

Projekty typowe obwodów wtórnych PSE SA

Mariusz Eckert - PSE

Streszczenie

Referat omawia proces standaryzacji, jaki ma miejsce w Polskich Sieciach Elektroenergetycznych SA, w zakresie obwodów wtórnych i elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej (EAZ).

Opisany został cel, sposób wypracowania i wdrażania projektów typowych w zakresie standardowej dokumentacji obwodów wtórnych.

Prezentowano zakres przygotowywanej dokumentacji w odniesieniu do rodzajów pól spotykanych w obiektach PSE w aspekcie poziomów napięć i typów rozdzielni.

Wspomniano uwarunkowania prawne i regulacje zewnętrzne i wewnętrzne, oraz podejście praktyczne, jakim podlegały prace związane z wypracowaniem założeń technicznych dla opracowywanej dokumentacji.

Prezentowano założenia oraz przykładowe rozwiązania techniczne dokumentacji pól, oraz efekty nowego podejścia.

1. Wstęp

Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA obejmują zasięgiem swojej sieci transmisyjnej obszar całego kraju. Zarządzenie majątkiem sieciowym prowadzone jest z centrali firmy w Konstancinie ze wsparciem pięciu regionalnych ośrodków zlokalizowanych w Warszawie, Radomiu, Katowicach, Poznaniu i Bydgoszczy.

Każdy z ośrodków regionalnych posiada działy techniczne, wśród nich są służby elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej. Koordynacja działania układów EAZ i kreowanie polityki technicznej prowadzone jest przez centralę firmy w Konstancinie.

Przy tak rozległym obszarze odpowiedzialności zarówno geograficznym jak i technicznym znaczącą rolę w tworzeniu rozwiązań szczegółowych odgrywają jednostki terenowe zajmujące się pracą urządzeń zarówno w procesach standaryzacyjnym, inwestycyjnym i eksploatacyjnym.

Proces inwestycyjny realizowany jest w oparciu o firmy wykonawcze i biura projektowe wyłonione na bazie procedur zakupowych. Wszystko to odbywa się w ramach funkcjonujących w PSE standardów technicznych.

Dokumentacja obwodów wtórnych cechuje się wysokim poziomem szczegółowości, a tym samym wysokim stopniem skomplikowania. Różnorodność firm wykonawczych, pracowni projektowych, jak i oferowanych na rynku urządzeń pierwotnych i wtórnych, oraz podzespołów sprawiają, iż dostarczane szafy urządzeń EAZ pomimo opisanych rozwiązań standardowych różnią się od siebie na różnych obiektach stacyjnych. W zaistniałej sytuacji jednostki terenowe zmuszone są do kreowania własnej polityki dotyczącej typizacji rozwiązań na podległym obszarze. Odbywa się to w ramach wspólnej z wykonawcą interpretacji zapisów umowy i standardów technicznych.

Chcąc doprowadzić do wyrównania podejścia projektowego, a tym samym osiągnięcia w efekcie procesu inwestycyjnego urządzeń jak najbardziej jednolitych Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA podjęły działania mające na celu doprowadzenie do możliwie najwyższego poziomu ujednoliceń rozwiązań funkcjonujących obszarze EAZ, w ramach własnego majątku, tworząc nowy standard opisujący dokumentację obwodów wtórnych.

2. Cel

Celem powołanego przez PSE Zespołu jest wypracowanie dokumentacji standardowej obwodów wtórnych dla układów pracy rozdzielni 2S+SO, 3/2W, 2W, H5 dla wszystkich poziomów napięć 400/220/110 kV.

3. Sposób realizacji przedsięwzięcia

Zagadnienie opracowania nowego standardu obejmujące rozwiązania obwodów wtórnych, skonkretyzowane w dokumentacji projektowej, zostało zrealizowane w oparciu o własnych projektantów i specjalistów PSE, pracujących jako Zespół merytoryczny. Osoby funkcjonujące w ramach Zespołu posiadają wieloletnie doświadczenie pracy w obwodach wtórnych z urządzeniami EAZ oraz reprezentują wszystkie ośrodki regionalne i centralę firmy.

Zespół wypracowuje koncepcję techniczną będącą zbiorem wytycznych, również szczegółowych do realizacji dokumentacji projektowej.

Część stricto projektowa pracy powierzona została projektantom własnym PSE.

Tak zrealizowana dokumentacja - projekt obwodów wtórnych poddawana jest weryfikacji wewnętrznej, a na końcu zewnętrznej. Uwagi i spostrzeżenia są analizowane i ewentualnie wykorzystane w projekcie.

Osoby współpracujące przy tworzeniu standardu są rozrzucone na terenie całego kraju. W przypadku krótszych konsultacji praca odbywa się w systemie wideokonferencji, część spotkań organizowana jest bezpośrednio, wówczas przynoszą one najlepszy efekt.

4. Zakres realizacji projektu

Polskie Sieci Elektroenergetyczne SA na swoich obiektach stacyjnych posiadają sporą gamę rodzajów pól dla każdego z poziomów napięć 400/220/110 kV. Różnorodność ta wynika z wymagań, jakie stawiają urządzenia własne przyłączone do każdej rozdzielni, jak i urządzenia operatorów systemów dystrybucyjnych i wytwórców. Dodatkowym czynnikiem generującym ilość stosowanych rozwiązań są układy pracy rozdzielni tj. 3/2W, 2W, 2S+SO, H5.

Przyjmując, że rozwiązania techniczne na poziomie napięć 400 i 220 kV są niemal identyczne to rozwiązania dla 110 kV są już inne. Przygotowanie dokumentacji standardowej obejmuje więc spory zakres prac.

Typy pól w stacjach PSE:

Rozdzielnia 3/2W dla napięć 400 kV i 220 kV

- pole linii,
- pole linii blokowej (różne warianty),
- pole transformatora/autotransformatora mocy,
- pole pomiaru napięcia,
- pole uziemników,
- pole dławika,
- pole baterii kondensatorów.

Rozdzielnia 2W dla napięć 400 kV i 220 kV

- pole linii,
- pole linii blokowej (różne warianty),
- pole transformatora/autotransformatora mocy,
- pole pomiaru napięcia,
- pole uziemników,
- pole dławika,
- pole baterii kondensatorów.

Rozdzielnia 2S+SO dla napięć 400 kV i 220 kV

- pole linii,
- pole linii blokowej (różne warianty),
- pole transformatora/autotransformatora mocy,
- pole łącznika szyn poprzecznego,
- pole łącznika szyn poprzeczno-obejściowego,
- pole łącznika szyn podłużno-poprzecznego,
- pole pomiaru napięcia,
- pole uziemników,
- pole dławika,
- pole baterii kondensatorów.

Rozdzielnia 2S+SO dla napięcia 110 kV

- pole linii,
- pole linii blokowej (różne warianty),
- pole transformatora/autotransformatora mocy,
- pole transformatora 110 kV/SN,
- pole łącznika szyn poprzecznego,

- pole łącznika szyn poprzeczno-obejściowego,
- pole łącznika szyn podłożno-poprzecznego,
- pole pomiaru napięcia,
- pole uziemników,
- pole dławika,
- pole baterii kondensatorów.

Rozdzielnia H5 dla napięcia 220 kV

- pole linii,
- pole transformatora/autotransformatora mocy,
- pole łącznika szyn,
- pole pomiaru napięcia,
- pole uziemników.

Tworzenie wytycznych projektowych dla pól jest powiązane z uwzględnieniem układów ogólnostacyjnych, jak np. zabezpieczenia szyn, układ lokalnej rezerwy wyłącznikowej, rejestratorów, układów synchronizacji. Dokumentacja, jaką należy przygotować obejmuje, zależnie od przyjętego podejścia z różnymi wariantami pól blokowych, ok. 50 rodzajów pól.

5. Podstawy i regulacje prawne

Rozwiązania ujęte w projektach standardowych obwodów wtórnych muszą wypełniać warunki nakazane między innymi:

- Prawem Zamówień Publicznych,
- Prawem Budowlanym,
- Prawem Energetycznym,
- Standardowymi rozwiązaniami technicznymi PSE SA,
- Wewnętrznymi wytycznymi prowadzenia ruchu i eksploatacji.

Szczegółowe regulacje techniczne, jakie należy spełnić w stosunku do sieci przesyłowej, dystrybucyjnej oraz we współpracy z jednostkami wytwórczymi zawarte są w *Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego*.

Rozporządzenie określa między innymi szczegółowe wymagania dotyczące sposobu zabezpieczenia obiektów, jak np.: rodzaje i liczba zabezpieczeń, czasów usuwania zwarców.

6. Rozwiązania techniczne

6.1. Aspekty koncepcyjne i projektowe

Tworząc techniczne wytyczne dla procesu projektowania Zespół wykorzystywał dotychczas opracowane standardy PSE. Dokładając swoje przemyślenia do standardów z grupy EAZ stworzono nie tylko wytyczne dla dokumentacji standardowej obwodów wtórnych ale i zasób wniosków, które będą wykorzystane w trakcie aktualizacji istniejących już standardów.

W dotychczas funkcjonującym procesie tworzenia dokumentacji obwodów wtórnych projektant dysponuje wiedzą dotyczącą, zaproponowanej przez wykonawcę prac i zaakceptowanej przez inwestora, listy urządzeń i podzespołów. Elementy składowe, jak aparatura pierwotna, terminale zabezpieczeniowe, przekaźniki pomocnicze, gniazda pomiarowe, listwy zaciskowe itp. są znane. Dostępne i znane są projektantowi ich schematy przyłączeniowe, specyfika działania i sposoby konfigurowania.

Wymogi ustawy Prawo Zamówień Publicznych stoją na straży interesów wszystkich uczestników rynku. Takie też są oczekiwania wobec dokumentacji projektowej obwodów wtórnych, by dała ona możliwość równego dostępu różnym dostawcom.

Działanie w otoczeniu prawnym, gdy nie można wprost wskazać urządzeń pochodzących od konkretnych dostawców sprawia, iż zupełnie inną jest sytuacja opracowywania założeń, jak i projektu. Praca w oparciu o nieznane podzespoły wymaga przyjęcia pewnych założeń dla dokumentacji finalnej. Jest to zbiór połączeń elektrycznych i logicznych pomiędzy „czarnymi skrzynkami”.

W sytuacji tej działa się na pewnym poziomie ogólności. Jednak specyfika obwodów wtórnych wymaga sporej dozy szczegółowości. Jest to sprzeczność, którą należy rozstrzygnąć bez uszczerbku dla poprawności działania urządzeń i przejrzystości dokumentacji.

6.2. Techniczne założenia projektowe dla dokumentacji standardowej

Techniczne założenia projektowe wypracowane przez zespół specjalistów i projektantów posłużył do opracowania dokumentacji standardowej obwodów wtórnych.

Założenia techniczne sformułowane zostały w postaci wytycznych projektowych w następujących obszarach tematycznych:

- główne terminale zabezpieczeniowe,
- urządzenia teletransmisyjne,
- obwody wyłączające,
- sygnalizacja,
- moduły wyłącznikowe,
- konfiguracja,
- zasilanie,
- inne.

6.3. Opis wybranych wytycznych projektowych

a) Główne terminale zabezpieczeniowe

Pole liniowe 400 kV

Zastosowanie dwóch terminali zabezpieczeniowych K41 i K42 od różnych producentów wyposażonych w funkcje:

- funkcję odcinkową (87L),
- funkcję odległościową (21),
- funkcję współpracy z łączem (85-21),
- funkcję ziemnozwraciovą zerowo-prądową kierunkową (67N),
- funkcję „załączenia na zwarcie” działającą w oparciu o funkcję odległościową (21HS),
- funkcję wykrywania kołysań mocy (68),
- funkcję lokalizacji miejsca zwarcia (FL),
- funkcję zabezpieczenia węzła uzależnioną od położenia odłącznika liniowego odejścia (50STUB),
- funkcję telezabezpieczeń.

Drugi terminal zabezpieczeniowy, realizuje również funkcje drugiego telezabezpieczenia.

Przewidziano zastosowanie jednego niezależnego telezabezpieczenia.

Pole autotransformatora str. 400 kV autotransformatora 400/220/15 kV

Pierwszy terminal zabezpieczeniowy K41 będzie realizował:

- funkcję różnicową autotransformatora (87T),
- funkcję strefową ziemnozwarciową (87N),
- funkcję zabezpieczenia węzła uzależnioną od położenia odłącznika transformatorowego odejścia (50STUB),
- funkcję nadprądową przeciążeniową (51).

Drugi terminal zabezpieczeniowy K31 będzie realizował:

- funkcję odległościową (21),
- funkcję ziemnozwraciovą zerowo-prądową kierunkową (67N),
- funkcję „załączenia na zwarcie” działającą w oparciu o funkcję odległościową (21HS),
- funkcję zabezpieczenia węzła uzależnioną od położenia odłącznika transformatorowego odejścia (50STUB),
- funkcję wykrywania kołysań mocy (68).

Trzeci terminal zabezpieczeniowy K16 będzie realizował funkcję nadprądową ziemnozwarciową (51N).

Pole autotransformatora str. 220 kV autotransformatora 400/220/15 kV

Pierwszy terminal zabezpieczeniowy K42 będzie realizował:

- funkcję różnicową autotransformatora (87T),
- funkcję nadprądową przeciążeniową (51).

Drugi terminal zabezpieczeniowy K32 będzie realizował:

- funkcję odległościową (21),
- funkcję ziemnozwraciovą zerowo-prądową kierunkową (67N),
- funkcję „załączenia na zwarcie” działającą w oparciu o funkcję odległościową (21HS),
- funkcję wykrywania kołysań mocy (68).

Autotransformator 400/220/15 kV strona 15 kV

Dwa terminale zabezpieczeniowe (K121 i K122), które realizują:

- funkcję nadprądową dwustopniową (50/51),
- funkcję ziemnozwarciową zerowo-napięciową trójstopniową (59N).

b) Urządzenia teletransmisyjne

Przewidziano dla pól liniowych zastosowanie jednego niezależnego telezabezpieczenia. Funkcje drugiego telezabezpieczenia realizowane są przez jeden z terminali zabezpieczeniowych.

c) Obwody wyłączające

W części tej przedstawione zostały, jako przykład wytyczne jedynie dla pól liniowych.

Pole liniowe 400 kV (2S+SO)

Terminal zabezpieczeniowy K41 jest zasilony z napięcia sterowniczego w kółkach i impulsuje na pierwszą cewkę wyłącznika OW1.

Terminal zabezpieczeniowy K42 jest zasilony z napięcia sterowniczego w kwadratach i impulsuje na drugą cewkę wyłącznika OW2.

Terminale zabezpieczeniowe działają również na pobudzenie układów LRW, pobudzenie automatyki SPZ (tylko funkcje odcinkowe i odległościowe) oraz współpracują z telezabezpieczeniami.

Pole liniowe 400 kV (3/2W)

Terminal zabezpieczeniowy K41 jest zasilony z napięcia sterowniczego w kółkach L1 L1 i impulsuje na pierwszą cewkę OW1 wyłączników mostka skrajnego Q11 i środkowego Q13.

Terminal zabezpieczeniowy K42 jest zasilony z napięcia sterowniczego w kwadratach L1 L1 i impulsuje na drugą cewkę OW2 wyłączników mostka skrajnego Q11 i środkowego Q13.

Terminale zabezpieczeniowe pobudzają również układy LRW1 i LRW2 mostka skrajnego oraz obie automatyki LRW mostka środkowego. Od funkcji zabezpieczeniowej odcinkowej i odległościowej pobudzana jest automatyka SPZ odejścia liniowego (niezależna dla mostka skrajnego i środkowego).

d) Sygnalizacja

Dla potrzeb sygnalizacji należy maksymalnie wykorzystywać styki terminali zabezpieczeniowych celem ograniczenia ilości przekaźników pomocniczych.

Przy stosowaniu terminali łączących różne funkcje zabezpieczeniowe do rejestratora zakłóceń doprowadzać sygnały pobudzenia i wyłączenia dla każdej funkcji.

Stosować rejestrację wewnętrzną terminali uwzględniającą ilość stosowanych w nich funkcji zabezpieczeniowych.

Do rejestratora zakłóceń wprowadzić pobudzenie ogólne i wyłączenie ogólne zabezpieczenia ziemnozwarciowego.

W miejsce wielu przekaźników sygnalizacyjnych należy stosować „moduł” – „kasetę sygnalizacyjną” z optyczną wizualizacją sygnałów, układem pobudzania odpowiednich alarmów w RSA i transmisją po protokole do SSiN-u. Dotyczy wszystkich sygnałów za wyjątkiem sygnalizacji z terminali zabezpieczeniowych i zaników napięć sterowniczych.

e) Moduły wyłącznikowe

Kontrola synchronizmu

Linia 400 kV 2S+SO

W polu linii przewiduje się możliwość wybrania następujących trybów załączenia wyłącznika:

- bez kontroli synchronizmu,
- z kontrolą synchronizmu w module wyłącznikowym – tryb wykorzystywany podstawowo do wszystkich operacji łączeniowych,
- z kontrolą synchronizmu w synchronizatorze centralnym – tryb wykorzystywany w warunkach awaryjnych.

Wybór trybu kontroli synchronizmu należy realizować zdalnie z SSiN lub lokalnie z PSR.

Linia 400 kV 3/2W

Układ kontroli synchronizmu, realizowany przy pomocy modułów wyłącznikowych w układzie 3/2W, musi zapewniać pełną funkcjonalność łączy w obrębie danej gałęzi. Aby spełnić to założenie dopuszcza się stosowanie komutacji obwodów napięciowych realizowanej na wyjściach binarnych modułów wyłącznikowych. Jednocześnie nie dopuszcza się stosowania komutacji obwodów napięciowych realizowanych na stykach pomocniczych łączników WN.

W polach mostków skrajnych i środkowego przewiduje się możliwość wybrania następujących trybów załączenia dla poszczególnych wyłączników Q11, Q12 i Q13:

- bez kontroli synchronizmu,
- z kontrolą synchronizmu w module wyłącznikowym (mostki skrajne) lub (mostek środkowy) – tryb wykorzystywany podstawowo do wszystkich operacji łączeniowych,
- z kontrolą synchronizmu w synchronizatorze centralnym gałęzi – tryb wykorzystywany w warunkach awaryjnych.

Wybór trybu kontroli synchronizmu należy realizować zdalnie z SSiN lub lokalnie z PSR.

Synchronizator centralny gałęzi umożliwia załączenie z kontrolą synchronizmu każdego wyłącznika mostków skrajnych i środkowego. Dla umożliwienia realizacji tej funkcjonalności należy doprowadzić do niego napięcia z przekładników na obu odcinkach i z pól pomiaru napięcia obu systemów.

Do modułów wyłącznikowych i do synchronizatora centralnego należy wprowadzić informacje o stanie zabezpieczeń obwodów napięciowych w celu zapewnienia bezpiecznych warunków łączenia wyłączników z kontrolą synchronizmu.

Automatyka SPZ

Linia 400 kV 2S+SO

Za realizację automatyki SPZ odpowiada moduł wyłącznikowy.

Automatyka SPZ powinna być pobudzana tylko od funkcji odcinkowych i odległościowych zaimplementowanych w terminalach zabezpieczeniowych

Linia 400 kV 3/2W

Stosować przekaźniki dedykowane do pracy w układzie 3/2W.

W układzie 3/2W przyjąć zasadę, że wyłącznik mostka od systemu szyn jest „wiodący”, a wyłącznik mostka środkowego „nadażny”.

Nie realizować zewnętrznego układu wyboru „wiodący - nadażny”.

Ze względu na układ ruchowy należy zaprojektować odstawienie automatyki SPZ dla każdego wyłącznika osobno.

Automatyka SPZ oraz współpraca z wyłącznikiem Q11 mostka skrajnego jest realizowana przez moduł wyłącznikowy mostka skrajnego.

Automatyka SPZ oraz współpraca z wyłącznikiem Q13 mostka środkowego jest realizowana przez moduł wyłącznikowy mostka środkowego.

Automatyka SPZ powinna być pobudzana tylko od funkcji odcinkowych i odległościowych zaimplementowanych w terminalach zabezpieczeniowych.

f) Konfiguracja

Konfiguracja terminali zabezpieczeniowych jest przedmiotem opracowania. Przewiduje się opracowanie typowych konfiguracji dla każdego wariantu terminali zabezpieczeniowych.

g) Zasilanie

Każde z zabezpieczeń różnicowych i fabrycznych AT(TR) zasilić z różnych baterii.

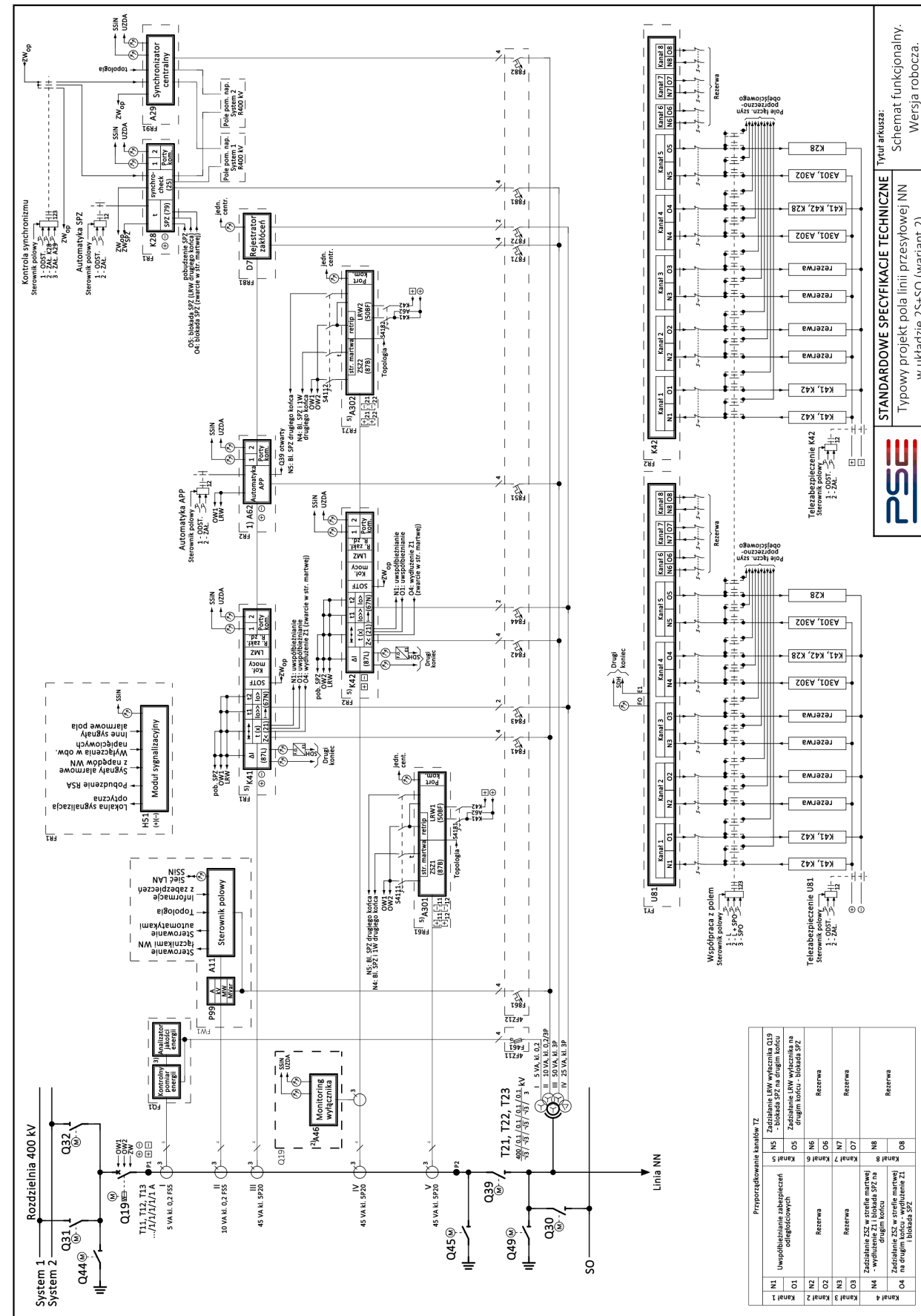
Z uwagi na stosowanie w rozdzielnych SN wyłączników z dwoma cewkami wyłączającymi dla strony SN przewidzieć dwa napięcia sterownicze. Strona SN i rozdzielnia SN powinny mieć te same napięcia sterownicze.

Zasilanie jednostek ZS i LRW zasilić z różnych baterii, wydzielonymi do tego celu obwodami rozdzielni 220 V DC.

Moduły wyłącznikowe stosowane dla odcinka (obsługujące dwa wyłączniki) zasilać napięciem odcinka. Moduły wyłącznikowe stosowane dla wyłącznika (obsługujące jeden wyłącznik) zasilać napięciem mostka.

h) Inne

W rozdziale tym opisano rozwiązania, które nie mieściły się w żadnej z powyższych kategorii. Dotyczą one takich zagadnień jak przechodzenia na szynę obejściową i impulsowania, automatyk sieciowych, rozkładu aparatury w szafach zabezpieczeń itp.



Rys. 1. Schemat funkcjonalny, pole liniowe 400 kV w układzie rozdzielni 2S+SO

7. Wnioski

Standaryzacja rozwiązań technicznych jest niezmiernie ważnym i potrzebnym zagadnieniem. Jest to jednocześnie proces niełatwy, zwłaszcza w środowisku, gdzie spotykają się i ścierają różne poglądy wynikające z wieloletnich doświadczeń, a także przyzwyczajęń.

Jednak dobro firmy wymaga, by grono specjalistów najwyższej klasy, którym powierzono zadanie potrafiło osiągnąć konsensus.

Zespół ma świadomość, że wiele rozwiązań technicznych mogłoby znaleźć inną postać. Głębokie analizy wielu koncepcji sprawiły, że ostatecznie przyjęto rozwiązania, które znalazły swe odbicie w typowej dokumentacji standardowej obwodów wtórnych.

Wiele rozwiązań technicznych posiada wysoki stopień skomplikowania, którego nie można było ograniczyć, wyłącznie z uwagi na czynniki zewnętrzne, jak wymogi ruchowe lub określone przepisami wyższego rzędu.

W efekcie wielomiesięcznych żmudnych prac zespół specjalistów i projektantów zajmujących się układami elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej wypracował wzorce dokumentacji standardowych.

Efekt dodatkowy, jaki został osiągnięty podczas prac koncepcyjnych i projektowych to optymalizacja rozwiązań technicznych. Zastosowanie wejść i wyjść binarnych terminali zabezpieczeniowych, transmisji sygnałów po protokole uprościło obwody, tym samym uzyskano ich większą przejrzystość, a także znaczące zmniejszenie ilości stosowanych przekaźników pomocniczych.

Spodziewać się należy, że wdrożenie standardowej dokumentacji obwodów wtórnych powinno się przełożyć na oszczędności finansowe w procesie inwestycyjnym oraz późniejszej eksploatacji urządzeń.

Literatura

- [1] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego
- [2] Ustawa Prawo zamówień Publicznych
- [3] Standardowe rozwiązania techniczne PSE SA
- [4] Materiały własne Zespołu i dokumentacja projektowa