analyzovat v programu GRAF.

Vzhledem k tomu, že z označení signálů v DR nemusí být na první pohled patrný fyzikální význam daného signálu, bylo nutné vytvořit legendu, kde budou dané signály vysvětleny. Seznam signálů je uveden v příloze E.

Proudy a napětí v jednotlivých fázích a nulová složka napětí jsou měřené analogové signály. Ostatní signály jsou analogově zaznamenané dvouhodnotové signály.

Parametry jednotlivých DR jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 9: Parametry DR - pracovní přívod

Spouštěcí signál	Název OF	Délka DR			Vzorkovací frekvence	Název TES souboru
		Celkem	Prehistorie	Posthistorie		
F111	Nadproudová zkratová	9 s	1 s	8 s	1 kHz	AC52334o
F41	Zemní ochrana	8,5 s	1 s	7,5 s	1 kHz	AC5233tw
F25	Distanční ochrana	9 s	1 s	8 s	1 kHz	AC5233gq
F13 A	Nadproudová při přetížení	9 s	1 s	8 s	1 kHz	AC52344m
F13 B	Nadproudová při přetížení	8 s	1 s	7 s	1 kHz	AC52344e

Z tabulky vyplývá, že všechny ochranné funkce spustili záznam DR, což je v souladu s požadavky datové komunikace. Je rovněž zřejmé, že záznamy mají vzorkovací frekvenci 1 kHz,

čímž byly naplněny požadavky uvedeny v kapitole 4.3.1. Vzhledem k tomu, že celková délka časového zpoždění ochrany proti přetížení je nastavena na vyšší čas než je maximální délka DR, jsou generovány dva DR. Jeden je generován signálem znamenajícím popud, druhý je generován signálem působení.

6.3.4 Kontrola časové synchronizace

Aby bylo možno považovat komunikované signály do MSE za věrohodné, je nutné ověřit jejich časovou synchronizaci. Toto ověření probíhalo tak, že za správnou hodnotu se považovala časová značka, která byla získána odečtem z příslušného DR. Tato časová značka byla následně porovnána s časovou značkou, která byla přiřazena komunikovanému signálu v MSE. Přehledné srovnání časové synchronizace je uvedeno v následující tabulce.

Tabulka 10: Srovnání času v DR a v MSE - pracovní přívod

Označení v DR	Čas v DR	Název DR	Označení v MSE	Čas v MSE	9BB05_OF	ΔT [s]
PHHPTOC START	13:07:23.505	AC52334o	9BB05 I>> /D	13:07:23.505	2	0,000
PHHPTOC TRIP	13:07:23.995	AC52334o	9BB05 I>> f1 /D	13:07:23.995	5	0,000
ROVPTOV START	13:22:34.412	AC5233tw	9BB05 U0> /D	13:22:34.411	19	0,001
ROVPTOV TRIP	13:22:34.882	AC5233tw	9BB05 U0> ! /D	13:22:34.883	20	0,001
PHLPTOC START	13:28:49.782	AC52344m	9BB05 I> /D	13:28:49.782	25	0,000
PHLPTOC TRIP	13:28:59.762	AC52344e	9BB05 I> ! /D	13:28:59.762	27	0,000
Z1 START	13:14:37.822	AC5233gq	9BB05 Z< /D	13:14:37.823	13	0,001
Z1 TRIP	13:14:38.282	AC5233gq	9BB05 Z< f1 /D	13:14:38.282	15	0,000

Z tabulky je zřejmé, že maximální časová odchylka byla 1 ms, což je v souladu s technickými požadavky na časovou synchronnost.

V ochranném terminálu REF630 v poli pracovního přívodu jsou nastaveny i funkce kontroly měřícího (F852) a zapínacího (F782) okruhu. Vzhledem k tomu, že nejde o ochranné funkce jako takové, ale slouží především k diagnostice daného ochranného terminálu, nebylo požadováno, aby tyto funkce vytvářely DR. Díky tomuto není možné provést časovou kontrolu těchto signálů.

6.4 Popis rozvodny R6kV 9BD

Rozvodna 9BD se nachází v prostorách čerpací stanice Jihlava a je napájena z pole rozvodny 9BB. Rozvodna je rozčleněna na 8 polí a jejich přehled je uveden v následující tabulce č. 11.

Tabulka 11: Popis polí R6kV 9BD

Číslo pole	Označení	Typové pole	Typ ochrany	Popis pole
11	9BD-QM3_A-	9BC101	RED615	Přívod R6kV ČS Jihlava
11	9BD-QM3_B-	9BC101	REU615	Přívod R6kV ČS Jihlava
12	9CT16-	9BC501	REF630	Transformátor
13	9.41.1-24-	9BC801	REM630	Motor – čerpadlo
14	9.41.1-25-	9BC801	REM630	Motor – čerpadlo
15	9.41.1-26	9BC801	REM630	Motor – čerpadlo
16	9.41.1-27-	9BC801	REM630	Motor – čerpadlo
17	9BD.17-	9BC301	REU615	Pole měření R6kV ČSJI
18	9BD.18(Rez.)-	9BC801	REM630	Motor - rezerva

Jak je zřejmé z tabulky č. 11, pole č. 11 bude osazeno dvěma různými ochrannými terminály různého typu, z nichž v každém budou naprogramovány jiné ochranné funkce. Stejně jako v případě rozvodny 9BB je i R6kV 9BD rozvodna rozdělena na několik typových polí, které mají stejnou instrumentaci ochranných funkcí, ale liší se pouze jejich nastavením.

Ověření datové komunikace bylo v následujících kapitolách provedeno pro typový vývod na motor z pole č. 13. Ověření datové komunikace R6kV 9BD v plném rozsahu je přiloženo na CD.

6.5 Ověření datové komunikace R6kV 9BD – motor

Pole č. 13 R6kV 9BD bude osazeno ochranným terminálem ABB REM630. Ochranné funkce tohoto terminálu jsou uvedeny v následující tabulce č. 12.

Tabulka 12: Ochranné funkce terminálu REM630 - motor

SJZ	ANSI	IEC 60617	IEC 61850	Název OF	Působnost
F111	51	3I>>>	PHIPTOC	Nadproudová, nesměrová, čas. nezávislá ochrana zkratová	vypnutí
F112	48	Is2tn<	STTPMSU	Kontrola rozběhu pohonu	vypnutí
F113	46M	I2>M	MNSPTOC	Ochrana při nesymetrické zátěži	signalizace
F131	49M	3Ith>M	MPTTR	Tepelné přetížení motoru	vypnutí
F13	51BF	3I>BF	CCBRBRF	Automatika při selhání vypínače	vypnutí

SJZ	ANSI	IEC 60617	IEC 61850	Název OF	Působnost
F37	27	3U<	PHPTUV	Podpět'ová ochrana	signalizace
F781	TCM	TCS	TCSSCBR	Kontrola vypínacího okruhu	signalizace
F782	TCM	TCS	TCSSCBR	Kontrola zapínacího okruhu	signalizace

6.5.1 Kontrola stavových signálů

Stejně jako v případě pracovního přívodu R6kV 9BB (viz kapitola 6.3) proběhla obdobná kontrola a vytvoření seznamu i pro pole rozvodny 9BD. Vytvořený seznam komunikovaných stavových signálů je uveden v příloze F. Významy sloupců a logika tvoření názvů odpovídá výše uvedeným požadavkům. V příloze G jsou pak vyobrazeny zaznamenané změny stavových signálů v databázi MSE. Z těchto příloh lze konstatovat, že datová komunikace pro daný vývod byla zajištěna v plném rozsahu.

6.5.2 Kontrola signálů ochranných funkcí

Kontrola signálů ochranných funkcí rovněž probíhala stejným způsobem, jako v případě pracovního přívodu R6kV 9BB. Seznamy komunikovaných signálů s příslušnými logickými změnami jsou uvedeny v přílohách H a I. Z příloh je zřejmé, že datová komunikace byla zajištěna dle požadavků.

6.5.3 Kontrola analogových signálů

Fyzikální význam a legenda jednotlivých signálů v DR pro vývod č. 13 R6kV 9BD je uvedena v příloze J.

Parametry jednotlivých DR pro vývod č. 13 R6kV 9BD jsou přehledně uvedeny v následující tabulce č. 13.

Tabulka 13: Parametry DR - motor

Spouštěcí signál	Název ochranné funkce	Délka DR			Vzorkovací frekvence	Název TES souboru
		Celkem	Prehistorie	Pohistorie		
F111	Nadproudová zkratová ochrana	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT52592c
F112A	Kontrola rozběhu pohonu	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT52595w
F112B	Kontrola rozběhu pohonu	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT52596g

Spouštěcí signál	Název ochranné funkce	Délka DR			Vzorkovací frekvence	Název TES souboru
		Celkem	Prehistorie	Pohistorie		
F113A	Ochrana při nesymetrické zátěži	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT5259ay
F113B	Ochrana při nesymetrické zátěži	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT5259bs
F131A	Tepelné přetížení motoru	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT5259h6
F131B	Tepelné přetížení motoru	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT5259jq
F37	Podpěťová ochrana	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT5259te
F13	Automatika selhání vypínače	11 s	3 s	8 s	1 kHz	AT5259pa
		1 s	0,5 s	0,5 s	1,5 kHz	AQ5259p4

Pro ochranné funkce, jejichž časové zpoždění je delší než délka DR, platí, že jsou vytvářeny dva DR.

6.5.4 Kontrola časové synchronizace

Pro typový vývod byla opět provedena kontrola časové synchronizace, podle stejného postupu, jako v případě typového přívodu R6kV 9BB. Vypočítané časové rozdíly jsou uvedeny v následující tabulce č. 14.

Tabulka 14: Srovnání času v DR a v MSE - motor

Označení v DR	Čas v DR	Název DR	Označení v MSE	Čas v MSE	9BD13_OF	ΔT [s]
PHIPTOC START	17:10:52.522	AT52592c	9BD13 I>>> /D	17:10:52.521	8	0,001
PHIPTOC TRIP	17:10:52.562	AT52592c	9BD13 I>>> f1 /D	17:10:52.562	11	0,000
STTPMSU START	17:12:59.892	AT52595w	9BD13 Is2t n< /D	17:12:59.892	24	0,000
STTPMSU TRIP	17:13:20.292	AT52596g	9BD13 Is2t n< f1 /D	17:13:20.292	25	0,000

Označení v DR	Čas v DR	Název DR	Označení v MSE	Čas v MSE	9BD13_OF	ΔT [s]
MNSPTOC START	17:15:59.544	AT5259ay	9BD13 I2>G/M /D	17:15:59.544	34	0,000
MNSPTOC TRIP	17:16:30.344	AT5259bs	9BD13 I2>G/M ! /D	17:16:30.344	35	0,000
MPTTR TRIP	17:21:17.663	AT5259jq	9BD13 Ith>M fl /D	17:21:17.662	46	0,001
PHPTUV TRIP	17:27:04.356	AT5259te	9BD13 U< !/D	17:27:04.356	75	0,000

Z tabulky je zřejmé, že bylo opět vyhověno požadavkům na časovou synchronnost, protože maximální rozdíl časů byl v tomto případě 1 ms.

7 KONTROLA SPRÁVNOSTI FUNKCE DATOVÉ KOMUNIKACE TERMINÁLŮ R6kV 9BB, 9BD

Aby bylo možno považovat měřené signály za důvěryhodné, je nutné ověřit, zda ochranné funkce působí dle jejich nastavení. Vzhledem k tomu, že do DR jsou zaznamenány analogově měřené signály fázových proudů a napětí, lze pomocí programu GRAF následně vyhodnotit správnost působení ochranných funkcí. Kontrola bude typově provedena pro stejná pole rozvodny 9BB, resp. 9BD, jako v kapitole 6.3. Seznam ochranných funkcí je uveden v tabulce č. 8 pro pracovní přívod a v tabulce č. 12 pro motor.

7.1 Kontrola ochranných funkcí R6kV 9BB – pracovní přívod

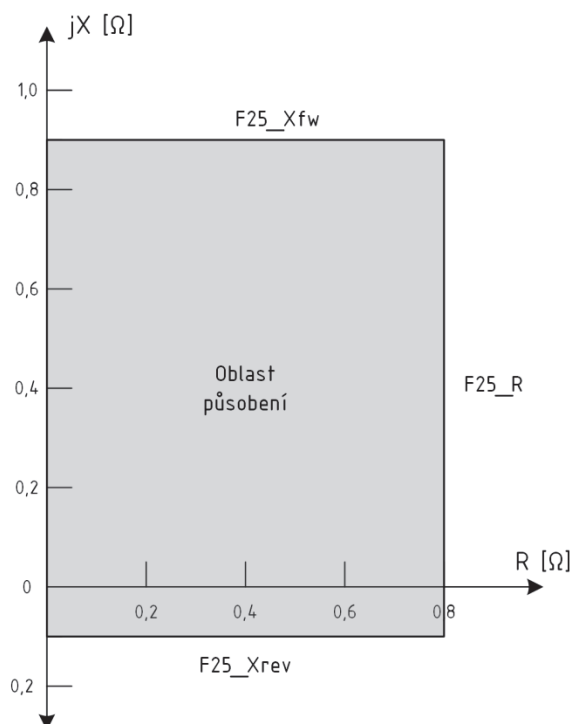
7.1.1 Distanční ochrana F25

Nastavení distanční ochrany v tomto poli rozvodny 9BB je uvedeno v následující tabulce č. 15.

Tabulka 15: Nastavení distanční ochrany F25 - pracovní přívod

Dopředný X dosah F-N	F25_Xfw	0,9 Ω
Zpětný X dosah F-N	X25_Xrev	0,1 Ω
R dosah F-N	F25_R	0,8 Ω
Časové zpoždění	F25_T	0,5 s

Pro názornost je nastavení distanční ochrany graficky znázorněno na následujícím obrázku č. 8.



Obrázek 8: Grafické znázornění nastavení distanční ochrany

Z příslušného DR (viz tabulka č. 9) byly pomocí programu GRAF odečteny následující změřené hodnoty proudu, napětí a fázového posunu ve fázi L2:

$$U_{L2} = 2,15 \text{ kV}$$

$$I_{L2} = 5,01 \text{ kA}$$

$$\varphi_{L2} = 81,7^\circ$$

Fázory proudu a napětí tedy budou:

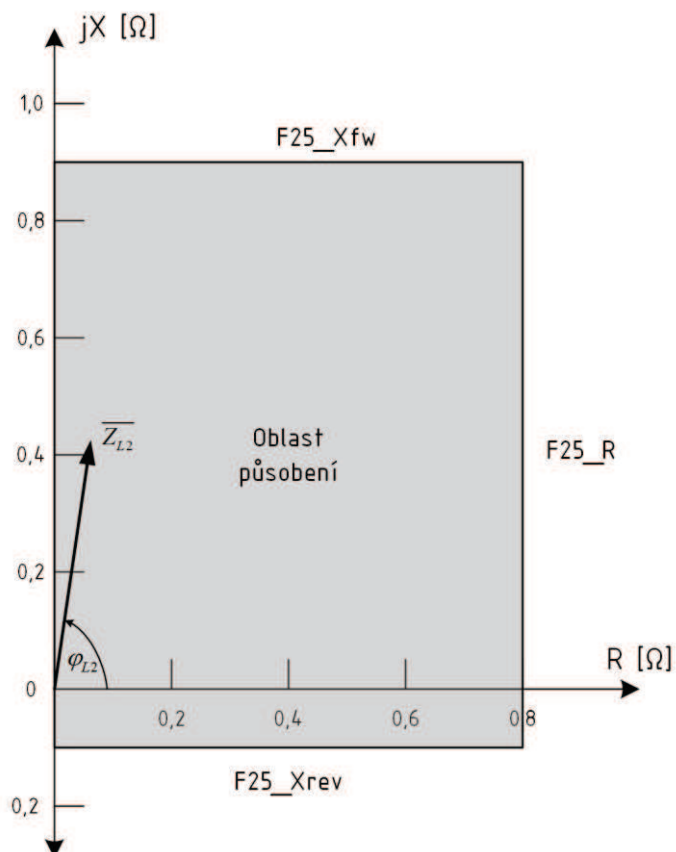
$$\bar{U}_{L2} = (2,15 \angle 0^\circ) \text{ kV}$$

$$\bar{I}_{L2} = (5,01 \angle -81,7^\circ) \text{ kA}$$

Výsledná impedance se vypočítá dle následujícího vztahu:

$$\bar{Z}_{L2} = \frac{\bar{U}_{L2}}{\bar{I}_{L2}} = \frac{(2,15 \angle 0^\circ) \text{ kV}}{(5,01 \angle -81,7^\circ) \text{ kA}} = (0,429 \angle 81,7^\circ) \Omega$$

Fázor vypočítané impedance \bar{Z}_{L2} leží v prvním kvadrantu a při porovnání s nastavením ochranného terminálu je zřejmé, že ochranná funkce zapůsobila korektně. Pro přehlednost je tato skutečnost vyobrazena na následujícím obrázku č. 9.

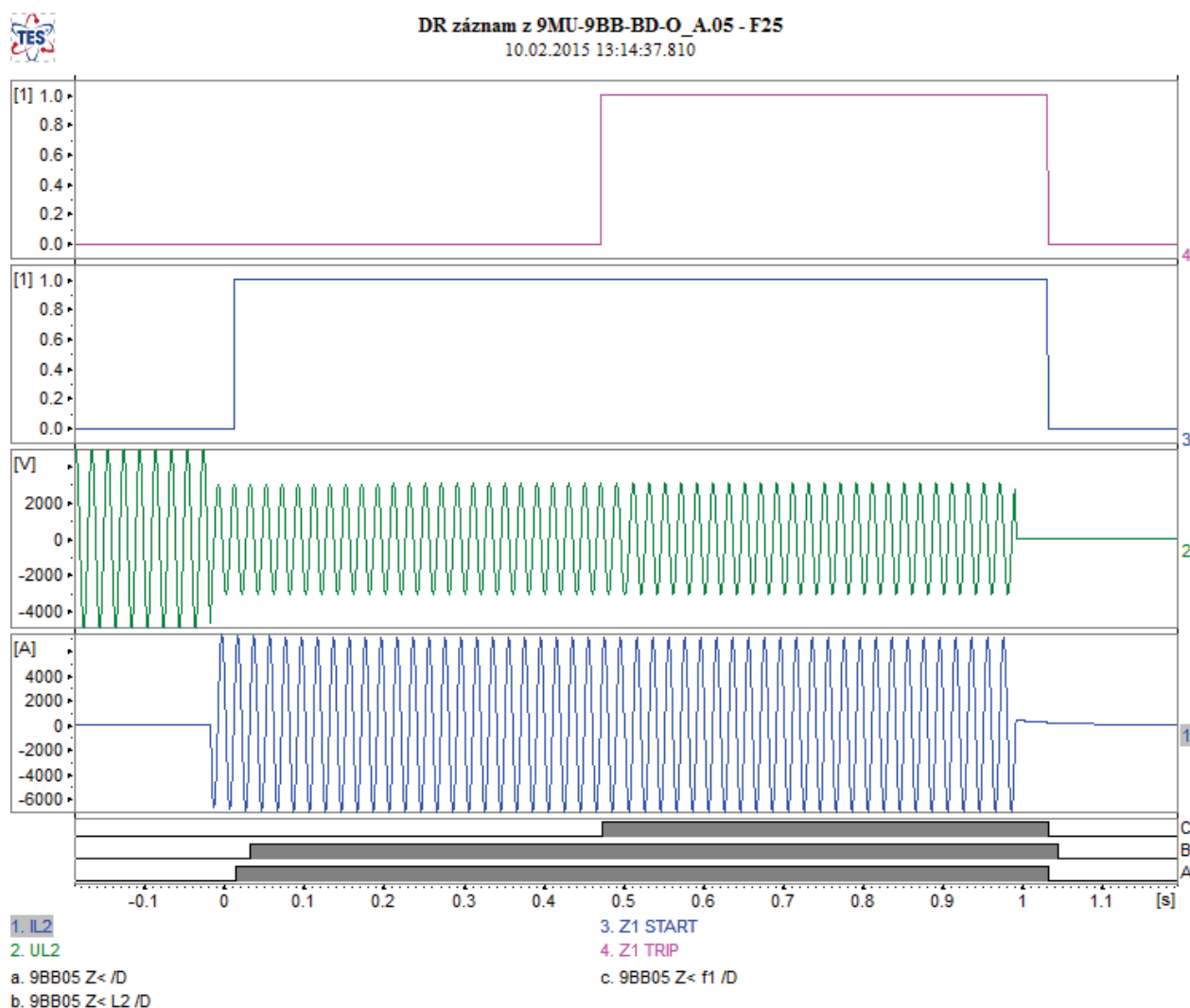


Obrázek 9: Grafické znázornění působení distanční ochrany - pracovní přívod

Ze zaznamenaných časů (viz tabulka č. 10) je možné určit časové zpoždění ochrany a porovnat s nastaveným.

$$\Delta T_{F25} = Z1 TRIP - Z1 START = 13:14:38,282 - 13:14:37,823 = 0,459 \text{ s}$$

Z výše uvedeného vyplývá, že ochrana zapůsobila správně a v požadovaném čase. Na následujícím obrázku č. 10 je vyobrazen příslušný DR, kde jsou pro srovnání vyobrazeny i příslušné dvouhodnotové signály z databáze MSE.



Obrázek 10: DR záznam distanční ochrany - pracovní přívod

7.1.2 Nadproudová nesměrová časově nezávislá ochrana zkratová F111

Nastavení ochrany F111 pole pracovního přívodu je uvedeno v následující tabulce č. 16.

Tabulka 16: Nastavení nadproudové ochrany F111 - pracovní přívod

Minimální primární proud	F111_I	5,5 kA
Časové zpoždění	F111_T	0,5 s

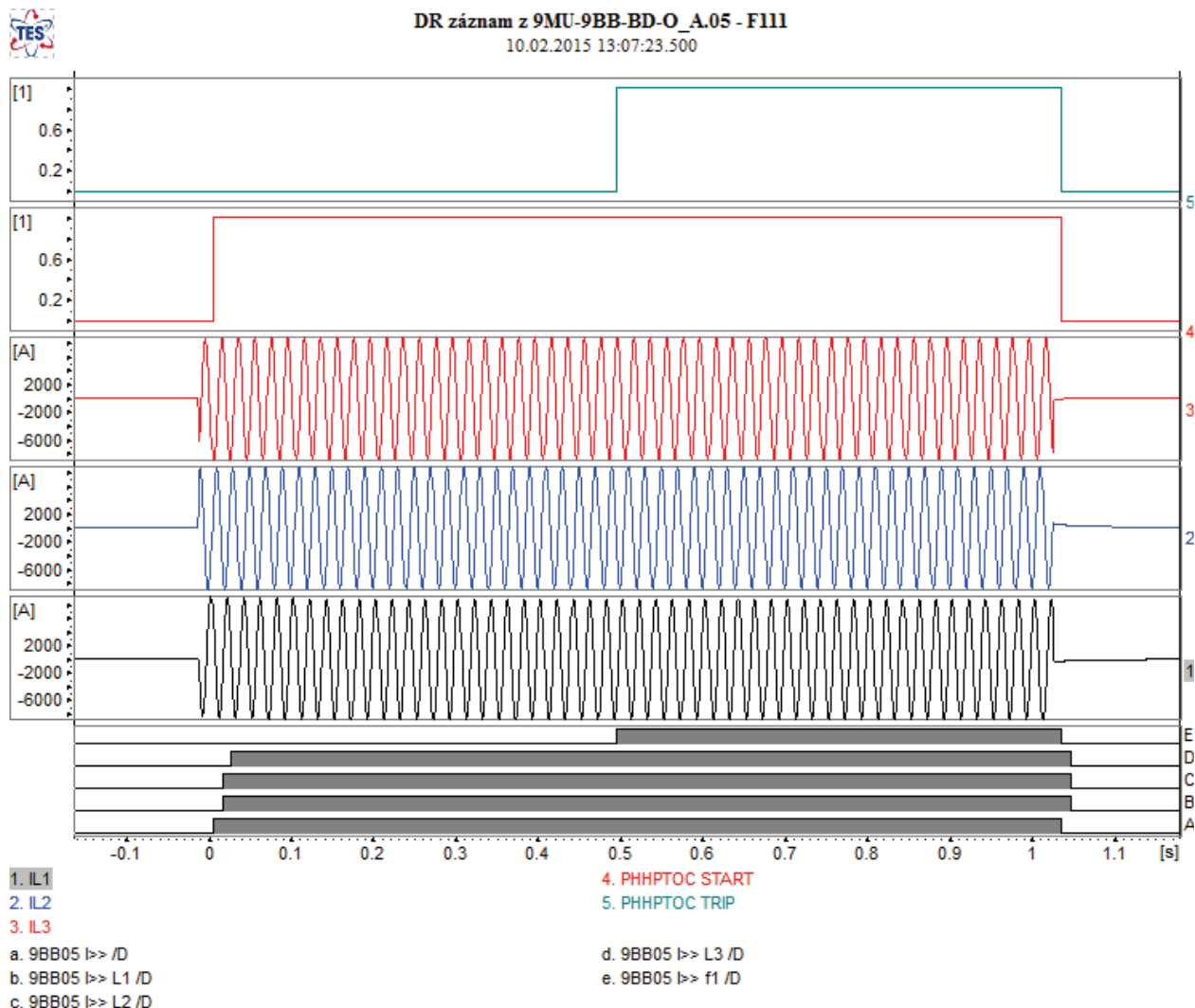
Byly naměřeny tyto efektivní hodnoty fázových proudů:

$$I_{L1} = I_{L2} = I_{L3} = 6,26 \text{ kA}$$

Naměřený proud je ve všech fázích vyšší než proud nastavený a lze tedy konstatovat, že ochrana zapůsobila správně. Z tabulky č. 10 byly odečteny tyto časy pro výpočet časového zpoždění:

$$\Delta T_{F111} = PHHPTOC TRIP - PHHPTOC START = 13:07:23,995 - 13:07:23,505 = 0,490 \text{ s}$$

Při srovnání s nastaveným zpožděním je zřejmé, že ochrana zapůsobila v požadovaném čase a lze její zapůsobení označit za korektní. Na následujícím obrázku č. 11 je vyobrazen DR i s příslušnými dvouhodnotovými signály z databáze MSE.



Obrázek 11: DR záznam nadproudové zkratové ochrany - pracovní přívod

7.1.3 Nadproudová časově nezávislá ochrana při přetížení F13

Nastavení této ochrany je uvedeno v následující tabulce č. 17.

Tabulka 17: Nastavení ochrany proti přetížení F13 - pracovní přívod

Minimální primární proud	F13_I	1,69 kA
Časové zpoždění	F13_T	10 s

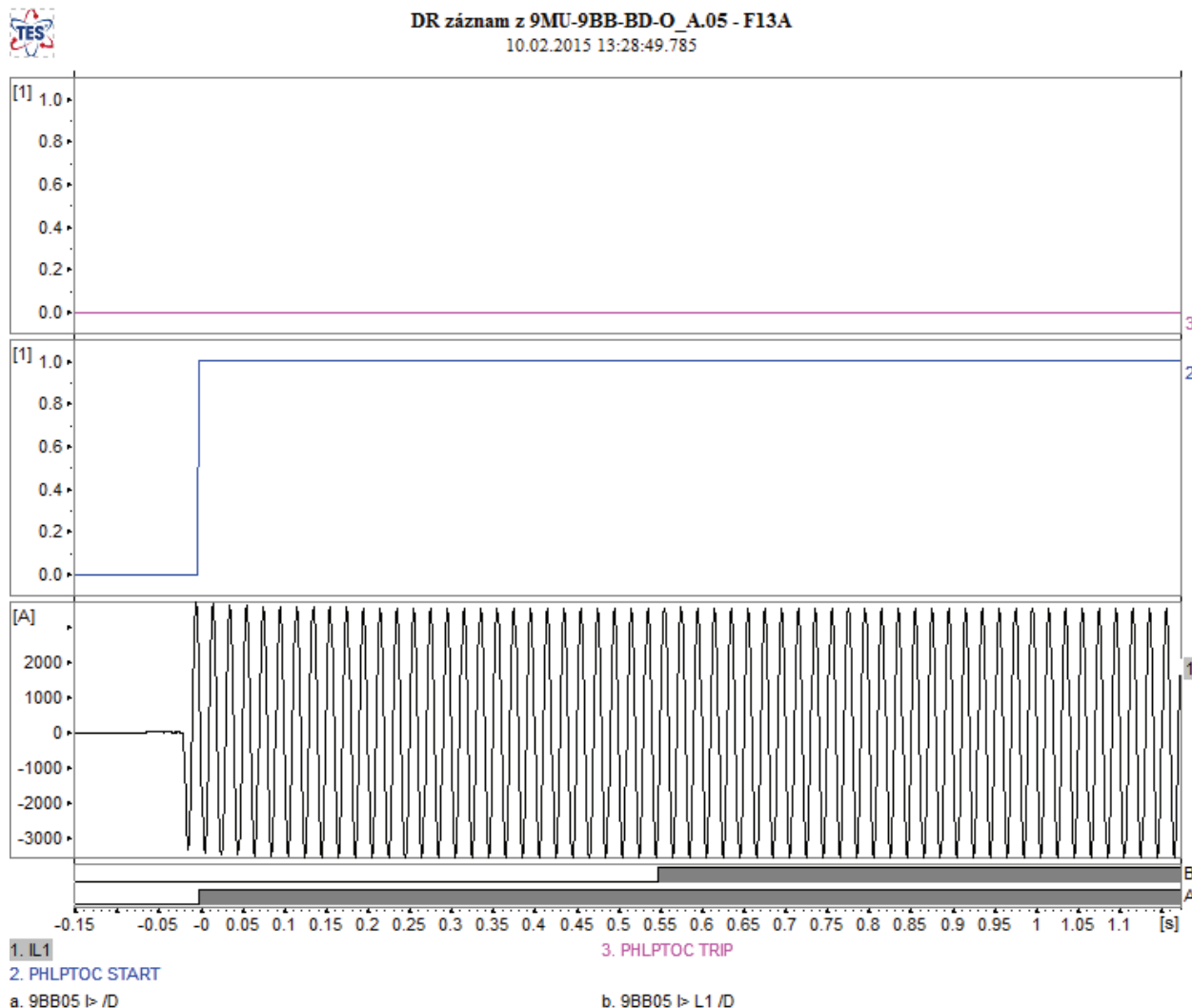
Z příslušného DR byla odečtena tato efektivní hodnota proudu ve fázi L1:

$$I_{L1} = 2,5 \text{ kA}$$

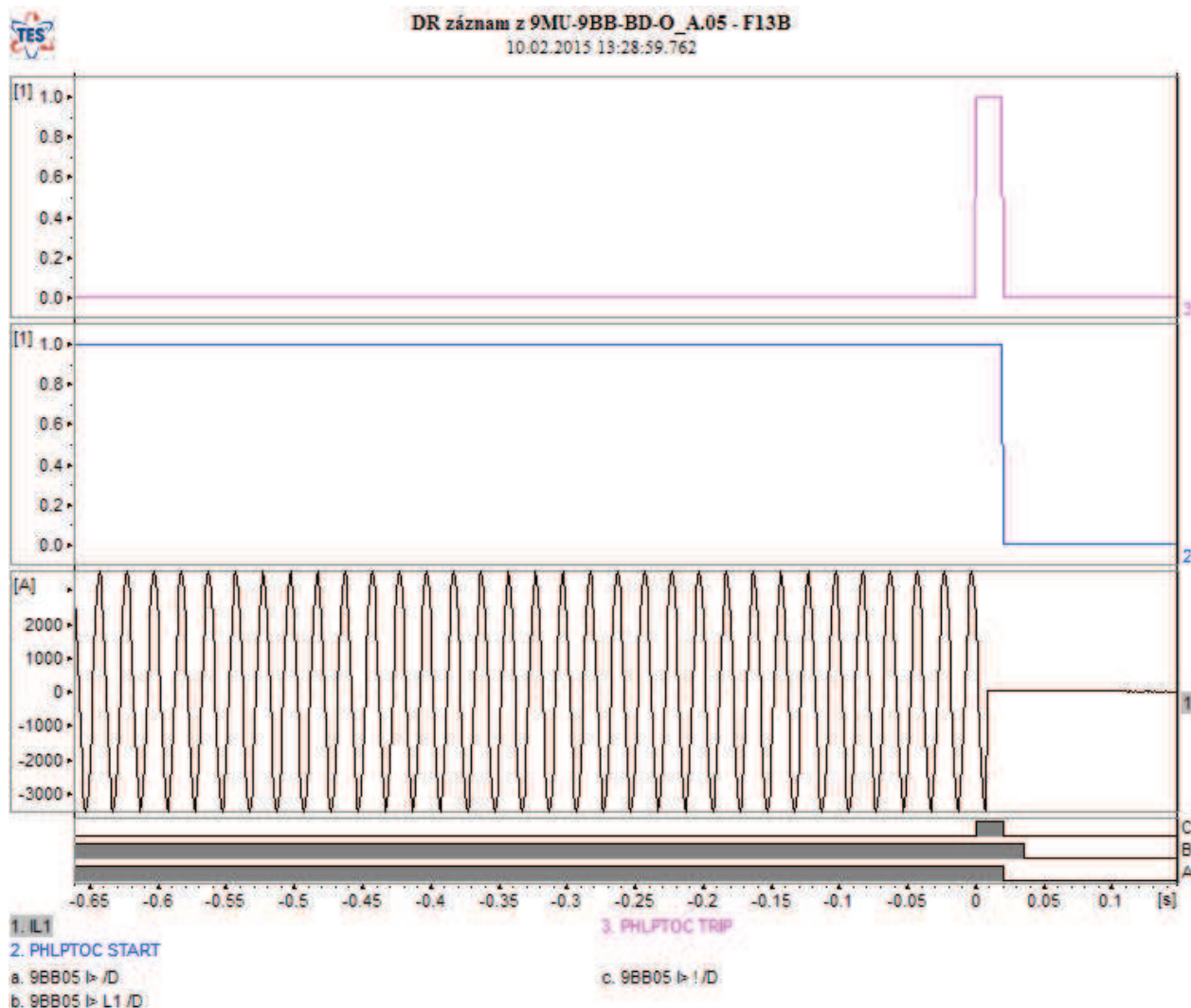
Naměřený proud I_{L1} je vyšší než proud nastavený a ochrana tedy zapůsobila správně. Při výpočtu časového zpoždění lze vyjít z hodnot z tabulky č. 10.

$$\Delta T_{F13} = \text{PHLPTOC TRIP} - \text{PHLPTOC START} = 13:28:59,762 - 13:28:49,782 = 9,980 \text{ s}$$

Naměřené časové zpoždění lze považovat za shodné s nastaveným a ochranná funkce proti přetížení F13 tedy zapůsobila korektně. Na následujících obrázcích č. 12 a č. 13 jsou vyobrazeny dva DR, které byly vytvořeny, i s příslušnými dvouhodnotovými signály.



Obrázek 12: DR záznam ochrany proti přetížení (A) - pracovní přívod



Obrázek 13: DR záznam ochrany proti přetížení (B) - pracovní přívod

7.1.4 Zemní ochrana F41

Nastavení zemní ochrany je uvedeno v následující tabulce č. 18.

Tabulka 18: Nastavení zemní ochrany F41 - pracovní přívod

Prahová hodnota nulové složky napětí	F41_U	0,25 U_f
Časové zpoždění	F41_T	0,5 s

Vyčíslená prahová hodnota nulové složky napětí dle tabulky č. 18 je:

$$U_{0,start} = 0,25 \cdot U_f = 0,25 \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}} = 0,25 \cdot \frac{6\,000\text{ V}}{\sqrt{3}} = 866,03\text{ V}$$

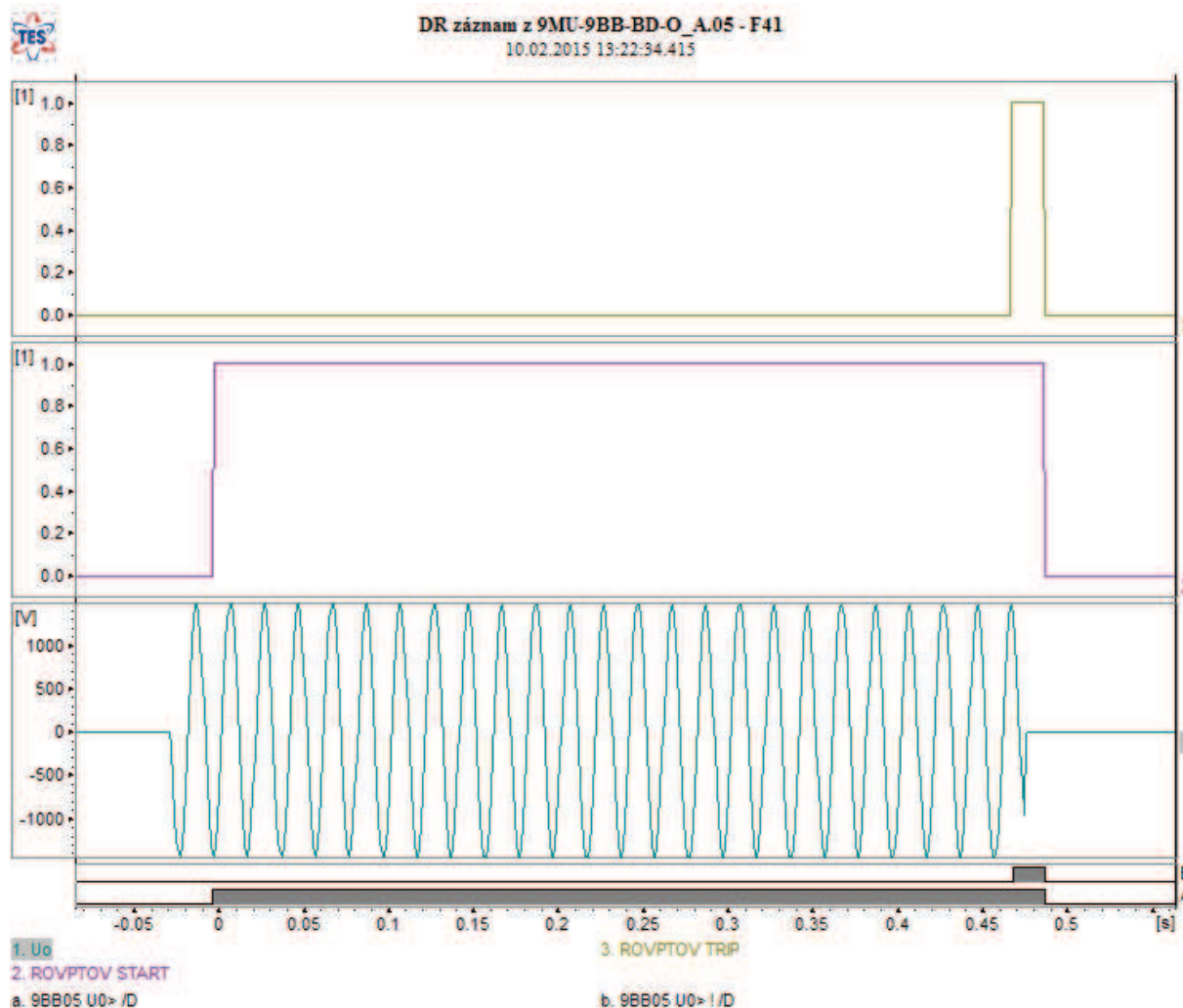
Efektivní hodnota naměřené nulové složky napětí:

$$U_0 = 1,04\text{ kV}$$

Z porovnání těchto hodnot je zřejmé, že ochrana zapůsobila správně. Výpočet časového zpoždění z tabulky č. 10:

$$\Delta T_{F41} = ROVPTOV\ TRIP - ROVPTOV\ START = 13:22:34,882 - 13:22:34,412 = 0,470\text{ s}$$

Ochranná funkce tedy zapůsobila ve stanoveném čase a její působení lze tedy prohlásit za korektní. Na následujícím obrázku č. 14 je vyobrazen DR i s příslušnými dvouhodnotovými signály.



Obrázek 14: DR záznam zemní ochrany - pracovní přívod

7.2 Kontrola ochranných funkcí R6kV 9BD – motor

7.2.1 Nadproudová časově nezávislá ochrana zkratová mžiková F111

Nastavení této ochrany je uvedeno v následující tabulce č. 19.

Tabulka 19: Nastavení nadproudové ochrany F111 - motor

Minimální primární proud	F111_I	1170 A
Časové zpoždění	F111_T	0,05 s

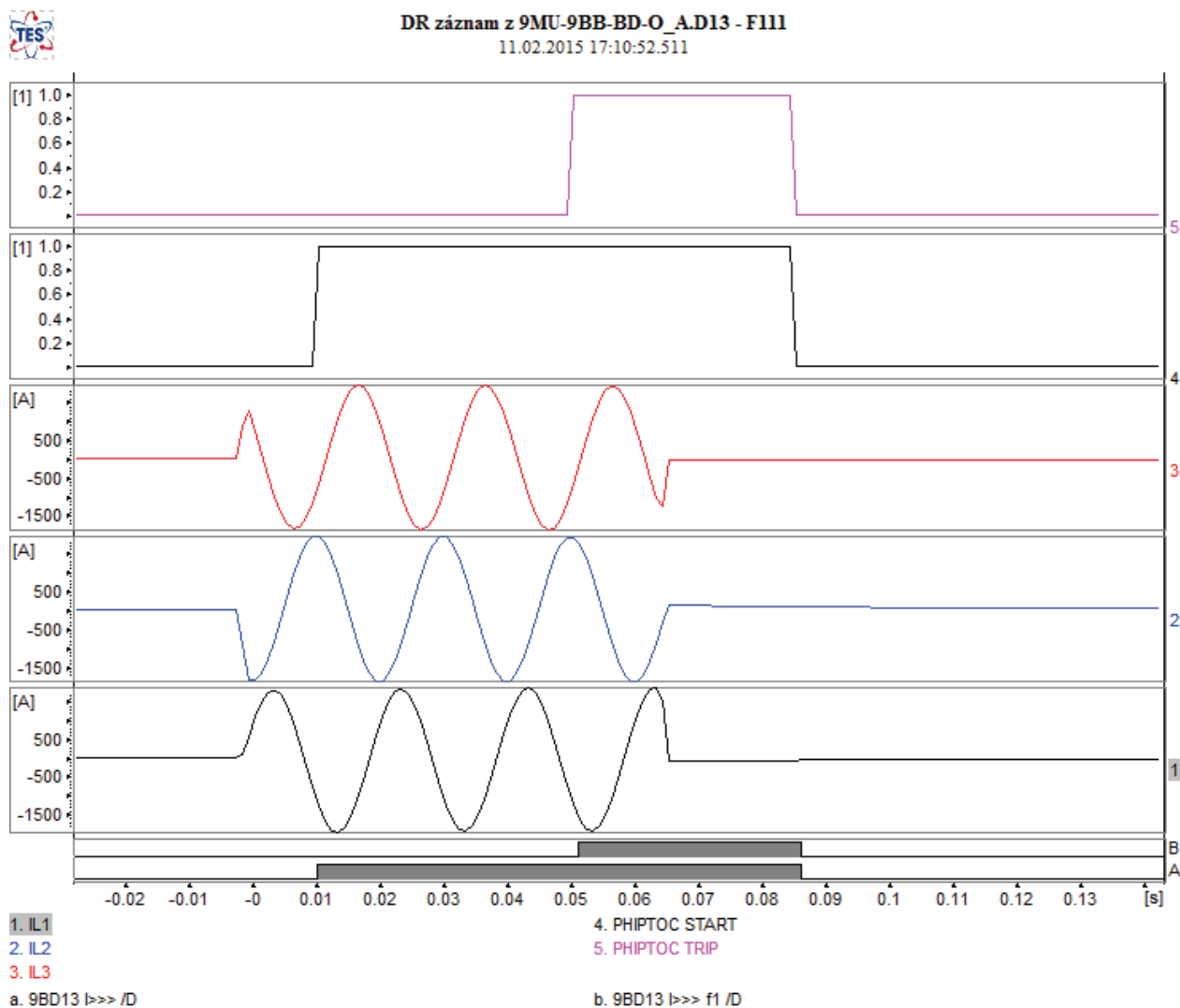
Při průběhu zkoušek byly naměřeny tyto efektivní hodnoty fázových proudů:

$$I_{L1} = I_{L2} = I_{L3} = 1,35 \text{ kA}$$

Výpočet časového zpoždění s hodnotami z tabulky č. 14:

$$\Delta T_{F11} = \text{PHIPTOC TRIP} - \text{PHIPTOC START} = 17:10:52,562 - 17:10:52,522 = 0,040 \text{ s}$$

Při porovnání hodnot s tabulkou č. 19 je zřejmé, že naměřený primární proud byl vyšší, než je nastavená prahová hodnota působení a ochrana tedy zapůsobila správně. Vypočítané časové zpoždění je menší než nastavené a působení ochrany tedy vyhovuje i z časového hlediska. Na následujícím obrázku č. 15 je vyobrazen DR i s příslušnými dvouhodnotovými signály z databáze MSE.



Obrázek 15: DR záznam zkratové ochrany - motor

7.2.2 Kontrola rozběhu pohonu F112

Nastavení ochrany je uvedeno v následující tabulce č. 20:

Tabulka 20: Nastavení ochrany pro kontrolu rozběhu pohonu F112 - motor

Proud detekce startu	F112_I1	430 A
Proud rozběhu motoru	F112_I2 (I_{MSU})	720 A
Doba rozběhu	F112_T (t_{MSU})	8 s

Charakteristika doby vypnutí ochrany pro rozběh pohonu je dána následujícím vztahem [15]:

$$t(I) = \left(\frac{I_{MSU}}{I_L} \right)^2 \cdot t_{MSU} \quad (1)$$

kde I_L je daný fázový proud a ostatní hodnoty jsou konstanty z tabulky č. 20. Naměřená hodnota fázových proudů je:

$$I_{L1} = I_{L2} = I_{L3} = 450,5 \text{ A}$$

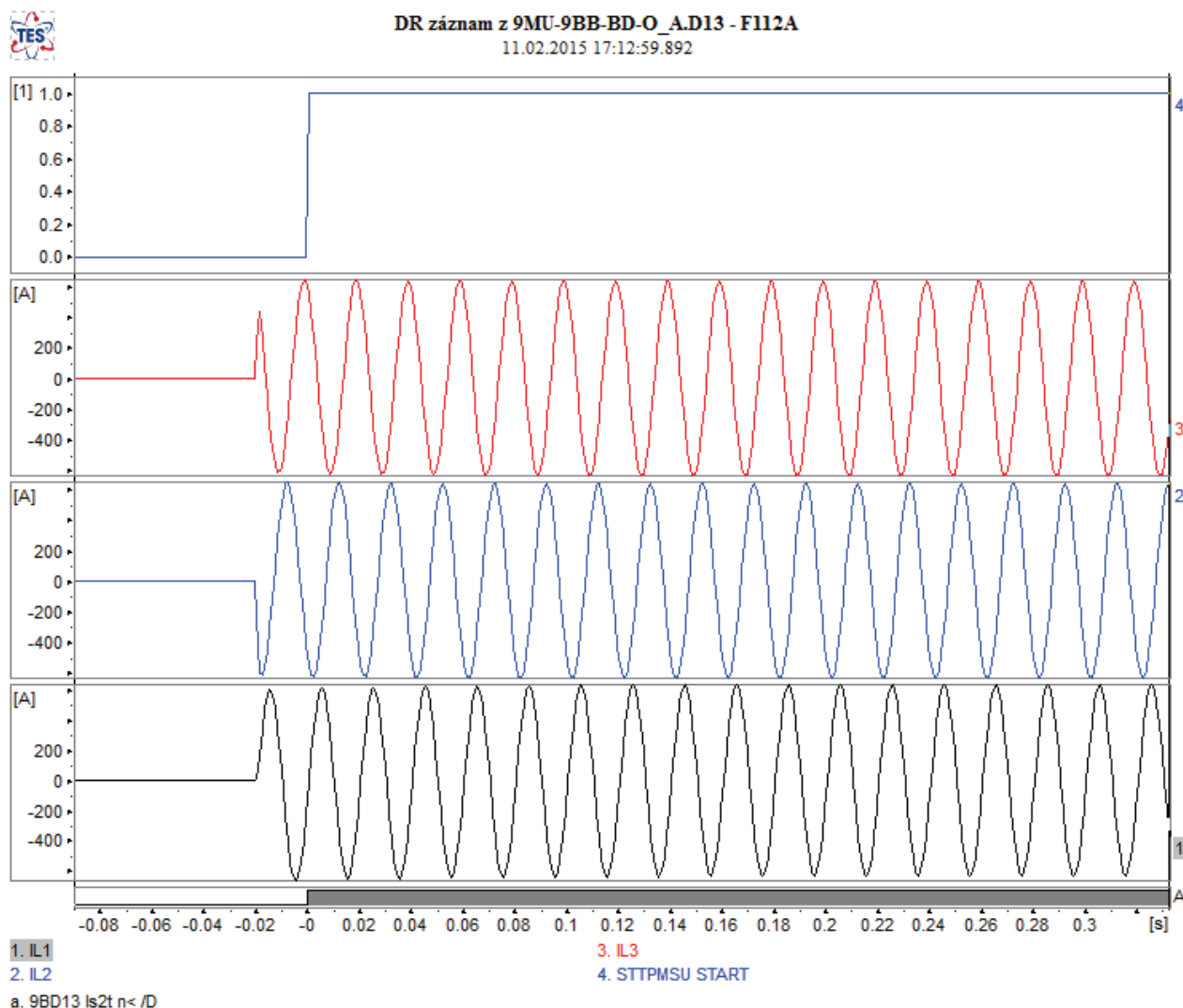
Po dosazení daných hodnot do rovnice (1):

$$t(I) = \left(\frac{720 \text{ A}}{450,5 \text{ A}} \right)^2 \cdot 8 \text{ s} = 20,43 \text{ s}$$

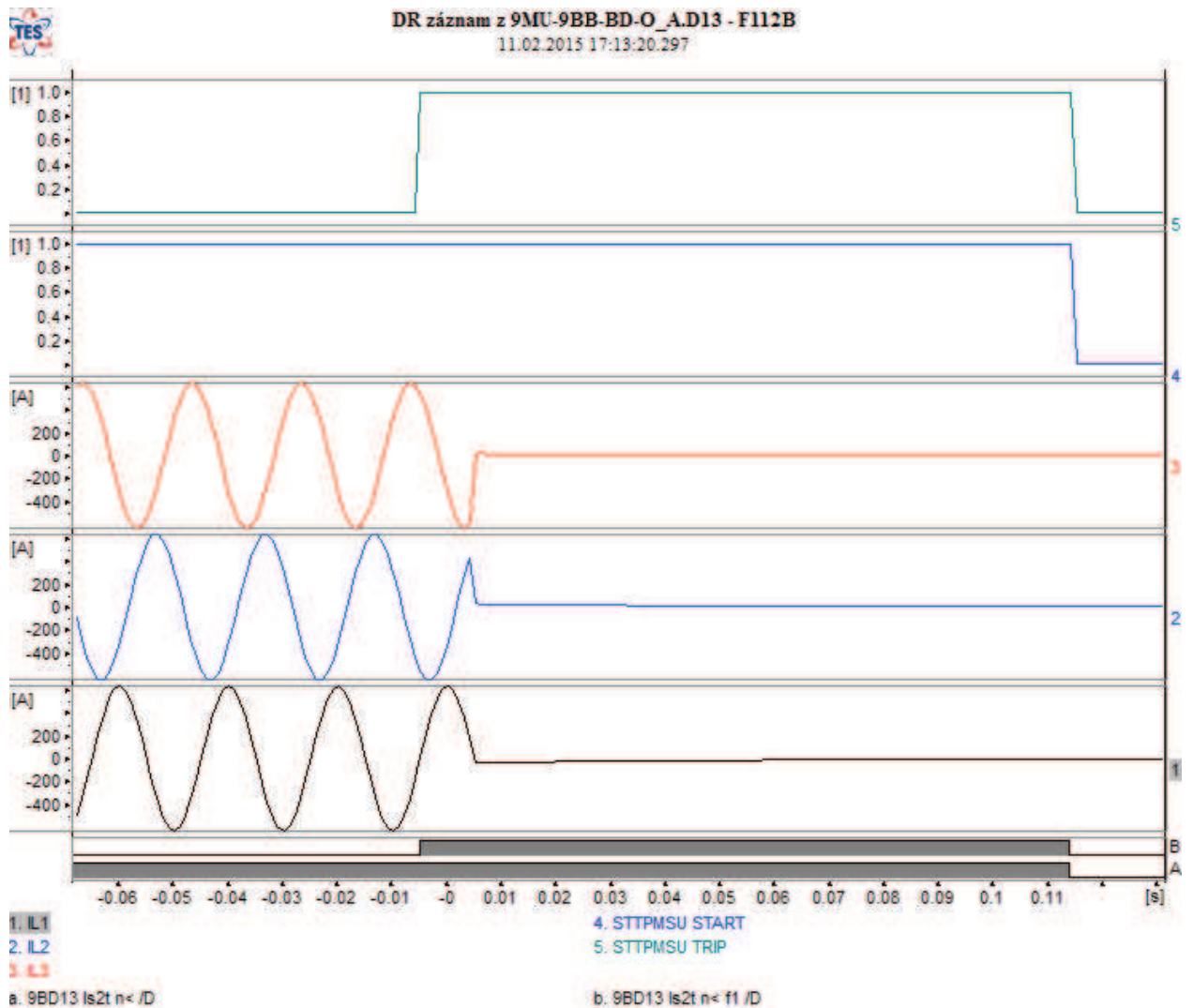
Výpočet vypínacího času ochrany z tabulky č. 14:

$$\Delta T_{F112} = STTPMSU TRIP - STTPMSU START = 17:13:20,292 - 17:12:59,892 \text{ s} = 20,4 \text{ s}$$

Z nastavení ochrany, výpočtu a naměřených hodnot vyplývá, že ochrana zapůsobila korektně. Na následujících obrázcích č. 16 a č. 17 jsou vyobrazeny DR i s příslušnými dvouhodnotovými signály. Ochranou byly generovány dva DR, z nichž jeden byl spuštěn signálem popudu a druhý byl spuštěn signálem působení ochrany.



Obrázek 16: DR záznam ochrany při rozběhu pohonu (A) – motor



Obrázek 17: DR záznam ochrany při rozběhu pohonu (B) - motor

7.2.3 Ochrana při nesymetrické zátěži F113

V následující tabulce č. 21 je uvedeno nastavení ochrany:

Tabulka 21: Nastavení ochrany při nesymetrické zátěži F113 - motor

Proudové nastavení	F113_I (I_s)	12 A
Časová konstanta	F113_T (K)	10 s

Časová závislost vypínací charakteristiky při nesymetrii je dána následující rovnicí [15]:

$$t(I) = \frac{K}{I_{2n}^2 - I_{sn}^2} = \frac{K}{\left(\frac{I_2}{I_n}\right)^2 - \left(\frac{I_s}{I_n}\right)^2} \quad (2)$$

kde I_2 značí zpětnou složku proudu, I_n je jmenovitý proud motoru (120 A) a ostatní hodnoty jsou konstanty z tabulky č. 21.

Zpětnou složku proudu je možné vypočítat z následujícího vztahu (3) pomocí daných fázových proudů a operátoru natočení:

$$\bar{I}_2 = \frac{1}{3} \cdot (\bar{I}_{L1} + \bar{a}^2 \cdot \bar{I}_{L2} + \bar{a} \cdot \bar{I}_{L3}) \quad (3)$$

Byly naměřeny následující fázové proudy ve fázích L₂ a L₃. Fázový posun proudů byl 180° a naměřené proudy vyjádřené pomocí fázorů tedy jsou:

$$\bar{I}_{L1} = (0 \angle 0^\circ) \text{ A}$$

$$\bar{I}_{L2} = (40,1 \angle 0^\circ) \text{ A}$$

$$\bar{I}_{L3} = (40,1 \angle 180^\circ) \text{ A}$$

Po dosazení do rovnice (3) pro zpětnou složku proudu:

$$\bar{I}_2 = \frac{1}{3} [(0 \angle 0^\circ \text{ A}) + (1 \angle -120^\circ) \cdot (120,2 \angle 0^\circ \text{ A}) + (1 \angle 120^\circ) \cdot (120,2 \angle 180^\circ \text{ A})]$$

$$\bar{I}_2 = (69,4 \angle -90^\circ) \text{ A}$$

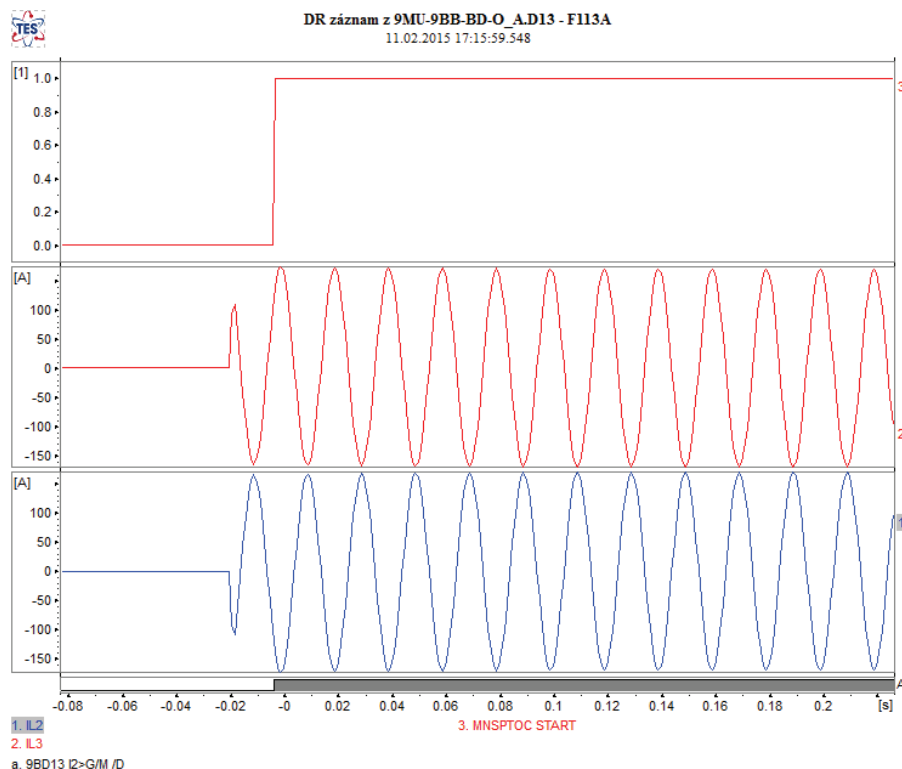
Po dosazení hodnot z tabulky č. 21, jmenovitého proudu a vypočítané hodnoty zpětné složky proudu do rovnice (2) obdržíme čas, za který by měla ochrana nesymetrickou zátěž vypnout:

$$t(I) = \frac{10 \text{ s}}{\left(\frac{69,4 \text{ A}}{120 \text{ A}}\right)^2 - \left(\frac{12 \text{ A}}{120 \text{ A}}\right)^2} = 29,03 \text{ s}$$

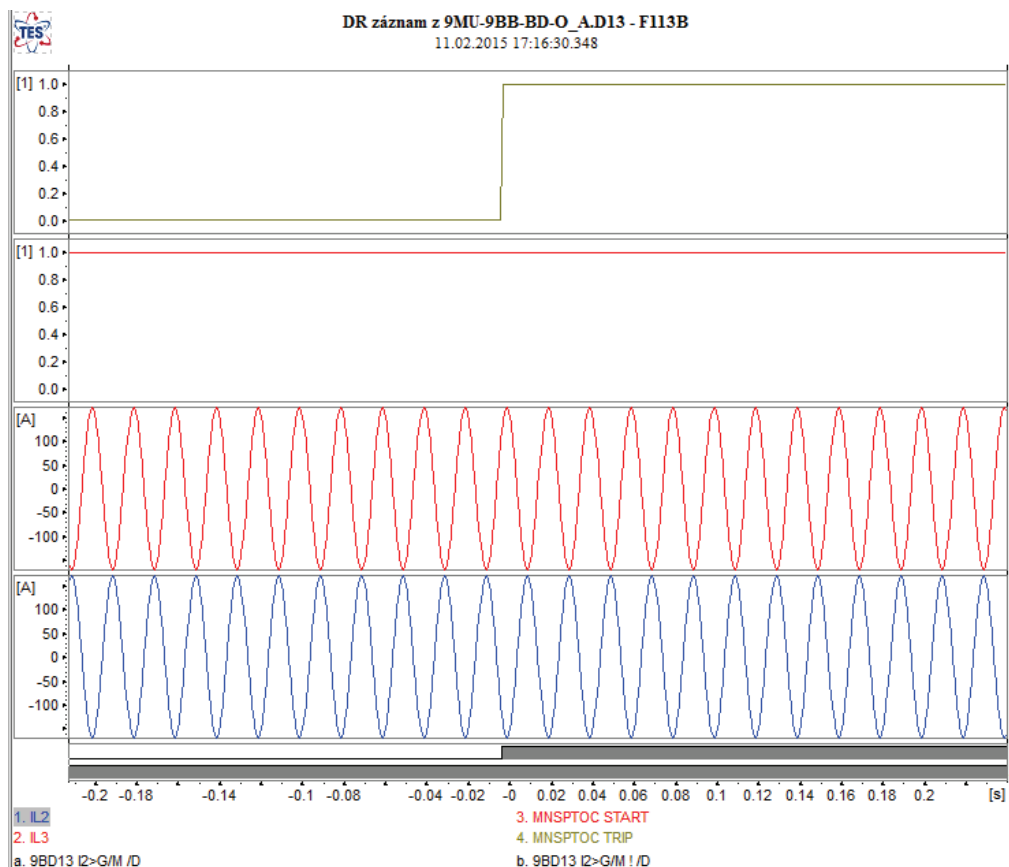
Výpočet naměřeného časového zpoždění z tabulky č. 14:

$$\Delta T_{F113} = \text{MNSPTOC TRIP} - \text{MNSPTOC START} = 17:16:30,344 - 17:15:59,544 = 30,8 \text{ s}$$

Z výpočtu a naměřených hodnot vyplývá, že ochrana zapůsobila správně. Na níže uvedených obrázcích č. 18 a č. 19 jsou uvedeny DR s příslušnými dvouhodnotovými signály. Z důvodu delšího času mezi signály popud a působení než je čas záznamu DR, jsou generovány dva DR.



Obrázek 18: DR záznam ochrany při nesymetrii (A) – motor



Obrázek 19: DR záznam ochrany při nesymetrii (B) - motor

7.2.4 Tepelné přetížení motoru F131

Nastavení ochrany je následující:

Tabulka 22: Nastavení ochrany proti tepelnému přetížení motoru F131 - motor

Koeficient přetížení	F131_k (k)	1,09
Oteplovací časová konstanta	F131_T (T_1)	1800 s
Referenční proud	F131_I (I_n)	120 A

Vypínací charakteristika tepelného modelu je dána rovnicí [15]:

$$t(I) = T_1 \cdot \ln \left[\frac{\left(\frac{I_L}{I_n}\right)^2 - \left(\frac{I_p}{I_n}\right)^2}{\left(\frac{I_L}{I_n}\right)^2 - k} \right] \quad (4)$$

V rovnici (4) je význam jednotlivých veličin následující: I_L je naměřený fázový proud, I_p je proud předchozího zatížení. Ostatní veličiny jsou uvedeny v tabulce č. 22.

Naměřený fázový proud:

$$I_{L1} = I_{L2} = I_{L3} = 300,5 \text{ A}$$

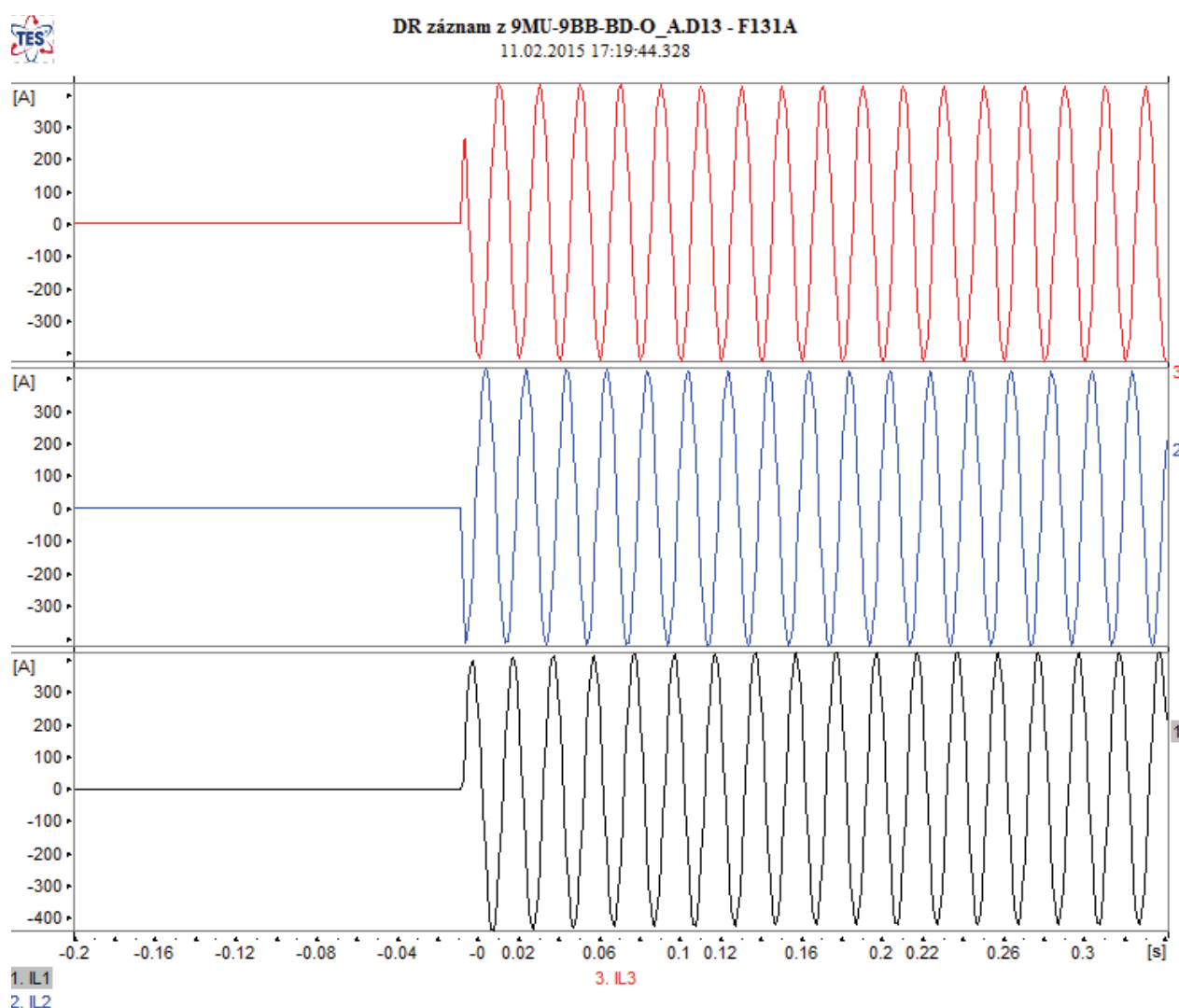
Po dosazení hodnot z tabulky č. 22 a naměřené hodnoty proudu do rovnice (4):

$$t(I) = 1800 \text{ s} \cdot \ln \left[\frac{\left(\frac{300,5 \text{ A}}{120 \text{ A}}\right)^2 - \left(\frac{0 \text{ A}}{120 \text{ A}}\right)^2}{\left(\frac{300,5 \text{ A}}{120 \text{ A}}\right)^2 - 1,09} \right] = 343,7 \text{ s}$$

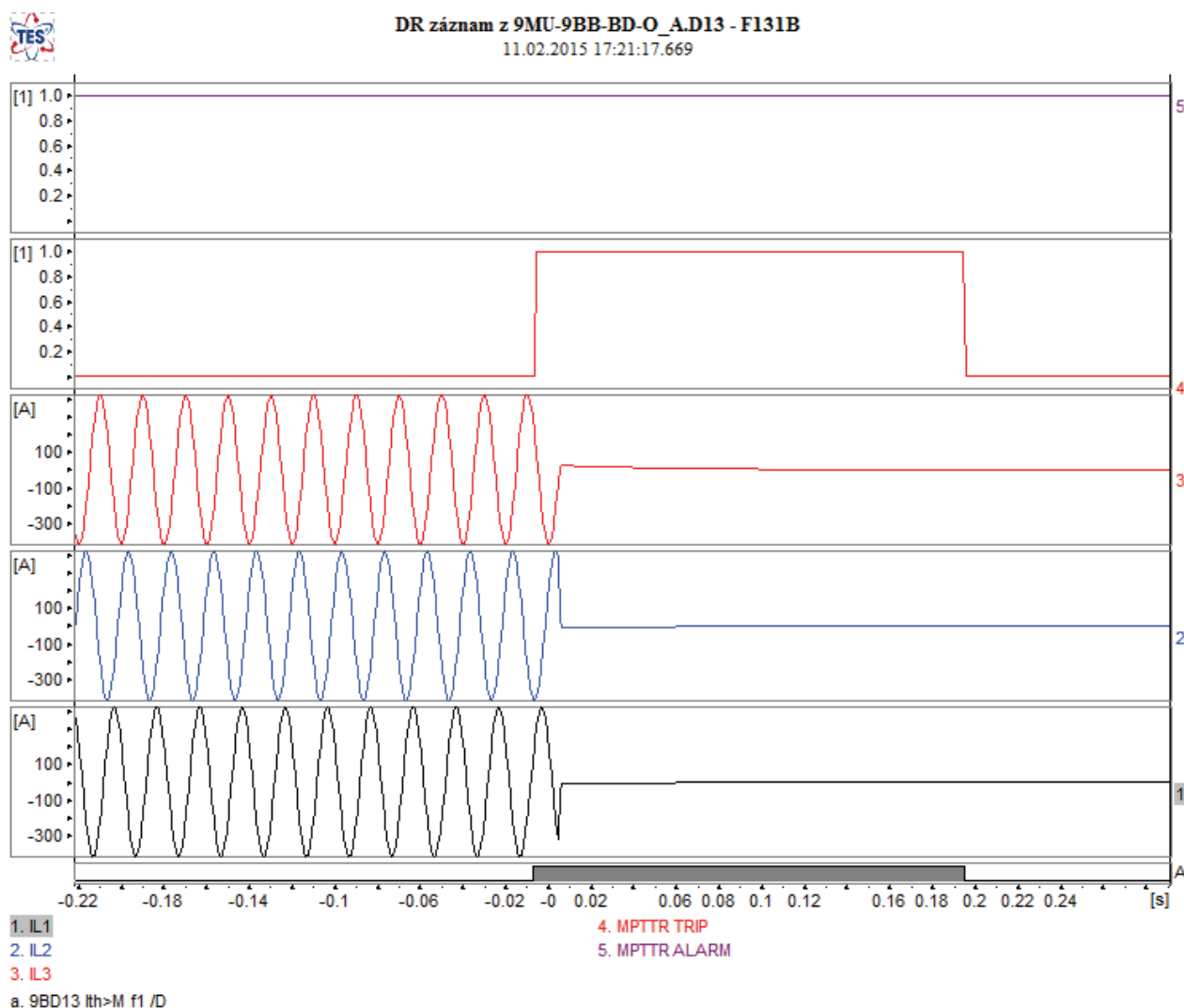
Výpočet časového zpoždění:

$$\Delta T_{F131} = MPTTR \text{ TRIP} - GEN \text{ START} = 17:21:17,663 - 17:19:44,328 = 93,33 \text{ s}$$

Vzhledem k průběhu zkoušek nebyla známa aktuální hodnota oteplení a proto byl výpočet proveden pro případ, kdy předchozí zatížení bylo nulové a vypočtený čas je tedy maximální možný. Naměřený čas je nižší a lze tedy konstatovat, že ochrana zapůsobila správně. Na následujících obrázcích č. 20 a č. 21 jsou vyobrazeny DR s příslušnými dvouhodnotovými signály. Vzhledem k tomu, že časové zpoždění je delší než maximální možná délka DR, generují se dva DR.



Obrázek 20: DR záznam ochrany proti tepelnému přetížení (A) – motor



Obrázek 21: DR záznam ochrany proti tepelnému přetížení (B) - motor

7.2.5 Podpět'ová ochrana F37

Nastavení ochrany je uvedeno v následující tabulce č. 23:

Tabulka 23: Nastavení podpět'ové ochrany F37 - motor

Nastavené napětí	F37_U	3000/ $\sqrt{3}$ V
Časové zpoždění	F37_T	10 s

Vypočítaná prahová hodnota z tabulky č. 23:

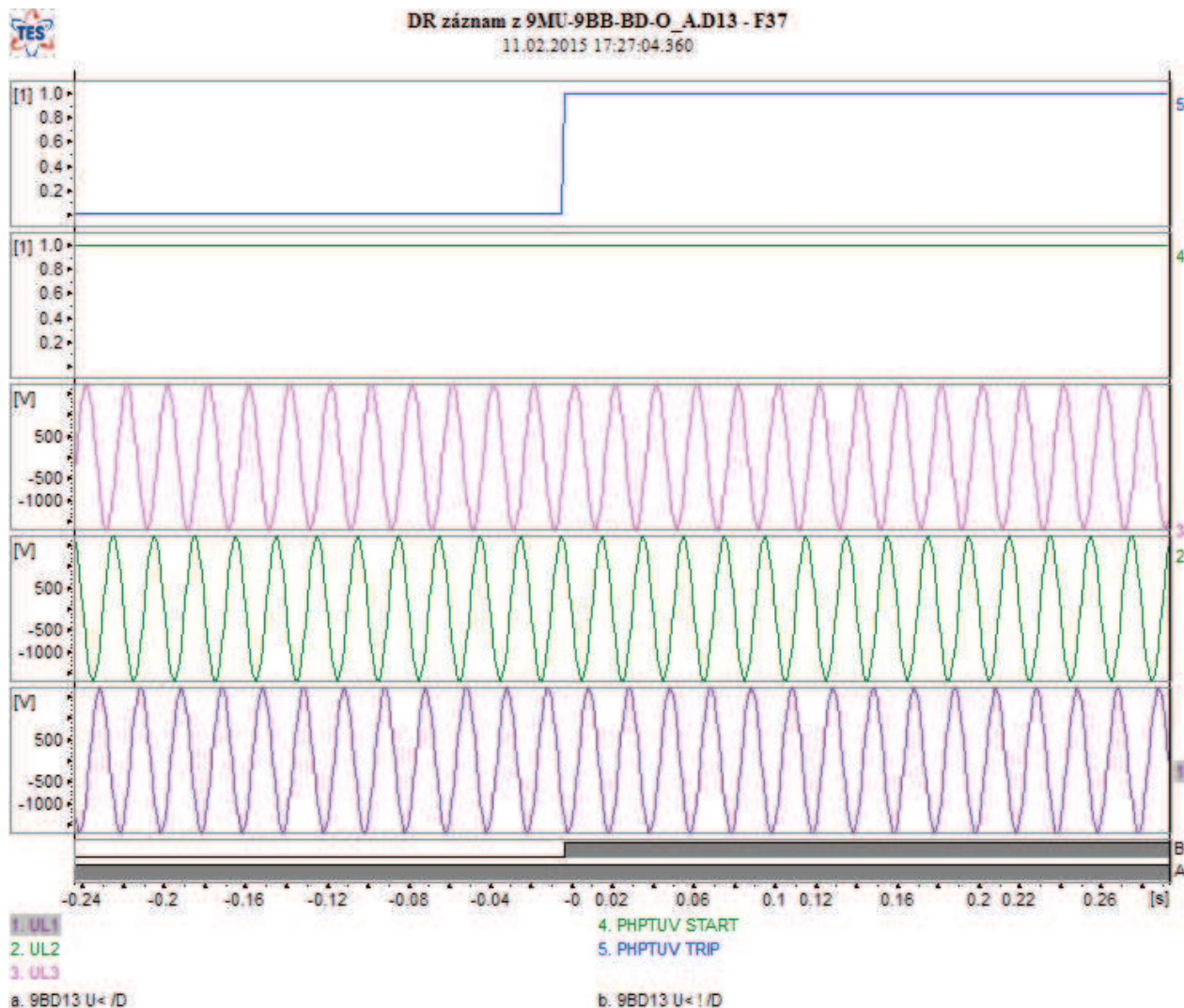
$$U_{start} = \frac{3000 \text{ V}}{\sqrt{3}} \doteq 1,7 \text{ kV}$$

V průběhu zkoušek byly naměřeny tyto hodnoty fázových napětí:

$$U_{L1} = U_{L2} = U_{L3} = 1,2 \text{ kV}$$

Vzhledem k tomu, že ochrana je nastavena na prahovou hodnotu 1,7 kV, lze konstatovat, že ochranná funkce zapůsobila správně. Časové zpoždění není možno vypočítat, protože signál

z ochranné funkce nevytváří DR. Na následujícím obrázku č. 22 je vyobrazen DR i s dvouhodnotovými signály z databáze MSE.



Obrázek 22: DR záznam podpětové ochrany - motor

7.2.6 Automatika při selhání vypínače F13

V následující tabulce č. 24 je uvedeno nastavení ochrany:

Tabulka 24: Nastavení automatiky při selhání vypínače F13 - motor

Primární fázový proud	F13_I	126 A
Primární složka nulového proud	F13_I0	102 A
Časové zpoždění	F13_T	0,14 s

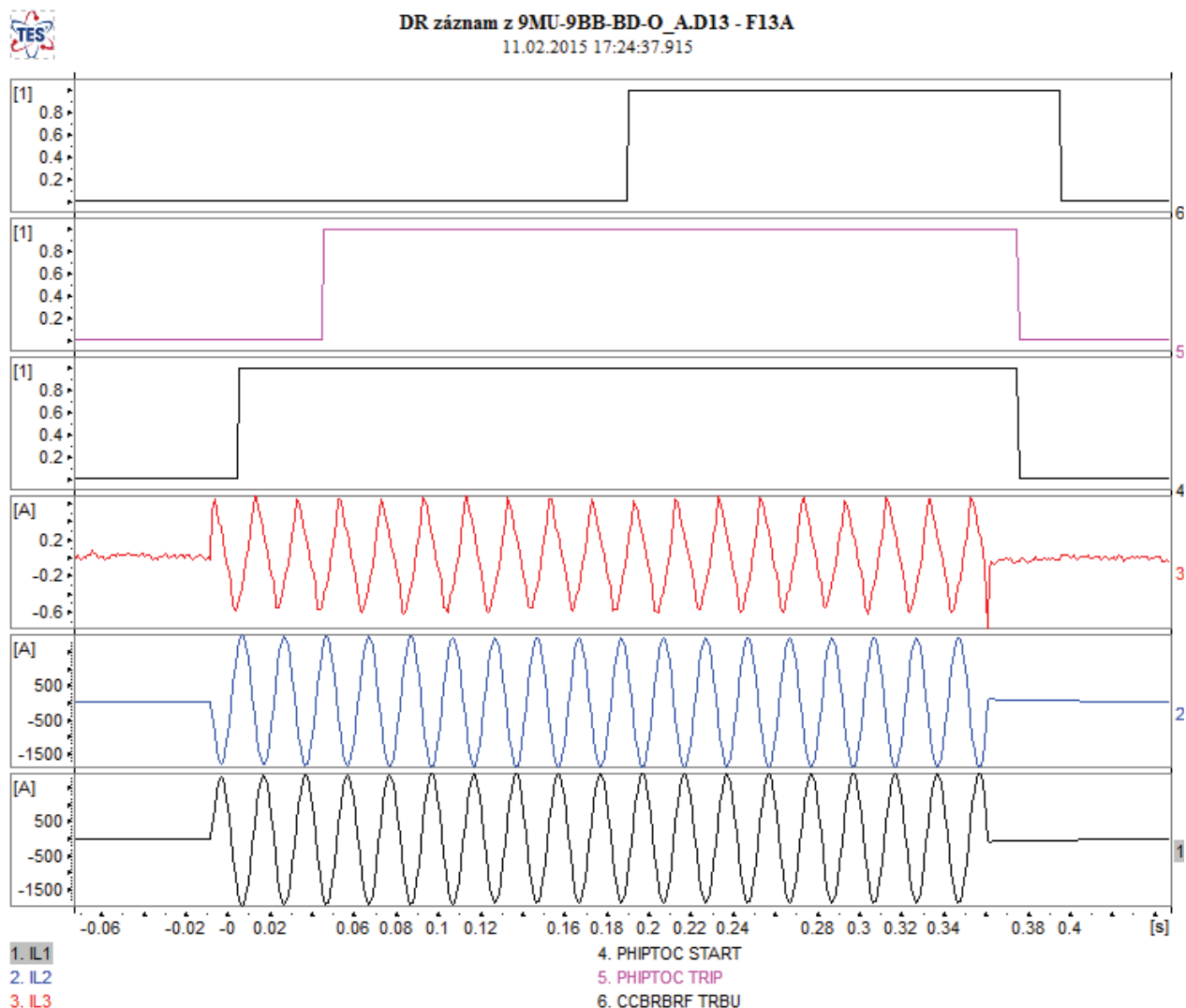
Byla naměřena tato hodnota proudu ve fázi L₁:

$$I_{L1} = 1,35 \text{ kA}$$

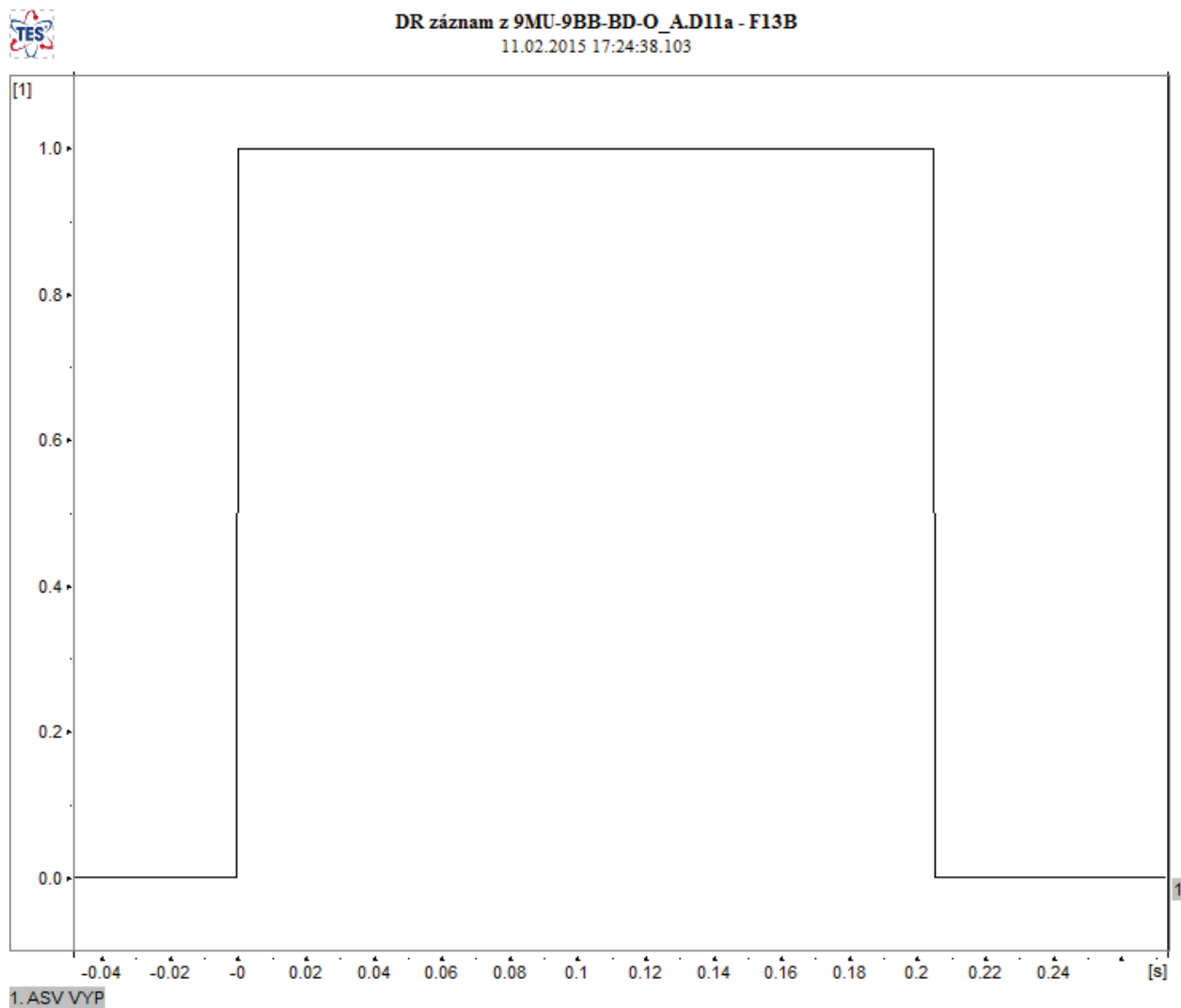
Výpočet časového zpoždění:

$$\Delta T_{F13} = CCBR TRBU - PHHPTOC TRIP = 17:24:38,105 - 17:24:37,960 = 0,145 \text{ s}$$

Při porovnání vypočtené hodnoty časového zpoždění s nastavením ochrany z tabulky č. 24 je zřejmé, že ochrana zapůsobila správně a ve stanovený čas. Na následujícím obrázku lze vidět, že nejprve zapůsobila zkratová ochrana. Nedošlo ale k vypnutí vypínače v daném poli a tudíž byl generován signál na vypnutí na nadřazený vypínač, který je v tom případě umístěn v poli 9BD.11. Na DR je vyobrazen i záznam z pole 9BD.11.



Obrázek 23: DR záznam automatiky při selhání vypínače (A) – motor



Obrázek 24: DR záznam automatiky při selhání vypínače (B) - motor

8 ZÁVĚR

Diplomovou práci lze rozdělit na dvě hlavní části – na část teoretickou a část praktickou. Teoretickou částí se zabývají kapitoly č. 2 až 5, praktické části je věnován zbytek práce, tedy kapitoly č. 6 a 7.

V kapitole č. 2 bylo popsáno elektrické schéma Jaderné elektrárny Dukovany, tedy vyvedení výkonu a rozvod vlastní spotřeby. Důraz byl kladen zejména na popis napájení vlastní spotřeby, protože tato část elektrického schématu je pro pochopení praktické části zcela klíčová.

Vzhledem k faktu, že inovace ochran ovlivnila způsob komunikace těchto ochran do monitorovacího systému elektro, je tomuto systému věnována samostatná kapitola č. 3. V té jsou popsány i dva nástroje, které se při praktické části využívaly a to software LOGA a GRAF.

V následující kapitole č. 4 a 5 jsou již detailně rozebrány podrobnosti zmiňované záměny ochran za ochranné terminály rozvoden 6kV vlastní spotřeby, resp. vyvedení výkonu. Vzhledem k rozsáhlosti prací, které jsou s výměnou ochran spojeny, nelze tuto výměnu uskutečnit najednou, ale celá akce je rozdělena do několika bloků. V roce 2015 dojde k výměně ochran na rozvodnách 6 kV III. a II. kategorie 1. bloku a na polovině společných rozvoden, označených 9BB a 9BD. Praktická část diplomové práce se zabývá pouze společnými rozvodnami, protože výměna ochran na zbývajících rozvodnách je plánována na druhou polovinu roku 2015.

V souvislosti s výměnou ochran dojde na Jaderné elektrárně Dukovany rovněž k vytvoření nové optické sítě, do které budou tyto ochrany připojeny a která bude propojena se stávajícím monitorovacím systémem elektro. Této části se věnuje kapitola č. 4.3.

V rámci výměny ochran za nové digitální ochranné terminály na rozvodnách 6 kV 9BB a 9BD došlo celkem k výměně ve 24 polích. Pro tyto nově instalované terminály bylo nutné zajistit datovou komunikaci do monitorovacího systému elektro. Pro rozvodnu 9BB platí, že bude komunikována v plném rozsahu ihned po instalaci daných ochranných terminálů. Rozvodna 9BD v současné době komunikována nebude, ale bylo nutné komunikaci zajistit a odzkoušet z důvodu budoucího začlenění do komunikace.

Praktická část diplomové práce začíná kapitolou č. 6, ve které byl popsán způsob zkoušení a ověření datové komunikace ochran. Pro každé pole rozvodny, resp. pro každý terminál, musela být zajištěna komunikace dvouhodnotových signálů, které obsahují informace např. o stavu vypínačů, jističů atd. Dále musela být zajištěna komunikace signálů ochranných funkcí, které jsou v ochranném terminálu nastaveny. Do monitorovacího systému jsou kromě dvouhodnotových signálů komunikovány i analogové signály (proud, napětí). Tyto záznamy analogových signálů mohou dále sloužit k vyhodnocení periodicky opakujících se zkoušek a testů, případně při analýze poruchových a přechodových jevů.

Aby bylo možno data považovat za věrohodná, je nutné mít všechna data časově synchronní. Z tohoto důvodu bylo úkolem při praktické části ověřit i tuto časovou synchronnost. Vzhledem k rozsáhlosti veškerých naměřených dat jsou v práci podrobně rozepsány pouze dvě pole rozvodny 9BB, resp. 9BD. Jedná se o typový přívod, jenž jen popsán v kapitole č. 6.3, a typový vývod na motor, jenž je popsán v kapitole 6.5. Veškerá ostatní pole, u nichž byla prováděna kontrola, jsou v plném rozsahu uvedeny na příloženém CD.

Pro to, aby mohly být komunikované signály prohlášeny za plně věrohodné, bylo nutné provést i kontrolu správnosti ochranných funkcí. Tato kontrola je náplní kapitoly č. 7 a byla provedena pro

stejný přívod, resp. vývod, jako v kapitole 6.3, resp. 6.5. V plném rozsahu je toto ověření opět uvedeno na příloženém CD.

Z příslušných kapitol a z příložených protokolů lze konstatovat, že datová komunikace do monitorovacího systému byla zajištěna, čímž bylo naplněno zadání práce. Byly vytvořeny seznamy komunikovaných signálů, které budou dále sloužit pro potřeby personálu provádějícím zkoušky či při vyhodnocování přechodných jevů. Veškeré signály lze považovat za časově synchronní, protože časová odchylka nepřesáhla limit 10 ms. Dané komunikované signály jsou věrohodné i z hlediska správnosti působení ochranných funkcí, tak jak vyplývá z kapitoly č. 7 a z příložených protokolů na CD.

9 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] KOLEKTIV AUTORŮ. Elektrická část JE VVER 440 - I. část. Brno 2012.
- [2] TICHÁ, G. Elektrická část JE VVER 440 – II. část. Brno 2009.
- [3] TICHÁ, G. Elektrická část JE VVER 440 – III. část. Brno 2011.
- [4] Výměna ochran R6KV – zadávací dokumentace, část 3 – Technická specifikace.
- [5] Provozní předpis P279j – Monitorovací systém elektro. 2011.
- [6] KLUVÁNEK, M. DOBEŠ, M. BRHLÍK, I. Měřicí systém MOSAD[®] -5 - popis systému. 2007.
- [7] Dukovany. [online]. [cit. 2014-12-28]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/edu.html>
- [8] TEŠNAR, P. Manuál programu GRAF v. 4.22. Dukovany 2000.
- [9] MAREČEK, O. JAŠA, R. Manuál programu LOGA v. 2.0.3.34. Dukovany 2000.
- [10] Rack-mount Transfer switches. [online]. [cit. 2015-5-11]. Dostupné z: http://www.apc.com/products/resource/include/techspec_index.cfm?base_sku=AP7723
- [11] FUJITSU Server PRIMERGY RX200 S8. [online]. [cit. 2015-5-11]. Dostupné z: <http://www.fujitsu.com/fts/products/computing/servers/primergy/rack/rx200/>
- [12] FOS-3126 PLUS Management Gigabit Ethernet Switch. [online]. [cit. 2015-5-11]. Dostupné z: http://www.ctsystem.se/filer/Access%20Switchar/FOS-3126-PLUS/Datablad/DS-S001-FOS-3126%20PLUS_datasheet_A11_2009_0423.pdf
- [13] Routerboard CCR1036-12G-4S. [online]. [cit. 2015-5-11]. Dostupné z: <http://routerboard.com/CCR1036-12G-4S>
- [14] LANTIME M600/GPS/PTP: PTPv2/IEEE 1588-2008 Grandmaster Clock and NTP Time Server witch integrated GPS radio clock. [online]. [cit. 2015-5-11]. Dostupné z: <http://www.meinberg.de/english/products/lantime-m600-gps-ptpv2.htm>
- [15] PROCHÁZKA, J. Výpočet primárních hodnot – technická zpráva. ÚJV Řež 2015.
- [16] ABB 630 series – technical manual. [online] Dostupné z: <http://new.abb.com/medium-voltage/distribution-automation/numerical-relays/feeder-protection-and-control/relion-for-medium-voltage/feeder-protection-and-control-ref630-iec>
- [17] MAREČEK, O. Roční zpráva o řešení projektu FR-TI3/016 v roce 2014. Třebíč 2015.

10 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A:	Seznam stavových signálů – pracovní přívod
Příloha B:	9BB05_BI
Příloha C:	Seznam signálů OF – pracovní přívod
Příloha D:	9BB05_OF
Příloha E:	Seznám signálů v DR – pracovní přívod
Příloha F:	Seznam stavových signálů - motor
Příloha G:	9BD13_BI
Příloha H:	Seznam signálů OF - motor
Příloha I:	9BD13_OF
Příloha J:	Seznam signálů v DR - motor

Příloha A: Seznam stavových signálů – pracovní přívod

ID_LOGA	SIG_OZN	SIG_NAZEV	VSTUP	DR	9BB05_BI
31280	9BB05 f2 synchro /D	9BB-QM1 Povel ZAP - synchrocheck	12		28
31281	9BB05 SQ14 /D	9BB-QM1 Stav vypínače - nenastřádáno	13		33
31282	9BB05 f1 SKRE- ED /D	9BB-QM1 Povel VYP - SKŘE-ED	14		35
31283	9BB05 f5 f2 (QM2) /D	9BB-QM1 Blokování ZAP! QM2	15		40
31284	9BB05 Q1 /D	9BB-QM1 Stav podvozku - zasunuto	16		44
31285	9BB05 W81.B /D	9BB-QM1 Hlídnání U - obvody poruchové sig.	17		46
31286	9BB05 0FA48 /D	9BB-QM1 Výp. 0FA48 - PTN 100V pro synchro.	18		48
31287	9BB05 f1 (0F182) /D	9BB-QM1 Vypnutí HZO od 0F182	19		52
31288	9BB05 f1 (0KZ01) /D	9BB-QM1 Vypnutí HZO od 0KZ01	20		55
31289	9BB05 f1 (S13) /D	9BB-QM1 Vypnutí z pole můstku - S13	21		57
31290	9BB05 W801 /D	9BB-QM1 Hlídnání U - střadač	22		59
31291	9BB05 W811 /D	9BB-QM1 Hlídnání U - ovládací obvody	23		61
31292	9BB05 0FA52 /D	9BB-QM1 Výp. 0FA52- U 100V pro ochrany bloku	24		63
31293	9BB05 U-f1(2) /D	9BB-QM1 Hlídnání U - vypínací obvod 2	25		67
31294	9BB05 f1 F 1RB/2 /D	9BB-QM1 Vyp. od ochran bloku-2.vyp. cívka	26		69
31295	9BB05 1SA1 /D	9BB-QM1 1SA1 - pomocné napětí v poli	27		73

Příloha A: 2/2

ID_LOGA	SIG_OZN	SIG_NAZEV	VSTUP	DR	9BB05_BI
31296	9BB05 0SA6 /D	9BB-QM1 0SA6 - blokování ASV	28		77
31297	9BB05 1FA22 /D	9BB-QM1 Výp. 1FA22- PTN 100V pro terminál	29		78
31298	9BB05 1FA24 /D	9BB-QM1 Výp. 1FA24- PTN Uo pro terminál	30		82
31299	9BB05 f1 F 1RB/1 /D	9BB-QM1 Vypnutí od ochran bloku/1	31		84
31300	9BB05 f5 f2 (QM3) /D	9BB-QM1 Blokování zapnutí ze spojky 9BB- QM3	32		89
31301	9BB05 f1 /D	9BB-QM1 Vypnutí vypínače	33	ANO	37
31302	9BB05 f2 /D	9BB-QM1 Zapnutí vypínače	34	ANO	30
31303	9BB05 1H3 /D	9BB-QM1 Sumární porucha 1H3	35		70
31304	9BB05 hE /D	9BB-QM1 Vypnutí jističů - hE	36		49
31305	9BB05 hZI /D	9BB-QM1 Zemní spojení - hZI	37		92
31306	9BB05 f5Q1 /D	9BB-QM1 Vypnuto pro blokádou odpojovače 400kV	38		115
31307	9BB05 f5 QM3 /D	9BB-QM1 Vyp. / rev. pro blok. ve spojce	39		116
31308	9BB.05 BO5_1	9BB-QM1 Působení ochran - hF	40		85
31309	9BB.05 BO6_1	9BB-QM1 Sumární porucha - hU	41		79
31310	9BB.05 BO8_1	9BB-QM1 Rev. Poloha - f3Q	42		95



TES s.r.o.

Strana 1

Příloha B: 9BB05_BI

Dvouhodnotové změny komunikovaných stavových signálů - pracovní přívod

Od:10.2.2015 13:07:00.000

sk.: 1 z 1 list: 1 z 2

Do:10.2.2015 14:06:59.000

	30	40	50	60	70
9BB05 f2 synchro /D	8 1				
9BB05 SQ14 /D		3 4			
9BB05 f1 SKRE-ED /D		5 8			
9BB05 f5 f2 (QM2) /D		0 1 2 3			
9BB05 Q1 /D		4 5			
9BB05 W81.B /D		6 7			
9BB05 0FA48 /D		8 0			
9BB05 f1 (0F182) /D			2 4		
9BB05 f1 (0KZ01) /D				5 6	
9BB05 f1 (S13) /D				7 8	
9BB05 W801 /D				9 0	
9BB05 W811 /D				1 2	
9BB05 0FA52 /D				3 5	
9BB05 U-f1(2) /D				7 8	
9BB05 f1 F 1RB/2 /D				9 1	
9BB05 1SA1 /D					3
9BB05 0SA6 /D					
9BB05 1FA22 /D					
9BB05 1FA24 /D					
9BB05 f1 F 1RB/1 /D					
9BB05 f5 f2 (QM3) /D					
9BB05 f1 /D	7	7 9	3		
9BB05 f2 /D	0 2				
9BB05 1H3 /D					0 2 4
9BB05 hE /D			9 1	4 6	
9BB05 hZI /D					
9BB05 f5Q1 /D	9	6			
9BB05 f5 QM3 /D					
9BB05 hF /D					0 2
9BB05 hU /D					4
9BB05 f3Q /D					



Příloha B: 9BB05_BI

Dvouhodnotové změny komunikovaných stavových signálů - pracovní přívod

Od:10.2.2015 13:07:00.000

sk.: 1 z 1 list: 2 z 2

Do:10.2.2015 14:06:59.000

	80	90	100	110
9BB05 f2 synchro /D				
9BB05 SQ14 /D				
9BB05 f1 SKRE-ED /D				
9BB05 f5 f2 (QM2) /D				
9BB05 Q1 /D				
9BB05 W81.B /D				
9BB05 0FA48 /D				
9BB05 f1 (0F182) /D				
9BB05 f1 (0KZ01) /D				
9BB05 f1 (S13) /D				
9BB05 W801 /D				
9BB05 W811 /D				
9BB05 0FA52 /D				
9BB05 U-f1(2) /D				
9BB05 f1 F 1RB/2 /D				
9BB05 1SA1 /D	5.			
9BB05 0SA6 /D	7. 6.			
9BB05 1FA22 /D	8. 0.			
9BB05 1FA24 /D	2. 3.			
9BB05 f1 F 1RB/1 /D	4. 7.			
9BB05 f5 f2 (QM3) /D		9. 0.		
9BB05 f1 /D			1.	
9BB05 f2 /D				
9BB05 1H3 /D	6. 9. 1. 5. 8. 2. 3.			
9BB05 hE /D				
9BB05 hZI /D		2. 3.		
9BB05 f5Q1 /D				3. 5. 7. 9.
9BB05 f5 QM3 /D				4. 6. 8.
9BB05 hF /D		5. 8. 2. 3.		
9BB05 hU /D	6. 9. 1.			
9BB05 f3Q /D			4. 5. 6. 7. 8. 9. 0. 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 0. 1. 2.	



TES s.r.o.

Strana 3

Příloha B: 9BB05_BI

Dvouhodnotové změny komunikovaných stavových signálů - pracovní přívod

Od:10.2.2015 13:07:00.000

Do:10.2.2015 14:06:59.000

T[1] = 9BB05 f1 /D do 0				T0 = Začátek měření									
č.	T		od T[1]		od T0		č.	T		od T[1]		od T0	
	dd.mm	hh:mm:ss.sss	hhh:mm	ss.sss	hhh:mm	ss.sss		dd.mm	hh:mm:ss.sss	hhh:mm	ss.sss	hhh:mm	ss.sss
27	10.02	13:35 46.526	00.000	28 46.526	81	10.02	13:42 52.865	07 06.339	35 52.865				
28		13:35 58.437	11.911	28 58.437	82		13:43 13.447	07 26.921	36 13.447				
29		13:35 58.475	11.949	28 58.475	83		13:43 14.178	07 27.652	36 14.178				
30		13:35 58.527	12.001	28 58.527	84		13:43 32.994	07 46.468	36 32.994				
31		13:35 58.625	12.099	28 58.625	85		13:43 33.068	07 46.542	36 33.068				
32		13:35 58.728	12.202	28 58.728	86		13:43 33.082	07 46.556	36 33.082				
33		13:36 22.940	36.414	29 22.940	87		13:43 33.323	07 46.797	36 33.323				
34		13:36 24.430	37.904	29 24.430	88		13:43 33.368	07 46.842	36 33.368				
35		13:36 47.855	01 01.329	29 47.855	89		13:43 52.281	08 05.755	36 52.281				
36		13:36 47.886	01 01.360	29 47.886	90		13:43 52.861	08 06.335	36 52.861				
37		13:36 47.933	01 01.407	29 47.933	91		13:46 00.782	10 14.256	39 00.782				
38		13:36 48.225	01 01.699	29 48.225	92		13:46 43.886	10 57.360	39 43.886				
39		13:36 48.332	01 01.806	29 48.332	93		13:46 47.285	11 00.759	39 47.285				
40		13:37 17.095	01 30.569	30 17.095	94		13:47 28.074	11 41.548	40 28.074				
41		13:37 18.257	01 31.731	30 18.257	95		13:47 28.434	11 41.908	40 28.434				
42		13:37 18.753	01 32.227	30 18.753	96		13:47 28.470	11 41.944	40 28.470				
43		13:37 29.316	01 42.790	30 29.316	97		13:47 29.136	11 42.610	40 29.136				
44		13:37 34.955	01 48.429	30 34.955	98		13:47 29.437	11 42.911	40 29.437				
45		13:37 35.211	01 48.685	30 35.211	99		13:47 31.340	11 44.814	40 31.340				
46		13:37 57.767	02 11.241	30 57.767	100		13:49 17.078	13 30.552	42 17.078				
47		13:37 58.548	02 12.022	30 58.548	101		13:49 17.981	13 31.455	42 17.981				
48		13:38 52.884	03 06.358	31 52.884	102		13:49 18.337	13 31.811	42 18.337				
49		13:38 52.945	03 06.419	31 52.945	103		13:49 18.933	13 32.407	42 18.933				
50		13:38 53.182	03 06.656	31 53.182	104		13:49 19.387	13 32.861	42 19.387				
51		13:38 53.244	03 06.718	31 53.244	105		13:49 19.485	13 32.959	42 19.485				
52		13:39 28.031	03 41.505	32 28.031	106		13:49 19.776	13 33.250	42 19.776				
53		13:39 28.146	03 41.620	32 28.146	107		13:49 20.120	13 33.594	42 20.120				
54		13:39 28.211	03 41.685	32 28.211	108		13:49 20.413	13 33.887	42 20.413				
55		13:39 43.481	03 56.955	32 43.481	109		13:49 20.506	13 33.980	42 20.506				
56		13:39 43.989	03 57.463	32 43.989	110		13:49 20.854	13 34.328	42 20.854				
57		13:40 10.121	04 23.595	33 10.121	111		13:50 35.621	14 49.095	43 35.621				
58		13:40 10.742	04 24.216	33 10.742	112		13:50 35.881	14 49.355	43 35.881				
59		13:40 31.198	04 44.672	33 31.198	113		13:51 59.763	16 13.237	44 59.763				
60		13:40 31.750	04 45.224	33 31.750	114		13:51 59.814	16 13.288	44 59.814				
61		13:40 44.209	04 57.683	33 44.209	115		13:52 15.316	16 28.790	45 15.316				
62		13:40 44.687	04 58.161	33 44.687	116		13:52 15.415	16 28.889	45 15.415				
63		13:41 02.951	05 16.425	34 02.951	117		13:52 15.549	16 29.023	45 15.549				
64		13:41 03.055	05 16.529	34 03.055	118		13:52 15.615	16 29.089	45 15.615				
65		13:41 03.471	05 16.945	34 03.471	119		13:52 49.959	17 03.433	45 49.959				
66		13:41 03.556	05 17.030	34 03.556									
67		13:41 20.385	05 33.859	34 20.385									
68		13:41 20.934	05 34.408	34 20.934									
69		13:41 39.221	05 52.695	34 39.221									
70		13:41 39.259	05 52.733	34 39.259									
71		13:41 39.538	05 53.012	34 39.538									
72		13:41 39.559	05 53.033	34 39.559									
73		13:41 59.868	06 13.342	34 59.868									
74		13:41 59.962	06 13.436	34 59.962									
75		13:42 00.135	06 13.609	35 00.135									
76		13:42 00.161	06 13.635	35 00.161									
77		13:42 28.268	06 41.742	35 28.268									
78		13:42 52.573	07 06.047	35 52.573									
79		13:42 52.664	07 06.138	35 52.664									
80		13:42 52.848	07 06.322	35 52.848									

Datum tisku : 29.4.2015 15:34:53

Vypracoval : Vladimír Šula

.....
podpis

Příloha C: Seznam signálů ochranných funkcí – pracovní přívod

ID_LOGA	SIG_OZN	SIG_NAZEV	VSTUP	DR	9BB05_OF
31311	9BB05 I>> /D	9BB-QM1 Nadproudá zkratová	47	ANO	2
31312	9BB05 I>> L1 /D	9BB-QM1 Nadproudá zkratová	48		3
31313	9BB05 I>> L2 /D	9BB-QM1 Nadproudá zkratová	49		3
31314	9BB05 I>> L3 /D	9BB-QM1 Nadproudá zkratová	50		4
31315	9BB05 I>> f1 /D	9BB-QM1 Nadproudá zkratová	51	ANO	5
31316	9BB05 I>> L1 f1 /D	9BB-QM1 Nadproudá zkratová	52		6
31317	9BB05 I>> L2 f1 /D	9BB-QM1 Nadproudá zkratová	53		6
31318	9BB05 I>> L3 f1 /D	9BB-QM1 Nadproudá zkratová	54		6
31319	9BB05 I> /D	9BB-QM1 Přetížení	55	ANO	25
31320	9BB05 I> L1 /D	9BB-QM1 Přetížení	56		26
31321	9BB05 I> L2 /D	9BB-QM1 Přetížení	57		Pozn.
31322	9BB05 I> L3 /D	9BB-QM1 Přetížení	58		Pozn.
31323	9BB05 I> ! /D	9BB-QM1 Přetížení	59	ANO	27
31324	9BB05 I> L1 ! /D	9BB-QM1 Přetížení	60		29
31325	9BB05 I> L2 ! /D	9BB-QM1 Přetížení	61		Pozn.
31326	9BB05 I> L3 ! /D	9BB-QM1 Přetížení	62		Pozn.
31327	9BB05 U0> /D	9BB-QM1 Zemní ochrana (U0>)	63	ANO	19
31328	9BB05 U0> ! /D	9BB-QM1 Zemní ochrana (U0>)	64	ANO	20
31329	9BB05 Z< /D	9BB-QM1 Distanční ochrana	65	ANO	13
31330	9BB05 Z< L1 /D	9BB-QM1 Distanční ochrana	66		14
31331	9BB05 Z< L2 /D	9BB-QM1 Distanční ochrana	67		14

Příloha C: 2/2

ID_LOGA	SIG_OZN	SIG_NAZEV	VSTUP	DR	9BB05_OF
31332	9BB05 Z< L3 /D	9BB-QM1 Distanční ochrana	68		16
31333	9BB05 Z< f1 /D	9BB-QM1 Distanční ochrana	69	ANO	15
31279	9BB05 TCS2 /D	9BB-QM1 Kontrola zapínacího okruhu	104		39
31354	9BB05 FUSEF /D	9BB-QM1 Kontrola měřícího okruhu U	105		37



TES s.r.o.

Strana 1

Příloha D: 9BB05_OF

Dvouhodnotové změny komunikovaných ochranných funkcí - pracovní přívod

Od:10.2.2015 13:07:00.000

sk.: 1 z 1 list: 1 z 1

Do:10.2.2015 14:06:59.000

	0	10	20	30	40
9BB05 I>> /D	2 8.				
9BB05 I>> L1 /D	3 9				
9BB05 I>> L2 /D	3 9				
9BB05 I>> L3 /D	4 9				
9BB05 I>> f1 /D	5 8.				
9BB05 I>> L1 f1 /D	6 7, 9				
9BB05 I>> L2 f1 /D	6 7, 9				
9BB05 I>> L3 f1 /D	6 7, 9				
9BB05 I> /D	1 0, 2 7, 5 8, 1 4				
9BB05 I> L1 /D	4 1, 4 8, 6 9, 2 5				
9BB05 I> L2 /D	3 1, 4 8				
9BB05 I> L3 /D	4 1				
9BB05 I> ! /D				7 8, 3 4	
9BB05 I> L1 ! /D				9 0, 5 6	
9BB05 I> L2 ! /D					
9BB05 I> L3 ! /D					
9BB05 U0> /D			9 1 2 4		1 3 4 6
9BB05 U0> ! /D			0 1, 3 4		2 3, 5 6
9BB05 Z< /D		3 7,			
9BB05 Z< L1 /D		4 8			
9BB05 Z< L2 /D		4 8			
9BB05 Z< L3 /D		6 8,			
9BB05 Z< f1 /D		5 7,			
9BB05 FUSEF /D					7 8,
9BB05 TCS2 /D					9 0, 7 8



TES s.r.o.

Strana 2

Příloha D: 9BB05_OF

Dvuhodnotové změny komunikovaných ochranných funkcí - pracovní převod

Od:10.2.2015 13:07:00.000

Do:10.2.2015 14:06:59.000

T[1] = 9BB05 I> /D do 1					T0 = Začátek měření										
č.	T			od T[1]		od T0		č.	T			od T[1]		od T0	
	dd.mm	hh:mm:ss.sss		hhh:mm	ss.sss	hhh:mm	ss.sss		dd.mm	hh:mm:ss.sss		hhh:mm	ss.sss	hhh:mm	ss.sss
0	10.02	13:07	00.000		-23.491		00.000								
1		13:07	23.491		00.000		23.491								
2		13:07	23.505		00.014		23.505								
3		13:07	23.517		00.026		23.517								
4		13:07	23.527		00.036		23.527								
5		13:07	23.995		00.504		23.995								
6		13:07	24.087		00.596		24.087								
7		13:07	24.088		00.597		24.088								
8		13:07	24.534		01.043		24.534								
9		13:07	24.547		01.056		24.547								
10		13:07	24.572		01.081		24.572								
11		13:07	24.587		01.096		24.587								
12		13:14	37.803	07	14.312	07	37.803								
13		13:14	37.823	07	14.332	07	37.823								
14		13:14	37.842	07	14.351	07	37.842								
15		13:14	38.282	07	14.791	07	38.282								
16		13:14	38.302	07	14.811	07	38.302								
17		13:14	38.843	07	15.352	07	38.843								
18		13:14	38.855	07	15.364	07	38.855								
19		13:22	34.411	15	10.920	15	34.411								
20		13:22	34.883	15	11.392	15	34.883								
21		13:22	34.902	15	11.411	15	34.902								
22		13:24	03.912	16	40.421	17	03.912								
23		13:24	04.382	16	40.891	17	04.382								
24		13:24	04.401	16	40.910	17	04.401								
25		13:28	49.782	21	26.291	21	49.782								
26		13:28	50.331	21	26.840	21	50.331								
27		13:28	59.762	21	36.271	21	59.762								
28		13:28	59.782	21	36.291	21	59.782								
29		13:28	59.797	21	36.306	21	59.797								
30		13:28	59.804	21	36.313	21	59.804								
31		13:31	21.882	23	58.391	24	21.882								
32		13:31	22.430	23	58.939	24	22.430								
33		13:31	31.862	24	08.371	24	31.862								
34		13:31	31.882	24	08.391	24	31.882								
35		13:31	31.900	24	08.409	24	31.900								
36		13:31	32.431	24	08.940	24	32.431								
37		13:34	13.691	26	50.200	27	13.691								
38		13:34	16.961	26	53.470	27	16.961								
39		13:34	53.040	27	29.549	27	53.040								
40		13:34	54.731	27	31.240	27	54.731								
41		13:45	04.960	37	41.469	38	04.960								
42		13:45	05.430	37	41.939	38	05.430								
43		13:45	05.449	37	41.958	38	05.449								
44		13:46	43.399	39	19.908	39	43.399								
45		13:46	43.869	39	20.378	39	43.869								
46		13:46	47.250	39	23.759	39	47.250								
47		13:53	24.828	46	01.337	46	24.828								
48		13:54	24.729	47	01.238	47	24.729								

Datum tisku : 29.4.2015 15:37:05

Vypracoval : Vladimír Šula

.....
podpis

Příloha E: Seznam signálů v DR

ID_GRAF	Popis a význam signálu
IL1	Proud ve fázi L1
IL2	Proud ve fázi L2
IL3	Proud ve fázi L3
UL1	Napětí ve fázi L1
UL2	Napětí ve fázi L2
UL3	Napětí ve fázi L3
Uo	Nulová složka napětí
GEN START	Generální popud
GEN TRIP	Generální působení
PHLPTOC START	Nadproudová časově nezávislá ochrana při přetížení – popud
PHHPTOC START	Nadproudová nesměrová časově nezávislá ochrana zkratová popud
ROVPTOV START	Zemní ochrana – popud
SEQRFUF FUSE	Kontrola měřícího okruhu – působení
PHLPTOC TRIP	Nadproudová časově nezávislá ochrana při přetížení – působení
PHHPTOC TRIP	Nadproudová nesměrová časově nezávislá ochrana zkratová působení
ROVPTOV TRIP	Zemní ochrana – působení
GFC START	Modul monitorující zemní spojení – popud
Z1 START	Impedanční zóna 1 – popud
Z2 START	Impedanční zóna 2 – popud
ZAR1 START	Impedanční zóna 1 pro znovuzapnutí (autoreclose) – popud
GFC TRIP	Modul monitorující zemní spojení – působení
Z1 TRIP	Impedanční zóna 1 – působení
Z2 TRIP	Impedanční zóna 2 – působení
ZAR1 TRIP	Impedanční zóna 1 pro znovuzapnutí (autoreclose) – působení
QM ZAP	Stav vypínače – zapnuto
QM VYP	Stav vypínače – vypnuto
ZAP od SYNCHR	Povel ZAP – synchrocheck
Nenastradano	Stav vypínače – nenastrádáno
VYP od SKRE	Povel VYP – SKŘ-ED
Blok ZAP spoj	Blokování zapnutí ze spojky 9BB401

ID_GRAF	Popis a význam signálu
QM VYSUNUT	Stav podvozku – vysunuto
QM ZASUNUT	Stav podvozku – zasunuto
U por signali	Hlídaní U – obvody poruchové signalizace
Jist 0FA48	Výpadek jističe 0FA48 – napětí PTN 100V pro synchronizaci
Jist 1FA27	Výpadek jističe 1FA27 – napětí PTN 100 V pro měření v dozorně
HZO 0F182	Vypnutí HZO od 0F182
HZO 0KZ01	Vypnutí HZO od 0KZ01
VYP z pole mu	Vypnutí z pole můstku
U stradac	Hlídaní U – střadač
U ovl obvody	Hlídaní U – ovládací obvody
Jist 0FA52	Výpadek jističe 0FA52 – Napětí PTN 100V pro ochrany bloku
Jist 1FA47	Výpadek jističe 1FA47 – temperování skříně
U vyp obv 2	Hlídaní U – vypínací obvod 2
VYP od bl.2	Vypnutí od ochran bloku – 2. vypínací cívka
1SA1 pom U	1SA1 – pomocné napětí v poli
Jist 1FA22	Výpadek jističe 1FA22 – Napětí PTN 100V pro terminál
Jist 1FA24	Výpadek jističe 1FA24 – Napětí PTN Uo pro terminál
VYP od bl.1	Vypnutí od ochran bloku /1
Blok ZAP spo	Blokování zapnutí ze spojky 9BB401
TCSSBR 1	Kontrola zapínacího okruhu
Goose_ASV_VYP	Goose zpráva o ASV

Příloha č. F: Seznam stavových signálů – motor

ID_LOGA	SIG_OZN	SIG_NAZEV	VSTUP	DR	9BD13_BI
31920	9BD13 f2 CSJI /D	9.41.1-24 Povel ZAP - dozorna ČSJI	12		43
31928	9BD13 SQ14 /D	9.41.1-24 Stav vypínače - nenastrádáno	13		50
31930	9BD13 f1 CSJI /D	9.41.1-24 Povel VYP - dozorna ČSJI	14		52
31935	9BD13 QM1 /D	9.41.1-24 Stav vypínače ZAP	15		44
31943	9BD13 Q1 /D	9.41.1-24 Stav podvozku - zasunuto	16		58
31948	9BD13 W81.B /D	9.41.1-24 Hlídání U - obvody poruchové sig.	17		59
31951	9BD13 FA22 /D	9.41.1-24 Výp. FA22 - PTN 100V pro terminál	18		61
31955	9BD13 FA19 /D	9.41.1-24 Výp. FA19 - PTN 100V pro měření	19		65
31959	9BD13 FA16 /D	9.41.1-24 Výp. FA16 - Kmitavá a vyp. přípojnice	20		67
31968	9BD13 FA17 /D	9.41.1-24 Výp. FA17 - Kmitavá a vyp. přípojnice	21		69
31971	9BD13 W801 /D	9.41.1-24 Hlídání U - střadač	22		71
31976	9BD13 W811 /D	9.41.1-24 Hlídání U - ovládací obvody	23		73
31983	9BD13 f1 PV /D	9.41.1-24 Vypnutí od PV - 1KF70	24		75
31987	9BD13 W851 /D	9.41.1-24 Kvitace	25		79
31989	9BD13 1SA1 /D	9.41.1-24 1SA1 - skříň v provozu	26		81
31994	9BD13 f1 /D	9.41.1-24 Vypnutí vypínače	27		35
32003	9BD13 f2 /D	9.41.1-24 Zapnutí vypínače	28		45

Příloha F: 2/2

ID_LOGA	SIG_OZN	SIG_NAZEV	VSTUP	DR	9BD13_BI
32006	9BD13 W881.A /D	9.41.1-24 Sumární porucha dozorna	29		40
32010	9BD13 U< ! (DVH) /D	9.41.1-24 Signalizace U<	30		37
32017	9BD13 hE /D	9.41.1-24 Hlídní povelových cest hE	31		41
32022	9BD13 HH3 /D	9.41.1-24 Akust signal	32		93
32026	9BD13 W831.A /D	9.41.1-24 Změna řazení - KMIT ZAP	33		93
32031	9BD13 W841.A /D	9.41.1-24 Změna řazení - KLID ZAP	34		87



TES s.r.o.

Strana 1

Příloha G: 9BD13_BI

Dvouhodnotové změny komunikovaných stavových signálů - motor

Od:11.2.2015 17:04:00.000

sk.: 1 z 1 list: 1 z 2

Do:11.2.2015 18:00:59.000

	40	50	60	70	80
9BD13 f2 CSJI /D	3 6				
9BD13 SQ14 /D		0 1			
9BD13 f1 CSJI /D		2 5			
9BD13 QM1 /D	4	3			
9BD13 Q1 /D		7 8			
9BD13 W81.B /D		9 0			
9BD13 FA22 /D		1 3			
9BD13 FA19 /D			5 6		
9BD13 FA16 /D			7 8		
9BD13 FA17 /D			9 0		
9BD13 W801 /D				1 2	
9BD13 W811 /D				3 4	
9BD13 f1 PV /D				5 7	
9BD13 W851 /D				9 0	3
9BD13 1SA1 /D					1 2
9BD13 f1 /D	5 8		4 6		6 8
9BD13 f2 /D		5 7			
9BD13 W881.A /D	5 6 7 9 0				
9BD13 U<! (DVH) /D	7 9 0		2 4		
9BD13 hE /D	1 2	8 9			
9BD13 HH3 /D					
9BD13 W831.A /D					
9BD13 W841.A /D		5	4		



TES s.r.o.

Strana 2

Příloha G: 9BD13_BI

Dvouhodnotové změny komunikovaných stavových signálů - motor

Od:11.2.2015 17:04:00.000

sk.: 1 z 1 list: 2 z 2

Do:11.2.2015 18:00:59.000

	90	100
9BD13 f2 CSJI /D	5 8	1
9BD13 SQ14 /D		1
9BD13 f1 CSJI /D		1
9BD13 QM1 /D	6 2	1
9BD13 Q1 /D		0 1
9BD13 W81.B /D		1
9BD13 FA22 /D		1
9BD13 FA19 /D		1
9BD13 FA16 /D		1
9BD13 FA17 /D		1
9BD13 W801 /D		1
9BD13 W811 /D		1
9BD13 f1 PV /D		1
9BD13 W851 /D	4 0 1 6 8	1
9BD13 1SA1 /D		1
9BD13 f1 /D		3 4
9BD13 f2 /D	7 9	1
9BD13 W881.A /D		1
9BD13 U<! (DVH) /D		1
9BD13 hE /D		9
9BD13 HH3 /D		3 5
9BD13 W831.A /D		3 7
9BD13 W841.A /D	7 3	1



TES s.r.o.
Příloha G: 9BD13_BI

Dvuhodnotové změny komunikovaných stavových signálů - motor

Od:11.2.2015 17:04:00.000

Do:11.2.2015 18:00:59.000

T[1] = 9BD13 W881.A /D do 1

T0 = Začátek měření

č.	T		od T[1]		od T0		č.	T		od T[1]		od T0	
	dd.mm	hh:mm:ss.sss	hh:mm	ss.sss	hhh:mm	ss.sss		dd.mm	hh:mm:ss.sss	hhh:mm	ss.sss	hhh:mm	ss.sss
35	11.02	17:24 37.978		00.000	20	37.978	89	11.02	17:35 48.930	11	10.952	31	48.930
36		17:24 38.378		00.400	20	38.378	90		17:35 58.085	11	20.107	31	58.085
37		17:24 48.278		10.300	20	48.278	91		17:35 59.656	11	21.678	31	59.656
38		17:24 54.679		16.701	20	54.679	92		17:36 20.490	11	42.512	32	20.490
39		17:26 45.888	02	07.910	22	45.888	93		17:36 20.532	11	42.554	32	20.532
40		17:27 04.389	02	26.411	23	04.389	94		17:36 20.733	11	42.755	32	20.733
41		17:29 04.698	04	26.720	25	04.698	95		17:36 22.533	11	44.555	32	22.533
42		17:29 07.098	04	29.120	25	07.098	96		17:36 58.434	12	20.456	32	58.434
43		17:29 29.834	04	51.856	25	29.834	97		17:36 58.535	12	20.557	32	58.535
44		17:29 29.867	04	51.889	25	29.867	98		17:36 59.149	12	21.171	32	59.149
45		17:29 29.901	04	51.923	25	29.901	99		17:37 58.740	13	20.762	33	58.740
46		17:29 30.024	04	52.046	25	30.024	100		17:39 25.015	14	47.037	35	25.015
47		17:29 30.100	04	52.122	25	30.100	101		17:46 08.847	21	30.869	42	08.847
48		17:29 52.402	05	14.424	25	52.402							
49		17:29 53.903	05	15.925	25	53.903							
50		17:30 29.718	05	51.740	26	29.718							
51		17:30 30.070	05	52.092	26	30.070							
52		17:30 51.040	06	13.062	26	51.040							
53		17:30 51.068	06	13.090	26	51.068							
54		17:30 51.107	06	13.129	26	51.107							
55		17:30 51.250	06	13.272	26	51.250							
56		17:30 51.307	06	13.329	26	51.307							
57		17:31 17.804	06	39.826	27	17.804							
58		17:31 18.585	06	40.607	27	18.585							
59		17:31 39.406	07	01.428	27	39.406							
60		17:31 40.061	07	02.083	27	40.061							
61		17:31 49.442	07	11.464	27	49.442							
62		17:31 49.512	07	11.534	27	49.512							
63		17:31 49.839	07	11.861	27	49.839							
64		17:31 49.912	07	11.934	27	49.912							
65		17:32 15.196	07	37.218	28	15.196							
66		17:32 16.526	07	38.548	28	16.526							
67		17:32 31.764	07	53.786	28	31.764							
68		17:32 32.296	07	54.318	28	32.296							
69		17:32 46.663	08	08.685	28	46.663							
70		17:32 47.073	08	09.095	28	47.073							
71		17:33 14.414	08	36.436	29	14.414							
72		17:33 15.167	08	37.189	29	15.167							
73		17:33 28.248	08	50.270	29	28.248							
74		17:33 29.306	08	51.328	29	29.306							
75		17:33 42.584	09	04.606	29	42.584							
76		17:33 42.620	09	04.642	29	42.620							
77		17:33 42.818	09	04.840	29	42.818							
78		17:33 42.921	09	04.943	29	42.921							
79		17:34 00.426	09	22.448	30	00.426							
80		17:34 01.032	09	23.054	30	01.032							
81		17:34 15.811	09	37.833	30	15.811							
82		17:34 16.569	09	38.591	30	16.569							
83		17:34 53.158	10	15.180	30	53.158							
84		17:34 53.518	10	15.540	30	53.518							
85		17:35 48.646	11	10.668	31	48.646							
86		17:35 48.679	11	10.701	31	48.679							
87		17:35 48.730	11	10.752	31	48.730							
88		17:35 48.794	11	10.816	31	48.794							

Datum tisku : 29.4.2015 15:38:40

Vypracoval : Vladimír Šula

.....
podpis

Příloha H: Seznam signálů ochranných funkcí – motor

ID_LOGA	SIG_OZN	SIG_NAZEV	VSTUP	DR	9BD13_OF
32034	9BD13 I>>> /D	9.41.1-24 Zkratová mžiková	46	ANO	8
32041	9BD13 I>>> L1 /D	9.41.1-24 Zkratová mžiková	47		10
32048	9BD13 I>>> L2 /D	9.41.1-24 Zkratová mžiková	48		10
32049	9BD13 I>>> L3 /D	9.41.1-24 Zkratová mžiková	49		10
32054	9BD13 I>>> f1 /D	9.41.1-24 Zkratová mžiková	50	ANO	11
32060	9BD13 I>>> L1 f1 /D	9.41.1-24 Zkratová mžiková	51		15
32065	9BD13 I>>> L2 f1 /D	9.41.1-24 Zkratová mžiková	52		15
32073	9BD13 I>>> L3 f1 /D	9.41.1-24 Zkratová mžiková	53		15
32075	9BD13 I2>G/M /D	9.41.1-24 Nesymetrická zátěž motoru	54	ANO	34
32081	9BD13 I2>G/M ! /D	9.41.1-24 Nesymetrická zátěž motoru	55	ANO	35
32086	9BD13 Ith>M f1 /D	9.41.1-24 Tepelné přetížení motoru	56	ANO	46
32092	9BD13 U< /D	9.41.1-24 Podpěťová ochrana 0.8 Un	57		36
32098	9BD13 U< L1 /D	9.41.1-24 Podpěťová ochrana 0.8 Un	58		38
32100	9BD13 U< L2 /D	9.41.1-24 Podpěťová ochrana 0.8 Un	59		38
32106	9BD13 U< L3 /D	9.41.1-24 Podpěťová ochrana 0.8 Un	60		38
32110	9BD13 U< ! /D	9.41.1-24 Podpěťová ochrana 0.8 Un	61	ANO	39

Příloha H: 2/2

ID_LOGA	SIG_OZN	SIG_NAZEV	VSTUP	DR	9BD13_OF
32115	9BD13 U< L1 ! /D	9.41.1-24 Podpěťová ochrana 0.8 Un	62		40
32122	9BD13 U< L2 ! /D	9.41.1-24 Podpěťová ochrana 0.8 Un	63		40
32125	9BD13 U< L3 ! /D	9.41.1-24 Podpěťová ochrana 0.8 Un	64		40
32132	9BD13 Is2t n< /D	9.41.1-24 Kontrola rozběhu pohonu	66	ANO	24
32135	9BD13 Is2t n< f1 /D	9.41.1-24 Kontrola rozběhu pohonu	67	ANO	25
31909	9BD13 TCS2 /D	9.41.1-24 Kontrola zapínacího okruhu	76		77
31918	9BD13 TCS1 /D	9.41.1-24 Kontrola vypínacího okruhu	77		79



TES s.r.o.

Strana 1

Příloha I: 9BD13_OF

Dvuhodnotové změny komunikovaných ochranných funkcí - motor

Od:11.2.2015 17:04:00.000

sk.: 1 z 1 list: 1 z 2

Do:11.2.2015 18:00:59.000

	10	20	30	40	50
9BD13 >>> /D	8	4			
9BD13 >>> L1 /D	0	7			
9BD13 >>> L2 /D	0	7			
9BD13 >>> L3 /D	0	7			
9BD13 >>> f1 /D	1	4			
9BD13 >>> L1 f1 /D		5	7		
9BD13 >>> L2 f1 /D		5	7		
9BD13 >>> L3 f1 /D		5	7		
9BD13 2>G/M /D	9	2	6	4	7
9BD13 2>G/M ! /D				5	7
9BD13 th>M f1 /D					6
9BD13 U< /D	3	1	6	2	1
9BD13 U< L1 /D		7	2, 3	9	3
9BD13 U< L2 /D		7	2, 3	8	2
9BD13 U< L3 /D		7	2, 3	8	3
9BD13 U< ! /D		9	1	0	2
9BD13 U< L1 ! /D		0	2, 3	1	3
9BD13 U< L2 ! /D		0	2, 3	1	3
9BD13 U< L3 ! /D		0	2, 3	1	3
9BD13 s2t n< /D		8	4	8	
9BD13 s2t n< f1 /D			5	8	
9BD13 TCS1 /D					
9BD13 TCS2 /D					



TES s.r.o.

Strana 2

Příloha I: 9BD13_OF

Dvuhodnotové změny komunikovaných ochranných funkcí - motor

Od:11.2.2015 17:04:00.000

sk.: 1 z 1 list: 2 z 2

Do:11.2.2015 18:00:59.000

	60	70	80
9BD13 >>> /D	7 3		
9BD13 >>> L1 /D	8 5		
9BD13 >>> L2 /D	8 5		
9BD13 >>> L3 /D			
9BD13 >>> f1 /D	9 3		
9BD13 >>> L1 f1 /D	0 5		
9BD13 >>> L2 f1 /D	0 5		
9BD13 >>> L3 f1 /D			
9BD13 2>G/M /D	4		
9BD13 2>G/M ! /D	1 4		
9BD13 th>M f1 /D			
9BD13 U< /D	2	0 2	1
9BD13 U< L1 /D	6	1 3	2
9BD13 U< L2 /D	5	1 4	2
9BD13 U< L3 /D	5	1 3	2
9BD13 U< ! /D	8	0	5 1
9BD13 U< L1 ! /D	9	1	6 2
9BD13 U< L2 ! /D	9	1	6 2
9BD13 U< L3 ! /D	9	1	6 2
9BD13 s2t n< /D	7		
9BD13 s2t n< f1 /D			
9BD13 TCS1 /D			9 0
9BD13 TCS2 /D		7 8	



TES s.r.o.

Strana 3

Příloha I: 9BD13_OF

Dvuhodnotové změny komunikovaných ochranných funkcí - motor

Od:11.2.2015 17:04:00.000

Do:11.2.2015 18:00:59.000

T[1] = 9BD13 I>>> /D do 1					T0 = Začátek měření										
č.	T			od T[1]		od T0		č.	T			od T[1]		od T0	
	dd.mm	hh:mm:ss.sss	hh:mm:ss.sss	hhh:mm	ss.sss	hhh:mm	ss.sss		dd.mm	hh:mm:ss.sss	hh:mm:ss.sss	ss.sss	hhh:mm	ss.sss	
8	11.02	17:10	52.521	00.000	06	52.521	62	11.02	17:24	38.285	13	45.764	20	38.285	
9		17:10	52.532	00.011	06	52.532	63		17:24	38.289	13	45.768	20	38.289	
10		17:10	52.551	00.030	06	52.551	64		17:24	38.296	13	45.775	20	38.296	
11		17:10	52.562	00.041	06	52.562	65		17:24	38.304	13	45.783	20	38.304	
12		17:10	52.582	00.061	06	52.582	66		17:24	38.314	13	45.793	20	38.314	
13		17:10	52.593	00.072	06	52.593	67		17:24	38.394	13	45.873	20	38.394	
14		17:10	52.597	00.076	06	52.597	68		17:24	48.265	13	55.744	20	48.265	
15		17:10	52.601	00.080	06	52.601	69		17:24	48.296	13	55.775	20	48.296	
16		17:10	52.603	00.082	06	52.603	70		17:26	45.817	15	53.296	22	45.817	
17		17:10	52.611	00.090	06	52.611	71		17:26	45.834	15	53.313	22	45.834	
18		17:10	52.701	00.180	06	52.701	72		17:26	54.386	16	01.865	22	54.386	
19		17:11	02.572	10.051	07	02.572	73		17:26	54.414	16	01.893	22	54.414	
20		17:11	02.633	10.112	07	02.633	74		17:26	54.944	16	02.423	22	54.944	
21		17:12	58.893	02 06.372	08	58.893	75		17:27	04.356	16	11.835	23	04.356	
22		17:12	58.904	02 06.383	08	58.904	76		17:27	04.407	16	11.886	23	04.407	
23		17:12	58.905	02 06.384	08	58.905	77		17:29	04.597	18	12.076	25	04.597	
24		17:12	59.892	02 07.371	08	59.892	78		17:29	07.086	18	14.565	25	07.086	
25		17:13	20.292	02 27.771	09	20.292	79		17:29	52.387	18	59.866	25	52.387	
26		17:13	20.312	02 27.791	09	20.312	80		17:29	53.887	19	01.366	25	53.887	
27		17:13	20.338	02 27.817	09	20.338	81		17:31	49.457	20	56.936	27	49.457	
28		17:13	20.411	02 27.890	09	20.411	82		17:31	49.478	20	56.957	27	49.478	
29		17:13	20.430	02 27.909	09	20.430									
30		17:13	30.283	02 37.762	09	30.283									
31		17:13	30.339	02 37.818	09	30.339									
32		17:15	58.544	05 06.023	11	58.544									
33		17:15	58.559	05 06.038	11	58.559									
34		17:15	59.544	05 07.023	11	59.544									
35		17:16	30.344	05 37.823	12	30.344									
36		17:17	33.804	06 41.283	13	33.804									
37		17:17	33.814	06 41.293	13	33.814									
38		17:17	33.827	06 41.306	13	33.827									
39		17:17	43.775	06 51.254	13	43.775									
40		17:17	43.858	06 51.337	13	43.858									
41		17:19	43.345	08 50.824	15	43.345									
42		17:19	43.357	08 50.836	15	43.357									
43		17:19	43.365	08 50.844	15	43.365									
44		17:19	44.324	08 51.803	15	44.324									
45		17:19	44.345	08 51.824	15	44.345									
46		17:21	17.662	10 25.141	17	17.662									
47		17:21	17.685	10 25.164	17	17.685									
48		17:21	17.700	10 25.179	17	17.700									
49		17:21	17.780	10 25.259	17	17.780									
50		17:21	17.864	10 25.343	17	17.864									
51		17:21	27.664	10 35.143	17	27.664									
52		17:21	27.780	10 35.259	17	27.780									
53		17:24	36.926	13 44.405	20	36.926									
54		17:24	36.944	13 44.423	20	36.944									
55		17:24	37.914	13 45.393	20	37.914									
56		17:24	37.917	13 45.396	20	37.917									
57		17:24	37.920	13 45.399	20	37.920									
58		17:24	37.934	13 45.413	20	37.934									
59		17:24	37.960	13 45.439	20	37.960									
60		17:24	37.994	13 45.473	20	37.994									
61		17:24	38.135	13 45.614	20	38.135									

Datum tisku : 29.4.2015 15:39:55

Vypracoval : Vladimír Šula

.....
podpis

Příloha J: Seznam signálů v DR - motor

ID_GRAF	Popis a význam signálu
IL1	Proud ve fázi L1
IL2	Proud ve fázi L2
IL3	Proud ve fázi L3
UL1	Napětí ve fázi L1
UL2	Napětí ve fázi L2
UL3	Napětí ve fázi L3
GEN START	Generální popud
GEN TRIP	Generální působení
PHIPTOC START	Nadproudová zkratová ochrana mžiková – popud
STTPMSU START	Kontrola rozběhu pohonu – popud
MNSPTOC START	Ochrana při nesymetrické zátěži – popud
DEFPLDEF STAR	Zemní směrová ochrana – popud
PHPTUV START	Podpěťová ochrana - popud
PHIPTOC TRIP	Nadproudová zkratová ochrana mžiková – působení
STTPMSU TRIP	Kontrola rozběhu pohonu – působení
MNSPTOC TRIP	Ochrana při nesymetrické zátěži – působení
DEFPLDEF TRIP	Zemní směrová ochrana – působení
PHPTUV TRIP	Podpěťová ochrana - působení
MPTTR TRIP	Tepelné přetížení motoru – působení
MPTTR ALARM	Tepelné přetížení motoru - alarm
TCSSCBR1 AL	Kontrola vypínacího okruhu
TCSSCBR2 AL	Kontrola zapínacího okruhu
CCRDIF FAIL	Kontrola proudových obvodů - chyba
CCRDIF ALARM	Kontrola proudových obvodů - signalizace
QM ZAP	Stav vypínače – ZAP
QM VYP	Stav vypínače – VYP
ZAP od CSJI	Povel ZAP – ČSJI
Nenastradano	Nenastrádáno
VYP od CSJI	Povel VYP – ČSJI
VYP od PV	Vypnutí od PV – 1KF70

ID_GRAF	Popis a význam signálu
QM VYSUNUT	Stav podvozku – vysunuto
QN ZASUNUT	Stav podvozku – zasunuto
U por signali	Hlídnání U – obvody poruchové signalizace
Jist 1FA47	Výpadek jističe 1FA47 – Temperování skříně
Jist 1FA19	Výpadek jističe 1FA19 – PTN 100 V pro měření
Jist 1FA16	Výpadek jističe 1FA16 – Kmitavá a vypínaná přípojnice
Jist 1FA17	Výpadek jističe 1FA17 – Kmitavá a vypínaná přípojnice
KVITACE	W851 – kvitace
U stradac	Hlídnání U – střadač
U ovl obvody	Hlídnání U – ovládací obvody
CCBRBRF TRBU	Automatika selhání vypínače
CCBRBRF TRRET	Selhání vypínače- retrip
1SA1 pom U	1SA1 – skříň v provozu
Jist 1FA22	Výpadek jističe FA22 – PTN 100 V pro měření