

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta**

**Příprava náhrady ochran SPACOM za terminály
RELION řady 650 nebo 670 na jaderné elektrárně
Temelín**

Bakalářská práce

Jan Doubrava

Školitel: Ing. Vlastimil Staude

České Budějovice 2022

Bibliografické údaje:

J. Doubrava, 2022: Příprava náhrady souboru ochran řady SPACOM za terminály RELION řady 650 nebo 670 na jaderné elektrárně Temelín [Preparation of the replacement of the SPACOM series protections with the RELION series 650 or 670 terminals at the Temelín nuclear power plant. Bc. Thesis, in Czech.] - 74p., Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Anotace:

Práce se zabývá náhradou souborů ochran SPACOM novými terminály řady RELION. U souborů ochran SPACOM byla ukončena výroba a výrobce ukončuje i jejich podporu (tj. ukončení dodávek celých přístrojů ze skladů a ukončení oprav a dodávek náhradních dílů), a to znamená nutnost tyto soubory ochran vyměnit za dostupné přístroje. Jako možnou náhradu jsem vybral terminály RELION stejného výrobce. Ty mají v porovnání k dnes už zastaralým ochrám SPACOM, řadu výhod. Základní výhodou je podstatně větší rozsah ochranných funkcí, které jsou k dispozici, a volná programovatelnost jak těchto funkcí, tak i binárních vstupů a výstupů. Dalšími výhodami jsou možnost kompletního ovládní daného vývodu přímo z terminálu, evidence změn vstupů, výstupů a stavů ochranných funkcí, zápis analogových a stavových veličin v průběhu poruch na silovém zařízení, trvalé měření silových analogových veličin, časová synchronizace a přenos všech informací do nadřazeného řídicího nebo informačního systému, v našem případě do systému NEMES, kde se tyto informace archivují a je možné je zpětně dohledat. Terminál provádí i kontrolu uzavřenosti zapínacích a vypínacích cest, což zajišťuje lepší přehled o stavu a připravenosti silového vypínače. Významnou výhodou je i značná redukce množství ostatních přístrojů (výkonová, pomocná, časová a speciální relé, převodníky atp.) a tím i omezení jejich možných poruch.

Teoretická část se zabývá popisem jednotlivých souborů ochran a terminálů, jejich ochrannými a jinými funkcemi a jejich použitím.

V praktické části je zpracován návrh logiky nových terminálů pro použití při samotné záměně.

V závěru práce jsou shrnuty klady a zápory jednotlivých souborů ochran a terminálů a je doporučena vhodná varianta pro záměnu souborů ochran SPACOM. Zde bylo přihlédnuto jak k funkčním vlastnostem daných terminálů, tak i provozním požadavkům a také k ekonomickému hledisku.

Cílem této práce je připravit podklady na záměnu ochran na jaderné elektrárně,

kteřá je nezbytná z hlediska dalšího dlouhodobého provozu. Dále může pomoci při zpracování jak zadávací, tak realizační dokumentace a pomůže i připravit se na samotnou výměnu, která je, vzhledem k harmonogramu odstávky, vždy zásadně časově omezena.

Klíčová slova: Jaderná elektrárna Temelín, ochrany, provoz, terminály

Anotation:

The thesis deals with the replacement of SPACOM protective system with new RELION series terminals. SPACOM protection sets have been discontinued and the manufacturer is discontinuing their support (i.e. discontinuation of deliveries of complete devices from warehouses and discontinuation of repairs and spare parts), which means that it is necessary to replace these protection sets with available devices. I have chosen RELION terminals from the same manufacturer as a possible replacement. These have a number of advantages over the now obsolete SPACOM protectors. The main advantage is the much larger range of protection functions available and the free programmability of these functions as well as the binary inputs and outputs. Other advantages are the possibility of complete control of a given outlet directly from the terminal, the recording of changes in inputs, outputs and states of protection functions, the recording of analogue and state values during faults on the power equipment, the permanent measurement of power analogue values and time synchronisation and the transfer of all information to a higher-level control or information system, in our case to the NEMES system, where this information is archived and can be traced back. The terminal also performs a check whether the on and off paths, are closed which provides a better overview of the status and readiness of the switch. A significant advantage is also the considerable reduction of the number of other devices (power, auxiliary, time and special relays, transmitters, etc.) and thus the reduction of their possible failures.

The theoretical part deals with the description of individual sets of protectors and terminals, their protective and other functions and their use.

In the practical part, the design of the logic of new terminals for use in the actual replacement is elaborated.

In the final part of the thesis the pros and cons of each set of protections and terminals is summarized and a suitable option for the replacement of SPACOM protection sets will be recommended. Here, the functional characteristics of the terminals will be taken

into account as well as the operational requirements and the economic aspect.

The aim of this work is to prepare the basis for the replacement of the protections at the nuclear power plant, which is necessary from the point of view of further long term operation. Furthermore, it can help in the preparation of both the tender and the implementation documentation, and it can also help to prepare for the replacement itself, which, due to the outage schedule, is always essentially limited in time.

Key words: Temelín nuclear power plant, protections, operation, terminals

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích,

dne

Podpis studenta

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Vlastimilovi Staudemu za vynikající spolupráci, odbornou pomoc, užitečné rady a poskytnutí mnoha materiálů potřebných pro zpracování mé bakalářské práce.

Dále bych chtěl poděkovat ing. Ondřejovi Trubkovi za užitečné rady, při zpracování moji bakalářské práce.

Obsah

Úvod	1
Seznam použitých zkratek	4
1 Popis stávajících souborů ochran SPACOM	5
1.1 Soubor ochran SPAJ 144 C	5
1.2 Soubor ochran SPAJ 142 C	9
2 Terminály RELION	10
2.1 Terminály řady 650	10
2.1.1 Ovládání HMI.....	10
2.1.2 Připojovací svorkovnice	12
2.1.3 IED 650 - výběr HW	13
2.1.4 IED 650 - použité funkce.....	14
2.2 Terminál řady 670	14
2.2.1 Ovládání HMI.....	14
2.2.2 Připojovací svorkovnice REC670	15
2.2.3 IED 670 - výběr HW	16
2.2.4 IED 670 - použité funkce.....	17
3 Vytvoření a popis výchozích logik pro terminály.....	18
3.1 Vytvoření výchozí logiky pro IED	18
3.2 Napájení terminálu	18
3.3 Proudové ochranné funkce a jejich logika	19
3.4 Logika ovládání vývodu.....	20
3.5 Logika stavové a poruchové signalizace vývodu.....	21
3.6 Obvody místního a dálkového měření	22
3.7 Konfigurace přenosů v rámci komunikace.....	22
3.8 Měřicí obvody	23
4 Definování požadavků na terminály.....	24
4.1 HW	24
4.2 SW požadavky.....	24
5 Vytvoření konfigurace v PCM 600.....	25
5.1 Vytvoření konfigurace pro REC670	25
5.1.1 Stránka AI_Meas	25
5.1.2 Stránka PROT_I	26

5.1.3	Stránka VIO_BI	26
5.1.4	Stránka VIO_BO	27
5.1.5	Stránka LED_SIG	27
5.1.6	Stránka CB_CONTROL_TRIP	28
5.1.7	Stránka COMMON_and_LOGIC	28
5.1.8	Stránka DREP	28
5.1.9	Stránka GGIO	29
5.2	Vytvoření konfigurace pro REC650 nebo REQ650	29
5.2.1	Stránka AI Meas	29
5.2.2	Stránka PROT_I	29
5.2.3	Stránka VIO_BI	29
5.2.4	Stránka VIO_BO	29
5.2.5	Stránka LED_SIG	30
5.2.6	Stránka CB_CONTROL_TRIP	30
5.2.7	Stránka COMMON_and_LOGIC	30
5.2.8	Stránka DREP	30
5.2.9	Stránka GGIO	30
6	Technickoekonomické zhodnocení návrhu	31
7	Závěr	34
	Seznam tabulek	35
	Seznam obrázků	36
	Seznam použité literatury	37
	Seznam příloh	38

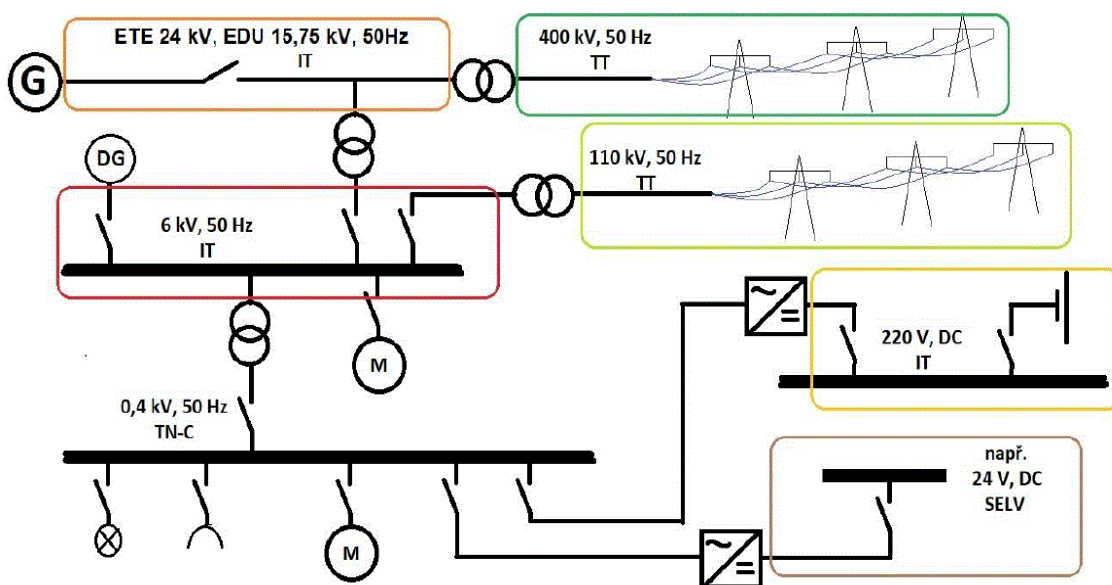
Úvod

Jelikož všichni stárneme, a nejinak je to i se zařízením nejenom v našich domácnostech ale i v jaderné elektrárně, je nutné udržovat zařízení v provozuschopném a opravitelném stavu. Každý z nás si chce zapnout doma televizi, uvařit kávu, rozsvítit světlo, vysprchovat se, a ke všem těmto činnostem, potřebujeme elektrickou energii. Bez elektrické energie si dnešní život už nedovedu představit nejen já, ale jistě i všichni lidé v civilizovaných zemích.

Pro velkou většinu z nás není důležité, odkud elektrická energie pochází, zda je to z jaderné elektrárny, uhelné elektrárny nebo třeba z takzvaných obnovitelných zdrojů. To je pravda, ale pokud bychom v dnešní době vyřadili jaderné elektrárny, byl by velký problém nahradit jejich výkon v oblasti základního zatížení, a my jako stát ČR bychom se stali nesoběstačnými v zásobování elektrickou energií, a to zajisté nikdo z rozumných lidí nechce. Proto musíme zařízení pro výrobu, přenos a rozvod elektrické energie udržovat v co nejlepším stavu a pravidelně obnovovat. Na jaderné elektrárně je o důvod víc udržovat zařízení v bezvadném stavu, s ohledem na jadernou bezpečnost a v obavě z jaderné havárie a jejich následků, jako například v Černobyli.

Proto se na jaderných elektrárnách investují nemalé prostředky do průběžné modernizace všech zařízení. Jaderná elektrárna Temelín se skládá z řady různých technologických zařízení. Z těch nejdůležitějších je to reaktor, kde štěpením uranu dochází k vývinu tepelné energie pro ohřev vody, a přes parogenerátory je tato energie předána do sekundárního okruhu na parní turbínu, kde je následně energie páry převedena v turbogenerátoru na energii elektrickou. Elektrická energie je vyvedena přes generátorový vypínač a blokové transformátory do rozvodny (tou je v případě ETE stanice TR Kočín) a pak dále do sítě přenosové soustavy. Všechna pomocná technologie elektrárny (čerpadla, ventilátory, regulační ventily, atp.) pro svoji funkci požaduje napájení elektrickou energií. Tyto rozvody elektrické energie a příslušná zařízení (motory, transformátory, generátor) musí mít vlastní jištění (ochrany). Z tohoto důvodu existují předpisy (normy), které předepisují, jakým způsobem musí být jednotlivé části elektrického rozvodu chráněny. V ETE je elektrický rozvod proveden na několika hladinách napětí:

- 400 kV (vyvedení výkonu do přenosové soustavy)
- 110 kV (rezervní napájení vlastní spotřeby)
- 24 kV (vyvedení výkonu generátoru)
- 6 kV a 0,4 kV (rozvod vlastní spotřeby)
- atd..



Obrázek 1 – Schéma sítě JE Temelín [5]

Pro zajištění ochranných funkcí 6kV rozvoden 2.HVB jsou využity soubory proudových ochran SPACOM, jako ochrany nadproudové a zemní nadproudové. Tyto soubory ochran jsou již na konci své morální životnosti a tím pádem je nutné tyto ochrany vyměnit.

Tato bakalářská práce se zabývá náhradou těchto ochran za nové terminály RELION řady 650 nebo 670. Popisuje současný stav použitých souborů ochran SPACOM v jednotlivých vývodech a shrnuje jeho nedostatky.

První kapitola obsahuje popis ochran SPACOM a jejich ochranných funkcí.

Ve druhé kapitole jsou popsány terminály RELION a jsou vybrány funkce pro jejich použití v konfiguraci.

Ve třetí kapitole je vytvořena logika pro daný vývod. Tato logika se dále použije pro vytvoření konfigurace IED

Ve čtvrté kapitole se specifikují požadavky jak HW, tak SW pro vytvoření poptávky pro výrobce ochran.

V páté kapitole jsou vytvořeny konfigurace pro různé typy IED, které se připraví pro použití při samotné záměně.

V šesté kapitole jsou porovnány technickoekonomické ukazatele.

Seznam použitých zkratek

APS	-	automatika postupného spouštění
ASV	-	automatika selhání vypínače
DG	-	diselgenerátor
HVB 1	-	hlavní výrobní blok 1
HVB 2	-	hlavní výrobní blok 2
HMI	-	human-machine interface – rozhraní člověk/stroj
HW (hw)	-	hardware
IED	-	iteligentní elektronické zařízení
IRF	-	internal relay fault – vnitřní porucha terminálu
JE	-	jaderná elektrárna
JETE (ETE)	-	jaderná elektrárna Temelín
kV	-	kilovolt
LAN	-	Local Area Network – lokální počítačová síť
NN	-	nízké napětí
NEMES	-	nestandardní měřící systém elektro
SW (sw)	-	software
TR Kočín	-	transformovna Kočín
UIS	-	unit information systém – řídicí a informační systém technologie výrobního bloku
VN	-	vysoké napětí
VVN	-	velmi vysoké napětí

1 Popis stávajících souborů ochran SPACOM

SPACOM je řada souborů ochran z produkce firmy ABB používaná již několik desetiletí. Tyto soubory se vyráběly především v řadách 100 a 300, které se lišily velikostí přístrojů. V řadě 100 je v souboru kromě napájecích vstupních a výstupních modulů prostor pouze pro jeden modul ochranných funkcí, u řady 300 je prostor pro tři takové moduly, ale je možné zde použít i moduly pro poruchový záznam atp. Typy souborů ochran jsou rozlišeny dle hlavní ochranné funkce (rozlišitelné podle posledního písmena názvu):

- SPAC (univerzální proudové ochrany),
- SPAD (proudové rozdílové ochrany),
- SPAF (frekvenční ochrany),
- SPAJ (proudové ochrany),
- SPAM (proudové motorové ochrany),
- SPAU (napěťové ochrany),
- atd.

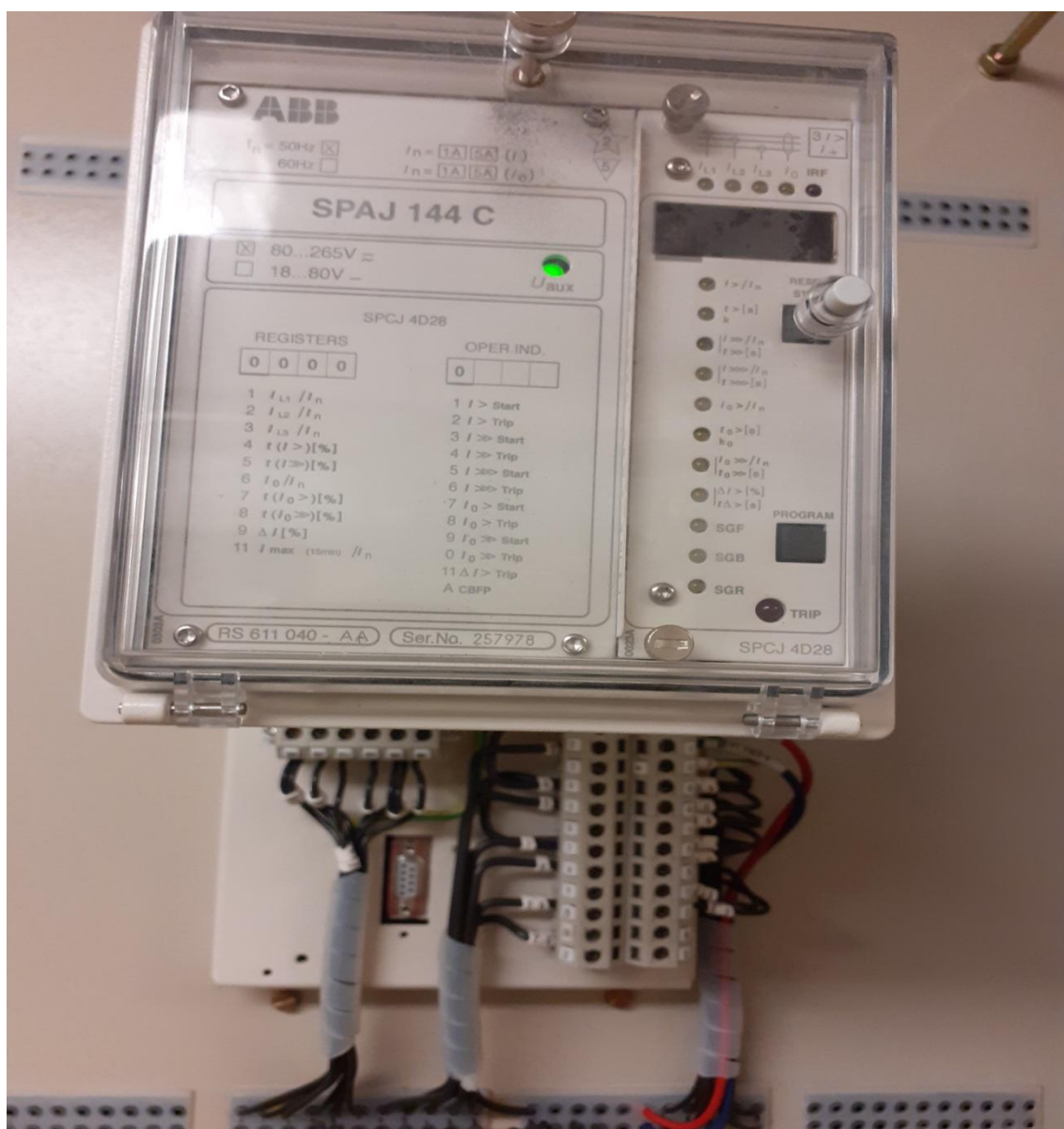
V ETE používáme převážně řadu 100 – SPAJ 140, 142, 144, SPAM 150, SPAF 140 a z řady 300 SPAD 346 C a SPAC 310, 315. Řada SPAJ a SPAM je použita na 2. HVB, řada SPAJ a SPAC ve vnějších objektech, přístroje SPAF a SPAD byly již nahrazeny.

1.1 Soubor ochran SPAJ 144 C

Soubor ochran SPAJ 144 C je sestava několika fázových nadproudových ochran a nadproudových zemních ochran, jejichž hlavními funkcemi jsou: [2]

- Třífázová nadproudová ochrana s nižším rozsahem seřiditelnosti a s nezávislou nebo závislou časovou charakteristikou a definovaným minimálním časem ($3I>$)
- Třífázová nadproudová ochrana s vyšším rozsahem seřiditelnosti a s mžikovou nebo nezávisle časově zpožděnou funkcí ($3I>>$)
- Třífázová nadproudová ochrana s velmi vysokým rozsahem seřiditelnosti a s mžikovou nebo nezávisle časově zpožděnou funkcí ($3I>>>$)
- Nesměřová nadproudová zemní ochrana s nižším rozsahem seřiditelnosti a s nezávislou nebo závislou časovou charakteristikou a definovaným minimálním časem ($I_o>$)
- Nesměřová nadproudová zemní ochrana s vyšším rozsahem seřiditelnosti a s mžikovou nebo nezávisle časově zpožděnou funkcí ($I_o>>$)

- Fázová nesymetrie ($\Delta I >$)
- Ochrana při selhání vypínače (CBFP)



Obrázek 2 – Ochrana SPAJ 144C

Tento soubor ochran je určen pro selektivní chránění jednoduchých paprskových vývodů při přetížení, zkratech a zemních poruchách v sítích izolovaných, odporově nebo impedančně uzemněných energetických rozvodů. Soubor obsahuje jednotky fázových nadproudových ochran a jednotku zemních nadproudových ochran a dále je vybaven funkcemi pro vypnutí a signalizaci[2].

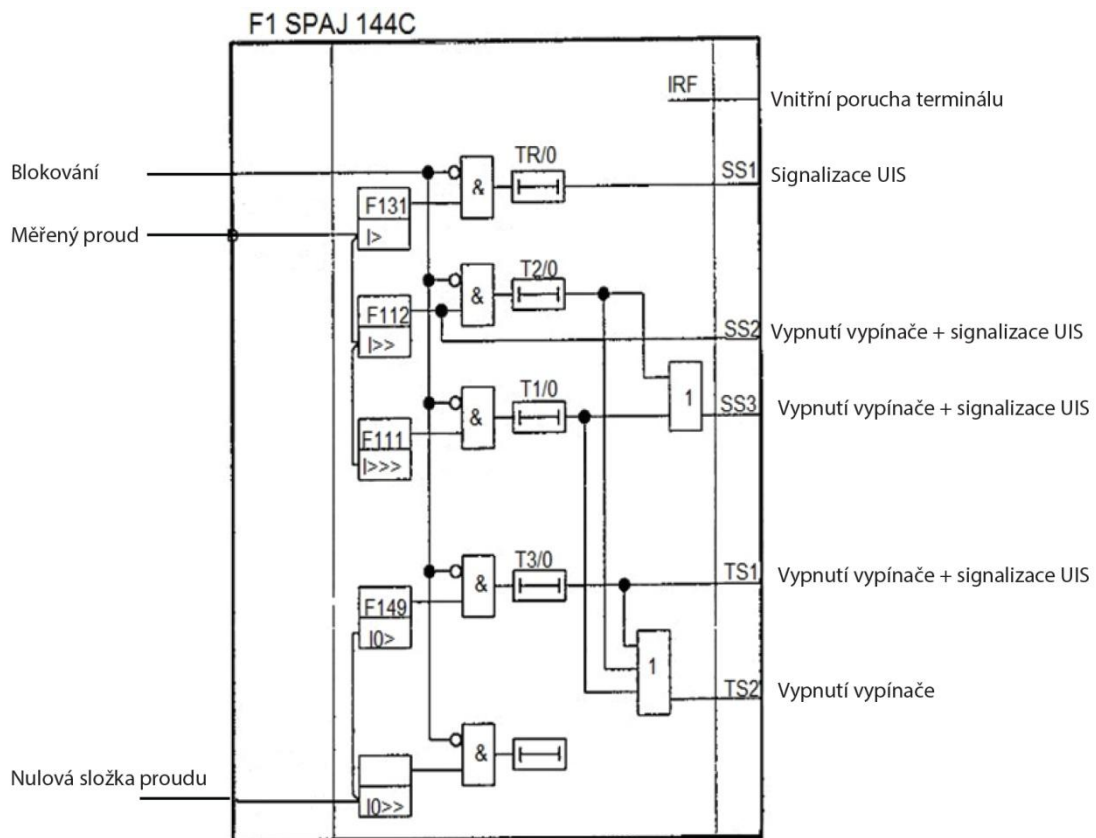
Soubor je připojen přes proudové jisticí transformátory k chráněnému zařízení. Nadproudová fázová i nadproudová zemní ochrana trvale měří fázové proudy a zemní nebo

nulový proud chráněného zařízení. V případě detekce poruchy je přes binární (kontaktní) výstupy vypnut vypínač daného vývodu a do odstranění poruchy je zapnutí blokováno přes externí klopné nebo padáčkové relé[2].

Pokud fázový proud překročí nastavenou hodnotu náběhového proudu u stupně s nižším rozsahem $3I>$, je nadproudovou jednotkou po 60 ms aktivován signál náběh ochranných funkcí. Pokud je po nastaveném čase stále překročena hodnota náběhového proudu, ochrana pošle impuls na vypnutí vypínače. Obdobně pracuje i jednotka s vyšším rozsahem $3I>>$ a $3I>>>$, jenom hodnoty náběhu ochranných funkcí mají na rozdíl od nižšího stupně kratší čas 40 ms. Časové nastavení je variabilní, u jednotky s nižším nastavením je možnost použití závislé charakteristiky (při malých nadproudech velké zpoždění, při velkých nadproudech naopak kratší zpoždění) nebo nezávislé charakteristiky (čas je bez ohledu na velikost nadproudu konstantní). U ostatních funkcí je možnost pouze nezávislé časové charakteristiky s možností zkrácení času až na nulu, pak náběh ochranných funkcí i vypnutí prochází souběžně a ochrana je mžiková[2].

Pokud proud zemní poruchy překročí nastavenou hodnotu náběhového proudu u stupně s nižším rozsahem $I_0>$, je nadproudovou jednotkou po 60 ms aktivován signál náběh ochranných funkcí. Pokud je po nastaveném čase stále překročena hodnota náběhového proudu, ochrana pošle impuls na vypnutí vypínače. Obdobně pracuje i jednotka s vyšším rozsahem $I_0>>$ jenom hodnoty náběhu ochranných funkcí a poté vypnutí mají od nižšího stupně kratší čas 40 ms. Pro časové zpoždění platí to samé jako pro fázové proudové jednotky[2].

Ochrana je vnitřně programovatelná a je možné libovolnou funkci nebo více funkcí připojit na jednotlivé kontaktní výstupy. Ochrana kromě připojovacích svorek pro proudové okruhy, blokovací, vypínací a signalizační okruhy má i rozhraní pro použití sériové komunikace. Tento soubor ochran je použit v rozvodnách 6kV na 2. HVB ve vývodových polích pro napájení transformátorů. Logické schéma vnitřního zapojení těchto ochran, je uvedeno na obrázku 3. Na tomto obrázku je vidět, jak se soubor ochran chová v případě, že dojde k vybavení od jednotlivých ochranných funkcí. V našem případě nepoužíváme ochranu při proudové nesymetrii, ochranu selhání vypínače a zemní proudovou ochranu s vyšším rozsahem[2].



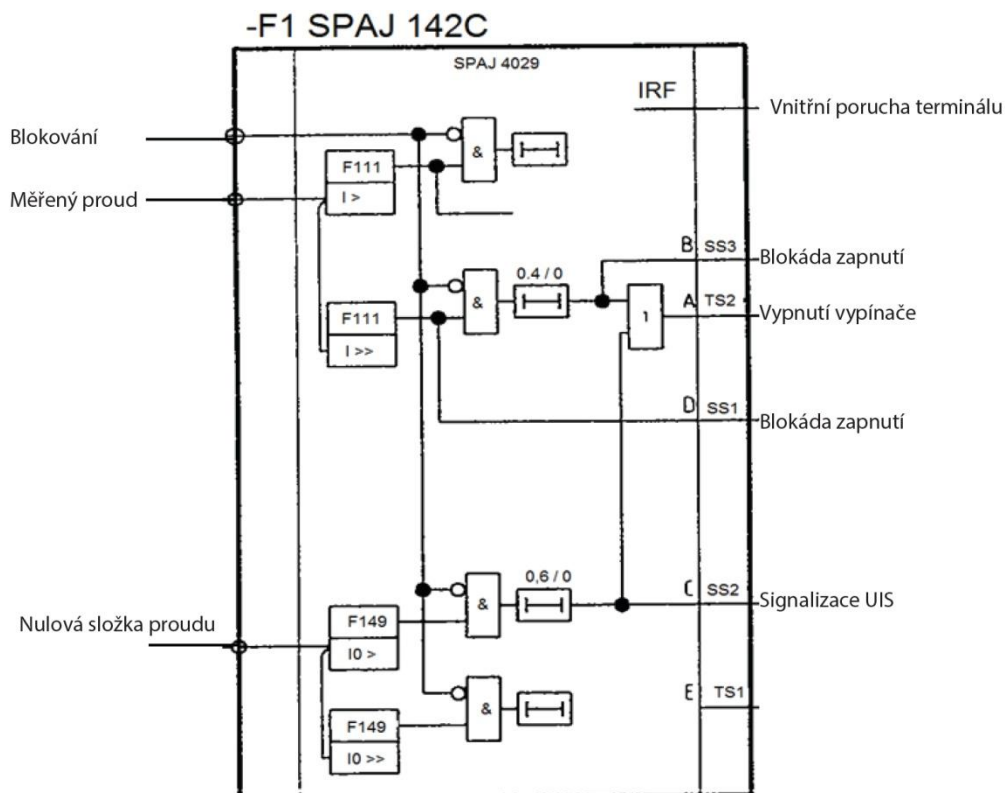
Obrázek 3 – Logika zapojení SPAJ 144C [6]

1.2 Soubor ochran SPAJ 142 C

Soubor ochran SPAJ 142 C je sestava několika fázových nadproudových ochran a několika nadproudových zemních ochran. Tento soubor ochran má stejné ochranné funkce jako soubor ochran SPAJ 144 C, s výjimkou těchto chybějících funkcí:

- Třífázová nadproudová ochrana s velmi vysokým rozsahem seřaditelnosti a s mžikovou nebo nezávisle časově zpožděnou funkcí.
- Fázová nesymetrie.

Tento soubor ochran je použit na 2. HVB v rozvodnách 6kV ve vývodech na systémové rozvodny a spojky 6kV rozveden. Logické schéma vnitřního zapojení tohoto souboru ochran, je uvedeno na obrázku 4. Na tomto obrázku je vidět, jak se soubor ochran chová v případě, že dojde k vybavení od jednotlivých ochranných funkcí[3].



Obrázek 4 – Logika zapojení SPAJ 142C [7]

2 Terminály RELION

IED neboli terminál řady RELION, je zařízení používané pro chránění, monitorování a ovládání různých zařízení v sítích NN, VN a VVN.

Terminály se vyrábí ve více variantách odlišených písmeny:

- REC (univerzální terminál ovládání)
- RED (rozdílová proudová ochrana)
- REL (impedanční – linková ochrana)
- REF (vývodová ochrana)
- REG (generátorová ochrana)
- REQ (terminál vypínače)
- atp.

Tyto varianty se ale prakticky liší pouze použitým firmware a software a velikostí přístroje. My použijeme terminál z řady 670 ve variantě REC (univerzální ovládání vývodu) a ve formátu 1/2 19" jednotky. Toto řešení je natolik flexibilní, že umožňuje jedním terminálem obsáhnout všechny požadované vývodové aplikace na JE Temelín. Nevýhodou této rozměrově menší jednotky je relativně omezený počet analogových vstupů a binárních vstupů a výstupů. V případě větších požadavků na binární vstupy a výstupy je nutné použít řešení o velikosti 3/4 19" jednotky nebo plná 19" jednotka.

U terminálů 650 je k dispozici verze REC nebo REQ velikostně pouze v první variantě.

2.1 Terminály řady 650

2.1.1 Ovládání HMI

Místní ovládání terminálů (HMI) obsahuje následující prvky

- Displej
- LED indikátory
- Klávesnice
- Přední komunikační port typu Ethernet

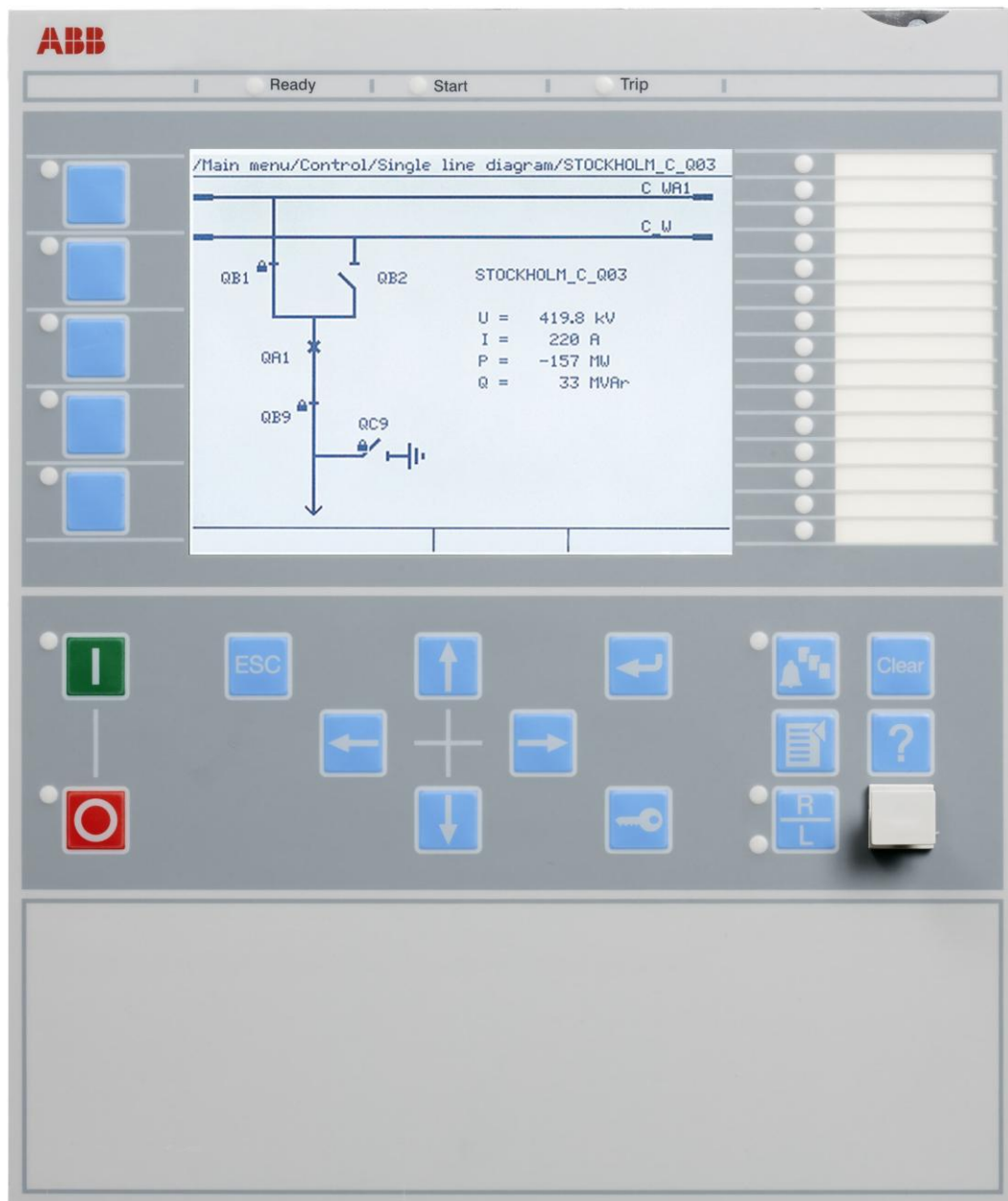
Rozhraní HMI se používá pro dílčí nastavení, monitorování a ovládání IED. Grafický černobílý displej s rozlišením 320 x 240 pixelů zobrazuje základní menu a v jeho první položce „Ovládání“ je možné doplnit uživatelské displeje např. stavovou signalizaci

(liniemi propojené symboly stavových prvků – vypínače, odpojovače, zkratovače, atp. – na kterých je zobrazen jejich aktuální stav), detaily elektrických měření (proudy a napětí včetně amplitudy a fáze, vypočtený výkon činný, jalový, zdánlivý, účinník, frekvenci) [1].

Dále se zde nachází indikační LED diody. Tři z nich jsou umístěny nad displejem a zobrazují informace o stavu IED a stavu ochranných funkcí. Na čelním panelu vpravo vedle displeje se také nachází 15 LED diod, které jsou volně programovatelné. Každá dioda může signalizovat tři různé barvy (zelená, žlutá a červená) a v základním stavu navíc nesvítí, takže může zobrazit 4 stavy. Navíc v IED může být ta samá sada 15 diod použita na třech různých samostatných signalizačních stránkách pro různé účely, tak jsme schopní signalizovat 45 signálů, každý ve čtyřech různých stavech (tj. celkem 180 stavů)[1].

Na jednotce HMI se nachází klávesnice, která obsahuje tlačítka pro ovládání pohybu v menu a také pro ovládání příslušného vývodového prvku - možnost zapnutí i vypnutí. Tlačítka jsou použita i pro potvrzení výstrah, reset, vyvolání nápovědy, přepínání mezi režimy a zamknutí IED. Klávesnice obsahuje i uživatelsky programovatelná tlačítka[1].

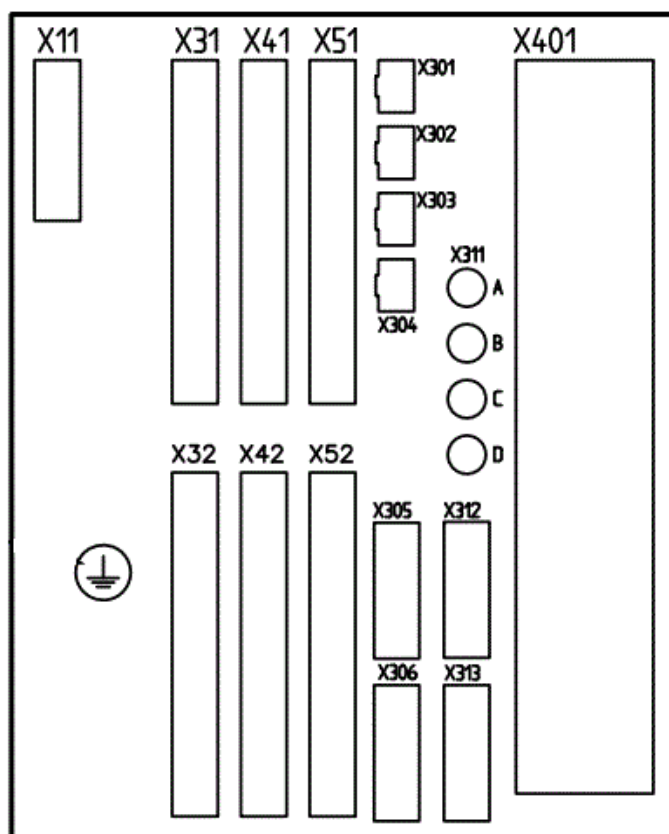
Na čelním panelu se nachází konektor RJ-45 pro komunikaci s počítačem.



Obrázek 5 – Pohled na HMI panel IED 650 [1]

2.1.2 Připojovací svorkovnice

Na zadní straně IED se nachází blok připojovacích svorkovnic, tyto svorkovnice se používají k připojení analogových vstupů (X401), binárních vstupů a výstupů (X31, X41, X51, X32, X42 a 52), kontaktu IRF a napájení terminálu (X11). Pro připojení LAN se používají komunikační konektory na zadní straně terminálu, v současné době ve formě šachet pro SFP moduly, takže je možné je osadit jak optickými (singlemode i multimode), tak i metalickými komunikačními SFP moduly (X301-304). Pro komunikaci mezi ochranami, nebo do řídicích systémů se využívají sloty (X305, 306 a X311-X313)[1].



Obrázek 6 – Pohled na připojovací svorkovnice REC650 [1]

2.1.3 IED 650 - výběr HW

Jako většina terminálů řady RELION i terminál řady 650 má možnost volby HW vybavení dle požadavků zákazníka na jednotlivé aplikace. Terminály této řady jsou určeny pro jednodušší aplikace a pro napěťové úrovně NN a VN. Z toho důvodu je k dispozici pouze jedna verze provedení skříně, a tím i limitovaný počet použitých zásuvných jednotek. Pro naši aplikaci byl zvolen terminál s následujícím vybavením:

- Skříň 1/2 x 19" se základovou deskou a obslužným rozhraním.
- Pomocné napájení 100-240V AC, 50 nebo 60Hz, 110-250V DC
- Analogové vstupy buď v provedení 6I(5A)+1I(1A)+5U(110-220V) nebo 7I (5A)+5U (110-220V)
- Binární vstupy a výstupy 1x BIM (16xBI 220/250V), 1x BOM (2x12 BO NO) a 1x IOM (8xBI 220/250V, 1x5 BO NO + 1x4 BO NO + 1xBO NO+NC + 2xBO NO)
- Komunikační rozhraní základní[1].

2.1.4 IED 650 - použité funkce

IED nabízí velké množství a funkcí. Pro naši aplikaci byly vybrány následující funkce: viz tabulka 1 v příloze 2[1].

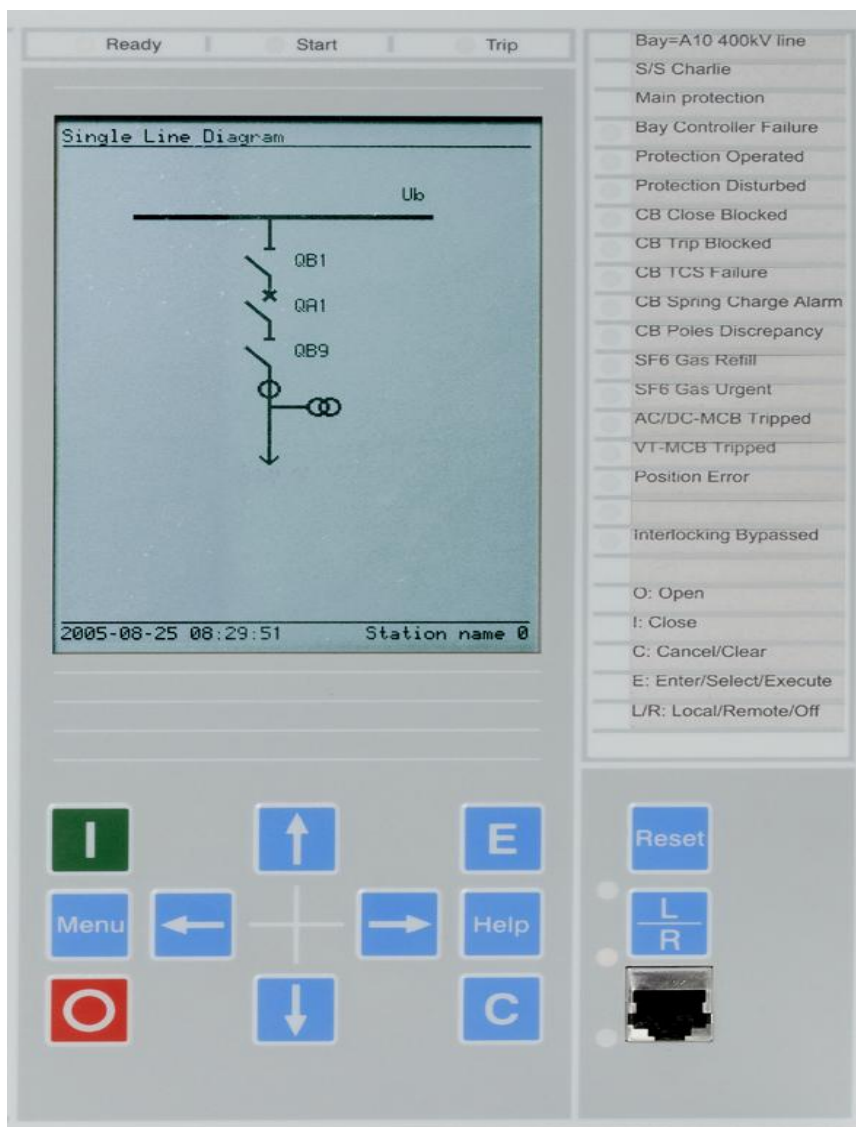
2.2 Terminál řady 670

2.2.1 Ovládání HMI

Místní ovládání terminálů obsahuje následující prvky

- Displej
- LED indikátory
- Klávesnice
- Komunikační port

Jednotka HMI a její funkce je shodná s terminálem REC650. Liší se pouze rozmístěním jednotlivých prvků[4].

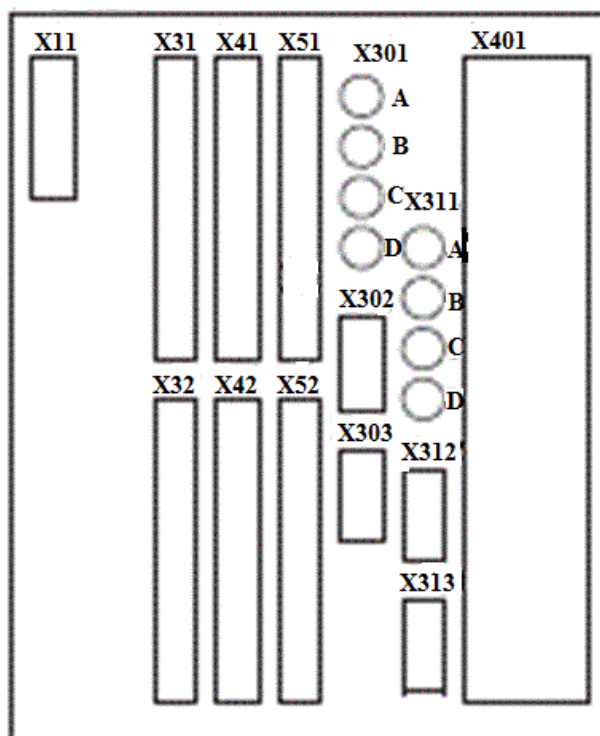


en05000056.jpg

Obrázek 7- Čelní display REC670 [4]

2.2.2 Připojovací svorkovnice REC670

Připojovací svorkovnice se používá stejně jako u terminálu REC650. Komunikační rozhraní LAN, je také na zadní straně terminálu. Liší se v rozmístění jednotlivých svorkovnic a jejich označení.



Obrázek 8 - Připojovací svorkovnice REC670 [4]

2.2.3 IED 670 - výběr HW

I terminál IED 670 má možnost volby HW vybavení dle požadavků zákazníka na jednotlivé aplikace. Terminály této řady jsou určeny pro nejsložitější aplikace a pro napěťovou úroveň VN a VVN. Z toho důvodu je k dispozici více verzí provedení skříně 1/2 x 19", 3/4 x 19" a 1 x 19" a tím je i podstatně méně limitovaný počet použitých zásuvných jednotek[1].

Pro naši aplikaci byl zvolen terminál s konfigurací obdobnou s terminály REC670 na 1.HVB a obdobnou jako u REC650:

- Skříň 1/2 x 19" se základovou deskou a obslužným rozhraním.
- Pomocné napájení 90-250V DC
- Analogové vstupy v provedení 6I (5A)+1I (1A)+5U (110-220V)
- Binární vstupy a výstupy 1x BIM (16xBI 220/250V), 1x BOM (2x12 BO NO) a 1x IOM (8xBI 220/250V, 1x5 BO NO + 1x4 BO NO + 1xBO NO+NC + 2xBO NO)
- Komunikační rozhraní základní[1]

2.2.4 IED 670 - použité funkce

Funkcí použitelných pro dané IED je velké množství, pro naši aplikaci byly vybrány následující funkce: viz tabulka v příloze 1 [1]

3 Vytvoření a popis výchozích logik pro terminály

Každý terminál, pokud nepoužijeme předefinované konfigurace, má možnost vlastní konfigurace a nastavení. Pro vytvoření konfigurace jednotlivých IED je nutné si nejprve připravit logické zapojení požadovaných ochranných funkcí, podle kterého se daná konfigurace vytvoří. Logika je důležitá i pro následné oživení a odzkoušení funkcí IED. Tato logika popisuje, jak budou na různé kombinace vstupních měřených analogových hodnot a binárních vstupů reagovat výstupní binární signály (povelové nebo signalizační).

3.1 Vytvoření výchozí logiky pro IED

K vytvoření logiky je nutné vzít v úvahu, k čemu terminál bude sloužit, jaké použijeme ochranné funkce, jaké vstupy a výstupy budeme potřebovat.

V této práci je logika připravena pro použití v transformátorových vývodech. Vývod je vždy vybaven sadou přístrojových transformátorů proudu, které transformují primární vývodové proudy na velikost zpracovatelnou terminálem, tj. zpravidla 5A nebo 1A. Tyto proudy jsou využity především pro proudové ochranné funkce, ale i pro proudové měření, a pokud zároveň měříme i napětí pomocí přístrojových transformátorů napětí, terminál umožňuje dopočítat výkony, účinník a frekvenci. Kromě analogových signálů (proudy, napětí) vstupují do terminálu i binární signály např. od ochrany v přívodech úsekových rozvaděčů, informace o stavu vypínače (stav zapnut/vypnut, stav podvozku, stav střadače), informace o ovládacích obvodech, atp. Základem jsou i binární výstupy, které zajišťují ovládání vypínače (zapnutí/vypnutí, blokádu zapnutí) a poruchovou nebo stavovou signalizaci vypínače, terminálu a ovládacích obvodů.

Nejprve je potřeba nakreslit analogové proudové a napěťové vstupy. Dále je nutné nakreslit binární vstupy a výstupy. Na tomto základě je pak rozkreslena základní logika, tj. logika ochrany a měření, logika ovládání vč. blokády a logika stavové a poruchové signalizace. Následuje podrobnější popis funkce logiky transformátorového vývodu.

3.2 Napájení terminálu

Obvod zajišťuje napájení terminálu nezávisle na ovládání a poruchové signalizaci. Na tomto samostatně jištěném obvodu je navíc napojena blokáda ASV a reset blokády a signalizací.

3.3 Proudové ochranné funkce a jejich logika

Při vytváření logiky ochranných funkcí je nutné se řídit projektem selektivity. Projekt selektivity stanovuje ochranné funkce a hodnoty jejich nastavení pro jednotlivé uzly elektrické sítě ETE tak, aby byla zachována selektivita působení. Při správném nastavení nejdříve reagují ochrany blíže poruchy, tak aby po zapůsobení ochran byla odpojována pouze co nejmenší část rozvodů. Zde použijí projekt selektivity vytvořený v rámci obdobné akce pro 1.HVB. Silová konfigurace vývodů je prakticky identická na 1. i 2.HVB, a tak je možné použít definici funkcí přímo i pro 2.HVB. Ochranné funkce pro transformátorové vývody jsou zde definovány takto:

F111 (ANSI 50) – mžiková nadproudová zkratová ochrana určena pro rychlé vypnutí zkratů na straně přívodního kabelu 6 kV k transformátoru 6kV/NN, ochrana vypíná vývod a spouští ASV,

F112 (ANSI 51) – časově zpožděná nadproudová nezávislá zkratová ochrana určená jako základní ochrana pro vícefázové zkratové proudy těsně za transformátorem 6/0,4 kV a jako záložní ochrana pro 1f zkraty za transformátorem (základní ochranou pro 1f zkratové proudy za transformátorem je ochrana na úrovni úsekového rozvaděče nn F148 zapojená v uzlu transformátoru), ochrana vypíná vývod a spouští ASV,

F131 (ANSI 51) – nadproudová ochrana signalizující přetížení vývodu, ochrana pouze signalizuje,

F149 (ANSI 51N) – zemní nadproudová ochrana chrání vývod v případě zemního spojení v tomto vývodu, ochrana vypíná vývod a vstupuje do automatiky zemních ochran,

F32 (ANSI 50BF) – ochrana při selhání vypínače (ASV) a má za úkol iniciovat vypnutí nadřazeného vypínače v případě, že po povelu na vypnutí vlastního vypínače trvá stále poruchový proud po definovaném čase. Do ASV vstupují pouze OF F111 a F112. Ochrana může kromě proudového použít i stavové vyhodnocovací kritérium.

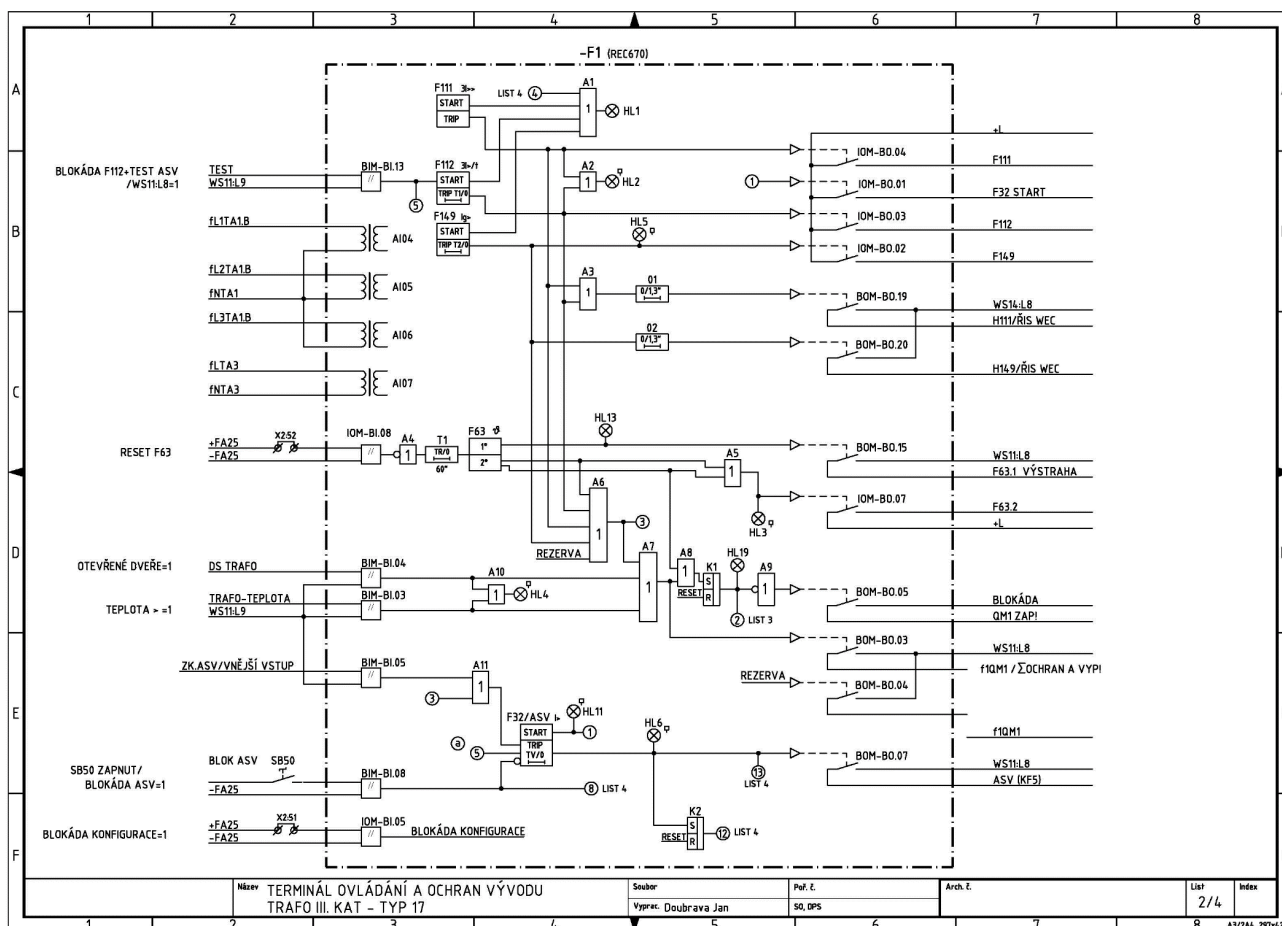
Pro uzemňovací transformátory se chránění liší v těchto bodech:

F149 (ANSI 51N) – zemní nadproudová ochrana chrání vývod v případě zemního spojení v tomto vývodu a dále zajišťuje odepnutí uzemňovacího transformátoru (a tím přechod na izolovanou soustavu) v případě zemního spojení v rozvodu, které nebude vypnuté vlastní vývodovou zemní ochranou.

F32 (ANSI 50BF) – ochrana při selhání vypínače (ASV) a má za úkol iniciovat vypnutí nadřazeného vypínače v případě, že po povelu na vypnutí vlastního vypínače trvá stále poruchový proud po definovaném čase. Do ASV vstupují pouze ochranné funkce F111 a F112, ochranné funkce F149 a F63 do ASV vstupují, ale s ohledem na proudové nastavení

ASV aktivovat nebudou. Ochrana může kromě proudového použít i stavové vyhodnocovací kritérium.

F63 (ANSI 49) – ochrana při přetížení (tepelný model) - chrání uzemňovací odpor proti přetížení.



Obrázek 9 - Logika vývodu

3.4 Logika ovládání vývodu

Napájení ovládacího obvodu je provedeno samostatným jističem na potenciálu WS11:L8,L9 a je možné jej místně vypnout centrálním paketovým vypínačem, který současně vypíná i signalizační potenciály WS14 a WS3 a potenciál střadače WS10:L8,L9.

Ovládání vypínače (zapínání a vypínání) je možné více způsoby. Základní je dálkové ovládání pomocí převodových relé z řídicího systému UIS výrobního bloku. Místní ovládání pomocí tlačítek v poli je normálně blokováno a pro použití, např. při zkouškách, musí být odblokováno přepínačem místního ovládání. Místní ovládání pomocí tlačítek na čelním panelu terminálu v našem případě není uvolněno a dálkové ovládání pomocí komunikační sítě nepoužíváme (není naprogramováno).

Obvod zapínání je proveden výhradně pomocí terminálu - dálkové i místní zapínací povely jsou vedeny na binární vstupy. V logice jsou zapínací povely sečteny a vedeny přes obvod blokády zapnutí od vnitřních a vnějších signálů na kontakt sumárního zapínacího povelu.

Obvod blokády zapnutí je součástí vnitřní logiky a je odvozen od působení ochran vývodu i od ochran přívodu úsekového rozvaděče NN.

Obvod vypínání je z bezpečnostních důvodů řešen z větší části mimo terminál, vypínací signály dálkového a místního vypnutí a vypnutí od ochran z rozvaděče NN jsou vedeny přímo na vypínací cívku vypínače 6kV. Pouze vlastní působení ochran v terminálu a APV je provedeno kontakty terminálu paralelně k ostatním vypínacím povelům. Sumární vypínací signál je samostatně monitorován binárním vstupem pro vyhodnocení v logice.

Součástí obvodů ovládání je i monitoring uzavřenosti zapínací a vypínací cesty, obvod monitoringu potenciálu WS11:L8,L9 ovládacího obvodu a monitoring napájení obvodu střadače WS10:L8,L9 kontrolovaný binárním vstupem.

3.5 Logika stavové a poruchové signalizace vývodu

Signalizace z terminálu je stavová (provozní informace o stavu a působení ochran) a poruchová (závady v provozuschopnosti terminálu) – tyto signály jsou pak indikovány místně nebo dálkově do UIS a NEMES.

Část signalizace je provedena na potenciálu WS14:L8,L9 a zahrnuje místní stavovou a dálkovou stavovou a poruchovou signalizaci do UIS. Poloha podvozku a stav vypínače jsou snímány dvoustavovou signalizací. Snímané stavy jsou použity na potenciálu WS14 pro zobrazení na stavových indikátorech v poli (provedeno mimo terminál) a jsou vedeny na binární vstupy do terminálu. Signály návazně slouží pro zobrazení na displeji terminálu a pro signalizaci stavu do UIS, současně je přes terminál provedena i signalizace sumární poruchy a náběhů ochran do UIS.

Další část poruchové signalizace je provedena na potenciálu WS31:L8,L9, potenciál slouží především pro místní poruchovou signalizaci a pro impulsní sumární signalizaci za celý rozvaděč prostřednictvím pole měření. Pro místní zobrazení poruchy používáme kontrolku na dveřích rozvaděče, tato kontrolka signalizuje pouze to, že daný vývod je v poruše. Pro lepší rozpoznání poruchy jsou na IED umístěny LED diody, které nám budou zobrazovat stav zařízení a jaký signál nám v IED působí.

Sumární poruchová signalizace je řešena binárním výstupem a externím časovým relé, které svým kontaktem působí do pole měření.

Signalizace do NEMES je provedena jednak prostřednictvím metalických vazeb na potenciálu systému NEMES a jednak prostřednictvím datového přenosu. Tento systém nám sbírá data a uchovává je pro vyhodnocení poruch. Data do systému NEMES jsou v našem případě posílána pomocí binárních výstupů a zároveň i pomocí datové komunikace. Tento způsob je pro nás důležitý z důvodu možnosti vyhodnocení případné poruchy, protože zde budou zobrazována data jak z analogových vstupů, tak i ze všech binárních vstupů a výstupů.

Kromě výše popsaných obvodů a logik je zde ještě řada obvodů zde nezobrazených, tyto však nesouvisí s ochrannými funkcemi realizovanými terminálem.

3.6 Obvody místního a dálkového měření

Obvody měření zajišťují základní měření proudu a napětí a doplňkový výpočet výkonů (činný, jalový a zdánlivý), účinníku a frekvence.

Proud je měřen třífázově (amplituda a případně úhel fázových proudů) a jako doplněk je možný výpočet složek proudu (sousedné I_1 , zpětné I_2 a nulové $3I_0$). Navíc pomocí průvlekového transformátoru proudu je přímo měřen proud jednopólového zemního spojení.

Napětí je možné měřit v jedné, ve dvou nebo ve všech třech fázích. Při třífázovém měření je měřeno jak fázové, tak i sdružené napětí (amplitudy i fázové úhly), jako doplněk je také možné měření složek napětí (sousedné U_1 , zpětné U_2 a nulové $3U_0$). Přímo z napětí je možné měřit i frekvenci.

Z měření proudu a napětí je možné provádět výpočty výkonů (činný, jalový a zdánlivý) a případně výpočet účinníku.

Měření mohou být zobrazena na displeji a/nebo být přenášena datovým přenosem do systému NEMES.

3.7 Konfigurace přenosů v rámci komunikace

V datových přenosech do systému NEMES jsou začleněny přenosy změn dvouhodnotových signálů, přenosy balíků dat při poruchách a přenosy analogových měření.

V záznamníku událostí „Event recorder“ je obsažena sestava binárních signálů a změna stavu každého z nich je označena časovou značkou a odeslána do systému sběru dat NEMES.

V poruchovém zapisovači „Disturbance recorder“ je na povel zaznamenán balík průběhů analogových a dvouhodnotových veličin v čase před a po povelu, pro možnost

jejich následného vyhodnocení. Povel je zpravidla vygenerován při poruše nebo je možné ruční spuštění.

Přenos analogových měření probíhá kontinuálně a je on-line zaznamenáván v archivech systému NEMES.

3.8 Měřicí obvody

Pomocí přístrojových transformátorů proudu a napětí bude IED sledovat napětí a proud daného vývodu a dle logiky bude dané IED působit. Naměřená data budou zobrazována na displeji IED a zároveň posílána pomocí datové komunikace do systému NEMES.

Kompletní logika vývodu je uvedena v příloze 3.

4 Definování požadavků na terminály

4.1 HW

Na terminály řady RELION jsou definovány následující sjednocené požadavky viz odstavce 2.1.3 a 2.2.3

- Skříň 1/2 x 19" se základovou deskou a obslužným rozhraním.
- Pomocné napájení 110-250V DC
- Analogové vstupy buď v provedení 6I(5A)+1I(1A)+5U(110-220V) nebo 7I (5A)+5U (110-220V)
- Binární vstupy a výstupy 1x BIM (16xBI 220/250V), 1x BOM (2x12 BO NO) a 1x IOM (8xBI 220/250V, 1x5 BO NO + 1x4 BO NO + 1xBO NO+NC + 2xBO NO), požadavkem je maximální osamostatnění jednotlivých binárních vstupů a výstupů (minimální agregování do skupin)
- Komunikační rozhraní – minimálně jedno optické rozhraní pro paprskové připojení do centrálního switche sekce rozhraním IEC 61 850, optimální jsou dvě optická rozhraní pro kruhové připojení (ring) do centrálního switche rozvodny

4.2 SW požadavky

Na terminály řady RELION jsou definovány následující sjednocené požadavky na konfigurační SW.

Software musí disponovat minimálně následující sestavou ochran

- mžiková nadproudová zkratová
- nadproudová zpožděná zkratová a nadproudová pro přetížení
- nadproudová zemní ochrana
- tepelná ochrana
- automatika selhání vypínače.

Kromě toho musí obsahovat obvody pro vytvoření logiky, signalizace a obslužení vstupů a výstupů a konfigurování komunikace.

Komunikační rozhraní musí umožnit jednotnou časovou synchronizaci terminálů z centrálního časového serveru protokolem SNTP a přenosy provozních dat (event, disturbance recorder a on-line měření), dálková změna konfigurace je možná, ale lze ji místně blokovat HW prostředky.

5 Vytvoření konfigurace v PCM 600

Dalším krokem ke správné funkci IED je přenos návrhu logiky do konfiguračního programu PCM 600. Tento program slouží pro vytvoření konfiguračního souboru typu *.pcmi.

V první fázi se nejprve vytvoří typová konfigurace, v našem případě pro transformátorový vývod. Tato činnost se nazývá konfigurací a vytvoří se několik stránek pro jednotlivé části obvodů. V následující kapitole je popsána tvorba jednotlivých stránek konfigurace.

V druhé fázi se typová konfigurace přizpůsobí pro jednotlivý vývod. Nastaví se parametry PTP, označení vývodu, nastavení parametrů jednotlivých ochranných funkcí, měření a přizpůsobení vstupů a výstupů. Tento krok se nazývá parametrizací a není součástí této práce.

Na závěr se vytvoří komunikační rozhraní, které zajistí komunikační propojení terminálu se systémem NEMES.

5.1 Vytvoření konfigurace pro REC670

5.1.1 Stránka AI_Meas

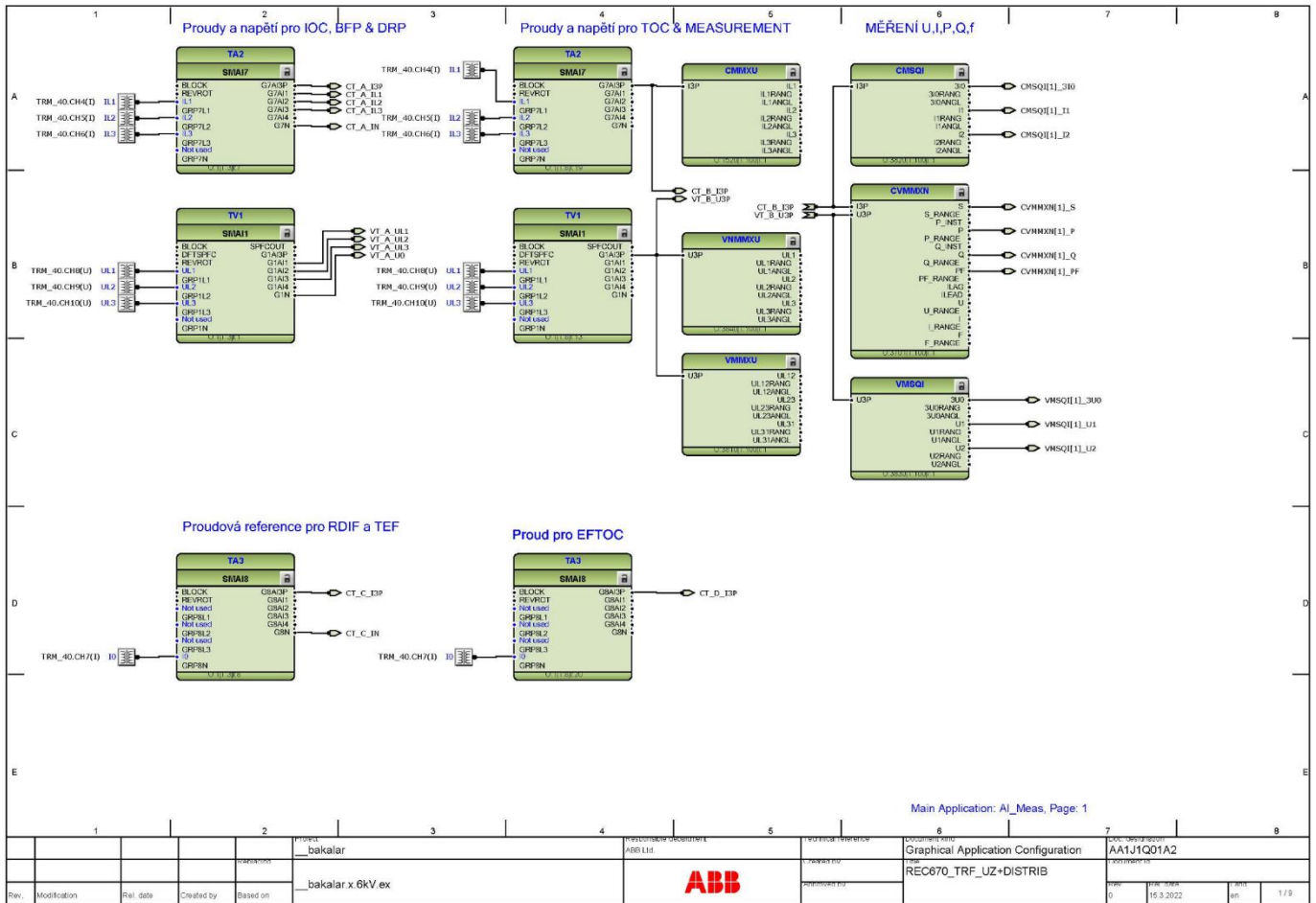
Stránka AI_Meas (Analogové vstupy – měření) je určena pro připojení analogových (proudových a napěťových) kanálů.

Napěťové kanály jsou zapojeny do bloků zpracování signálů SMAI1, tento blok je zde 2x jednou pro rychlé a jednou pro pomalejší zpracování signálů. Výstupy bloků jsou použity v poruchovém zapisovači a v blocích měření napětí (měření fázových, sdružených a složkových napětí – amplitudy a úhly).

Proudové kanály jsou zapojeny do bloků zpracování signálů SMAI7. Blok SMAI7 je zde opět 2x jednou pro rychlé a jednou pro pomalejší zpracování signálů. Tyto signály jsou použity v poruchovém zapisovači, v blocích měření proudu (měření fázových a složkových proudů – amplitudy a úhly), dále jsou použity v blocích ochran (F111, F112, F131, F32, F63 a F149).

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6



Obrázek 10 - Konfigurace REC670

5.1.2 Stránka PROT_I

Stránka PROT_I (Ochrany – proudové) je určena pro zapojení použitých bloků ochran.

Na této stránce je mžiková proudová ochrana (F111), čtyřstupňový blok proudových ochran (F112, F131).

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6

5.1.3 Stránka VIO_BI

Stránka VIO_BI (VIO – binární vstupy) je určena pro zpracování signálů z kanálů binárních vstupů pomocí tří bloků SMBI. Každý blok může zpracovávat až 10 kanálů binárních vstupů.

Blok označený QM zpracovává stavové, ovládací a monitorovací signály vypínače 6 kV.

Blok označený BI1 zpracovává signály pro F32 (ASV) a signály z úsekového rozvaděče NN. Signály trf_TEPLOTA (kontakt termostatu transformátoru vn/nn), trf_DS (kontakty dveřních spínačů trf. vn/nn) a nn_OCH (kontakt ochrany přívodu úsekového rozvaděče NN) jsou následně sečteny v součtovém bloku nn_TRIP na signál nnTRIP.

Blok označený BI2 zpracovává signály monitoringu napětí WS10, WS11 a WS14, signály pro blokádu konfigurace, reset signalizace reset tepelného modelu a působení HZO.

Navíc jsou zde dva bloky AND provádějící omezení zapínacího a vypínacího impulsu na vypínač.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6

5.1.4 Stránka VIO_BO

Stránka VIO_BO (VIO – binární výstupy) je určena pro zpracování signálů z logiky na binární výstupy - kontakty pomocí tří bloků SMBO. Každý blok může zpracovávat až 10 signálů binárních výstupů. Blok označený QM zpracovává signály pro zapnutí a vypnutí vypínače, vypnutí ASV, poplach tepelného modelu, atd.

Blok označený WEC zpracovává signály stavové a poruchové signalizace pole pro UIS (ŘS WEC), signály působení ochran, signál blokády ASV, signál reset a signál sumární poruchové signalizace. Několik signálů je blokem WEC SIGNAL (BINSTATREP) obsahujícím obvodu se zpožděným odpadem OFF prodlouženo pro zajištění správné signalizace do UIS.

Blok označený NEMES zpracovává signály stavové a poruchové signalizace pro NEMES.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6

5.1.5 Stránka LED_SIG

Stránka LED_SIG (LED – signalizace) je určena pro signalizaci pomocí 15 ks vícebarevných LED. Všechny 15 ks je možné použít na třech samostatných signalizačních listech a je tak možné až 45 samostatných signalizací. Každá svíslá signalizační LED je řízená samostatným blokem a má čtyři možné stavy - bez barvy, zelená, žlutá a červená. Bloky jsou značeny GRPxLEDy. Kde x nabývá hodnot 1, 2 a 3 a y hodnot 1 až 15. V našem případě je využita pouze GRP1, to znamená pouze patnáct signálů, ale každý se samostatně nastavitelnou barevností. V případě potřeby je možné rozšíření o zbývající skupiny GRP2 a GRP3. Skupina GRP1 používá u signálů 1, 11, 12, 13, 14 a 15 pouze žlutou signalizaci

(náběh ochranných funkcí, blokáda zapnutí a výpadky jističů), u signálů 2, 7 a 8 je použita pouze červená barva (působení) a u ostatních signálů je použita dvoubarevná signalizace žlutá signalizuje náběh ochranných funkcí a červená působení.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4 strana 5

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6

5.1.6 Stránka CB_CONTROL_TRIP

Stránka CB_CONTROL_TRIP (Vypínač – Ovládání - Vypnutí) je určena pro zpracování ovládacích a monitorovacích signálů vypínače.

Celá stránka je rozdělena do čtyř sekcí – sekce „Vypínač QM ovládání“, „Vypínač QM stav“, „Vypínač QM – ochrany a blok Zap!“ a „Kontrola zapínací a vypínací cesty“.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6

5.1.7 Stránka COMMON_and_LOGIC

Stránka COMMON_and_LOGIC (Společné a Logika) je určena pro zdrojové signály a některé konfigurační nastavení a pro poruchovou signalizaci.

Celkem je rozdělena do pěti sekcí – „Fixní signály a status HW a SW“, „Restart IED“, „Komunikace“, „Reset působení ochran HMI reset“ a „Poruchová signalizace“.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6

5.1.8 Stránka DREP

Stránka DREP (Disturbance recorder - Poruchový zapisovač) je určena pro konfiguraci signálů do poruchového zapisovače.

Poruchový zapisovač slouží pro záznam analogových a dvouhodnotových signálů v případě poruch na silovém zařízení, kdy dochází k působení nebo náběhu ochran. Zapisovač data z doby před, během a po události zpracuje do jednoho datového balíku (poruchového záznamu) a ten uloží, případně odešle do informačního systému. Tím je umožněna pozdější analýza průběhu poruchy.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6

5.1.9 Stránka GGIO

Stránka GGIO (Event recorder – Změnový zapisovač) je určena pro konfiguraci signálů do změnového zapisovače.

Do zapisovače jsou připojeny binární signály přes čtyři bloky GGIO. První tři bloky jsou konfigurovány shodně s DREP. Do čtvrtého bloku jsou přivedeny informace o stavu ovládacích potenciálů a informace z hardware terminálu.

Změna každého signálu je registrována samostatně, a samostatně ukládána a odesílána do informačního systému.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 4

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6

5.2 Vytvoření konfigurace pro REC650 nebo REQ650

5.2.1 Stránka AI Meas

Stránka AI_Meas (Analogové vstupy – měření) je určena pro připojení analogových (proudových a napěťových) kanálů a je prakticky identická s příslušnou kapitolou 5.1.1 terminálu REC670.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5

5.2.2 Stránka PROT_I

Stránka PROT_I (Ochrany – proudové) je určena pro zapojení použitých bloků ochran. Popis bloků je téměř shodný s popisem v kapitole 5.1.2.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5

Podrobnější popis těchto bloků je v příloze 6 a odchylka v zapojení tepelného modelu v příloze 7

5.2.3 Stránka VIO_BI

Stránka VIO_BI (VIO – binární vstupy) je určena pro zpracování signálů z kanálů binárních vstupů a je rovněž prakticky identická s příslušnou kapitolou 5.1.3 terminálu REC670.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5 strana 3

5.2.4 Stránka VIO_BO

Stránka VIO_BO (VIO – binární výstupy) je určena pro zpracování signálů z logiky na binární výstupy a je rovněž prakticky identická s příslušnou kapitolou 5.1.4 terminálu REC670.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5

5.2.5 Stránka LED_SIG

Stránka LED_SIG (LED – signalizace) je určena pro signalizaci pomocí 15 ks vícebarevných LED a je rovněž prakticky identická s příslušnou kapitolou 5.1.5 terminálu REC670.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5

5.2.6 Stránka CB_CONTROL_TRIP

Stránka CB_CONTROL_TRIP (Vypínač – Ovládání - Vypnutí) je určena pro zpracování ovládacích a monitorovacích signálů vypínače a je rovněž prakticky identická s příslušnou kapitolou 5.1.6 terminálu REC670.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5

5.2.7 Stránka COMMON_and_LOGIC

Stránka COMMON_and_LOGIC (Společné a Logika) je určena pro zdrojové signály a některé konfigurační nastavení a pro poruchovou signalizaci a je rovněž prakticky identická s příslušnou kapitolou 5.1.7 terminálu REC670.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5

5.2.8 Stránka DREP

Stránka DREP (Disturbance recorder - Poruchový zapisovač) je určena pro konfiguraci signálů do poruchového zapisovače a je rovněž prakticky identická s příslušnou kapitolou 5.1.8 terminálu REC670.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5

5.2.9 Stránka GGIO

Stránka GGIO (Event recorder – Změnový zapisovač) je určena pro konfiguraci signálů do změnového zapisovače a je rovněž prakticky identická s příslušnou kapitolou 5.1.9 terminálu REC670.

Schéma zapojení je uvedeno v příloze 5

6 Technickoekonomické zhodnocení návrhu

Použití nových IED řady 650 nebo 670 náhradou za dosluhující řadu SPACOM je v každém případě krok správným směrem z vícero důvodů. Nové terminály umožňují pružné přizpůsobení zapojení v případě menších změn pouhým přeprogramováním a vylepšení například u ochranných funkcí s minimálním dopadem do zapojení. Terminály rovněž umožňují rozsáhlejší sběr informací o vývodu a redukuje množství pomocných přístrojů (relé, jističe, atd.) v polích. Nyní je nutné posoudit použití jaké typové řady terminálů je vhodnější.

Ke správnému rozhodnutí jaký typ IED použít je nutné znát a vyhodnotit řadu faktorů.

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro většinu zadavatelů je cena. Z tohoto důvodu, jsem si nechal zpracovat nabídku přímo od výrobce terminálů. V této nabídce je vidět, že cenový rozdíl na 1 ks IED není pro jeden přístroj nijak veliký, v našem případě je REC670 o 28 080 Kč dražší než REC650, nicméně vzhledem k většímu počtu potřebných přístrojů pro celkovou výměnu je rozdíl již znatelný.

Název IED	Cena za IED
REC650	225 230 Kč
REC670	253 310 Kč

Tabulka 1: Ceny IED

Celkový cenový rozdíl je následující

Rozvodny	Počet terminálů	cena REC670	Cena REC650	Cenový rozdíl
	Ks	tis. Kč	tis Kč	tis. Kč
2BA, 2BB, 2BC, 2BD	51	11 487	12 919	1 432
2BJ, 2BK	17	3 829	4 306	477
2BV, 2BW, 2BX	24	5 406	6 079	673
0BE, 0BF	44	9 910	11 146	1 236
0BK	16	3 604	4 053	449
CELKEM				4 267

Tabulka 2: Rozdíl ceny IED

Pokud dojde k výměně na rozvodnách 2BA až 2BD, 2BJ, 2BK, 0BE, 0BF a 0BK může být celkový cenový rozdíl 3,6 milionu Kč. Záměna na rozvodnách 2BV, 2BW a 2BX je z hlediska legislativních požadavků nejistá, a je otázkou, zda nebudou použity terminály jiného výrobce.

Dalším faktorem k vhodnému výběru IED je možnost použití daného typu IED v dalších vývodech daného rozvaděče. V tomto případě je nutné, aby, daný typ bylo možno použít:

- v hlavních a rezervních přívodech nesystémových rozvoden - zde jsou již instalovány REL670 a přezbrojení se nepředpokládá,
- vývody z rozvoden III. kategorie na rozvodny vnějších objektů – zde jsou již vývody a navazující přívody vybavené terminály RED670 a přezbrojení nepředpokládám
- v polích měření – zde používáme terminály REF615
- ve vývodech pro distribuční a uzemňovací transformátory – zde REC650 i REC670 ano,
- ve vývodech pro motory, zde REC650 ne (nedisponuje dvousložkovým tepelným modelem), provedení REM650 není k dispozici a možná by bylo nutné použít typ REG650, REC670 ano,
- sekční spojky rozvoden 6kV (vývody a přívody na II. a III./II. kategorii a spojka III./II. kategorie), zde REC650 i REC670 ano

Vzhledem k nemožnosti použít typ REC650 v motorových vývodech a neexistující variantě pro motorové vývody, je v tomto případě lepší volbou IED REC670.

Dále je nutné zohlednit i to, že ochrany IED 670 jsou již použity na 1.HVB, a proto by nebylo nutné vytvoření a navýšení skladových zásob. V případě řady 650 by bylo, i přes vyzbrojené rezervy nezbytné vytvoření skladové zásoby v počtu jednoho až dvou kusů, což znamená další finanční náklady (230 000 až 450 000 Kč). Skladová zásoba je nezbytná z důvodu bezpečného a nepřetržitého provozu JE.

Neméně důležitým hlediskem je i obsluha zařízení. Vzhledem k tomu, že terminály řady 670 jsou již použity na 1. HVB, kde je s nimi obsluha již plně seznámena, je jejich použití na 2. HVB bez problému. Použití terminálů řady 650 je mírně odlišné a obsluha musí být zaškolená na jejich ovládání.

V neposlední řadě je nutné i zohlednit to, jakým způsobem se dají jednotlivé typy IED naprogramovat a blokovat změny konfigurace a parametrizace. V našem případě je možné oba typy programovat v prostředí PCM 600 a blokáda změn je možná funkcí CHNGLCK spínanou binárním vstupem čili oba typy ochrany vyhovují.

Důležitou součástí je komunikace do systému NEMES přes datovou síť. Zde oba typy podporují požadovaný protokol IEC 61 850 a tím pádem oba typy IED vyhovují.

Důležitou informací je i spolehlivost terminálů. IED 650 je na trhu celkem krátkou dobu a na JE Temelín jsou zatím použity jako REG650 v ochranách DG (celkem 8 ks). Naproti tomu IED 670 jsou na 1. HVB použity již od roku 2015 a úhrnem na obou blocích je použito přes 200 ks této řady (REC, RED, REG, REL). Proto můžeme tvrdit, že z hlediska provozu je řada 670 na rozdíl od řady 650 podstatně více prověřená.

Dalším faktorem je schopnost výrobce opravit nebo vyměnit daný typ IED. Zde jsou tyto schopnosti výrobce identické.

	SPAJ 142 C	SPAJ 144 C	REC650	REC670
Počet analogových vstupů	4	4	7xI+5xU	7xI+5xU
Počet binárních vstupů	1	1	16+8	16+8
Počet binárních výstupů	6	6	24+12	24+12
Komunikace IEC 61 850	NE	NE	ANO	ANO
Volitelné ochranné funkce	NE	NE	ANO	ANO
Použitelnost ve všech polích	NE	NE	NE	ANO

Tabulka 3: Srovnání ochrany a IED

7 Závěr

Moje bakalářská práce by v budoucnu měla sloužit k zadání a snazšímu výběru typu IED, pro samotnou záměnu ochran v rozvodnách 6kV na 2.HVB a v některých rozvodnách vnějších objektů. Samotná záměna, je nutná z hlediska dalšího provozu ETE. Ochranám SPACOM končí podpora ze strany výrobce a tudíž tyto ochrany budou v krátké době již neopravitelné a proto je nutné je nahradit.

Dalším výsledkem bakalářské práce je připravená logika a konfigurace vývodu pro oba typy IED. Proto bude při samotném projektování a zkoušení ochran ušetřen značný čas. Z mé zkušenosti je tento čas na správnou přípravu důležitý, protože při samotné realizaci již není dostatek času na odstraňování chyb logiky a konfigurace.

I když v dnešní době jsou nejdůležitější peníze a v našem případě jsou IED 650 levnější než IED 670 je dle mého názoru lepší variantou zvolit IED 670, protože nám pokryje všechny požadované vývody (motory, transformátory, hlavní a rezervní přívody).

Další nespornou výhodou je, že správce zařízení a obsluha již tyto IED zná a umí je kvalifikovaně obsluhovat.

Konečný výběr bude na zadavateli akce, ten se musí rozhodnout, jaký vliv budou mít při rozhodování jednotlivé faktory.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Cena IED	31
Tabulka 2: Rozdíl ceny IED	31
Tabulka 3: Srovnání ochrana a IED.....	33

Seznam obrázků

Obrázek 1 – Schéma sítě JE Temelín [5]	2
Obrázek 2 – Ochrana SPAJ 144C.....	6
Obrázek 3 – Logika zapojení SPAJ 144C [6].....	8
Obrázek 4 – Logika zapojení SPAJ 142C [7].....	9
Obrázek 5 – Pohled na HMI panel IED 650 [1].....	12
Obrázek 6 – Pohled na připojovací svorkovnice REC650 [1].....	13
Obrázek 7- Čelní display REC670 [4].....	15
Obrázek 8 - Připojovací svorkovnice REC670 [4].....	16
Obrázek 9 - Logika vývodu.....	20
Obrázek 10 - Konfigurace REC670.....	26

Seznam použité literatury

- [1] ABB. *IED 650:Instalační manuál*. ABB, 2017.
- [2] ABB. *Manuál SPAJ 144C*.ABB
- [3] ABB. *Manuál SPAJ 142C*.ABB
- [4] ABB. *IED 670: Instalační manuál*. ABB, 2017
- [5] I&C Energo a.s.: *Studijní materiály ke zkouškám vyhlášky 50/1978Sb*. Jan Hanousek, 2017
- [6] EZ PRAHA. *Výkres D17 list 3*. EZ PRAHA, 2002
- [7] EZ PRAHA. *Výkres D9 list 3*. EZ PRAHA, 2002

Seznam příloh

Příloha 1: Tabulka výběru funkcí IED 670.....	39
Příloha 2: Tabulka výběru funkcí IED 650.....	42
Příloha 3: Logika_JD.....	45
Příloha 4: Application Confiuration REC670.....	49
Příloha 5: Application Confiuration REC650.....	58
Příloha 6: Popis konfigurace REC670.....	67
Příloha 7: Popis konfigurace REC650.....	74

Příloha 1: Tabulka výběru funkcí IED 670

Ovládací funkce		
Ovládání přístrojů a blokovací podmínky		
1	SESRSYN (25)	Synchrocheck
10	SCSWI	Ovládací blok pro spínače
3	SXCBR	Vypínač
9	SXSWI	Odpojovač / zemnič
10	POS_EVAL	Vyhodnocení indikace polohy
20	VSGAPC	Virtuální jednoduchý přepínač
16	DPGAPC	Komunikační I/O funkce – dvoubitová indikace
Funkce kontroly sekundárního systému		
1	CCSSPVC (87)	Kontrola proudových obvodů
3	FUFSPVC	Kontrola selhání pojistek
1	VDSPVC (60)	Kontrola selhání pojistek založená na rozdílu napětí
3	SSCBR	Monitorování vypínače
Logické funkce		
12	SMPPTRC (94)	Vypínací logika, 3-fázové působení
12	TMGAPC	Logika vypínací matice
298	OR	Konfigurovatelné logické bloky, hradlo OR
420	INV	Konfigurovatelné logické bloky, hradlo invertoru
40	PULSETIMER	Konfigurovatelné logické bloky, impulsní časový
40	GATE	Konfigurovatelné logické bloky, říditelné hradlo
40	XOR	Konfigurovatelné logické bloky, hradlo XOR
280	AND	Konfigurovatelné logické bloky, hradlo AND
40	SRMEMORY	Konfigurovatelné logické bloky, SR paměť
40	RSMEMORY	Konfigurovatelné logické bloky, RS paměť
60	TIMERSET	Konfigurovatelné logické bloky, časový členek
1	FXDSIGN	Funkční blok pevně definovaných signálů
Monitorovací funkce		
6	CVMMXN	Funkce měření
10	CMMXU	Funkce měření fázového proudu
6	VMMXU	Funkce měření sdruženého napětí
6	CMSQI	Funkce měření složek proudu
6	VMSQI	Funkce měření složek napětí
6	VNMMXU	Funkce měření fázového napětí
1	ASIVBAS	Prezentace hodnoty analogových vstupů

4	CNTGGIO	Čítač událostí
1	DRPRDRE	Poruchový zapisovač (záznam)
4	AnRADR	Vstup analogových signálů pro poruchový zapisovač
6	BnRBDR	Vstup binárních signálů pro poruchový zapisovač
64	SPGAPC	Komunikační I/O funkce IEC61850
16	SP16GAPC	Komunikační I/O funkce IEC61850 pro 16 vstupů
1	SSCBR	Monitorování provozních podmínek vypínače
Proudové ochrany		
1	PHPIOC (50)	Mžiková fázová nadproudová ochrana
1	OC4PTOC (51/67)	Čtyřstupňová směrová fázová nadproudová ochrana
1	EFPIOC (50N)	Mžiková zemní nadproudová ochrana
1	EF4PTOC (51N/67N)	Čtyřstupňová zemní směrová nadproudová ochrana
1	NS4PTOC (46I2)	Čtyřstupňová zemní směrová nadproudová ochrana na zpětnou složku
1	SDEPSDE (67N)	Citlivá zemní směrová nadproudová a výkonová ochrana
1	LCPTTR (26)	Ochrana proti tepelnému přetížení, jedna časová konstanta
1	TRPTTR (49)	Ochrana proti tepelnému přetížení, dvě časové konstanty
1	CCBRBF (50BF)	Ochrana při selhání vypínače, 3-f. působení
1	STBPTOC (50STB)	Ochrana pahýlu
1	CCPDSC (52PD)	Ochrana proti nesouhlasu pólů
1	BRCPTOC (46)	Kontrola přerušeni vodiče
1	GUPPDUP (37)	Směrová ochrana vyhodnocující pokles výkon
1	GOPPDOP (32)	Směrová ochrana vyhodnocující překročení výkonu
1	VRPVOC (51V)	Nadproudová funkce s napětovým omezením
1	BRPTOC (50)	Nadproudová ochrana uvolněná binárním signálem
Napětové ochrany		
2	UV2PTUV (27)	Podpětová dvoustupňová ochrana
2	OV2PTOV (59)	Nadpětová dvoustupňová ochrana
2	ROV2PTOV (59N)	Zemní napětová dvoustupňová ochrana
2	VDCPTOV (60)	Rozdílová napětová ochrana
1	LOVPTUV (27)	Kontrola ztráty napětí
Frekvenční ochrany		
6	SAPTUF (81)	Podfrekvenční ochrana
6	SAPTOF (81)	Nadfrekvenční ochrana
6	SAPFRC 81)	Ochrana vyhodnocující rychlost změny frekvence
Víceúčelové ochrany		
4	CVGAPC	Obecná proudová a napětová ochrana

Základní IED funkce		
	INTERRSIG	Vnitřní kontrola přístroje
	SELSUPEVLST	Vnitřní kontrola přístroje
	SNTP	Časová synchronizace
	TIMESYNCHGEN	Časová synchronizace
	DSTBEGIN, DSTEND, DSTENABLE	Časová synchronizace – letní čas
	TIMEZONE	Časová synchronizace – časové pásmo
	IRIG-B	Časová synchronizace
	SETGRPS	Přepínání skupin nastavení
	ACTVGRP	Přepínání skupin nastavení
	TESTMODE	Testovací režim
	CHNGLCK	Blokáda změn nastavení
	TERMINALID	Identifikace terminálu
	PRODINF	Identifikace produktu
	PRIMVAL	Systém primárních hodnot
	SMBI	Blok zpracování binárních vstupů
	SMBO	Blok zpracování binárních výstupů
	SMAI1 - SMAI12	Blok zpracování analogových vstupů
	GBASVAL	Konfigurace hodnot pro nastavení
	ATHSTAT	Informace o připojování
	ATHCHCK	Kontrola přístupu
	AUTHMAN	Řízení přístupů
	FTPACCS	Přístup FTP
	DOSFRNT	Komunikace – přední port
	DOSLAN1	Komunikace - zadní port
	DOSSCKT	Komunikace

Příloha 2: Tabulka výběru funkcí IED 650

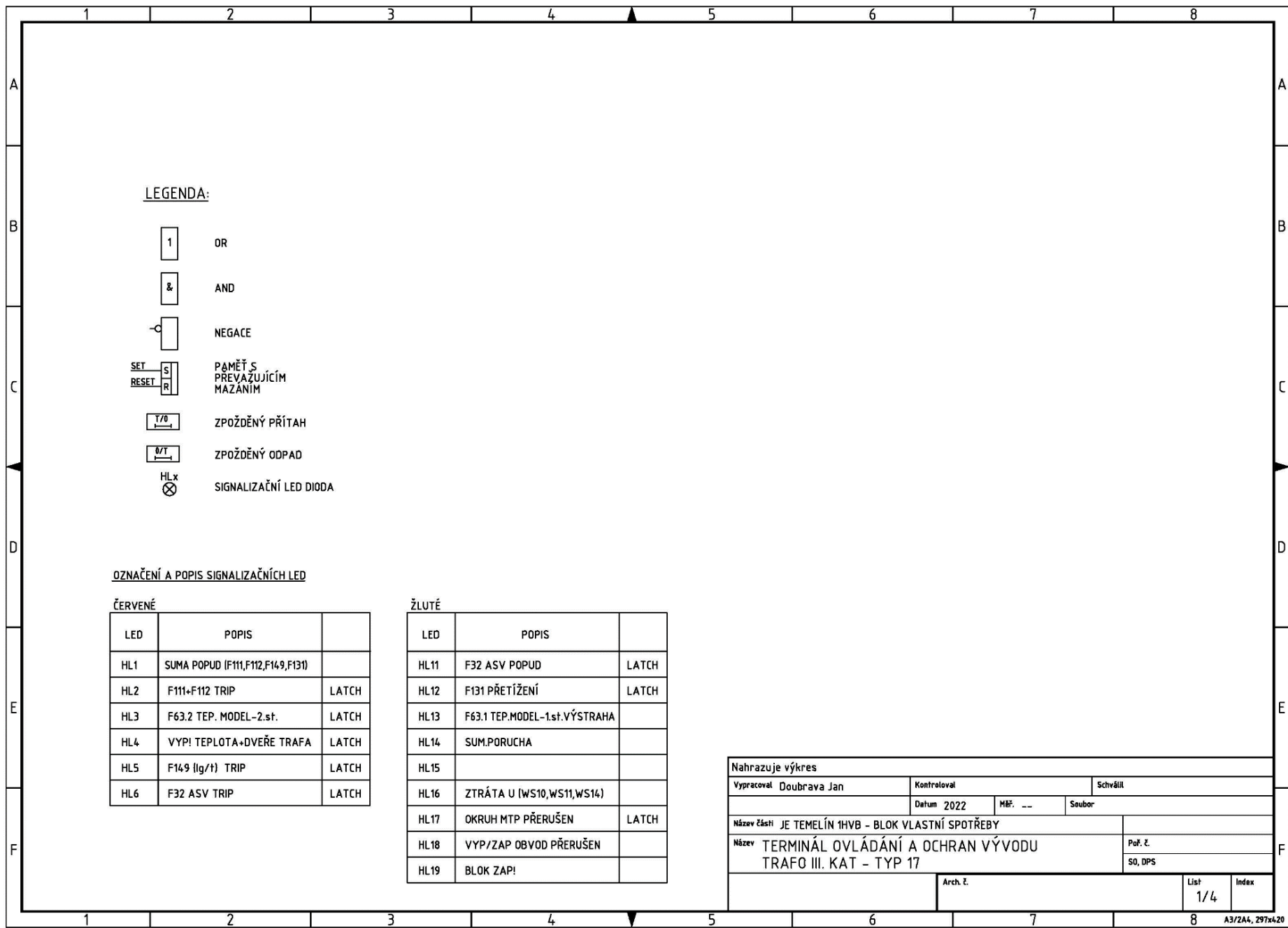
Ovládací funkce		
Ovládání přístrojů a blokovací podmínky		
8	SCSWI	Ovládací blok pro spínače
3	SXCBR	Vypínač
7	SXSWI	Odpojovač / zemnič
20	VSGGIO	Virtuální jednoduchý přepínač
16	DPGGIO	Komunikační I/O funkce IEC 61850 – dvoubitová indikace
Funkce kontroly sekundárního systému		
1	CCSRDIF (87)	Kontrola proudových obvodů
1	SDDRFUF	Kontrola selhání pojistek
3	TCSSCBR	Monitorování zapínacího / vypínacího obvodu vypínače
Logické funkce		
1	SMPPTRC (94)	Vypínací logika, 3-fázové působení
12	TMAGGIO	Logika vypínací matice
283	OR	Konfigurovatelné logické bloky, hradlo OR
140	INVERTER	Konfigurovatelné logické bloky, hradlo invertoru
40	PULSETIMER	Konfigurovatelné logické bloky, impulsní časový
40	GATE	Konfigurovatelné logické bloky, říditelné hradlo
40	XOR	Konfigurovatelné logické bloky, hradlo XOR
280	AND	Konfigurovatelné logické bloky, hradlo AND
40	SRMEMORY	Konfigurovatelné logické bloky, SR paměť
40	RSMEMORY	Konfigurovatelné logické bloky, RS paměť
1	FXDSIGN	Funkční blok pevně definovaných signálů
Monitorovací funkce		
6	CVMMXN	Funkce měření
10	CMMXU	Funkce měření fázového proudu
6	VMMXU	Funkce měření sdruženého napětí
6	CMSQI	Funkce měření složek proudu
6	VMSQI	Funkce měření složek napětí
6	VNMMXU	Funkce měření fázového napětí
4	CNTGGIO	Čítač událostí
1	DRPRDRE	Poruchový záznam
4	AnRADR	Vstupní analogové signály pro poruchový zapisovač
6	BnRBDR	Vstupní binární signály pro poruchový zapisovač
64	SPGGIO	Komunikační I/O funkce IEC61850

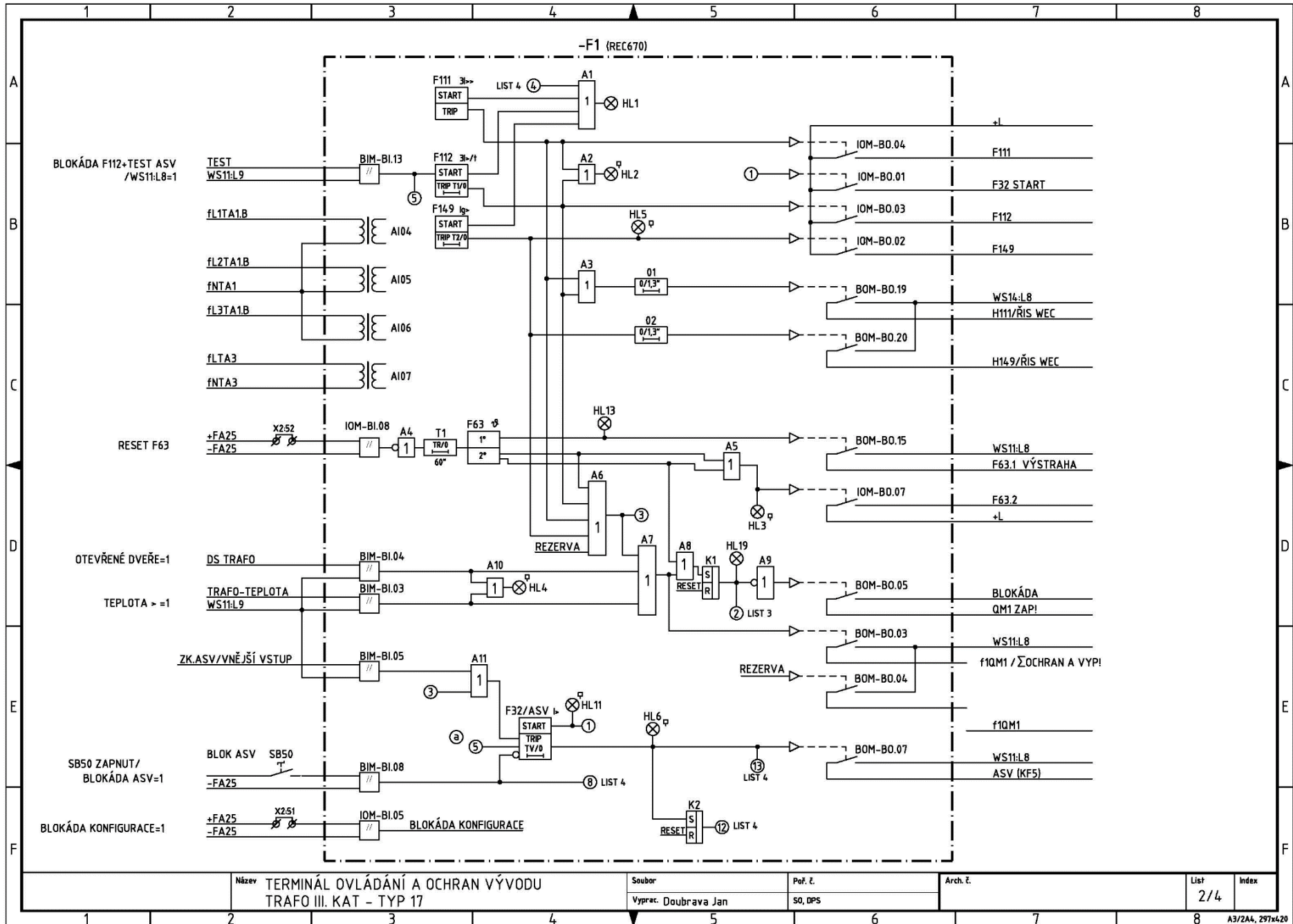
16	SP16GGIO	Komunikační I/O funkce IEC61850 pro 16 vstupů
1	SSCBR	Monitorování provozních podmínek vypínače
Proudové ochrany		
1	PHPIOC (50)	Mžiková fázová nadproudová ochrana
1	OC4PTOC (51/67)	Čtyřstupňová fázová nadproudová ochrana
1	EFPIOC (50N)	Mžiková zemní nadproudová ochrana
1	EF4PTOC (51N/67N)	Čtyřstupňová zemní směrová nadproudová ochrana
1	SDEPSDE (67N)	Citlivá zemní směrová nadproudová a výkonová ochrana
1	LPTTR (26)	Ochrana proti tepelnému přetížení, jedna časová konstanta
1	CCBRBF (50BF)	Ochrana při selhání vypínače, 3-f. působení
1	STBPTOC (50STB)	Ochrana pahýlu
1	CCRPLD (52PD)	Ochrana proti nesouhlasu pólů
1	BRCPTOC (46)	Kontrola přerušeni vodiče
1	GUPPDUP (37)	Směrová ochrana vyhodnocující pokles výkon
1	GOPPDOP (32)	Směrová ochrana vyhodnocující překročení výkonu
1	DNSPTOC (46)	Nadproudová funkce vyhodnocující zpětnou složku proudu
Napět'ové ochrany		
1	UV2PTUV (27)	Podpět'ová dvoustupňová ochrana
1	OV2PTOV (59)	Nadpět'ová dvoustupňová ochrana
1	ROV2PTOV (59N)	Zemní napět'ová dvoustupňová ochrana
1	LOVPTUV (27)	Kontrola ztráty napětí
Frekvenční ochrany		
2	SAPTUF (81)	Podfrekvenční ochrana
2	SAPTOF (81)	Nadfrekvenční ochrana
2	SAPFRC (81)	Ochrana vyhodnocující rychlost změny frekvence

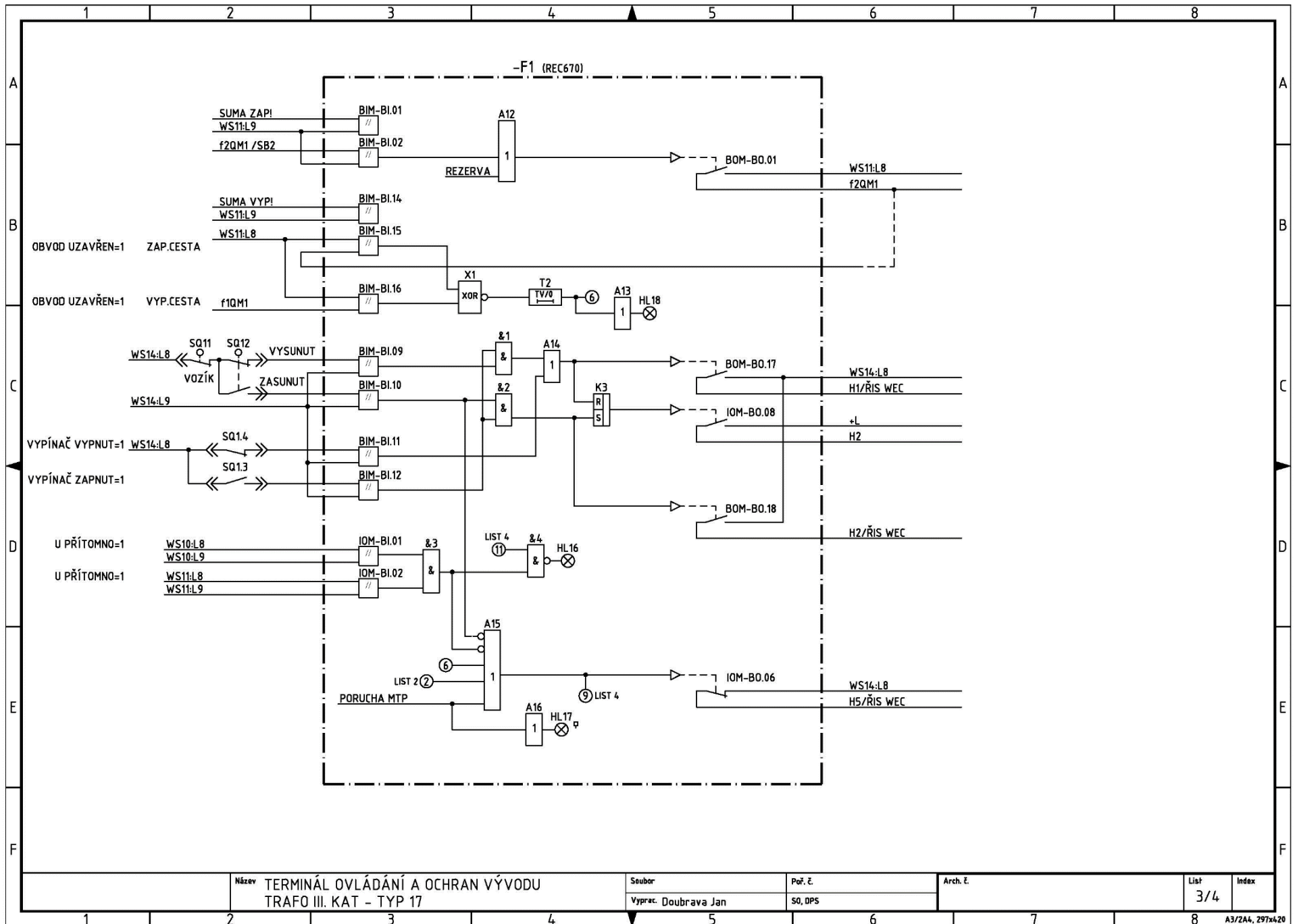
Základní IED funkce		
	INTERRSIG	Vnitřní kontrola přístroje
	SELSUPEVLST	Vnitřní kontrola přístroje
	SNTP	Časová synchronizace
	TIMESYNCHGEN	Časová synchronizace
	DSTBEGIN, DSTEND, TIMEZONE	Časová synchronizace – letní čas, časové pásmo
	IRIG-B	Časová synchronizace
	SETGRPS	Přepínání skupin nastavení
	ACTVGRP	Přepínání skupin nastavení
	TESTMODE	Testovací režim

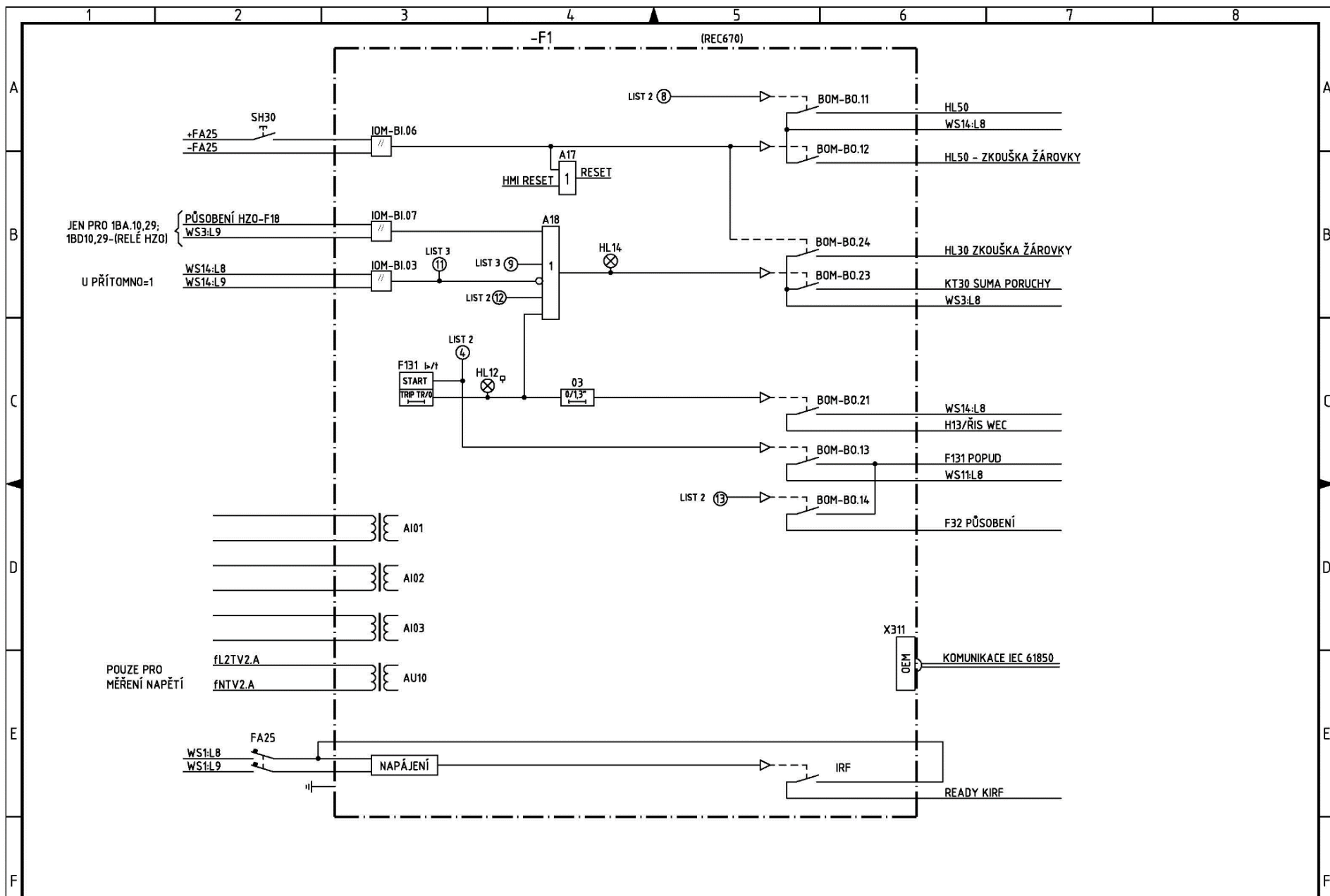
	CHNGLCK	Blokáda změn nastavení
	TERMINALID	Identifikace terminálu
	PRODINF	Identifikace produktu
	PRIMVAL	Systém primárních hodnot
	SMAI_20_1-12	Blok zpracování analogových vstupů
	GBASVAL	Konfigurace hodnot pro nastavení
	ATHSTAT	Informace o připojování
	ATHCHCK	Kontrola přístupu
	FTPACCS	Přístup FTP
	DOSFRNT	Komunikace – přední port
	DOSLAN1	Komunikace - zadní port
	DOSSCKT	Komunikace

Příloha č.3 – Logika JD









JEN PRO 1BA.10.29;
1BD10.29-(RELÉ HZO)
U PŘÍTOMNO=1

POUZE PRO
MĚŘENÍ NAPĚTÍ

Název TERMINÁL OVLÁDÁNÍ A OCHRAN VÝVODU
TRAFO III. KAT - TYP 17

Soubor Vyprac. Doubrava Jan

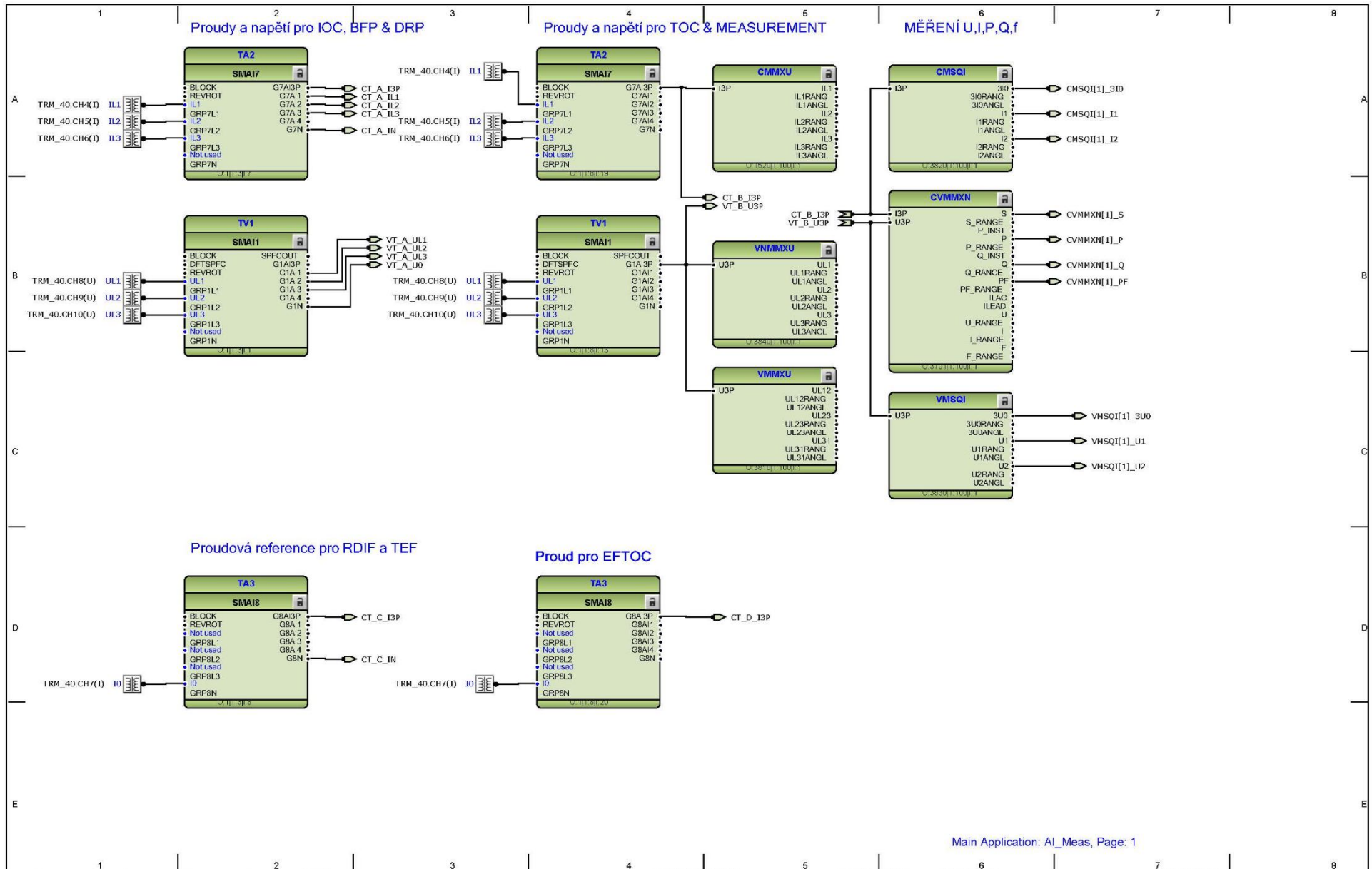
Poř. č. SO, DPS

Arch. č.

List 4/4 Index

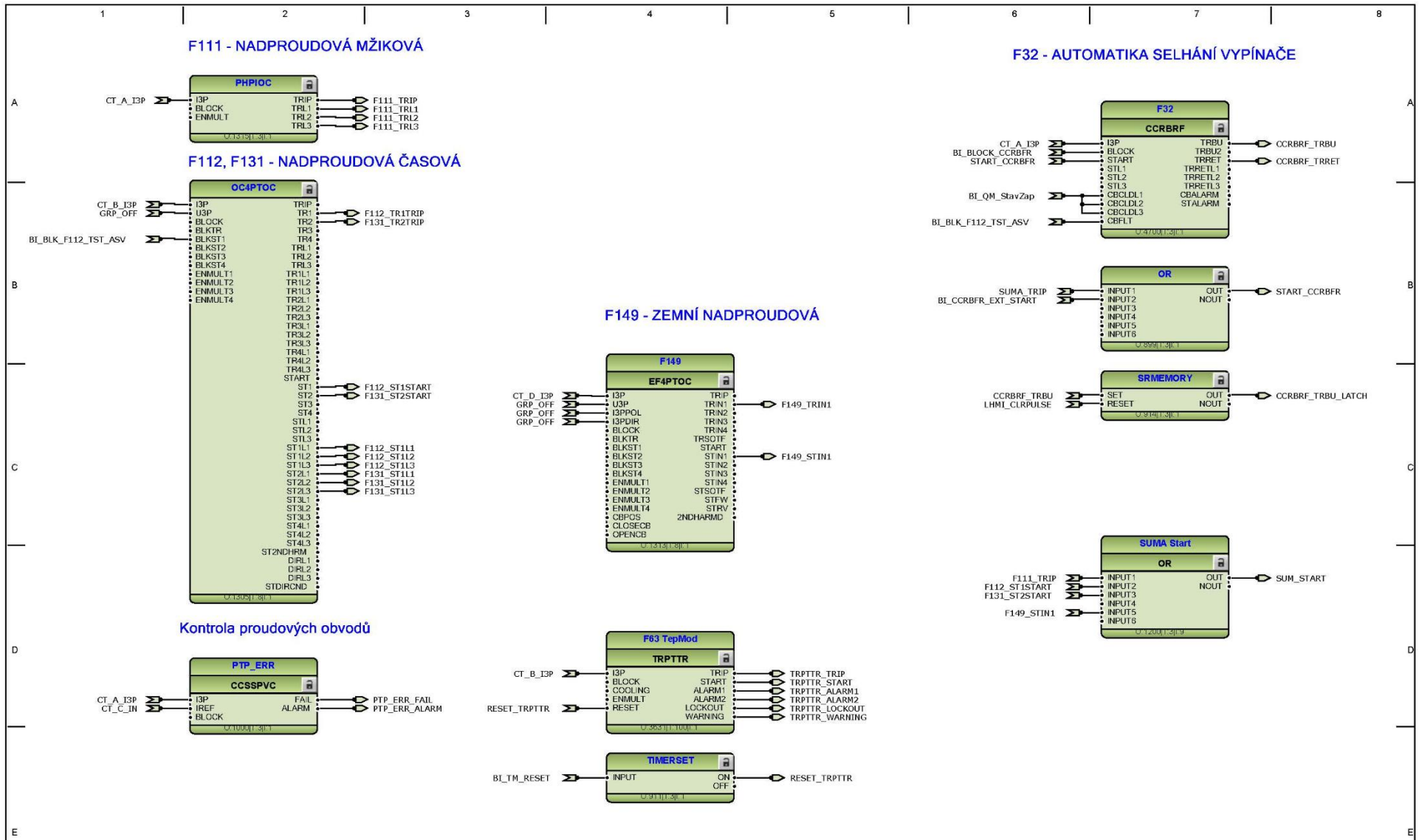
A3/ZA, 297x420

Příloha 4: Application Configuration REC670



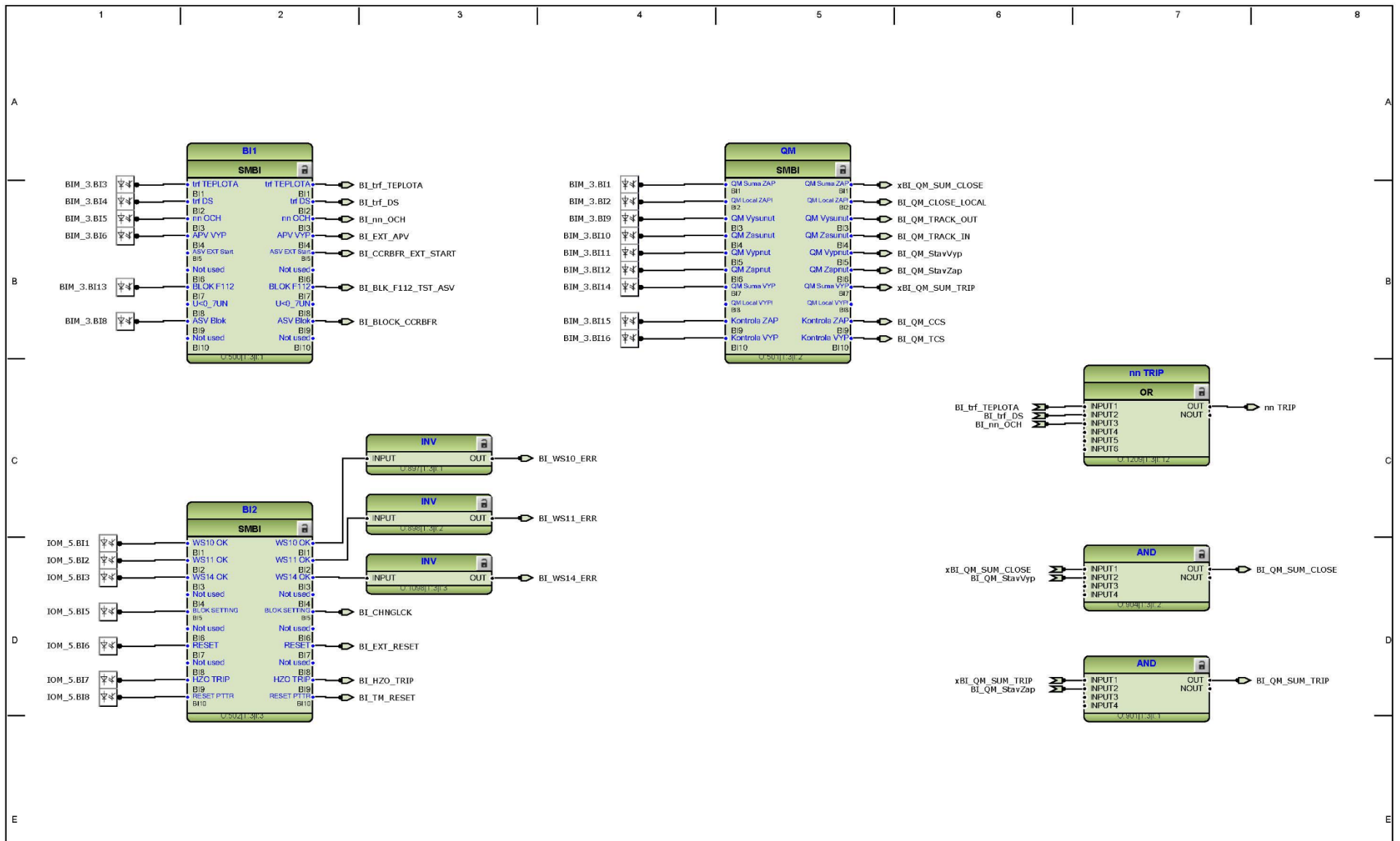
Main Application: AI_Meas, Page: 1

1	2	3	4	5	6	7	8
		Product		Responsible Document	Technical Reference	Document title	Doc. description
		_bakalar		ABB Ltd.		Graphical Application Configuration	AA1J1Q01A2
						REC670_TRF_UZ+DISTRIB	Document title
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on			Rev. 0
							Rel. date 15.3.2022
							Language en
							Page 1 / 9



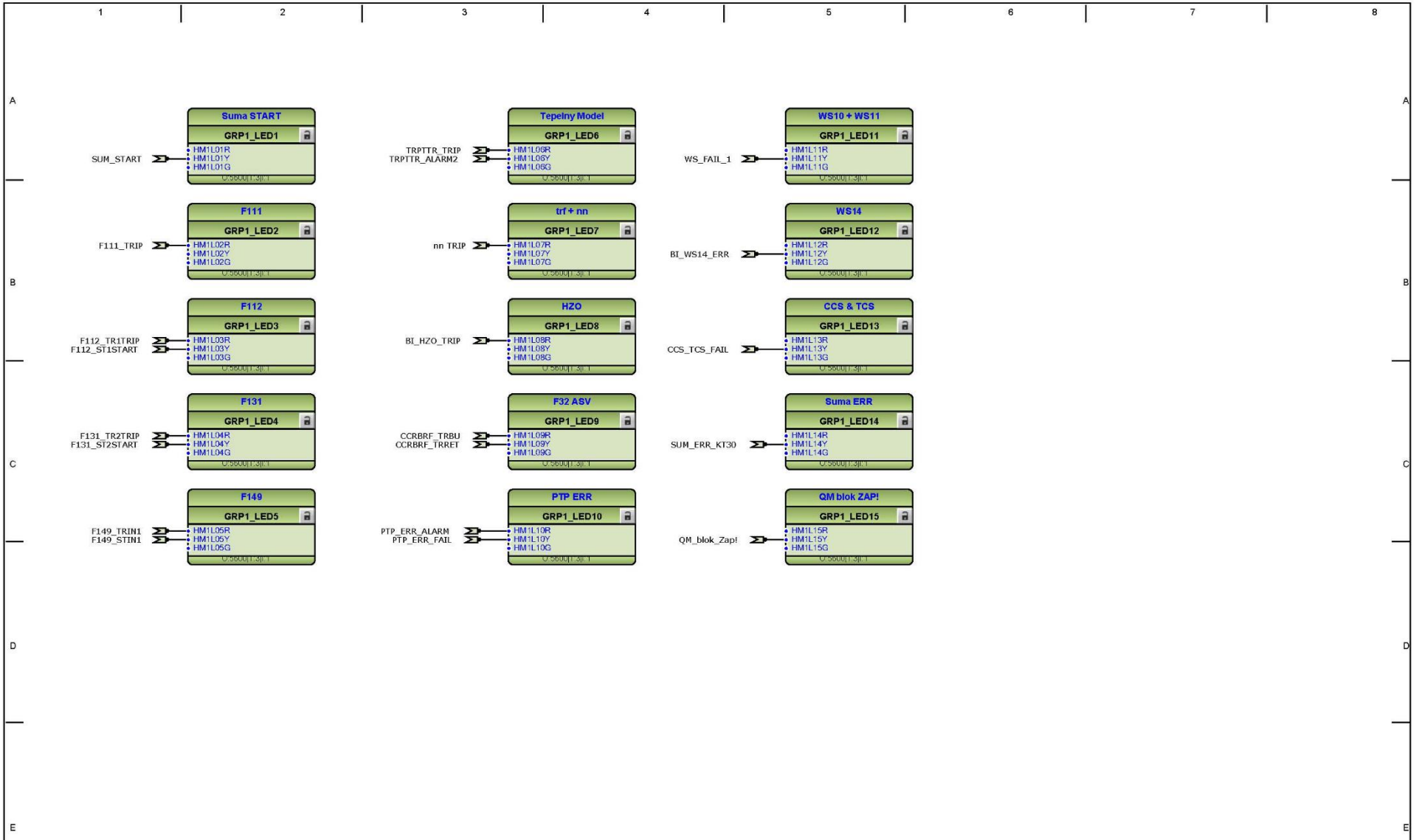
Main Application: PROT_I, Page: 1

1		2		3		4		5		6		7		8	
Product		_bakalar		Responsible department		ABB Ltd.		Technical reference		Document title		Graphical Application Configuration		Doc. designation	
Revision		_bakalar.x.6kV.ex		Responsible person		ABB		Creation date		REC670_TRF_UZ+DISTRIB		Time		AA1J1Q01A2	
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on								Rev	Rev. date	Lang	2 / 9
												0	15.3.2022	en	



Main Application: VIO_BI, Page: 1

1		2		3		4		5		6		7		8	
Project				_bakalar				Responsible department				ABB Ltd.			
Reference				_bakalar.x.6kV.ex				Technical reference				Graphical Application Configuration			
Rev.				Modification				Rel. date				Document title			
Created by				Based on				Author				REC670_TRF_UZ+DISTRIB			
Rel. date				Created by				Based on				Document title			
0				15.3.2022				en				3 / 9			

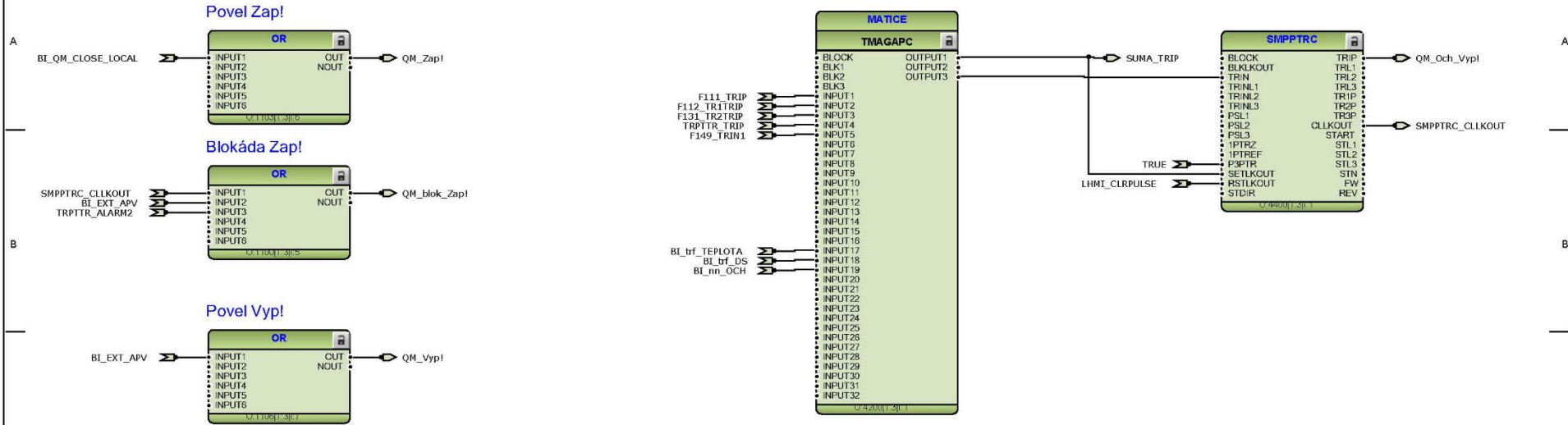


Main Application: LED_SIG, Page: 1

1		2		3		4		5		6		7		8	
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on	Project	Responsible document	Technical reference	Document kind	Doc. description	Item	Item description	Item	Item description	Item	Item description
					_bakalar	ABS Ltd.		Graphical Application Configuration	AA1J1Q01A2		REC670_TRF_UZ+DISTRIB				
					_bakalar.x.6kV.ex										5 / 9

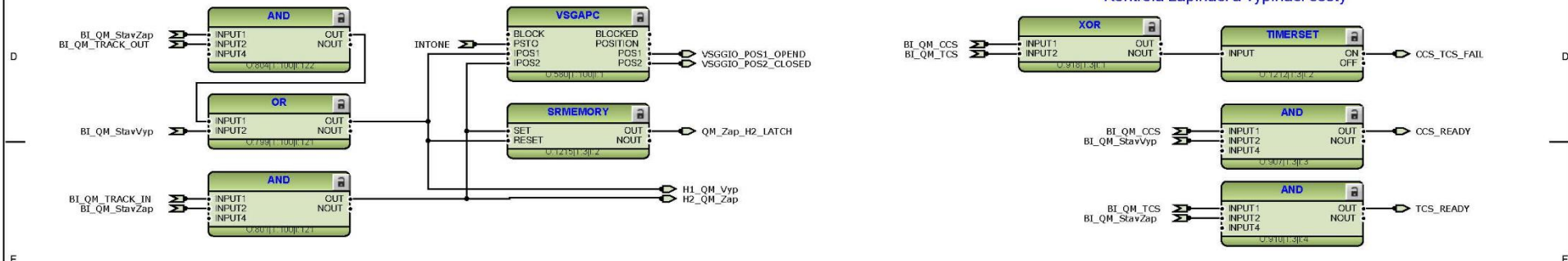
Vypínač QM ovládání

Vypínač QM - ochrany a blok Zap!



Vypínač QM stavy

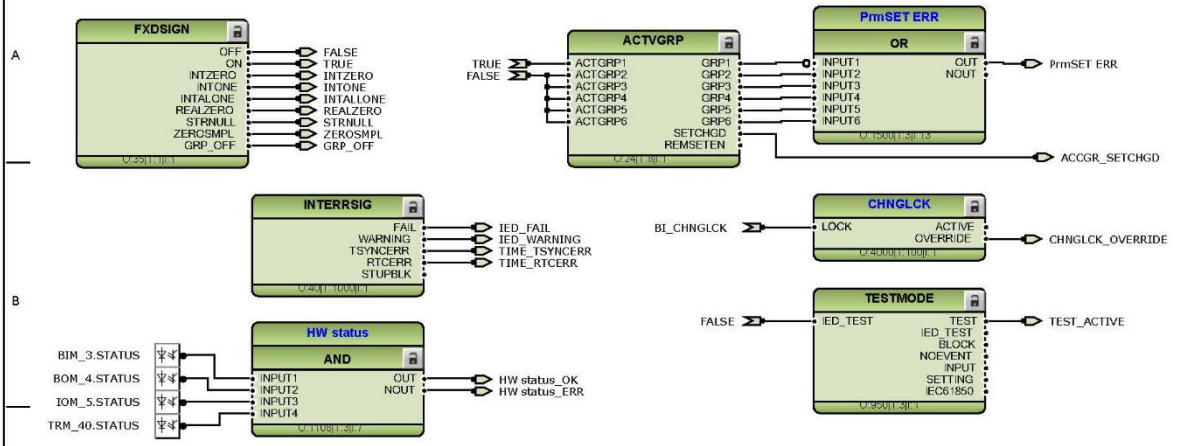
Kontrola zapinací a vypinací cesty



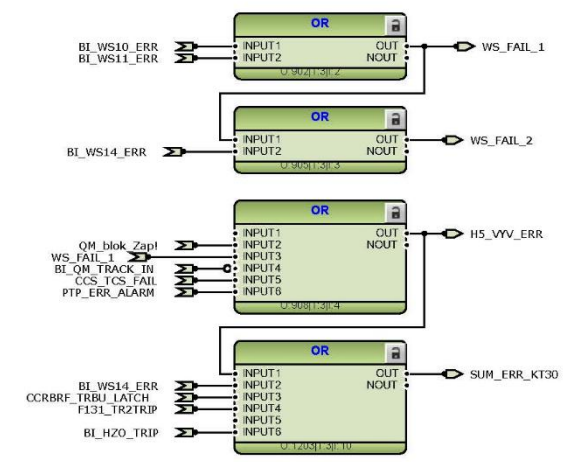
Main Application: CB_CONTROL_TRIP, Page: 1

Project		_bakalar		Responsible department		ABB Ltd.		Technical reference		Document kind		Doc. destination	
Revision		_bakalar.x.6kV.ex		Created by		Approved by		Title		REC670_TRF_UZ+DISTRIB		AA1J1Q01A2	
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on	ABB				Time	Rev. date	Rev. date	Rev. date	Page
										0	15.3.2022	an	6 / 9

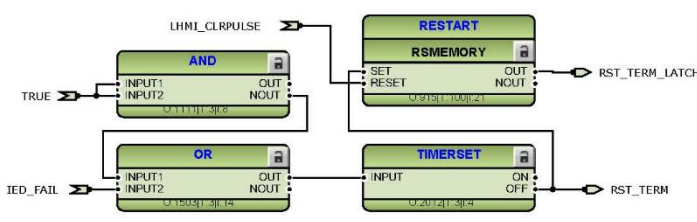
FIXNÍ SIGNÁLY a STATUS HW a SW



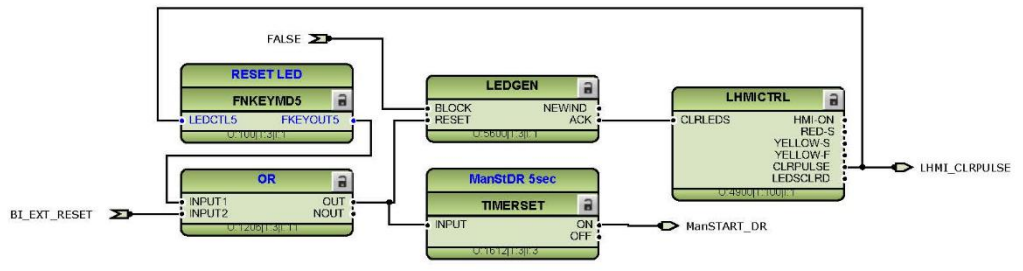
PORUCHOVÁ SIGNALIZACE



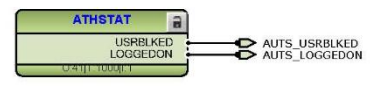
RESTART IED



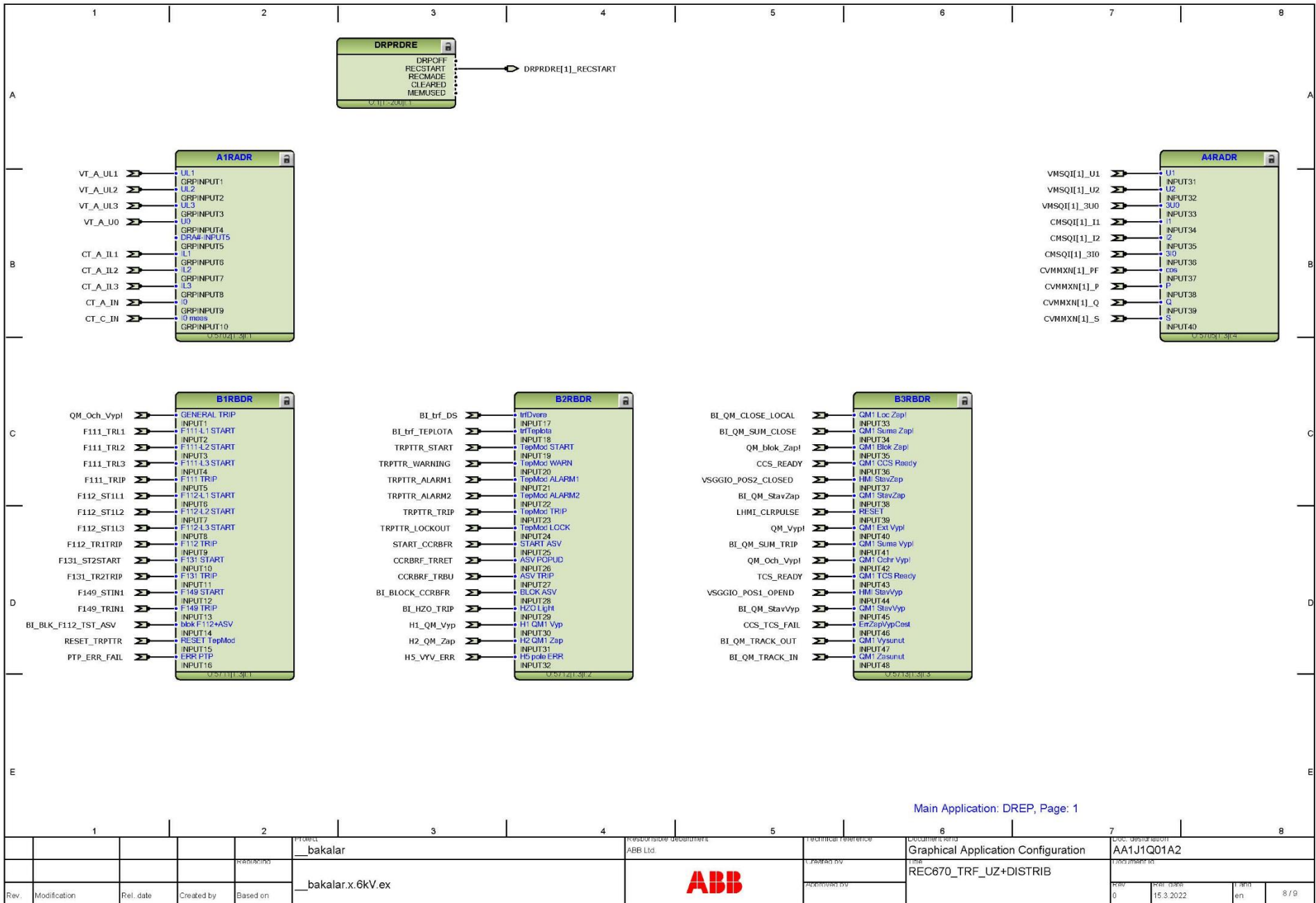
RESET PUSOBENI OCHRAN A HMI RESET



KOMUNIKACE

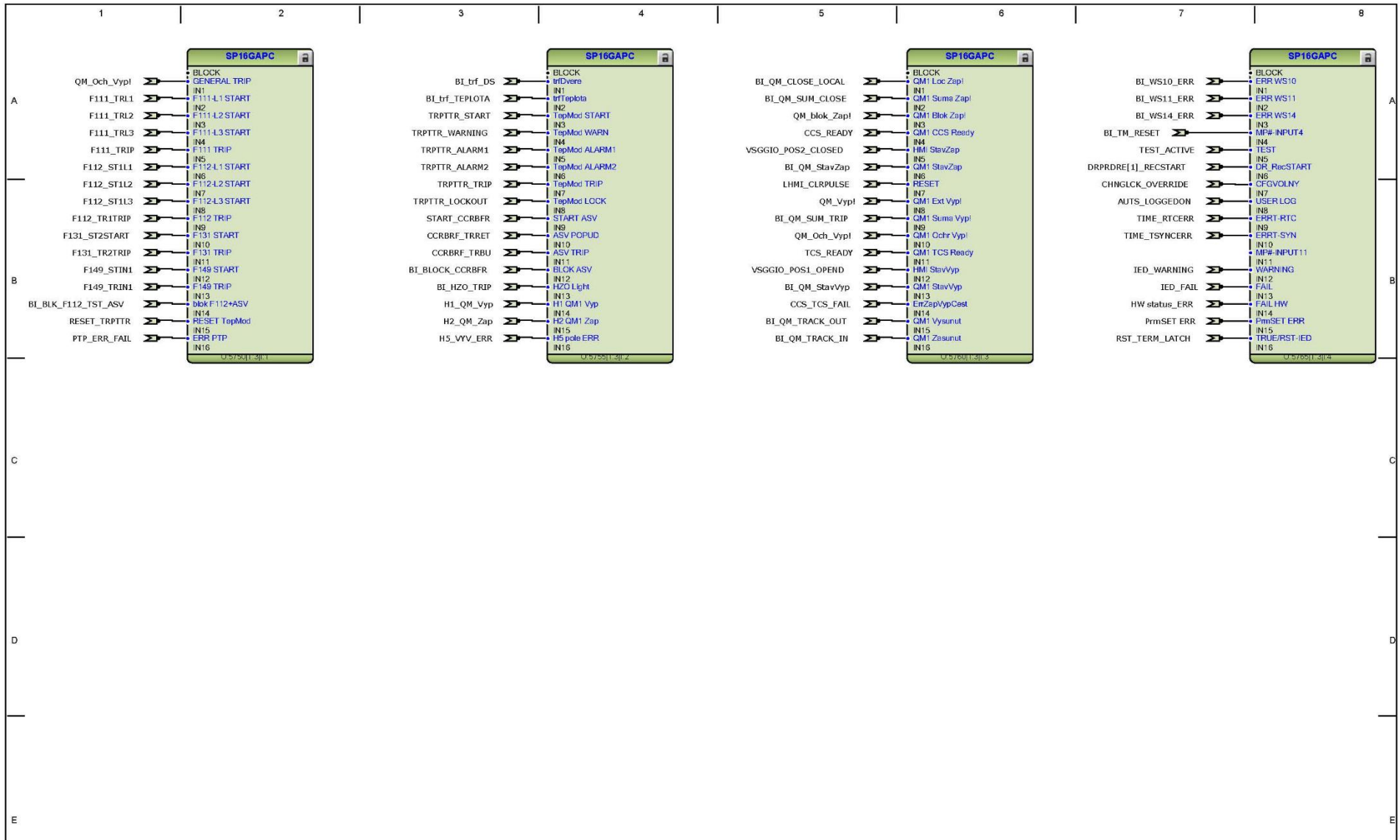


1		2		3		4		5		6		7		8					
Project				Responsible department				Technical reference				Document title				Doc. destination			
bakalar				ABB Ltd.								Graphical Application Configuration				AA1J1Q01A2			
Revision								Created by				Title				Document id			
bakalar.x.6kV.ex				ABB								REC670_TRF_UZ+DISTRIB							
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on			Addressed by							Rev	Rev. date	and	en	7 / 9	



Main Application: DREP, Page: 1

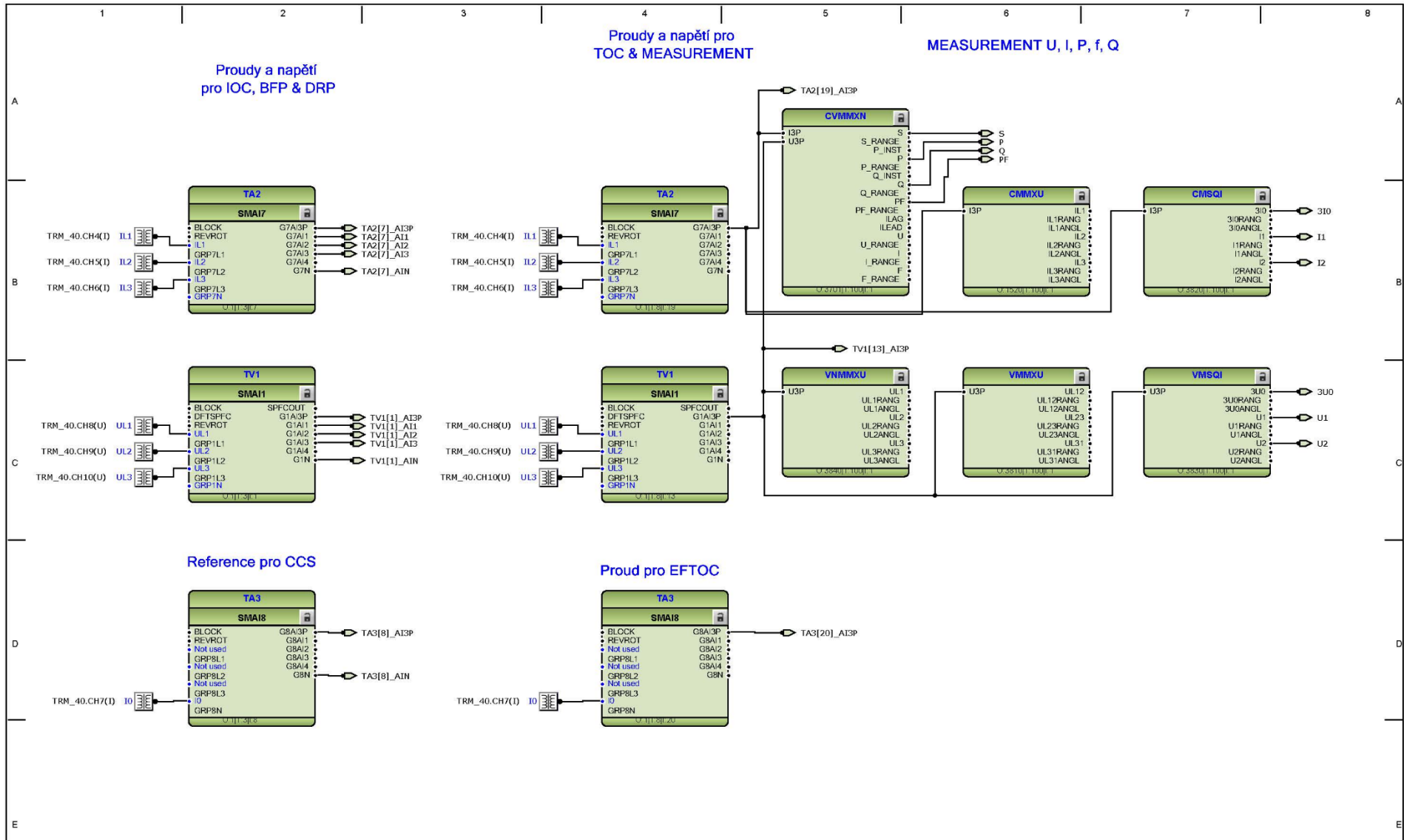
Project		bakalar		Responsible department		ABB Ltd.		Document kind		Graphical Application Configuration		Doc. designation		AA1J1Q01A2	
Revision		bakalar.x.6kV.ex		Author		ABB		Created by		REC670_TRF_UZ+DISTRIB		Rev. 0		Rel. date 15.3.2022	
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on				Approved by				Rev.	Rel. date	Print en	8 / 9



Main Application: GGIO, Page: 1

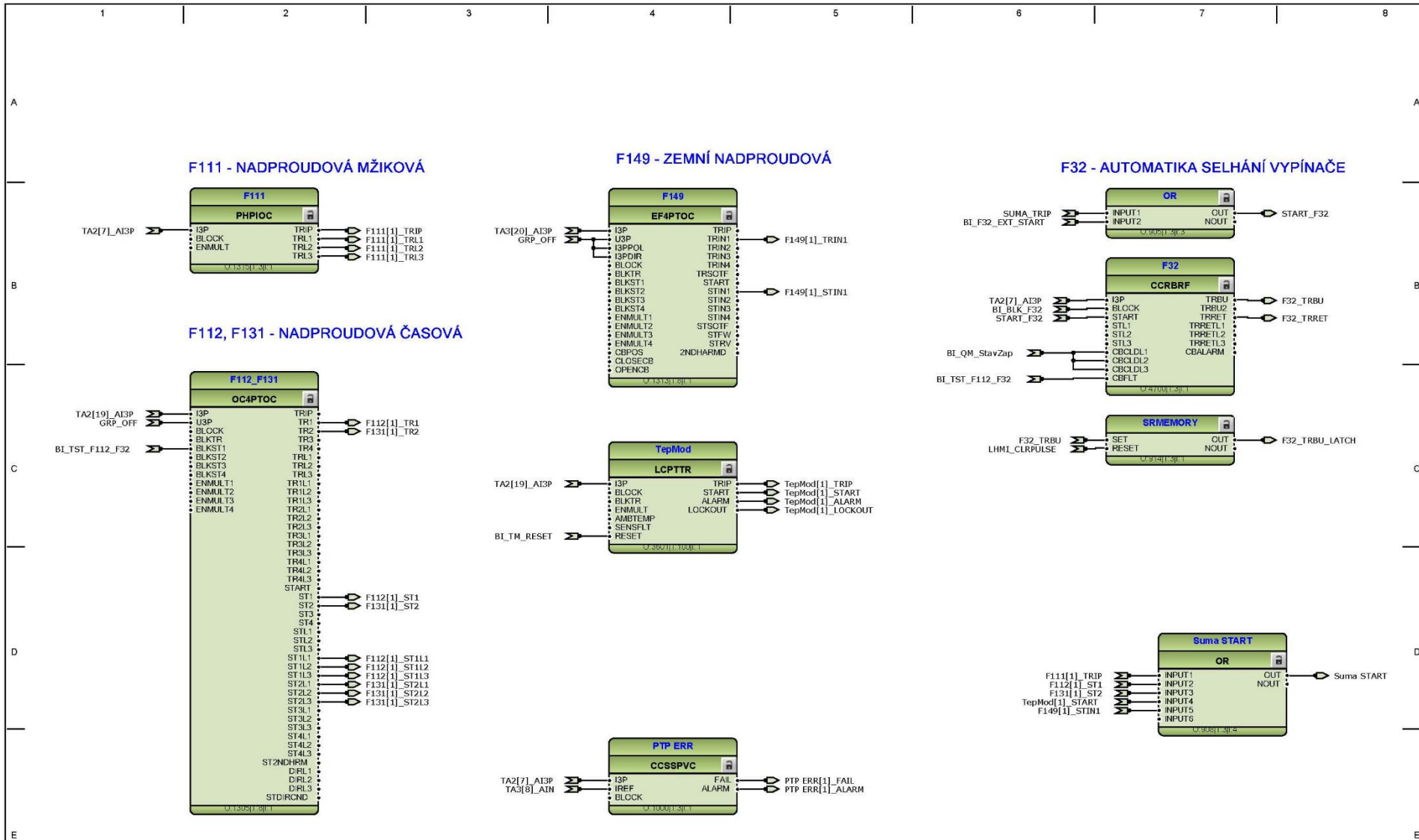
1		2		3		4		5		6		7		8	
Project				_bakalar				Responsible department				ABB Ltd.			
Revision				_bakalar.x.6kV.ex				Technical reference				Document title			
								Created by				Graphical Application Configuration			
								Approved by				Document ID			
												REC670_TRF_UZ+DISTRIB			
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on	ABB				Rev.	Rel. date	Printed	9 / 9			
0		15.3.2022							en						

Příloha 5: Application Configuration REC650

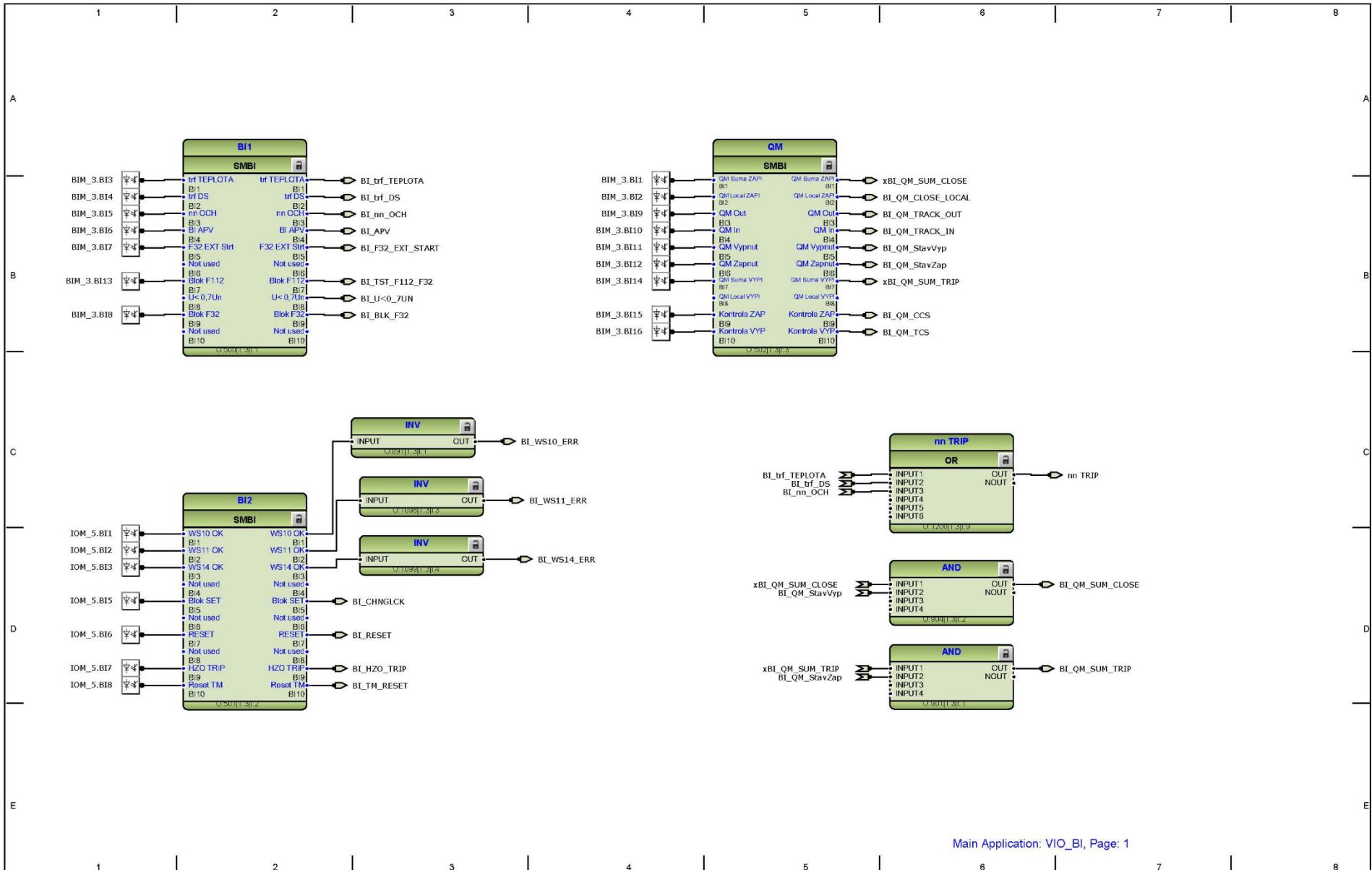


Main Application: AI_Meas, Page: 1

Project: _bakalar		Responsible department: ABB Ltd.		Technical reference:		Document title: Graphical Application Configuration		Doc. identifier: AA1J1Q01A1	
Revision: _bakalar.x.6kV.ex		ABB		Created by:		Title: REC650_TRF_UZ+DISTRIB		Accuracy:	
Rev.	Modification			Rel. date	Created by	Based on	Rev.	Rel. date	Form
						0	28.2.2022	an	

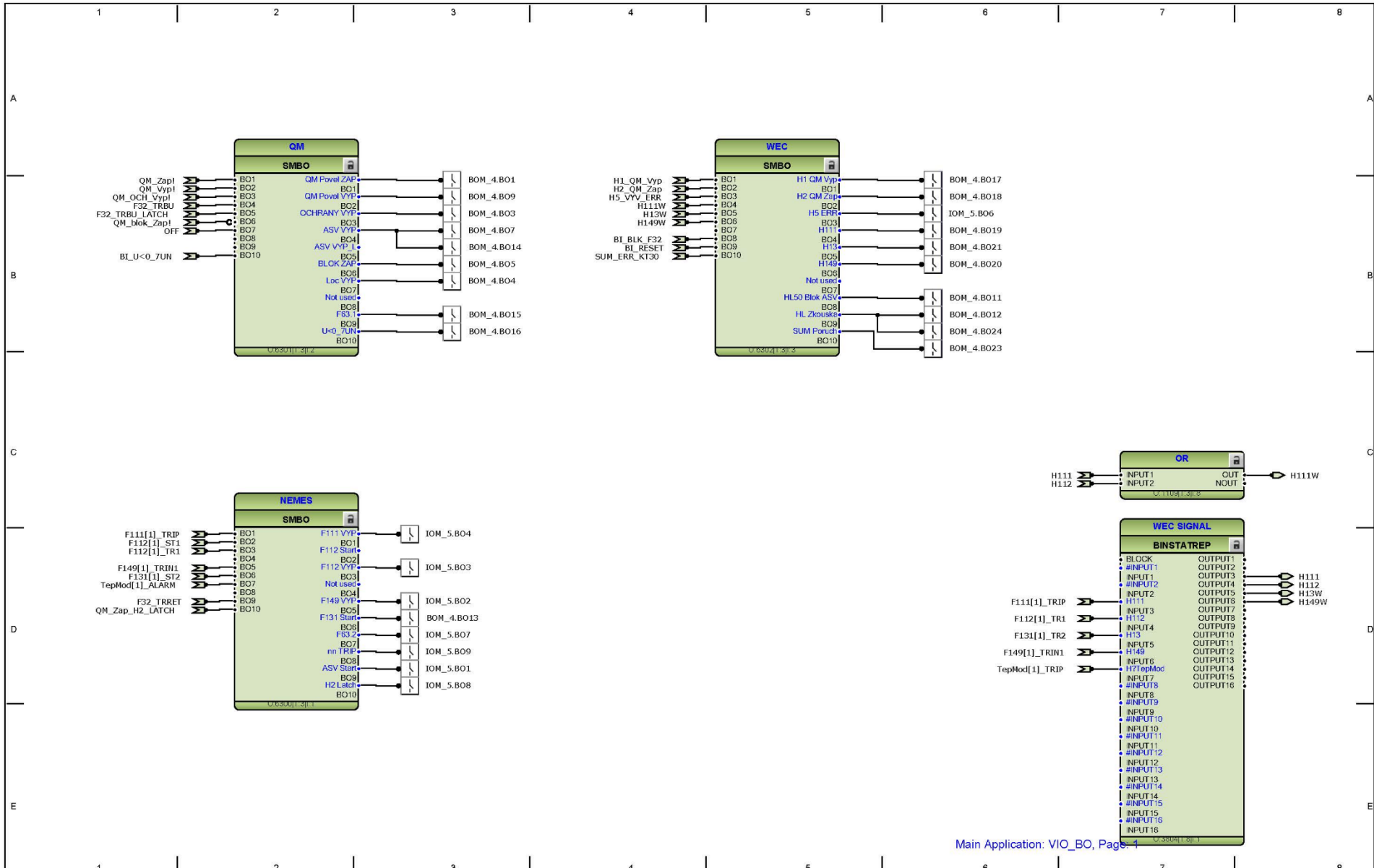


Project: __bakalar		Responsible Department: ABB Ltd.		Technical Reference:		Document Name: Graphical Application Configuration		Doc. Destination: AA1J1Q01A1	
Revision: __bakalar.x.6kV.ex		ABB		Created by:		Title: REC650_TRF_UZ+DISTRIB		Document ID:	
Rev.	Modification			Rel. date	Created by	Based on	Rev.	Rel. date	Form
						0	28.2.2022	en	



Main Application: VIO_BI, Page: 1

Project: _bakalar		Responsible Document: ABB Ltd.		Document Title: Graphical Application Configuration		Doc. Identification: AA1J1Q01A1		
Revision: _bakalar.x.6kV.ex		ABB		Document Code: REC650_TRF_UZ+DISTRIB		Document Version: 0		
Rev.	Modification			Rel. date	Created by	Based on	Rev.	Rel. date



Main Application: VIO_BO, Page: 4

1	2	3	4	5	6	7	8
		Project	responsible department	technical reference	document title	doc. designation	
		_bakalar	ABB Ltd.		Graphical Application Configuration	AA1J1Q01A1	
					REC650_TRF_UZ+DISTRIB		
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on		Rev. date	Rev. date
				_bakalar.x.6kV.ex		0	26.2.2022
						an	4 / 9

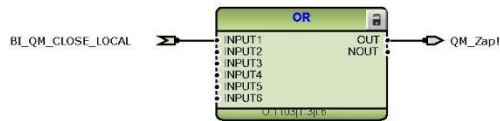


Main Application: LED_SIG, Page: 1

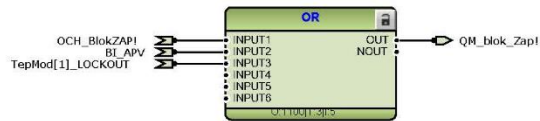
1	2	3	4	5	6	7	8
Project	_bakalar			Responsible department	ABB Ltd.		Technical reference
Revision	_bakalar.x.6kV.ex			ABB	Document title	Graphical Application Configuration	
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on	Document ID	REC650_TRF_UZ+DISTRIB	
0		26.2.2022			Doc. designation	AA1J1Q01A1	
					Document ID		
					Rev.	0	5 / 9

Vypínač QM ovládání

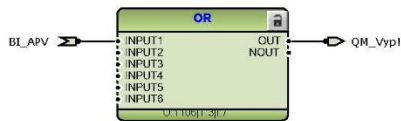
Povel Zap!



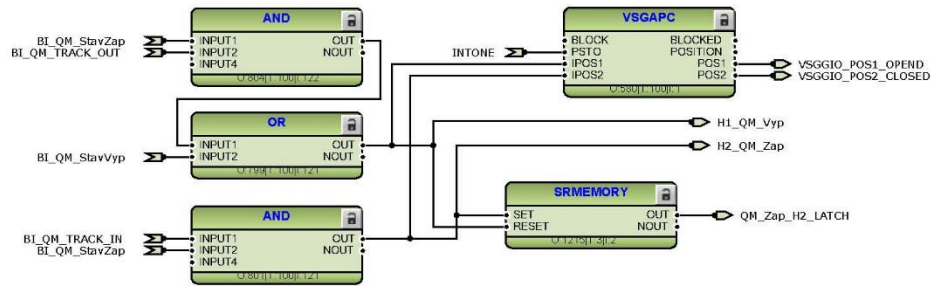
Blokáda Zap!



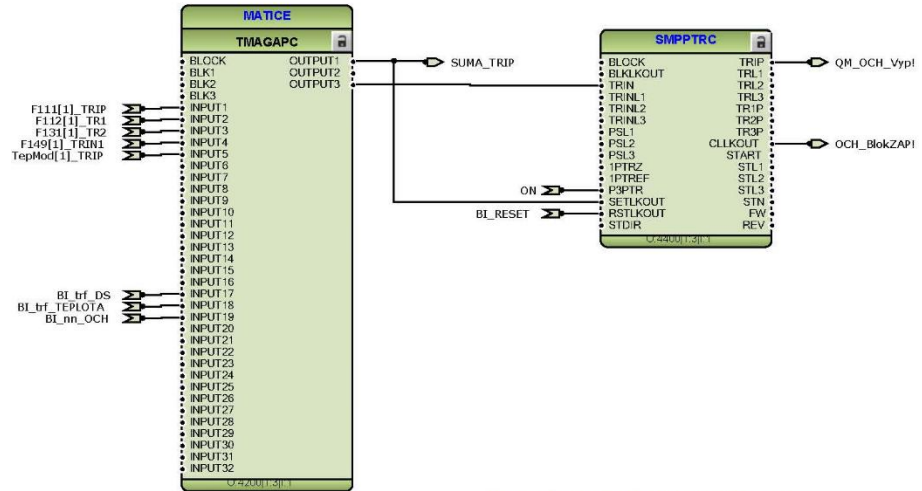
Povel Vyp!



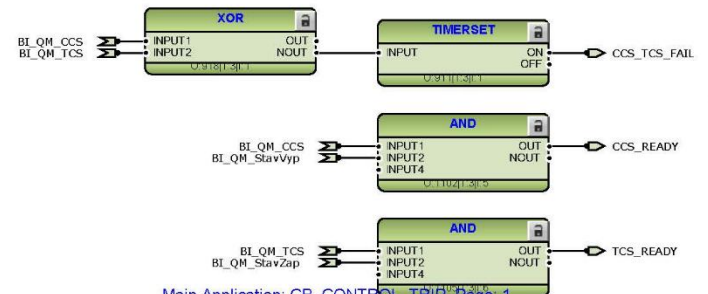
Vypínač QM stavy



Vypínač QM - ochrany a blok Zap!

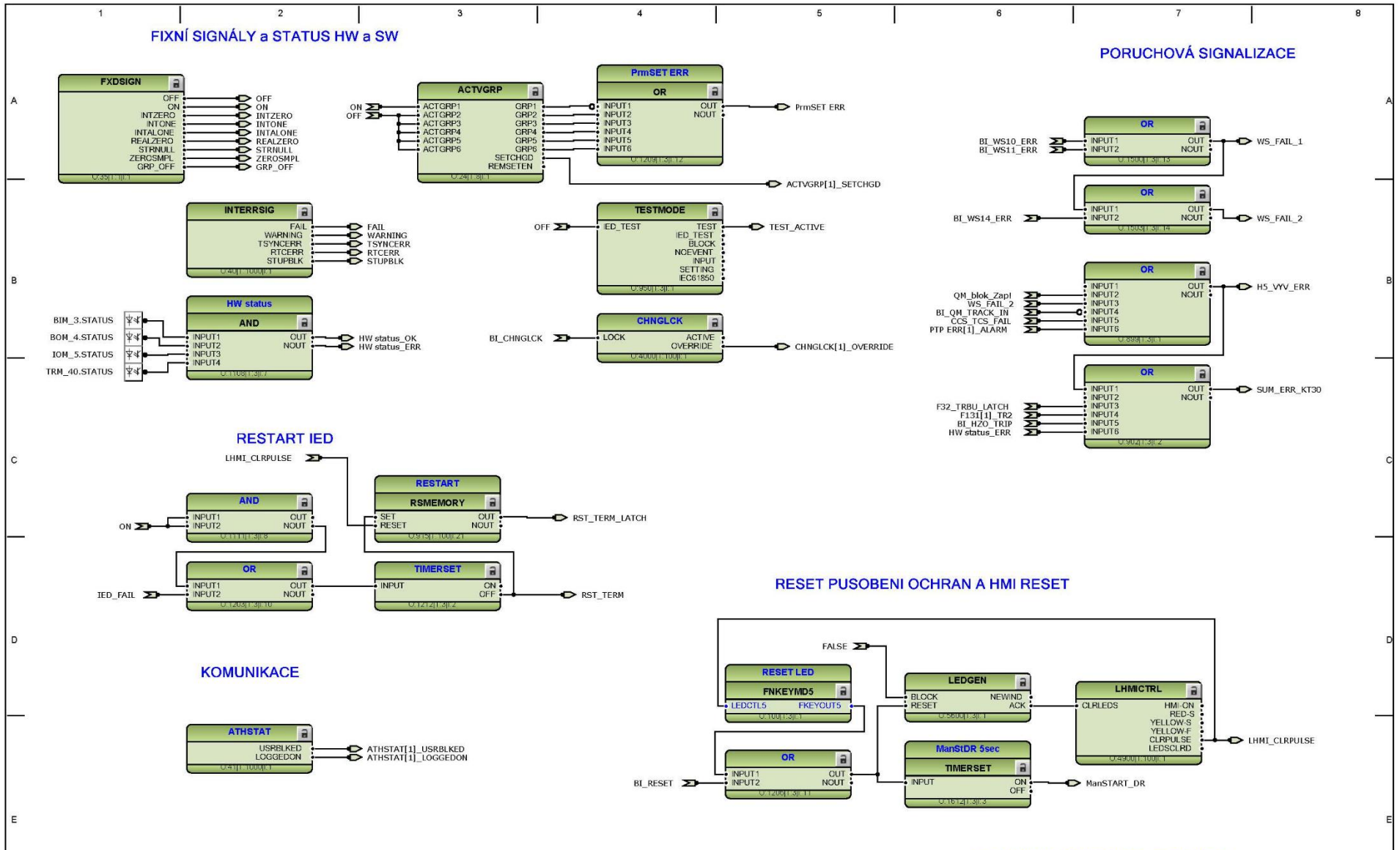


Kontrola zapinací a vypinací cesty



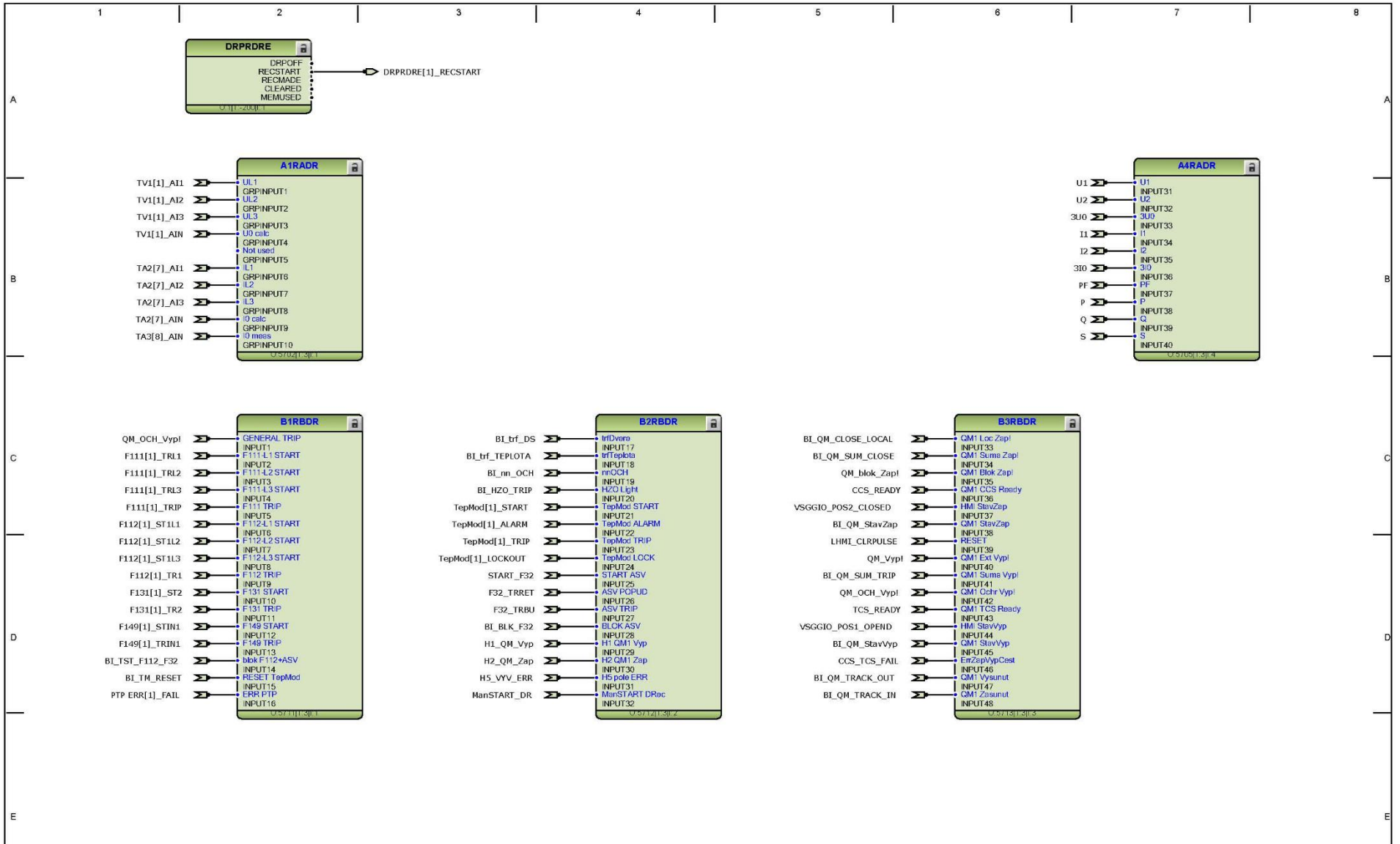
Main Application: CB_CONTROL_TRIP, Page: 1

Project		_bakalar		Responsible department		ABB Ltd.		Technical reference		Documentation		Doc. destination	
Revision		_bakalar.x.6kV.ex		Title		REC650_TRF_UZ+DISTRIB		Project no.		AA1J1Q01A1		Document ID	
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on	ABB		Author(s)		Date		en		6/9



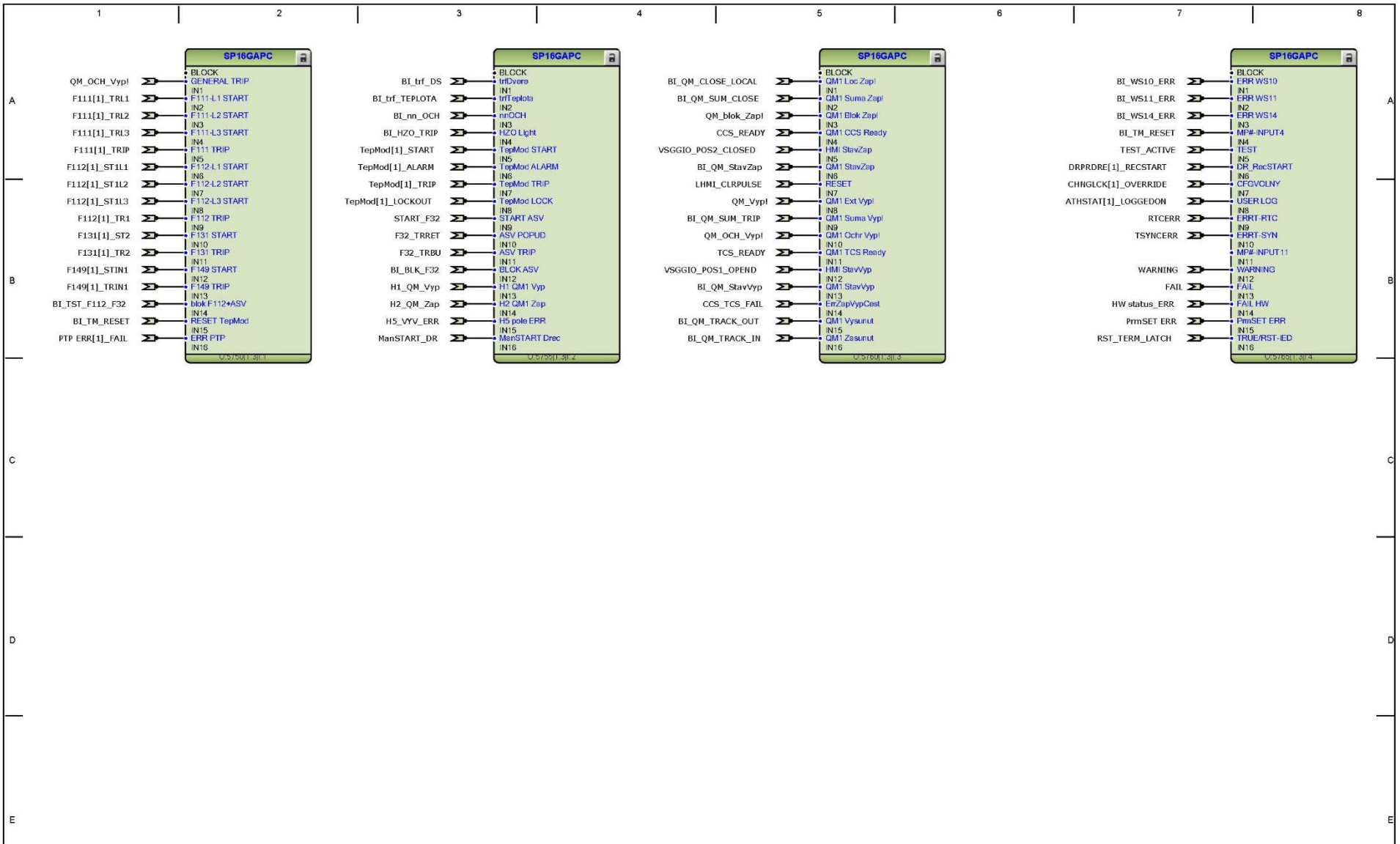
Main Application: COMMON_and_LOGIC, Page: 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Project: _bakalar		Revision description: ABB Ltd.		Technical reference:		Document title: Graphical Application Configuration	
Revision: _bakalar.x.6kV.ex		ABB		Created by:		Doc. description: AA1J1Q01A1	
Rev.	Modification			Rel. date	Created by	Based on	Approved by
0		26.2.2022				en	7 / 9



Main Application: DREP, Page: 1

Project		_bakalar		Responsible Department		ABB Ltd.		Technical Reference		Document Title		Graphical Application Configuration		Doc. Description		AA1J1Q01A1	
Revision		_bakalar.x.6kV.ex								Title		REC650_TRF_UZ+DISTRIB		Document ID			
Rev.	Modification	Rel. date	Created by	Based on	ABB				Author	en		Rev. Date	26.2.2022		Rev.	8 / 9	



Main Application: GGIO, Page: 1

1		2		3		4		5		6		7		8	
Project: _bakalar				Responsible department: ABB Ltd.				Technical reference:				Doc. description: Graphical Application Configuration			
Based on: _bakalar.x.6kV.ex				ABB				Created by:				Doc. description: AA1J1Q01A1			
Rev.:								Approved by:				Title: REC850_TRF_UZ+DISTRIB			
Modification	Rel. date	Created by	Based on					Rev.:	0	Print date:	26.2.2022	Printed by:	en	Page:	9 / 9

Příloha 6: Popis konfigurace REC670

Stránka AI_Meas

Stránka AI_Meas (Analogové vstupy – měření) je určena pro připojení analogových (proudových a napěťových) kanálů.

Napěťové kanály CH9 (UL1), CH10 (UL2) a CH11 (UL3) jsou zapojeny do bloků zpracování signálů SMA1, tento blok je zde 2x jednou pro rychlé (T:3) a jednou pro pomalejší (T:8) zpracování signálů. Z bloku rychlého zpracování pokračují signální výstupy AI1, AI2 a AI3 do analogového bloku poruchového zapisovače (Disturbance recorder). Z bloku pomalého zpracování pokračuje skupinový signál AI3P do bloků měření napětí VNMMXU (měření fázových napětí – amplitudy a úhly), VMMXU (měření sdružených napětí – amplitudy a úhly) a VMSQI (měření složkových napětí – amplitudy a úhly).

Proudové kanály CH4 (IL1), CH5 (IL2) a CH6 (IL3) jsou zapojeny do bloků zpracování signálů SMAI7. Blok SMAI7 je zde opět 2x jednou pro rychlé (T:3) a jednou pro pomalejší (T:8) zpracování signálů. Z bloku rychlého zpracování pokračují signální výstupy AI1, AI2 a AI3 do analogového bloku poruchového zapisovače. Z bloku pomalého zpracování pokračuje skupinový signál AI3P do bloků měření proudů CMMXU (měření fázových proudů – amplitudy a úhly) a CMSQI (měření složkových proudů – amplitudy a úhly). Z bloku rychlého zpracování pokračuje signál AI3P do bloku ochrany F111, na blok pomalého zpracování jsou navázány další proudové ochrany (F112, F131, F32 a tepelný model).

Proudový kanál CH7 (I0) je zapojen do bloku zpracování signálů SMAI8. Blok je zde opět 2x jednou pro rychlé (T:3) zpracování signálů a jednou pro pomalé (T:8) zpracování signálů. Z bloku pokračují signální výstupy AIN do analogového bloku poruchového zapisovače a AI3P do a do obvodů zemních proudových ochran.

Na bloky pomalých signálů SMAI1 a SMAI7 je napojen blok CVMMXN pro výkonová měření (P, Q a S) a měření účinníku, frekvence a dalších veličin.

Stránka PROT_I

Stránka PROT_I (Ochrany – proudové) je určena pro zapojení použitých bloků ochran. Jsou zde následující bloky ochran PHPIOC, OC4PTOC, EF4PTOC, TRPTTR, CCSPVC a CCRBRF.

Blok PHPIOC je blok mžikové proudové ochrany F111 a jeho vstup I3P je připojen na signál AI3P rychlých fázových proudových signálů (měření tří fázových proudů). Časové zpoždění ochrany je minimální a ochrana je nezávislá, proto zde není samostatně vyvedený náběh ochranných funkcí. Využity jsou výstupy TRIP, TRL1, TRL2 a TRL3 (sumární vypnutí a samostatné vypnutí z jednotlivých fází).

Blok OC4PTOC je čtyřstupňový blok víceúčelových proudových ochran. Jeho vstup I3P je připojen na signál AI3P pomalejších fázových proudových signálů (měření tří fázových proudů) a napěťový vstup U3P bloku je připojen na signál GRP_OFF, tímto zapojením jsou všechny čtyři stupně ochran definovány jako jednoduché nesměrové proudové.

V bloku je použit první stupeň jako F112 a druhý stupeň jako F131. U ochrany F112 definované jako proudová nesměrová časově nezávislá ochrana používáme pouze výstupy TR1, ST1, ST1L1, ST1L2 a ST1L3 (sumární vypnutí, sumární náběh ochranných funkcí a jednotlivé fázové náběhy ochranných funkcí), kromě toho je použit vstup BLKST1 pro její blokádu během zkoušek ochrany F111. Ochrana F131 je rovněž definována jako časově nezávislá nesměrová proudová ochrana a používáme pouze výstupy TR2, ST2, ST2L1, ST2L2 a ST2L3 (sumární vypnutí, sumární náběh ochranných funkcí a jednotlivé fázové náběhy ochranných funkcí).

Blok EF4PTOC je podobný předcházejícímu funkčnímu bloku a je to čtyřstupňový blok proudových zemních ochran, ale jeho vstup I3P je připojen na signál AI3P pomalejších nulových proudových signálů a napěťové vstupy U3P a U3PPOL bloku jsou připojeny na signál GRP_OFF, ochrany jsou tak definovány jako jednoduché nesměrové.

V bloku je použit pouze první stupeň jako F149 zemní nesměrová časově nezávislá ochrana. Ochrana F149 používá výstupy TRIN1 a STIN1 (vypnutí a náběh ochranných funkcí).

Blok CCRBRF je blok časově zpožděné proudové ochrany F32 (ASV - automatika selhání vypínače) s možností proudové a stavové kontroly. Jeho vstup I3P je připojen na signál AI3P rychlých fázových proudových signálů, vstupy CBCLDL1, 2 a 3 jsou připojeny na binární vstup BI_QM_StavZap (vstup stavové kontrolní podmínky). Dále jsou zapojeny vstupy START (externí spuštění ochrany), BLOCK (blokáda funkce) a CBFLT (zkušební vstup) a výstupy TRRET (start ochranné funkce) a TRBU (působení ochrany).

Blok TRPTTR je blok ochrany F63 (proudové přetížení – tepelný model dvousložkový) a jeho vstup I3P je připojen na signál AI3P pomalejších fázových proudových signálů. Ochrana používá integrační princip, a na základě protékajícího proudu a rychlého chlazení způsobeného točením rotoru a pomalého chlazení vlivem sálání je modelováno oteplení stroje, v případě překročení nastavené hodnoty oteplení

ochrana vypíná a je blokováno další zapnutí, dokud nedojde k ochlazení. V našem případě (transformátor) je faktor rychlého chlazení nulový a chlazení probíhá pouze sáláním a přirozeným prouděním vzduchu. Nastřádané oteplení může být v případě nouze (potřeba rychlého zapnutí) resetováno vstupem RESET, aby nedošlo k náhodnému RESETu, dochází k náběhu signálu po aktivaci vstupu se zpožděním více než 30 sec (blok TIMERSET-ON – zpožděný náběh). Ochrana používá výstupy TRIP (působení), START (náběh ochranných funkcí), ALARM1, ALARM2 (poplach 1 a 2), LOCKOUT (blokáda dalšího zapnutí) a WARNING (výstraha).

Blok PTP ERR (CCSSPVC) je blok proudové kontrolní funkce porovnávací vektorový součet fázových proudů (I3P – rychlé fázové proudové signály) s proudem průvlekového PTP (IREF – rychlý nulový proudový signál). Funkce využívá okamžitý výstup FAIL a časově zpožděný výstup ALARM.

Součástí stránky je ještě obvod SUMA Start (součtový blok OR) aktivovaný sumárními náběhy ochranných funkcí F112, F131 a F149 a vypínacím signálem funkce F111.

Stránka VIO_BI

Stránka VIO_BI (VIO – binární vstupy) je určena pro zpracování signálů z kanálů binárních vstupů pomocí tří bloků SMBI. Každý blok může zpracovávat až 10 kanálů binárních vstupů.

Blok označený QM zpracovává stavové, ovládací a monitorovací signály vypínače 6 kV.

Blok označený BI1 zpracovává signály pro F32 (ASV) a signály z úsekového rozvaděče nn. Signály trf TEPLOTA (kontakt termostatu transformátoru vn/nn), trf DS (kontakty dveřních spínačů trf. vn/nn) a nn OCH (kontakt ochrany přívodu úsekového rozvaděče nn) jsou následně sečteny v součtovém bloku nn TRIP na signál nnTRIP.

Blok označený BI2 zpracovává signály monitoringu napětí WS10, WS11 a WS14, signály pro blokádu konfigurace, reset signalizace reset tepelného modelu a působení HZO.

Navíc jsou zde dva bloky AND provádějící omezení zapínacího a vypínacího impulsu na vypínač.

Stránka VIO_BO

Stránka VIO_BO (VIO – binární výstupy) je určena pro zpracování signálů z logiky na binární výstupy - kontakty pomocí tří bloků SMBO. Každý blok může zpracovávat až 10 signálů binárních výstupů.

Blok označený QM zpracovává signály pro zapnutí a vypnutí vypínače, vypnutí ASV, poplach tepelného modelu, atd.

Blok označený WEC zpracovává signály stavové a poruchové signalizace pole pro UIS (ŘS WEC), signály působení ochran, signál blokády ASV, signál reset a signál sumární poruchové signalizace. Několik signálů je blokem WEC SIGNAL (BINSTATREP) obsahujícím obvody se zpožděným odpadem OFF prodlouženo pro zajištění správné signalizace do UIS.

Blok označený NEMES zpracovává signály stavové a poruchové signalizace pro NEMES.

Stránka LED_SIG

Stránka LED_SIG (LED – signalizace) je určena pro signalizaci pomocí 15 ks vícebarevných LED. Všechny 15 ks je možné použít na třech samostatných signalizačních listech a je tak možné až 45 samostatných signalizací. Každá svíslá signalizační LED je řízená samostatným blokem a má čtyři možné stavy - bez barvy, zelená, žlutá a červená. Bloky jsou značeny GRPxLEDy. Kde x nabývá hodnot 1, 2 a 3 a y hodnot 1 až 15. V našem případě je využita pouze GRP1, to znamená pouze patnáct signálů, ale každý se samostatně nastavitelnou barevností. V případě potřeby je možné rozšíření o zbývající skupiny GRP2 a GRP3. Skupina GRP1 používá u signálů 1, 11, 12, 13, 14 a 15 pouze žlutou signalizaci (náběh ochranných funkcí, blokáda zapnutí a výpadky jističů), u signálů 2, 7 a 8 je použita pouze červená barva (vypnutí) a u ostatních signálů je použita dvoubarevná signalizace žlutá signalizuje náběhy ochranných funkcí a červená vypnutí.

Stránka CB_CONTROL_TRIP

Stránka CB_CONTROL_TRIP (Vypínač – Ovládání - Vypnutí) je určena pro zpracování ovládacích a monitorovacích signálů vypínače.

Celá stránka je rozdělena do čtyř sekcí – sekce „Vypínač QM ovládání“, „Vypínač QM stavů“, „Vypínač QM – ochrany a blok Zap!“ a „Kontrola zapínací a vypínací cesty“.

Sekce „Vypínač QM ovládání“ obsahuje tři součtové obvody OR, jeden generuje zapínací puls, jeden signál blokády zapnutí a jeden vypínací povel od vypnutí, kromě působení ochran.

Sekce „Vypínač QM – ochrany a blok Zap!“ obsahuje vypnutí od ochran v terminálu a externích vypínacích signálů. Je tvořena obvodem MATICE (TMAGGIO) a obvodem formování vypínacího signálu SMPPTRC. Matice obsahuje 32 vstupů, z nichž prvních 16 je sečteno na výstup OUTPUT1, druhých 16 na OUTPUT2 a všech 32 je sečteno na výstup OUTPUT3.

Z výstupu OUTPUT3 MATICE tvoří obvod SMPPTRC vypínací impuls s minimální definovanou délkou na výstupu TRIP a překlápí signál pro blokádu zapnutí na výstupu CLLKOUT trvající až do ručního resetu.

Sekce „Vypínač QM stavů“ zpracovává signály o stavu podvozku a vypínače pro vizualizaci a signalizaci stavu do UIS (ŘS WEC), NEMES a na displej terminálu.

Poslední sekce „Kontrola zapínací a vypínací cesty“ provádí monitoring a signalizaci případných poruch zapínací nebo vypínací cesty. Obvod XOR s časovým zpožděním vyhodnocuje poruchu zapínací nebo vypínací cesty a dva obvody AND zajišťují kontrolu připravenosti zapínací (CCS_READY) a vypínací (TCS_READY) cesty.

Stránka COMMON_and_LOGIC

Stránka COMMON_and_LOGIC (Společné a Logika) je určena pro zdrojové signály a některé konfigurační nastavení a pro poruchovou signalizaci.

Celkem je rozdělena do pěti sekcí – „Fixní signály a status HW a SW“, „Restart IED“, „Komunikace“, „Reset působení ochran HMI reset“ a „Poruchová signalizace“.

V sekci „Fixní signály a status HW a SW“ je jednak zdroj pevných signálů pro funkci logiky (blok FXDSIGN) a dále bloky pro vyhodnocení poruch hardware (INTERSIG a blok HW Status (AND) pro STATUS jednotek BIM, BOM, IOM a TRM40) a stav software (ACTVGRP, PrmSET ERR, CHNGLCK, TESTMODE).

Blok FXDSIGN je zdroj pevných signálů ON (1), OFF (0), INTZERO, INTONE, INTALONE, REALZERO, STRNULL, ZEROSMPL a GRP_OFF.

Blok INTERSIG je zdrojem informací o stavu hardware terminálu – FAIL, WARNING, TSYNCERR a RTCERR a signalizuje poruchy hw a stavy časových zdrojů. Součinný blok AND vyhodnocuje status jednotek BIM_3, BOM_4, IOM_5 a TRM_40 a vydává signály HW status OK a HW status ERR.

Blok ACTVGRP s navazujícím blokem PrmSET ERR informuje o změně parametrové sady a chybně zvolené parametrové sadě.

Blok CHNGLCK slouží pro blokování změny konfigurace terminálu.

Blok TESTMODE slouží pro řízení režimu testů.

V sekci „Restart IED“ je generována případná informace o restartu terminálu.

V sekci „Komunikace“ je blok ATHSTAT zdrojem informací o komunikačním připojení přes čelní port, případně o neoprávněném přihlášení uživatele a jeho blokování.

V sekci „Reset působení ochran HMI reset“ je rovněž obvod pro reset signalizace a ruční start Disturbance recorderu. Reset ochran a signalizací je možný přes externí tlačítko (viz binární vstup BI_Reset) nebo přes tlačítko na čelní straně terminálu (FNKEYMD5). Bloky LEDGEN a LocalHMI slouží pro obecné řízení LED signalizace.

Sestava bloků OR v sekci „Poruchová signalizace“ slouží pro zpracování signálů pro poruchovou signalizaci a tvoří signály ztráty pomocných potenciálů, signál o provozuschopnosti vývodu a signál sumární poruchy do místní poruchové signalizace.

Stránka DREP

Stránka DREP (Disturbance recorder - Poruchový zapisovač) je určena pro konfiguraci signálů do poruchového zapisovače.

Poruchový zapisovač slouží pro záznam analogových a dvouhodnotových signálů v případě poruch na silovém zařízení, kdy dochází k působení nebo náběhu ochran. Zapisovač data z doby před, během a po události zpracuje do jednoho datového balíku (poruchového záznamu) a ten uloží, případně odešle do informačního systému. Tím je umožněna pozdější analýza průběhu poruchy.

Do zapisovače jsou konfigurovány jednak analogové signály přes bloky A1RADR a A4RADR. Do bloku A1RADR (až 10 signálů) vstupují přímo měřené signály (tři fázová napětí, tři fázové proudy a vypočtený nulový proud a nulový proud přímo měřený průvlekovým PTP), do bloku A4RADR (až 10 signálů) vstupují počítané signály (tři složková napětí, tři složkové proudy, výkony činný, jalový, zdánlivý a účinný).

Dále jsou zde připojeny binární signály přes bloky B1RBDR, B2RBDR a B3RBDR. Do každého z bloků může být připojeno až 16 signálů. Do bloků B1RBDR a B2RBDR jsou připojeny informace o náběhu ochran (náběh ochranných funkcí, působení, blokády) a signalizace do UIS (H1, H2 a H5). Do bloku B3RBDR jsou přivedeny informace o monitoringu vypínače, včetně zapínacích a vypínacích impulsů, stav vypínače a podvozku, poruchy zapínacích a vypínacích cest atd..

Do poruchového záznamu se ukládají analogové i dvouhodnotové průběhy a záznam může být spuštěn jak externě, tak kterýmkoliv ze zaznamenávaných analogových a binárních signálů.

Stránka GGIO

Stránka GGIO (Event recorder – Změnový zapisovač) je určena pro konfiguraci signálů do změnového zapisovače.

Do zapisovače jsou připojeny binární signály přes čtyři bloky GGIO. Do každého z bloků může být připojeno až 16 signálů. První tři bloky jsou konfigurovány shodně s B1RBDR, B2RBDR a B3RBDR. Do čtvrtého bloku GGIO jsou přivedeny informace o stavu ovládacích a signalizačních potenciálů a informace z hardware terminálu.

Změna každého signálu je registrována samostatně, a samostatně ukládána a odesílána do informačního systému.

Příloha 7: Popis konfigurace REC650

Stránka PROT_I

Stránka PROT_I (Ochrany – proudové) je určena pro zapojení použitých bloků ochran. Jsou zde následující bloky ochran PHPIOC, OC4PTOC, EF4PTOC, LCPTTR, CCSSPVC a CCRBRF.

Popis bloků PHPIOC, OC4PTOC, EF4PTOC, CCRBRF a CCSSPVC je identický s popisem stránky PROT_I v příloze 6.

Blok LCPTTR je blok ochrany F63 (přetížení – tepelný model jednosložkový) a jeho vstup I3P je připojen na signál AI3P pomalejších fázových proudových signálů, ochrana používá integrační princip, a na základě protékajícího proudu a chlazení je modelováno oteplení stroje, v případě překročení nastavené hodnoty oteplení ochrana vypíná a je blokováno další zapnutí, dokud nedojde k ochlazení transformátoru sáláním a přirozeným prouděním vzduchu. Nastřádané oteplení může být v případě nouze (potřeba rychlého zapnutí) resetováno vstupem RESET. Ochrana používá výstupy TRIP (působení), START (náběh ochranných funkcí), ALARM (poplach), a LOCKOUT (blokádá dalšího zapnutí). V tomto bodě se ochrana liší od ekvivalentu TRPTTR v REC670, ale toto zjednodušení je přípustné, neboť jde především o ochranu odporu u uzemňovacích transformátorů, a zde je jednosložkový model dostačující.