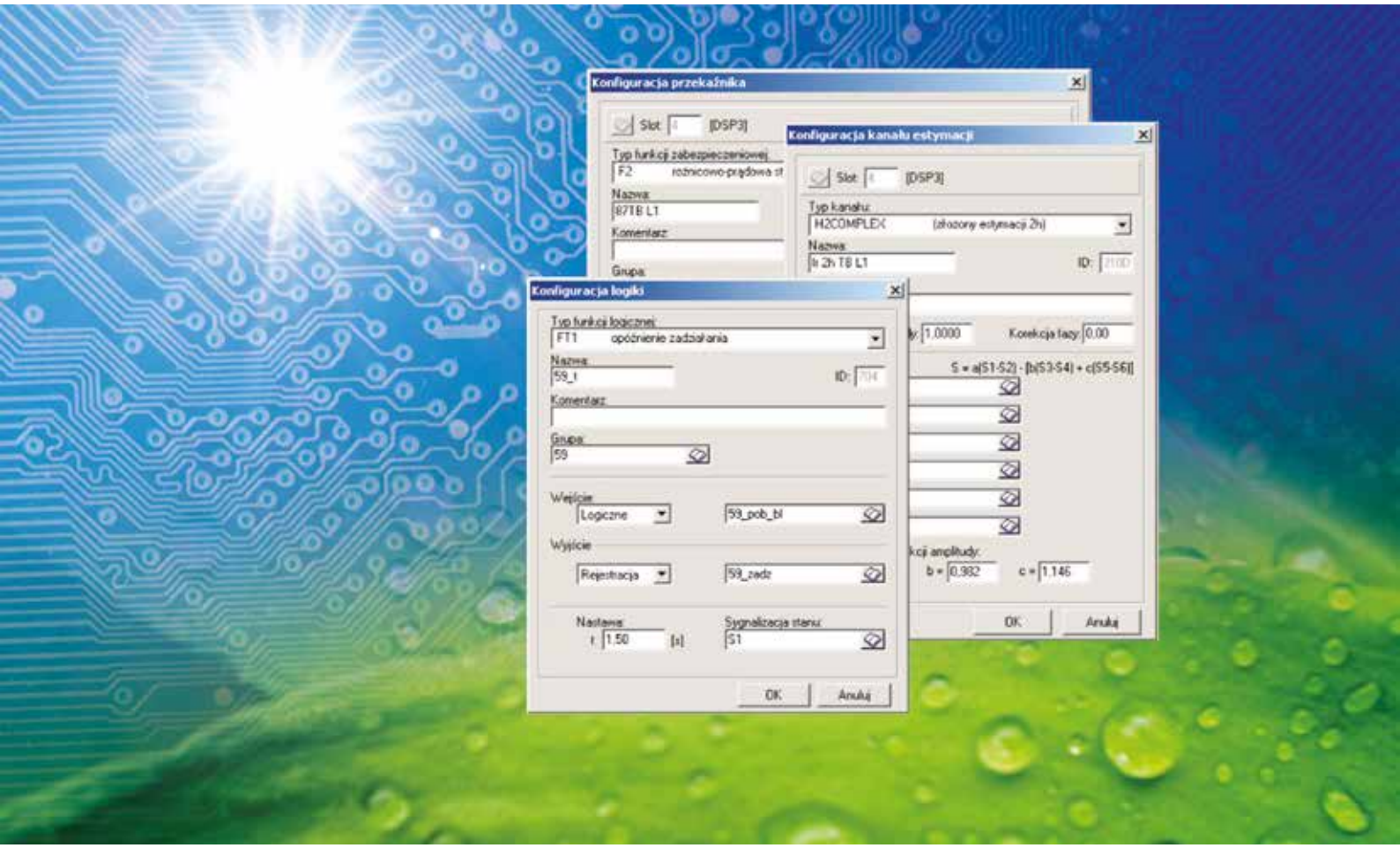
ZEG-ENERGETYKA

CZAZ – GT

CYFROWY ZESPÓŁ AUTOMATYKI ZABEZPIECZENIOWEJ GENERATORA / BLOKU GENERATOR -TRANSFORMATOR



OPIS ZABEZPIECZEŃ

SPIS TREŚCI

1. KONFIGURACJA ZABEZPIECZEŃ 4
1.1. Zabezpieczenie różnicowe generatora (87G) 4
1.2. Zabezpieczenie różnicowe z blokowaniem drugą harmoniczną (87B, 87TB, 87TO) 6
1.3. Zabezpieczenia nadprądowe bezzwłoczne i zwłoczne (50, 51) 10
1.4. Zabezpieczenie od asymetrii obciążenia - sygnalizacja (46.1) 12
1.5. Zabezpieczenie od przeciążenia wirnika (49R) 14
1.6. Zabezpieczenie od asymetrii obciążenia o charakterystyce zależnej (46.2) 17
1.7. Kontrola ciągłości obwodów pomiarowych zabezpieczenia ziemnozwarciowego wirnika generatora (64R.3) 20
1.8. Zabezpieczenie ziemnozwarciowe wirnika (64R) 21
1.9. Zabezpieczenie podimpedancyjne bloku (21) 23
1.10. Zabezpieczenie od przepływu mocy zwrotnej (32R) 26
1.11. Zabezpieczenie od zrzutu mocy (32L) 28
1.12. Zabezpieczenie od przewzbudzenia transformatora blokowego (24) 30
1.13. Zabezpieczenie nadnapięciowe (59) 31
1.14. Zabezpieczenie od zwarć doziemnych stojana 100% (64S) 32
1.15. Zabezpieczenie podnapięciowe (27) 35
1.16. Zabezpieczenie od utraty wzbudzenia (40) 36
1.17. Zabezpieczenie od poślizgu biegunów wirnika (78) 39
1.18. Zabezpieczenie podczęstotliwościowe (81L) 43
1.19. Zabezpieczenie nadczęstotliwościowe (81H) 44
1.20. Rezerwa wyłącznika generatora (62BF) 45

2. KONFIGURACJA ZALEŻNOŚCI LOGICZNO-CZASOWYCH.....46
2.1. Bezzwłoczne 46
2.2. Zwłoczne 48
2.3. Z podtrzymaniem działania 50
2.4. Dla zabezpieczenia od przepływu mocy zwrotnej (32R).....51
2.5. Dla zabezpieczenia od utraty wzbudzenia (40) 54
2.6. Dla zabezpieczenia od poślizgu biegunów (78).....55
2.7. Dla rezerwy wyłącznika generatora (62BF) 56

1. Konfiguracja zabezpieczeń

W punkcie tym przedstawiony został opis działania zabezpieczeń oraz sposób tworzenia przekaźników zabezpieczeniowych. Dodatkowo znajduje się dobór nastaw wraz z przykładami obliczeniowymi.

1.1. Zabezpieczenie różnicowe generatora (87G)

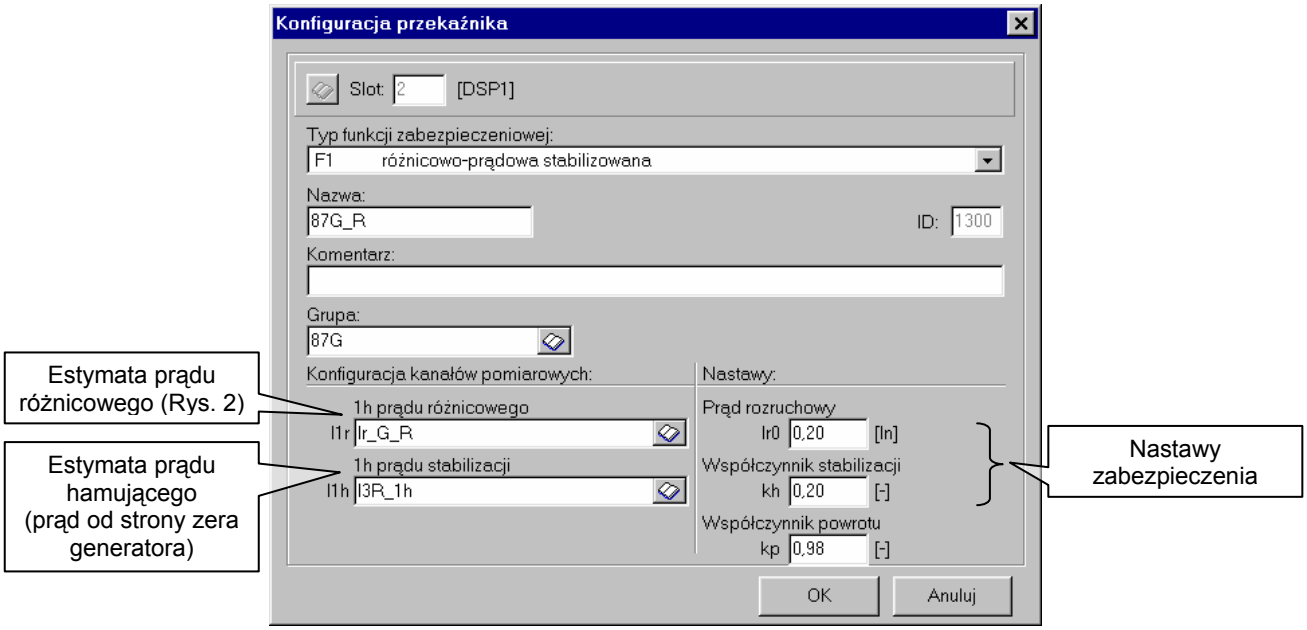
Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie różnicowe generatora umożliwia selektywne wykrywanie zwarć międzyfazowych występujących w zabezpieczanej strefie. W tym przypadku zabezpieczana strefa obejmuje uzwojenia stojana generatora.

Kryterium różnicowoprądowe stosowane jest do selektywnego i bezzwłocznego wyłączania zwarć wielkoprądowych. Ideą tego zabezpieczenia jest porównanie wartości prądów na wejściach i wyjściach danego obiektu elektroenergetycznego. Ze względu na pojawianie się w normalnych warunkach pracy prądu różnicowego (brak możliwości idealnego dopasowania przekładników prądowych, możliwość ich nasycania podczas zwarć zewnętrznych) konieczne jest skorelowanie prądu różnicowego z tzw. prądem hamującym (stabilizacji). Dla generatorów przyjmuje się, że prądem hamującym jest prąd płynący od strony zera generatora.

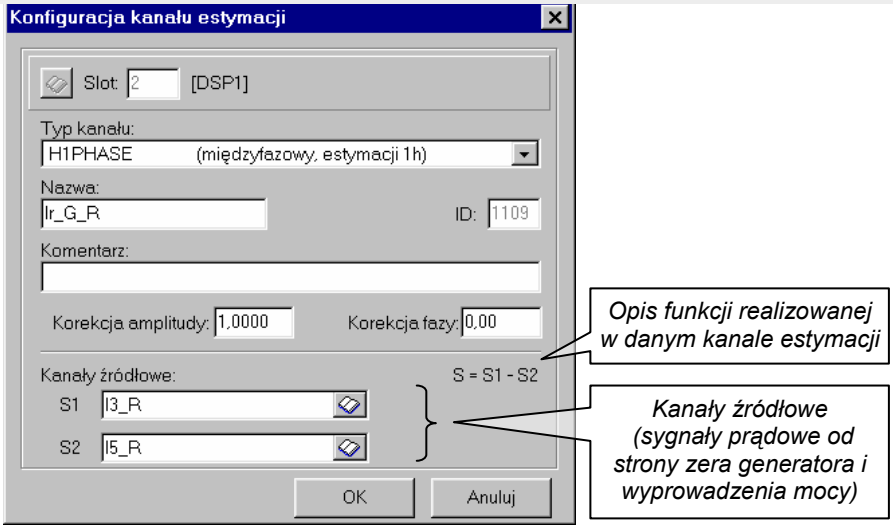
Przekaźnik

Charakterystyka rozruchowa zabezpieczenia różnicowego jest realizowana zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F1** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 1. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia różnicowego generatora 87G

Prąd różnicowy uzyskuje się wykorzystując kanał estymacji (Rys. 2.) , w którym sygnały prądowe są odejmowane.
Jeżeli poziom sygnałów z przekładników prądowych nie jest dopasowany amplitudowo, to konieczne jest zastosowanie złożonego kanału estymacji (H1COMPLEX), który umożliwia wprowadzenie odrębnych współczynników korekcji dla poszczególnych kanałów (opis kanału Rys. 4.).



Rys. 2. Kanał estymacji prądu różnicowego dla zabezpieczenia różnicowego generatora 87G

Zabezpieczenie jest realizowane pofazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy S i T.

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym. Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia bezzwłocznego (str. 46).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia 87G są zamieszczone w tabeli 1.

Tabela 1.

Nastawy	*Zakres*
początkowy prąd rozruchowy	I_{ro} = (0,10...1,00) I_n co 0,05I_n
współczynnik stabilizacji	k_h = (0,00...0,50) co 0,05

I_{ro} – nastawienie to definiuje początkową wartość rozruchową zabezpieczenia. Wartość ta powinna być jak najmniejsza, ale równocześnie powinna odstrajać się od prądu różnicowego wynikającego z niedopasowania przekładników prądowych.
Typowe nastawienie $I_{ro} = 0{,}20I_n$.

k_h – nastawienie współczynnika stabilizacji definiuje kąt nachylenia charakterystyki rozruchowej. Również ta wartość powinna być nastawiana możliwie nisko, ze względu na wymaganie dużej czułości przekaźnika.
Typowe nastawienie $k_h = 0{,}20$.

Nastawy zabezpieczenia różnicowego generatora muszą być tak dobrane, aby uzyskać maksymalną czułość zabezpieczenia przy jednoczesnym odstrojeniu się od zbędnego zadziałania przy silnych zwarciach zewnętrznych (możliwość nasycenia przekładników prądowych).

1.2. Zabezpieczenie różnicowe z blokowaniem drugą harmoniczną (87B, 87TB, 87TO)

Opis zabezpieczenia

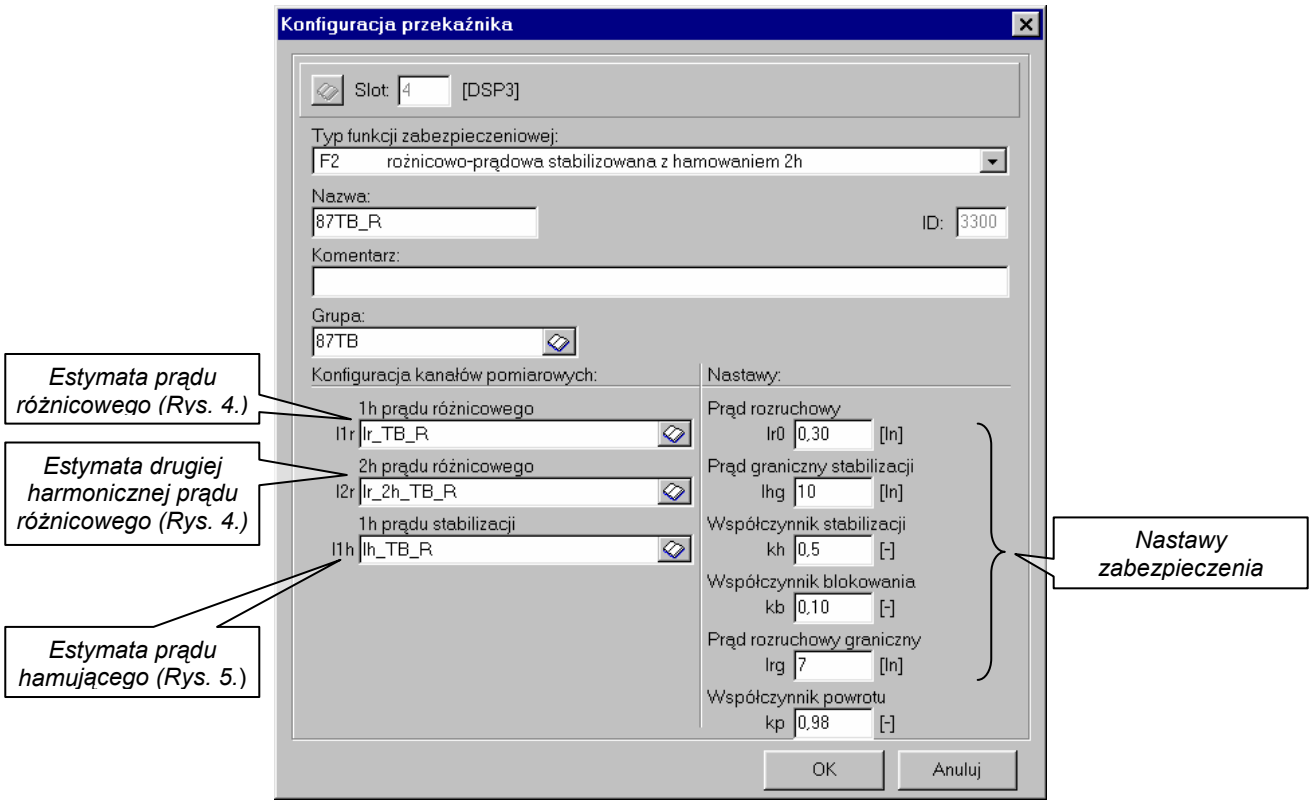
Zabezpieczenie różnicowe z blokowaniem drugą harmoniczną umożliwia selektywne wykrywanie zwarć międzyfazowych występujących w zabezpieczanej strefie. W tym przypadku zabezpieczana strefa obejmuje uzwojenia stojana generatora oraz transformatora blokowego (87B) lub transformator blokowy (87TB) lub odczepowy (87TO). Zabezpieczenie różnicowe z blokowaniem drugą harmoniczną jest niewrażliwe na udary prądu magnesującego.

Stosowane jest dla :
- zabezpieczenia dwu- oraz trójuzwojeniowych transformatorów, (transformator blokowy, odczepowy)
- zabezpieczenia bloków generator transformator.

Kryterium różnicowoprądowe stosowane jest do selektywnego i bezzwłocznego wyłączania zwarć wielkoprądowych. Ideą tego zabezpieczenia jest porównanie wartości prądów na wejściach i wyjściach danego obiektu elektroenergetycznego. Ze względu na pojawianie się w normalnych warunkach pracy prądu różnicowego (brak możliwości idealnego dopasowania przekładników prądowych, możliwość ich nasycania podczas zwarć zewnętrznych, brak idealnej kompensacji przekładni i grupy połączeń transformatora, występowanie prądu jałowego w transformatorze) konieczne jest skorelowanie prądu różnicowego z tzw. prądem hamującym (stabilizacji).
Dodatkowo, występowanie transformatora w chronionej strefie narzuca konieczność stosowania blokady zabezpieczenia z wykorzystaniem estymaty drugiej harmonicznej prądu różnicowego (występuje przy udarach prądu magnesującego, pojawiającego się np. przy załączaniu transformatora).

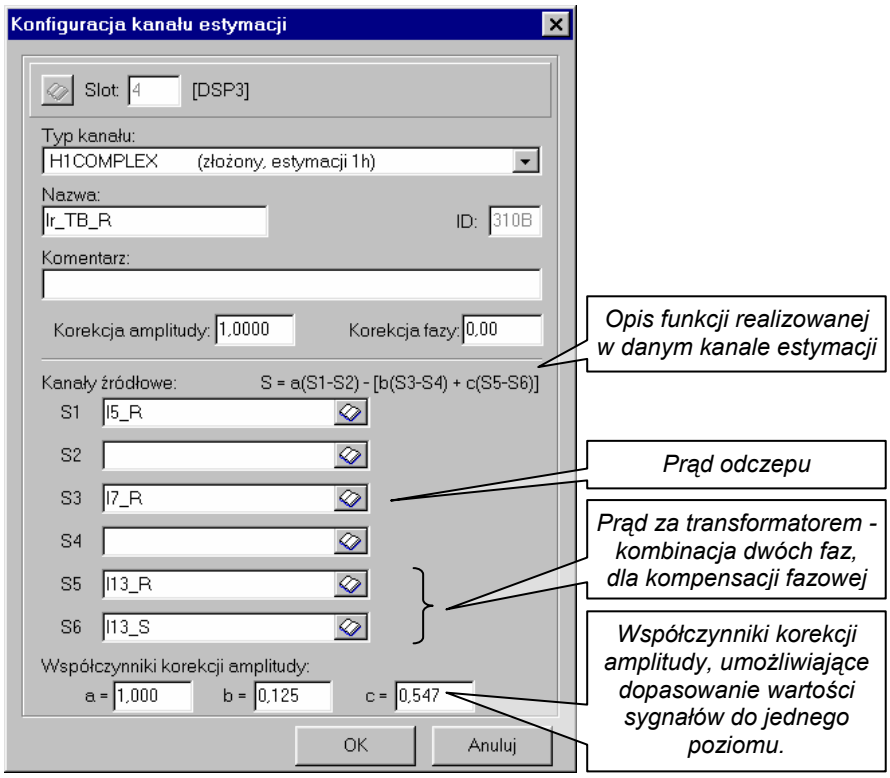
Przekaźnik

Charakterystyka rozruchowa zabezpieczenia różnicowego z blokowaniem drugą harmoniczną jest realizowana zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F2** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 3. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia różnicowego z blokowaniem drugą harmoniczną

Prąd różnicowy uzyskuje się wykorzystując złożony kanał estymacji (Rys. 4.) , umożliwiający uwzględnienie parametrów przekładników prądowych, a także przekładni oraz grupy połączeń transformatora.



Rys. 4. Kanał estymacji prądu różnicowego dla zabezpieczenia różnicowego z blokowaniem drugą harmoniczną

Zabezpieczenie jest realizowane pofazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy S i T.

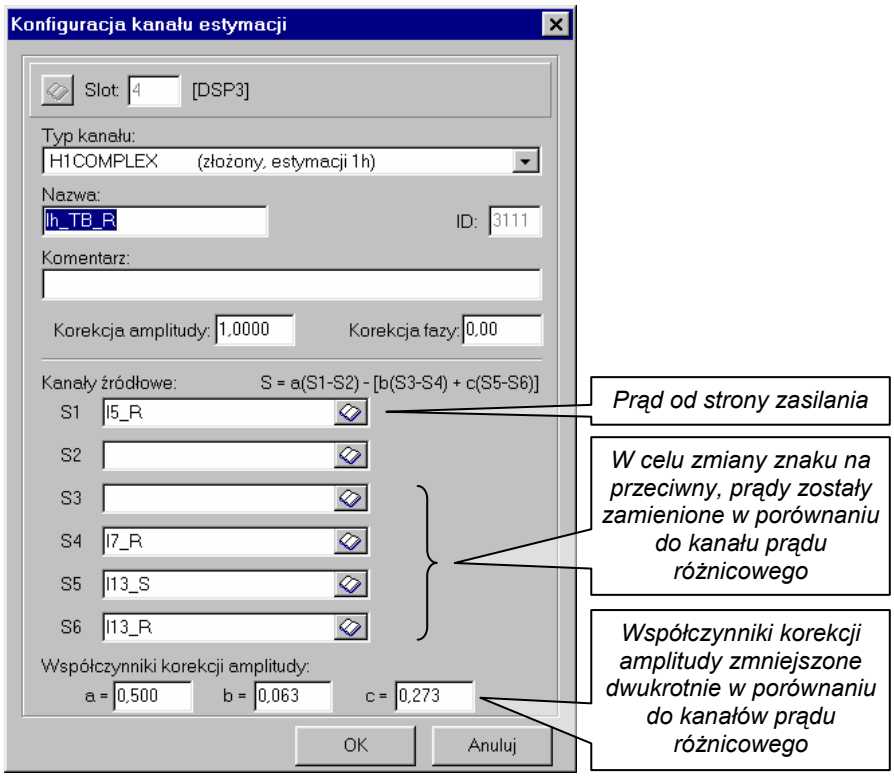
Kompensacja grupy połączeń dokonywana jest poprzez odpowiednie skorelowanie sygnałów prądowych odpowiednich faz. Konieczne jest również dopasowanie poziomu sygnałów, aby w warunkach normalnych nie płynął prąd różnicowy. Do tego służą współczynniki a, b, c wykorzystane w następującej zależności:

$$S = a(S1-S2) – [b(S3-S4) + c(S5-S6)]$$

W zależności od zabezpieczanego obiektu (grupa połączeń transformatora) oraz struktury układu bloku dobierane są odpowiednie kombinacje prądów.

Kanał estymacji drugiej harmonicznej prądu różnicowego (H2COMPLEX) jest uzupełniany identycznie jak kanał prądu różnicowego (Rys. 4.).

Kanał estymacji prądu hamującego jest odpowiednio modyfikowany, aby w wyniku estymacji uzyskać wielkość odpowiadającą sumie prądów wpływającego i wypływającego podzielonego przez dwa. Modyfikacja ta polega na zmianie znaku prądów odejmowanych od prądu zasilającego i podzieleniu wszystkich współczynników (a,b,c) przez dwa (Rys. 5.).



Rys. 5. Kanał estymacji prądu hamującego dla zabezpieczenia różnicowego z blokowaniem drugą harmoniczną

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym. Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia bezzwłocznego (str. 46).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczeń 87B, 87TB, 87TO są zamieszczone w tabeli 2.

Tabela 2.

Nastawy	*Zakres*
początkowy prąd rozruchowy	I_{ro} = (0,10...1,00) I_n co 0,05I_n
współczynnik stabilizacji	k_h = (0,2...0,8) co 0,1
współczynnik blokowania 2h	k_b = (0,01...0,50) co 0,01
prąd rozruchowy graniczny	I_{rg}= (5...15)I_n co 1I_n
prąd graniczny stabilizacji	I_{hg}= (5...15)I_n co 1I_n

I_{ro} – nastawienie to definiuje początkową wartość rozruchową zabezpieczenia. Wartość ta powinna być jak najmniejsza, ale równocześnie powinna odstrajać się od prądu różnicowego wynikającego z:

- niedopasowania przekładników prądowych,
- występowania prądu jałowego transformatora,
- wpływu ewentualnych zmian zakresu przełącznika zaczepów.

Typowe nastawienie I_{ro} = 0,50I_n.

k_h – nastawienie współczynnika stabilizacji definiuje kąt nachylenia charakterystyki rozruchowej. Również ta wartość powinna być nastawiana możliwie nisko, ze względu na wymaganie dużej czułości przekaźnika. Wartość musi być na tyle duża, aby uniewrażliwić zabezpieczenie na silne zwarcia zewnętrzne (możliwość nasycenia przekładników prądowych).
Typowe nastawienie k_h = 0,5.

k_b – współczynnik blokowania drugą harmoniczną określa iloraz zawartości drugiej harmonicznej i zawartości składowej podstawowej w prądzie różnicowym, powyżej którego zabezpieczenie ma być blokowane.
Konieczność wprowadzenia blokady wynikającej z pojawienia się odpowiedniego poziomu drugiej harmonicznej jest narzucona specyficznymi właściwościami takiego obiektu jak transformator. W momencie pojawienia się prądu magnesującego (przy załączaniu transformatora) znacznie wzrasta wartość drugiej harmonicznej w prądzie różnicowym.
Typowe nastawienie k_b = 0,1.

I_{rg} – wartość granicznego prądu różnicowego, powyżej której nie występuje blokada działania zabezpieczenia. Ma to na celu przyspieszenie działania zabezpieczenia, bez analizowania w przypadku przekroczenia nastawionej wartości prądu różnicowego.
Typowe nastawienie $I_{rg} = 10I_{n.}$

I_{hg} – wartość granicznego prądu hamowania, powyżej której stablilizacja jest utrzymywana na tym samym poziomie, zgodnie z nastawą.
Typowe nastawienie $I_{hg} = 10I_{n.}$

1.3. Zabezpieczenia nadprądowe bezzwłoczne i zwłoczne (50, 51)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenia nadprądowe zwłoczne oraz bezzwłoczne są najprostszym sposobem ochrony obiektów elektroenergetycznych.

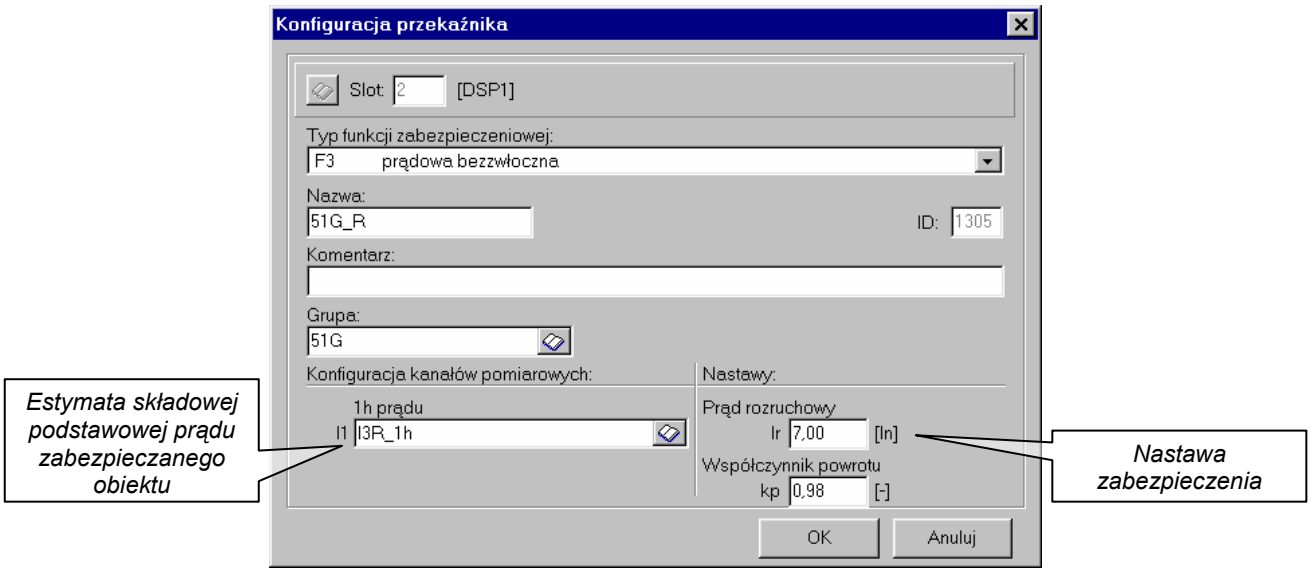
Stosowane jest dla następujących zabezpieczeń:

- 51pG – przeciążeniowe stojana generatora,
- 51TO, 51pTO, 50TO – przetężeniowe, przeciążeniowe, zwarciowe transformatora odczepowego,
- 51TW, 51pTW, 50TW – przetężeniowe, przeciążeniowe, zwarciowe transformatora wzbudzenia,
- 50TB – zwarciowe transformatora blokowego,
- 51TN – zerowoprądowe, ziemnozwarciowe obwodów górnego napięcia bloku.

Możliwe jest wykorzystanie zabezpieczeń nadprądowych, innych niż wymienione, w zależności od układu w jakim pracuje generator.

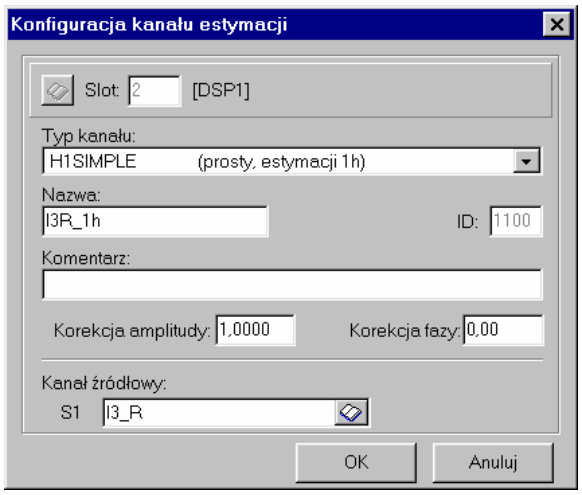
Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F3** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 6. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia nadprądowego

Przekaźnik ten wykorzystuje estymatę składowej podstawowej prądu, którą uzyskuje się używając kanału estymacji H1SIMPLE.



Rys. 7. Kanał estymacji dla zabezpieczenia nadprądowego

Zabezpieczenie jest realizowane pofazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy S i T. Wyjątek stanowią zabezpieczenia ziemnozwarciowe, które bazują na jednym prądzie (np. z przekładnika Ferrantiego, układu Holmgreena).

Logika

Najczęściej zabezpieczenia są blokowane tylko sygnałem wirtualnym. Wyjątek może stanowić zabezpieczenie ziemnozwarciowe, które można wykonać dodatkowo z blokadą od otwartego włącznika blokowego (nastawa zabezpieczenia dopasowana do pracy generatora tylko na potrzeby własne).

Zależności logiczno-czasowe dla zabezpieczeń nadprądowych zwarciowych (50) są realizowane jak dla zabezpieczenia bezzwłocznego (str. 46).

Natomiast zależności logiczno-czasowe dla zabezpieczeń nadprądowych przeciążeniowych oraz przetężeniowych (51) są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczeń są zamieszczone w tabeli 3.

Tabela 3.

Nastawy	*Zakres*
prąd rozruchowy	I_r = (0,02...20,00)I_n co 0,01I_n

I_r – nastawienie to definiuje wartość rozruchową zabezpieczenia. Szeroki zakres możliwych wartości nastawi umożliwia dopasowanie się do różnego rodzaju zabezpieczeń nadprądowych. W przypadku bezzwłocznych zabezpieczeń zwarciowych (**50**) zakres nastaw zazwyczaj jest wielokrotnością prądu znamionowego. Natomiast dla zabezpieczeń zwłocznych (**51**) stosuje się nastawy niższe, gdyż opóźnienie działania gwarantuje odstrojenie się zabezpieczenia od możliwych zakłóceń.

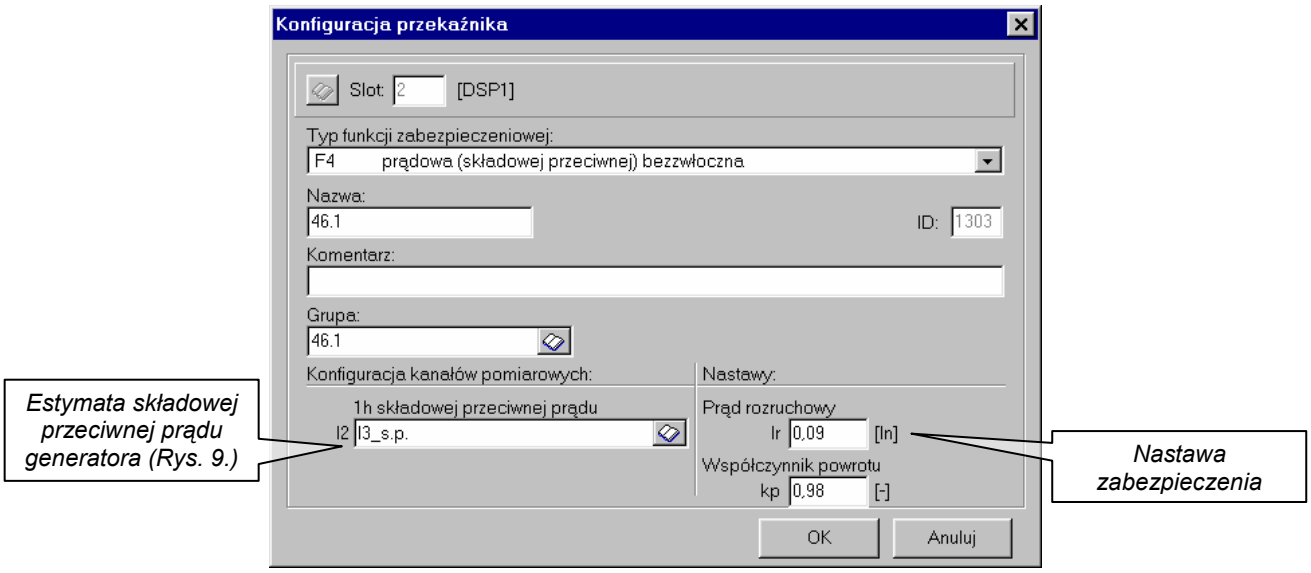
1.4. Zabezpieczenie od asymetrii obciążenia - sygnalizacja (46.1)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie informuje o wystąpieniu asymetrii obciążenia generatora, na podstawie poziomu składowej przeciwnej prądu generatora. Po przekroczeniu nastawionej wartości następuje pobudzenie zabezpieczenia.

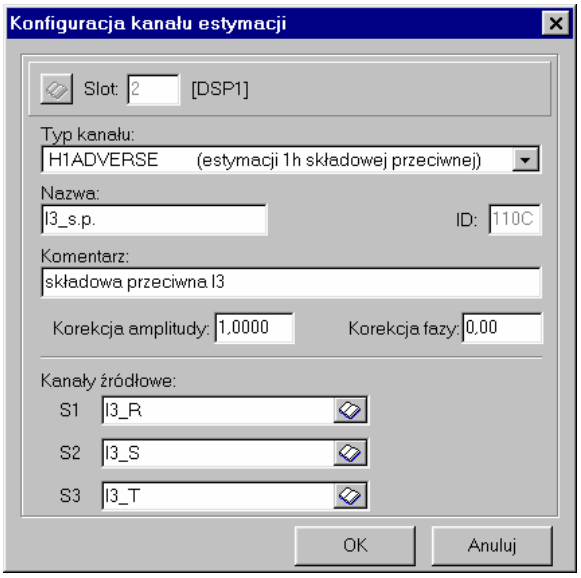
Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F4** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 8. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od asymetrii obciążenia 46.1

Przekaźnik wykorzystuje estymatę składowej przeciwnej prądu, uzyskaną w kanale estymacji H1ADVERSE.



Rys. 9. Kanał estymacji dla zabezpieczenia od asymetrii obciążenia 46.1

Składowa przeciwna prądu jest obliczana na podstawie prądów wszystkich faz.

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym. Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 4.

Tabela 4.

Nastawy	*Zakres*
prąd rozruchowy	I_r = (0,02...0,50)I_n co 0,01I_n

I_r = I_{2r} – nastawienie to definiuje wartość rozruchową zabezpieczenia.

Dobór wartości rozruchowej składowej przeciwnej prądu:

$$I_{2r} = k_2 \frac{I_{nG}}{\vartheta_i \cdot I_n}$$

gdzie: I_n – prąd znamionowy przekaźnika
k_2 – współczynnik określony przez wytwórcę generatora będący miarą trwale dopuszczalnej niesymetrii obciążenia
I_{nG} – prąd znamionowy generatora
ϑ_i – przekładnia przekładnika prądowego

Przykład:

Generator typu TWW – 200/oc o następujących danych:
$k_2 = 5\ \%$
I_{nG} = 9931,2 A
ϑ_i = 10000/5 A/A
I_n = 5 A

$$I_{2r} = 0{,}05 \frac{9931{,}2}{2000 \cdot 5} \approx 0{,}05\ I_n$$

Dla danego przykładu nastawa wynosi $I_{S\,\mathrm{Pr}} = 0{,}05\ I_n$

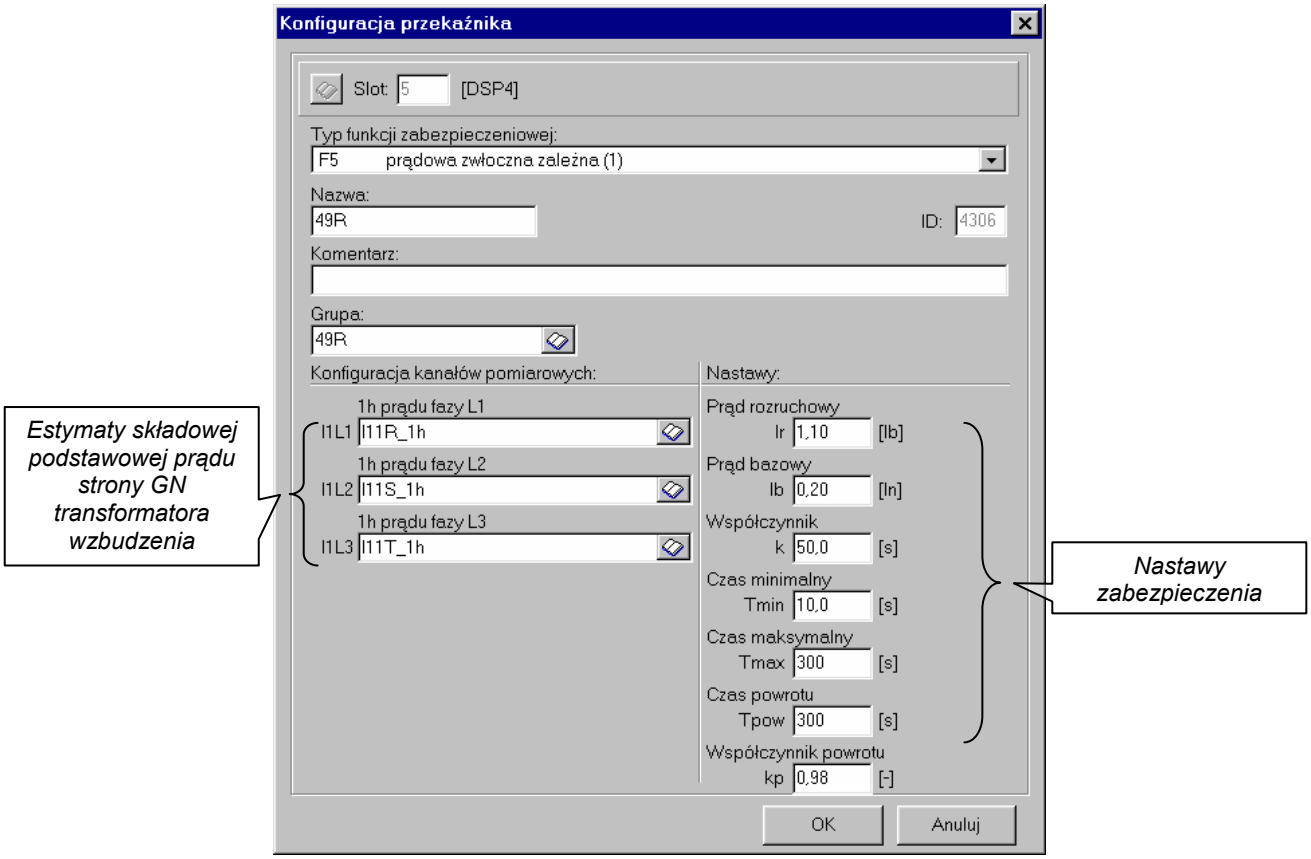
1.5. Zabezpieczenie od przeciążenia wirnika (49R)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie generatora reagujące na przeciążenie wirnika, chroni uzwojenie wirnika przed termicznymi skutkami przeciążeń ruchowych. Zabezpieczenie to jest przeznaczone dla generatora ze statycznym układem wzbudzenia, wyposażonym w transformator wzbudzenia.
Funkcja służy do wykrywania wzrostu wartości skutecznej prądu sumowanego z trzech faz w obwodzie górnego napięcia transformatora wzbudzenia.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F5** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 10. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od przeciążenia wirnika 49R

Przekaźnik ten wykorzystuje estymaty składowej podstawowej prądu trzech faz, którą uzyskuje się używając kanałów estymacji H1SIMPLE – analogicznie jak dla zabezpieczenia nadprądowego (Rys. 7.).

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym. Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia z podtrzymaniem działania (str.50).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 5.

Tabela 5.

Nastawy	*Zakres*	
prąd rozruchowy	I_r = (0,50...1,50)I_B	co 0,01I_B
prąd bazowy	I_B = (0,10...2,50)I_n	co 0,01I_n
współczynnik	k = (1,0...50,0)s	co 0,1s
czas minimalny	t_{min} = (1,0...100,0)s	co 0,1s
czas maksymalny	t_{max} = (100...2000)s	co 10s
czas powrotu	t_{pow} = (5...1000)s	co 5s

I_r – nastawienie to definiuje początkową wartość rozruchową zabezpieczenia.

I_B – prąd bazowy jest to znamionowy prąd wirnika

k – współczynnik określony przez wytwórcę generatora będący miarą krótkotrwale dopuszczalnego przeciążenia wirnika

t_{min} – minimalna, graniczna wartość czasu działania zabezpieczenia

t_{max} – maksymalna, graniczna wartość czasu działania zabezpieczenia

t_{pow} – maksymalny czas potrzebny do wyzerowania licznika, po ustąpieniu pobudzenia zabezpieczenia

Dobór wartości rozruchowych:

Wartość prądu bazowego jest przeliczana zgodnie ze sposobem pracy statycznego układu wzbudzenia. Prąd wzbudzenia musi być przeliczony, według przykładu podanego poniżej.

Pozostałe wartości są dobierane przez projektanta według typu generatora.

Przykład:

Generator o mocy 360 MW ze statycznym układem wzbudzenia:
$k = 41$
I_{wn} = 2800 A
ϑ_i = 10000/5 A/A
I_n = 1 A

Dane transformatora wzbudzenia:

ϑ_T = 1530/86,6 A/A

Obliczenie początkowego prądu rozruchu wymaga przeliczenia znamionowego prądu wirnika na stronę GN transformatora wzbudzenia (skąd wykorzystany jest sygnał do zabezpieczenia)

$$I'_{wn} = \sqrt{\frac{2}{3}} I_{wn} = 0{,}816 \cdot 2800 = 2285 \ \ A$$

(przeliczenie wynikające z zastosowania układu z trójfazowym prostownikiem)

$$I''_{wn} = \frac{I'_{wn}}{\vartheta_T \cdot \sqrt{3}} = \frac{2285}{17{,}66 \cdot 1{,}73} = 74{,}8 \ \ A$$

(przeliczenie prądu ze strony DN na GN transformatora wzbudzenia)

$$I_B = \frac{I''_{wn}}{\vartheta_i \cdot I_n} = \frac{74{,}8}{100 \cdot 1} = 0{,}75 \ \ I_n$$

(wartość prądu bazowego)

Przykładowe nastawy zabezpieczenia:

I_r = 1,16 I_B
I_B = 0,75 I_n
k = 41
t_{min} = 13 s
t_{max} = 300 s
t_{pow} = 10 s

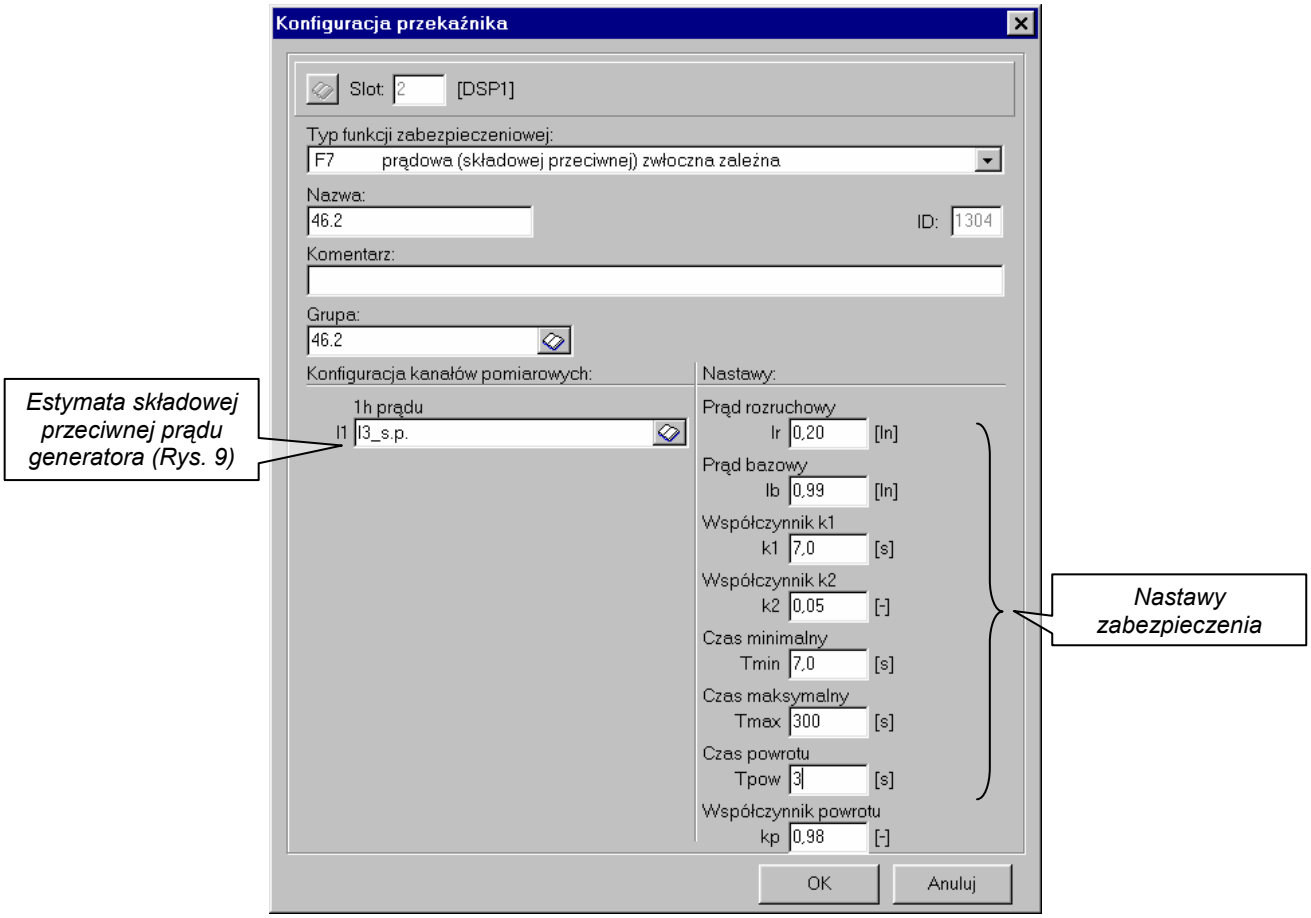
1.6. Zabezpieczenie od asymetrii obciążenia o charakterystyce zależnej (46.2)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie reaguje na przekroczenie czasu trwania dopuszczalnej długotrwale asymetrii obciążenia generatora, na podstawie poziomu składowej przeciwnej prądu generatora.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F7** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 11. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od asymetrii obciążenia 46.2

Przekaźnik ten wykorzystuje estymatę składowej przeciwnej prądu, uzyskaną z kanału estymacji H1ADVERSE - analogicznie ja dla zabezpieczenia 46.1 (Rys. *9*.).

Składowa przeciwna prądu jest obliczana na podstawie prądów wszystkich faz.

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym. Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia z podtrzymaniem działania (str.50).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 6.

Tabela 6.

Nastawy	*Zakres*	
prąd rozruchowy	I_r = (0,02...0,50) I_n	co 0,01
prąd bazowy	I_B = (0,50...2,50) I_n	co 0,01
współczynnik	k_1 = (1,0...50,0) s	co 0,1 s
współczynnik	k_2 = (0,01...1,00)	co 0,01
czas minimalny	t_{min} = (1,0...120,0) s	co 0,1 s
czas maksymalny	t_{max} = (100...2000) s	co 1 s
czas powrotu	t_{pow} = (5...2000) s	co 1 s

I_r = I_{2r} – nastawienie to definiuje początkową wartość rozruchową zabezpieczenia.

I_B – prąd bazowy równy prądowi znamionowemu generatora I_{nG}

k_1 – współczynnik określony przez wytwórcę generatora będący miarą krótkotrwale dopuszczalnej niesymetrii obciążenia

k_2 – współczynnik określony przez wytwórcę generatora będący miarą trwale dopuszczalnej niesymetrii obciążenia

t_{min} – minimalna, graniczna wartość czasu działania zabezpieczenia

t_{max} – maksymalna, graniczna wartość czasu działania zabezpieczenia

t_{pow} – maksymalny czas potrzebny do wyzerowania licznika, po ustąpieniu pobudzenia zabezpieczenia

Dobór wartości rozruchowej:

$$I_{2r} = k_2 \frac{I_{nG}}{\vartheta_i \cdot I_n}$$

gdzie: I_n – prąd znamionowy przekaźnika
k_2 – współczynnik określony przez wytwórcę generatora będący miarą trwale dopuszczalnej niesymetrii obciążenia
I_{nG} – prąd znamionowy generatora
ϑ_I – przekładnia przekładnika prądowego

Przykład:

Generator typu TWW – 200/oc o następujących danych:
k_1 = 7 s
k_2 = 5 %
I_{nG} = 9931,2 A
ϑ_I = 10000/5 A/A
I_n = 5 A

$$I_{2r} = 0{,}05 \frac{9931{,}2}{2000 \cdot 5} \approx 0{,}05 \ I_n$$

Dla danego przykładu nastawa wynosi $I_{S\,\mathrm{Pr}} = 0{,}05 \ I_n$

$$I_B = \frac{I_{nG}}{\vartheta_i \cdot I_n} = \frac{9931{,}2}{2000 \cdot 5} = 0{,}99 \ I_n$$ (wartość prądu bazowego to znamionowa wartość prądu generatora)

Pozostałe nastawy czasów zabezpieczenia:
k_1 = 7 s
t_{min} = 7 s
t_{max} = 300 s
t_{pow} = 3 s

1.7. Kontrola ciągłości obwodów pomiarowych zabezpieczenia ziemnozwarciowego wirnika generatora (64R.3)

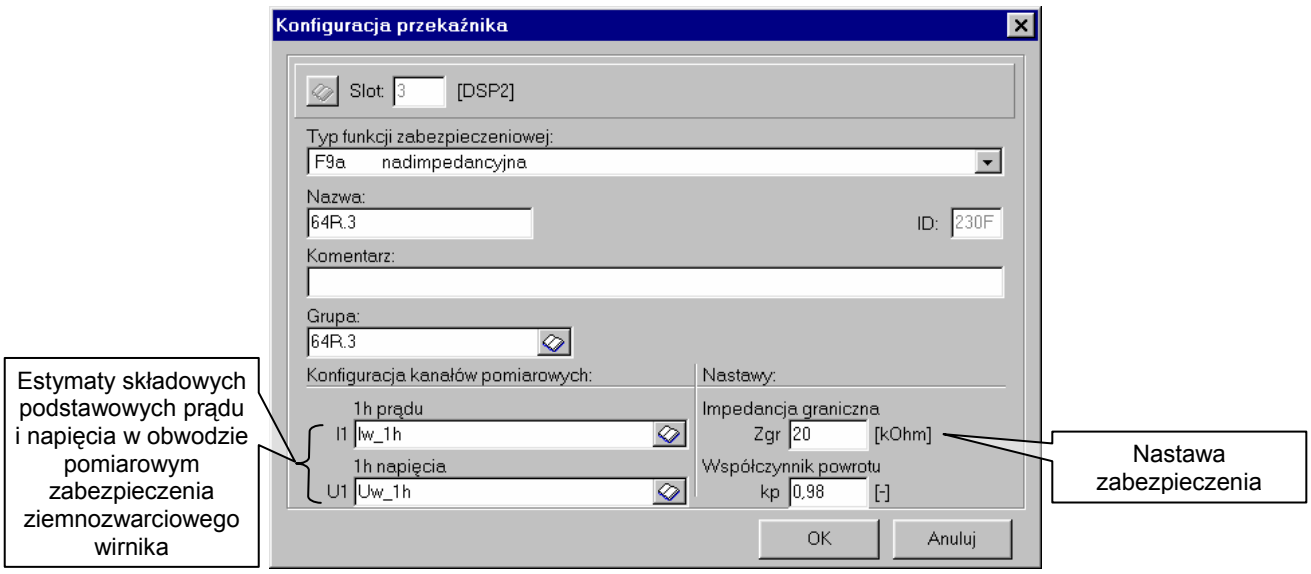
Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie umożliwia kontrolę ciągłości obwodów pomiarowych zabezpieczenia ziemnozwarciowego obwodów wzbudzenia generatora (kontrola stanu szczotek pomiarowych na wale turbozespołu)

Miarą przerwy w obwodach pomiarowych zabezpieczenia jest wzrost impedancji, mierzonej między obwodem wzbudzenia i ziemią, powyżej impedancji izolacji w warunkach normalnych.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F9a** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 12. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od utraty ciągłości w obwodach zabezpieczenia ziemnozwarciowego wirnika 64R.3

Przekaźnik ten wykorzystuje estymaty składowej podstawowej prądu i napięcia w obwodach pomiarowych zabezpieczenia ziemnozwarciowego wirnika 64R. Kanały estymacji są utworzone analogicznie jak dla zabezpieczenia nadprądowego (Rys. 7).

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym oraz sygnałem informującym o zaniku napięcia pomocniczego w obwodach pomiarowych zabezpieczenia 64R, tzn. napięcia 230 V AC.

Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 7.

Tabela 7.

Nastawy	*Zakres*
impedancja graniczna	Z_{gr} = (20...100)kΩ co 5kΩ

Z_{gr} – nastawienie to definiuje wartość rozruchową zabezpieczenia.
Typowe nastawienie Z_{gr} = 30 kΩ

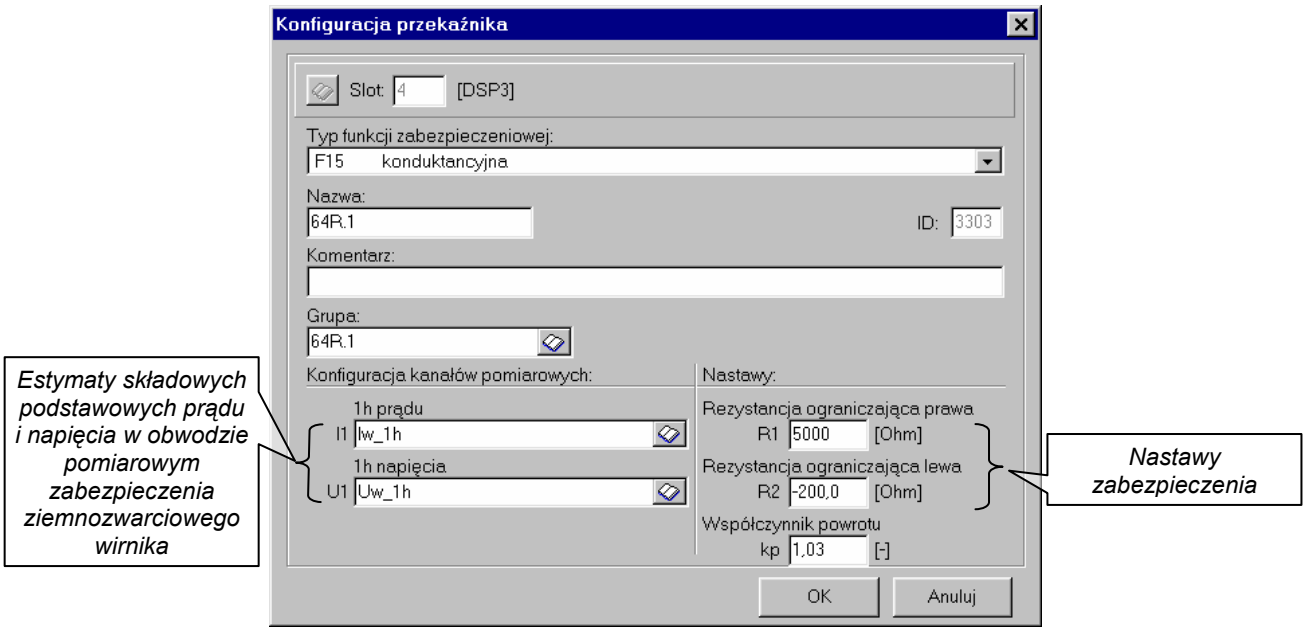
1.8. Zabezpieczenie ziemnozwarciowe wirnika (64R)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie umożliwia wykrycie doziemienia obwodów wzbudzenia. Jest wykonane zazwyczaj jako dwustopniowe. Człon pierwszy (64R.1) sygnalizuje obniżenie rezystancji izolacji, natomiast niżej nastawiany człon drugi (64R.2) określa wystąpienie doziemienia.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F15** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 13. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia ziemnozwarciowego wirnika 64R

Przekaźnik ten wykorzystuje estymaty składowej podstawowej prądu i napięcia w obwodach pomiarowych zabezpieczenia. Kanały estymacji są utworzone analogicznie jak dla zabezpieczenia nadprądowego (Rys. 7.).

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym oraz sygnałem informującym o zaniku napięcia pomocniczego w obwodach pomiarowych zabezpieczenia 64R, tzn. napięcia 230 V AC.

Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 8.

Tabela 8.

Nastawy	*Zakres*
rezystancja ograniczająca prawa	R_1 = (0...15000)Ω co 1Ω
rezystancja ograniczająca lewa	R_2 = (-1000,0...0,0)Ω co 0,1Ω

R_1 – wartość rezystancji ograniczającej prawej, punkt przecięcia charakterystyki z osią R (wartości dodatnie).

R_2 – wartość rezystancji ograniczającej lewej, punkt przecięcia charakterystyki z osią R (wartości ujemne).

Typowe nastawienia dla 64R.1

R_1 = 5000 Ω
R_2 = 0 Ω

Typowe nastawienia dla 64R.2

R_1 = 1000 Ω
R_2 = -200 Ω

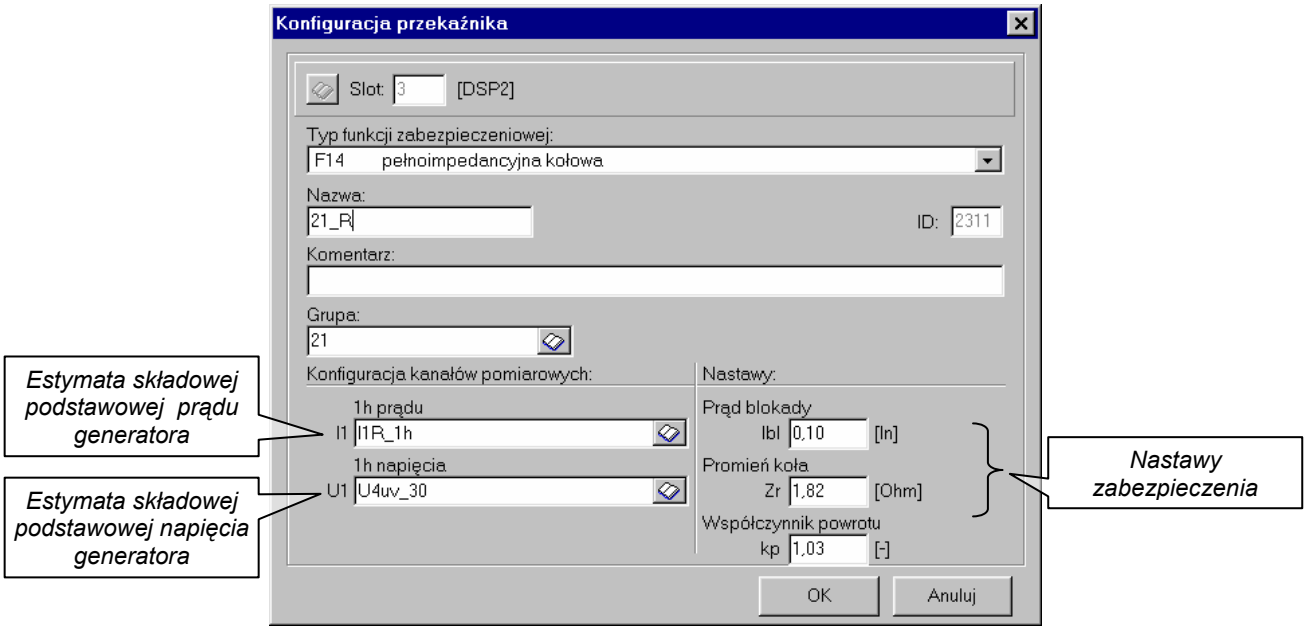
1.9. Zabezpieczenie podimpedancyjne bloku (21)

Opis zabezpieczenia

Pełni ono funkcję zabezpieczenia rezerwowego (dla zabezpieczenia różnicowego). Realizowane jest jako zabezpieczenie pełnoimpedancyjne.

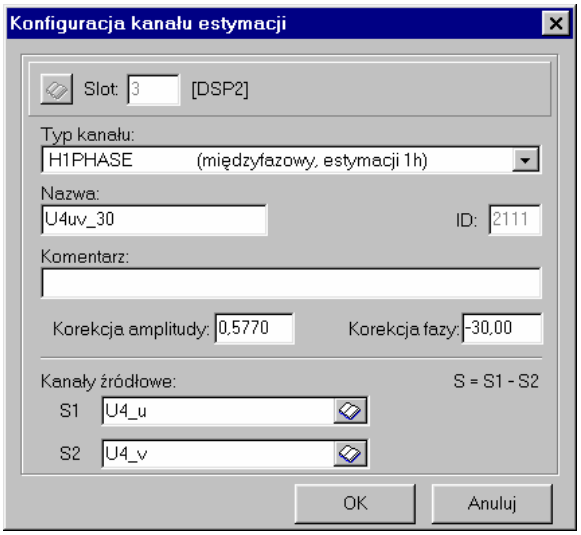
Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F14** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 14. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia podimpedanyjnego 21

Estymata składowej podstawowej prądu generatora jest tworzona analogicznie jak dla zabezpieczenia nadprądowego (Rys. 7.).
Estymata składowej podstawowej napięcia generatora jest tworzona w oparciu o kanał estymacji H1PHASE. Sygnał jest tworzony w oparciu o napięcie międzyfazowe, przesunięte (-30°) i skorygowane (0,577) do wartości napięcia fazowego. Ma to na celu uniewrażliwienie działania zabezpieczenia na wystąpienie doziemienia jednej z faz.



Rys. 15. Konfiguracja kanału estymacji napięcia dla zabezpieczenia podimpedancyjnego 21

Zabezpieczenie jest realizowane pofazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy S i T.

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym oraz informacją o otwartym wyłączniku w obwodach napięciowych (wtedy pomiar impedancji jest błędny).

Zazwyczaj zabezpieczenie jest realizowane jako dwustopniowe. Pierwszy stopień jest konfigurowany analogicznie jak w przypadku zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Natomiast dla drugiego stopnia zabezpieczenia podimpedancyjnego stosuje się przyspieszenie działania w oparciu o informację o otwartym wyłączniku blokowym. Ma to na celu bezzwłoczne wyłączenie bloku, jeśli wiadomo, że wyłącznik blokowy jest lub był otwarty.

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 9.

Tabela 9.

Nastawy	*Zakres*
prąd blokady	I_{bl} = (0,08...1,00)I_n co 0,01I_n
promień koła	Z_r = (0,10...150,00)Ω co 0,02Ω

I_{bl} – wartość prądu poniżej której zabezpieczenie jest blokowane.

Z_r – wartość impedancji rozruchowej.

Dobór wartości rozruchowej:

$$k_c \cdot Z \le Z_r \le Z'$$

gdzie: k_c – współczynnik czułości, który musi być $k_c \ge 1{,}2$
Z – impedancja zastępcza transformatora blokowego
Z' – impedancja ruchowa bloku

Przykład:

Generator typu TWW – 200/oc o następujących danych:
U_n = 15,75 kV
I_{nG} = 9931,2 A
ϑ_i = 10000/5 A/A
ϑ_u = 15/0,1 V/V

$$\vartheta_Z = \frac{\vartheta_u}{\vartheta_i} = \frac{2000}{150} = 0{,}075$$

I_n = 5 A

Dane transformatora blokowego TB
U_n = 15,75 /250 kV/kV
u_z = 13,9 %
Yd11

$$I_B = \frac{I_{nG}}{\vartheta_i \cdot I_n} = \frac{9931{,}2}{2000 \cdot 5} = 0{,}99 \ \ I_n$$ (wartość prądu bazowego to znamionowa wartość prądu generatora)

$$X_T = \frac{u_z \cdot U_n^2}{100 \cdot S_{nT}} = \frac{13{,}9 \cdot (15{,}75)^2}{100 \cdot 240} = 0{,}144 \ \ \Omega$$ (reaktancja transformatora blokowego)

$$Z = \frac{X_T}{\vartheta_Z} = \frac{0{,}144}{0{,}075} = 1{,}92 \ \ \Omega$$

$$Z' = \frac{U_{\min}}{I_{\max} \cdot \vartheta_z} = \frac{0{,}95 \cdot U_n}{1{,}05 \cdot I_{nG} \cdot \sqrt{3} \cdot \vartheta_z} = \frac{0{,}95 \cdot 15{,}75}{1{,}05 \cdot 9931{,}2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0{,}075} = 11{,}05 \ \ \Omega$$ (impedancja ruchowa bloku)

Wartość rozruchową dobiera się z zakresu: $k_c \cdot Z \le Z_r \le Z'$

$$1{,}2 \cdot 1{,}92 \le Z_r \le 11{,}05$$

$$2{,}29 \le Z_r \le 11{,}05$$

Dobiera się wartość z dolnej granicy zakresu, aby odstroić się od niepotrzebnego działania zabezpieczenia .

Nastawa zabezpieczenia wynosi $Z_r = 2{,}30 \ \ \Omega$

Wartość prądu blokady przyjmuje się niską, gdyż celem jest blokada zabezpieczenia, w przypadku braku sygnałów pomiarowych. W przypadku wystąpienia zwarcia, wartość prądu będzie większa niż nastawiony prąd blokady.

Nastawa wynosi $I_{bl} = 0{,}10 \ \ I_n$

1.10. Zabezpieczenie od przepływu mocy zwrotnej (32R)

Opis zabezpieczenia

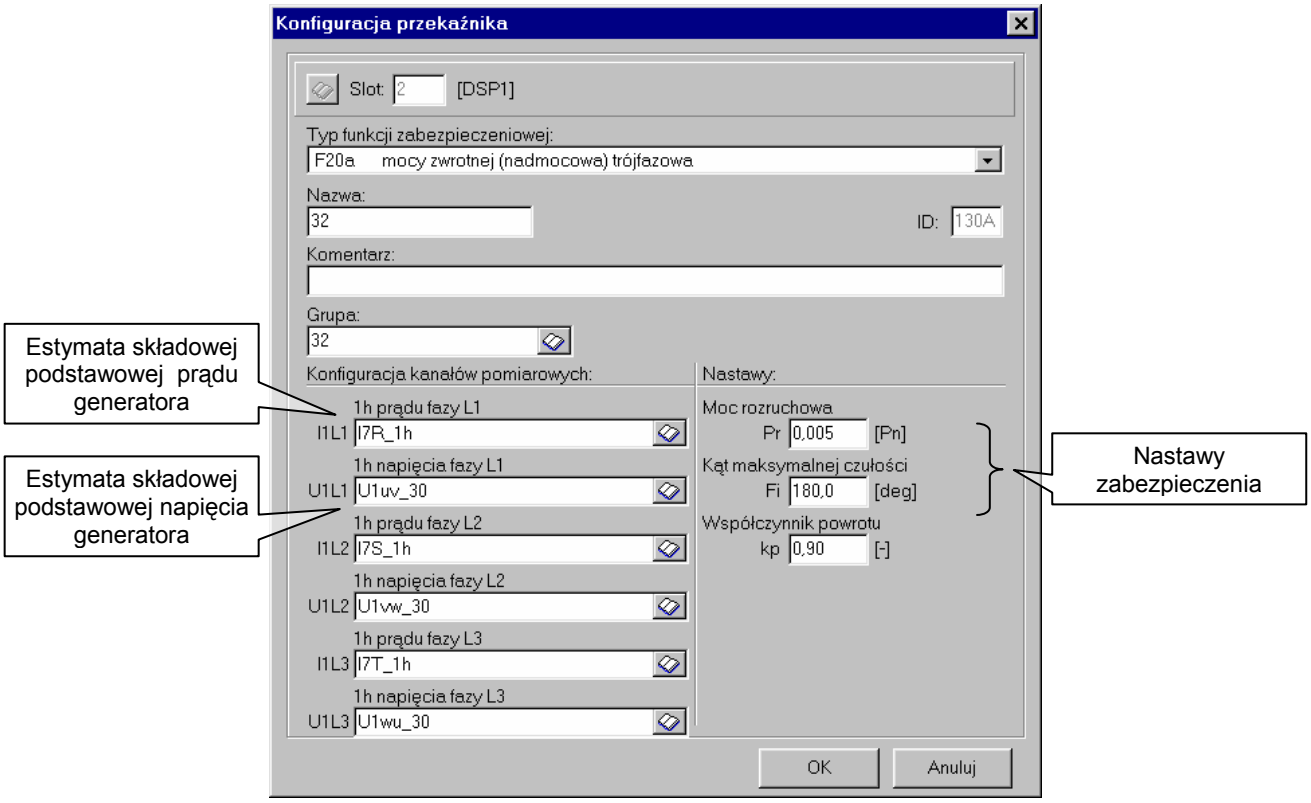
Zabezpieczenie reagujące na przepływ mocy zwrotnej chroni turbinę przed skutkami pracy silnikowej.
Wartość występującej mocy zwrotnej zazwyczaj nie przekracza 0,5% mocy znamionowej generatora, dlatego też należy zwrócić szczególną uwagę przy doborze przekładników pomiarowych przeznaczonych do współpracy z zabezpieczeniem.

Opóźnienie działania zabezpieczenia powinno być na tyle długie, aby zapobiec zbędnemu wyłączeniu w przypadku kołysań mocy. W przypadku, gdy zawory turbiny zostały zamknięte, to czas działania zabezpieczenia zostaje znacznie skrócony.

Zabezpieczenie to zazwyczaj steruje tzw. operacyjnym odwzbudzeniem (OWW). Generator zostaje wyłączony poprzez otwarcie wyłącznika generatorowego; zamknięte zostają zawory turbiny (jeśli nie zostały wcześniej zamknięte). Operacyjne odwzbudzenie umożliwia otwarcie wyłącznika wzbudzenie po odpowiednio długim czasie opóźnienia, pozwalającym automatyce na stopniowe zmniejszenie wzbudzenia.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F20a** z biblioteki zabezpieczeniowej (możliwe jest wykonanie pofazowe przy użyciu trzech jednofazowych przekaźników **F20**).



Rys. 16. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od przepływu mocy zwrotnej 32R

Estymata składowej podstawowej prądu generatora jest tworzona analogicznie jak dla zabezpieczenia nadprądowego (Rys. 7.).
Estymata składowej podstawowej napięcia generatora jest tworzona analogicznie jak dla zabezpieczenia podimpedancyjnego (Rys. 15.).

Logika

Opis zależności logiczno-czasowych, dedykowanych dla zabezpieczenia od przepływu mocy zwrotnej (32R) znajduje się w pkt.2.4. (str.51).
W punkcie tym zawarty został również opis tworzenia sygnału do operacyjnego odwzbudzenia generatora.

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 10.

Tabela 10.

Nastawy	*Zakres*
moc rozruchowa	P_r = (0,000...1,200)P_n co 0,005P_n
kąt maksymalnej czułości	φ = (0,0...360,0)º co 0,01º

P_r – wartość mocy rozruchowej, nastawiana zazwyczaj na 0,5 % mocy znamionowej generatora
Typowe nastawienie P_r = 0,005 P_n.

φ – kąt maksymalnej czułości, określający kierunek działania zabezpieczenia.
Typowe nastawienie φ = 180º

1.11. Zabezpieczenie od zrzutu mocy (32L)

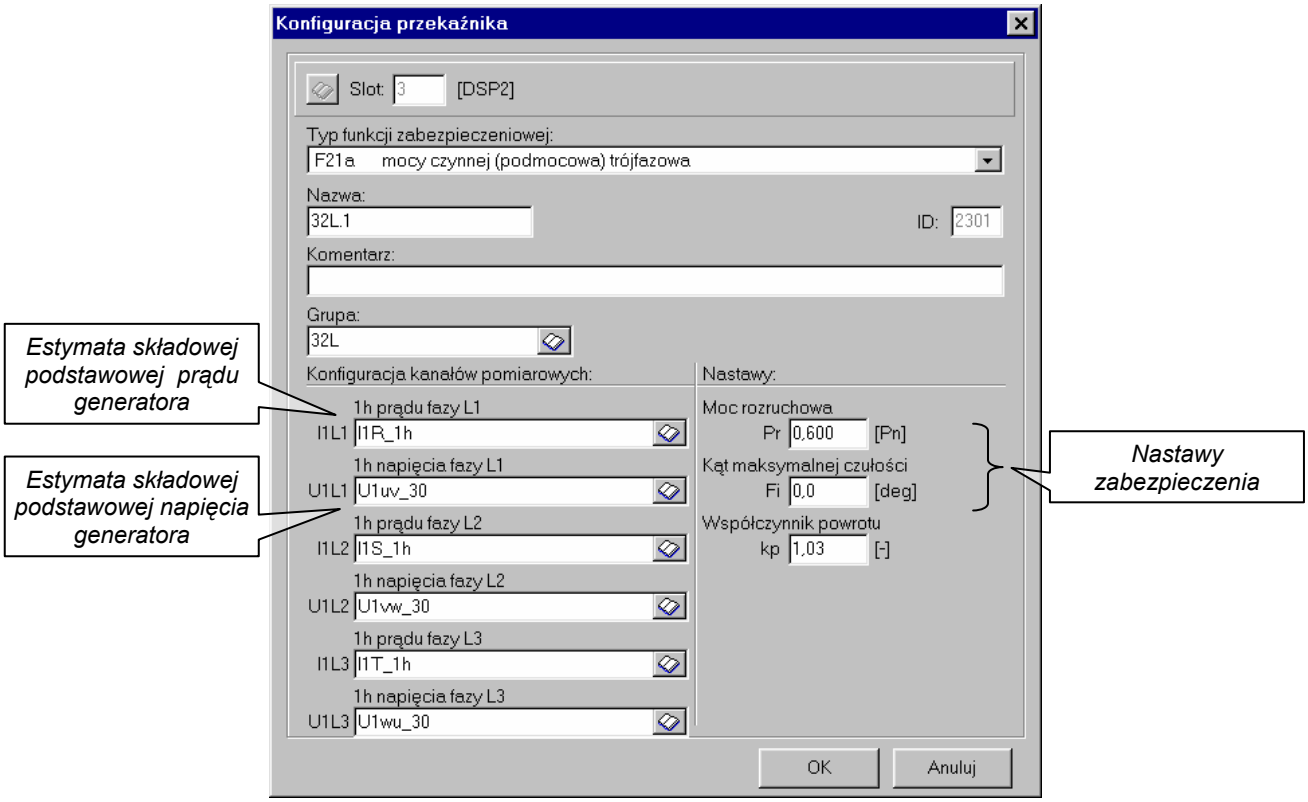
Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie reagujące na zrzut mocy bloku.

W przypadku zmniejszenia wydawanej mocy czynnej formowany jest sygnał do automatyki informujący o zrzucie mocy bloku (poziom minimalny mocy czynnej wynika z zakresu regulacyjnego bloku). Zazwyczaj automatyka steruje otwarciem zaworów zrzutowych.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F21a** z biblioteki zabezpieczeniowej (możliwe jest wykonanie pofazowe przy użyciu jednofazowych przekaźników **F21**).



Rys. 17. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od zrzutu mocy bloku 32L

Estymata składowej podstawowej prądu generatora jest tworzona analogicznie jak dla zabezpieczenia nadprądowego (Rys. 7.).
Estymata składowej podstawowej napięcia generatora jest tworzona analogicznie jak dla zabezpieczenia podimpedancyjnego (Rys. 15.).

Logika

Konfiguracja układu logiki dla zabezpieczenia od zrzutu mocy może być realizowana na różne sposoby. Dlatego nie zostanie opisany szczegółowy opis struktury układu logiki. Omówiona zostanie koncepcja rozwiązania zabezpieczenia.

Podstawą działania zabezpieczenia jest jeden przekaźnik podmocowy (32L) kontrolujący obniżenie mocy czynnej, lub wykonanie wykorzystujące dwa przekaźniki (32L.1 , 32L.2) – takie rozwiązanie umożliwia wykrycie szybkości zmian mocy, poprzez różnicę nastaw obu stopni oraz kontrolę czasu przejścia między tymi pomiarami mocy.

Dodatkowo stosuje się przekaźnik nadmocowy (F20a – biblioteka zabezpieczeniowa), który służy do detekcji odpowiednio wysokiego poziomu mocy, powyżej nastawionej wartości. Ma to na celu zablokowanie działania zabezpieczenia w sytuacji, gdy moc czynna utrzymuje się na poziomie poniżej nastawionego.

Stosuje się blokadę zabezpieczenia sygnałem informującym o otwarciu wyłącznika w obwodach napięciowych – w takim przypadku nie jest możliwy pomiar mocy.

Dodatkowo działanie zabezpieczenia jest uzupełnione informacją o otwarciu wyłącznika blokowego lub generatorowego.

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 11.

Tabela 11.

Nastawy	*Zakres*
moc rozruchowa	P_r = (0,000...1,200)P_n co 0,005P_n
kąt maksymalnej czułości	φ = (0,0...360,0)º co 0,01º

P_r – wartość mocy rozruchowej, poniżej której następuje działanie przekaźnika (uzależnione od dolnej granicy mocy regulacyjnej bloku)
Typowe nastawienie P_r = 0,500 P_n.

φ – kąt maksymalnej czułości, określający kierunek działania zabezpieczenia.
Typowe nastawienie φ = 0º

1.12. Zabezpieczenie od przewzbudzenia transformatora blokowego (24)

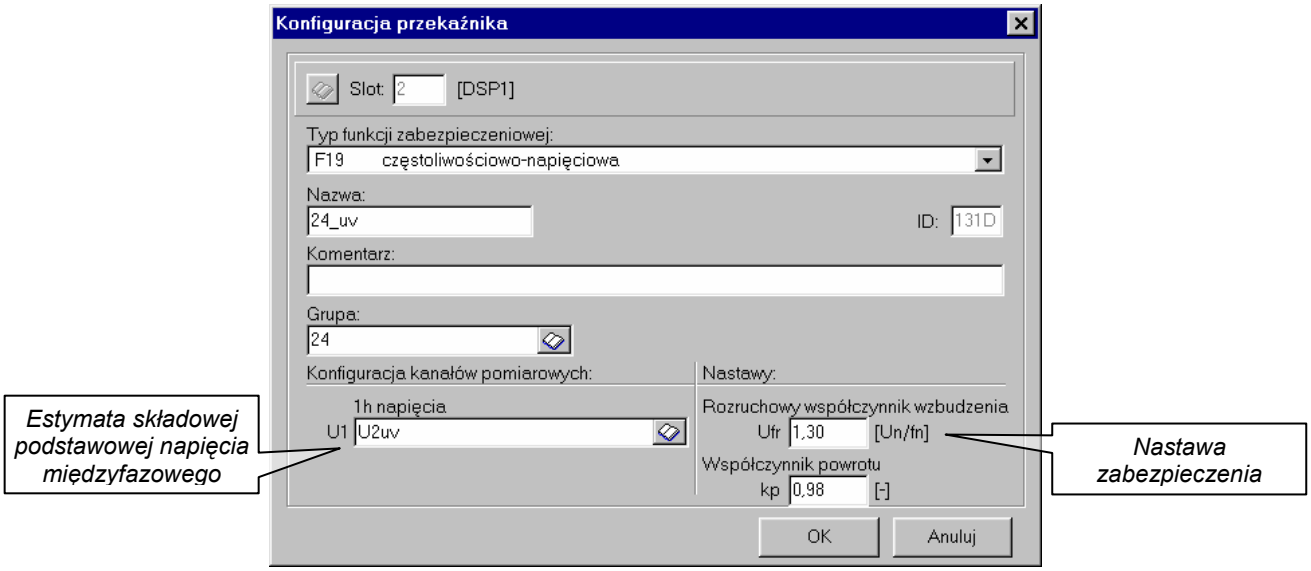
Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie chroniące transformator blokowy przed nadmiernym wzrostem indukcji magnetycznej. Stosowane jest dla transformatorów pracujących w bloku z generatorem wzbudzonym przez układ tyrystorowy.

Wykorzystuje ono iloraz napięcia do częstotliwości który jest proporcjonalny do wartości indukcji magnetycznej.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F19** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 18. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od przewzbudzenia transformatora blokowego 24

Estymata składowej podstawowej napięcia międzyfazowego generatora jest tworzona w oparciu o kanał estymacji H1PHASE (Rys. 2.) przez odjęcie napięć dwóch faz.

Logika

Zabezpieczenie jest blokowane sygnałem wirtualnym. Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 12.

Tabela 12.

Nastawy	*Zakres*
rozruchowy współczynnik przewzbudzenia	U_{fr} = (0,20...2,00) U_n / f_n co 0,01

U_{fr} – wartość współczynnika przewzbudzenia należy tak dobrać, aby spełniony był warunek dopuszczalnego przemagnesowania określany przez producenta. Nastawa czasowa musi uwzględniać dopuszczalny czas przemagnesowania, gdyż urządzenia są projektowane do pracy długotrwałej przy pewnym stopniu przemagnesowania.
Typowe nastawienie to U_{fr} = 1,3 U_n / f_n

1.13. Zabezpieczenie nadnapięciowe (59)

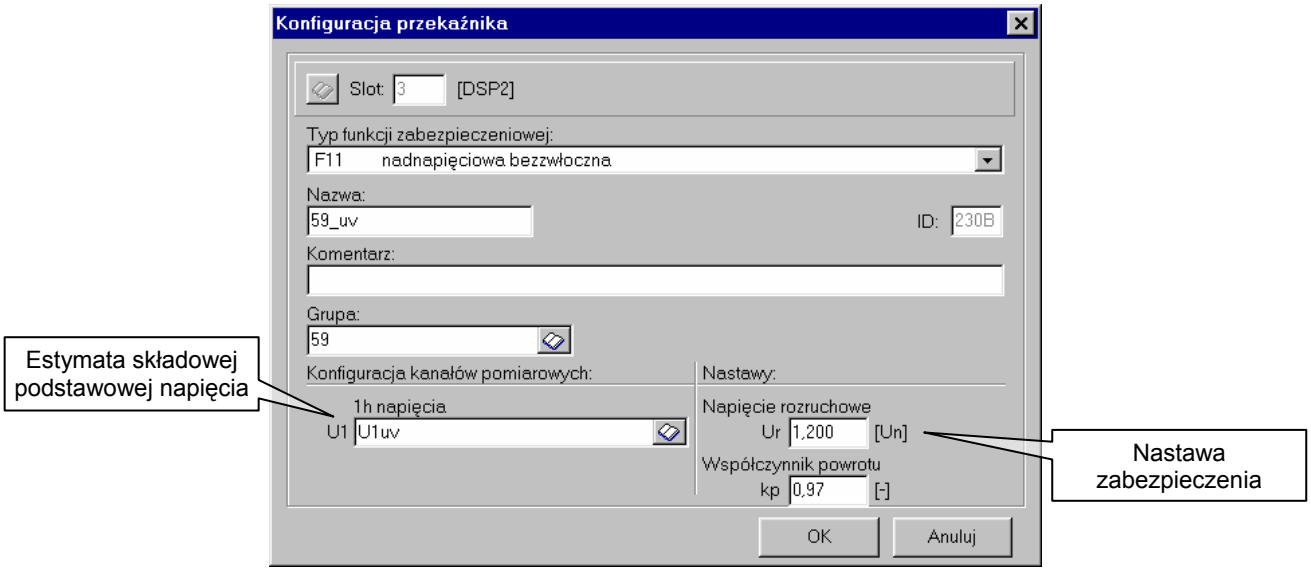
Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie chroniące generator i transformator blokowy przed skutkami nadmiernego wzrostu napięcia. W przypadku zabezpieczeń, które wykorzystują napięcie z otwartego trójkąta, możliwe jest wykrywanie doziemień.
Stosowane jest dla następujących zabezpieczeń:

- 59 - nadnapięciowe bloku,
- 59N - od zwarć doziemnych w uzwojeniu stojana.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F11** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 19. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia nadnapięciowego

Przekaźnik ten wykorzystuje estymatę składowej podstawowej napięcia, którą uzyskuje się używając kanału estymacji H1PHASE – dla napięć międzyfazowych lub H1SIMPLE – dla napięcia z otwartego trójkąta lub zera generatora.

Zabezpieczenie jest realizowane pofazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy Uvw i Uwu. Wyjątek stanowią zabezpieczenia ziemnozwarciowe, które bazują na jednym napięciu z otwartego trójkąta lub zera generatora.

Logika

Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczeń są zamieszczone w tabeli 13.

Tabela 13.

Nastawy	*Zakres*
napięcie rozruchowe	U_r = (0,020...2,000)U_n co 0,001U_n

U_r – nastawienie to definiuje wartość rozruchową zabezpieczenia. Szeroki zakres możliwych wartości nastaw umożliwia dopasowanie się do zabezpieczenia nadnapięciowego bloku (nastawy powyżej Un) oraz do zabezpieczeń ziemnozwarciowych (nastawionych na wartość napięcia zerowego).

1.14. Zabezpieczenie od zwarć doziemnych stojana 100% (64S)

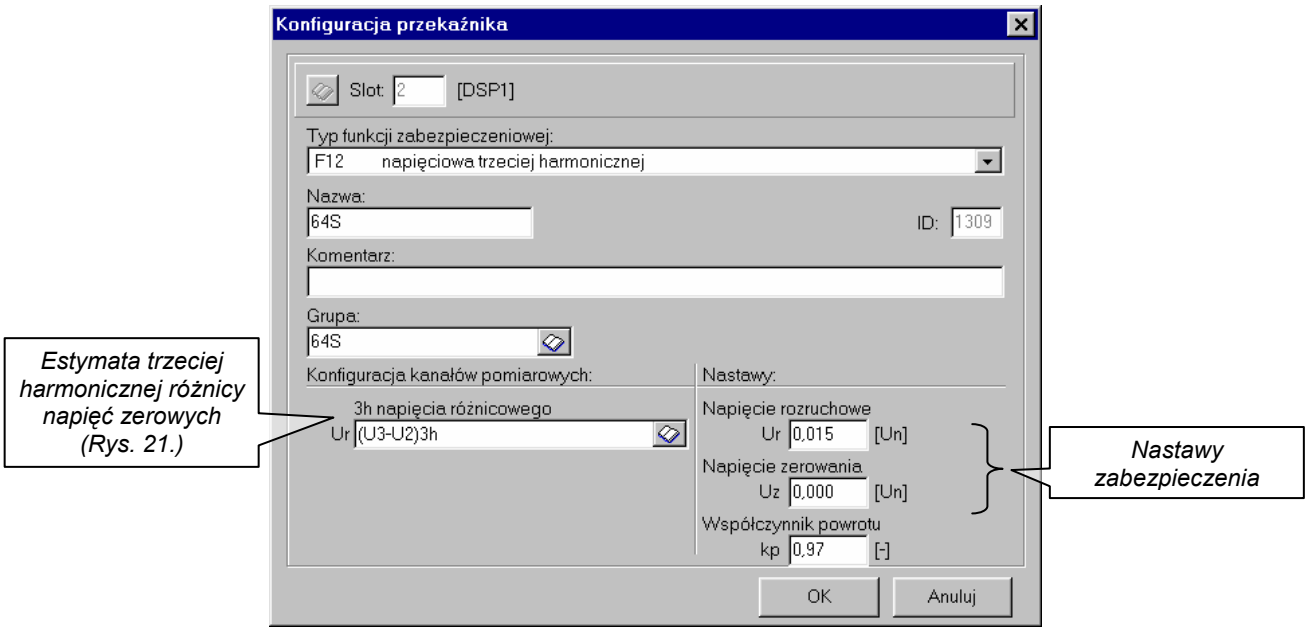
Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie generatora od zwarć doziemnych w uzwojeniu stojana, obejmujące 100% uzwojeń stojana, reagujące na trzecią harmoniczną różnicy napięć zerowych mierzonych od strony wyprowadzenia mocy i zera generatora.

Zabezpieczenie to wykorzystuje fakt, że w przypadku wystąpienia doziemienia uzwojeń stojana generatora, następuje wzrost zawartości trzeciej harmonicznej w napięciu generatora.

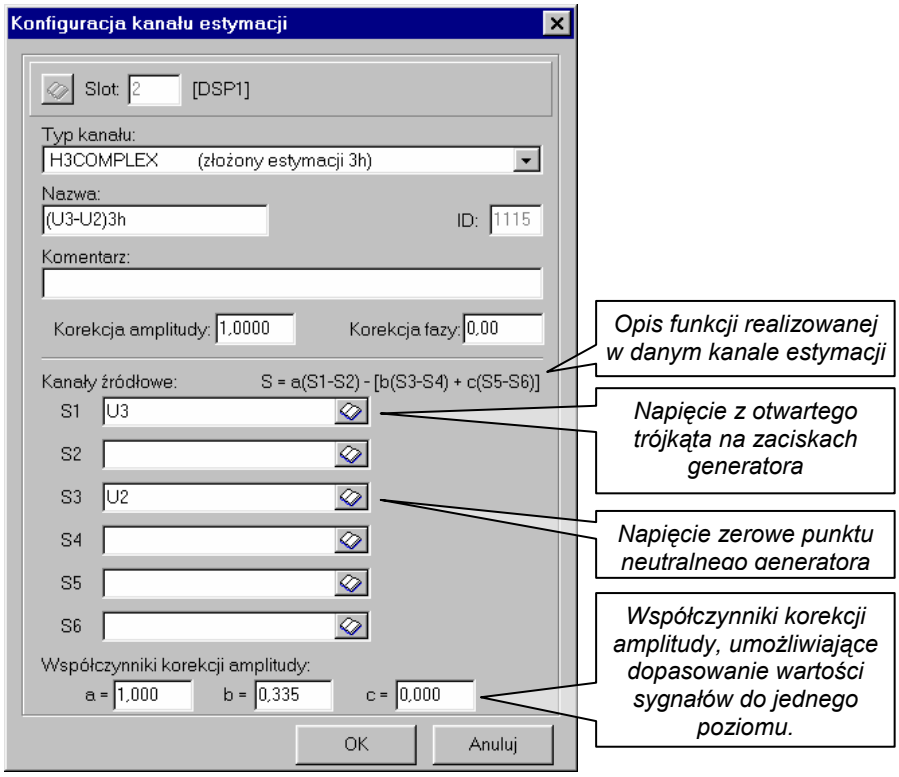
Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F12** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 20. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia 100% od zwarć doziemnych stojana 64S

Przekaźnik ten wykorzystuje estymatę trzeciej harmonicznej różnicy napięć zerowych, którą uzyskuje się używając kanału estymacji H3COMPLEX (Rys. 21).



Rys. 21. Kanał estymacji dla zabezpieczenia od zwarć doziemnych stojana 64S

Logika

Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Ze względu na zmianę parametrów impedancji układu w zależności od stanu położenia wyłącznika generatora, stosuje się dwa stopnie zabezpieczenia o nastawie dopasowanej do układu pracy bloku. Działanie obu stopni jest w takim przypadku uzależnione od stanu położenia wyłącznika generatorowego.

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 14.

Tabela 14.

Nastawy	*Zakres*
napięcie rozruchowe	U_r = (0,001...0,200)U_n co 0,001U_n
napięcie zerowania	U_z = (0,000...0,200)U_n co 0,001U_n

U_r – nastawienie to definiuje wartość rozruchową zabezpieczenia. Nastawę dokonuje się na obiekcie w stanie pracy normalnej.
Typowe nastawienie $U_r = 0{,}1U_n$

U_z – nastawa wykorzystywana do zrównoważenia różnicy trzeciej harmonicznej napięć, która może występować w stanie pracy normalnej.

Dobór współczynnika b w kanale estymacji dla dopasowania wartości napięć zerowych do tego samego poziomu:

Przyjmując, że $U_r = U_{30} - \left|\frac{U_{30}}{U_{3\Delta}}\right| \cdot U_{3\Delta}$

Wartość współczynnika b powinna być dobrana według następującej zależności:

$$\frac{U_{30}}{U_{3\Delta}} = \frac{C_N}{\sum C_Z}$$

gdzie: $U_{3\Delta}$ – trzecia harmoniczna napięcia zerowego mierzona na zaciskach generatora
U_{30} – trzecia harmoniczna napięcia zerowego mierzona w punkcie neutralnym generatora
ΣC_z – suma pojemności doziemnych obwodów DN bloku począwszy od środka uzwojenia generatora

C_N – pojemność uzwojenia stojana począwszy od jego środka do punktu neutralnego

Należy dokonać zrównoważenia układu dla obu stanów pracy zabezpieczenia (w zależności od stanu położenia wyłącznika generatora zmienia się pojemność układu).

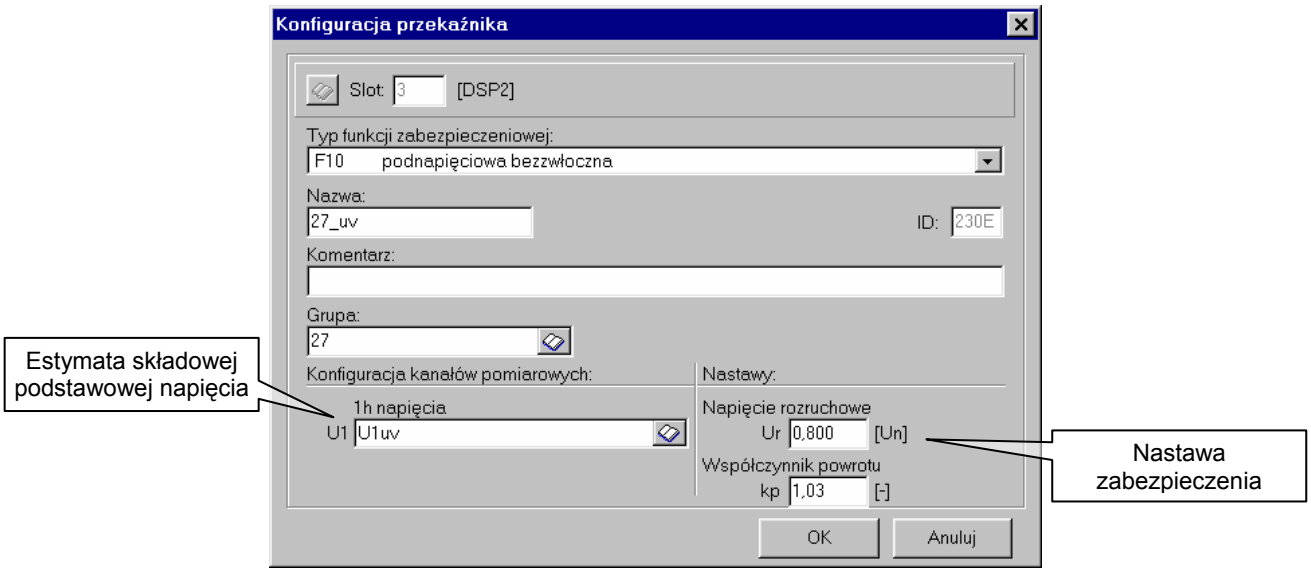
1.15. Zabezpieczenie podnapięciowe (27)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie podnapięciowe stosuje się najczęściej jako dodatkowe kryterium do rozpoznania stanu utraty wzbudzenia. Niekiedy wykorzystywane jako podstawowe zabezpieczenie, które uruchamia forsowanie wzbudzenia (jeżeli nie odniesie skutku – wzrostu napięcia – następuje odcięcie generatora od systemu).
Stosowane również we współpracy z zabezpieczeniem nadprądowym 51/27 stosowanym do wykrycia stanu przypadkowego załączenia niewzbudzonego generatora, bądź jako warunek działania zabezpieczenia nadprądowego (z blokadą podnapięciową).

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F11** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 22. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia podnapięciowego

Przekaźnik ten wykorzystuje estymatę składowej podstawowej napięcia międzyfazowego, używając kanału estymacji H1PHASE.
Zabezpieczenie jest realizowane międzyfazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy Uvw i Uwu.

Logika

Wykonanie układu logicznego jest uzależnione od układu, z jakim ma współpracować zabezpieczenie podnapięciowe.
Dla współpracy z zabezpieczeniem nadprądowym 51/27 oraz w przypadku pracy autonomicznej układ logiczny jest tworzony analogiczne jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Natomiast dla zabezpieczenia od utraty wzbudzenia 40/27, zamiast opóźnienia czasowego FT1 stosowany jest układ sumowania impulsów FTp (Rys. 34) i FTs (Rys. 35.) podobnie jak dla zabezpieczenia 32R.

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 15.

Tabela 15.

Nastawy	*Zakres*
napięcie rozruchowe	U_r = (0,020...2,000)U_n co 0,001U_n

U_r – nastawienie to definiuje wartość rozruchową zabezpieczenia. Nastawa zależy od sposobu wykorzystania zabezpieczenia.

1.16. Zabezpieczenie od utraty wzbudzenia (40)

Opis zabezpieczenia

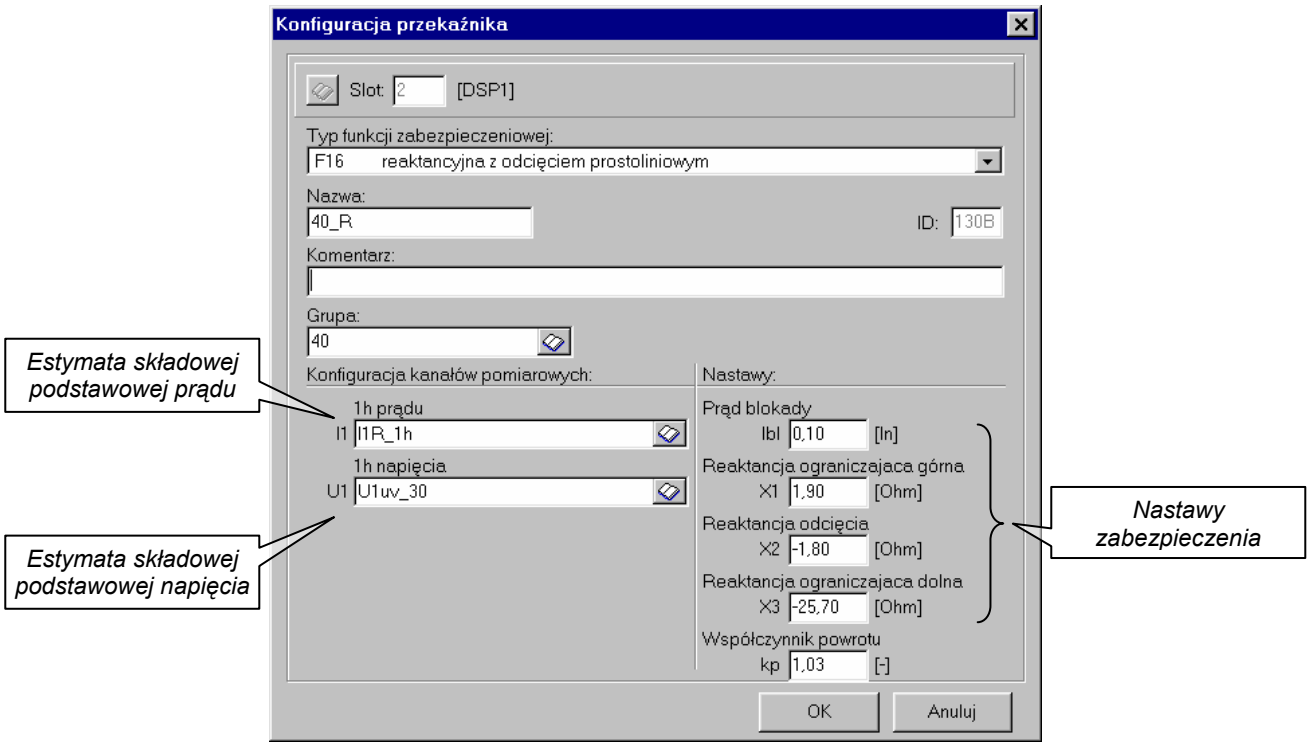
Zabezpieczenie chroni generator przed skutkami pracy asynchronicznej i niestabilnej współpracy z siecią w wyniku całkowitej lub częściowej utraty wzbudzenia.

Przejście generatora w stan pracy asynchronicznej powoduje pobór mocy indukcyjnej potrzebnej do wytworzenia wirującego pola magnetycznego. W stanie tym występuje wzrost nagrzania wirnika. Jeżeli obwód wzbudzenia jest otwarty, to istnieje niebezpieczeństwo wystąpienia przepięć w uzwojeniu wirnika, które mogą prowadzić do przebicia izolacji.

Zabezpieczenie jest realizowane w oparciu o charakterystykę impedancyjną kołową z odcięciem prostoliniowym.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F16** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 23. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od utraty wzbudzenia 40

Estymata składowej podstawowej napięcia generatora jest tworzona jak dla zabezpieczenia 21 (Rys. 15.).

Zabezpieczenie jest realizowane pofazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy S i T.

Logika

Opis zależności logiczno-czasowych, dedykowanych dla zabezpieczenia od utraty wzbudzenia (40) znajduje się w pkt.2.5. (str.54).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 16.

Tabela 16.

Nastawy	*Zakres*
prąd blokady	I_{bl} = (0,08...0,10)I_n co 0,01I_n
reaktancja ograniczająca górna	X_1 = (-50,00...50,00)Ω co 0,02Ω
reaktancja odcięcia	X_2 = (-50,00...50,00)Ω co 0,02Ω
reaktancja ograniczająca dolna	X_3 = (-150,00...0,00)Ω co 0,02Ω

I_{bl} – wartość prądu poniżej której zabezpieczenie jest blokowane.

X_1 – reaktancja ograniczająca górna, równa reaktancji transformatora blokowego $X_1 = X_T$

X_2 – reaktancja odcięcia, przyjmowania jako połowa reaktancji przejściowej podłużnej generatora $X_2 = - X'_d/2$

X_3 – reaktancja ograniczająca dolna, przyjmowania jako reaktancja synchroniczna podłużna generatora $X_3 = -X_d$

Przykład:
ϑ_i = 10000/5 A/A
ϑ_u = 15/0,1 V/V

$$\vartheta_Z = \frac{\vartheta_u}{\vartheta_i} = \frac{2000}{150} = 0{,}075$$

Dane generatora:
P_n = 225 MW
S_n = 264,7 MVA
U_n = 15,75 kV
X_d= 2,05
X'_d= 29%

Dane transformatora blokowego TB
S_n = 240 MVA
U_n = 15,75 /250 kV/kV
u_z = 13,9 %
Yd11

$$X_T = \frac{u_z \cdot U_n^2}{100 \cdot S_{nT}} = \frac{13{,}9 \cdot (15{,}75)^2}{100 \cdot 240} = 0{,}144 \ \Omega$$ (reaktancja transformatora blokowego)

$$X'_d = \frac{x'_{d\%} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_{nT}} = \frac{29 \cdot (15{,}75)^2}{100 \cdot 264{,}7} = 0{,}272 \ \Omega$$ (reaktancja przejściowa podłużna generatora)

$$X_d = \frac{x_d \cdot U_n^2}{S_{nT}} = \frac{2{,}05 \cdot (15{,}75)^2}{264{,}7} = 1{,}927 \ \Omega$$ (reaktancja synchroniczna podłużna generatora)

Dla przykładowego bloku przyjmuje się nastawy:

$$X_1 = \frac{X_T}{\vartheta_Z} = \frac{0{,}144}{0{,}075} = 1{,}90 \ \Omega$$

$$X_2 = -\frac{X'_d}{2 \cdot \vartheta_Z} = -\frac{0{,}272}{2 \cdot 0{,}075} = -1{,}80 \ \Omega$$

$$X_3 = -\frac{X_d}{\vartheta_Z} = -\frac{1{,}927}{0{,}075} = -25{,}70 \ \Omega$$

1.17. Zabezpieczenie od poślizgu biegunów wirnika (78)

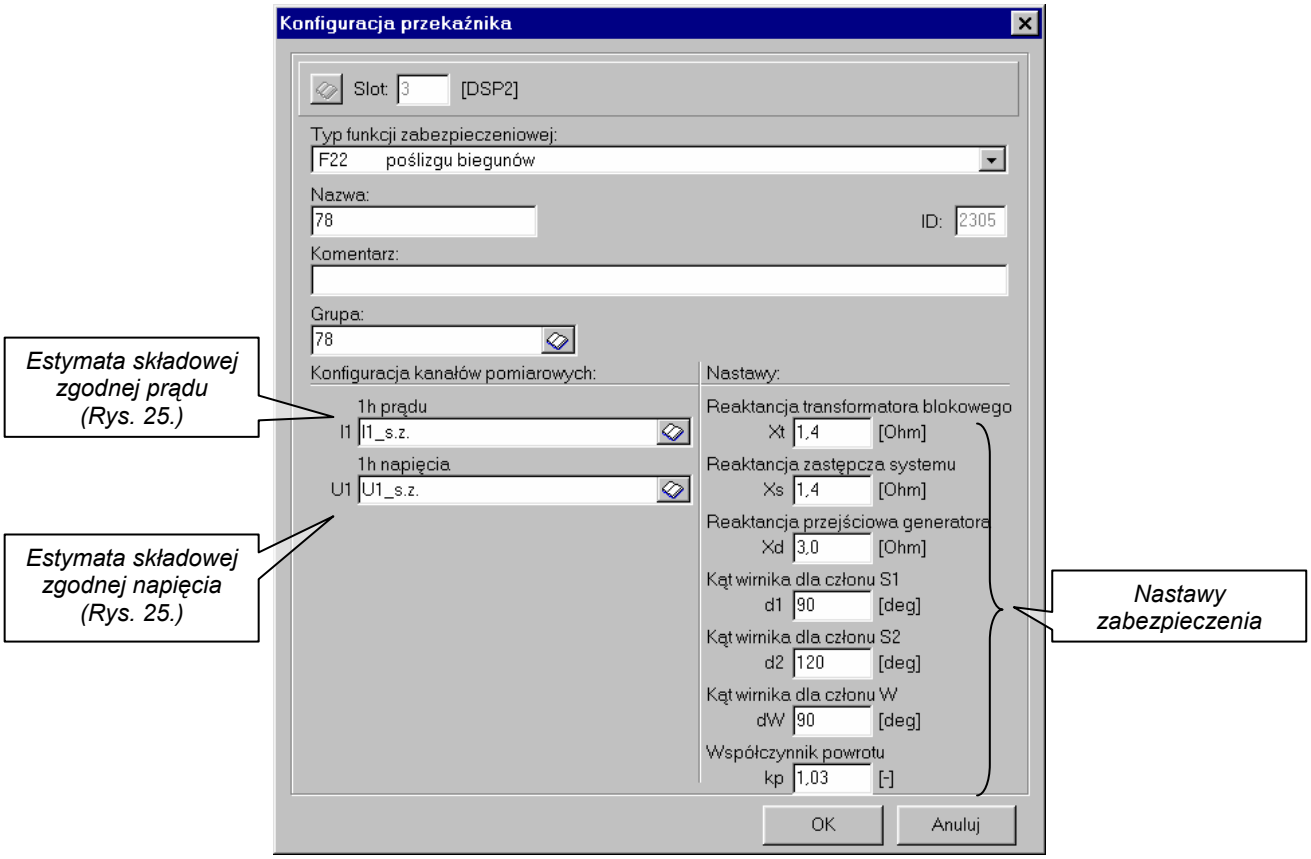
Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie które wykrywa stan, w którym napięcia źródłowe sieci energetycznej nie są w fazie z napięciami generatora. Zestaw funkcji pozwala na określanie stanu oraz charakteru kołysań mocy (wzrost kąta wirnika generatora, poślizg biegunów, położenie centrum kołysań mocy w obrębie lub na zewnątrz bloku).

Zabezpieczenie jest realizowane na płaszczyźnie impedancji. Istotną rolę odgrywa zmiana kąta między napięciem a prądem, w przypadku wystąpienia kołysań mocy.

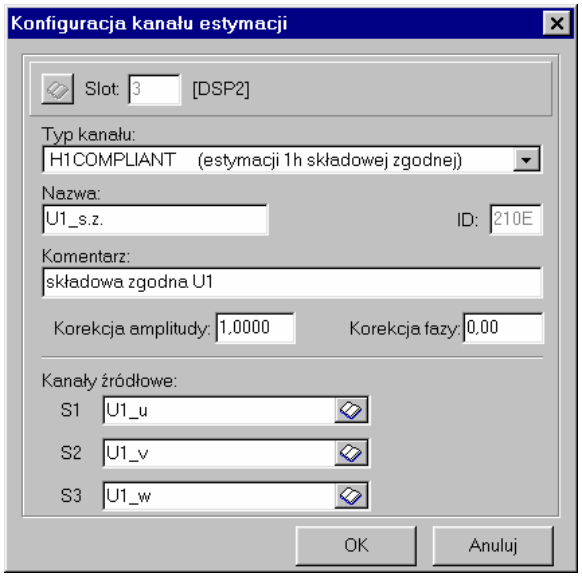
Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F22** z biblioteki zabezpieczeniowej.



Rys. 24. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia od poślizgu biegunów 78

Estymata składowej zgodnej napięcia i prądu generatora jest tworzona w oparciu o kanał estymacji H1COMPLIANT (Rys. *25.*).



Rys. 25. Kanał estymacji składowej zgodnej dla zabezpieczenia od poślizgu biegunów 78

Zabezpieczenie jest realizowane w oparciu o składowe zgodne prądu i napięcia.
Składa się ono z 5 przekaźników rozpoznających pobudzenie poszczególnych stref działania zabezpieczenia: S1, S2, W, K, Z.
Odpowiednia kombinacja pobudzeń tych przekaźników powoduje konieczność odcięcia bloku od systemu. Zależności te są zrealizowane w logice.

Logika

Pobudzenie członu **S1** następuje, gdy kąt wirnika przekroczy nastawioną wartość δ_{s1} przy dynamicznej zmianie położenia wektora impedancji z prawej strony na lewą. Pobudzenie członu **S1** oddziaływuje na zawory regulatora turbiny.

Jeżeli kąt wirnika przekroczy nastawioną wartość δ_{s2} to następi pobudzenie członu **S2**, co powoduje wystawienie sygnału do układu automatyki przeciwkołysaniowej APKO. Stan pobudzenia członu **S2** jest podtrzymywany przez nastawiony czas.

Jeżeli nastąpi pobudzenie członu kierunkowego **K** (przekroczenie kąta 180°) oraz członu wyłączającego W (przekroczenie kąta 180°+δ_W) w czasie podtrzymania stanu członu **S2** to następuje pobudzenie zabezpieczenia od poślizgu biegunów .

Po blokadzie sygnałem wirtualnym formowany jest impuls dla celu wystawienia stabilnego sygnału działania zabezpieczenia, w przypadku szybkich zmian kąta mocy (jeżeli pobudzenie wystąpi przez krótki czas).

Sygnał działania zabezpieczenia jest rozprowadzony do rejestratora zdarzeń oraz następuje wyłączenie generatora/bloku.

Opis zależności logiczno-czasowych, dedykowanych dla zabezpieczenia od poślizgu biegunów (78) znajduje się w pkt.2.6. (str.55).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 17.

Tabela 17.

Nastawy	*Zakres*
reaktancja transformatora blokowego	X_T = (0,0...100,0)Ω co 0,2Ω
reaktancja zastępcza systemu	X_S = (0,0...100,0)Ω co 0,2Ω
reaktancja przejściowa generatora	X'_d = (2,0...150,0)Ω co 0,2Ω
kąt wirnika dla członu S1	δ_{s1} = (0...180)° co 5°
kąt wirnika dla członu S2	δ_{s2} = (0...180)° co 5°
kąt wirnika dla członu W	δ_W = (0...180)° co 5°

X_T – reaktancja transformatora blokowego

X_S – reaktancja zastępcza systemu

X'_d – reaktancja przejściowa generatora

δ_{s1} – kąt wirnika dla członu S1
Typowe nastawienie δ_{s1} = 100°

δ_{s2} – kąt wirnika dla członu S2
Typowe nastawienie δ_{s2} = 150°

δ_W – kąt wirnika dla członu W
Typowe nastawienie δ_W = 150°

Przykład:
ϑ_i = 10000/5 A/A
ϑ_u = 15/0,1 V/V

$$\vartheta_Z = \frac{\vartheta_u}{\vartheta_i} = \frac{150}{2000} = 0{,}075$$

S'_{k3}= 11700 MVA

Dane generatora:
P_n = 225 MW
S_n = 264,7 MVA
U_n = 15,75 kV
X_d= 2,05
$X'_{d\%}$= 29%

Dane transformatora blokowego TB
S_n = 240 MVA
U_n = 15,75 /250 kV/kV
u_z = 13,9 %
Yd11

$$X_T = \frac{u_z \cdot U_n^2}{100 \cdot S_{nT}} = \frac{13{,}9 \cdot (15{,}75)^2}{100 \cdot 240} = 0{,}144\ \Omega$$ (reaktancja transformatora blokowego)

$$X_S = \frac{1{,}3 \cdot U_n^2}{S'_{k3}} = \frac{1{,}3 \cdot (15{,}75)^2}{11700} = 0{,}026\ \Omega$$ (reaktancja systemu)

$$X'_d = \frac{x'_{d\%} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_{nT}} = \frac{29 \cdot (15{,}75)^2}{100 \cdot 264{,}7} = 0{,}272\ \Omega$$ (reaktancja przejściowa generatora)

Dla przykładowego bloku przyjmuje się nastawy:

$$X_T = \frac{x_T}{\vartheta_Z} = \frac{0{,}144}{0{,}075} = 1{,}90\ \Omega$$

$$X_S = \frac{x_S}{\vartheta_Z} = -\frac{0{,}026}{0{,}075} = 0{,}36\ \Omega$$

$$X'_d = \frac{x'_d}{\vartheta_Z} = \frac{0{,}272}{0{,}075} = 3{,}60\ \Omega$$

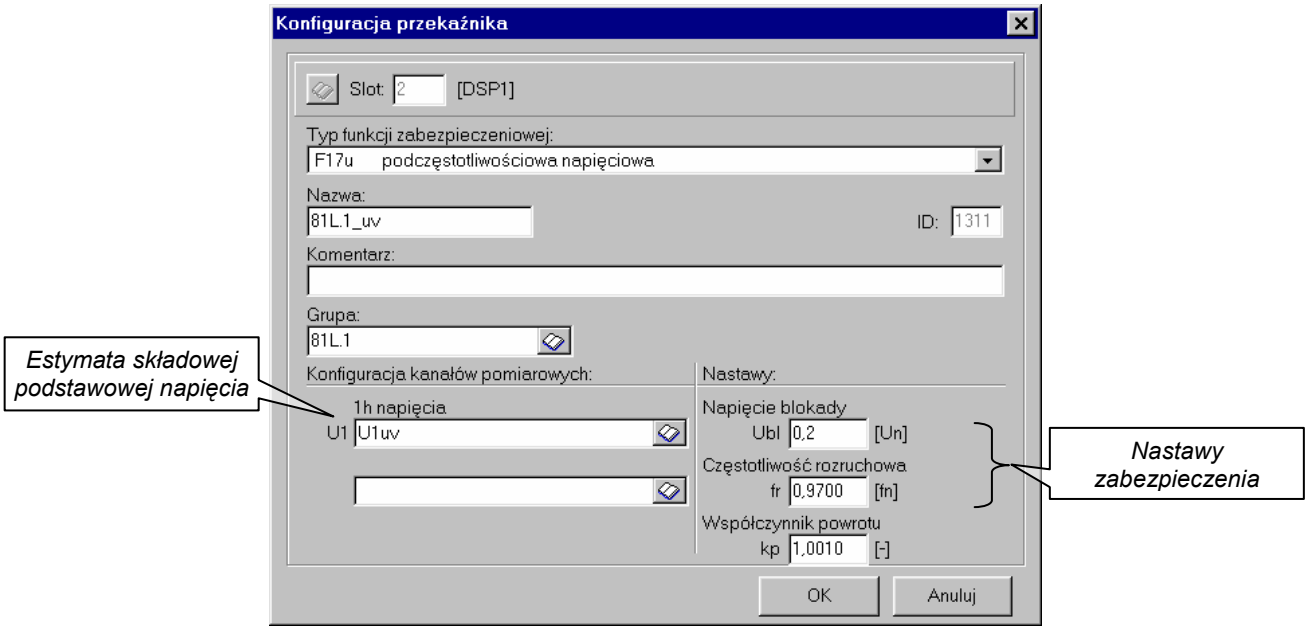
1.18. Zabezpieczenie podczęstotliwościowe (81L)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie podczęstotliwościowe wykrywa spadek częstotliwości poniżej nastawionej wartości. Sytuacja taka ma miejsce w przypadku wystąpienia deficytu mocy czynnej w systemie. Niedopuszczalne jest znaczne obniżenie wartości częstotliwości.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F17u** z biblioteki zabezpieczeniowej. (rzadziej wykorzystywany pomiar częstotliwości na podstawie prądu **F17i**).



Rys. 26. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia podczęstotliwościowego 81L

Estymata składowej podstawowej napięcia generatora jest tworzona w oparciu o kanał estymacji H1PHASE. Zabezpieczenie jest realizowane międzyfazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy Uvw i Uwu.

Logika

Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczenia są zamieszczone w tabeli 18.

Tabela 18.

Nastawy	*Zakres*
prąd blokady F17i lub napięcie blokady F17u	$I_{bl} = (0,1...0,5)I_n$ co $0,1I_n$ $U_{bl} = (0,2...0,8)U_n$ co $0,1U_n$
częstotliwość rozruchowa	$f_r = (0,8000...1,0000)f_n$ co $0,0002f_n$

I_{bl} , U_{bl} – wartość prądu lub napięcia poniżej której zabezpieczenie jest blokowane,

f_r – częstotliwość rozruchowa zabezpieczenia,

f_n – częstotliwość znamionowa 50 Hz.

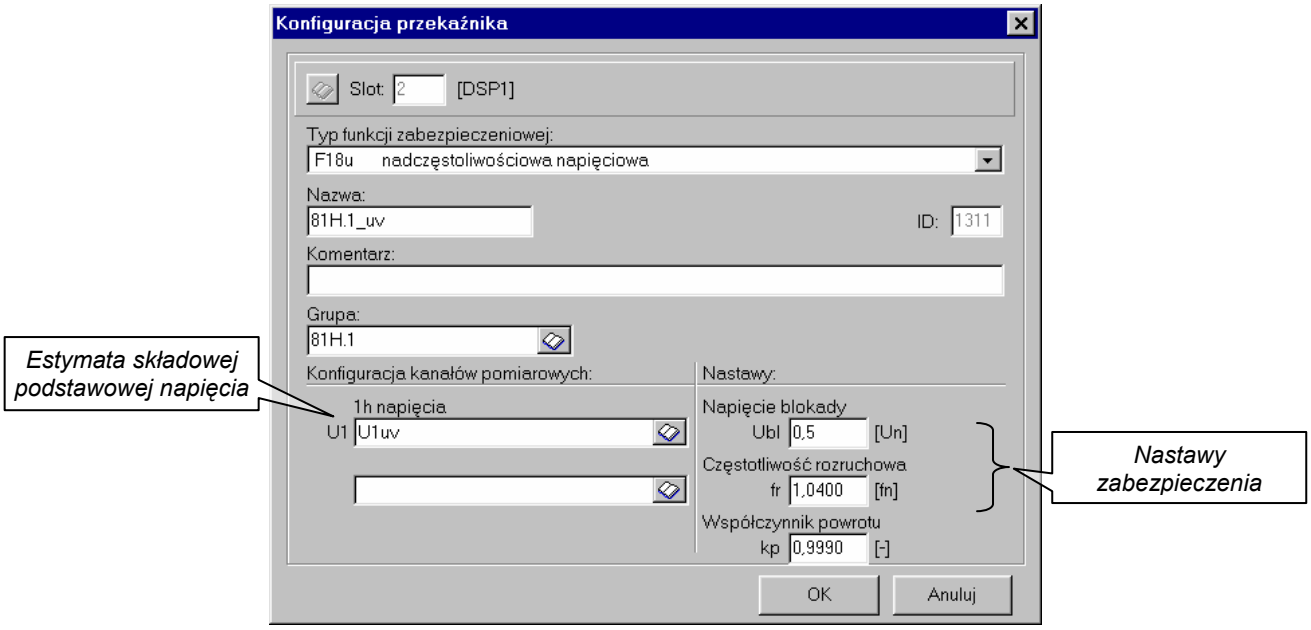
1.19. Zabezpieczenie nadczęstotliwościowe (81H)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie nadczęstotliwościowe wykrywa wzrost częstotliwości powyżej nastawionej wartości. Sytuacja taka ma miejsce w przypadku wystąpienia nadwyżki mocy czynnej w systemie.

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane jest zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F18u** z biblioteki zabezpieczeniowej. (rzadziej wykorzystywany pomiar częstotliwości na podstawie prądu **F18i**).



Rys. 27. Konfiguracja przekaźnika dla zabezpieczenia nadczęstotliwościowego 81H

Estymata składowej podstawowej napięcia generatora jest tworzona w oparciu o kanał estymacji H1PHASE. Zabezpieczenie jest realizowane międzyfazowo. Analogicznie są tworzone kanały estymacji oraz przekaźniki dla fazy Uvw i Uwu.

Logika

Zależności logiczno-czasowe są realizowane jak dla zabezpieczenia zwłocznego (str.48).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane dla zabezpieczeń są zamieszczone w tabeli 19.

Tabela 19.

Nastawy	*Zakres*
prąd blokady F18i lub napięcie blokady F18u	$I_{bl} = (0,1...0,5)I_n$ co $0,1I_n$ $U_{bl} = (0,2...0,8)U_n$ co $0,1U_n$
częstotliwość rozruchowa	$f_r = (1,0000...1,3000)f_n$ co $0,0002f_n$

I_{bl} , U_{bl} – wartość prądu lub napięcia poniżej której zabezpieczenie jest blokowane.

f_r – częstotliwość rozruchowa zabezpieczenia

f_n – częstotliwość znamionowa 50Hz.

1.20. Rezerwa wyłącznika generatora (62BF)

Opis zabezpieczenia

Zabezpieczenie umożliwiające wykrycie nieprawidłowego działania wyłącznika generatora w przypadku sterowania awaryjnego.

Jeżeli nie nastąpiło otwarcie wyłącznika generatora (wykrywane poprzez przekaźnik nadprądowy oraz sygnał dwustanowy informujący o zamkniętym wyłączniku generatora) to następuje wyłączenie całego bloku (otwarcie wyłącznika blokowego).

Przekaźnik

Zabezpieczenie realizowane tak jak zabezpieczenie nadprądowe zgodnie z funkcją zabezpieczeniową **F3** z biblioteki zabezpieczeniowej (*Rys. 6.*).

Logika

Działanie zabezpieczenia następuje, gdy przy wystąpieniu pobudzenia grupy sterowania awaryjnego, która m.in. steruje otwarciem wyłącznika generatorowego, nie nastąpi otwarcie tego wyłącznika (kontrolowane przekaźnikami nadprądowymi oraz sygnałem dwustanowym informującym o otwarciu wyłącznika generatora).

Opis zależności logiczno-czasowych, dedykowanych dla rezerwy wyłącznika generatora (62BF) znajduje się w pkt.2.7. (str.56).

Dobór nastaw zabezpieczenia

Wielkości nastawiane analogicznie jak dla zabezpieczenia nadprądowego (str.11).

Wartość rozruchowa prądu jest zazwyczaj nisko nastawiana, gdyż przekaźnik służy jedynie do detekcji braku otwarcia wyłącznika generatora mimo wystąpienia sterowania awaryjnego.

Typowe nastawienie $I_r = 0,1I_n$

2. Konfiguracja zależności logiczno-czasowych

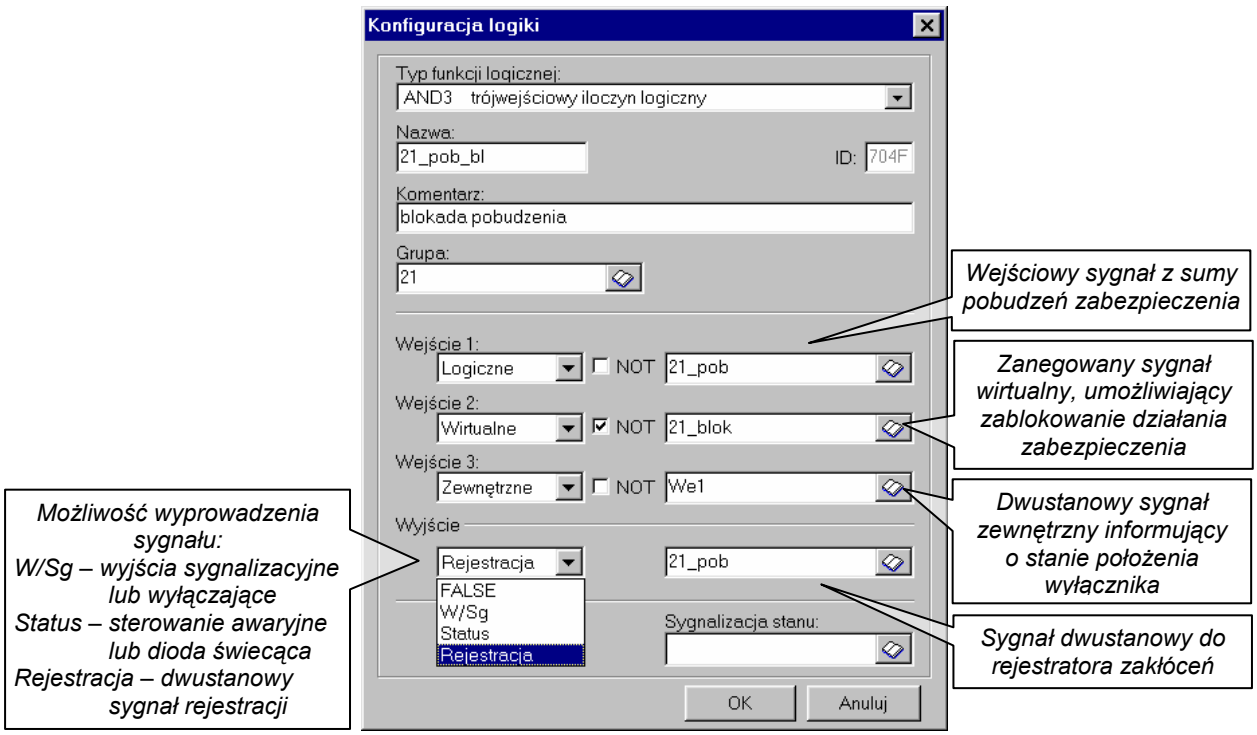
Zależności logiczno-czasowe umożliwiają tworzenie powiązań pomiędzy sygnałami, w celu określenia sposobu działania zabezpieczenia. Konfiguracja logiki umożliwia wprowadzenie zależności czasowych, określenia sposobu sterowania awaryjnego, sygnalizacji oraz determinuje współpracę z wewnętrznym rejestratorem zdarzeń i zakłóceń.

Poniżej przedstawiono podstawowe typy rozwiązań zależności logiczno-czasowych.

2.1. Bezzwłoczne

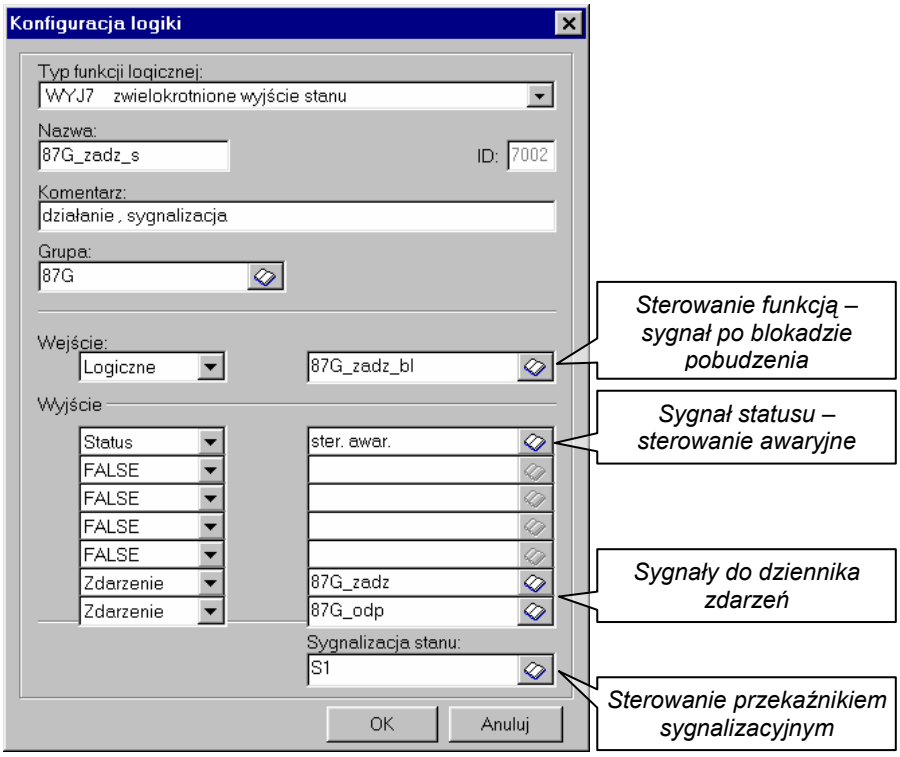
- OR3 – sumowanie pobudzeń przekaźników wszystkich faz.

- AND2 (AND3) – zablokowanie pobudzenia zabezpieczenia sygnałem wirtualnym lub sygnałem informującym o stanie położenia wyłącznika (np. w obwodach napięciowych). Wyjście może być wykorzystane do współpracy z rejestratorem zakłóceń (Rys. 28.).



Rys. 28. Blokada zabezpieczenia

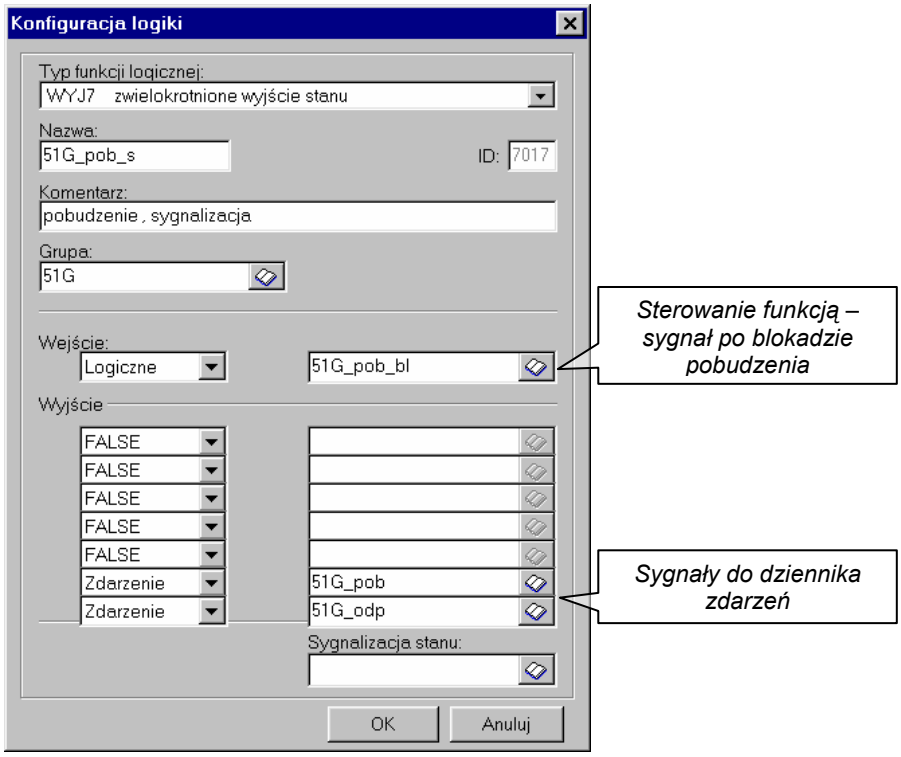
- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału działania zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz sterowania awaryjnego (Rys. 29.).



Rys. 29. Rozprowadzenie sygnału zadziałania zabezpieczenia

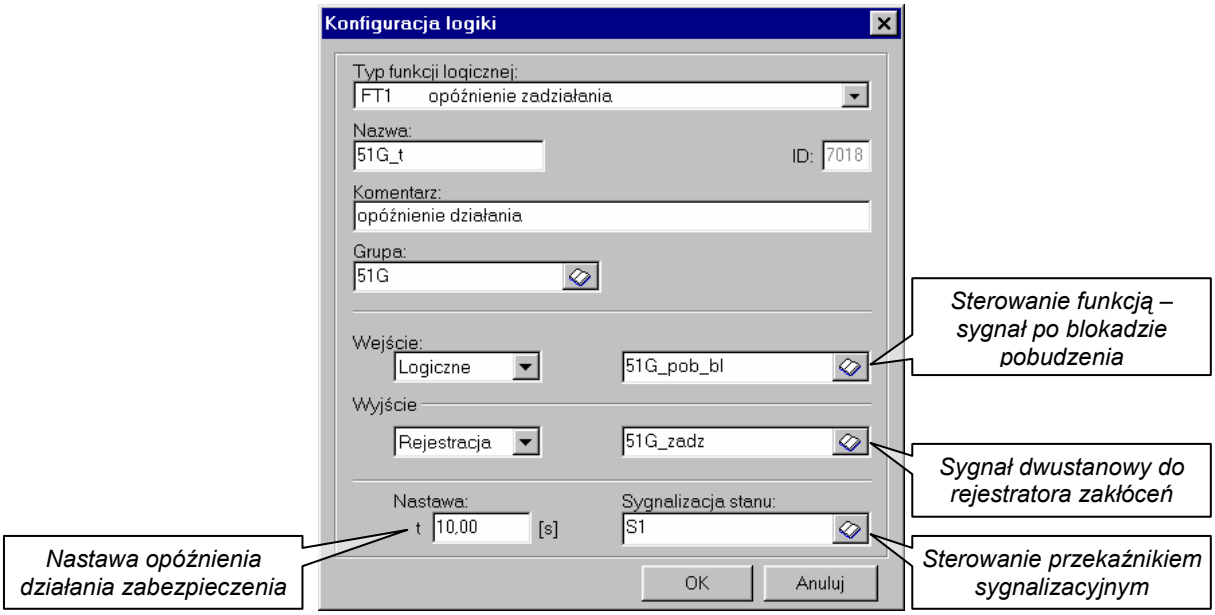
2.2. Zwłoczne

- OR3 – sumowanie pobudzeń przekaźników wszystkich faz.
- AND2 (AND3) – zablokowanie pobudzenia zabezpieczenia sygnałem wirtualnym lub sygnałem informującym o stanie położenia wyłącznika (np. w obwodach napięciowych). Wyjście może być wykorzystane do współpracy z rejestratorem zakłóceń (Rys. 28.).
- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału pobudzenia zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń (Rys. 30).



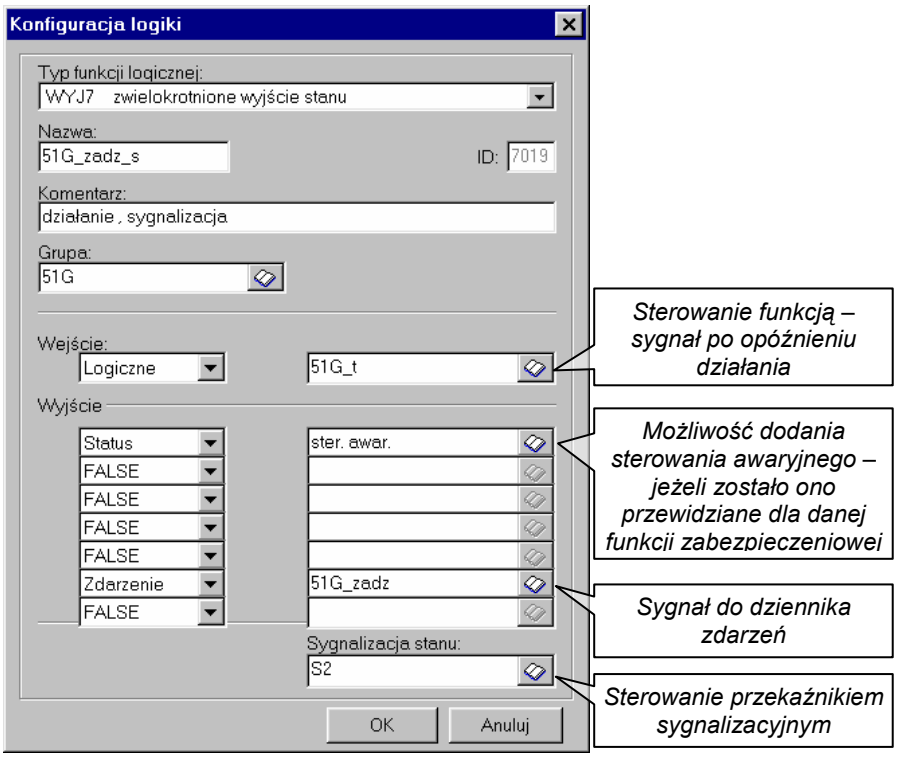
Rys. 30. Rozprowadzenie sygnału pobudzenia zabezpieczenia zwłocznego

- FT1 - opóźnienie działania zabezpieczenia (Rys. 31.). Wyjście wykorzystane jest do współpracy z rejestratorem zakłóceń. Natomiast sygnalizacja stanu umożliwia sterowanie przekaźnikiem sygnalizacyjnym lub wyłączającym.



Rys. 31. Opóźnienie działania zabezpieczenia zwłocznego

- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału działania zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz do sterowania awaryjnego (Rys. 32.).



Rys. 32. Rozprowadzenie sygnału zadziałania zabezpieczenia zwłocznego

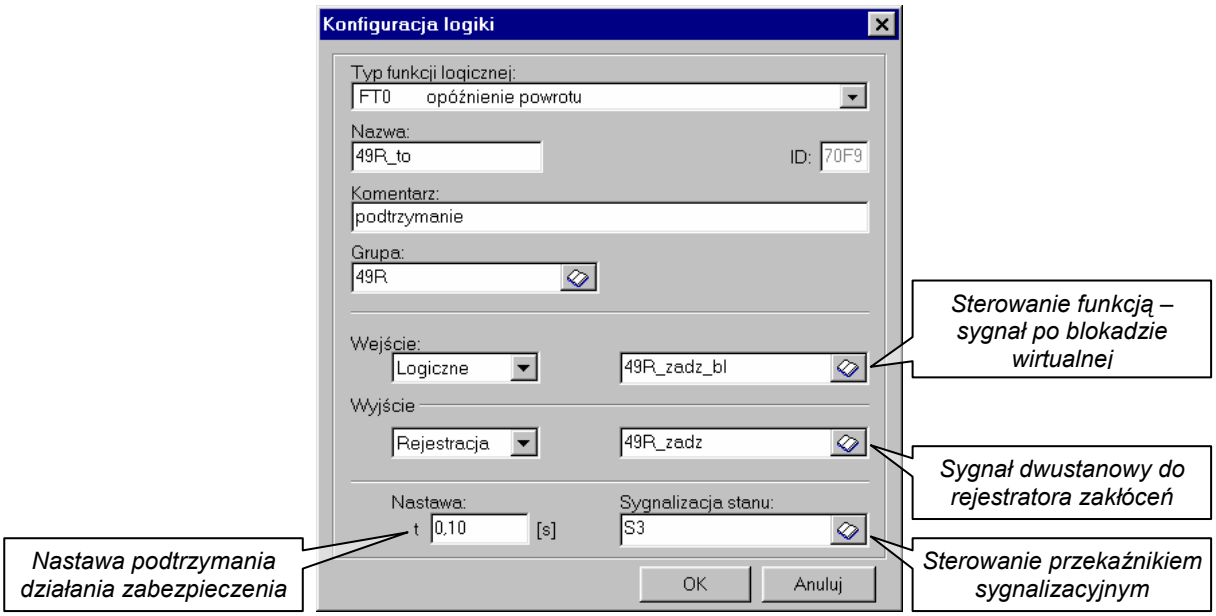
Należy pamiętać, że wykorzystanie przekaźników sygnalizacyjnych oraz odpowiednich grup sterowania awaryjnego zależy od roli, jaką ma pełnić dane zabezpieczenie w ogólnej koncepcji układu zabezpieczeń.

Niektóre zabezpieczenia realizowane są jako zabezpieczenia dwustopniowe, z możliwością zróżnicowania działania zabezpieczenia poprzez inną nastawę opóźnienia oraz inne sterowanie awaryjne. W takim przypadku tworzone są dodatkowo dwie funkcje : opóźnienie działania FT1 (Rys. 31.) oraz rozprowadzenie sygnału WYJ7 (Rys. 32.). Najczęściej nazwy funkcji są rozszerzone dodatkowym znacznikiem stopnia, np. (51.1 i 51.2).

2.3. Z podtrzymaniem działania

- AND2 (AND3) – zablokowanie pobudzenia zabezpieczenia sygnałem wirtualnym lub sygnałem informującym o stanie położenia wyłącznika (np. w obwodach napięciowych). Wyjście może być wykorzystane do współpracy z rejestratorem zakłóceń (Rys. 28.).

- FT0 – podtrzymanie działania zabezpieczenia (Rys. 33.). Wyjście wykorzystane jest do współpracy z rejestratorem zakłóceń. Natomiast sygnalizacja stanu umożliwia sterowanie przekaźnikiem sygnalizacyjnym lub wyłączającym.

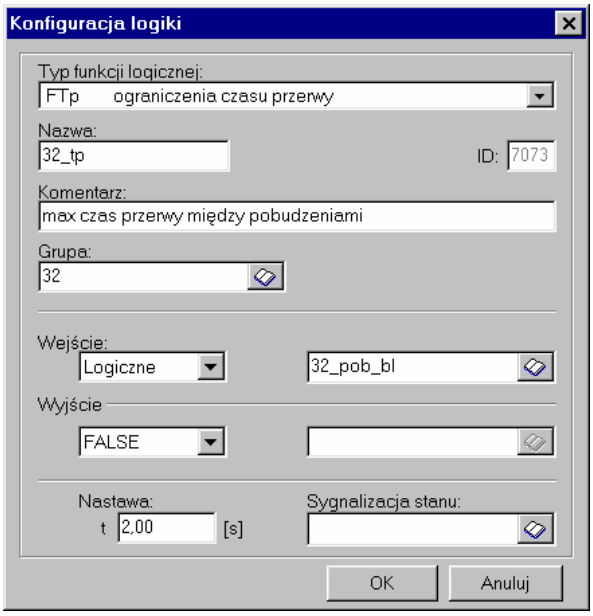


Rys. 33. Konfiguracja podtrzymania zadziałania zabezpieczenia

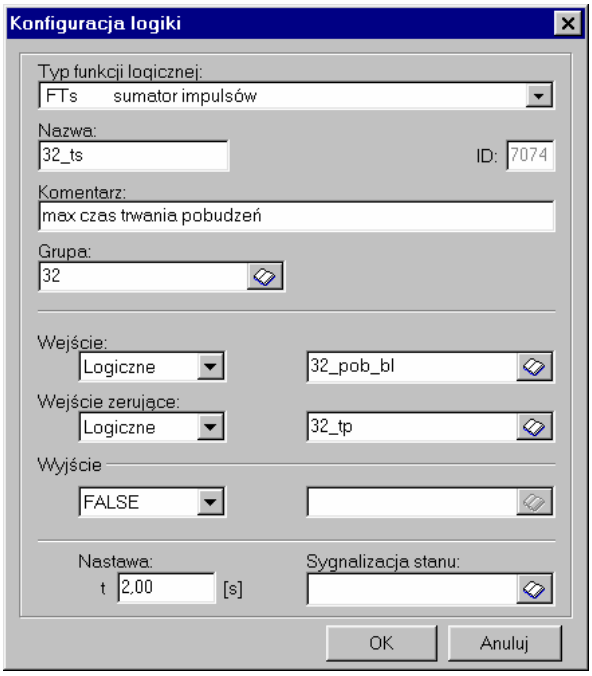
- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału działania zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz do sterowania awaryjnego (Rys. 32.).

2.4. Dla zabezpieczenia od przepływu mocy zwrotnej (32R)

- AND2 – zablokowanie pobudzenia zabezpieczenia sygnałem wirtualnym. Wyjście może być wykorzystane do współpracy z rejestratorem zakłóceń (Rys. 28.).
- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału pobudzenia zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń (Rys. 30.).
- FTp – funkcja ograniczenia czasu przerwy (Rys. 34.), odliczająca maksymalny czas przerwy między pobudzeniami, powyżej którego kasowany jest sumator pobudzeń.
- FTs – funkcja sumowania pobudzeń (Rys. 35.), która jest kasowana w przypadku przekroczenia nastawionego czasu przerwy między pobudzeniami FTp.



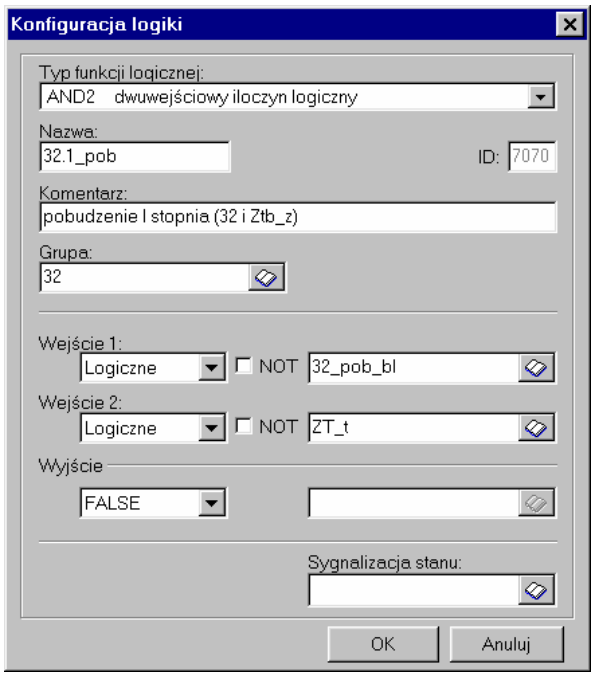
Rys. 34. Funkcja ograniczenia czasu przerwy między pobudzeniami



Rys. 35. Funkcja sumowania pobudzeń

Zazwyczaj realizuje się dwa stopnie czasowe.

- AND2 – uzależnienie działania zabezpieczenia dla pierwszego stopnia od informacji o zamknięciu zaworów turbiny (Rys. 36.).



Rys. 36. Pobudzenie pierwszego stopnia zabezpieczenia od przepływu mocy zwrotnej 32R

- FT1 - opóźnienie działania stopnia pierwszego, analogicznie jak dla zabezpieczenia zwłocznego (Rys. 31.), przy czym stopień pierwszy jest uruchamiany przy jednocześnie doprowadzonej informacji o zamknięciu zaworów turbiny.

- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału działania pierwszego stopnia zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz do sterowania awaryjnego (Rys. 32.).

- FT1 - opóźnienie działania stopnia drugiego, analogicznie jak dla zabezpieczenia zwłocznego (Rys. 31.). Funkcja sterowana przez sumator impulsów (Rys. 35.) – przy przekroczeniu maksymalnego czasu trwania pobudzeń.

- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału działania pierwszego stopnia zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz do sterowania awaryjnego (Rys. 32.).

Typowe czasy działania I st. to 2 do 5 s, II st. to 20 do 120 s.

<u>Opis formowania sygnału do operacyjnego odwzbudzenia</u>

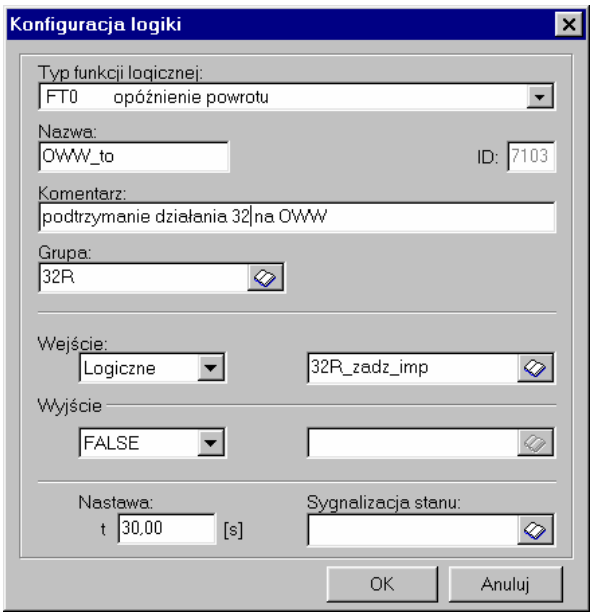
Działanie pierwszego lub drugiego stopnia zabezpieczenia od przepływu mocy zwrotnej powoduje otwarcie wyłącznika generatora (ewentualnie bloku) oraz pobudzenie sygnału OWW operacyjnego odwzbudzenia.

W dalszej części, z odpowiednim opóźnieniem. zostaje otwarty wyłącznik wzbudzenia. Dokonuje się tego, wykorzystując funkcje logiczne:

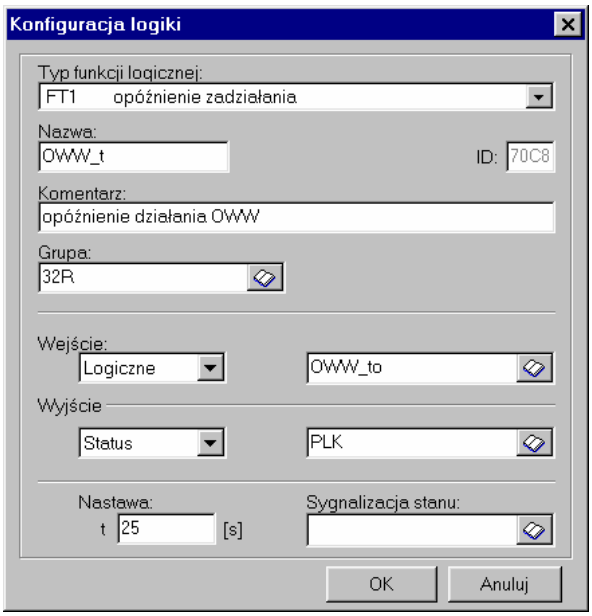
- FT0 – funkcja opóźnienia powrotu (Rys. 37.), podtrzymująca stan działania zabezpieczenia 32R.

- FT1 – funkcja opóźnienia działania (Rys. 38.), odliczająca opóźnienie sygnału podtrzymania działania (FT0).

Układ funkcji powoduje działanie po nastawionym czasie opóźnienia, który musi być nastawiony niżej niż czas trwania podtrzymania.



Rys. 37. Funkcja opóźnienia powrotu



Rys. 38. Funkcja opóźnienia działania

Po nastawionym opóźnieniu następuje otwarcie wyłącznika wzbudzenia (po operacyjnym odwzbudzeniu – otwarcie bezprądowe).

2.5. Dla zabezpieczenia od utraty wzbudzenia (40)

- OR3 – sumowanie pobudzeń przekaźników wszystkich faz,
- AND3 – zablokowanie pobudzenia zabezpieczenia sygnałem wirtualnym lub sygnałem informującym o stanie położenia wyłącznika w obwodach napięciowych). Wyjście może być wykorzystane do współpracy z rejestratorem zakłóceń (Rys. 28.).
- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału pobudzenia zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz do sterowania przekaźnikami sygnalizacyjnymi (Rys. 30.).
- FTp – funkcja ograniczenia czasu przerwy (Rys. 34.), odliczająca maksymalny czas przerwy między pobudzeniami, powyżej którego kasowany jest sumator pobudzeń.
- FTs – funkcja sumowania pobudzeń (Rys. 35.), która jest kasowana w przypadku przekroczenia nastawionego czasu przerwy między pobudzeniami FTp.
- FT1 - opóźnienie działania zabezpieczenia (Rys. 31.). Wyjście wykorzystane jest do współpracy z rejestratorem zakłóceń.
- AND2 – przyspieszenie działania zabezpieczenia poprzez kontrolowanie poziomu napięcia. Wykorzystuje się iloczyn sygnałów działania zabezpieczenia 40 i 27 (pkt 1.15.).

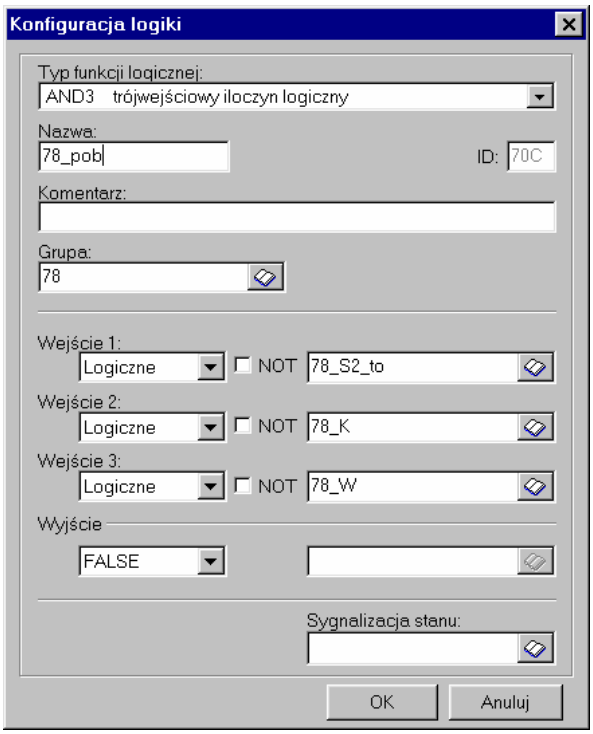
Działanie zabezpieczenia może być przyspieszone zabezpieczeniem podnapięciowym **27**, co powoduje minięcie opóźnienia czasowego.

Zabezpieczenie działa również w przypadku pojawienia się sygnału o otwarciu wyłącznika wzbudzenia.

- OR3 – sumowanie sygnałów działania zabezpieczenia 40 (z opóźnieniem czasowym), 40/27 oraz od otwartego wyłącznika wzbudzenia WW_o. Wyjście wykorzystane jest do współpracy z rejestratorem zakłóceń.
- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału działania zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz do sterowania przekaźnikami sygnalizacyjnymi i do sterowania awaryjnego (Rys. 32.).

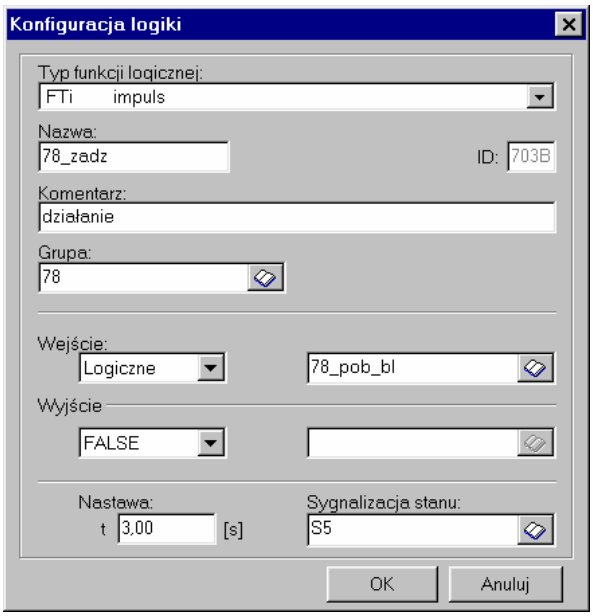
2.6. Dla zabezpieczenia od poślizgu biegunów (78)

- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału członu sygnalizacyjnego S1 zabezpieczenia do sterowanie przekaźnikami sygnalizacyjnymi (Rys. 30.).
- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału członu sygnalizacyjnego S2 zabezpieczenia do sterowanie przekaźnikami sygnalizacyjnymi (Rys. 30.).
- FT0 – podtrzymanie stanu sygnalizacyjnego S2 zabezpieczenia przez nastawiony czas (Rys. 37.).
- AND3 – pobudzenie zabezpieczenia iloczynem sygnałów podtrzymania S2, członu kierunkowego K i członu wyłączającego W (Rys. 39.).



Rys. 39. Pobudzenie zabezpieczenia od poślizgu biegunów 78

- AND2 – zablokowanie pobudzenia zabezpieczenia sygnałem wirtualnym. Wyjście może być wykorzystane do współpracy z rejestratorem zakłóceń (Rys. 28.).
- Fti – formowanie impulsu działania zabezpieczenia (Rys. 40.), w celu wyprowadzenia stabilnego sygnału wyłączającego, w przypadku krótkiego czasu pobudzenia zabezpieczenia.

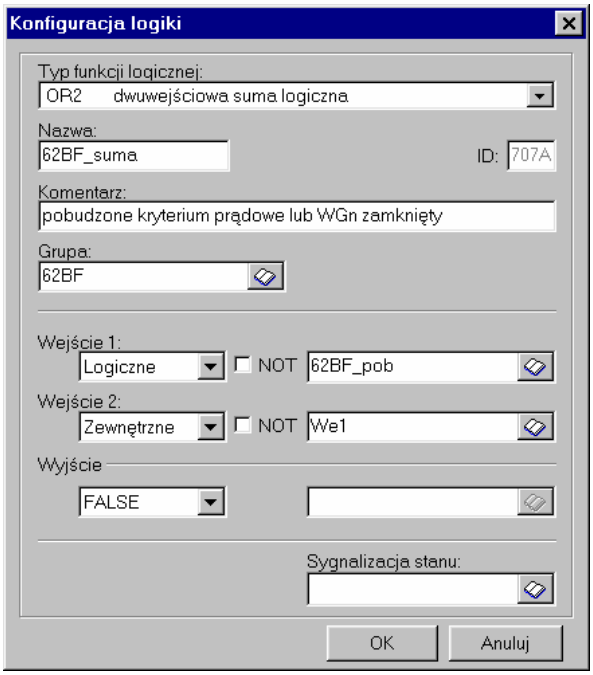


Rys. 40. Funkcja formowania impulsu

- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału działania zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz do sterowania przekaźnikami sygnalizacyjnymi i do sterowania awaryjnego (Rys. 32.).

2.7. Dla rezerwy wyłącznika generatora (62BF)

- OR3 – sumowanie pobudzeń przekaźników wszystkich faz.
- OR2 – dodatkowa suma sygnału pobudzenia i informacji o zamkniętym wyłączniku generatora (Rys. 41.).



Rys. 41. Funkcja sumowania pobudzenia i informacji o zamkniętym wyłączniku generatora

- OR3 – sumowanie informacji o wystąpieniu sterowania awaryjnego (dla sterowania na otwarcie wyłącznika generatora).

- AND3 – zablokowanie pobudzenia zabezpieczenia sygnałem wirtualnym lub sygnałem informującym o braku sterowania awaryjnego (sterowania na otwarcie wyłącznika generatora). Wyjście może być wykorzystane do współpracy z rejestratorem zakłóceń (Rys. 28.).

- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału pobudzenia zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń oraz do sterowania przekaźnikami sygnalizacyjnymi (Rys. 32.).

- FT1 – opóźnienie działania zabezpieczenia (Rys. 31.). Wyjście wykorzystane jest do współpracy z rejestratorem zakłóceń.

- WYJ7 (STN3+REJ4) – wykorzystanie sygnału działania zabezpieczenia do rejestratora zdarzeń, do sterowania przekaźnikami sygnalizacyjnymi oraz do sterowania awaryjnego (Rys. 32.).

Uwagi na temat funkcjonowania zespołu CZAZ-G/GT/GTM, programu obsługi oraz niniejszego opisu należy zgłaszać na adres producenta :

ZEG-ENERGETYKA Sp. z o.o.
oddział w Tychach
ul. Fabryczna 2, 43-100 Tychy
www.zeg-energetyka.pl
sekretariat +48 32 775 07 80, fax +48 32 775 07 93

ZEG-ENERGETYKA

ZEG-ENERGETYKA Sp. z o.o.
oddział w Tychach
ul. Fabryczna 2, 43-100 Tychy
www.zeg-energetyka.pl
sekretariat +48 32 775 07 80, fax +48 32 775 07 93