

FDIR - system odbudowy zasilania w sieciach dystrybucyjnych SN

Krzysztof Kalusiński

Aparator Elkomtech S.A.

Lodz, Poland

krzysztof.kalusinski@apator.com

Streszczenie—Wprowadzenie przez Urząd Regulacji Energetyki nowego modelu regulacji działania - regulacji jakościowej - niesie za sobą konieczność realizacji ściśle sprecyzowanych celów. Jednym z nich - prócz wzrostu efektywności, poprawy jakości obsługi klienta, czy racjonalizacji zużycia energii elektrycznej - jest zapewnienie ciągłości i niezawodności dostaw energii elektrycznej przekładające się na poprawę i uzyskanie najwyższych z możliwych parametrów jakościowych pracy sieci dystrybucyjnej.

I. SYSTEM ODBUDOWY ZASILANIA SN

W realizację poprawy parametrów pracy sieci SN idealnie wpisuje się system odbudowy zasilania FDIR (Fault Detection Isolation and Restoration) stanowiący jeden z elementów kompleksowego systemu automatyzacji pracy sieci i obsługi awarii realizowanego przez Aparator Elkomtech. Główną cechą systemu FDIR jest przede wszystkim znaczące skrócenie czasu trwania, a także ograniczenie obszaru występowania przerw w dostawie energii elektrycznej. Dzięki ograniczeniu do minimum obszarów trwale pozbawionych zasilania w automatyczny i skuteczny sposób poprawiane są współczynniki niezawodnościowe sieci SAIDI i SAIFI.

Algorytm automatyki FDIR automatycznie lokalizuje i izoluje uszkodzony odcinek linii SN otwierając w stanie beznapięciowym odpowiednie łączniki znajdujące się w głębi sieci (np. rozłączniki, odłączniki), po czym automatycznie przywraca zasilanie nieuszkodzonych fragmentów sieci przez zamknięcie łączników w punktach podziału.

Najważniejsze cechy systemu odbudowy zasilania Aparator Elkomtech:

A. Elastyczność wdrożenia

Architektura modułu pozwala na realizację systemu odbudowy zasilania dla różnych obszarów sieci dystrybucyjnej średniego napięcia pod względem:

- Rodzaju sieci (napowietrzna, kablowa, mieszana)
- Geograficznego obszaru obejmowania - od jednej do kilkudziesięciu linii
- Ilościowego - od kilku stacji do kilkudziesięciu stacji
- Sposobu uziemienia punktu neutralnego sieci (uziemiona, skompensowana, izolowana)

System odbudowy zasilania SN Aparator Elkomtech może uwzględniać wszelkie zainstalowane już w sieci urządzenia m.in. wskaźniki zwarć, łączniki zdalnie sterowane, wskaźniki obecności napięcia itd. dzięki czemu jego wdrożenie jest prawdopodobnie najbardziej ekonomicznym rozwiązaniem na rynku.

B. Uniezależnienie od producentów urządzeń

Z uwagi na fakt, że rozwiązanie oparte jest na systemie informatycznym, a nie na rozwiązaniu sprzętowym jak u niektórych dostawców, jest ono niezależne od wyboru producenta urządzeń automatyki zastosowanych na sieci. Pozwala to w przyszłości na uniknięcie uzależnienia się klienta od jednego producenta urządzeń.

C. Bezpieczeństwo wdrożenia

Moduł automatyki FDIR stanowi integralną część systemu dyspozytorskiego WindEx - dzięki czemu wdrożenie nie wymaga niebezpiecznej, a w wielu przypadkach również kosztownej integracji z systemem SCADA. Takie podejście gwarantuje szybkie i pewne wdrożenie automatyki FDIR na dowolnym wytypowanym obszarze sieci SN.

D. Przejrzystość i łatwość obsługi + pełna kontrola pracy

Działanie modułu automatyki FDIR w systemie dyspozytorskim pozwala na pełną i szybką ocenę (diagnostykę) stanu pracy algorytmu. Działaniu algorytmu towarzyszy pełny zapis zdarzeń w dzienniku dyspozytorskim (z odpowiednim oznaczeniem - dla rozróżnienia zdarzeń wynikających z działania FDIR).

E. Bezpieczeństwo pracy

Algorytm działania FDIR wykorzystuje wszelkie dostępne i ważne sygnały, mogące mieć wpływ na bezpieczeństwo pracy ludzi (np. prace brygad w sieci, założenie uziemników, zmostkowania itd.), a także bezpieczeństwo pracy sieci (np. sygnały niskiego ciśnienia gazu SF₆, rozładowania akumulatorów, braku łączności z obiektami, blokady stanów łączników w systemie itd.).

Dodatkowo system dyspozytorski nadzoruje realizację każdego z kolejnych przełączeń w sieci zapewniając bezpieczeństwo i jednoznaczność sterowań, możliwość

ciągłego nadzoru oraz weryfikacji, a także ingerencji w pracę algorytmu

F. Pełna integracja z systemem nadzoru WindEx

Moduł automatyki FDIR jest w pełni zintegrowany z systemem dyspozytorskim WindEx. Dzięki takiemu podejściu uzyskuje się maksymalną szybkość działania, wykorzystanie standardowego interfejsu użytkownika, skalowalność rozwiązania oraz pełną archiwizację podjętych działań, analogicznie jak w systemie WindEx.

II. WDROŻENIA AUTOMATYKI FDIR

Aparator Elkomtech we współpracy z krajowymi OSD może pochwalić się kilkoma wdrożeniami tego typu algorytmu w systemie dyspozytorskim na szerokim obszarze sieci dystrybucyjnej. Zrealizowane projekty stanowią jeden z kroków realizacji celów regulacji jakościowej.

Przykład (patrz Załącznik 1, Rys.1.)

Obszar wdrożenia automatyki, wybrany przez zamawiającego, obejmuje 2 linie napowietrzno-kablowe średniego napięcia (zasilane z 2 niezależnych punktów zasilania GPZ) zawierające łącznie 15 jedno- lub wielorozłącznikowych stacji SN oraz kilkanaście stacji wyposażonych jedynie we wskaźniki przepływu prądu zwarcioowego - przygotowanych do dalszej rozbudowy systemu. Do komunikacji sterowników w głębi sieci z systemem dyspozytorskim wykorzystywana jest łączność radiowa w technologii GSM/3G.

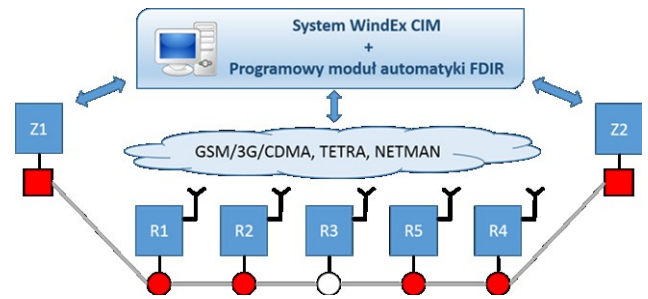
III. KLUCZOWE ELEMENTY WPLYWAJĄCE NA EFEKTYWNOŚĆ PRACY SYSTEMU AUTOMATYKI FDIR

A. Łączność

Jest to jeden z najistotniejszych czynników, które mają wpływ na poprawną pracę automatyki. Pewność dostarczenia informacji jest kluczowa dla bezawaryjnej pracy układu. W przypadku zbyt długiego transportowania informacji o przepływie prądu zwarcioowego, albo wręcz jej braku można doprowadzić do błędnej oceny stanu sieci. W konsekwencji automatyka się zablokuje albo w najlepszym razie nie wykona pełnego cyklu działania.

Należy pamiętać o tym, że automatyka może być pobudzana również w czasie awarii masowych. Zatem jest szczególnie istotnym, by kanały telemechaniki, którymi jest przekazywana informacja o stanie sieci były drożne w tym czasie. Takie kryterium wydaje się być spełnione dla prywatnej łączności radiowej (np. TETRA, NETMAN itp.), czy też łączności z wykorzystaniem sieci Ethernet. (Rys.2)

Łączność GSM jest bardziej podatna na efekty przepełnienia, gdyż w czasie awarii zwiększa się liczba jednocześnie prowadzonych rozmów na danym obszarze, co powoduje trudności w przesłaniu innych rodzajów danych.



Rys. 2. Ideowy schemat powiązań urządzeń w automatyce FDIR

B. Telemechanika stacji wewnętrznych i punktów rozłącznikowych SN

Kolejny z najistotniejszych czynników, które mają wpływ na efektywność pracy automatyki FDIR - i jeden z elementów najbardziej wpływających na realizację założeń regulacji jakościowej.

Największe zmniejszenie współczynników niezawodności sieci SAIDI oraz SAIFI jest możliwe do osiągnięcia poprzez wydzielenie możliwie jak najmniejszego obszaru zwarcia, przywracając zasilanie na pozostałych odcinkach sieci. Aby to uzyskać, konieczne jest nasycenie sieci stelemechanizowanymi łącznikami SN zintegrowanymi ze wskaźnikami przepływu prądu zwarcia.

O ile instalacja wskaźników zwarć bez łączników zdalnie sterowanych (np. na liniach napowietrznych) może w pewnym stopniu wpłynąć na obniżenie współczynnika SAIDI (szybsze i łatwiejsze odnalezienie miejsca zwarcia przez brygadę pogotowia energetycznego), o tyle ma niewielki wpływ na obniżenie współczynnika SAIFI (brak możliwości rekonfiguracji sieci <3min).

Tylko zastosowanie zestawu: **łącznik zdalnie sterowany + wskaźnik zwarcia** jest w stanie najbardziej efektywnie wpłynąć na obniżenie obu współczynników niezawodnościowych sieci.

C. Wskaźnik zwarcia

Niezbędnym elementem poprawnego działania automatyki FDIR jest otrzymanie z głębi sieci **pewnej i spójnej** informacji o przepływie prądu zwarcioowego.

W tym celu konieczny jest odpowiedni dobór wskaźników zwarć do typu sieci oraz ich poprawna nastawa.

Należy mieć świadomość, że nastawy wskaźników zwarć są obliczane dla układu normalnego pracy sieci - zatem każda zmiana układu (czy to spowodowana działaniem automatyki, czy operacją dyspozytora) wiąże się z konieczną weryfikacją nastaw wskaźników zwarć i w razie konieczności ich zmianą w urządzeniu.

Cechy wskaźników zwarć wpływające na efektywność pracy oraz łatwość wdrożenia i eksploatacji automatyki FDIR:

- Pomiar wartości elektrycznych **U oraz I** - oraz ich przesyłanie do systemu SCADA (niezbędne dla realizacji dynamicznej automatyki FDIR)
- **Wielokryterialność** - kryteria wskaźnika zwarć odpowiednio dopasowane do sposobu pracy sieci SN (izolowana, uziemiona przez rezystor, skompensowana) - kryteria nadprądowe, ziemnozwarciowe, admitancyjne, ziemnozwarciowe kierunkowe itd.
- Możliwość **zdalnej** zmiany nastaw kryteriów wskaźnika zwarć (z dokładnością do 1-go parametru)
- Funkcja **rejestratora zakłóceń** - dla analizy poprawności nastaw i działania wskaźnika
- Możliwość wykonania **zdalnego testu** zadziałania + **zdalne kasowanie** zadziałania wskaźnika

D. Punkty podziału sieci - zasilanie awaryjne

Dla efektywnej i pełnej (Fault Detection, Isolation and **Restoration**) pracy systemu odbudowy zasilania ważna jest możliwość zasilania odizolowanych od zwarcia odcinków sieci poprzez punkty podziału sieci.

Im więcej jest punktów zasilania awaryjnego, tym bardziej efektywnie (np. pod względem możliwości przejęcia obciążenia) algorytm automatyki FDIR może przywrócić zasilanie na zdrowych odcinkach sieci.

W przypadku, gdy punktów podziału sieci jest mało bądź wcale (linia promieniowa) system może realizować jedynie funkcje detekcji i izolacji miejsca zwarcia (Fault Detection and Isolation) pozostawiając niezasilone zdrowe odcinki danej linii/sieci.

E. Typy łączników

Z punktu widzenia działania automatyki nie ma znaczenia typ/rodzaj stosowanego łącznika. Krytyczny jest czas dostarczenia informacji o zmianie stanu po wysłaniu polecenia sterowniczego. Istnieje możliwość dostosowania tego czasu indywidualnie dla każdego rodzaju łącznika (np. odłącznik, rozłącznik, reklozer).

Natomiast z punktu widzenia bezpieczeństwa pracy sieci i aparatury elektroenergetycznej ogromny wpływ ma zastosowanie reklozerów w jednym ciągu liniowym SN. Zwiększanie ilości tych aparatów - przy jednoczesnym zachowaniu selektywności działania - znacząco wpływa na wydłużenie czasu zadziałania zabezpieczeń w GPZ.

IV. PODSUMOWANIE

Moduł automatyki FDIR w systemie dyspozytorskim WindEx opracowany przez Apator Elkomtech w pełni wpisuje się w możliwość realizacji przez OSD elementów regulacji jakościowej.

Wdrożenia i testy wykonane u kilku OSD potwierdzają zasadność stosowania automatyki FDIR w liniach średniego napięcia (napowietrznych, kablowych, mieszanych).

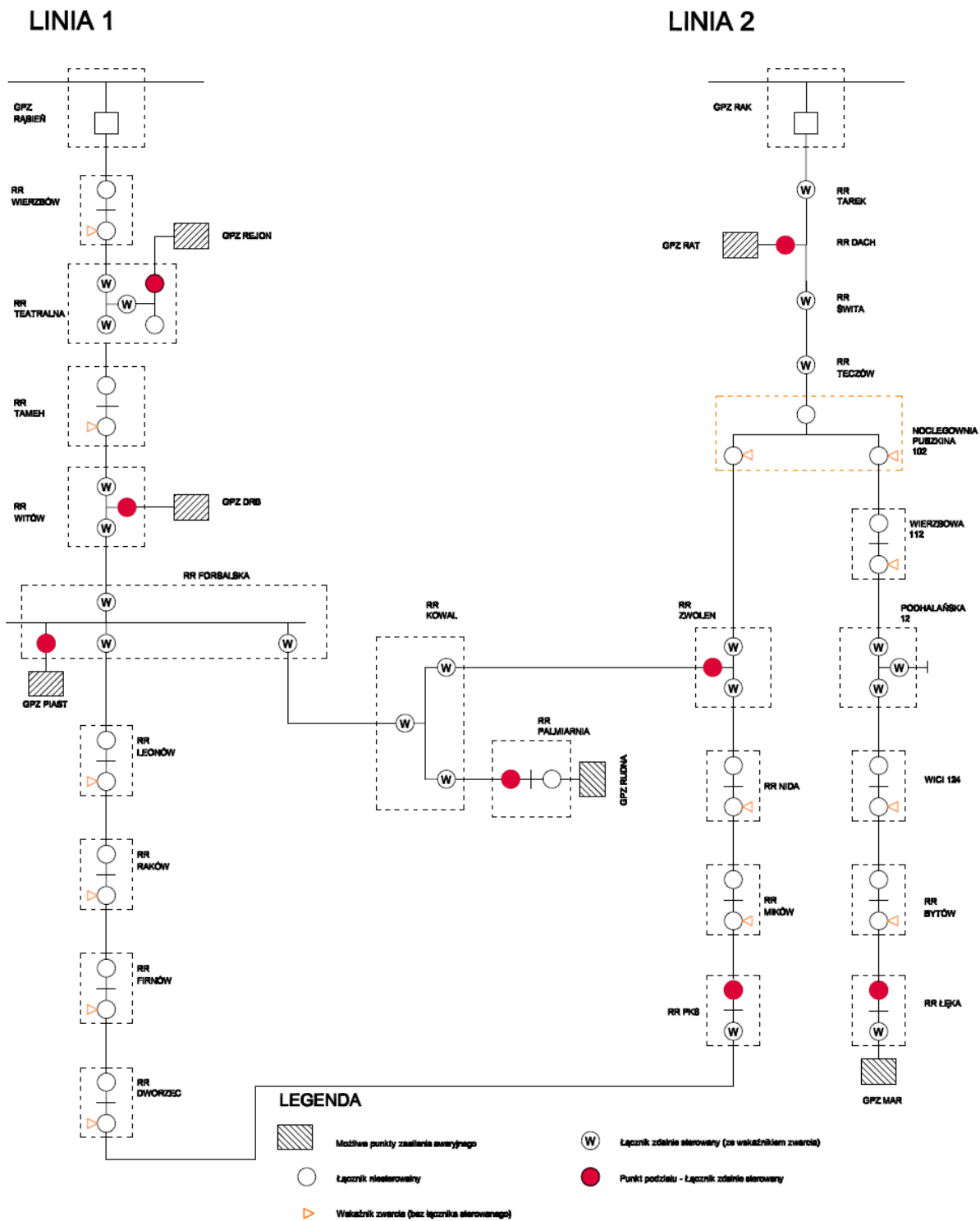
Przejrzystość działania systemu odbudowy zasilania połączona z zapewnieniem niezbędnego bezpieczeństwa pracy ludzi i sieci energetycznej daje możliwość pewnej, autonomicznej pracy, dzięki której w znaczącym stopniu zostają poprawione współczynniki jakościowe SAIDI i SAIFI.

Istnieje jednak wiele elementów znacząco wpływających na efektywność oraz poprawność pracy modułu automatyki FDIR:

- Pewna, niezakłócona i szybka łączność
- Stopień stelemechanizowania stacji wewnętrznych punktów rozłącznikowych SN
- Wskaźniki zwarć, ich odpowiedni dobór i nastawy
- Wielowariantowość przywrócenia zasilania poprzez punkty podziału sieci
- Odpowiedni dobór aparatów w sieci

System jest tak doskonały - jak jego najsłabsze ogniwo.

Załącznik 1.



Rys. 1. Przykład - Obszar wdrożenia automatyki FDIR