

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Chránění transformátoru ve vlastní spotřebě JE

Zde je vložen originál zadání diplomové práce.

Anotace

Peterka M. Využití uživatelského prostředí PCM 600 pro konfiguraci terminálů REC 670. Katedra energetiky a ekologie, Západočeská univerzita v Plzni – Fakulta Elektrotechnická.

Předložená diplomová práce se zabývá historií instrumentace ochran pro chránění transformátorů ve vlastní spotřebě jaderné elektrárny a vytvoření programu v uživatelském prostředí PCM 600.

Klíčová slova

Proudová ochrana A 15 a AT 31 X1, zemní ochrana RIgx-10, elektronická digitální ochrana SPAJ 140 C, elektronická ochrana ALOX S1, digitální terminál REC 670, uživatelské prostředí PCM 600 a komunikační protokol IEC 61850.

Abstract

Peterka M. Usage of user interface PMC 600 for terminal REC 670 configuration. Department of Electric power engineering and Ecology, University of West Bohemia in Pilsen – Faculty of Electrical Engineering.

This thesis describes the instrumentation history of transformer protections in nuclear power plant own consumption. Also it involves description of code created with the user interface PCM 600.

Key words

Current protection A 15 and AT 31 X1, earth-fault protection RIgx-10, electronic digital protection SPAJ 140 C, electronic protection ALOX S1, digital terminal REC 670, user interface PMC 600, communication protocol IEC 61850.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 27.6.2013

Bc. Milan Peterka

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Karlovi Noháčovi, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Mé poděkování patří i kolegům ze zaměstnání Ing. Vlastimilovi Staude a Bc. Ivo Jíšovi za jejich ochotu a vstřícnost při konzultacích diplomové práce, odborné rady a pomoc při řešení úkolů.

Obsah

Úvod	11
1 Elektrické ochrany	12
1.1 Základní pojmy	12
1.2 Funkce elektrických ochran	13
1.3 Požadavky na činnost elektrické ochrany	13
1.3.1 Spolehlivá činnost elektrických ochran	14
1.3.2 Kontrola činnosti elektrických ochran	14
1.3.3 Opatření pro chránění důležitých částí ES	15
1.3.4 Požadavky na přístrojové transformátory	15
1.3.5 Požadavky na napájení pomocným napětím	15
1.3.6 Požadavky na vypínače	16
1.4 Selektivita elektrických ochran	16
1.4.1 Možné způsoby vytváření selektivity	17
1.5 Zálohování elektrických ochran	17
1.5.1 Vzdálená záložní elektrická ochrana	17
1.5.2 Místní záložní elektrická ochrana	18
1.6 Citlivost elektrických ochran	19
1.7 Rozdělení elektrických ochran	19
1.8 Typy poruch na elektrickém vedení	21
1.9 Typy poruch a jejich význam	22
1.9.1 Jednofázový zkrat	22
1.9.2 Jednofázové zemní spojení	22
1.9.3 Dvufázový zkrat	23
1.9.4 Dvufázový zemní zkrat	23
1.9.5 Dvojitě zemní spojení	23
1.9.6 Třífázový zkrat	24
1.9.7 Přerušení fáze vedení	24
1.9.8 Proudové přetížení	25
1.9.9 Kývání generátorů a asynchronní chod	25
1.9.10 Přepětí	25
1.9.11 Nadpětí a podpětí	25
2 Elektrické ochrany transformátorů a příslušenství	26
2.1 Elektrické ochrany transformátoru ve VS na ETE	30

2.1.1	Proudová ochrana A 15	32
2.1.2	Proudová ochrana AT 31 X1	34
2.1.3	Zemní ochrana RIgX-10	36
2.1.4	Elektronická digitální ochrana SPAJ 140 C	37
2.1.5	Elektronická ochrana ALOX S1	39
2.1.6	Digitální terminál REC 670	42
3	Vlastní návrh projektu.....	45
3.1	Uživatelské prostředí PCM 600 včetně komunikačního protokolu	45
3.2	Převod zapojení do konfiguračního projektu	48
3.2.1	Záložka AI_MEAS.....	48
3.2.2	Záložka PROT_I.....	49
3.2.3	Záložka VIO_BI	49
3.2.4	Záložka VIO_BO	49
3.2.5	Záložka CB_CONTROL_TRIP.....	50
3.2.6	Záložka COMMON_and_LOGIC	51
3.2.7	Záložka DREP	51
3.2.8	Záložka GGIO.....	52
3.3	Parametrizace ochranných funkcí	52
4	Realizace přezbrojení pole pro síťový transformátor.....	55
4.1	Projektová příprava záměny ochran.....	55
4.2	Způsob realizace záměny ochran.....	58
4.2.1	Přípravná a montážní fáze	58
4.2.2	Zkušební fáze	58
4.2.3	Fáze demontáže, montáže a zkoušek na rozvodně.....	59
4.2.4	Fáze tvorby komunikačního systému.....	60
Závěr	61
Použitá literatura.....		63
Přílohy	64

Seznam symbolů a zkratk

ACT	Application Configuration Tool
APV	Automatika podpětového vypínání
ASV	Automatika selhání vypínače
BAPP	Budova aktivních pomocných provozů
BVS	Bloková výměňková stanice
ČCHV	Čerpadlo chladící vody
ČSN	Československá norma
ES	Elektrizační soustava
ETE	Elektrárna Temelín
F32	Ochrana ASV
F111	Mžiková nadproudová ochrana
F112	Časová zpožděná nadproudová ochrana
F131	Nadproudová zpožděná ochrana
F149	Zpožděná nadproudová zemní ochrana
GDT	Graphical Display Editor
GOOSE	Generic Object Oriented Substation Event
HCC	Hlavní cirkulační čerpadlo
HMI	Human Machine Interface
HVB	Hlavní výrobní blok
HZO	Havarijní záblesková ochrana
IEC 61850	Substation Automation Communication Standard
IED	Intelligent Electronic Device
IRF	Internal Fail Signal
IP	Internet Protocol
JB	Jaderná bezpečnost
L1, L2, L3	Fázové vodiče
LAN	Local Area Network
LED	Light Emitting Diode
nn	Nízké napětí
NTO	Nízkotlaký ohřívač
OZ	Opětovné zapnutí
PCM 600	Protection and Control IED Manager

PST	Parameter Setting Tool
PTN	Přístrojový transformátor napětí
PTP	Přístrojový transformátor proudu
RNVS	Rezervní napájení vlastní spotřeby
SW	Software
TCP	Transmission Control Protocol
TVN	Technická voda důležitá
UIS-WEC	Unit Information System – Westinghouse Electric Company
vn	Vysoké napětí
VS	Vlastní spotřeba
vvn	Velmi vysoké napětí
WAN	Wide Area Network
ZN	Zajištěné napájení
zvn	Zvlášť vysoké napětí

Úvod

Cílem diplomové práce je navrhnout a realizovat projekt konfigurace v uživatelském prostředí PCM 600 pro terminál REC 670. Terminály REC 670 jsou určeny pro chránění vývodů z elektrických rozvodů především úrovně 400 kV. V tomto případě slouží pro chránění vývodů na transformátory 6 / 0,4 kV, 6 / 0,23 kV a motorů 6 kV. Základní typové projekty konfigurace navržené firmou ABB byly rozšířeny a přizpůsobeny jednotlivým vývodům a instalovány do terminálů dodaných firmou ABB.

Diplomová práce je rozdělena do čtyř hlavních kapitol. První kapitola se skládá z devíti částí, kde jsou definovány základní pojmy a principy činnosti elektrických ochranných, vyjmenovány funkce elektrických ochranných, popsány požadavky kladené na elektrické ochrany (např. spolehlivost, zálohování, kontrolování, napájení atd.), vyjmenovány možné způsoby vytváření selektivity, popsáno zálohování elektrických ochranných, definována citlivost elektrických ochranných, uvedeno rozdělení elektrických ochranných a vyjmenovány a popsány různé typy možných poruch elektrického vedení.

Ve druhé kapitole je popsáno jakými typy ochranných se vybavují určité objekty dle normy ČSN 33 3051. Dále v této kapitole jsou znázorněny a popsány konkrétní elektrické ochranné, kterými se vybavovaly vývody pro transformátory ve vlastní spotřebě jaderné elektrárny. Tato část představuje v podstatě průřez možnostmi instrumentace, jaké zde byly a jsou od šedesátých let minulého století (A 15, AT 31 X) do současnosti (SPACOM, RELION).

Ve třetí kapitole je popsán konfigurační program PCM 600 a vlastní konfigurace terminálu pro transformátorový vývod včetně parametrizace ochranných funkcí. Obdobně byly konfigurovány i motorové vývody, přívody sekcí a pole měření rozvodů 6 kV. Z jednotlivých konfigurací pak byly a jsou vytvořeny projekty celých sekcí. Projekt konfigurací sekce je základní jednotkou, na jejíž úrovni jsou vytvářeny komunikační programy.

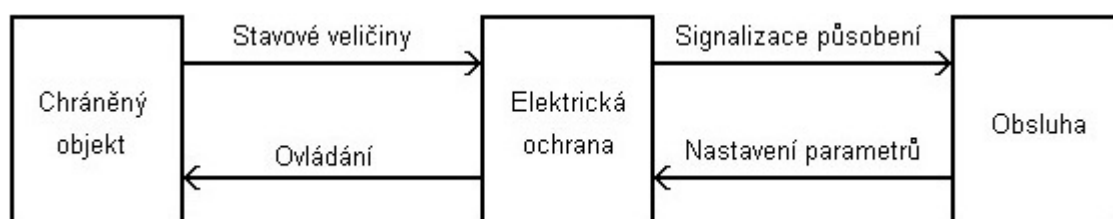
Ve čtvrté kapitole je popsán způsob realizace náhrady instrumentace vývodu terminálem REC 670. Tento postup se uplatnil pro všechny typy vývodů i přívodů sekcí rozvodů 6 kV a je významný především z hlediska rychlosti realizace záměny a zprovoznění realizovaných sekcí 6 kV.

1 Elektrické ochrany

Elektrizační soustava zahrnuje prvky určené pro výrobu, transformaci, přenos, rozvod a spotřebu elektrické energie. Z hlediska zabezpečení spolehlivosti provozu je systém chránění důležitou částí elektrizační soustavy. Elektrická ochrana je jedna ze součástí systému chránění. Elektrická ochrana má rozhodnout na základě vstupních informací (hodnot) a nastavených parametrů jde-li o poruchový nebo dovolený provozní stav. Na základě identifikace poruchového stavu uvnitř chráněného objektu, musí dát elektrická ochrana povel na vypnutí resp., musí signalizovat abnormální provozní stav obsluze. Od elektrických ochran se požaduje, aby přesně působily ve vymezených částech tak, aby bezporuchové části elektrizační soustavy zůstaly vždy v provozním stavu, resp., aby následky poruch byly eliminovány na co nejmenší míru. [1]

1.1 Základní pojmy

Elektrická ochrana je zařízení, které zajišťuje spolehlivost a bezpečnost provozu daného úseku energetického systému. Svými vstupy se připojují přes měřící transformátory proudu a napětí, ze kterých získávají popř. dalších čidel informaci o změnách jednotlivých elektrických veličin chráněného objektu. Vzájemná spolupráce elektrické ochrany a chráněného objektu je naznačena na obr. 1. Měřící transformátor upravuje měřené hodnoty elektrických veličin na vhodné hodnoty pro elektrickou ochranu. Elektrická ochrana je určena k identifikaci poruchy chráněného objektu a vhodnému zásahu při poruše (např. vypnutí přívodu do rozvodny nebo vypnutí vývodu ke spotřebiči apod.). Musí rozlišit, zda je chráněný objekt v nominálním provozu nebo jestli se jedná o poruchu.



Obr. 1: Blokové schéma funkce elektrické ochrany

Činnost elektrické ochrany je zřejmá z výše uvedeného jednoduchého blokového schématu. Obsluha provede nastavení parametrů (např. citlivost, časové zpoždění atd.) elektrické ochrany, která kontinuálně zpracovává informace o stavu chráněného objektu. Při změně stavových veličin na hodnoty odpovídající nastavení elektrická ochrana zamezuje

havárii chráněného objektu tím, že vyšle povel na vypnutí a současně svoje působení signalizuje obsluze.

Chráněný objekt je energetické zařízení, které je určeno pro výrobu, přenos, transformaci, rozvod a užití elektrické energie (např. generátor, transformátor, motor, vedení apod.), přičemž elektrická ochrana zajišťuje, aby chráněný objekt nepřekročil meze nominálního provozu.

Měřená veličina je elektrická veličina (např. napětí, proud apod.), která je přiváděna do elektrické ochrany, podle níž elektrická ochrana rozpoznává poruchový stav od nominálního stavu.

Stavová veličina je veličina chráněného objektu podle jejíž velikosti elektrická ochrana kontroluje okamžité chování objektu. Jako stavová veličina v oboru elektrických ochrann může být (např. napětí, proud, výkon, frekvence apod.).

Poruchový stav je stav, který přesáhl meze nominálního provozu (např. zkrat, nadpětí, podpětí, ztráta buzení apod.).

1.2 Funkce elektrických ochrann

Elektrické ochrann strojů a rozvodných zařízení v případě poruchy a abnormálních provozních stavů musí plnit následující činnosti:

- rychle a spolehlivě detekovat poruchu nebo překročení meze nominálního provozu chráněného zařízení
- vypnout je v čase, který musí být stanoven tak, aby se zabránilo vzniku škod nebo omezil jejich rozsah na stroji nebo zařízení a zajistila se ochrana osob před účinky elektrické energie
- snížit riziko požáru v závislosti na tepelných účincích zkratového proudu
- zajistit, aby se porucha nerozšířila na ostatní prvky v elektrizační soustavě (dále jen ES) a neohrozila její chod a napájení spotřebitelů [5]

1.3 Požadavky na činnost elektrické ochrann

Elektrická ochrana je složité technické zařízení, které je důležitou součástí ES. Proto se na elektrické ochrann kladou následující požadavky. [5]

1.3.1 Spolehlivá činnost elektrických ochran

Spolehlivé chránění elektrických strojů a rozvodných zařízení je nutné zabezpečit především:

- analýzou provozních stavů (poruchových i bezporuchových)
- výběrem vhodných charakteristik pro jednotlivé prvky systému ochran a jeho technickým řešením
- selektivitou systému ochran
- zálohováním
- výpočty nebo změřením potřebných parametrů jednotlivých prvků chráněného zařízení
- konstrukčním provedením ochran (a dalších prvků) a jakosti výroby, montáže a zkoušek
- předpoklady pro zkoušení a údržbu systému ochran [5]

Z hlediska spolehlivosti elektrické ochrany se rozeznávají:

- pravděpodobnost selhání elektrické ochrany
- pravděpodobnost nežádoucího působení elektrické ochrany [5]

Systém elektrických ochran má rozlišit:

- normální provozní podmínky
- neobvyklé provozní podmínky
- poruchový stav [5]

1.3.2 Kontrola činnosti elektrických ochran

Pro odhalení eventuální závady elektrické ochrany za normálního provozu a kontrolu její činnosti se požaduje alespoň jeden z následujících způsobů:

- trvalá automatická kontrola důležitých obvodů elektrické ochrany
- automatizované funkční zkoušky za provozu (ruční volbou nebo v naprogramovaných časových intervalech)
- periodická provozní kontrola [5]

Pro snadné ruční přezkoušení jsou zařízení elektrických ochran vybavena zkušebními zásuvkami nebo měřicími svorkami. [5]

Pro vyhodnocení činnosti elektrických ochran se zajistí zpracování potřebných signálů ze systému elektrických ochran (poruchová signalizace, informační systém). [5]

1.3.3 Opatření pro chránění důležitých částí ES

Za důležité části ES v tomto smyslu se považují:

- mezistátní vedení (220 kV a vyšší)
- nadřazená přenosová soustava (220 kV a vyšší)
- alternátory včetně vyvedení výkonu
- systém rozvodu pro zajištění RNVS jaderně energetických zařízení
- systém VS jaderně energetických zařízení zajišťujících jejich JB
- další části ES, kde je v důsledku selhání nebo nežádoucího působení elektrických ochran riziko následných škod většího rozsahu [5]

1.3.4 Požadavky na přístrojové transformátory

Pro zajištění správné činnosti elektrických ochran musí být výrobcem elektrických ochran stanoveny též požadavky na příslušné parametry přístrojových transformátorů a na spojovací vedení mezi nimi a elektrickými ochranami. Není-li elektrická ochrana schopna za všech podmínek bezchybné činnosti s přesycenými transformátory proudu nebo kapacitními transformátory napětí, musí být omezující podmínky uvedeny v technických podmínkách elektrické ochrany. [5]

Požadovaný skutečný nadproudový činitel přístrojových transformátorů proudu se stanoví výpočtem pro jednotlivé druhy a typy elektrických ochran a schéma jejich zapojení. [5]

Elektrické ochrany a automatiky, které by mohly nesprávně působit při vypnutí nebo zapnutí jističe, mají být vybaveny blokováním činnosti pro tento stav. [5]

Vypnutí jističů obvodu elektrických ochran přístrojového transformátoru napětí musí být hlášeno jako výstraha na řídicí pracoviště. [5]

1.3.5 Požadavky na napájení pomocným napětím

Elektrické ochrany a automatiky, které by mohly nesprávně působit při poklesu nebo ztrátě pomocného napětí, musí být vybaveny blokováním činnosti pro tento stav. [5]

Každá samostatná část elektrické stanice zvn a vvn nebo výroby elektrické energie (např. rozvodna nebo blok výroby) musí mít oddělené jištění a napájení pomocným napětím ze dvou nezávislých zdrojů pro hlavní elektrické ochrany včetně prvních vypínacích cívek a pro záložní ochrany včetně druhých vypínacích cívek vypínačů. [5]

Každé elektrické zařízení (např. odbočka nebo stroj) vybavené hlavní a záložní elektrickou ochranou musí mít oddělené jištění a napájení pomocným napětím pro hlavní elektrickou ochranu včetně první vypínací cívky a pro záložní elektrickou ochranu včetně druhé vypínací cívky vypínače z příslušných samostatných sekcí rozvodu pomocného napětí. [5]

Způsob napájení musí být zajištěn i pro důležitá rozvodná zařízení vn (např. alternátory energetických bloků, transformátory apod.). [5]

Pro zařízení výše uvedených má být zajištěna selektivita jištění na všech úrovních pomocného napětí. [5]

Ztráta pomocného napětí v rozvodu pro napájení elektrických ochran a vypínacích cívek a pro napájení hlavní a záložní elektrické ochrany včetně vypínací cívky musí být signalizována na řídicí pracoviště. [5]

1.3.6 Požadavky na vypínače

Vypínače zvn a vvn musí být vybaveny dvěma vypínacími cívkami. Dále se doporučuje, aby dvě vypínací cívky měly důležité vypínače vn v přívozech od transformátorů vlastní spotřeby jaderných elektráren, v obvodech regulace a řízení výkonu alternátoru. [5]

Pokud vypínač není připraven k vypnutí (např. při ztrátě tlaku izolačního plynu), musí být vypínací obvod vybaven blokováním činnosti po dobu trvání tohoto stavu. Tento stav musí být signalizován. [5]

1.4 Selektivita elektrických ochran

Selektivní působení elektrické ochrany zajišťuje vypnutí pouze úseku (zařízení) postiženého poruchou a umožňuje další provoz zbylé nepostižené části soustavy. [5]

1.4.1 Možné způsoby vytváření selektivity

Selektivita časovým odstupňováním. Podstata spočívá v tom, že elektrické ochrany jsou zpožděny, a to tak, že z každé dvojice elektrických ochran (např. nadproudových) má delší zpoždění ta, která je dále od místa poruchy ve směru ke zdroji napájení. [5]

Selektivita nastavením úrovně charakteristické veličiny. Podstata spočívá v různém nastavení hodnot charakteristické veličiny (např. u mžikových elektrických ochran). [5]

Selektivita zpracováním více charakteristických veličin současně. Příkladem jsou impedanční (distanční) elektrické ochrany. [5]

Selektivita zpracováním informací z více míst. Příkladem jsou rozdílové, srovnávací nebo logické elektrické ochrany. [5]

Selektivita kombinací předcházejících způsobů. Používá se nejčastěji. [5]

1.5 Zálohování elektrických ochran

Rozsah oblasti chránění musí být navržen tak, aby nevznikl nechráněný úsek ES a sousední oblasti se překrývaly. [5]

Každá samostatná část ES (elektrický stroj, přípojnice rozvodného zařízení, vedení atd.) musí být vybavena elektrickou ochranou hlavní, která při poruše této části zajistí její rychlé a selektivní vypnutí. [5]

Pro chránění zvláště důležitých částí ES se doporučuje použít dvě hlavní elektrické ochrany. [5]

V případě selhání hlavní elektrické ochrany zajistí vypnutí poruchy záložní elektrická ochrana a to vždy kromě případů níže vyjmenovaných. U záložní elektrické ochrany se připouští nižší kvalita chránění (např. delší doba působení, nižší selektivita atd.), než jakou poskytuje základní elektrická ochrana. [5]

1.5.1 Vzdálená záložní elektrická ochrana

Uskutečňuje se působením hlavní elektrické ochrany úseků sousedících s úsekem, kde selhala hlavní elektrická ochrana. Elektrická ochrana chrání kromě vlastního úseku, pro který je určena, zpravidla s časovým zpožděním i postižený sousední úsek. [5]

Omezuje šíření poruchy do sousedních oblastí a je založena na principu překrývání oblastí chránění. [5]

V případě, že plné zálohování nelze technicky provést, připouští se zkrácení pásma zálohování:

- na sousedním úseku, kde vlivem napájení z více zdrojů je proud v místě poruchy větší než v místě elektrické ochrany
- za transformátory nebo reaktory
- na koncích dlouhého vedení
- pro málo pravděpodobné přechodné stavy [5]

1.5.2 Místní záložní elektrická ochrana

Místní záložní elektrická ochrana se uskutečňuje doplněním hlavní elektrické ochrany další elektrickou ochranou téhož úseku. [5]

Zřizuje se u všech důležitých a nákladných prvků ES (např. alternátory a transformátory větších výkonů, vedení od 220 kV), a tam, kde není možné zálohování ze sousedního úseku, protože to nedovoluje podstat hlavní elektrické ochrany nebo ekonomické hledisko. [5]

Záložní elektrická ochrana má být konstruována na jiném principu než hlavní elektrická ochrana pokud se tím zvýší kvalita chránění. Není-li to možné, hlavní elektrická ochrana se zdvojí (např. zpětná wattová). [5]

Hlavní a záložní elektrická ochrana u důležitých zařízení výše zmiňovaných musí být připojena na různá vinutí přístrojových transformátorů. [5]

Hlavní elektrická ochrana působí na první vypínací cívku vypínače, záložní elektrická ochrana působí na druhou vypínací cívku vypínače, pokud je vypínač vybaven dvěma vypínacími cívkami. [5]

Elektrická ochrana, kterou není možné nebo vhodné zálohovat resp. zdvojit, má působit na obě vypínací cívky vypínače, pokud je vypínač vybaven dvěma vypínacími cívkami. [5]

1.6 Citlivost elektrických ochran

Citlivost elektrické ochrany je mírou její schopnosti rozlišit stav, při kterém má působit, od stavu, při kterém nemá působit. Citlivost elektrické ochrany se určuje součinitelem citlivosti. [5]

Pro elektrické ochrany působící při narůstání kontrolované veličiny v průběhu poruchy (např. proudu) je součinitel citlivosti poměr hodnoty výpočtové veličiny při poruše v chráněném úseku k hodnotě veličiny nastavené na relé. [5]

Pro elektrické ochrany působící při poklesu kontrolované veličiny v průběhu poruchy (např. napětí) je součinitel citlivosti poměr hodnoty veličiny nastavené na relé k hodnotě výpočtové veličiny při poruše v chráněném úseku. [5]

Součinitel citlivosti se stanoví individuálně podle druhu a provedení relé. [5]

1.7 Rozdělení elektrických ochran

Elektrické ochrany se nejčastěji rozdělují podle následujících kritérií.

- 1) Podle typu chráněného objektu:
 - a) Ochrany alternátorů a synchronních kompenzátorů
 - Ochrany turboalternátorů a alternátorů
 - Ochrany hydroalternátorů
 - Ochrany budících alternátorů
 - Ochrany synchronních alternátorů
 - b) Ochrany transformátorů a příslušenství
 - Ochrany blokových transformátorů
 - Ochrany transformátorů v odbočce vlastní spotřeby
 - Ochrany síťových transformátorů a jejich odboček
 - Ochrany odporů a tlumivek v uzlu transformátoru
 - c) Ochrany elektromotorů
 - d) Ochrany venkovních a kabelových vedení
 - e) Ochrany přípojníc, zapouzdřených rozvodů a skříňových rozvaděčů
 - f) Ochrany ostatních elektrických strojů a zařízení
 - g) Systém ochrany při selhání vypínače

- 2) Podle doby působení:
 - a) Časově závislá ochrana
 - b) Časově nezávislá ochrana
 - c) Mžiková ochrana

- 3) Podle druhu poruchy:
 - a) Zkratová ochrana
 - b) Ochrana při proudovém přetížení
 - c) Podpět'ová nebo nadpět'ová ochrana
 - d) Podfrekvenční nebo nadfrekvenční ochrana
 - e) Ochrana při ztrátě buzení
 - f) Ochrana při zemním spojení
 - g) Ochrana při zpětném toku výkonu

- 4) Podle funkčního principu:
 - a) Proudová ochrana
 - b) Napět'ová ochrana
 - c) Impedanční (distanční) ochrana
 - d) Frekvenční ochrana
 - e) Rozdílová ochrana podélná nebo příčná
 - f) Srovnávací ochrana
 - g) Výkonové ochrany (zpětná wattová a jalová ochrana)
 - h) Ochrana při (proudové nebo napět'ové) nesymetrii
 - i) Ochrana na zpětnou nebo nulovou složku napětí nebo proudu

- 5) Podle konstrukce
 - a) Elektromechanické ochrany
 - b) Elektronické ochrany (tranzistory a operační zesilovače)
 - c) Elektronické ochrany (složitější integrované ochrany)
 - d) Elektronické ochrany (procesory s číslicovým zpracováním signálu)

- 6) Podle připojení k chráněnému objektu
 - a) Primární ochrana
 - b) Sekundární ochrana

1.8 Typy poruch na elektrickém vedení

Na venkovních vzdušných a kabelových vedení mohou vznikat následující poruchy.

- 1) Spojení jedné fáze vedení se zemí
 - a) Jednofázový zkrat – v soustavě s účinně uzemněným uzlem
 - b) Jednofázové zemní spojení – v soustavě s izolovaným nebo neúčinně uzemněným uzlem
- 2) Vzájemné spojení dvou fází vedení
 - a) Dvoufázový zkrat
 - Kovový mezifázový zkrat
 - Obloukový mezifázový zkrat
 - Zemní mezifázový zkrat v soustavě s účinně uzemněným uzlem
 - Zemní mezifázový zkrat v soustavě s neúčinně uzemněným uzlem
- 3) Vzájemné spojení tří fází vedení
 - a) Trojfázový zkrat
 - b) Trojfázový zemní zkrat
- 4) Přerušení (přetržení) vodičů
- 5) Abnormální provozní stavy vedení
 - a) Nadproudy a poklesy napětí vyvolané proudovým přetížením nebo zkraty v jiných místech ES.
 - b) Kývání výkonu na vedení způsobené narušením synchronizmu paralelně pracujících synchronních generátorů v důsledku pulzujícího proudu a napětí. Nejčastěji jde o stav na vedení při pomalém vypnutí zkratu.
 - c) Odchytky napětí a frekvence způsobené při vypnutí dlouhých vedení vvn nebo náhlém odlehčení soustavy apod.
 - d) Vznik provozních přepětí zejména v soustavách s neúčinně uzemněným uzlem.

Jestli půjde z hlediska poruch na vedení o zemní spojení nebo zkrat rozhoduje způsob uzemnění uzlu transformátoru, který napájí danou elektrickou soustavu. V případě, že uzel transformátoru bude přímo spojený se zemí, pak se v této elektrické soustavě budou vyskytovat poruchy typu zkrat. A pokud má elektrická soustava neúčinně uzemněný uzel transformátoru budou se zde vyskytovat mezi fázové zkraty a zemní spojení. [1]

1.9 Typy poruch a jejich význam

Nejčastější typy poruch jsou zkraty, které vznikají na elektrických soustavách s účinně uzemněným uzlem transformátoru. Ke zkratům dochází při přeskočení oblouku mezi okolím spojeným se zemí a fázovými vodiči vedení nebo v důsledku přetržení fázových vodičů a jejich spadnutí na zem nebo na jiné fáze a přeskokem oblouku mezi fázovými vodiči vedení. Elektrické zkraty jsou buď kovové (např. galvanické spojení v místě poruchy) nebo obloukové. Nejčastější případ poruch jsou obloukové zkraty. Další poruchy rozeznáváme z hlediska velikosti přechodové impedance na nízko impedanční (kovový zkrat, obloukový zkrat) a vysoko impedanční (např. pád přetrženého vodiče na zem na nevodivý materiál, jako je asfalt, štěrk apod.). Stupeň závažnosti poruchy je charakterizován jejím vlivem na dynamickou stabilitu elektrizační soustavy a spotřebiteli. Nejčastější porucha, která vzniká na venkovních vedení je jednofázový zkrat nebo v izolovaných sítích jednofázové zemní spojení. [1]

1.9.1 Jednofázový zkrat

Vzniká např. v důsledku přiblížení větví ke krajnímu fázovému vodiči a následnému přeskočení oblouku. K takovým poruchám může dojít při silném větru případně zanedbáním kácením stromů pod vedeními. Jednofázové poruchy tvoří přibližně 95 % veškerých poruch na vedení a převážná většina z nich jsou přechodového charakteru. Při použití ochrana a automatik opětovného zapnutí (dále jen OZ) je velká pravděpodobnost, že při opětovném zapínání se porucha neobnoví, protože lze předpokládat, že během vypnutého (bez napětí) stavu se větve oddálí, případně odhoří. [1]

Při jednofázovém zkratu s nízkou impedancí v místě poruchy dochází k rychlému nárůstu proudu a k poklesu napětí. Impedance poruchové smyčky bývá velmi malá. Je složena z impedance v místě poruchy (oblouku) a impedance vedení k místu poruchy tj. impedance fázového vodiče, impedance zpětného vodiče a impedance země. Jednofázový zkrat způsobuje nesymetrii soustavy. V nesymetrické soustavě jsou obsaženy všechny složky napětí a proudu. Z hlediska ohrožení dynamické stability soustavy a spotřebitelů je nejméně nebezpečný oproti vícefázovým zkratům. [1]

1.9.2 Jednofázové zemní spojení

Jednofázové zemní spojení je nejčastější poruchou v soustavách s neúčinně uzemněným uzlem transformátoru. Při zemním spojení dochází k přesunu vrcholů

trojúhelníku napětí. Poškozená fáze se dostává na potenciál země, střed soustavy se dostává na hodnotu fázového napětí a izolace vedení jsou v tomto případě namáhány sdruženým napětím. [1]

První zemní spojení neohrožuje provoz spotřebičů, ale rozvodná zařízení sítě jsou při vzniku zemního spojení namáhána přepětím. Při této poruše vzniká v síti netočivá složka proudu a napětí, která se využívá na identifikaci zemních spojení v soustavách s neúčinně uzemněným uzlem. Může se využít netočivá složka proudu samostatně (kapacitní proud) nebo v kombinaci s napětím a to měřením výkonu nebo fázového úhlu mezi netočivými složkami proudu a napětí (zbytkový činný proud tekoucí místem poruchy nebo uměle zvětšený proud přechodným zemněním uzlu transformátoru). [1]

1.9.3 Dvofázový zkrat

Vzniká vzájemným spojením dvou fází. Dochází k němu na venkovním vedení např. při vzniku extrémní námrazy a dojde-li k bočnímu větru, tak vodiče zaujmou takovou polohu, která umožní vznik vzájemných přeskoků mezi fázemi. Další možností je přetržení vodičů a jejich vzájemnému spojení. Mezi fázový zkrat je identifikován na základě vzniku sousledné a zpětné složky poruchového proudu a napětí. [1]

1.9.4 Dvofázový zemní zkrat

Vzniká vzájemným spojením dvou fází a země v jednom místě vedení v účinně uzemněné soustavě. Může k němu dojít na venkovním vedení např. při pádu zemnicího lana na dvě fáze nebo při pádu dvou fází na zem. Při této poruše dochází v místě poruchy k velkému poklesu fázových a sdružených napětí poškozených fází. Soustava se potom jeví jako nevyvážená. Dvofázový zemní zkrat se identifikuje na základě přítomnosti všech tří symetrických složek poruchových proudů a napětí. [1]

1.9.5 Dvojitě zemní spojení

Vzniká v soustavě s neúčinně uzemněným uzlem, kde může dojít ke spojení dvou rozdílných fází přes zem. Tato porucha nastane v místech se zeslabenou izolací např. při provozování vedení s jednofázovým zemním spojením a následné zemní poruše na další fázi. Dvojitě spojení fází přes zem je v podstatě již dvofázový zkrat podle charakteru buď téměř kovový nebo s omezující impedancí, a je uvažováno jako nebezpečná porucha a je zapotřebí

zabezpečit rychlé vypnutí alespoň jednoho vedení, aby se eliminovalo jedno zemní spojení. Zemní porucha v druhém místě sama zanikne nebo ji odstraní obsluha. [1]

1.9.6 Třífázový zkrat

Třífázové poruchy vznikají při nežádoucím spojení všech tří fází. Je to nejzávažnější porucha, která při nejvyšších napětích a dlouhých časových intervalech vypnutí nejčastěji ohrožuje dynamickou stabilitu soustavy. V tomto případě je nutné místo zkratu co nejrychleji odpojit od napětí. V ideálním případě vznikají při třífázových zkratech jen sousledné složky proudu a napětí. Při nedokonalém zkratu vznikají navíc zpětné složky proudu a napětí v důsledku nesymetrie. [1]

Při třífázových zkratech dochází k výraznému poklesu napětí a k nárůstu proudu ve všech třech fázích. Jako kritéria pro účely chránění vedení při třífázových zkratech lze použít napětí v kombinaci s poruchovým proudem nebo měřením impedance poškozené smyčky. [1]

Vedení se dimenzuje z hlediska účinků zkratových proudů tak, aby při působení zkratových proudů vyskytujících se v daném místě, nedocházelo k deformaci vedení vlivem elektrických, mechanických nebo tepelných účinků, které by zabraňovali jeho spolehlivé funkci. Vodiče vedení musí odolávat účinkům zkratového proudu po celou dobu jeho trvání. [1]

1.9.7 Přerušení fáze vedení

K přerušení fáze trojfázového vedení může dojít následkem mechanické poruchy vodičů vedení bez působení zkratového proudu např. přetržením jednoho, dvou nebo všech tří vodičů. Nebo důsledkem působení zkratových proudů např. přepálení vodiče, nebo při činnosti jednofázového opětovného zapnutí při nezapojené jedné fáze výkonového vypínače z důvodu např. poruchy pohonu jedné fáze. [1]

Jako důsledek přerušení fáze v sítích s účinně uzemněným uzlem vzniknou všechny tři symetrické složky proudu a napětí. Zpětná složka proudu ohrožuje přídavným tepelným namáháním izolaci elektrických točivých strojů. Netočivá složka proudu způsobuje rušení na přenos informací po fázových vodičích silového vedení. Proudovou a napěťovou nesymetrii můžou rozpoznat elektrické ochrany, které měří zpětné a netočivé složky proudu. [1]

1.9.8 Proudové přetížení

Proudové přetížení způsobuje zvýšené tepelné namáhání fázových vodičů. Může se projevit překročením dovolené teploty vodičů a způsobit snížení životnosti některých prvků vedení. Jde hlavně o místa spojů a kontaktů např. spojky na venkovních vedeních, u nichž dochází ke zvýšení přechodového odporu. [1]

1.9.9 Kývání generátorů a asynchronní chod

Působení ochran při kývání výkonu na vedení, kromě zdůvodněných případů je obecně nepřijatelné a to z důvodu zachování provozu soustavy a zabezpečení dodávky elektrické energie pro spotřebitele. Při ohrožení synchronizmu soustavy se doporučuje v mimořádných případech rozdělit ES v předem určených místech na nesynchronně pracující části tak, aby byly pokud možno činné výkony generátorů a činné příkony spotřebitelů v rovnováze. [1]

1.9.10 Přepětí

Přepětí vznikají jako důsledky zemních spojení v sítích s neúčinně uzemněným uzlem nebo vlivem atmosférických přepětí. Namáhá izolaci vodičů vedení a to může způsobit v elektrické síti další poruchy. [1]

1.9.11 Nadpětí a podpětí

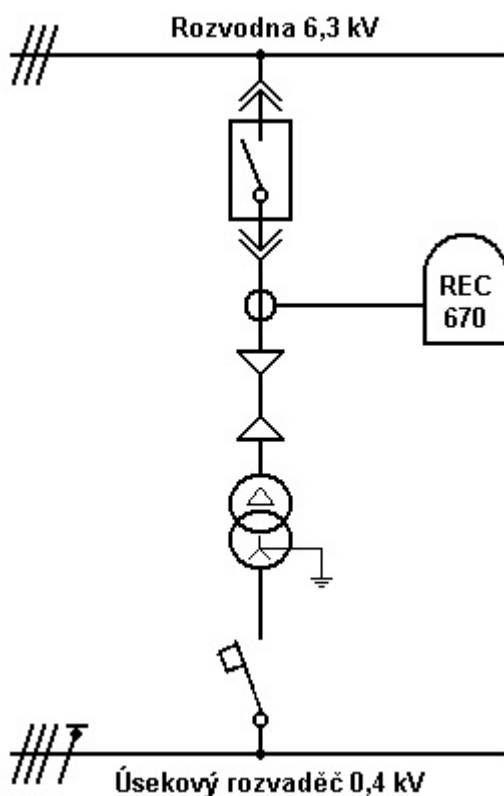
Nadpětí a podpětí vzniká regulací napětí v soustavě při jmenovité frekvenci nebo při frekvenci blízké síťové frekvenci. Z časového hlediska jde o jevy déle trvající než přepětí. Nadpětí může být způsobeno nevhodným nastavením regulačních odboček transformátoru, náhlým odlehčením zatíženého generátoru apod. Ke krátkodobému podpětí dochází vlivem zkratů, zvýšeným tokem proudu nad jmenovité hodnoty zařízení, činností automatik opětovného zapínání apod. Podpětí nepříznivě ovlivňuje chod elektrických spotřebičů, které se nacházejí v blízkosti poruchy. [1]

2 Elektrické ochrany transformátorů a příslušenství

Elektrická ochrana pro dané zařízení musí bezpečně určit poruchu nebo překročení meze nominálního provozu a vypnout zařízení v čase, při kterém nedojde k jeho zničení nebo při kterém bude rozsah škod minimální. [5]

Při návrhu je nutno použít normu ČSN 33 3051, která určuje, jakými typy ochran musí být určitý objekt vybaven. Dále tato norma stanovuje pravidla pro zajištění selektivity a zálohování ochran. Norma je uspořádaná podle typů chráněných objektů, jako jsou alternátory, transformátory, elektromotory, přípojnice a vedení. Chráněná zařízení jsou rozdělena podle velikosti jmenovitých výkonů. [5]

Na obr. 2 je blokové schéma vývodu z rozveden BA, BB, BC a BD 6 kV na síťový transformátor. Z tohoto důvodu je nutno chránit před poškozením přípojnice rozvodny 6 kV a 0,4 kV, kabelové vedení a transformátor. Jaké elektrické ochrany se mají použít pro chránění jednotlivých částí, je popsáno v následujících tabulkách.



Obr. 2: Blokové schéma vývodu pro síťový transformátor v ETE

Kabelové vedení vn je vybaveno ochranami popsanými v následujících tabulkách. V první tabulce jsou ochrany rozděleny podle druhu soustavy, tím se myslí podle způsobu

spojení uzlů soustavy se zemí. A ve druhé tabulce je vedení vn vybaveno ochranami podle druhu vedení. [5]

Tab. 1: Rozdělení elektrických ochran podle druhu soustavy

Druh elektrické ochrany	Druh soustavy		
	1	2	3
Zemní směrová na jalovou složku zemního proudu	x		
Zemní směrová na činnou složku zemního proudu		x^3	$x^{3,5}$
Nadproudová na nulovou složku proudu		$x^{3,6}$	x^3
(x) – ochrana se doporučuje		x – ochrana se použije	

Použité značení v záhlaví tabulky:

1. Izolovaný uzel
2. Uzel neúčinně uzemněný přes zhášecí tlumivku (kompenzovaná síť)
3. Uzel neúčinně uzemněný přes rezistor [5]

Tab. 2: Rozdělení elektrických ochran podle druhu vedení

Druh elektrické ochrany	Druh vedení				
	1	2	3	4	5
Nadproudová zkratová časově nezávislá nebo závislá	x^4	x^4			x
Nadproudová zkratová mžiková	x	x^1			
Nadproudová směrová			x	x^3	
Distanční		(x^2)	(x^2)	x^3	
Srovnávací					x
Tepelná ochrana proti přetížení ⁷	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
(x) – ochrana se doporučuje		x – ochrana se použije			

Použité značení v záhlaví tabulky:

1. Vedení v podružné elektrické stanici nebo průmyslové transformovně
2. Paprskové vedení v napájecí stanici (jednostranně napájené)
3. Vedení oboustranně napájené nebo tvořící součást okružních vedení
4. Paralelní vedení jednostranně nebo oboustranně napájené (vedení bez spojovací cesty pro srovnávací ochranu)
5. Vedení se spojovací cestou pro srovnávací ochranu [5]

Vysvětlivky k tab. 1 a 2:

1. Nutná kontrola proudové selektivity.
2. V případě, že nadproudová směrová ochrana nevyhovuje citlivostí nebo dobou působení.
3. Použije se jedna nebo druhá ochrana.
4. Doporučuje se doplnit logickou ochranou.
5. Použije se tam, kde není dostatečné rozlišení mezi zkratovým proudem a kapacitním proudem.
6. Lze použít v kompenzovaných sítích s přechodným uzemněním uzlu, příp. i u sítí se zatěžováním pomocného vinutí zhášecí tlumivky přídatnými odpory.
7. Použije se ve zdůvodněných případech pro lepší využití kabelů a vedení při proměnlivé zátěži. [5]

Tab. 3: Síťové transformátory se vybavují ochranami

Druh elektrické ochrany	Transformátor zvn/vvn, vvn/vn, vn/vn, vn/nn				Transformátor zvn / vvn vvn / vvn
	Výkon S [MVA]				
	$S < 1,7$	$1,7 \leq S < 5$	$5 \leq S < 25$	$25 \leq S$	
Nadproudová zkratová nebo impedanční (primární) ³	x	x	x	x	x
Nadproudová zkratová (sekundární)	x	x	x	x	
Nadproudová zkratová (terciální)	x	x	x	x	x ⁶
Nadproudová při přetížení ⁴		x	x	x	x
Plynová		x	x	x	x
Rozdílová		x ¹	x ¹	x	x
Zemní nádobová ²			x	x	x
Tepelná ochrana ⁵				(x)	(x)
Rozdílová odbočky (primární)					x
Rozdílová odbočky (sekundární) ⁷					x
Impedanční 1 (sekundární) ⁸					x
Impedanční 2 (sekundární) ⁹					x
(x) – ochrana se doporučuje			x – ochrana se použije		

Vysvětlivky k tab. 3:

- 1) Použije se pouze tehdy, jestliže nevyhoví časové nastavení nadproudové časově nezávislé ochrany a nemůže být použita nadproudová mžiková ochrana například z důvodu zajištění selektivity.

- 2) Použije se u transformátorů s účinně uzemněným nulovým uzlem vinutí
- 3) Nelze-li prokázat výpočtem možnost selektivního nastavení proudového členu nadproudové ochrany z důvodů malého rozdílu mezi největším provozním proudem a nejmenším průchozím zkratovým proudem, musí být ochrana doplněna odblokováním jejího působení při podpětí na straně nižšího napětí.
- 4) Použije se nadproudové časově nezávislé nebo závislé relé (zpravidla jednofázové). V elektrických stanicích a výrobnách bez obsluhy musí být zajištěno, aby byl transformátor při dlouhodobém přetížení odlehčen nebo vypnut buď automaticky, nebo obsluhou z příslušného dispečinku. Ochrana se použije, pokud není použita (kvalitativně vyšší) tepelná ochrana.
- 5) Po dohodě s výrobcem stroje a provozovatelem.
- 6) Pro chránění odbočky od terciárního vinutí transformátoru zvn (vvn) / vvn / vn se použije dvoustupňová ochrana. Druhý stupeň (tj. druhé nadproudové třífázové časově nezávislé relé) je nastaven na vyšší proud a kratší čas a je doplněn logickou ochranou (tj. při náběhu tohoto relé a současném nenaběhnutí nadproudového relé na přívodu do rozvodny vn se urychlí působení ochrany).
- 7) Použije se v případě, kdy nelze prokázat (např. výpočtem) spolehlivé působení distanční ochrany s ohledem na nedostatečný zkratový výkon ze strany rozvodny vvn.
- 8) Ochrana je nastavena směrem od transformátoru do přípojnic rozvodny vvn. První stupeň je zpožděn. Ochrana chrání transformátor při vnějších zkratech na přípojnicích rozvodny vvn a na vedeních vvn (jako záložní při selhání ochrany vedení).
- 9) Ochrana je nastavena směrem do transformátoru. V prvním stupni (mžikovém) chrání odbočku a část transformátoru. V dalším stupni zajišťuje selektivní vypnutí transformátoru při poruše za transformátorem (tj. na straně vyššího napětí). Pro zajištění funkce impedanční ochrany 1 a 2 podle tab. 3 lze použít jedno (společné) impedanční relé, pokud je konstruováno pro toto použití a má požadovaný počet stupňů nezávisle nastavitelných v obou směrech. [5]

Tab. 4: Parametry transformátoru

Jmenovitý výkon [MVA]	0,4	0,63	1
Převod napětí	6±2,5% /0,4kV	6±2,5% /0,4kV	6±2,5% /0,4kV
Spojení vinutí	Dyn11	Dyn11	Dyn11
Napětí nakrátko [%]	8	8	8

Na ETE pro transformátorový vývod je podle první tabulky použita nadproudová ochrana na nulovou složku proudu označená jako (I_0 nebo F149), protože v našem případě je uzel soustavy neúčinně uzemněný přes rezistor 100 Ω . Podle druhé tabulky je použita nadproudová zkratová ochrana mžiková označená jako ($I_{>>}$ nebo F111) a nadproudová zkratová ochrana časově nezávislá označená jako ($I_{>/t}$ nebo F112), protože zde je vedení v průmyslové transformovně. Na ETE ve VS jsou provozovány transformátory ve třech výkonových úrovních (viz. tab. 4), ale všechny jsou do hodnoty 1,7 MVA, takže podle tab. 3 používáme ochrany dle prvního sloupce.

Kabel vn je chráněn proti zkratům jako základní ochranou (F111) ve vývodu a jako záložní zpožděnou ochranou (F112) ve vývodu.

Transformátory 6 / 0,4 kV a 6 / 0,23 kV jsou chráněny v části primárního vinutí jako základní ochranou (F111) a jako záložní ochranou (F112). V celém rozsahu je transformátor chráněn ochranou (F112).

Jako záloha ochran (F111) a (F112) slouží automatika selhání vypínače, která v případě nepůsobení ochran odstavuje celou sekci rozvodny 6 kV vypnutím pracovního a rezervního přívodu nebo impedanční ochrany v přívodech.

V části úsekového rozvaděče mn jako základní slouží ochrany jističe přívodu, případně soubor ochran ALOX S2. Pro tyto ochrany slouží ochrana (F112) jako záložní ochrana.

Ochrana (F149) slouží jako základní ochrana při zemní spojení na kabelu vn a na celém primárním vinutí transformátoru. Jako záložní ochrany slouží časově zpožděné ochrany uzemňovacích transformátorů.

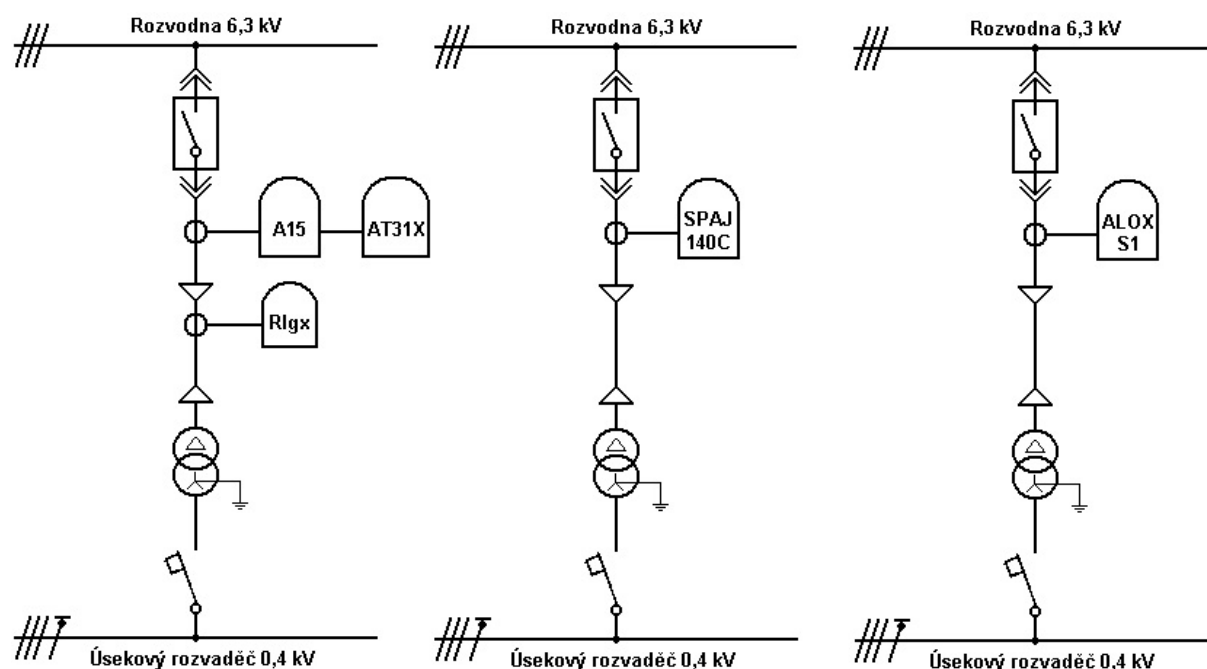
2.1 Elektrické ochrany transformátoru ve VS na ETE

Na ETE je VS napájena ze systému nezajištěného napětí. Systém nezajištěného napájení se skládá ze čtyř blokových rozvodů umístěných v SO 500 a označených BA, BB, BC, BD o napěťové hladině 6,3 kV. Z nichž se napájí přes sekční spojku bezpečnostní systémy ZN II. kategorie, systémy ZN kategorie III. /II., vývody k vysunutým (venkovním) rozvodnám označených OBE, OBF, OBG a OBK, vývody k transformátorům 6 kV / 0,4 kV a spotřebiče III. kategorie o výkonu nad 170 kW např. hlavní cirkulační čerpadlo (HCČ), čerpadlo cirkulační chladicí vody (ČCHV). Pro zajímavost je uveden seznam napájených spotřebičů III. kategorie v příloze 1.

Blokové rozvodny na 1. HVB a 2. HVB jsou rozděleny na dvě sekce. Sekce „a“ a sekce „b“. Každá sekce se skládá z pole hlavního přívodu, rezervního přívodu, měření, a několika polí vývodů. Hlavní a rezervní přívod obsahuje dva můstky a jeden vypínač. Měření obsahuje jeden můstek. Vývody obsahují jeden vypínač.

Skříň rozvaděče se skládá z pevné a výsuvné části. Pevnou část tvoří vnitřní prostor vypínače, přípojnic, kabelového vývodu a přístrojové části. Výsuvnou částí je podvozek, na kterém je namontován maloolejový nebo vakuový vypínač, odpojovač, měřicí můstek apod.

Vývody pro transformátory z blokových rozveden 1BA, 1BB, 1BC, 1BD umístěných na 1. HVB jsou vybaveny ochranou (ALOX S1). Vývody pro transformátory z blokových rozveden 2BA, 2BB, 2BC, 2BD umístěných na 2. HVB jsou vybaveny novější ochranou (SPAJ 140 C). Ve venkovních objektech jsou vývody z rozveden 0BE, 0BF, 0BG, 0BK vybaveny sestavou ochran a to: nadproudovou zkratovou mžikovou (A 15), nadproudovou zkratovou zpožděnou (AT 31 X1) a nadproudovou zemní ochranou (RIgx-10). Zmiňované typy vývodů a blokové zapojení jejich ochran je znázorněno na obr. 3. V současné době se na ETE nasazují digitální ochrany REC 670.



Obr. 3: Bloková schémata ochran pro trafo-vývod na ETE

2.1.1 Proudová ochrana A 15

Je to elektromechanické proudové relé s indikací působení padáčkem, která je znázorněna na obr. 4. Vyrábí se v jednovinut'ovém a dvouvinut'ovém provedení. Schéma zapojení obou provedení je na obr. 5. Relé slouží jako přesná jednosystémová nadproudová ochrana elektrického zařízení před zkratem nebo přetížením. Tato relé mají velkou přesnost, malou spotřebu, velkou zkratovou odolnost a velký přídržný poměr. Relé A 15 je určeno pro střídavé obvody a většinou se připojuje přes přístrojový proudový transformátor. Mezi výhody těchto ochran patří jednoduchá konstrukce, snadná seřiditelnost a nepotřebují žádné externí napájení. Vždy dvě proudová relé A 15 jsou použita ve funkci mžikové zkratové ochrany. Ochrana je namontována v rozvaděči na výklopném panelu a při neopatrném otevření panelu během vizuální kontroly může dojít k mechanickému vybavení ochrany, protože nejsou příliš odolné vůči otřesům, což je jejich velká nevýhoda. [6]



Obr. 4: Mžikové proudové relé A 15

Základem relé A 15 je elektromagnetický článek. Ten se skládá z magnetického obvodu, budící cívky, otočné kotvy ovládající jeden zapínací kontakt (označený na ochraně jako 1Z) nebo rozpínací kontakt (označený na ochraně jako 1R), direktivní pružiny a držáku se štítkem, padáčkem a knoflíkem pro nastavení požadované proudové hodnoty. [6]

Na štítku je zobrazen poměrný celkový proudový rozsah, na němž se nastaví pomocí knoflíku hodnota proudu, při které bude ochrana vybavena. V pravém dolním rohu je uvedena hodnota proudu, kterou se vynásobí nastavený údaj na stupnici proudového rozsahu. U dvouvinutového provedení jsou uvedeny dvě hodnoty proudu, které odpovídají naznačené poloze propojené svorkovnice. Dále je na štítku označen typ kontaktu - v našem případě zapínací. Kompletní systém relé je vestavěn do krytu, jehož přední část je z izolačního průhledného materiálu. V krytu je upevněno tlačítko pro ovládání signálního padáčku. Relé A 15 je určeno pro montáž na panel ve svislé poloze. Kryt svorkovnice a kryt celého systému je možno zaplombovat. K přívodním svorkám relé A 15 je možno připojit jeden vodič o průřezu 1 až 10 mm² nebo dva vodiče o průřezu 1 až 4 mm². Vodiče musejí být z Cu nebo Al materiálu. [6]



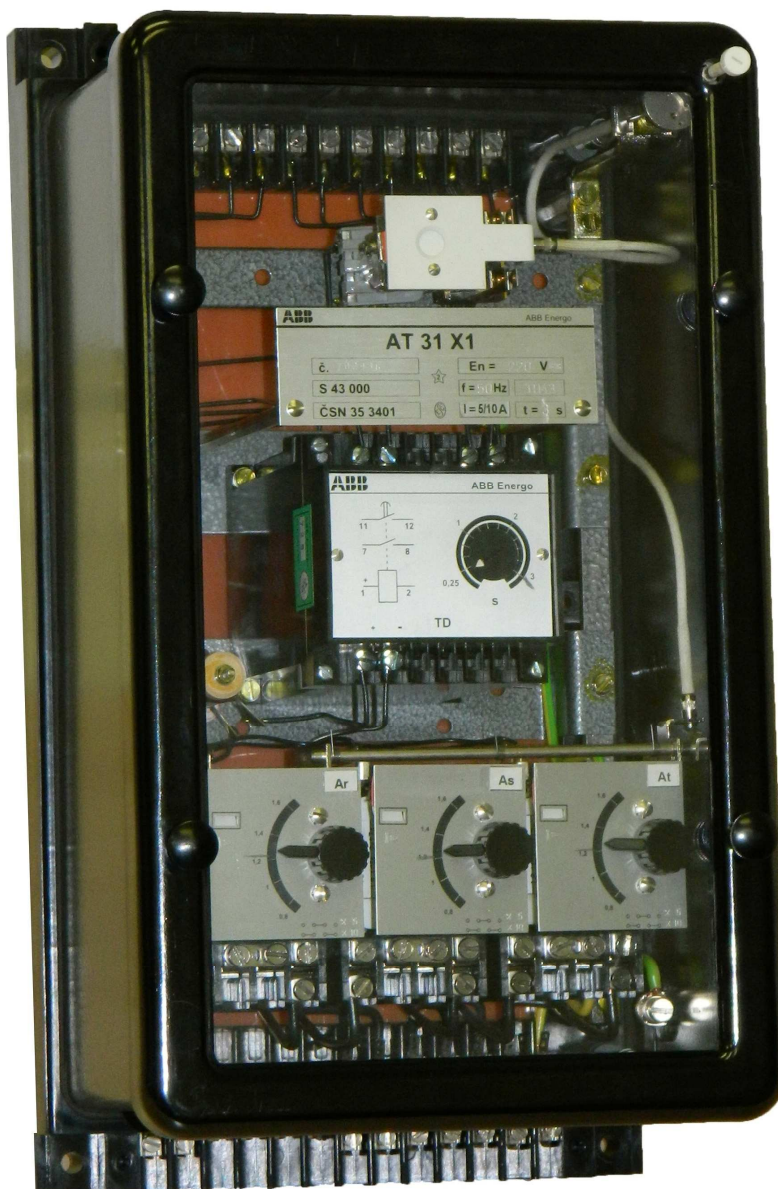
Obr. 5: Dvouvinutové provedení včetně přepínacích cívek a jednovinutové provedení [6]

Zvyšuje-li se budící proud, tak se zvyšuje síla působící na otočnou kotvu, až překoná moment direktivní pružiny. Tím se kotva dostane z klidové polohy do pracovní, zapínací kontakt se sepne, resp. rozpínací kontakt se rozezne a zároveň padáček signalizuje působení. Sníží-li se budící proud pod nastavenou hodnotu proudu, tak kotva a tím i kontakt se dostanou zpět do klidové polohy. Poměr hodnoty proudu při odpadu k hodnotě proudu při náběhu je přídržný poměr. Podle něho se usoudí, jestli je relé v provozuschopném stavu. Přídržný poměr se většinou udává v poměrných jednotkách, málo kdy v procentech. [6]

2.1.2 Proudová ochrana AT 31 X1

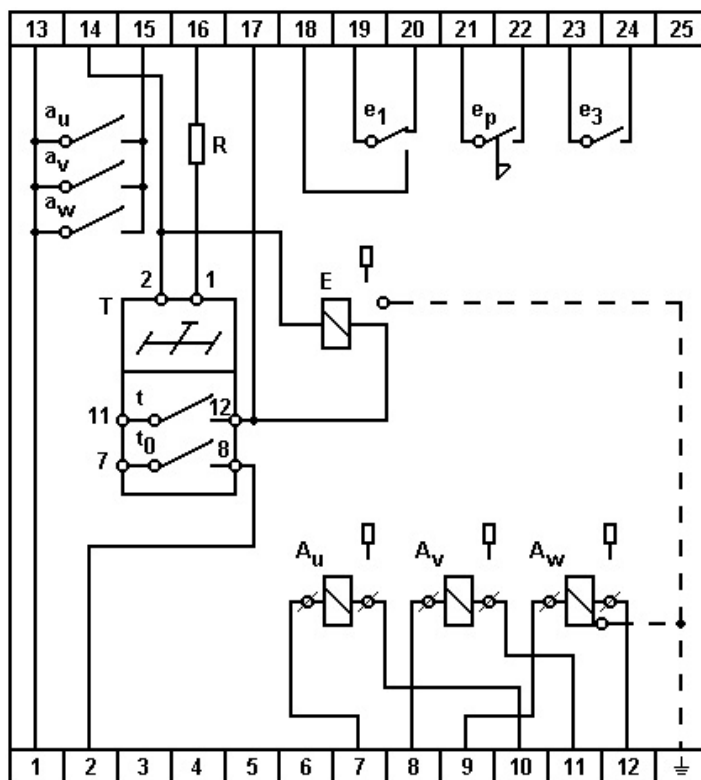
AT 31 X1 je nadproudová, časově nezávislá elektromechanická ochrana s elektronickým měřicím článkem a opět s indikací působení padáčkem. Chrání elektrická zařízení při přetížení a zkratech. Ukázka ochrany je zobrazena na obr. 6. Ochrana je významná malou spotřebou v proudovém obvodu a velkým přídržným poměr. [7]

Z označení ochrany lze odvodit její použití a provedení. První písmeno „A“ udává, že se jedná o nadproudovou ochranu. Druhé písmeno „T“ naznačuje časové nastavení výstupního kontaktu. První číslice „3“ znamená, že se jedná o třífázové provedení a poslední písmeno „X“ znamená použití elektronického časového článku. [7]



Obr. 6: Nadproudová časová ochrana AT 31 X1

Celý systém je vložen do normalizované skříně o velikosti K III. Kryt je z ocelového plechu. Základní deska a rámeček snímatelného proskleného víka jsou z umělé hmoty. Konstrukce skříně je určena pro montáž na panel ve svislé poloze. Vpravo nahoře uvnitř krytu se nachází tlačítko, které je určeno pro vrácení signálních padáčků proudových článků a koncového relé. Na přívodní svorky je možno připojit jeden vodič o průřezu 4 až 6 mm² nebo dva vodiče o průřezu 1,5 až 2,5 mm². Vodiče musejí být z Cu nebo Al materiálu. [7]



Obr. 7: Vnitřní schéma zapojení AT 31 X1 [7]

Z vnitřního schématu zobrazeného na obr. 7 lze poznat, že ochrana je sestavena ze tří nadproudových měřících článků „A“, časového článku „T“ a koncového relé „E“. [7]

Nadproudové měřící články jsou přesná měřící relé s otočnou kotvou. Zde je cívka ve dvouvinutovém provedení. Cívka v tomto provedení může být spojena sériově nebo paralelně, podle propojených svorek relé. Opět na štítku je zobrazen celkový poměrný proudový rozsah, na němž se nastaví pomocí knoflíku hodnota proudu, při které bude ochrana vybavena. V pravém dolním rohu je uvedena hodnota proudu, kterou se vynásobí nastavený údaj na stupnici proudového rozsahu. U dvouvinutového provedení jsou uvedeny dvě hodnoty proudu, které odpovídají naznačené poloze propojené svorkovnice. [7]

Časový článek „T“ pracuje na elektronickém principu. Ovládání tvoří jeden potenciometrem, kterým se plynule nastaví čas v sekundách. Výstupní kontakty jsou nastavitelný zpožděný spínací kontakt „t“ a okamžitý spínací kontakt „t₀“, který spíná se zpožděním cca 7 ms od připojení časového článku na napětí. Celkový čas ochrany je delší o cca 20 až 35 ms, protože čas měřícího článku je 10 až 20 ms a čas koncového relé je cca 13 ms. [7]

Koncový článek je pomocné stejnosměrné relé. Obsahuje přepínací kontakt „e₁“, zapínací kontakt „e₃“ a padáчковý kontakt „e_p“. Po naběhnutí relé a následném odpadnutí zůstává padáчковý kontakt v sepnutém stavu až do té doby dokud se ochrana neresetuje. [7]

2.1.3 Zemní ochrana RIgx-10

Je to elektronické citlivé zemní proudové relé. Relé slouží jako přesná jednosystémová nezávislá zpožděná nadproudová zemní ochrana elektrického zařízení při zemním spojení. Relé je určeno pro detekci malých zemních proudů a většinou se připojuje přes průvlekový přístrojový transformátor proudu (dále jen PTP). Zemní ochrana je znázorněna na obr. 8. [8]



Obr. 8: Zemní ochrana RIgx-10

Relé je ve statickém provedení ve formě funkčního bloku, který se zasouvá do kovové skříňky SMAZ. Zapojení bloku relé se provádí automaticky během zasouvání do skříňky pomocí konektorů. Kovový kryt je přizpůsobený pro montáž na panel ve svislé poloze. Po otevření víka z průhledné umělé hmoty lze na destičce nastavit požadovanou hodnotu proudu, při které ochrana bude vybavena. Proud se nastavuje vhodnou kombinací aretačních kolíků, které se nachází po pravé straně na čelním panelu. Vpravo nahoře je na panelu vyvedená signalizace a ve spodní části je nakreslené schéma připojení relé. Na svorky 1 a 2 se přivádí vodiče z průvlekového PTP. Požadovaný proud u této zemní ochrany lze nastavit v rozsahu od 25 mA do 103,75 mA. Ochrana obsahuje jeden zapínací a jeden přepínací kontakt. [8]

2.1.4 Elektronická digitální ochrana SPAJ 140 C

Je to kombinovaný soubor vícenásobných nadproudových a zemních ochranných. Čelní pohled ochrany je znázorněn na obr. 9. Soubor obsahuje dvoustupňovou nadproudovou ochranu a dvoustupňovou nadproudovou zemní ochranu. Nadproudová ochrana obsahuje v nižším stupni třífázovou nadproudovou ochranu s časově závislou nebo nezávislou funkcí a ve vyšším stupni obsahuje třífázovou nadproudovou ochranu s mžikovou nebo s nezávislou časově zpožděnou funkcí. Nadproudová zemní ochrana obsahuje v nižším stupni jednofázovou nadproudovou ochranu s časově závislou nebo nezávislou funkcí a ve vyšším stupni obsahuje jednofázovou nadproudovou ochranu s mžikovou nebo s nezávislou časově zpožděnou funkcí. Soubor chrání zařízení při zkratech a zemních poruchách a je dále vybavena funkcí automatiky při selhání vypínače (ASV nebo v angl. CBFP). Ochrana komunikuje pomocí sériového rozhraní umístěného na zadním panelu ochrany. Parametry ochrany lze nastavit prostřednictvím počítače a příslušného SW nebo pomocí displeje a tlačítek na čelním panelu ochrany. [9]

Základní použití ochrany je ve třífázových aplikacích, kde se proud měří třífázově a nulový proud jednofázově. Nadproudovou třífázovou ochranu lze použít pro dvofázové aplikace, kde se používají dva PTP. V některých případech se používá i v jednofázových aplikacích. Nepoužité měřicí vstupy zůstávají potom nezapojené. U jednofázového zapojení lze zvýšit rychlost vypínání nadproudové funkce a to tak, že měřený proud je přiveden přes dva měřicí vstupy. Nadproudová zemní ochrana se vždy používá v jednofázových aplikacích. Ochrana je potřeba napájet pomocným napětím. Pomocné napětí napájí modul ochrany a pomocných relé. Ochrana je tvořena napájecí jednotkou, ovládacími obvody pro výstupní relé, z několika výstupních relé a z elektronických obvodů externích ovládacích vstupů. [9]

Na čelním panelu je zabudovaný display pro zobrazení nastavených hodnot, měřených hodnot, poruchových hodnot uložených v paměti apod. Dále na čelním panelu jsou uvedeny hodnoty rozsahů měřících vstupů 1 A a 5 A, rozsah pomocného napájecího napětí pro stejnosměrné nebo stejnosměrné a střídavé napětí, frekvence a provozní indikátory např. kontrolka U_{AUX} , která signalizuje, je-li ochrana v provozu. Vnitřní schéma zapojení je uvedeno v příloze 2. [9]



Obr. 9: Čelní panel ochrany SPAJ 140 C

Třífázová nadproudová ochrana a zemní ochrana kontinuálně měří fázové proudy a nulový proud chráněného objektu. Nadproudová ochrana s nižším rozsahem nastavení je označována jako $I>$ a s vyšším rozsahem nastavení je označována jako $I>>$. Zemní ochrana se pro nižší rozsah nastavení je označena jako $I_0>$ a pro vyšší rozsah nastavení je označena jako $I_0>>$. Jestliže fázový proud přesáhne nastavenou hodnotu proudu nadproudové ochrany s nižším rozsahem nastavení, aktivuje se popud stupně nadproudové ochrany označovaný jako $I>START$. Po uplynutí nastaveného času je vygenerován popudový signál a nadproudovou

ochranou je aktivováno vypnutí. Takovéto působení nadproudové ochrany je označováno jako **I>TRIP**. Stejným způsobem zapůsobí nadproudová ochrana s vyšším rozsahem nastavení. Nejdříve se aktivuje popud stupně nadproudové ochrany **I>>START** a po uplynutí časového zpoždění nadproudová ochrana vypíná **I>>TRIP**. Když u zemní ochrany s nižším rozsahem nastavení zemní poruchový proud (nulový proud) překročí nastavenou hodnotu proudu, aktivuje se popud zemní ochrany označený jako **I₀>START**. Po uběhnutí nastaveného času (vypínacího času) se opět vygeneruje popudový signál a zemní ochranou je provedeno vypnutí **I₀>TRIP**. Při překročení hodnoty proudu zemní ochrany s vyšším rozsahem nastavení se aktivuje popud, který je označený jako **I₀>>START** a po uplynutí nastaveného času je vygenerován popudový signál a zemní ochranou se aktivuje vypnutí **I₀>>TRIP**. Přednastavené časové zpoždění u ochrany s nižším rozsahem nastavení bývá 60 ms a u ochrany s vyšším rozsahem nastavení bývá časové zpoždění 40 ms. Z toho je vidět, že při vyšším poruchovém proudu ochrana vypíná vypínač v kratším čase. Popudové signály se mohou využívat pro blokování, signalizaci apod. [9]

Výstupní relé „A“ je výkonové vypínací relé, které se používá pro ovládání vypínačů. Výstupní relé „B“ a „C“ jsou shodné. Výstupní relé „B“ se většinou používá pro signalizaci působení nadproudové ochrany a pro signalizaci působení zemní ochrany je použito výstupního relé „C“. K výstupnímu relé „D“ jsou přiřazeny popudové signály nadproudové a zemní ochrany. Výstupní relé „E“ je výkonové vypínací relé. Používá se jako vypínací relé při ochraně CBFP. Relé může být ovládáno popudovými nebo vypínacími signály. Při selhání vypínače se vypínací signál použije pro vypnutí nadřazeného vypínače. Výstupní relé „F“ se používá pro samočinnou kontrolu ochrany. Podrobné informace o ochraně SPAJ 140 C jsou uvedeny v uživatelském a technickém manuálu, který lze zdarma stáhnout z internetu. [9]

2.1.5 Elektronická ochrana ALOX S1

Soubor elektronických ochrany ALOX S1 je volná sestava nadproudových a napěťových ochrany sloužící pro kompletní ochranu transformátorových vývodů a byl navržen pro potřeby ETE na návrh EZ Praha z modulární stavebnice ochrany ALOX firmy ZPA Trutnov. Měřicí obvody ve stavebnici ALOX jsou zpravidla založeny na bázi operačních zesilovačů ve funkci komparátorů. Jako časové články slouží rovněž operační zesilovače v zapojení pro časové zpoždění. [10]

Soubor ALOX-S1 obsahuje 3-f zkratovou nadproudovou ochranu, 3-f zpožděnou nadproudovou ochranu, nadproudové kritérium ASV (UROV), 1-f ochranu pro signalizaci

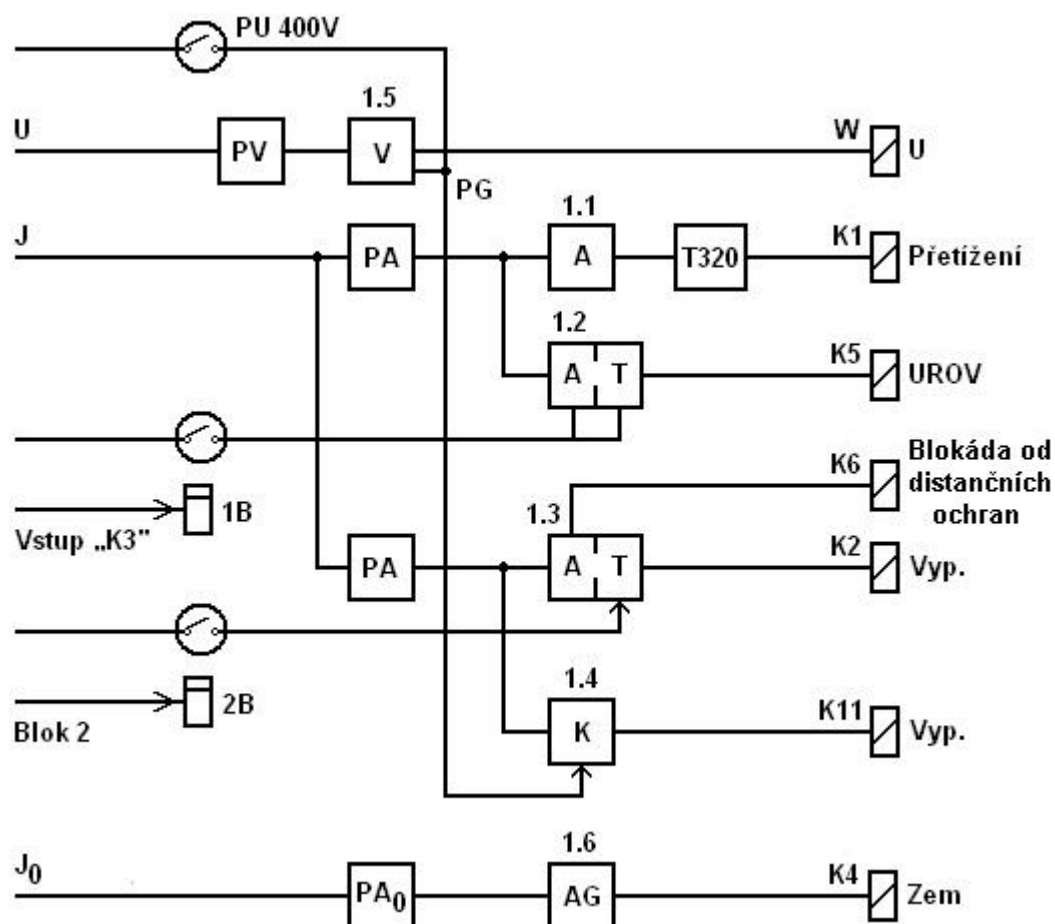
přetížení, 1-f citlivou nadproudovou zemní ochranu a 3-f podpět'ovou ochranu pro blokování zkratové ochrany. Standardní součástí všech souborů ALOX je napájecí systém (v tomto případě z napětí 220 V DC měničem na 60 V DC pro koncová relé a přesným stabilizátorem na ± 12 V DC pro potřeby měřicích elektronických obvodů) a ruční zkušební systém. [10]

Soubor ALOX S1 K je omezená verze bez napět'ových ochran a je znázorněna na obr. 10. Obě verze jsou určeny pro ochranu transformátorů 6 kV. Ochrana se připojuje na PTP a event. na přístrojový transformátor napětí (dále jen PTN) vývodu na transformátor vn / nn. Ochrana zajišťuje vypnutí napájení ze strany 6 kV popřípadě signalizaci při zkratu, přetížení nebo zemním spojení. [10]



Obr. 10: Ochrana ALOX S1 K

Na obr. 11 je blokové schéma elektronické ochrany ALOX S1. Bloky označené PV, PA a PA₀ jsou převodníky, které slouží k převodu měřeného napětí nebo proudu na úroveň vhodnou pro zpracování vnitřní elektronikou. [10]



Obr. 11: Blokové schéma ochrany ALOX S1 [10]

Mezi hlavní články patří nadproudová ochrana „1.3 AT“ se zkratovým článkem „1.4 K“, které vedou na koncová relé „K2“ a „K11“. Napěťový článek „1.5 V“ může být použit pro podpětové uvolňování pro článek „K“ u verze S1/K je zkratový článek uvolněn externím signálem a napěťový článek chybí. Relé „K6“ aktivované popudem ochrany „1.3 AT“ blokuje nadřazenou distanční ochranu, pokud místní ochrana „1.3 AT“ zjistí nadproud vlastním náběhem. [10]

Jednofázová kontrola „1.1 A“ spolu s „T320“ slouží k hlášení trvalého proudového přetížení. [10]

Článek „1.2 AT“ je určen pro kontrolu vypnutí místního vypínače, česky „ASV“ a v ruském jazyce to je: „UROV“ a při jeho selhání dává koncové relé „K5“ povel na vypnutí nadřazeného vypínače. [10]

Zemní relé je zde označeno jako „1.6 AG“ a pomocí koncového relé „K4“ dává povel na vypnutí vypínače. [10]

2.1.6 Digitální terminál REC 670

Terminál REC 670 je digitální přístroj IED (angl. Intelligent Electronic Device) obsahující funkce ochran, měření, monitorování a ovládání. Terminál obsahuje kompletní systém vnitřních automatických kontrol nejen elektroniky, ale i části analogových vstupů. IED umožňuje díky svému uživatelskému rozhraní jednoduché a rychlé testování funkčnosti a případné znovu uvedení zařízení do provozu.

Terminál REC 670 se používá pro kontrolu, ochranu a monitorování různých typů vývodů v rozvodných sítích a je vhodný zejména pro aplikace v řídicích systémech s distribuovanými IED ve všech vývodech s vysokými nároky na spolehlivost. Terminál REC 670 je zobrazen na obr. 12.



Obr. 12: Terminál REC 670

Terminály řady 670 jsou určeny přednostně pro nejvyšší napěťové úrovně (400 kV) vzhledem k obsahu logických obvodů pro řízení složitých vývodů. Ovládání se provádí dálkově (SCADA / stanice) pomocí komunikační sběrnice nebo místně prostřednictvím HMI (angl. Human Machine Interface). Mohou být použity rozdílné ovládací konfigurace a jedno

IED může být použito na vývod nebo může být společné pro několik vývodů. Konfigurace ovládání vypínačů jsou k dispozici pro všechny běžné typy zapojení polí rozveden. Řízení je založeno na principu „vyber než provedeš“ za účelem dosažení co největší bezpečnosti.

Pro zajištění flexibility pro využití u různých druhů stanic a přípojnic je dostupné množství ochranných funkcí. Terminál zpravidla minimálně obsahuje mžikovou nadproudovou a nadproudovou zemní ochranu, čtyřstupňovou směrovou nebo nesměrovou zpožděnou nadproudovou a zemní nadproudovou ochranu, ochranu na proudové přetížení a dvoustupňovou podpětňovou a nadpětňovou ochranu. Nastavení parametrů těchto ochran je možné až v šesti nezávislých skupinách. Ochrany mohou být připojeny jako vstupy pro ASV (automatiku selhání vypínače) se stavovým a/nebo proudovým kritériem.

Pro síťové aplikace je důležitá možnost použití OZ. V případě použití třípólových vypínačů s individuálním vypínáním jednotlivých fází existuje funkce jednofázového, dvoufázového nebo třífázového OZ.

Pro synchronizaci sítí může terminál obsahovat i synchronizační funkci (synchrocheck), která zajišťuje sepnutí zapnutí vypínače ve správný okamžik.

Tyto funkce spolu s multifunkčním uživatelským rozhraním dělají z toho to zařízení multifunkční ochranný a řídicí prvek v distribuční soustavě. Současně terminál umožňuje detekovat a zaznamenat pomocí poruchového zapisovače (angl. Disturbance Recorder) analogové průběhy poruchových dějů a pomocí změnového zapisovače (angl. Event Recorder) indikovat změny v technologickém zařízení. Díky tomu můžeme dělat nezávislou poruchovou analýzu.

Uživatelské rozhraní HMI se používá pro monitorování a řízení přístroje a to prostřednictvím klávesnice (ovládání IED), displeje (vizualizace liniových diagramů) a LED diod.

Terminál je plně kompatibilní s IEC 61850 (angl. Substation Automation Communication Standard) včetně GOOSE zpráv (angl. Generic Object Oriented Substation Event). Pro rychlou a snadnou komunikaci s PC terminál obsahuje přední metalické ethernetové rozhraní. Pro připojení do řídicího systému slouží jedno až dvě optická nebo metalická ethernetová rozhraní v zadní části přístroje.

Pro nastavení správy uživatelů a oprávnění manipulací slouží uživatelské prostředí PCM 600 popsané dále. Možnosti úprav nastavení a konfigurace jsou v zásadě tři. Pomocí displeje a klávesnice terminálu je možné upravovat parametry všech nastavení - ekvivalent PST (angl. Parameter Setting Tool). Menu je však rozsáhlé a nepřehledné, zvláště na malém displeji, ekvivalent ACT (angl. Application Configuration Tool) zde neexistuje. Druhá možnost úprav je lokálně pomocí počítače s instalovaným programem PCM 600 přes přední komunikační port – zde je možné podle úrovně oprávnění v programu upravovat vše včetně konfigurace ACT, parametrů PST, displeje GDT (angl. Graphical Display Editor) a komunikace. Třetí možnost je ekvivalentní s druhou, ale provádí se pomocí programu PCM 600 nainstalovaném na centrálním serveru. Pro tento způsob už v terminálu musí být konfigurován příslušný zadní komunikační port pro síťový provoz.

Možností ovládání vývodu pomocí terminálu je rovněž více a rozdělujeme je podle místa na místní a dálkové. Místní ovládání je možné realizovat pomocí externích ovladačů nebo pomocí ovládacích tlačítek terminálu. Pro ovládání pomocí terminálu je vhodné mít v terminálu k dispozici grafický ovládací displej. Dálkové ovládání je možné pomocí externích ovládacích kontaktů nebo pomocí řídicího systému.

V ETE pro konfiguraci a parametrizaci používáme především druhý způsob (tj. přes čelní komunikační port) s tím, že drobné úpravy parametrů je možné provádět přímo pomocí displeje a klávesnice. Pro zvýšení zabezpečení proti nežádoucím změnám je použita hardwarová blokáda, kterou je nutné zrušit na stanovišti terminálu. Bez odblokování není možné změnit ani konfiguraci ani parametry a odblokování je pomocí komunikace indikováno do řídicího systému. Pro místní ovládání používáme externí ovladače a pro dálkové ovládání externí ovládací kontakty.

3 Vlastní návrh projektu

Původní pouhá náhrada souboru ochran se použitím koncepce terminálů změnila na komplexní náhradu přístrojové instrumentace pole. Liniové schéma transformátorového vývodu obsahuje vždy:

- místní ruční a dálkové ovládání vypínače
- místní a dálkovou stavovou signalizaci poloh vypínače
- obvody místního a dálkového měření
- obvody ochran a automatiku selhání vypínače (dále jen ASV)
- obvody návazností na transformátor vn/nn a úsekový rozvaděč nn
- místní a dálkovou poruchovou signalizaci pole

Vlastní návrh projektu představuje převod téměř celého původního liniového schématu do logického schématu v programu PCM 600 tak, aby splňoval všechny požadavky původního liniového zapojení a nového logického schématu.

Původní liniové schéma D 17 včetně logického obvodu je v příloze 3. Následně v příloze 4 je již upravené liniové schéma D 64 a v příloze 5 je navrhnutý logický obvod D 64A.

Integrace funkcí původních přístrojů (pomocná a časová relé) do terminálu se realizovala z téměř 90 % s výjimkou dálkového měření. V obvodech dálkového měření jsou použity samostatné převodníky, protože v době realizace zakázky nebyl v terminálech k dispozici hardware pro náhradu měřících převodníků a ty proto byly řešeny jako samostatné převodníky (SINEAX) s výstupem měřeného proudu a výkonu.

Materiálová náhrada byla provedena z 99 %, protože byly nahrazeny všechny použité přístroje (např. svorky, jističe, signálky, tlačítka, paketové přepínače, zkušební svorkovnice, výkonové diody a zatěžovací odpory PTN). Z velkých přístrojů zůstávají původní pouze přístroje havarijní zábleskové ochrany (HZO) typu REA a v motorových vývodech rozdílové ochrany HCC a ČCHV.

3.1 Uživatelské prostředí PCM 600 včetně komunikačního protokolu

PCM 600 je univerzální souborový a konfigurační manažer sloužící pro všechny přístroje řady RELION. Manažer PCM 600 poskytuje univerzální funkce pro celý životní

cyklus všech RELION přístrojů a terminálů všech napěťových úrovní. Komunikace s jednotlivými typy přístrojů je řešena pomocí konceptu ABB Connectivity Packages. Tyto balíčky obsahují úplný popis IED, který se skládá z datového modelu, datových signálů a parametrů včetně IED dokumentace.

Program na souborové úrovni umožňuje tvorbu jednotlivých projektů, ve kterých jsou organizovány konfigurace jednotlivých přístrojů podle napěťových úrovní a vývodů. Jednotlivé konfigurace mohou být kopírovány, přesouvány a mohou z nich být vytvářeny šablony pro následné kopírování. PCM 600 také zajišťuje zpětně kompatibilitu projektů a dat vytvořených staršími verzemi programu PCM 600.

Program na přístrojové úrovni umožňuje tvorbu úplné konfigurace včetně detailní parametrizace. Konfigurace obsahuje zpracování analogových a dvouhodnotových vstupních signálů, konfiguraci ochranných funkcí, ovládání, měření, konfiguraci binárních výstupů a vstupních i výstupních komunikací včetně rozhraní IEC 61850-8-1 a GOOSE informací. Současně program umožňuje tvorbu jednoduchého nebo grafického ovládacího rozhraní HMI, vytvoření analogového poruchového zapisovače a změnového zapisovače.

Manažer komunikuje s IED pomocí předního metalického portu ethernet a až dvou zadních metalických nebo optických komunikačních portů ethernet. Přes tyto porty je možné provádět úplnou konfiguraci přístrojů včetně hardware, ale i komplexní monitoring analogových signálů a binárních vstupů i výstupů, časovou synchronizaci. Přední port umožňuje pracovat v základním režimu přímo s PC nebo notebookem. Zadní porty umožňují připojení do jednoduchých nebo zdvojených řídicích systémů na bázi LAN (angl. Local Area Network) nebo WAN (angl. Wide Area Network) protokolu TCP/IP, ve kterých může pracovat i tento manažer v režimu klient – server. Přístroje mohou komunikovat i s cizími systémy řízení a sběru dat založenými na principech obsažených v IEC 61850, ale umožňují i případné použití jiných typů komunikace.

Vlastní tvorba konfigurací je maximálně zjednodušená pomocí ACT, který zjednodušuje návrh konfigurace IED a snižuje riziko chyb. Vlastní návrh je možné provést z nuly, ale je zpravidla výhodnější použít připravené vzory, které lze dále kopírovat a upravovat.

PCM 600 umožňuje prezentaci celého toku signálu ze vstupu na výstup. Uživateli při vytváření konfigurace rovněž pomáhá barevné označení funkčních bloků včetně jejich

propojení. Barvy funkčních bloků poskytují přímou indikaci funkčního stavu v konfiguraci - nepřípojený (šedá), částečně připojen (žlutý) nebo kompletní zapojení (zelená). Toto barevné značení informuje o správném připojení povinných vstupů. Správnost konfigurace IED je možné ověřit i nástrojem pro kontrolu přítomnosti syntaktických chyb v konfiguraci, který provede i jejich výpis a umožní tak následnou opravu.

Připojení signálů je značně flexibilní pomocí signálových matic, přes které jsou připojeny PTP, PTN a binární vstupní a výstupní signály. Následně je proto možné jejich rychlé přepojení bez zásadních změn konfigurace. To je užitečné zejména při uvedení do provozu v případě, že je nutné změnit připojení z technologie k IED svorkovnicím. Signálové matice se používají také pro připojení GOOSE signálů mezi IED.

Pro pozdější kontroly je výhodné porovnání vlastní konfigurace v přístroji s konfigurací obsaženou v projektu (databázi) s vyjádřením případných rozdílů.

Důležitým pomocníkem je i parametrizační nástroj, který umožňuje nahrávat celou parametrizaci do přístroje nebo stahovat z přístroje, ale současně to umožňuje i s jednotlivou skupinou nebo dokonce jednotlivým parametrem. Nástroj na parametrizaci, který umožňuje ale i jenom porovnávat parametrizaci v projektu se skutečností. Je pak velice jednoduché pro stejné typové zapojení použít v příslušném poli individuální parametrizaci (jméno pole, parametry PTP a PTN, nastavení ochran). Nástroj umožňuje i přípravu vícenásobných parametrických skupin.

Pro ovládání rozvoden (především vyšších napěťových úrovní) je důležitá i rychlá výměna informací mezi terminály jednotlivých vývodů, která, kromě běžných metalických vazeb, může být založena na výměně tzv. GOOSE – zpráv pomocí komunikačních vazeb. Tento systém umožňuje podstatnou úsporu kabeláže a téměř neomezený rozsah přenášených informací. Je tak možné přenášet informace o ASV, stavové blokovací podmínky (angl. Interlocking) nebo blokády od působení ochran.

Program umožňuje i provozní on-line monitoring analogových a dvouhodnotových signálů v přístroji a jejich vizualizaci včetně fázového zobrazení, složkového zobrazení a analýzy vyšších harmonických.

3.2 Převod zapojení do konfiguračního projektu

Jako základ převodu byl použit návrh konfigurace transformátorového vývodu zpracovaný dodavatelem ABB Trutnov. Tento návrh byl pak rozšířen, doplněn a individualizován pro konkrétní použití. Po zkouškách při ožívování pak byly provedeny opravy špatných nebo problematických funkcí. Vlastní návrh byl připravován jako univerzální „maximalistický“ pro všechny transformátorové vývody s tím že podle konkrétní situace zůstávají některé vstupy nebo výstupy nezapojené a nevyužité.

Vlastní konfigurační soubor se tvoří v ACT, kde se skládá z osmi záložek postupně s označením „AI_Meas“, „PROT_I“, „VIO_BI“, „VIO_BO“, „CB_CONTROL_TRIP“, „COMMON_and_LOGIC“, „DREP“ a „GGIO“.

3.2.1 Záložka AI_MEAS

Záložka obsahuje bloky matic připojení analogových vstupů **SMAI**. Bloky **TA2 - SMAI7** slouží pro připojení fázových proudových kanálů pro ochrany (T:3) a pro běžné měření (T:8). Blok **TA3 - SMAI8** slouží pro připojení nulového proudu z průvlekového PTP pro ochrany (T:3). Bloky **TV1 - SMAI1** slouží pro připojení fázových napěťových kanálů. Proudů jsou přímo měřeny z fáze L1 a L3 a proud L2 je vytvořen jejich součtem ještě před vstupem do terminálu, takže do ochrany vstupují tři fázové proudy. Napětí je měřeno pouze z fáze L2. Další dva kanály jsou sice připojeny do matice, ale nejsou připojeny na svorkách terminálu. Záložka „AI_Meas“ je v příloze 6.

Dále jsou na záložce bloky pro realizaci měření fázových proudů **CMMXU**, složkových proudů **CMSQI**, fázových napětí **VMMXU**, složkových napětí **VMSQI** a multifunkční měření **CVMMXN**. Blok složkových měření napětí je prakticky zbytečný vzhledem k jednomu měřenému signálu a blok multifunkčních měření počítá výkony v režimu:

$$\bar{S} = 3 \times \overline{U_{f2}} \times \overline{I_{f2}}, \quad (1)$$

kde

\bar{S} [kVA] je zdánlivý výkon,

$\overline{U_{f2}}$ [kV] je fázové napětí fáze L2 a

$\overline{I_{f2}}$ [A] je fázový proud fáze L2.

3.2.2 Záložka PROT_I

Záložka obsahuje bloky použitých ochranných funkcí. Jednostupňová mžiková nadproudová ochrana (F111) je realizována v bloku **PHPIOC**. Čtyřstupňová nadproudová ochrana je realizována v bloku **OC4PTOC** a je využita pouze pro dva stupně jako časová zpožděná nadproudová ochrana (F112) a jako nadproudová zpožděná ochrana (F131) pro signalizaci přetížení. Čtyřstupňová zemní nadproudová ochrana je realizována v bloku **EF4PTOC** a je využita pouze v jednom stupni jako časová zpožděná nadproudová zemní ochrana (F149). Speciální funkce automatiky selhání vypínače (F32) je realizována v bloku **CCRBRF** se zapojenými vstupy pro stavovou i proudovou kontrolu (následně je parametricky použita pouze proudová kontrola) s doplňkovým součtovým obvodem startovacích podmínek (OR – I:2) a blokem trvalé přídržky výstupní signalizace **SRMEMORY – I:1**. Poslední funkcí je kontrolní obvod poruchy PTP realizovaný v bloku **CCSRDIF** porovnávající součet fázových proudů vůči proudu průvlekového PTP. Záložka „PROT_I“ je v příloze 7.

3.2.3 Záložka VIO_BI

Záložka obsahuje tři bloky matic připojení binárních vstupů **SMBI**. Dva bloky **BI1-SMBI** a **BI2-SMBI** zpracovávají různé specifické externí signály. Blok **BI1-SMBI** zpracovává např. signály z úsekového rozvaděče nn, signál automatiky podpětového vypínání (APV), signál podpětové blokády atd. Blok **BI2-SMBI** zpracovává signály kontroly pomocných napětí, působení HZO, externího resetu atd. Blok **QM – SMBI** obsahuje všechny stavové a povelové informace vztahující se k vlastnímu vypínači (zapnutý stav, vypnutý stav, pracovní nebo revizní poloha, externí zapínací a vypínací povely, kontrola zapínacích a vypínacích cest). Později byla doplněna stabilizace snímání povelových signálů pro zapnutí a vypnutí provedená pomocí dvou bloků **AND – I:1** a **AND – I:2**. Záložka „VIO_BI“ je v příloze 8.

3.2.4 Záložka VIO_BO

Záložka obsahuje pět bloků matic připojení binárních (kontaktních) výstupů **SMBO**. Blok **QM – SMBO** zajišťuje kontaktní ovládání vypínače a pomocných obvodů. Blok **WEC – SMBO** zajišťuje především kontaktní stavovou a poruchovou signalizaci pro informační systém bloku UIS-WEC (angl. Unit Information System – Westinghouse Electric Company) a místní poruchovou signalizaci. Blok **WEC - SMBO** zajišťuje především

kontaktní stavovou a poruchovou signalizaci pro UIS-WEC a místní poruchovou signalizaci. Blok **NEMES – SMBO** zajišťuje především kontaktní stavovou a poruchovou signalizaci pro nestandardní měřicí systém elektro (NEMES). Poslední dva bloky **LED-RED – SMBO** a **LED-YELLOW – SMBO** zajišťují optickou signalizaci na terminálu pomocí červených LED diod. Červených LED diod je šest, které signalizují popudy a působení ochran. Žlutých LED diod je devět, které signalizují poruchy a některé méně důležité ochrany. Blok **OR – I:3** zajišťuje součet signalizace působení ochran (F111) a (F112) pro UIS-WEC. Bloky **TIMERSET** s výstupem OFF pracují jako časové relé se zpožděným odpadem pro zajištění správné signalizace krátkodobých (přechodných) signálů do systému UIS-WEC. Záložka „VIO_BO“ je v příloze 9.

3.2.5 Záložka **CB_CONTROL_TRIP**

Záložka sdružuje informace důležité pro ovládání vypínače a je formálně rozdělena do čtyř oblastí. Jednotlivé oblasti jsou „Vypínač *QM* ovládání“, „Vypínač *QM* - ochrany a blok Zap!“, „Vypínač *QM* stavů“ a „Kontrola zapínací a vypínací cesty“. Záložka „CB_CONTROL_TRIP“ je v příloze 10.

V oblasti „Vypínač *QM* - ochrany a blok Zap!“ je nejdůležitější blok matice vypínacích signálů od ochran **TMAGGIO** a blok definování vypínacího signálu **SMPTRC**. Současně je zde ještě blok **OR - I:22**, což je logický součet popudů vlastních ochran, využitý pro jiné účely (signalizace). Matice vypínacích signálů tvoří vlastní sumární vypínací signál od interních i externích vypínacích impulsů a podobný signál pro aktivaci ASV. Blok definování vypínacího impulsu zajišťuje, že po signálu dojde kromě vypnutí i k aktivaci blokády zapnutí, která může být zrušena pouze na místě resetovacím tlačítkem.

V oblasti „Vypínač *QM* ovládání“ jsou povely na vypnutí doplněny v bloku **OR - I:12** a povely na blokádu zapnutí v bloku **OR - I:9** doplněny o přechodné signály externí automatiky podpěťového vypínání (**BI_EXT_APV**) a je vytvořen povel zapínacího impulsu v bloku **OR - I:11**.

V oblasti „Vypínač *QM* stavů“ je tvořena místní a dálková signalizace stavu vypínače, která zajišťuje vyhodnocení tohoto stavu i v souvislosti se stavem zasunutí podvozku a to je realizováno v blocích **AND – I:121**, **AND – I:122** a **OR – I:123**. Zapnutý vypínač v revizní poloze je totiž pro potřeby UIS – WEC stále považován za vypnutý. Pro potřeby signalizace stavu vypínače do NEMES je stav signalizován pomocí klopného obvodu v bloku

SRMEMORY – I:2. Je zajištěna i vizualizace stavu na displej terminálu, která je realizována v bloku **VSGGIO – I:1.**

Poslední oblastí je „*Kontrola zapínací a vypínací cesty*“, která nahrazuje relé A1996 původní instalace. V bloku **AND – I:26** je realizován stav připravenosti zapínací cesty, který je monitorován pomocí signálu BI_QM_CCS a po zapnutí vypínače je monitoring stavu zablokován. V bloku **AND – I:25** je realizován stav připravenosti vypínací cesty, který je monitorován pomocí signálu BI_QM_TCS a po vypnutí vypínače je monitoring stavu zablokován. Tato signalizace je použita pouze do systému NEMES. Vlastní porucha je vyhodnocována ze signálů BI_QM_CCS a BI_QM_TCS pomocí bloku **XOR - I:1** a negovaným výstupem je signalizována se zpožděním v bloku **TIMERSET - I:4** do sumární poruchové signalizace.

3.2.6 Záložka **COMMON_and_LOGIC**

Záložka sdružuje funkce důležité z hlediska terminálu a zajišťuje sumární poruchovou signalizaci. Je zde umístěn zdrojový blok **FXDSIGN** pevných a speciálních signálů, bloky **INTERRSIG** a **TIMEERR** autodiagnostiky terminálu, blok **ATHSTAT** stavu připojení uživatelů, blok **ActiveGroup** přepínání skupin nastavení, blok **TESTMODE** režimu zkoušek, blok **CHNGLCK** blokování změn konfigurace a bloky **LEDGEN** a **LocalHMI** pro externí reset místní optické poruchové signalizace a některých klopných obvodů. Záložka „**COMMON_and_LOGIC**“ je v příloze 11.

V druhé části záložky jsou obvody poruchové signalizace. Základem je blok **OR - I:34** dálkové signalizace poruchy vývodu H5_VYV_ERR, který provádí dálkovou signalizaci a současně je jedním ze vstupů SUM_ERR_KT30 pro blok **OR – I:35** místní poruchové signalizace. Součástí jsou i bloky **AND – I:3** a **AND – I:4** signalizace ztráty potenciálů, které vstupují do sumární signalizace, ale jsou samostatně signalizovány i na terminálu.

3.2.7 Záložka **DREP**

Záložka je souborem signálů pro takzvaný poruchový zapisovač. Obsahuje bloky **A1RADR** a **A4RADR** pro monitorování analogových signálů a bloky **B1RBDR**, **B2RBDR**, a **B3RBDR** binárních signálů. Do analogových signálů jsou připojeny všechny měřené proudy (3+1) a napětí (1). Blok **A4RADR** je možné použít pro měření interně počítaných průběhů, které v tomto případě nevznikají (např. blok je využit v motorových vývodech). Bloky **B1RBDR** a **B2RBDR** monitorují detailně chování ochran a signalizaci do UIS – WEC

(poslední tři signály bloku **B2RBDR**). Třetí blok **B3RBDR** binárních signálů obsahuje detailní monitoring vypínače. Poruchový zapisovač generuje výstupní zprávy pouze v okamžiku působení ochran a některých vybraných signálů a do zprávy jsou zahrnuty stavy všech připojených signálů v určitém období před událostí a po ní. Záložka „DREP“ je v příloze 12.

3.2.8 Záložka GGIO

Záložka je souborem trvale monitorovaných signálů pro takzvaný změnový zapisovač. Je obdobná záložce „DREP“, ale neobsahuje bloky monitorování analogových signálů, ale pouze binárních signálů v blocích **SP16GGIO – I:1**, **SP16GGIO - I:2**, **SP16GGIO – I:3** a **SP16GGIO – I:4**. Bloky binárních vstupů jsou ekvivalentní s bloky **BxRBDR**, blok **SP16GGIO – I:1** odpovídá bloku **B1RBDR**, blok **SP16GGIO – I:2** odpovídá bloku **B2RBDR**, blok **SP16GGIO – I:3** odpovídá bloku **B3RBDR**, poslední blok **SP16GGIO – I:4** nemá v poruchovém zapisovači ekvivalent a obsahuje monitoring pomocných napětí, některých speciálních vstupů a vnitřní diagnostiky ochrany. Na rozdíl od poruchového zapisovače indikuje změnový zapisovač změnu každého binárního vstupu trvale a individuálně ji pomocí komunikace signalizuje do systému sběru dat. Záložka „GGIO“ je v příloze 13.

3.3 Parametrizace ochranných funkcí

Ochranné funkce jsou definované pomocí ACT na záložce „PROT_I“ a využívají dále záložku „AI_MEAS“, kde jsou definovány vazby proudových a napěťových vstupů, a záložku „CB_CONTROL_TRIP“, kde je definováno působení ochran. Na dalších záložkách jsou pak pomocné funkce jako poruchová signalizace a změnového zapisovače.

Vlastní parametrizace (tj. nastavení) je provedena pomocí nástroje PST. Nástroj obsahuje jednak všeobecné skupiny závislé na hardware terminálu (např. parametrizační skupina TRM_7I_5U_31) a skupiny závislé na konfiguraci přístroje (např. parametrizační skupiny PHPIOC, OC4PTOC, EF4PTOC atd.).

Záložka „AI_Meas“ je navázána na parametrizační skupinu TRM_7I_5U_31, kde jsou definovány primární a sekundární parametry a způsob zapojení proudových a napěťových kanálů. Ochranné funkce používají proudové kanály 4, 5 a 6 pro fázové proudy ze dvou PTP s převodem 200/5 A a kanál 7 pro proud z průvlekového PTP typu BZ00 se

štítkovým převodem $10 / \min 0,08 A$. Pro funkci používáme skutečný převod, který je zpravidla $10 / 0,1 A$. Parametrizační skupina TRM_7I_5U_31 je v příloze 14.

Záložka „PROT_I“ obsahuje jednotlivé ochranné funkce a jejich parametrizace se provádí v PST v parametrizační skupině se shodným názvem PROT_I, kde jsou zobrazeny parametry všech bloků uvedených na záložce.

Výpočty nastavení a selektivity ochran provádí pro potřeby ETE Škoda Praha a v rámci parametrizace je provedeno převedení vypočtených hodnot do jednotlivých ochran.

Například pro transformátorový vývod 1BA.14 byly spočteny následující primární hodnoty nastavení ochran, které jsou uvedeny v tab. 5.

Tab. 5: Nastavení primárních hodnot a doby působení ochran

Označení	Primární hodnota [A]	Doba působení [s]	Název ochrany
F111, $I_{>>}$	1800	$t = 0$	mžiková zkratová
F112, $I_{>/t}$	450	$t = 0,4$	zpožděná nadproudová
F131, $I_{>}$	120	$t = 20$	signalizace proudového přetížení
F32, ASV	450	$t = 0,18$	automatika selhání vypínače
F149, $I_{0>/t}$	12,5	$t = 0,15$	zpožděná nadproudová zemní

Vlastní parametrizace byla provedená následovně.

Ochrana (F111) je aplikována v parametrizační skupině pro blok **PHPIOC** při nastavení proudu $I_{Base} = 200 A$ a ochrana je nastavena na $IP >> = 900 \% IB$ (I_{Base}) tj. $1800 A$ v režimu *I ze 3*. Parametrizační skupina pro blok **PHPIOC** je v příloze 15.

Ochrany (F112 a F131) jsou aplikovány v parametrizační skupině pro blok **OC4PTOC** (čtyřstupňová zpožděná nadproudová ochrana), kde jsou využity pouze dva stupně. Společné je nastavení proudu $I_{Base} = 200 A$ a režimu *I ze 3* pro všechny stupně. Tento blok umožňuje směrové nastavení funkcí, které ale nepoužíváme. Parametrizační skupina pro blok **OC4PTOC** je v příloze 16.

Ochrana (F112) je realizována jako Step 1 (první stupeň) v režimu *Non-directional* (nesměrová) s charakteristikou *IEC Def. Time* (časově nezávislá). Nastavení ochrany je $II > = 225 \% IB$, tj. $450 A$ a $tI = 0,400 sec$.

Ochrana (F131) je realizována jako Step 2 (druhý stupeň) také v režimu *Non-directional* (nesměrová) s charakteristikou *IEC Def. Time* (časově nezávislá). Nastavení ochrany je $I2 \geq 60 \% IB$, tj. 120 A a $t1 = 20,000 \text{ sec}$.

Další stupně jsou nastavením *Off* v parametru *DirMode* vyřazeny z provozu.

Ochrana (F32) je aplikována v parametrizační skupině pro blok **CCRBRF** při nastavení proudu $I_{Base} = 225 \text{ A}$ (nastavení je vyšší z důvodu omezené vlastní nastavitelnosti funkce) je ochrana nastavena na $IP \geq 200 \% IB$ tj. 450 A v režimu 1 ze 3. Ochrana je navolena do režimu *Current* (tj. pouze proudová podmínka) s časovým zpožděním $t2 = 0,180 \text{ sec}$. Parametrizační skupina pro blok **CCRBRF** je v příloze 17.

Ochrana (F149) je aplikována v parametrizační skupině pro blok **EF4PTOC** (čtyřstupeňová zpožděná nadproudová zemní ochrana), kde je využit pouze jeden stupeň. Společné je nastavení proudu $I_{Base} = 1 \text{ A}$ pro všechny stupně. Tento blok umožňuje směrové nastavení funkcí, které ale nepoužíváme. Parametrizační skupina pro blok **EF4PTOC** je v příloze 18.

Ochrana (F149) je realizována jako Step 1 (první stupeň) v režimu *Non-directional* (nesměrová) s charakteristikou *IEC Def. Time* (časově nezávislá). Nastavení ochrany je $IN1 \geq 1250 \% IB$, tj. 12,5 A a $t1 = 0,150 \text{ sec}$. Další stupně jsou nastavením *Off* v parametru *DirMode* vyřazeny z provozu.

4 Realizace přezbrojení pole pro síťový transformátor

Rekonstrukce ochran rozvoden 1.HVB byla náročná jak z projektového, tak realizačního hlediska. Z časového hlediska nebylo možné provést akci v průběhu jednoho roku, a proto bylo nutné rozložit jak projektovou přípravu, tak vlastní realizaci. V projektové části šlo především o to, že vzhledem k použití typových výkresů bylo nutné zpracovávat dvojí dokumentaci, která platila souběžně. Nová dokumentace s terminály, kde se postupně rozšiřuje rozsah platnosti pro rekonstruované vývody, a naopak původní dokumentace, kde se postupně redukuje rozsah platnosti.

Vlastní realizace na rozvodnách 1BA, 1BB, 1BC, 1BD, 1BJ a 1BK se prováděla následovně. Nesystémové rozvodny 1BA, 1BB, 1BC, 1BD jsou fyzicky rozděleny na samostatné sekce „a“ a „b“. Každá z těchto sekcí obsahuje maximálně 19 polí plus přívod rozvodny 6 kV ve vnějších objektech. Ve vývodu na vnější objekt a v přívodu vnějšího objektu je použita podélná rozdílová ochrana RED 670 a je nutné je instalovat souběžně. Rozvodny 1BJ a 1BK mají 16 polí a považujeme je za zhruba ekvivalentní jedné nesystémové sekce.

V odstávce roku 2012 se podařilo realizovat největší část záměny na rozvodnách 1BA, 1BB a to pouze na sekcích „b“ a na rozvodnách 1BC, 1BD pouze na sekcích „a“, a na rozvodně 1BJ.

V roce 2013 z časových důvodů realizujeme pouze záměnu na rozvodnách 1BA, 1BB a to jen na sekcích „a“ a v rozvodně 1BK. Poslední sekce „b“ rozvoden 1BC a 1BD se budou realizovat v roce 2014.

4.1 Projektová příprava záměny ochran

Vlastní nové liniové schéma vývodu na transformátor muselo akceptovat určité omezující podmínky.

Napájení ochrany je nově realizováno přes samostatný jistič mimo obvod centrálního paketového přepínače QM11. Ochrana tak zůstává pod napětím i při manipulaci s vypínačem, kdy vždy dojde k vypnutí potenciálů WS10, WS11, WS14 a WS3. Na potenciál ochrany je připojeno i několik speciálních obvodů, jako obvod tlačítka RESET, blokáda konfigurace, blokáda ASV a kontakt vnitřní poruchy ochrany (IRF – zmnožovací relé KIRF). Tlačítko

RESET slouží kromě externího resetu přídržní signalizace a některých klopných relé i ke zkoušce externích signalizačních žárovek HL30 a HL50.

Místní a dálkové zapínací a vypínací signály nejsou realizovány řídicím systémem a pomocí datového přenosu, ale výhradně jako kontaktní mimo obvody terminálu. Sumární zapínací a vypínací signály jsou terminálem monitorovány. Původně bylo místní tlačítkové ovládání realizováno z důvodu bezpečnosti pomocí barevných uzamykatelných tlačítek. Při rekonstrukci nebyla již barevná uzamykatelná tlačítka k dispozici a byla nahrazena jedním uzamykatelným černým tlačítkem, které blokuje funkci navazujících barevných neuzamykatelných tlačítek.

Byl zachován původní princip monitoringu kontinuity zapínacích a vypínacích cest vypínače, ale byl realizován pomocí binárních vstupů terminálu. Zapínací cesta je po vypnutí vypínače uvedena do připravenosti sepnutím vnitřního stavového kontaktu. Po zapnutí vypínače stavový kontakt naopak cestu roztrhne, aby případným trvalým zapínacím impulsem nedošlo k poškození obvodů zapínací cesty. Obdobně vypínací cesta je po zapnutí vypínače uvedena do připravenosti sepnutím vnitřního stavového kontaktu. Po vypnutí vypínače stavový kontakt naopak cestu roztrhne, aby případným trvalým vypínacím impulsem nedošlo k poškození obvodů vypínací cesty. Monitoring vycházel z toho, že pokud je alespoň jedna cesta připravena, pak vysokoimpedanční snímač opřený o plus polaritu je na druhém pólu připojen k napětí mínus polarity procházející celou vypínací nebo zapínací cestou vypínače včetně příslušné cívky. Celý systém ale vyvolává drobné problémy v monitorování sumárních zapínacích a vypínacích impulsů, protože dochází po skončení zapínacího nebo vypínacího impulsu k jeho následnému kmitání v monitoringu do systému NEMES. Proto byla v monitoringu těchto signálů doplněna blokáda obráceným stavem vypínače. Monitoring sumárního zapínacího impulsu je blokován vypnutým stavem vypínače a sumární vypínací impuls zapnutým stavem vypínače.

Obvod ASV je nově integrován do terminálu, ale výstupní kontakt aktivuje koncové relé KF5, které aktivuje původní průběžné přípojnice, které byly zachovány. Zde jsme neakceptovali možnost převedení do režimu GOOSE s ohledem konzervativní přístup a na možnost spolehlivého blokování funkce. Blokování je možné dvěma způsoby. Základní blokáda je možná přepínačem SB50, který aktivuje binární vstup, který blokuje funkci ASV realizovanou v bloku **CCRBFR**. Další možnost je v rozpojení výstupu právě na koncové relé KF5 pomocí zkušební zásuvky.

Sumární poruchová signalizace je prostřednictvím terminálu realizována pouze částečně. Terminál provádí monitorování ovládacích a signalizačních potenciálů WS10, WS11 a WS14 přímo binárními vstupy terminálu, ale výstup poruchové signalizace je jednak jako H5 do UIS – WEC a jako rozšířený na koncové časové relé KT30. Toto relé je kromě kontaktu terminálu aktivováno i dalšími popudy (paralelně řazené klidové kontakty jističů FA13, FA20 a klidový kontakt relé KIRF). Sumární poruchové relé KT30 zajišťuje trvalou signalizaci na poli pomocí HL30 a impulsní signál do průběžné přípojnice, přes kterou vzniká sumární poruchová signalizace za sekci rozvodny.

Poruchová signalizace do NEMES byla původně pouze kontaktní. Tato byla nahrazená kontakty terminálu s výjimkou kontaktu ASV, který je řešen jako kontakt koncového relé KF5. Nově ale vzniká systém datové signalizace pomocí jak pomocí změnového zapisovače, tak pomocí poruchového zapisovače. Původní kontaktní signalizace obsahovala maximálně deset kontaktů a tento počet nemohl být navýšen bez rozšíření kabeláže. Nově je ve změnovém zapisovači k dispozici prostor pro přenos po komunikačních vazbách 4x16 signálů, přičemž tento počet nemusí být konečný a lze jej ještě rozšířit minimálně o dalších 4x16 signálů.

Poruchová signalizace do UIS – WEC je poněkud problematická u signálů s krátkou dobou trvání. Systém s ohledem na velký počet snímaných signálů disponuje v některých částech pouze omezenou vzorkovací rychlostí a proto je nutné prodloužit trvání těchto signálů na minimálně cca 1,5 sec. To bylo původně řešeno pomocí časových relé se zpožděným odpadem. Nově je situace řešena uvnitř terminálu pomocí bloků **TIMERSET**, což jsou univerzální časové bloky se zpožděným náběhem a odpadem. Použitím výstupu OFF využíváme funkci zpožděného odpadu s tím, že časové zpoždění se nastavuje pomocí parametrů těchto časových bloků.

Použitím terminálů řady 670 na ETE došlo k minimalizaci dalšího přístrojového vybavení v přístrojové části rozvodu 6 kV (nově pouze svorky, jističe, 1 ks relé pro ASV, 2 ks relé pro signalizaci, tlačítka a indikační přístroje – žárovky, stavové ukazatele) a návazně by mělo dojít i ke zvýšení celkové spolehlivosti (minimalizace poruch přístrojů a vyšší spolehlivost hlavních přístrojů – terminálů).

Komunikační systém terminálů je novou částí projektu. Protože nebyl požadován plnohodnotný řídicí systém pomocí komunikace, byl komunikační systém navržen pouze pro časovou synchronizaci a sběr dat do systému NEMES, kde jsou data soustředována a zpracovávána.. Terminály každé sekce rozvoden 1BA, 1BB, 1BC, 1BD a rozvoden 1BJ a 1BK jsou připojeny do samostatného switche jednoduchým paprskovým spojem. Switche jsou na úrovni rozvoden spojeny pomocí optických vodičů do ringu (např. 1BA/A - 1BA/B – 1BJ – 1BV – 1BA/A) a jako jeden z klientů jsou zdvojně připojeny servery systému NEMES. Komunikační systém pracuje s protokolem IEC 61850.

Terminály podstatně rozšiřují možnosti sběru dat a jejich časové synchronizace. To je důležité pro informace o provozních poruchách v rozvodu 6 kV a jejich rychlou analýzu. Změnový zapisovač umožňuje podrobné sledování provozu rozvodny a indikaci případných malých poruch. Nyní připravujeme další možnosti sběru dat jako on-line měření z vývodů atd.

4.2 Způsob realizace záměny ochran

Vlastní rekonstrukce se při vyměnění dělí na několik fází.

4.2.1 Přípravná a montážní fáze

Nejdříve jsou oživeny a naprogramovány vlastní terminály včetně kompletní parametrizace. Následuje kompletní funkční a sekundární odzkoušení připravených terminálů podle logických schémat a projektu selektivity. Souběžně jsou připraveny kompletní mechanické části přístrojové části, tj základní deska a dveře příslušného pole a osazeny na manipulační podvozek. Do těchto částí je namontována veškerá příslušná výbava, tj. instalační žlaby, svorky, jističe, zkušební svorkovnice, pomocná relé, převodník a ukazatele stavu s výjimkou terminálu. Následně je provedeno částečné vydrátování pole a po dodání oživeného terminálu je provedeno definitivní zapojení přístrojové části pole.

4.2.2 Zkušební fáze

Po dokončení montáže jsou provedeny kompletní kontroly zapojení včetně prozvánění jednotlivých propojů a kontroly izolačních stavů. Až po této kontrole může být na svorky přivedeno napájecí napětí, vypínač je simulován zkušebním přípravkem, který napodobuje chování vypínače a jsou prováděny první základní funkční zkoušky, ale bez aktivace kontaktů terminálu, případně dokonce se sejmutými konektory terminálu, aby nedošlo k poškození jeho kontaktů při případné chybě zapojení. Po úspěšné kontrole je kontrola opakována již

s terminálem a proudovými a napěťovými zdroji a provádí se kompletní přezkoušení včetně náběhů signalizací. V rámci této etapy musí být připravena a funkční všechna pole dané sekce rozvodny (cca 19 polí) bez výjimky.

4.2.3 Fáze demontáže, montáže a zkoušek na rozvodně

Nejkritičtější fází realizace byla a je vlastní montáž připravených kompletů na pozici. Po odstavení a zajištění celé sekce rozvodny je zahájena demontáž přístrojové části všech polí (tj. nejen vývodů, ale i pracovních přívodů, můstků přívodů a můstků měření), během které se odstříhnou vnitřní propoje svorkovnice X3 a svorkovnice se v celku včetně vnějších vodičů uvolní ze skříně. Veškerá ostatní výzbroj ze základní desky se demontuje a výklopný panel i dveře přístrojové části se sejmou. Následně se na základní desku namontuje nová základní deska s výzbrojí a nasadí nové dveře. Ve vývodových polích se nepoužívá výklopný panel. Následně se propojí svorkovnice průběžných přípojníc X1 a řízeně se přepojí vodiče z původní svorkovnice X3 na novou svorkovnici X3. V případě transformátorových vývodů byla ochrana umístěna mimo vlastní přístrojovou část v pomocné skříně ochran, kde je nutné provést demontáž ochrany a příslušných pomocných přístrojů a upravit návaznosti připojených obvodů. Dále se ještě realizují vazby od PTP a PTN, napojení na vypínač a můstky. Následně je možné připojit zdroje pomocného napájení a zahájit zkoušky vnějších návazností jednotlivých vývodů.

Tato fáze je kritická především s ohledem na časovou náročnost, protože se realizuje na celé sekci, což je až 19 polí a případně ještě terminál přívodu rozvodny vnějších objektů s podélnou rozdílovou ochranou, která navazuje na tuto sekci rozvodny. Celou rekonstrukci je nutné realizovat v průběhu 5-ti dní, přičemž základní montáž a napojení všech polí je nutné realizovat v průběhu tří dnů, aby bylo možné zahájit zkoušky návazností. Situace na rozvodně je komplikovaná i omezenými prostorovými a kapacitními možnostmi. Na rozvodně totiž probíhají současně i další práce pravidelné údržby.

Zkoušky návazností jsou komplikované především v případě pracovních a rezervních přívodů sekcí rozveden. Ale u i běžného transformátorového vývodu jsou tyto zkoušky poměrně rozsáhlé. Je nutné ověřit návaznosti na transformátor vn/nn a ochrany vlastního úsekového rozvaděče nn, vazby dálkového ovládní a dálkové stavové a poruchové signalizace do UIS – WEC a vazby dálkové signalizace do NEMES. Problém je zde hlavně v rozprostření pracovních míst a kapacitních možnostech personálu.

4.2.4 Fáze tvorby komunikačního systému

Tato fáze probíhala souběžně s ostatními fázemi. Při přípravě terminálů byl současně vytvořen i jejich komunikační projekt pro změnový a poruchový zapisovač. Souběžně byla již za provozu před odstávkou položena optická komunikační síť a připraveno její zakončení v optických rozvaděčích. Ve zkušební fázi (na zkušebně) byly provedeny i zkoušky systému sběru z jednotlivých terminálů. Ve fázi demontáže, montáže a zkoušek na rozvodně byly pouze zapojeny switche včetně napájení a připojeny jednotlivé terminály, které svojí synchronizací ověřily funkčnost vazby a následně systém NEMES monitoroval vlastní provádění zkoušek jednotlivých vývodů.

Závěr

Popisovaná příprava konfigurací a parametrizací byla součástí prací na investiční akci „Rekonstrukce ochran 1. HVB ETE“ realizované v elektrárně Temelín z důvodu potřeby nahrazení původní instrumentace ochran ALOX novými přístroji. Na tuto akci proběhlo výběrové řízení, v rámci kterého byla jako dodavatel vybrána firma I&C Energo, a.s. (u které jsem byl zaměstnán) a jako použité přístroje byly zvoleny terminály řady RELOIN firmy ABB. V době výběrového řízení nebyly ze strany ABB k dispozici přístroje řady REx 650 nebo REx 630 a požadavkům výběrového řízení vyhověla řada REx 670.

Řada terminálů REC 670 je primárně určena pro přenosové sítě vyšších napětí a obsahuje řadu bloků a automatik, které nejsou určeny pro použití v jednoduchých rozvodnách. Proto stupeň jejich využití není příliš vysoký. Na druhou stranu jsou všechny vývody (motorové, transformátorové a vývody na rozvodny 6 kV) realizovány stejnými terminály REC 670, což je výhoda z hlediska použití jednotného hardwaru. Podélné rozdílové ochrany pro kabely 6 kV jsou řešeny terminály RED 670 (zde je oproti REC 670 navíc optická komunikační karta) a impedanční ochrany pracovních a rezervních přívodů neblokových rozvodů 6 kV jsou řešeny terminály REL 670 (zde je použita větší skříň terminálu a větší počet karet vstupů a výstupů). V terminálech REC 670 jsou realizovány i schémové automatiky rozvodů 6 kV. Pouze v polích měření jsou použita napěťová relé REF 615, která jsou ale také součástí řady RELION.

Pro realizaci akce dodala firma ABB vzory konfigurací na základě projektu I&C Energo, a.s. Celá následující vlastní příprava konfigurací, parametrizace, zkoušky konfigurací a parametrizace všech terminálů prováděla a provádí firma I&C Energo, a.s. Konfigurace a parametrizace vyžadovala seznámení a zvládnutí programu PCM 600. Toto zvládnutí nebylo s ohledem na předcházející práci s přístroji REF 615 a úroveň využití terminálů REC 670 zásadním problémem. Vlastní práce v ACT je poměrně intuitivní a nebyla v tomto případě na takové úrovni, která by vyžadovala speciální přípravu a znalosti, takže zvládnutí této činnosti bylo možné.

Vlastní zkoušky konfigurací pak byly prováděny podle logik zapojení a logických schémat ACT. Zkoušky konfigurace odpovídají funkčním zkouškám a zkoušky parametrizace jsou v podstatě sekundárními zkouškami ochran. Tyto činnosti jsou standardní náplní práce

útvary, u kterého jsem byl zaměstnán. Z tohoto důvodu jsem se na všech těchto činnostech účastnil a spolupracoval na jejich realizaci.

Základním přínosem bylo seznámení s programem, samotná příprava konfigurace a parametrizace terminálů, realizace funkčních a sekundárních zkoušek a odstraňování závad v konfiguraci a parametrizaci a jejich zpětného řešení. Navíc rozsah zkoušek zásadním způsobem přesáhl rozsah běžně realizovaných činností a rozšířil tak moje znalosti i v této oblasti.

Použitá literatura

- [1] F. Janíček, V. Chladný, A. Beláň, Ž. Eleschová: Digitálne ochrany v elektrizačnej sústave, STU – Slovenská technická univerzita v Bratislave, 2004
- [2] Ing. R. Grym, Ing. J. Berman, Ing. J. Machoň, Ing. Bc. B. Cichoň, P.Hochman, Chránění II – Elektrická zařízení vysokého napětí, chránění zařízení v průmyslu, Iris, 2004
- [3] Doc. Ing. K. Chmelík, Doc. Ing. P. Toman Ph.D., Ing. R. Hanuš Ph.D., Ing. R. Grym, Ing. J. Machoň, P.Hochman: Chránění 3 – Elektrická zařízení vysokého napětí, Iris, 2005
- [4] Ing. P. Dohnálek, CSc.: Ochrany pro průmysl a energetiku, SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1991
- [5] ČSN 33 3051: Ochrany elektrických strojů a rozvodných zařízení, 1992
- [6] P. Dohnálek: Nadproudová relé A 15, A15 S1, ZPA Trutnov, 1987
Zdroj: <http://www.dohnalek.cz/2.html>, [2013.03.29]
- [7] P. Dohnálek: Nadproudové časové ochrany AT 12 X1, AT 21 X1, AT 31 X1, ZPA Trutnov, 1988, Zdroj: <http://www.dohnalek.cz/2.html>, [2013.03.29]
- [8] Przekaznik ziemnozwarciowy-pradowy RIgx-10, Świebodzice Mera-Refa, 1981
- [9] Ochrana SPAJ 140 C; zdroj: http://www.relko.cz/katalogy/ostatni/spaj140_cz.pdf, [2013.04.06]
- [10] Ing. Štědrý: Elektronická ochrana ALOX S1; ZPA Trutnov, 1989
- [11] Terminál REC 670; zdroj: www.abb.com, [2013.05.12]
- [12] Uživatelské prostředí PCM 600; zdroj: www.abb.com, [2013.05.12]

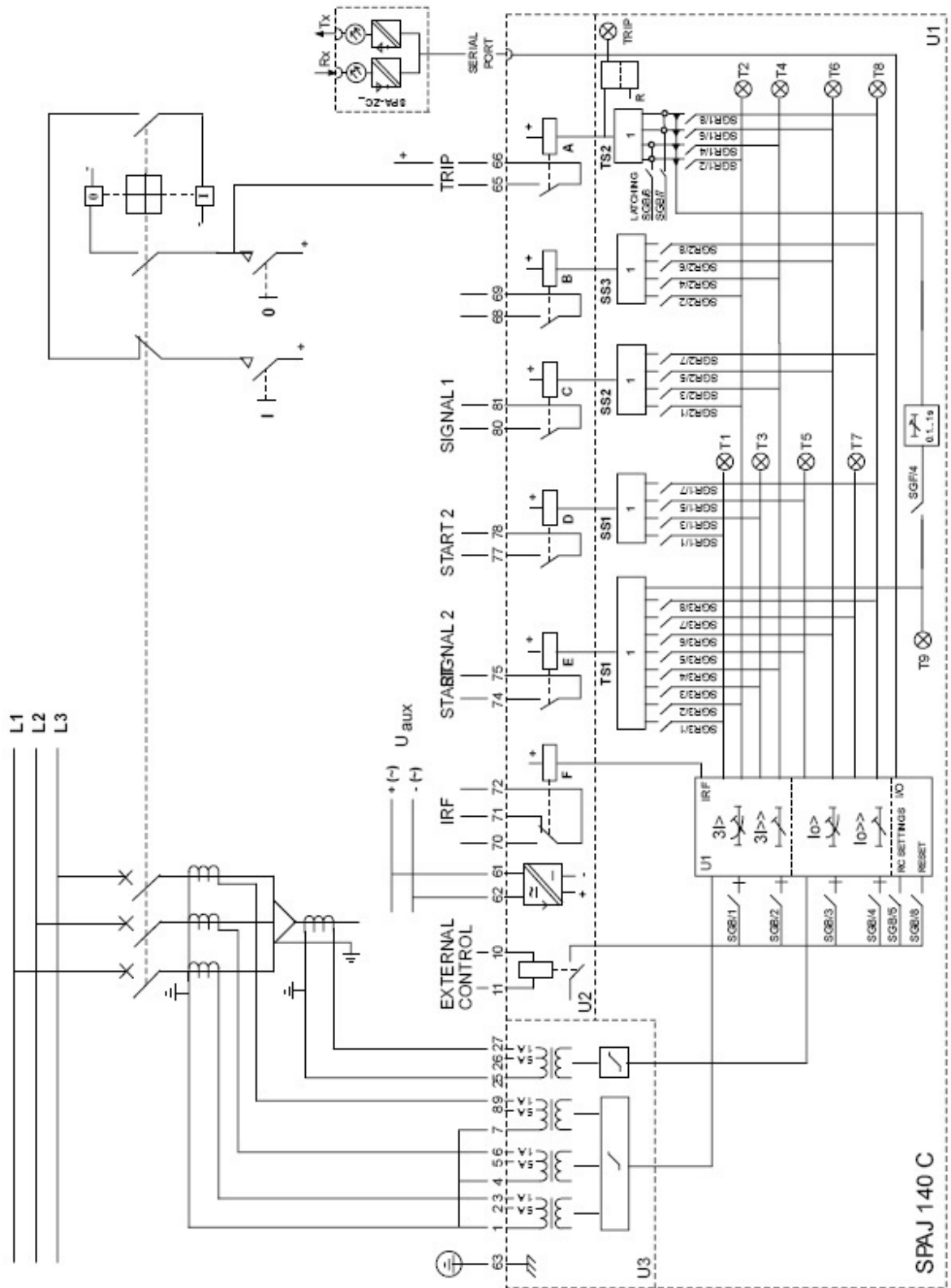
Přílohy

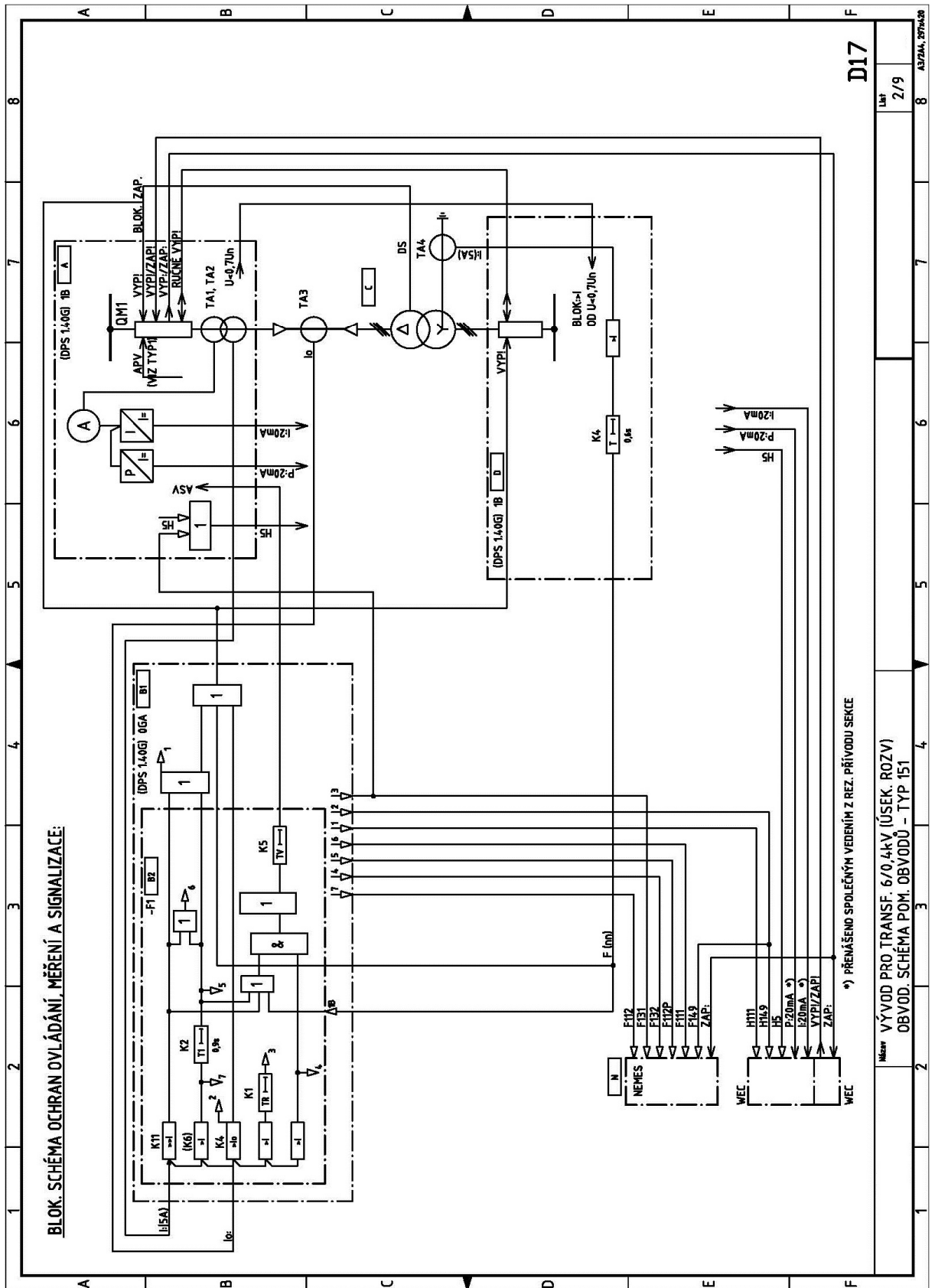
Příloha 1: Seznam napájených spotřebičů III: kategorie z rozvodu nezajištěného napájení

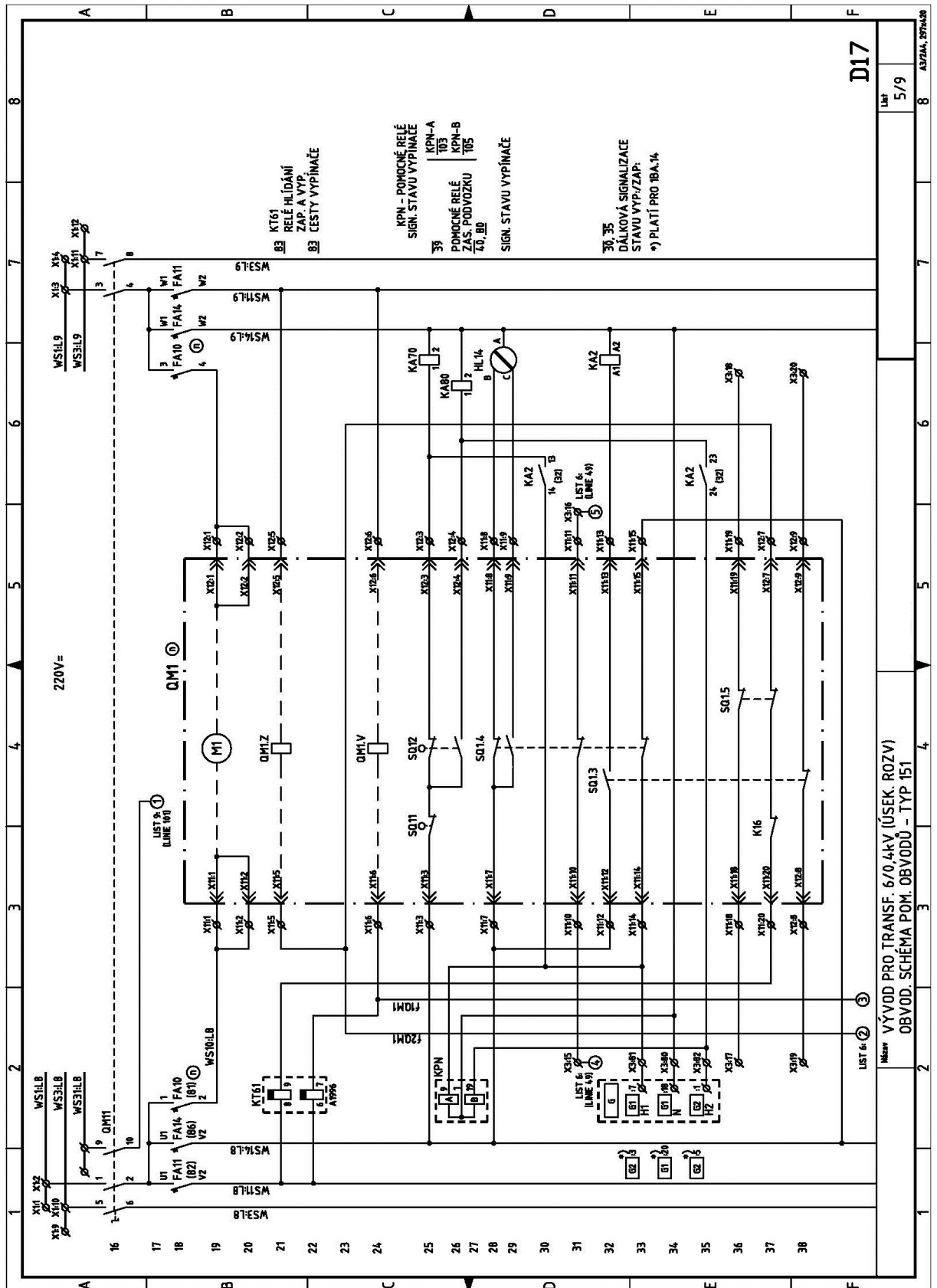
Rozvodna	Název spotřebiče	Označení	Příkon
1BA.04	Podávací čerpadlo separ. kondenzátu	1RB51D01	200 [kW]
1BA.05	Kondenzátní čerpadlo č. 1 BVS	1UP10D01	200 [kW]
1BA.06	Podávací čerpadlo u NTO2 – 1. NT díl	1RN21D01	315 [kW]
1BA.07	Čerpadlo TVN	1VB01D01	682 [kW]
1BA.09	Hlavní cirkulační čerpadlo	1YD10D01	8000 [kW]
1BA.10	Uzemňovací transformátor	1BA0TZ1	0,231 [MVA]
1BA.12	Vodoproudá vývěva	1SD11D01	250 [kW]
1BA.14	Světelný rozvod na 1. HVB	1BU60	1 [MVA]
1BA.15	Spotřeba sekundární části	1BU55	1 [MVA]
1BA.16	Spotřeba primární části	1BU19-1	1 [MVA]
1BA.25	Vlastní spotřeba BAPP	0BS51	1 [MVA]
1BA.26	Spotřeba sekundární části	1BU59	1 [MVA]
1BA.27	Vlastní spotřeba BAPP	0BS66	1 [MVA]
1BA.28	Spotřeba primární části	1BU21-1	1 [MVA]
1BA.29	Uzemňovací transformátor	1BA0TZ2	0,231 [MVA]
1BA.30	Rezervní napájení 2.HVB	2BU54	1 [MVA]
1BA.33	Podávací čerpadlo u NTO2 – 3. NT díl	1RN23D02	315 [kW]
1BA.34	Kondenzátní čerpadlo	1RM51D01	2000 [kW]
1BB.04	Uzemňovací transformátor	1BB0TZ1	0,231 [MVA]
1BB.06	Kondenzátní čerpadlo č. 2 BVS	1UP10D02	200 [kW]
1BB.09	Hlavní cirkulační čerpadlo	1YD20D01	8000 [kW]
1BB.10	Vlastní spotřeba BAPP	0BS61	1 [MVA]
1BB.11	Spotřeba sekundární části	1BU56	1 [MVA]
1BB.12	Ohříváky kompenzátoru objemu	1BU08	1 [MVA]
1BB.20	Napájení lineárních krokových pohonů	1BU11	0,4 [MVA]
1BB.21	Rezervní napájení 2. HVB	2BU61	1 [MVA]
1BB.24	Čerpadlo cirkulační chladicí vody	1VC01D01	7000 [kW]
1BB.25	Podávací čerpadlo u NTO2 – 2. NT díl	1RN22D01	315 [kW]
1BB.26	Kondenzátní čerpadlo	1RM52D01	2000 [kW]
1BB.27	Uzemňovací transformátor	1BB0TZ2	0,231 [MVA]
1BB.28	Spotřeba primární části	1BU22-2	1 [MVA]

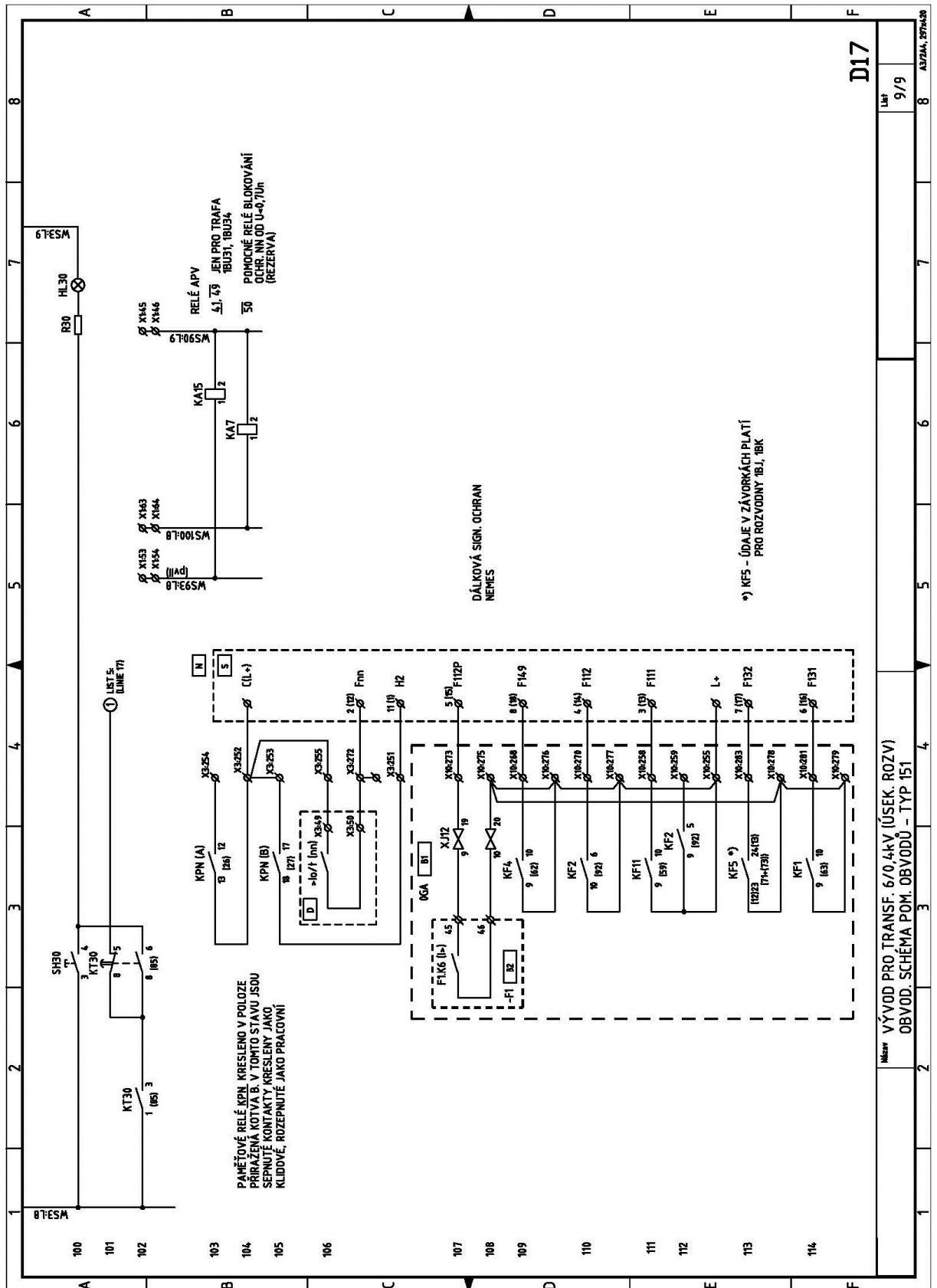
Rozvodna	Název spotřebiče	Označení	Příkon
1BC.04	Podávací čerpadlo u NTO2 – 2. NT díl	1RN22D02	315 [kW]
1BC.05	Čerpadlo TVN	1VB01D02	680 [kW]
1BC.06	Uzemňovací transformátor	1BC0TZ1	0,231 [MVA]
1BC.07	Spotřeba primární části	1BU22-1	1 [MVA]
1BC.09	Hlavní cirkulační čerpadlo	1YD30D01	8000 [kW]
1BC.10	Spotřeba primární části	1BU21-2	1 [MVA]
1BC.12	Spotřeba sekundární části	1BU57	1 [MVA]
1BC.13	Rezervní napájení 2. HVB	2BU53	1 [MVA]
1BC.21	Vlastní spotřeba BAPP	0BS62	1 [MVA]
1BC.25	Vodoproudá vývěva	1SD12D01	250 [kW]
1BC.26	Kondenzátní čerpadlo č. 4 BVS	1UP10D04	200 [kW]
1BC.27	Uzemňovací transformátor	1BC0TZ2	0,231 [MVA]
1BC.28	Kondenzátní čerpadlo	1RM53D01	2000 [kW]
1BD.05	Kondenzátní čerpadlo č. 3 BVS	1UP10D03	200 [kW]
1BD.06	Podávací čerpadlo u NTO2 – 1. NT díl	1RN21D02	315 [kW]
1BD.07	Vodoproudá vývěva	1SD13D01	250 [kW]
1BD.09	Hlavní cirkulační čerpadlo	1YD40D01	8000 [kW]
1BD.10	Uzemňovací transformátor	1BD0TZ1	0,231 [MVA]
1BD.11	Podávací čerpadlo separ. kondenzátu	1RB51D02	200 [kW]
1BD.14	Spotřeba primární části	1BU19-2	1 [MVA]
1BD.15	Vlastní spotřeba BAPP	0BS52	1 [MVA]
1BD.24	Napájení lineárních krokových pohonů	1BU12	0,4 [MVA]
1BD.25	Ohřívačky kompenzátoru objemu	1BU09	1 [MVA]
1BD.27	Spotřeba sekundární části	1BU58	1 [MVA]
1BD.29	Uzemňovací transformátor	1BD0TZ2	0,231 [MVA]
1BD.30	Doplňovací čerpadlo	1TK22D02	800 [kW]
1BD.33	Podávací čerpadlo u NTO2 – 3. NT díl	1RN23D01	315 [kW]
1BD.34	Kondenzátní čerpadlo	1RM54D01	2000 [kW]
1BD.35	Čerpadlo cirkulační chladicí vody	1VC01D02	7000 [kW]

Příloha 2: Vnitřní schéma zapojení ochrany SPAJ 140 C

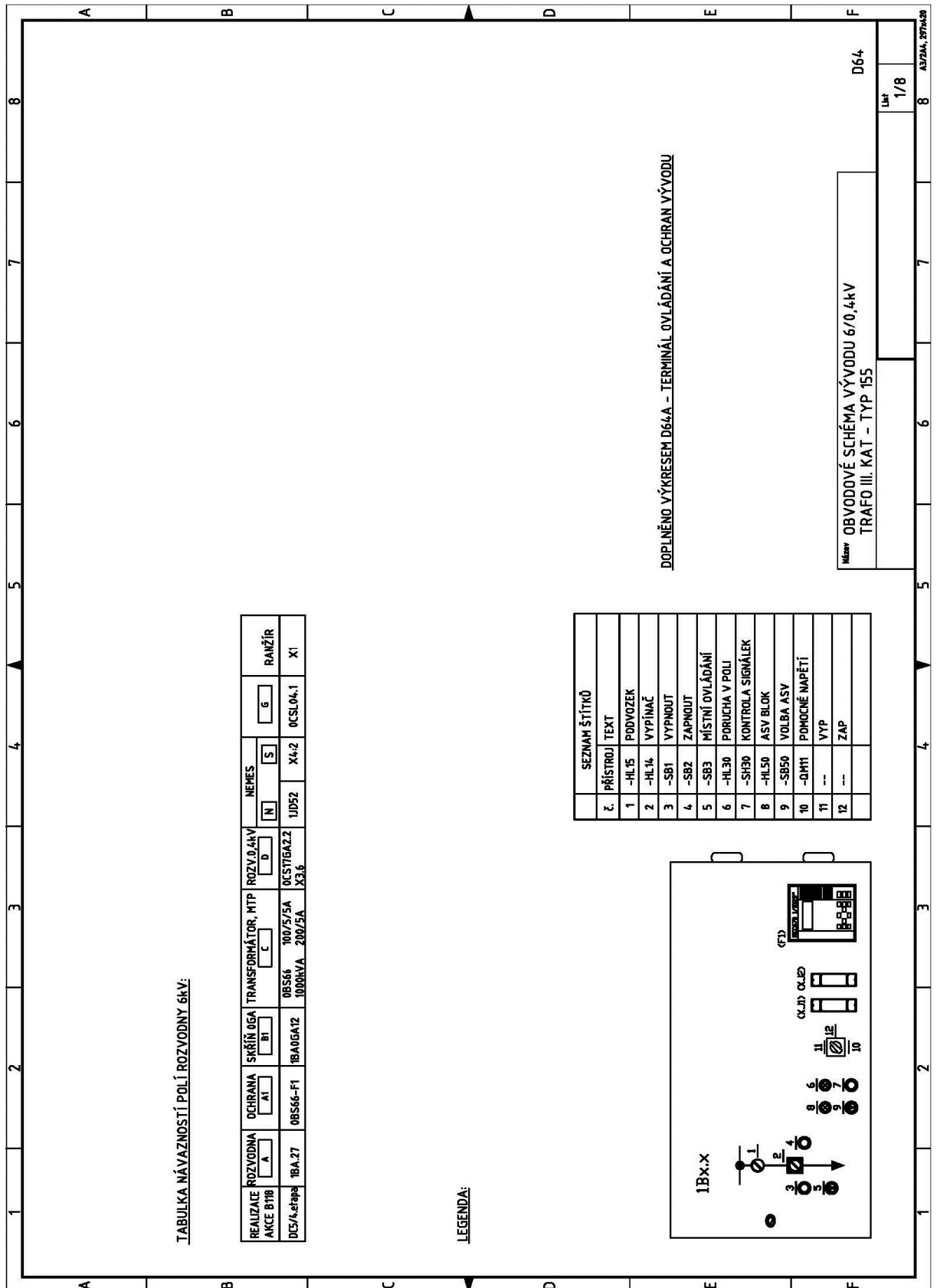


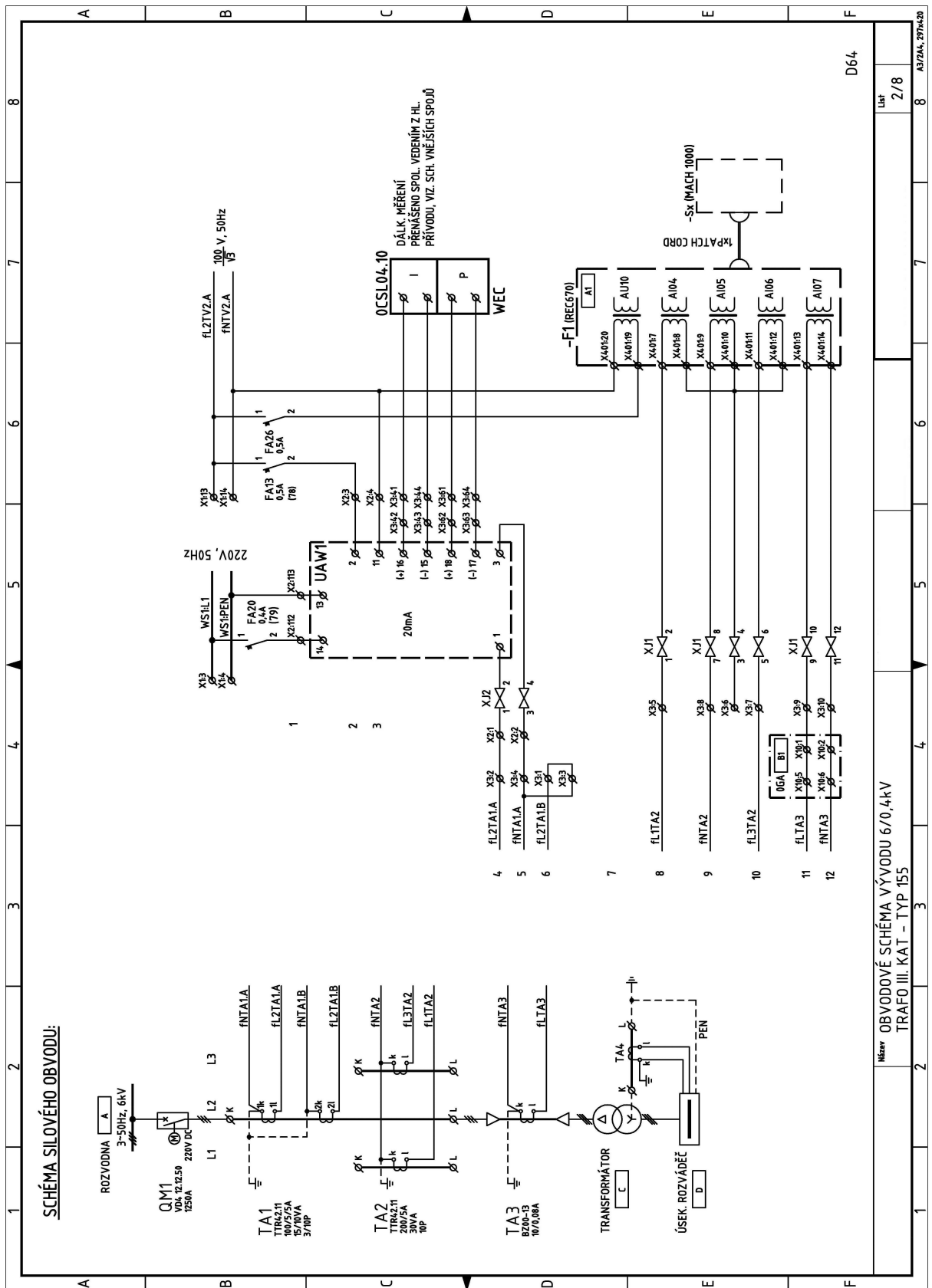


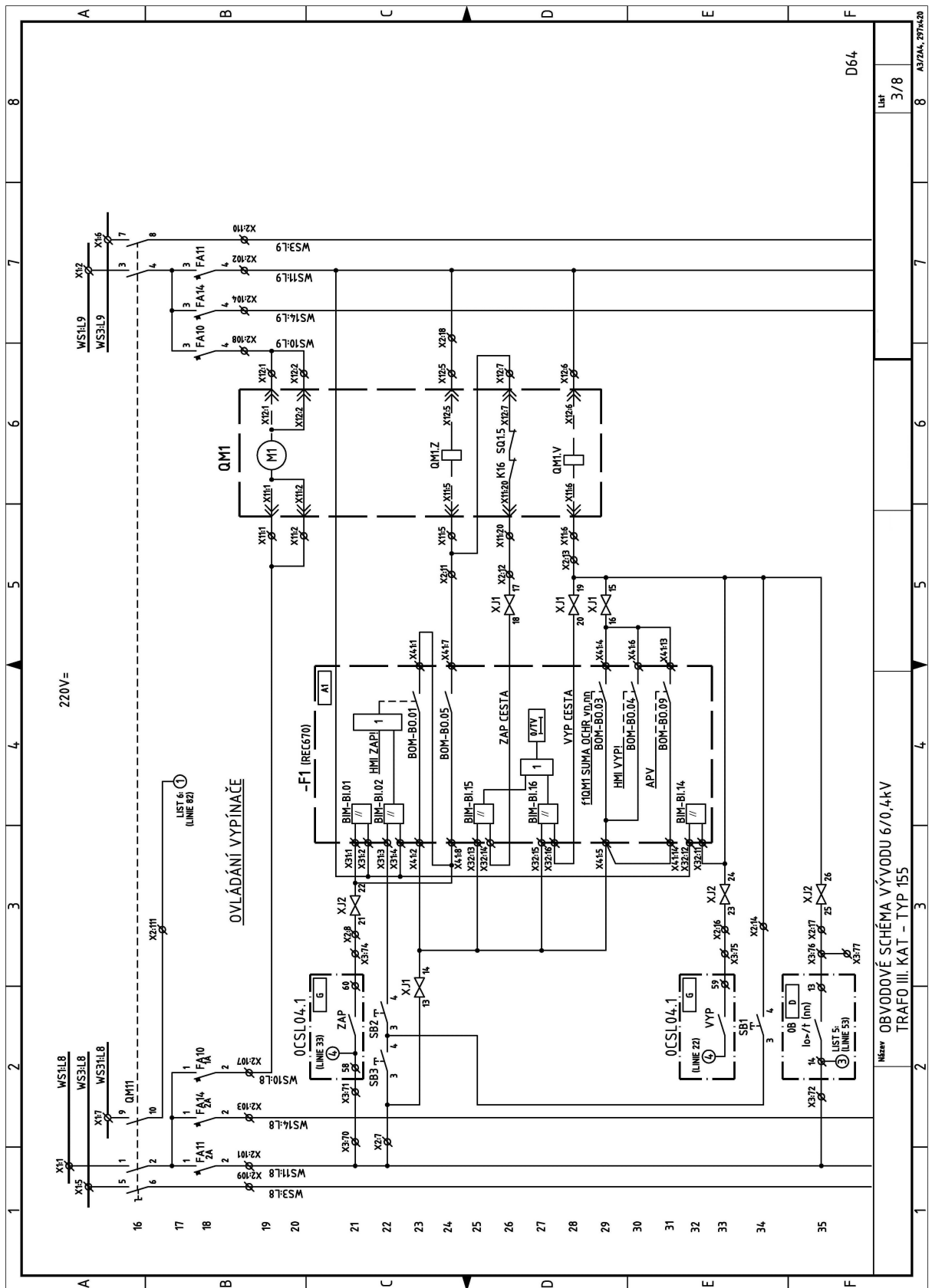




Příloha 4: Upravené liniové schéma pro transformátorový vývod

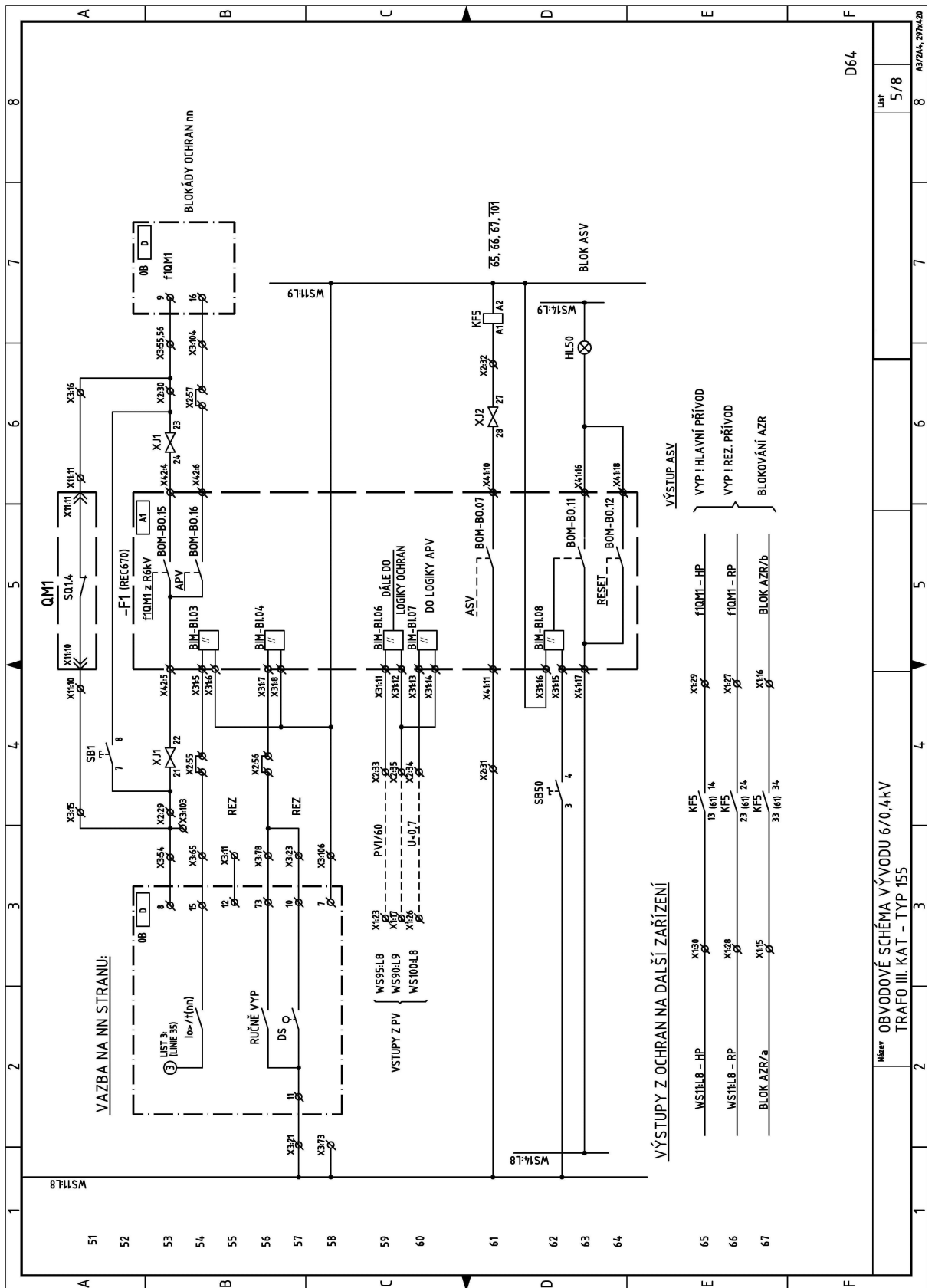


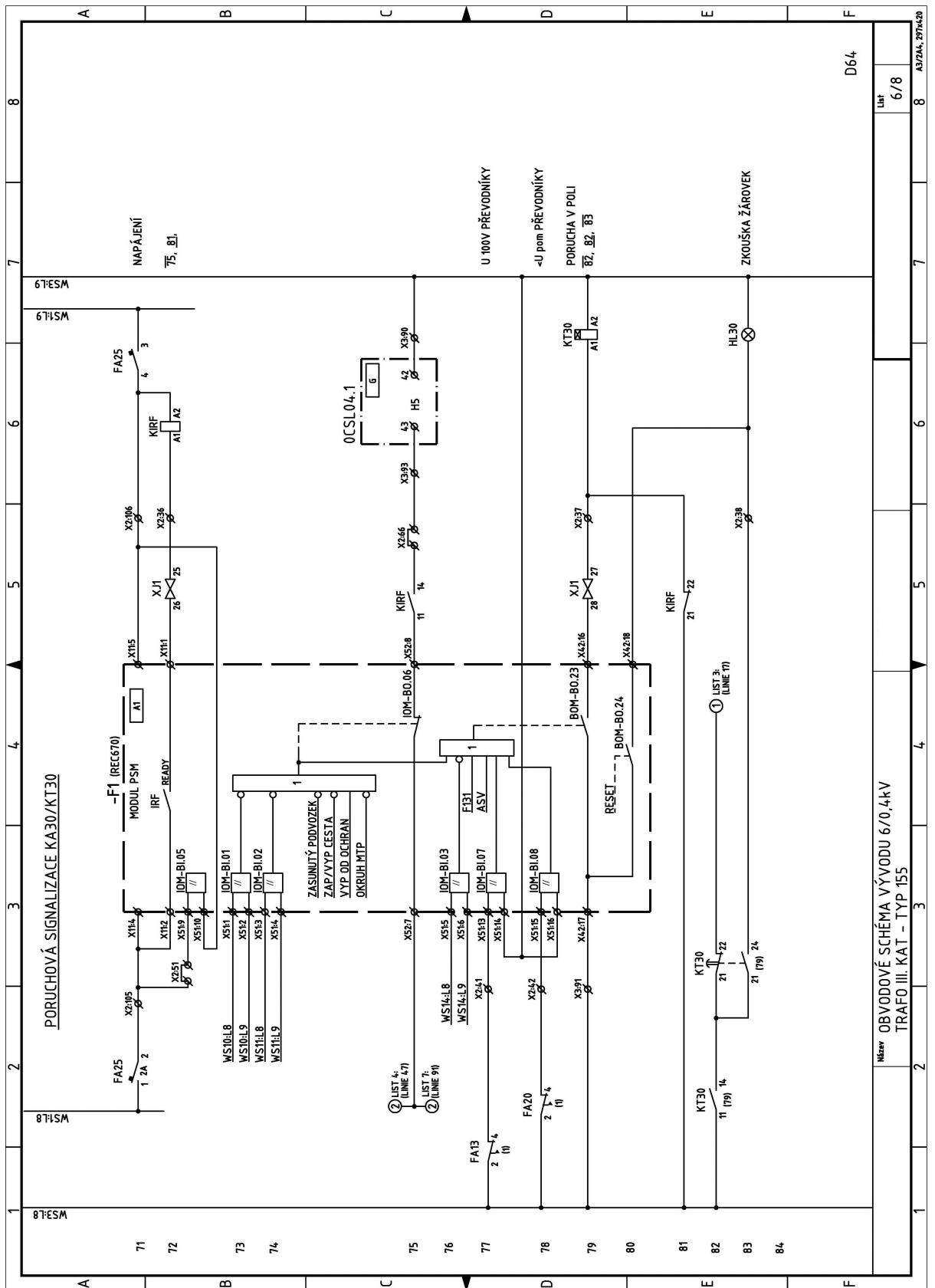


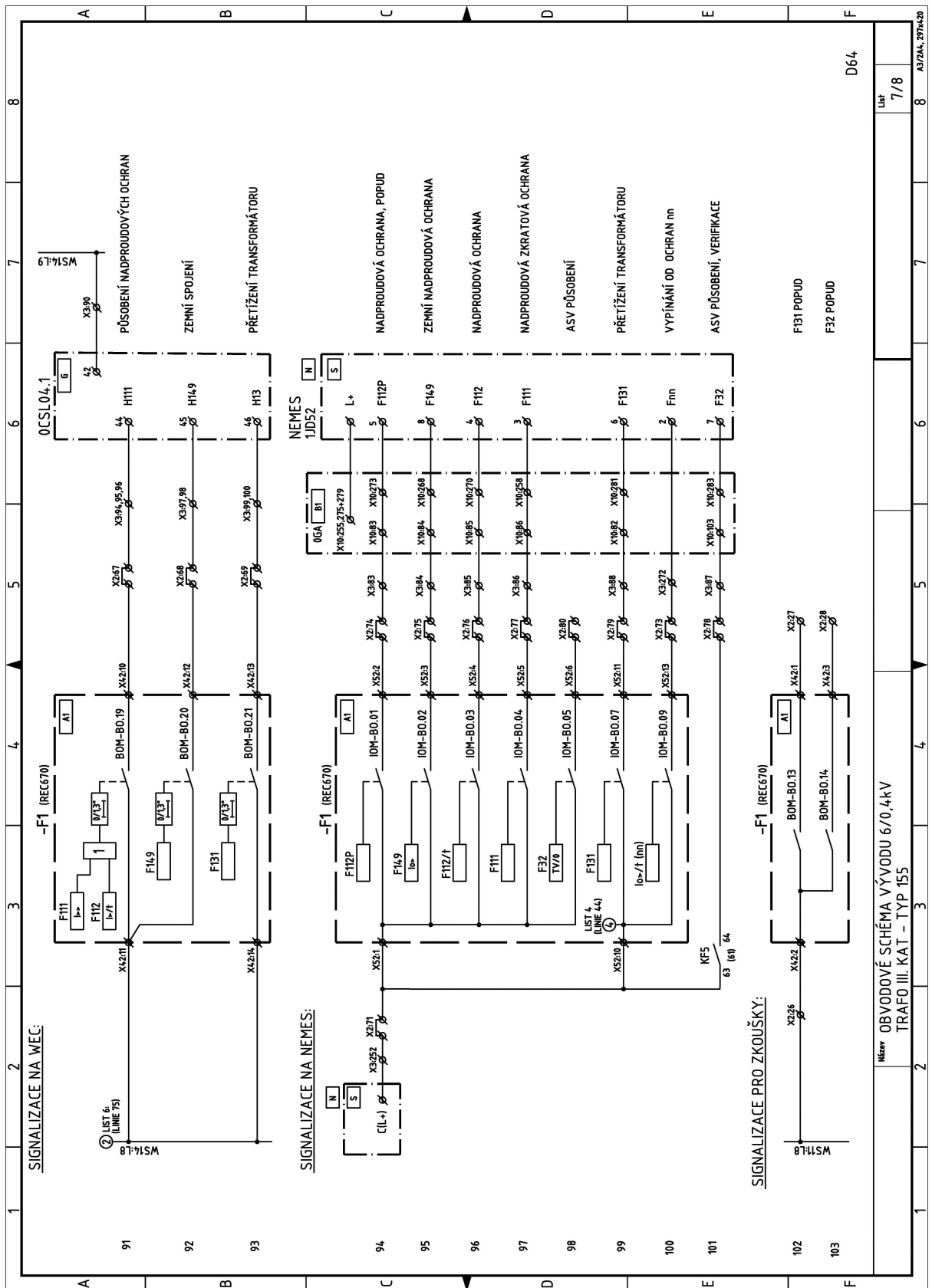


OBVODOVÉ SCHEMA VÝVODU 6/0,4kV
TRAFO III. KAT - TYP 155

8	3/8	8	AS/2AL, 297x420
---	-----	---	-----------------





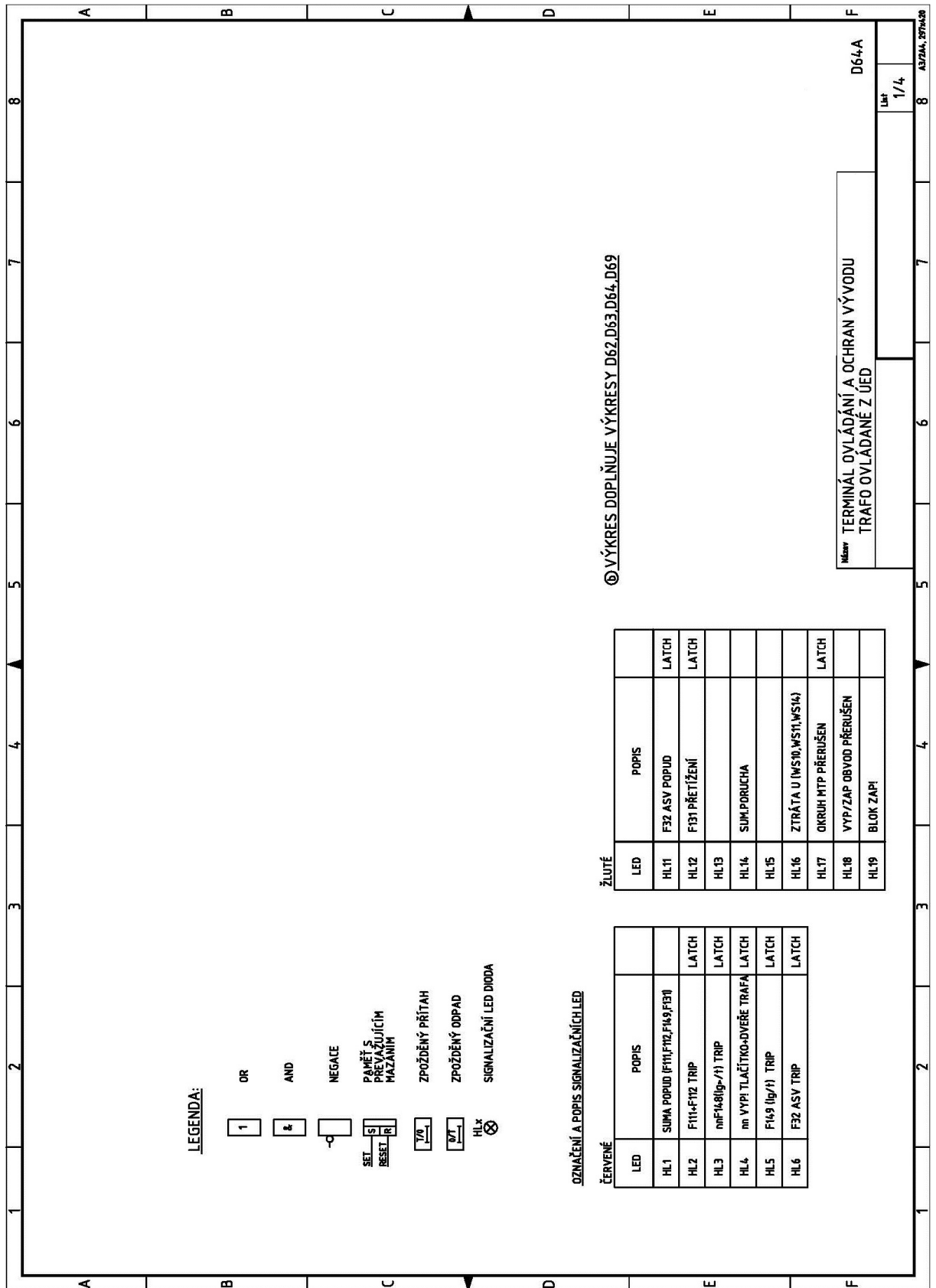


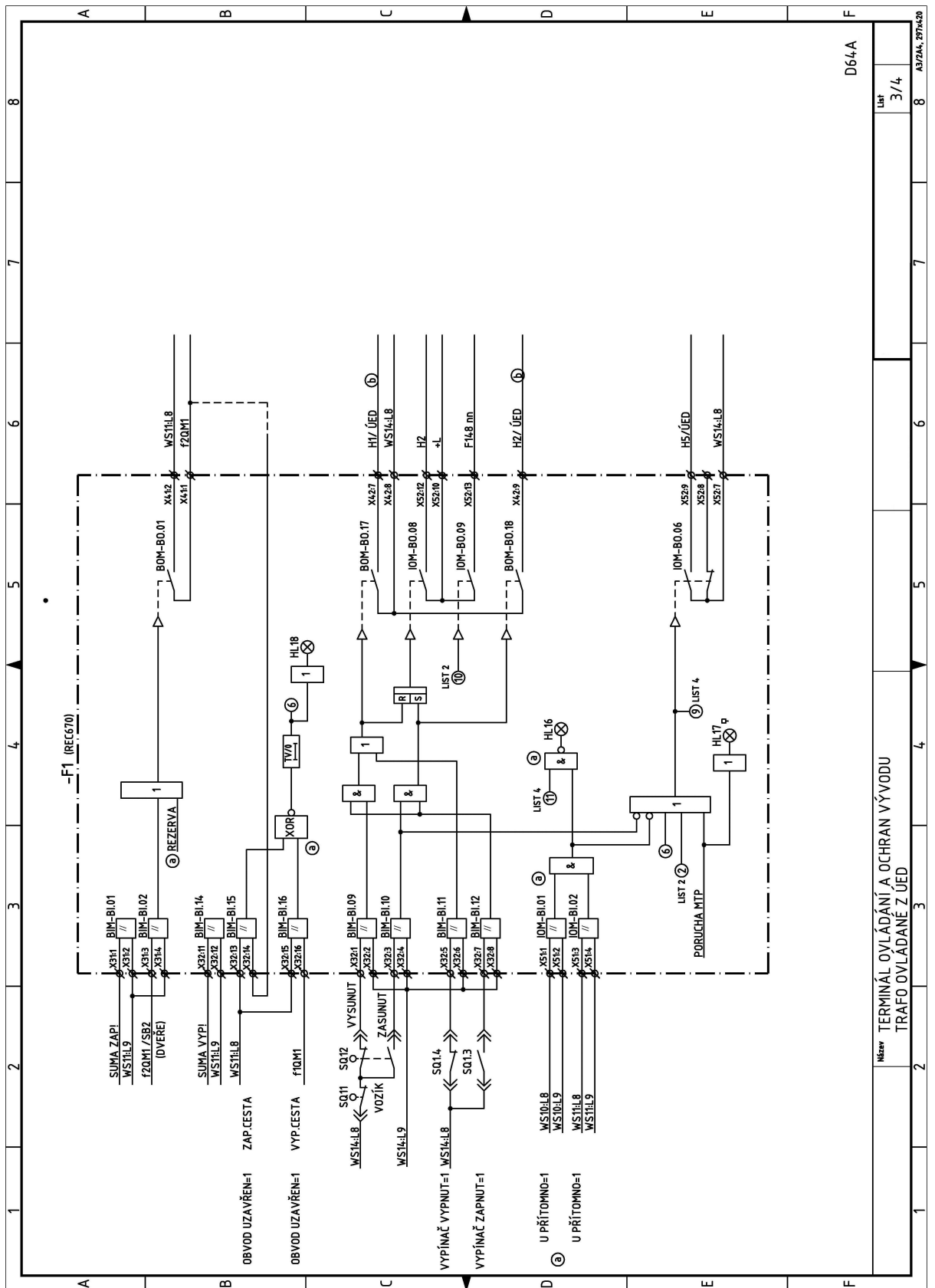
Název
OBVODOVÉ SCHEMA VÝVODU 6/0,4kV
TRAFO III. KAT - TYP 155

Let
7/8

8 7 6 5 4 3 2 1 8 7 6 5 4 3 2 1

Příloha 5: Terminál ovládání a ochran vývodu



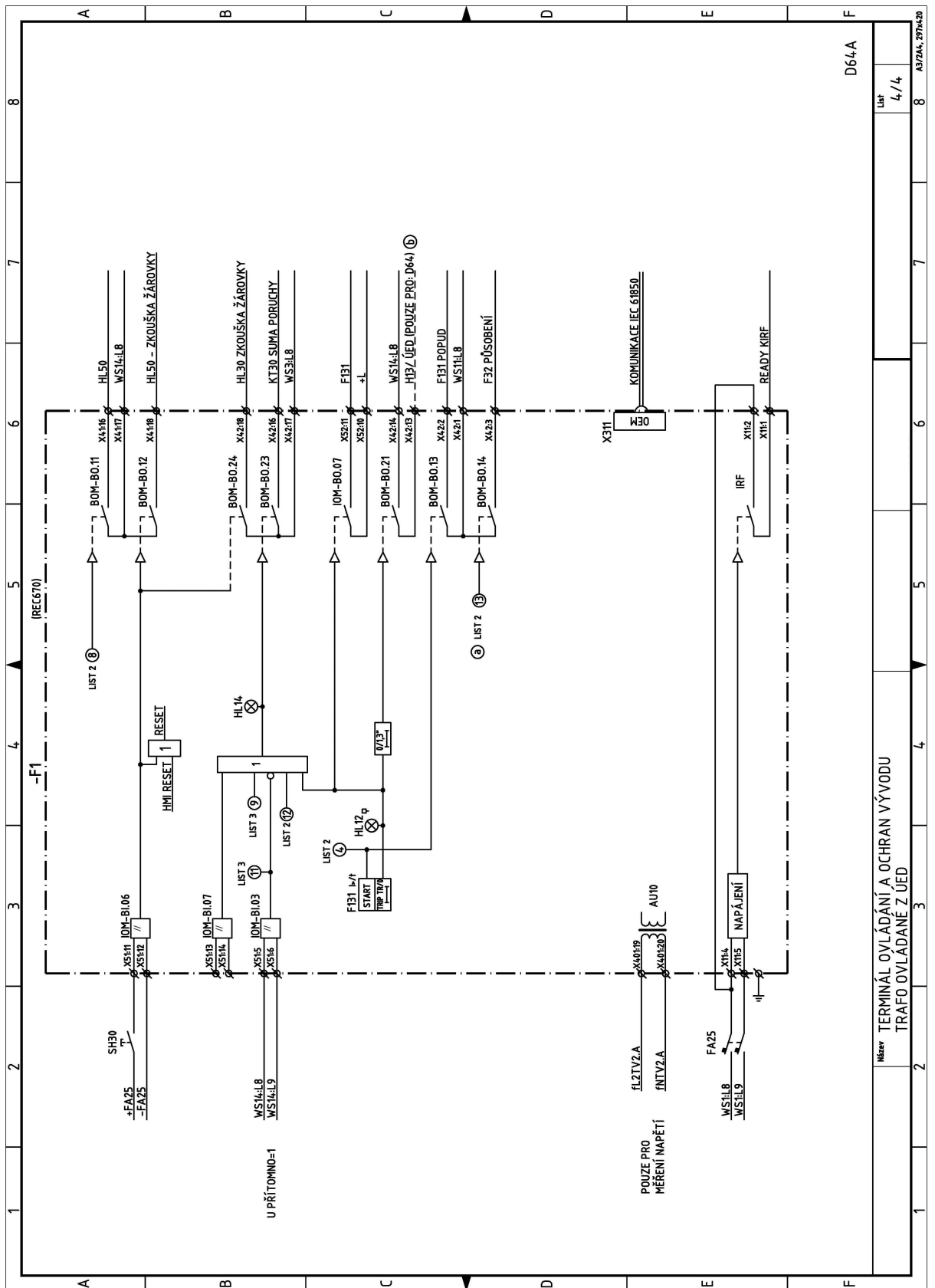


D64A

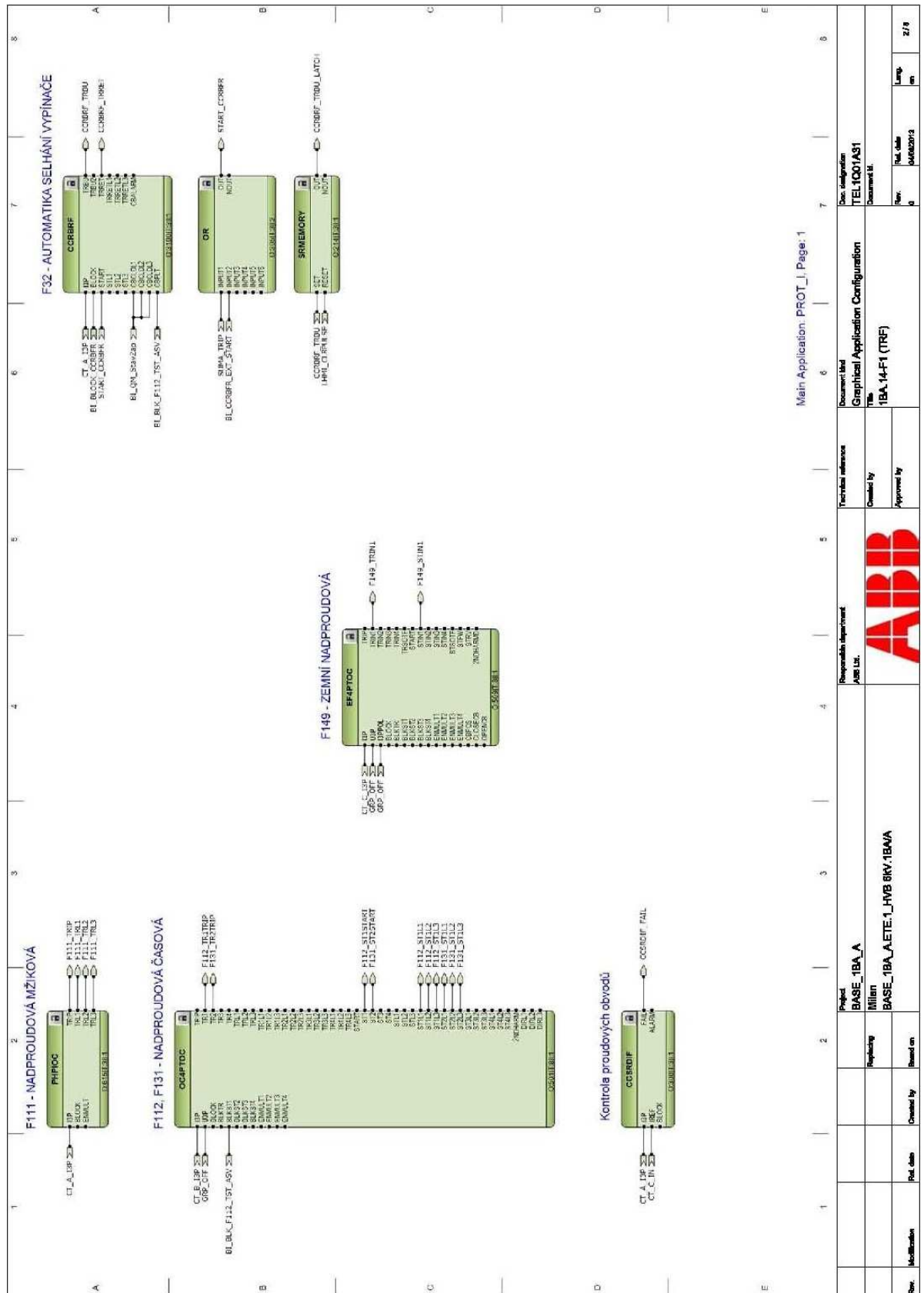
Název TERMINÁL OVLÁDÁNÍ A OCHRAN VÝVODU TRAFU OVLÁDANÉ Z ÚED

Str 3/4

ASZAN, 2974420



Příloha 7: Záložka „PROT_I“



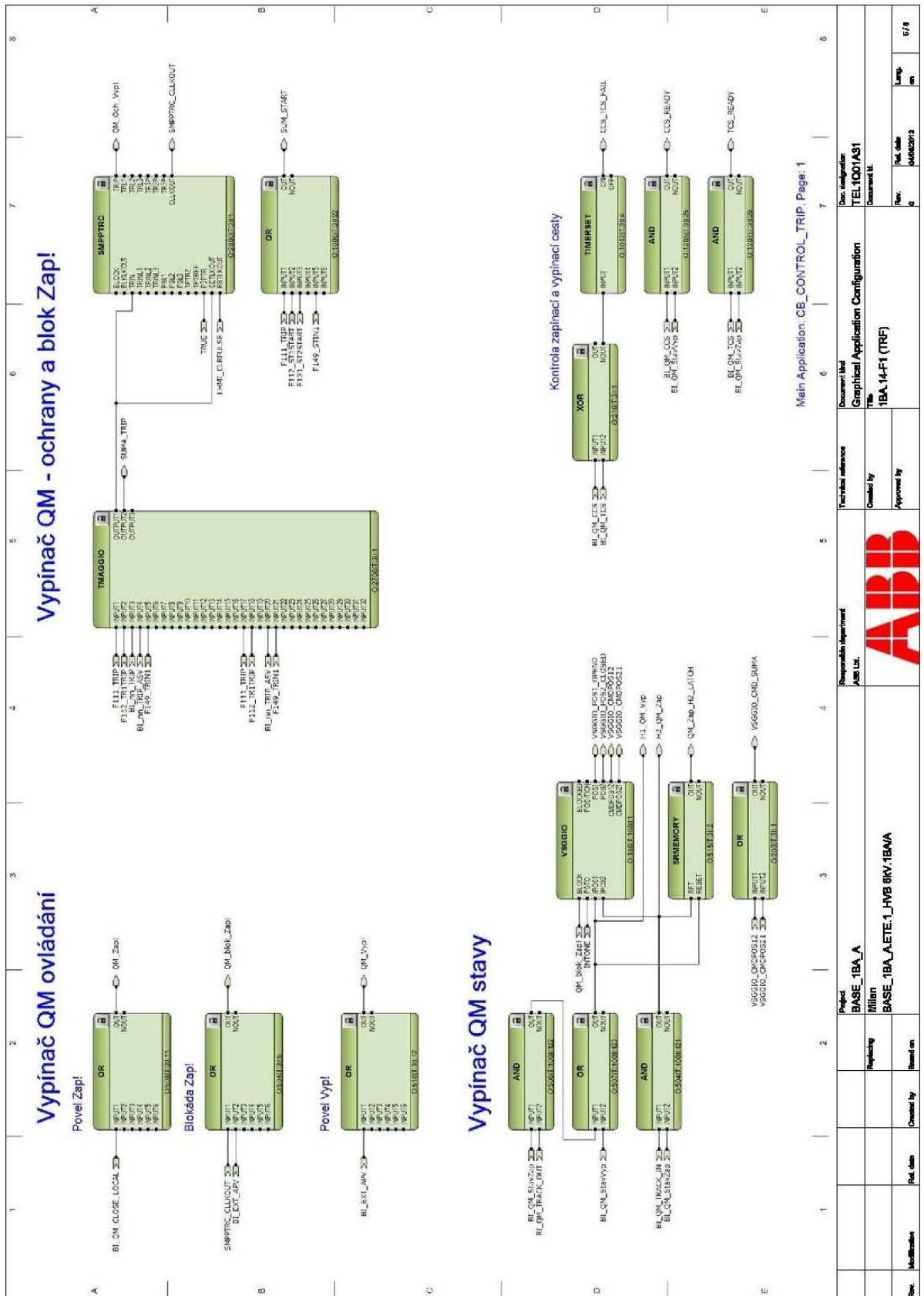
Main Application: PROT_I, Page: 1

Doc. designation	TEL1001AS1
Document title	Graphical Application Configuration
File	1BA_14-F1 (TRF)
Rev.	g
Rel. date	04/02/2013
Lamp.	2/70

Technical reference	ABB Ltd.
Created by	
Approved by	

Project	BASE_1BA_A
Replicity	1/1/1/1
Based on	BASE_1BA_A.ETE_1_HVB 8KV.1BAVA

Příloha 10: Záložka „CB_CONTROL_TRIP“




Main Application: CB_CONTROL_TRIP Page: 1

Doc. Identification	TEL1001AS1
Document title	Graphical Application Configuration
File Name	1BA_14-F1 (TRF)
Rev.	0
Rel. Date	04/02/2013
Lamp.	0/0




Project	BASE_1BA_A
Responsible department	ABB Ltd.
Created by	Milán
Approved by	BASE_1BA_A.ETE:1_HVB 8RY.1BAVA
Modification	
Rel. date	
Created by	
Based on	


Příloha 14: Parametrizační skupina „TRM_7I_5U_31“


Settings										
Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max					
TRM_7I_5U_31										
NAMECH1		CH1			13 character(s)					
ChannelType1		CurrentProtection								
RatedTrans1		5.0	A	0.1	300.0					
CTStarPoint1		ToObject								
CTsec1		5	A	1	10					
CTprim1		200	A	1	99999					
NAMECH2		CH2			13 character(s)					
ChannelType2		CurrentProtection								
RatedTrans2		5.0	A	0.1	300.0					
CTStarPoint2		ToObject								
CTsec2		5	A	1	10					
CTprim2		200	A	1	99999					
NAMECH3		CH3			13 character(s)					
ChannelType3		CurrentProtection								
RatedTrans3		5.0	A	0.1	300.0					
CTStarPoint3		ToObject								
CTsec3		5	A	1	10					
CTprim3		200	A	1	99999					
NAMECH4		CH4			13 character(s)					
ChannelType4		CurrentProtection								
RatedTrans4		5.0	A	0.1	300.0					
CTStarPoint4		ToObject								
CTsec4		5	A	1	10					
CTprim4		200	A	1	99999					
NAMECH5		CH5			13 character(s)					
ChannelType5		CurrentProtection								
RatedTrans5		5.0	A	0.1	300.0					
CTStarPoint5		ToObject								
CTsec5		5	A	1	10					
CTprim5		200	A	1	99999					
NAMECH6		CH6			13 character(s)					
ChannelType6		CurrentProtection								
RatedTrans6		5.0	A	0.1	300.0					
CTStarPoint6		ToObject								
CTsec6		5	A	1	10					
CTprim6		200	A	1	99999					
NAMECH7		CH7			13 character(s)					
ChannelType7		CurrentProtection								
RatedTrans7		1.0	A	0.1	300.0					
CTStarPoint7		ToObject								
CTsec7		1	A	1	10					
CTprim7		100	A	1	99999					
NAMECH8		CH8			13 character(s)					
						Project	Responsible department	Technical ref...	Document kind	Doc. designation
						BASE_1BA_A	ABB Ltd.			TEL1Q01A31
						Repla... Milan		Created by	Title	Document Id.
						BASE_1BA_A.ETE.1_HVB 6kV.1BA/A		Approved by	1BA.14-F1 (TRF)	
Re	Modification	Rel. d...	Creat...	Base...						Rev. Rel. date Lan
										0 04/08/2013 en 1/2

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max
ChannelType8		Voltage			
RatedTrans8		110.0	V	0.1	300.0
VTsec8		100.000	V	0.001	999.999
VTprim8		6.00	kV	0.05	2000.00
NAMECH9		CH9			13 character(s)
ChannelType9		Voltage			
RatedTrans9		110.0	V	0.1	300.0
VTsec9		100.000	V	0.001	999.999
VTprim9		6.00	kV	0.05	2000.00
NAMECH10		CH10			13 character(s)
ChannelType10		Voltage			
RatedTrans10		110.0	V	0.1	300.0
VTsec10		100.000	V	0.001	999.999
VTprim10		6.00	kV	0.05	2000.00
NAMECH11		CH11			13 character(s)
ChannelType11		Voltage			
RatedTrans11		110.0	V	0.1	300.0
VTsec11		100.000	V	0.001	999.999
VTprim11		6.00	kV	0.05	2000.00
NAMECH12		CH12			13 character(s)
ChannelType12		Voltage			
RatedTrans12		110.0	V	0.1	300.0
VTsec12		100.000	V	0.001	999.999
VTprim12		6.00	kV	0.05	2000.00


				Project BASE_1BA_A	Responsible department ABB Ltd.	Technical ref...	Document kind	Doc. designation TEL1Q01A31			
			Repla...	Milan BASE_1BA_A.ETE.1_HVB 6kV.1BA/A		Created by	Title 1BA.14-F1 (TRF)	Document Id.			
Re	Modification	Rel. d...	Creat...	Base...		Approved by		Rev.	Rel. date	Lan	2 / 2
								0	04/08/2013	an	

Příloha 16: Parametrizační skupina pro blok „OC4PTOC“


Settings										
Group / Parameter Name		IED Value	PC Value	Unit	Min	Max				
OC4PTOC: 1										
General										
General										
MeasType			DFT							
Setting Group1										
Operation			On							
IBase			200	A	1	99999				
UBase			6.00	kV	0.05	2000.00				
AngleRCA			55	Deg	40	65				
AngleROA			80	Deg	40	89				
StartPhSel			1 out of 3							
IMinOpPhSel			7	%IB	1	100				
2ndHarmStab			20	%IB	5	100				
Step 1										
Setting Group1										
DirMode1			Non-directional							
Characteristic1			IEC Def. Time							
I1>			225	%IB	1	2500				
t1			0.400	s	0.000	60.000				
k1			0.05		0.05	999.00				
IMin1			100	%IB	1	10000				
t1Min			0.000	s	0.000	60.000				
I1Mult			2.0		1.0	10.0				
ResetTypeCrv1			Instantaneous							
tReset1			0.020	s	0.000	60.000				
tPCrv1			1.000		0.005	3.000				
tACrv1			13.500		0.005	200.000				
tBCrv1			0.00		0.00	20.00				
tCCrv1			1.0		0.1	10.0				
tPRCrv1			0.500		0.005	3.000				
tTRCrv1			13.500		0.005	100.000				
tCRCrv1			1.0		0.1	10.0				
HarmRestrained1			Off							
Step 2										
Setting Group1										
DirMode2			Non-directional							
Characteristic2			IEC Def. Time							
I2>			60	%IB	1	2500				
t2			20.000	s	0.000	60.000				
k2			0.05		0.05	999.00				
IMin2			50	%IB	1	10000				
t2Min			0.000	s	0.000	60.000				
I2Mult			2.0		1.0	10.0				
ResetTypeCrv2			Instantaneous							
			Project	Responsible department	Technical ref...	Document kind	Doc. designation			
			BASE_1BA_A	ABB Ltd.			TEL1Q01A31			
			Repla...		Created by	Title	Document Id.			
			Milan		1BA.14-F1 (TRF)					
Re	Modification	Rel. d...	Creat...	Base...	Approved by		Rev.	Rel. date	Lang	1 / 3
							0	04/08/2013	en	

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max						
tReset2		0.020	s	0.000	60.000						
tPCrv2		1.000		0.005	3.000						
tACrv2		13.500		0.005	200.000						
tBCrv2		0.00		0.00	20.00						
tCCrv2		1.0		0.1	10.0						
tPRCrv2		0.500		0.005	3.000						
tTRCrv2		13.500		0.005	100.000						
tCRCrv2		1.0		0.1	10.0						
HarmRestrained2		Off									
Step 3											
Setting Group1											
DirMode3		Off									
Characterist3		ANSI Def. Time									
I3>		250	%IB	1	2500						
t3		0.800	s	0.000	60.000						
k3		0.05		0.05	999.00						
IMin3		33	%IB	1	10000						
t3Min		0.000	s	0.000	60.000						
I3Mult		2.0		1.0	10.0						
ResetTypeCrv3		Instantaneous									
tReset3		0.020	s	0.000	60.000						
tPCrv3		1.000		0.005	3.000						
tACrv3		13.500		0.005	200.000						
tBCrv3		0.00		0.00	20.00						
tCCrv3		1.0		0.1	10.0						
tPRCrv3		0.500		0.005	3.000						
tTRCrv3		13.500		0.005	100.000						
tCRCrv3		1.0		0.1	10.0						
HarmRestrained3		Off									
Step 4											
Setting Group1											
DirMode4		Off									
Characterist4		ANSI Def. Time									
I4>		175	%IB	1	2500						
t4		2.000	s	0.000	60.000						
k4		0.05		0.05	999.00						
IMin4		17	%IB	1	10000						
t4Min		0.000	s	0.000	60.000						
I4Mult		2.0		1.0	10.0						
ResetTypeCrv4		Instantaneous									
tReset4		0.020	s	0.000	60.000						
tPCrv4		1.000		0.005	3.000						
tACrv4		13.500		0.005	200.000						
tBCrv4		0.00		0.00	20.00						
tCCrv4		1.0		0.1	10.0						
Re	Modification	Rel. d...	Creat...	Base...	Project BASE_1BA_A	Responsible department ABB Ltd.	Technical ref...	Document kind	Doc. designation TEL1Q01A31		
					Repla... Milan BASE_1BA_A.ETE.1_HVB 6kV.1BA/A		Created by	Title 1BA.14-F1 (TRF)	Document Id.		
							Approved by		Rev. 0	Rel. date 04/08/2013	Lan en

Příloha 18: Parametrizační skupina pro blok „EF4PTOC“

Settings										
Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max					
EF4PTOC: 1										
General										
Setting Group1										
Operation		On								
IBase		1	A	1	99999					
UBase		6.00	kV	0.05	2000.00					
AngleRCA		65	Deg	-180	180					
polMethod		Voltage								
UPolMin		1	%UB	1	100					
IPolMin		5	%IB	2	100					
RNPol		5.00	ohm	0.50	1000.00					
XNPol		40.00	ohm	0.50	3000.00					
IN>Dir		10	%IB	1	100					
2ndHarmStab		20	%	5	100					
BlkParTransf		Off								
UseStartValue		IN4>								
SOTF		Off								
ActivationSOTF		Open								
StepForSOTF		Step 2								
HarmResSOTF		Off								
tSOTF		0.200	s	0.000	60.000					
t4U		1.000	s	0.000	60.000					
ActUnderTime		CB position								
tUnderTime		0.300	s	0.000	60.000					
Step 1										
Setting Group1										
DirMode1		Non-directional								
Characterist1		IEC Def. Time								
IN1>		1250	%IB	1	2500					
t1		0.150	s	0.000	60.000					
k1		0.05		0.05	999.00					
IMin1		100.00	%IB	1.00	10000.00					
t1Min		0.000	s	0.000	60.000					
IN1Mult		2.0		1.0	10.0					
ResetTypeCrv1		Instantaneous								
tReset1		0.020	s	0.000	60.000					
HarmRestrained1		On								
tPCrv1		1.000		0.005	3.000					
tACrv1		13.500		0.005	200.000					
tBCrv1		0.00		0.00	20.00					
tCCrv1		1.0		0.1	10.0					
tPRCrv1		0.500		0.005	3.000					
tTRCrv1		13.500		0.005	100.000					
tCRCrv1		1.0		0.1	10.0					
			Project	Responsible department	Technical ref...	Document kind	Doc. designation			
			BASE_1BA_A	ABB Ltd.			TEL1Q01A31			
			Repla... Milan		Created by	Title	Document Id.			
			BASE_1BA_A.ETE.1_HVB		Approved by		1BA.14-F1 (TRF)	Rev.	Rel. date	Lan
Re	Modification	Rel. d...	Base...				0	04/08/2013	an	1 / 3

Group / Parameter Name	IED Value	PC Value	Unit	Min	Max
t4		1.200	s	0.000	60.000
k4		0.05		0.05	999.00
IMin4		17.00	%IB	1.00	10000.00
t4Min		0.000	s	0.000	60.000
IN4Mult		2.0		1.0	10.0
ResetTypeCrv4		Instantaneous			
tReset4		0.020	s	0.000	60.000
HarmRestraining4		On			
tPCrv4		1.000		0.005	3.000
tACrv4		13.500		0.005	200.000
tBCrv4		0.00		0.00	20.00
tCCrv4		1.0		0.1	10.0
tPRCrv4		0.500		0.005	3.000
tTRCrv4		13.500		0.005	100.000
tCRCrv4		1.0		0.1	10.0

				Project BASE_1BA_A	Responsible department ABB Ltd.	Technical ref...	Document kind	Doc. designation TEL1Q01A31
			Repla...	Milan BASE_1BA_A.ETE.1_HVB 6kV.1BA/A		Created by	Title 1BA.14-F1 (TRF)	Document Id.
Re	Modification	Rel. d...	Creat...	Base...		Approved by		