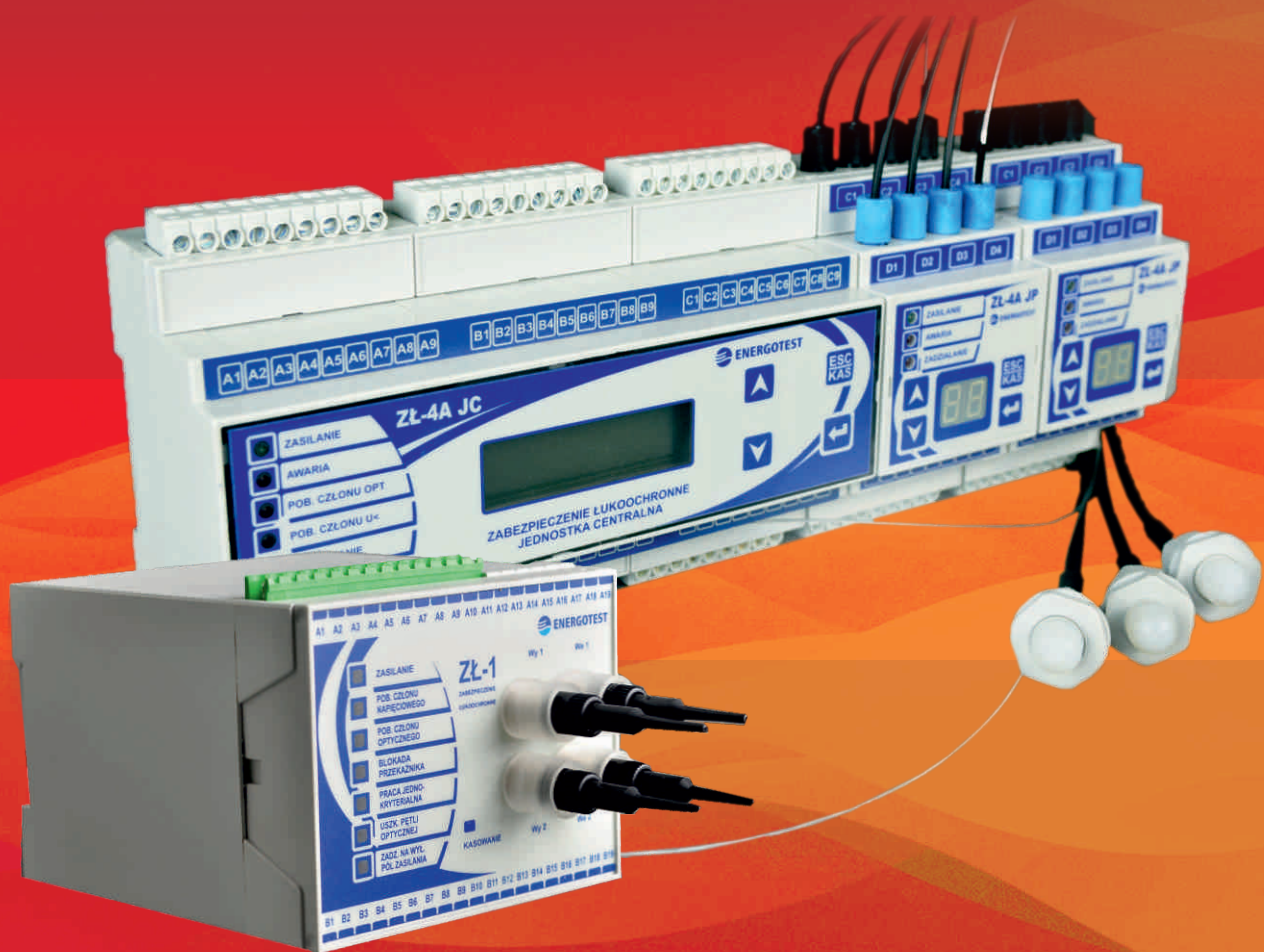


OCHRONA PRZED SKUTKAMI ZWARĆ ŁUKOWYCH

SPIE ENERGETEST



- ZŁ-1: dla rozdzielnic otwartych
- ZŁ-2: dla transformatorów wewnętrznych
- ZŁ-4A: dla rozdzielnic okapturzonych

Problematyka zwarć łukowych

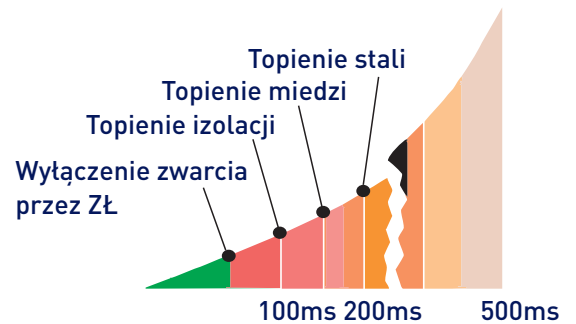
Według oficjalnych danych statystycznych Państwowej Inspekcji Pracy w ciągu roku w całym kraju na skutek zwarć łukowych ginie kilkanaście osób, a dziesiątki doznają ciężkich uszkodzeń ciała. Urządzenia elektryczne, w których wystąpiło zwarcie łukowe są zniszczone w takim stopniu, że najczęściej trzeba wymienić je na nowe. W konkretnych przypadkach straty z uwzględnieniem kosztów przestoju sięgają wielu milionów złotych.

Najczęstszą przyczyną (60%) zwarć łukowych są błędy ludzkie: błędne łączenia, zła organizacja prac. Aby chronić ludzi i urządzenia przed skutkami zwarć w normach technicznych PN-EN 62271 -200, PN-88/E-05150, PN-IEC 439-1 określających wymagania dla rozdzielnic i stacji transformatorowych SN i nn, zaleca się, poza zachowaniem odpowiednich cech konstrukcyjnych urządzeń, stosowanie dodatkowych środków zaradczych ograniczających skutki zwarć łukowych. Jednym z zalecanych sposobów są zabezpieczenia reagujące na światło łuku. Rozwiązanie takie jest najszybszym i najefektywniejszym sposobem minimalizacji skutków zwarć łukowych.

Kluczowy czynnik ochrony - czas trwania zwarcia

W zabezpieczeniach typu ZŁ sygnał wyłączeniowy jest generowany w czasie poniżej 10 ms. Zgaszenie łuku następuje w czasie 30-50 ms, w zależności od rodzaju i stanu wyłącznika. Taki czas wyłączenia gwarantuje pełną ochronę życia i zdrowia ludzi oraz ogranicza do minimum uszkodzenie urządzenia.

Identyfikacja zwarcia łukowego odbywa się w oparciu o dwa kryteria: detekcję światła łuku oraz spadek napięcia w chronionym obszarze. Zastosowanie kryterium spadku napięcia gwarantuje ochronę całej rozdzielni (nie ma stref martwych/niechronionych). Umożliwia proste i prawidłowe działanie zabezpieczenia w układach zasilania jednej sekcji rozdzielni z kilku różnych źródeł zasilania. Zabezpieczenia oparte o kryterium prądowe nie posiadają tych cech.



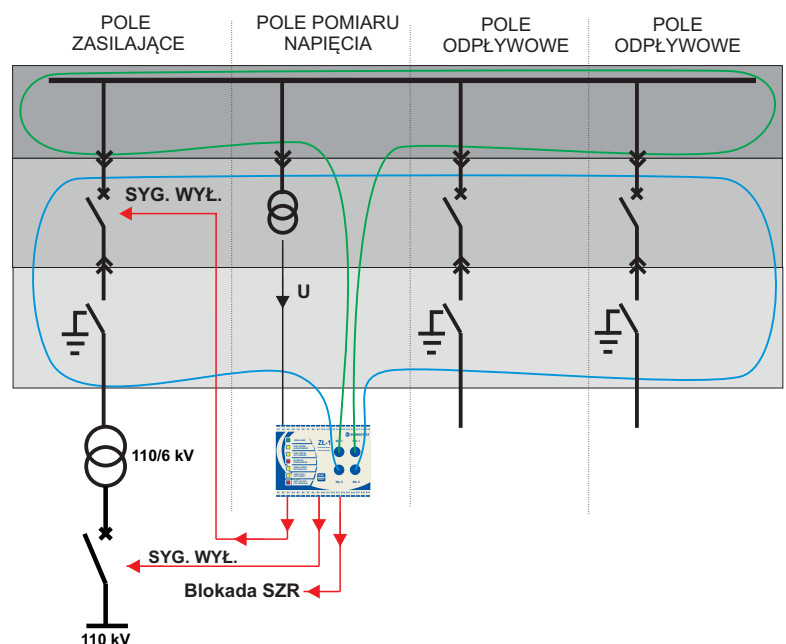
ZŁ-1 Przekaznik zabezpieczeniowy

Ochrona rozdzielnic otwartych

Zabezpieczenie ZŁ-1 jest dedykowane do ochrony rozdzielnic otwartych SN, np. typu GIPO. Doposażenie rozdzielni w to zabezpieczenie jest stosunkowo proste. Nieostonięta pętla światłowodowa instalowana jest we wszystkich polach. W rozdzielnicach dwupiętrowych jedna pętla chroni obszar przyłączeniowy, a druga obszar szyn i aparatury łączeniowej. W przypadku jednoczesnego wykrycia łuku elektrycznego oraz spadku napięcia do poziomu $0,7 U_n$ chroniona sekcja rozdzielni zostaje wyłączona.

Budowa

Zabezpieczenie ZŁ-1 składa się z przekaznika i dwóch nieostoniętych pętli światłowodowych. Jednym zestawem ZŁ-1 można ochronić od 20 do 40 pól, co oznacza, że jednostkowy koszt ochrony jednego pola jest względnie niski. Przekaznik jest zabudowany w obudowie CN 100 AK (100x75x105 mm) o stopniu ochrony IP40.



Podstawowe funkcje przekaźnika:

- detekcja obniżenia napięcia na szynach rozdzielnic,
- detekcja światła łuku,
- kontrola ciągłości pętli,
- generowanie sygnałów wyłączających,
- blokowanie automatyki SZR,
- sygnalizacja pracy jednokryterialnej,
- sygnalizacja zadziałania urządzenia,
- sygnalizacja niesprawności urządzenia,
- 4 lub 5 styków wyłączających,
- 2 styki sygnalizacyjne na wspólnym potencjale.



Pętle światłowodowe

Materiał pętli charakteryzuje się odpowiednim współczynnikiem absorpcji światła. Czulość jest dobrana tak, aby układ nie reagował na światło słońca czy reflektorów używanych przez obsługę. Standardowa długość pętli wynosi 60 m. W indywidualnych przypadkach długość pętli może dochodzić do 100 m.

Ochrona transformatorów suchych oraz innych urządzeń

Zabezpieczenie ZŁ-2 jest dedykowane do ochrony transformatorów suchych oraz urządzeń elektrycznych w zabudowie szafowej, w których występuje zagrożenie zwarcia łukowego, takich jak przekształtniki, prostowniki, itp. Optyczne czujniki czołowe instalowane są w obudowie transformatora, szafie chronionego urządzenia. Warunkiem stosowania zabezpieczenia jest dostęp do pomiaru napięcia oraz możliwość zdalnego wyłączenia zasilania urządzenia. W przypadku jednoczesnego wykrycia światła łuku oraz spadku napięcia poniżej $0,7 U_n$ następuje odłączenie zasilania.

Budowa

Zabezpieczenie ZŁ-2 składa się z przekaźnika oraz dołączonych do niego czujników czołowych. Przekaźnik jest zabudowany w obudowie CN 100 AK (100x75x105 mm) o stopniu ochrony Ip40.



Podstawowe funkcje przekaźnika:

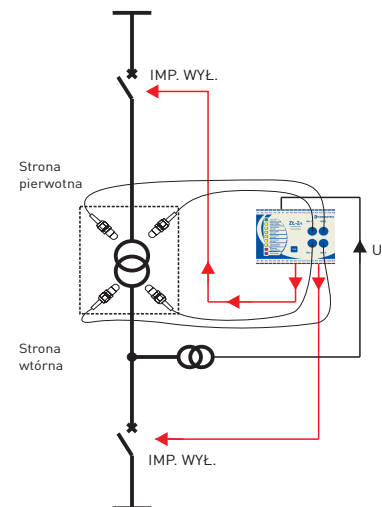
- detekcja obniżenia napięcia na szynach rozdzielnic,
- detekcja światła łuku,
- generowanie sygnałów wyłączających,
- blokowanie automatyki SZR,
- sygnalizacja pracy jednokryterialnej,
- sygnalizacja zadziałania urządzenia,
- 4 lub 5 styków wyłączających,
- 2 styki sygnalizacyjne na wspólnym potencjale.

Czołowe czujniki optyczne

Czujniki charakteryzują się odpowiednim współczynnikiem absorpcji światła. Czulość jest dobrana tak, aby układ nie reagował na światło słońca czy reflektorów używanych przez obsługę. Standardowe długości światłowodu z czujnikami to 3, 5, 15 m. Dostępne są wersje zabezpieczenia z trzema lub czterema czujnikami.



ZŁ-2 Przełącznik zabezpieczeniowy

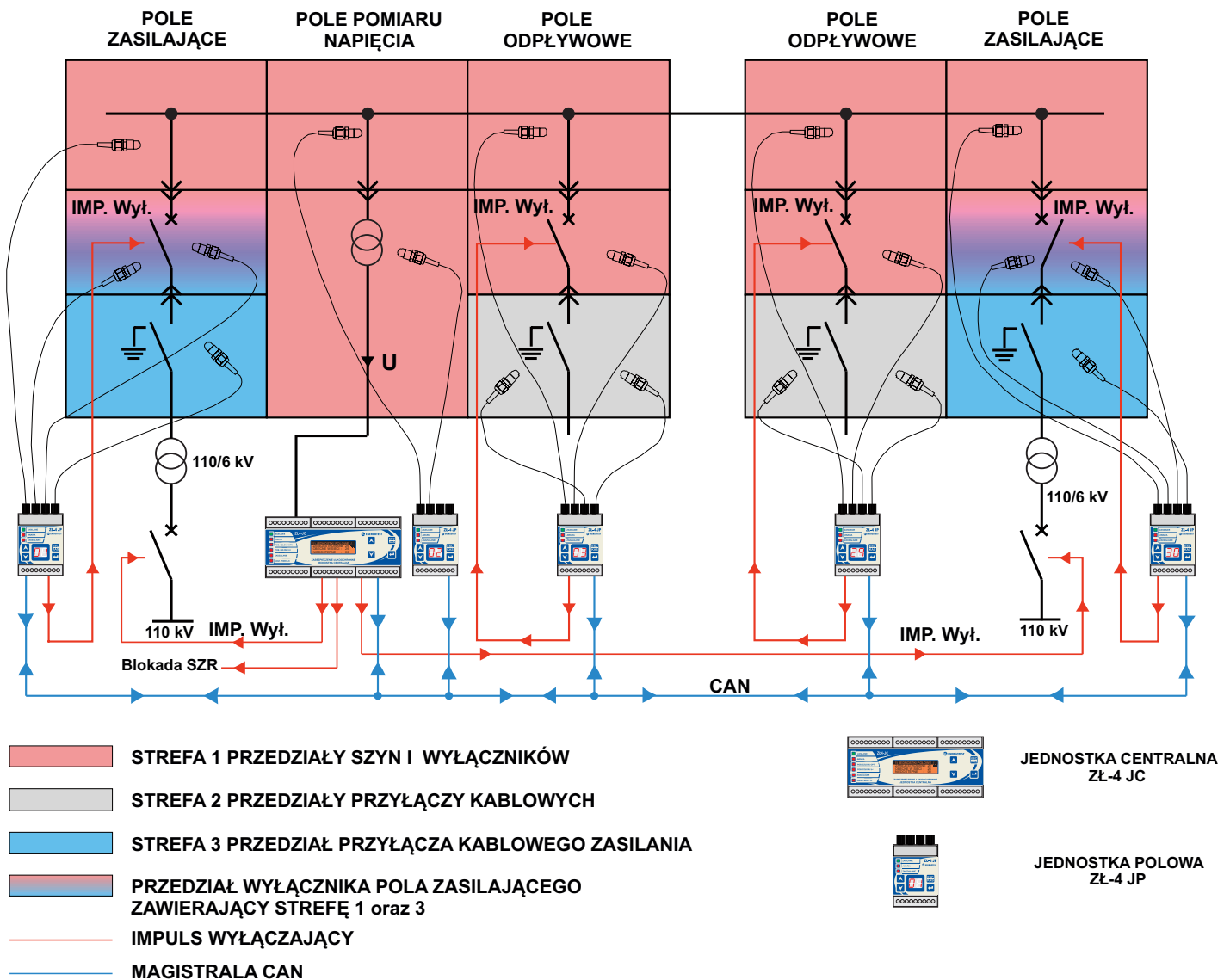


Zabezpieczenie ZŁ-4A jest dedykowane do ochrony rozdzielnic okapturzonych SN/nn. Posiada budowę rozproszoną. Jednostka centralna instalowana jest najczęściej w polu pomiaru napięcia, natomiast jednostki polowe instalowane są w polach rozdzielnicy. Optyczne czujniki czotowe (4 sztuki) umieszczone są w poszczególnych przedziałach pola.

W przypadku jednoczesnego wykrycia łuku elektrycznego oraz spadku napięcia na poziomie $0,7 U_n$, w zależności od miejsca zwarcia, wyłączany jest:

- wyłącznik danego pola - zwarcie w strefie 2 (przedział przyłączeniowy),
- wyłącznik pola zasilającego rozdzielnicy - zwarcia w strefie 1 (przedział wyłącznika lub szyn),
- najbliższy wyłącznik w torze zasilania tej rozdzielnicy - zwarcie w polu zasilającym.

Możliwość selektywnego wyłączania to kluczowa cecha zabezpieczenia ZŁ-4A bardzo cenna z punktu widzenia eksploatacyjno-ekonomicznego.



Budowa

Zabezpieczenie ZŁ-4A składa się z jednostki centralnej ZŁ-4A JC, zasilacza oraz jednostek polowych ZŁ-4A JP. Każda jednostka polowa wyposażona jest w 4 czujniki optyczne. Komunikacja pomiędzy jednostkami odbywa się za pomocą szybkiej magistrali CAN. Równoległe z magistralą CAN rozproszdzone są obwody zasilające. Jednostka centralna, jednostki polowe oraz zasilacz instalowane są bezpośrednio na szynach typu TS. Wymiary jednostki centralnej wraz ze złączami: 159 / 104 / 58 mm, wymiary jednostki polowej wraz ze złączami: 53 / 108 / 58 mm, stopień ochrony jednostki centralnej i jednostki polowej: IP20. Do jednej jednostki centralnej można przyłączyć 99 jednostek polowych. Dzięki zastosowaniu budowy rozproszonej w przypadku ZŁ-4A jednostkowy koszt ochrony pola rozdzielnic zamkniętej jest względnie niski.

Jednostka centralna ZŁ-4A JC



Podstawowe funkcje jednostki centralnej:

- detekcja obniżenia napięcia na szynach rozdzielnic,
- nadzór nad poprawną pracą układów,
- konfiguracja zabezpieczenia,
- udostępnianie informacji o stanie zabezpieczenia,
- generowanie sygnałów wyłączających,
- blokowanie automatyki SZR,
- sygnalizacja pracy jednokryterialnej,
- komunikacja RS485 (Modbus RTU),
- sygnalizacja zadziałania urządzenia,
- sygnalizacja niesprawności urządzenia,
- cykliczna kontrola czujników optycznych,
- 6 programowalnych styków wyłączających,
- 2 styki sygnalizacyjne na wspólnym potencjale.

Jednostki polowe ZŁ-4A JP

Podstawowe funkcje jednostek polowych:

- detekcja światła łuku w obrębie chronionej części rozdzielnic,
- generowanie sygnału wyłączającego,
- generowanie sygnałów alarmowych do jednostki centralnej,
- raportowanie aktualnego stanu do jednostki centralnej.



Czujniki czułe oraz pętle



Czujniki charakteryzują się odpowiednim współczynnikiem absorpcji światła. Czułość jest dobrana tak, aby układ nie reagował na światło słońca czy reflektorów używanych przez obsługę. Standardowe długości światłowodu z czujnikami to 3, 5, 15 m. Dostępne są wersje zabezpieczenia z trzema lub czterema czujnikami.

Skutki zwarć łukowych w układach elektrycznych nie chronionych przez światłowodowe zabezpieczenie łukochronne

Wypadki w kategorii „porażenie prądem” w 70 % są następstwem zwarć łukowych. Zwarcia łukowe najczęściej występują w układach elektrycznych średniego napięcia, gdzie udział ten dochodzi do 90%. Prąd zwarciovowy w urządzeniach średnich napięć wynosi od kilku do kilkudziesięciu kA. Najczęstszą przyczyną (60%) zwarć łukowych poza przyczynami technicznymi (wady konstrukcyjne, materiałowe, wykonawcze) oraz środowiskowymi (starzenie, korozja, przepięcia, drgania, gryzonie) są błędy ludzkie: błędne łączenia, zła organizacja prac. W trakcie długotrwałego zwarcia łukowego temperatura osiąga 20 000 °C, generowany jest potężny huk i pojawia się silna fala uderzeniowa rozrywająca urządzenia, wydobywa się duża ilość gazów, często toksycznych o temperaturze sięgającej kilkuset stopni. W takich warunkach człowiek jest narażony na utratę życia bądź ciężkie obrażenia ciała.

Energia cieplna zwarcia jest uzależniona od dwóch zmiennych: czasu jego trwania oraz poziomu prądu zwarciovowego, wg wzoru $Q=I^2 \times t$. Możemy mieć wpływ tylko na jeden z tych czynników – czas. Działanie łuku elektrycznego w okresie poniżej 100 ms nie powoduje poważniejszych uszkodzeń, natomiast przy zwarciu dłuższym od 500ms występują nieodwracalne zniszczenia (topienie miedzi i stali) powodujące konieczność wymiany uszkodzonych urządzeń, co wymusza przerwy w prowadzeniu działalności gospodarczej. Skracanie czasu trwania zwarcia jest więc jedynym skutecznym sposobem ograniczania niekorzystnych skutków zwarć łukowych. Warto pamiętać, że w tradycyjnych zabezpieczeniach nadprądowych, działających sekwencyjnie, czasy nastaw sięgają nawet 2,5 sekundy.

W Polsce w każdym roku dochodzi do kilkuset wypadków spowodowanych zwarcim łukowym, w których są poszkodowani ludzie. Brak jest danych na temat ilości zwarć łukowych w ogóle. Jest oczywiste, że informacje o tego typu zdarzeniach nie są upowszechniane. Można przewidywać, że w skali roku dochodzi do kilku tysięcy zwarć spowodowanych zwarciami łukowymi. Poniżej przedstawiono kilka przykładów ilustrujących destrukcyjny potencjał zwarć łukowych.

Rozdzielnica otwarta 15kV, huta



Czas trwania zwarcia: 1,7 sekundy

Prąd zwarciovowy: 10kA

Skutki: Kompletnie zniszczone trzy pola. Znaczny obszar o charakterze produkcyjnym nie był zasilany przez ponad 24 godziny.

Straty bezpośrednie: ponad pół miliona PLN

Rozdzielnica okapturzona 6kV, elektrociepłownia

Czas trwania zwarcia: 1,4 sekundy

Prąd zwarciovowy: 15kA

Skutki: Kompletnie zniszczone trzy pola. całkowite uszkodzenia obwodów wtórnych i częściowo uszkodzona aparatura pierwotna w dwóch sąsiadujących polach.

Straty bezpośrednie: ponad 300 tys. PLN



Korzyści wynikające z zastosowania światłowodowych zabezpieczeń łukochronnych typu ZŁ

Zabezpieczenia typu ZŁ stosowane są od blisko 20-tu lat. Zainstalowanych zostało już ponad 3000 układów. Znamy wiele przypadków, w których ochroniły one urządzenia i życie konkretnych osób. Zabezpieczenia typu ZŁ identyfikują zwarcie i generują sygnały wyłączające do wyłączników w czasie krótszym niż 10 ms, co przy nowoczesnych wyłącznikach pozwala na odcięcie zasilania zwarcia w czasie nawet poniżej 40 ms. Dzięki temu do minimum ograniczane są skutki zwarć łukowych, co znacząco zwiększa bezpieczeństwo obsługi oraz niezawodność pracy urządzeń.

Wymóg jednoczesnego pojawienia się dwóch kryteriów (światło i spadek napięcia) zapewnia poprawność zadziałania zabezpieczenia. Algorytm identyfikacji zwarcia jest bardzo pewny. Nie są nam znane przypadki niezadziałania bądź błędnego działania zabezpieczeń. Poniżej przedstawiamy wybrane przykłady pozytywnych skutków działania zabezpieczeń ZŁ.

Rozdzielnica otwarta 15kV, zakład energetyczny



Czas trwania zwarcia: 0,04 sekundy

Prąd zwarciovowy: 8kA

Skutki: Brak uszkodzeń wywołanych łukiem.
Konieczność wymiany pękniętego izolatora wsporczeo.

Straty bezpośrednie: kilkaset PLN

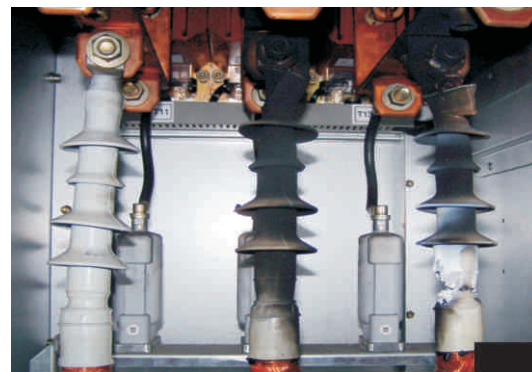
Rozdzielnica okapturzona 6kV, elektrociepłownia

Czas trwania zwarcia: 0,05 sekundy

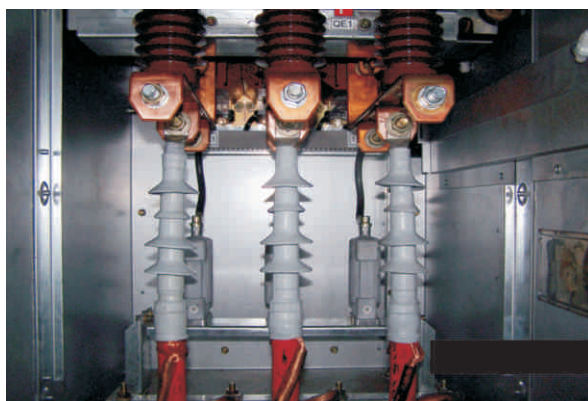
Prąd zwarciovowy: 15kA

Skutki: Uszkodzona głowica kablowa na przyłączy.
Ściany przedziału nie zostały nawet okopcone.

Straty bezpośrednie: kilkaset PLN



Ta sama rozdzielnica po naprawie trwającej zaledwie kilka godzin





Standard w dziedzinie ochrony przed skutkami zwarć

Stosowanie niezależnych, dedykowanych światłowodowych zabezpieczeń łukoochronnych chroni życie i zdrowie obsługi, podnosi poziom bezpieczeństwa pracy urządzeń SN i nn oraz przyczynia się do skrócenia czasu przestojów spowodowanych przez zwarcia. Rozwiązanie takie staje się standardem w elektrowniach i elektrociepłowniach, zakładach elektroenergetycznych oraz w przemyśle, wszędzie tam gdzie bezpieczeństwo ludzi, niezawodność urządzeń i pewność zasilania ma najwyższy priorytet.

Zalety zabezpieczeń typu ZŁ:

- bardzo krótki czas generowania sygnału wyłączającego (poniżej 10 ms) co warunkuje szybkie wyłączenie zwarcia z czasem w granicach 30 – 50 ms,
- selektywność wyłączeń poszczególnych odpytów,
- brak stref martwych/niechronionych, charakterystycznych dla rozwiązań wykorzystujących kryterium prądowe,
- możliwość prawidłowego działania zabezpieczenia w układach zasilania jednej sekcji rozdzielnic z kilku różnych źródeł zasilania,
- szerokie możliwości zastosowań: rozdzielnice otwarte, zamknięte, transformatory suche, inne urządzenia elektryczne, takie jak przekształtniki, prostowniki, itp.
- możliwość wykorzystania w zależności od potrzeb nieostonionych pętli światłowodowych lub czółowych czujników optycznych,
- łatwość zabudowy w starych rozdzielnicach otwartych,
- sygnał detekcji światła dociera do przekaźnika przez światłowód - brak zakłóceń elektrycznych,
- niski koszt jednostkowy ochrony jednego pola.

Stosowanie zabezpieczeń typu ZŁ stwarza możliwość obniżenia wysokości składki ubezpieczeniowej.

Zabezpieczenia ZŁ przeszły badania na spełnienie wymagań stosowanych norm w certyfikowanych laboratoriach.

REFERENCJE

Rozdzielnice

Zabezpieczenia typu ZŁ chronią ponad 20 000 pól średniego i niskiego napięcia w Polsce i Zagranicą.

Elektrownie i elektrociepłownie:

EDF, ENEA Wytwarzanie, ENERGA Wytwarzanie, PGE - Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna, PGNiG Termika, Tauron Wytwarzanie

Zakłady dystrybucyjne:

ENEA-Operator, ENERGA-Operator, PGE Dystrybucja, Tauron Dystrybucja

Przemysł:

Cementowy
Chemiczny
Górnictwo
Hutniczy
Koksowniczy
Papierniczy
Petrochemiczny

Zagranica:

Rosja - Lukoil, Salym Petroleum
Ukraina - Rafinerie i Zakład Energetyczny
Białoruś: Rafineria Mozyr
Kazachstan: Neftgaz
Nigeria: stacje Umuahia i Alojji

Transformatory

Zabezpieczenia typu ZŁ są stosowane do ochrony transformatorów następujących producentów: Areva, Żychlin, Tesar Italy, ABB

SPIE Energotest sp. z o.o.

ul. Chorzowska 44b

44-100 Gliwice

Tel. : + 48 32 270 45 18



www.spie-energotest.pl