



aparatura firmy Megger Limited do pomiaru transformatorów

Tomasz Koczorowicz – TOMTRONIX

Brytyjska firma Megger Limited jest największym producentem aparatury pomiarowej dla energetyki na świecie. Oferuje m.in. profesjonalne przyrządy pomiarowe do badania transformatorów. W ostatnim czasie firma wprowadziła do oferty nową serię testerów wytrzymałości elektrycznej oleju transformatorowego, mierników przekładni transformatora oraz przekładników prądowych, a także miernik rezystancji uzwojeń transformatora. W nowych opracowaniach zawarto ponadstuletnie doświadczenie w konstruowaniu przyrządów pomiarowych oraz wprowadzono kilka nowatorskich rozwiązań. W artykule przedstawiono zakres oferty aparatury do pomiaru transformatorów z podziałem na poszczególne grupy urządzeń.

mierniki rezystancji izolacji do 10 kV

Firma Megger Limited w 1889 r. wynalazła i kilka lat później wprowadziła do sprzedaży pierwszy miernik rezystancji izolacji. Od tego czasu nieustannie modernizuje swoje przyrządy. Jest niekwestionowanym liderem w zakresie pomiarów rezystancji izolacji. Przyrządy produkowane przez firmę Megger Limited mogą być użytkowane w trudnych warunkach przemysłowych i atmosferycznych, w szerokim zakresie temperatur od -10°C do 50°C . Seria wysokonapięciowych mierników rezystancji izolacji (**fol. 1.**) obejmuje cztery urządzenia z maksymalnym napięciem próby 5 kV (MIT510, MIT520, S1-552 i S1-554) oraz trzy z napięciem próby 10 kV (MIT1020, S1-1052 i S1-1054). Jedną z cech, która wyróżnia mierniki Megger serii S1, jest układ wyjściowy ze zwiększonym prądem zwarciovym 5 mA. Dzięki temu pro-

ces ładowania obiektów o bardzo dużej pojemności trwa krótko i jest możliwy wiarygodny pomiar wskaźników izolacji. Przyrządy mierzą rezystancję izolacji (lub prąd upływowy) napięciem próby regulowanym od 50 do 5000 V (lub do 10000 V). Mierniki oprócz pomiarów podstawowych parametrów izolacji, takich jak rezystancja, prąd upływowy i pojemność, wyznaczają automatycznie, przy dowolnym napięciu próby, wskaźniki absorpcji DAR oraz polaryzacji PI. Operator ustala trzy wartości czasu t_1 , t_2 i t_3 (czas trwania pomiaru) w zakresie od 15 s do 100 min. Przyrządy rejestrują wartość rezystancji dla czasów t_1 , t_2 , t_3 oraz ustalają wartości wskaźnika DAR jako zależność:

$$\text{DAR} = \frac{R_{t_2}}{R_{t_1}}$$

Wskaźnik PI zawsze obliczany jest jako zależność $\text{PI} = R_{t_{600s}}/R_{t_{60s}}$. Przyrządy wyznaczają go tylko wówczas, gdy czas trwania pomiaru t_3 jest większy od 600 s. Końcowy wynik pomiaru rezystancji (dla czasów t_1 , t_2 , t_3 , 60 s i 600 s) prezentowany jest sekwencyjnie z prądem upływowym (dla czasów t_1 , t_2 , t_3 , 60 s i 600 s) oraz wskaźnikami DAR, PI, stałą czasową TC i wartością pojemności obiektu. Użytkownik może wprowadzić wartości progowe rezystancji izolacji, których przekroczenie będzie sygnalizowane akustycznie. Mierniki automatycznie badają izolację napięciem narastającym schodkowo. Użytkownik ustala wartość końcową napięcia oraz czas trwania badania. Mierniki ustalają wartości schodkowe napięć, dzieląc wartość końcową przez pięć. Czas trwania poszczególnych etapów badania wyznaczany jest z podziału czasu trwania badania przez pięć. Wyniki pomiarów szczytkowych rezystancji izolacji i prądu upły-



Fot. 1 Miernik rezystancji izolacji Megger serii MIT520

wowego pojawiają się na ekranie natychmiast po zakończeniu poszczególnych etapów badania. Kolejnym automatycznie wyznaczanym parametrem jest wskaźnik rozładowania dielektryka DD (*Dielectric Discharge*). Do badania obiektu doprowadzane jest napięcie próby przez określony, wystarczająco długi czas, niezbędny do osiągnięcia przez izolację stanu pełnej absorpcji. Następnie izolacja jest rozładowywana. W tym czasie mierzona jest pojemność obiektu. Po upływie 1 minuty od chwili wyłączenia napięcia próby mierzony jest prąd reabsorpcji. Wynik końcowy obliczany jest z równania:

$$\text{DD} = \frac{I_{\text{min}}}{UC}$$

i prezentowany sekwencyjnie z wynikiem pomiaru rezystancji i prądu upływowego (dla czasów t_1 , t_2 , t_3 , 60 s i 600 s) oraz wskaźnikami DAR, PI, stałą czasową TC i wartością pojemności obiektu.

Mierniki firmy Megger ułatwiają lokalizację miejsc uszkodzeń izolacji. Do tego celu służy funkcja BURN (wypalanie). Polega ona na ciągłym oddziaływaniu napięciem próby na izolację, również w przypadku przebicia. Ten sposób badania zakłada ograniczenie

maksymalnej wartości prądu do wartości 3 mA (lub 5 mA), która gwarantuje, że w sposób nieniszczący zostanie optycznie określony słaby punkt izolacji. Po zakończeniu pomiaru dowolnego parametru izolacji automatycznie rozładowywane są pojemności badanego obiektu, a wartość opadającego napięcia wyświetlana dopóty, dopóki nie osiągnie ono bezpiecznego poziomu. Pulsujące segmenty wskaźnika LCD oraz migotanie czerwonej diody LED ostrzegają o obecności niebezpiecznego napięcia. Mierniki wyposażone w dwa interfejsy komunikacyjne RS-232 oraz USB, pamięć wyników pomiarów, a także w oprogramowanie w języku polskim „Download Manager” do współpracy z komputerem. Mierniki podczas trwania pomiarów transmitują w czasie rzeczywistym wyniki na twardy dysk komputera. Mogą również rejestrować dane w wewnętrznej pamięci. Najbardziej rozbudowane funkcjonalnie przyrządy są przystosowane do wykonywania pomiarów w obecności silnych pól elektromagnetycznych. W tym celu zostały wyposażone w sprzętowy filtr wejściowy oraz specjalny algorytm pracy procesora. Przyrządy umieszczone w solidnej obudowie z polipropylenu o stop-



Fot. 2 Miernik przekładni transformatora Megger TTR320

niu szczelności obudowy IP65. W górnej części płyty czołowej przewidziano trzy zaciski – dwa pomiarowe i jeden ekranujący. Mierniki mogą być zasilane z wewnętrznego akumulatora lub z instalacji elektrycznej. Mają wbudowaną ładowarkę akumulatora z przetwornicą ac/dc. Akumulator pozwala na 6-godzinną ciągłą pracę przy napięciu próby 5 kV.

mierniki przekładni

W skład najnowszej serii mierników wchodzi cztery urządzenia. Miernik TTR300 jest urządzeniem bez ekranu, sterowanym wyłącznie z poziomu PC. Miernik TTR310 posiada ekran alfanumeryczny oraz klawiaturę numeryczną, przyrząd TTR320 (fot. 2.) wyposażono w ekran graficzny VGA 5,7" i klawiaturę Qwerty, natomiast TTR330 ma większy ekran graficzny VGA 8,4", klawiaturę Qwerty oraz wbudowane oprogramowanie zarządzające wynikami pomiarów. Przyrządy mierzą zarówno

transformatory jedno-, jak i trójfazowe, z przełącznikami zacsepów lub bez. Mierniki, podczas pomiarów transformatorów trójfazowych, podłączane są do wszystkich trzech faz badanego transformatora. Układ wyboru konfiguracji połączeń mierników pozwala mierzyć w sposób automatyczny wszystkie fazy bez zmiany połączeń miernika z transformatorem podczas badania. Dzięki temu wyeliminowana jest konieczność korzystania z tablicy połączeń. Mierniki oprócz przekładni mierzą kąt przesunięcia fazowego i prąd magnesowania. Uchyb kątowy napięcia fazowego pomiędzy stroną pierwotną i wtórną sprawnego transformatora jest bardzo mały. Obecność zwartych uzwojeń lub uszkodzenie rdzenia transformatora mogą znacząco wpłynąć na wartość uchybu kątowego. Przyczyną zwiększonego prądu magnesującego mogą być niepożądane prądy wirowe lub niechciane miejsca uziemienia rdzenia. Nieprawidłowe wyniki przekładni świadczą o istnieniu uszkodzeń

w uzwojeniach. Przyrządy wyposażono w system autokontroli, który sprawdza poprawność funkcjonowania miernika w momencie włączenia zasilania oraz system kontroli układu połączeń, który podczas pomiarów informuje operatora o nieprawidłowych podłączeniach, nieprawidłowych warunkach pracy lub problemach z uzwojeniami. Wszystkie przyrządy są przystosowane do wykonywania pomiarów w obecności silnych pól elektromagnetycznych. Wyniki pomiarów można zapisać w wewnętrznej pamięci przyrządu, przesłać do zewnętrznej pamięci USB, wydrukować na opcjonalnej drukarce lub przesłać do komputera przez Ethernet. Przyrządy umieszczono w solidnej obudowie z polipropylenu. Mierniki zasilane są z instalacji elektrycznej.

mierniki przekładników prądowych

Operator w najnowszych miernikach przekładników prądowych Megger serii MCT (fot. 3.) uruchamia pełną sekwencję pomiarów jednym przyciskiem. Dzięki temu całkowity czas sprawdzenia przekładnika skraca się z około godziny do zaledwie kilku minut. Możliwości funkcjonalne mierników obejmują pomiary magnesowania, przekładni, polaryzacji, rezystancji izolacji oraz procedurę rozma-

gnesowania. Przyrządy umożliwiają sprawdzenie jedno- lub wieloprzekładniowych przekładników prądowych. Pomiary magnesowania, przekładni oraz polaryzacji nie wymagają zmian w konfiguracji układu pomiarowego. Przekładniki prądowe mogą być sprawdzane w ich sprzętowej konfiguracji, zamontowane na transformatorach, wyłącznikach olejowych lub przełącznikach. Mierniki mogą być użytkowane w szerokim zakresie temperatur od -10°C do 40°C. Przyrządy wyposażono w duże 6,5-calowe kolorowe, graficzne wyświetlacze LCD, które umożliwiają łatwy odczyt wszystkich danych związanych z trwającym pomiarem. Pomiar magnesowania napięciem o częstotliwości sieciowej 50 Hz oraz wyznaczenie punktów nasycenia wykonywane są zgodnie z wymaganiami normy PN-EN 60044-1. Do uzwojenia wtórnego przekładnika, przy niepodłączonych pozostałych zaciskach przekładnika, doprowadzane jest rosnące napięcie o wartości do 1600 V (zakresy do 40, 160, 800 V) i częstotliwości sieciowej. Jednocześnie mierzony jest prąd magnesowania. Mierniki Megger serii MCT w czasie wykonywania pomiaru kreślą na kolorowym wyświetlaczu LCD krzywą magnesowania, automatycznie wyznaczając punkt nasycenia zgodnie z normą IEEE C57.13.1 lub



Fot. 3 Miernik przekładników prądowych Megger MCT1605

reklama

TOMTRONIX
APARATURA POMIAROWA

www.tomtronix.pl
tomtronix@tomtronix.pl
tel. fax. (42) 6747455
tel. (42) 6760633

**Zaufaj
najlepszym**



Fot. 4 Miernik rezystancji uzwojeń transformatora MTO210

PN-EN 60044-1. W rozdzielniach często są stosowane przekładniki wieloprzekładnikowe, dlatego przyrządy mogą jednocześnie kreslić na wyświetlaczu do 10 krzywych magnesowania przekładnika. Badanie przekładni polega na porównaniu napięć: przyłożonego do uzwojenia wtórnego oraz zmierzonego na uzwojeniu pierwotnym. Dla przykładu, jeżeli do uzwojenia wtórnego zostanie przyłożone napięcie 1 V na zwój, wówczas napięcie zmierzone na uzwojeniu pierwotnym wyniesie 1 V. Jeżeli do uzwojenia wtórnego przekładnika 600/5 (przekładnia 120:1) doprowadzimy napięcie 120 V, wówczas na uzwojeniu pierwotnym zmierzone zostanie napięcie 1 V. Pomiar ten jest wykonywany automatycznie podczas pomiaru magnesowania przekładnika prądowego lub ręcznie, przy użyciu pokrętki regulacji napięcia wyjściowego. Mierniki Megger serii MCT udostępniają operatorowi bezpośredni odczyt przekładni, eliminując ko-

nieczność ręcznych obliczeń. Informacja o polaryzacji badanego przekładnika jest udostępniana na wyświetlaczu obok zmierzonego kąta fazowego jako prosty wskaźnik polaryzacji „prawidłowa” lub „nieprawidłowa”. Normalne warunki pracy lub typowy pomiar rezystancji uzwojeń mogą powodować namagnesowanie przekładnika prądowego. Mierniki wyposażono w układ automatycznego rozmagnesowania badanego przekładnika. Procedura rozmagnesowania stwarza warunki do uzyskania rzetelnych, powtarzalnych wyników podczas pomiaru magnesowania i wyznaczania punktu nasycenia. Wynik pomiaru rezystancji izolacji stanowi informację o jakości izolacji uzwojenia wtórnego przekładnika. Przyrządy wyposażono w dwa napięcia próby 500 i 1000 V. Mierniki nie tylko automatycznie wykonują badania przekładników prądowych, ale również katalogują i zapisują wyniki pomiarów w pamięci przyrządu, w celu



Fot. 5 Tester wytrzymałości elektrycznej oleju transformatorowego Megger OTS100AF

późniejszej analizy na komputerze. Przyrządy wyposażono w pełną klawiaturę Qwerty, umożliwiającą szybki i łatwy zapis informacji w pamięci. Można w niej umieścić dane, np. o lokalizacji obiektu lub dane identyfikacyjne badanego przekładnika (tabliczka znamionowa). Zapisane wyniki pomiarów wraz z informacjami uzupełniającymi (ponad 200 wyników pomiarów i krzywych magnesowania) można przesłać do programu PowerDB Lite, w celu wygenerowania raportów i krzywych magnesowania na ekranie komputera lub drukarce. Przyrządy wyposażono w złącze USB oraz Ethernet. Operator może archiwizować i przenosić dane korzystając z pendrive'a. Z poziomu programu PowerDB Lite można również zdalnie sterować pracą miernika. Przyrządy umieszczone w solidnej obudowie z polipropylenu. Mierniki zasilane są z instalacji elektrycznej.

miernik rezystancji uzwojeń transformatora

Miernik Megger MTO210 (fot. 4.) wykonuje jednoczesny pomiar rezystancji dwóch uzwojeń transformatorów jedno- lub trójfazowych z rozdzielczością $1 \mu\Omega$, sprawdza stan przełącznika zacze- pów, a także automatycznie rozładowuje oraz rozmagnesowuje transformator po wykonaniu pomiaru. Rozmagnesowanie polega na wymuszeniu przepływu prądu stałego o przemiennej biegunowości przez transformator w kilku cyklach, o coraz to mniejszej wartości. Jednoczesny pomiar dwóch uzwojeń znacznie przyspiesza pomiary. Miernik jest niezwykle użyteczny podczas badania uzwojenia i rezystancji styków przełącznika zacze- pów lub regulatorów napięcia ze stykami typu „zwiera następny, zanim rozewrze poprzedni”. Jeżeli przełącznik zacze- pów podczas przełączania traci ciągłość styku, wówczas pulsuje kontrolka oraz jest wyzwala- ny układ automatycznego wyłączenia. W ten sposób wykrywane są zarysowa- nia lub brak przylegania styków przełącznika. Miernik wyposażono w moż-

liwość zdalnego sterowania oraz przełącznik blokady dostępu do strefy wykonywania pomiarów. Zdalne sterowanie jest szczególnie przydatne podczas badania przełącznika zacze- pów transformatora, ponieważ w tym przypadku, w jednym cyklu, bez przepinania przewodów pomiarowych, wykonywanych jest wiele pomiarów rezystancji. Miernik posiada także funkcję bezpieczeństwa „automatyczne wyłączenie”. Jakikolwiek przypadkowe rozłączenie przewodów pomiarowych lub brak zasilania przyrządu spowoduje bezpieczne i szybkie rozładowanie energii zmagazynowanej w badanym obiekcie. Kontrolka na mierniku informuje o naładowaniu lub rozładowaniu obiektu nawet wówczas, gdy przyrząd straci zasilanie. Przyrząd ma również wbudowany układ zabezpieczenia termicznego, który w przypadku przegrzania podzespołów miernika wyłącza go automatycznie, włączając sygnalizację optyczną stanu przegrzania. Pomiar rezystancji uzwojeń wykonywany jest metodą, w której zastosowano opatentowany algorytm elektronicznego sterowania prądem pomiarowym. Metoda ta umożliwia szybki pomiar transformatorów z dużą indukcyjnością. Podczas narastania prądu pomiarowego, na bieżąco kontrolowane jest napięcie wejściowe miernika i na podstawie parametrów badanego obiektu generowany maksymalny prąd wyjściowy. Wyniki pomiaru wyświetlane są dopiero wówczas, gdy prąd pomiarowy ustabilizuje się. W ten sposób zapobiega się sytuacjom, w których operator odczytuje błędne wartości rezystancji uzwojeń. Wyniki pomiarów można zapisać w wewnętrznej pamięci przyrządu, wydrukować na opcjonalnej drukarce lub przesłać do komputera. Operator ma możliwość przeglądania wyników zapisanych w pamięci miernika. Przyrząd wyposażono w złącze RS-232 oraz Ethernet. Miernik Megger MTO210 waży około 13 kg, jest urządzeniem przenośnym przeznaczonym do pomiarów w terenie, w trudnych warunkach przemysłowych, może być użytkowany w szerokim zakresie temperatur od -10°C do 50°C .

Przyrząd umieszczono w solidnej obudowie z polipropylenu. Miernik zasilany jest z instalacji elektrycznej.

testery wytrzymałości elektrycznej oleju transformatorowego

W skład najnowszej serii testerów wchodzi trzy urządzenia Megger OTS60AF z napięciem próby do 60 kV, Megger OTS80AF z napięciem próby do 80 kV oraz Megger OTS100AF z napięciem próby do 100 kV. Mierniki Megger są urządzeniami stacjonarnymi, które sprawdzają wytrzymałość elektryczną oleju transformatorowego w sposób automatyczny. Przyrządy wyposażono w obwód detekcji przebiecia z bezpośrednim pomiarem napięcia i prądu oraz z ultra szybkim wyłącznikiem wysokiego napięcia o czasie wyłączenia mniejszym od 10 μ s. Użytkownik przygotowuje naczynie pomiarowe, napełnia je próbką oleju, umieszcza w celce pomiarowej,

wybiera odpowiednią procedurę badania zgodną z wybraną normą i uruchamia pomiar. Pomiar napięcia przebiecia jest jedną z podstawowych czynności wchodzących w zakres badań jakości oleju. Stanowi informację o zdolności oleju do wytrzymywania narażenia elektrycznego. Niskie napięcie przebiecia może być wynikiem obecności zanieczyszczeń w oleju, np. wody lub cząstek przewodzących. Naczynia pomiarowe dostarczane wraz z przyrządami zapewniają powtarzalne wyniki badań dzięki systemowi precyzyjnej regulacji szczeliny oraz dzięki specjalnemu mechanizmowi blokady elektrod. Przezroczysta pokrywa oraz duża komora pomiarowa umożliwiają łatwy dostęp do naczynia pomiarowego oraz doskonałą widoczność wnętrza komory pomiarowej. Pokrywa stanowi również ekran elektryczny, który tłumi pole elektryczne generowane przez wyładowania elektryczne towarzyszące przebieciom. Wszystkie trzy mode-

le wyposażono w klawiaturę alfanumeryczną do wprowadzania numeru identyfikacyjnego pomiaru, nazwy pliku, uwag itp. oraz jasny 3,5-calowy kolorowy wyświetlacz czytelny w świetle dziennym.

W przyrządach wstępnie zaprogramowano sekwencje testów według poszczególnych międzynarodowych norm, ale użytkownik może zaimportować nowe sekwencje testów przez pamięć typu flash podłączoną do gniazda USB przyrządu. Przyrządy umożliwiają programowanie indywidualnych testów użytkownika. Wyniki pomiarów powiązane są z numerem seryjnym przyrządu, numerami identyfikacyjnymi badania oraz znacznikami czasu. W skład wyposażenia przyrządów wchodzi program Megger PowerDB Lite do zarządzania wynikami pomiarów, który nadzoruje transmisję między miernikiem a komputerem oraz generuje wydruki protokołów. Mierniki mogą być opcjonalnie wyposażone w drukarkę, która zapewnia trwałe kopie

z wynikami pomiarów oraz mieszadło magnetyczne wbudowane w pokrywę. Przyrządy posiadają trzy złącza USB do łączności z komputerem, pamięciami USB, zewnętrzną drukarką USB oraz czytnikiem kodów kreskowych. Bezpieczeństwo użytkownika jest najważniejsze, dlatego w testerach firmy Megger Limited zastosowano dwa niezależne obwody wyłączania wysokiego napięcia. Operator może wstrzymać test naciskając dowolny przycisk na klawiaturze, co skutkuje natychmiastowym wyłączeniem wysokiego napięcia i przerwaniem pomiaru. Testery oleju transformatorowego ważą około 30 kg. Mogą pracować w zakresie temperatur od 0°C do 50°C.

Wszystkie mierniki firmy Megger Limited są produkowane zgodnie z prawem Unii Europejskiej w systemie jakości ISO 9001. Przyrządy spełniają wymagania norm w zakresie bezpieczeństwa oraz kompatybilności elektromagnetycznej. Są oznaczone znakiem zgodności CE.

reklama