



funkcja D-LOK do pomiaru pętli zwarcia

w mierniku KEW 4120A, bez wyzwalania
wyłączników różnicowoprądowych (RCD)

mgr inż. Sławomir Binder – BIALI Sp. z o.o.

Od dwóch lat w sprzedaży jest dostępny miernik japońskiej firmy KYORITSU, który umożliwia pomiary pętli zwarcia bez wyzwalania wyłączników różnicowoprądowych. W najnowszej wersji funkcji D-LOK został wyposażony miernik impedancji pętli zwarcia KEW 4120A (fot. 1).

pomiar impedancji – przebieg prądu testu

Typowy przebieg prądowy testu jest przedstawiony na oscylogramie (fot. 2). Jest to pojedynczy impuls o czasie trwania 10 ms, przybliżonym kształcie połówki sinusoidy i wartości prądu wynikającego z zastosowanego w mierniku rezystora pomiarowego. Nominalne prądy testu (dla zakresu pomiaru impedancji 20 Ω) i przy pomiarze pętli w instalacji 230V wynoszą najczęściej od 3 do 25A. Oczywiście taka wartość prądu spowoduje wyzwolenie wyłącznika różnicowoprądowego podczas testu.

Na fotografii 3 pokazano przebieg prądu niepowodujący wyzwolenia wyłączników RCD, który umożliwia funkcja D-LOK. Jak widać na oscylogramie, na początku testu pojawia się krótkotrwały impuls o wartości szczytowej ok. 15A, powodujący stan nasy-

cenia układu magnetycznego wyłącznika RCD, dalej ten stan jest podtrzymywany przez impulsy prądu o wartości szczytowej ok. 1,5A w odstępach 20ms (widoczne na fotografii 4). Na tym tle pojawiają się dwa następne impulsy prądowe w odstępie 150ms o szerokości 10ms i wartości szczytowej ok. 28A (fot. 4), będące właściwymi impulsami testującymi pętlę zwarcia.

funkcje pomiarowe, zabezpieczenia

Impedancja pętli mierzona jest w zakresach 20 Ω (prąd pomiarowy 25A), 200 Ω (prąd 2,3A) i 2000 Ω (prąd 15mA) z rozdzielczościami odpowiednio 0,01 Ω , 0,1 Ω i 1 Ω . Funkcja D-LOK zapewnia pomiary pętli zwarcia bez wyzwalania większości wyłączników różnicowoprądowych na zakresach 20 Ω i 200 Ω . Dokładność pomiaru pętli zwarcia dla



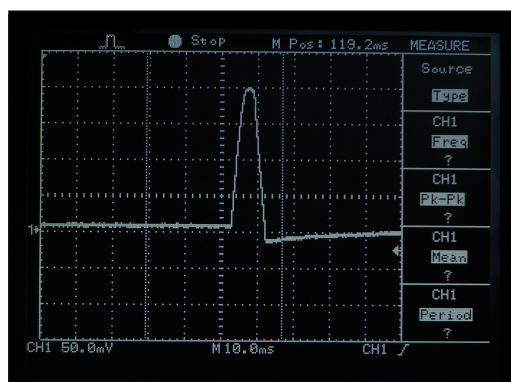
Fot. 1 KEW 4120A

wszystkich zakresów wynosi $\pm 2\%$ w. ± 4 cyfry. Wyliczany jest także spodziewany prąd zwarcia: do 200A dla prądu pomiarowego 2,3A oraz do 2000A i 20kA dla prądu pomiarowego 25A. Mierzone jest również napięcie sieciowe. Pomiar pętli bez wyzwalania RCD może być prowadzony w zakresie 2000 Ω , z uwagi na prąd testu wynoszący tylko 15mA, czas testu jest tu wydłużony do 280ms. Dzięki możliwości blokady przycisku te-

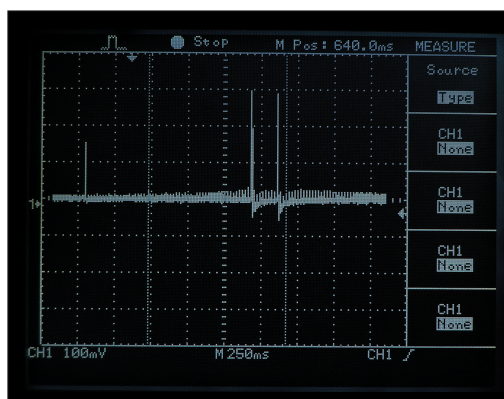
stującego pomiar może być prowadzony w sposób ciągły. Miernik jest odporny na przeciążenia; jeżeli napięcie przekroczy 260V, jest to sygnalizowane na wyświetlaczu. Monitorowana jest również temperatura rezystora pomiarowego, a jego przegrzanie sygnalizowane, wówczas automatycznie blokowane są następne pomiary.

budowa i wyposażenie

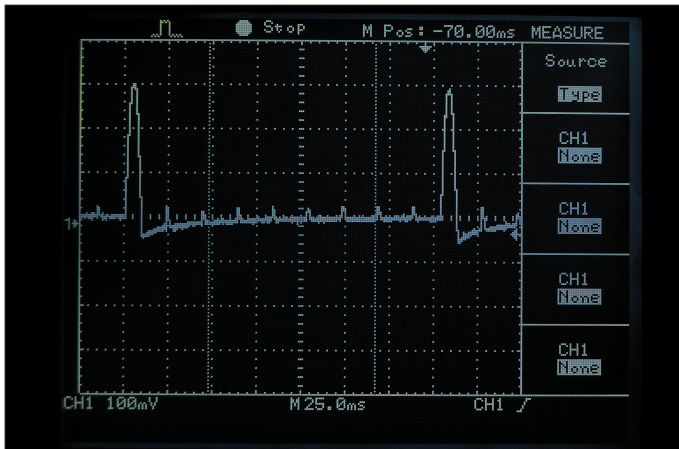
Obudowa miernika ma rozmiary 186x167x89mm i wagę 960g. Czytelny wyświetlacz, wyraźne wskaźniki prawidłowości połączeń, wygodny przełącznik zakresów i osobno usytuowany przycisk testu sprzyjają wygodnej i niemal intuicyjnej obsłudze. W wyposażeniu znajdują się także przewód zakończony wtyczką sieciową oraz 3-żyłowy przewód pomiarowy z bezpiecznikami i wymiennymi końcówkami (kończówki probiercze i krokodyłki). Zdejmowana pokrywa ochronna umieszczona jest na czas pomiarów w dolnej części obu-



Fot. 2 Typowy przebieg prądu testu w miernikach impedancji pętli zwarcia



Fot. 3 Przebieg prądu testu w KEW 4120A (funkcja D-LOK)



Fot. 4 Impulsy prądowe testujące w KEW 4120A (funkcja D-LOK) (widoczne impulsy „polaryzujące” o okresie 20ms)

Wartość wyświetlana	Błąd $\pm 2\%$ w.w.	Błąd ± 4 cyfry	Łączny błąd	Łączny błąd jako % wartości zmierzonej
1,00 Ω	0,02 Ω	0,04 Ω	0,06 Ω	6 %
0,50 Ω	0,01 Ω	0,04 Ω	0,05 Ω	10 %
0,20 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	20 %
0,13 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	30 %
0,10 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	40 %
0,05 Ω	0,00 Ω	0,04 Ω	0,04 Ω	80 %

Tab. 1 Błąd graniczny przy pomiarze impedancji pętli

dowy, a dzięki zastosowaniu paska naszyjnego operator ma wolne ręce.

uwagi do pomiarów pętli zwarcia

Według zgodnej oceny większą wiarygodność pomiarów zapewniają pomiary pętli zwarcia dużym prądem, gdyż warunki pomiaru zbliżają się wtedy do takich, jakie wystąpiłyby podczas zwarcia. Jednocześnie wiadomo, że przy zwiększaniu prądu pomiarowego rezystancja mierzonego obwodu maleje, co jest spowodowane zmniejszeniem wpływu tlenków i innych zanieczyszczeń występujących na zestykach mogących powodować także zjawiska typu złącz półprzewodnikowych. Wynika z tego, że impedancja zwarcia mierzona większym prądem będzie miała mniejszą wartość.

Ze względu na wpływ wielu czynników na mierzoną impedancję (np. pora roku, wilgotność), zwłaszcza w przypadku pomiarów ochronnych błąd graniczny pomiaru impedancji, zgodnie z IEC-PN61557-3, wynosi $\pm 30\%$. Jednak ta, jak wydawałoby się, duża tolerancja, zostanie przekroczona u większości mierników mierzących impedancję z rozdzielczością 0,01 Ω (na zakresie 20 Ω), jeżeli nominalna wartość impedancji spada poniżej 0,13 Ω (tabela 1, przytoczona na podstawie materiałów firmy Sonel). Również pomiary KEW 4120A, z uwagi na identyczną rozdzielczość i dokładność, podlegają tym samym ograniczeniom. W celu uzyskania wiarygodnych wyników pomiarów impedancji $< 0,13 \Omega$, należy użyć miernika o większej rozdzielczości, której uzyskanie będzie wymagać pomiarów większym prądem. Rozwiązaniem będzie tu

stosowanie np. miernika MZC310S produkcji firmy Sonel.

W tabeli 2 zostały przedstawione porównawcze wyniki badania pętli zwarcia w układzie L-PE. Rozdzielnia 1 znajduje się w laboratorium Zakładu Energetycznego w Gdańsku w sąsiedztwie transformatora o mocy 630 kVA. Rozdzielnia 2 znajduje się w odległości ok. 100m od transformatora o mocy 92 kW, GN1 znajduje się w instalacji elektrycznej zasilanej z rozdzielni 2 z zabezpieczeniem 16 A.

Wyniki badań pokazują, że w przypadku impedancji poniżej 0,1 Ω (co wiąże się też z dużym udziałem składowej X_L ($\varphi=30^\circ$ i więcej), a więc instalacji w pobliżu transformatora), poprawne wyniki uzyskujemy stosując bardzo duże prądy pomiarowe, wektorowy sposób pomiaru impedancji i rozdzielczość pomiaru rzędu 1 m Ω . Dla tej samej rozdzielni pomiar, również metodą wektorową, ale niższym prądem i przy rozdzielczości 0,01 Ω należy uznać za nieprawidłowy. Już sam błąd przetwornika cyfrowego wynoszący 0,03 Ω przekracza dopuszczalny błąd 30%. Z drugiej strony bardzo mała składowa R i duży w niej udział rezystancji zestyków (a nie czystej rezystancji linii kablowych) powodują, że przy dużych zmianach prądu pomiarowego dochodzi do bardzo dużych % zmian tej składowej. Wyliczony na podstawie wskazanych R i X_L kąt fazowy φ jest całkowicie błędny. W tej sytuacji wykonywanie pomiarów miernikiem KEW 4120A, który (tab. 1) może być przeznaczony do pomiarów impedancji $> 0,13 \Omega$, również nie przynosi spodziewanych efektów.

Natomiast w pozostałym dość typowym przypadku składowa R w rozdzielniach oddalonych od transformatora wynosi od 0,15 do 0,20 Ω , a kąt fazowy φ nie przekracza 30° . Wyniki pomiarów przedstawione

w tabeli dla rozdzielni 2 są porównywalne niezależnie od metody pomiaru, a błąd sumaryczny nie przekracza dopuszczalnych wartości. Jeszcze bardziej zbieżna jest sytuacja pomiaru impedancji w gnieździe sieciowym GN1, gdzie z uwagi na przewód zasilający o mniejszym przekroju wyraźnie różnie składowa R i wyniki są całkowicie porównywalne niezależnie od metody pomiaru i użytego miernika

Z danych przedstawionych w tabeli wynika również, że przy pomiarach mniejszymi prądami otrzymujemy większe wartości impedancji pętli zwarcia, co oznacza, że jeżeli przy takim wyniku są spełnione kryteria utrzymania odpowiedniego stopnia ochrony przeciwporażeniowej, to rzeczywista niższa impedancja pętli tym bardziej będzie spełniała kryteria tej ochrony. Dlatego warto pamiętać, by zawsze wyniki pomiarów impedancji uzupełniać informacją o wartości prądu testu.

Miernik KEW 4120A można stosować do pomiaru pętli zwarcia w większości instalacjach elektrycznych jednofazowych 230V, nie powodując przy tym wyzwalania wyłączników różnicowoprądowych. Przeprowadzone badania pokazują, że funkcja D-LOK nie wpływa niekorzystnie na dokładność pomiarów. Wszystkie te zalety sprawiają, że miernik cieszy się bardzo dużym zainteresowaniem i zbiera pozytywne opinie użytkowników.

Wyłącznym dystrybutorem i przedstawicielem firmy KYORITSU w Polsce jest **BIAL Sp. z o.o.** z Gdańska.

Pomiary przedstawione na oscylogramach zostały wykonane za pomocą oscyloskopu cyfrowego DQ-2025 firmy MCP i sondy prądowej KEW8112BNC firmy KYORITSU.

	Prąd testu	Metoda	Rozdzielnia 1						Rozdzielnia 2						Gniazdo GN1					
			X_L	R	Z	φ	Tolerancja	Błąd* [%]	X_L	R	Z	φ	Tolerancja	Błąd* [%]	X_L	R	Z	φ	Tolerancja	Błąd* [%]
MZC310S	160 A _{max}	4-przew.	0,023	0,038	0,044	31°	$\pm 0,003$	6,8 %	0,090	0,165	0,190	29°	$\pm 0,006$	3,15 %	0,10	0,280	0,297	20°	$\pm 0,008$	2,6 %
	24 A _{max}	2-przew.	0,02	0,08	0,08	15°	$\pm 0,03$	37,5 %	0,09	0,19	0,21	25°	$\pm 0,034$	16,2 %	0,09	0,30	0,31	17°	$\pm 0,036$	11,6 %
KEW4120A	25 A _{max}	2-przew.	-	-	0,10	-	$\pm 0,04$	40 %	-	-	0,23	-	$\pm 0,045$	19,5 %	-	-	0,33	-	$\pm 0,047$	14,2 %

Objaśnienia: *) krytyczny błąd w stosunku do wartości zmierzonej [%]

Tab. 2 Porównawcze wyniki pomiarowe impedancji pętli