

XIX Seminarium

ZASTOSOWANIE KOMPUTERÓW W NAUCE I TECHNICIE' 2009

Oddział Gdański PTETiS

Referat nr 11

**WSPOMAGANIE PROJEKTOWANIA
OBWODÓW AUTOMATYKI ZABEZPIECZENIOWEJ
STACJI ELEKTROENERGETYCZNYCH
ZA POMOCĄ SPECJALISTYCZNEGO PROGRAMU EPLAN ELECTRIC P8**

Krzysztof GRUSZKA

Energoprojekt Kraków SA
ul. Mazowiecka 21, 30-019 Kraków
tel: 012 29 97 412 fax: 012 29 97 300 e-mail: gruszka@agh.edu.pl

Streszczenie: W procesie projektowania coraz szerzej wykorzystywane są specjalistyczne programy komputerowe. Intensywnie doskonalone oprogramowanie umożliwia wykonanie złożonych schematów, co znacznie skraca czas opracowania dokumentacji projektowej.

W artykule przedstawiono charakterystyki wybranych aplikacji stosowanych do wspomaganie projektowania obwodów automatyki zabezpieczeniowej stacji elektroenergetycznych. W głównej mierze przybliżono szereg praktycznych funkcji nowoczesnego programu EPLAN Electric P8 oraz przedstawiono zakres jego wykorzystania w pracach projektowych.

Słowa kluczowe: elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa, wspomaganie projektowania, EPLAN.

1. WPROWADZENIE

Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa (EAZ) jest stosowana w celu zapewnienia niezawodnej pracy systemu elektroenergetycznego. Obejmuje ona swym działaniem procesy samoczynnego zapobiegania oraz samoczynnej likwidacji zakłóceń w systemie elektroenergetycznym oraz jego poszczególnych elementach.

Układy EAZ zawierają wiele urządzeń o złożonej konstrukcji. Są one instalowane w specjalnych pomieszczeniach zlokalizowanych w stacjach elektroenergetycznych. Projektowanie tych układów odbywa się w oparciu o istniejące standardy powstałe na bazie wiedzy teoretycznej oraz doświadczeń eksploatacyjnych

Skomplikowanie i zaawansowanie projektów automatyki zabezpieczeniowej wymaga zastosowania specjalistycznych narzędzi wspomagających proces ich tworzenia [1÷4]. Służą one do graficznego przedstawienia wizji układu zabezpieczającego, dlatego powinny posiadać szereg funkcji ułatwiających i przyspieszających projektowanie.

W celu przybliżenia struktury projektu oraz głównych problemów związanych z procesem jego powstawania przedstawiono w skrócie przedmiot projektu, a następnie poszczególne etapy tworzenia dokumentacji. Opisano

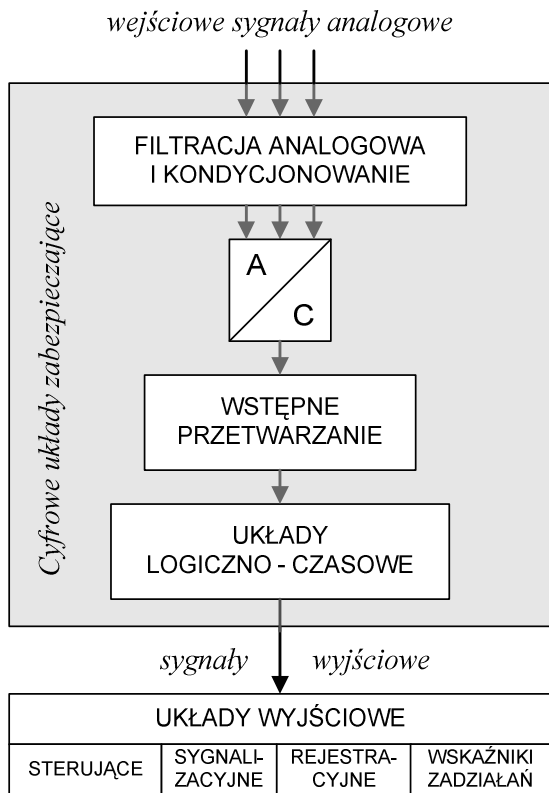
stosowane w pracowniach programy komputerowe. Szczegółowej analizie poddano obecnie najbardziej zaawansowane środowisko projektowe jakim jest EPLAN Electric P8. Zaprezentowano również przykład efektu jego wykorzystania.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA AUTOMATYKI ZABEZPIECZENIOWEJ STACJI ELEKTROENERGETYCZNYCH

Jednym z elementów systemu, skupiającym największą liczbę urządzeń służących do rozdzielania i przetwarzania energii elektrycznej jest stacja elektroenergetyczna. Każda stacja podzielona jest na różnego rodzaju pola, związane z wykonywaniem określonych funkcji, np.: pole pomiaru napięcia, pole liniowe, pola transformatorowe, pole łącznika sekcyjnego. Poszczególne pola są wyposażone w zestaw łączników (wyłączników, odłączników i uziemników) oraz przekładników (prądowych i napięciowych).

Z wymienioną aparaturą każdego pola współpracuje komplet zabezpieczeń, które wykorzystują sygnały analogowe (prądowe i napięciowe) oraz sygnały dwustanowe, będące odzwierciedleniem stanu położenia łączników w polu. Nadrzędnym zadaniem zastosowanych zabezpieczeń jest sterowanie za pomocą sygnałów dwustanowych pracą łączników wysokiego napięcia. Jednocześnie realizowana jest ciągła wymiana danych między zabezpieczeniami za pomocą wejść i wyjść binarnych oraz łączy szeregowych. Komunikacja ta odbywa się pomiędzy zabezpieczeniami w danym polu oraz międzypolowo. Zasilanie układów zabezpieczających bazuje na prądzie stałym, dostarczanym z rozdzielni potrzeb własnych.

Ideę przetwarzania sygnałów analogowych przez cyfrowe układy zabezpieczające przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Blokowa struktura przetwarzania sygnałów analogowych w cyfrowych układach zabezpieczających.

Zabezpieczenia instaluje się w specjalnie do tego celu przeznaczonych pomieszczeniach, w tzw. szafach zabezpieczeniowych. Każde zabezpieczenie posiada zespół współpracujących z nim przekaźników pomocniczych, umożliwiających komunikację tego zabezpieczenia z urządzeniami peryferyjnymi na różnych poziomach m.in.: sterowniczym, sygnalizacyjnym i kontrolnym.

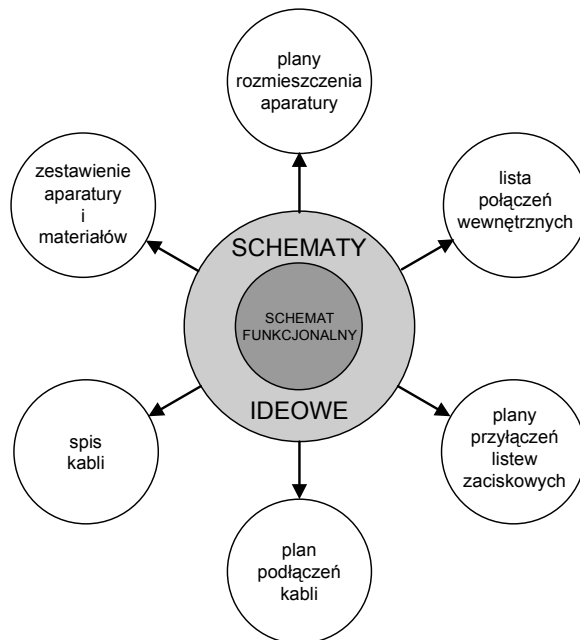
Zaprojektowanie układu automatyki zabezpieczeniowej realizującego ochronę każdego pola na stacji przed skutkami możliwych zakłóceń wymaga stworzenia odpowiedniej dokumentacji. W celu zobrazowania procesu projektowego oraz narzędzi używanych do jego realizacji zostały przedstawione fragmenty układu automatyki z istniejącej stacji elektroenergetycznej 400/220/110kV.

3. ZASADY PROJEKTOWANIA OBWODÓW AUTOMATYKI ZABEZPIECZENIOWEJ

3.1. Ogólna struktura projektu

Proces tworzenia dokumentacji projektowej automatyki zabezpieczeniowej stacji elektroenergetycznych obejmuje kilka etapów. Dla każdego pola opracowywana jest indywidualna koncepcja układu zabezpieczającego. Koncepcja ta realizowana jest w postaci tzw. schematu funkcjonalnego pola. Na jego podstawie tworzone są schematy ideowe projektowanego układu automatyki zabezpieczeniowej. Na początku schematów ideowych zamieszcza się koordynację aparatury, czyli graficzne przedstawienie urządzenia z informacjami o miejscach wykorzystania jego składowych elementów. Następnie pokazany jest sposób tworzenia napięć pomocniczych (sterowniczych, sygnalizacyjnych itp.), obwody wejść i wyjść aparatury zabezpieczeniowej, mechanizmy sterujące łącznikami. Na końcu przedstawia się obwody sygnalizacyjne, obwody systemu komputerowego oraz

rejestracji zakłóceń. Całość schematów uzupełniona jest o informacje niezbędne dla właściwego montażu. Najważniejsze z nich dotyczą lokalizacji poszczególnych urządzeń w szafie zabezpieczeniowej, połączeń wewnętrznych między elementami oraz przyłączeń do listew zaciskowych. Następnym etapem tworzenia dokumentacji obejmuje opracowanie zestawień i planów przyłączeń na podstawie przygotowanych wcześniej schematów ideowych. Ogólną strukturę projektu przedstawia rysunek 2.



Rys. 2. Struktura projektu obwodów automatyki zabezpieczeniowej stacji elektroenergetycznych.

Ze względu na znaczne rozbudowanie układów zabezpieczających stacji elektroenergetycznych wysokich napięć główne problemy związane z procesem powstawania dokumentacji wiążą się z dokładnością i czasem jej opracowania. Programy wykorzystywane do celów projektowych powinny być zatem wyposażone w zestaw funkcji upraszczających wykonywanie schematów przy jednoczesnej kontroli mogących wystąpić błędów.

3.2. Analiza wybranych programów stosowanych do wspomagania projektowania

Projektowanie układów automatyki zabezpieczeniowej jest coraz szerzej realizowane przy użyciu specjalistycznych programów komputerowych.

Jednym z nich jest AutoCAD. W środowisku inżynierskim program ten znajduje szerokie zastosowanie do wspomagania projektowania. Zawiera on m.in. rozbudowane środowisko graficzne umożliwiające szybkie wykonanie schematów złożonych układów elektrycznych [5].

Wykorzystywanie programu AutoCAD wiąże się jednak z koniecznością dodatkowego wykonania przez projektanta planów przyłączeń urządzeń oraz opracowania szczegółowych zestawień aparatury. Program ten jest więc przydatny, ale przy realizacji tylko części projektu. Pozostałe etapy są wykonywane metodą tradycyjną przez wykonującego projekt.

Następcą AutoCADa został program EloCAD. Jego wprowadzenie umożliwiło projektantowi stworzenie wielostronicowego schematu ideowego, skoordynowanego w sposób automatyczny przez samą aplikację, co

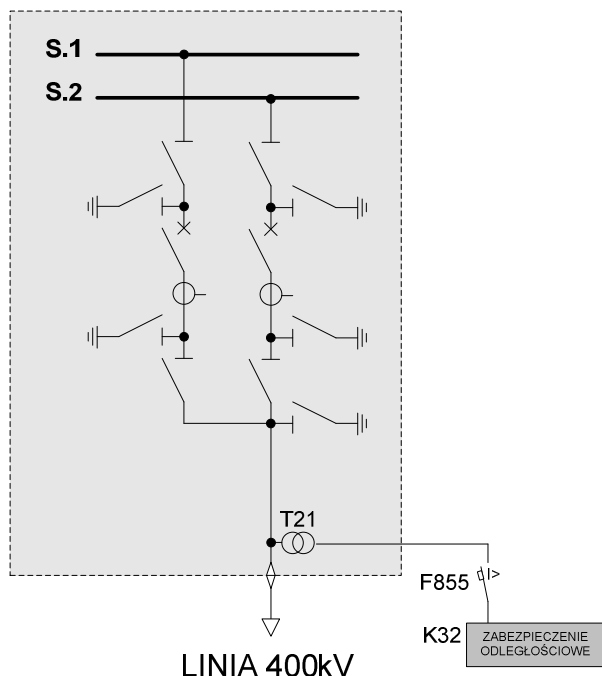
wyeliminowało wiele błędów związanych z wielokrotnym wykorzystywaniem tych samych elementów [6]. Jednakże, użytkowanie tego środowiska również nie daje korzyści w postaci automatycznej generacji schematów montażowych. Ostatecznie program ten przestał być rozwijany przez jego producenta, został pozbawiony wsparcia technicznego i w rezultacie wycofano go z rynku.

Obecnie najbardziej zaawansowanym i powszechnie stosowanym oprogramowaniem wspomagającym projektowanie obwodów automatyki zabezpieczeniowej jest EPLAN Electric P8.

4. EPLAN ELECTRIC P8

4.1. Przykład istniejącego układu automatyki zabezpieczeniowej zrealizowanego w programie

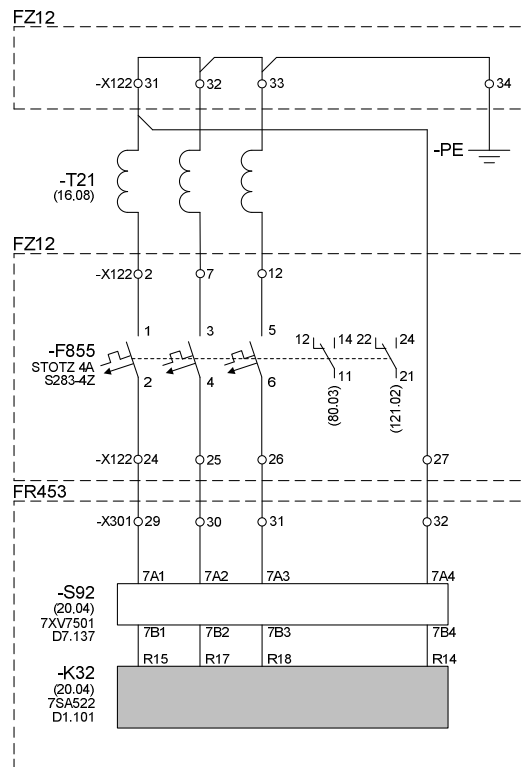
W celu zobrazowania szeregu funkcji dostępnych w aplikacji przedstawiono fragment istniejącego układu automatyki zabezpieczenia odległościowego linii 400kV stacji elektroenergetycznej 400/220/110 kV. Fragment ten przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Fragment układu zabezpieczeniowego pola linii 400kV.

Według obecnych standardów pole linii o napięciu znamionowym 400kV powinno być wyposażone w dwa zabezpieczenia odległościowe, jedno zabezpieczenie odcinkowe i jedno zabezpieczenie ziemnozwarciowe. Dodatkowo w zależności od układu stacji, stosuje się jeden lub dwa zestawy niezależnych przekaźników automatyki SPZ (Samoczynnego Ponownego Załączenia).

Na rysunku 4 pokazano sposób przedstawienia w programie EPLAN fragmentu układu zabezpieczeniowego zaprezentowanego na rysunku 3. Jak można zauważyć obwody wtórne przekładników napięciowych dostarczają do cyfrowego zabezpieczenia odległościowego, oznaczonego jako K32, sygnały analogowe będące aktualnymi wartościami napięć. Zabezpieczenie dokonuje przetworzenia tych sygnałów, jak to zostało przedstawione na rys. 1. Wygenerowane w ten sposób sygnały wyjściowe trafiają na różnego rodzaju układy wyjściowe np. przekaźniki sygnalizacyjne.



Rys. 4. Przykład realizacji w programie EPLAN wprowadzenia obwodów wtórnych przekładników napięciowych do zabezpieczenia odległościowego linii 400kV.

4.2. Realizacja projektu za pomocą programu EPLAN

Pierwszym krokiem w procesie projektowania za pomocą programu EPLAN Electric P8 jest stworzenie bazy schematów ideowych. Jest to etap najbardziej czasochłonny i wymagający poświęcenia mu maksymalnej uwagi. Dzięki bazie gotowych już elementów (symboli, makr, formularzy itp.) projektant ma możliwość skupienia się na ich odpowiednim umiejscowieniu, opisaniu i połączeniu. Inną zaletą programu poprawiającą dokładność i szybkość wykonania schematów są tzw. linie autoconnectingu. Dzięki tej funkcji możliwe jest automatyczne połączenie symboli urządzeń zamieszczonych na schemacie.

Konstrukcja środowiska programu determinuje sposób wykonywania schematów w postaci przedstawionej na rysunku 4. Elementy lokalizacyjne takie jak np. szafy zabezpieczeniowe, oznaczone literowo „FR”, są przedstawiane za pomocą przerywanej linii. Przykładowe obiekty zawarte wewnątrz są oznaczane w następujący sposób: listwy zaciskowe jako „X”, zabezpieczenia jako „K”, bezpieczniki jako „F”. Do każdego oznaczenia literowego dodawany jest numer identyfikacyjny elementu.

Takie graficzne projektowanie z wykorzystaniem orientacji obiektowo – danowej pozwala na stworzenie czytelnej dla wykonawcy dokumentacji projektowej. Dzięki wprowadzeniu logiki połączeń możliwe stało się automatyczne wygenerowanie:

- planów przyłączy listew zaciskowych,
- tabel połączeń wewnętrznych,
- planów podłączeń kabli.

Ewentualne korekty w projekcie naniesione na schemacie ideowym skutkują automatycznymi zmianami powiązanych planów, tabel i zestawień.

Łatwość poruszania się po programie zapewniają nawigatory zasobów (urządzeń, listew zaciskowych, kabli

i innych). Umożliwiają one projektantowi stworzenie w prosty sposób planów rozmieszczenia aparatury, „przeciągając” wskaźnikiem element z nawigatora na płytę montażową szafy. Korzystając z bazy artykułów zawartej w nawigatorach zasobów program potrafi automatycznie wygenerować spis kabli oraz zestawienie materiałów i aparatury. Równocześnie z poziomu nawigatora dostępny jest aktualny podgląd elementów wykorzystanych w projekcie. Również w ten sposób można uzyskać informację na temat ich dokładnej lokalizacji w bieżącym projekcie. Dzięki temu możliwe jest utworzenie automatycznie aktualizowanych koordynacji urządzeń.

Szereg zalet które w znaczący sposób upraszczają i przyspieszają tworzenie dokumentacji uzupełnia funkcja kontroli błędów. W wygenerowanym raporcie opisane są wprowadzone przez projektanta usterki, zagrażające logicznej spójności projektu [7].

Jednakże program ten nie jest wolny od wad. Do najpoważniejszych należy zaliczyć luki w logice połączeń. Są one rozumiane przez program tylko jako połączenia typu „punkt-punkt”, a powinny dodatkowo uwzględniać lokalizację urządzeń w szafie przekaźnikowej. W tej sytuacji EPLAN wygeneruje listę połączeń w sposób poprawny elektrycznie, ale kompletnie nieuporządkowany, co skutkuje zwiększeniem całkowitej długości przewodów, czyli pośrednio wpłynie na koszty wykonania.

5. WNIOSKI KOŃCOWE

Współczesne układy automatyki zabezpieczeniowej składają się z wyspecjalizowanych urządzeń o złożonej strukturze. Przy projektowaniu takich układów powszechnie zastosowanie znajdują wyspecjalizowane programy komputerowe. Obecnie są one intensywnie doskonalone i rozwijane.

Z przedstawionej charakterystyki wynika, że program EPLAN Electric P8 wspomaga tworzenie dokumentacji na

każdym etapie projektowania skomplikowanych układów zabezpieczeniowych. Wbudowany system nawigatorów oraz systemy ciągłej kontroli projektu pozwalają na uniknięcie najczęstszych błędów .

6. LITERATURA

1. Kowalik R., Januszewski M., Smolarczyk A.: Cyfrowa elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2006, ISBN 83-7207-579-4.
2. Winkler W., Wiszniewski A.: Automatyka zabezpieczeniowa w systemach elektroenergetycznych, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2004, ISBN: 83-204-3009-7.
3. Wiszniewski A., Koselnik Z.: Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa, Poradnik inżyniera elektryka, Tom 3, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997, ISBN 83-204-2131-4.
4. Żydanowicz J., Namiotkiewicz M.: Automatyka zabezpieczeniowa w elektroenergetyce, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1983, ISBN: 83-204-0489-4.
5. Pikoń A., AutoCAD 2006 PL. Pierwsze kroki, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2006, ISBN:83-246-0159-7.
6. Podręcznik dokumentacji programu LOGOCAD Triga [CD-ROM] wersja 5.0, Logotec Enineering, Mysłowice 1992.
7. Podręcznik dokumentacji programu EPLAN Electric P8 [CD-ROM] wersja 1.9 International, EPLAN Software &Service, Monheim am Rhein 2009.

DESIGNING OF THE AUTOMATIC PROTECTION SYSTEMS OF ELECTRIC POWER SUBSTATIONS WITH THE AID OF SPECIALIST PROGRAM EPLAN ELECTRIC P8

Key-words: automatic protection systems, computer – aided designing, EPLAN

In the designing process specialist computer programs are widely used. The intensively developing software allows creating complicated schematic diagrams, thus significantly decreasing the time for preparation of the project documentation. This paper presents a descriptions of the selected CAD programs used to aid the designing process of the automatic protection systems of the substations. A detailed description of the capabilities of hight-tec program EPLAN Electric P8 is given.