

INSTYTUT ENERGETYKI
Pion Elektryczny
Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń

Nr ewidencyjny
EAZ/1601/2016

Sprawozdanie z badań dodatkowych
Uniwersalnego terminala zabezpieczeniowego typu UTXvZRP serii 3
produkcji Computers & Control

Symbol pracy: EAZ/30/KB/16

Warszawa, 2016 r.

Autorzy: mgr inż. Emil Tomczak
mgr inż. Sławomir Skrodzki

Tytuł: Sprawozdanie z badań dodatkowych uniwersalnego terminala zabezpieczeniowego typu UTXvZRP serii 3 produkcji Computers & Control.

Institut Energetyki, Pion Elektryczny, Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń
Warszawa, 2016 r., str. 17

STRESZCZENIE

Praca zawiera opis i wyniki badań laboratoryjnych wybranych funkcji zabezpieczeniowych uniwersalnego terminala zabezpieczeniowego typu UTXvZRP serii 3 produkcji Computers & Control.

Autorzy:



Kierownik
Laboratorium Automatyki i Zabezpieczeń



mgr inż. Emil Tomczak

1. Przedmiot badań

Badania dotyczą uniwersalnego terminala zabezpieczeniowego typu UTXvZRP serii 3 produkcji Computers & Control. Zabezpieczenie UTX serii 3 przeznaczone jest do ochrony linii pracujących w sieci z uziemionym punktem neutralnym. Do badań przedstawiono Instrukcję obsługi zabezpieczenia, dwa półkomplety zabezpieczenia o nr. 30198 i 30200 oraz program obsługi.

2. Cel i zakres badań

Celem badań było sprawdzenie zabezpieczenia UTXvZRP serii 3 pod kątem zgodności z wymaganiami norm grupy PN-EN 60255. Zakres sprawdzenia obejmuje badania funkcjonalne wybranych funkcji zabezpieczeniowych.

Badania wykonano na zlecenie producenta.

3. Charakterystyka ogólna uniwersalnego terminala zabezpieczeniowego typu UTXvZRp serii 3

Zabezpieczenie UTX serii 3 przeznaczone jest do ochrony linii pracujących w sieci z uziemionym punktem neutralnym. Zapewnia ono szybkie, wybiórcze i niezawodne wyłączenie linii w przypadku wystąpienia na niej dowolnego zwarcia międzyfazowego lub doziemnego. Zabezpieczenie oprócz funkcji zabezpieczeniowych zapewnia pełną obsługę pola w zakresie sterowania, pomiarów, rejestracji i sygnalizacji oraz komunikacji w standardzie IEC 61850 oraz IEC 870-5-103, CANBUS. Producent przypisuje zespołowi następujące dane techniczne:

<p>Obwody wejściowe fazowe prądowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - prąd znamionowy I_n (przełączanie zworką) - pobór mocy przy $I=I_n$ - obciążalność trwała - wytrzymałość cieplna jednosekundowa - wytrzymałość dynamiczna - zakres pomiarowy 	<p>1 A lub 5 A <0,1 W 10 A 500 A 1000 A do 50 I_n</p>
<p>Obwody wejściowe napięciowe</p> <ul style="list-style-type: none"> - napięcie znamionowe U_n - pobór mocy przy $U = U_n$ - zakres pomiarowy - wejścia UL1, UL2, UL3 - zakres pomiarowy - wejście U4 (UE/U_b) 	<p>57,7 V <0,04 VA do 1,22 U_n do 2 U_n</p>
<p>Częstotliwość znamionowa</p>	<p>50 Hz</p>
<p>Zasilanie napięciem pomocniczym AC/DC:</p> <ul style="list-style-type: none"> - napięcie pomocnicze znamionowe - zakres roboczy AC - zakres roboczy DC - pobór mocy 	<p>(220) V (65 ÷ 240) V (90 ÷ 340) V < 25 W (VA)</p>
<p>Wejścia dwustanowe</p> <ul style="list-style-type: none"> - maksymalny pobór prądu - napięcie znamionowe 110 V – zakres log. „0” – zakres log. „1” - napięcie znamionowe 220 V – zakres log. „0” – zakres log. „1” 	<p>5 mA (0 ÷ 60) V (70 ÷ 121) V (0 ÷ 145) V (165 ÷ 242) V</p>

<p>Wyjścia dwustanowe</p> <ul style="list-style-type: none"> - „mocne” i „szybkie” przekaźniki <ul style="list-style-type: none"> - prąd załączany 5 A - maksymalna moc rozłączalna 600 W - napięcie maksymalne 250 V - czas zadziałania 0,5 ms - pakiet 8 przekaźników <ul style="list-style-type: none"> - prąd rozłączany przy 250 V AC 8 A - prąd rozłączany przy 250 V DC 0,3 A - czas zadziałania 10 ms - pakiet 14 przekaźników <ul style="list-style-type: none"> - prąd rozłączany przy 250 V AC 6 A - prąd rozłączany przy 250 V DC 0,18 A - czas zadziałania 8 ms 	
<p>Wytrzymałość elektryczna izolacji:</p> <ul style="list-style-type: none"> - przy napięciu przemiennym 50 Hz w ciągu 1 min. 3 kV - przy napięciu udarowym 1,2/50 μs 0,5 J 5 kV 	
<p>Warunki środowiskowe:</p> <ul style="list-style-type: none"> - nominalna temperatura otoczenia (praca) -5 °C ÷ +50 °C - skrajna temperatura otoczenia (przechowywanie) -10 °C ÷ +60 °C 	
<p>Stopień ochrony obudowy</p>	<p>IP40 opcja IP65 (zaciski IP20)</p>
<p style="text-align: center;">Zestaw funkcji zabezpieczeniowych zabezpieczenia typu UTXvZRP serii 3^{*)}</p> <ul style="list-style-type: none"> - zabezpieczenie odcinkowe linii różnicowo-prądowe 87LP - sześciostrefowe zabezpieczenie odległościowe linii 21/21N - jednolity interfejs telezabezpieczeniowy 85/77/27WI - lokalizator wystąpienia miejsca zwarcia 21FL - trójfazowe, czterostopniowe zabezpieczenie nadprądowo-czasowe kierunkowe lub bezkierunkowe 50/51/51A/67 - dwustopniowe, kierunkowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe o charakterystykach kątowych prostokątnej i cosinusowej i o różnych charakterystykach czasowych 67N - bezkierunkowe zabezpieczenie ziemnozwarciowe o różnych charakterystykach czasowych 50N/51N - zabezpieczenie pod- i nadnapięciowe 27/59 - sygnalizacja asymetrii prądów i napięć 46/47 - trójfazowe zabezpieczenie podprądowe 37 - zabezpieczenie zwrotnomocowe 32 - czterostopniowe zabezpieczenie częstotliwościowe 81L/81H - zabezpieczenie termiczne (model ciepły) 49 - detektor drugiej harmonicznej prądów fazowych 50H/51H(2) - zabezpieczenie temperaturowe (do współpracy z czujnikami PT100) 23 - automatyka SPZ trójfazowa lub jednofazowa 79(3,1) - automatyka synchronicznego załączania linii i detektor kołysani mocy 25/68 - funkcja zabezpieczeniowa wyłączania linii przy załączeniu na zwarcie 11 - funkcja sterownika pola 33 - funkcje sygnalizacji stacyjnej 74/74TC 	

^{*)} – szczegółowe dane techniczne funkcji zabezpieczeniowych zawarte są w instrukcji „UTX seria 3 v ZRP. Zabezpieczenie różnicowe linii i odległościowe”

4. Program badań

1. Oględziny i sprawdzanie wymiarów i masy
2. Sprawdzenie ochrony za pomocą obudowy
3. Sprawdzenie funkcji odcinkowej różnicowo-prądowej 87LP
4. Sprawdzanie funkcji kierunkowej ziemnozwarciowej 67N

5. Normowane warunki odniesienia i tolerancje pomiarowe wielkości i czynników wpływających podczas badań

Wielkość lub czynnik wpływający	Warunki odniesienia	Tolerancja
Temperatura otoczenia	22 °C	±2 °C
Ciśnienie atmosferyczne	86.....106 kPa	-
Wilgotność względna	45.....75 %	-
Położenie	dowolne	-
Prąd wejściowy	5 A	±0,5 %
Częstotliwość	50 Hz	±0,5 %
Nastawienie zabezpieczenia	nastawienia fabryczne	-
Napięcie zasilające pomocnicze – napięcie stałe	220 V	±0,5 %

Pozostałe wymagania wg normy PN-EN 60255-1: 2010

6. Wyniki badań

6.1. Oględziny i sprawdzanie wymiarów i masy

Zabezpieczenie UTXvZRP serii 3 jest wykonane zgodnie z dokumentacją. Opis i oznaczenia na zabezpieczeniu są zgodne z p.9. normy PN-EN 60255-27:2014-06. Wymiary i masa są zgodne z danymi technicznymi.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

6.2. Sprawdzenie ochrony za pomocą obudowy

Producent zabezpieczenia UTXvZRP serii 3 gwarantuje stopień ochrony za pomocą obudowy IP40 i zacisków IP20. Sprawdzenie wg. normy PN-EN 60529: 2003 potwierdza dane producenta.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

6.3. Sprawdzenie funkcji odcinkowej różnicowo-prądowej

Sprawdzenie wykonano na dwóch półkompletach połączonych łączem światłowodowym. Zabezpieczenie 30198 ustawiono jako MASTER. Zabezpieczenie 30200 ustawiono jako SLAVE

a) sprawdzenie dokładności nastawienia minimalnego prądu pobudzenia

Sprawdzenie wykonano przy zasilaniu prądem tylko jednego zabezpieczenia.

Zabezpieczenie 30198

Nastawienie	Faza L1				Faza L2				Faza L3			
	Ir	Uchyb	Ip	kp	Ir	Uchyb	Ip	kp	Ir	Uchyb	Ip	kp
A	A	%	A	-	A	%	A	-	A	%	A	-
0,1	0,098	-2,0	0,089	0,88	0,097	-3,0	0,089	0,92	0,101	1,0	0,088	0,87
0,5	0,499	-0,2	0,464	0,93	0,499	-0,2	0,464	0,93	0,499	-0,2	0,465	0,93
1,0	1,001	0,1	0,939	0,94	1,000	0	0,94	0,94	1,001	0,1	0,941	0,94
5,0	4,99	-0,2	4,73	0,95	4,99	-0,2	4,73	0,95	5,00	0	4,74	0,95

Zabezpieczenie 30200

Nastawienie	Faza L1				Faza L2				Faza L3			
	Ir	Uchyb	Ip	kp	Ir	Uchyb	Ip	kp	Ir	Uchyb	Ip	kp
A	A	%	A	-	A	%	A	-	A	%	A	-
0,1	0,098	-2,0	0,087	0,89	0,099	-1,0	0,086	0,87	0,096	-4,0	0,089	0,93
0,5	0,497	-0,6	0,463	0,93	0,500	0	0,465	0,93	0,493	-1,4	0,463	0,94
1,0	0,999	-0,1	0,940	0,94	0,999	-0,1	0,939	0,94	0,994	-0,6	0,945	0,95
5,0	5,00	0	4,74	0,95	5,00	0	4,74	0,95	5,00	0	4,74	0,95

Dokładność nastawienia i współczynnik powrotu są zgodne z danymi technicznymi.
Wynik sprawdzenia – pozytywny.

b) sprawdzenie dokładności nastawienia maksymalnej różnicy modułów

Sprawdzenie wykonano przy zasilaniu prądem tylko jednego zabezpieczenia.
Minimalny prąd pobudzenia nastawiono na 0,1 A.

Zabezpieczenie 30198

Nastawienie	Faza L1				Faza L2				Faza L3			
	Ir	Uchyb	Ip	kp	Ir	Uchyb	Ip	kp	Ir	Uchyb	Ip	kp
A	A	%	A	-	A	%	A	-	A	%	A	-
0,2	0,202	1,0	0,189	0,94	0,206	3,0	0,188	0,91	0,201	0,5	0,187	0,93
0,5	0,503	0,6	0,473	0,94	0,506	1,2	0,472	0,93	0,502	0,4	0,467	0,93
1,0	1,007	0,7	0,949	0,94	1,01	1,0	0,95	0,94	1,002	0,2	0,943	0,94
5,0 (5,625*)	5,71	1,5	5,41	0,95	5,72	1,7	5,42	0,95	5,71	1,5	5,41	0,95

Zabezpieczenie 30200

Nastawienie	Faza L1				Faza L2				Faza L3			
	Ir	Uchyb	Ip	kp	Ir	Uchyb	Ip	kp	Ir	Uchyb	Ip	kp
A	A	%	A	-	A	%	A	-	A	%	A	-
0,2	0,195	-2,5	0,186	0,95	0,202	1,0	0,192	0,95	0,201	0,5	0,186	0,93
0,5	0,496	-0,8	0,468	0,94	0,501	0,2	0,475	0,95	0,502	0,4	0,471	0,94
1,0	0,996	-0,4	0,950	0,95	1,000	0	0,949	0,95	1,002	0,2	0,948	0,95
5,0 (5,625*)	5,71	1,5	5,41	0,95	5,72	1,7	5,42	0,95	5,72	1,7	5,42	0,95

* - po uwzględnieniu stabilizacji

Dokładność nastawienia i współczynnik powrotu są zgodne z danymi technicznymi.
Wynik sprawdzenia – pozytywny.

c) sprawdzenie dokładności nastawienia maksymalnej różnicy faz

Sprawdzenie wykonano przy zasilaniu obu zabezpieczeń prądem 1 A z regulowanym przesunięciem fazowym między prądami. Nastawienie minimalnego prądu rozruchowego w obu zabezpieczeniach wynosiło 0,5 A.

Nastawienie $\Delta\varphi$	Faza L1				Faza L2				Faza L3			
	φ_1	Uchyb	φ_2	Uchyb	φ_1	Uchyb	φ_2	Uchyb	φ_1	Uchyb	φ_2	Uchyb
10	350,5	-0,5	10,4	-0,4	350,4	-0,4	10,4	-0,4	350,5	-0,5	10,3	-0,3
30	330,7	-0,7	30,5	-0,5	330,6	-0,6	30,4	-0,4	330,6	-0,6	30,5	-0,5
60	300,4	-0,4	60,5	-0,5	300,5	-0,5	60,5	-0,5	300,4	-0,4	60,4	-0,4
90	270,8	-0,8	89,9	0,1	270,8	-0,8	89,8	0,1	270,9	-0,9	89,9	0,1
170	190,8	-0,8	170,5	-0,5	190,8	-0,8	170,4	-0,4	190,7	-0,7	170,5	-0,5

$$\text{Uchyb} = \Delta\varphi - \varphi_1 \text{ } (-\Delta\varphi - \varphi_2)$$

Dokładność nastawienia jest zgodna z danymi technicznymi.
Wynik sprawdzenia – pozytywny.

d) sprawdzenie charakterystyki stabilizacji

Sprawdzenie wykonano przy ustawieniu w obu zabezpieczeniach: minimalnego prądu rozruchowego = 0,4 A, maksymalnej różnicy modułów $\Delta I_r = 1$ A, maksymalnej różnicy faz = 30°. Sprawdzenie wykonano wymuszając w poszczególnych fazach prąd I1 w zabezpieczeniu 30198, prąd I2 w zabezpieczeniu 30200. Przesunięcie fazowe między prądami I1 i I2 utrzymywano 0°.

I1	Faza L1		Faza L2		Faza L3	
	I2	kh	I2	kh	I2	Kh
A	A	-	A	-	A	-
0,5	1,5	0	1,5	0	1,5	0
1,0	2,0	0	2,0	0	2,0	0
1,5	2,5	0	2,5	0	2,5	0
2,0	3,2	0,1	3,2	0,1	3,2	0,1
3,0	4,4	0,13	4,4	0,13	4,4	0,13
5,0	6,65	0,13	6,7	0,14	6,7	0,14
8,0	10,04	0,13	10,0	0,13	10,1	0,14
9,0	11,16	0,13	11,2	0,13	11,2	0,13
10,0	14,75	0,38	14,8	0,38	14,8	0,38
15,0	21,74	0,38	21,8	0,39	21,7	0,38
20,0	28,5	0,38	28,5	0,38	28,4	0,37

$$kh = (I2 - I1 - \Delta I_r) / I1$$

I2	Faza L1		Faza L2		Faza L3	
	I1	kh	I1	kh	I1	Kh
A	A	-	A	-	A	-
0,5	1,5	0	1,5	0	1,5	0
1,0	2,0	0	2,0	0	2,0	0
1,5	2,5	0	2,5	0	2,5	0
2,0	3,2	0,1	3,2	0,1	3,2	0,1
3,0	4,4	0,13	4,4	0,13	4,4	0,13
5,0	6,6	0,12	6,6	0,12	6,6	0,12
8,0	10,0	0,13	10,1	0,14	10,0	0,13
9,0	11,1	0,12	11,2	0,13	11,1	0,12
10,0	14,5	0,35	14,6	0,36	14,5	0,35
15,0	21,6	0,37	21,5	0,37	21,6	0,37
20,0	28,5	0,38	28,4	0,37	28,5	0,38

$$kh = (I1 - I2 - \Delta I_r) / I2$$

Charakterystyka stabilizacji w sprawdzonym zakresie jest zgodna z danymi technicznymi.

Wynik sprawdzenia - pozytywny

e) sprawdzenie czasu własnego przy rozruchu od modułu prądu

Sprawdzenie wykonano przy ustawieniu w obu zabezpieczeniach: minimalnego prądu rozruchowego = 0,4 A, maksymalnej różnicy modułów = 1 A, maksymalnej różnicy faz = 30°. Sprawdzenie wykonano jednofazowo (faza L1) podając na zabezpieczenie 30198 prąd I1, a na zabezpieczenie 30200 prąd I2

Pomiar czasu wykonywano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu zamknięcia styku przekaźnika wyjściowego pobudzenie.

Warunki początkowe: I1 = 1 A; I2 = 1 A; $\varphi = 0^\circ$

Warunki końcowe I1 - wg tabeli; I2 = 0,5 A; $\varphi = 0^\circ$

Prąd I1	Krotność ΔI	Czas zadziałania (nr pomiaru) w ms					Czas średni ms
		1	2	3	4	5	
A	-						
1,6	1,1	48	38	43	46	42	43,4
2,0	1,5	46	36	43	42	43	42,0
2,5	2,0	31	34	39	31	34	33,8
5,5	5,0	28	27	35	28	33	30,2
10,5	10,0	29	33	33	26	35	31,2
20,5	20,0	27	26	32	28	31	28,8
48,5	48,0	25	25	28	28	30	27,2

Czas działania w zmierzonym zakresie jest zgodny z danymi technicznymi.

Wynik sprawdzenia - pozytywny

f) sprawdzenie czasu własnego przy rozruchu od różnicy faz

Sprawdzenie wykonano przy ustawieniu w obu zabezpieczeniach: minimalnego prądu rozruchowego = 0,4 A, maksymalnej różnicy modułów = 1 A, maksymalnej różnicy faz = 30°. Sprawdzenie wykonano jednofazowo (faza L1) podając na zabezpieczenie 30198 prąd I1, a na zabezpieczenie 30200 prąd I2

Pomiar czasu wykonywano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu zamknięcia styku przekaźnika wyjściowego pobudzenie.

Warunki początkowe: I1 = 1 A; I2 = 1 A; $\varphi = 0^\circ$

Warunki końcowe I1 = 2 A; I2 = 2 A; $\varphi = 60^\circ$

Czas zadziałania (nr pomiaru) w ms					Czas średni
1	2	3	4	5	ms
34	38	37	36	33	35,6

Czas działania w zmierzonym zakresie jest zgodny z danymi technicznymi.

Wynik sprawdzenia - pozytywny

g) sprawdzenie członu czasowego

Sprawdzenie wykonano przy ustawieniu w obu zabezpieczeniach: minimalnego prądu rozruchowego = 0,4 A, maksymalnej różnicy modułów = 1 A, maksymalnej różnicy faz = 30°. Sprawdzenie wykonano jednofazowo (faza L1) podając na zabezpieczenie 30198 prąd I1, a na zabezpieczenie 30200 prąd I2

Pomiar czasu dla różnych ustawień czasów podanych w tabeli wykonywano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu zamknięcia styku przekaźnika wyjściowego działanie.

Warunki początkowe: I1 = 1 A; I2 = 1 A; $\varphi = 0^\circ$

Warunki końcowe I1 = 2 A; I2 = 2 A; $\varphi = 60^\circ$

Czas opóźnienia s	Zmierzony czas opóźnienia (nr pomiaru) w [s]					Wartość średnia s	Uchyb % (ms)
	1	2	3	4	5		
0,1	0,133	0,132	0,130	0,134	0,130	0,132	(-3,6)
1,0	1,038	1,032	1,033	1,031	1,034	1,034	-0,16
10,0	10,037	10,034	10,035	10,034	10,032	10,034	-0,02
30,0	30,033	30,037	30,034	30,038	30,034	30,035	0

Uchyb = (Czas średni – t_w – Nastawienie) / Nastawienie \times 100% (t_w – czas własny zmierzony w p.6.1.f)

Zmierzony uchyb członów czasowych mieści się w podanej klasie dokładności.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

h) sprawdzenie czasu powrotu

Sprawdzenie wykonano przy ustawieniu w obu zabezpieczeniach: minimalnego prądu rozruchowego = 0,4 A, maksymalnej różnicy modułów = 1 A, maksymalnej różnicy faz = 30°. Sprawdzenie wykonano jednofazowo (faza L1) podając na zabezpieczenie 30198 prąd I1, a na zabezpieczenie 30200 prąd I2

Pomiar czasu powrotu wykonywano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu rozwarcia styku przełącznika wyjściowego działania.

Warunki początkowe: 2 A; I2 = 2 A; $\varphi = 60^\circ$

Warunki końcowe I1 = 1 A; I2 = 1 A; $\varphi = 0^\circ$

Czas powrotu (nr pomiaru) w ms					Czas średni
1	2	3	4	5	ms
45	41	41	42	41	42,0

Czas powrotu w zmierzonym zakresie jest zgodny z danymi technicznymi.
Wynik sprawdzenia - pozytywny

6.4. Sprawdzenie zabezpieczenia ziemnozwarciowego kierunkowego

Sprawdzeniu poddano I stopień zabezpieczenia

a) sprawdzenie dokładności nastawienia prądu rozruchowego

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $U_r = 1,7$ V i $\varphi_k = 0^\circ$. Podczas badania utrzymywano stałą wartość napięcie $U = 50$ V i kąta przesunięcia fazowego między napięciem i prądem $\varphi = 0^\circ$.

Nastawienie	I _r	Uchyb	I _p	kp
A	A	%	A	-
0,1	0,099	1,0	0,089	0,90
1,0	1,001	0,1	0,941	0,94
10,0	10,01	0,1	9,48	0,95
25,0	25,01	0,04	23,71	0,95

Uchyb nastawienia w całym sprawdzanym zakresie nie przekracza uchybu gwarantowanego. Współczynnik powrotu mieści się w podanych granicach.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

b) sprawdzenie dokładności nastawienia napięcia rozruchowego

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 0,1I_n = 0,1 \text{ A}$ i $\varphi_k = 0^\circ$. Podczas badania utrzymywano stałą wartość prądu $I = 1 \text{ A}$ i kąta przesunięcia fazowego między napięciem i prądem $\varphi = 0^\circ$.

Uo nast.	Uo rozruch.	Uchyb	Uo powrotu	kp
V	V	%	V	-
1,7	1,7	0	1,6	0,94
10,0	10,3	3,0	9,8	0,95
30,0	30,0	0	28,5	0,95
50,0	50,2	0,4	47,7	0,95
99,8	99,9	0,1	97,5	0,98

Uchyb nastawienia w całym sprawdzanym zakresie nie przekracza uchybu gwarantowanego. Współczynnik powrotu mieści się w podanych granicach.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

c) sprawdzenie dokładności nastawienia kąta charakterystycznego φ_k (sprawdzenie kątów granicznych) – charakterystyka cosinusowa

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 0,1I_n = 0,1 \text{ A}$ i $U_r = 1,7 \text{ V}$. Podczas badania utrzymywano stałą wartość prądu $I = 2 \text{ A}$ i napięcie $U = 50 \text{ V}$.

Nastaw. $\varphi_{\text{nast.}}$	Napięcie	Prąd	φ_1 nast.	φ_1 zmierz.	Uchyb φ_1	φ_2 nast.	φ_2 zmierz.	Uchyb φ_2
°	V	A	°	°	°	°	°	°
0	50	2	272,9	272,8	0,1	87,1	87,5	-0,4
45			317,9	318,2	-0,3	132,1	132,8	-0,7
90			2,9	3,0	-0,1	177,1	177,5	-0,4
-45			227,9	228,1	-0,3	42,1	42,2	-0,1
-90			182,9	182,8	0,1	357,1	357,4	-0,3

φ_1 nast., φ_2 nast. - kąty graniczne wyliczone z nastawienia

Uchyb $\varphi_1 = \varphi_1$ nast. - φ_1 zmierz.

Uchyb $\varphi_2 = \varphi_2$ nast. - φ_2 zmierz.

Uchyb kątowy przy różnych nastawieniach kąta charakterystycznego mieści się w podanej klasie dokładności.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

d) sprawdzenie charakterystyki działania cosinusowej

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 0,1I_n = 0,1$ A, $U_r = 1,7$ V i $\varphi_k = 0^\circ$. Podczas badania utrzymywano stałą wartość napięcia zgodną z podaną w tablicy.

U _o	V	10									
I _o zm.	A	5	2	1	0,75	0,5	0,297	0,198	0,129	0,106	0,101
φ zm.	[°]	271,1	272,8	275,8	277,5	281,2	290	300	320	340	0
I _o zm.	A	5	2	1	0,75	0,5	0,271	0,194	0,127	0,104	-
φ zm.	[°]	89,0	87,2	84,4	83,1	78,6	70	60	40	20	-

U _o	V	50									
I _o zm.	A	5	2	1	0,75	0,5	0,292	0,189	0,130	0,102	0,101
φ zm.	[°]	271,3	273,1	275,8	278,1	281,1	290	300	320	340	0
I _o zm.	A	5	2	1	0,75	0,5	0,280	0,189	0,129	0,102	-
φ zm.	[°]	89,1	87,6	84,8	82,5	79,3	70	60	40	20	-

Zmierzone charakterystyki działania są zgodne z charakterystykami wzorcowymi.
Wynik sprawdzenia – pozytywny.

e) sprawdzenie dokładności nastawienia kąta charakterystycznego φ_k (sprawdzenie kątów granicznych) – charakterystyka prostokątna

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 0,1I_n = 0,1$ A, $U_r = 1,7$ V i zakres działania 90°. Podczas badania utrzymywano stałą wartość prądu $I = 2$ A i napięcie $U = 50$ V.

Nastaw. φ _{nast.}	Napięcie	Prąd	φ ₁ nast.	φ ₁ zmierz.	Uchyb φ ₁	φ ₂ nast.	φ ₂ zmierz.	Uchyb φ ₂
°	V	A	°	°	°	°	°	°
0	50	2	270	270,0	0	90	90,2	-0,2
45			315	315,5	-0,5	135	135,5	-0,5
90			0	0,2	-0,2	180	180,2	-0,2
-45			225	225,2	-0,2	45	45,0	0
-90			180	180,1	-0,1	0	0,1	-0,1

φ₁ nast., φ₂ nast. - kąty graniczne wyliczone z nastawienia

Uchyb φ₁ = φ₁ nast. - φ₁ zmierz.

Uchyb φ₂ = φ₂ nast. - φ₂ zmierz.

Uchyb kątowy przy różnych nastawieniach kąta charakterystycznego mieści się w podanej klasie dokładności.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

e) sprawdzenie dokładności nastawienia zakresu działania (sprawdzenie kątów granicznych) – charakterystyka prostokątna

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 0,1I_n = 0,1$ A, $U_r = 1,7$ V i kąta charakterystycznego $\varphi_k = 0^\circ$. Podczas badania utrzymywano stałą wartość prądu $I = 2$ A i napięcie $U = 50$ V.

Nastaw. $\varphi_{\text{nast.}}$	Napięcie	Prąd	φ_1 nast.	φ_1 zmierz.	Uchyb φ_1	φ_2 nast.	φ_2 zmierz.	Uchyb φ_2
°	V	A	°	°	°	°	°	°
5	50	2	355	355,1	-0,1	5	5,2	-0,2
45			315	315,3	-0,3	45	45,0	0
80			280	280,1	-0,1	80	80,4	-0,4

φ_1 nast., φ_2 nast. - kąty graniczne wyliczone z nastawienia

Uchyb $\varphi_1 = \varphi_1$ nast. - φ_1 zmierz.

Uchyb $\varphi_2 = \varphi_2$ nast. - φ_2 zmierz.

Uchyb kątowy przy różnych nastawieniach kąta charakterystycznego mieści się w podanej klasie dokładności.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

f) sprawdzenie charakterystyki działania prostokątnej

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 0,1I_n = 0,1$ A, $U_r = 1,7$ V, kąta charakterystycznego $\varphi_k = 0^\circ$ i zakresu działania 80° . Podczas badania utrzymywano stałą wartość napięcia zgodną z podaną w tablicy.

U _o	V	10							
I _o zm.	A	5	2	0,100	0,100	0,100	0,100	0,099	0,100
φ zm.	[°]	279,9	280,0	285	290	300	320	340	0
I _o zm.	A	5	2	0,098	0,098	0,099	0,099	0,100	-
φ zm.	[°]	80,2	80,4	75	70	60	40	20	-

U _o	V	50							
I _o zm.	A	5	2	0,099	0,100	0,100	0,099	0,100	0,100
φ zm.	[°]	280,5	280,1	285	290	300	320	340	0
I _o zm.	A	5	2	0,098	0,097	0,099	0,099	0,098	-
φ zm.	[°]	80,9	80,4	75	70	60	40	20	-

Zmierzone charakterystyki działania są zgodne z charakterystykami wzorcowymi.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

g) sprawdzenie czasu własnego dla charakterystyki czasowej niezależnej

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 1 \text{ A}$, $U_r = 1,7 \text{ V}$, kąta charakterystycznego $\varphi_k = 0^\circ$. Pomiar czasu wykonywano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu zamknięcia styku przekaźnika wyjściowego pobudzenie.

Warunki początkowe: $I_0 = 0$; $U_0 = 0$; $\varphi = 0^\circ$

Warunki końcowe $I_0 = 2 \text{ A}$; $U_0 = 50 \text{ V}$; $\varphi = 0^\circ$

Czas zadziałania (nr pomiaru) w ms					Czas średni
1	2	3	4	5	ms
16	26	17	26	23	21,6

Czas działania w zmierzonym zakresie jest zgodny z danymi technicznymi.

Wynik sprawdzenia - pozytywny

h) sprawdzenie członu czasowego – charakterystyka czasowa niezależna

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 1 \text{ A}$, $U_r = 1,7 \text{ V}$, kąta charakterystycznego $\varphi_k = 0^\circ$. Pomiar czasu dla różnych ustawień czasów podanych w tabeli wykonywano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu zamknięcia styku przekaźnika wyjściowego zdziałanie.

Warunki początkowe: $I_0 = 0$; $U_0 = 0$; $\varphi = 0^\circ$

Warunki końcowe: $I_0 = 2 \text{ A}$; $U_0 = 50 \text{ V}$; $\varphi = 0^\circ$

Czas opóźnienia s	Zmierzony czas opóźnienia (nr pomiaru) w [s]					Wartość średnia s	Uchyb % (ms)
	1	2	3	4	5		
0,1	0,115	0,120	0,125	0,124	0,118	0,120	(-1,6)
1,0	1,025	1,019	1,016	1,018	1,025	1,021	0
10,0	10,022	10,024	10,022	10,019	10,020	10,021	0
30,0	30,028	30,018	30,019	30,025	30,021	30,022	0

Uchyb = $(\text{Czas średni} - t_w - \text{Nastawienie}) / \text{Nastawienie} \times 100\%$ (t_w – czas własny zmierzony w p.6.1.f)

Zmierzony uchyb członów czasowych mieści się w podanej klasie dokładności.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

i) sprawdzenie czasu powrotu

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 1 \text{ A}$, $U_r = 1,7 \text{ V}$, kąta charakterystycznego $\varphi_k = 0^\circ$. Pomiar czasu powrotu wykonywano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu rozwarcia styku przekaźnika wyjściowego zdziałanie.

Warunki początkowe: $I_0 = 2 \text{ A}$; $U_0 = 50 \text{ V}$; $\varphi = 0^\circ$

Warunki końcowe: $I_0 = 0$; $U_0 = 0$; $\varphi = 0^\circ$

Czas powrotu (nr pomiaru) w ms					Czas średni
1	2	3	4	5	ms
86	97	89	95	91	91,6

Czas powrotu w zmierzonym zakresie jest zgodny z danymi technicznymi.
Wynik sprawdzenia - pozytywny

j) sprawdzenie czasu własnego dla charakterystyk czasowych zależnych

Sprawdzenie przeprowadzono przy ustawieniu $I_r = 1 \text{ A}$, $U_r = 1,7 \text{ V}$, kąta charakterystycznego $\varphi_k = 0^\circ$ i charakterystyki czasowej „1”. Pomiar czasu wykonywano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu zamknięcia styku przekaźnika wyjściowego pobudzenie.

Warunki początkowe – $I_0 = 0$, $U_0 = 0$, $\varphi = 0^\circ$

Warunki końcowe – I (zgodnie z wartościami krotności I_r - podanej w tabeli), $U_0 = 50\text{V}$, $\varphi = 0^\circ$

Charakterystyka „1” (A)

Krotność I_r - [A]	Zmierzony czas opóźnienia (nr pomiaru) w [s]					Wartość średnia s
	1	2	3	4	5	
1,2 [1,2]	23	28	25	21	21	23,6
1,5 [1,5]	20	21	20	25	27	22,6
2,0 [2,0]	21	21	21	23	23	21,8
6,0 [6,0]	11	9	11	15	15	12,2
10 [10,0]	14	9	11	14	8	11,2
20 [20,0]	8	9	15	7	16	11,0

k) sprawdzenie dokładności charakterystyk standardowych w zależności od krotności prądu rozruchu

Sprawdzenie przeprowadzono przy nastawieniu w zabezpieczeniu $I_r = 1\text{A}$, $U_r = 1,7 \text{ V}$, $\varphi_r = 0^\circ$ i $t = 1 \text{ s}$.

Pomiar czasu opóźnienia wykonano mierząc czas od momentu skokowej zmiany warunków początkowych na warunki końcowe do momentu zamknięcia styku przekaźnika wyjściowego (funkcja 7).

Warunki początkowe – $I_0 = 0$, $U_0 = 0$, $\varphi = 0^\circ$

Warunki końcowe – I (zgodnie z wartościami krotności I_r - podanej w tabeli), $U_0 = 50\text{V}$, $\varphi = 0^\circ$

Charakterystyka „1” (A)

tm = 1 s

Krotność I _r	Zmierzony czas opóźnienia (nr pomiaru) w [s]					Wartość średnia	Czas oblicz.	Uchyb
	1	2	3	4	5			
- [A]								
1,2 [1,2]	32,029	32,031	32,023	32,031	32,024	32,028	38,324	*)
1,5 [1,5]	17,458	17,502	17,502	17,502	17,214	17,436	17,194	1,3
2,0 [2,0]	10,119	10,086	10,117	10,123	10,117	10,112	10,029	0,6
6,0 [6,0]	3,854	3,857	3,849	3,852	3,857	3,854	3,837	0,1
10 [10,0]	2,977	2,983	2,984	2,983	2,981	2,982	2,971	0
20 [20,0]	2,857	2,856	2,855	2,849	2,854	2,854	2,267	**)

*) - w algorytmie liczenia charakterystyki maksymalny czas opóźnienia nie może przekroczyć 32 s.

***) - czas opóźnienia liczony jest do ok. jedenastokrotności prądu rozruchowego i dla większych prądów nie ulega już skróceniu.

$$\text{Uchyb} = (\text{Czas średni} - t_{\text{wt}} - t_{\text{oblicz}}) / t_{\text{oblicz}} \times 100\% \quad (\text{czas własny zmierzono w p. 6.2.a}).$$

Zmierzony uchyb mieści się w podanej klasie dokładności.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

Charakterystyka „2” (B)

tm = 1 s

Krotność I _r	Zmierzony czas opóźnienia (nr pomiaru) w [s]					Wartość średnia	Czas oblicz.	Uchyb
	1	2	3	4	5			
- [A]								
1,2 [1,2]	32,029	32,028	32,023	32,030	32,023	30,027	67,500	*)
1,5 [1,5]	27,580	27,573	27,574	27,576	27,218	27,504	27,000	1,8
2,0 [2,0]	13,653	13,655	13,648	13,649	13,585	13,638	13,500	0,9
6,0 [6,0]	2,720	2,710	2,711	2,708	2,708	2,711	2,700	-0,04
10 [10,0]	1,512	1,515	1,514	1,515	1,511	1,513	1,500	0,1
20 [20,0]	1,365	1,365	1,362	1,362	1,365	1,364	0,711	**)

*) - w algorytmie liczenia charakterystyki maksymalny czas opóźnienia nie może przekroczyć 32 s.

***) - czas opóźnienia liczony jest do ok. jedenastokrotności prądu rozruchowego i dla większych prądów nie ulega już skróceniu.

$$\text{Uchyb} = (\text{Czas średni} - t_{\text{wt}} - t_{\text{oblicz}}) / t_{\text{oblicz}} \times 100\% \quad (\text{czas własny zmierzono w p. 6.2.a}).$$

Zmierzony uchyb mieści się w podanej klasie dokładności.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

Charakterystyka „3” (C)

$t_m = 1 \text{ s}$

Krotność I_r	Zmierzony czas opóźnienia (nr pomiaru) w [s]					Wartość średnia	Czas oblicz.	Uchyb
	1	2	3	4	5			
1,2 [1,2]	32,022	32,029	32,023	32,030	32,024	32,026	181,818	*)
1,5 [1,5]	32,025	32,022	32,029	32,023	32,028	32,025	64,000	*)
2,0 [2,0]	27,042	26,800	27,043	27,035	27,040	26,992	26,667	1,1
6,0 [6,0]	2,300	2,301	2,297	2,302	2,306	2,301	2,286	0,1
10 [10,0]	0,816	0,817	0,809	0,813	0,812	0,813	0,808	-0,7
20 [20,0]	0,672	0,673	0,669	0,668	0,678	0,672	0,201	**)

*) - w algorytmie liczenia charakterystyki maksymalny czas opóźnienia nie może przekroczyć 32 s.

***) - czas opóźnienia liczony jest do ok. jedenastokrotności prądu rozruchowego i dla większych prądów nie ulega już skróceniu.

$$\text{Uchyb} = (\text{Czas średni} - t_{wl} - t_{oblicz}) / t_{oblicz} \times 100\% \text{ (czas własny zmierzono w p. 6.2.a.)}$$

Zmierzony uchyb mieści się w podanej klasie dokładności.

Wynik sprawdzenia – pozytywny.

7. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań i analizy dokumentacji dostarczonych przez producenta, można stwierdzić:

1. W przeprowadzonym zakresie badań zabezpieczenie UTXvZRP serii 3 spełnia wymagania normy PN-EN 60255-1: 2010 i pokrewnych,
2. Zabezpieczeniu UTXvZRP serii 3 można przypisać parametry podane w dokumentacji (patrz p.3.),

8. Normy związane

1. PN-EN 60255-1:2010 - Przekładniki pomiarowe i urządzenia zabezpieczeniowe – Część 1: Wymagania wspólne.
2. PN-EN 60255-151:2010 - Przekładniki pomiarowe i urządzenia zabezpieczeniowe – Część 151: Wymagania funkcjonalne dotyczące zabezpieczenia prądowego przekładników nadprądowych/podprądowych.
3. PN-IEC 255-12:1994 – Przekładniki energoelektryczne. Przekładniki kierunkowe i przekładniki mocowe z dwoma wielkościami wejściowymi zasilającymi.
4. PN-IEC 255-13 : 1994 - Przekładniki energoelektryczne. Przekładniki różnicowe stabilizowane.