

LABORATORIUM INFORMATYCZNE SYSTEMY WSPOMAGANIA DYSPOZYTORÓW

Przegląd funkcji programów do analiz sieci przesyłowej

Autorzy:

dr inż. Zbigniew Zdun

mgr inż. Krzysztof Księżyk

mgr inż. Tomasz Zdun

Wprowadzenie

Celem ćwiczenia jest zaprezentowanie możliwości aplikacji wykorzystywanych do analizy stanów pracy sieci przesyłowej, na przykładzie programu Plans. W trakcie zajęć przedstawione zostaną między innymi funkcja dokonywania przełączeń na schematach graficznych, regulacja przekładni transformatorów, zmiana napięcia w węzłach elektrownianych, zmiana zapotrzebowania dla całej sieci oraz dla wybranych obszarów. Ponadto zostanie omówiona reguła N-1, która w sposób automatyczny umożliwia dyspozytorowi identyfikację ewentualnych zagrożeń pracy sieci. Dodatkowo zostanie przedstawiona funkcja wyznaczania poziomów mocy zwarciovych oraz rozptyłu prądów zwarciovych.

1 Dokonywanie przełączeń na schematach

Wywołując funkcję **Grafika→Węzeł** z menu **Obliczenia** lub **Wyniki** programu Plans uruchamia się podprogram do wygenerowania schematu danej stacji sieciowej i wyświetlenia go na ekranie mikrokomputera wraz z naniesionymi przepływami mocy w liniach, transformatorach, generatorach i odbiorach podłączonych do tej stacji. Możliwe jest też wczytanie dowolnego schematu sieciowego przygotowanego wcześniej edytorem grafiki i użycie tutaj tego schematu do graficznej prezentacji rozptyłu mocy. Po wywołaniu funkcji **Grafika**, pojawi się podmenu:

- **Schemat** -wybór schematu sieci z gotowego zestawu rysunków,
- **Węzeł** -wybór węzła dla którego ma być generowany schemat stacji,
- **Gałąź** -wykres wektorowy wybranej gałęzi,

Wywołanie opcji **Schemat** spowoduje pojawienie się na ekranie mikrokomputera okna z żądaniem wprowadzenia nazwy pliku na dysku zawierającego rysunek przygotowany wcześniej edytorem grafiki. Przyjęto zasadę, że taki plik będzie miał rozszerzenie ***.fgr** i przygotowany został wcześniej za pomocą edytora grafiki.

Opcja **Przełączenia**, dostępna z menu podręcznego, pozwala na zmiany topologii układu sieciowego:

- wyłączyć linię lub transformator,
- przełączyć linię lub transformator na inny układ szyn w obrębie danej stacji,
- wyłączyć, przełączyć albo załączyć generator lub odbiór.

Po wywołaniu funkcji **Przełączenia** należy wskazać odpowiedni wyłącznik na rysunku. Jeśli wyłącznik jest zamknięty to następuje obustronne wyłączenie gałęzi. Jeśli wyłącznik jest otwarty, to gdy gałąź była wyłączona następuje jej załączenie, a jeśli gałąź była załączona to następuje jej przełączenie na inny układ szyn zbiorczych (wskazywanych wyłącznikiem - innej możliwości nie ma). Można dokonywać jednocześnie wielu przełączeń, ale dla dużych sieci trzeba robić to ostrożnie. Zmian topologicznych w układzie połączeń należy dokonywać dość ostrożnie. Niedopuszczalne jest wyizolowanie fragmentu sieciowego, to znaczy takie wyodrębnienie fragmentu sieci, który nie będzie miał węzła bilansującego. Program przed liczeniem rozptyłu mocy nie sprawdza tutaj spójności sieci.

Po zakończeniu dokonywania przełączeń należy ręcznie uruchomić procedurę wyznaczania rozptywu mocy, w celu wyświetlenia nowych wartości napięć przepływów mocy w zmodyfikowanym układzie sieciowym.

2 Kontrola ograniczeń

Funkcja **Wyniki→Przekroczenia** wyświetla w trybie tekstowym przeciążenia prądowe i przekroczenia napięciowe w sieci. Po uruchomieniu opcji **Przekroczenia** pojawia się na ekranie okno dialogowe ('zakładka'), w którym można ustalić dopuszczalne warunki pracy sieci przesyłowej takie jak dopuszczalny stopień obciążenia elementów (I/I_n [%]) przedział temperaturowy i dopuszczalne zakresy napięciowe na poszczególnych poziomach. Okno dialogowe do ustalenia przeciążeń może być też uaktywnione poprzez opcję z menu głównego: **Narzędzia→Opcje→Przekroczenia**. Po zaakceptowaniu parametrów sterujących program sprawdza obciążenia linii i transformatorów i przekroczenia napięciowe w węzłach sieci i wyświetla je na oknie tekstowym. Sprawdzanie przekroczeń odbywa się zwykle w całej sieci, nawet gdy analizujemy fragment sieci. Niemniej jednak można zaznaczyć na oknie dialogowym : *Sprawdzanie przekroczeń tylko w podsieci*.

Z kolei funkcja **Widok→Przekroczenia** pokazuje w trybie migającym elementy sieci w których występuje przekroczenia (w gałęziach prądowe, na szynach napięciowe).

3 Obliczanie rozptywowe według reguły N-1

Obliczenia rozptywowe według reguły N-1 polegają na wykonaniu serii obliczeń rozptywów mocy. Najpierw wykonuje się rozptyw podstawowy, a potem kolejno dokonuje się symulacji awarii (wyłącza się lub łączy się jedną lub wiele gałęzi – linia, transformator, sprzęgło) i oblicza nowy rozptyw mocy i wykrywa się powstałe ewentualne przeciążenia elementów i ewentualne przekroczenie napięć. Ponownie wraca się do rozptywu podstawowego i bierze pod uwagę następne wyłączenie awaryjne.

Reguła N-1 jest podstawowym kryterium oceny stanu pracy sieci przesyłowej, jaki jest dokonywany w trakcie planowania pracy sieci w trybie dobowym, miesięcznym i wieloletnim, a także podczas planowania nowej inwestycji oraz również w bieżącym prowadzeniu ruchu. W trybie on-line, na podstawie zebranych pomiarów budowany jest model sieci, dla którego uruchamiana jest reguła N-1. Następnie po jej zakończeniu dyspozytor otrzymuje raport na temat zagrożeń (przekroczeń) w przypadku wystąpienia awarii,.

Funkcja służąca do wykonywania obliczeń według reguły N-1 jest wywoływana z menu głównego poprzez **Obliczenia→Reguła N-1** i po jej uruchomieniu na ekranie wyświetlana jest siatka z wykazem gałęzi oraz drugie okno przeznaczone na wyniki obliczeń. Na oknie z siatką należy wskazać gałęzie, które kolejno będą wyłączane. Na siatce są wyświetlane w kolejnych kolumnach następujące informacje:

- nazwa gałęzi,
- nazwa węzła początkowego,
- nazwa węzła końcowego,
- procentowy stopień obciążenia gałęzi,
- numer kolejnego zestawu wyłączeń awaryjnych,
- typ wyłączenia: -1 – wyłączenie, 1-załączenie.

Wskazanie gałęzi do wyłączenia odbywa się przez najechanie kursorem myszki na rekord gałęzi i podwójne kliknięcie lewym klawiszem myszki. Można również używać klawiszy do przesuwania kursora - klawisz ENTER zaznacza gałąź. Zaznaczenie gałęzi jest sygnalizowane zmianą koloru wiersza na czerwony, a w kolumnie numer kolejnego zestawu pojawi się kolejna liczba, a w kolumnie typ wyłączenia liczba -1 oznaczająca wyłączenie elementu lub jeśli gałąź wyłączona liczba 1 oznaczająca załączenie gałęzi. Kolejny numer wyłączenia można zmienić wpisując nową wartość, co umożliwia symulację kilku jednoczesnych wyłączeń (przełączeń) podczas jednego cyklu obliczeń rozptywowych. Innymi słowy w trakcie obliczeń jedno wyłączenie awaryjne stanowią te elementy, których numery są te same, a typ wyłączenia -1 lub 1 spowoduje wyłączenie elementu lub jego załączenie. Oczywiście jeśli element był wyłączony to pozostaje takim, podobnie jak jeśli element był w stanie początkowym załączony a przy definicji awarii typ załączenia jest 1 (dodatni) pozostaje w dalszym ciągu załączony.

Odnaczenie gałęzi odbywa się w ten sam sposób. Można z podręcznego 'menu' użyć opcje **Filtruj**, a wtedy z menu głównego opcja **Reguła N-1→Zaznacz wszystkie** pozwala zaznaczyć wybraną grupę gałęzi. Można również zaznaczyć blok, ale wcześniej trzeba zaznaczyć początek (pierwszą gałąź) i ostatnią stanowiącą blok i po przesunięciu kursora pomiędzy wybrane dwa wyłączenia opcja **Reguła N-1→Zaznacz blok** zaznaczy wszystkie elementy pomiędzy pierwszym i ostatnim. Bardzo wygodna jest również opcja **Reguła N-1→Zaznacz węzeł** – zaznacza wszystkie gałęzie wychodzące z wybranej stacji określonej poprzez wybranie dowolnej szyny.

Po zaznaczeniu wielu elementów można teraz grupować kilka wyłączeń w jedną awarię. Należy zmienić wartość numeru awarii w czwartej kolumnie. Wyłączenia o tym samym numerze stanowić będą jedną awarię. nie należy martwić się tym że awarie nie będą numerowane kolejno – program powinien działać poprawnie.

Po zaznaczeniu gałęzi można listę tych gałęzi zapisać na dysk - opcja **Lista→Zapisz**. Pozwala to stworzyć listę gałęzi na dysku, którą będzie można wielokrotnie wykorzystać, w następnej sesji pracy programu w opcji **Lista→Czytaj**.

Funkcja **Reguła N-1→Oblicz** rozpoczyna proces iteracyjny. Kolejno wyłącza gałęzie z listy, wykonuje obliczenia rozptywowe, a następnie generuje wykaz przekroczeń i wyświetla je w oknie tekstowym przeznaczonym na wyniki obliczeń. Warto zauważyć, że wykaz przekroczeń jest generowany według parametrów ustalonych na oknie dialogowym typu zakładka w opcji **Narzędzia→Opcje→Przekroczenia**.

Wyniki obliczeń – występujące podczas danej awarii przekroczenia dopuszczalnych wartości prądów w gałęziach i dopuszczalnych zmian napięć w węzłach są wyświetlane w drugim oknie tekstowym. Są one oznaczane numerem 'awarii' (numerem z czwartej kolumny okna z siatką) poprzedzonym literą **A** – wariant podstawowy ma oznaczenie **A.0**.

Wyniki obliczeń z okna tekstowego mogą być drukowane w opcji **Plik→Drukuj** lub zapisywane do pliku tekstowego w opcji **Plik→Eksportuj do pliku**.

4 Obliczenia zwarciove

4.1 Obliczenie poziomów mocy zwarciovyv

Po uruchomieniu funkcji do obliczeń zwarciovyv (z opcji **Obliczenia→Zwarcia**) pojawia się na ekranie okno do wyświetlania wyników obliczeń zwarciovyv w trybie tekstowym. Na oknie tym można wyświetlić **Poziomy Sz**. Należy zaznaczyć, że ponieważ program przed wyświetleniem danej tablicy oblicza wszystkie jej elementy, (nawet te niewidoczne w pierwszej chwili na ekranie), toteż zajmuje to trochę czasu i na wolniejszych komputerach trzeba chwilę poczekać. Można też na przykład w opcji **Wyniki→Wybór podsięci** lub w opcji **Dane→Węzły→Filtruj** zawęzić znacznie zakres węzłów dla których będą wykonywane obliczenia zwarciove.

Funkcja **Poziomy_Sz** oblicza poziomy mocy zwarciovyv - tablica wyników zawiera:

Szyny	-	nazwy węzłów sięciowyv,
Vn	-	nominalne napięcia w węzłach, kV,
Sz3F	-	moc zwarcia trójfazowego w węźle; $S_z = \sqrt{3} U_n I_z$, MVA,
Iz3F	-	początkowy prąd zwarcia trójfazowego, kA,
Iz2F	-	początkowy prąd zwarcia dwufazowego, kA,
Iz1F	-	początkowy prąd przy zwarciu jednofazowym, kA,
3I0	-	prąd zerowy podczas zwarcia jednofazowego, kA,
X1	-	moduł impedancji zwarciove dla składowej zgodnej, Ω ,
X0	-	moduł impedancji dla składowej zerowej, Ω ,

4.2 Wykonywanie obliczeń zwarciovyv na schematach

Wywołując funkcję **GrafZwar** z menu głównego funkcji obliczeń zwarciovyv uruchamia się podprogram do graficznej prezentacji wyników obliczeń zwarciovyv na wygenerowanych automatycznie schematach stacji sięciowyv lub wcześniej przygotowanych schematach sięciowyv. Działanie tej opcji jest w dużym stopniu podobne do opcji **GrafSym** służącej do graficznej prezentacji wyników obliczeń rozptylowyvy. Po wywołaniu funkcji **GrafZwar**, pojawi się podobnie jak przy wywołaniu funkcji **GrafSym** menu:

Węzeł	-wybór węzła dla którego ma być generowany schemat stacji,
Schemat	-wybór schematu sięci z gotowego zestawu rysunków,

i trzeba wybrać sposób tworzenia schematu sięci: schemat stacji, czy wczytanie z pliku narysowanego wcześniej schematu sięci.

Rozmiary schematu można zmieniać przy użyciu funkcji **Widok...** . Po wybraniu tej funkcji otwiera się kolejne menu zawierające następujące funkcje: **Odrysuj** – regeneracja rysunku, **Powiększenie** –

możliwość powiększenia wybranego okna na schemacie do rozmiarów całego okna, **Całość** – cały schemat przedstawiony na ekranie, **Normalny**- schemat w skali 1:1, **Skala** – dobranie liczbowo skali rysunku przedstawiającego schemat, **Warstwy** – wybór warstwy rysunkowej zawierającej poszczególne elementy rysunku takie jak: schemat podstawowy, wyniki rozptywu, oznaczenia itp.

Na schemacie stacji lub sieci w opcji **Wybierz** można podobnie jak w obliczeniach rozptylowych uruchamiać następujące funkcje:

- Przełączenia** - dokonywanie przełączeń elementów,
- Węzeł** - edycja wszystkich elementów znajdujących się we wskazanej stacji sieciowej lub elektrowni,
- Szyna** - edycja parametrów węzła (szyny),
- Generator** - edycja danych generatora,
- Odbiór** - edycja danych odbioru,
- Gałąź** - edycja parametrów gałęzi: linii przesyłowej lub transformatora,
- Tekst** - wyszukiwanie na rysunku zadanego tekstu,
- Rysunek** - zmiana rysunku sieci.

Uruchomienie opcji **Zwarcie** pozwala wskazać myszką element w którym wystąpiło zwarcie, a po naciśnięciu lewego klawisza myszy pojawi się okno dialogowe w którym należy ustalić: rodzaj zwarcia, odległość w % długości linii od węzła początkowego oraz rezystancję zwarcia (łuku). Po naciśnięciu OK wykonane zostaną obliczenia zwarcia a ich wyniki wyświetlone zostaną na schemacie sieci. Na schemacie pojawią się w okolicach wskazanego myszką miejsca zwarcia, wartości liczbowe określające moduły prądów fazowych w miejscu zwarcia. Rozptyw prądu zwarcia i napięcia fazowe w węzłach sieci są nanoszone na schemat sieci według pewnych zasad. Rysunek sieci do obliczeń zwarcia powinien zawierać warstwę zawierającą wzorce tekstowe do nanoszenia wyników zwarcia. Takie wzorce dla rysunku stacji generowanego przez program w opcji **GrafZwar→Węzeł** są tworzone automatycznie. Można do prezentacji prądów zwarcia wykorzystać schemat sieci utworzony do obliczeń rozptylowych. Wtedy w miejsce przepływu mocy czynnej w gałęzi będzie umieszczany prąd w fazie A a w miejsce przepływu mocy biernej prąd w fazie B. W miejsce modułu napięcia z obliczeń rozptylowych będzie tutaj umieszczane napięcie fazy A podczas zwarcia.

Jeżeli rysunek sieci zawiera warstwę do wprowadzania prądów zwarcia to należy wyłączyć warstwę dla rozptyłów a uaktywnić warstwę dla obliczeń zwarcia. Warstwa do obliczeń zwarcia powinna zawierać z odpowiednimi atrybutami opisującymi wielkości elektryczne prezentowane na schemacie: napięcia w fazie A,B,C i prądy fazowe A,B,C. Tutaj należy w opcji **Widok →Warstwy** wyłączyć lub załączyć odpowiednią warstwę.

Opcja **Poziomy_Sz** oblicza poziomy mocy zwarć trójfazowych i nanosi ich wartości na schemat sieci wyświetlany na ekranie. Moce te są wyświetlane w miejsce napięć w fazie A lub w miejsce modułu napięcia jeśli jest wykorzystywana warstwa do obliczeń rozpiętości.