

POLITECHNIKA LUBELSKA

Wydział Elektrotechniki i Informatyki

Katedra Sieci Elektrycznych i Zabezpieczeń

Badanie Cyfrowego Zespołu Automatyki Zabezpieczeniowej i Sterowniczej
CZAZ-U za pomocą urządzenia testującego UTC – GT
Instrukcja Laboratoryjna

Spis treści

1. Wprowadzenie	- 3 -
2. Charakterystyka zespołu CZAZ-U.....	- 3 -
2.1 Zastosowanie i właściwości	- 3 -
2.2 Budowa	- 4 -
2.3 Logika działania	- 6 -
2.4. Funkcje zabezpieczeniowe.....	- 8 -
2.4.1 Zabezpieczenia nadprądowe zwłoczne	- 8 -
2.4.2 Funkcje nadprądowe bezzwłoczne.....	- 9 -
2.4.3 Zabezpieczenia ziemnozwarciowe	- 9 -
2.4.4 Zabezpieczenia podnapięciowe i nadnapięciowe	- 14 -
2.4.5 Zabezpieczenia częstotliwościowe	- 15 -
2.4.6 Zabezpieczenie łukochronne.....	- 15 -
2.4.7 Zabezpieczenia zewnętrzne.....	- 15 -
2.4.8 Funkcje dodatkowe	- 15 -
2.5 Funkcje pomocnicze	- 16 -
3. Obsługa i sposób użytkowania CZAZ-U	- 17 -
3.1 Obsługa za pomocą panelu operatora	- 17 -
3.1.1 Wybór zestawów zabezpieczeń i sposób dokonania nastaw	- 19 -
3.1.2 Odczyt wartości bieżących.....	- 21 -
3.2 Obsługa lokalna za pomocą komputera PC [5].....	- 21 -
4. Cyfrowe urządzenie testujące UTC-GT.....	- 24 -
4.1 Charakterystyka urządzenia	- 24 -
4.2 Program obsługi	- 27 -
5. Opis stanowiska laboratoryjnego	- 28 -
6. Przebieg ćwiczenia.....	- 32 -
6.1 Badanie zabezpieczeń naprądowych niezależnych $I>1$, $I>2$	- 32 -
6.1.1 Badanie w układzie jednofazowym	- 32 -
6.1.2 Badanie w układzie trójfazowym.....	- 36 -
6.2 Badanie zabezpieczeń naprądowych zwłocznych zależnych $I>4$	- 39 -
6.3 Badanie zabezpieczeń admitancyjnych.....	- 41 -
ZAŁĄCZNIK A – Dane techniczne CZAZ-U.....	- 44 -
ZAŁĄCZNIK B – Opis obwodów wejścia/wyjścia CZAZ-U.....	- 46 -
ZAŁĄCZNIK C – Dane techniczne zabezpieczeń CZAZ – U	- 48 -
ZAŁĄCZNIK D – Dane techniczne UTC-GT.....	- 50 -
Literatura:	- 51 -

1. Wprowadzenie

Celem ćwiczenia jest poznanie budowy, zasady działania, właściwości eksploatacyjnych, charakterystyk a także metod dokonywania pomiarów zabezpieczeń sieci SN na przykładzie Cyfrowego Zabezpieczenia Automatyki Zabezpieczeniowej i Sterowniczej CZAZ – U badanego przy pomocy urządzenia testującego UTC – GT.

Badane urządzenie CZAZ – U jest zespołem automatyki zabezpieczeniowej, wyposażonym w szereg zabezpieczeń, przeznaczonym do zabezpieczania linii średniego napięcia.

Urządzenie testujące UTC – GT jest cyfrowym urządzeniem testującym, służącym badaniu różnego rodzaju zabezpieczeń SN, umożliwiającym znaczne zautomatyzowanie tych procesów, dzięki możliwości współpracy z podłączanym komputerem PC i zainstalowaną dedykowaną aplikacją.

Przed wykonaniem ćwiczenia należy powtórzyć wiadomości z wykładu dotyczące zabezpieczeń sieci SN lub przestudiować odpowiednie rozdziały literatury [8, 9, 10, 11] oraz zapoznać się z niniejszą instrukcją.

2. Charakterystyka zespołu CZAZ-U

2.1 Zastosowanie i właściwości

Cyfrowy Zespół Automatyki Zabezpieczeniowej i Sterowniczej CZAZ-U jest uniwersalnym, kompleksowym urządzeniem Elektroenergetycznej Automatyki Zabezpieczeniowej (EAZ) realizującym wiele funkcji zabezpieczeniowych, sterowniczych, pomiarowych i kontrolnych. Przeznaczony jest do zabezpieczania pola zasilającego, pola łącznika szyn, pola pomiaru napięcia, linii napowietrznej i linii kablowej, transformatora SN/nn, baterii kondensatorów, transformatora uziemiającego, zarówno w sieciach z bezpośrednio uziemionym lub izolowanym punktem neutralnym oraz w sieciach kompensowanych. Zestaw realizowanych zabezpieczeń i funkcji dodatkowych pozwala na stosowanie urządzenia również w rozwiązaniach niestandardowych np. jako zabezpieczenie strony górnej transformatora WN/SN. Oprócz pełnienia podstawowych funkcji zabezpieczeniowych i sterowniczych urządzenie potrafi pełnić funkcje pomiarowe wielkości elektrycznych, rejestracji zakłóceń i zdarzeń oraz sygnalizacji lokalnej najważniejszych stanów pracy zespołu i chronionego pola.

Integralnym wyposażeniem zespołu jest sterownik specjalizowany, realizujący zdefiniowane funkcje współpracy z polem, oraz sterownik programowalny, który pozwala na ich rozszerzenie i modyfikację, jak również umożliwia realizację automatyki zabezpieczeniowej w nietypowych układach rozdzielni.

Sterownik specjalizowany daje możliwość dostosowania zespołu do potrzeb zabezpieczanego obiektu. Odbywa się to na drodze programowej konfiguracji na jednolitej, uniwersalnej platformie sprzętowej. Również współpraca łączników w polu zostaje zdefiniowana poprzez wybór schematu synoptyki pola rozdzielczego z dostępnej biblioteki, która zawiera układy zalecane i najczęściej występujące w praktyce, z podziałem na pola zasilające, pola łącznika szyn, pola odpływowe i pomiarowe. Istnieje możliwość stosowania zespołu w polach rozdzielnic zarówno z pojedynczym i podwójnym systemem szyn zbiorczych, sekcjonowanych, wyposażonych w klasyczne odłączniki i uziemniki oraz odłączniko-uziemniki i wózki pełniące rolę odłączników.

W sterowniku swobodnie programowalnym jest możliwe elastyczne modyfikowanie i rozszerzanie zdefiniowanych funkcji w zależności od aktualnych potrzeb na etapie wdrażania projektu, prowadzenia prac rozruchowych oraz w trakcie eksploatacji. Pozwala to na dostosowanie zespołu do pracy w nietypowych układach rozdzielni.

2.2 Budowa

Badany CZAZ-U to wersja z wyświetlaczem graficznym, mieszcząca się w obudowie przystosowanej do montażu natablicowego. Na płycie czołowej zespołu (rys. 2.1) znajduje się panel operatora, wyposażony w:

- 6-przyciskową klawiaturę, przeznaczoną do lokalnej obsługi menu programu zespołu,
- monochromatyczny wyświetlacz graficzny, przeznaczony do komunikacji wizualnej użytkownika z zespołem,
- zestaw diod LED jako programowalnych wskaźników wizualnych, sygnalizujących wybrane przez użytkownika stany pracy pola,
- zestaw diod LED dedykowanych, sygnalizujących najważniejsze stany pracy zespołu oraz pola,
- kasownik WWZ, przeznaczony do kasowania sygnalizacji optycznej LED oraz komunikatów pojawiających się na wyświetlaczu LCD,
- kasownik BLZ, przeznaczony do kasowania stanu blokady załączenia wyłącznika pola,
- port komunikacji szeregowej RS-232, przeznaczony do połączenia zespołu, z lokalnym komputerem PC,
- cztery przyciski, przeznaczone do lokalnego sterowania łącznikami (wyłączenie, załączenie, przełączenie sterowania L/R, zaznaczenie łącznika),
- dwa łączniki funkcyjne, przeznaczone do funkcyjnego zaprogramowania przez użytkownika.



Rys. 2.1 Płyta czołowa urządzenia CZAZ-U

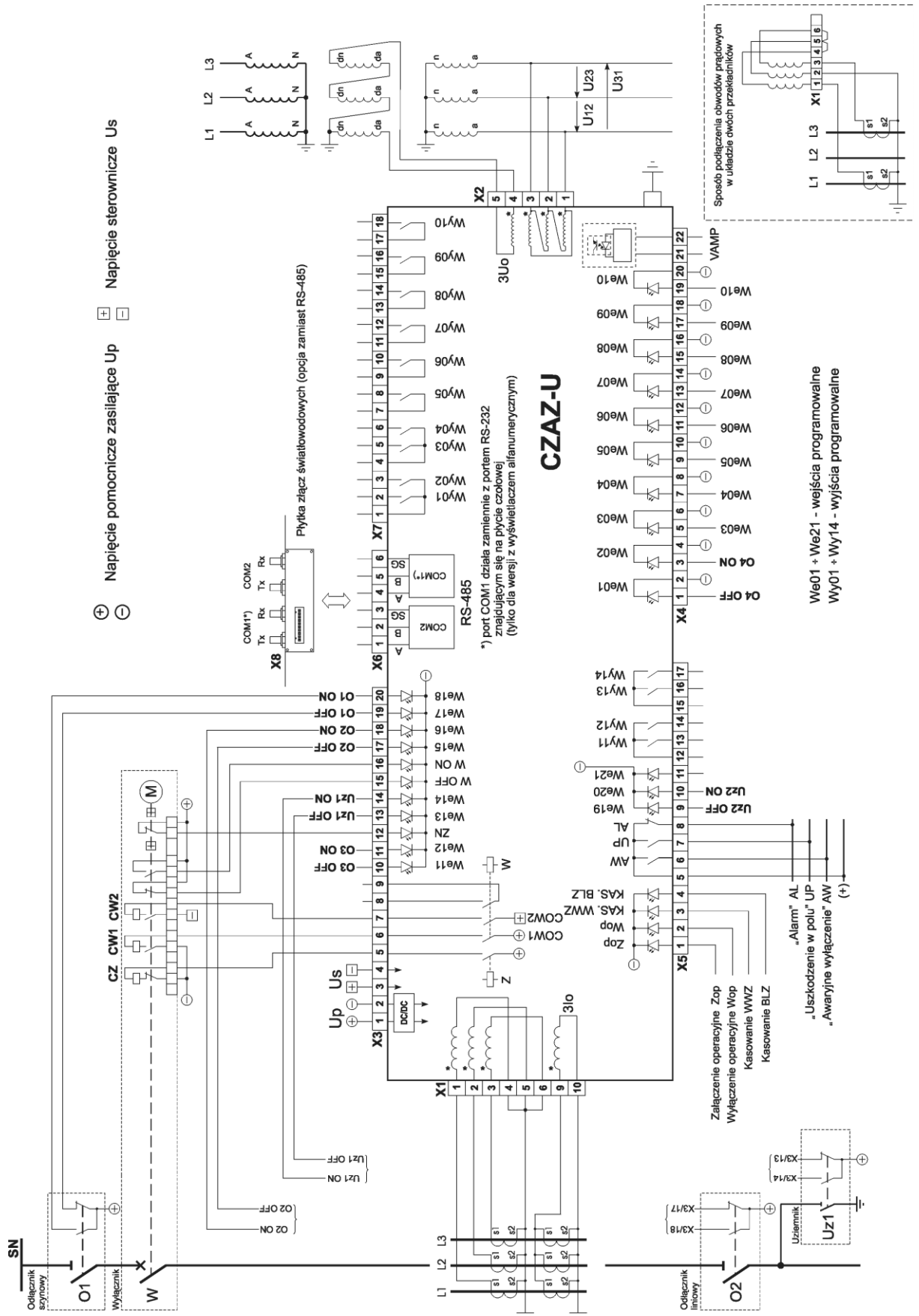
Wyświetlacz graficzny, jaki zastosowano w zespole, to monochromatyczny wyświetlacz ciekłokrystaliczny o rozdzielczości 240x320 pikseli, na którym obraz jest podzielony na dwa funkcjonalne okna:

- główne – prezentujące stan położenia łączników (synoptyka pola), parametrów pracy pola (pomiar, zdarzenia, liczniki, itp.), menu programu umożliwiające obsługę urządzenia,
- WWZ – na którym pojawiają się komunikaty o zadziałaniu zabezpieczeń, zadziałaniu układów automatyki, aktywnych blokadach załączenia wyłącznika, niezgodności położenia styków łączników, braku ciągłości obwodów wyłączających wyłącznik, wyłączeniu awaryjnym lub operacyjnym oraz komunikaty użytkownika, ustawiane w sterowniku programowalnym. Wykaz sygnałów na wyświetlaczu LCD w oknie WWZ podaje załącznik B do „Instrukcji Obsługi” zespołu CZAZ-U (nr EE424052).

Obwody wejściowe pomiarowe są doprowadzone za pośrednictwem złączy bezśrubowych (przekrój dołączanych przewodów – do 4mm²), a pozostałe obwody – za pośrednictwem złączy wtykowych (przekrój dołączanych przewodów – do 2,5mm²).

Rysunek 1.2 przedstawia schemat połączeń zewnętrznych urządzenia udostępniony przez producenta, natomiast załącznik B – opis obwodów wejścia/wyjścia.

Rys. 2.2 Schemat połączeń zewnętrznych zespołu CZAZ-U



2.3 Logika działania

Schemat logiczny działania zespołu (rys. 2.3) przedstawia trzy podstawowe bloki funkcjonalne:

- układ pomiarowo – nastawczy zabezpieczeń,
- sterownik specjalizowany SS,
- sterownik programowalny SP.

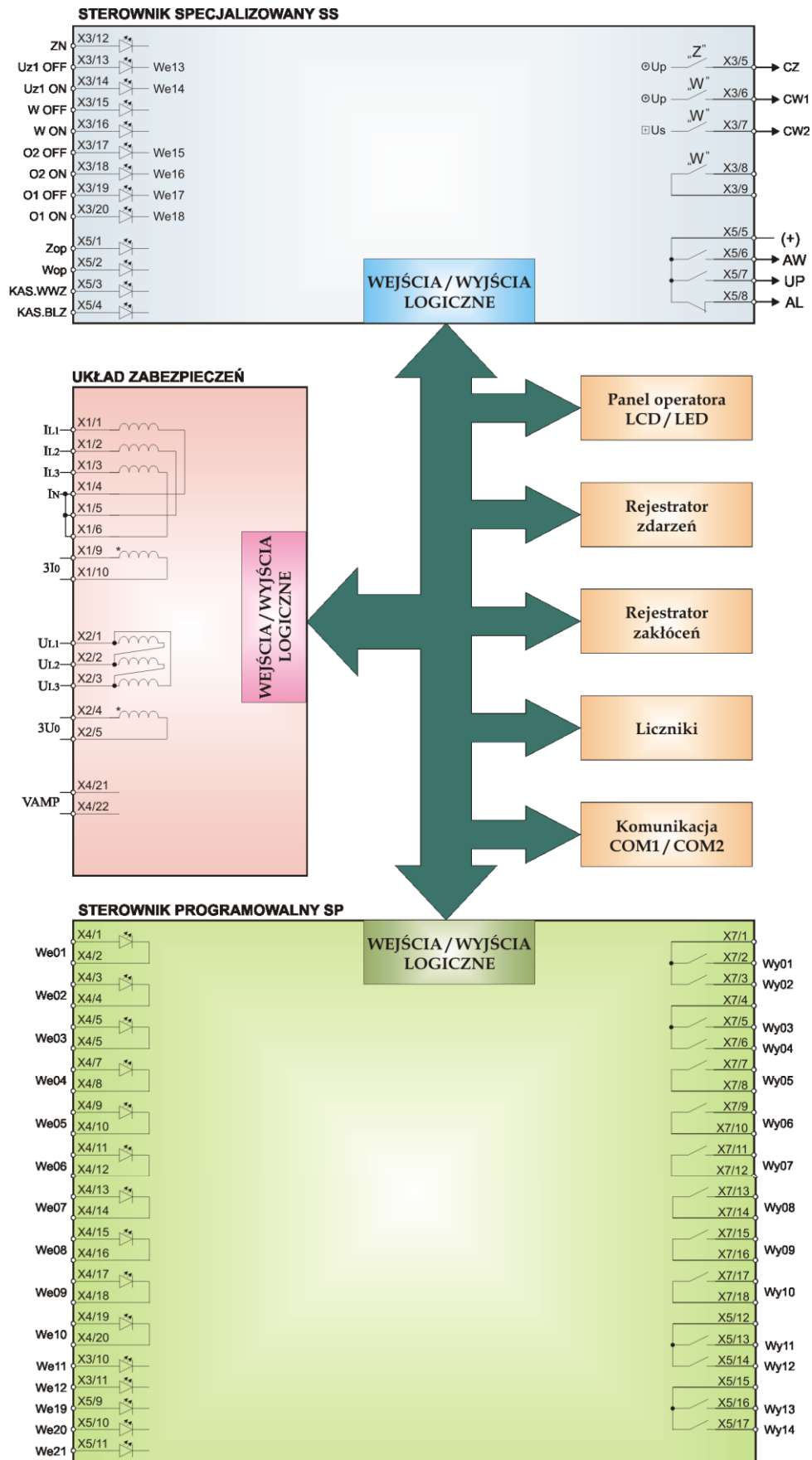
Blok układu zabezpieczeń realizuje przetwarzanie analogowo – cyfrowe wejściowych sygnałów pomiarowych oraz algorytmy charakterystyk zabezpieczeń i zależności logiczno – czasowych. W bloku tym definiowane są parametry i funkcje dodatkowe zabezpieczeń. Zewnętrzne sygnały wejściowe bloku zabezpieczeń są przekazywane z obwodów pomiarowych, zasilanych z przekładników prądowych i napięciowych, oraz z obwodu współpracy z czujnikiem zabezpieczenia łukochronnego.

Wyjściowe sygnały logiczne tego bloku, to między innymi sygnały pobudzenia i zadziałania zabezpieczeń oraz sygnały do sterowania na wyłączenie wyłącznika i pobudzenie sygnalizacji.

Sterownik specjalizowany SS realizuje określone funkcje współpracy z polem, w tym współpracę z łącznikami oraz układy automatyki poawaryjnej. Zewnętrzne wejścia/wyjścia tego sterownika są zdefiniowane, czyli ich funkcje są w zespole z góry określone.

Sterownik programowalny SP pozwala na dowolną konfigurację układów logiczno – czasowych, z wykorzystaniem zewnętrznych wejść dwustanowych i wyjść stykowych przekaźników wykonawczych oraz wejść/wyjść logicznych. Zewnętrzne wejścia/wyjścia tego sterownika są swobodnie programowalne.

Pozostałe bloki spełniają funkcje pomocnicze, umożliwiając lokalną i zdalną obsługę, pomiary, sygnalizację oraz przechowywanie zapisów dokumentujących pracę zespołu.



Rys. 2.3 Schemat blokowy zespołu CZAZ-U

2.4. Funkcje zabezpieczeniowe

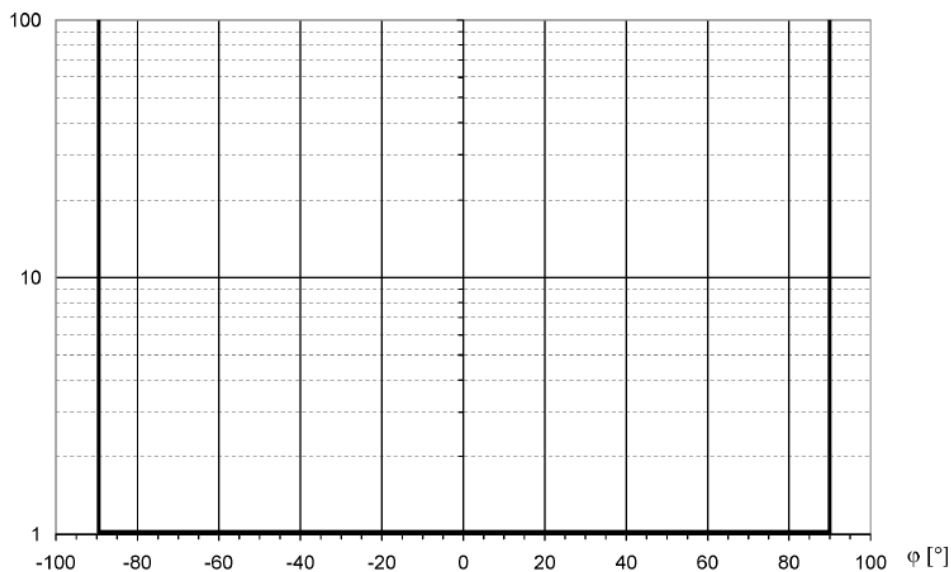
2.4.1 Zabezpieczenia nadprądowe zwłoczne

Zespół CZAZ-U posiada cztery zabezpieczenia nadprądowe zwłoczne, niezależne $I>1$, $I>2$, $I>3$, $I>4$, które posiadają możliwość wyboru kryterium pomiarowego wartości skutecznej sygnału lub wartości skutecznej składowej podstawowej.

Zabezpieczenie $I>1$ przeznaczone jest do wykrywania zwarć międzyfazowych, realizacji układu zabezpieczenia szyn zbiorczych w polach zasilających i w polu łącznika szyn oraz realizacji automatyki samoczynnego ponownego załączenia SPZ w polach liniowych.

Zabezpieczenie $I>2$ przeznaczone jest do pełnienia funkcji takich jak zabezpieczenie $I>1$, dodatkowo posiadając możliwość realizacji zabezpieczeń od przeciążeń ruchowych.

I/I_r [-]



Rys. 2.4 Charakterystyka rozruchowa zabezpieczeń $I>1$, $I>2$ z funkcją blokady kierunkowej (dla kąta charakterystycznego linii $\varphi_k = 0^\circ$)

Zabezpieczenie $I>3$ przeznaczone jest w szczególności do realizacji zabezpieczeń od przeciążeń ruchowych oraz do rezerwowania zabezpieczeń podstawowych.

Zabezpieczenie $I>4$ posiada możliwość pracy jako zabezpieczenie zależne od wybranej przez użytkownika charakterystyki czasowo – prądowej. Służy do wykrywania zwarć międzyfazowych oraz przeciążeń ruchowych. Trzy typy charakterystyk zależnych dają możliwość dostosowania czasu działania do wymagań pól odpływowych, zasilających, pola łącznika szyn, baterii kondensatorów i transformatora uziemiającego, jak również do zapewnienia selektywności działania w sieciach rozległych.

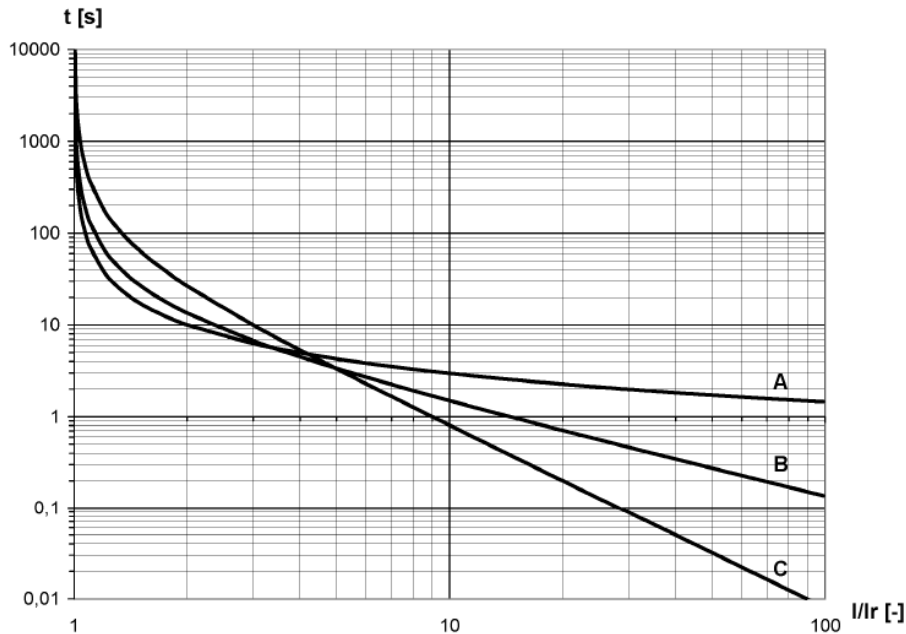
Charakterystyki czasowo-prądowe zależne typu A, B, C (rys. 2.5) zostały zdefiniowane zgodnie z PN-EN 60255-3:1999 wg wzoru:

$$t = \frac{k_1 \cdot k_2}{\left(\frac{I}{I_r}\right)^\alpha - 1} \quad (2.2)$$

gdzie:

t – teoretyczny czas działania (s),

I – wartość skuteczna prądu pomiarowego,
 I_r – wartość nastawienia prądu rozruchowego,
 α – wykładnik potęgi określający typ charakterystyki, zgodnie z poniższym opisem,
 k_1 – stała określająca typ charakterystyki (s), zgodnie z poniższym opisem,
 k_2 – mnożnik czasu.
 typ A – charakterystyka czasowa zależna, normalna ($k_1=0,14s$, $\alpha=0,02$),
 typ B – charakterystyka czasowa bardzo zależna ($k_1=13,5$, $\alpha=1$),
 typ C – charakterystyka czasowa ekstremalnie zależna ($k_1=80s$, $\alpha=2$).



Rys. 2.5 Charakterystyka czasowo-prądowa zabezpieczenia $I>4$ ($k_2=1,00$)

2.4.2 Funkcje nadprądowe bezzwłoczne

Funkcje nadprądowe bezzwłoczne $I>5$, $I>6$ stanowi komparator, porównujący wejściowy sygnał pomiarowy z nastawionym sygnałem odniesienia. Wzrost prądu pomiarowego powyżej nastawionej wartości rozruchowej powoduje aktywny sygnał logiczny na wejściu sterownika programowalnego, określony jako pobudzenie funkcji nadprądowej. Wielkością kryterialną tych funkcji jest wartość skuteczna składowej podstawowej prądu (I_{lh}). Funkcje te mogą być wykorzystane do konfiguracji sygnałów wyzwalania rejestracji przebiegów w rejestratorze zakłóceń przy przekroczeniu nastawionej wartości prądu. Innym przykładem jest zastosowanie w charakterze dodatkowego kryterium nadprądowego, współdziałającego z informacją o położeniu styków wyłącznika (potwierdzenie wyłączenia wyłącznika – prąd nie płynie).

W polach zasilających i w polach łącznika szyn funkcje te pozwalają zrealizować kryterium nadprądowe w układach wykonawczych zabezpieczenia szyn zbiorczych ZS oraz lokalnego rezerwowania wyłączników LRW, które to układy są konfigurowalne w sterowniku programowalnym.

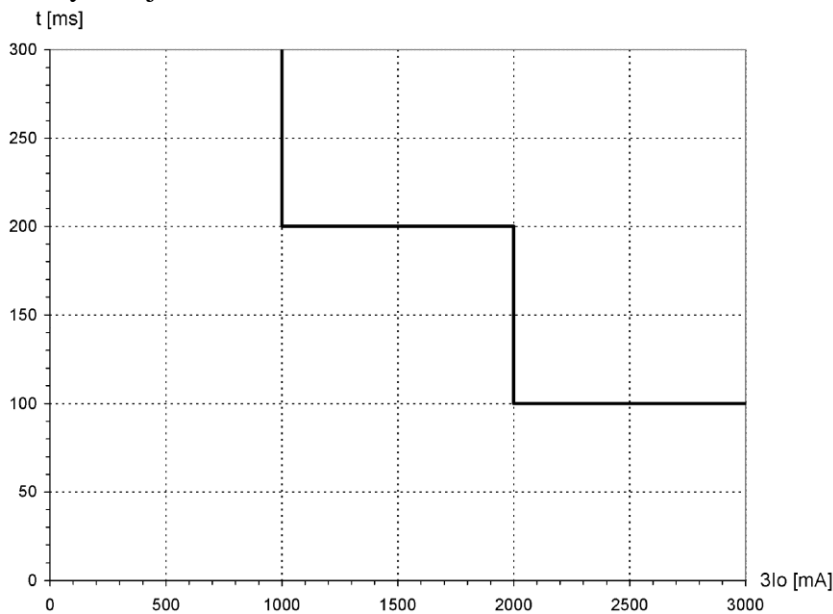
2.4.3 Zabezpieczenia ziemnozwarciowe

Występujące w zespole CZAZ-U zabezpieczenia ziemnozwarciowe Y_0 przeznaczone są do wykrywania zwarcí doziemnych w sieciach z bezpośrednio uziemionym lub izolowanym punktem neutralnym oraz w sieciach kompensowanych. Działają poprawnie również w przypadku zwarcí przerywanych. Algorytm ich działania kontroluje czasy trwa-

nia impulsów pobudzenia oraz czasu trwania przerw między tymi impulsami. Zabezpieczenie zostaje pobudzone, gdy sekwencja tych czasów wskazuje na zwarcie doziemne, i zadziała po czasie, który wynika z czasów trwania pobudzeń i przerw między impulsami pobudzeń.

Istnieje możliwość niezależnej konfiguracji pracy czterech zabezpieczeń o różnych kryteriach identyfikacji zwarcia. Możliwa jest ich współpraca z przekładnikiem Ferrantiego lub z przekładnikami w układzie Holmgreena.

W zabezpieczeniach: dwustopniowym Io1 oraz z charakterystyką czasową zależną Io2, wielkością pomiarową jest wartość skuteczna składowej podstawowej prądu zerowego 3Io. Stosowane są one w sieciach z bezpośrednio uziemionym jak i z izolowanym punktem neutralnym, gdy wykorzystanie prądu składowej zerowej jest wystarczające do prawidłowej identyfikacji zwarcia.



Rys. 2.6 Charakterystyka rozruchowa zabezpieczenia Io1 (dla $I_{r1}=1000\text{mA}$, $t_1=200\text{ms}$, $I_{r2}=2000\text{mA}$, $t_2=100\text{ms}$)

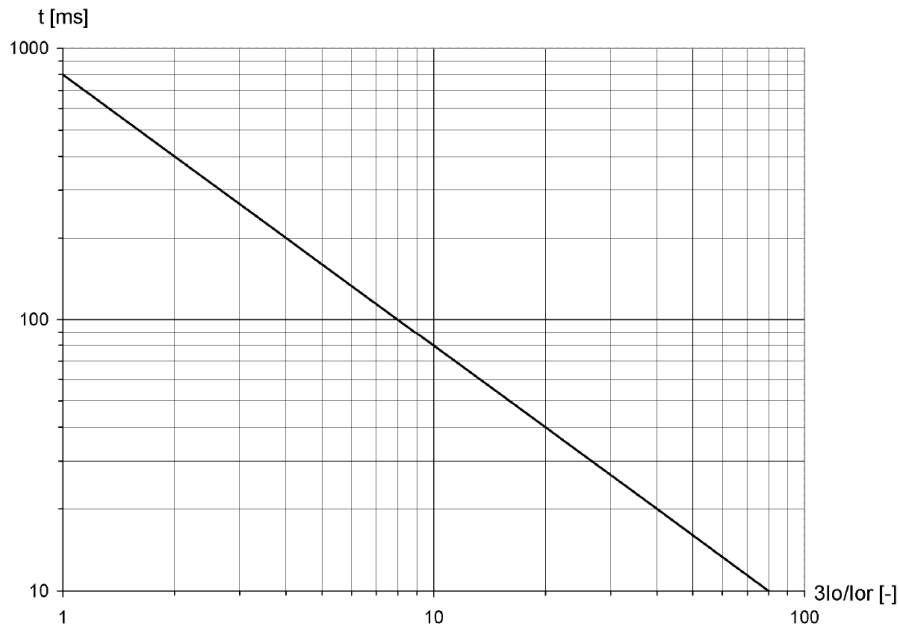
Charakterystykę rozruchową czasowo – prądową zabezpieczenia Io2 określa wzór:

$$t = 2t_2 \left(\frac{I_{or}}{3I_o} \right) \quad \text{przy } 3U_o \geq U_{o\min} \quad (2.3)$$

gdzie:

- I_{or} – wartość nastawienia prądu rozruchowego,
- $3I_o$ – prąd składowej zerowej,
- $3U_o$ – napięcie składowej zerowej,
- $U_{o\min}$ – wartość nastawienia napięcia minimalnego,
- t_2 – nastawialny czas zadziałania dla $3I_o=2I_{or}$,
- t – czas zadziałania zabezpieczenia.

Charakterystyka czasowa zależna umożliwia zwiększenie selektywności działania zabezpieczenia oraz skrócenie czasu działania, w porównaniu do zabezpieczenia Io1.

Rys. 2.7 Charakterystyka czasowo-prądowa zabezpieczenia Io2 ($t_2=400ms$)

Zabezpieczenie kierunkowe zwłoczne, niezależne Io3 przeznaczone jest do sieci z izolowanym punktem neutralnym lub w sieciach kompensowanych oraz w konfiguracjach sieci z bezpośrednio uziemionym punktem neutralnym (linie równoległe, sieć pierścieniowa), gdy pomiar składowej zerowej prądu nie jest wystarczającym kryterium do prawidłowej identyfikacji zwarcia.

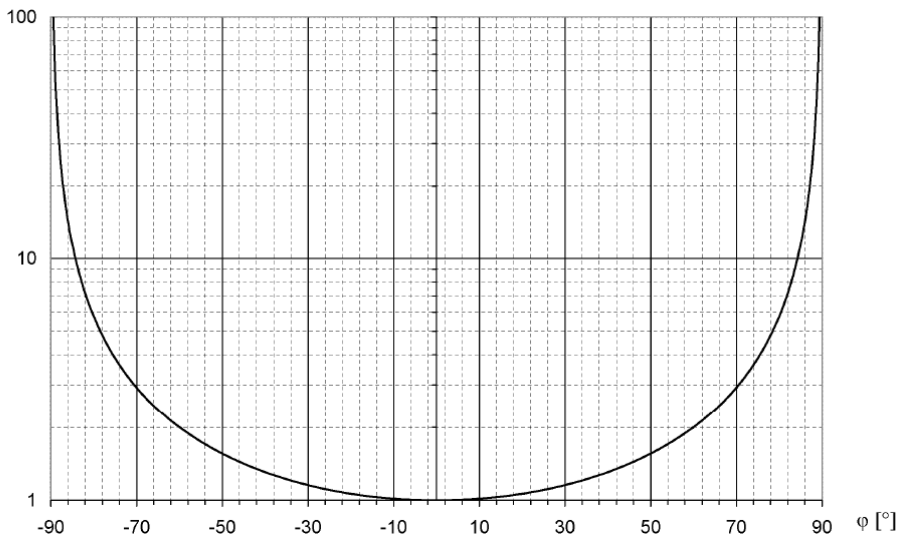
Selektywne wykrywanie zwarcia zapewnia charakterystyka rozruchowa określona wg wzoru:

$$3I_o \geq \frac{I_{or}}{\cos(\varphi_m - \varphi)} \quad \text{przy } 3U_o \geq U_{o\min} \quad (2.4)$$

gdzie:

- $3I_o$ – prąd składowej zerowej,
- $3U_o$ – napięcie składowej zerowej,
- φ – kąt przesunięcia fazowego między $3I_o$ a $3U_o$,
- I_{or} – wartość nastawienia prądu rozruchowego,
- $U_{o\min}$ – wartość nastawienia napięcia minimalnego,
- φ_m – wartość nastawienia kąta maksymalnej czułości.

3Io/Ior [-]

Rys. 2.8 Charakterystyka rozruchowa zabezpieczenia Io3 ($\varphi_m = 0^\circ$)

Zabezpieczenie admitancyjne zwłoczne Yo ma podobne zastosowanie jak zabezpieczenie Io, a dodatkowo również istnieje możliwość jego wykorzystania w sieciach kompensowanych, wyposażonych w urządzenia wymuszające składową czynną. Zaletą tego zabezpieczenia, w porównaniu do zabezpieczenia zerowoprądowego, jest znacznie zwiększona wykrywalność doziemień przy uszkodzeniu (ewentualnie wyłączeniu) rezystora uziemiającego.

Dostępne typy charakterystyk umożliwiają dopasowanie zabezpieczenia do sposobu pracy punktu neutralnego sieci.

Charakterystyka rozruchowa – typ BGo:

$$Y \geq \frac{Y_{rBGo}}{\cos(\varphi_m - \varphi)} \quad \text{kierunkowa} \quad (2.5)$$

lub

$$Y \geq \frac{Y_{rBGo}}{|\cos(\varphi_m - \varphi)|} \quad \text{bezkierunkowa, przy } 3U_o \geq U_{o \min} \quad (2.6)$$

gdzie:

Y_{rBGo} – wartość nastawienia admitancji rozruchowej dla charakterystyk typu BGo,

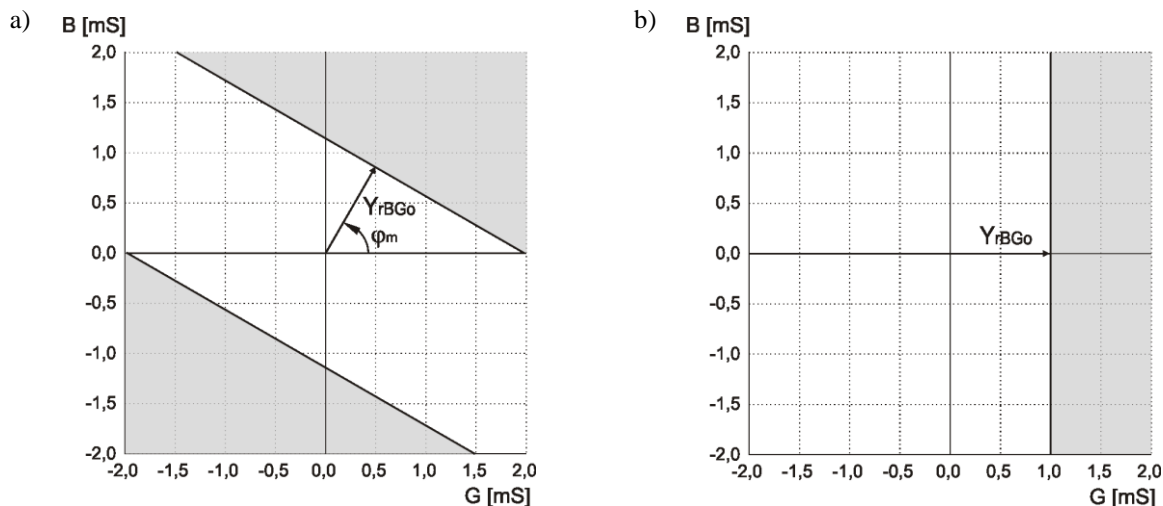
Y – pomiar admitancji,

$3U_o$ – pomiar napięcia składowej zerowej,

$U_{o \min}$ – wartość nastawienia napięcia minimalnego,

φ – kąt przesunięcia fazowego między prądem i napięciem,

φ_m – wartość nastawienia kąta maksymalnej czułości.



Rys. 2.9 Charakterystyka zabezpieczenia Yo. typ BGo (dla $Y_{rBGo} = 1 \text{ mS}$): a) $\phi_m = 60^\circ$, bezkierunkowa, b) $\phi_m = 0^\circ$, kierunkowa

Charakterystyka rozruchowa typu Yo:

$$Y \geq Y_{rYo} \text{ bezkierunkowa, przy } 3U_o \geq U_{o\min} \quad (2.7)$$

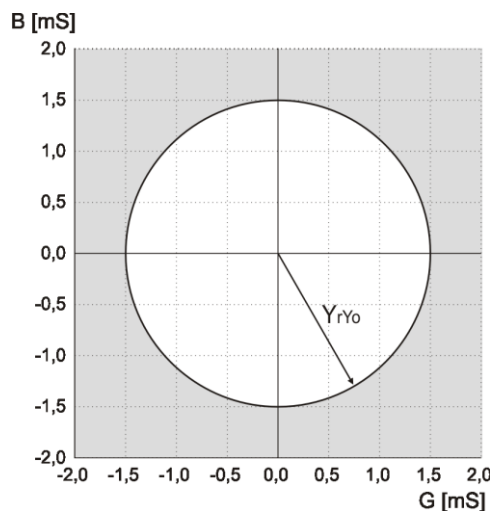
gdzie:

Y_{rYo} – wartość admitancji rozruchowej dla charakterystyki typu Yo,

Y – pomiar admitancji,

$3U_o$ – pomiar napięcia składowej zerowej,

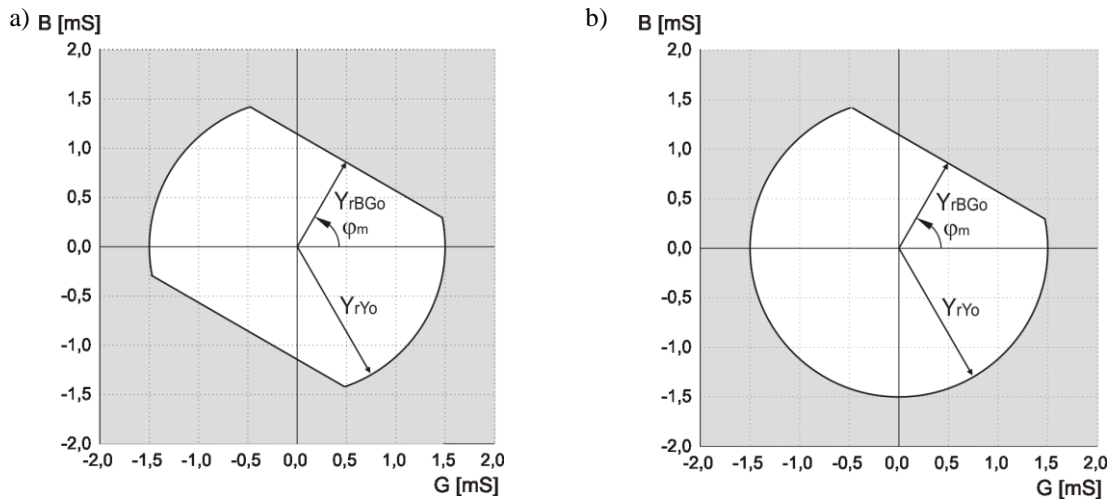
$U_{o\min}$ – wartość nastawienia napięcia minimalnego.



Rys. 2.10 Charakterystyka zabezpieczenia Yo – typ Yo (dla $Y_{rYo} = 1,5 \text{ mS}$)

Charakterystyka rozruchowa typu „BGo or Yo”:

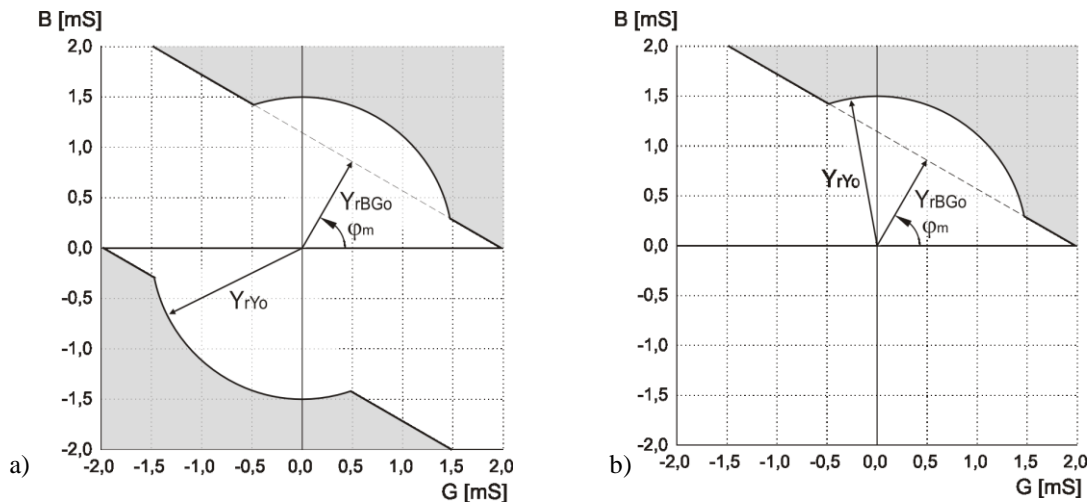
Obszar działania jest sumą obszarów działania charakterystyk „BGo i Yo”.



Rys. 2.11 Charakterystyka zabezpieczenia Yo, typ „BGo or Yo” (dla $Y_{rBGo}=1\text{ mS}$, $\varphi_m=60^\circ$, $Y_{rYo}=1,5\text{ mS}$):
a) bezkierunkowa, b) kierunkowa

Charakterystyka rozruchowa typu „BGo and Yo”:

obszar działania jest częścią wspólną obszarów działania charakterystyk BGo i Yo.



Rys. 2.12 Charakterystyka zabezpieczenia Yo, typ „BGo and Yo” (dla $Y_{rBGo}=1\text{ mS}$, $\varphi_m=60^\circ$, $Y_{rYo}=1,5\text{ mS}$):
a) bezkierunkowa, b) kierunkowa

2.4.4 Zabezpieczenia podnapięciowe i nadnapięciowe

Do wykrywania zwarcć doziemnych w sieciach z punktem neutralnym nieuziemionym bezpośrednio przeznaczone jest zabezpieczenie nadnapięciowe zwłoczne, niezależne U_0 , które reaguje na składową zerową napięcia. Ponieważ kryterium zerowonapięciowe nie może działać selektywnie, zwykle zabezpieczenie to wykorzystywane jest do sygnalizacji wystąpienia w sieci zwarcia doziemnego.

W zespole przewidziano dwa zabezpieczenia zwłoczne, niezależne U_1 i U_2 , każde nastawiane jako podnapięciowe lub nadnapięciowe. Znajdują one zastosowanie w polach: pomiaru napięcia (jako grupowe zabezpieczenie podnapięciowe dla ochrony silników WN pracujących w danej sekcji), transformatora SN/nn (jako zabezpieczenie podnapięciowe chroniące odbiory silnikowe po stronie nn), baterii kondensatorów (jako zabezpieczenie nadnapięciowe), zasilających lub pomiaru napięcia (jako zabezpieczenie nadnapięciowe, chroniące pola odpływowe przed nadmiernym wzrostem napięcia na szynach SN).

2.4.5 Zabezpieczenia częstotliwościowe

W zespole przewidziano cztery zabezpieczenia częstotliwościowe zwłoczne, niezależne f1, f2, f3, f4, każde nastawiane jako podczęstotliwościowe lub nadczęstotliwościowe. Możliwe jest ich wykorzystanie m.in. w polach pomiaru napięcia w celu zbudowania wielostopniowej automatyki samoczynnego odciążenia SCO i SPZ po SCO.

2.4.6 Zabezpieczenie łukochronne

Zabezpieczenie łukochronne VAMP przeznaczone jest do ochrony pola przed skutkami działania łuku elektrycznego. Wyposażone jest w wejście do współpracy z czujnikiem błysku VA 1 DA systemu łukochronnego VAMP. Działanie tego zabezpieczenia jest warunkowane jednoczesnym powstaniem silnego błysku światła i przekroczeniem nastawionej wartości prądu rozruchowego (przy współpracy z zabezpieczeniem podnapięciowym istnieje możliwość realizacji kryterium napięciowego).

2.4.7 Zabezpieczenia zewnętrzne

Zabezpieczenia zewnętrzne ZT1, ZT2, ZT3, ZT4 przeznaczone są do współpracy z automatyką zabezpieczeniową zrealizowaną poza zespołem CZAZ-U, w tym również z zabezpieczeniami technologicznymi. Każde zabezpieczenie posiada wejście logiczne, na które można skierować dowolne zewnętrzne wejście dwustanowe lub dowolny sygnał z bloku sterownika programowalnego.

2.4.8 Funkcje dodatkowe

Funkcje zabezpieczeniowe uzupełniają dodatkowe (nastawialne) kryteria ich działania:

- I1h / I – możliwość alternatywnego wyboru w zabezpieczeniach nadprądowych wielkości kryterialnej, jako wartości skutecznej składowej podstawowej prądu (I1h) lub wartości skutecznej prądu (I). Cecha ta pozwala na optymalny dobór działania zabezpieczeń zwarciovych i przeciążeniowych,
- WYŁĄCZ TAK – zadziałanie zabezpieczenia powoduje sterowanie awaryjne na wyłączenie wyłącznika,
- WYŁĄCZ NIE – zadziałanie zabezpieczenia powoduje pobudzenie sygnalizacji akustycznej stacji „Uszkodzenie w polu” UP (nie powoduje wyłączenia wyłącznika),
- PDZ TAK – aktywny układ PDZ (automatyki przyspieszenia działania zabezpieczenia po załączeniu wyłącznika na zwarcie),
- BLZ TAK – blokada BLZ załączenia wyłącznika po zadziałaniu zabezpieczenia. Blokada z podtrzymaniem, kasowanym przyciskiem KAS.BLZ na panelu operatora lub przez podanie napięcia +Up na zacisk X5/4 zespołu,
- BLK TAK – blokada działania zabezpieczeń nadprądowych w zależności od kierunku przepływu mocy zwarciovych, z układem tzw. pamięci napięciowej,
- BLFe TAK – blokada działania zabezpieczeń nadprądowych od udaru prądu magnesywania, przeznaczona do wykorzystania w polach linii obciążonych transformatorami lub w polu transformatora SN/0,4kV,
- SPZ TAK – uruchomienie cyklu automatyki samoczynnego ponownego załączenia SPZ w wyniku pobudzenia zabezpieczenia,
- Uo_BL TAK – blokada podnapięciowa działania zabezpieczenia ziemnozwarciowego Io2. Funkcja podnapięciowa składowej zerowej Uo jest niezależna od toru pomiarowego zabezpieczenia Uo,
- U_BL1, U_BL2, U_BL3, U_BL4 – blokada podnapięciowa działania zabezpieczeń częstotliwościowych f1, f2, f3, f4. Funkcja podnapięciowa maksymalnej wartości

amplitudy napięcia międzyprzewodowego jest niezależna od torów pomiarowych zabezpieczeń U1 i U2,

- KIERUNKOWE TAK – kierunkowa działanie zabezpieczenia admitancyjnego,
- BL – blokada pobudzenia zabezpieczenia konfigurowana w sterowniku programowalnym.

2.5 Funkcje pomocnicze

Zespół CZAZ-U, oprócz pełnienia funkcji zabezpieczeniowych i sterowniczych, potrafi realizować funkcje:

- pomiarowe następujących wielkości:
 - wartości skutecznych składowych podstawowych prądów w poszczególnych fazach,
 - wartości skutecznej maksymalnego prądu fazowego,
 - wartości skutecznej składowej podstawowej prądu zerowego,
 - wartości skutecznej składowej podstawowej napięcia zerowego,
 - wartości skutecznych składowych podstawowych napięć międzyprzewodowych,
 - bieżąca wartość częstotliwości,
 - bieżące wartości mocy czynnej i biernej,
 - średnie wartości mocy czynnej i biernej z ostatnich 15 minut,
 - wartość energii czynnej,
 - wartość współczynnika mocy,
 - kierunek przepływu mocy dla każdej z faz (0 – od szyn, 1 – do szyn).
- rejestracji zdarzeń – rejestrator około dwustu rozróżnialnych zdarzeń, z rozdzielczością czasową 1ms, o pojemności 500 zapisów.
- rejestracji parametrów ostatniego zakłócenia – zapis parametrów zakłócenia, które spowodowało wyłączenie wyłącznika. Rejestrator przechowuje zapis do czasu następnego sterowania awaryjnego.
- liczniki zdarzeń poszczególnych zabezpieczeń, sygnałów braku ciągłości w obwodach sterowania awaryjnego wyłącznikiem i sygnałów działania automatyki poawaryjnej oraz 16 liczników dodatkowych w bloku sterownika programowalnego, przypisanych do konfigurowanych w nim zdarzeń.
- rejestracji zakłóceń – ośmiu przebiegów analogowych oraz szesnastu sygnałów dwustanowych
- testowania wejść/wyjść – funkcja ta umożliwia podgląd stanu wybranych wejść dwustanowych i pobudzenia aktywnego stanu wyjść.

3. Obsługa i sposób użytkowania CZAZ-U

Zespół CZAZ – U umożliwia komunikację z użytkownikiem: lokalną – zarówno za pomocą panelu operatora, jak i poprzez podłączony przez złącze RS232 komputer klasy PC, oraz zdalną – za pomocą komputera lub systemu nadzoru zabezpieczeń, w przypadku pracy magistralowej z systemem nadrzędnym połączenie realizowane jest przez łącze światłowodowe [1].

3.1 Obsługa za pomocą panelu operatora

Na płycie czołowej badanego zespołu znajduje się panel operatora, umożliwiający obsługę zespołu w zakresie: sterowania łącznikami, programowego włączenia/wyłączenia zespołu, zmiany nastaw, odczytu pomiarów i rejestracji parametrów, testowania, komunikacji z komputerem PC.

Następujące przyciski pełnią funkcje:

- Klawiatura:



- przejście do poziomu bezpośrednio podrzędnego w menu programu obsługi,
- przejście do funkcji nastawienia wartości parametru,
- zatwierdzenie ustawionej wartości parametru,
- załączenie/wyłączenie wybranej opcji,



- przejście do poziomu bezpośrednio nadrzędnego w menu programu obsługi,
- przerwanie edycji wartości wybranego parametru z pominięciem wprowadzonych zmian,



- przemieszczenie kursora w górę / dół ekranu o jedną pozycję,
- wybieranie wartości danego parametru spośród podanych opcjonalnie,
- ustawianie cyfry (z zakresu od 0 do 9) w liczbie oznaczającej wartość parametru,



- przemieszczenie kursora w lewo / prawo o jedną pozycję,
- przemieszczenie kursora w górę / dół o jeden ekran (rejestrator zdarzeń),
- wybieranie wartości danego parametru spośród podanych opcjonalnie,

- Kasowanie:



- kasowanie sygnalizacji WWZ,



- kasowanie blokady załączenia wyłącznika,

- Sterowanie:



- wyłączenie / otwarcie zaznaczonego łącznika (po przełączeniu na sterowanie lokalne przyciskiem L/R),



- załączenie / zamknięcie zaznaczonego łącznika (po przełączeniu na sterowanie lokalne przyciskiem L/R),



- przełączenie na sterowanie lokalne / zdalne,



- wybór łącznika do sterowania (po przełączeniu na sterowanie lokalne przyciskiem L/R),
- przełączenie kursora na wyświetlacz komunikatów WWZ,

- Funkcyjne:



- przyciski funkcyjne, przeznaczone do funkcyjnego zaprogramowania przez użytkownika,

- Wyświetlacz:



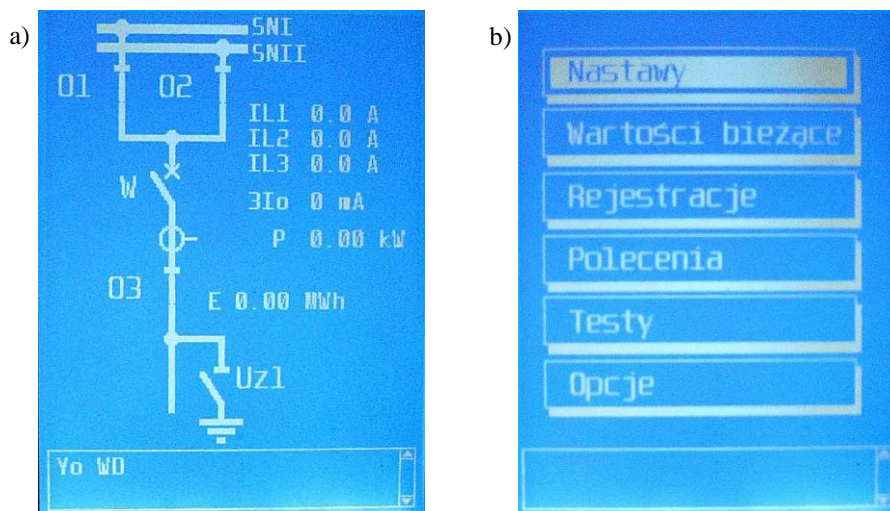
- przycisk TAB umożliwia przełączanie kursora pomiędzy częścią główną, a częścią przeznaczoną do wyświetlania komunikatów WWZ (jeśli ilość komunikatów nie mieści się w dwóch liniach).

Obsługa zespołu za pomocą panelu operatora jest intuicyjna i opiera się na zasadach wykorzystywanych w programach użytkowych stosowanych na komputerach PC.

Szczegółowy opis struktury menu i wszystkich funkcji zawarty jest w dokumentacji „Instrukcja obsługi przez panel operatora (wyświetlacz graficzny)” (EE424067), dlatego poniższy opis ma na celu pobieżne zobrazowanie sposobu obsługi CZAZ-U.

Po włączeniu zasilenia, zaraz po wyświetleniu ekranu powitalnego z logo firmy, na ekranie pojawia się domyślny obraz z układem synoptyki pola (rys 3.1a).

Aby przejść do głównego menu programu należy wcisnąć przycisk „ESCAPE”, co spowoduje wyświetlenie sześciu pozycji menu: NASTAWY, WARTOŚCI BIEŻĄCE, REJESTRACJE, POLECENIA, TESTY, OPCJE (rys. 3.1b).

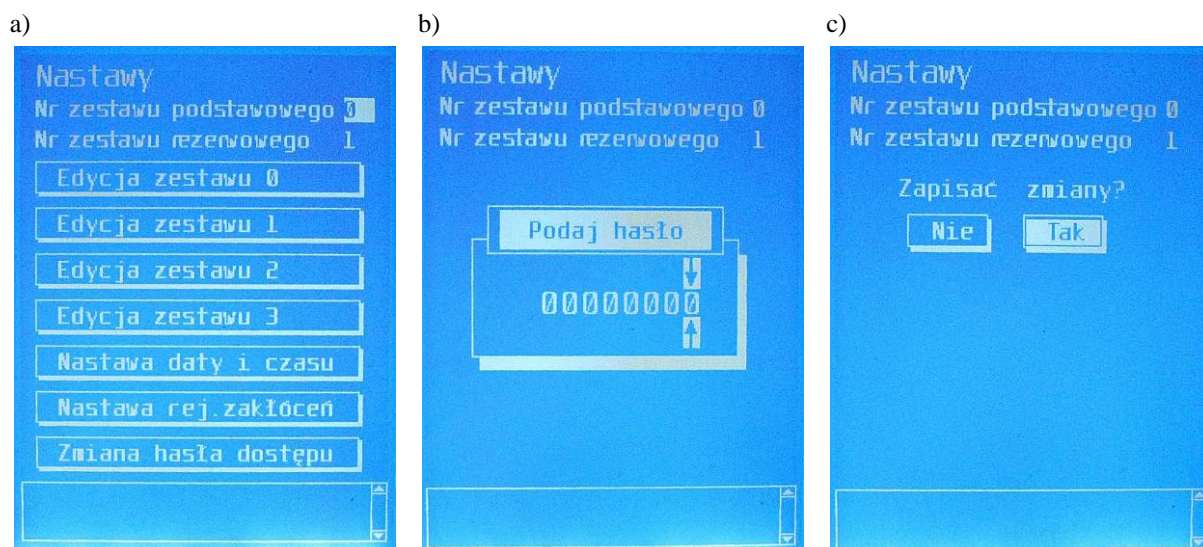


Rys. 3.1 Wyświetlacz panelu operatora: a) układ synoptyki pola, b) menu programu

Poruszając się za pomocą przycisków z symbolem strzałek, należy wybrać żadaną pozycję, a następnie zatwierdzić wybór przyciskiem „ENTER”. Spowoduje to przejście do podrzędnego menu, gdzie obowiązują analogiczne zasady poruszania się. Powrót na wyższy poziom następuje po wybraniu przycisku „ESCAPE”.

3.1.1 Wybór zestawów zabezpieczeń i sposób dokonania nastaw

Zespół wyposażony jest w cztery, zapisane w pamięci, niezależne zestawy nastaw zabezpieczeń, z których użytkownik określa zestaw podstawowy i zestaw rezerwowego. Aby tego dokonać, należy z menu głównego wybrać NASTAWY. Na ekranie wyświetlą się podrzędne opcje (rys 3.2a). Następnie należy wybrać pozycję „Nr zestawu podstawowego”, ustawić (za pomocą przycisków z symbolami strzałek skierowanych pionowo) właściwy numer zestawu jako podstawowy i zatwierdzić („ENTER”). Użytkownik zostanie zapytany o hasło dostępu (rys. 3.2b) – należy je ustawić w analogiczny sposób (domyślnie 0000) i zatwierdzić („ENTER”). Wprowadzenie nowych danych nastąpi po ostatecznym potwierdzeniu (zaznaczenie TAK i wciśnięcie „ENTER”) (rys. 3.2c).



Rys 3.2 Menu NASTAWY: wybór zestawów nastaw (a) i sposób zapisania zmian (b,c)

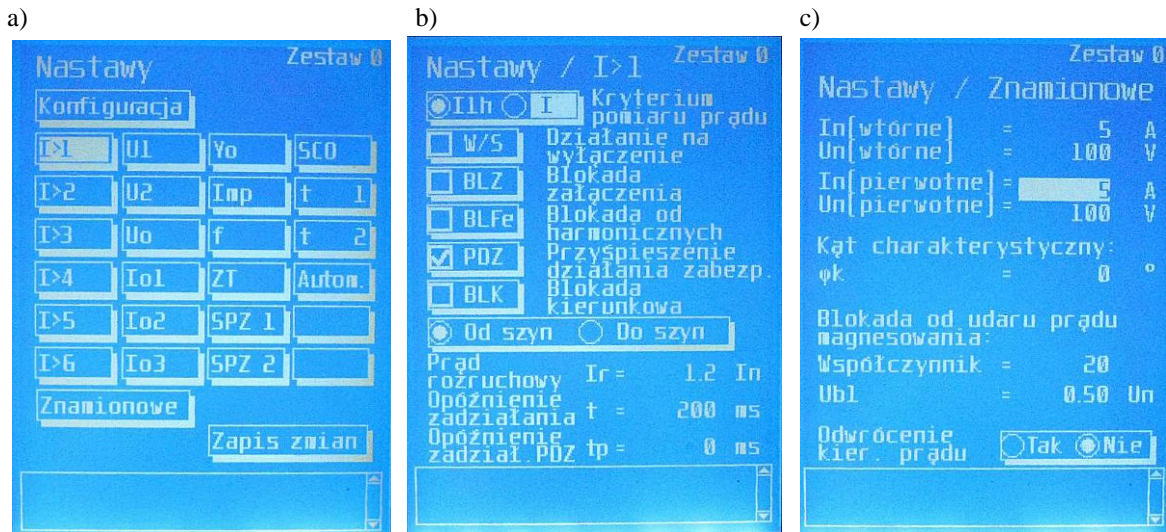
W sposób analogiczny należy wprowadzić numer zestawu rezerwowego.

Aby ustawić jako aktywne i skonfigurować w danym zestawie (np. w zestawie nr 0) wybrane rodzaje zabezpieczeń, należy w menu niższego rzędu „Nastawy” wybrać „Edycja zestawu 0” (rys 3.3a) i zatwierdzić („ENTER”). Wyświetli się kolejna grupa, w której należy wybrać funkcję „konfiguracja” (rys. 3.3b) i zaznaczyć dostępne na liście wybrane rodzaje zabezpieczeń, które mają być aktywne (rys 3.3c).



Rys 3.3 Menu NASTAWY: a) wybór edycji nastaw wybranego zestawu, b,c) sposób dokonywania wyboru aktywnych zabezpieczeń

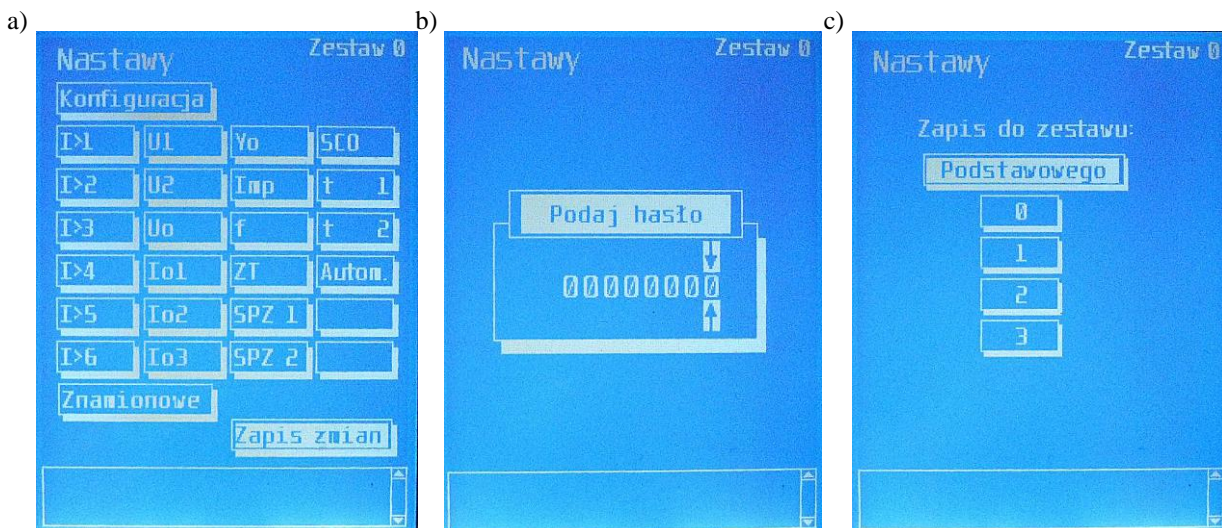
Po ich zaznaczeniu można wrócić do poprzedniego menu („ESCAPE”) i wybierając, aktywowane uprzednio, rodzaje zabezpieczeń (rys. 3.4a) przejść do poszczególnych podrzędnych menu, w których dokonuje się nastaw ich parametrów (rys. 3.4b). Powrót na poziom „Nastawy” nastąpi po wybraniu „ESCAPE”.



Rys 3.4 Menu NASTAWY: a, b) sposób dokonywania nastaw dla zabezpieczenia I>1, c) nastawianie znamionowych wartości strony pierwotnej przekładników

Aby ustawić znamionowe wartości strony pierwotnej przekładników prądowych i napięciowych, współczynnik blokady od prądu magnesowania (który wykorzystywany jest do blokowania zabezpieczeń prądowych) oraz odwrócenie kierunku przepływu prądów fazowych należy wybrać funkcję „Znamionowe” (rys. 3.4c). Po wejściu do podrzędnej grupy należy wprowadzić właściwe wartości (lub zaznaczyć odpowiednie funkcje) i wrócić do poprzedniego menu („ESCAPE”).

Aby zapisać wprowadzone nastawy należy wybrać „Zapis zmian” i zatwierdzić („ENTER”) (rys. 3.5a). Użytkownik zostanie poproszony o podanie hasła (rys. 3.5b). Po ustawieniu, należy zatwierdzić („ENTER”).



Rys 3.5 Menu NASTAWY: a, b, c) sposób zapisywania dokonanych zmian nastaw zabezpieczeń

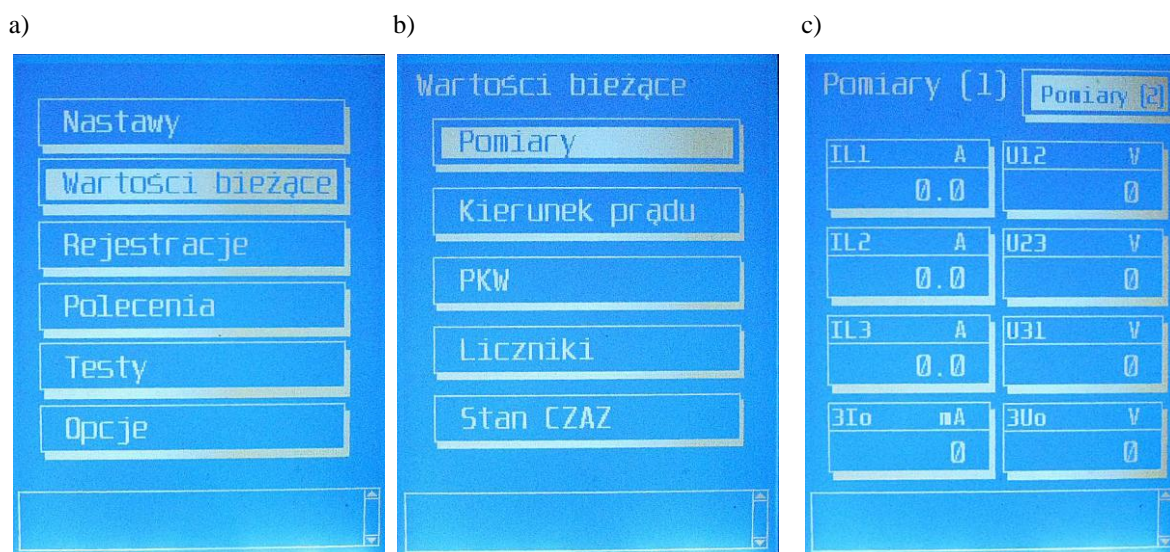
Następnie należy wybrać numer zestawu do którego mają być zapisane zmiany i zatwierdzić („ENTER”) (rys. 3.5c). Po ostatecznym potwierdzeniu (zaznaczenie „TAK” i wciśnięcie „ENTER”) nowe nastawy zostaną trwale zapisane w urządzeniu.

W sposób analogiczny do powyższego, należy dokonać wyboru rodzajów zabezpieczeń dla zestawu rezerwowego.

3.1.2 Odczyt wartości bieżących

Przy pomocy zespołu CZAZ-U możliwe jest podgląd aktualnych danych, w tym bieżących pomiarów, kierunku przepływu prądu w poszczególnych fazach, czy też stanu liczników.

Aby odczytać bieżące pomiary zespołu, należy w głównym menu wybrać „Wartości bieżące” i zatwierdzić („ENTER”) (rys. 3.6a). Na ekranie wyświetli się podrzędne menu (rys. 3.6b), w którym należy wybrać opcję „Pomiary” i zatwierdzić („ENTER”).



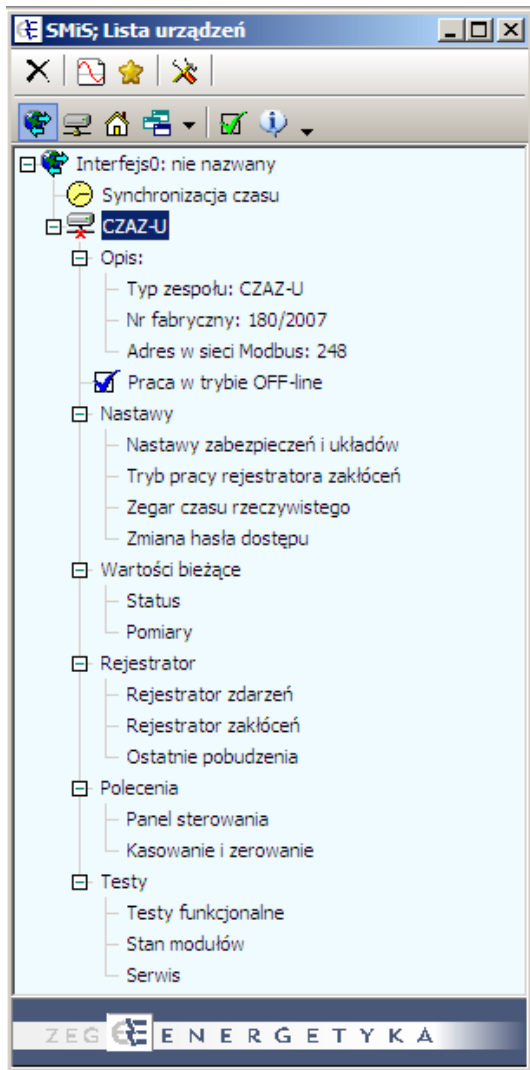
Rys 3.6 Sposób odczytywania wartości bieżących

Na dwóch, przełączanych zamiennie (za pomocą przycisku „ENTER”) oknach wyświetlone zostaną aktualne wartości różnych wielkości mierzonych przez zespół (rys 3.6c). Powrót do menu wyższego poziomu nastąpi po wciśnięciu przycisku „ESCAPE”.

3.2 Obsługa lokalna za pomocą komputera PC

Zespół CZAZ – U umożliwia podłączenie lokalne komputera PC poprzez port RS232 i obsługę za pomocą programu „System Monitoringu i Sterowania SMiS”, pracującym w środowisku Windows 98/2000/XP. Daje to łatwiejszy i bardziej przejrzysty, niż poprzez panel operatora, dostęp do menu funkcji, generowanie wykresów charakterystyk zabezpieczeń (pomocnych w doborze parametrów nastaw), a także przeglądanie i przetwarzanie danych pobieranych z zespołu.

Po uruchomieniu programu dostępne są następujące funkcje: OPIS, NASTAWY, WARTOŚCI BIEŻĄCE, REJESTRATOR, POLECENIA, TESTY (rys. 3.7).



Rys. 3.7 Program „System Monitoringu i Sterowania” – rozwinięte drzewo menu głównego.

Opcja OPIS pozwala na podgląd danych ustawionych wcześniej w oknie Ustawienia komunikacji dla danego urządzenia bez możliwości wprowadzania jakichkolwiek zmian.

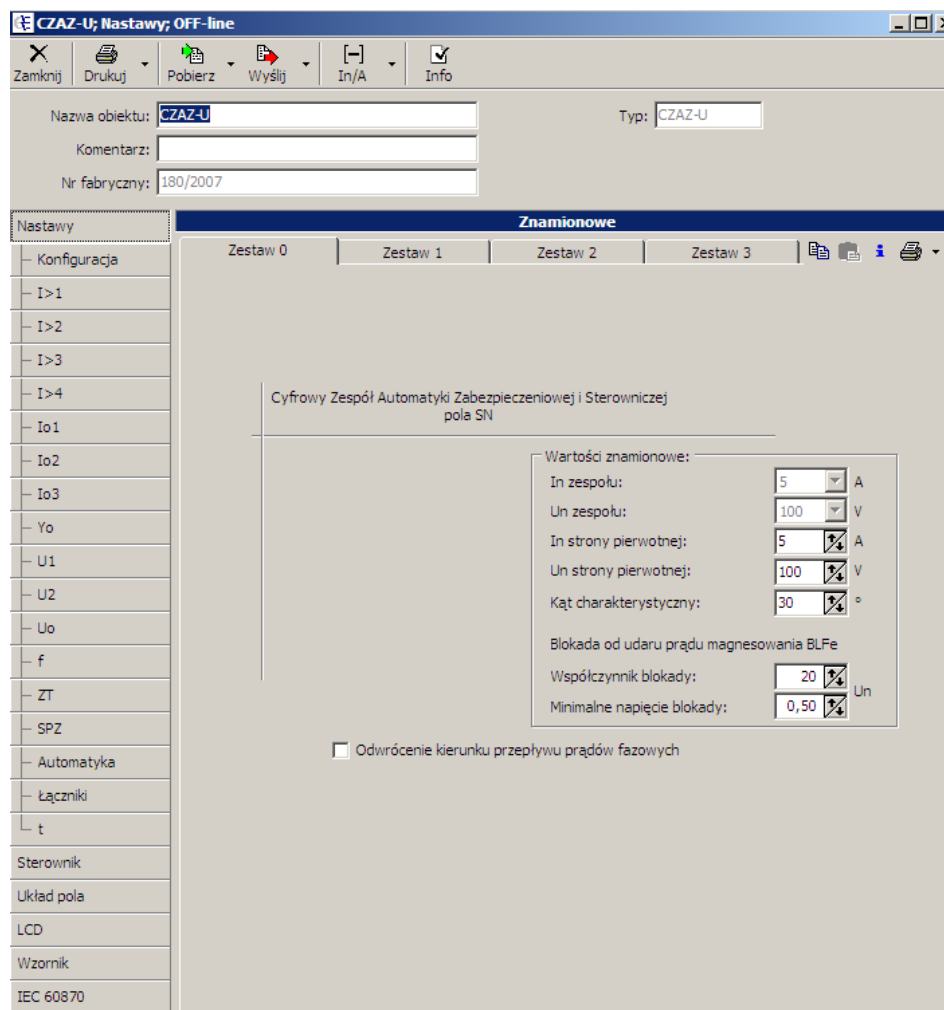
Ustawienie obsługi danego urządzenia w trybie off-line odbywa się w oknie „Lista urządzeń”, w bloku dotyczącym danego urządzenia. Praca w tym trybie oznacza, że aplikacja pracuje bez automatycznego pobierania informacji z urządzenia.

„Nastawy zabezpieczeń i układów” to opcja, która jest dostępna zarówno w trybie off-line jak i on-line, umożliwiającą pobranie, edycję i wysłanie nastaw zabezpieczeń i układów obsługiwanego urządzenia.

W obrębie okna „Nastawy” można wyróżnić następujące, zdefiniowane bloki (rys. 3.8), umożliwiające skonfigurowanie zabezpieczeń i układów automatyk:

- „Znamionowe” – nastawa wielkości znamionowych zespołu,
- „Konfiguracja” – aktywacja dostępnych zabezpieczeń i układów automatyk,
- $I>1$, $I>2$, $I>3$, $I>4$, $Io1$, $Io2$, $Io3$, Yo , $U1$, $U2$, Uo , f , ZT – konfiguracja poszczególnych układów zabezpieczeń i automatyk,
- SPZ – Automatyka samoczynnego ponownego załączenia – inicjowanie cyklu SPZ,
- Automatyka – zawiera parametry nastawcze pozostałych układów (np. wartość rozruchową członu nadprądowego dla współpracy z czujnikiem błysku VA 1 DA, nastawy czasów dla automatyki SCO po SPZ),

- t – układy czasowe wykorzystywane przy tworzeniu przez użytkownika indywidualnej logiki programowalnej,
- Sterownik – to interfejs przeznaczony do tworzenia indywidualnych układów logicznych,
- Układ pola – wybór predefiniowanych układów synoptyki pola z dostępnej biblioteki,
- LCD – konfiguracja wyświetlacza graficznego,
- Wzornik – opcja umożliwiająca użytkownikowi definiowanie własnej nazwy pliku rejestracji zakłócenia,
- IEC 60870 – tablica kodowania zdarzeń dla protokołu IEC 60870-5-103.



Rys. 3.8 Bloki dostępne w oknie NASTAWY

Grupa NASTAWY zawiera także ustawienia trybu pracy rejestratora zakłóceń, zegara czasu rzeczywistego oraz umożliwia zmianę hasła dostępu.

Opcja WARTOŚCI BIEŻĄCE umożliwia monitorowanie statusu zespołu oraz wartości pomiarowych z obsługiwanego urządzenia. Dostępna jest tylko w trybie pracy „on-line”. Dostępna funkcja „Pomiary” umożliwia pomiary bieżących wielkości różnych wielkości elektrycznych związanych z zabezpieczanym obiektem i przedstawienie ich w postaci listy lub wykresu.

Opcja REJESTRATOR umożliwia wizualizację zarejestrowanych zdarzeń, zakłóceń oraz pobudzeń.

Aplikacja umożliwia użytkownikowi za pomocą opcji TESTY testowanie obsługiwanych urządzeń w postaci testów wejść i wyjść dwustanowych oraz daje możliwość wy-

eksportowania pliku serwisowego do pliku. Testowanie wejść polega na podglądzie stanu pobudzenia wejść dwustanowych i pobudzaniu poprzez podanie napięcia pomocniczego na odpowiednie zaciski zespołu. Podgląd stanu wejść / wyjść jest dostępny bez logowania się do zespołu. Testowanie wyjść wymaga czasowego przełączenia zespołu w stan OFF (odstawienie zespołu), ze względu na wymuszanie stanu pobudzenia przekaźników wyjściowych.

Opcja POLECENIA służy wysłaniu do zespołu poleceń dotyczących sterowania urządzeniem. Okno Panel sterowania daje podgląd stanu pracy zespołu, a po odblokowaniu zespołu (przycisk „Odblokuj”) możliwe jest z poziomu aplikacji wykonanie operacji takich jak kasowanie sygnalizacji WWZ oraz blokady załączenia BLZ, sterowanie łącznikami czy też odstawienie zespołu.

Okno „Kasowanie i zerowanie” zawiera ikony funkcyjne umożliwiające:

- kasowanie sygnalizacji WWZ,
- kasowanie blokady załączenia BLZ,
- ustawianie liczników,
- kasowanie pamięci parametrów ostatnich zakłóceń,
- kasowanie bufora rejestratora zdarzeń,
- zablokowanie/odblokowanie automatyki SPZ,
- włączenie/wyłączenie nastaw rezerwowych

4. Cyfrowe urządzenie testujące UTC-GT

4.1 Charakterystyka urządzenia

Urządzenie UTC-GT przeznaczone jest do wykonywania badań zabezpieczeń wszystkich pól średniego napięcia, automatyk SPZ, SCO, zabezpieczeń generatorów i transformatorów, a w szczególności cyfrowych zabezpieczeń różnicowych transformatorów.

Urządzenie wyposażone jest w panel sterujący (Rys. 4.1), pozwalający na użytkowanie urządzenia bez dodatkowego komputera, lecz jego podłączenie i użycie dołączonej aplikacji rozszerza jego możliwości i znacznie ułatwia samo przeprowadzenie pomiarów.



Rys. 4.1 Panel sterujący urządzenia UTC-GT

Urządzenie posiada na płycie czołowej: dwa nastawialne wyjścia (A i B), wyjście o nieregulowanym napięciu 100V AC, dwa wejścia sterujące pomiarem czasów (Sekundomierz 1, Sekundomierz 2), wejście określające stan łącznika (wykorzystywane przy

badaniu SPZ), pokrętko nastawnika, 8-przyciskową klawiaturę oraz podświetlany wyświetlacz alfanumeryczny o rozdzielczości 4x40 znaków.

Wyjście A jest zawsze prądowe i ma zakres regulacji 2 A lub 50 A. Wyjście B jest prądowe lub napięciowe i ma zakres regulacji 50 A lub 150 V. Łącząc równolegle oba wyjścia uzyskujemy możliwość regulacji prądu do 100 A, a w układzie „V” uzyskujemy regulację prądu trójfazowego w zakresie do 50 A. Moc szczytowa jednego źródła prądowego wynosi 500 W. Przesunięcie fazowe między źródłami nastawialne jest w zakresie 0 – 360°, a zakres częstotliwości wynosi od 4,5Hz do 65Hz.

Rodzaj generowanych sygnałów na wyjściach wybiera się pokrętkiem nastawnika. Dostępne są następujące rodzaje wyjść: I2A&U, I50&U, I50&I50, I50+I50, Ir&Ih., I50/3f. Nastawiane, w poszczególnych trybach, rodzaje generowanych wielkości, zakresy ich parametrów oraz tryby pracy, w których mogą być wykorzystywane, zestawiono w tabeli 4.1.

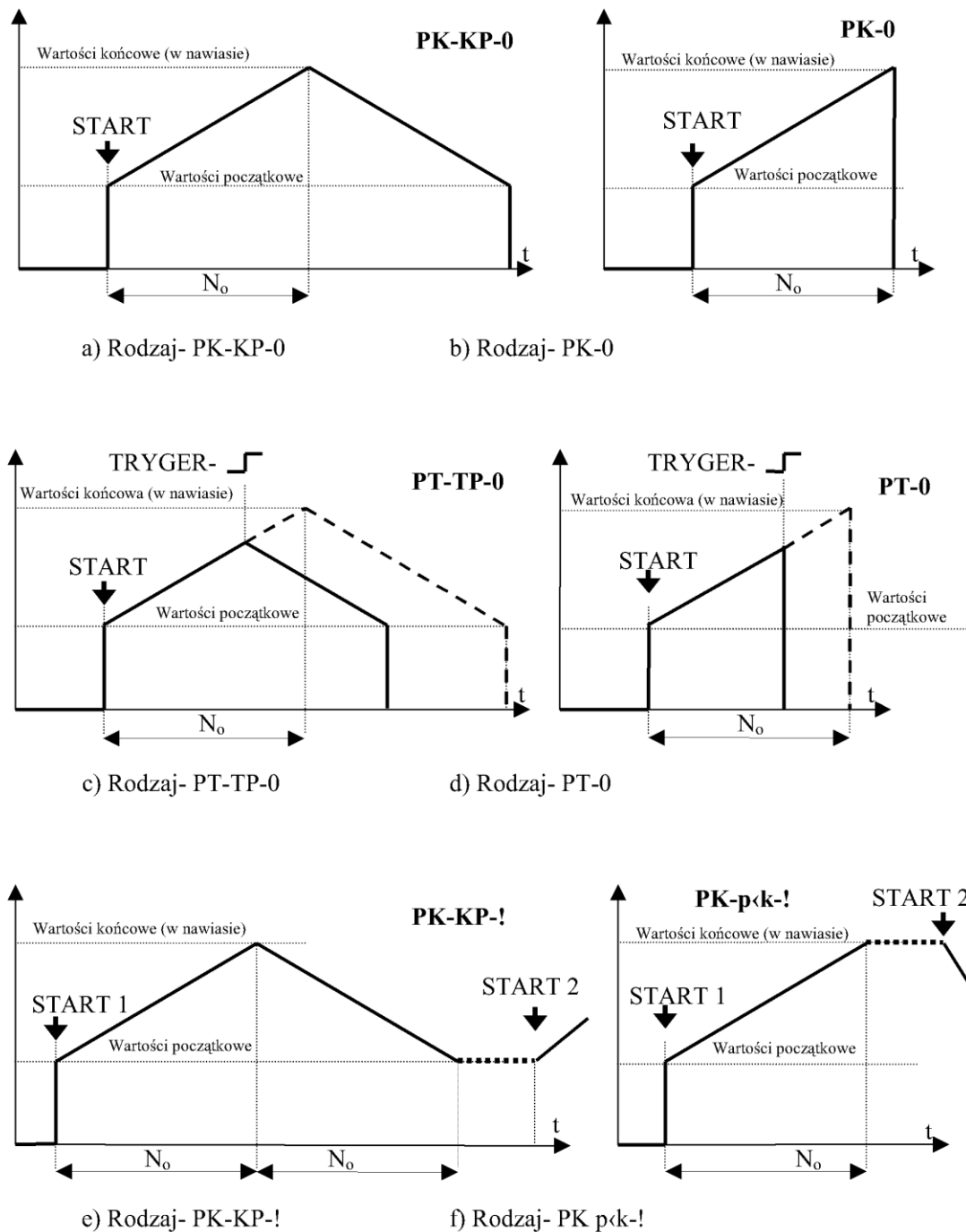
Tabela 4.1 Zakresy i możliwości nastaw urządzenia UTC – GT

Rodzaj wyjść	Nastawiane parametry				Tryb pracy
	Wyjście A zakresy	Wyjście B zakresy	Parametry A i B	Nastawianie harmonicznych	
I50&U	prądowe: 0 do 50A AC	napięciowe: 0 do 150V AC	częstotliwość: 4,5Hz do 65Hz	pierwsza harmoniczna może być sumowana z harmonicznymi od drugiej do dwudziestej oraz ze składową stałą DC	MANUAL
I2A&U	prądowe: 0 do 2A AC	napięciowe: 0 do 150V AC dla f>45Hz za- kres jest liniowo obniżany do 15V	przesunięcie fazowe: 0° do 360°		ZWARCIE
I50&I50	prądowe: 0 do 50A AC	prądowe: 0 do 50A AC			częstotliwość: 4,5Hz do 65Hz
	Można sumować prądy na odbiorniku		SPZ		
I50+I50	prądowe 0 do 50A AC	prądowe 0 do 50A AC	częstotliwość: 4,5Hz do 65Hz		SPZ-W
	Jednoczesna regulacja kanału A i B, sumowanie na odbiorniku				
Ir&Ih	prądowe: IA = Ih + 0,5Ir lub Ih – 0,5Ir w zakresie 0 do 50A AC	prądowe: IB = k(Ih – 0,5Ir) lub k(Ih + 0,5Ir) w zakresie 0 do 50A AC	częstotliwość: 4,5Hz do 65Hz Ir i Ih k =0 do 10	harmoniczne od drugiej do dwu- dziestej	MANUAL
I50/3f	prądowe: 0 do 50A AC		częstotliwość: 4.5Hz do 65Hz	-	

Tester UTC-GT może pracować w trybach:

- MANUAL – wszystkie zmiany parametrów sygnałów generowanych na wyjściach A i B dokonywane są ręcznie,
- ZWARCIE – użytkownik podaje parametry generowanych sygnałów dla dwóch stanów - obciążenia i zwarcia – i określa czasy ich trwania. Tryb ten stwarza badanej aparaturze zbliżone warunki do naturalnych warunków eksploatacyjnych,
- NAJAZD – użytkownik podaje wartości parametrów dla dwóch stanów: początkowego i końcowego oraz liczbę kroków, czyli liczbę skokowo nastawianych wartości pośrednich między stanem początkowym i końcowym, które będą automatycznie zadawane po naciśnięciu przycisku START, zgodnie z jednym z sześciu rodzajów pracy (rys. 4.2),

- SPZ – w tym trybie urządzenie UTC-GT pełni rolę modelu wyłącznika oraz linii dotkniętej zwarcie. Użytkownik podaje parametry obciążeniowe i zwarcia linii (tak jak w trybie ZWARCIE) oraz krotność cyklu SPZ,
- SPZ-W – tryb ten umożliwia badanie cyklu SPZ w warunkach, gdy zabezpieczenie współpracuje z wyłącznikiem i ingerencja w to nie jest pożądana.



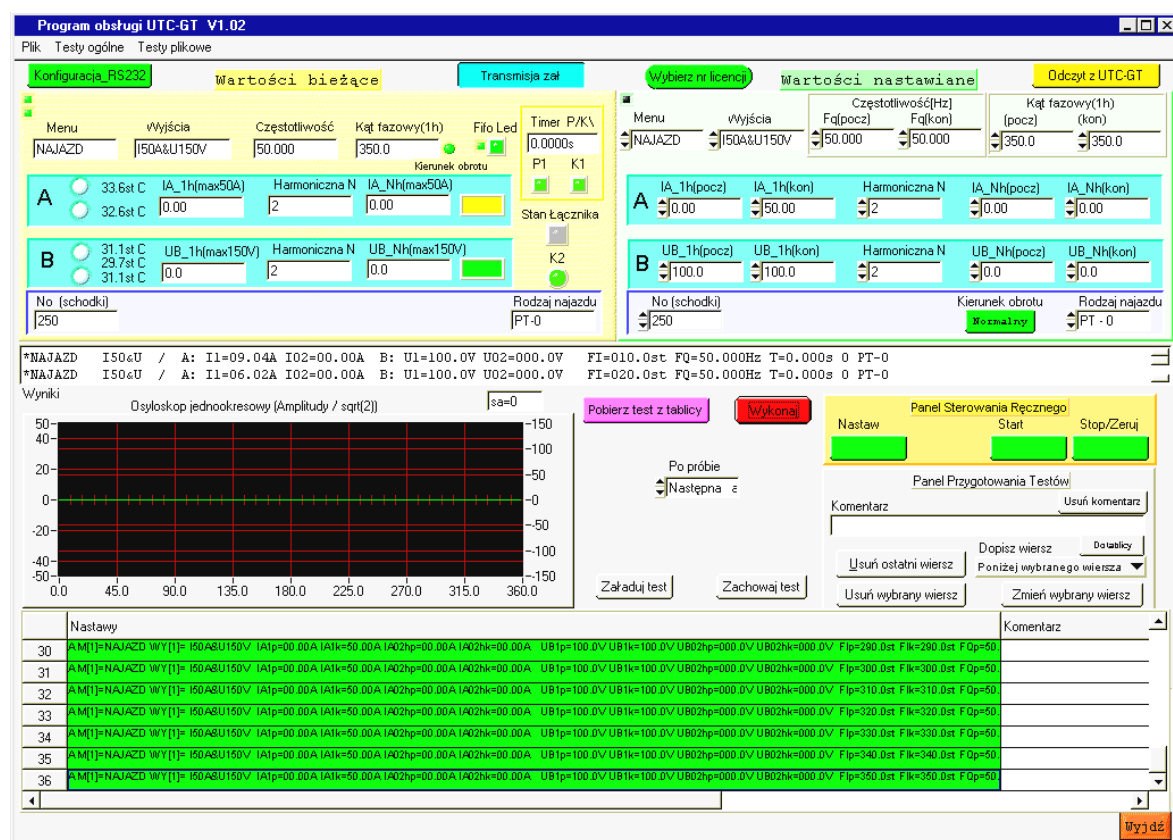
Rys. 4.2 Praca w trybie NAJAZD – rodzaje przebiegów

4.2 Program obsługi

Wykorzystanie podłączonego do UTC-GT przez port RS232 komputera i dedykowanej aplikacji, w znacznym stopniu usprawnia obsługę i pozwala na:

- rejestrowanie wyników pracy w plikach tekstowych, których treść jest zrozumiała dla użytkownika,
- zautomatyzowanie pomiarów i prowadzonych testów,
- łatwe sterowanie przy użyciu klawiatury i ekranu komputera,
- rozdzielenie na ekranie nastawień, wielkości bieżących, wyników oraz pól sterowania w celu ułatwienia posługiwania się urządzeniem UTC-GT,
- monitorowanie dodatkowych stanów bieżących (takich jak np. wewnętrzne temperatury, nasycenia się wzmacniaczy, stan współpracy z łączem szeregowym, itd.).

Szczegółowe informacje na ten temat programu obsługi zawarte są w dołączonej przez producenta instrukcji obsługi programu.



Rys. 4.3 Główne okno programu obsługi UTC-GT

5. Opis stanowiska laboratoryjnego

Stanowisko służy zapoznaniu się z zespołem CZAZ-U, jego obsługą i działaniem, zarówno za pomocą panelu operatora jak i poprzez lokalnie podłączony komputer PC. Wykorzystanie urządzenia testującego UTC-GT umożliwia obserwację i zbadanie zespołu pod kątem poprawności działania zabezpieczeń, a wykonany model wyłącznika i sterowania położeniem pozostałych łączników pozwala zasymulować stany pracy łączników w wybranym polu.

Wykonane stanowisko laboratoryjne składa się z:

- cyfrowego zespołu automatyki zabezpieczeniowej i sterowniczej CZAZ-U (wersja z wyświetlaczem graficznym, wykonanie natablicowe),
- zasilacza laboratoryjnego o nastawionym napięciu 220V DC i wydajności prądowej $>1A$,
- cyfrowego urządzenia do testowania zabezpieczeń UTC-GT,
- dodatkowych listew zaciskowych,
- modelu wyłącznika
- komputera PC.



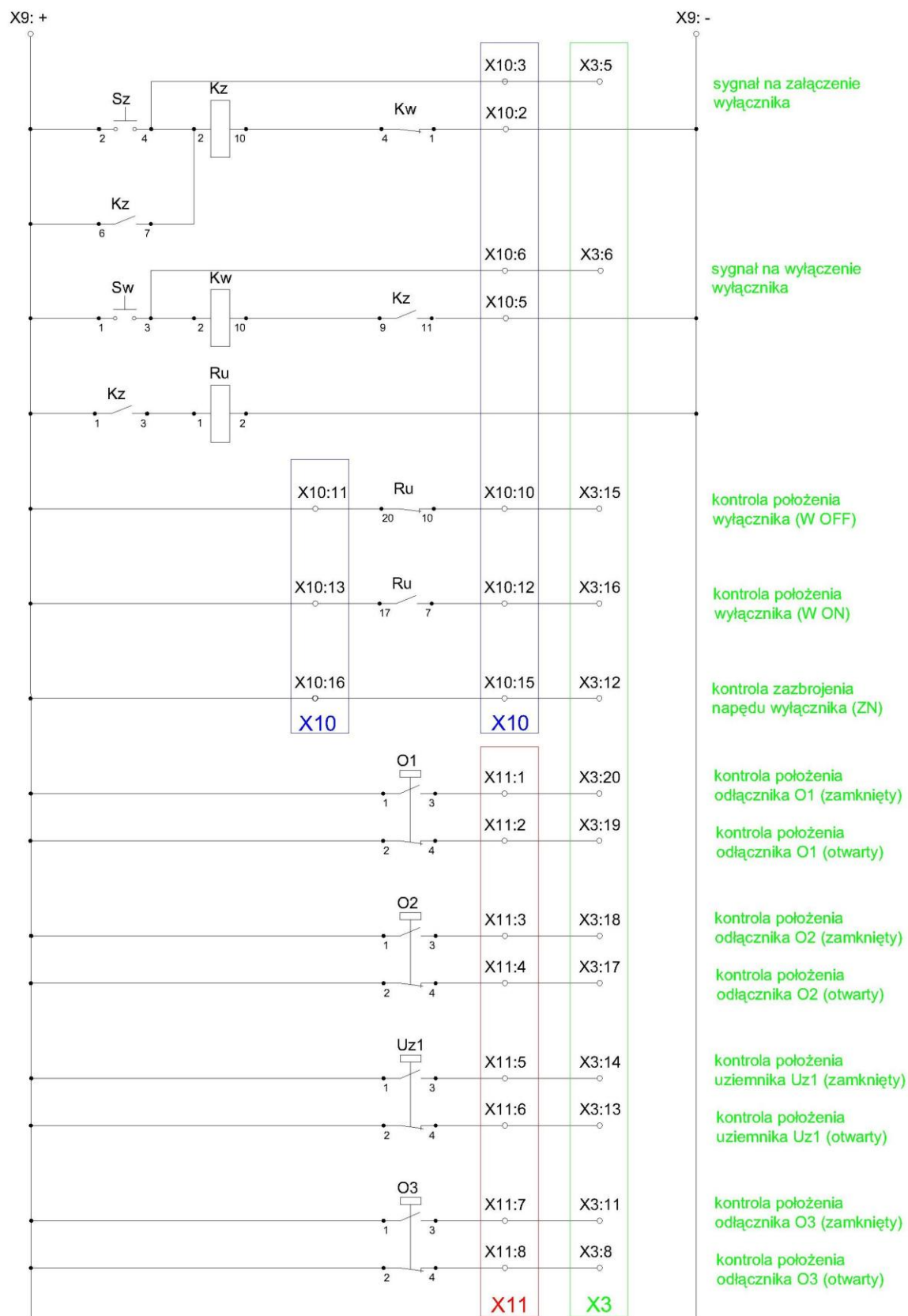
Rys.5.1 Stanowisko laboratoryjne

Z zamontowanego CZAZ – U w celu zachowania przejrzystości i ułatwienia przyłączania zewnętrznych obwodów, wyprowadzono listwy przyłączeniowe obwodów sygnalizacyjnych (X3), prądowych (X1) i napięciowych (X2), realizując je na zamontowanych na szynie (TH 35) listwach zaciskowych.

Na dodatkowej szynie zrealizowano model wyłącznika wraz z przyciskami służącymi do ręcznego sterowania jego cewką załączającą (CZ) i wyłączającą (CW), a także bistabilne podwójne przyciski (O1, O2, O3, Uz1) służące zadawaniu zespołowi CZAZ – U sygnałów określających stany położenia pozostałych łączników w polu. Dodatkowo, do połączenia przewodami z zespołem, zamontowano listwy zaciskowe: X9 (zasilanie), X10 (model wyłącznika wraz z ręcznym sterowaniem cewką załączającą i wyłączającą), X11 (położenie O1, O2, O3, Uz1). Schemat połączeń elektrycznych modelu wyłącznika i przycisków realizujących określenie stanów położenia pozostałych łączników w polu przedstawia rys. 5.2, schemat połączeń urządzeń i aparatury na stanowisku laboratoryjnym – rys. 5.3, a wykaz użytych elementów – tabela 5.1.

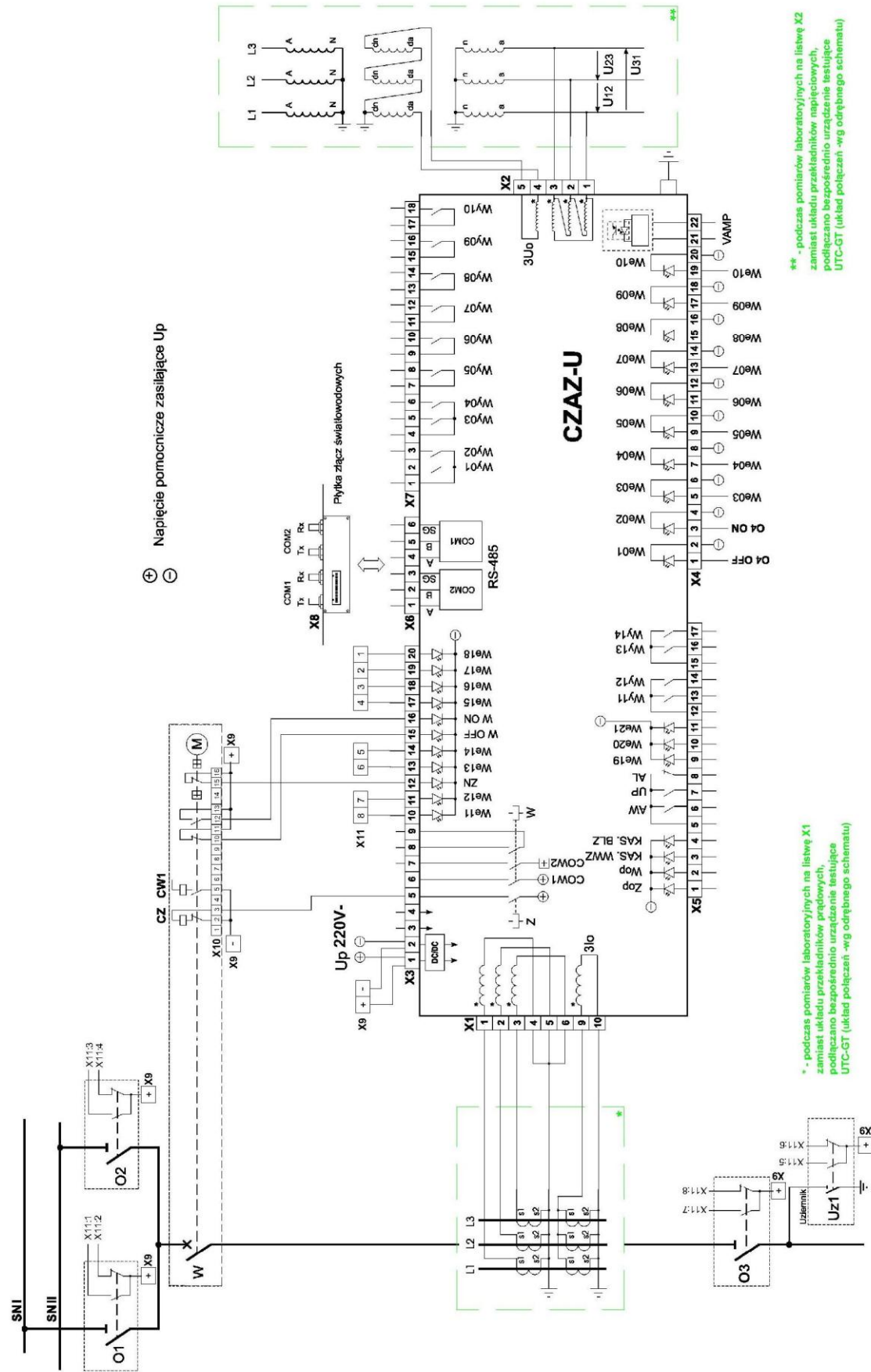
Tabela 5.1 Opis użytych elementów i ich funkcje

Symbol	Opis	Funkcja	Uwagi
Sz	łącznik przyciskowy monostabilny, zwierny	podanie sygnału na załączenie wyłącznika	Legrand LP351
Sw	łącznik przyciskowy monostabilny, zwierny	podanie sygnału na wyłączenie wyłącznika	Legrand LP301
Kz	przełącznik pomocniczy		R15, 220V- , 10A
Kw	przełącznik pomocniczy		R15, 220V- , 10A
Ru	przełącznik główny		RUs-1001 220V- , 6A
O1	łącznik przyciskowy podwójny, bistabilny	kontrola położenia odłącznika O1	wykonanie w jednej obudowie: jeden przycisk bistabilny; dwa styki 1z + 1r; LEGRAND LP312
O2		kontrola położenia odłącznika O2	
Uz1		kontrola położenia uziemnika Uz1	
O3		kontrola położenia odłącznika O3	
-	przewody połączeniowe	zasilające	przekrój 2,5mm ²
		sygnalizacyjne i w obwodach pomiarów napięć	przekrój 1mm ²
		w obwodach pomiarów prądów	przekrój 4mm ²



Rys. 5.2 Schemat połączeń elektrycznych modelu wyłącznika i przycisków realizujących określenie stanów położenia pozostałych łączników w polu

Rys. 5.3 Schemat połączeń elektrycznych urządzeń i aparatury stanowiska laboratoryjnego



6. Przebieg ćwiczenia

Zadania do wykonania:

- sprawdzenie poprawności sterowania wyłącznikiem z poziomu urządzenia CZAZ – U oraz możliwość jego załączania przy różnych położeniach pozostałych łączników w polu,
- zbadanie zabezpieczeń $I>1$, $I>2$ w układach pomiarowych jedno- i trójfazowych; zarejestrowanie przebiegów zakłóceńowych,
- wyznaczenie charakterystyki czasowo – prądowej zabezpieczenia $I>4$,
- wyznaczenie charakterystyki admitancyjnej zabezpieczenia Y_0 .

Uwaga: przed załączeniem zasilania należy sprawdzić poprawność podłączeń przewodów zasilających stanowisko pomiarowe oraz nastawionej w zasilaczu wartości napięcia zasilającego (220V DC).

6.1 Badanie zabezpieczeń nadprądowych niezależnych $I>1$, $I>2$

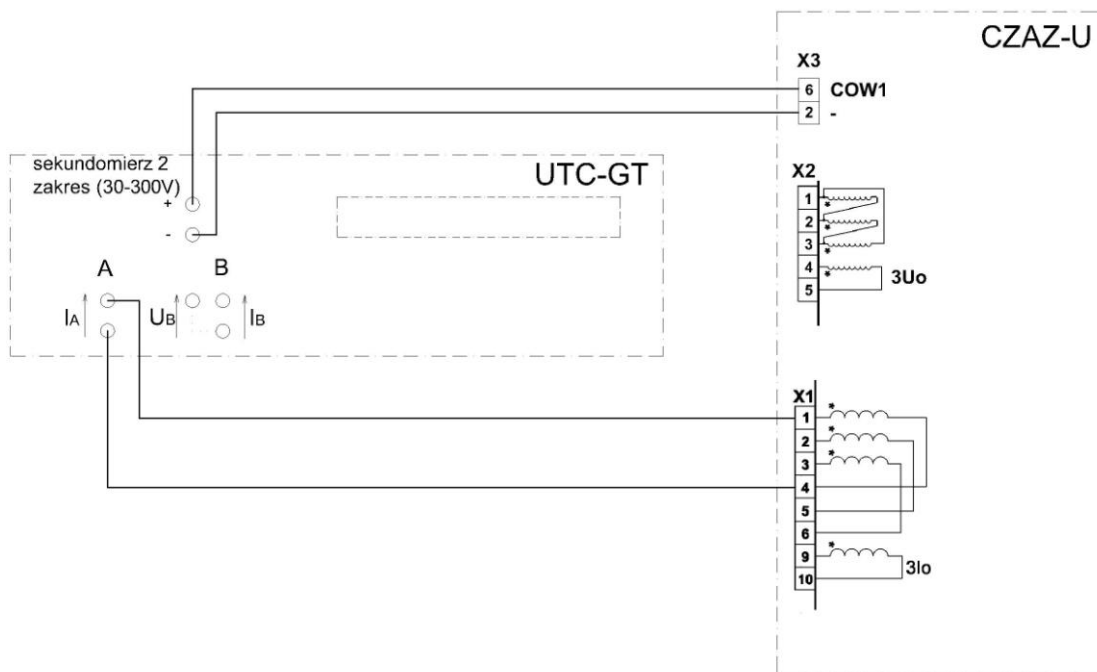
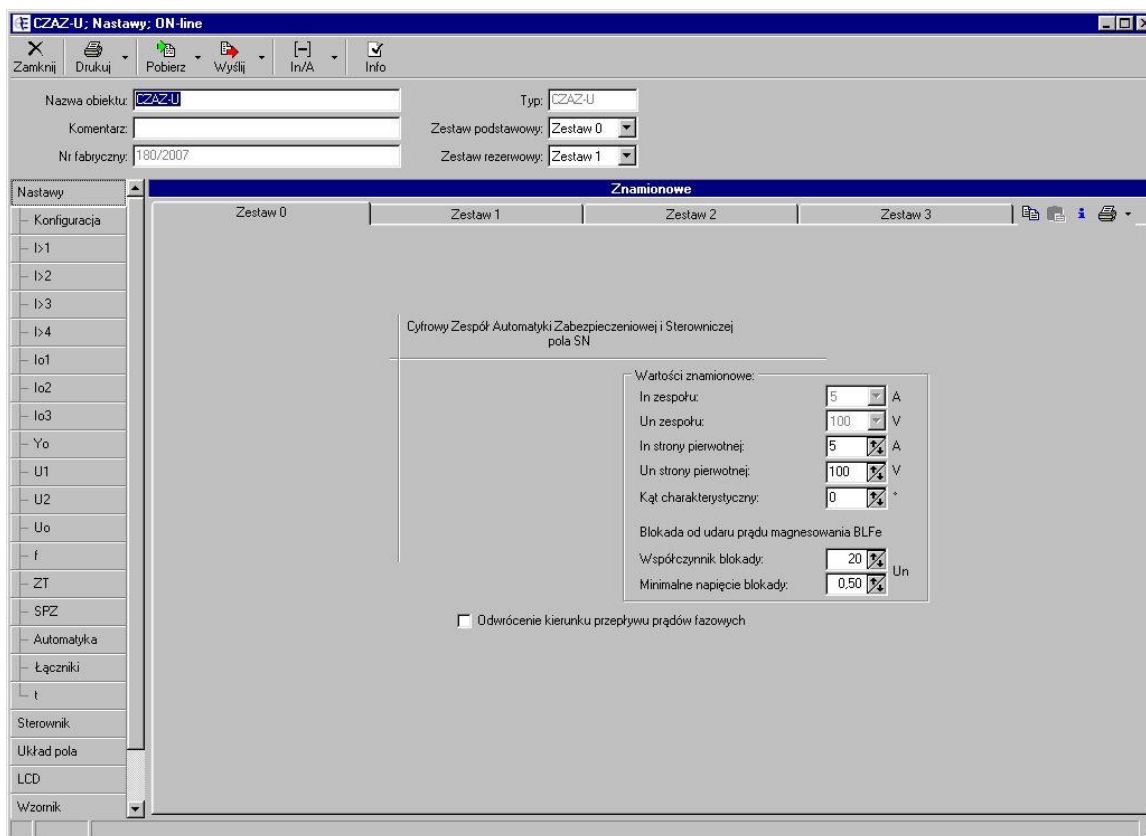
Przeprowadzone badania zabezpieczeń nadprądowych $I>1$, $I>2$, pozwolą sprawdzić ich działania jako zabezpieczenia dwustopniowego (człon $I>1$ działanie na sygnalizację, człón $I>2$ na wyłączenie).

6.1.1 Badanie w układzie jednofazowym

Kolejność wykonania ćwiczenia laboratoryjnego:

- 1) Połączenie układu pomiarowego
 - do zespołu CZAZ – U zamontowanego na stanowisku laboratoryjnym podłączyć urządzenie testujące UTC – GT (wg rys. 6.1).
- 2) Załączenie zasilania stanowiska laboratoryjnego, uruchomienie komputera PC, uruchomienie urządzenia testowego UTC – GT.
- 3) Dokonanie nastaw w zespole CZAZ – U:
 - uruchomić program „System Monitoringu i Sterowania” („SMiS”),
 - rozwinąć listę urządzeń, „CZAZ – U”, „Nastawy”, wybrać „Nastawy zabezpieczeń i układów”,
 - w otwartym oknie „Nastawy zabezpieczeń i układów” wybrać pozycję „Nastawy” i sprawdzić poprawność, ew. ustawić wartości znamionowe prądów i napięć strony pierwotnej, oraz kąta charakterystycznego (rys. 6.2),
 - wybrać pozycję „Konfiguracja”, zaznaczyć jako aktywne zabezpieczenia $I>1$, $I>2$,
 - w lewej kolumnie okna, wybrać pozycję „ $I>1$ ”, wprowadzić pożądane wartości zabezpieczeń $I>1$, $I>2$ (rys. 6.3),
 - zapisać wprowadzone zmiany wybierając z paska narzędzi „Wyślij do zespołu CZAZ – U”, potwierdzić je, a następnie zatwierdzić wprowadzając hasło „0000”, po czym zamknąć okno „Nastawy zabezpieczeń i układów”,
 - w oknie głównym aplikacji rozwinąć „CZAZ – U”, „Nastawy”, „Tryb pracy rejestratora zakłóceń”, ustawić pożądaną ilość rejestrowanych w pamięci przebiegów oraz czas przedbiegu.
- 4) Przygotowanie urządzenia testującego UTC – GT:
 - uruchomić aplikację sterującą UTC – GT,

- wybrać „Konfiguracja RS-232”, zaznaczyć port COM1 i zamknąć okno wyboru portu,
 - wybrać „Wybierz nr licencji”, określić lokalizację klucza programu (plik UTC00098.lic), zatwierdzić wybór „LOAD”,
 - najechać kursorem myszy na okno wyników programu UTC – GT (białe tło), przycisnąć prawy przycisk myszy, wybrać „Usuń wyniki” (jeśli zostały pobrane z urządzenia UTC – GT). Powtórnie przycisnąć prawy przycisk myszy co spowoduje częściowe zamknięcie okna wyników,
- 5) Dokonanie nastaw w urządzeniu UTC – GT:
- w prawej, górnej części okna programu wybrać z menu tryb „Zwarcie”, wyjście „I50&U150V” i dokonać nastaw wartości generowanych sygnałów (rys. 6.4),
 - w oknie programu, w części „Panel sterowania ręcznego” przycisnąć „Nastaw”. Zadane nastawy zostaną przesłane do urządzenia UTC – GT.
- 6) Wykonanie testu:
- w oknie programu, w części „Panel sterowania ręcznego” przycisnąć „Start”, co spowoduje uruchomienie procesu testowania zabezpieczenia (zgodnie z wprowadzonymi wcześniej nastawami).
- 7) Odczytanie i zapisanie wyników zarejestrowanych przez UTC – GT:
- w programie obsługi UTC – GT wyniki prezentowane są w środkowej części okna; aby je zapisać należy wybrać „Plik”, „Zapisz wyniki do”, podać lokalizację i zatwierdzić.
- 8) Odczytanie i zapisanie wyników zarejestrowanych przez Rejestrator zakłóceń CZAZ – U:
- z głównego okna programu SMiS wybrać „CZAZ – U”, „Rejestrator”, „Rejestrator zakłóceń”, „Pobierz plik”. Po odczytaniu pliku z urządzenia CZAZ – U zostaną przedstawione zarejestrowane przebiegi.
 - Aby zapisać zarejestrowane przebiegi w formacie COMTRADE należy wybrać w oknie SMiS w którym są prezentowane „Plik”, „Export do pliku”, „Export do formatu COMTRADE” i wskazać lokalizację gdzie plik ma zostać zapisany.
- 9) Analiza i przetwarzanie zarejestrowanych wyników:
- wyniki zarejestrowane przez program obsługi UTC – GT i zapisane w pliku z rozszerzeniem .wyn, w celu dalszego przetwarzania, otworzyć można, edytorem tekstu (w OS Windows np program „Notatnik”) lub w arkuszu kalkulacyjnym (sposób konwertowania w programie Excel przedstawiono w opisie programu obsługi UTC – GT wydanej przez producenta i dołączonej do urządzenia)
 - wyniki zarejestrowane przez rejestrator zakłóceń urządzenia CZAZ – U i zapisane w formacie COMTRADE, w celu dalszego przetwarzania, można otworzyć za pomocą programu Rejestrator Zakłóceń udostępnionego przez ZEG - Energetyka.

Rys. 6.1 Sposób podłączenia testera UTC-GT przy 1-faz. badaniu zabezpieczeń nadprądowych $I>1$, $I>2$ 

Rys. 6.2 Nastawy wartości znamionowych przekładników

Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne niezależne

Zestaw 0 Zestaw 1 Zestaw 2 Zestaw 3

I>1:

Kryterium pomiaru prądu: ☒ I_{1h} ☐ I

Prąd rozruchowy: 1,2 In

Opóźnienie zadziałania: 200 ms

Opóźnienie zadz. PDZ: 0 ms

☐ Działanie na wyłączenie

☐ Blokada załączenia wyłącznika

☒ Przyspieszenie wyłączenia

☐ Blokowanie od uderu prądu BLFe

☐ Blokada kierunkowa

☐ Kierunek "do szyn"

☒ Kierunek "od szyn"

I>2:

Kryterium pomiaru prądu: ☒ I_{1h} ☐ I

Prąd rozruchowy: 3,0 In

Opóźnienie zadziałania: 500 ms

Opóźnienie zadz. PDZ: 50 ms

☒ Działanie na wyłączenie

☐ Blokada załączenia wyłącznika

☒ Przyspieszenie wyłączenia

☐ Blokowanie od uderu prądu BLFe

☐ Blokada kierunkowa

☒ Kierunek "do szyn"

☐ Kierunek "od szyn"

Rys. 6.3 Nastawy członów zabezpieczenia nadprądowego I>1, I>2

Program obsługi UTC-GT V1.02

Plik Testy ogólne Testy plikowe

Konfiguracja_RS232 Wartości bieżące Transmisja zał Wybierz m. licencję Wartości nastawiane Odczyt z UTC-GT

Menu Wyjścia Częstotliwość Kąt fazowy(1h) Filo Led Timer P/K\

ZWARCIE I50A&U150V 50.000 0.0 ☒ 0.0000s

A 28.2st C IA_1h(max50A) Harmoniczna N IA_Nh(max50A)

27.7st C 0.00 2 0.00

B 28.2st C UB_1h(max150V) Harmoniczna N UB_Nh(max150V)

28.2st C 0.0 2 0.0

26.8st C 0.0 2 0.0

czas obc. [s] czas zwarcia[s] czas odpadu[s]

0.000 0.000 0.000

Menu Wyjścia Częstotliwość(Hz) Kąt fazowy(1h)

ZWARCIE I50A&U150V 50.000 50.000 0.0 0.0

A IA_1h(abc) IA_1h(zw) Harmoniczna N IA_Nh(abc) IA_Nh(zw)

8.00 16.00 2 0.00 0.00

B UB_1h(abc) UB_1h(zw) Harmoniczna N UB_Nh(abc) UB_Nh(zw)

0.0 0.0 2 0.0 0.0

Rodzaj zwarcia Czas obc. [s] Czas zw. [s]

abc-zw-abc 0.4 0.600

Wyniki Dyskoscop jednokresowy (Amplitudy / sqrt(2))

Wektroskop_1h

Panel Sterowania Ręcznego

Nastaw Start Stop/Zeruj

Wyjdź

Rys. 6.4 Nastawy testera UTC-GT podczas 1-faz. badania zabezpieczeń I>1, I>2

6.1.2 Badanie w układzie trójfazowym

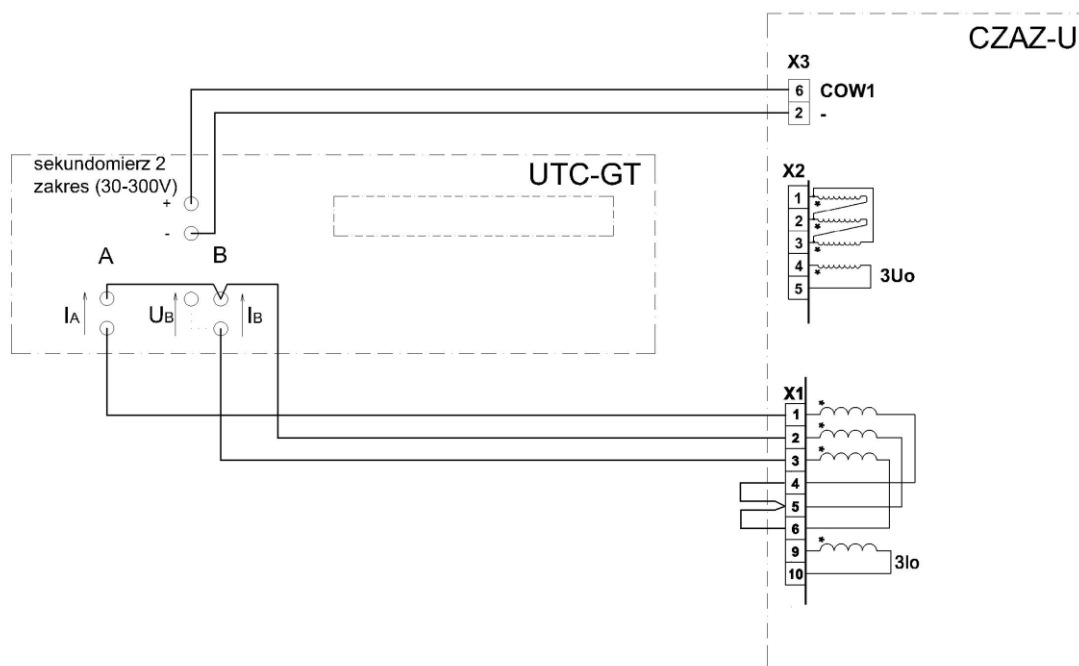
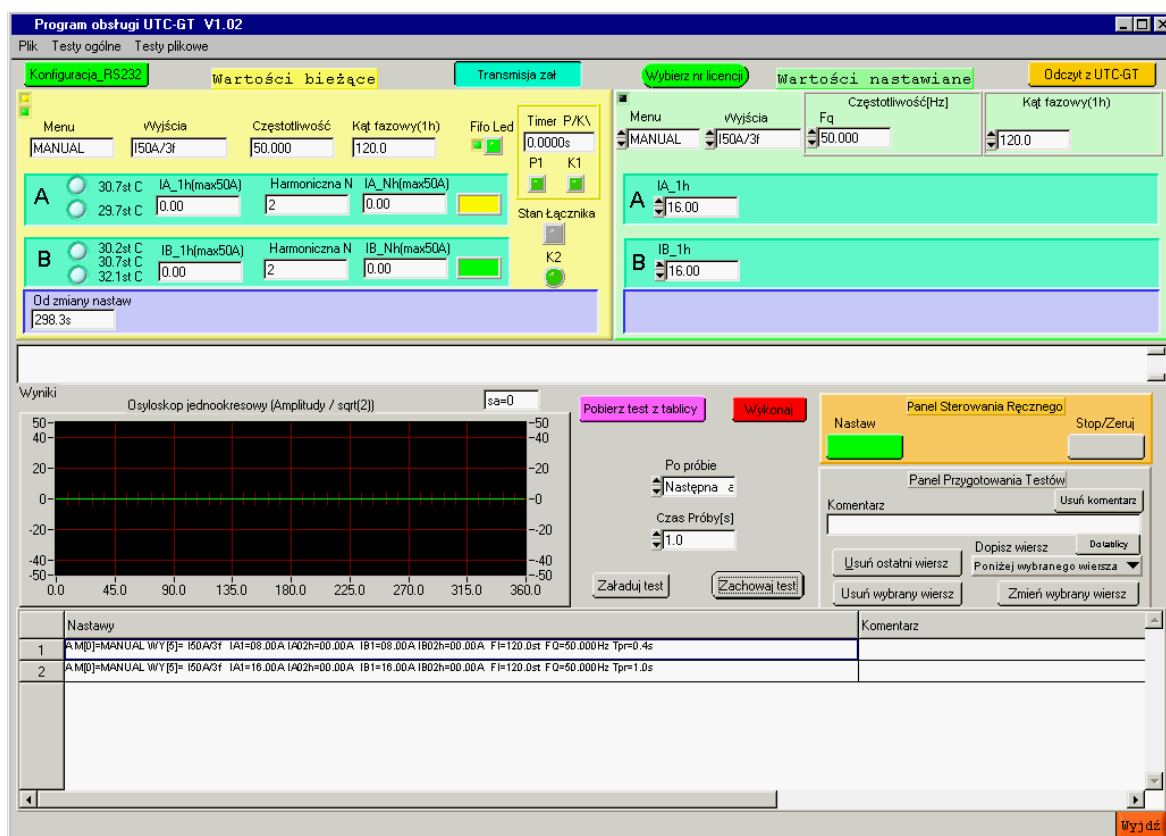
Kolejność wykonania ćwiczenia laboratoryjnego:

- 1) Połączenie układu pomiarowego
 - do zespołu CZAZ – U zamontowanego na stanowisku laboratoryjnym podłączyć urządzenie testujące UTC – GT (wg rys. 6.5).
- 2) Załączenie zasilania stanowiska laboratoryjnego, uruchomienie komputera PC, uruchomienie urządzenia testowego UTC – GT.
- 3) Dokonanie nastaw w zespole CZAZ – U (pomiń, jeśli wykonano w pkt. 6.1.1):
 - uruchomić program „System Monitoringu i Sterowania” („SMiS”),
 - rozwinąć listę urządzeń, „CZAZ – U”, „Nastawy”, wybrać „Nastawy zabezpieczeń i układów”,
 - w otwartym oknie „Nastawy zabezpieczeń i układów” wybrać pozycję „Nastawy” i sprawdzić poprawność, ew. ustawić wartości znamionowe prądów i napięć strony pierwotnej, oraz kąta charakterystycznego (rys. 6.2),
 - wybrać pozycję „Konfiguracja”, zaznaczyć jako aktywne zabezpieczenia $I>1$, $I>2$,
 - w lewej kolumnie okna, wybrać pozycję „ $I>1$ ”, wprowadzić pożądane wartości zabezpieczeń $I>1$, $I>2$ (rys. 6.3),
 - zapisać wprowadzone zmiany wybierając z paska narzędzi „Wyślij do zespołu CZAZ – U”, potwierdzić je, a następnie zatwierdzić wprowadzając hasło „0000”, po czym zamknąć okno „Nastawy zabezpieczeń i układów”,
 - w oknie głównym aplikacji rozwinąć „CZAZ – U”, „Nastawy”, „Tryb pracy rejestratora zakłóceń”, ustawić pożądaną ilość rejestrowanych w pamięci przebiegów oraz czas przedbiegu.
- 4) Przygotowanie urządzenia testującego UTC – GT:
 - uruchomić aplikację sterującą UTC – GT,
 - wybrać „Konfiguracja RS-232”, zaznaczyć port COM1 i zamknąć okno wyboru portu,
 - wybrać „Wybierz nr licencji”, określić lokalizację klucza programu (plik UTC00098.lic), zatwierdzić wybór „LOAD”,
 - najechać kursorem myszy na okno wyników programu UTC – GT (białe tło), przycisnąć prawy przycisk myszy, wybrać „Usuń wyniki” (jeśli zostały pobrane z urządzenia UTC – GT). Powtórnie przycisnąć prawy przycisk myszy co spowoduje częściowe zamknięcie okna wyników,
- 5) Dokonanie nastaw w urządzeniu UTC – GT.

Ze względu na brak możliwości użycia w trybie pracy I50/3f programu „Zwarcie”, sporządzona zostanie tablica testów, zawierająca parametry prądów, które będą przez UTC – GT w zadanej kolejności nastawiane:

 - w oknie programu obsługi UTC – GT wybrać „Testy plikowe”, „Przygotowanie testu”,
 - w prawej, górnej części okna programu wybrać z menu tryb „Manual”, wyjście „I50/3f” i wprowadzić żądane wartości i czasy trwania sygnałów prądowych, które będą generowane w pierwszym teście (rys. 6.6), opcję „po próbie” nastawić na „Następna automatycznie”, w „Panelu przygotowania testów – dopisz wiersz” wybrać „Do tablicy”. W taki sposób zostanie stworzony pierwszy wiersz tablicy testów. Kolejne wiersze dodać należy w taki sam sposób uprzednio wprowadzając zmienione wartości nastawianych sygnałów prądowych,

- zapisanie do pliku stworzonego testu nastąpi po wybraniu „Zachowaj test”, podaniu lokalizacji gdzie ma zostać zapisany i zatwierdzeniu,
 - wskaźnikiem myszy najechać na pierwszy wiersz tablicy testów i przycisnąć lewy przycisk, po czym wybrać „Pobierz test z tablicy”. Zostaną przygotowane do załadowania nastawy widniejące w pierwszym wierszu tablicy testów.
- 6) Wykonanie testu:
- w środkowej części okna programu, przycisnąć „Wykonaj”, co spowoduje zadanie nastaw wprowadzonych w pierwszym wierszu tablicy testów. Następnie, zostaną zadane nastawy określone w kolejnych wierszach, aż do wykonania ostatniego.
- 7) Odczytanie i zapisanie wyników zarejestrowanych przez UTC – GT:
- w programie obsługi UTC – GT wyniki prezentowane są w środkowej części okna; aby je zapisać należy wybrać „Plik”, „Zapisz wyniki do”, podać lokalizację i zatwierdzić.
- 8) Odczytanie i zapisanie wyników zarejestrowanych przez Rejestrator zakłóceń CZAZ – U:
- z głównego okna programu SMiS wybrać „CZAZ – U”, „Rejestrator”, „Rejestrator zakłóceń”, „Pobierz plik”. Po odczytaniu pliku z urządzenia CZAZ – U zostaną przedstawione zarejestrowane przebiegi.
 - Aby zapisać zarejestrowane przebiegi w formacie COMTRADE należy wybrać w oknie SMiS w którym są prezentowane „Plik”, „Export do pliku”, „Export do formatu COMTRADE” i wskazać lokalizację gdzie plik ma zostać zapisany.
- 9) Analiza i przetwarzanie zarejestrowanych wyników:
- wyniki zarejestrowane przez program obsługi UTC – GT i zapisane w pliku z rozszerzeniem .wyn, w celu dalszego przetwarzania, otworzyć można, edytorem tekstu (w OS Windows np program „Notatnik”) lub w arkuszu kalkulacyjnym (sposób konwertowania w programie Excel przedstawiono w opisie programu obsługi UTC – GT wydanej przez producenta i dołączonej do urządzenia)
 - wyniki zarejestrowane przez rejestrator zakłóceń urządzenia CZAZ – U i zapisane w formacie COMTRADE, w celu dalszego przetwarzania, można otworzyć za pomocą programu Rejestrator Zakłóceń udostępnionego przez ZEG - Energetyka.

Rys. 6.5 Sposób podłączenia testera UTC-GT przy 3-faz. badaniu zabezpieczeń nadprądowych $I>1$, $I>2$ Rys. 6.6 Nastawy testera UTC-GT podczas 3-faz. badania zabezpieczeń $I>1$, $I>2$

6.2 Badanie zabezpieczeń naprądowych zwłocnych zależnych I>4

Badanie zabezpieczenia nadprądowego zwłocznego zależnego I>4 będzie miało na celu zdjęciu jego charakterystyki czasowo – prądowej.

Kolejność wykonania ćwiczenia laboratoryjnego:

- 1) Połączenie układu pomiarowego
 - do zespołu CZAZ – U zamontowanego na stanowisku laboratoryjnym podłączyć urządzenie testujące UTC – GT (wg rys. 6.1).
- 2) Załączenie zasilania stanowiska laboratoryjnego, uruchomienie komputera PC, uruchomienie urządzenia testowego UTC – GT.
- 3) Dokonanie nastaw w zespole CZAZ – U:
 - uruchomić program „System Monitoringu i Sterowania” („SMiS”),
 - rozwinąć listę urządzeń, „CZAZ – U”, „Nastawy”, wybrać „Nastawy zabezpieczeń i układów”,
 - w otwartym oknie „Nastawy zabezpieczeń i układów” wybrać pozycję „Nastawy” i sprawdzić poprawność, ew. ustawić wartości znamionowe prądów i napięć strony pierwotnej, oraz kąta charakterystycznego (rys. 6.2) (pomiąć jeśli wykonano w pkt 6.1),
 - wybrać pozycję „Konfiguracja”, zaznaczyć jako aktywne zabezpieczenie I>4,
 - z lewej kolumny okna, wybrać pozycję „I>4”, wprowadzić pożądane nastawy zabezpieczenia I>4 (rys. 6.7),
 - zapisać wprowadzone zmiany wybierając z paska narzędzi „Wyślij do zespołu CZAZ – U”, potwierdzić je, a następnie zatwierdzić wprowadzając hasło „0000”, po czym zamknąć okno „Nastawy zabezpieczeń i układów”,
- 4) Przygotowanie urządzenia testującego UTC – GT:
 - uruchomić aplikację sterującą UTC – GT,
 - wybrać „Konfiguracja RS-232”, zaznaczyć port COM1 i zamknąć okno wyboru portu,
 - wybrać „Wybierz nr licencji”, określić lokalizację klucza programu (plik UTC00098.lic), zatwierdzić wybór „LOAD”,
 - najechać kursorem myszy na okno wyników programu UTC – GT (białe tło), przycisnąć prawy przycisk myszy, wybrać „Usuń wyniki” (jeśli zostały pobrane z urządzenia UTC – GT). Powtórnie przycisnąć prawy przycisk myszy co spowoduje częściowe zamknięcie okna wyników,
- 5) Dokonanie nastaw w urządzeniu UTC – GT.

Aby zdjąć charakterystykę czasowo – prądowej zabezpieczenia I>4 można wykorzystać tryb pracy „Zwarcie”, nastawiając dla stanu „Obciążenie” prąd o wartości 0A, a dla stanu „Zwarcie” – właściwe wartości powodujące zadziałanie zabezpieczenia. Pomiary należy wykonać dla przynajmniej kilkunastu różnych nastawionych wartości prądu. W celu automatyzacji tego procesu, przygotować test plikowy:

- w oknie programu obsługi UTC – GT wybrać „Testy plikowe”, „Przygotowanie testu”,
- w prawej, górnej części okna programu wybrać z menu tryb „Zwarcie”, wyjście „I50&U150V” i wprowadzić żądane wartości i czasy trwania sygnałów prądowych, które będą generowane w pierwszym teście, opcję „po próbie” nastawić

na „Następna automatycznie”, w „Panelu przygotowania testów – dopisz wiersz” wybrać „Do tablicy”. W taki sposób zostanie stworzony pierwszy wiersz tablicy testów. Kolejne wiersze dodać należy w taki sam sposób uprzednio wprowadzając zmienione wartości nastawianych sygnałów prądowych,

- zapisanie do pliku stworzonego testu nastąpi po wybraniu „Zachowaj test”, podaniu lokalizacji gdzie ma zostać zapisany i zatwierdzeniu,
- wskaźnikiem myszy najechać na pierwszy wiersz tablicy testów i przycisnąć lewy przycisk, po czym wybrać „Pobierz test z tablicy”. Zostaną przygotowane do załadowania nastawy widniejące w pierwszym wierszu tablicy testów.

6) Wykonanie testu:

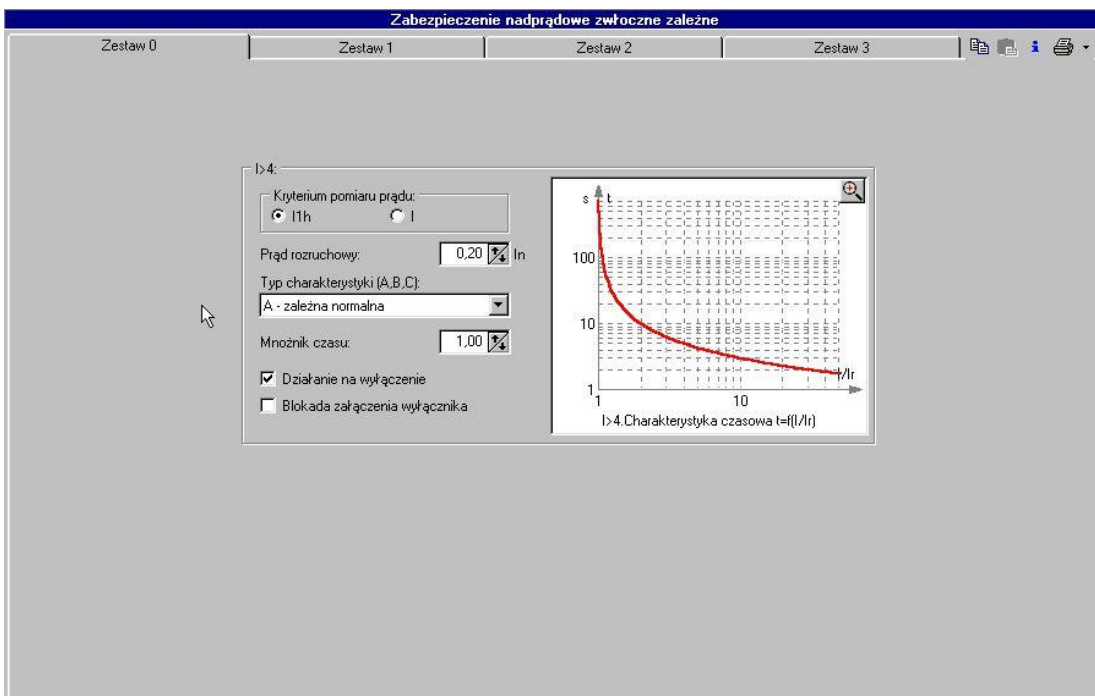
- w środkowej części okna programu, przycisnąć „Wykonaj”, co spowoduje zadanie nastaw wprowadzonych w pierwszym wierszu tablicy testów. Następnie, zostaną zadane nastawy określone w kolejnych wierszach, aż do wykonania ostatniego.

7) Odczytanie i zapisanie wyników zarejestrowanych przez UTC – GT:

- w programie obsługi UTC – GT wyniki prezentowane są w środkowej części okna; aby je zapisać należy wybrać „Plik”, „Zapisz wyniki do”, podać lokalizację i zatwierdzić.

8) Analiza i przetwarzanie zarejestrowanych wyników:

- wyniki zarejestrowane przez program obsługi UTC – GT i zapisane w pliku z rozszerzeniem .wyn, w celu dalszego przetwarzania, otworzyć można, edytorem tekstu (w OS Windows np. program „Notatnik”) lub w arkuszu kalkulacyjnym (sposób konwertowania w programie Excel przedstawiono w opisie programu obsługi UTC – GT wydanej przez producenta i dołączonej do urządzenia). Na ich podstawie można wykreślić charakterystykę czasowo – prądową.



Rys. 6.7 Nastawy zabezpieczenia nadprądowego zwłocznego zależnego I>4

6.3 Badanie zabezpieczeń admitancyjnych

Badanie zabezpieczenia admitancyjnego Yo będzie miało na celu zdjęciu jego charakterystyki admitancyjnej.

Kolejność wykonania ćwiczenia laboratoryjnego:

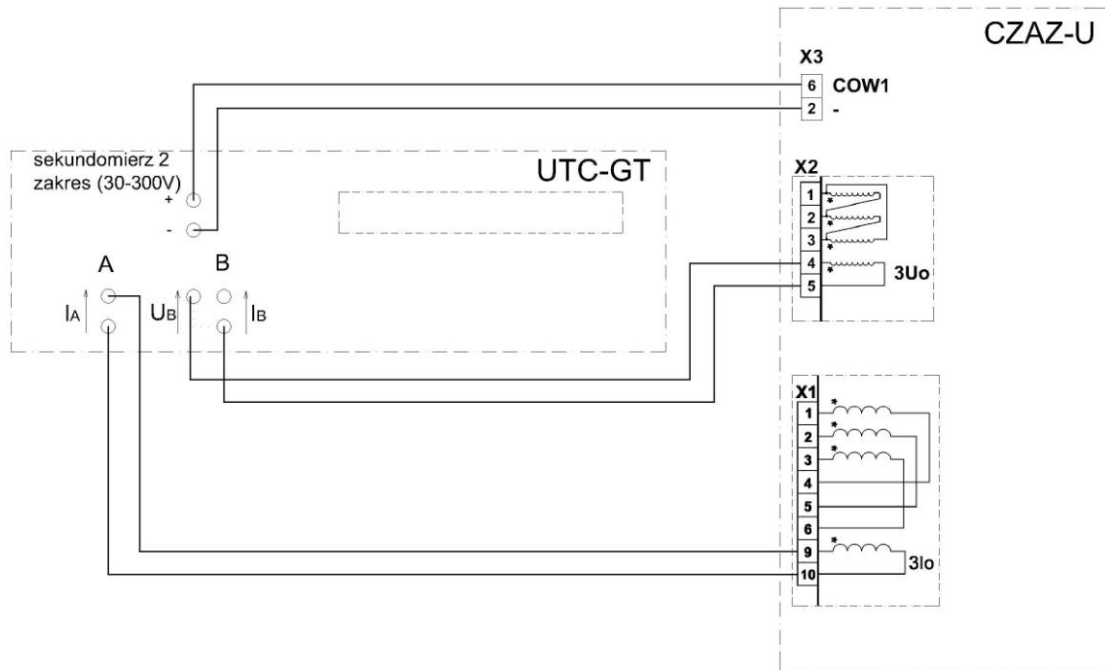
- 1) Połączenie układu pomiarowego
 - do zespołu CZAZ – U zamontowanego na stanowisku laboratoryjnym podłączyć urządzenie testujące UTC – GT (wg rys. 6.8).
- 2) Załączenie zasilania stanowiska laboratoryjnego, uruchomienie komputera PC, uruchomienie urządzenia testowego UTC – GT.
- 3) Dokonanie nastaw w zespole CZAZ – U:
 - uruchomić program „System Monitoringu i Sterowania” („SMiS”),
 - rozwinąć listę urządzeń, „CZAZ – U”, „Nastawy”, wybrać „Nastawy zabezpieczeń i układów”,
 - w otwartym oknie „Nastawy zabezpieczeń i układów” wybrać pozycję „Nastawy” i sprawdzić poprawność, ew. ustawić wartości znamionowe prądów i napięć strony pierwotnej, oraz kąta charakterystycznego (rys. 6.2) (pomiąć jeśli wykonano w poprzednich pomiarach),
 - wybrać pozycję „Konfiguracja”, zaznaczyć jako aktywne zabezpieczenie Yo,
 - z lewej kolumny okna, wybrać pozycję „Yo”, wprowadzić pożądane nastawy zabezpieczenia Yo (rys. 6.9),
 - zapisać wprowadzone zmiany wybierając z paska narzędzi „Wyślij do zespołu CZAZ – U”, potwierdzić je, a następnie zatwierdzić wprowadzając hasło „0000”, po czym zamknąć okno „Nastawy zabezpieczeń i układów”,
- 4) Przygotowanie urządzenia testującego UTC – GT:
 - uruchomić aplikację sterującą UTC – GT,
 - wybrać „Konfiguracja RS-232”, zaznaczyć port COM1 i zamknąć okno wyboru portu,
 - wybrać „Wybierz nr licencji”, określić lokalizację klucza programu (plik UTC00098.lic), zatwierdzić wybór „LOAD”,
 - najechać kursorem myszy na okno wyników programu UTC – GT (białe tło), przycisnąć prawy przycisk myszy, wybrać „Usuń wyniki” (jeśli zostały pobrane z urządzenia UTC – GT). Powtórnie przycisnąć prawy przycisk myszy co spowoduje częściowe zamknięcie okna wyników,
- 5) Dokonanie nastaw w urządzeniu UTC – GT.

W celu zdjęcia charakterystyki admitancyjnej zabezpieczenia Yo zostanie wykorzystany tryb pracy „Najazd”. W tym trybie zostanie zadane: w kanale B – napięcie o określonej wartości, w kanale A – prąd o wartości narastającej skokowo (w określonej przez użytkownika ilości kroków) oraz kąt między prądem a napięciem. Pojedynczy pomiar będzie polegał na zarejestrowaniu wartości prądu, przy jakim zabezpieczenie zadziała. Pomiar zostanie powtórzony dla różnych wartości kąta między prądem a napięciem.

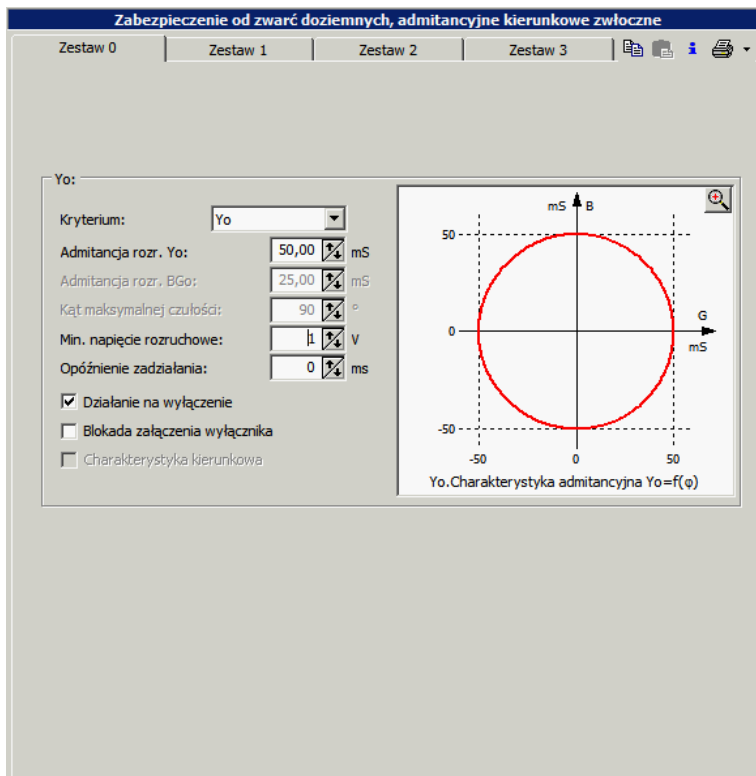
W celu automatyzacji procesów pomiarowych, przygotować test plikowy:

- w oknie programu obsługi UTC – GT wybrać „Testy plikowe”, „Przygotowanie testu”,

- w prawej, górnej części okna programu wybrać z menu tryb „Najazd”, wyjście „I50&U150V”. Wprowadzić wartości prądu (początkowa i końcowa), rodzaj najazdu „PT-0”, liczbę kroków (w ilu wartość prądu będzie zmieniana), wartość napięcia rozruchowego oraz kąt między prądem a napięciem. Opcję „po próbie” nastawić na „Następna automatycznie”. W „Panelu przygotowania testów – dopisz wiersz” wybrać „Do tablicy”. W taki sposób zostanie stworzony pierwszy wiersz tablicy testów. Kolejne wiersze dodać należy w taki sam sposób uprzednio wprowadzając zmienione wartości kąta między generowanym: w kanale A – prądem, a w kanale B – napięciem,
 - zapisanie do pliku stworzonego testu nastąpi po wybraniu „Zachowaj test”, podaniu lokalizacji gdzie ma zostać zapisany i zatwierdzeniu,
 - wskaźnikiem myszy najechać na pierwszy wiersz tablicy testów i przycisnąć lewy przycisk, po czym wybrać „Pobierz test z tablicy”. Zostaną przygotowane do załadowania nastawy widniejące w pierwszym wierszu tablicy testów.
- 6) Wykonanie testu:
- w środkowej części okna programu, przycisnąć „Wykonaj”, co spowoduje zadanie nastaw wprowadzonych w pierwszym wierszu tablicy testów. Następnie, zostaną zadane nastawy określone w kolejnych wierszach, aż do wykonania ostatniego.
- 7) Odczytanie i zapisanie wyników zarejestrowanych przez UTC – GT:
- w programie obsługi UTC – GT wyniki prezentowane są w środkowej części okna; aby je zapisać należy wybrać „Plik”, „Zapisz wyniki do”, podać lokalizację i zatwierdzić.
- 8) Analiza i przetwarzanie zarejestrowanych wyników:
- wyniki zarejestrowane przez program obsługi UTC – GT i zapisane w pliku z rozszerzeniem .wyn, w celu dalszego przetwarzania, otworzyć można, edytorem tekstu (w OS Windows np. program „Notatnik”) lub w arkuszu kalkulacyjnym (sposób konwertowania w programie Excel przedstawiono w opisie programu obsługi UTC – GT wydanej przez producenta i dołączonej do urządzenia). Na ich podstawie, dla każdego pomiaru, można obliczyć wartość admitancji, po czym, zestawiając wszystkie wyniki, wykreślić charakterystykę admitancyjną zabezpieczenia.



Rys. 6.8 Sposób podłączenia testera UTC-GT podczas badania zabezpieczeń admitancyjnych

Rys. 6.9 Nastawy zabezpieczenia admitancyjnego o charakterystyce Y_o

ZAŁĄCZNIK A – Dane techniczne CZAZ-U

Pomocnicze napięcie zasilające U_{pn}	220V DC
Zakres roboczy napięcia pomocniczego U_p	$(0,8 - 1,1) U_{pn}$
Pobór mocy w obwodzie pomocniczego napięcia zasilającego U_p	$\leq 25W$
Napięcie sterownicze U_{sn}	220V DC
Zakres roboczy napięcia sterowniczego U_s	$(0,8 - 1,1) U_{sn}$
Pobór mocy w obwodzie napięcia sterowniczego U_s	$\leq 2W$
Obwody wejściowe prądowe:	
– prąd pomiarowy znamionowy I_n	5A
– maksymalny prąd pomiarowy	$30I_n$
– częstotliwość znamionowa f_n	50Hz
– pobór mocy przy $I=I_n$	$\leq 5VA/fazę$
– obciążalność trwała	$2,2I_n$
– wytrzymałość cieplna (1s)	$80 I_n$
– wytrzymałość dynamiczna	$200 I_n$
Obwód wejściowy składowej zerowej prądu:	
– maksymalny prąd pomiarowy	12A
– częstotliwość znamionowa f_n	50Hz
– pobór mocy przy $I_o=5A$	$\leq 0,4VA$
– obciążalność trwała	11A
– wytrzymałość cieplna (1s)	250A
– wytrzymałość dynamiczna	625A
Obwody wejściowe napięciowe:	
– napięcie pomiarowe znamionowe	100V
– maksymalne napięcie pomiarowe	$1,5U_n$
– częstotliwość znamionowa f_n	50Hz
– pobór mocy przy $U=U_n$	$\leq 5VA$
– wytrzymałość cieplna (10s)	$1,5 U_n$
– wytrzymałość napięciowa długotrwała	$1,2 U_n$
Obwód wejściowy składowej zerowej napięcia:	
– napięcie pomiarowe znamionowe U_{on}	100V
– maksymalne napięcie pomiarowe	$1,2U_{on}$
– częstotliwość znamionowa f_n	50Hz
– pobór mocy przy $U=U_{on}$	$\leq 0,5VA$
– wytrzymałość cieplna (10s)	$1,5 U_{on}$
– wytrzymałość napięciowa długotrwała	$1,2 U_{on}$
Obwody wejściowe dwustanowe:	
(7 wejść dedykowanych, 21 wejść programowalnych)	
– napięcie wejściowe	220V DC
– pobór prądu	$< 5mA$
Uchyb gwarantowany pomiaru prądu rozruchowego	5%
Uchyb gwarantowany pomiaru napięcia rozruchowego	5%
Uchyb dodatkowy od zmian częstotliwości	5%
Uchyb gwarantowany pomiaru częstotliwości	0,05Hz
Uchyb gwarantowany pomiaru czasu	$1\% \pm 5ms$
Czas własny zadziałania zabezpieczeń	$\leq 40ms$
(oprócz częstotliwościowych $f1-f4$)	
Czas własny zadziałania zabezpieczeń częstotliwościowych $f1-f4$	$\leq 80ms$
Czas podtrzymania	$t_p \geq 50ms$

Współczynnik powrotu:

- dla zabezpieczeń nadmiarowych (oprócz f1 – f4) $\geq 0,97$
- dla zabezpieczeń niedomiarowych (oprócz f1 – f4) $\leq 1,03$
- dla zabezpieczeń nadczęstotliwościowych f1 – f4 $\geq 0,999$
- dla zabezpieczeń podczęstotliwościowych f1 – f4 $\leq 1,001$

Zdolność łączeniowa przekaźników wykonawczych:

(7 przekaźników dedykowanych, 14 przekaźników programowalnych)

- obciążalność prądowa trwała 5A
- dla prądu stałego o napięciu $U=250V$
 - przy obciążeniu rezystancyjnym 0,3A
 - przy obciążeniu indukcyjnym $L/R=40ms$ 0,12A
- dla prądu przemiennego o napięciu $U=250V/50Hz$
 - przy obciążeniu indukcyjnym $\cos\varphi=0,4$ 3A

Zakres temperatury pracy

(263 – 328) K,
(-10 – 55) °C

Wilgotność względna

do 80%

Stopień ochrony

IP40

Masa zespołu

6,5kg

Kompatybilność elektromagnetyczna

zgodnie z
PN-EN 50263

Wytrzymałość elektryczna izolacji

zgodnie z
PN-EN 60255-5

- napięcie przemienne 2kV/50Hz/1min.
- napięcie udarowe 5kV; 1,2/50μs.

ZAŁĄCZNIK B – Opis obwodów wejścia/wyjścia CZAZ-U

Numer złącza	Numer zacisku	Opis sygnału	Uwagi
X1	1-4	prąd pomiarowy fazy L_1	-
	2-5	prąd pomiarowy fazy L_2	-
	3-6	prąd pomiarowy fazy L_3	-
	9-10	prąd pomiarowy zerowy $3I_0$	-
X2	1-2	napięcie pomiarowe międzyfazowe U_{12}	-
	2-3	napięcie pomiarowe międzyfazowe U_{23}	-
	3-1	napięcie pomiarowe międzyfazowe U_{31}	-
	4-5	napięcie pomiarowe zerowe $3U_0$	-
X3	1	napięcie pomocnicze zasilające U_p	+ U_p
	2	napięcie pomocnicze zasilające U_p	- U_p
	3	napięcie sterownicze U_s	+ U_s
	4	napięcie sterownicze U_s	- U_s
	5	przełącznik wykonawczy sterowania cewką załączającą CZ	zestyk zwirny
	6	przełącznik wykonawczy sterowania cewką wyłączającą CW1	zestyk zwirny
	7	przełącznik wykonawczy sterowania cewką wyłączającą CW2	zestyk zwirny
	8-9	przełącznik sygnalizacji sterowania awaryjnego na wyłączenie wyłącznika	zestyk zwirny
	10	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We11 (kontrola położenia odłącznika O3 – otwarty)*	+ U_p
	11	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We12 (kontrola położenia odłącznika O3 – zamknięty)*	+ U_p
	12	wejście dwustanowe kontroli zablożenia wyłącznika - ZN	+ U_p
	13	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We13 (kontrola położenia uziemnika Uz1 - otwarty)*	+ U_p
	14	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We14 (kontrola położenia uziemnika Uz1 - zamknięty)*	+ U_p
	15	wejście dwustanowe kontroli położenia wyłącznika – W wyłączony	+ U_p
	16	wejście dwustanowe kontroli położenia wyłącznika – W załączony	+ U_p
	17	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We15 (kontrola położenia odłącznika O2 – otwarty)*	+ U_p
	18	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We16 (kontrola położenia odłącznika O2 - zamknięty)*	+ U_p
	19	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We17 (kontrola położenia odłącznika O1 - otwarty)*	+ U_p
	20	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We18 (kontrola położenia odłącznika O1 - zamknięty)*	+ U_p
X4	1-2	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 01 (kontrola położenia odłącznika O4 - otwarty)*	+ / - U_p
	3-4	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 02 (kontrola położenia odłącznika O4 - zamknięty)*	+ / - U_p
	5-6	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 03	+ / - U_p
	7-8	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 04	+ / - U_p
	9-10	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 05	+ / - U_p
	11-12	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 06	+ / - U_p
	13-14	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 07	+ / - U_p
	15-16	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 08	+ / - U_p
	17-18	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 09	+ / - U_p
	19-20	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We 10	+ / - U_p

	21-22	wejście dwustanowe czujnika błysku systemu VAMP	-
X5	1	wejście dwustanowe załączenia operacyjnego wyłącznika	+ U _p
	2	wejście dwustanowe wyłączenia operacyjnego wyłącznika	+ U _p
	3	wejście dwustanowe kasowania sygnalizacji wewnętrznej WWZ	+ U _p
	4	wejście dwustanowe kasowania blokady załączenia wyłącznika BLZ	+ U _p
	5-6	przełącznik sygnalizacji AW	zestyk zwierny
	5-7	przełącznik sygnalizacji UP	zestyk zwierny
	5-8	przełącznik sygnalizacji AL	zestyk roz- wierny
	9	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We19 (kontrola położenia uziemnika Uz2 - otwarty)*	+ U _p
	10	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We20 (kontrola położenia uziemnika Uz2 - zamknięty)*	+ U _p
	11	wejście dwustanowe sterownika programowalnego We21	+ U _p
	12-13	przełącznik wykonawczy programowalny Wy11	zestyk zwierny
	12-14	przełącznik wykonawczy programowalny Wy12	zestyk zwierny
	15-16	przełącznik wykonawczy programowalny Wy 13	zestyk zwierny
	15-17	przełącznik wykonawczy programowalny Wy 14	zestyk zwierny
X6	1	COM2 port komunikacji szeregowej RS-485	DATA +
	2		DATA -
	3		SG
	4	COM1 port komunikacji szeregowej RS-485 (zamienny z RS-232 dla wersji z wyświetlaczem alfanumerycznym)	DATA +
	5		DATA -
	6		SG
X7	1-2	przełącznik wykonawczy programowalny Wy01	zestyk zwierny
	1-3	przełącznik wykonawczy programowalny Wy02	zestyk zwierny
	4-5	przełącznik wykonawczy programowalny Wy03	zestyk zwierny
	4-6	przełącznik wykonawczy programowalny Wy04	zestyk zwierny
	7-8	przełącznik wykonawczy programowalny Wy05	zestyk zwierny
	9-10	przełącznik wykonawczy programowalny Wy06	zestyk zwierny
	11-12	przełącznik wykonawczy programowalny Wy07	zestyk zwierny
	13-14	przełącznik wykonawczy programowalny Wy08	zestyk zwierny
	15-16	przełącznik wykonawczy programowalny Wy09	zestyk zwierny
	17-18	przełącznik wykonawczy programowalny Wy10	zestyk zwierny
X8	Rx	COM1- port komunikacji światłowodowej, złącze typu ST – odbieranie przez CZAŁ	-
	Tx	COM1- port komunikacji światłowodowej, złącze typu ST – nadawanie z CZAŁ	-
	Rx	COM2- port komunikacji światłowodowej, złącze typu ST – odbieranie przez CZAŁ	-
	Tx	COM2- port komunikacji światłowodowej, złącze typu ST – nadawanie z CZAŁ	-

ZAŁĄCZNIK C – Dane techniczne zabezpieczeń CZAZ – U

Zabezpieczenie	Zakres nastawczy wielkości pomiarowej	Zakres nastawczy czasu zadziałania	Funkcje dodatkowe
I>1	$(0,2 \div 25,0)I_n$ co $0,1I_n$	$(0 \div 5000)$ ms co 1ms Czas w cyklu PDZ: $(0 \div 2000)$ ms co 1ms	Nastawialne: I1h / I WYŁĄCZ PDZ BLZ BLK BLFe Konfigurowane: BL_I>1
I>2	$(0,2 \div 25,0)I_n$ co $0,1I_n$	$(0 \div 60000)$ ms co 1ms Czas w cyklu PDZ: $(0 \div 2000)$ ms co 1ms	Nastawialne: I1h / I WYŁĄCZ PDZ BLZ BLK BLFe Konfigurowane: BL_I>2
I>3	$(0,20 \div 25,00)I_n$ co $0,01I_n$	$(0 \div 60000)$ ms co 1ms	Nastawialne: I1h / I WYŁĄCZ BLZ BLFe Konfigurowane: BL_I>3
I>4	$(0,20 \div 5,00)I_n$ co $0,01I_n$ $k_2: (0,05 \div 3,00)$ co 0,01	Charakterystyka niezależna DT: $(0 \div 60000)$ ms co 1ms Charakterystyki zależne A,B,C wg PN-EN 60255-3:1999.	Nastawialne: I1h / I WYŁĄCZ BLZ Konfigurowane: BL_I>4
I>5,I>6	$(0,05 \div 25,00)I_n$ co $0,01I_n$	-	-
Io1	Io1.1: $(100 \div 2500)$ mA co 1mA Io1.2: $(200 \div 5000)$ mA co 1 mA	Io1.1: $(100 \div 6000)$ ms co 1ms Io1.2: $(100 \div 3000)$ ms co 1ms	Nastawialne: WYŁĄCZ BLZ Konfigurowane: BL_Io1.1 BL_Io1.2
Io2	$(5 \div 1000)$ mA co 1mA $U_{o \text{ min.}}: (1 \div 20)$ V co 1V	$t = 2t_2 \left(\frac{I_{or}}{3I_o} \right)$ $t_2: (100 \div 1000)$ ms co 1ms	Nastawialne: WYŁĄCZ BLZ U_{o_BL} Konfigurowane: BL_Io2
Io3	$3Io \geq \frac{I_{or}}{\cos(\varphi_m - \varphi)}$ (rys.4.5) Ior: $(5 \div 1000)$ mA co 1mA $U_{o \text{ min.}}: (1 \div 20)$ V co 1V $\varphi_m: (0 \div 90)^\circ$ poj. co 1°	$(0 \div 3000)$ ms co 1ms	Nastawialne: WYŁĄCZ BLZ Konfigurowane: BL_Io3

Zabezpieczenie	Zakres nastawczy wielkości pomiarowej	Zakres nastawczy czasu zadziałania	Funkcje dodatkowe
Yo	YoYr: (0,10÷50,00)mS co 0,01mS YoBGo: (0,10÷50,00)mS co 0,01mS U _{o min} : (1÷20)V co 1V φ_m : (0÷90)° poj. co 1° Typy charakterystyk: BGo (rys.4.6), Yo (rys.4.7), BGo or Yo (rys.4.8), BGo and Yo (rys.4.9).	(0÷3000)ms co 1ms	Nastawialne: KIERUNKOWE WYŁĄCZ BLZ Konfigurowane: BL_Yo
U1	(0,10÷1,2)U _n co 0,01U _n	(20÷60000)ms co 1ms	Nastawialne: U< / U> WYŁĄCZ BLZ Konfigurowane: BL_U1
U2	(0,10÷1,2)U _n co 0,01U _n	(20÷60000)ms co 1ms	Nastawialne: U< / U> WYŁĄCZ BLZ VAMP Konfigurowane: BL_U2
Uo	(1,00÷100,00)V co 0,01V	(0÷60000)ms co 1ms	Nastawialne: WYŁĄCZ BLZ Konfigurowane: BL_Uo
f1, f2, f3, f4	f _r : (45,0÷55,0)Hz co 0,1Hz U _{BL} : (0,10÷0,80)U _n co 0,01U _n	(0÷60000)ms co 1ms	Nastawialne: f< / f> Konfigurowane: BL_f1 BL_f2 BL_f3 BL_f4
VAMP	(0,5÷25,0)I _n co 0,1I _n	-	Nastawialne: warunek napięciowy (nastawa w U2)
ZT1, ZT2, ZT3, ZT4	-	(0÷60000)ms co 1ms	Nastawialne: WYŁĄCZ BLZ

Uwaga: Zabezpieczenia zewnętrzne ZT1÷ZT4 posiadają programowalne wejścia pobudzenia. Oznacza to, że na wejście każdego z tych zabezpieczeń można skonfigurować dowolne zewnętrzne wejście programowalne.

ZAŁĄCZNIK D – Dane techniczne UTC-GT**Kanał A. Zakres regulacji prądu: 1 mA do 2 A**

Max impedancja obwodu	20 Ω
Rozdzielczość	1 mA
Dokładność powyżej 20 mA	0,5%
Zawartość składowej stałej	<1 mA

Kanał A. Zakresu regulacji prądu: 10 mA do 50 A

Max impedancja obwodu	2 Ω
Rozdzielczość	10 mA
Dokładność powyżej 500 mA	0,5%
Zawartość składowej stałej	<10 mA

Kanał B. Zakres regulacji prądu: 10 mA do 50 A

Max impedancja obwodu prądowego	2 Ω
Rozdzielczość	10 mA
Dokładność powyżej 500 mA	0,5%
Zawartość składowej stałej	poniżej 10 mA

Kanał B. Zakres regulacji napięcia: 0,1 V do 150 V

Zakres regulacji napięcia:	
dla $f > 45 \text{ Hz}$	0,1 V do 150 V
dla $f < 45 \text{ Hz}$	0,1 V do 3,3 V
Rozdzielczość	0,1 V
Dokładność powyżej 2 V	0,5%
Minimalna rezystancja obwodu napięciowego	1000 Ω

Kanały A i B

Maksymalne napięcie źródła prądowego	10V AC lub 15V DC
Maksymalna szczytowa moc jednego źródła prądowego	500 VA
Zakres regulacji prądu dla połączonych równolegle kanałów A i B	20 mA do 100 A
Rozdzielczość źródła A+B	20 mA
Zakres regulacji częstotliwości	4,5 Hz do 65 Hz
-rozdzielczość	0,001 Hz
-dokładność	0,01 Hz
Zakres nastawienia fazy (opóźnienia toru A względem B)	0° do 360°
-rozdzielczość regulacji przesunięcia fazowego	0,01°
-dokładność regulacji przesunięcia fazowego	0,2%
Zakres nastawienia harmonicznych	2-ga do 20-tej
Zakres nastawienia czasu zwarcia	0,001 s do 999 s
Zakres nastawienia czasu obciążenia	1 do 9999 s
Zakres nastawienia współczynnika k dla zab. różnicowego	0,001 do 10

Wejścia dwustanowe

Sposób sterowania:	napięcie sterowania:	3 V do 300 V DC
	zestyk:	zwykły/rozwykły
Pobór prądu w stanie ustalonym		<3 mA
Czas pobudzenia i odzyskiwania wejść dwustanowych		1 do 2 ms

Przystosowanie do pracy w warunkach eksploatacyjnych

Masa urządzenia	< 12kg
Ochrona mechaniczna	pokrowiec skórzany
Wymiary	500/390/140mm

Literatura:

- 1) ZEG – ENERGETYKA: *Cyfrowy Zespół Automatyki Zabezpieceniowej i sterowniczej CZAZ – U. Karta Katalogowa*, EE426073.
- 2) ZEG – ENERGETYKA: *Cyfrowy Zespół Automatyki Zabezpieceniowej i sterowniczej CZAZ – U. Instrukcja obsługi*, EE424052.
- 3) ZEG – ENERGETYKA: *Cyfrowy Zespół Automatyki Zabezpieceniowej i sterowniczej CZAZ – U. Opis techniczny*, EE413218.
- 4) ZEG – ENERGETYKA: *Cyfrowy Zespół Automatyki Zabezpieceniowej i sterowniczej CZAZ – U. Instrukcja obsługi przez panel operatora*, EE424067.
- 5) ZEG – ENERGETYKA: *Cyfrowy Zespół Automatyki Zabezpieceniowej i sterowniczej CZAZ – U. Instrukcja Obsługi System Monitoringu i Sterowania*, EE424056.
- 6) Jednostka Badawczo – Rozwojowa Instytut Energetyki. Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń: *Cyfrowe urządzenie testujące UTC – GT Instrukcja obsługi*, Warszawa, marzec 2004.
- 7) Jednostka Badawczo – Rozwojowa Instytut Energetyki. Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń: *Cyfrowe urządzenie testujące UTC – GT Program obsługi*, Wydanie Pierwsze, Warszawa, 2006.
- 8) Synal Bohdan, Rojewski Wilhelm, Dzierżanowski Witold: *Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa. Podstawy*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wydanie Drugie, Wrocław, 2003.
- 9) Winkler Wilibald, Wiszniewski Andrzej: *Automatyka zabezpieczeniowa w systemach elektroenergetycznych*, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Wydanie Drugie, 2004.
- 10) Kochel Mieczysław, Niestępski Stefan: *Elektroenergetyczne sieci i urządzenia przemysłowe*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1995.
- 11) Żydanowicz Józef: *Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa. Automatyka eliminacyjna*, Wydawnictwa Naukowo – Techniczne, Wydanie Drugie, Warszawa, 1985.