

Politechnika Lubelska

Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Katedra Sieci Elektrycznych i Zabezpieczeń

Laboratorium Sieci Elektroenergetycznych

Ćwiczenie nr 3

Prowadzenie łączów ruchowych w stacjach elektroenergetycznych

1. Wprowadzenie

Celem ćwiczenia jest zaznajomienie się z zasadami wykonywania operacji łączeniowych w stacjach elektroenergetycznych oraz nabycie umiejętności przeprowadzania przełączeń ruchowych dzięki ich realizacji oraz obserwacji wzorcowych operacji łączeniowych wykonywanych na stanowisku automatycznie. Zgodnie z postanowieniami Prawa energetycznego¹ projektowanie, produkcja, import, budowa oraz eksploatacja urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych powinny zapewniać racjonalne i oszczędne zużycie energii przy zachowaniu:

- niezawodność współdziałania z siecią;
- bezpieczeństwa obsługi i otoczenia pracy spełnieniu wymagań ochrony środowiska;
- zgodności z wymaganiami odrębnych przepisów, a w szczególności przepisów prawa budowlanego² o ochronie przeciwporażeniowej, ochronie przeciwpożarowej, o dozorze technicznym, o ochronie dóbr kultury, o muzeach, Polskich Norm wprowadzonych do obowiązkowego stosowania lub innych przepisów wynikających z technologii wytwarzania energii i rodzaju stosowanego paliwa.

Bezpieczeństwo użytkowania oraz niezawodność pracy i działania urządzeń i instalacji elektroenergetycznych zależy przede wszystkim od przyjętych rozwiązań technicznych, jakości użytych materiałów i wykonywanych robót oraz prawidłowej eksploatacji.

2. Wiadomości podstawowe

2.1 Stacje elektroenergetyczne

Pod pojęciem stacji elektroenergetycznej³ rozumie się zespół urządzeń służących do przetwarzania i rozdzielania energii elektrycznej wraz z urządzeniami pomocniczymi.

W skład stacji wchodzi następujące zasadnicze grupy urządzeń:

- a) obwody pierwotne o niskim lub wysokim napięciu roboczym, w których płyną prądy robocze. W skład obwodów pierwotnych wchodzi:
 - szyny zbiorcze i łączeniowe oraz połączenia kablowe stacji,
 - transformatory i autotransformatory,
 - łączniki,
 - przekładniki prądowe i napięciowe,

¹ Ustawa z dnia 10.04.1997r. – Prawo energetyczne (Dz. U. Nr 54, poz. 348, z późniejszymi zmianami);

² Ustawa z dnia 07.07.1994r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2000r. Nr 106, poz. 1126, z późniejszymi zmianami);

³ Bełdowski T., Markiewicz H. : Stacje i urządzenia elektroenergetyczne, WNT, Warszawa 1992;

- odgromniki i ograniczniki przepięć,
 - urządzenia do kompensacji prądów ziemnozwarciowych,
 - dławiki przeciwzwarciove,
- b) obwody wtórne, niskonapięciowe, obejmujące wszystkie elementy, w których w warunkach normalnych płyną prądy proporcjonalne do prądów w obwodach głównych. W skład obwodów pomocniczych wchodzi układy zabezpieczeń, automatyki, pomiarów, telesterowania i telepomiarów;
 - c) urządzenia pomocnicze, umożliwiające prawidłową pracę stacji. Do urządzeń pomocniczych zaliczamy instalacje i źródła prądu pomocniczego, instalacje sprężonego powietrza, oświetlenie i ogrzewanie elektryczne stacji itp.;
 - d) instalacje ochronne obejmujące elementy ochrony przeciwporażeniowej, przeciwprzepięciowej i odgromowej.

Głównymi częściami składowymi w stacjach elektroenergetycznych są:

- rozdzielanie,
- transformatory,
- nastawnie.

Rozdzielnica to zespół urządzeń rozdzielczych, zabezpieczeniowych, pomiarowych, sterowniczych i sygnalizacyjnych wraz z szynami zbiorczymi, elementami izolacyjnymi, wsporczymi i osłonowymi, które wspólnie tworzą układ zdolny do rozdzielania energii elektrycznej przy jednym napięciu znamionowym. Rozdzielnica składa się z pól rozdzielczych.

Rozdzielnia to wyodrębniona część stacji elektroenergetycznej zajmująca wydzielone pomieszczenie, zespół pomieszczeń lub wydzielony teren, gdzie znajduje się zespół urządzeń rozdzielczych określonego napięcia wraz z urządzeniami pomocniczymi. Pole rozdzielcze to zespół aparatów zabezpieczeniowych, łączeniowych, sterowniczych pomiarowych oraz innych urządzeń pomocniczych związanych z rozdziałem i przesyłem energii elektrycznej. Wyposażenie pola zależy od spełnianej przez nie funkcji, od napięcia znamionowego i wymaganej niezawodności pracy. W zależności od przeznaczenia wyróżnia się pola: liniowe, transformatorowe, łączników szyn, pomiarowe, potrzeb własnych, odgromnikowe. Szyny zbiorcze to zespół szyn sztywnych lub przewodów, do których przyłączone są elektrycznie poszczególne pola rozdzielcze. Stacje elektroenergetyczne należą do bardzo złożonych obiektów systemu elektroenergetycznego. W związku z tym istnieje możliwość różnorodnego podziału stacji pod kątem różnych kryteriów. W literaturze spotyka się podział stacji z punktu widzenia:

- napięcia znamionowego strony górnej stacji,
- funkcji, jaką pełnią w systemie elektroenergetycznym,
- sposobu budowy stacji,

- przeznaczenia stacji,
- zadań stawianych stacjom,
- sposobu transformacji napięcia,
- sposobu prowadzenia ruchu,
- sposobu izolowania,
- sposobu zasilania,
- użytkownika stacji,
- liczby transformatorów.

Spośród wymienionych trzy pierwsze są najistotniejsze. Podział ze względu na napięcie strony górnej stacji:

- stacje najwyższych napięć (NN) – 220 kV, 400 kV i 750 kV,
- stacje wysokich napięć (WN) – 110 kV,
- stacje średnich napięć (SN) – 6 kV, 10 kV, 15 kV, 20 kV, 30 kV
- rozdzielnie niskich napięć (nn) – do 1 kV.

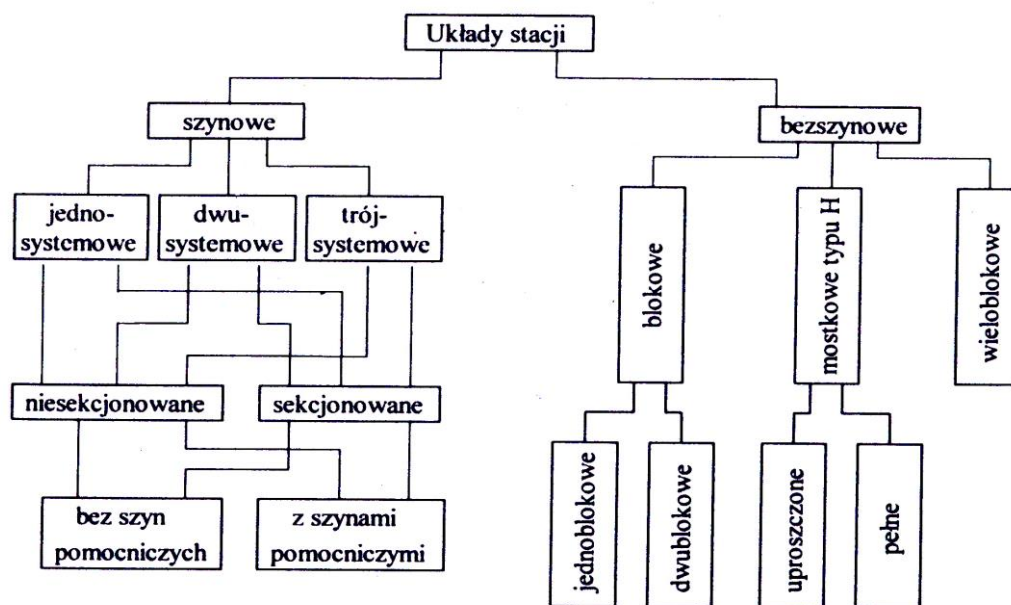
Podział ze względu na rolę i znaczenie stacji w systemie elektroenergetycznym:

- stacje elektrowniane – NG/NN,
- stacje transformatorowe (ST) i stacje transformatorowo-rozdzielcze (STR) – NN/WN,
- główne punkty zasilające (GPZ) – WN/SN,
- rozdzielnie sieciowe miejskie (RSM) –SN/SN,
- punkty transformatorowe (PT) –SN/nn,
- rozdzielnie sieciowe przemysłowe (RSP) – SN/SN,
- stacje główne (SG) – SN/SN,
- stacje pośrednie (SP) – SN/SN,
- stacje oddziałowe (SO) – SN/SN, SN/nn,
- rozdzielnie odbiorcze (RO) – SN/nn.

Podział ze względu na budowę stacji:

- wewnętrzne (wszystkie części składowe są umieszczone wewnątrz pomieszczeń) - stacje WN, SN,
- napowietrzne (zasadnicze części składowe są instalowane na powietrzu) - stacje NN, WN,SN,
- okapturzone (całe wyposażenie montowane jest w osłoniętej konstrukcji przystosowanej do przewożenia i ustawiania w warunkach napowietrznych).

Układy połączeń stacji elektroenergetycznych⁴ (Rys.1) ze względu na budowę dzielimy na dwie zasadnicze grupy tj. na układy szynowe (zawierające wyodrębnione szyny zbiorcze) i układy bezszynowe (pozbawione wyodrębnionych szyn zbiorczych). W obrębie układów szynowych wyróżniamy układy: jednosystemowe, dwusystemowe i trójsystemowe. Dodatkowo każdy układ szynowy stacji może być sekcjonowany (dzielony na części - sekcje) oraz uzupełniony o dodatkowe pomocnicze (obejściowe) szyny zbiorcze. W obrębie układów bezszynowych wyróżniamy układy: blokowe, mostkowe i wieloblokowe.



Rys.1 Podział stacji elektroenergetycznych

Pojedynczy system szyn zbiorczych (Rys.2.) odznacza się dużą prostotą budowy, przejrzystością układu połączeń i najmniejszymi kosztami inwestycyjnymi. Nie zapewnia natomiast dużej niezawodności zasilania i elastyczności w eksploatacji. Każde zakłócenie obejmujące szyny zbiorcze lub dowolny odłącznik szynowy powoduje przerwę w pracy całej stacji. Pojedynczy system szyn zbiorczych stosowany jest dla rozdzielni o napięciu od 6 do 110 kV i powszechnie dla rozdzielnic nn. Układ ten może być stosowany tylko do zasilania odbiorców niewymagających dużej pewności zasilania lub posiadających dodatkowe źródła energii. Układ stosowany jest dla jednej linii zasilającej. Pojedynczy sekcjonowany układ szyn zbiorczych (Rys.3.) odznacza się stworzeniem rezerwy w szynach zbiorczych poprzez ich podzielenie. Szyny zbiorcze są podzielone na dwie sekcje za pomocą sprzęgła sekcyjnego (podłużnego). Rolę sprzęgła sekcyjnego może spełniać

⁴ Stacje elektroenergetyczne, T. Beldowski;

odłącznik, wyłącznik z dwoma odłącznikami lub tylko sam wyłącznik. Zaletą tego układu jest to, że odbiory mogą mieć przewidziane zasilanie z obu sekcji. W razie uszkodzenia sekcji zasilania podstawowego, odbiór może być przełączany na drugą sekcję. Przy wystąpieniu zakłócenia w zasilaniu jednej z sekcji, przy sprzęgle normalnie otwartym, pracę tej sekcji można wznowić poprzez przełączenie sekcji na zasilanie z drugiego źródła - załączenie sprzęgła sekcyjnego. Rozdzielna praca sekcji szyn zbiorczych umożliwia ekonomiczne dostosowanie obciążenia do mocy źródła. Sekcjonowanie szyn daje również możliwość ograniczenia prądów zwarciovych. Pojedyncze sekcjonowane układy szyn zbiorczych używane są w zakresie wszystkich napięć w stacjach i rozdzielniach o niezbyt dużej liczbie pól. Koszt wykonania sekcjonowania jest niewysoki. Podstawą do wykonania sekcji jest dysponowanie dwoma liniami zasilającymi. Oprócz rozdzielni dwusekcyjnych stosowane są niekiedy układy trójsekcyjne.

Podwójny system szyn zbiorczych (Rys.4.), w stosunku do systemów z pojedynczym systemem szyn zbiorczych, charakteryzuje się dużą niezawodnością zasilania uzyskaną w wyniku zapewnienia pełnego rezerwowania szyn zbiorczych w przypadku uszkodzenia szyn i urządzeń do nich przyłączonych. Każde pole jest przyłączone do dwóch systemów szyn zbiorczych, które mogą być ze sobą łączone za pomocą sprzęgła, które w normalnym układzie pracy jest otwarte. W układach tych zazwyczaj jeden z systemów szyn jest systemem roboczym, a drugi rezerwowym. Podwójny system szyn zbiorczych cechuje się: możliwością przenoszenia obciążenia z jednego systemu szyn zbiorczych na drugi bez przerwy w zasilaniu odbiorców, możliwością rozdzielania źródeł zasilania i odbiorców na dwie grupy, przez co uzyskuje się zmniejszenie mocy zwarciovych na szynach zbiorczych i odpowiednie dopasowanie obciążenia do mocy do źródła, możliwością dokonywania czynności eksploatacyjnych bez długotrwałych przerw w zasilaniu, możliwością szybkiego przywrócenia zasilania odbiorców w przypadku zakłóceń w systemie roboczym szyn zbiorczych. Mimo wielu zalet, wadą układu z podwójnym systemem szyn zbiorczych, jest przerwa w zasilaniu wszystkich odbiorców w przypadku zwarcia w roboczym systemie, wysoki stopień komplikacji układu zwiększający prawdopodobieństwo dokonania błędnych czynności łączeniowych, wysokie nakłady inwestycyjne, większe o 21-25% niż w układach z pojedynczym systemem szyn zbiorczych.

Zastosowanie podwójnego systemu szyn zbiorczych sekcjonowanego (Rys.5.) za pomocą sprzęgła systemowo-sekcyjnego (poprzeczno-podłużnego) znacznie poszerza możliwości układu. Pozwala to na dokonywanie wielu połączeń i sposobów zasilania odbiorców, umożliwia wykonanie dowolnych prac w polach jednej sekcji, przy normalnej pracy sekcji drugiej oraz zwiększa niezawodność zasilania. Zasadniczą wadą sekcjonowania jest zwiększenie stopnia komplikacji i przejrzystości układu, co stwarza możliwość powstania zakłóceń powodowanych błędnymi czyn-

nościami łączeniowymi. Sekcjonowanie szyn generuje dodatkowe koszty inwestycyjne i eksploatacyjne.

Innym sposobem rezerwowania szyn zbiorczych, zwiększeniem elastyczności oraz zdolności ruchowych stacji, jest zastosowanie układu trój lub wielosystemowego. W praktyce liczba systemów szyn zbiorczych ogranicza się do trzech (Rys.6). Układ ten jest stosowany w dużych rozdzielniach elektrownianych oraz w bardzo dużych stacjach NN, WN i SN zasilające duże i ważne obiekty przemysłowe. W takim rozwiązaniu dwa systemy są roboczymi, podczas gdy trzeci jest systemem rezerwowym. Układy z potrójnym systemem szyn zbiorczych charakteryzują się większą ilością zalet jak i wad w stosunku do układów dwusystemowych. Do najistotniejszych wad tych układów należy bardzo duża złożoność wszelkiego rodzaju przełączeń, zwiększone ryzyko dokonania błędnych czynności łączeniowych, zmniejszona przejrzystość układu i zwiększone nakłady inwestycyjne.

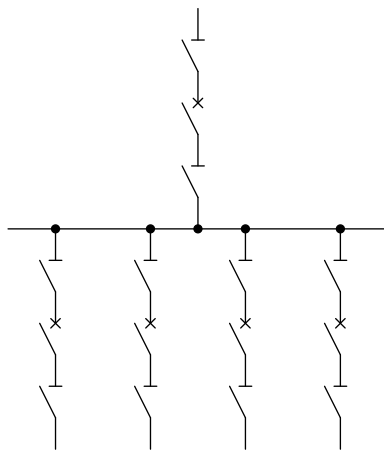
Pomocniczy (obejściowy) system szyn zbiorczych służy do zastępowania wyłączników poszczególnych pól innymi wyłącznikami bez przerwy w pracy danego pola. Idea tego typu rozwiązania zrodziła się z doświadczeń eksploatacyjnych. Szyny obejściowe wraz z wyłącznikami obejściowymi pozwalają na zwiększenie pewności zasilania układu poprzez umożliwienie przeglądów oraz napraw wyłączników liniowych lub transformatorowych bez konieczności wyłączania tych linii spod napięcia. Szyny pomocnicze mogą być uzupełnieniem każdej rozdzielnicy o układzie szynowym. Dobrze wykonane szyny zbiorcze wraz z wyłącznikiem obejściowym z chwilą uszkodzenia wyłącznika zapewniają zasilanie odbioru, a uszkodzony wyłącznik odłącza się wraz z przynależnymi do niego odłącznikami, do remontu (Rys.7.). Zastosowanie pomocniczego systemu szyn zbiorczych z możliwością rezerwowania wyłączników w każdym polu rozdzielni przez wyłącznik obejściowy znacząco zwiększa niezawodność zasilania odbiorców. Istnieje również możliwość zastosowania pomocniczych szyn zbiorczych nie na całej długości rozdzielni, a tylko lokalnie. Daje to oszczędności ekonomiczne, lecz umożliwia rezerwowanie jedynie części pól rozdzielni. Układy z pomocniczymi systemami szyn są eksploatacyjnie bardzo elastyczne i zapewniają dużą niezawodność zasilania odbiorów. Łatwa jest rozbudowa rozdzielnic, rozwiązania konstrukcyjne są proste i przejrzyste. Zalety te zadecydowały, że układy z szynami pomocniczymi – obejściowymi są często stosowane.

Układy blokowe (Rys.8a.) charakteryzują się szeregową budową połączeń elektrycznych wszystkich elementów obwodu pierwotnego bez pośrednictwa szyn zbiorczych (np.: blok: linia zasilająca – transformator). Układy te są stosowane w pierwszym etapie budowy rozdzielni 110 kV oraz w sieciach średniego napięcia. Układy blokowe odznaczają się niskimi kosztami inwestycyjnymi. Układy te nie zapewniają wysokiej niezawodności pracy, gdyż nie ma możliwości re-

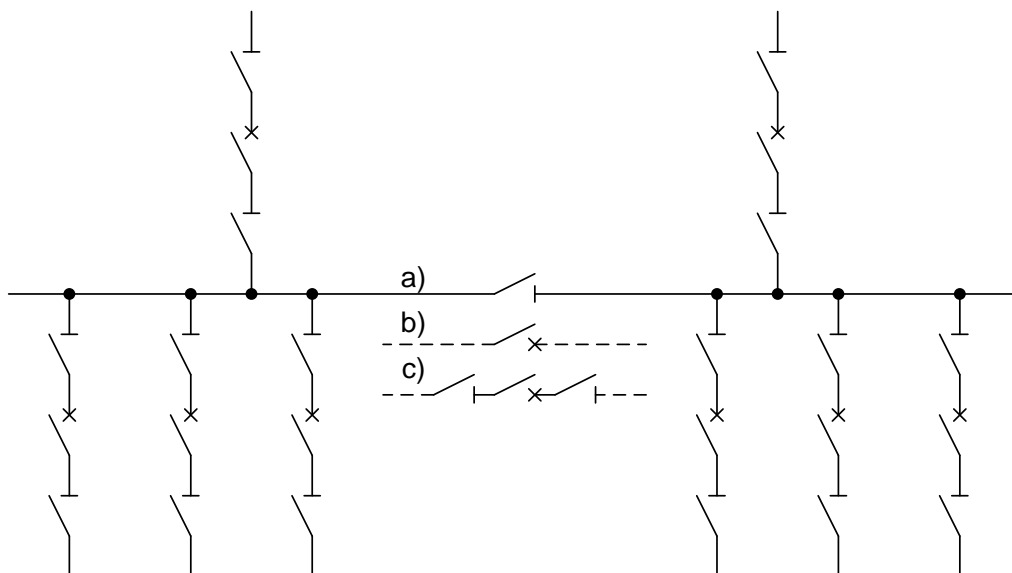
zerwowania elementów po stronie wyższego napięcia. Rezerwowanie jest możliwe tylko po stronie niższego napięcia.

Układy mostkowe (Rys.9.) najczęściej stosuje się w stacjach 110kV. Układy te są możliwe do zrealizowania przy dwóch liniach i dwóch transformatorach. Powstają one przez połączenie dwóch układów blokowych za pomocą poprzecznego połączenia, przez co otrzymujemy układ mostkowy typu H. Dzięki temu zachodzi możliwość wzajemnego rezerwowania zarówno linii jak i transformatorów. Zaletą układu H, w porównaniu z układami blokowymi, jest umożliwienie przepływu energii z jednej linii zasilającej do drugiej, dzięki połączeniu poprzecznemu po stronie wysokiego napięcia. Normalna praca układu odbywa się przy zamkniętych wszystkich wyłącznikach i odłącznikach układu (w zależności od konfiguracji sieci nie wyklucza się innych połączeń łączników).

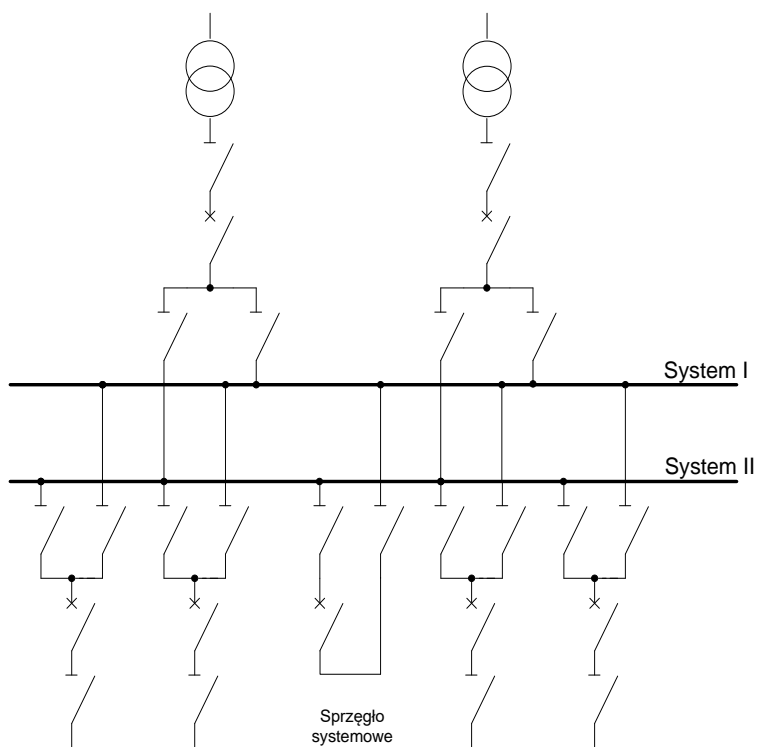
Układy wielobokowe (Rys.10.) należą do rozbudowanych układów rozdzielnic znajdujących zastosowanie w sieciach najwyższych napięć, zwłaszcza w węzłach sieciowych. Zaletą tych układów jest duża pewność pracy przy stosunkowo niewielkich kosztach. Każde pole rozdzielnic wyposażone jest w dwa wyłączniki. Każdy wyłącznik obsługuje dwa sąsiednie pola. Wyłączniki można odstawiać do remontu bez przerywania pracy układu. Operacje ruchowe nie wymagają dużej liczby łączy. Do wad układów wielobokowych należy mało przejrzysty schemat układu, którego rozbudowa jest utrudniona. Otwarcie wyłącznika powoduje rozcięcie wieloboku, a w związku z tym zmianę rozptyłu prądów. Utrudnia to działanie zabezpieczeń, a także może spowodować konieczność przewymiarowania aparatury rozdzielczej.



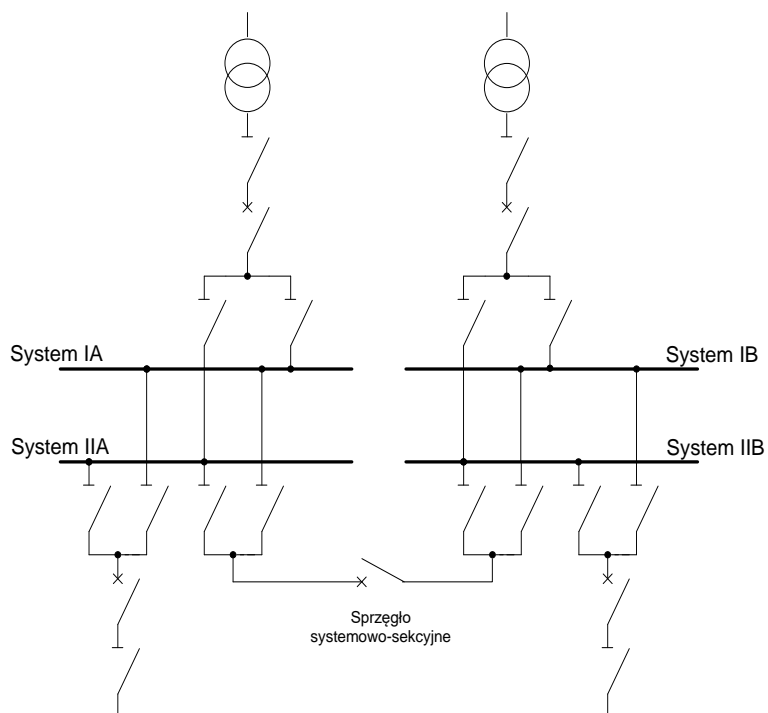
Rys.2. Pojedynczy niesekcjonowany system szyn zbiorczych



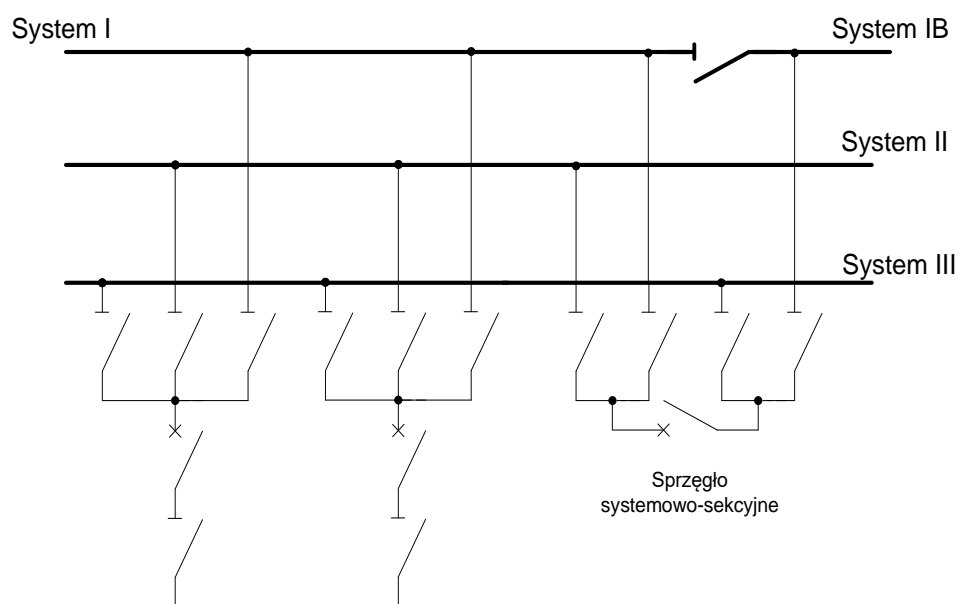
Rys.3. Pojedynczy system szyn zbiorczych sekcjonowany: a) odłącznikiem, b) wyłącznikiem, c) dwoma odłącznikami i wyłącznikiem



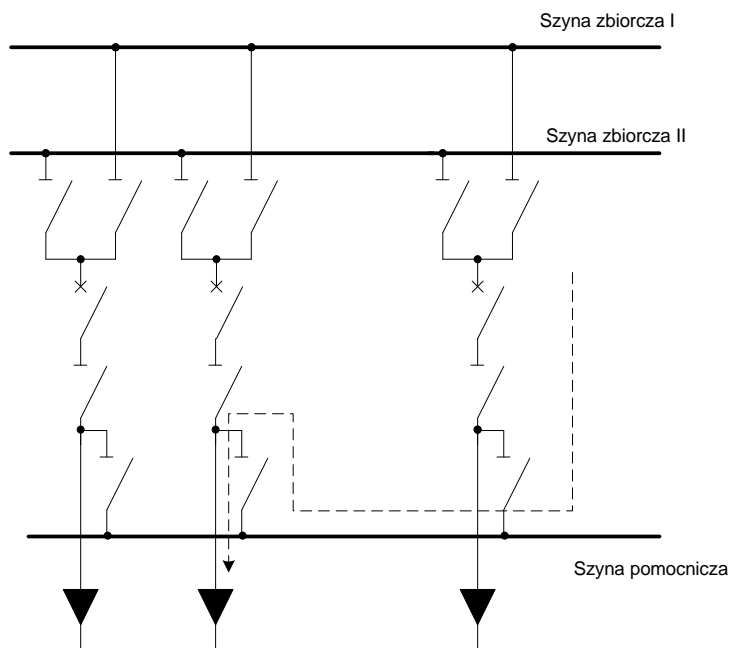
Rys.4. Podwójny system szyn zbiorczych niesekcjonowany



Rys. 5. Podwójny system szyn zbiorczych sekcjonowany

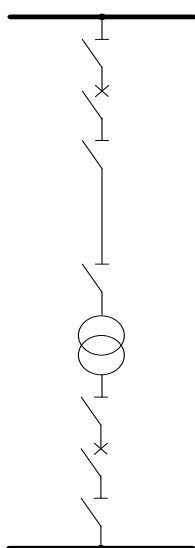


Rys. 6. Potrójny system szyn zbiorczych

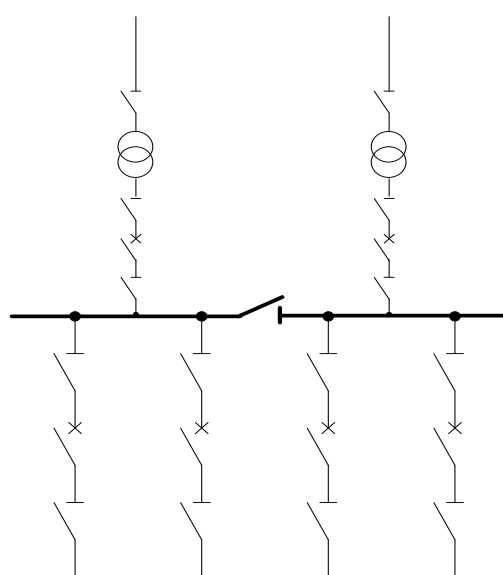


Rys.7. Podwójny system szyn zbiorczych z szyną pomocniczą

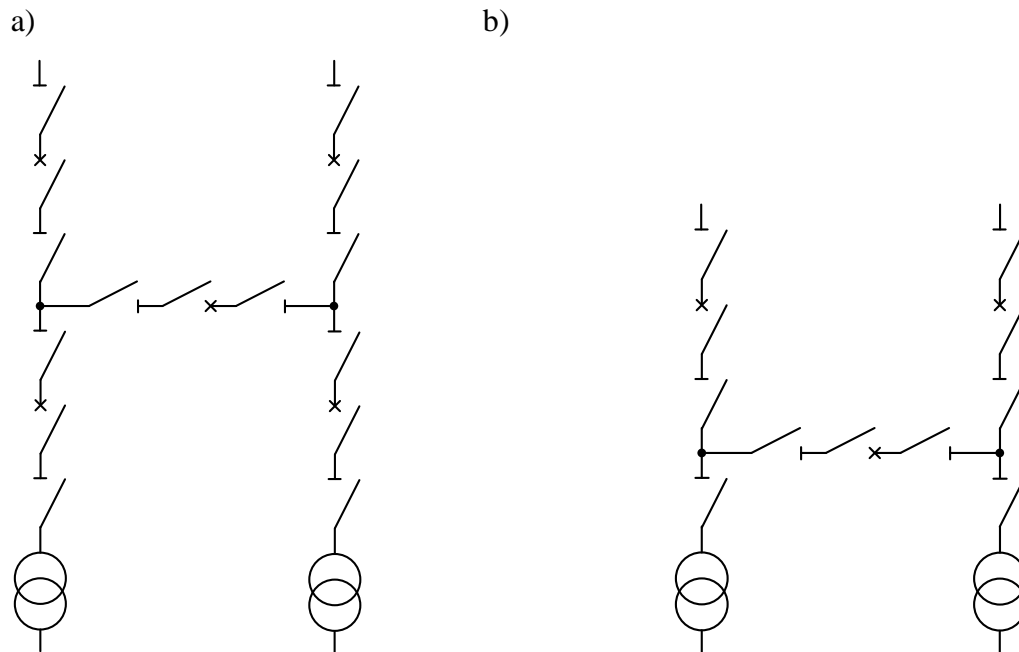
a)



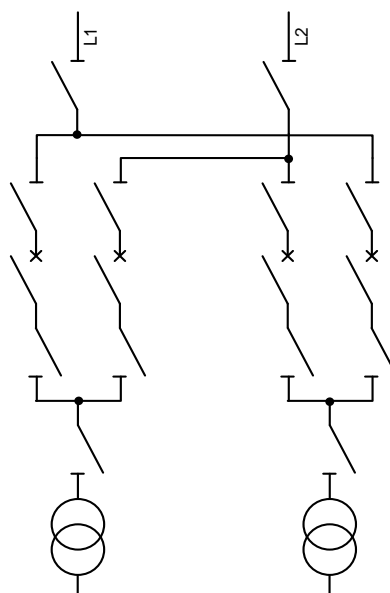
b)



Rys. 8. a) Układ blokowy linia-transformator., b) układ dwublokowy



Rys.9. a) Układ mostkowy - modyfikowany H3, b) Układ mostkowy - pełny H5



Rys.10. Układ wielobokowy o kształcie czworoboku

Zadaniem stacji elektroenergetycznych jest rozdział energii elektrycznej o odpowiednich parametrach pomiędzy poszczególnych odbiorców przy określonej niezawodności dostawy. Stacja prawidłowo spełnia swoje zadania w systemie elektroenergetycznym, jeżeli jej układ połączeń odpowiada następującym wymaganiom:

- powinna istnieć możliwość zmiany układu, w miarę rozwoju sieci lub rozbudowy i zmiany roli stacji w systemie elektroenergetycznym bez długotrwałych przerw w zasilaniu licznych odbiorców energii elektrycznej,

- w razie uszkodzenia szyn zbiorczych lub innych elementów, powinno być zapewnione całkowite lub częściowe zasilanie odbiorców,
- powinna istnieć możliwość odłączenia spod napięcia dowolnego łącznika, w celu jego naprawy lub konserwacji, bez długotrwałej przerwy w pracy połączonego z nim toru,
- układ powinien być "elastyczny", czyli zapewniać zasilanie odbiorców podczas planowych lub zakłóceńowych wyłączeń części urządzeń stacji. Przełączenia mają się odbywać bez przerw w zasilaniu odbiorców i przy możliwie małej liczbie operacji łączeniowych,
- schemat konstrukcyjny stacji powinien być przejrzysty, zapewniać łatwość w orientacji i możliwość przełączeń bez wywołania zakłóceń,
- w razie zakłóceń na terenie stacji, obszar dotknięty ich skutkami powinien być możliwie najmniejszy,
- układ połączeń stacji powinien zapewnić ekonomiczne pod względem nakładów inwestycyjnych rozwiązanie stacji.

Pewność zasilania odbiorców zależy, nie tylko od wymienionych środków technicznych, ale również od sprawnego wykonywania ruchowych oraz zakłóceńowych operacji łączeniowych. Około 30% poważnych awarii w stacjach elektroenergetycznych jest bowiem wynikiem błędnych operacji łączeniowych. Dobre opanowanie zasad i techniki wykonywania operacji łączeniowych przez obsługę stacji ma więc zasadnicze znaczenie. Odpowiednie doświadczenie można uzyskać m.in. dzięki ćwiczeniom na modelach odwzorowujących możliwie wiernie warunki łączeniowe rzeczywistych stacji elektroenergetycznych.

2.2 Podstawowe pojęcia i zasady wykonywania operacji łączeniowych

Zagadnienie operacji łączeniowych w stacjach elektroenergetycznych określa szczegółowo „Instrukcja łączy ruchowych w elektroenergetycznych sieciach rozdzielczych” wydana przez Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej (PTPiREE)⁵. Poprawna realizacja operacji łączeniowych w stacjach elektroenergetycznych i zrozumienie ich istoty i zasad wymaga zaznajomienia się z gamą specyficznych pojęć stosowanych do opisu tej dziedziny. Należą do nich pojęcia: zdarzenie ruchowe; operacja łączeniowa; operacja ruchowa; eksploatacja urządzeń elektrycznych; służba dyspozytorska; dyspozytor; koordynacja ruchu urządzeń, stacji, sieci; prowadzenie ruchu urządzeń, stacji, sieci; sieć rozdzielcza i normalny układ pracy.

Zdarzenie ruchowe określa jakąkolwiek zmianę:

⁵ Instrukcja łączy ruchowych w elektroenergetycznych sieciach rozdzielczych oraz instrukcja eksploatacji i instrukcja stanowiskowa

- stanu pracy urządzenia, instalacji lub sieci,
- układu połączeń,
- nastaw regulacyjnych,
- nastaw sterowniczych.

Operacje łączeniowe to operacje manewrowe które obejmują:

- załączenie lub wyłączenie: linii, transformatora, generatora, dławika, baterii kondensatorów,
- przełączenie urządzeń na systemach szyn zbiorczych w rozdzielni.

Operacja ruchowa oznacza jakąkolwiek celową zmianę:

- stanu pracy urządzenia,
- układu połączeń,
- nastaw regulacyjnych,
- nastaw sterowniczych.

Eksplatacja urządzeń elektrycznych to wykonywanie czynności łączeniowych na urządzeniach elektrycznych i utrzymywanie urządzeń elektrycznych w należytym stanie technicznym. Służba dyspozytorska stanowi komórkę organizacyjną uprawnioną do prowadzenia ruchu sieci i kierowania pracą jednostek wytwórczych. Dyspozytor to osoba posiadająca ważne świadectwo kwalifikacyjne na stanowisku dozoru lub dozoru i eksploatacji oraz uprawnienie do operatywnego kierowania i nadzorowania ruchu określonych obszarów sieci rozdzielczej. Koordynacja ruchu urządzeń, stacji, sieci oznacza działalność służby dyspozytorskiej obejmującą uzgadnianie prowadzenia ruchu. Prowadzenie ruchu urządzeń, stacji, sieci określa działalność służby dyspozytorskiej obejmującą: planowanie pokrycia zapotrzebowania, planowanie pracy sieci i jednostek wytwórczych, kierowanie operacjami łączeniowymi, prowadzenie działań regulacyjnych, wprowadzanie przerw i ograniczeń w poborze i dostawie energii, zapobieganie i usuwanie awarii, wymianę informacji. Sieć rozdzielcza to sieć służąca do przesyłania i dystrybucji energii elektrycznej o napięciu nie wyższym niż 110 kV. Normalny układ pracy to określony przez operatora systemu rozdzielczego układ pracy urządzeń, instalacji i sieci elektroenergetycznych, w warunkach dostępności wszystkich elementów sieciowych. Aparaturę łączeniową w sieci rozdzielczej stanowią: wyłączniki, rozłączniki i styczniki, odłączniki i bezpieczniki. Wyłączniki przeznaczone są do wyłączania i załączania prądów roboczych i zwarciovych. Rozłączniki przeznaczone są do załączania i wyłączania prądów roboczych w granicach znamionowego prądu ciągłego rozłącznika. Styczniki charakteryzują się dużą zdolnością łączy i służą do załączania i wyłączania prądów roboczych w granicach znamionowego prądu ciągłego stycznika. Odłączniki służą do tworzenia przerw izolacyjnych w obwodach elektrycznych. Bezpieczniki służą do zabezpieczania urządzeń elektroenergetycznych przed skutkami przeciążeń i zwarć. Wszystkie czynności łączeniowe należy prowadzić z zachowaniem zdolności łączeniowej łączników pamiętając, że:

- wyłączniki przeznaczone są do wyłączania i załączania prądów roboczych i zwarciovych,
- rozłączniki przeznaczone są do załączania i wyłączania prądów roboczych w granicach możliwości łączeniowych rozłącznika,
- odłącznikami można wykonywać tylko manipulacje w stanie bez obciążenia, przy czym odłącznikami trójbiegunowymi dopuszcza się załączać nieobciążone szyny zbiorcze, transformatory o określonej mocy i napięciu oraz linie napowietrzne i kablowe o określonej długości i napięciu znamionowym.

Przy wykonywaniu łączy w polach wyposażonych w wyłącznik (rozłącznik) i odłącznik szynowy, należy zachować następującą kolejność manipulacji:

1) przy wyłączaniu:

- wyłączyć wyłącznik (rozłącznik),
- otworzyć odłącznik ,

2) przy załączaniu:

- zamknąć odłącznik,
- załączyć wyłącznik (rozłącznik).

Przy wykonywaniu łączy w polach wyposażonych w wyłącznik i odłączniki należy zachować następującą kolejność manipulacji:

1) przy wyłączaniu:

- wyłączyć wyłącznik,
- otworzyć odłącznik liniowy,
- otworzyć odłącznik szynowy,

2) przy załączaniu:

- zamknąć odłącznik szynowy,
- zamknąć odłącznik liniowy,
- załączyć wyłącznik.

Przy wykonywaniu łączy w polach liniowych rozdzielnic dwuczłonowej, należy zachować następującą kolejność manipulacji:

1) przy wyłączaniu:

- wyłączyć wyłącznik,
- wytoczyć człon wyłącznikowy do pozycji „próba”,

2) przy załączaniu:

- wtoczyć człon wyłącznikowy do pozycji „praca”,
- załączyć wyłącznik.

Przy wykonywaniu łączy w polach transformatorów trójzwojeniowych należy zachować następującą kolejność manipulacji:

1) przy wyłączaniu:

- wyłączyć wyłączniki dolnych napięć,
- wyłączyć wyłącznik górnego napięcia,
- otworzyć odłączniki transformatorowe, a następnie szynowe dolnych napięć,
- otworzyć odłącznik szynowy strony górnego napięcia,

2) przy załączaniu:

- zamknąć odłącznik szynowy strony górnego napięcia,
- załączyć wyłącznik górnego napięcia,
- zamknąć odłączniki szynowe i transformatorowe dolnych napięć,
- załączyć wyłączniki dolnych napięć.

Przy załączaniu transformatorów dwuzwojeniowych wyposażonych w wyłączniki po obu stronach - jako pierwszy należy załączyć wyłącznik strony górnego napięcia. Przy wyłączaniu czynności łączeniowe wykonywać w odwrotnej kolejności. W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się odstępstwo od tej zasady.

Transformatory przystosowane do pracy równoległej można załączać i wyłączać do i z pracy równoległej wyłącznikami i rozłącznikami w dowolnej kolejności, przy czym musi ona zapewnić możliwość pomiaru napięć dla wyrównania ich poziomu przy załączaniu. Przy załączaniu pod napięcie szyn zbiorczych za pomocą wyłącznika sprzęgła należy, w pierwszej kolejności, zamknąć odłącznik systemu będącego pod napięciem. Po wyłączeniu spod napięcia - w pierwszej kolejności należy otworzyć odłącznik od strony systemu wyłączanego. Polecenie dotyczące ruchu stacji ma prawo wydać dyspozytor z dyspozycji prowadzącej ruch stacji, którego nazwisko umieszczone w wykazie osób uprawnionych do wydawania poleceń ruchowych. Polecenia ruchowe powinny być podawane w formie zwieszłej, jednoznacznej i zrozumiałej, przy użyciu zdefiniowanych zwrotów. Kiedy polecenie jest proste i nie budzące wątpliwości powinno być powtórzone przez dyżurnego stacji, zapisane w dzienniku operacyjnym i wykonane niezwłocznie. W przypadku poleceń bardziej złożonych, należy omówić ich treść, aby zarówno wydający polecenie dyspozytor, jak i otrzymujący polecenie dyżurny stacji nie mieli wątpliwości, co do wzajemnego zrozumienia. Następnie przyjmujący polecenie ruchowe powtarza treść polecenia zapisując je w dzienniku operacyjnym. W zapisie należy podać czas otrzymania polecenia ruchowego, nazwisko dyspozytora i ewentualnie symbol jednostki organizacyjnej. Zapisy polecenia u przyjmującego i wydającego polecenie ruchowe powinny być jednakowe. Wydane polecenia ruchowe i meldunki po ich wykonaniu powinny być rejestrowane na nośniku magnetycznym lub cyfrowym i przez określony czas przechowywane.

W przypadku wykonywania czynności łączeniowych wymagających łączeń w różnych punktach sieci dyspozytor zobowiązany jest określić wykonującemu kolejność wykonywania czynności w każdym z punktów (stacja, linia). Po wykonaniu polecenia ruchowego należy ten fakt odnotować w dzienniku operacyjnym i niezwłocznie potwierdzić wykonanie dyspozytorowi, który wydał polecenie. Przy wydawaniu poleceń ruchowych i przyjmowaniu meldunków o ich wykonaniu obowiązują następujące zwroty:

1) dla zmiany położenia styków wyłącznika, rozłącznika:

z a ł ą c z y ć,

w y ł ą c z y ć,

2) dla zmiany położenia noży odłącznika, uziemnika stałego:

z a m k n ą ć,

o t w o r z y ć,

3) dla uziemiaczy przenośnych:

z a ł o ż y ć,

z d j ą ć,

4) dla bezpieczników:

w y j ą ć,

w ł o ż y ć,

5) dla rozdzielnic dwuczłonowych jako odpowiednik otwarcia (zamknięcia) odłączników:

wytoczyć człon wyłącznikowy (bezpiecznikowy, odłącznikowy)

do położenia **p r ó b a**,

wtoczyć człon wyłącznikowy (bezpiecznikowy, odłącznikowy)

do położenia **p r a c a**,

6) dla automatyki SPZ, SZR:

z a b l o k o w a ć,

o d b l o k o w a ć.

Wykonywanie czynności łączeniowych dotyczy wykonywania zmian stanu wyłączników, odłączników i uziemników. Czynności łączeniowe w stacji wykonywane są na polecenie lub za zgodą dyspozytora z dyspozycji prowadzącej ruch stacji lub zdalnie przez sterowanie z tej dyspozycji. Dopuszcza się działanie dyżurnego stacji bez informowania dyspozytora z dyspozycji prowadzącej ruch w zakresie czynności łączeniowych w następujących przypadkach:

- zagrożenia bezpieczeństwa ludzi,
- zagrożenia dla urządzeń stacji,
- w przypadku całkowitego zaniku napięcia w celu przywrócenia zasilania potrzeb własnych stacji.

Czynności łączeniowe mogą być wykonywane:

- zdalnie z nastawni,
- zdalnie z dyspozycji,
- zdalnie ze sterowników umieszczonych w nastawni lub w kioskach na panelach sterowniczych,
- z szafek kablowych przy łącznikach,
- z szafek napędów łączników, dla rozdzielni SN zdalnie z dyspozycji, z systemu sterowania i nadzoru lub lokalnie ze sterowników na rozdzielnicach.

Czynności łączeniowe mogą być wykonywane jednoosobowo. Dotyczy to szczególnie manipulacji łączeniowych wykonywanych zdalnie. Pozostałe czynności łączeniowe należy wykonywać dwuosobowo. Przebieg czynności łączeniowych wykonywanych w stacji powinien być kontrolowany na wszystkich wskaźnikach stwierdzających faktyczne stany położenia łączników, sygnały zdarzeń i wartości mierzonych wielkości (prądy, napięcia, moce) w stacji i w zdalnych systemach sterowania i nadzoru.

W celu zabezpieczenia personelu przed dokonywaniem błędnych operacji łączeniowych powszechnie stosuje się blokady łączników.

Za standardowe zasady blokad łączników uważa się następujące:

- wyłącznik może być otwierany lub zamykany zawsze,
- odłącznik szynowy może być otwierany przy otwartym wyłączniku,
- odłącznik szynowy może być zamykany przy otwartym wyłączniku i otwartych uziemnikach po obu stronach odłącznika,
- odłącznik liniowy może być otwierany przy otwartym wyłączniku,
- odłącznik liniowy może być zamykany przy otwartym wyłączniku i otwartych uziemnikach po obu jego stronach,
- uziemnik może być zamykany przy otwartych odłącznikach po wszystkich jego stronach,
- uziemnik może być otwierany zawsze (skoro został zamknięty).

Charakterystyka stacji elektroenergetycznej

Stacja elektroenergetyczna RS 15kV z dwoma liniami zasilającymi o przekroju przewodów AFL 70 mm² na słupach betonowych z Rozdzielni 15kV Stacji 110/30/15kV **Budzyń**. Linie te wchodzi na pola Nr 19 i pola Nr 6. Ponadto stacja może być zasilana ze stacji Budzyń linią 15kV AFL 70mm² do punktu PO Kraśnik, a dalej AFL 50mm² do 15kV RS Kraśnik (pole Nr 2). Stacja jest rozdzielnią 19 polową z jednym układem szyn sekcjonowanych w polu Nr 3 „Łącznik szyn” wyłącznikiem SCI-4.

Rozdzielnia 15kV RS Kraśnik jest rozdzielnią polową montowaną z elementów prefabrykowanych o pojedynczym układzie szyn zbiorczych. Rozdzielnia 15kV składa się z 7 pól kablowych, 4 pól liniowych, jednego pola łącznika szyn, 1 pola odgromnikowego, 2 pól pomiaru napięcia, 2 pól transformatorów potrzeb własnych, 2 pól rezerwowych.

Przeznaczenie poszczególnych pól:

Pole Nr 2- liniowe do PO Kraśnik

Pole Nr 3- Łącznik szyn

Pole Nr 4-kablowe do ST

Pole Nr5 kablowe do ST

Pole Nr 6 kablowe do Budzynia

Pole Nr 7 kablowe do ST

Pole Nr 8 kablowe do ST

Pole Nr 9 kablowe do ST

Pole Nr10 pomiar napięcia 2

Pole Nr 11 pomiar napięcia 1

Pole Nr 12 Odgromniki

Pole Nr 13 liniowe do ST

Pole Nr 14 Rezerwa

Pole Nr 15 kablowe do Zaklikowa

Pole Nr 16 Rezerwa

Pole Nr 17 Transformator potrzeb własnych Nr1

Pole Nr 18 liniowe do Blinowa

Pole Nr 19 liniowe do Budzynia

Wypożyczenie pól liniowych:

- pola liniowe Nr 2,13,19 wyposażone są w następującą aparaturę:

odłącznik szynowy i liniowy,

- wyłącznik małoolejowy,
- przekładniki prądowe,

- pole liniowe Nr 18 Blinów wyposażone jest w następującą aparaturę:

- odłącznik szynowy i liniowy,
- wyłącznik próżniowy,
- przekładniki prądowe.

Wypożyczenie pól kablowych:

- pola kablowe Nr 3,4,5,6,7,8, i 15 wyposażone są w następującą aparaturę:

- odłącznik szynowy,
- wyłącznik małoolejowy,
- przekładniki prądowe,
- uziemniki,
- przekładniki ziemnozwarciowe.

Wypożazenie pól pomiaru napięcia:

- odłącznik szynowy,
- podstawy bezpiecznikowe,
- wkładki bezpiecznikowe,
- przekładniki napięciowe,
- odgromniki.

Wypożazenie pola odgromnikowego:

- odłącznik szynowy,
- odgromniki.

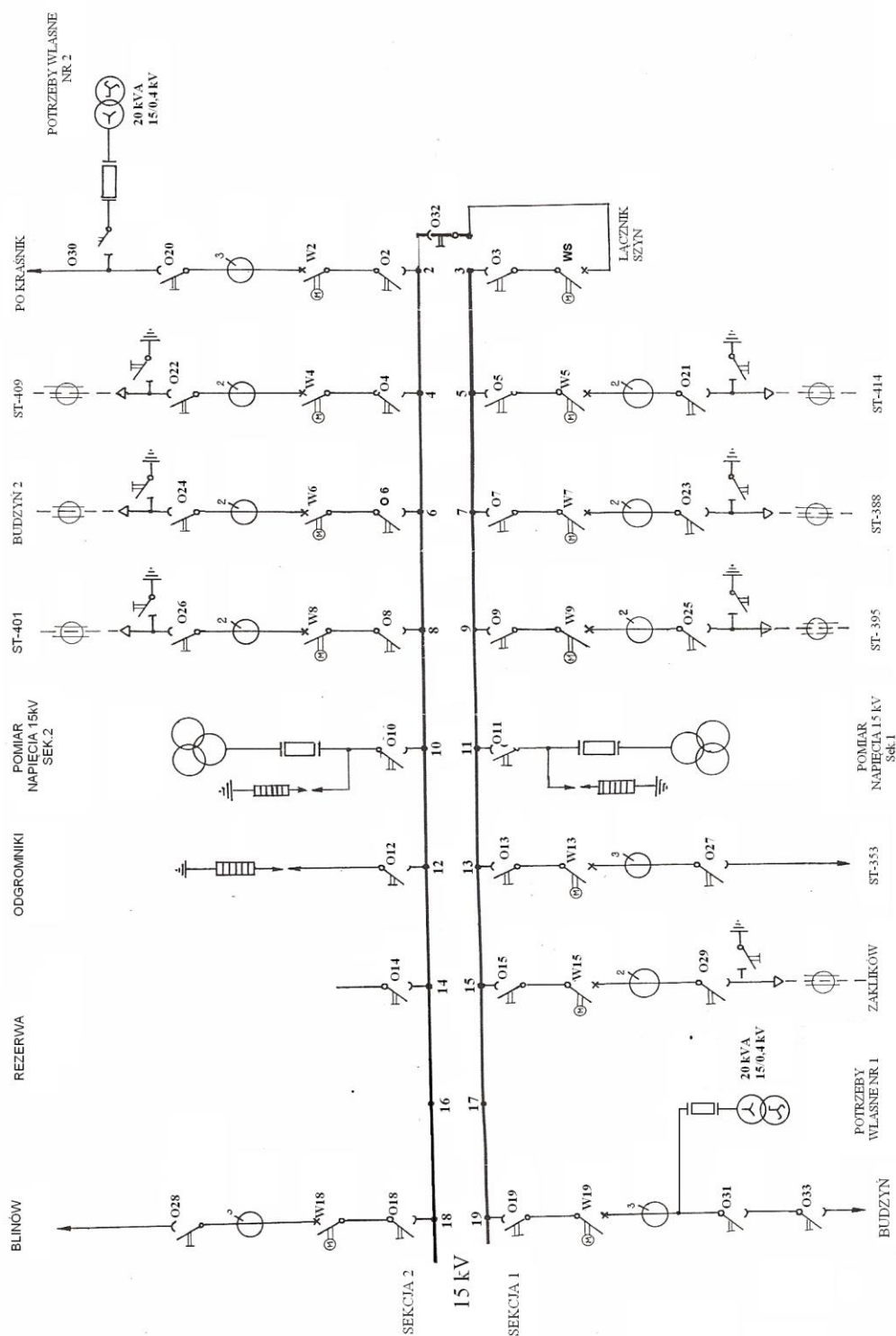
Wypożazenie pola łącznika szyn:

- odłączniki szynowe,
- wyłączniki małoolejowe.

Rozdzielnia nie jest wypożazona w baterię kondensatorów statycznych oraz w urządzenia do kompensacji prądów ziemnozwarciowych. Stacja 15 kV pracuje bez stałej obsługi. Ruch elektryczny prowadzony jest zdalnie za pośrednictwem urządzeń telemechaniki w ZDR Kraśnik. Ciągły dozór jest zapewniony przez telesygnalizację. Przełączenia ruchowe oraz przełączenia związane z przygotowaniem miejsca pracy prowadzi uprawniony personel obsługi. Utrzymywaniem porządku, prowadzeniem drobnych napraw, konserwacji, itp. zajmuje się personel ZE Kraśnik. Dyżurny dyspozytor ZDR w dozorcze urządzeń stacji pełni obowiązki wynikające z funkcji dyżurnego ZDR. Dyżurny ZDR za pośrednictwem urządzeń telemechaniki, telesygnalizacji sprawuje stały nadzór nad pracą urządzeń elektroenergetycznych stacji. Czynności łączeniowe związane z wykonaniem prac eksploatacyjnych (remontowych) wykonuje uprawniony personel (obsługujący).

Schemat stacji elektroenergetycznej

SCHEMAT GŁÓWNY ROZDZIELNI 15 kV RS KRAŚNIK



5. Opis komputerowego symulatora operacji łączeniowych ROZDZIELNIA

Program napisany jest w języku JAVA (JRE). Wchodząc w folder ROZDZIELNIA, wybierając aplikację 'start.bat' (Windows) lub 'start.sh' (Linux) program zostaje uruchomiony.

Zatwierdzając swoje dane następuje wybór losowy symulacji łączeniowych. Komunikacja użytkownika z programem ROZDZIELNIA odbywa się za pomocą myszki. Dodatkowo program wyposażono w raport przebiegu symulacji, którego istnieje możliwość wydruku (wchodząc w 'plik'). Symulator zawiera 21 operacji łączeniowych, które wybierane są w sposób losowy.

W skład operacji łączeniowych wchodzi:

- eksploatacje wyłączników: WS; W2; W4; W6; W8; W18; W5; W7; W9; W13; W15; W19;
- eksploatacje szyn zbiorczych: S1; S2;
- eksploatacje linii: L1; L2; L3;
- eksploatacje transformatorów: T1; T2;
- eksploatacje pomiarów napięcia: P1; P2.

Element eksploatacyjny zaznaczony jest czerwoną ramką.

Przykładowe oznaczenia występujące w opisie programu:

[O2+] oznacza zamknięty odłącznik O2;

[O4-] oznacza otwarty odłącznik O4;

[WS+] oznacza załączony wyłącznik WS;

[W2-] oznacza wyłączony wyłącznik W2;

6. Literatura i akty prawne

1. Ustawa z dnia 10.04.1997r. – Prawo energetyczne (Dz. U. Nr 54, poz. 348, z późniejszymi zmianami);
2. Ustawa z dnia 07.07.1994r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2000r. Nr 106, poz.1126, z późniejszymi zmianami);
1. 3. Beldowski T., Markiewicz H. : Stacje i urządzenia elektroenergetyczne, WNT, Warszawa 1992;
4. Beldowski T. :Stacje elektroenergetyczne, WNT, Warszawa 1992;
5. Instrukcja łączy ruchowych w elektroenergetycznych sieciach rozdzielczych oraz instrukcja eksploatacji i instrukcja stanowiskowa;

6. Ustawa z dnia 26.06.1974r. – Kodeks Pracy (Dz. U. z 1998r. Nr 21, poz. 94, z późniejszymi zmianami);
7. Rozporządzenie MG, PiPS z dnia 28.04.2003r. w sprawie szczególnych zasad stwierdzania posiadania kwalifikacji przez osoby zajmujące się eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci (Dz. U. z dnia 21.05.2003r);
8. Rozporządzenie MPiPS z dnia 26.09.1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 129, poz. 884);
9. Rozporządzenie MG z dnia 17.09.1999r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy urządzeniach i instalacjach elektroenergetycznych (Dz. U. Nr 80, poz. 912);
10. Rozporządzenie MPiPS z dnia 28.05.1996r. w sprawie rodzajów prac, które powinny być wykonywane przez co najmniej dwie osoby (Dz. U. Nr 62, poz. 288);
11. Instrukcja eksploatacji oraz instrukcja stanowiskowa elektromontera obsługującego stacje.