



**INSTYTUT ENERGETYKI**

**LABORATORIUM AUTOMATYKI I ZABEZPIECZEŃ**

**ZABEZPIECZENIA RÓŻNICOWE  
RRTC-1/2 i RRTC-1/3  
dla TRANSFORMATORÓW  
dwu i trójuzwojениowych**

**INSTRUKCJA OBSŁUGI**



**Warszawa 2001 r.**

Producent: Instytut Energetyki, Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń, 01-330 Warszawa, ul. Mory 8,  
tel. 0-1033-22 836 89 24, fax: 0-1033- 22 836 81 13, [www.ien.com.pl/Jednostki/Laboratoria/LAIZ](http://www.ien.com.pl/Jednostki/Laboratoria/LAIZ)

## Spis treści

<b>ZABEZPIECZENIE RÓŻNICOWE TRANSFORMATORA RRTC-1 .....</b>	<b>3</b>
<b>1. PODSTAWOWE WŁAŚCIWOŚCI ZABEZPIECZENIA RRTC-1 .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PRZEZNACZENIE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. ZASADA DZIAŁANIA .....</b>	<b>3</b>
<b>4. PODŁĄCZENIE .....</b>	<b>5</b>
<b>5. NASTAWIANIE ZABEZPIECZEŃ .....</b>	<b>6</b>
<b>6. OBSŁUGA POPRZEZ KLAWIATURĘ I WYŚWIETLACZ .....</b>	<b>10</b>
6.1 NASTAWIANIE.....	10
6.2 POMIARY .....	11
6.3 REJESTRATOR .....	11
6.4. TEST .....	11
<b>7. OBSŁUGA Z KOMPUTERA PC .....</b>	<b>12</b>
7.1 PLIK.....	12
7.2. POMIARY-1 .....	12
7.3. POMIARY-2 .....	13
7.4. REJESTRATOR .....	13
7.5. HASŁO .....	14
7.6. OBSŁUGA.....	14
<b>8. POMIARY LABORATORYJNE I EKSPLOATACYJNE .....</b>	<b>14</b>
8.1.METODA TRÓJFAZOWA .....	15
8.2.METODA JEDNOFAZOWA.....	15
8.3.POMIAR PRĄDU ROZRUCHOWEGO $I_r$ OD STRONY PIERWOTNEJ PRZEKŁADNIKÓW ZABEZPIECZENIA RRTC-1/2 ....	15
8.4.POMIAR PRĄDU ROZRUCHOWEGO $I_r$ OD STRONY PIERWOTNEJ PRZEKŁADNIKÓW ZABEZPIECZENIA RRTC-1/3.....	16
8.5.POMIAR CHARAKTERYSTYKI STABILIZACJI .....	18
<b>9. NASTAWIENIE ZABEZPIECZENIA DLA TRANSFORMATORA Z PODWÓJNYM UZWOJENIEM DOLNEGO NAPIĘCIA .....</b>	<b>20</b>
<b>10. POSTĘPOWANIE W PRZYPADKU USZKODZEŃ.....</b>	<b>20</b>
<b>11. PRZYKŁADY DOTYCZĄCE ZABEZPIECZENIA RRTC-1/2 .....</b>	<b>20</b>
PRZYKŁAD 1 .....	20
PRZYKŁAD 2 .....	21
PRZYKŁAD 3 .....	22
PRZYKŁAD 4 .....	23
PRZYKŁAD 5 .....	23
<b>12. DANE TECHNICZNE .....</b>	<b>25</b>
<b>13. ZAŁĄCZNIK.....</b>	<b>26</b>

## Zabezpieczenie różnicowe transformatora RRTC-1

### 1. Podstawowe właściwości zabezpieczenia RRTC-1

- eliminuje potrzebę stosowania przekładników wyrównawczych,
- w połączeniu ze sterownikiem pola nie posiadającym zabezpieczenia różnicowego daje transformatorowi podwójną ochronę,
- sposób nastawiania eliminuje potrzebę wykonywania jakichkolwiek obliczeń dotyczących przekładni transformatora i przekładników,
- funkcja „oscylloskop” umożliwia łatwe wyszukiwanie błędów w obwodach prądowych,
- rejestrator kryterialny dostarcza informacji pozwalających na utrzymanie w czasie wszystkich zdarzeń ruchowych współczynnika bezpieczeństwa i współczynnika czułości zabezpieczenia na pożądanym poziomie,
- stabilizowana charakterystyka w połączeniu z blokadą od prądu drugiej i piątej harmonicznej zapewnia poprawną pracę zabezpieczenia w każdych warunkach,
- zestaw nastawień serwisowych w połączeniu z informacjami z rejestratora kryterialnego umożliwia pracę zabezpieczenia przy nasycających się przekładnikami prądowych.

### 2. Przeznaczenie

Zabezpieczenie RRTC-1 pełni funkcje przekaźnika różnicowego. Przeznaczone jest do ochrony transformatorów, generatorów, bloków generator-transformator lub silników przed zwarciami wewnętrznymi. Może zastępować stosowane powszechnie przekaźniki RRTT-7, może również występować jako uzupełnienie tych sterowników transformatora, które nie posiadają zabezpieczenia różnicowego. We wszystkich wyżej wymienionych zastosowaniach, dzięki temu że zabezpieczenie różnicowe pozostaje niezależne od sterownika pola, uzyskuje się bardzo dobre rezerwowanie się obu zabezpieczeń. Jest to bardzo ważne, ponieważ transformator jest takim elementem systemu, którego na ogół nie obejmuje rezerwa zdalna. Dla transformatorów dwuuzwojeniowych stosujemy zabezpieczenie RRTC-1/2, a dla trójuzwojeniowych zabezpieczenie RRTC-1/3.

### 3. Zasada działania

Mikroprocesorowe zabezpieczenie RRTC-1 jest w pełni cyfrowe, dzięki czemu wyeliminowano konieczność stosowania **przekładników wyrównawczych**. W zabezpieczeniu można nastawić osiem różnych grup połączeń transformatora:  $Yy0$ ;  $Yy(d)0$ ;  $Yy6$ ;  $Yy(d)6$ ;  $Yd1$ ;  $Yd5$ ;  $Yd7$ ;  $Yd11$ . W zabezpieczeniu transformatora trójuzwojeniowego strona WN połączona jest w gwiazdę, a dla stron SN1 i SN2 połączenia uzwojeń wybierane są tak jak dla transformatora dwuuzwojeniowego. Pozostałe grupy połączeń wykonywane będą na zamówienie. Stabilizowana charakterystyka zapewnia prawidłową pracę zabezpieczenia w czasie regulacji napięcia transformatora oraz nie dopuszcza do jego działania z powodu uchybu prądowego przekładników. Układ blokady wykorzystujący drugą i piątą harmoniczną zapobiega działaniu zabezpieczenia przy udarach prądu magnesującego, nadmiernym wzroście napięcia transformatora oraz przy obniżeniu się częstotliwości. Nastawienia serwisowe umożliwiają uwzględnienie warunków sieciowych i sprzętowych w jakich pracuje transformator, to znaczy napięcia zwarcia transformatora i uchybów dynamicznych przekładników prądowych.

Informacji na ten temat dostarcza **rejestrator kryterialny**, który zapisuje amplitudy prądu hamującego i rozruchowego oraz prądów o częstotliwości 100Hz i 250Hz. Rejestrator ten uruchamia się przy udarach prądu magnesującego, zwarcjach zewnętrznych i wewnętrznych. Ma pojemność 20 zdarzeń. Kolejne zdarzenia są nadpisywane na zdarzenia wcześniejsze. Uzyskane oscylogramy są podstawą do weryfikowania nastawień. Można uzyskać dzięki temu żądany współczynnik bezpieczeństwa w całym zakresie działania charakterystyki zabezpieczenia z uwzględnieniem obszarów oddziaływania blokady 100Hz i 250Hz. Dla prądów dużych, to znaczy większych niż wynikające z napięcia zwarcia transformatora, zabezpieczenie różnicowe działa tak jak zabezpieczenie nadprądowe, daje to gwarancję działania zabezpieczenia nawet przy głębokim nasyceniu przekładników prądowych.

Zabezpieczenia różnicowe mają w porównaniu z innymi zabezpieczeniami bardzo niekorzystny współczynnik działań prawidłowych. Szczególnie częste są działania zbędne, występujące zarówno przy załączaniu transformatora jak również przy zwarcjach zewnętrznych. Działania brakujące zdarzają się rzadziej, występują najczęściej tam gdzie są bardzo duże moce zwarciove i małe prądy znamionowe przekładników. Następuje wtedy silne nasycenie przekładników.

Aby zabezpieczenie różnicowe pracowało poprawnie musi mieć przemyślaną dokładnie konstrukcję tak aby z jednej strony gwarantowało pewność i dużą szybkość działania a z drugiej strony nie dopuszczało do działań zbędnych, które zawsze dezorganizują eksploatację.

Niektóre ośrodki rozpowszechniają opinię, że stosowanie drugiej harmonicznej do blokowania zabezpieczenia różnicowego jest gorsze od algorytmu analizującego kształt przebiegu prądowego, gdyż druga harmoniczna opóźnia działanie zabezpieczenia. Algorytm analizujący kształt przebiegu prądowego wykrywa odcinki prądu o zerowej wartości świadczące o udarze prądu magnesującego. Pogląd ten uważamy za niesłuszny. Gotowi jesteśmy nawet twierdzić, że metoda wykorzystująca algorytm analizujący kształt przebiegu prądowego daje gorsze wyniki przy nasycających się przekładnikach, wymaga zatem przekładników o większych mocach. Naszym zdaniem umiejętne wykorzystanie drugiej harmonicznej gwarantuje prawidłowe działanie zabezpieczenia zarówno dla prądów małych jak i dużych, bez względu na stopień nasycenia przekładników prądowych. Stało się to możliwe dzięki ogromnym możliwościom techniki cyfrowej.

Wartości prądów **rozruchowego  $I_r$**  i **hamującego  $I_h$**  nastawiane i rejestrowane w zabezpieczeniu RRTC-1/2 przeliczone są na wtórną stronę przekładników zainstalowanych po stronie średniego napięcia transformatora, a w zabezpieczeniu RRTC-1/3 na wtórną stronę przekładników zainstalowanych po stronie wysokiego napięcia.

Prąd różnicowy  $I_r$  i prąd hamujący  $I_h$  określone są przez następujące wzory:

$$I_r = |I_1 + I_2 + I_3| \quad I_h = I_{\max} - 0,5I_r$$

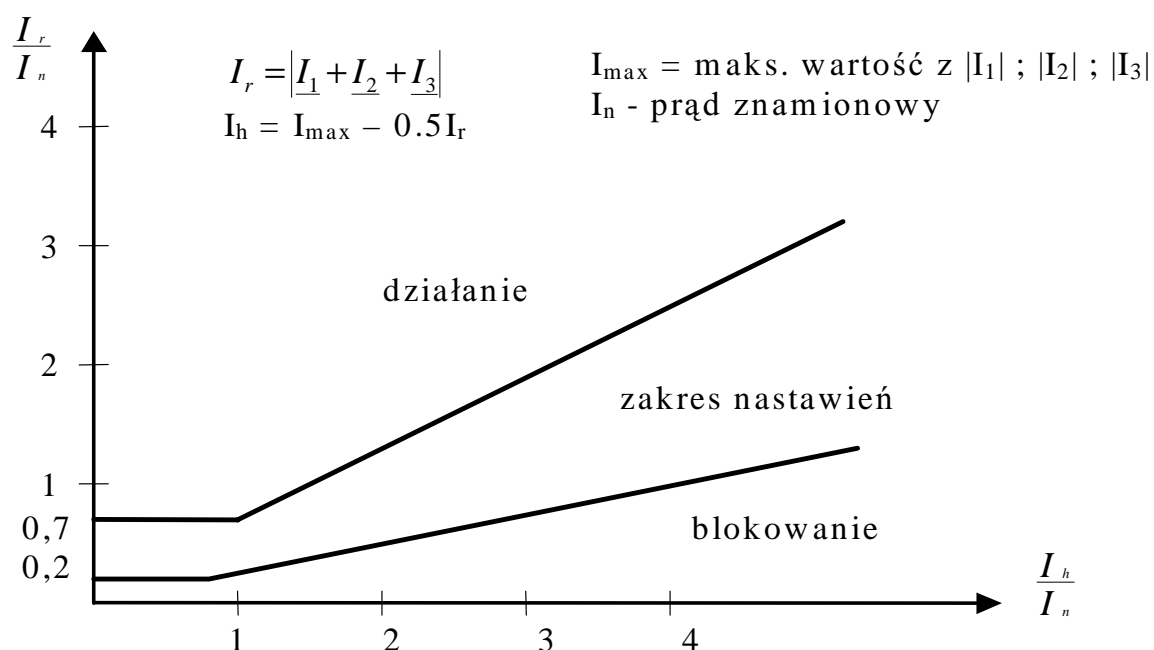
### Oznaczenia

$I_1, I_2, I_3$  - prądy dopływające do transformatora. (Dla transformatora dwuuzwojeniowego są dwa prądy, a dla transformatora trójuzwojeniowego są trzy prądy),

$I_{\max}$  - maksymalny prąd dopływający do transformatora,

$I_r$  - prąd różnicowy,

$I_h$  - prąd hamujący.



Charakterystyki działania zabezpieczenia różnicowego RRTC-1/3

Warunki do zadziałania zabezpieczenia powstają, jeśli prąd rozruchowy  $I_r$  jest większy od sumy blokowania. Na sumę blokowania składa się prąd hamujący pomnożony przez nastawiony współczynnik hamowania  $k_h$  i powiększony o hamowanie od 100 Hz i od 250 Hz. Minimalna wartość sumy blokowania jest równa nastawionemu prądowi rozruchowemu  $I_{r0}$ . Nastawienia współczynników hamowania dla 100 Hz i od 250 Hz dostępne są tylko dla serwisu.

#### 4. Podłączenie

Schematy podłączenia zabezpieczenia RRTC-1 do transformatora dwu i trójzwojowego oraz z uzwojeniami dzielonymi przedstawione są odpowiednio na rysunkach rys.1, rys.2 i rys.3. Wyeliminowana została konieczność stosowania przekładników wyrównawczych. Wszystkie przekładniki łączy się w gwiazdę. Poszczególne punkty gwiazdowe przekładników mogą być uziemiane bezpośrednio przy przekładnikach. W zabezpieczeniu RRTC-1 uzwojenia prądowe mają swoje początki na nieparzystych numerach listwy zaciskowej. Jeśli założyć grupę transformatora  $Yy0$ , to w warunkach normalnej pracy transformatora w chwili gdy do początku uzwojenia górnego napięcia prąd wpływa, to w tym samym momencie z początku uzwojenia średniego napięcia prąd wypływa. W przypadku połączenia przekładników prądowych w innej konfiguracji niż przedstawiona na rysunku 1 lub 2 należy uwzględnić powyższą własność zabezpieczenia.

Jeśli zamienimy końce i początki jednego kompletu przekładników prądowych to grupa połączeń  $YD11$  zmieni się na grupę  $YD5$ . Jeśli natomiast skrzyżujemy dwa przewody na podłączeniu transformatora po obu jego stronach, to grupa połączeń  $YD11$  zmieni się w grupę  $YD1$ .

## 5. Nastawianie zabezpieczeń

Nastawienie zabezpieczenia można wykonać korzystając z klawiatury i wyświetlacza przekaźnika lub z komputera. Należy nastawić następujące parametry:

- prądem rozruchowym przekaźnika (standardowo nastawiamy  $0,5 I_n$ ). dla zabezpieczenia RRTC-1/2 przeznaczonego dla transformatora dwuuzwojeniowego prądem  $I_n$ , jest prąd w uzwojeniu wtórnym przekładników strony SN w warunkach znamionowego obciążenia. Dla zabezpieczenia RRTC-1/3 przeznaczonego dla transformatora trójuzwojeniowego prądem  $I_n$ , jest prąd w uzwojeniu wtórnym przekładnika strony WN w warunkach znamionowego obciążenia,
- współczynnik stabilizacji ( standardowo nastawiony na 0,5),
- grupę połączeń transformatora,
- prąd znamionowy pierwotny przekładników dla wszystkich stron transformatora
- dla zabezpieczenia RRTC-1/2 przeznaczonego dla transformatora dwuuzwojeniowego należy nastawić znamionowe prądy uzwojenia górnego i dolnego napięcia transformatora, a dla zabezpieczenia RRTC-1/3 przeznaczonego dla transformatora trójuzwojeniowego należy nastawić znamionowe napięcia uzwojeń transformatora.

Jeśli nastawienia wykonujemy z komputera mamy dostępne nastawienia serwisowe:

Odstąpienie od nastawień standardowych dopuszczalne tylko w porozumieniu z Instytutem Energetyki w celu osiągnięcia następujących celów np.:

- skrócenie czasu działania zabezpieczenia,
- dostosowanie przekaźnika do współpracy ze źle dobranymi przekładnikami, itp.

Instytut w miarę możliwości analizuje dane pozyskiwane z rejestratora kryterialnego i nie wyklucza w przyszłości korekty nastawień standardowych.

Standardowe nastawienia serwisowe: WSP 100 Hz – 5, WSP 250 Hz – 4, WSP MOD – 3  
limit 100 Hz – 20, limit 250 Hz – 5, limit RTT – 25

W celu uproszczenia ustawienia zabezpieczenia, w załączeniu do instrukcji zamieściliśmy przykładowe oscylogramy prądów w poszczególnych fazach (R, S, T) dla różnych konfiguracji połączeń transformatora.

Realizując funkcje zabezpieczenia różnicowego prądy transformatora przeliczono na jedną stronę WN lub SN transformatora, możliwe jest wtedy ich porównywanie.

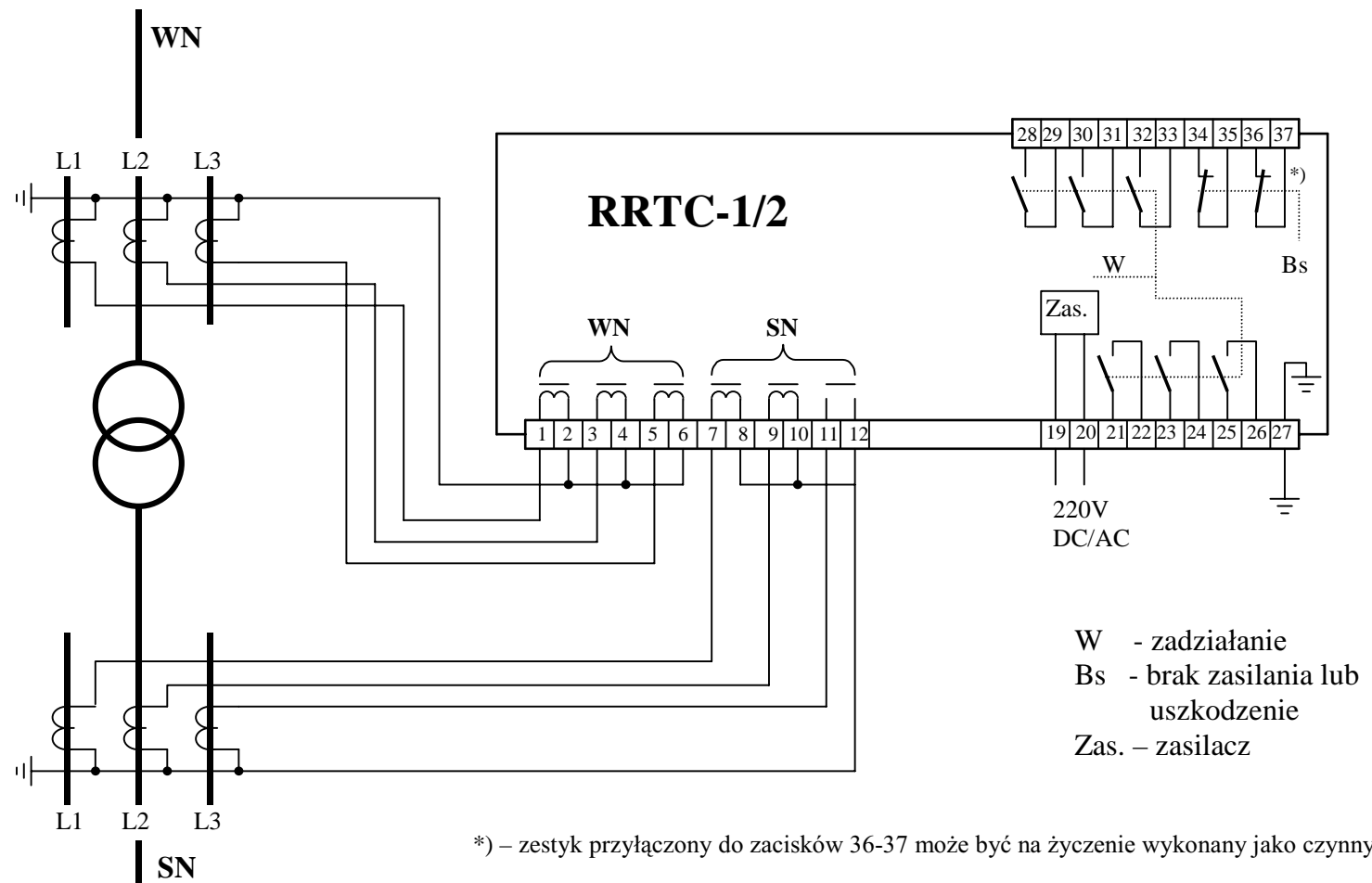
W zabezpieczeniu dwuuzwojeniowym prąd przeliczono na stronę SN, a w zabezpieczeniu trójuzwojeniowym przeliczono na stronę WN.

Przykład:

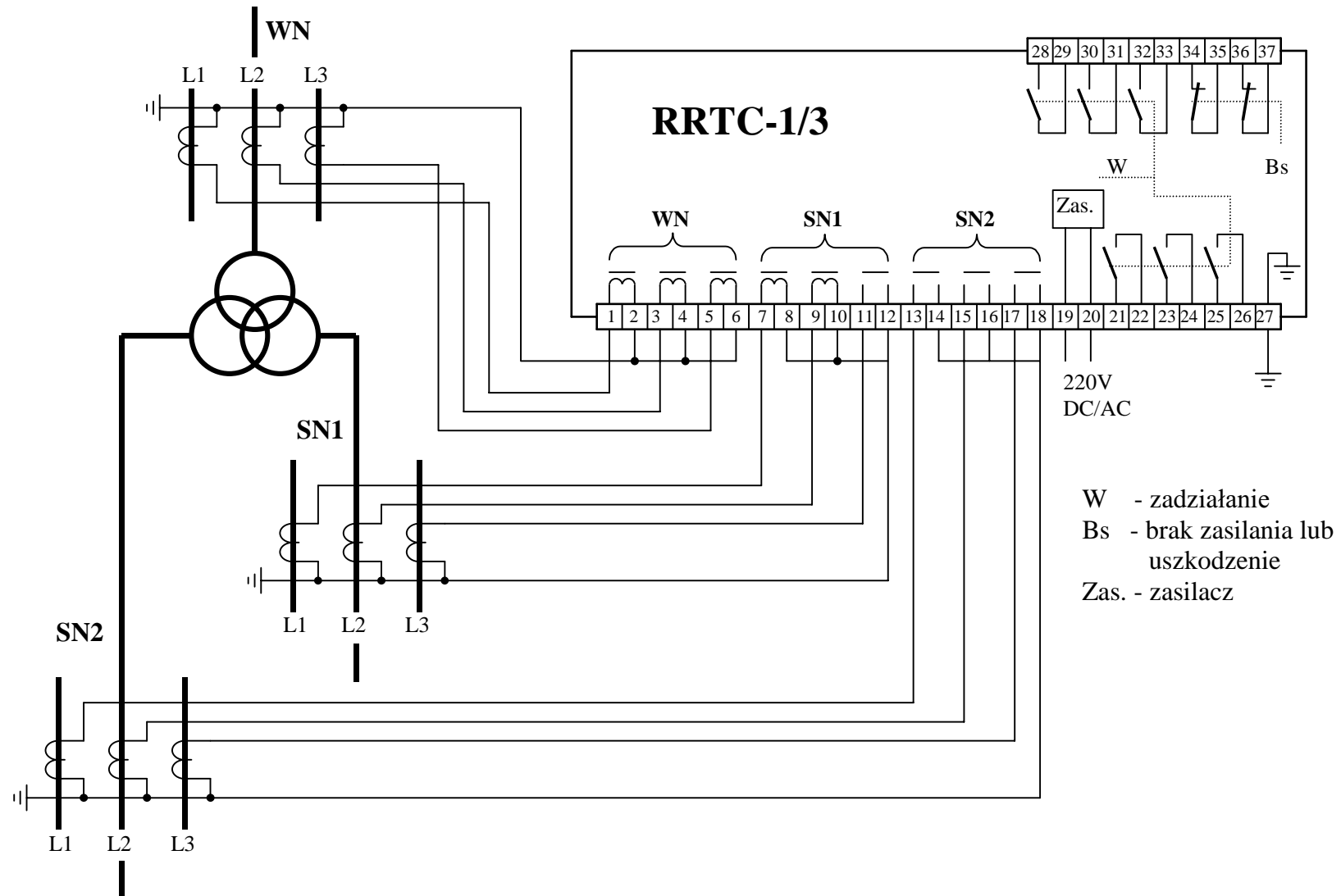
Jeśli nastawiamy zabezpieczenie dla transformatora dwuuzwojeniowego, gdzie prądy  $I_r$  i  $I_h$  przeliczone są na stronę SN, a przy znamionowym obciążeniu transformatora prąd wpływający do przekaźnika wynosi po stronie SN 4 A, to dla nastawienia prądu rozruchowego na  $0,5I_n$  transformatora należy nastawić  $I_r = 2$  A. Nie ma znaczenia jaki prąd w znamionowych warunkach wpływa do zabezpieczenia po stronie WN.

Jeśli nastawiamy zabezpieczenie RRTC-1/3 dla transformatora trójuzwojeniowego, w którym prądy  $I_r$  i  $I_h$  przeliczone są na stronę WN, gdzie jest zainstalowany jednoamperowy przekładnik, a przy znamionowym obciążeniu transformatora płynie np. 0,8 A, to dla uzyskania

$I_r = 0,5I_n$  transformatora należy nastawić  $I_r = 0,4$  A. Jeśli nastawimy współczynnik hamowania  $k_h = 0,4$  to oznacza np., że dla prądu hamującego  $I_h = 10$  A prąd rozruchowy potrzebny do zadziałania wynosi 4 A.

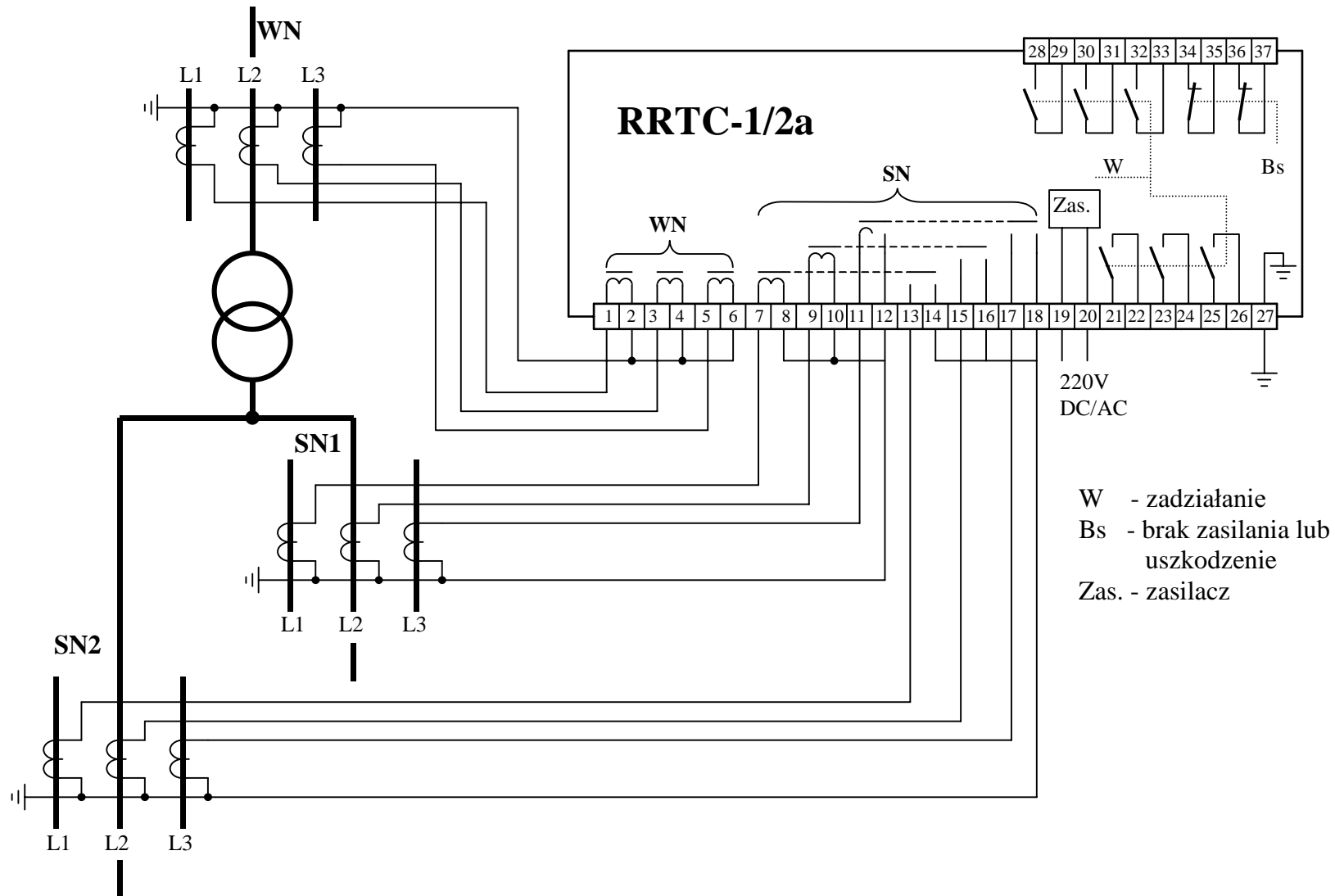


**Schemat przyłączenia zabezpieczenia różnicowego RRTC-1/2 dla transformatora dwuuzwojeniowego**  
Rys.1



**Schemat przyłączenia zabezpieczenia różnicowego RRTC-1/3 dla transformatora trójzwojowego**  
Rys. 2





**Schemat przyłączenia zabezpieczenia różnicowego RRTC-1/2a dla transformatora z uzwojeniami dzielnymi**

**Rys. 3**

## 6. Obsługa poprzez klawiaturę i wyświetlacz

Komunikacja z użytkownikiem odbywa się przy użyciu klawiatury składającej się z pięciu klawiszy i wyświetlacza ciekłokrystalicznego zawierającego cztery linijki po dwadzieścia znaków. Obsługę można prowadzić również przez komputer osobisty połączony z zabezpieczeniem łączem RS-232. Obsługa jest wtedy dużo szybsza i łatwiejsza, dostępne są wtedy wszystkie funkcje zabezpieczenia takie jak oscyloskop i rejestrator kryterialny. Komputer musi mieć zainstalowany program RRTC-2B lub RRTC-3B.

Na płycie czołowej znajdują się dwie diody typu LED. Świecąca się dioda zielona oznacza poprawną pracę zabezpieczenia, czyli „czuwanie”, dioda czerwona oznacza zadziałanie zabezpieczenia.

Poniżej przedstawiamy funkcje spełniane przez poszczególne klawisze znajdujące się na płycie czołowej zabezpieczenia. Obsługa zabezpieczenia zorganizowana jest na zasadzie poruszania się po pętli w jednym kierunku. Wejście do nowej pętli dokonuje się klawiszem ENTER, natomiast klawisz MENU przewija pętlę w jednym kierunku. Jeśli chcemy opuścić pętlę musimy kontynuować przewijanie do początku pętli.

- |           |  |
|-----------|--|
| MENU      | - powoduje przejście do następnego okna funkcyjnego lub do następnej cyfry, przewija rejestrator zdarzeń,  |
| „+”, „-“  | - są aktywne tylko dla zmiany nastawień lub wprowadzenia kodu, zwiększają lub zmniejszają wartość zaznaczonego nastawienia lub zaznaczonej cyfry,<br>- zmieniają wyświetlaną grupę połączeń transformatora.                |
| ENTER     | - otwiera zaznaczoną funkcję,<br>- zatwierdza nastawioną wartość.  |
| KASOWANIE | - przerywa przeglądanie rejestratora i wraca do pierwszego zdarzenia,<br>- wygasza diodę wskazującą zadziałanie zabezpieczenia,<br>- zamyka procedurę testu,<br>- zapewnia powrót do MENU w przypadku podania złego hasła. |

### 6.1 Nastawianie

Po otwarciu okna „nastawienia” mamy do wyboru funkcję „przeglądanie” lub „zmiana”. „Przeglądanie” nie wymaga znajomości kodu dostępu, natomiast wybór okna „zmiana” wywołuje pytanie o wartość kodu dostępu. Kod należy podać przy użyciu znaków „+” , „-”. W ostatnim oknie pętli nastawień należy odpowiedzieć na pytanie „zmiana nastaw” „porzucenie nastaw”. Zatwierdzenie klawiszem „Enter” pierwszego hasła powoduje wczytanie do zabezpieczenia nowych nastawień, a zatwierdzenie drugiego powoduje pozostawienie starych nastawień.

## 6. 2 Pomiary

Wybór okna „Pomiary” umożliwia odczytanie dla poszczególnych faz aktualnej wartości:

- prądu różnicowego  $I_r$ ,
- prądu hamującego  $I_h$ ,
- prądów pierwotnych transformatora strony  $I_{WN}$ ,
- prądów pierwotnych transformatora strony  $I_{SN}$  lub  $I_{SN1}$  i  $I_{SN2}$ .

W zabezpieczeniu RRTC-1/2 prądy  $I_r$  oraz  $I_h$  przeliczone są na wtórną stronę przekładników prądowych średniego napięcia, a w zabezpieczeniu RRTC-1/3 na wtórną stronę przekładników wysokiego napięcia (z uwzględnieniem przekładni przekładników i przekładni oraz grupy połączeń transformatora). Dla grupy połączeń  $Yy(d)0$  oraz grupy  $Yy(d)6$  do obliczeń prądów  $I_r$  oraz  $I_h$  brane są pod uwagę prądy fazowe zmniejszone o składową zerową prądu obliczoną według wzoru:  $I_0 = (I_1 + I_2 + I_3)/3$ , gdzie  $(I_1 + I_2 + I_3)$  jest sumą prądów jednej strony transformatora WN lub SN. Składowa zerowa prądu eliminowana jest również po stronie WN zabezpieczenia RRTC-1/3.

## 6. 3 Rejestrator

Rejestrator zdarzeń z rozdzielczością 10ms zapisuje następujące zdarzenia: zadziałanie zabezpieczenia, zmiana nastawień, włączenia napięcia zasilania, wykonanie testu. W przypadku zadziałania dodatkowo są zapisywane wartości prądów fazowych poszczególnych stron transformatora oraz maksymalny prąd różnicowy i maksymalny prąd blokujący odczytane w 20ms po pobudzeniu zabezpieczenia. Po wypełnieniu wewnętrznej pamięci kolejne zdarzenia są nadpisywane na najstarsze.

Pojemność rejestratora pozwala zapisać 80 zdarzeń. Jako zdarzenie jest zapisywane:

- załączenie napięcia pomocniczego,
- zmiana nastawień, zapisywany jest czas i nastawiane parametry,
- zadziałanie zabezpieczenia,
- wykonanie testu,
- zmiana daty,
- uszkodzenia.

Każde zdarzenie ma zapisany czas, natomiast zdarzenie polegające na zadziałaniu zabezpieczenia ma jeszcze zapisane:

- $I_b$ - maksymalna wartość sumy blokowania, jest to maksymalny prąd hamujący
- pomnożony przez współczynnik stabilizacji zwiększony o blokowanie od 100Hz i od 250Hz,
- $I_r$  - maksymalna wartość prądu rozruchowego,
- $I_1, I_2, I_3$  - prądy strony wysokiego napięcia WN transformatora,
- $I_1, I_2, I_3$  - prądy strony średniego napięcia SN transformatora (dla RRTC-1/3 prądy obu stron SN).

Dla grupy połączeń  $Yy(d)0$ , oraz  $Yy(d)6$  do obliczeń wartości prądów  $I_b$  i  $I_h$  wykorzystano prądy fazowe pomniejszone są o składową zerową prądu obliczoną według wzoru:  $I_0 = (I_1 + I_2 + I_3)/3$ , gdzie  $(I_1 + I_2 + I_3)$  jest sumą prądów fazowych strony WN.

## 6.4. Test

Funkcja „Test” umożliwia wygenerowanie stanu działania zabezpieczenia (zamknięcie zestyków wyłączających). Warunkiem wykonania testu jest wprowadzenie kodu. Uzyskuje się to przez naciśnięcie klawisza „Enter” po wcześniejszym otwarciu okna „Test”. Zestyki zamykają się na jedną sekundę lub do czasu przytrzymania klawisza „Test”.

## 7. Obsługa z komputera PC

Do obsługi zabezpieczenia RRTC-1 przez łącze RS-232 potrzebny jest komputer PC z systemem operacyjnym WINDOWS i z kablem do RS-232 oraz program obsługi RRTC-2B dla RRTC-1/2 oraz RRTC-3B dla RRTC-1/3. Litera „B” oznacza aktualną wersję programu, w przyszłości mogą pojawić się dalsze litery alfabetu oznaczające unowocześnione wersje. Podstawowe korzyści obsługi zabezpieczenia z komputera to:

- przejrzystość i łatwość dokonywania nastawień,
- jednoczesny dostęp do większej liczby pomiarów i zdarzeń zapisanych w rejestratorze,
- możliwość korzystania z oscyloskopu,
- dostęp do rejestratora kryterialnego,
- możliwość drukowania rejestrogramów z oscyloskopu i rejestratora kryterialnego,
- możliwość dokonywania zmian kodu oraz zerowania rejestratora.

Po wywołaniu programu RRTC-2B lub RRTC-3B, na ekranie ukazuje się okno z nastawieniami zapisanymi w dwóch kolumnach, kolumna lewa przedstawia parametry nastawione, kolumna prawa przedstawia parametry proponowane do nastawienia. Dla sprawdzenia jak jest nastawione zabezpieczenie należy kliknąć przycisk „odczyt nastaw”. Dla wczytania zaproponowanych nastaw należy kliknąć przycisk „zapis nastaw”. Wpisywanie nastaw może odbywać się przy pomocy myszki lub bezpośrednio z klawiatury. W górnej części ekranu znajduje się pasek narzędziowy do obsługi, który zawiera hasła: Plik, Pomiary-1, Pomiary-2, Rejestrator, Hasło, Obsługa.

### 7.1 Plik

umożliwia pobieranie danych z archiwum, funkcja „otwórz” oraz zapisywanie danych do archiwum, funkcja „Zapisz”. Dla rejestratora kryterialnego i rejestratora zdarzeń rejestracje są dopisywane do wspólnego pliku, przy czym dla kryterialnego maksymalnie 100 zdarzeń

### 7.2. Pomiary-1

umożliwiają odczyt prądów przeliczonych na wtórną stronę przekładników

SN w RRTC-1/2 i przekładników WN w RRTC-1/3.

- Prądów maksymalnych,
- prądu różnicowego maksymalnego,
- maksymalnej sumy blokowania, która jest równa iloczynowi prądu hamującego i współczynnika stabilizacji zwiększonemu o hamowanie od prądu 100 Hz i 250 Hz, suma blokowania może być dodatkowo zmniejszona po stwierdzeniu zwarcia zewnętrznego,
- maksymalnego prądu hamującego,
- maksymalnego prądu 100 Hz,
- maksymalnego prądu 250 Hz.
- Prądów różnicowych fazowych,
- Prądów hamujących fazowych
- Prądów 100 Hz fazowych.

### 7.3. Pomiary-2

Umożliwiają odczyt prądów pierwotnych oraz zawierają funkcję oscyloskop. W poszczególnych oknach otrzymamy:

- Prądy strony WN,
- Prądy strony SN,
- Prądy fazowe WN/SN, jest to oscyloskop, który ma dwa okna, w oknie górnym przedstawione są prądy 1, 2, 3 strony WN, w oknie dolnym prądy 1, 2, 3 strony SN. Prądy fazowe WN+SN, jest to oscyloskop, który ma trzy okna przedstawiające prądy WN i SN dla poszczególnych faz. W zabezpieczeniu RRTC-1/3 oba okna umieszczone są na jednym ekranie.

Funkcja „oscyloskop” umożliwia kontrolę poprawności podłączenia zabezpieczenia. Obserwacja przebiegów prądu może być dokonywana na jednym z dwóch ekranów.

### 7.4. Rejestrator

#### Rejestrator kryterialny.

Rejestrator kryterialny ma pięć okien, które zawierają:

- Prąd „różnicowy maksymalny” i przebieg maksymalnej „suma blokowania”. Prąd różnicowy wynika z definicji: Prąd różnicowy równa się bezwzględnej wartości geometrycznej sumy prądów dopływających do transformatora. „Suma blokowania” jest sumą prądu hamującego pomnożonego przez współczynnik blokowania  $k_h$  oraz prądu hamującego 100 Hz i 250 Hz pomnożonych przez odpowiednie współczynniki. Dla zwarć wewnętrznych suma blokowania jest dodatkowo zmniejszana. Realizują to algorytmy identyfikujące zwarcia wewnętrzne w transformatorze.
- Maksymalny prąd hamujący obliczony ze wzoru:  $I_h = I_{max} - 0,5I_r$ .
- Stosunek prądu sumy blokowania do prądu różnicowego maksymalnego, czyli stosunek przebiegów z okna pierwszego, który jest współczynnikiem bezpieczeństwa. Jeśli w czasie załączania transformatora lub w czasie zwarć zewnętrznych wartość tego stosunku obniży się poniżej 1.3 to będzie oznaczało że zabezpieczenie jest zbyt czule nastawione. Na wykresie kolor przebiegu zmienia się wtedy z żółtego na czerwony.
- Hamowanie od prądu 100 Hz.
- Hamowania od prądu 250 Hz.

Jeśli w czasie pracy transformatora zdarzy się, że wartość współczynnika bezpieczeństwa mierzona w oknie trzecim obniży się poniżej 1.3 to należy wszystkie przebiegi poddać analizie i podjąć decyzję jak skorygować nastawienia, czy należy zmienić nastawienie prądu rozruchowego  $I_r$ , czy nachylenie charakterystyki  $k_h$ . W ramach obsługi serwisowej mogą być również zmienione współczynniki hamowania 100 Hz i 250 Hz.

Program obsługiwany jest przy użyciu myszki. W rejestratorze kryterialnym prawego klawisza myszki używamy tylko w jednym przypadku, do wczytania zaznaczonego zdarzenia w „oknie zdarzeń”(Można to również alternatywnie uczynić klawiszem „Enter” z klawiatury).

Dla każdego przebiegu znajdującego się w oknie rejestratora kryterialnego istnieje możliwość zmiany wzmocnienia. Służą do tego strzałki znajdujące się w prawym górnym rogu każdego okna, obok wskaźnika wzmocnienia. Przebiegi zapisane w rejestratorze kryterialnym zbudowane są z punktów odpowiadających próbkowaniu. Dla każdego punktu można odczytać współrzędne. Służą do tego kursory, które przesuwają się jednocześnie dla wszystkich okien. Cursor można przesuwać przy użyciu myszki, klikając w żądany punkt lub przy użyciu strzałek klawiatury. Wartość prądów odpowiadających punktom zaznaczonym kursorami można

odczytać w sześciu okienkach pomiarowych. W tablicy znajdują się również prądy fazowe zapisane po 20ms od momentu uruchomienia rejestratora.

### Rejestrator zdarzeń

umożliwia odczytanie:

- $I_{bl}$  - maksymalny prąd sumy blokowania,
- $I_{rr}$  - maksymalny prąd rozruchowy,
- $I_{WN1}$ ,  $I_{WN2}$ ,  $I_{WN3}$  - prądy strony wysokiego napięcia,
- $I_{SN1}$ ,  $I_{SN2}$ ,  $I_{SN3}$  - prądy strony średniego napięcia (dla RRTC-1/3 sześć prądów strony SN).

### Rejestrator ogólny

zapisuje:

- załączenie napięcia pomocniczego,
- zmianę nastawień (zapisywany jest czas i nastawiane parametry),
- zadziałanie zabezpieczenia,
- wykonanie testu,
- zmianę daty,
- uszkodzenia.

#### 7.5. Hasło

Umożliwia zmianę hasła. Przyjmuje się ogólną zasadę, że osoba z komputerem (z zainstalowanym programem obsługi) jest osobą uprawnioną do zmiany nastaw oraz hasła.

#### 7.6. Obsługa

Umożliwia:

- zerowanie rejestratora zdarzeń,
- zerowanie rejestratora kryterialnego,
- zerowanie licznika załączeń,
- zerowanie licznika działań,
- nastawienia serwisowe (wersja dostępna tylko dla serwisu).

## 8. Pomiary laboratoryjne i eksploatacyjne

Jeśli chcemy upewnić się, że zabezpieczenie różnicowe nastawione jest prawidłowo możemy przeprowadzić pomiary laboratoryjne. Metoda badań będzie zależała od posiadanego sprzętu laboratoryjnego.

Podstawowe sprawdzenia eksploatacyjne:

- sprawdzenie torów wyłączających zabezpieczenia przy wykorzystaniu np. TEST wykonywanego z klawiatury lub przez najeżdżanie przekaźnika prądem,
- sprawdzenie funkcjonowania sygnalizacji braku napięcia stałego lub uszkodzenia przekaźnika, sprawdzenie można wykonać przez wykręcenie bezpiecznika,
- sprawdzenie ciągłości obwodów prądowych, jeśli w obwodach tych wykonywane były jakieś prace,
- jeśli w obwodach prądowych jest zapewniona ciągłość i istnieją warunki do załączenia transformatora na obciążenie o wartości 5% do 40% mocy transformatora, to po włączeniu

transformatora należy odczytać prądy w gałęzi różnicowej transformatora, prądy te powinny być mniejsze od kilku procent pierwotnych prądów transformatora,

- w czasie okresowych badań zabezpieczenia wskazane jest sprawdzanie zapisów z rejestratora kryterialnego. Poprawne przebiegi przy zwarciach zewnętrznych świadczą o sprawności funkcjonowania zabezpieczenia,
- okresowo, np. co 5 lat, można sprawdzać poprawność odczytu prądu każdego wejścia prądowego zabezpieczenia prądem o wartości do  $15I_n$  zabezpieczenia.

Zdejmowanie charakterystyk stabilizacji oraz charakterystyk hamowania zabezpieczenia od 100Hz i 250Hz uważamy za wskazane głównie w celu sprawdzenia nastawień.

### **8.1. Metoda trójfazowa**

Badania można przeprowadzić przy użyciu dwóch trójfazowych źródeł prądu o regulowanym przesunięciu fazowym pomiędzy poszczególnymi źródłami. Regulacja przesunięcia fazowego jest potrzebna dla symulacji różnych grup połączeń transformatorów. Badanie polega na stworzeniu układu symulującego symetryczne obciążenie transformatora. Zasilamy wtedy zabezpieczenie z dwóch stron prądami trójfazowymi z uwzględnieniem przekładni przekładników i transformatora. Przesunięcie fazowe pomiędzy prądami powinno być stosowane do grupy połączeń transformatora. Przy symulacji obciążenia transformatora prąd różnicowy mierzony przez zabezpieczenie powinien być bliski zera. Taka próba odwzorowuje warunki pracy i pozwala na sprawdzenie prawidłowości nastawienia przekładni i grupy połączeń transformatora.

### **8.2. Metoda jednofazowa**

Ponieważ sprzęt potrzebny do wykonania poprzedniej próby jest bardzo drogi dlatego częściej wykonuje się próby przy użyciu dwóch jednofazowych źródeł prądu bez przesunięcia fazowego. Wykonywane próby symulują wtedy jednofazowe zwarcia zewnętrzne lub wewnętrzne. Dla niektórych grup połączeń transformatora mogą być symulowane zwarcia dwufazowe. Sposób podłączenia obu źródeł prądu do zabezpieczenia RRTC-1, wzory na obliczenie wartości prądów wymuszanych po obu stronach transformatora i wartości mierzonych przez zabezpieczenie prądów przedstawiono w punktach 8.4. i 8.5.

Przy symulacji zwarcia zewnętrznego wartość prądu różnicowego mierzonego przez zabezpieczenie powinna być bliska zera. Zwracać należy uwagę, aby prądy wymuszane z obu stron zabezpieczenia były w fazie bez względu na grupę połączeń transformatora, dotyczy to badania prądem jednofazowym. **Prąd różnicowy i prąd hamujący mierzony przez zabezpieczenie przeliczone są na wtórną stronę przekładników prądowych dla RRTC-1/2 strony średniego napięcia, a dla RRTC-1/3 strony wysokiego napięcia transformatora.** Dotyczy to zarówno symulacji obciążenia transformatora jak również zwarcia zewnętrznego.

### **8.3. Pomiar prądu rozruchowego $I_r$ od strony pierwotnej przekładników zabezpieczenia RRTC-1/2**

W celu pomiaru prądu rozruchowego zabezpieczenia RRTC-1/2 od strony pierwotnej przekładników głównych należy wymuszać prąd w przekładnikach aż do zadziałania zabezpieczenia.

Oczekiwana wartość prądu wynosi przy wymuszaniu:

od strony WN

$$I_{rWN} = \frac{I_r}{k} \frac{\vartheta_{SN}}{\vartheta_T}$$

od strony SN

$$I_{rSN} = \frac{I_r}{k} \vartheta_{SN}$$

$I_r$  - nastawienie wartości prądu rozruchowego

$\vartheta_{SN}$  - przekładnia przekładników strony SN

$\vartheta_T$  – przekładnia transformatora

$k$  – współczynnik z tabeli 1

Jeśli zasilamy przełącznik prądem  $I$  zgodnie z tablicą 1, to prąd  $I_r$  zabezpieczenia wynosi  $I_r = k \cdot I$

**Wartość współczynnika  $k$  w zależności od sposobu zasilania zabezpieczenia RRTC-1/2**

**Tablica 1**

Grupa Połączeń	Trójfazowe symetrycz. Od strony:		Dwufazowe prądem jednofazowym od strony:		Jednofazowe od strony	
	WN	SN	WN	SN	WN	SN
Y – D	1	1	$2/\sqrt{3}$	1	$1/\sqrt{3}$	1
Y – Y	1	1	1	1	1	1
Y – Y(d)	1	1	1	1	2/3	2/3

#### **8.4. Pomiar prądu rozruchowego $I_r$ od strony pierwotnej przekładników zabezpieczenia RRTC-1/3**

W zabezpieczeniu wykonywane są bieżące pomiary prądów fazowych każdej strony transformatora (odczyt w wartościach pierwotnych) oraz prądy różnicowe i prądy hamujące (odczyt w wartościach wtórnych przeliczonych na stronę WN). Mierzone prądy można odczytać na wyświetlaczu zabezpieczenia. Prądy poszczególnych stron transformatora doprowadza się do zacisków zabezpieczenia bezpośrednio z przekładników głównych (połączonych w gwiazdę).

W celu pomiaru prądu rozruchowego zabezpieczenia RRTC-1/3 od strony pierwotnej należy wymuszać prąd w przekładnikach aż do zadziałania zabezpieczenia.



Oczekiwana wartość prądu wynosi przy wymuszaniu:

Od strony WN

$$I_{rWN} = \frac{I_r}{k} \vartheta_{WN}$$

$I_r$  - nastawiona wartość prądu rozruchowego

$\vartheta_{WN}$  - przekładnia przekładników głównych strony WN

Od strony SN

$$I_{rSN} = \frac{I_r}{k} \vartheta_T \vartheta_{WN}$$

$\vartheta_T$  - przekładnia transformatora

$k$  - wartość współczynnika z tablicy 2

Jeśli zasilamy przełącznik prądem  $I$  zgodnie z tablicą 2, to prąd  $I_r$  zabezpieczenia wynosi  $I_r = k \cdot I$

**Wartość współczynnika  $k$  w zależności od sposobu zasilania zabezpieczenia RRTC-1/3**

**Tablica 2**

Grupa Połączeń	Trójfazowe symetrycz. Od strony:		Dwufazowe prądem jednofazowym od strony:		Jednofazowe od strony:	
	WN	SN	WN	SN	WN	SN
Y – D	1	1	1	$2/\sqrt{3}$	$2/3$	$1/\sqrt{3}$
Y – Y	1	1	1	1	$2/3$	1

### 8.5. Pomiar charakterystyki stabilizacji

W celu pomiaru charakterystyk stabilizacji  $I_r = f(I_h)$  zabezpieczenia RRTC-1/2 należy zasilać dwie strony przełącznika prądami  $I_1$  i  $I_2'$  zgodnie z tablicą 3:

**Tablica 3**

Grupa połączeń	Strona WN Prąd $I_2'$		Strona SN Prąd $I_1$		Sposób przeliczania prądu $I_2'$ na $I_2$
	wpływa	Wyplýwa	wpływa	Wpływa	
Yd11	R	0	R	T	$I_2 = I_2' \frac{\vartheta_{WN} \vartheta_T}{\sqrt{3} \vartheta_{SN}}$
	S	0	S	R	
	T	0	T	S	
Yd1	R	0	R	S	
	S	0	S	T	
	T	0	T	R	
Yd5	R	0	T	R	
	S	0	R	S	
	T	0	S	T	
Yd7	R	0	S	R	
	S	0	T	S	
	T	0	R	T	
Yy0 Yy(d)0	R	S	R	S	$I_2 = I_2' \frac{\vartheta_{WN} \vartheta_T}{\vartheta_{SN}}$
	S	T	S	T	
	T	R	T	R	

W celu pomiaru charakterystyk stabilizacji  $I_r = f(I_h)$  zabezpieczenia RRTC-1/3 należy zasilać dwie strony przekaźnika prądami  $I_1'$  i  $I_2$  zgodnie z tablicą 4:

**Tablica 4**

Grupa połączeń	Strona SN Prąd $I_1'$		Strona WN Prąd $I_2$		Sposób przeliczania prądu $I_1'$ na $I_1$
	wpływa	Wypływa	Wypływa	Wpływa	
Yd11	R	0	R	S	$I_1 = \frac{I_1' \vartheta_{SN}}{\sqrt{3} \vartheta_{WN} \vartheta_T}$
	S	0	S	T	
	T	0	T	R	
Yd1	R	0	R	T	
	S	0	S	R	
	T	0	T	S	
Yd7	R	0	T	R	
	S	0	R	S	
	T	0	S	T	
Yd5	R	0	S	R	
	S	0	T	S	
	T	0	R	T	
Yy0	R	S	R	S	$I_1 = I_1' \frac{\vartheta_{SN}}{\vartheta_{WN} \vartheta_T}$
	S	T	S	T	
	T	R	T	R	

Prądy  $I_r$  i  $I_h$  powinny być określone wzorami:

$$I_r = |I_1 - I_2| \quad (\text{prąd } I_2 \text{ ma odwrócony kierunek, dlatego do wzoru wchodzi ze znakiem „-”,})$$

$$I_h = \max(I_1 \text{ i } I_2) - 0.5I_r$$

$I_h$  – prąd hamujący

$I_r$  – prąd różnicowy

Przesunięcie fazowe prądów  $I_1$  i  $I_2$  powinno być mniejsze od  $2^\circ$ . Dlatego do wzoru na prąd  $I_r$  możemy wstawiać wartości skuteczne.

## 9. Nastawienie zabezpieczenia dla transformatora z podwójnym uzwojeniem dolnego napięcia

Transformatory z podwójnym uzwojeniem dolnego napięcia traktujemy jako transformator dwuuzwojeniowy, przy czym prądy z przekładników dolnego napięcia sumujemy na transformatorach wejściowych zabezpieczenia. Podłączenia wykonane są oddzielnie, co ułatwia montaż obwodów prądowych.

W zabezpieczeniu nastawiamy wtedy:

- prąd znamionowy strony SN transformatora, równy sumie prądów znamionowych obu odpływów,
- do nastawienia prądu rozruchowego (zakres nastawienia  $I_r = 0,1I_n$  do  $0,7I_n$ ) jako prąd znamionowy  $I_n$  przyjmujemy sumę prądów znamionowych obu uzwojeń dolnego napięcia.

Po obciążeniu transformatora, pomiar prądu strony SN przedstawia sumę prądów odpływów, natomiast przy zwarciu zewnętrznym odczytane wartości prądów są zgodne z rzeczywistymi wartościami prądów zwarciovych.

## 10. Postępowanie w przypadku uszkodzeń

*Stan poprawny:*

Przełącznik kontroluje poprawność zasilania, nastaw oraz funkcjonowanie programu. Jeśli wynik testu jest pozytywny pali się zielona dioda „czuwanie” oraz zestyki przełącznika Bs 34-35 i 36-37 są zwarte.

*Stan awaryjny:*

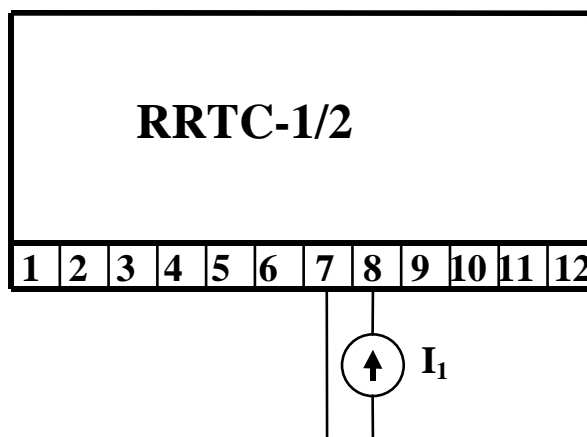
Gdy w wyniku bardzo silnych zakłóceń elektromagnetycznych została zakłócona praca programu, wtedy automatyczny układ restartu próbuje samoczynnie uruchomić pracę zabezpieczenia. Jeśli działania układu są nieskuteczne to:

- zielona dioda „czuwanie” nie świeci się i nie świeci się czerwona „wyłącz” lub styki przełącznika Bs są zwarte. Należy ponowić próbę wpisywania aktualnych nastawień, a jeśli działania te nie przywrócą stanu normalnego wezwać serwis.
- zielona dioda nie świeci się, a czerwona pali się światłem migowym należy wyłączyć i po kilku sekundach załączyć zasilanie. Jeśli działania te będą nieskuteczne prosimy wezwać serwis (tel.0-prefix 22 836-89-24).

## 11. Przykłady dotyczące zabezpieczenia RRTC-1/2

### **Przykład 1**

Jeśli do zabezpieczenia podłączymy prąd zgodnie z rysunkiem rys.4 i nastawimy grupę połączeń  $Yy(d)0$  to będzie symulowane zwarcie wewnętrzne zasilane od strony SN.



Rys. 4

W układzie pomiarowym zabezpieczenia można będzie wtedy odczytać następujące wartości prądów:

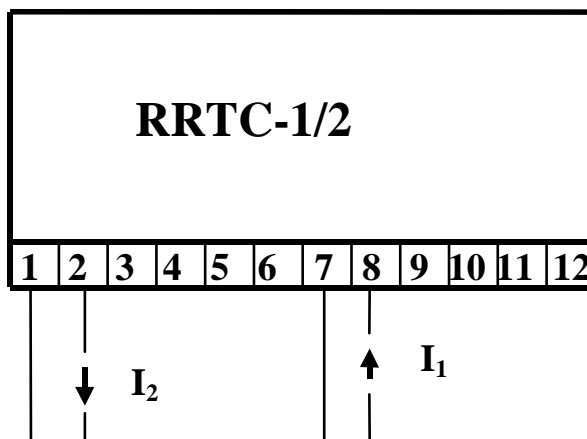
$$\begin{aligned} I_{r1} &= (2/3)I_1 & I_{h1} &= (1/3)I_1 \\ I_{r2} &= (1/3)I_1 & I_{h2} &= (1/6)I_1 \\ I_{r3} &= (1/3)I_1 & I_{h3} &= (1/6)I_1 \\ \\ I_{WN1} &= 0 & I_{SN1} &= I_1 \\ I_{WN2} &= 0 & I_{SN2} &= 0 \\ I_{WN3} &= 0 & I_{SN3} &= 0 \end{aligned}$$

### Przykład 2

Jeśli nastawimy grupę połączeń Yy(d)0, a prądy będą spełniały warunek:

$$I_2 = I_1 \frac{\vartheta_{SN}}{\vartheta_{WN} \vartheta_T}$$

to zasilenie zabezpieczenia zgodnie z rys.5 symuluje zwarcie zewnętrzne transformatora w fazie R-0 .



Rys.5

W układzie pomiarowym zabezpieczenia można będzie wtedy odczytać następujące wartości prądów:

$$\begin{aligned} I_{r1} &= 0 & I_{h1} &= (2/3)I_1 \\ I_{r2} &= 0 & I_{h2} &= (1/3)I_1 \\ I_{r3} &= 0 & I_{h3} &= (1/3)I_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{WN1} &= I_2 \vartheta_{WN} & I_{SN1} &= I_1 \vartheta_{SN} \\ I_{WN2} &= 0 & I_{SN2} &= 0 \\ I_{WN3} &= 0 & I_{SN3} &= 0 \end{aligned}$$

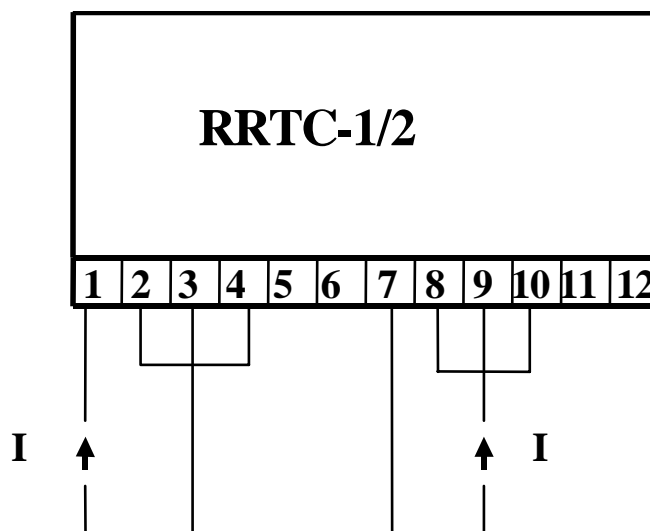
Ponieważ w transformatorze o grupie połączeń Yy(d)0 nie transformuje się składowa zerowa prądu, dlatego w zabezpieczeniu składowa zerowa prądu jest również eliminowana w wyniku czego pojawia się prąd hamujący w fazach w których prąd do transformatora nie dopływa

### Przykład 3

Jeśli nastawimy grupę połączeń Yy(d)0, a prądy będą spełniały warunek:

$$I_2 = I_1 \frac{\vartheta_{SN}}{\vartheta_{WN} \vartheta_T}$$

to zasilanie zabezpieczenia zgodnie z rysunkiem rys.6 symuluje zwarcie zewnętrzne transformatora w fazie R-S.



Rys. 6

W układzie pomiarowym zabezpieczenia można będzie wtedy odczytać następujące wartości prądów:

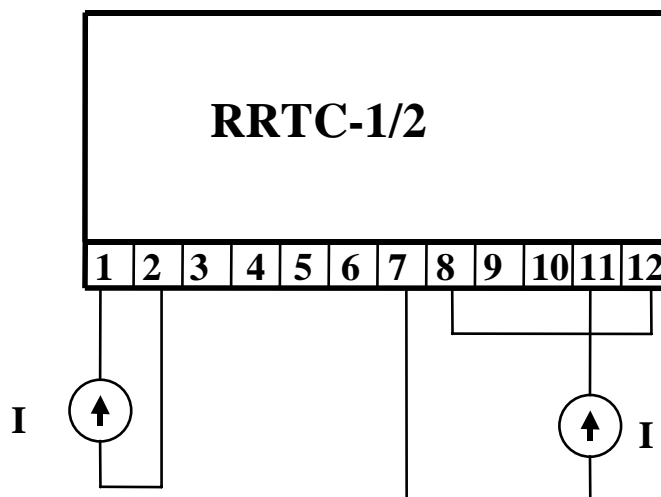
$$\begin{aligned} I_{r1} &= 0 & I_{h1} &= I_1 \\ I_{r2} &= 0 & I_{h2} &= I_1 \\ I_{r3} &= 0 & I_{h3} &= 0 \\ I_{WN1} &= I_2 \vartheta_{WN} & I_{SN1} &= I_1 \vartheta_{SN} \\ I_{WN2} &= I_2 \vartheta_{WN} & I_{SN2} &= I_1 \vartheta_{SN} \\ I_{WN3} &= 0 & I_{SN3} &= 0 \end{aligned}$$

**Przykład 4**

Jeśli nastawimy grupę połączeń Yd11, a prądy będą spełniały warunek:

$$I_2 = I_1 \frac{\sqrt{3} \vartheta_{SN}}{\vartheta_{WN} \vartheta_T}$$

to zasilanie zabezpieczenia zgodnie z rysunkiem rys.7 symuluje zwarcie zewnętrzne transformatora w fazie R-T.



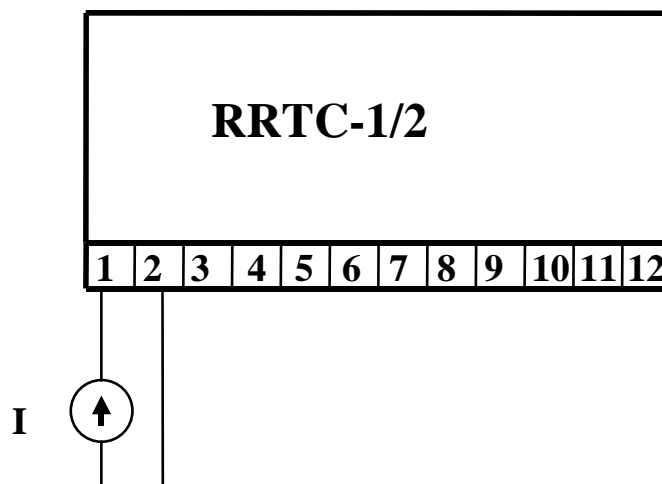
Rys. 7

W układzie pomiarowym zabezpieczenia można będzie wtedy odczytać następujące wartości prądów:

$$\begin{array}{ll} I_{r1} = 0 & I_{h1} = I_1 \\ I_{r2} = 0 & I_{h2} = 0 \\ I_{r3} = 0 & I_{h3} = I_1 \\ I_{WN1} = I_2 \vartheta_{WN} & I_{SN1} = I_1 \vartheta_{SN} \\ I_{WN2} = 0 & I_{SN2} = 0 \\ I_{WN3} = 0 & I_{SN3} = I_1 \vartheta_{SN} \end{array}$$

**Przykład 5**

Jeśli nastawimy grupę połączeń Yd11, a do zabezpieczenia będzie dopływał prąd  $I_2$ , to zasilanie zabezpieczenia zgodnie z rysunkiem rys. 8 symuluje zwarcie wewnętrzne transformatora w fazie R-0.



Rys. 8

W układzie pomiarowym zabezpieczenia można będzie wtedy odczytać następujące wartości prądów:

$$I_{r1} = I_2 \frac{\vartheta_{WN} \vartheta_T}{\vartheta_{SN} \sqrt{3}}$$

$$I_{r2} = 0$$

$$I_{r3} = I_2 \frac{\vartheta_{WN} \vartheta_T}{\vartheta_{SN} \sqrt{3}}$$

$$I_{WN1} = I_2 \vartheta_{WN}$$

$$I_{WN2} = 0$$

$$I_{WN3} = 0$$

$$I_{h1} = 0.5 I_2 \frac{\vartheta_{WN} \vartheta_T}{\vartheta_{SN} \sqrt{3}}$$

$$I_{h2} = 0$$

$$I_{h3} = 0.5 I_2 \frac{\vartheta_{WN} \vartheta_T}{\vartheta_{SN} \sqrt{3}}$$

$$I_{SN1} = 0$$

$$I_{SN2} = 0$$

$$I_{SN3} = 0$$

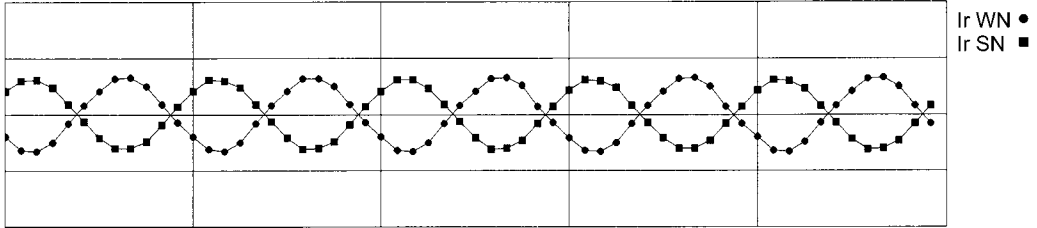


## 12. Dane techniczne

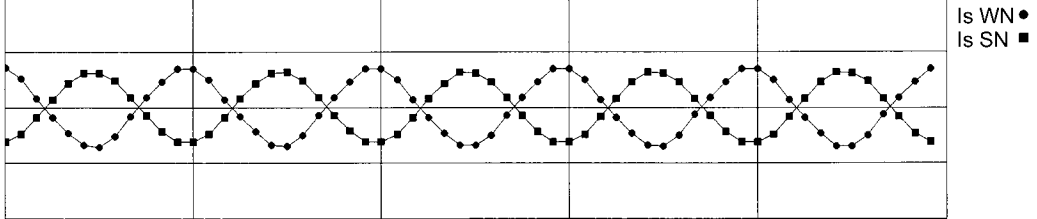
DANE OGÓLNE	
Wartość prądu znamionowego wejściowego In	5 A lub 1 A
Napięcie pomocnicze	88...250 V AC/DC
Pobór mocy w obw. Napięcia pomocniczego	≤ 8 VA/W
Częstotliwość znamionowa	50 Hz
Pobór mocy w obwodach prądowych	0,2 VA
Obciążalność długotrwała obwodu prądowego	2In
Wytrzymałość cieplna (1s)	80In
Wytrzymałość dynamiczna (10ms)	200In
Klasa dokładności	5
Czas działania	15 ms...40 ms
-wykonanie specjalne	7 ms...32 ms
Czas powrotu	<40 ms
Obwody wyjściowe przekaźnikowe (zestyki przekaźników RM94):	
Obciążalność trwała	8 A
Otwieranie obwodu przy	220V DC
Dla obciążenia rezystancyjnego	0,3
Dla obciążenia indukcyjnego (L/R = 40ms)	0,12 A
Wytrzymałość elektryczna izolacji:	
Napięcie przemienne	2kV/50Hz/1min.
Warunki środowiskowe:	
Nominalna temperatura otoczenia (praca)	-5° C ..... +40° C
Skrajna temperatura otoczenia (przechowywanie)	-25° C..... +70°
Stopień ochrony obudowy	IP40 (zaciski IP20)
Nastawienia dotyczące zabezpieczenia	
Prąd rozruchowy	0,1In...0,7In
Współczynnik stabilizacji	0,2.....0,7
Zawartość prądu 100Hz blokującego zabezpieczenie*	10...30%
Zawartość prądu 250Hz blokującego zabezpieczenie*	5.....20%
Nastawienie odcinacza prądowego*	2In....10In
Nastawienia dotyczące transformatora Dwuzwojowego	
Połączenie uzwojeń strony WN	Y
Połączenie uzwojeń strony SN	y0; y6; y(d)0; y(d)6, d1; d5; d7; d11
Prąd znamionowy strony WN	20...1000 A
Prąd znamionowy strony SN	200...5000 A
Nastawienia dotyczące transformatora Trójzwojowego	
Połączenie uzwojeń strony WN	Y
Połączenie uzwojeń strony SN1	y0; y6; d1; d5; d7; d11
Połączenie uzwojeń strony SN2	y0; y6; d1; d5; d7; d11
Napięcie znamionowe strony WN	6 kV ...440 kV
Napięcie znamionowe strony SN1	6 kV ...440 kV
Napięcie znamionowe strony SN2	6 kV ...440 kV
Nastawienia dotyczące przekładników	
Prąd znamionowy strony WN	20 A..1000 A
Prąd znamionowy strony SN1/SN2	200 A...5000 A
*nastawienie tylko dla serwisu	

# **ZAŁĄCZNIK**

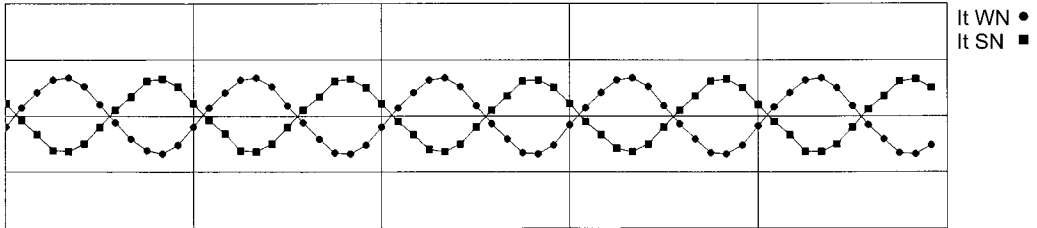
Pr. Ir strony WN / SN



Pr. Is strony WN / SN



Pr. It strony WN / SN



t.rei = 100 ms

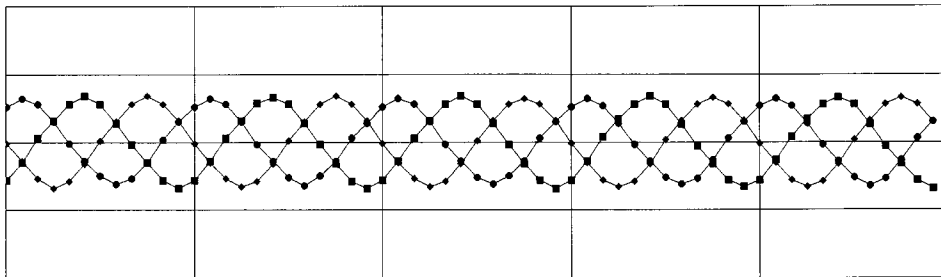
Nr RRTC → RRTC / 4

t.pr = 1.67 ms

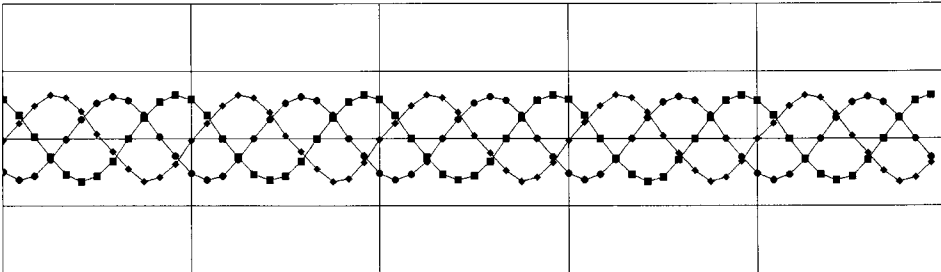
Data → 04-27-2000

### Grupa połączeń Yy0

Strona WN



Strona SN



Ir ● Is ■ It ▲

t.rei = 100 ms

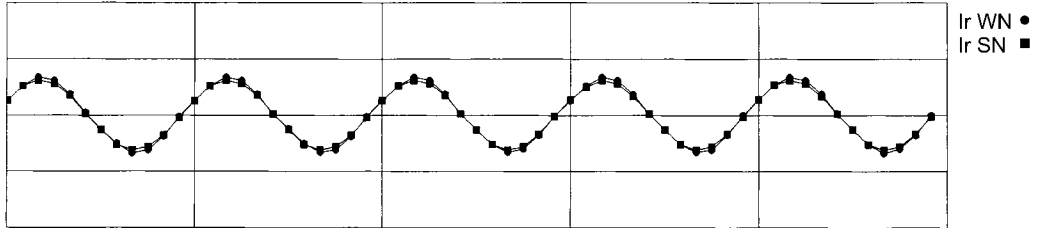
Nr RRTC →

t.pr = 1.67 ms

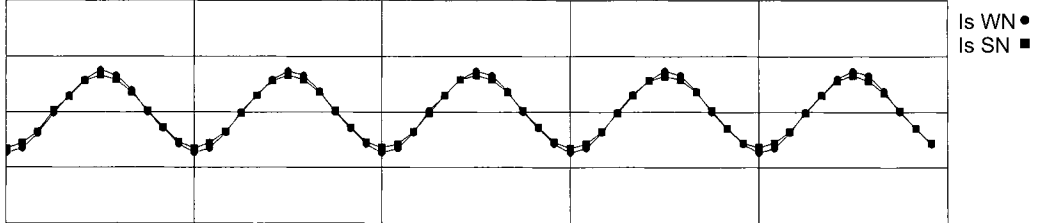
Data → 04-26-2000

### Grupa połączeń Yy0

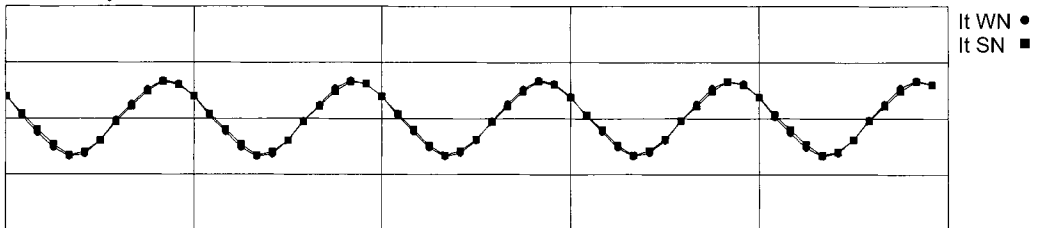
Pr. Ir strony WN / SN



Pr. Is strony WN / SN



Pr. It strony WN / SN

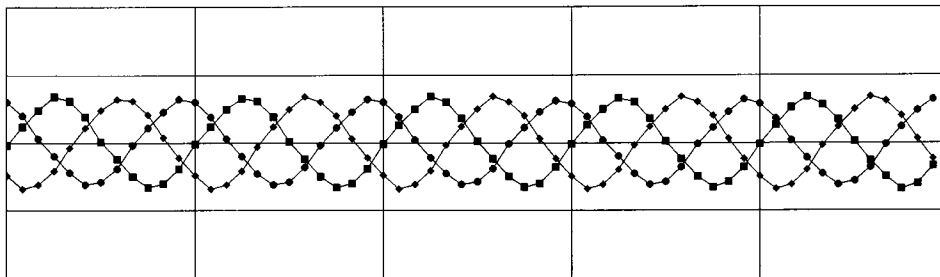


t.rei = 100 ms  
t.pr = 1.67 ms

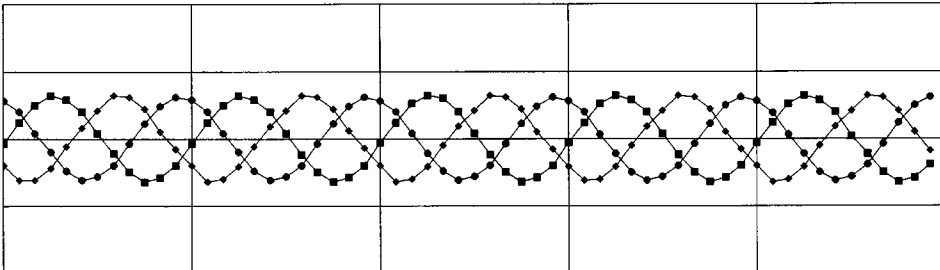
Nr RRTC → RRTC / 4  
Data → 04-27-2000

### Grupa połączeń Yy6

Strona WN



Strona SN



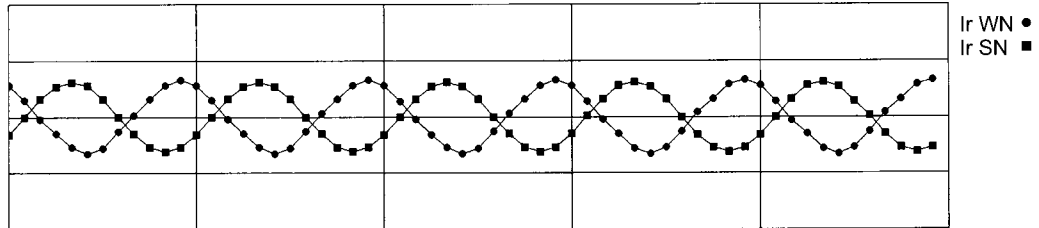
Ir ● Is ■ It ▲

t.rei = 100 ms  
t.pr = 1.67 ms

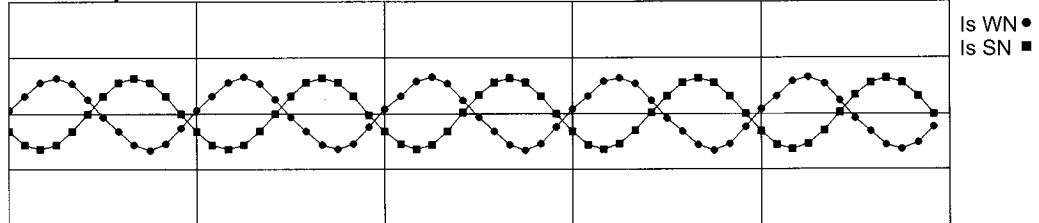
Nr RRTC →  
Data → 04-26-2000

### Grupa połączeń Yy6

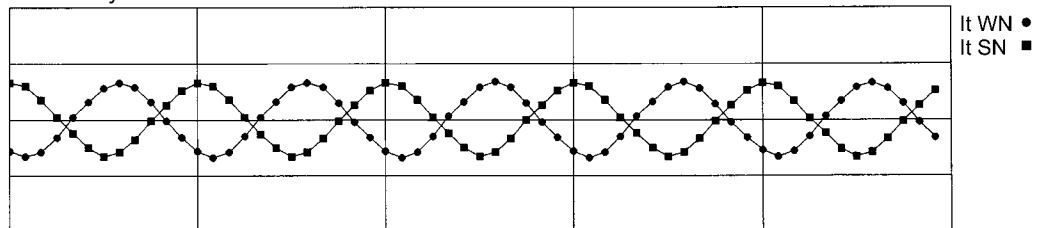
Pr. Ir strony WN / SN



Pr. Is strony WN / SN



Pr. It strony WN / SN

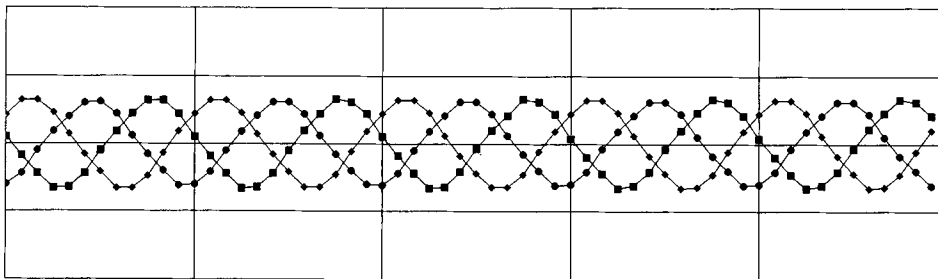


t.rei = 100 ms  
t.pr = 1.67 ms

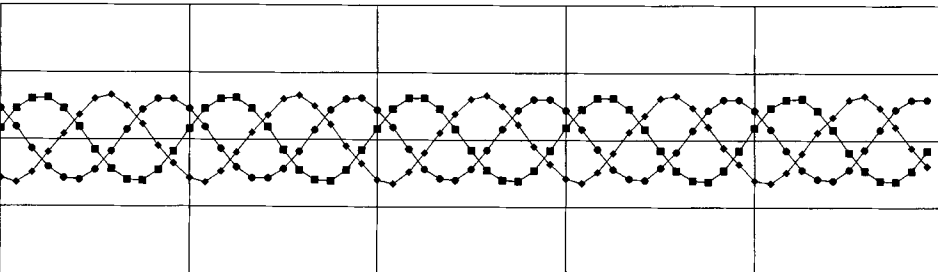
Nr RRTC → RRTC / 4  
Data → 04-27-2000

### Grupa połączeń Yd11

Strona WN



Strona SN



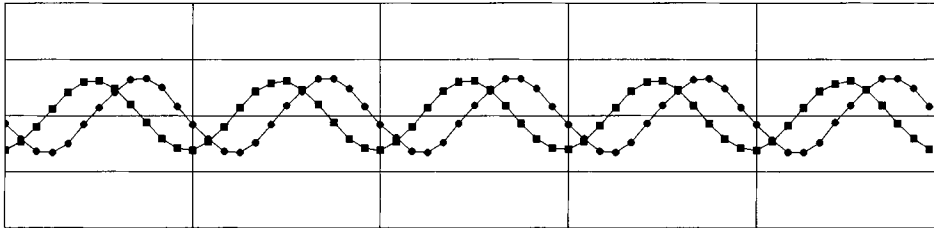
Ir ● Is ■ It ▲

t.rei = 100 ms  
t.pr = 1.67 ms

Nr RRTC →  
Data → 04-26-2000

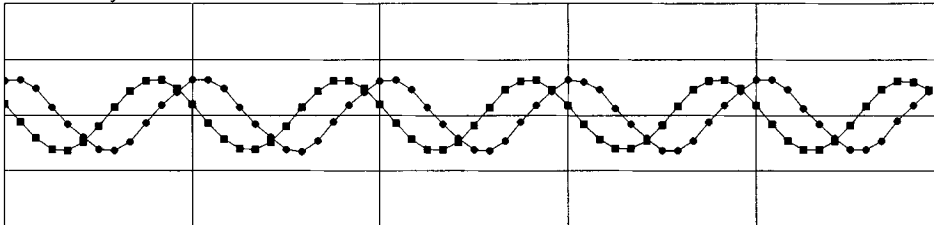
### Grupa połączeń Yd11

Pr. Ir strony WN / SN



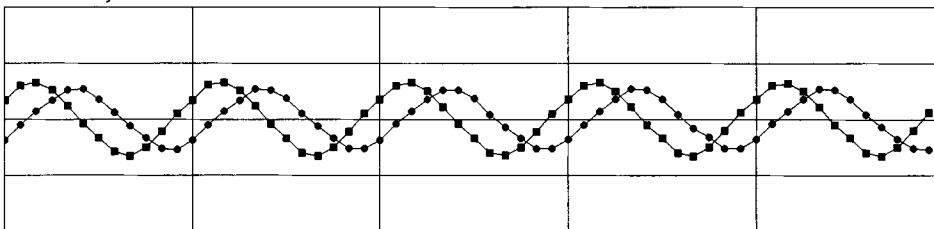
Ir WN ●  
Ir SN ■

Pr. Is strony WN / SN



Is WN ●  
Is SN ■

Pr. It strony WN / SN

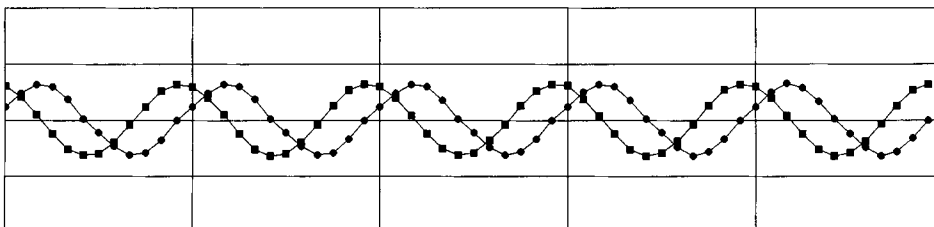


It WN ●  
It SN ■

t.rei = 100 ms      Nr RRTC → RRTC / 4  
t.pr = 1.67 ms      Data → 04-27-2000

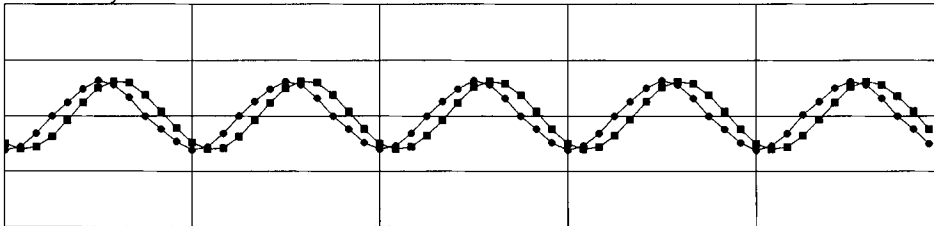
**Grupa połączeń Yd11 (przesunięcie faz R→T, S→R, T→S, po stronie WN)**

Pr. Ir strony WN / SN



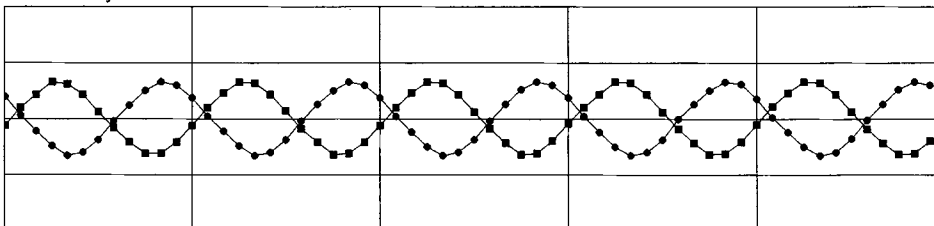
Ir WN ●  
Ir SN ■

Pr. Is strony WN / SN



Is WN ●  
Is SN ■

Pr. It strony WN / SN

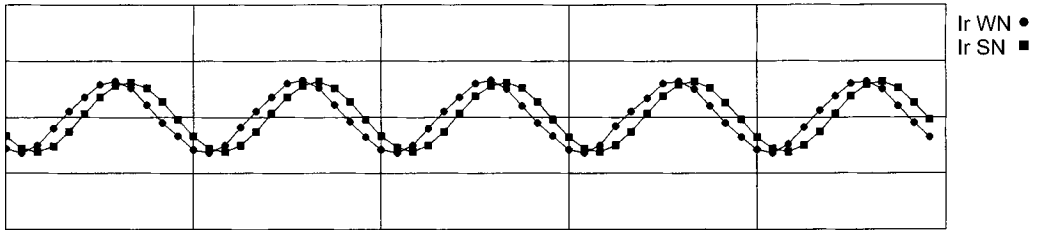


It WN ●  
It SN ■

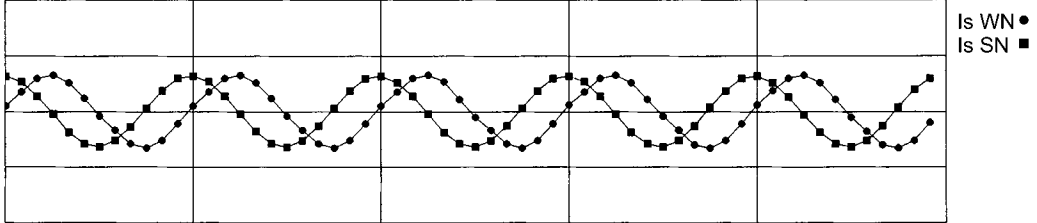
t.rei = 100 ms      Nr RRTC → RRTC / 4  
t.pr = 1.67 ms      Data → 04-27-2000

**Grupa połączeń Yd11 (zamienione fazy R, S po stronie SN)**

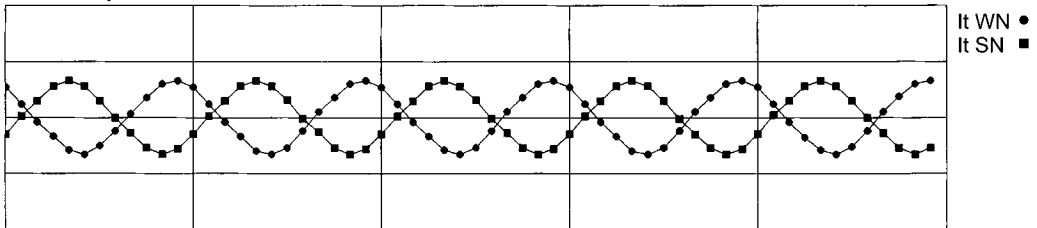
Pr. Ir strony WN / SN



Pr. Is strony WN / SN



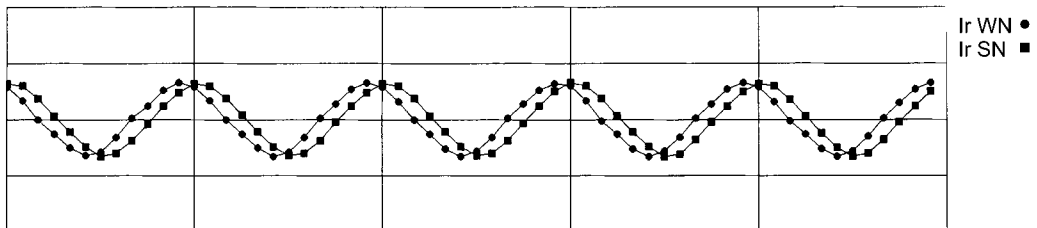
Pr. It strony WN / SN



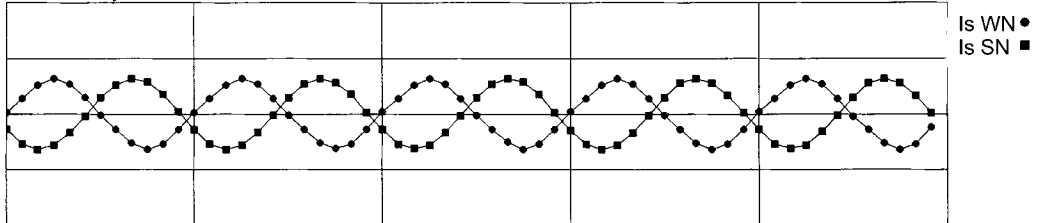
$t_{rei} = 100 \text{ ms}$     Nr RRTC  $\rightarrow$  RRTC / 4  
 $t_{pr} = 1.67 \text{ ms}$     Data  $\rightarrow$  04-27-2000

### Grupa połączeń Yd11 (zamienione fazy R, S po stronie WN)

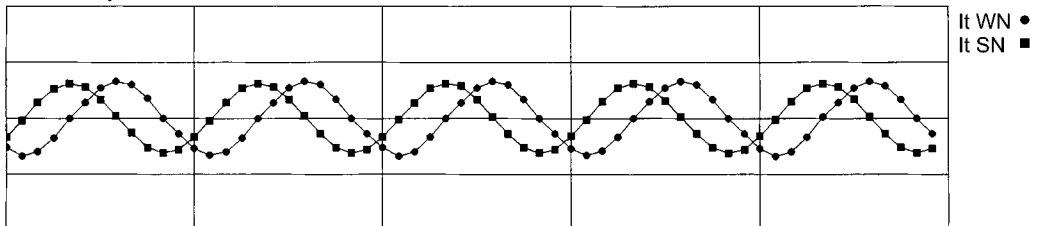
Pr. Ir strony WN / SN



Pr. Is strony WN / SN



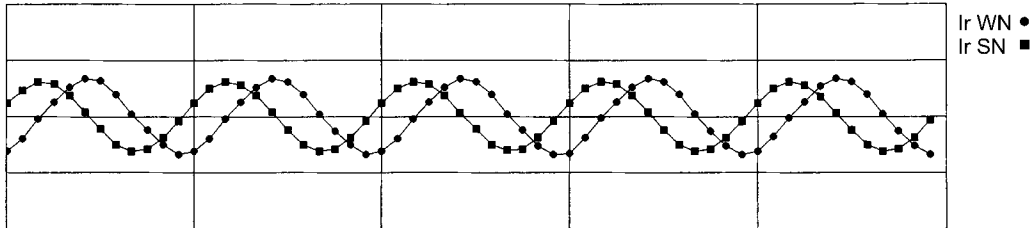
Pr. It strony WN / SN



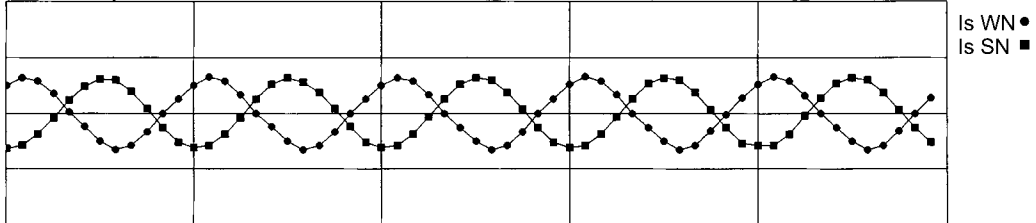
$t_{rei} = 100 \text{ ms}$     Nr RRTC  $\rightarrow$  RRTC / 4  
 $t_{pr} = 1.67 \text{ ms}$     Data  $\rightarrow$  04-27-2000

### Grupa połączeń Yd11 (zamienione fazy R, T po stronie SN)

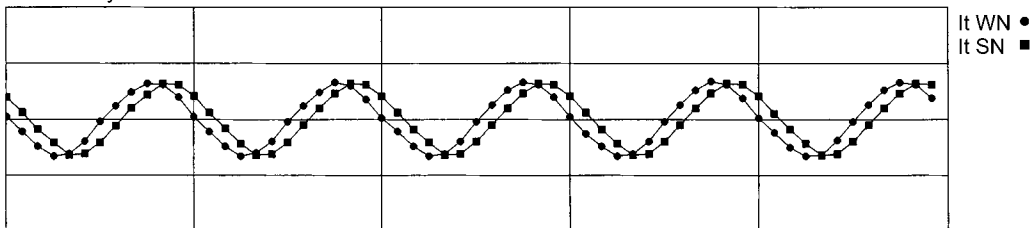
Pr. Ir strony WN / SN



Pr. Is strony WN / SN



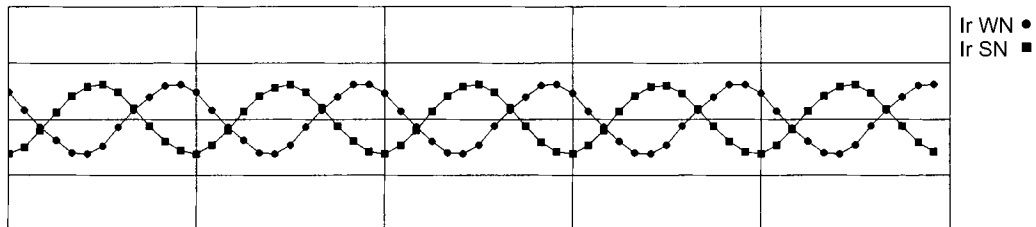
Pr. It strony WN / SN



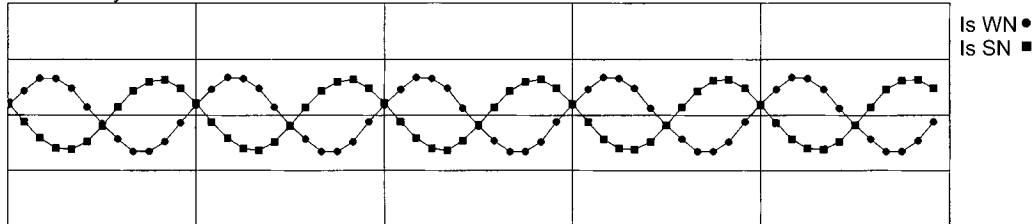
t.rei = 100 ms      Nr RRTC → RRTC / 4  
t.pr = 1.67 ms      Data → 04-27-2000

### Grupa połączeń Yd11 (zamienione fazy R, T po stronie WN)

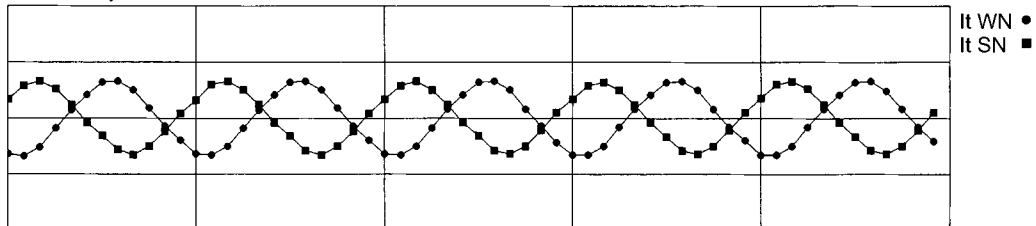
Pr. Ir strony WN / SN



Pr. Is strony WN / SN



Pr. It strony WN / SN

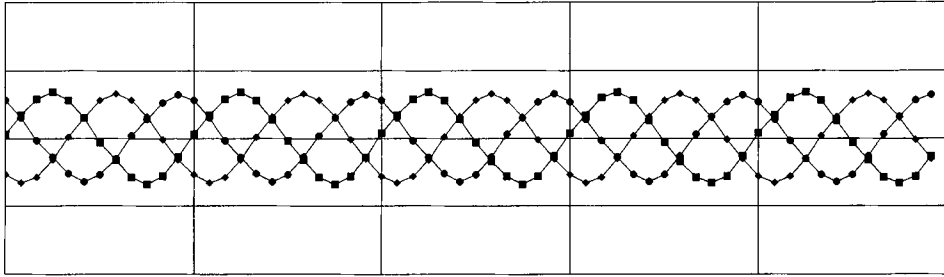


t.rei = 100 ms      Nr RRTC →  
t.pr = 1.67 ms      Data → 04-26-2000

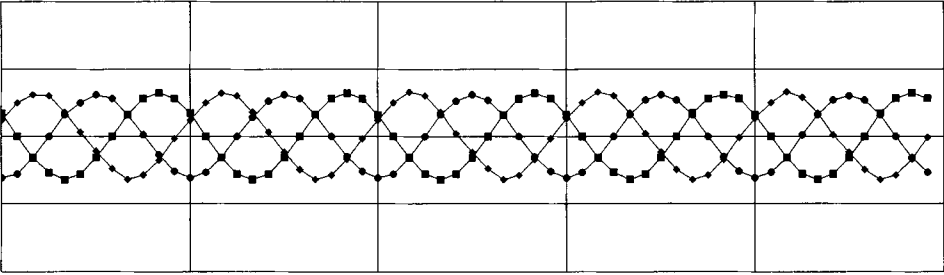
### Grupa połączeń Yd1



Strona WN



Strona SN

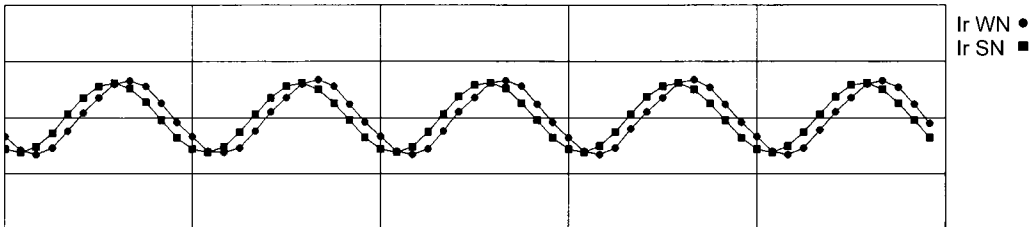


Ir • Is ■ It

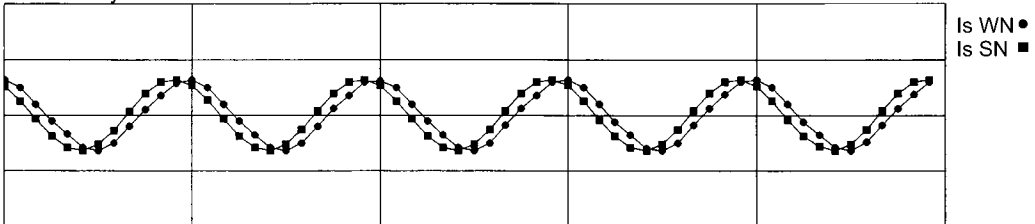
t.rei = 100 ms      Nr RRTC →  
t.pr = 1.67 ms      Data → 04-26-2000

### Grupa połączeń Yd1

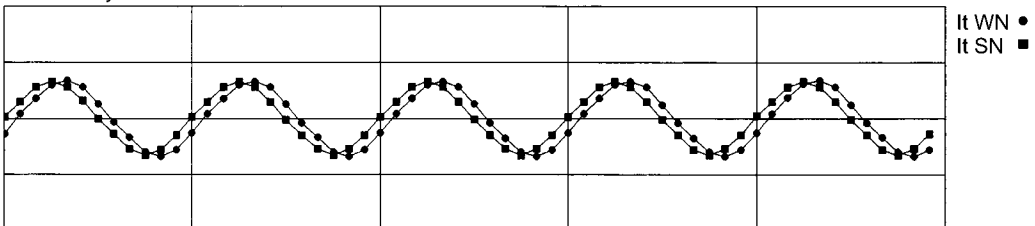
Pr. Ir strony WN / SN



Pr. Is strony WN / SN



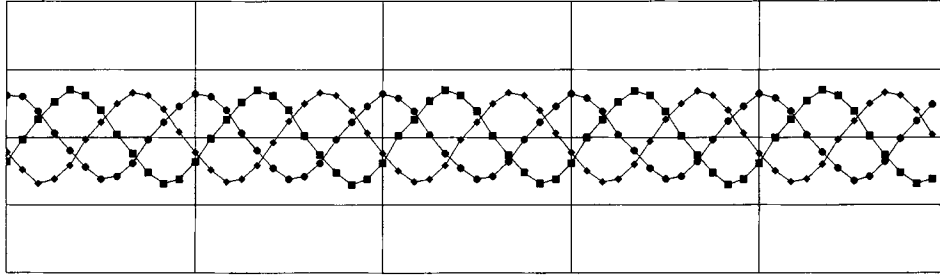
Pr. It strony WN / SN



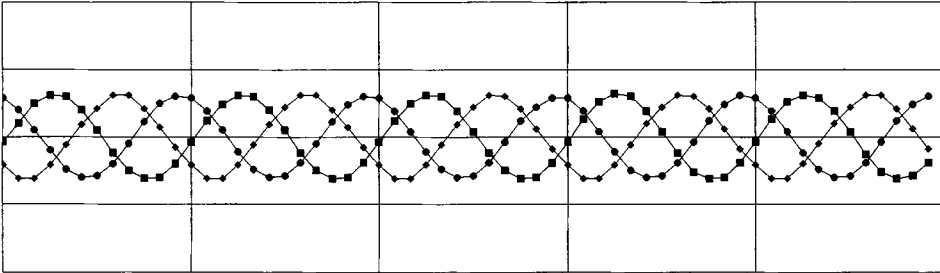
t.rei = 100 ms      Nr RRTC → RRTC / 4  
t.pr = 1.67 ms      Data → 04-27-2000

### Grupa połączeń Yd5

Strona WN



Strona SN

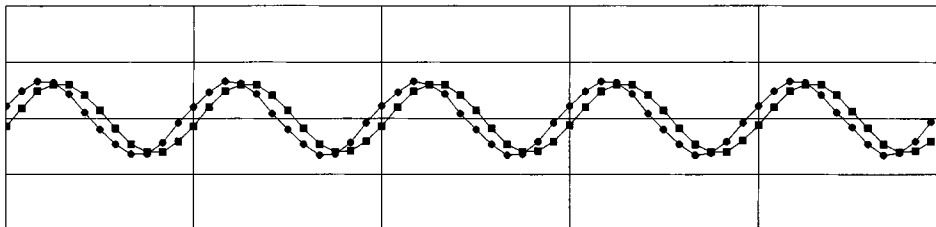


Ir • Is ■ It

t.rei = 100 ms      Nr RRTC →  
t.pr = 1.67 ms      Data → 04-26-2000

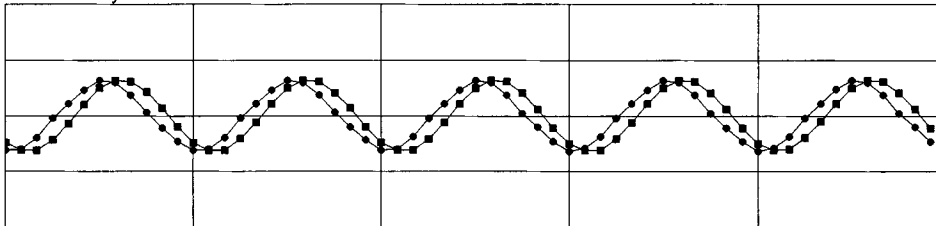
### Grupa połączeń Yd5

Pr. Ir strony WN / SN



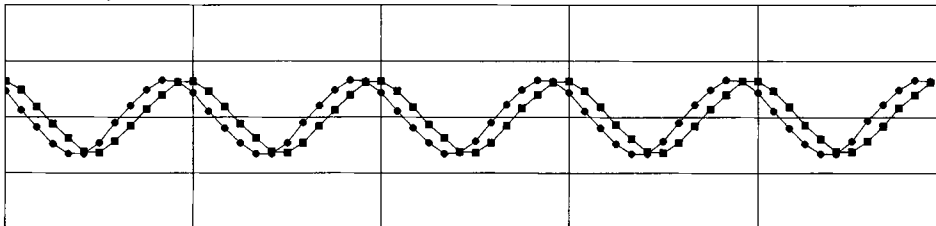
Ir WN •  
Ir SN ■

Pr. Is strony WN / SN



Is WN •  
Is SN ■

Pr. It strony WN / SN

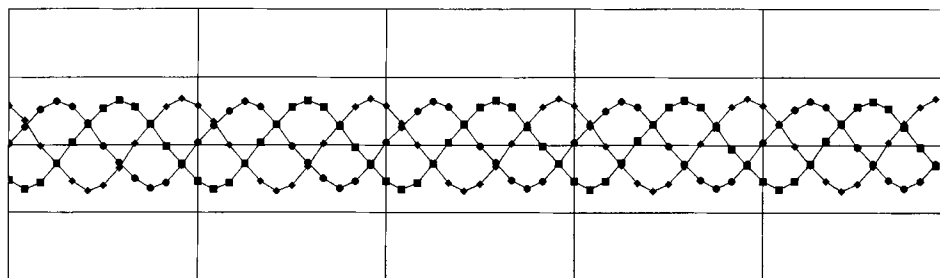


It WN •  
It SN ■

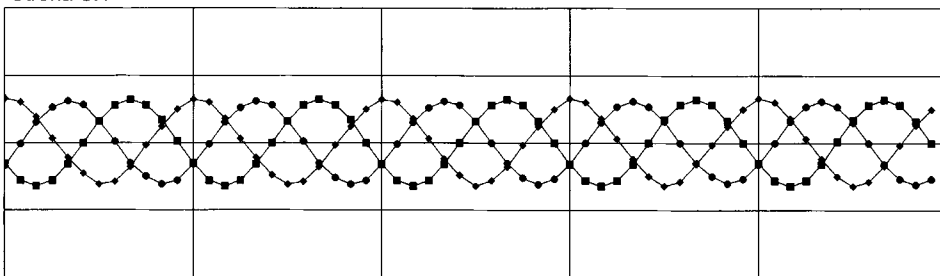
t.rei = 100 ms      Nr RRTC → RRTC / 4  
t.pr = 1.67 ms      Data → 04-27-2000

### Grupa połączeń Yd7

Strona WN



Strona SN



Ir • Is ■ It

t.rei = 100 ms

Nr RRTC →

t.pr = 1.67 ms

Data → 04-26-2000

**Grupa połączeń Yd7**