

PROBLEMATYKA ZWARĆ ŁUKOWYCH

Co roku kilkaset osób traci życie w wyniku zwarć łukowych, a dziesiątki doznają poważnych obrażeń ciała. Dodatkowo, występują znaczne straty materialne spowodowane przez te zjawiska. Błędy ludzkie stanowią najczęstszą przyczynę (60%) występowania zwarć łukowych. Skutecznym rozwiązaniem w ograniczeniu negatywnych skutków tego zjawiska są zabezpieczenia łukoochronne oparte na detekcji światła łuku.

Kluczowy czynnik ochrony – czas trwania zwarcia

W miarę wydłużania czasu trwania zwarcia łukowego, jego moc wzrasta wykładniczo. Skutki takiego zjawiska są znaczące, ale możliwe jest ograniczenie ich wpływu, w szczególności jeśli uda się je wyłączyć w ciągu pierwszych 50 ms.



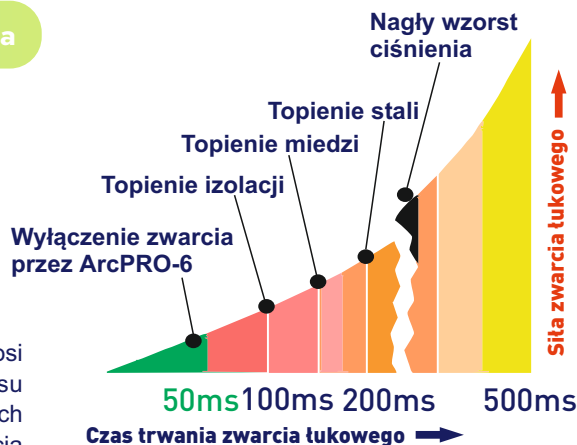
Czas własny autonomicznego zabezpieczenia ArcPRO-6 wynosi poniżej 8 ms, co po uwzględnieniu czasu dotarcia impulsu wyłączającego do wyłącznika i czasu własnego nowoczesnych wyłączników (25-40ms) zapewnia łączny czas eliminacji zwarcia poniżej 50ms.



Wskazany powyżej czas istotnie obniża wielkość energii incydentalnej łuku oraz znacząco zmniejsza ryzyko obrażeń u osób znajdujących się w pobliżu. Rozwiązanie, było wielokrotnie stosowane w rzeczywistych zdarzeniach zwarć łukowych, skutecznie ograniczając skutki termiczne i ciśnieniowe do poziomu, który nie powodował obrażeń personelu.



ArcPRO-6 jest przygotowany do współpracy z urządzeniami do gaszenia łuku, co może być użyteczne w okolicznościach gdy nie ma możliwości bezpośredniego impulsowania na wyłącznik.



DOROBEK SPIE ENERGOTEST

W ciągu ostatnich 30 lat zabezpieczenia łukoochronne SPIE Energotest (ZŁ-1, ZŁ-2, ZŁ-4, ZŁ-4A, ArcPRO-6) zostały zainstalowane na przeszło trzydziestu tysiącach pól SN i nN. Nie jest nam znany ani jeden przypadek zbędnego działania naszych zabezpieczeń. Są nam znane liczne przypadki gdzie nasze zabezpieczenia łukoochronne uratowały życie ludzkie.



30000
chronionych pól SN i nN

30 lat
doświadczeń

setki
klientów

IDEA DZIAŁANIA

ArcPRO-6 Ogranicza skutki zwarcia łukowego poprzez jego szybką detekcję a następnie odcięcie źródeł zasilających – impulsowanie na wyłącznik. Jako kryteria wykrycia zwarcia łukowego w ArcPRO-6 mogą być wykorzystane informacje o:



pojawieniu się intensywnego promieniowania świetlnego



spadku napięcia w chronionym obszarze



pojawieniu się prądu zwarciego



ArcPRO-6 umożliwia budowania różnych logik w oparciu o te 3 kryteria!

KLUCZOWE CECHY



Struktura modułowa umożliwiająca optymalną konfigurację urządzenia dla różnych aplikacji



Możliwość konfiguracji urządzenia poprzez narzędzie centralne z poziomu komputera



Selektywność wyłączeń (nawet dla przyłączy rozdzielnic typu otwartego)



Możliwość wykorzystania jako dodatkowe kryterium detekcji zwarcia łukowego zarówno spadku napięcia jak i pojawienia się prądu zwarciego



Detekcja światła łuku w oparciu o czujniki czołowe lub pętle światłowodowe

REFERENCJE

- Tauron
- PGE
- Energa
- Enea
- Stoen
- E-on
- Innogy
- Azoty
- ArcelorMittal
- International Paper
- CMC
- ORLEN
- Lotos
- Fenice
- Anwil
- PCC Rokita
- Synhos
- KGHM
- Mars
- Heidelberg Materials
- PSE
- Mondri

Zabezpieczenia łukoochronne SPIE Energotest są montowane między innymi w rozdzielnicach:

- Schneider Electric
- ABB
- Elektrobudowa
- Elektrometal-Energetyka
- ZPUE
- Elektromontaż
- Carboautomatyka
- Haber Energia
- Elsta

BUDOWA

ArcPRO-6 posiada budowę modułową i rozproszoną. Na bazie różnej konfiguracji komponentów ArcPRO-6 możliwa jest obsługa wszystkich rodzajów aplikacji.



Pomiędzy poszczególnymi elementami zabezpieczenia zapewniona jest wymiana informacji poprzez magistralę CAN za pomocą skrętki dwuparowej w ekranie.



Elementy zabezpieczenia zasilane są napięciem 24 V DC (w wersji specjalnej 48 V DC).

Jednostka centralna - JC

Najbardziej rozbudowany moduł, wyposażony w szereg złączy.

- sygnalizację optyczną w postaci 4 diod LED,
- panel operatorski w postaci wyświetlacza LCD i 6 przycisków funkcyjnych,
- złącze komunikacyjne magistrali CAN,
- złącze interfejsu RS485 (zaimplementowany protokół MODBUS RTU),
- złącze interfejsu RJ45/USB (na potrzeby konfiguracji poprzez łącze inżynierskie),
- 5 konfigurowalnych przekaźników wykonawczych z zestykiem zwiernym,
- 1 przekaźnik konfigurowalny z zestykiem przełączalnym.



Jednostka polowa - F4

Jednostka montowana w każdym polu chronionej rozdzielni.

- 4 pary wejść optycznych (obsługa pętli i czujników czołowych),
- 1 przekaźnik wykonawczy z zestykiem zwiernym,
- 1 przekaźnik sygnalizacyjny z zestykiem zwiernym.



Jednostka wyłączająca - TU

Służy do powielenia sygnałów sterujących i sygnalizacyjnych. Wyposażona jest w dwa niezależne, programowalne przekaźniki wykonawcze. Działanie przekaźników określają wybrane przez użytkownika nastawy. Do jednostki centralnej można podłączyć do 30 TU.



Jednostka polowa - F6

Jednostka o zwiększonej liczbie wejść optycznych.

- 6 par wejść optycznych (obsługa pętli i czujników czołowych),
- wejścia stanu położenia odłączników w rozd. dwusystemowych,
- 1 przekaźnik wykonawczy z zestykiem zwiernym,
- 1 przekaźnik sygnalizacyjny z zestykiem zwiernym.



Jednostka pomiaru prądu - MA

Obsługa pomiaru prądu z modułów pomiarowych CS (20 mA).



Konwerter komunikacji wewnętrznej światło-miedź - FOC

Konwerter do zmiany medium protokołu wewnętrznego CAN-BUS.



Jednostka pomiaru prądu - MV

Obsługa pomiaru napięcia z przekładników napięciowych 100 V.



Jednostka separująca - SU

Jednostka logiczna do obsługi rozdzielnic SN dwusystemowych.



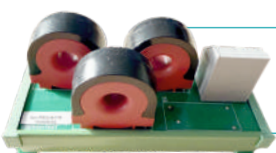
Pętla światłowodowa - FOL

Nieosłonięta pętla światłowodowa o długości do 40 metrów.



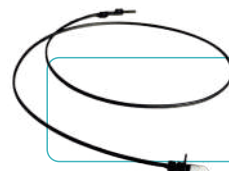
Moduł pomiarowy - CS

Obsługa pomiaru prądu bezpośrednio podłączana do przekładników 5A.



Czujnik czołowy - FPD

Czujnik czołowy z parą osłoniętych światłowodów o długości do 15 metrów.



ELASTYCZNE KRYTERIA DETEKCJI ZWARCIA

W zależności od potrzeb klienta dzięki modułowej budowie ArcPRO-6 możliwa jest detekcja zwarcia łukowego w oparciu o różne kryteria:



światło + napięcie – dwukryterialna detekcja bez stref martwych

ArcPRO-6 umożliwia jednoczesną detekcję sygnału świetlnego łuku elektrycznego oraz spadku napięcia, co zapewnia pewne i selektywne wykrycie zwarcia łukowego w całej rozdzielnicy. Kryterium napięciowe działa globalnie, niezależnie od miejsca powstania łuku, eliminując zjawisko stref martwych. Dzięki temu użytkownik zawsze otrzymuje pełną detekcję dwukryterialną.



światło + prąd

W aplikacjach, w których kluczowe znaczenie ma pomiar prądu, system umożliwia zastosowanie kryterium prądowego jako drugiego warunku detekcji, zapewniając pełną kompatybilność z wymaganiami projektowymi oraz przyjętymi standardami zakładowymi. Takie podejście pozwala użytkownikowi dobrać metodę detekcji najlepiej dopasowaną do charakterystyki instalacji, bez rezygnacji z szybkiej reakcji i skutecznej redukcji energii zwarcia łukowego.



rozwiązanie trzykryterialne i zaawansowana logika

ArcPRO-6 umożliwia konfigurację detekcji zwarcia łukowego w oparciu o logikę zbudowaną na trzech niezależnych kryteriach jednocześnie: światło, napięcie oraz prąd. Zastosowanie takiego rozwiązania pozwala na maksymalną selektywność działania, ograniczenie ryzyka niepożądanych wyłączeń oraz precyzyjne dopasowanie algorytmu detekcji do specyfiki danej instalacji i wymagań użytkownika.

Ponadto dzięki swojej budowie ArcPRO-6 posiada następujące przewagi:



optyczna detekcja z pełną separacją galwaniczną

Elementy detekcji łuku – pętle światłowodowe (FLD) oraz czujniki optyczne (FPD) – są w całości wykonane w technologii światłowodowej, bez wprowadzania jakichkolwiek potencjałów elektrycznych do wnętrza rozdzielnicy. Informacja o wystąpieniu łuku przekazywana jest do przekaźnika wyłącznie w postaci sygnału optycznego, co zapewnia pełną separację galwaniczną, wysoką odporność na zakłócenia elektromagnetyczne oraz stabilne działanie w warunkach silnych pól EM.

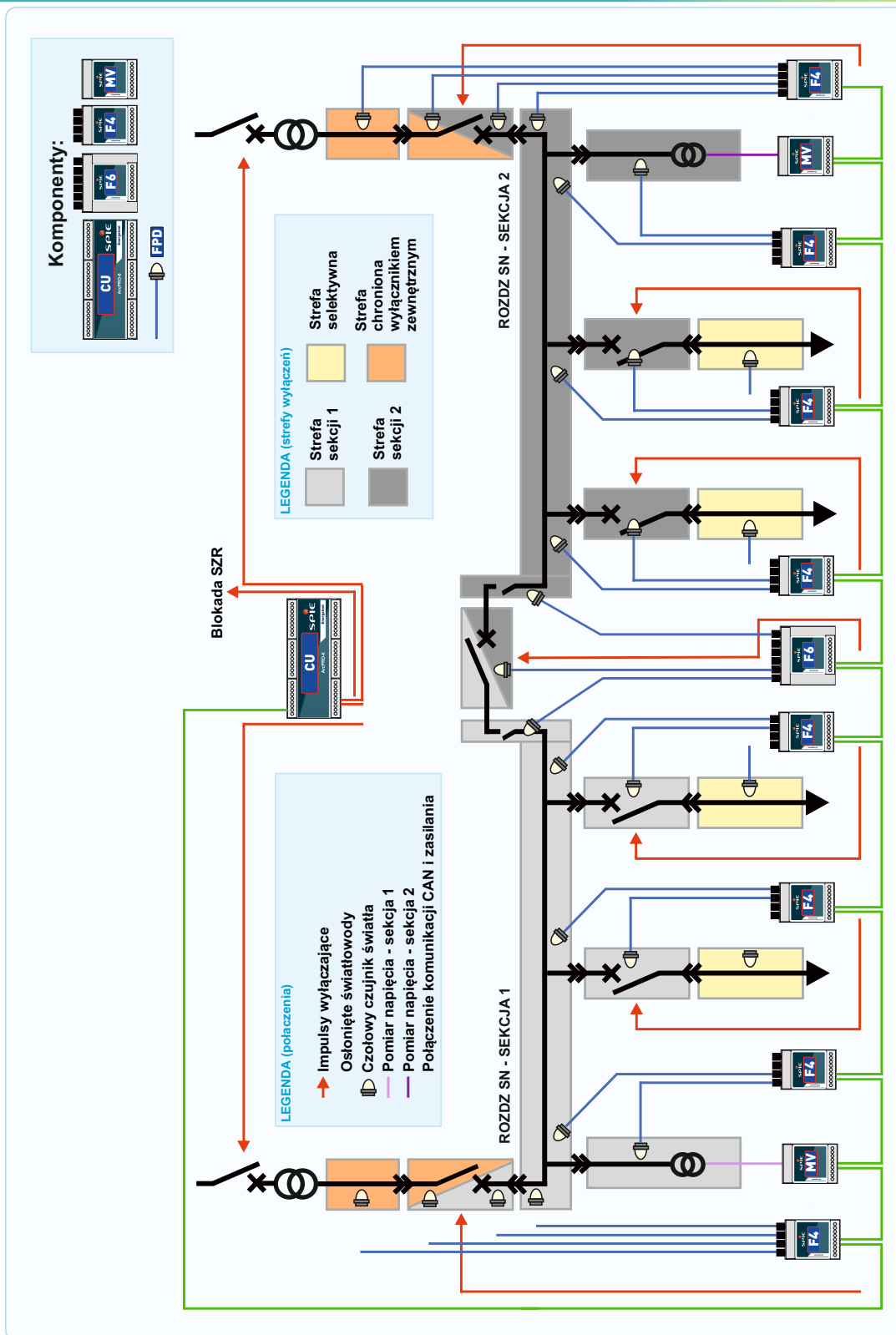


automatyczna kontrola sprawnością torów optycznych

System realizuje automatyczny i ręczny nadzór sprawności torów optycznych zarówno dla pętli światłowodowych, jak i czujników czołowych.



Rozdzielnia SN dwusekcyjna, jednosystemowa, kryterium światło + napięcie

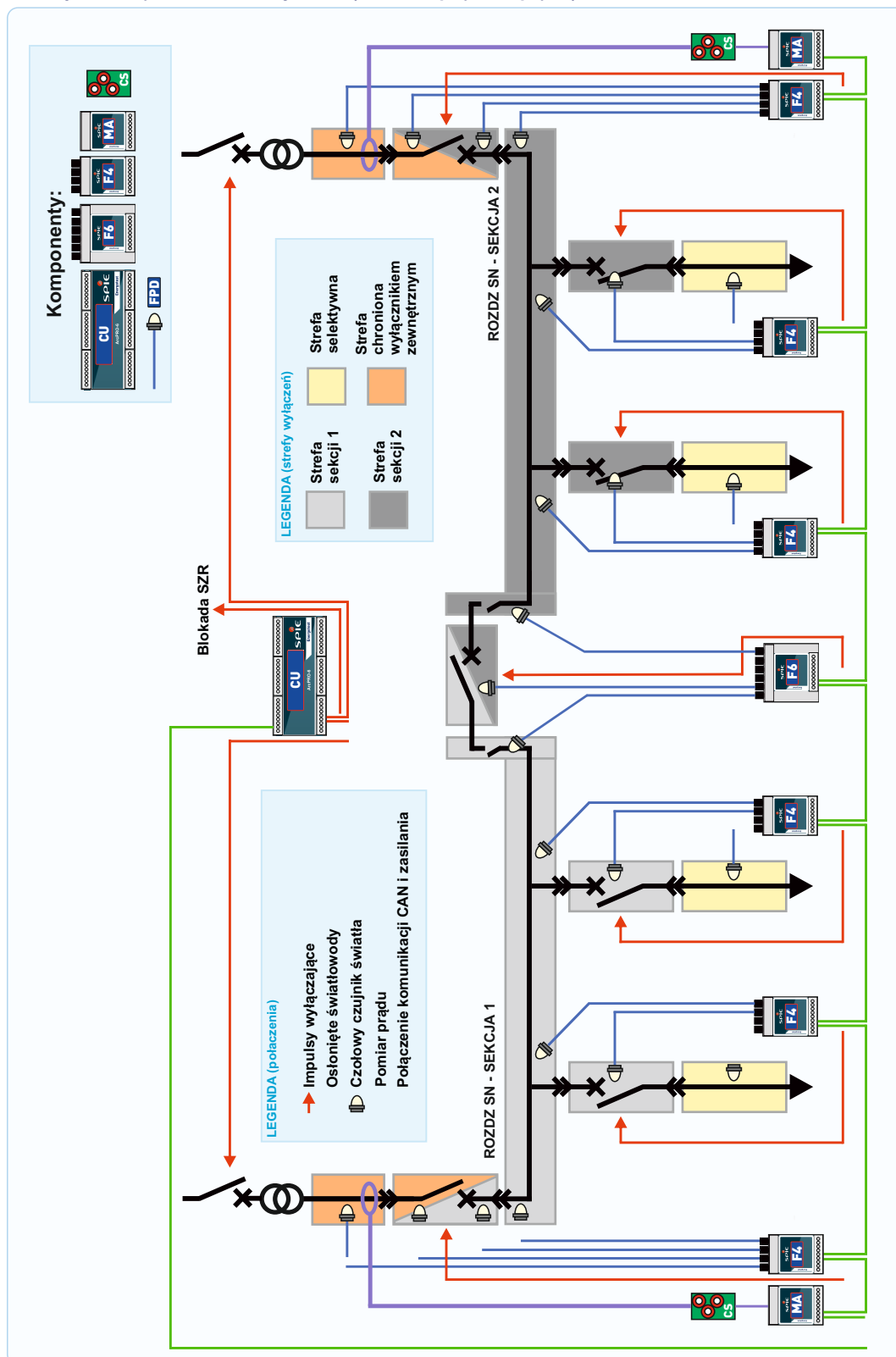


Najbardziej powszechne rozwiązanie oparte na komponentach ArcPRO-6 stosowane jest w rozdzielnicach dwusekcyjnych, jednosystemowych, w których wykorzystuje się kryterium detekcji światła oraz spadku napięcia. W każdym polu zainstalowana jest jednostka połowa F4, do której podłączone są czujniki wprowadzone do poszczególnych przedziałów pola rozdzielnicy. W każdym polu pomiaru napięcia zastosowany jest jeden moduł MV. W polu sprzęgła zainstalowana jest jednostka połowa F6, natomiast całość systemu obsługiwana jest przez jedną jednostkę centralną. W przedziałach przyłączeniowych realizowane są wyłączenia selektywne, natomiast w polach zasilających występuje strefa wymagająca impulsowania wyłącznika w rozdzielnicy nadrzędnej.



Rozdzielnia SN dwusekcyjna, jednosystemowa, kryterium światło + prąd*

*alternatywnie możliwe jest też łączenie trzech kryteriów (światło + prąd + napięcie)

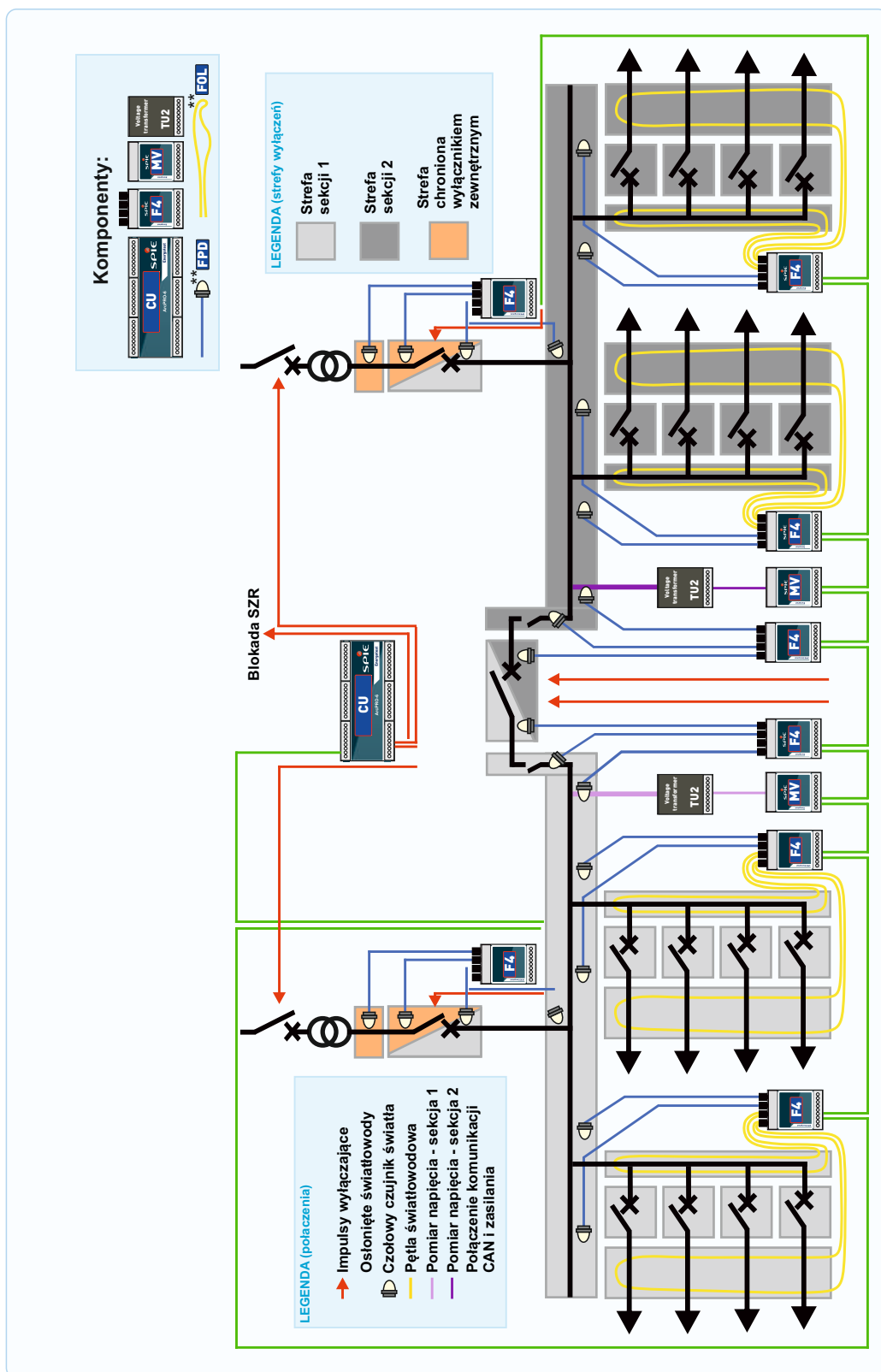


W przedstawionym przykładzie zastosowano kryteria detekcji zwarcia łukowego: światło + prąd zwarciový, wykrywany w polach zasilających. Moduły pomiaru prądu MV podłączone są do modułów pomiarowych CS, które na wyjściu posiadają zakres prądowy 20 mA i współpracują z przekładnikami prądowymi 5 A. Pozostała część rozwiązania jest identyczna jak przedstawiona na rysunku rozdzielni SN dwusekcyjnej, jednosystemowej opartym o kryterium napięciowe.

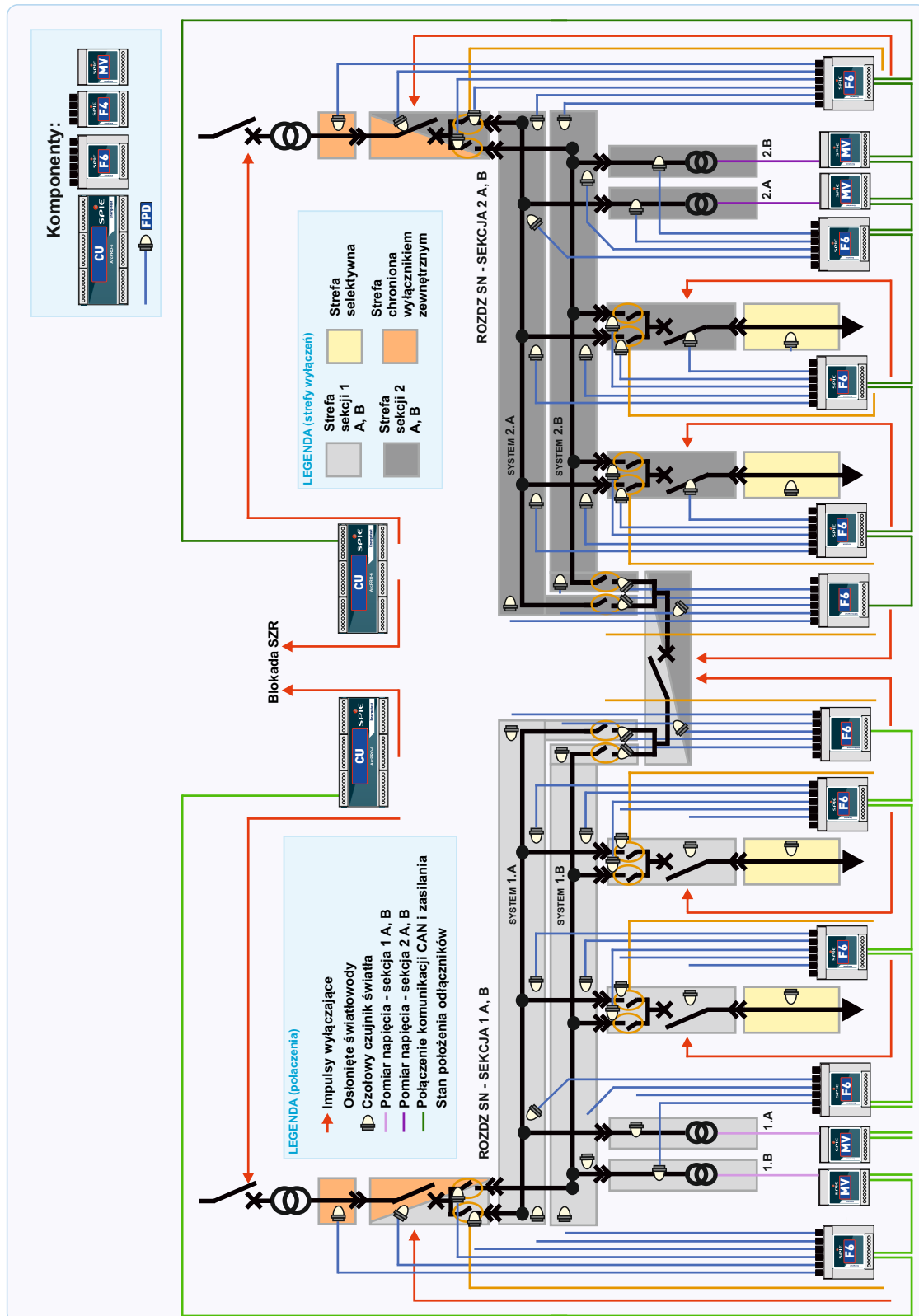


Rozdzielnia niskiego napięcia dwusekcyjna, jednosystemowa, kryterium światło + napięcie*

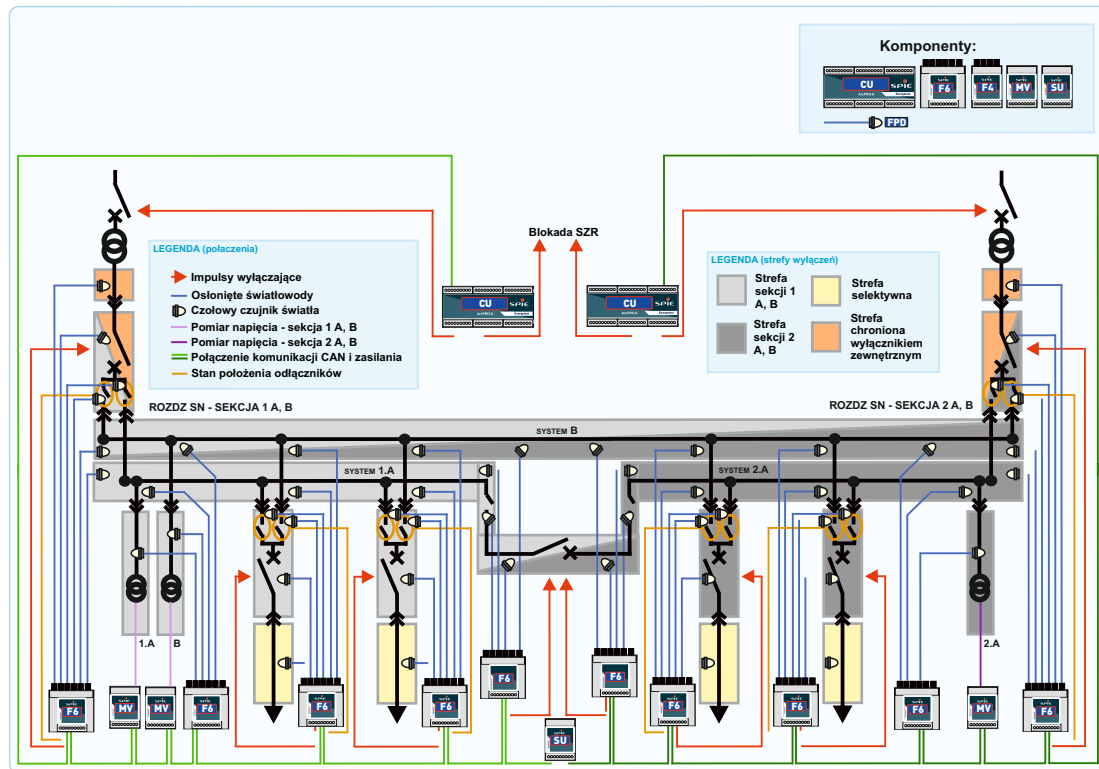
*alternatywnie jako drugie kryterium może być wykorzystane prąd lub łączenie trzech kryteriów (światło + prąd + napięcie)



W przypadku rozdzielnic niskiego napięcia zaleca się stosowanie kryterium napięciowego. W polach zasilających stosowane są czujniki czołowe, natomiast w sekcjach dopływowych wykorzystywane są różne kombinacje czujników i pętli światłowodowych, tak aby optymalnie wykrywać światło łuku w każdej lokalizacji rozdzielni. Pętla światłowodowa najczęściej prowadzona jest na tylnej ścianie rozdzielni, co nie ogranicza możliwości wysuwania poszczególnych szuflad.

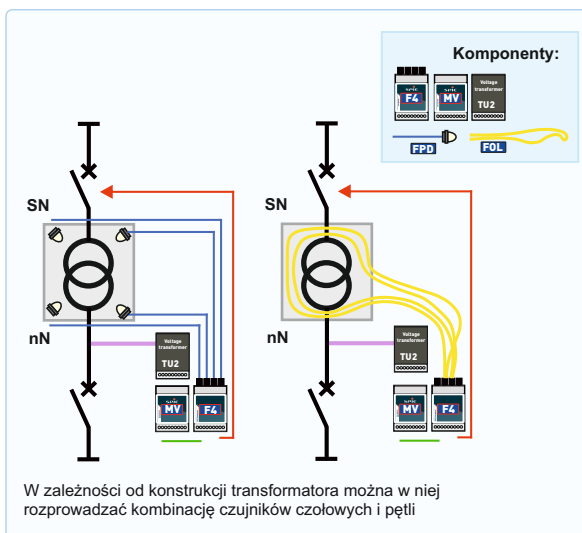


W przypadku rozdzielnic dwusekcyjnej, dwusystemowej, każda sekcja posiada odrębną jednostkę centralną oraz własny zestaw modułów, połączonych oddzielną magistralą CAN. We wszystkich polach zabudowane są jednostki F6, do których doprowadzone są sygnały stanów położenia odłączników. Dzięki temu możliwe jest jednoznaczne potwierdzenie, z którego systemu w danym momencie zasilane jest dane pole. Jako dodatkowe kryterium zastosowano detekcję spadku napięcia, realizowaną przez łącznie cztery jednostki MV.

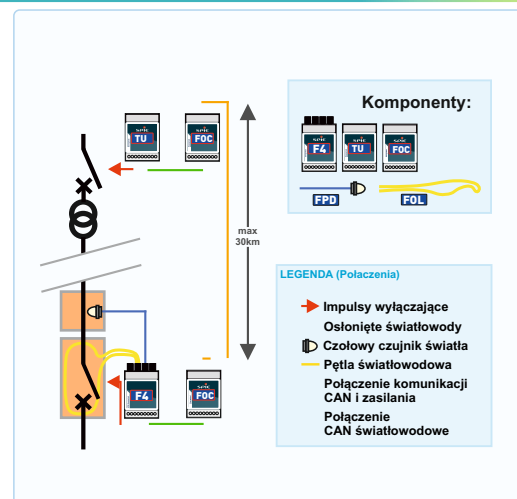


W przypadku rozdzielni dwusekcyjnej, dwusystemowej, w której jeden system jest połączony, konieczne jest dodatkowe połączenie obu kompletów zabezpieczeń za pomocą jednostki separującej SU. Jeżeli odprawy pracują na systemie połączonym, zwarcie na szynach wymaga przeprowadzenia wyłączeń w obu sekcjach — odpowiedni przepływ informacji zapewnia jednostka separująca. W sytuacji, gdy odprawy rozdzielni pracują na systemie rozdzielnym, układ działa w sposób klasyczny: każda jednostka centralna chroni swoją sekcję, a jednostka separująca blokuje przepływ informacji pomiędzy sekcjami.

Transformator suchy SN/nN



Impulsowanie na odległy wyłącznik



W przypadku ochrony transformatorów suchych możliwe jest zastosowanie zarówno pętli światłowodowych, jak i czujników czołowych. Dopuszczalne jest użycie kombinacji modułów z pominięciem jednostki centralnej, chyba że wymagana jest komunikacja do SSiN — wówczas konieczne jest zastosowanie jednostki centralnej.

System ArcPRO-6 jest przystosowany do pracy w sytuacjach, gdy wymagane jest impulsowanie wyłącznika znacznie oddalonego od chronionej rozdzielni. W takim przypadku stosuje się moduły FOK, będące konwerterami warstwy fizycznej magistrali CAN ze skrętki miedzianej na światłowód. Dzięki temu rozwiązaniu możliwe jest przesłanie szybkiego sygnału wyłączającego na odległość do 30 km od miejsca chronionej rozdzielni.

PODSTAWOWE DANE TECHNICZNE

Warunki środowiskowe

parametr	wartość
nominalny zakres temperatury pracy	-10 + +55 °C
maksymalny zakres temperatury pracy	-25 + +70 °C

Wejścia binarne

parametr	wartość
napięcie znamionowe Un	220 V DC
opcjonalnie	110 V DC / 48 V DC / 24 V DC

Wyjścia przekaźnikowe - obciążalność przekaźnika wyłączającego

parametr	wartość
maksymalne napięcie zestyków	440 V AC; 250 V DC
maksymalny prąd ciągły	8 A
maksymalna moc łączeniowa Ac1	2500 VA
czas zadziałania do zamknięcia zestyku wyłączającego	< 8ms

Wyjścia przekaźnikowe - obciążalność przekaźnika sygnalizacyjnego

parametr	wartość
maksymalne napięcie zestyków	440 V AC; 250 V DC
maksymalny prąd ciągły	6 A

Czujnik optyczny

parametr	wartość
typ	czujnik czołowy
wymiar zewnętrzny	2,2 x 4,4 mm
maksymalny promień zagięcia	25 mm
maksymalna siła rozciągająca	5N
maksymalna długość	15 m
maksymalny zapas światłowodu	1 m
maksymalny zakres temperatury pracy	-40 + +70 °C

Interfejs komunikacyjny CAN

parametr	wartość
typ medium	skrętka dwuprzewodowa
szybkość transmisji nominalnie	19 200 bps
szybkość transmisji max.	115 200 bps

Interfejs komunikacyjny ETH

parametr	wartość
szybkość transmisji max.	Ethernet 10/100 Mbps Base T/TX

ŁATWOŚĆ INSTALACJI I KONFIGURACJI

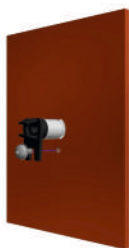
Wygodny montaż

Jednostki polowe F4 i F6 posiadają uniwersalne złącza, do których można podłączyć zarówno pętlę światłowodową jak i czujniki czołowe.

Stosowane uchwyty montażowe ułatwiają prowadzenie czujników i światłowodów zarówno w rozdzielnicach SN jak i nN.



Montaż czujnika czołowego na płycie



Montaż czujnika przez otwór



Prowadzenie pętli w rozdzielni nN

Konfiguracja przez panel urządzenia lub dedykowane oprogramowanie

ArcPRO-6 umożliwiającą konfigurację oraz przegląd stanu urządzenia przez panel urządzenia lub przez łącze inżynierskie, co znacznie poprawia wygodę procesu konfiguracji i monitorowania stanu systemu. Użytkownik ma do dyspozycji wiele intuicyjnych ekranów, które ułatwiają obsługę systemu.



Uwzględniony rejestrator zdarzeń

Wsparcie w zakresie konfiguracji

Na życzenie klienta mamy możliwość przygotowania dowolnej konfiguracji off-line na podstawie dostarczonego projektu. Jednostki polowe ArcPRO-6 posiadają predefiniowane ustawienia stref ochronnych na poszczególnych wejściach optycznych z możliwością ręcznej modyfikacji konfiguracji.

STOSOWANE NORMY, TESTY I SYSTEMY ZARZĄDZANIA

ArcPRO-6 został opracowany w oparciu o normę zabezpieczeniową:

SN - IEC / EN 60255, w szczególności:

EN IEC 60255-26 – EMC *Electromagnetic compatibility requirements*

EN IEC 60255-27 – bezpieczeństwo *Product safety requirements*

Ta norma jest respektowana również przez:
GCC Standardization Organization (GSO)

Skrócenie czasu zwarcia zgodnie z wytycznymi normy **IEEE 1584**
IEEE 1584, poprzez skuteczne skrócenie czasu trwania łuku.

SPIE-Energotest posiada wdrożone systemy zarządzania:

ISO 9001: Jakością,

ISO 14001: Środowiska,

ISO 27001: Bezpieczeństwa informacji,

ISO 45001: Bezpieczeństwa i higieny pracy.

SPIE Energotest sp. z o.o.

ul. Chorzowska 44b

44-100 Gliwice

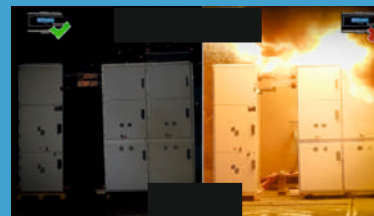
Tel. : + 48 32 270 45 18

Zabezpieczenie ArcPRO-6 zostało przetestowane w próbach niszczących/zwarciovych wykonanych przez **Laboratorium Badawcze Aparatury Wysokonapięciowej** w Warszawie w roku 2023 w oparciu o normę: **IEC 62271-200:2021**

TEST PROTOCOL No. 005/23/CAE/LAW



Łukasiewicz
Centrum



www.spie-energotest.pl