

INSTYTUT ENERGETYKI
LABORATORIUM AUTOMATYKI I ZABEZPIECZEŃ

CYFROWE URZĄDZENIE TESTUJĄCE UTC-GT

Instrukcja obsługi

Prawa autorskie zastrzeżone

Warszawa marzec 2004r.

WŁAŚCIWOŚCI URZĄDZENIA

- Ma dwa wyjścia, A i B. 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 prąd trójfazowego w zakresie do 50 A. Moc szczytowa jednego źródła prądowego wynosi 500 W.
- Zakres nastawiania częstotliwości wynosi od 4,5Hz do 65Hz, nastawienie dotyczy obu kanałów.
- Przesunięcie fazowe pomiędzy kanałami A i B nastawia się w zakresie 0° do 360° .
- Zmiany amplitudy fazy i częstotliwości mogą być dokonywane ręcznie w trybie MANUAL lub automatycznie w trybie ZWARCIE i NAJAZD. Automatycznie sygnalizowane jest przekroczenie dozwolonych rezystancji w torach wyjściowych i nadmiernych temperatur wzmacniaczy.
- Czas generowania przebiegów zwarciovych można nastawiać do 1000 s z rozdzielczością 1 ms, a obciążeniowych do 10000 s z rozdzielczością 1 s.
- W kanale B można wybierać fazę załączenia prądu i napięcia. W stanach dynamicznych zachowana jest dokładność.
- Przejście od wielkości początkowych do wielkości końcowych i powrót do wielkości początkowych może dokonywać się skokowo w trybie ZWARCIE lub stopniowo w trybie NAJAZD. W jednym cyklu zarówno w funkcji ZWARCIE, jak i NAJAZD zmianie może podlegać faza, częstotliwość i wszystkie nastawione amplitudy.
- W trybie MANUAL i NAJAZD automatycznie mierzy i zapisuje wartości wszystkich zmieniających się parametrów dla chwili zadziałania i powrotu zabezpieczenia.
- W trybie ZWARCIE automatycznie mierzy i zapisuje czasy działania i czas powrotu badanych zabezpieczeń.
- Automatycznie mierzy czasy zwarcia i przerwy w cyklu SPZ, maksymalnie 5 czasów (docelowo 7), spełnia również rolę modelu wyłącznika współpracującego z badanym zabezpieczeniem.
- Do pierwszej harmonicznej może dodawać dowolną wyższą harmoniczną wybraną z przedziału od drugiej do dwudziestej. W kanale B można przesuwac fazę wybranej harmonicznej w stosunku do pierwszej harmonicznej.
- Jest przystosowane specjalnie do badania cyfrowych i analogowych zabezpieczeń różnicowych, umożliwia badanie charakterystyk stabilizacji i blokowania od wyższych harmonicznych.. W trakcie badania nie wykonuje się żadnych przeliczeń związanych z obliczaniem nastawianych prądów.
- Jest funkcjonalne i dobrze przystosowane do pracy zarówno w warunkach polowych, jak i laboratoryjnych, masa netto urządzenia nie przekracza 12 kg.
- Ma łącze RS232. Przewiduje się, że opracowywane oprogramowanie na komputer PC zapewni automatyzację procesu badań i wydruk protokołów. Do badania najpopularniejszych krajowych przekaźników planuje się opracowanie gotowych pakietów programowych. Programy będą tworzone przy współpracy z użytkownikami badanych urządzeń.

PRZEZNACZENIE I ZASADA DZIAŁANIA

Urządzenie UTC-GT przeznaczone jest do wykonywania badań zabezpieczeń wszystkich pól średniego napięcia, automatyk SPZ, SCO, zabezpieczeń generatorów i transformatorów (w tym zabezpieczeń od poślizgu biegunów), a w szczególności cyfrowych zabezpieczeń różnicowych transformatorów. **Zrealizowane zostało w oparciu o najnowszą technologię cyfrową. Wyeliminowanie mierników i zastosowanie beztransformatorowych wyjść prądowych pozwoliło uzyskać znakomitą dynamikę i dokładność, szeroki zakres nastawianych częstotliwości i znaczne zmniejszenie wagi w stosunku do urządzeń tradycyjnych.** Urządzenie UTC-GT realizuje również wszystkie funkcje produkowanego wcześniej w Instytucie Energetyki urządzenia UT-GT3.

Badania mogą być wykonywane metodą statyczną („najeżdżania”), jak również metodą dynamiczną (symulacji warunków zwarciovych). Urządzenie wyposażone jest w panel sterujący (małą klawiaturę i duży wyświetlacz alfanumeryczny), pozwalający na użytkowanie urządzenia bez dodatkowego komputera.

Urządzenie UTC-GT przystosowane jest do pracy zwłaszcza w warunkach eksploatacyjnych. Dlatego wyposażone jest w pokrowiec stanowiący jego ochronę w czasie pracy i transportu. Pokrowiec został wykonany tak, że nie stwarza żadnych ograniczeń nawet przy pracy urządzenia w warunkach laboratoryjnych. Dlatego jest do urządzenia trwale przymocowany.

Przygotowanie urządzenia do pracy dokonuje się przez dołączenie sznura sieciowego do sieci 230V AC z przewodem ochronnym i załączenie łącznika sieciowego. Urządzenie po załączeniu wykasowuje wszystkie stare ustawienia i rozpoczyna pracę zawsze w trybie MANUAL. Brak ciągłości w obwodach prądowych sygnalizowany jest paleniem się jednej lub dwóch czerwonych diod znajdujących się nad zaciskami prądowymi wyjścia A lub B. Gdy wysterowany jest dowolny kanał, co sygnalizowane jest paleniem się diody zielonej umieszczonej obok diod czerwonych, świeceniu czerwonych diod towarzyszy dodatkowo sygnał dźwiękowy.

Nadmierny wzrost temperatury wzmacniacza sygnalizowany jest przerywanym sygnałem dźwiękowym. **Jeśli rezystancje obwodów zewnętrznych i temperatury wewnętrzne nie są przekroczone, urządzenie nie wydaje sygnałów akustycznych.** Panel sterujący umieszczony na płycie czołowej, składa się z klawiatury złożonej z ośmiu przycisków i wyświetlacza (4 razy 40 znaków). Dopuszcza się jednokrotne przerwanie i ponowne zwarcie obwodu prądowego, **natomiast wielokrotne przerwy lub iskrzenie w obwodzie prądowym grożą uszkodzeniem wzmacniacza.**

Urządzenie UTC-GT przeznaczone jest dla specjalistów zajmujących się badaniami elektroenergetycznej automatyki zabezpieczeniowej i pomiarowej.

PLYTA CZOŁOWA

Płyta czołowa zawiera:

Wyjście „A”. Pracuje zawsze jest jako źródło prądowe „I”. Świecenie się jednej z trzech diod umieszczonych bezpośrednio nad zaciskami laboratoryjnymi oznacza kolejno od lewej: sygnał sterujący większy od zera (dioda zielona), nasycanie się wzmacniacza i złe dopasowanie rezystancyjne obwodu prądowego (diody czerwone). Jeśli świeci się dioda zielona, wtedy czerwonym diodom towarzyszy sygnał dźwiękowy. W czasie poprawnej pracy urządzenia świeci się tylko pierwsza zielona dioda.

Wyjście „B”. Może pracować jako źródło prądowe „I” lub napięciowe „U”. Świecenie się jednej z trzech diod umieszczonych bezpośrednio nad zaciskami laboratoryjnymi oznacza kolejno od lewej: sygnał sterujący różny od zera (dioda zielona), złe dopasowanie rezystancyjne obwodu prądowego lub napięciowego oraz nasycanie się wzmacniacza (diody czerwone). Jeśli świeci się dioda zielona, wtedy czerwonym diodom towarzyszy sygnał dźwiękowy. W czasie poprawnej pracy urządzenia świeci się tylko pierwsza zielona dioda.

Wyjścia A i B są zasilane z niskonapięciowych wzmacniaczy mocy, dlatego przyłączanie ich do zewnętrznych źródeł napięcia większych od 15 V grozi uszkodzeniem urządzenia.

Sekundomierz 1. Jest niezależny od rodzaju i trybu pracy urządzenia. Wejście P1 steruje początkiem liczenia czasu, a K1 końcem liczenia tego czasu. Jedynie w trybie pracy SPZ wejście K1 jest zajęte do obsługi SPZ-u, a sekundomierz jest wtedy jednowejściowy. Odporność wejść wynosi 300V bez względu na położenia przełącznika. Wejścia można pobudzać napięciami od 3V do 300V DC lub zestykiem zwiernym. W celu uniknięcia wpływu zakłóceń, poziom napięć sterujących należy dostosowywać przełącznikiem umieszczonym bezpośrednio nad wejściami, wybierając zakres 3-300V lub 30-300V. Pomierzony czas oraz wskaźnik nachylenia aktywnych zbroczy wyświetlane są w środkowej części dolnego wiersza wyświetlacza. Sekundomierz jest uruchamiany i zatrzymywany od zbrocza narastającego „f” lub opadającego „ł”, wyboru dokonuje się pokrętkiem nastawnika umieszczonym w prawym dolnym rogu płyty czołowej, po wcześniejszym naprowadzeniu kursora na odpowiednią wielkość „ł” lub „f”. Po zrealizowaniu cyklu pomiarowego opis „P” i „K” zmienia się na „p” i „k”. Przed następnym pomiarem niezbędne jest naciśnięcie przycisku SEK. ZERO. Czas pobudzania wejść sekundomierza uniemożliwia pomiar impulsów o czasie krótszym od 2 ms, nie wprowadza to jednak uchybu przy pomiarze czasów dłuższych od 2 ms.

Przykładowe zastosowania:

P^f P^ł - pomiar czasu impulsu doprowadzonego do P,

P^ł P^f - pomiar czasu zaniku sygnału doprowadzonego do P,

P^ł K^ł - pomiar czasu pomiędzy opadającymi zbroczami impulsów doprowadzonych do wejść P i K

Sekundomierz 2. Początek liczenia czasu uaktywniany jest tylko wewnętrznie, potwierdzane to jest mrugnięciem czerwonej diody P2. Sterowanie wejścia K2 (koniec liczenia) realizuje się tak samo, jak sterowanie wejść P1 i K1. Funkcje spełniane przez sekundomierz 2 wyjaśnione są w opisie poszczególnych trybów i rodzajów pracy urządzenia. Najkrótszy czas, który można zmierzyć wynosi 2 ms.

Klawiatura. Składa się z ośmiu przycisków o następującym przeznaczeniu:

1. Cztery przyciski do przesuwania kursora. Kursor pojawia się jako: podkreślenie cyfry, zaznaczenie znaku równości lub jako strzałka wskazująca regulowany parametr. Może być przemieszczany przyciskami opisanymi strzałkami góra, dół, prawo, lewo. Po załączeniu urządzenia do sieci kursor ustawia się w lewym dolnym rogu w pozycji „Rodzaj wyjść”. Szybkie sprowadzenie kursora do lewego górnego lub dolnego rogu uzyskamy, jeśli przy wciśniętej lewej strzałce wciśniemy odpowiednio górną lub dolną strzałkę.

2. Przycisk MENU umożliwia wybór trybu pracy. W poszczególnych trybach pracy dostępne są określone rodzaje wyjść, patrz tablica 1.

3. Przycisk SEK. ZERO. zeruje wskazania sekundomierza pierwszego.

4. Przycisk STOP zatrzymuje każdy cykl pomiarowy i zeruje wszystkie generowane przez urządzenie amplitudy prądów i napięć.

5. Przycisk START uruchamia cykl pracy w trybie pracy ZWARCIE, NAJAZD, SPZ i SPZ-W. Dwie diody umieszczone bezpośrednio nad przyciskiem wskazują fazę realizowanego cyklu. W trybie pracy ZWARCIE dioda zielona oznacza symulację warunków obciążenia (wartości zapisane przed nawiasami), a dioda czerwona symulację warunków zwarcia (wartości zapisane w nawiasach). W trybie NAJAZD dioda zielona oznacza przechodzenie z warunków początkowych (wartości zapisane bez nawiasu) do końcowych (wartości zapisane w nawiasach), a dioda czerwona przejście z warunków końcowych do początkowych. **Jednoczesne świecenie się obu diod występuje po zakończeniu cyklu NAJAZD - PK-KP-! lub -PK p<k-!. Wtedy na wyjściach A i B są generowane prądy i napięcia równe początkowi cyklu (rys. 2e) lub końcowi cyklu (rys. 2f). Są one wartościami początkowymi kolejnego nowego cyklu NAJAZD inicjowanego przyciskiem START. Mogą też być wyzerowane naciśnięciem przycisku STOP.**

Pokrętło nastawnika. Zadawanie poszczególnym parametrom odpowiedniej wartości odbywa się przy użyciu pokrętła nastawnika. Znajduje się ono w prawym dolnym rogu i zaznaczone jest dwukierunkową strzałką. Klikając raz w pokrętło zmieniamy dziesięciokrotnie szybkość regulacji, co sygnalizuje zielona dioda znajdująca się nad pokrętłem. Natomiast obracając wciśniętym pokrętłem uzyskujemy maksymalną szybkość regulacji, 100 razy większą od minimalnej. Nastawiany jest tylko parametr zaznaczony kursorem. Przy nastawianiu częstotliwości istnieje możliwość dalszego zwiększenia szybkości nastawiania przez przytrzymanie przycisku SEK ZERO.

Przy użyciu pokrętła nastawnika dokonujemy wszystkich nastawień i ustawień z wyjątkiem zmian trybu pracy, które dokonywane są przyciskiem MENU. Wyłączenie i ponowne załączenie urządzenia zeruje wszystkie nastawienia, natomiast zmiana trybu i rodzaju pracy zeruje nastawienia amplitud, ale tylko w trybie MANUAL.

Wyjście 100V. Jest na nim dostępne zawsze napięcie 100V AC z sieci zasilającej i jest ono najczęściej wykorzystywane przy badaniu trójfazowych zabezpieczeń podnapięciowych i impedancyjnych.

Stan łącznika. Na to wyjście wyprowadzony jest zestyk przełączny odwzorowujący stan wyłącznika. Zestyk ten wykorzystuje się wyłącznie przy badaniu SPZ.

TRYBY PRACY

Tryby pracy, w skrócie TP, wybiera się przyciskiem MENU. Dostępne są następujące możliwości: MANUAL, NAJAZD, ZWARCIE, SPZ, SPZ+WYŁ.

Rodzaj wyjść wybiera się pokrętłem nastawnika po naprowadzeniu kursora na opis rodzaju wyjść znajdujący się w lewym dolnym rogu wyświetlacza. Dostępne są następujące rodzaje wyjść: I50&U, I2A&U, I50&I50, I50+I50, Ir&Ih., I50/3f

Po załączeniu urządzenia kursor znajduje się zawsze w trybie MANUAL i w pozycji wybierania rodzaju wyjść. Stosownie do wybranego trybu pracy i rodzaju wyjść uaktualniają się opisy

wyświetlacza. W poszczególnych trybach pracy dostępne są tylko określone rodzaje wyjść, przedstawia to TABLICA 1.

Sposób regulacji parametrów na wyjściu urządzenia zależy od trybu pracy. W trybie pracy MANUAL zmiany są zadawane ręcznie, a w pozostałych automatycznie. W trybie pracy ZWARCIE – skokowo, a w trybie pracy NAJAZD - w drobnych nastawialnych krokach.

Od trybu pracy zależą również wykonywane pomiary. W trybie ZWARCIE i SPZ automatycznie mierzone są czasy działania badanego zabezpieczenia, a w trybie MANUAL i NAJAZD - wartości rozruchowe i powrotu.

Tryb pracy MANUAL. Wartości parametrów, które można ustawić na wyjściach A i B urządzenia, opisane są w dwóch pierwszych wierszach wyświetlacza. Zależą one od przyjętego rodzaju wyjść (opisuje to tablica 1).

W prawym końcu pierwszego wiersza znajduje się wskaźnik „f” lub „h”, a w końcu drugiego wiersza wskaźnik „φ” lub „h”. Jeśli naprowadzimy kursor na jeden z tych wskaźników i pokręcimy pokrętką nastawnika, to możemy zmienić „f” na „h” i „φ” na „h” (patrz tylna okładka ekran 1 i 2). Wyświetlane zostaną jednocześnie pola dla nastawienia parametrów opisujących harmoniczne. Numer wyższej harmonicznej wybierany jest od drugiej do dwudziestej. Składowa stała traktowana jest jako zerowa harmoniczna i nastawiana jest przez wybór oznaczenia DC w tym samym oknie, co numer harmonicznej. Nie można zatem mieszać na jednym wyjściu wyższych harmonicznych ze składową stałą.

Widoczne na wyświetlaczu skróty literowe oznaczają:

I1 lub U1	- pierwszą harmoniczną prądu lub napięcia,
f	- częstotliwość,
φ	- przesunięcie fazowe,
U2 do U20	- odpowiednią wyższą harmoniczną napięcia drugą do dwudziestej,
I2 do I20	- odpowiednią wyższą harmoniczną prądu drugą do dwudziestej,
DC	- składową stałą, nastawia się ją jako zerową harmoniczną,
#	- że będące w tle nastawienie amplitudy harmonicznej \neq zero,
\$	- że będące w tle nastawienie częstotliwości jest różne od 50 Hz,
*	- że będące w tle nastawienie fazy jest różne od zera,
f, ł	- sposób opisanie nachylenia zbocza inicjującego pomiar,
<xxx.xxx>	- tryb ZWARCIE lub SPZ - pole do wpisywania parametrów zwarciovych,
(xxx.xxx)	- tryb NAJAZD – pole do wpisywania parametrów końcowych,
f xxx.xxx]	- pole z zapamiętaną wielkością zasilającą lub z pomierzonym czasem, pierwszy symbol oznacza kierunek zbocza sygnału doprowadzonego do K2 inicjującego pomiar.
[000.000]	- pole pomiaru czasu.

TABLICA 1

Rodzaj wyjść	Nastawiane parametry				Tryb pracy
	Wyjście A zakresy	Wyjście B zakresy	Parametry dla A i B	Nastawianie harmonicznych	
I50&U	0 do 50A AC	0 do 150V AC	Częstotliwość 4,5Hz do 65Hz Faza 0° do 360°	Pierwsza harmoniczna może być sumowana z harmonicznymi od drugiej do dwudziestej oraz ze składową stałą DC	MANUAL; ZWARCIE; NAJAZD SPZ; SPZ-W
I2A&U	0 do 2A AC	0 do 150V AC dla $f > 45\text{Hz}$ zakres jest liniowo obniżany do 15V			
I50&I50	0 do 50A AC	0 do 50A AC			
I50+I50	Można sumować prądu na odbiorniku		Częstotliwość 4,5Hz do 65Hz		
	0 do 50A AC	0 do 50A AC			
	Jednoczesna regulacja kanału A i B, sumowanie na odbiorniku				
Ir & Ih	$I_A = I_h + 0,5I_r$ lub $I_h - 0,5I_r$ w zakresie 0 do 50A AC	$I_B = k(I_h - 0,5I_r)$ lub $k(I_h + 0,5I_r)$ w zakresie 0 do 50A AC	Częstotliwość 4,5Hz do 65Hz Ir i Ih k = 0 do 10	Harmoniczne od drugiej do dwudziestej	MANUAL
I50/3f	0 do 50A AC		4,5Hz do 65Hz	-	

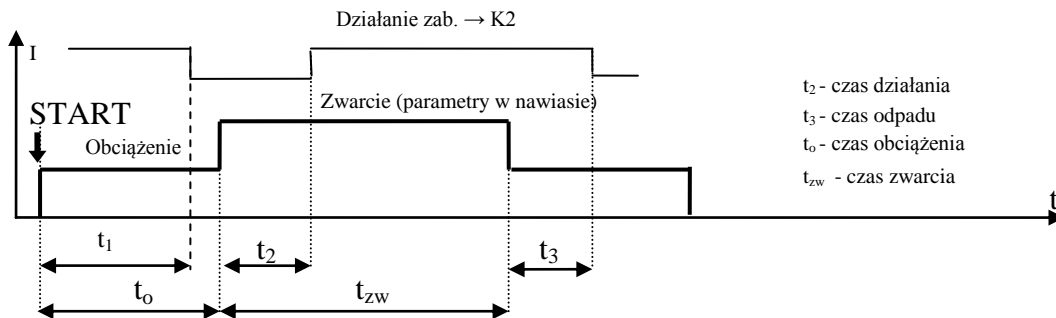
Do podstawowej harmonicznej można dodać tylko jedną harmoniczną wybraną z zakresu od drugiej do dwudziestej, a ich suma nie może przekraczać wartości odpowiadającej końcowi zakresu. Wartości nastawione i aktualnie nie wyświetlane (będące w tle) pozostają nastawione.

W trybie pracy MANUAL możemy w danej chwili regulować tylko jeden parametr dotyczący toru A (pierwszy wiersz wyświetlacza) lub toru B (drugi wiersz wyświetlacza). Pozostałe parametry zachowują wcześniej ustaloną wartość. Pojawienie się dowolnego zbocza na wejściu K2 sekundomierza 2 zapisuje aktualną wartość regulowanego parametru (obok w nawiasie) oraz kierunek zbocza podanego na K2. Ułatwia to pomiar wartości rozruchu i powrotu zabezpieczeń. Naciśnięcie przycisku STOP zeruje wszystkie nastawione wartości amplitud.

W trzecim wierszu wyświetlacza znajduje się graficzna wizualizacja aktualnie regulowanego parametru. Po wejściu kursorem do tego wiersza widoczny jest pomiar ekstremalnych temperatur wewnątrz urządzenia dla toru A i B (patrz przednia okładka) . Przy temperaturze 55°C uruchamia się przerywany alarmowy sygnał dźwiękowy, zaś przy 65°C zerowane są wszystkie amplitudy, a sygnał dźwiękowy zmienia częstotliwość.

W czwartym wierszu (patrz tylna okładka) znajdują się kolejno opisy: aktualnego rodzaju wyjść (po lewej stronie), kierunku aktywnych zboczy i wynik pomiaru czasu dla sekundomierza 1 (środkowa część wiersza) oraz opis aktualnego trybu pracy (prawa część wiersza). Opisy te nie zmieniają się nawet przy zmianie trybu pracy i rodzaju wyjść. Wyjątek stanowi tryb SPZ, gdzie obok opisu rodzaju wyjść pojawia się okno nastawienia długości cyklu SPZ i trybu ZWARCIE, gdzie na tym miejscu pojawia się okno z pomiarem czasu powrotu badanego przekaźnika.

Tryb pracy ZWARCIE. Wartości parametrów wpisujemy tak, jak w trybie MANUAL. Do dyspozycji mamy podwójne pola, dla stanu obciążenia i dodatkowo w nawiasach dla stanu zwarcia (patrz tylna okładka ekran 3). Rozszerzenie opisu pierwszych dwóch wierszy o harmoniczne dokonuje się tak, jak w trybie MANUAL. Dla stanu obciążenia można nastawiać większe amplitudy niż dla stanu zwarcia, nie ma tu ograniczeń.



Rys. 1. Działanie urządzenia UTC-GT, tryb pracy ZWARCIE.

W trzecim wierszu nastawiamy czas obciążenia t_0 w sekundach oraz czas zwarcia t_{zw} w sekundach i po przesunięciu kursora na prawą stronę przecinka w milisekundach. Pola w nawiasach zarezerwowane są do pomiaru czasu t_1 i t_2 . Pole pomiaru czasu powrotu t_3 pojawia się w czasie trwania próby w wierszu czwartym obok rodzaju pracy.

Najczęściej popełniany błąd w nastawieniu polega na kojarzeniu amplitudy dla stanu zwarcia (czyli w nawiasie) z czasem t_0 obciążenia.

Próbe uruchamiamy przyciskiem START. Urządzenie w czasie t_0 generuje parametry obciążenia, następnie w czasie t_{zw} parametry zwarcia i na końcu ponownie w czasie t_0 parametry obciążenia. Diody umieszczone nad przyciskiem START oznaczają: zielona - stan obciążenia, czerwona - stan zwarcia. Mierzone są automatycznie trzy czasy (rys. 1), przy czym aktywnym zboczem zatrzymującym każdy pomiar jest zbocze narastające lub opadające na wejściu K2. Czasy t_2 i t_3 są odpowiednio czasem działania i powrotu przełącznika. Czas t_1 odmierzany jest od załączenia obciążenia do momentu pojawienia się zbocza na K2, pod warunkiem, że nastąpi to przed upływem czasu t_0 . Pomierzone czasy kasowane są kolejnym naciśnięciem przycisku START albo poruszeniem dowolnego przycisku lub pokrętła. Przycisk STOP zatrzymuje przebieg próby. Sekundomierz pierwszy może być wykorzystywany tak jak w trybie MANUAL

W trybie zwarcie przy pomiarze czasu działania i odpadu przełącznika zdarzało się, że odskok styków przełącznika uniemożliwiał prawidłowy pomiar czasu odpadu. Dlatego zdecydowano się wprowadzić nastawiany czas blokowania wejścia pomiarowego sekundomierza drugiego K2. Działanie tej blokady polega na tym, że po odczytaniu jednego zbocza na K2, następne zbocze może być odczytane dopiero po upływie czasu blokady. Dostęp do okna umożliwiającego nastawienie tego czasu uzyskuje się po naciśnięciu przycisku SEK. ZERO. i dodatkowo MENU. Po każdym nowym załączeniu urządzenia czas ten jest nastawiany na 10 ms. Opisany czas blokady mają urządzenia począwszy od numeru 10.

Tryb pracy NAJAZD. Podobnie jak w trybie ZWARCIE, wpisujemy wartości parametrów dla dwóch stanów: początkowego i, w nawiasie, dla końcowego (patrz tylna okładka fig.4). W cyklu NAJAZD parametry mogą zmieniać się nie tylko od wartości małych do dużych, ale również odwrotnie, od dużych do małych. Przejście z jednego stanu do drugiego dokonuje się w krokach. Przy nastawieniu odpowiednio dużej ilości kroków mamy prawie płynną zmianę parametrów.

Ilość kroków „ N_0 ” nastawiamy w trzecim wierszu. Wartości początkowe i końcowe zliczane są jako krok, czyli dla uzyskania 10 schodków musimy nastawić $N_0 = 11$. Nawias zarezerwowany jest do wskazywania numeru aktualnie realizowanego kroku. Za nawiasem widoczny jest orientacyjny czas realizacji cyklu. Mnożnik x2 oznacza dwukrotne wydłużenie czasu trwania cyklu, występuje to w cyklach z typu: początek-koniec, koniec-początek. Kroki wykonywane są co dwa okresy pierwszej harmonicznej.

Naciśnięcie przycisku START uruchamia proces krokowej zmiany wszystkich nastawionych parametrów od wartości początkowej (nastawienie przed nawiasem) do wartości końcowej (nastawienie w nawiasie), zgodnie z jednym z sześciu rodzajów pracy (patrz rys. 2). Sygnalizuje to zielona dioda znajdująca się nad przyciskiem START. Przejście do drugiej części cyklu sygnalizowane jest zgaśnięciem zielonej diody i zapaleniem się czerwonej, dotyczy to cyklu z rys. 2a, 2c i 2e. Pojawienie się sygnału lub jego zanik na wejściu K2 sekundomierza 2 powoduje zapisanie (na miejscu parametrów początkowych) wartości wszystkich zmieniających się parametrów. Kolejna zmiana sygnału na K2 powoduje podobny zapis, ale tym razem na miejscu parametrów końcowych. Przeważnie wykorzystujemy to do pomiaru wartości zadziałania i odpadu przekątnika. Zerowanie zapisu dokonuje się przez poruszenie dowolnego przycisku. Wejścia K2, po każdym pobudzeniu, może być blokowane na określony nastawiany czas, zapobiega to błędnemu zapisaniu danych wskutek odskoku styków. Sposób nastawienia tego czasu przedstawiono w opisie trybu ZWARCIE, po każdym załączeniu urządzenia czas ten jest ustawiany na 10 ms.

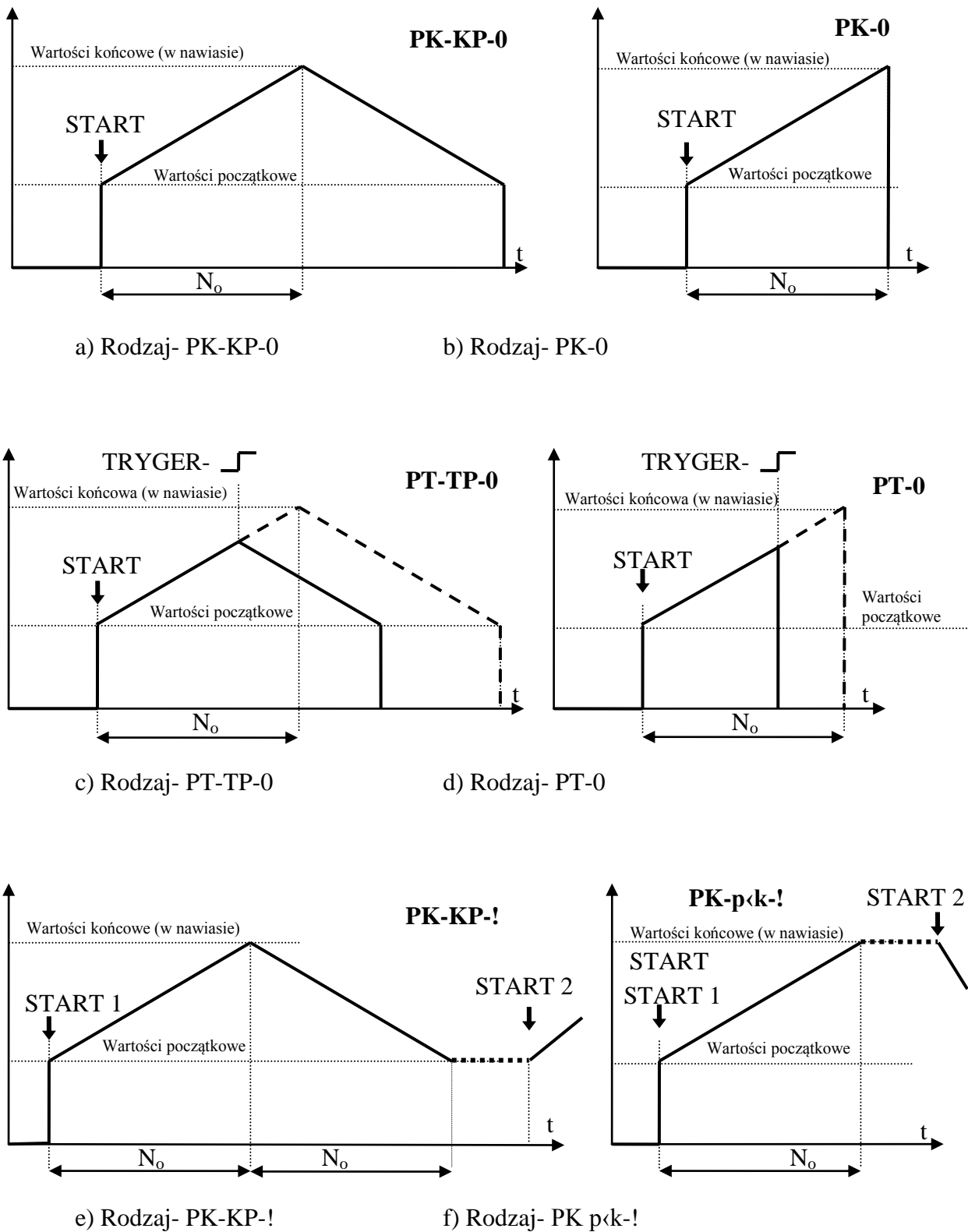
Do dyspozycji mamy sześć rodzajów NAJAZDU (rys 2). Stosowane nazwy są skróconym opisem wybranego cyklu np. PT-TP-0 oznacza: początek – tryger i tryger - początek- zero.

Przebiegi prezentowane na rys. 2a oznaczają, że po wciśnięciu przycisku START wartość parametrów zmienia się skokowo od wartości zerowych do wartości początkowych, następnie w cyklu nastawionych N_0 kroków dokonuje się stopniowe przejście do wartości końcowych (wartości w nawiasach). Po osiągnięciu nastawień końcowych, również w cyklu N_0 kroków, następuje powrót do warunków początkowych i po ich osiągnięciu powrót do zera.

Cykl przedstawiony na rys. 2b przebiega podobnie, przy czym powrót do zera dokonuje się natychmiast po osiągnięciu wartości końcowych. Przebiegi z rys. 2c i 2d realizują się podobnie jak dwa pierwsze, przy czym pojawienie się dowolnego zbocza na wejściu K2 natychmiast zmienia kierunek cyklu (rys. 2c), a w przypadku (rys. 2d) zeruje wymuszane amplitudy,

Przebiegi przedstawione na rys. 2e oznaczają, że cykl przebiegnie dokładnie tak, jak ten z rys. 2a, przy czym w końcowej fazie cyklu, po osiągnięciu wartości początkowych, nie są one zerowane, **lecz są dalej wymuszane; sygnalizowane jest to świeceniem się obu diod nad przyciskiem START. Sytuacja ta trwa aż do czasu uruchomienia nowego cyklu (START 2) lub do skasowania przyciskiem STOP.** Nowy cykl z innymi nastawieniami rozpocznie się od tych wartości. Cykl przedstawiony na rys. 2f przebiega podobnie, przy czym zatrzymuje się na wartościach końcowych, które mogą być wartościami początkowymi kolejnego cyklu. Jest to

szczególnie przydatne do równomiernego penetrowania płaszczyzny zespolonej, bez wracania do warunków zerowych - co najczęściej niepotrzebnie pobudza zabezpieczenie.



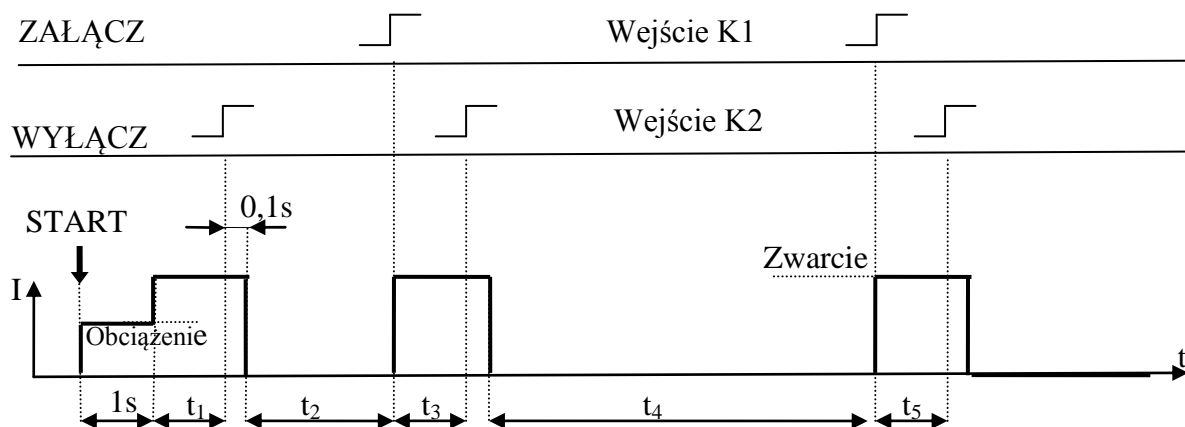
Rys. 2. Praca w trybie NAJAZD, przebiegi dla sześciu rodzajów .

Praca w trybie NAJAZD umożliwia uzyskanie jednoczesnej zmiany wielu parametrów, co jest niezbędne do badania np. zabezpieczeń wektorowych. Przy standardowych badaniach przełączników najwygodniej programować zmianę tylko jednego parametru: częstotliwości, fazy lub jednej z amplitud.

W kanale A generacja prądu w trybie ZWARCIE i NAJAZD rozpoczyna się zawsze przy kącie fazowym równym zero, czyli sinusoida budowana jest od zera. Dotyczy to zarówno podstawowej, jak i wyższych harmonicznych.

W kanale B sinusoida podstawowej harmonicznej może mieć swobodnie nastawiane przesunięcie fazowe, zatem początkowa jej faza wynika z tego przesunięcia. Oznacza to, że tę właściwość należy wykorzystywać jako sposób nastawiania żądanej fazy załączenia prądu lub napięcia. Dotyczy to tylko kanału B. Wyższe harmoniczne nie podlegają przesunięciu fazowemu, zatem zmieniając przesunięcie fazowe między kanałami A i B, uzyskamy w kanale B zmianę przesunięcia fazowego pomiędzy harmoniczną podstawową a wyższymi. Należy tylko pamiętać, że określone przesunięcie dla pierwszej harmonicznej oznacza znacznie większe przesunięcie dla wyższych harmonicznych, np.: 360° dla pierwszej harmonicznej odpowiada przesunięciu o 720° dla drugiej harmonicznej.

Tryb pracy SPZ. W trybie pracy SPZ urządzenie UTC-GT pełni rolę modelu wyłącznika oraz linii dotkniętej zwarcie. Najpierw ustawiamy parametry obciążeniowe i zwarcia linii tak jak w trybie ZWARCIE, oraz w polu SPZ=BRAK krotkość cyklu SPZ, np. WZWZ, co oznacza udany cykl dwukrotnego SPZ. Maksymalny czas trwania zwarcia wynosi 9,999s, można najeżdżać na pola pomiaru tego czasu kursorem i ograniczyć go do żądanej wielkości. Maksymalny czas oczekiwania na sygnał ZAŁĄCZ wynosi 99,99s. Impuls z zabezpieczenia WYŁĄCZ doprowadzamy na wejście K2 oraz ZAŁĄCZ na wejście K1. **Aktywne są tylko narastające zbocza.** Cykl SPZ będzie przebiegał automatycznie po naciśnięciu przycisku START. Kasowanie pomierzonych czasów następuje w chwili manipulacji dowolnym przyciskami.



Rys. 3. Praca urządzenia UTC-GT w trybie pracy SPZ, cykl - WZWZW

Rysunek 3 przedstawia przebieg cyklu badania SPZ. Cykl rozpoczyna się naciśnięciem przycisku START. Najpierw wymuszane są warunki obciążeniowe i po czasie 1s wymuszane są parametry odpowiadające warunkom zwarcia (może to być tylko prąd). Po czasie t_1 działa zabezpieczenie, a po czasie t_2 przychodzi sygnał ZAŁĄCZ i ponownie wymuszane są warunki zwarcia. Po czasie t_3 przychodzi sygnał WYŁĄCZ, a po czasie t_4 ponownie ZAŁĄCZ. Kolejny sygnał WYŁĄCZ przychodzi po czasie t_5 . Warunki zwarcia wymuszane są jeszcze przez 100ms od otrzymania impulsu WYŁĄCZ, symulowany jest w ten sposób czas otwierania wyłącznika.

Tryb pracy SPZ-W. Ten tryb pracy umożliwia badanie cyklu SPZ w warunkach gdy zabezpieczenie współpracuje z wyłącznikiem i w najmniejszym stopniu nie chcemy ingerować w tę współpracę. Wówczas do UTC-GT na K2 doprowadzamy tylko informację o położeniu wyłącznika. **Cykl może być uruchomiony, gdy świeci się czerwona dioda nad K2, co oznacza wyłącznik zamknięty.** Przebieg cyklu jest podobny jak poprzednio, z tym, że nie dolicza się 100ms na symulację czasu wyłącznika.

RODZAJE WYJŚĆ

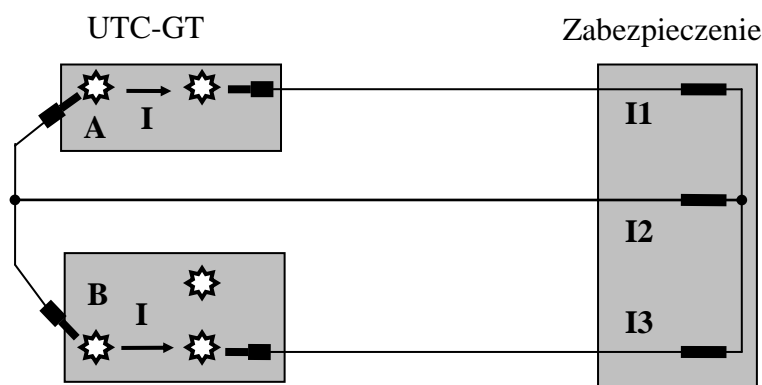
Rodzaje wyjść: I2A&U, I50&U, I50&I50. Wybierając rodzaj I2A&U w kanale A może być generowany prąd o zakresie regulacji do 2A i rozdzielczości 1 mA, a w kanale B napięcie do 150V z rozdzielczością 0,1 V. Dozwolona impedancja obwodu prądowego wynosi max. 20Ω. Rodzaj I50&U różni się zakresem regulacji prądu, który wynosi 50 A i ma rozdzielczość 10mA. Dozwolona impedancja obwodu nie powinna przekraczać 2 Ω. Maksymalną moc wyjścia uzyskuje się dla rezystancji 0,1Ω.

Dla rodzaju 50&50 kanały A i B są prądowe i umożliwiają regulację dwóch niezależnych prądów o wartości do 50A. Prądy te mogą być sumowane na zaciskach odbiornika. Możliwości regulacji częstotliwości, przesunięcia fazowego i harmonicznych dla przedstawionych trzech rodzajów wyjść są takie same. Te rodzaje wyjść można używać w trybie MANUAL, ZWARCIE i NAJAZD.

Rodzaj I50+I50. Dla I50+I50 kanały A i B są również prądowe. Przewody z obu kanałów należy łączyć równolegle, węzeł sumowania powinien być jak najbliżej odbiornika. Ułatwiają to specjalne wtyki bananowe. Przesunięcie fazowe między kanałami ustawione jest trwale na zero i dlatego w miejscu, gdzie było wyświetlane przesunięcie fazowe, podawana jest wartość sumy prądów. Rodzaj I50+I50 ułatwia w trybie MANUAL zadawanie prądów o wartości do 100A AC lub DC. Zadawanie częstotliwości i harmonicznych dla kanału pierwszego dotyczy obu kanałów. Ten rodzaj wyjść występuje tylko w trybie MANUAL. W trybie pracy NAJAZD i ZWARCIE do sumowania prądów należy wykorzystywać rodzaj wyjść I50&I50.

Rodzaj I50/3f. W ramach doskonalenia urządzenia testującego UTC-GT opracowano nowe funkcje, które opisujemy poniżej. Funkcje te posiadają egzemplarze urządzenia począwszy od numeru 10/2003. W egzemplarzach wyprodukowanych wcześniej dla pozyskania tych funkcji konieczna jest wymiana pamięci.

W trybie MANUAL wprowadzono nowy rodzaj wyjść I50/3f. Umożliwia on ręczną regulację symetrycznego trójfazowego prądu. Oba wyjścia prądowe pracują jako prądowe o zakresie 50 A. Przesunięcie fazowe wynosi 120° i jest nienastawialne. Badane zabezpieczenie podłącza się tak jak na rysunku.



Rys 4. Sposób podłączenia urządzenia UTC-GT przy badaniu trójfazowych zabezpieczeń prądowych

Rodzaj Ir&Ih. W tym ustawieniu urządzenie UTC-GT umożliwia badanie zabezpieczeń różnicowych. Przy zdejmowaniu charakterystyk stabilizacji zabezpieczenia realizuje się symulację zwarć jednofazowych lub dwufazowych. Przy takich zwarciach prądy zwarciove po obu stronach transformatora nie mają przesunięcia fazowego i nie zależy to od grupy połączeń transformatora. Badania takie można również wykonywać z wykorzystaniem rodzaju pracy I50&I50, ale uzyskanie każdego punktu na charakterystyce będzie wymagało żmudnych obliczeń.

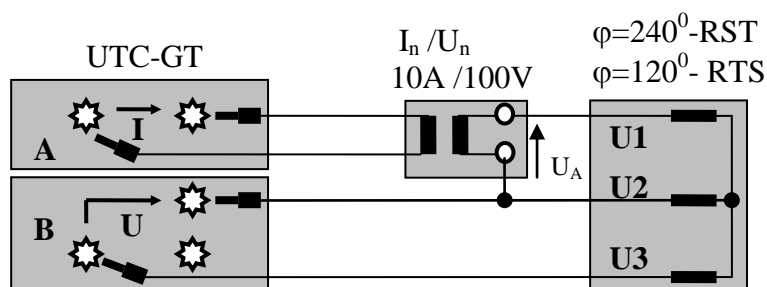
Dlatego opracowano specjalny rodzaj Ir&Ih, który eliminuje konieczność wykonywania takich obliczeń. Osiągnięto to poprzez bezpośrednie nastawianie prądów hamującego i rozruchowego na wyświetlaczu urządzenia oraz generowanie w kanałach A i B prądów określonych wzorami: $I_A = I_h + 0,5I_r$ lub $I_h - 0,5I_r$ w zakresie 0 do 50A AC oraz $I_B = k(I_h - 0,5I_r)$ lub $k(I_h + 0,5I_r)$ w zakresie 0 do 50A AC. Współczynnik k, który uwzględnia przeliczenia wynikające z nastawień badanego zabezpieczenia, można ustawiać w zakresie od 0 do 10 w odstępach co 0,001. Znak \pm zmienia się automatycznie, tak aby optymalnie gospodarować mocą źródeł prądowych. Ponieważ nie ma przesunięcia fazowego pomiędzy prądami, współczynnik k edytowany jest w miejscu opisu przesunięcia fazowego.

Do prądów rozruchowego I_r i hamującego I_h można dodawać dowolną wyższą harmoniczną z zakresu od drugiej do dwudziestej. **Jeśli w wyniku regulacji jednego z parametrów wystąpi przekroczenie zakresu 50A na wyjściu A lub B, to następuje ograniczenie możliwości dalszego zwiększania danego parametru. Jeśli natomiast to przekroczenie wystąpi w wyniku zmniejszania parametru (występuje to przy zmniejszaniu prądu I_r dla $k > 1$), to nastawione amplitudy prądów są zerowane.**

Instytut Energetyki udziela informacji na temat możliwości wykonywania badań różnych typów zabezpieczeń urządzeniem UTC-GT.

PRZYKŁADY ZASTOSOWAŃ

Układ realizacji trójfazowego źródła napięcia. Do badania zintegrowanych nowoczesnych zabezpieczeń częstotliwościowych i napięciowych stosowanych w polach pomiaru napięcia sieci SN i dla generatorów, niezbędne jest źródło trójfazowego napięcia z gwarantowanym przesunięciem fazowym między wektorami. W takich sytuacjach urządzenie UTC-GT można wykorzystać do generowania trójfazowego napięcia w układzie „V”. Realizujemy to przez zastosowanie zewnętrznego transformatora przetwarzającego prąd kanału A na napięcie, rys.2. Zainteresowanym, Instytut Energetyki dostarcza taki transformator. Potrzeba wykonywania opisanych badań pojawiła się niedawno, dlatego zastosowano transformator na zewnątrz urządzenia UTC-GT. Napięcie z transformatora zewnętrznego ma 100 V dla prądu 10 A, pod warunkiem, że obciążenie nie przekroczy ok. 0,5 W. Przy większych obciążeniach należy doregulować wartość napięcia przez zwiększenie prądu ze źródła A.



Rys.5. Sposób podłączenia urządzenia UTC-GT przy badaniu trójfazowych zabezpieczeń napięciowych

Jeżeli w opisanym układzie, zachowując nastawione przesunięcie fazowe zmniejszymy wartość napięcia wyjścia B, to zawartość procentowa składowej przeciwnej U_2 w napięciu wynosi:

$$U_2 = \frac{U_A - U_B}{\sqrt{3}U_A} 100\%$$

Badanie zabezpieczeń reagujących na składową przeciwną. Przedstawione poniżej reguły odnoszą się do obwodów prądowych i napięciowych. Jeśli obwody prądowe badanego zabezpieczenia połączone są w gwiazdę, i zostaną zasilone jednofazowym prądem, np. na fazę L1 –

0, to w wymuszonym prądzie składowa przeciwna I_2 będzie wynosiła $I_2 = \frac{1}{3}I$. Przesunięcie fazowe

składowej przeciwnej jest zgodne z prądem wymuszonym.

Jeśli natomiast to samo zabezpieczenie zasilimy jednofazowym prądem wymuszonym przez dwie fazy, np. L1 i L2, to składowa przeciwna I_2 będzie wynosiła $I_2 = \frac{I}{\sqrt{3}}$. Przesunięcie fazowe

składowej przeciwnej zmieni się o 30° . W opisany sposób możemy badać zabezpieczenia reagujące na amplitudę składowej przeciwnej. Natomiast jeśli badane zabezpieczenie zostało zrealizowane tak, że reaguje na procentową zawartość składowej przeciwnej to musimy zrealizować próby w układzie z rys.1.

Badanie urządzeń mierzących moc i impedancję. Obecnie większość cyfrowych zespołów zabezpieczeń realizuje oprócz funkcji zabezpieczeniowych również pomiary mocy. Dlatego urządzenie UTC-GT musi być przystosowane do sprawdzania przetworników pomiarowych mocy i liczników energii.

Układy pomiarowe mocy i energii realizowane w układzie pełnym można sprawdzać zasilając badane zabezpieczenie prądem i napięciem w jednej fazie, np. L1 - 0. Dla znamionowych wartości prądu 5 A i napięcia 57 V zabezpieczenie będzie wskazywało 1/3 mocy znamionowej. Pomiary w pozostałych fazach powinny dawać taki sam wynik. Jeśli w opisanym zabezpieczeniu mierzona jest impedancja, to obliczana jest jako stosunek napięcia i prądu. Obwody prądowe i napięciowe połączone są w gwiazdę, można jednocześnie zasiląć prądem i napięciem dwie fazy, np. L1 i L2. Wtedy badane zabezpieczenie, dla znamionowych wartości, 5 A i 100 V powinno, wskazywać $100/\sqrt{3}$ % mocy znamionowej. Układy pomiarowe mocy i energii zrealizowane w układzie ARONA można badać zasilając jednofazowo dwa połączone równolegle uzwojenia napięciowe i połączone szeregowo uzwojenia prądowe. Wtedy dla zasilania 5 A, 100 V i bez stosowania dodatkowego przesunięcia fazowego wskazanie powinno wynieść $2/\sqrt{3}$ % mocy znamionowej.

DANE TECHNICZNE

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 f V
Rozdzielczość		0,1 V
Dokładność powyżej 2V		0,5%
Minimalna rezystancja obwodu napięciowego		1000 Ω
Kanały A i B		
Maksymalne napięcie źródła prądowego		10 V AC lub 15 V 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:	zwierny/rozwierny
Pobór prądu w stanie ustalonym		<3 mA
Czas pobudzenia i odzwbudzenia wejść dwustanowych		1 do 2 ms
Przystosowanie do pracy w warunkach eksploatacyjnych		
Masa urządzenia		< 12kg
Ośłona mechaniczna		pokrowiec skórzany
Wymiary		500/390/140mm