

Jihočeská universita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta

Katedra fyziky

**Záměna elektromechanických ochran za digitální
ve vybraných rozvaděčích JE Temelín**

**Replacement of electromechanical protections system for digital
protections in selected switchboards on NPP Temelin**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Michal Šerý

Autor: Jiří Kofroň

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Týně nad Vltavou

dne:

podpis.....

Anotace

V této práci jsem se zaměřil na popis a praktické využití moderních ochran v technologicky rozsáhlém provozu jaderné elektrárny Temelín. Snažil jsem se prokázat, že použití moderního zařízení, dle požadavku uživatele přináší v praxi jednoznačné výhody s brzkou návratností investovaných prostředků.

Annotation

In this work, I focused on the description and practical use of modern technology in the operation of the nuclear power plant Temelín. I tried to prove that the use of modern equipment brings clear benefit with an early return of investment.

Touto formou děkuji svým kolegům v práci p. Ing. Jaroslavu Voglovi a p. Ing. Janu Reindlovi, za cenné rady a připomínky při zpracování mé práce a za jejich podporu a pomoc v posledních třech letech. Vedoucímu práce p. Ing. Michalu Šerému za spolupráci a vedení při psaní mé práce. Dále chci poděkovat manželce Janě za její trpělivost.

Obsah

Přehled použitých zkratk	6
1 Úvod	7
2 Elektrické schéma ETE a systémy napájení	9
3 Napájení vlastní spotřeby	9
Napájení I. kategorie	9
Napájení II. kategorie	9
Napájení III. kategorie	10
Napájení III/I. kategorie	10
Napájení III/II. kategorie	10
Systémy napájení vlastní spotřeby	10
Systémy nezajištěného napájení (NN) a zdroje napájení	10
Systémy zajištěného napájení (ZN II. ZN I.) a zdroje napájení	11
Systémy zajištěného napájení (ZN III/II. ZN III/I.) a zdroje napájení	12
4 Režimové automatiky vlastní spotřeby	12
Automatika podpěťového vypínání PV	13
Automatika podpěťového vypínání APV a automatika záskoku rezervy AZR	13
Automatika záskoku rezervy v sekci „a“ rozvoden 6kV III. kategorie nezajištěného napájení	14
Automatika záskoku rezervy v sekci „b“ rozvoden 6kV III. kategorie nezajištěného napájení	14
Zpětný přechod z rezervního na pracovní napájení ZZ rozvoden 6 kV	15
Automatika záskoku rezervy AZR rozvoden 0,4 kV nezajištěného napájení NN	15
5 Elektromechanické napěťové ochrany použité v režimových automatikách	15
Napěťové relé V15	16
Relé pro hlídání zpětné složky napětí RSN13-1	17
Pomocná, časová a padáčková relé	18
6 Digitální napěťové ochrany použité v režimových automatikách	19
Napěťová ochrana REU610	19
Terminál vývodového pole REF545	22
7 Realizace záměny napěťových ochran v režimových automatikách HVB II	30
Záměna ochran v rozvodnách 6 kV	30
Záměna ochran v rozvodnách 0,4 kV	36
8 Uvedení do provozu a odzkoušení nových ochran	43
Zkoušky na rozvodnách 6 kV III. kategorie nezajištěného napájení - 2BA, 2BB, 2BC, 2BD	44
Zkoušky na rozvodnách 6 kV III/II. kategorie zajištěného napájení - 2BJ, 2BK	49
Zkoušky na rozvodnách 0,4 kV III. a 0,4 kV III/II. kategorie	53
9 Porucha terminálu REF 545 (ochrana F 36 na rozvodně 2BK)	58
Vyhodnocení události	59
Výměna ochrany terminálu REF545 (ochrana F36)	59
Vyhodnocení výměny terminálu REF545 (ochranaF36)	60
10 Závěr	60
11 Seznam použité literatury	61

Přehled použitých zkratk

VS	vlastní spotřeba
APS	automatika postupného spouštění
ASŘTP	automatický systém řízení technologického procesu
SKŘ	systém kontroly řízení
ASV	automatika selhání vypínače
AZR	automatický záskok rezervy
HAZR	hromadný záskok rezervy
AZZ	automatika zpětného zásroku
ZZ	zpětný záskok
APV	automatika podpětového vypínání
PV	podpětové vypínání
NN	nezajištěné napájení
ZN	zajištěné napájení
CAB	centrální automatika bloku
DGS	diesel generátorová stanice
SRDGS	společné diesel generátorové stanice
ADG	automatika diesel generátoru
RNVS	rezervní napájení vlastní spotřeby
JETE	Jaderná elektrárna Temelín
ETE	elektrárna Temelín
PKV	předkomplexní vyzkoušení
KV	komplexní vyzkoušení
NEMES	nestandardní měřicí systém
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
JB	jaderná bezpečnost
ÚR	úsekový rozvaděč

1 Úvod

K bezpečnému, dlouhodobému a spolehlivému provozování rozsáhlého elektrického zařízení jaderné elektrárny Temelín (JETE) je důležité mít k dispozici moderní, spolehlivé, současným požadavkům vyhovující stavební prvky použité v tomto zařízení. Jedním z těchto stavebních prvků v elektrozařízení jsou elektrické ochrany.

Projekt JETE, vznikl v osmdesátých letech minulého století a byl postaven na dostupných zařízeních tehdejší doby. Bylo uvažováno s jinými pracovními přístupy a jiným systémem údržby zařízení. Díky rychlému rozvoji elektroniky, výpočetní techniky (apod.) je nyní možné navrhnout a upravit zařízení tak, aby odpovídalo moderním požadavkům a aby byly získávány přesné a podrobné informace o provozované technologii. Jedná se o aktuální stavy, případně stavy poruchové. Z těchto důvodů, ale i z důvodů ekonomických, se nyní přistupuje k rekonstrukcím důležitých zařízení tak, aby odpovídaly nárokům v současnosti na ně kladeným.

Hlavním důvodem záměn stávajících zařízení je jejich technická zastaralost a s ní spojená vysoká náročnost současných údržbových prací, zvyšující se nespolehlivost, nedostupnost náhradních dílů a profesní podpory dodavatelů (řada původních výrobců zanikla nebo již nevyrábí původní sortiment). Týká se to i elektromechanických ochrany

Z výše uvedených důvodů je na JETE přistupováno k postupné náhradě zastaralých elektromechanických ochrany za nové, moderní, vyhovující současným požadavkům.

Nové elektrické ochrany dokáží zabezpečit vyšší spolehlivost provozu zařízení a pomocí dokonalejšího diagnostického systému omezit údržbové práce (např. testy ochrany) na minimum. Díky této záměně bude možno prodloužit interval zkoušek a přejít na šestiletý cyklus (nižší časové náklady na údržbu a zároveň nižší náklady na pracovní síly), což v konečném důsledku může přispět ke zkrácení odstávek.

Další výhodou je prodloužení intervalu sekundárních zkoušek ochrany do intervalů shodných s revizí rozvaděče.

Nevýhodou jsou poměrně vysoké ceny oprav nových ochrany, ale vzhledem k nyní dosahované vysoké spolehlivosti a životnosti lze počítat s nižší četností oprav a tím budou i celkové náklady nižší. Dále cenu údržby sníží výběr jedné unifikované řady, náročnost na počty náhradních dílů bude relativně malá a dojde k omezení skladových zásob – skladovou zásobu (počet náhradních dílů) nebude tedy nutno rozšiřovat.

Se servisem firmy, která zajišťuje současné elektronické ochrany (ABB) nejsou problémy, a v případě existence smlouvy na HOT servis by jedna smlouva pokryla údržbu většiny kriticky významných ochrany elektrárny (ochrany DGS, uzlu vyvedení výkonu a pracovního a rezervního napájení vlastní spotřeby a rozveden 6 kV bezpečnostních systémů).

Výhodou navrhovaného systému je sjednocení manipulačních postupů pro provozní personál a údržbových postupů pro provozní údržbu, obsluha ochrany RE_316*4 a REF54_ není pro personál JETE novinkou, protože ochrany jsou na JETE použity

ve více aplikacích. Vzhledem k jejich víceúčelovosti je možné je použít jak pro přívody rozvoden 6 kV a ÚR 0,4 kV, tak pro transformátorové a motorové vývody. Všechny systémy podle způsobu realizace umožňují sledování ochran přímo za provozu (odečty amplitud a fází proudů a napětí), doplnění záznamových a registračních funkcí (event recorder, disturbance recorder) a nové diagnostické funkce (počty vypnutí, opotřebení, atp.).

2 Elektrické schéma ETE a systémy napájení

Elektrické schéma jaderné elektrárny Temelín je řešeno blokově a to z důvodů snížení možnosti přenosu poruchy mezi bloky navzájem. Důsledným blokovým uspořádáním zejména v oblasti vyvedení výkonu a vlastní spotřeby je splněna podmínka oddělení bloků. Výjimku tvoří společné dieselgenerátorové stanice (1,2 SRDGS), které pro oba bloky zajišťují napájení nedůležitých systémů z hlediska jaderné bezpečnosti, ale důležitých pro bezpečnost osob a ochranu nákladného zařízení.

Elektrické schéma se dělí na dvě základní části:

- vyvedení výkonu do elektrizační soustavy ČR
- napájení vlastní spotřeby [1]

3 Napájení vlastní spotřeby

V elektrickém systému napájení VS ETE jsou všechna zařízení rozdělena na:

- důležitá
 - bezpečnostní systémy (plní kritéria jaderné bezpečnosti)
 - systémy související s jadernou bezpečností
- nedůležitá

Elektrické spotřebiče ve vlastní spotřebě ETE jsou rozděleny podle důležitosti jejich funkce z hlediska účasti na nouzovém dochlazení bloku, podle jejich vlivu na technologický proces a podle jejich nároků na spolehlivost elektrického napájení. Takto rozdělené spotřebiče jsou zařazeny do skupin, kterým jsou přiřazeny systémy elektrického napájení. [1]

Napájení I. kategorie

Patří sem spotřebiče kladoucí požadavky na spolehlivost napájení, neboť přímo souvisí s jadernou a radiační bezpečností bloku. U těchto spotřebičů se nepřipouští výpadek napájení na dobu delší než zlomky sekund. Vyžadují napájení ve všech provozních režimech bloku. Nepřetržité napájení při úplné ztrátě napájení VS po dobu startu dieselgenerátorů zajišťují akumulátorové baterie.

Jde o výkonově nenáročné spotřebiče bezpečnostních systémů souvisejících s JB, nouzové osvětlení obslužných prostor, rychločinné armatury, atd... [1]

Napájení II. kategorie

Tyto spotřebiče se také podílejí na zajištění jaderné a radiační bezpečnosti bloku a mají též zvýšené požadavky na spolehlivost napájení, ale je u nich připuštěno přerušení napájení na dobu od desítek sekund do desítek minut. Do této skupiny jsou zařazeny

spotřebiče bezpečnostních systémů souvisejících s jadernou bezpečností bloku a to i větších výkonů až do 830 kW. Jsou to například čerpadla havarijního dochlazování, sprchová čerpadla, havarijní vstřikování bóru. [1]

Napájení III. kategorie

Do této kategorie jsou zařazeny spotřebiče, které nemají přímý vliv na jadernou a radiační bezpečnost. Nepodílí se havarijním dochlazování bloku a nevyžadují zajištěné napájení po zapůsobení ochran bloku, neplní bezpečnostní funkce. [1]

Napájení III/I. kategorie

Tyto spotřebiče vyžadují nepřetržité napájení. Výpadek napájení se nepřipouští delší jak zlomky sekund. Napájení je zajištěno ze všech dostupných zdrojů. Patří sem systémy ASŘTP sekundárního okruhu, SKŘ elektro, atd... [1]

Napájení III/II. kategorie

Sem patří spotřebiče, které mají zvýšené požadavky na spolehlivost elektrického napájení z hlediska bezpečnosti drahých zařízení a připouštějí přerušení napájení na desítky sekund až desítky minut ve všech režimech bloku i při úplné ztrátě napájení. Nouzovým zdrojem jsou dieselgenerátorové stanice SRDGS. [1]

Systémy napájení vlastní spotřeby

Z požadavků na zajištění napájení elektrických spotřebičů ve vlastní spotřebě vyplývá i způsob řešení napájení systémů. Vlastní spotřeba je za normálního stavu napájena z pracovního zdroje – odbočkového transformátoru. Při ztrátě pracovního napájení se převádí automatikou AZR nebo HAZR na rezervní zdroje z rozvodu RNVS napájených z linek 110 kV. V případě ztráty obou těchto zdrojů jsou systémy napájeny z nouzových zdrojů.

Systémy jsou tedy podle potřebné úrovně zabezpečení napájení elektrickou energií rozděleny do tří kategorií:

- systémy nezajištěného napájení III. kategorie (NN)
- systém zajištěného napájení II. a III/II. kategorie (ZN II. a ZN III/II.)
- systém zajištěného napájení I. a III/I. kategorie (ZN I. a ZN III/I.) [1]

Systémy nezajištěného napájení (NN) a zdroje napájení

Pro systémy nezajištěného napájení jsou pracovními zdroji odbočkové transformátory 1(2)BT1 a 1(2)BT2 napájené z turbogenerátoru nebo ze sítě 400 kV.

Jako rezervní zdroje slouží rezervní transformátory 7(8)BT1 7(8)BT2 napájené ze sítě 110 kV. V případě ztráty pracovního a rezervního napájení dochází k úplné ztrátě napájení a NN zůstává bez napětí

Systém nezajištěného napájení se skládá ze čtyř blokových rozvodnů 1(2)BA, 1(2)BB, 1(2)BC, 1(2)BD o napětí 6 kV AC. Tyto rozvodny jsou centrálním napájecím místem pro blokovou i neblokovanou vlastní spotřebu. Z rozvodnů jsou napájeny technologické spotřebiče o výkonu nad 170 kW, rozvodny 6 kV, společné pro oba bloky, rozvodny 6 kV bezpečnostních systémů ZN II a ZN III/II, transformátory 6/0,4 kV a 6/0,23 kV pro úsekové rozvaděče.

Úsekové rozvaděče 0,4 kV:

- 1(2)CA01(02), 1(2)CB01(02), 1(2)CG – napájí zátěže III. kategorie sekundárního okruhu
 - 1(2)CP01(02), 1(2)CQ01(02), 1(2)CT1(2) – napájí zátěže III. kategorie primárního okruhu
 - 1(2)CC, 1(2)CD – napájí elektroohříváky kompenzátoru objemu
 - 1(2)CE, 1(2)CF – napájí silový systém ochrany reaktoru (rozvodny 6/0,23 kV)
- [1]

Systémy zajištěného napájení (ZN II. ZN I.) a zdroje napájení

Zásobování těchto bezpečnostních systémů (3 samostatné divize) elektrickou energií v každé divizi zajišťuje systém zajištěného napájení, který se skládá ze sítí II. a I. kategorie.

Každý systém ZN II. se skládá z jedné rozvodny 6 kV 1(2)BV, 1(2)BW, 1(2)BX.

Z těchto rozvodnů jsou napájena tato zařízení:

- technologické spotřebiče o výkonu nad 170 kW
- transformátory 6/0,4 kV pro úsekové rozvaděče. 1(2)CU23(24,25) – vlastní spotřeba dieselgenerátoru
- úsekové rozvaděče 0,4 kV 1(2)CV01(02), 1(2)CW01(02), 1(2)CX01(02) – spotřebiče II. kategorie od 50 do 200 kW
- úsekové rozvaděče 0,4 kV 1(2)CV03 1(2)CW03, 1(2)CX03 – napájení systémů I. kategorie.

Zdroje zajištěného napájení jsou tvořeny pracovním zdrojem systémem NN a nouzovým zdrojem dieselgenerátorem 1(2)GV, 1(2)GW, 1(2)GX.

Každý systém ZN I. se skládá z jedné rozvodny 1(2)EE01(02,03) s napětím 220 V DC. Z ní jsou napájeny stejnosměrné spotřebiče I. kategorie a dva vývody na střídače 220 V DC/0,4 kV AC. Střídače napájí rozvaděče 0,22 kV 1(2)EK01(2), 1(2)EL01(2), 1(2)EM01(2), ze kterých jsou napájeny technologické spotřebiče AC I. kategorie a systémy SKŘ.

Zdroje zajištěného napájení jsou tvořeny pracovním zdrojem systém ZN II. a nouzovým zdrojem – akumulátorovými bateriemi 1(2)EA01(02.03). [1]

Systémy zajištěného napájení (ZN III/II. ZN III/I.) a zdroje napájení

Zajištěné napájení pro spotřebiče III/II. kategorie a na ně navazující napájení spotřebičů III/I. kategorie je navrženo tak, že pracovní zdroje jsou z III. Kategorie – systém NN a hlavní nouzové zdroje jsou společné pro oba výrobní bloky – tvoří je společné dieselgenerátorové stanice (SRDGS01, 02).

Systém III/II. kategorie se skládá ze dvou rozveden 1(2)BJ, 1(2)BK o napětí 6 kV. Z těchto rozveden jsou napájena tato zařízení:

- technologické spotřebiče o výkonu nad 170 kW
- transformátory 6/0,4 kV pro úsekové rozvaděče
- rozvaděče 0,4 kV 7CU37, 7CU38 pro vlastní spotřebu dieselgenerátoru
- rozvaděče 0,4 kV 1(2)CJ01, 1(2)CK01 napájející spotřebiče III/II. kategorie od 50 do 200 kW
- rozvaděče 0,4 kV 1(2)CJ02, 1(2)CK02 patřící do kategorie NN
- rozvaděče 0,4 kV 1(2)CJ03, 1(2)CK03 pro napájení systémů ZN III/I. kategorie – 5. systém
- rozvaděče 0,4 kV 1(2)CJ04, 1(2)CK04 pro napájení systémů ZN III/I. kategorie – 4. systém rozvodny 24 V DC.

4. systém ZN III/I. kategorie se skládá z rozvodny 1(2)EE04, 1(2)EE05 o napětí 220 V DC, z které jsou napájeny stejnosměrné spotřebiče III/I. kategorie a vývod na střídač a z rozvodny 1(2)EN01, 1(2)EN03 o napětí 0,4 kV pro napájení střídavých spotřebičů III/I. kategorie.

5. systém ZN III/I. kategorie se skládá z rozvodny 1(2)EE51, 1(2)EE52 o napětí 220 V DC, z které jsou napájeny stejnosměrné spotřebiče III/I. kategorie a vývod na střídač a z rozvodny 1(2)EN51, 1(2)EN52, 1(2)EN53, 1(2)EN54 o napětí 0,4 kV pro napájení střídavých spotřebičů III/I. kategorie.

Zdroje zajištěného napájení jsou tvořeny

- pracovním zdrojem – systém ZN II.
- nouzovým zdrojem – akumulátorovými bateriemi 1(2)EA01(02.03). [1]

4 Režimové automatiky vlastní spotřeby

Režimové automatiky jsou základním prostředkem automatického řízení elektrického schématu napájení vlastní spotřeby bloku. Během provozu může docházet k poruchám nebo ztrátám napájení rozvaděčů. Režimové automatiky pak zajišťují automatickou obnovu napájení a to z rezervních nebo nouzových zdrojů.

K základním režimovým automatikám patří:

- PV – odlehčení rozvoden před přechodem na rezervní nebo nouzový zdroj
- APV, AZR – realizace přechodu na rezervní napájení
- APS, ADG – realizace přechodu na nouzový zdroj
- ZZ, AZZ – realizace přechodu zpět na pracovní napájení [1]

Automatika podpět'ového vypínání PV

Automatika podpět'ového vypínání zajišťuje redukci zátěže před přechodem na rezervní napájení AZR. Při podpětí tato automatika vypíná na rozvodně vývody a předvolené spotřebiče. Hlavním úkolem podpět'ového vypínání je odlehčit rozvodnu a umožnit postupné samonajíždění pohonů a dále spolehlivě odpojit všechny výkonově významné spotřebiče.

Vzhledem k možnostem a rychlostem přechodu na rezervní napájení, jsou technologická zařízení rozdělena do několika stupňů podpět'ového vypínání. Stupeň PV je přiřazen podle důležitosti a významu pohonu. Jednotlivé stupně jsou inicializované podle procentuelního podpětí na rozvodně.

Stupeň PVI je aktivován, pokud napětí na rozvodně klesne pod $U < 0,6 U_n$ po dobu 0,5 s. V tomto stupni jsou vypnuty všechny podružné rozvodny 6 kV a vybrané úsekové rozvodny 0,4 kV. PVI se dále dělí na PVI/20 a PVI/60 číslice za lomítkem určuje, jak dlouho působí signál, minimálně 20 resp. 60 s, nejdéle však po dobu trvání podpětí na rozvodně. Během tohoto intervalu operátor nemůže ovládat vybrané pohony.

Stupeň PVII působí při poklesu napětí pod hodnotu $U < 0,5 U_n$ po dobu 5 s. Po této době je jisté, že se automatika zásroku rezervy nezdařila a je nutné rozvodnu ještě více odlehčit a připravit na opětovné oživení. U systémových rozvoden zajištěného napájení ZN II je použit signál PVII pro odlehčení rozvodny před najetím záložního zdroje napětí (DGS).

Stupeň PVIII je iniciován při poklesu napětí $U < 0,4 U_n$ po dobu 9 s. Tento signál je použit pouze pro odpojení vývodů na hlavní cirkulační čerpadla. [1]

Automatika podpět'ového vypínání APV a automatika zásroku rezervy AZR

Hlavním úkolem automatiky podpět'ového vypínání a automatiky zásroku rezervy při ztrátě pracovního přívodu je zajistit automatický přechod na napájení z rezervního zdroje.

Automatika podpět'ového vypnutí rozvodny identifikuje ztrátu napájení rozvodny nezajištěného napájení z pracovního zdroje a musí spolehlivě vypnout vypínač pracovního přívodu, pokud klesne napětí pod nastavenou mez.

Podmínkou pro působení automatiky podpětového vypínání je ověřené podpětí na daném rozvaděči. K blokadě APV nedochází při výpadku jističe na sekundární straně měřících transformátorů a zároveň nesmí působit zpětná složka napětí.

Automatika zásoku rezervy je aktivována vypnutým stavem vypínače v pracovním přívodu na rozvodnu. Při splnění všech podmínek a nepůsobení žádné blokády zapne vypínač rezervního přívodu.

Podmínkou pro působení automatiky zásoku rezervy je navolení AZRu a na rezervním přívodu napětí $U > 0,8 U_n$ v rozvodnách 6 kV u rozveden 0,4 kV je napětí rezervy $U > 0,9 U_n$. Pro úspěšný přechod na rezervní napájení nesmí působit žádné blokády AZR a to nenavolení AZR, malá napětí na rezervním přívodu, ruční vypnutí na rezervním přívodu, vypnutí pracovního přívodu působením ochran rozvodny, působení automatiky selhání vypínače ASV přívodního vypínače.

Podle požadavků na rychlost a průběh automatického zásoku rezervy jsou rozděleny rozvodny III. kat. nezajištěného napájení 6 kV na dvě sekce „a“ a „b“. [1]

Automatika zásoku rezervy v sekci „a“ rozveden 6kV III. kategorie nezajištěného napájení

Jedná se o sekce rozveden 6 kV s vývodem na hlavní cirkulační čerpadla. Tyto sekce jsou vybaveny synchronizačním zařízením Synchrontron – relé „BECO“. Přechod na rezervní napájení může být uskutečněn synchronně bez výpadku napájení rozveden. Relé BECO trvale měří napětí na pracovním a rezervním přívodu. Řeší rychlý přechod na rezervní napájení a to těmito způsoby AZR-F (rychlý), AZR-I (rychlý ve fázi) a AZR-U2 (pomalý od podpětí). Kromě relé BECO je každá sekce „a“ rozveden 6 kV NN osazena klasickou podpětovou automatikou AZR-U1, která působí jako záložní automatika relé BECO. [1]

Automatika zásoku rezervy v sekci „b“ rozveden 6kV III. kategorie nezajištěného napájení

Automatický přechod na rezervní napájení je u těchto polosekcí zajištěn automatikami APV a AZR. AZR může probíhat dvěma nožnými kanály a to podpětovým AZR-U nebo stavovým (od stavu vypínače pracovního přívodu) AZR-T.

Kanál podpětový AZR-U zajistí vypnutí vypínače pracovního přívodu automatikou APV při poklesu napětí na rozvodně na hodnotu $U < 0,6 U_n$ po dobu 0,5 s, AZR vydá povel na zapnutí vypínače rezervy. Napětí rezervy musí splňovat podmínku $U > 0,8 U_n$ a nesmí působit žádná blokáda. Před provedením AZR je rozvodna vždy odlehčena automatikou podpětového vypínání spotřebičů PV. Automatika PV odpojí navolené spotřebiče, u kterých se nepožaduje samovolné najíždění.

Druhý kanál je stavový AZR-T a reaguje na signál od vypnutí vypínače pracovního přívodu. Pokud je vypínač vypnut po dobu 0,7 s a na rezervním přívodu je splněna

podmínka $U > 0,8 U_n$ a nepůsobí žádná blokáda, pak automatika AZR-T vydá povel na zapnutí rezervního přívodu. Tento kanál může proběhnout i bez podpětového vypnutí spotřebičů odlehčení PV, pokud nepůsobila automatika APV pracovního přívodu, ale přívodní vypínač byl vypnut z blokové dozorny nebo povellem elektrických ochranného bloku. Generováním napětí od spotřebičů nedojde v čase 0,7 s k poklesu napětí na rozvodně pod hodnotu $U < 0,6 U_n$. [1]

Zpětný přechod z rezervního na pracovní napájení ZZ rozvoden 6 kV

Zpětný přechod na pracovním napájení je možný, pokud je obnoveno napětí na pracovním přívodu. Na všech sekcích rozvoden 6 kV nezajištěného napájení se zpětný přechod na pracovní napájení provádí synchronně, bez přerušení napájení, z blokové dozorny. Po sfázování napětí na rozvodně se nejprve zapne vypínač v pracovním přívodu a potom se vypne vypínač rezervního přívodu. [1]

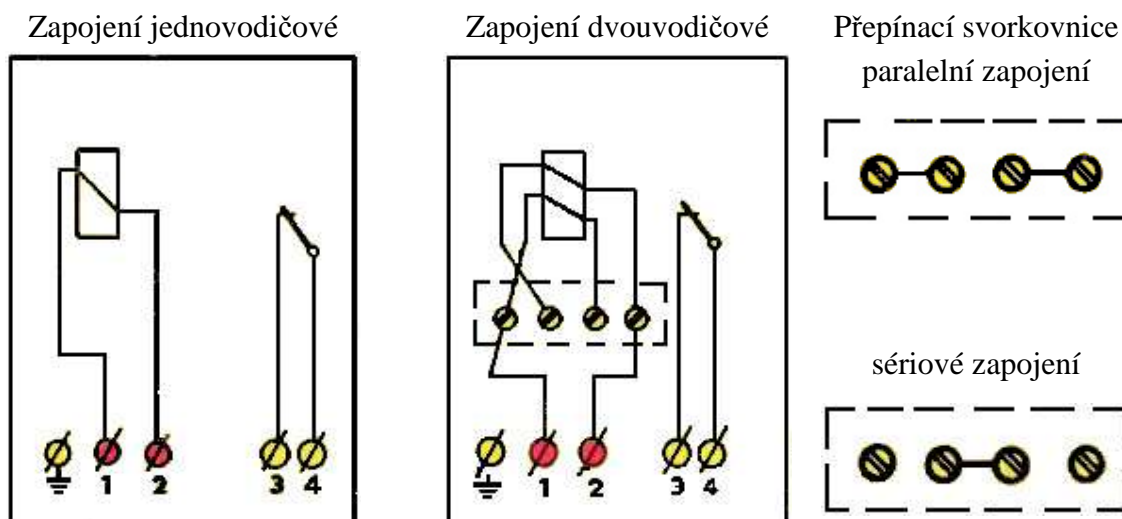
Automatika záskoku rezervy AZR rozvoden 0,4 kV nezajištěného napájení NN

Pro úsekové rozvodny 0,4 kV je použit AZR-U od podpětového vypnutí vypínače pracovního přívodu na rozvodnu APV. Na vypnutí pracovního přívodu okamžitě reaguje AZR, který v čase 0,2 s zapne rezervní přívod. Do zapnutí rezervního přívodu nesmí působit žádná blokáda a musí být splněna podmínka napětí rezervního přívodu $U > 0,9 U_n$. Na rezervní napájení přechází vždy odlehčená rozvodna.

Druhý kanál je stavový od kontaktu nadřazeného vypínače 6 kV. Stavový kontakt v nadřazeném vypínači strhne vypínač přívodu a automatika AZR-T zapne vypínač rezervního přívodu, na který nepůsobí žádná blokáda a je zároveň splněna podmínka napětí rezervního přívodu $U > 0,9 U_n$. [1]

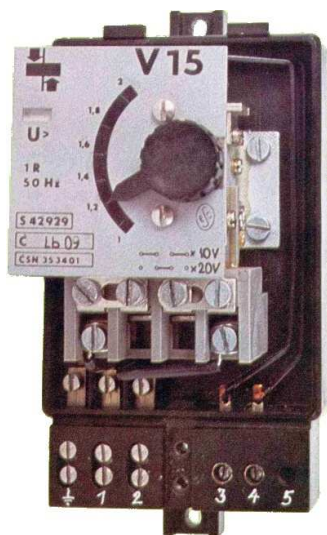
5 Elektromechanické napětové ochrany použité v režimových automatikách

Elektromechanické ochrany jsou sestaveny z klasických elektromechanických relé. Jsou řešeny tak, že každý přístroj má jen jednu funkci. Elektromechanické ochrany se stále vyrábějí a používají se v mnoha zemích. Jejich předností je robustní konstrukce a jednoduché uživatelské rozhraní. Nevýhodou v porovnání s moderními digitálními ochranami je neexistence vlastní diagnostiky, poruchového zapisovače a komunikace s nadřazeným informačním systémem. Případné působení ochrany je signalizováno místně opticky kontrolkou nebo padáčkem.

Napět'ové relé V15

Obrázek 1 - Napět'ová ochrana V15 vnitřní zapojení

Relé se používá jako přesné jednosystémové napět'ové nebo podpět'ové ochranné relé elektrických zařízení působící při zvýšení respektive při snížení nad nebo pod seřízenou hodnotu. Vyznačuje se malou spotřebou, velkým přídržným poměrem a velkou zkratovou odolností. Typ V15 je určen pro střídavé obvody s možností připojení přímo i přes napět'ové transformátory. Působí mžikově. Ochranné napět'ové relé V15 má napět'ovou dvouvinuťovou cívku, která má dva přepínatelné plynule nastavitelné rozsahy. Vynutí lze přepnout do série nebo paralelně spojovacími můstky na svorkovnici uvnitř krytu. Může být i provedení jednovinuťové (Obrázek 1).



Obrázek 2 - Napět'ová ochrana V15 bez izolačních krytů

Základem relé je elektromagnetický článek, který se skládá z magnetického odvodu, budící cívky, otočné kotvy, ovládající jeden zapínací nebo rozpínací kontakt, direktivní pružiny a držáku se štítkem, padáčkem a knoflíkem na nastavení požadované napět'ové hodnoty. Na štítku je udáván celkový rozsah napět'ové seřiditelnosti. V pravém dolním rohu je uvedeno napětí, kterým se údaj stupnice násobí (např. 500 V). U dvouvinuťového provedení jsou tyto údaje dva (např. 100 V, 200 V).

Celý systém napět'ového relé V15 je vestavěn do izolačního průhledného krytu. Na krytu je umístěno tlačítko pro aretaci signálního padáčku (Obrázek 2).

U provedení podpět'ového relé ($U <$) snižuje-li se budící napětí, síla působící na otočnou kotvu se snižuje, až na moment direkční pružiny, která překoná sílu, působící na otočnou kotvu a tato přejde z pracovní polohy do klidové. Zapínací kontakt rozepne, spínací sepne, padáček signalizuje působení relé.

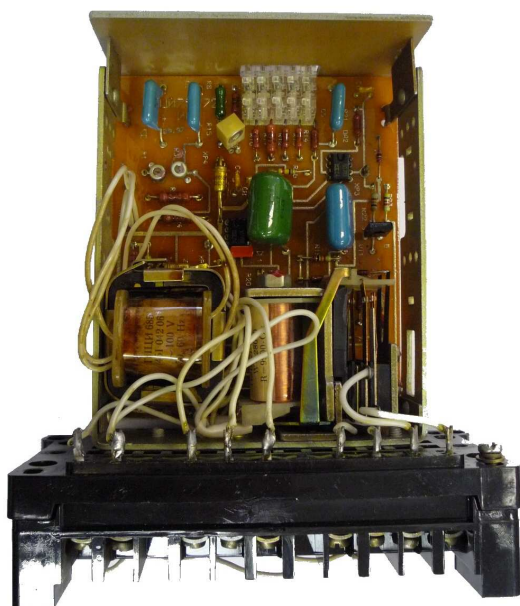
Relé se nastavuje pomocí jednofázového zdroje. Podle zapojení v algoritmu se nastavuje náběh nebo odpad. Zdroj se připojí na svorky $\emptyset 1$ a $\emptyset 2$. Kontakt je odpojen od zátěže a měří se odporově s akustickou signalizací. Napětí se najíždí nebo sjíždí pozvolna až do stavu sepnutí kontaktu. Případná změna se provede knoflíkem, který povolí nebo přitáhne direktivní pružinu. Relé je poměrně přesné. Jeho velkou nevýhodou je, že nemá žádný poruchový zápis. Ztráta napětí je signalizována pouze opticky padáčkem. [2]

Relé pro hlídání zpětné složky napětí RSN13-1

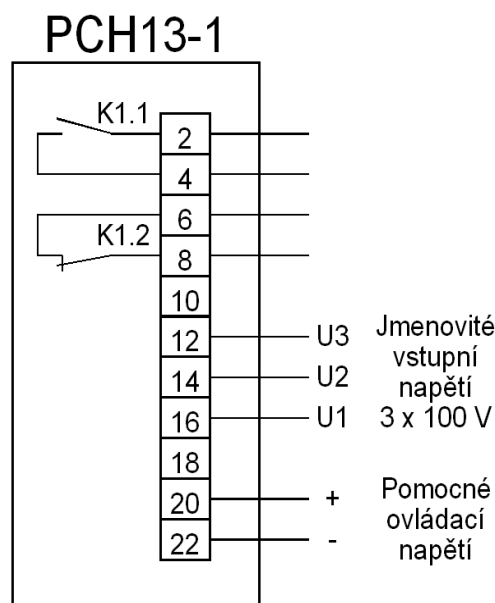
Relé PCH13-1 (Obrázek 3) je navrženo pro ochranu obvodů před vznikem zpětné složky napětí způsobených vlivem zkratu v obvodu. Dále je navrženo pro obvody buzení generátoru a k nouzové kontrole automatických zařízení.

Základní parametry relé na zpětnou složku PCH13-1: Jmenovité vstupní elektrické napětí 3 x 100 V AC. Jmenovité frekvence 50 až 60 Hz. Pomocné ovládací napětí 220 V DC.

Kontrola rozsahu v zpětné složky je od 6 do 24,6 V AC při vstupním elektrickém napětí měřeného hlídaného napětí od 25 do 102,5V AC. Hodnota nastavení sepnutí je 10% z minimálně z nastavené hodnoty.



Obrázek 3 - Relé na zpětnou složku napětí PCH13-1



Obrázek 4 - Vnitřní zapojení relé PCH13-1

Index přesnosti: Relé na měření zpětné složky napětí PCH13-1 jsou vyrobena ve třídě přesnosti 7,5%. Čas sepnutí relé PCH13-1 při aktivaci zpětnou složkou napětí není delší než 0,05 s, a rozepnutí není delší než 0,075 s.

Relé má na výstupu jeden spínací a jeden rozpínací kontakt (Obrázek 4). Odolnost vůči mechanickému opotřebení je nejméně 10^5 cyklů a vůči elektrickému opotřebení je 10^4 cyklů při ovládacím napětí 24 V až 250 V a proudu 0,05 A (maximální hodnota proudu v ovládacím odvodu je 20 A, ale pak se počet spínacích cyklů snižuje maximálně na 100).

Relé odolává vibracím s frekvencí 5 až 15 Hz s maximálním přetížením 3 g. Maximální frekvence je v rozmezí 15 až 100 Hz s přetížením do 1 g. Izolační odpor v klidu je nejméně 50 M Ω .

Funkční zkouška relé na zpětnou složku napětí se provádí třífázovým jmenovitým sdruženým napětím 3 x 100 V a frekvenci 50 Hz. Jednotlivé fáze jsou od sebe posunuty o 120° (nastavené hodnoty na zkušebním zdroji 57,7 V – fázově a úhle 90°, 210° a 330°). Měření provádíme při odpojené zátěži. Spínací kontakt se měří odporově s akustickou signalizací. Dvě fáze zůstávají na hodnotě 57,7 V a jedna se pozvolna snižuje až do sepnutí kontaktu relé. Postup se opakuje se zbývajícími fázemi. Hodnoty by se neměly od sebe moc lišit a měli by být v procentuelní toleranci relé udávané výrobcem. Dále se kontroluje působení relé při změně fázového úhlu. Napětí se nastaví na hodnotu 3 x 100 V sdružené a kontrolují se náběhy a odpady relé při změně úhlu a to jednotlivě při zvýšení nebo snížení nastavené hodnoty. Velkou nevýhodou je žádný poruchový zápis ani světelná signalizace. Nejsou náhradní díly, nevyrábí se. [3]

Pomocná, časová a padáčková relé

Nejpoužívanější pomocná relé v obvodech režimových automatik jsou:

- pomocná relé
- časová relé
- padáčková (návěstní) relé

Pomocná relé jsou paticová, krabicová nebo v mnohopólovém provedení. Dříve vše od výrobce ZPA Trutnov, dnes se již některé typy nevyrábí nebo převzal výrobu Siemens nebo ABB a jiní výrobci.

- paticové RP 700
- krabicové RP 701 2P až 4P (číslo udává počet kontaktů)
- mnohopólové RP 301

Časová relé stejně jako pomocná relé jsou v provedení paticovém nebo krabicovém. Nejpoužívanější jsou paticová pro snadnější výměnu a kalibraci nastaveného času.

- zpožděný přítah – National Timers PMH-M
- zpožděný odpad – National Timers CHP - F

I po záměně napěťových ochran zůstávají pomocná a časová relé v omezené míře v obvodech režimových automatik.

Padáčková (návěstní) relé jsou nejčastěji používána ve vypínacích nebo blokovacích obvodech. Působení je vidět opticky spadlým padáčkem. Relé se v provedení RA 70 již nevyrábí.

6 Digitální napěťové ochrany použité v režimových automatikách

Stavební díly digitálních ochran jsou digitální obvody. Všechny nebo některé veličiny uvnitř těchto ochran jsou zobrazovány a zpracovávány digitálně pomocí nespojitých (diskrétních) hodnot. Ochrany obvykle obsahují několik článků, které zjistí vznik, místo, případně i velikost poruchy a vypočtou čas vypnutí. Popudový článek zjišťuje okamžitou hodnotu sledované veličiny a uvádí ochranu v činnost. Měřicí článek zjišťuje velikost odchylky sledované veličiny popřípadě určuje v jakém čase má působit časový článek, který kontroluje vypínací dobu ochrany.

Napěťová ochrana REU610



Obrázek 5 - Napěťová ochrana REU610 [4]

Popis výrobku a ochranné funkce – napěťová ochrana REU610 (obrázek 5 a 7) patří do skupiny číslicových ochran řady RE_ 610, které jsou určeny pro chránění a monitorování zařízení v energetických rozvodnách i v průmyslových rozvodnách.

Ochrana REU610 je určena především pro chránění komponentů energetických systémů proti přepětím. Jedná se například o přípojnice, vývodová pole, výkonové transformátory a kondenzátorové baterie. Ochranu lze též použít pro běžné monitorování zemních poruch v energetickém systému.

Ochrana nabízí integrované ochranné funkce včetně funkcí dvoustupňové přepětíové a dvoustupňové podpětíové ochrany, dvoustupňové přepětíové ochrany vyhodnocující nulovou složku napětí, jednostupňové přepětíové ochrany vyhodnocující zpětnou složku napětí a také jednostupňové podpětíové ochrany vyhodnocující souslednou složku napětí.

Měřicí funkce - ochrana REU610 měří tři sdružená napětí a nulovou složku napětí energetického systému. Ochrana kromě toho z těchto sdružených napětí počítá souslednou složku napětí a zpětnou složku napětí, průměrnou hodnotu sdruženého napětí za jednu minutu, průměrnou hodnotu sdruženého napětí za časový interval specifikovaný uživatelem, maximální hodnotu průměrného napětí za jednu minutu a maximální i minimální hodnotu sdruženého napětí od posledního resetu ochrany.

Měřené nebo vypočtené hodnoty napětí jsou dostupné místně prostřednictvím uživatelského rozhraní na čelním panelu ochrany, nebo dálkově prostřednictvím rozhraní sériové komunikace na zadním panelu ochrany.

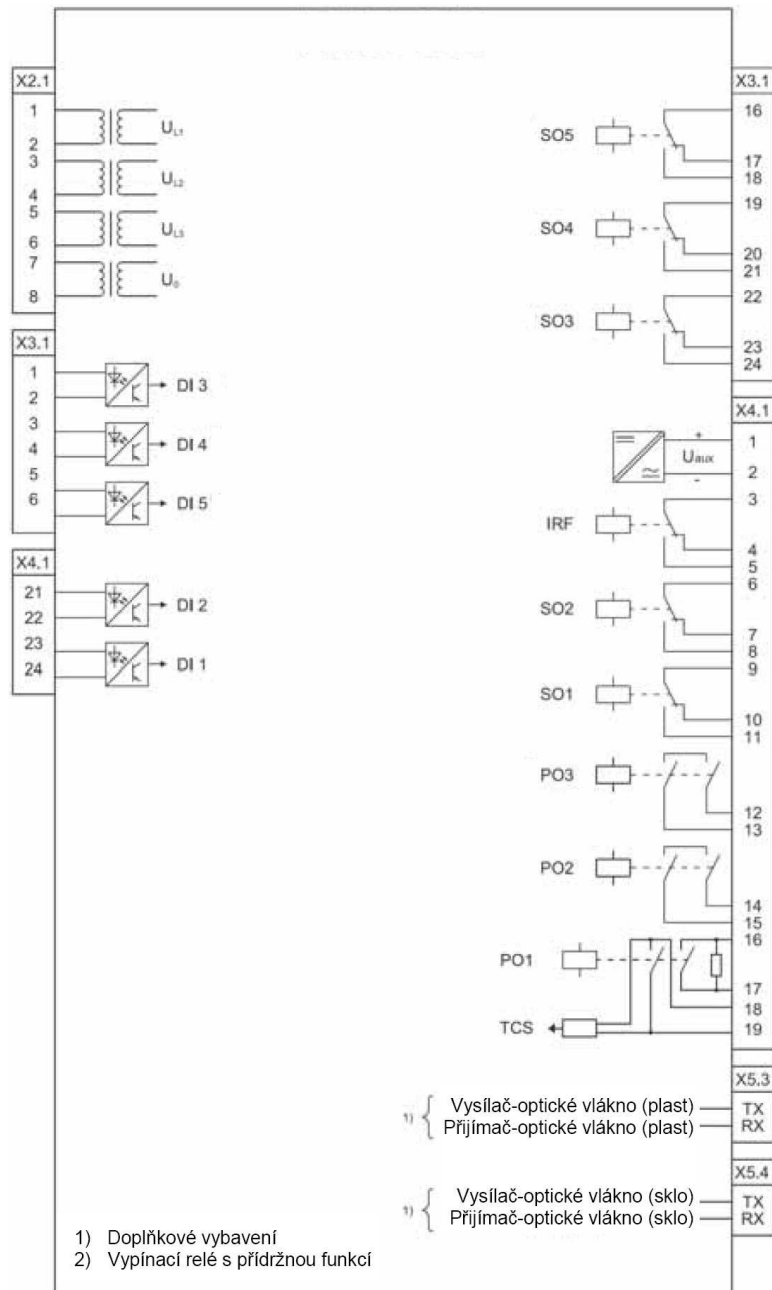
Poruchový zapisovač - v ochraně je integrován číslicový poruchový zapisovač se čtyřmi kanály analogových signálů a osmi kanály binárních signálů, který je napájen ze záložní baterie. Analogové kanály je možné nastavit pro záznam průběhů měřených napětí. Binární kanály lze nastavit pro záznam externích nebo interních signálů ochrany, tj. například pro záznam popudových a vypínacích signálů jednotlivých stupňů ochrany a pro záznam externích blokovacích nebo ovládacích signálů. Jakýkoli binární signál ochrany (jako například popudový nebo vypínací signál ochranné funkce), nebo externí ovládací signál ochrany je možné nastavit pro spuštění záznamu. Záznamy jsou ukládány v energeticky nezávislé paměti, z které je možné tato data načíst pro následnou analýzu poruchy.

Zapisovač změnových stavů - ochrana je vybavena zapisovačem změnových stavů s energeticky nezávislou pamětí, která má kapacitu pro uložení až 100 kódů změnových stavů včetně časových značek. Tato funkce se záznamem událostí zajišťuje sběr dat potřebných pro systém ovládní a monitorování sítě. Energeticky nezávislá paměť dokáže uchovat uložená data i v případě, kdy dojde k dočasné ztrátě pomocného napájení. Registrace změnových stavů umožňuje detailní analýzy stavů před poruchou i po poruše jak v energetickém systému, tak i v distribuční síti.

Funkce kontroly vypínacího obvodu - trvale monitoruje kontinuitu a funkčnost vypínacího obvodu. Funkce indikuje rozpojený monitorovaný obvod v obou polohách vypínače (zapnutý i vypnutý stav vypínače) a současně detekuje i ztrátu ovládacího napětí vypínače.

Vstupy/výstupy (obrázek 6):

- čtyři napět'ové vstupy
- dva binární vstupy
- tři přídatné binární ovládací vstupy na doplňkovém I/O modulu
- tři zapínací silové výstupní kontakty
- dva přepínací signalizační výstupní kontakty
- jeden kontakt vyhrazený funkci interní poruchy ochrany (IRF)
- vstupy ochrany/výstupní kontakty ochrany jsou volně konfigurovatelné [4]

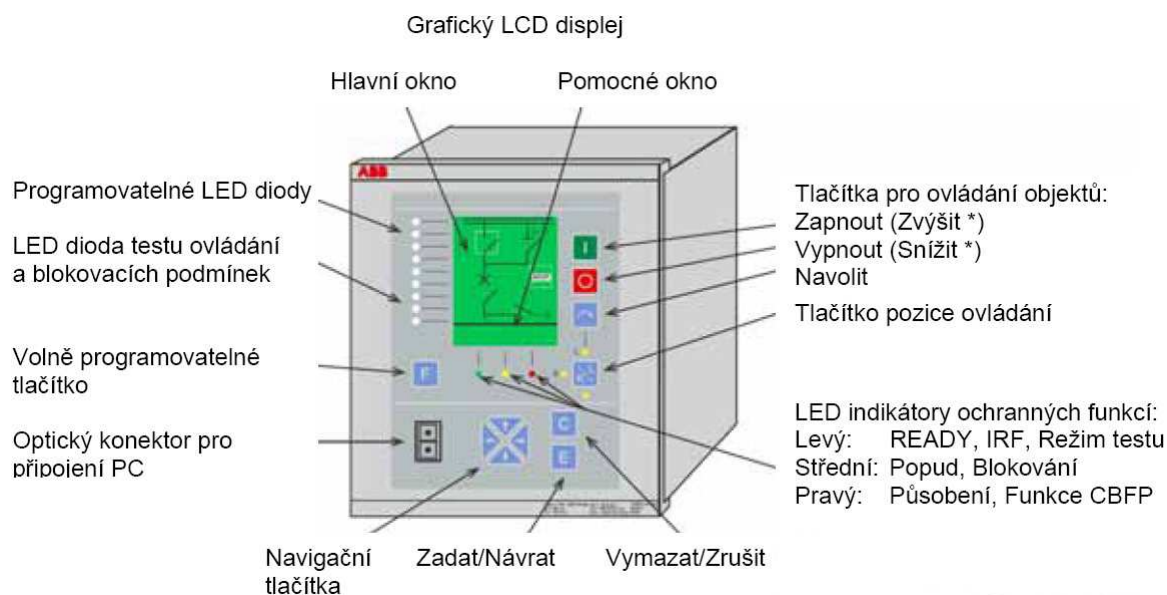


Obrázek 6 - Vnitřní zapojení REU610 [4]



Obrázek 7 - Napěťová ochrana REU610 [4]

Terminál vývodového pole REF545



Obrázek 8 - Terminál vývodového pole [5]

Charakteristické vlastnosti rozhraní HMI/funkčního schématu – na čelním panelu terminálu jsou následující prvky (Obrázek 8):

- Grafický LCD displej s rozlišením 128×160 pixelů, který obsahuje 19 řádků rozdělených do dvou oken:
- Hlavní okno (17 řádků) poskytuje základní informace o aplikačním funkčním schématu, objektech, změnových stavech (událostech), měřených hodnotách, výstrahách souvisejících s ovládáním objektů a o parametrech terminálu.
- Pomocné okno (2 řádky) je určeno pro indikace a výstrahy, které souvisí s ochrannými funkcemi terminálu, a pro všeobecné zprávy, které mají charakter nápovědy.
- Tři tlačítka pro ovládání objektů.
- Osm volně programovatelných výstražných LED indikátorů, které podle příslušné konfigurace mají různé barvy a režimy zobrazení (indikace neaktivní, indikace zelenou/žlutou/červenou barvou, indikace trvalým nebo přerušovaným/blikavým světlem).
- LED indikátor zkoušky ovládání a blokovacích podmínek.
- Tři LED indikátory stavu ochranných funkcí.
- Ovládací sekce rozhraní HMI se čtyřmi tlačítky označenými šipkami, s tlačítkem [C] Clear/Cancel – Vymazat/Zrušit a tlačítkem [E] Enter – Zadat.
- Opticky izolovaný sériový komunikační port.
- Volně programovatelné tlačítko [F].
- Tlačítko pro volbu dálkového/místního ovládání (tlačítko pozice ovládání [R/L]).

- Možnost nastavit nasvětlení pozadí displeje a seřadit kontrast displeje.
- Možnost nastavit uživatelem zvolený jazyk systému HMI.
- Možnost nastavit uživatelem zvolený název funkčního bloku.

Terminál vývodového pole – je určený k chránění a monitorování vývodů v sítích vysokého napětí. Tyto terminály lze použít pro různé typy rozveden, které jsou vybaveny jednoduchou i dvojitou přípojnici. Terminály je možné použít i pro zdvojené systémy. Ochranné funkce jsou vhodné pro různé typy sítí, jako například pro síť s izolovanou neutrálou, síť rezonančně uzemněné i síť částečně uzemněné (Obrázek 9).

- měření napětí a proudů je řešeno prostřednictvím běžných měřících transformátorů nebo proudových senzorů a napěťových děličů.

- k dispozici jsou funkce nesměrové i směrové nadproudové a zemní ochrany, funkce vyhodnocení nulové složky napětí, přepět'ová i podpět'ová ochrana, ochrana proti tepelnému přetížení, ochrana při selhání vypínače a funkce automatického opětovného zapnutí.

- řídicí funkce včetně místního i dálkového ovládní spínacích prvků společně s funkcí kontroly synchronního stavu (Synchrocheck) stavová indikace objektů a blokovací podmínky na úrovni vývodového pole rozvodny.

- měření fázových proudů, sdruženého i fázového napětí, frekvence, účinníku činného i jalového výkonu a elektrické energie.

- monitorování provozních podmínek včetně monitorování stavu vypínače, funkce kontroly vypínacího odvodu a interní funkce samočinné kontroly stavu terminálu vývodového pole.

- časová synchronizace prostřednictvím binárního vstupu. Synchronizační impulsy přijímané jednou za sekundu nebo jednou za minutu.

- lokátor poruchy určený pro zkraty ve všech typech sítí a pro zemní poruchy v účinně uzemněných sítích, v odporově uzemněných sítích i v nízkoimpedančně uzemněných sítích.

- doplňkové funkce včetně funkce kontroly synchronního stavu (Synchrocheck), frekvenční ochrany, ochrany kondenzátorové baterie a regulace účinníku.

- RTD/analogový modul pro teplotní měření, proudová a napěťová měření a s mA výstupy.

- komunikace prostřednictvím tří komunikačních rozhraní: Jedno rozhraní pro místní komunikaci s PC a dvě rozhraní pro současně probíhající komunikaci na zdvojeném portu. Jedná se například o komunikaci s řídicím systémem rozvodny a o komunikaci s monitorovacím systémem rozvodny.

Terminály vývodového pole REF 54_ jsou vybaveny značným počtem specifických funkcí navržených pro tyto aplikace. Jedná se především o:

- Ochranné funkce
- Měřicí funkce

- Funkci poruchového zapisovače
- Funkce měření kvality energie
- Řídící / ovládací funkce
- Funkci lokátoru poruchy
- Funkce monitorující provozní podmínky
- Univerzální funkce
- Komunikační funkce
- Standardní funkce

Ochranné funkce - Ochranné funkce jsou jedněmi z nejdůležitějších funkcí terminálu vývodového pole REF545. Bloky ochranných funkcí (např. NOC3Low) jsou navzájem nezávislé a mají vlastní sady nastavených hodnot a záznam dat. Například nesměrová nadproudová ochrana má tři stupně NOC3Low, NOC3High a NOC3Inst a každý stupeň může být nezávislou ochrannou funkcí.

Proudové ochranné funkce je možné použít jak s Rogowského cívkami, tak s obvyklými proudovými transformátory. Obdobně je možné použít napěťové ochranné funkce buď s napěťovými děliči, nebo s běžnými transformátory napětí.

Měřicí funkce - prostřednictvím měřicích funkcí je možné měřit třífázové proudy, nulový proud, třífázová napětí, nulové napětí (nulovou složku napětí), frekvenci, činný i jalový výkon a účinník. Kromě toho jsou k dispozici i jiné měřicí funkce.

Terminál REF54_ je standardně vybaven vstupy s funkcí impulsního čítače. Počet těchto impulsních vstupů se u jednotlivých variant terminálu liší a je v rozmezí od 7 vstupů (REF541) až do 10 vstupů (REF545).

Poruchový zapisovač - přechodových jevů může zaznamenat průběh 16 proudových signálů nebo napěťových signálů a 16 binárních logických signálů. Vzorkovací frekvence analogových vstupů je 2 kHz při jmenovité frekvenci 50 Hz a 2,4 kHz při jmenovité frekvenci 60Hz.

Funkce vyhodnocení kvality energie - umožňují měřit celkové harmonické zkreslení napětí i proudu (THD – Total Harmonic Distortion) a celkové zkreslení odběru proudu (TDD – Total Demand Distortion). Jednotlivé harmonické složky jsou měřeny až do 13. harmonické frekvence.

Funkce vyhodnocení kvality energie umožňují měřit i krátkodobé změny napětí, jako jsou například poklesy, nárůsty a krátké výpadky napětí.

Řídící / ovládací funkce - jsou použity pro indikaci stavů spínacích prvků, tj. vypínačů i odpojovačů, a pro přenos vypínacích i zapínacích povelů na ovladatelné spínací prvky v rozvodně. Kromě těchto ovládacích funkcí existují doplňkové funkce určené pro ovládací logiky, jako například funkce přepínače zapnout/vypnout, funkce

výstrahy na funkčním schématu, funkce ovládání výstražné LED diody, funkce zobrazení číselných dat na funkčním schématu a funkce logiky volby pozice ovládaní.

Ovládací funkce jsou konfigurovány prostřednictvím nástroje pro konfiguraci (Relay Configuration Tool) a tyto funkce je možné propojovat se stavovými indikátory, které jsou také součástí konfigurovaného funkčního schématu zobrazeného na displeji systému HMI.

Funkce lokátoru poruchy - je určena pro radiální distribuční systémy. Funkce umožňuje lokalizovat zkrat ve všech typech distribučních sítí. Lokalizace zemní poruchy je možná v účinně uzemněných sítích a v nízkoimpedančně i odporově uzemněných sítích. Funkce napomáhá rychlé obnově dodávky energie po poruše a zlepšuje odezvu i bezpečnost a dostupnost energetického systému.

Funkce monitorující provozní podmínky - u terminálu vývodového pole REF545 jsou k dispozici funkční bloky monitorující provozní podmínky, jako např. funkce kontroly měřicích proudových i napěťových vstupních obvodů, funkce čítače počtu vypnutí, funkce elektrického opotřebení vypínače a plánované údržby, funkce kontroly vypínacího obvodu a přestavného času vypínače.

Univerzální funkce - doplňkové univerzální funkce jsou k dispozici pro různé standardní účely a používají se v logikách, které slouží například k aktivaci nasvětlení pozadí displeje systému HMI, k přepnutí parametrových sad, k resetu indikace vypnutí, k resetu přídržné funkce výstupních signálů a k resetu registrů i poruchového zapisovače.

Standardní funkce - jsou použity pro různé logiky, jako jsou například logiky blokovacích podmínek, alarmů a ovládacích sekvencí. Použití logických funkcí není limitováno a tyto funkce lze propojit jak navzájem, tak i s ochrannými, měřicími a ovládacími funkcemi, s funkcemi monitorujícími provozní podmínky a s ostatními univerzálními funkcemi. Nástrojem pro konfiguraci terminálu (Relay Configuration Tool) je také možné ke standardním funkcím připojit binární vstupy a výstupy i vstupy a výstupy LON.

Ostatní funkce:

Indikace nízkého pomocného napětí - terminál vývodového pole REF545 je vybaven funkcí, která indikuje nízké pomocné napětí. Jestliže je detekován pokles napájecího napětí, je modulem napájení aktivován interní výstražný signál (ACFail, active low). Tento výstražný signál je aktivován tehdy, pokud napájecí napětí klesne přibližně 10% pod nejnižší hodnotu jmenovitého stejnosměrného vstupního napětí napájecího modulu.

Indikace zvýšené teploty - terminál vývodového pole REF545 je vybaven kontrolní funkcí vnitřní teploty. Jestliže je uvnitř skříně terminálu detekována zvýšená teplota, je

modulem napájení aktivován interní výstražný signál. Tento výstražný signál je aktivován tehdy, pokud se teplota uvnitř skříně terminálu zvýší na +78 °C.

Analogové kanály - terminál vývodového pole měří všechny analogové signály potřebné pro ochranné, měřicí a ostatní funkce prostřednictvím senzorů, nebo galvanicky oddělených přizpůsobovacích transformátorů.

U každého analogového kanálu terminálu musí být nakonfigurována měřená veličina (jednotka) a typ měřeného signálu.

U každého analogového kanálu je možné nastavit samostatný převodový faktor. Tyto faktory umožňují korigovat difference mezi jmenovitými hodnotami chráněného objektu a měřicích členů (korekce převodů transformátorů proudu, transformátorů napětí, atd.). Nastavená hodnota 1.00 znamená, že jmenovitá hodnota chráněného objektu je přesně stejná, jako je jmenovitá hodnota měřicího zařízení.

Výpočtové analogové kanály - jestliže jsou v dané aplikaci použity senzory, jsou u terminálu vývodového pole REF545 k dispozici i virtuální kanály, kterými jsou prezentovány sdružená napětí, nulová složka proudu a nulová složka napětí. Senzory jsou připojeny k terminálu vývodového pole prostřednictvím koaxiálních kabelů, a z tohoto důvodu není možné u fázových proudů realizovat zapojení obvodu s nulovou větví, nebo u fázových napětí zapojení obvodu otevřeného trojúhelníku. U virtuálních kanálů jsou hodnoty amplitud i fázových úhlů stanoveny výpočtem.

Binární vstupy - vstupy terminálu vývodového pole jsou izolovány optočleny a ovládány napětím. Funkci binárního vstupu je možné invertovat. Programovatelný časový filtr eliminuje zakmitávání signálů a krátkodobá rušení na binárním vstupu. Čas filtru je možné nastavit pro každý binární vstup samostatně.

Potlačení oscilací - terminály vývodového pole mají dva komplexní parametry určené pro potlačení oscilací binárního vstupu.

Nastavení těchto parametrů určuje oscilační úroveň i hysterezi této úrovně pro všechny binární vstupy. Jestliže jsou oscilace detekovány, je generován změnový stav.

Atributy binárního vstupu pro danou konfiguraci terminálu vývodového pole – u každého binárního vstupu lze pomocí atributů definovat stav vstupu (hodnotu), časovou značku stavové změny (čas) a platnost stavu binárního vstupu (platný/neplatný stav). Tyto atributy jsou k dispozici v konfiguraci terminálu vývodového pole a lze je použít pro různé účely a funkce.

Binární výstupy - výstupy terminálu vývodového pole jsou rozděleny do následujících kategorií:

- HSPO: Velmi rychlý výkonový výstup, dvoupólový kontakt určený především pro vypínací účely a pro ovládání vypínače i odpojovače.

- PO: Výkonový výstup, buď jednopólový, nebo dvoupólový kontakt určený především pro ovládání vypínače i odpojovače.

- SO: Signalizační výstup, pracovní (NO) nebo přepínací (NO/NC) kontakt. Výstupní kontakt s normální spínací schopností, který nelze použít pro ovládání a spínání velkých zátěží, jako je například obvod ovládání vypínače.

Analogové výstupy - analogové výstupy je možné použít pro přenos jakékoli měřené nebo vypočtené informace na panelová měřidla, nebo například na systém PLC. Všechny výstupy jsou navzájem galvanicky izolovány a jsou izolovány od napájení i od potenciálu skříňně terminálu vývodového pole.

Výstražné LED indikátory - u terminálu vývodového pole je k dispozici osm výstražných LED indikátorů, které je možné konfigurovat prostřednictvím editoru "Relay Mimic Editor". Barvy LED diod (zelená, žlutá, červená), jejich použití (funkce) a texty stavových informací ON (aktivovaný stav) a OFF (neaktivovaný stav) lze volně definovat. U indikace jsou podporovány tři základní provozní režimy: Indikace bez přídržné funkce, trvale aktivní indikace s přídržnou funkcí a indikace s přídržnou funkcí a blikajícím indikátorem. Výstražná hlášení (alarmy) lze kvitovat dálkově, místně nebo prostřednictvím logiky terminálu.

Kanály výstražných hlášení (alarmů) jsou vybaveny funkcí časového značkování detekovaných výstrah. Použitý princip časového značkování je závislý na zvoleném provozním režimu.

LED indikátor blokovacích podmínek - tato LED dioda indikuje stav, kdy je ovládací manipulace blokována, nebo stav, kdy jsou blokovací podmínky překlenuty (režim ignorování blokovacích podmínek). To znamená, že ovládání je možné i přesto, že blokovací podmínky nejsou splněny.

Kontrola vypínacího obvodu - úkolem této funkce je kontrolovat vypínací obvod vypínače. V případě poruchy na vypínacím obvodu je generována výstraha, která indikuje, že příslušným obvodem není možné provést vypnutí.

Kontrolní funkce pracuje na principu injektáže konstantního proudu do vypínacího obvodu.

Sériová komunikace - terminál vývodového pole je vybaven třemi porty sériové komunikace. Jeden port je na čelním panelu a dva jsou na zadním panelu.

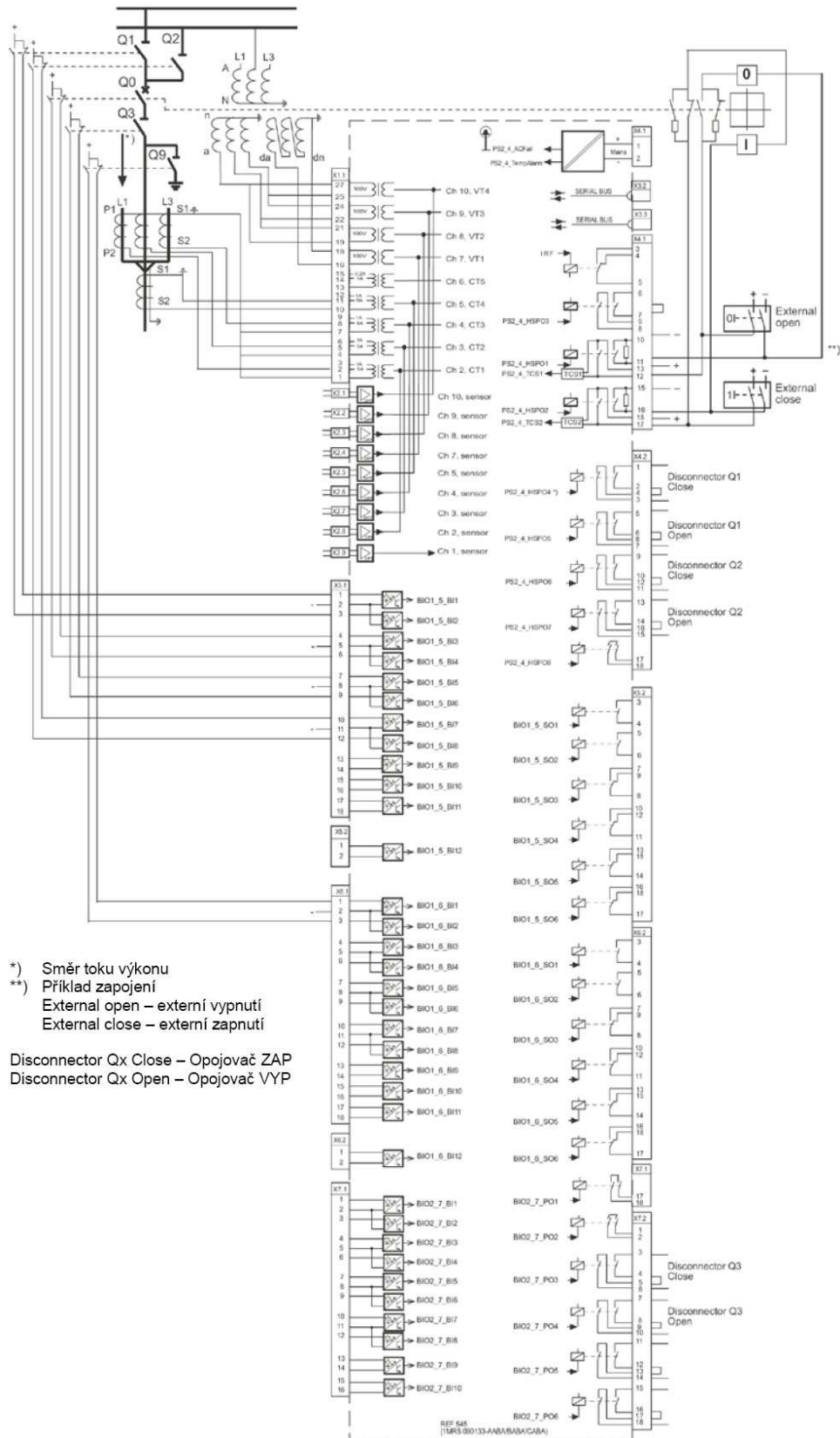
Optické rozhraní na čelním panelu určené pro PC - optický konektor na čelním panelu je určen pro připojení PC při konfiguraci terminálu vývodového pole prostřednictvím SW nástroje CAP 50_. Rozhraní na čelním panelu používá protokol sběrnice SPA.

Optický konektor na čelním panelu galvanicky izoluje PC od vlastního terminálu vývodového pole. Čelní konektor je standardní rozhraní firmy ABB a pro připojení PC je nutné použít specifický optický kabel. Kabel je připojen k sériovému portu RS-232 na PC. Potřebné komunikační parametry rozhraní RS-232 jsou nastaveny v menu komunikace “Communication“ terminálu vývodového pole REF545.

Samočinná kontrola - terminál vývodového pole REF545 je vybaven rozsáhlým systémem samočinné kontroly. Systém průběžně vyhodnocuje závady i poruchy zařízení a prostřednictvím systému HMI i komunikace SPA/LON informuje uživatele o poruchách.

V okamžiku, kdy je detekována porucha, začne blikat zelená LED dioda indikace provozní připravenosti READY, na displeji HMI je zobrazen text indikace poruchy a je generován změnový stav 0/E57. Text indikující poruchu na jednotce HMI je zpráva o dvou řádcích: Nejprve je uvedena obecná část výstrahy ‘Internal fault‘ (interní porucha), za kterou následuje údaj o generovaném IRF kódu poruchy.

Terminál se pokusí o zotavení z poruchového stavu a odstranění poruchy buď restartem modulu, který hlásí poruchu (I/O modul nebo modul jednotky HMI), nebo restartem celého terminálu. Indikace IRF během tohoto restartu zůstává aktivní až do okamžiku, kdy program interní samočinné kontroly vyhodnotí, že terminál pracuje normálně. Pokud porucha trvá i po provedení tří restartů, zůstane terminál trvale ve stavu IRF (tj. ve stavu detekované interní poruchy). [5]



Obrázek 9 - Základní zapojení terminálu REF545 [5]

7 Realizace záměny napět'ových ochran v režimových automatikách HVB II

Předmětem změny je záměna elektromechanických ochran na 2.HVB ETE za digitální ochrany, které umožní přechod na prodloužené lhůty odstávek zařízení.

Bývalá instrumentace elektromechanických ochran na 2.HVB neumožňovala prodloužit periodu údržby z 1x/1rok na 1x/3roky, což je základní předpoklad projektu Optimalizace odstávek ETE. Kromě toho stávající ochrany vykazují zvýšenou poruchovost, náhradní díly jsou zajišťovány s dlouhými dodacími lhůtami a s cenou často odpovídající kusové výrobě.

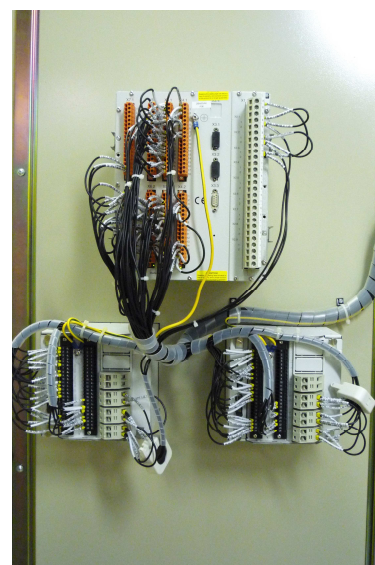
Záměna ochran v rozvodnách 6 kV



Obrázek 10 - Pole 2BA0GA1 před záměnou



Obrázek 11 - Pole 2BA0GA3 po záměně čelní pohled. Nahoře terminál vývodového pole, dole napět'ové ochrany



Obrázek 12 - Pole 2BA0GA3 po záměně pohled ze zadu

Byla provedena záměna stávajících napět'ových relé V15, relé na zpětnou složku napětí PCH13-1 (Obrázek 10) a reléové automatiky AZR a APV za napět'ové ochrany REU610 a terminál vývodového pole REF545. Záměna se týká rozvodn 6 kV 2BA, 2BB, 2BC, 2BD. Prováděla se v pomocných skříních automatik pro rozvodny 6 kV III. kategorie nezajištěného napájení. Dále se záměna prováděla v rozvodnách 6 kV 2BJ a 2BK III/II. kategorie zajištěného napájení v pomocných skříních automatik 2BJGA1, 2BKGA1

Proběhla rekonstrukce vnitřní přístrojové náplně pomocných skříní výše uvedených rozvaděčů, která se týká skříní rozvoden 6 kV 2BA0GA1,3, 2BA0GA2,4, 2BB0GA1,3, 2BB0GA2,4, 2BC0GA1,3, 2BC0GA2,4, 2BD0GA1,3, 2BD0GA2,4, 2BJGA1, 2BKGA1.

Bylo nutné doplnit pomocnou kabeláž mezi skříněmi 2BA0GA1 a 3, 2BA0GA2 a 4, 2BB0GA1 a 3, 2BB0GA2 a 4, 2BC0GA1 a 3, 2BC0GA2 a 4, 2BD0GA1 a 3, 2BD0GA2 a 4.

Bývalé reléové automatiky AZR (automatika zásoku rezervy) a APV (automatiky podpětového vypínání) byly řešeny pomocí napětových relé V15 a pomocnými relé. Tyto soupravy byly umístěné v pomocných skříních automatik GA1, v případě rozvoden 6 kV 2BA, 2BB, 2BC, 2BD ve dvojicích skříní 0GA1 – 0GA3 pro sekce „a“, resp. 0GA2 – 0GA4 pro sekce „b“ těchto rozvoden.

Relé V15 a reléové automatiky byly nahrazeny soupravou mikroprocesorových ochran REU610, která nahradila napětová relé V15 a terminálem REF545, ve kterém jsou řešeny automatiky AZR a APV. Mikroprocesorové ochrany byly umístěny do dveří pomocných skříní GA1, 0GA3, 0GA4. Z původních pomocných relé zůstala zachována jen nezbytně nutná relé.

Vlastní logika AZR a APV zůstala zachována dle původního zadání.

Z pomocných skříní byla demontována veškerá napětová relé a zrušená pomocná a časová relé. Do dveří pomocných skříní byly namontovány výše uvedené mikroprocesorové ochrany (ochrany dodány v zapuštěném provedení) (Obrázek 11, 12). Veškerá kabeláž navazující na ostatní zařízení zůstala zachována. Stávající kabely mezi skříněmi 0GA1 -0GA3 (0GA2 -0GA4) byly použity pro nové vazby mezi těmito skříněmi a doplněny novými kabely. Tyto kabely slouží pro vazbu mezi vnějším zařízením, které je směřováno do skříní reléových automatik a vývodovým terminálem REF545, ve kterém bude řešena veškerá automatika.

Nové zapojení rozvaděčů 6 kV III. kategorie nezajištěného napájení 2BA, 2BB, 2BC, 2BD sekce „a“, s vývody na HCC.

Pro popis je vybrán rozvaděč 2BA, popis pro ostatní rozvaděče je analogický. Výkresy jsou společné pro všechny výše uvedené rozvaděče. Automatika rozvaděče je umístěna v pomocných skříních 2BA0GA1 a 2BA0GA3.

Ze skříní byla demontována nevyužitá pomocná relé. Využita zůstala pouze relé na automatiku volby AZR, blokádu AZR a pomocná relé pro signalizaci. Ve své funkci zůstaly stávající signálky, přepínače ovládacího napětí a tlačítko „RESET“ blokáda AZR. Svorkovnice -XP1 je rozšířena na 90 svorek ostatní svorkovnice zůstaly beze změn.

Ze skříně 2BA0GA3 byla demontována všechna napětová relé typu V15. Svorkovnice -X4 zůstala beze změn, a svorkovnice -XP3 byla rozšířena na 90 svorek. Do dveří skříně byly do výřezů zapuštěny 2 napětové ochrany REU610 funkčně označené -F37.1, -F37.2 a terminál vývodového pole REF 545 funkčně označený -F36.

Popis funkce napěťových relé -F37.1, -F37.2 (typ konfigurace F1/F2).

Napěťová relé -F37.1, -F37.2 jsou připojena na přístrojové transformátory napětí z pole měření (přípojnice rozvaděče, pole 2BA.17), odtud je napětí převedeno ještě do skříně 2BA0GA1.2 (skříně BECO). Do relé -F37.1 jsou umístěny napěťové funkce $U < 0,6 U_n$, $U < 0,5 U_n$, $U_2 >$, do relé -F37.2 napěťové funkce $U < 0,4 U_n$, $U < 0,7 U_n$. Navíc oproti původnímu řešení je ve skříních automatik vyhodnocována funkce $U_2 >$. Dříve byla tato funkce umístěna v poli měření 2BA.17 a označena jako -F35 a byla vyhodnocována v relé na zpětnou složku napětí PCH13-1, jehož výstup působil do obvodů automatiky APV rozvaděče 2BA do skříně napěťových ochran GA3 (4), toto relé bylo zrušeno. Jeho funkce byla nahrazena napěťovým relé s funkcí hlídání zpětné složky napětí, které je umístěno ve skříně automatik GA3 (4). Veškerá pomocná, časová a padáčková relé byla v poli měření zrušena včetně drátování.

Výstupy a blokady funkce napěťových relé zachovávají požadované logiky dle původního projektu.

Popis funkce terminálu -F36 (typ konfigurace E)

Napěťové funkce terminálu -F36 jsou připojeny na přístrojové transformátory napětí rezervního přívodu (napětí před vypínačem rezervního přívodu, pole 2BA.19), odtud je napětí převedeno ještě do skříně 2BA0GA1.2 (skříně BECO).

Do terminálu -F36 je umístěna napěťová funkce $U > 0,8 U_n$, jejíž výstup je zpracován ve vnitřní logice terminálu. Logiky AZR a APV zůstávají beze změny.

Popis zapojení terminálu -F36 a napěťových relé -F37.1, -F37.2 do bývalého řešení skříně automatik 2BA0GA1, 3

Tvorba pomocného napětí pro skříně automatik a signalizace přítomnosti napětí zůstává beze změn.

Vstupy pro blokování či působení AZR, které přicházejí z hlavního a rezervního přívodu rozvaděče 2BA, polí měření napětí rozvaděče 2BA, z WEC, centrálních automatik bloku, relé BECO zůstávají přivedeny na stávající svorky svorkovnice -X1. Ze svorkovnice -X1 jsou tyto vstupy převedeny na svorkovnici -XP1 a odtud vedeny kabelem do skříně 2BA0GA3 na svorkovnici -XP3 a dále jsou vstupy zavedeny do terminálu -F36, kde jsou zpracovány vnitřní logikou.

Tlačítko -SB1 „RESET“ blokáda AZR je zavedeno na vstup terminálu -F36.

Informace zavedené na stávající relé:

- Napětí APV $U < 0,5 U_n$ (z ochrany -F37.1) na relé -KA812.
- Napětí APV $U < 0,6 U_n$ (z ochrany -F37.1) na relé -KA811.
- AZR blokován z terminálu -F36 na relé -KA800 a dále na signalizaci AZR blokován, signálka -HL800.
- Jistič PTN vypnut, z pole měření na přípojnicích rozvaděče 2BA.17 na relé -KA809.

- Pokles napětí na $U < 0,7 U_n$ (z ochrany -F37.2) pro blokování ochran rozvaděčů 0,4 kV na relé -KA810.
- Relé -KA50 hlídá přítomnost napětí vypínače rezervního přívodu, při ztrátě informace do terminálu -F36.
- Relé -KA829, převádí informaci o vyslání zapínacího povelu pro vypínač rezervního přívodu z automatik AZR (buď terminál -F36, nebo relé BECO) na systém NEMES.

Informace pro automatiku BECO a povelů na ovládání vypínače hlavního a rezervního přívodu z terminálu -F36 (propoje mezi skříní 2BA0GA1 a 2BA0GA3) jsou řešeny přes svorkovnice -XP1, -XP3.

Blokování ochran rozvaděčů 0,4 kV od poklesu napětí na rozvaděči 2BA na $U < 0,7 U_n$ zůstává beze změn, přes zmnožovací relé -KA810.

Automatika APV je řešena terminálem -F36 (kromě stupně PVII, který je veden kontaktem stávajícího zmnožovacího relé -KA812 z ochrany -F37.1) a do rozvaděče 2BA.1 vedena stávajícími kabely ze svorkovnice -X1 (propoje mezi skříní 2BA0GA1 a 2BA0GA3 jsou řešeny přes svorkovnice -XP1, -XP3).

Vazby na WEC jsou provedeny jak stávajícím relé (-KP12), tak výstupy z terminálu -F36 a ochran -F37.1, -F37.2.

Signalizace na NEMES je zachována v původním rozsahu, řešena jak výstupy z terminálu -F36, ochran -F37.1, -F37.2, tak stávajícími relé.

Nové zapojení pro rozvaděče 2BA, 2BB, 2BC, 2BD sekce „b“

Opět je vybrán rozvaděč 2BA a pomocné skříně automatik 2BA0GA2 a 2BA0GA4 popis pro ostatní rozvaděče je analogický.

Automatika rozvaděče je umístěna v pomocných skříních 2BA0GA2 a 2BA0GA4. Ze skříně 2BA0GA2 jsou demontována nevyužitá relé. Zůstávají využita pouze relé na volbu automatiky AZR a blokády AZR. Ve své funkci zůstaly signálky, přepínač ovládacího napětí a tlačítko „RESET“ blokáda AZR. Svorkovnice -XP2 byla rozšířena na 90 svorek, zbytek svorkovnic zůstal beze změn.

Ze skříně 2BA0GA4 byla demontována všechna napěťová relé typu V15. Svorkovnice -XP3 se rozšířila na 90 svorek. Do dveří skříně do výřezů byly zapuštěny 2 napěťové ochrany REU610 funkčně označené -F37.1, -F37.2 a terminál vývodového pole REF545 funkčně označený -F36.

Popis funkce napěťových relé -F37.1, -F37.2 (typ konfigurace H1/H2)

Napěťová relé -F37.1, -F37.2 jsou připojena na přístrojové transformátory napětí z pole měření (přípojnice rozvaděče, pole 2BA.22).

Do relé -F37.1 jsou umístěny napěťové funkce $U < 0,6 U_n$, $U < 0,5 U_n$, $U_2 >$, do relé -F37.2 napěťové funkce $U < 0,4 U_n$, $U < 0,7 U_n$. Navíc oproti původnímu řešení je ve skříních automatik vyhodnocována funkce $U_2 >$. Dříve byla tato funkce umístěna v poli měření 2BA.22 a označena jako -F35 a vyhodnocovalo jí relé na zpětnou složku

napětí PCH13-1, jehož výstup působil do obvodů automatiky APV rozvaděče 2BA, do skříně napěťových ochran GA3 (4) toto relé bylo zrušeno. Jeho funkce je nahrazena napěťovým relé s funkcí hlídání zpětné složky napětí, které je umístěno ve skříně automatik GA3 (4). Veškerá pomocná, časová a padáčková relé byla zrušena včetně drátování. Také napěťová ochrana V15 funkčně označená -F36 umístěná na výklopném panelu nn části pole 2BA.22 byla demontována a nahrazena novou ochranou REU610 se stejným funkčním označením. Ochrana slouží pro informaci automatik WEC $U > 0,9 U_n$.

Výstupy a blokády funkce napěťových relé zachovávají požadované logiky dle původní logiky.

Popis funkce terminálu -F36 (typ konfigurace G)

Napěťové funkce terminálu -F36 jsou připojeny na přístrojové transformátory napětí rezervního přívodu (napětí před vypínačem rezervního přívodu, pole 2BA.20). Do terminálu -F36 je umístěna napěťová funkce $U > 0,8 U_n$, jejíž výstup je zpracován ve vnitřní logice terminálu. Logiky AZR a APV zůstávají beze změny dle blokového schéma.

Popis zapojení terminálu -F36 a napěťových relé -F37.1, -F37.2 do bývalého řešení skříně automatik 2BA0GA2, 4

Tvorba pomocného napětí pro skříně automatik a signalizace přítomnosti napětí zůstává beze změn (paketový přepínač -SA2 a signálka -HL50).

Volby z WEC „AZR ZAP!“, „AZR VYP!“ jsou beze změny přivedeny na stávající pomocná relé -KP12, -KP11.

Vstupy pro blokování či působení AZR, které přicházejí z hlavního a rezervního přívodu rozvaděče 2BA, polí měření napětí rozvaděče 2BA, z WEC, centrálních automatik bloku zůstávají přivedeny na stávající svorky svorkovnice -X1. A dále jsou tyto vstupy převedeny na svorkovnici -XP2 a odtud vedeny kabelem do skříně 2BA0GA4 na svorkovnici -XP4. Z této svorkovnice pak vedou na vstupy do terminálu -F36, kde jsou zpracovány vnitřní logikou. Tlačítko -SB1 „RESET“ blokáda AZR je zavedeno na vstup terminálu -F36.

Informace zavedené na stávající relé:

- Napětí APV $U < 0,5 U_n$ (z ochrany -F37.1) na relé -KA812.
- Napětí APV $U < 0,6 U_n$ (z ochrany -F37.1) na relé -KA811.
- AZR blokován z terminálu -F36 na relé -KA800 a dále na signalizaci AZR blokován, signálka -HL800.
- Jistič PTN vypnut, z pole měření na přípojnicích rozvaděče 2BA.22 na relé -KA809.
- Pokles napětí na $U < 0,7 U_n$ (z ochrany -F37.2) pro blokování ochran rozvaděčů 0,4 kV na relé -KA810.

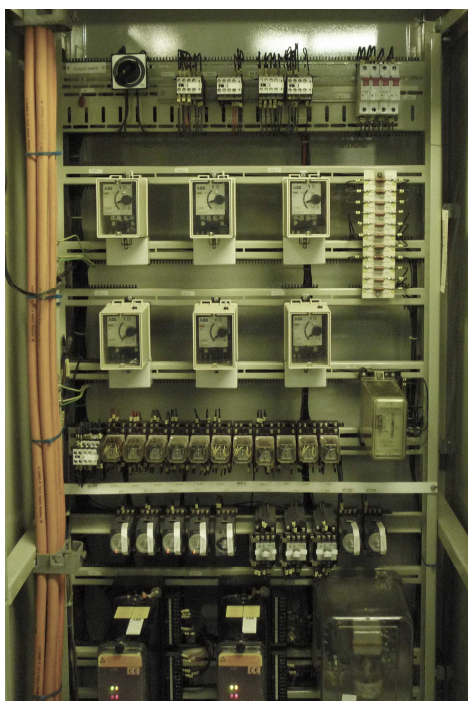
Povely na ovládání vypínače hlavního (vypnutí) a rezervního (zapnutí) přívodu zůstávají beze změn, povely jsou tvořeny výstupy z terminálu -F36.

Blokování ochran rozvaděčů 0.4 kV od poklesu napětí na rozvaděči 2BA na $U < 0,7 U_n$ zůstává beze změn, přes zmnožovací relé -KA810. Automatika APV je řešena terminálem -F36 (kromě stupně PVII, který je veden kontaktem stávajícího zmnožovacího relé -KA812 z ochrany -F37.1) a vedena do rozvaděče 2BA.38.

Vazby na WEC jsou provedeny jak stávajícím relé (-KP12), tak výstupy z terminálu -F36 a ochran -F37.1, -F37.2.

Signalizace na NEMES je zachována v původním rozsahu, řešena jak výstupy z terminálu -F36, ochran -F37.1, -F37.2, tak stávajícími relé

Nové zapojení rozvaděčů 6 kV III / II. kategorie zajištěného napájení 2BJ, 2BK.



Obrázek 13 - Pole 2BJGA1 před záměnou



Obrázek 14 - Pole 2BJGA1 po záměně čelní pohled

Pro popis byl vybrán rozvaděč 2BJ, popis pro rozvaděč 2BK je analogický.

Bývalé relé automatiky rozvaděče byly umístěny společně s napěťovými relé v pomocné skříni 2BJGA1.

Ze skříně 2BJGA1 byla demontována nevyužitá pomocná a časová relé, všechna napěťová relé typu V15 a UKT 913-1-1, relé zpětné složky napětí PCH13-1. Využita zůstanou pouze časová relé pro nepřipravenost ochrany, signálky, přepínač pomocného napětí a jističe pro rozdělení pomocných obvodů (Obrázek 13).

Do dveří skříně do výřezů jsou zapuštěny 2 napěťové ochrany REU610 funkčně označené -F37.1, -F37.2 a terminál vývodového pole REF545 funkčně označený -F36 (Obrázek 14).

Popis funkce napěťových relé -F37.1, -F37.2 (typ konfigurace J1/J2)

Napěťové relé -F37.1 je připojeno na přístrojové transformátory napětí -TV1 z pole měření (přípojnice rozvaděče, pole 2BJ.2), první soubor.

Napěťové relé -F37.2 je připojeno na přístrojové transformátory napětí -TV2 napětí z pole měření (přípojnice rozvaděče, pole 2BJ.2) druhý soubor.

Do relé -F37.1 jsou umístěny napěťové funkce $U > 0,7 U_n$, $U < 0,25 U_n$, $U_2 >$, do relé -F37.2 napěťové funkce $U < 0,7 U_n$, $U < 0,25 U_n$, $U_2 >$.

Výstupy a blokady funkce napěťových relé zachovávají požadované logiky dle blokového schéma.

Popis funkce terminálu -F36 (typ konfigurace I)

Napěťová funkce terminálu -F36 je připojena na přístrojové transformátory napětí -TV2 napětí z pole měření (přípojnice rozvaděče, pole 2BJ.2), druhý soubor.

Do terminálu -F36 je umístěna napěťová funkce $U < 0,5 U_n$, jejíž výstup je zpracován ve vnitřní logice terminálu.

Logiky APV a informace do automatik WEC zůstávají beze změny.

Popis zapojení terminálu -F36 a napěťových relé -F37.1, -F37.2 do stávajícího řešení skříní automatik 2BJGA1

Tvorba pomocného napětí pro skříní automatik a signalizace přítomnosti napětí zůstává beze změn (paketový přepínač -SA2, jističe -FA11, -FA12 rozdělení pomocných napětí pro okruh napěťového relé -F37.1 a -F37.2, signálky -HL50.1, -HL50.2).

Logika APV a logika obou okruhů podmínek pro start DG (informace do automatiky WEC) je řešena terminálem -F36.

Vazby na WEC jsou rozděleny na dva okruhy (zachováno původní řešení) a jsou provedeny výstupy z terminálu -F36, informace o nepřipravenosti ochrany je zmnožena časovými relé -KT11.1, -KT11.2.

Signalizace na NEMES je zachována v původním rozsahu, řešena výstupy z terminálu -F36.

Povely do automatik APV vlastního rozvaděče, napájených úsekových rozvaděčů a usměrňovačů jsou řešeny terminálem -F36.

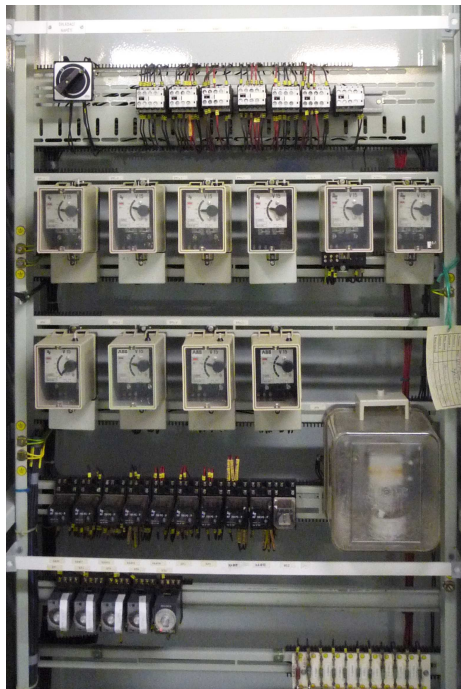
Záměna ochran v rozvodnách 0,4 kV

Bývalé reléové automatiky AZR (automatika zásoku rezervy) a APV (automatiky podpětového vypínání) byly řešeny pomocí napěťových relé V15 a pomocnými relé. Tyto soupravy byly umístěny v pomocných skříních automatik GA1.

Relé V15 a reléové automatiky byly nahrazeny soupravou mikroprocesorových ochran REU610, která nahradí napěťová relé V15 a terminálem REF545, ve kterém

budou řešeny automatiky AZR a APV. Mikroprocesorové ochrany byly umístěny do dveří pomocných skříní GA1.

Vlastní logika AZR, a AZZ (automatika zpětného zásoku) a APV, zůstala zachována dle původního zadání.



Obrázek 15 - Pole 2CA02GA1 před záměnou



Obrázek 16 - Pole 2CA02GA1 po záměně čelní pohled

Popis navrženého řešení pro rozvaděče 2CA02, 2CB02, 2CG

Pro popis byl vybrán rozvaděč 2CA02, popis pro ostatní rozvaděče je analogický. Bývalá relé automatiky rozvaděče byla umístěna společně s napětovými relé v pomocné skříni 2CA02GA1.

Ze skříně 2CA02GA1 byla demontována nevyužitá pomocná a časová relé, všechna napětová relé typu V15 a relé zpětné složky napětí PCH13-1. Využita zůstala pouze pomocná relé pro volbu AZR, blokádu AZR a pomocná relé pro signalizaci. Dále ve své funkci zůstaly signálky, přepínač přívodu pomocného napětí, přepínač volby priority zásoku a tlačítko sloužící pro „RESET“ blokády AZR.

Do dveří skříně do výřezů jsou zapuštěny 2 napětové ochrany REU610 funkčně označené -F37.1, -F37.2 a terminál vývodového pole REF545 funkčně označený -F36.

Popis funkce napětových relé -F37.1, -F37.2 (typ konfigurace N1/N2)

Napětová relé -F37.1, -F37.2 jsou připojena na přístrojové transformátory napětí TV1, které jsou umístěny v poli rezervního přívodu (přípojnice rozvaděče, pole 2CA02.17).

Do relé -F37.1 jsou umístěny napětové funkce $U < 0,7 U_n$, $U < 0,5 U_n$, do relé -F37.2 napětové funkce $U < 0,25 U_n$, $U_2 >$.

Výstupy a blokády funkce napěťových relé zachovávají požadované logiky dle původního projektu.

Popis funkce terminálu -F36 (typ konfigurace M)

Napěťové funkce terminálu -F36 jsou připojeny na přístrojové transformátory napětí TV2 rezervního přívodu (napětí před vypínačem rezervního přívodu, pole 2CA02.17, všechny fáze) a přístrojové transformátory napětí TV3 hlavního přívodu (napětí před vypínačem hlavního přívodu, pole 2CA02.1, fáze L1-L2). Oproti původnímu řešení jsou kontrolovány pouze 2 fáze (druhý vstup do terminálu -F36 nemá jinou možnost), pro funkci AZZ je tato kontrola dostačující, nepředpokládá se stav obnovení pracovního napájení s poruchou jedné fáze.

Do terminálu -F36 je umístěna napěťová funkce $U > 0,9 U_n$ (napětí rezervního přívodu) pro obvody AZR a napěťová funkce $U > 0,9 U_n$ (napětí hlavního přívodu) pro obvody AZZ, výstupy jsou zpracovány ve vnitřní logice terminálu.

Logiky AZR, AZZ a APV zůstávají beze změny dle původního projektu.

Popis zapojení terminálu -F36 a napěťových relé -F37.1, -F37.2 do stávajícího řešení skříní automatik 2CA02GA1

Tvorba pomocného napětí pro skříně automatik a signalizace přítomnosti napětí zůstává beze změn (paketový přepínač -SA2 a signálka -HL50).

Volby z WEC „AZR ZAP!“, „AZR VYP!“, „AZZ ZAP!“ jsou beze změny přivedeny na stávající pomocná relé -KP12, -KP11, -KT12.

Popis navrženého řešení pro rozvaděče 2CA01, 2CB01

Pro popis byl vybrán rozvaděč 2CA01, popis pro ostatní rozvaděče je analogický.

Bývalé relé automatiky rozvaděče byly umístěny společně s napěťovými relé v pomocné skříně 2CA01GA1.

Ze skříně 2CA01GA1 byla demontována nevyužitá pomocná a časová relé, všechna napěťová relé typu V15 a relé zpětné složky napětí PCH13-1. Využita zůstala pouze relé volby AZR, blokádu AZR a pomocná relé pro signalizaci. Dále ve své funkci zůstaly signálky, přepínač přívodu pomocného napětí, přepínač volby priority zásahu a tlačítko sloužící pro „RESET“ blokády AZR.

Do dveří skříně do výřezů byly zapuštěny 2 napěťové ochrany REU610 funkčně označené -F37.1, -F37.2 a terminál vývodového pole REF545 funkčně označený -F36.

Popis funkce napěťových relé -F37.1, -F37.2 (typ konfigurace L1/L2)

Napěťová relé -F37.1, -F37.2 jsou připojena na přístrojové transformátory napětí TV1, které jsou umístěny v poli rezervního přívodu (přípojnice rozvaděče, pole 2CA01.1).

Do relé -F37.1 jsou umístěny napěťové funkce $U < 0,7 U_n$, $U < 0,5 U_n$, do relé -F37.2 napěťové funkce $U < 0,25 U_n$, $U_2 >$.

Výstupy a blokády funkce napěťových relé zachovávají požadované logiky dle původního zadání.

Popis funkce terminálu -F36 (typ konfigurace K)

Napěťové funkce terminálu -F36 jsou připojeny na přístrojové transformátory napětí TV2 rezervního přívodu (napětí před vypínačem rezervního přívodu, pole 2CA01.1, všechny fáze) a přístrojové transformátory napětí TV3 hlavního přívodu (napětí před vypínačem hlavního přívodu, pole 2CA01.17, fáze L1-L2). Pro funkci AZZ je tato kontrola dostačující, nepředpokládá se stav obnovení pracovního napájení s poruchou jedné fáze.

Do terminálu -F36 je umístěna napěťová funkce $U > 0,9 U_n$ (napětí rezervního přívodu) pro obvody AZR a napěťová funkce $U > 0,9 U_n$ (napětí hlavního přívodu) pro obvody AZZ, výstupy jsou zpracovány ve vnitřní logice terminálu. Logiky AZR, AZZ a APV zůstávají beze změny.

Popis zapojení terminálu -F36 a napěťových relé -F37.1, -F37.2 do stávajícího řešení skříní automatik 2CA01GA1

Tvorba pomocného napětí pro skříně automatik a signalizace přítomnosti napětí zůstává beze změn (paketový přepínač -SA2 a signálka -HL50).

Volby z WEC „AZR ZAP!“, „AZR VYP!“, „AZZ ZAP!“ jsou beze změny přivedeny na stávající pomocná relé -KP12, -KP11, -KT12.

Vstupy pro blokování či působení AZR, které přicházejí z hlavního a rezervního přívodu rozvaděče 2CA01, vstupy pro zabezpečení proti hromadnému AZR z rozvaděčů 2CA02, 2CJ02, 2CG z centrálních automatik bloku, zůstávají přivedeny na stávající svorky svorkovnice -X1. Dále jsou přivedeny na vstupy terminálu -F36, kde jsou zpracovány vnitřní logikou.

Tlačítko -SB1 „RESET“ blokad AZR je zavedeno na vstup terminálu -F36.

Informace zavedené na stávající relé:

- Priorita zásroku navolena (přepínač -SA1) na relé -KA812.
- Jistič MTN TV1 vypnut na relé -KA802.
- Stav „READY“ napěťových relé -F37.1, -F37.2 a terminálu -F36 na časová relé -KT6, -KT6.1.
- AZR blokován z terminálu -F36 na relé -KA800 a dále na signalizaci AZR blokován, signálka -HL800.

Povely na ovládání vypínače hlavního a rezervního přívodu zůstávají beze změn, povely jsou tvořeny výstupy z terminálu -F36.

Automatika APV je řešena terminálem -F36 a napěťovým relé -F37.1 a do pole hlavního přívodu rozvaděče 2CA01.17.

Výstupy z automatiky zabezpečení proti hromadnému zásroku na rozvaděče napájené z jednoho rezervního transformátoru. Výstupy z terminálu -F36 na skříně automatik rozvaděčů 2CA02GA1, 2CJ02GA1, 2CGGA1.

Vazby na WEC jsou provedeny jak stávajícím relé (-KP12), tak výstupy z terminálu -F36.

Signalizace na NEMES je zachována v původním rozsahu, řešena jak výstupy z terminálu -F36, ochran -F37.1, -F37.2, tak stávajícími relé.

Popis navrženého řešení pro rozvaděč 2CJ03

Rozvaděče 2CJ03 a 2CK03 jsou propojené podélnou spojkou, jejíž vypínač tvoří rezervní přívod.

Bývalé relé automatiky rozvaděče byly umístěny společně s napěťovými relé v pomocné skříni 2CJ03GA1.

Ze skříně 2CJ03GA1 byla demontována nevyužitá pomocná a časová relé, všechna napěťová relé typu V15 a relé zpětné složky napětí PCH13-1. Využita zůstala pouze relé pro volbu AZR, blokádu AZR a pomocná relé pro signalizaci. Dále ve své funkci zůstaly signálky, přepínač přívodu pomocného napětí, přepínač volby priority zásroku a tlačítko sloužící pro „RESET“ blokády AZR.

Do dveří skříně byla do výřezů zapuštěna napěťová ochrana REU610 funkčně označená -F37 a terminál vývodového pole REF545 funkčně označený -F36.

Popis funkce napěťového relé -F37 (typ konfigurace T)

Napěťové relé -F37 je připojeno na přístrojové transformátory napětí TV1, které jsou umístěny v poli spojky mezi 2CJ03 a 2CK03 (přípojnice rozvaděče, pole 2CJ03.1).

Do relé -F37 jsou umístěny napěťové funkce $U < 0,25 U_n$, $U > 0,9 U_n$ a U_2 .

Výstupy a blokády funkce napěťového relé zachovávají požadované logiky dle blokového schéma.

Popis funkce terminálu -F36 (typ konfigurace R)

Napěťové funkce terminálu -F36 jsou připojeny na přístrojové transformátory napětí TV3 hlavního přívodu (napětí před vypínačem hlavního přívodu, pole 2CJ03.14, všechny fáze).

Do terminálu -F36 je umístěna napěťová funkce $U > 0,9 U_n$ (napětí hlavního přívodu) pro obvody AZZ, výstupy jsou zpracovány ve vnitřní logice terminálu.

Logiky AZR, AZZ a APV zůstávají beze změny.

Popis zapojení terminálu -F36 a napěťového relé -F37 do stávajícího řešení skříně automatik 2CJ03GA1

Tvorba pomocného napětí pro skříně automatik a signalizace přítomnosti napětí zůstává beze změn.

Volby z WEC „AZR ZAP!“, „AZR VYP!“, „AZZ ZAP!“ jsou beze změny.

Vstupy pro blokování či působení AZR, které přicházejí z hlavního a rezervního přívodu (spojky) rozvaděče 2CJ03, vstupy ze skříně automatik 2CK03GA1, zůstávají

přivedeny na stávající svorky svorkovnice -X1. Dále jsou přivedeny na vstup terminálu -F36, kde jsou zpracovány vnitřní logikou.

Tlačítko -SB1 „RESET“ blokad AZR je zavedeno na vstup terminálu -F36.

Informace zavedené na stávající relé:

- Jistič MTN TV1 vypnut na relé -KA803.
- AZR blokován (působení ochran) z terminálu -F36 na relé -KA800 a dále na signalizaci AZR blokován, signálka -HL800.
- Napětí přípojnic 2CJ03 $U > 0,9 U_n$ na relé -KF1 a dále do obvodů AZR.

Povely na ovládání vypínače hlavního a rezervního přívodu zůstávají beze změn, povely jsou tvořeny výstupy z terminálu -F36.

Blokování ochran hlavního přívodu od AZR na 2CK03, přes 2CJ03GA1 jsou vedena stávajícími kabely ze svorkovnice -X1 na 2CJ03.13A.

Vazby na WEC jsou provedeny jak stávajícím relé (-KP12), tak výstupy z terminálu -F36.

V signalizaci na NEMES nebylo možno vyvést hlášky „3107D – působení APV před KT1, čas T1/0“ (z ochrany -F37 nelze vyvést) a 3111D – napětí APV1 $U < 0,5 U_n$ (hladina tohoto napětí při použití ochrany -F37 není nutná vyvádět). Ostatní signalizace je zachována v původním rozsahu, řešena jak výstupy z terminálu -F36, ochrany -F37, tak stávajícími relé.

Popis navrženého řešení pro rozvaděče 2CK03

Bývalé relé automatiky rozvaděče byly umístěny společně s napěťovými relé v pomocné skříni 2CK03GA1.

Ze skříně 2CK03GA1 byla demontována nevyužitá pomocná a časová relé, všechna napěťová relé typu V15 a relé zpětné složky napětí PCH13-1. Využita zůstala pouze relé pro volbu AZR, blokadu AZR a pomocná relé pro signalizaci. Dále ve své funkci zůstanou signálky, přepínač přívodu pomocného napětí, přepínač volby priority záskoku a tlačítko sloužící pro „RESET“ blokady AZR.

Do dveří skříně do výřezů je zapuštěna napěťová ochrana REU610 funkčně označená -F37 a terminál vývodového pole REF545 funkčně označený -F36.

Popis funkce napěťového relé -F37 (typ konfigurace T)

Napěťové relé -F37 je připojeno na přístrojové transformátory napětí TV2, které jsou umístěny v poli spojky mezi 2CJ03 a 2CK03 (přípojnice rozvaděče 2CK03, pole 2CJ03.1).

Do relé -F37 jsou umístěny napěťové funkce $U < 0,25 U_n$, $U > 0,9 U_n$ a $U_2 >$.

Výstupy a blokady funkce napěťového relé zachovávají požadované logiky dle blokového schéma.

Popis funkce terminálu -F36 (typ konfigurace S)

Napěťové funkce terminálu -F36 jsou připojeny na přístrojové transformátory napětí TV2 hlavního přívodu (napětí před vypínačem hlavního přívodu, pole 2CK03.1, všechny fáze).

Do terminálu -F36 je umístěna napěťová funkce $U > 0,9 U_n$ (napětí hlavního přívodu) pro obvody AZZ, výstupy jsou zpracovány ve vnitřní logice terminálu -F36 skříně 2CJ03GA1 a přes -F36 vlastní skříně automatik působí na hlavní přívod.

Logiky AZR, AZZ a APV zůstávají beze změny.

Popis zapojení terminálu -F36 a napěťového relé -F37 do stávajícího řešení skříně automatik 2CK03GA1

Tvorba pomocného napětí pro skříně automatik a signalizace přítomnosti napětí zůstává beze změn (paketový přepínač -SA2 a signálka -HL50).

Vstupy pro blokování či působení AZR, které přicházejí z hlavního rozvaděče 2CK03, vstupy ze skříně automatik 2CJ03GA1, zůstávají přivedeny na stávající svorky svorkovnice -X1. Dále jsou přivedeny na vstupy terminálu -F36, kde jsou zpracovány vnitřní logikou.

Tlačítko -SB1 „RESET“ blokad AZR je zavedeno na vstup terminálu -F36.

Informace zavedené na stávající relé:

- Přítomnost pomocného napětí je kontrolována relé -KA50, jeho kontakt se uplatní ve vazbách AZR READY na skříně automatik 2CJ03GA1.
- Jistič MTN TV2 vypnut na relé -KA803.
- AZR blokován (působení ochran) z terminálu -F36 na relé -KA800 a dále na signalizaci AZR blokován, signálka -HL800.
- Napětí přípojnic 2CJ03 $U > 0,9 U_n$ na relé -KF1 a dále do skříně automatik 2CJ03GA1 obvodů AZR a signalizace.

Povely na ovládání vypínače hlavního přívodu zůstávají beze změn, povely jsou tvořeny výstupy z terminálu -F36.

Povely na ovládání vypínače spojky zůstávají beze změn, povely jsou tvořeny výstupy z terminálu -F36 a působí přes skříně automatik 2CJ03GA1.

Blokování ochran hlavního přívodu od AZR na 2CJ03, přes 2CK03GA1 jsou vedena stávajícími kabely ze svorkovnice -X1 na 2CK03.3B.

Vazby na WEC jsou vedeny z výstupu terminálu -F36 přes skříně automatik 2CJ03GA1. Vazby jsou provedeny stávajícími kabely ze svorkovnice -X1.

V signalizaci na NEMES nebylo možno vyvést hlášky „3108D – působení APV před KT1, čas T1/0“ (z ochrany -F37 nelze vyvést) a 3112D – napětí APV1 $U < 0,5 U_n$ (hladina tohoto napětí při použití ochrany -F37 není nutná vyvádět). Ostatní signalizace je zachována v původním rozsahu, řešena jak výstupy z terminálu -F36, ochrany -F37, tak stávajícími relé. [6]

8 Uvedení do provozu a odzkoušení nových ochran

Změna spočívala v demontáži stávajícího systému ochran V15, relé na zpětnou složku napětí PCH13-1, pomocných a časových relé v:

- rozvodnách 6 kV III. kategorie nezajištěného napájení 2BA, 2BB, 2BC, 2BD.
- pomocných skříních pro rozvodny 6 kV III. kategorie napájení NN 2BA0GA1-4, 2BB0GA1-4, 2BC0GA1-4, 2BD0GA1-4.
- rozvodnách 6 kV III/II. kategorie zajištěného napájení 2BJ, 2BK.
- pomocných skříních pro rozvodny 6 kV III/II. kategorie napájení ZN 2BJGA1, 2BKGA1.
- rozvodnách 0,4 kV III. kategorie nezajištěného napájení 2CA01, 2CA02, 2CB01, 2CB02 a v rozvodnách 0,4 kV III/II. zajištěného napájení 2CJ03, 2CK03.
- pomocných skříních pro rozvodny 0,4 kV III. kategorie napájení 2CA01GA1, 2CA02GA1, 2CB01GA1, 2CB02GA1 a pomocné skříně pro rozvodny 0,4 kV III/II. kategorie napájení 2CJ01GA1, 2CK03GA1.

Dále došlo k úpravě těchto rozvodů pro instalaci nového systému. Změna byla i v dodávce a montáži ochran REF545, REU610 do těchto rozvodů a zapojení těchto ochran do stávajících ovládacích a signalizačních obvodů.

Cílem zkoušek bylo ověření funkčnosti automatik APV a AZR po záměně napěťových ochran V15 a relé na zpětnou složku napětí PCH13-1 a reléové automatiky AZR a APV, za napěťové ochrany REU610 s označením -F37 a terminál REF545 s označením F36 a zdokumentování, že provedená záměna ochran je v souladu s prováděcím projektem.

Bezpečnostní rizika a opatření

Riziko - nežádoucí ovlivnění stavu provozovaného rozvodu

Opatření - blokáda nežádoucího působení (vypnutí) do provozovaného rozvodu

Riziko - montáž, zkoušky a kontroly na zařízení 6 kV

Opatření - realizace prací na příkaz "B" Výkonové prvky silových obvodů musí být bez napětí.

Riziko - montáž, zkoušky a kontroly na zařízení s některými obvody pomocného napájení (AC, DC) pod napětím

Opatření - upozornění na obvody a části obvodů pod napětím a jejich případné zakrytí
Výkonové prvky silových obvodů v rozvodně budou pod napětím.

Pro příslušný přívod rozvaděče bude zajištěno pomocné napájení vypínače a ochrany.

Stanovení bezpečnostních rizik a zajištění pracoviště, na kterém budou probíhat práce, bude stanoveno v P-příkazu pro jednotlivou rozvodnu.

Výkonové vypínače musí být v revizních polohách.

Pro zkoušky zařízení bude nutná přítomnost ovládacích napětí.

Vypínač 6 kV vývodu nadřazené rozvodny hlavního přívodu vypnut a zajištěn.

Vypínače hlavního a rezervního přívodu v revizní poloze.

Pro příslušný přívod rozvaděče bude zajištěno pomocné napájení vypínače a ochrany.

Výchozí stav pro zahájení zkoušek – dokončená realizace změny dle realizační dokumentace.

Byl vystaven protokol IZ (Protokol o individuální zkoušce elektrozařízení – kontrola provedené demontáže a montáže i v silových prostorech, kontrola konfigurace jednotek) po instalaci zařízení, byla vystavena revizní zpráva.

Zkoušená rozvodna 6 kV vypnuta a zajištěna.

Zapnuta všechna potřebná ovládací napětí.

Detailní popis výchozího stavu rozvodny 6 kV je specifikován v příslušné kapitole postupu.

Sledované parametry – bezporuchová funkční činnost ochranných jednotek REF545, REU610.

Zkoušky byly rozděleny na dvě části

- Zkoušky pomontážní (předkomplexní)
- Zkoušky komplexní

Zkoušky na rozvodnách 6 kV III. kategorie nezajištěného napájení - 2BA, 2BB, 2BC, 2BD

Pro popis byl vybrán rozvaděč 2BA, popis pro ostatní rozvaděče je analogický.

Zkoušky pomontážní (předkomplexní)

Dokumentace

- Realizační dokumentace v platné revizi
- Manuál pro REF545, REU610.

Výchozí stav

- Rozvodna je bez napětí.
- Vypnuta všechna potřebná ovládací napětí.
- Konektory z jednotek jsou demontovány.

Kontrola nově instalovaných řídicích jednotek a ovládacích obvodů ve skříních dotčených realizací změny dle Realizační dokumentace je v zásadě rozdělena na kontroly:

- Kontrolu demontáže ochrany V15, pomocná relé.
- Kontrolu montáže nových ochrany _F36 (REF545), _F37.1 a _F37.2 (REU610), propojů.
- Sekundární zkoušky elektrických ochrany.
- Zkoušky celistvosti obvodů podle liniového schématu

Zkoušky komplexní

Výchozí stav

Linka 400 kV vypnuta. Vypínače hlavních přívodů rozveden 6 kV III. kategorie vypnuty. Zkoušená rozvodna 6 kV vypnuta a zajištěna, vypínače v polích hlavních a rezervních přívodů v revizní poloze, ovládací napětí rozvodny zapnuto. Paketové spínače ovládacího napětí v polích hlavního a rezervního přívodu, v polích měření a ve skříních automatik vypnuté. Jističe FA15 a FA17 v polích měření vypnuty. Jističe FA24 v polích rezervních přívodů vypnuty. Napájení relé BECO vypnuto. Automatika CAB zajištěna. Systém NEMES funkční. Nastavení zdroje na zkoušky - Freja 300 pro U_n 100% $3 \times 100 \text{ V } U_s$ ($3 \times 57,7 \text{ V } U_f$), fázový posun 120° . (L1- 330° , L2- 210° , L3- 90°). Ochrany nastaveny na požadované hodnoty a jsou vysunuty z pouzder, u terminálu REF545 odpojeny konektory.

Průběh zkoušky:

Ověření napájecích a měřících obvodů ochran

Zapínáním ovládacího napětí jednotlivých polí kontrolujeme napájení jednotlivých ochran a správnou polaritu na jejich svorkách.

Zdroj Freja 300 připojit na vývod jističe.

Platí: F37.1,F37.2 v poli GA3 – jistič FA17 pole měření sekce „a“

F37.1,F37.2 v poli GA4 – jistič FA17 pole měření sekce „b“

F36 v poli měření – jistič FA15 příslušného pole měření

F36 ve skříní GA3 – jistič FA24 v poli rezervního přívodu sekce „a“

F36 ve skříní GA4 – jistič FA24 v poli rezervního přívodu sekce „b“

Najíždět s napěťovým zdrojem až na U_n ($3 \times 100 \text{ V } U_s$) a zároveň měřit na svorkách ochran. Po vypnutí ovládacího napětí. Zasunutí ochran na pracovní pozice. Připojení konektoru. Zapnutí ovládacího napětí a sledování jejich náběhu.

Odzkoušení ochrany F36 v polích automatik

F36 ve skříní GA3 – jistič FA24 v poli rezervního přívodu sekce „a“

F36 ve skříní GA4 – jistič FA24 v poli rezervního přívodu sekce „b“

Zdroj Freja 300 je připojen na vývod jističe.

Postupně zvyšovat napětí a při $0,8 U_n$ sledovat náběh ochrany F36 – napětí rezervního přívodu. Na systému NEMES přichází signál: Rez $U > 0,8 U_n$.

Postupně snižovat napětí a sledovat odpad ochrany F36.

Vlastní funkce bude vyzkoušena při zkoušce AZR.

Odzkoušení ochrany F36 v polí měření

Zdroj je připojen na vývod jističe FA15 v poli měření a nastaveno U_n ($3 \times 100 \text{ V } U_s$).

Postupně snižovat napětí a při $0,9 U_n$ sledovat náběh relé KTF36, příchod signálu H36 (z 1 do 0) na WEC, příchod signálu U/APS na NEMES.

Postupně zvyšovat napětí a sledovat odpad relé KTF36, signál H36 (z 0 do 1) na WEC, signál U/APS na NEMES (z 1 do 0).

Odpojit zdroj. Zapnout jističe FA15,FA17. Zkontrolovat bezporuchový stav.

Aktivovat na ochraně signál IRF – sledovat náběh poruchové signalizace (relé KA30,KT30 a HL30).

Ověření funkčnosti automatiky APV a kontrola nastavení ochrany F37.1 pro zpětnou složku napětí

Rozpojení svorek WAGO svorkovnic X3 a X4 ve skříních automatik GA3,GA4
Zapnutí jističů FA15,FA17,FA24

Nastavení ochrany F37.1 na zpětnou složku napětí

Zdroj je připojen na vnitřní stranu svorkovnice X3:1,3,5 ve skříní automatik GA3 (sekce „a“) nebo svorkovnice X4:1,3,5 ve skříní automatik GA4 (sekce „b“)

Zapnuto ovládací napájení a nastaveno U_n (3 x 100 V U_s).

Postupným snižováním napětí u každé fáze zvlášť sleduje se náběh signálu „zpětná složka napětí“. Hodnoty pro náběh jsou -15V od nastavené hodnoty U_n u jednotlivé fáze (platí pro hodnoty U_f).

Přípravek na zkoušení APV připojen na svorkovnici v rezervním přívodu (X1: sv. 45-56) příslušné sekce.

Zdroj je připojena na vnitřní stranu svorkovnice X3:1,3,5 ve skříní automatik GA3 (sekce „a“) nebo svorkovnice X4:1,3,5 ve skříní automatik GA4 (sekce „b“).

Zapnout ovládací napájení a nastavit Zdroj na U_n (3 x 100 V U_s).

Postupným snižováním napětí se dojde k aktivaci jednotlivých podpěťových stupňů:

- PVI/20 – $0,6 U_n/0,5$ s – impuls 20 s
- PVI/60 – $0,6 U_n/0,5$ s – impuls 60 s
- PVII – $0,5 U_n/5$ s
- PVIII – $0,4 U_n/9$ s
- PVI/20/60/+ – PVI/20 nebo CAB současně s PVI nebo s LOAD TRIP od BECO
- PV+/60+ – PVII nebo CAB současně s PVI nebo s LOAD TRIP od BECO

a dále dojde k aktivaci relé:

- KA810 – $0,7 U_n$ – blokování ochran $0,4$ kV
- KA811 – $0,6 U_n$
- KA812 – $0,5 U_n$

současně bude vygenerován signál na WEC - H 371

a podpěťové signály na NEMES

- APV/c.T1/0 $0,6 U_n$
- APV/c.0/T7 $0,6 U_n/20$ s
- APV/c.0/T4 $0,6 U_n/60$ s

- APV/c.T2/0 0,5 U_n
- APV/c.T3/0 0,4 U_n
- APV/c.0T/8 APV sekce na vyp. QM1
- APV/0,4 U_n
- APV/0,5 U_n
- APV/0,6 U_n
- APV/0,7 U_n

Blokáda ochran 0,4 kV

- APV/0,9 U_n pouze u sekce „b“ rozvaděčů 2BA , 2BC

Zkouška blokad APV

Opakovat zkoušku při vypnutém jističi PTN (pole měření FA17) – APV nepůsobí, zapnout jistič a sledovat působení APV.

Opakovat zkoušku při nastavení na zdroji L1-300°, měnit fázový posun na L1-330° a sledovat při cca L1-308° působení APV.

Opakovat zkoušku při odpojeném napájení jednotlivých ochran F37.1, F37.2, F36 – APV nepůsobí, zapínat napájení jednotlivých ochran a sledovat působení APV.

Ověření funkčnosti automatiky AZR

Ovládací napětí rozvodny zapnuto v polích hlavního i rezervního přívodu v poli měření a v poli automatik. Vypínače pracovního a rezervního přívodu v revizní poloze.

Paketový spínač SA3 v poli automatik pro napájení relé BECO vypnut. Systém NEMES funkční.

Vyzkoušení volby AZR z BD. Sledovat ve skříních GA1,GA2 náběhy relé KP12 (v sekci „a“ i KP12.1), pro zrušení volby AZR sledovat náběh relé KP11 a odpad KP12 (v sekci „a“ i KP12.1).

AZR sekce „a“ – AZR U1 (0,4 U_n /0,5 s)

Zdroj je připojen na vnitřní stranu svorkovnice X3:1,3,5 ve skříní automatik GA3 (sekce „a“), vypínač hlavního přívodu zapnutý, vypínač rezervního přívodu vypnutý. AZR navolen a není blokován (nesvítí HL800 na skříní GA1). Simulovat $U > 0,8 U_n$ u rezervního přívodu (připojit druhý zdroj napětí – Freja RTS21 na svorky X4:11,13,15 a nastavit na $U_n - 3 \times 100 \text{ V } U_s$).

Zdroj Freja 300 je nastaven na U_n ($3 \times 100 \text{ V } U_s$). Postupně snižujeme napětí a sledujeme při 0,4 U_n vypnutí vypínače hlavního přívodu a po cca 0,5 s zapnutí vypínače rezervního přívodu.

Zkouška blokad AZR

Zkoušku opakujeme při vypnutém jističi PTN (pole měření FA17) – hlavní vypínač při 0,4 U_n nevypíná, zapnutím jističe projde AZR dle předchozího bodu.

Zkoušku opakujeme při nastavení na zdroji L1-300°, hlavní vypínač při $0,4 U_n$ nevypíná, měníme fázový posun na L1-330° a při cca L1-308° vypínače hlavního přívodu vypne a zapne vypínače rezervního přívodu.

Zkoušku opakujeme při odpojeném napájení jednotlivých ochran F37.1, F37.2, F36 – hlavní vypínač při $0,4 U_n$ nevypíná, zapneme napájení jednotlivých ochran a AZR opět projde.

Zkoušku opakujeme při signálu popud ochran (ve skříní ochran propojit na svorkovnici 2X701 sv. 10,25) – hlavní vypínač při $0,4 U_n$ vypíná, zrušením propoje zapne vypínač rezervního přívodu.

Automatika CAB + nadproud RNVS – propojit v poli automatik GA1 svorky X1:10,58 a X1:9,55 – opakovat zkoušku – hlavní vypínač při $0,4 U_n$ vypíná, vypínač rezervního přívodu nezapne. Zrušením propojení X1:10,58, zapne vypínač rezervního přívodu. Zkoušku opakujeme, ale rozpojíme svorky X1:9,55 – hlavní vypínač při $0,4 U_n$ vypíná a po rozpojení svorek vypínač rezervního přívodu nezapne. Propojit v poli automatik GA1 svorky X1:10,58 a X1:8,56 – opakovat zkoušku – hlavní vypínač při $0,4 U_n$ vypíná, vypínač rezervního přívodu zapne až po zrušení propojení 8,56.

Vypnout ovládací napájení rezervního přívodu – opakovat zkoušku – hlavní vypínač při $0,4 U_n$ vypíná, vypínač rezervního přívodu zapne až po obnovení ovládacího napětí rezervního přívodu.

Při kontrole těchto blokád nutno kontrolovat signálku HL800 blokáda AZR na dveřích skříně automatik GA1 – svítí a náběh relé KA800. Při kontrole těchto blokád dát pozor na časové okno pro AZR U1 – 6 s. Zkoušená blokáda nesmí trvat déle, jinak nedojde k zapnutí rezervního přívodu.

Vypnout vypínač hlavního přívodu ručně – kontrolovat signálku HL800 a relé KA800 blokáda AZR – blokádu zrušíme tlačítkem SB1 na dveřích skříně automatik GA1.

Stejný průběh od simulace ASV vypínače HCČ a od simulace působení ochran hlavního přívodu. Simulovat působení ochran hlavního přívodu (HZO) – stejný průběh jako v předešlých dvou případech.

AZR sekce „b“ - AZR U $0,6 U_n/0,5$ s
- AZR T stav QM1/0,7 s

Zdroj Freja 300 je nastavit na U_n (3 x 100 V U_s) a připojit na vnitřní stranu svorkovnice X3:1,3,5 ve skříní automatik GA3 (sekce „b“), vypínač hlavního přívodu zapnutý, vypínač rezervního přívodu vypnutý. AZR navolen a není blokován (nesvítí HL800 na skříní GA2). Simulace $0,8 U_n$ u rezervního přívodu druhým zdrojem Freja RTS21 na svorkách X3:11,12,13. Postupným snižováním napětí až na $0,4 U_n$ dojde k vypnutí vypínače hlavního přívodu a po cca 0,5 s zapnutí vypínače rezervního přívodu.

Oba zdroje jsou připojeny jako při první zkoušce sekce „b“. Vypneme dálkově z BD vypínač hlavního přívodu a dojde k vypnutí vypínače hlavního přívodu a cca po 0,7 s zapnutí vypínače rezervního přívodu.

Při zkouškách blokad AZR postupujeme stejně jako u sekce „a“. Vynecháváme pouze blokádu od ASV HCČ.

Kontrola signálů WEC

- AZR_H1 – AZR nenavolen
- AZR_H2 – AZR navolen
- H5_ – AZR není blokován (vyzkoušet AZR not ready odpojením napájení jednotlivým ochranám)
- H871_ - působení AZR

Kontrola signálů NEMES

- AZR/QM2 – povel AZR U (U1)
- KP12 – AZR navolen přes KP12
- bl. AZR/pop. – blokování AZR od popudů ochran
- CAB 0/T4 – CAB pro APV */60*
- CAB 0/T7 – CAB pro APV */20*
- CAB 0/T5 – CAB pro blokádu AZR
- H872 – AZR blokován

Sekce „a“ – AZR ruc. – iniciace ručně od relé BECO

Sekce „b“ – AZR-T – povel AZR T

Zkoušky na rozvodnách 6 kV III/II. kategorie zajištěného napájení - 2BJ, 2BK

Pro popis byl vybrán rozvaděč 2BJ, popis pro rozvaděč BK je analogický

Zkoušky pomontážní (předkomplexní)

Dokumentace:

- Realizační dokumentace v platné revizi
- Manuál pro REF545, REU610.

Výchozí stav:

- Rozvodna je bez napětí.
- Vypnuta všechna potřebná ovládací napětí.
- Jednotka je vysunuta z šasí. U terminálu REF545 odpojen konektor.

Kontrola nově instalovaných řídicích jednotek a ovládacích obvodů ve skříních dotčených realizací změny dle Realizační dokumentace je v zásadě rozdělena na kontroly:

- Kontrolu demontáže ochran V15, pomocná relé.
- Kontrolu montáže nových ochran _F36 (REF545), _F37.1 a _F37.2 (REU610), propojů.

- Zkoušky celistvosti obvodů podle liniového schématu

Zkoušky komplexní

Výchozí stav:

Zkoušená rozvodna 6 kV vypnuta a zajištěna. Obvod startu DG a APS 5.1 2BJ (5.2 2BK) zajištěn. Vypínač hlavního přívodu 2BJ.8 (2BK.8) v revizní poloze, vypínač DG 2BJ.1 (2BK.1) v revizní poloze, vypínače podélných spojek 2BJ16 a 2BK16 v revizní poloze. Vypínače pohonů rozvodny vypnuty v revizní poloze, ovládání z BD přepnuto do „ODST“ resp. „DISABLE“ a naforsován signál H1 do log. 1 a H2 do log. 0. Vypínače trafo vývodů rozvodny vypnuty v revizní poloze. Ovládací napětí rozvodny zapnuto. Jističe FA11 a FA12, ovládacího napětí v poli 2BJGA1 (2BKGA1) vypnuty. Jističe FA23 a FA141 v poli měření vypnuty. Vypínače pohonů 0,4 kV na rozvodnách 2CJ01(2CK01) 2CJ03(2CK03), zahrnutých v automatice APV nadřazené rozvodny vypnuty a pokud je to možné, vytaženy do rezervní polohy. Systém NEMES funkční. Nastavení zdroje Freja 300 na zkoušky – pro U_n 100% 3 x 100 V U_s (3 x 57,7 V U_f), fázový posun 120°. (L1-330°, L2-210°, L3-90°). Ochrany nastaveny na požadované hodnoty a jsou vysunuty z pouzder, u terminálu REF545 odpojeny konektory.

Průběh zkoušky:

Ověření napájecích a měřících obvodů ochran

Zapínáním ovládacích napětí jednotlivých polí kontrolujeme napájení jednotlivých ochran a správnou polaritu na jejich svorkách.

Zdroj Freja 300 připojit na vývod jističe.

Platí: F37.1 – jistič FA23 pole měření

F37.1,F37.2 – jistič FA141 pole měření

Najíždět s napěťovým zdrojem na U_n (3 x 100 V U_s) a zároveň měřit na svorkách ochran:

Opětovně vypnutí ovládací napětí. Zasunutí ochran na pracovní pozice. Připojení konektoru. Zapnutí ovládací napětí a sledování jejich náběhu.

Kontrola nastavení ochran F37.1 a F37.2 pro zpětnou složku napětí

Odpojit svorky ze svorkovnice X4 ve skříních automatik GA3,GA4 a zapnout jističe FA23,FA141.

Nastavení ochrany F37.1 na zpětnou složku napětí.

Zdroj Freja 300 je připojit na vnitřní stranu svorkovnice X4:1,3,5, ve skříní automatik zapnuto ovládací napájení a nastaveno U_n (3 x 100 V U_s).

Postupně snižovat napětí u každé fáze zvlášť a sledovat náběh signálu „zpětná složka napětí“. Hodnoty pro náběh jsou -15 V od nastavené hodnoty U_n u jednotlivé fáze (platí pro hodnoty U_f). Stejně postupujeme u ochrany F37.2.

Ověření funkčnosti automatiky APV

Zdroj Freja 300 je připojen na vnitřní stranu svorkovnice X4:11,14,17 ve skříni automatik. Zapnuto ovládací napájení a nastaveno U_n ($3 \times 100 \text{ V } U_s$).

Zapnuty jsou vypínače trafo vývodů, vypínače vývodů pohonů zkoušené rozvodny. Těž jsou zapnuty vypínače vývodů pohonů 0,4 kV zařazených do APV zkoušené rozvodny v revizní poloze (pokud to není možné, zkontrolovat stav relé KA15 příslušného vývodu – nesmí být sepnuto).

Postupným snižování napětí docílit působení PVII – $0,5 U_n/5 \text{ s}$, vývody vypínají, (případně spíná relé KA15 ve vývodech 0,4 kV). Po dobu $U < 0,5 U_n$ působí blokáda jejich zapnutí. Vypnutí a blokování kontrolovat dle přiloženého seznamu:

Rozvodna 2BJ:

- 2BJ.03 2TK21D02
- 2BJ.07 2BU17
- 2BJ.10 2BU31
- 2BJ.11 0BU56
- 2BJ.13 7QF42D001
- 2BJ.14 2RL16D001
- 2BJ.15 2RM55D001
- 2CJ01.3a 2TL03D01
- 2CJ03.8b 2WW10D213
- 2CJ03.9a 2WW06D201
- 2CJ03.9a 2WW10D201
- 2CJ03.11b 2SA11D601

Rozvodna 2BK:

- 2BK.03 2TK23D02
- 2BK.07 2BU32
- 2BK.10 2BU34
- 2BK.13 7QF42D002
- 2BK.14 2RL17D001
- 2BK.15 2RM55D002
- 2CK01.2b 2UQ02E01
- 2CK01.3a 2TL03D03
- 2CK03.5a 2SB01D901
- 2CK03.6b 2WW10D202
- 2CK03.6b 2WW10D212
- 2CK03.11b 2SA12D601
- 2CK03.11b 2SA13D601

Dále sledovat a měřit působení PVII.1, PVII.2 a PVII.3. Při působení těchto stupňů APV, přechází usměřovače do režimu sníženého napětí (z cca 242V na cca 226V). Příchod a měření signálu se bude provádět na svorkách X12:3,4 ve skříni usměřovače (dle stavu provozu usměřovačů případně sledovat sepnutí relé KA40 ve skříni

usměrňovače a signalizaci na BD). Po obnovení napětí na zdroji $U > 0,5 U_n$ trvá signál po čas uvedený v příloženém seznamu:

Rozvodna 2BJ:

- 2EQ51 – PVII.1 -60 s
- 2EQ13 – PVII.2 -120 s
- 2EQ53 – PVII.3 -180 s

Rozvodna 2BK:

- 2EQ52 – PVII.1 -60 s
- 2EQ14 – PVII.2 -120 s
- 2EQ54 – PVII.3 -180 s

Při $U < 0,5 U_n$ kontrolovat signál na WEC - H 374 – působení PVII

Zkouška blokad APV

Zkoušku opakovat (stejně podmínky a nastavení jako při ověření funkčnosti automatiky APV) při vypnutém jističi PTN (pole měření FA141) – APV nepůsobí až po zapnutí jističe.

Zkoušku opakovat při nastavení na zdroji L1-300°, měnit fázový posun na L1-330° a sledovat při cca L1-308° dojde k působení APV.

Zkoušku opakovat při odpojení napájení jednotlivých ochran F37.2, F36 – APV působí až při obnovení napájení jednotlivých ochran.

Ověření funkčnosti signálů do WEC logiky automatiky AZR a APS. Zkouška signalizace poruchových stavů do WEC a NEMES. Blokování ochran úsekových rozvaděčů 0,4 kV.

Protože se změna přímo netýká funkce logiky AZR a APS, která se tvoří ve WEC, ale má přímý vliv na tvorbu vstupních hodnot těchto automatik, kontrolujeme pouze signály, které do ní ze zkoušené rozvodny vstupují. Kontrola proběhne na BD přímo na WEC.

Zkoušené signály, jejich aktivace a blokady

H371 a H372

Nastavit U_n (3 x 100 V U_s) na svorkách X4:1,3,5. Postupně snižovat napětí a sledovat působení při $U < 0,25 U_n$ po cca 2 s signál H371 – start 1 (signál H372 – start 2)

Opakovat zkoušku při nastavení na zdroji L1-300°, měnit fázový posun na L1-330° a sledovat při cca L1-308° náběh H371 – start 1 (signál H372 – start 2).

Opakovat zkoušku při odpojení napájení ochran F37.1, F36 – H371 nenabíhá, zapínat napájení jednotlivých ochran a sledovat náběh H371 – start 1 (signál H372 – start 2).

H373

Nastavit U_n (3 x 100 V U_s) na svorkách X4:11,14,17. Postupně snižovat napětí a sledovat působení při $U < 0,7 U_n$ signál H373. Dále kontrolovat působení signálu „blokování ochran“ v úsekových rozvaděčích 0,4 kV 2CJ01(2CK01) a 2CJ03(2CK03) Opakovat zkoušku při odpojení napájení jednotlivých ochran F37.2, F36 – H373 nenabíhá, zapínat napájení jednotlivých ochran a sledovat náběh H373.

H361 a H362

Připojit zdroj Freja 300 na svorky X4:1,3,5. Postupně zvyšovat napětí a sledovat působení při $U > 0,7 U_n$ signál H361 (signál H362)

Opakovat zkoušku při odpojení napájení jednotlivých ochran F37.1, F36 – H371 nenabíhá, zapínat napájení jednotlivých ochran a sledovat náběh H361 (signál H362).

H851 – vypnutí jističe FA23 v poli měření 2BJ.2 (2BK.2)

H852 – vypnutí jističe FA141 v poli měření 2BJ.2 (2BK.2)

H3 – porucha – aktivovat postupně signál IRF na ochranách F37.1 a F37.2

H5 – nepřipravenost – aktivovat současně signál IRF na ochranách F37.1 a F37.2

Zkoušky na rozvodnách 0,4 kV III. a 0,4 kV III/II. kategorie

Pro popis byl vybrán rozvaděč 2CA, popis pro ostatní rozvaděče je analogický.

Zkoušky pomontážní (předkomplexní)

Dokumentace:

- Realizační dokumentace v platné revizi
- Manuál pro REF545, REU610.

Výchozí stav:

- Rozvodna je bez napětí.
- Vypnuta všechna potřebná ovládací napětí.
- Jednotka je vysunuta z šasí. U terminálu REF545 odpojen konektor.

Zkoušky komplexní

Výchozí stav:

Zkoušená rozvodna 0,4 kV vypnuta a zajištěna, vypínače hlavního a rezervního přívodu v revizní poloze, ovládací napětí rozvodny zapnuto. Vypínač 6 kV vývodu nadřazené rozvodny hlavního přívodu vypnut a zajištěn. Paketový spínač SA2 ovládacího napětí ve skříni automatik vypnutý. Jističe FA14 a FA24 v poli rezervního přívodu a jistič FA14 v poli hlavního přívodu vypnuty. Automatika CAB zajištěna. Systém NEMES funkční. Nastavení zdroje na zkoušky - Freja 300 pro U_n 100% 3 x 100 V U_s (3x57,7 V U_f), fázový posun 120°. (L1-330°, L2-210°, L3-90°). Ochraný nastaveny na požadované hodnoty a jsou vysunuty z pouzder, odpojen konektor u terminálu REF545. Na BD navoleny vývody na PV dle „Seznamu spotřebičů zařazených do PV rozvaděče“.

Průběh zkoušky:Ověření napájecích a měřících obvodů ochran

Prověřit beznapěťový stav na svorkách ochran X4.1:1,2

Zapínáním ovládacích napětí jednotlivých polí kontrolujeme napájení jednotlivých ochran a správnou polaritu na jejich svorkách.

Zdroj Freja 300 připojit na vývod jističe.

Platí: F37.1, F37.2 – jistič FA14 pole v poli rezervního přívodu

F36 sv. X1.1:19,21,22,24,25,27 – jistič FA24 v poli rezervního přívodu

F36 sv. X1.1:16,18 - jistič FA14 v poli hlavního přívodu (fáze L1,L2)

Najíždět s napěťovým zdrojem na U_n ($3 \times 100V U_s$) a zároveň měřit na svorkách ochran.

Vypnout ovládací napětí. Zásunout ochrany na pracovní pozice. Připojit konektor a zapnout ovládací napětí a sledovat jejich náběh.

Odzkoušení ochrany F36

F36 – jistič FA24 v poli rezervního přívodu.

Zdroj Freja 300 je připojen na vývod jističe. Postupným zvyšováním napětí až na $0,9 U_n$ dojde k náběhu náběh ochrany F36 – napětí rezervního přívodu. Na systému NEMES přichází signál – napětí AZR $U > 0,9 U_n$.

Postupným snižováním napětí dojde k odpadu ochrany F36.

Vlastní funkce bude vyzkoušena při zkoušce AZR.

F36 – jistič FA14 v poli hlavního přívodu.

Zdroj Freja 300 je připojen na vývod jističe pouze fáze L1, L2 postupným zvyšováním napětí až na $0,9 U_n$ dojde k náběhu ochrany F36 – napětí hlavního přívodu. Na systému NEMES přichází signál – napětí AZZ $U > 0,9 U_n$.

Postupně snižovat napětí dojde k odpadu ochrany F36.

Vlastní funkce bude vyzkoušena při zkoušce AZZ.

Ověření funkčnosti automatiky APV a kontrola nastavení ochrany F37.2 pro zpětnou složku napětí

Odpojení vodičů ze svorek X4:1,2,3,4,5,6

Zapnutí jističů FA14,FA24

Nastavení ochrany F37.2 na zpětnou složku napětí

Zdroj Freja 300 je připojen na vnitřní stranu svorkovnice X4:1,3,5 ve skříní automatik GA1 a zapnuto ovládací napájení, které je nastaveno na U_n ($3 \times 100 V U_s$).

Postupným snižováním napětí u každé fáze zvlášť se aktivuje náběh signálu „zpětná složka napětí“. Hodnota pro náběh je $-15V$ od nastavené hodnoty U_n u jednotlivé fáze (platí pro hodnoty U_s).

Zkouška APV

Freja 300 je připojen na vnitřní stranu svorkovnice X4:1,3,5 ve skříni automatik, zapnuto ovládací napájení a nastaveno na U_n (3 x 100 V U_s).

Postupným snižování napětí dojde k náběhu relé KA15 u vývodů dle přílohy „Seznam spotřebičů zařazených do PV rozvaděče“.

Odjistit CAB a sledovat náběhy relé KA15 u vývodů dle přílohy „Seznam spotřebičů zařazených do PV rozvaděče“.

- PVI/60 – 0,6 U_n /0,5 s – impuls 60 s
- PVII – 0,5 U_n /5 s
- PV+/20+ – PVII nebo CAB

Signály na NEMES:

- Nap. APV $U < 0,7 U_n$
- PV+/20+ od CAB
- PV+/20+ , PVII od $U < 0,5 U_n$ 5 s
- PVI/60
- Nap. AZR – $U > 0,9 U_n$
- Nap. APV $U < 0,5 U_n$
- Nap. APV $U < 0,25 U_n$
- Nap. AZZ – $U > 0,9 U_n$
- Zpětná složka napětí

Zkouška blokad APV

Opakovat zkoušku při vypnutém jističi PTN (pole rezervního přívodu FA14) – APV nepůsobí, zapnout jistič a sledovat působení APV.

Opakovat zkoušku při nastavení na zdroji L1- 40 V - APV nepůsobí, zvyšovat napětí a sledovat při cca L1- 42,7 V U_f působení APV.

Opakovat zkoušku při odpojení napájení jednotlivých ochran F37.1,F37.2,F36 – APV nepůsobí, zapínat napájení jednotlivých ochran a sledovat působení APV.

Ověření funkčnosti automatiky AZR

Rozvodna 0,4 kV vypnuta a zajištěna, ovládací napětí rozvodny zapnuto, vypínače pracovního a rezervního přívodu v revizní poloze. Systém NEMES funkční. Vypínač 6 kV vývodu nadřazené rozvodny hlavního přívodu vypnut a zajištěn, vícepólová zásuvka X11 vysunuta (stržení od stavu QM1). Paketový spínač SA2 ovládacího napětí ve skříni automatik zapnutý. Jističe FA14 a FA24 v poli rezervního přívodu a jistič FA14 v poli hlavního přívodu zapnuty.

Vyzkoušení volby AZR z BD. Sledovat ve skříni GA1 náběhy relé KP12, pro zrušení volby AZR sledovat náběh relé KP11 a odpad KP12.

AZR $U < 0,25 U_n / 1 s$

Zdroj Freja 300 je připojen na vnitřní stranu svorkovnice X4:1,3,5 ve skříni automatik GA1, vypínač hlavního přívodu zapnutý, vypínač rezervního přívodu vypnutý. AZR navolen a není blokován (nesvítí HL800 na skříni GA1). Napětí rezervního přívodu $U > 0,9 U_n$.

Rozvaděč 2CR01, 2CR02 zapnut (splnění podmínek rezervního napájení). Freja 300 je nastaven na (3 x 100 V U_s). Postupným snižováním napětí až na $U < 0,25 U_n$ dojde k vypnutí vypínače hlavního přívodu a zapnutí vypínače rezervního přívodu.

Zkouška blokad AZR

Opakovat zkoušku při vypnutém jističi PTN (pole rezervního přívodu FA14) – hlavní vypínač při $0,25 U_n$ nevypíná, zapnout jistič a sledovat vypnutí vypínače hlavního přívodu a zapnutí vypínače rezervního přívodu.

Opakovat zkoušku při nastavení na zdroji L1-300° - hlavní vypínač při $0,25 U_n$ nevypíná, měnit fázový posun na L1-330° a sledovat při cca L1-308° vypnutí vypínače hlavního přívodu a zapnutí vypínače rezervního přívodu.

Opakovat zkoušku při odpojeném napájení jednotlivých ochran F37.1, F37.2, F36 - hlavní vypínač při $0,25 U_n$ nevypíná, zapínat napájení jednotlivých ochran a sledovat vypnutí vypínače hlavního přívodu a zapnutí vypínače rezervního přívodu.

Při kontrole těchto blokad kontrolovat signálku HL800 na dveřích skříně automatik GA1 - nesvítí a relé KA800 nenabíhá.

Opakovat zkoušku při signálu popud ochran (ve skříni ochran propojit na ochraně F1 sv.:1,2) - hlavní vypínač při $0,25 U_n$ vypíná, zrušit propoj a AZR projde.

Odpojit napětí pro $U > 0,9 U_n$ pro AZR rezervního přívodu (na svorkovnici X4: 20 odpojit vodič) - opakovat zkoušku – hlavní vypínač při $0,25 U_n$ vypíná, vypínač rezervního přívodu nezapne a po připojení napětí dojde k zapnutí vypínače rezervního přívodu.

Zabezpečení proti hromadnému zásoku. Automatika je tvořena ve skříni 2CA01GA1 pro rozvaděče 2CA01, 2CA02, 2CJ02, 2CG (ve skříni 2CB01GA1 pro rozvaděče 2CB01, 2CB02, 2CK02). Zkouška pro danou rozvodnu bude provedena simulací podpětí a přepínáním priorit zásoku na ostatních rozvodnách tak, aby nebyl ohrožen jejich provoz.

U zkoušené rozvodny přepnout vypínačem SA1 volbu zásoku na vypnuto, simulovat u třech rozveden $U < 0,25 U_n$.

Platí pro 2CA01 (2CB01) před změnou – propojit na relé KF3 sv. 53,54 nebo 43,44 pro 2CA01 (2CB01) po změně – F37.2 sv. X4.1:22,24 ve skříni 2CA01GA1 (2CB01GA1) a dále propojit svorky X1:29,30 31,33 32,35 ve skříni 2CA01GA1 (2CB01GA1). Opakovat zkoušku AZR. AZR proběhne se zpožděním cca 2s.

Při kontrole těchto blokad kontrolovat signálku HL800 na dveřích skříně automatik GA1 - svítí a naběhne relé KA800 blokáda AZR.

Vypnout vypínač hlavního přívodu ručně - opakovat zkoušku – blokádu zrušíme tlačítkem SB1 na dveřích skříně automatik GA1.

Simulovat působení ochran hlavního přívodu – propojit na ochraně F1 sv. 18,19 – opakovat zkoušku – blokádu zrušíme tlačítkem SB1 na dveřích skříně automatik GA1.

Ověření funkčnosti automatiky AZZ

Zdroj Freja 300 je připojen na vnitřní stranu svorkovnice X4:10,12,14 ve skříní automatik GA1, vypínač hlavního přívodu vypnutý, vypínač rezervního přívodu zapnutý. Zdroj nastaven na (3 x 100 V U_s). Na BD navolit povel AZZ – dojde vypnutí vypínače rezervního přívodu a zapnutí vypínače hlavního přívodu.

Kontrola blokády AZZ – zdroj je připojen na vnitřní stranu svorkovnice X4:10,12,14 ve skříní automatik GA1, vypínač hlavního přívodu vypnutý, vypínač rezervního přívodu zapnutý. Zdroj nastaven na (3 x 100 V U_s) a vypnuta. Na BD navolit AZZ – sledujeme vypínač rezervního přívodu, nevypíná. Zapneme zdroj napětí a opakujeme povel AZZ. Dojde k vypnutí vypínače rezervního přívodu a zapnutí vypínače hlavního přívodu.

Kontrola signálů WEC:

- AZR_H1 – AZR nenavolen
- AZR_H2 – AZR navolen
- H5_ – AZR není blokován (vyzkoušet AZR not ready odpojením napájení jednotlivým ochranám)
- H871_ - působení AZR
- H37_-působení APV

Kontrola signálů NEMES:

- Jistič PTN vyp.
- Blokování AZR
- AZZ zap.
- Priorita zásroku navolena
- Blokování AZR volbou priority
- Čas T1/0 – 0,15 s
- Zabezpečení proti hromadnému zásroku
- Volba z WEC AZR zap.
- AZR ready
- Hl. přívod vyp. od APV

Nově instalované zařízení je po provedených zkouškách provozuschopné a tímto je uvolněno k trvalému provozu.

Kritéria úspěšnosti

Úspěšnost zkoušek byla hodnocena správností funkcí automatik APV a AZR dle jejich logiky v algoritmu a dle přiložené dokumentace. Správné nastavení časových

funkcí bude hodnoceno podle záznamů dvouhodnotových signálů v systému NEMES. Dále bude monitorována správná signalizace na napěťových ochranách REU610 a terminálech REF545

Vyhodnocení zkoušek bylo provedeno ve formě protokolu. [7]

9 Porucha terminálu REF 545 (ochrana F 36 na rozvodně 2BK)

Dne 19. 9. 2009 byl blok HVB II na nominálních parametrech v 7:48:28 došlo k vygenerování poruchového hlášení IRF 735 na terminálu F36 ve skříni automatik rozvodny 6 kV 2BK0GA1 (rozvodna signalizuje na BD - "Sumární porucha rozvaděče 2BK"). Kód poruchového hlášení znamená hardwarovou poruchu karty vstupů/výstupů č. 7 terminálu F36 (RET545). V tomto okamžiku dochází ke zrušení výstupních signálů $U > 0.9 U_n$ a $U > 0,7 U_n$. To se opakuje v 8:14:04 opět je aktivován výstup $U > 0,7 U_n$ a v 8:42:04 se opět ruší. Tato událost je bez vlivu na rozvodnu 6 kV.

V 8:50:38 dochází k vygenerování výstupního signálu $U < 0,25 U_n$. Tento signál aktivuje schémové automatiky rozvodny 6 kV 2BK (AZR, APS AZZ). Následovalo vygenerování povelů na AZR, došlo tedy k rozepnutí sekční spojky 2BC-2BK a k sepnutí podélné spojky 2BJ-2BK. Protože ovšem terminál -F36 neustále generoval podpětí $U < 0,25 U_n$ (chybný výstup) byly aktivovány povely na start DG 7GJ a na rozepnutí podélné spojky 2BJ-2BK (doba sepnutí 1,7 s).

V čase 8:50:49 dochází k připojení DG 7GJ na cca 300 ms (poté co došlo k připojení DG byl neustále aktivní výstup $0,25 U_n$ a došlo od automatiky AZZ opět k vypnutí vypínače DG 7GJ). DG 7GJ zůstává nastartován a na nominálních otáčkách. Rozvodna 6 kV 2BK zůstává bez napětí, jsou generovány signály od PVII na odlehčení usměrňovačů subsystémů 5.2 a 4.2.

V čase 8:51:18 došlo ke zrušení signálu $U < 0,25 U_n$. V čase 9:10:29 byly vygenerovány signály $U > 0,7 U_n$ a $U > 2$ (bez vlivu na rozvodnu 6 kV 2BK). A v 9:19:54 dochází opět k aktivaci signálu $U < 0,25 U_n$ a následuje aktivace AZZ od podpětí $0,25 U_n$ (ale není splněna podmínka zapnutého stavu podélné spojky nebo DG, proto nedochází k sepnutí sekční spojky 2BC-2BK). Po odčarování 2 s je aktivován AZR a je sepnuta spojka 2BJ-2BK. Rozvodna 6 kV 2BK je pod napětím přes podélnou spojku. DG 7GJ pracuje a jeho chlazení je zajištěno čerpadlem 7QF41D001. V 9:21:52 odpadá signál $U < 0,25 U_n$.

V čase 9:26:04 dochází opět k aktivaci signálu $U < 0,25 U_n$ a $U > 0,7 U_n$. Následně dochází opět k aktivaci AZZ a k vypnutí podélné spojky 2BJ-2BK, sepnutí sekční spojky 2BC-2BK a protože signál $U < 0,25 U_n$ trval i po AZZ došlo k aktivaci AZR a opětovnému rozepnutí sekční spojky 2BC-2BK a sepnutí podélné spojky 2BJ-2BK. Tato událost se opakovala v čase 9:40:14.

V 9:52:26 byl odstaven DG 7GJ. Následně v čase 10:20:54 se celá exekuce i se startem DG 7GJ opakovala a rozvodna 6 kV 2BK zůstala bez napětí.

Přivolaný pracovník firmy I&C Energo provedl kontrolu terminálu, po resetu zařízení se terminál choval nominálně. Přesto po dohodě s pracovníky správy elektro byly odpojeny důležité signály na aktivaci automatik ($U < 0,25 U_n$, $U < 0,5 U_n$ a povely na usměrňovače).

Dne 20. 9. 2009 v 8:01:45 došlo opět k aktivaci výstupních signálů $U < 0,25 U_n$ a $U >$ bez vlivu na rozvodnu 6 kV (signál $U < 0,25 U_n$ odpojen do SKŘ). Terminál F36 (REF545) byl nainstalován na rozvodnu 6 kV 2BK v rámci akce „Záměna ochran“.

Vyhodnocení události

Montáž terminálu vývodového pole REF545, funkčně označeného -F36, do pomocné skříně automatik rozvodny 6 kV 2BKGA1 proběhla v odstávce 2.HVB 2GOR09 a byla součástí investiční akce „Záměna ochran rozveden 6 kV a rozvaděčů 0,4 kV na 2.HVB“. Zařízení bylo instalované dle prováděcího projektu, bylo po montáži funkčně odzkoušeno, přičemž byla prověřena správná činnost všech funkcí automatik AZR a APV dle jejich logiky ve schématu a podle projektové dokumentace, bezchybnost nastavení časových funkcí a úspěšně odzkoušena aktivace a správnost signalizace na ochranách.

Výměna ochrany terminálu REF545 (ochrana F36)

Dne 23. 9. 2009 pracovník firmy ABB provedl výměnu vadného terminálu -F36 (REF545) v rozvaděči automatik 2BK0GA1, který byl v poruše od 19. 9. 2009. Terminál byl přivezen z firmy ABB nakonfigurován, pouze byla provedena oprava algoritmu pro blokování usměrňovačů 2EQ52(54, 14) od signálu PVII (doplněna negace pro správnou funkci – zjištěno při realizaci a zkouškách záměny ochran).

Po montáži byla provedena kontrola správného připojení vstupů/výstupů a byly proměřeny generované výstupní signály do automatik elektro a WEC.

Na odpolední směně, v souladu s denním plánem, byla na pracovní příkaz dohodnuta kontrola algoritmu a ověření správné funkce terminálu -F36. Kontrola byla naplánována realizací zkoušky AZR a APS na rozvodně 6 kV 2BK.

Po dohodě s obsluhou BD v čase 15:08:49 provozní elektrikář vypnul přívod rozvodny 6 kV 2BK.8 a aktivoval AZR. AZR proběhl v pořádku dle algoritmu (po cca 2,5 s došlo k sepnutí podélné spojky 2BJ-2BK. Zároveň však okamžitě po vypnutí přívodního vypínače došlo k aktivaci signálu APV (PVII) – vypnutí vývodů 2BK. 7 (2BU32 – 2CK04), 2BK.10 (2BU34 – 2CK01).

Kontrolou terminálu byly zjištěny nulové hodnoty časových členů v algoritmu PV. V rámci konfigurace terminálu -F36 nebyla provedena nastavení časových členů PVII,

PV2.1, PV2.2, PV2.3. Tyto časy byly v konfiguraci terminálu z ABB nastaveny na hodnotu 0 s.

Časové členy byly nastaveny dle projektové dokumentace a v čase 15:53:13 byla opakována zkouška AZR, v 15:55:37 zkouška AZZ a v 16:11:32 zkouška APS. Vše fungovalo správně dle projektové dokumentace.

Vyhodnocení výměny terminálu REF545 (ochranaF36)

Konfigurace terminálu REF545 se skládá ze dvou částí – konfigurace funkcí terminálu a konfigurace ochran terminálu. Pracovníci I&C Energo a ABB správně překonfigurovaly funkce terminálu, kde se nalézá změna algoritmu pro blokování usměrňovačů 2EQ52 (54,14) od signálu PVII, která byla realizována při zkouškách změny a nenalézala se v původní verzi konfigurace vytvořené firmou ABB na zakázku firmy I&C Energo. Konfigurace ochran terminálu nebyly provedeny, protože na této konfiguraci pracovníci firmy I&C Energo žádnou změnu neprováděli. Terminál byl však dodán v továrním nastavení, tudíž konfigurace ochran terminálu a tím i softwarových přepínačů SWGRP nebyla provedena. Tyto přepínače tvoří časové násobky členů, které jsou částí konfigurace funkce terminálu. Protože nebylo možné provést kontrolu před ostrými zkouškami AZR na rozvodně 2BK, nebyl tento nedostatek odstraněn.

10 Závěr

Ve své bakalářské práci jsem rozebral záměnu starých elektromechanických ochran za ochrany digitální. Záměna probíhala na rozvodnách druhého bloku jaderné elektrárny Temelín. V prvních kapitolách jsem objasnil napájení vlastní spotřeby, kategorie napájení a režimové automatiky vlastní spotřeby bloku. V dalších kapitolách je pak popsána funkce a způsob kalibrace starých elektromechanických ochran. Tato činnost se nejčastěji prováděla při odstávkách bloku. Dále jsem se zaměřil na realizaci změny a uvedení do provozu nových ochran REU610 a terminálu vývodového pole REF545. V bakalářské práci jsem uplatnil své poznatky jak z nastavení a kalibrace starých elektromechanických ochran tak i zkušenosti získané při oživování, kontrole nastavených parametrů a uvedení do provozu ochran digitálních. V poslední kapitole je popsána jediná závada, která se od namontování a uvedení nových ochran do provozu udála. Proto je popis poruch takto stručný. Cílem mé práce bylo dokázat to, že záměna starých elektromechanických ochran za nové digitální byl správný krok ke zkvalitnění bezporuchového provozu jaderné elektrárny.

11 Seznam použité literatury

- [1] - studijní materiály ČEZ, ŠKVS Brno, Ing. Gabriela Tichá
- [2] - katalogový list ZPA Trutnov (nyní ochrany Dohnálek)
Http://www.dohnalek.cz/dokumenty/KL-A15.pdf [online]. 2007-2010 [cit. 2010-12-17]. [Http://www.dohnalek.cz](http://www.dohnalek.cz). Dostupné z WWW: <<http://www.dohnalek.cz>>.
- [3] - katalogový list relé na zpětnou složku napětí PCH13-1
- [4] - návody a katalogové listy ABB Trutnov REU610
Http://www.abb.com/product/db0003db004281/c12573e700330419c1256f260030b7ce.aspx [online]. 2009 [cit. 2009-11-30]. [Www.abb.cz](http://www.abb.cz). Dostupné z WWW: <www.abb.cz>.
- [5] - návody a katalogové listy ABB Trutnov REF545
Http://www.abb.com/product/db0003db004281/c12573990068e57cc12571c50041aced.aspx [online]. 2008 [cit. 2008-12-15]. [Www.abb.cz](http://www.abb.cz). Dostupné z WWW: <www.abb.cz>.
- [6] - technické zprávy k záměně ochran
- [7] - operativní program ke zkouškám záměny ochran