

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja instalacji i urządzeń do wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej**
Oznaczenie kwalifikacji: **E.23**
Numer zadania: **01**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

E.23-01-17.06

Czas trwania egzaminu: **120 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE
Rok 2017
CZEŚĆ PRAKTYCZNA

Instrukcja dla zdającego

1. Na pierwszej stronie arkusza egzaminacyjnego wpisz w oznaczonym miejscu swój numer PESEL i naklej naklejkę z numerem PESEL i z kodem ośrodka.
2. Na **KARCIE OCENY** w oznaczonym miejscu przyklej naklejkę z numerem PESEL oraz wpisz:
 - swój numer PESEL*,
 - oznaczenie kwalifikacji,
 - numer zadania,
 - numer stanowiska.
3. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 9 stron i nie zawiera błędów. Ewentualny brak stron lub inne usterki zgłoś przez podniesienie ręki przewodniczącemu zespołu nadzorującego.
4. Zapoznaj się z treścią zadania oraz stanowiskiem egzaminacyjnym. Masz na to 10 minut. Czas ten nie jest wliczany do czasu trwania egzaminu.
5. Czas rozpoczęcia i zakończenia pracy zapisze w widocznym miejscu przewodniczący zespołu nadzorującego.
6. Wykonaj samodzielnie zadanie egzaminacyjne. Przestrzegaj zasad bezpieczeństwa i organizacji pracy.
7. Po zakończeniu wykonania zadania pozostaw arkusz egzaminacyjny z rezultatami oraz **KARTĘ OCENY** na swoim stanowisku lub w miejscu wskazanym przez przewodniczącego zespołu nadzorującego.
8. Po uzyskaniu zgody zespołu nadzorującego możesz opuścić salę/miejsce przeprowadzania egzaminu.

Powodzenia!

* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

Zadanie egzaminacyjne

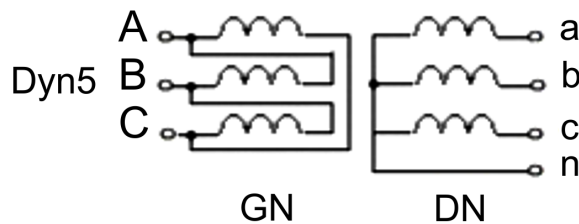
Korzystając z instrukcji „Badania i pomiary transformatorów”, danych katalogowych przyrządów użytych do pomiarów oraz wyników pomiarów zawartych w protokołach nr 2 i nr 3 sporządź protokoły nr 1÷5 z przeprowadzonego badania transformatora, którego tabliczkę znamionową zamieszczono na stronie 6.

Badania i pomiary transformatorów – instrukcja

Transformatory energetyczne należy badać okresowo w celu określenia ich zużycia oraz oceny możliwości dalszej eksploatacji. Badania transformatorów obejmują:

1. Pomiar rezystancji uzwojeń
2. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń
3. Badanie oleju (dla transformatorów olejowych)

Poza w/w badaniami należy przeprowadzić oględziny stanu technicznego transformatora oraz komory transformatora.



Schemat połączenia transformatora

1. Pomiar rezystancji uzwojeń

Pomiar wykonać przeznaczonym do tego miernikiem pozwalającym zmierzyć rezystancje o małej wartości. Na rynku jest dostępnych wiele tego typu mierników wykorzystujących metodę mostkową lub techniczną. Przed przystąpieniem do pomiarów transformator należy wyłączyć spod napięcia i odłączyć wszystkie zaciski uzwojeń od sieci (zarówno po stronie GN jak i DN).

Niezbędne jest zmierzenie temperatury uzwojeń. Jako temperaturę uzwojeń transformatora olejowego przyjmuje się temperaturę powierzchni kadzi na 2/3 jej wysokości.

Rezystancję uzwojeń należy zmierzyć między wszystkimi zaciskami liniowymi transformatora po stronie GN i DN, czyli: AB, BC, CA, ab, bc, ca. Do oceny wyników pomiarów potrzebne są wartości rezystancji fazowych oraz wartości średnie. Oblicza się je ze wzorów:

$$R_A = \frac{R_{AB} + R_{CA} - R_{BC}}{2}$$

$$R_B = \frac{R_{AB} + R_{BC} - R_{CA}}{2}$$

$$R_C = \frac{R_{CA} + R_{BC} - R_{AB}}{2}$$

$$R_{f\acute{s}r} = \frac{R_A + R_B + R_C}{3} + \frac{R_{AB} + R_{BC} + R_{CA}}{6}$$

Dla uzwojeń skojarzonych w gwiazdę

Uwaga:

Dla uzwojeń skojarzonych w gwiazdę z wyprowadzonym punktem neutralnym wartości zmierzone n-a, n-b, n-c są równe wartościom wyliczonym odpowiednio a, b, c.

Dla uzwojeń skojarzonych w trójkąt

$$R_A = \frac{2R_{CA} \cdot R_{BC}}{R_{CA} + R_{BC} - R_{AB}} - \frac{R_{CA} + R_{BC} - R_{AB}}{2}$$

$$R_B = \frac{2R_{AB} \cdot R_{CA}}{R_{AB} + R_{CA} - R_{BC}} - \frac{R_{AB} + R_{CA} - R_{BC}}{2}$$

$$R_C = \frac{2R_{AB} \cdot R_{BC}}{R_{AB} + R_{BC} - R_{CA}} - \frac{R_{AB} + R_{BC} - R_{CA}}{2}$$

$$R_{f\acute{s}r} = \frac{R_A + R_B + R_C}{3}$$

R_A, R_B, R_C – rezystancja uzwojeń fazowych

$R_{f\acute{s}r}$ – średnia rezystancja uzwojeń fazowych na poszczególnych zaczepekach

R_{AB}, R_{BC}, R_{CA} – rezystancje zmierzone pomiędzy zaciskami transformatora

Maksymalny błąd względny procentowy

$$\delta_{n\%} = \frac{R_{n\max} - R_{f\acute{s}r}}{R_{f\acute{s}r}} 100\%$$

$R_{n\max}$ – rezystancja uzwojenia fazowego na n-tym zaczepek maksymalnie różna od rezystancji średniej na tym zaczepek

2. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń

Pomiar rezystancji izolacji wykonać odpowiednim miernikiem o napięciu probierczym 2500 V. Tak samo jak przy pomiarze rezystancji uzwojeń, transformator należy wyłączyć spod napięcia i odłączyć wszystkie jego zaciski od sieci. Na czas pomiaru każdy transformator musi być uziemiona. Uzwojenia, których izolacja ma być mierzona, należy uziemić na minimum 2 minuty przed pomiarem. Następnie wykonać następujące pomiary:

- uzwojenie GN względem uzwojenia DN i uziemionej kadzi,
- uzwojenie DN względem uzwojenia GN i uziemionej kadzi

Za każdym razem wykonuje się dwa odczyty:

- R_{15} po upływie 15 s od przyłożenia napięcia pomiarowego,
- R_{60} po upływie 60 s od przyłożenia napięcia pomiarowego

Dla transformatorów o mocy 1,6 MVA i większej wykonuje się też pomiar R_{300} – po upływie 300 s od chwili przyłożenia napięcia pomiarowego. Po zakończeniu każdego pomiaru transformator należy rozładować w czasie nie krótszym niż czas trwania pomiaru.

Wyniki pomiarów rezystancji izolacji uzwojeń transformatora można uznać za pozytywne, jeżeli:

- dla transformatora olejowego o mocy 1,6 MVA i większej, wartość R_{300} nie jest mniejsza niż 70% wartości zmierzonej w wytwórni w tych samych warunkach (20°C)
- dla transformatora olejowego o mocy mniejszej niż 1,6 MVA, wartość R_{60} nie jest mniejsza niż 70% wartości zmierzonej w wytwórni w tych samych warunkach (20°C)
- stosunek R_{60}/R_{15} dla transformatora olejowego w zakresie średnich temperatur oleju od 15°C do 30°C nie powinien być mniejszy niż 1,3 w przypadku izolacji doziemnej i 1,5 w przypadku izolacji międzyuzwojeniowej

- dla transformatora suchego R_{60} nie powinna być mniejsza niż 25 M Ω w przypadku napięć znamionowych 10 kV i większych oraz 15 M Ω dla napięć znamionowych mniejszych niż 10 kV (warunki pomiaru: temperatura 20°C i wilgotność względna <65%)

Jeżeli rezystancja została zmierzona w innych temperaturach niż u wytwórcy, ale w przedziale od 5°C do 35°C, to należy przyjąć zasadę, że obniżenie temperatury o 15°C powoduje dwukrotny wzrost rezystancji, a podwyższenie temperatury o 15°C powoduje dwukrotne zmniejszenie rezystancji.

3. Badanie oleju

Badanie oleju wykonuje się w przeznaczonych do tego laboratoriach. Zazwyczaj wystarczy pobrać próbkę oleju o objętości 100 ml, ale firma badająca olej może zażądać próbki o większej objętości.

Badanie oleju polega na przeprowadzeniu:

- sprawdzenia zawartości wody i ciał stałych,
- sprawdzeniu napięcia przebicia oleju,
- pomiaru rezystywności oleju.

Wyniki badań uznaje się za pozytywne, jeżeli olej nie zawiera ciał stałych i wody, napięcie przebicia jest nie niższe niż 40 kV przy temperaturze 20°C oraz rezystywność oleju przy temperaturze 50°C jest nie niższa niż 20 G Ω .

Wykaz przyrządów pomiarowych

Typ miernika	Wygląd miernika	Parametry miernika
MPI 505		<p>Pomiar parametrów pętli zwarcia:</p> <ul style="list-style-type: none"> – w obwodach L-PE, L-N, L-L oraz w obwodzie L-PE (RCD) – bez wyzwalania wyłącznika RCD o prądzie ≥ 30 mA – pomiar impedancji pętli zwarcia w sieciach o napięciach znamionowych: 115/200 V, 220/380 V, 230V/400 V, 240/415 V – o częstotliwościach 45÷65 Hz <p>Badanie wyłączników różnicowoprądowych typu AC, A:</p> <ul style="list-style-type: none"> – pomiar wyłączników różnicowoprądowych zwykłych i selektywnych o znamionowych prądach różnicowych 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA – pomiar prądu zadziałania I_A – pomiar czasu zadziałania t_A dla $0,5I_{\Delta n}$, $I_{\Delta n}$, $2I_{\Delta n}$, $5I_{\Delta n}$ – pomiar ciągłości uziemienia i napięcia dotykowego bez wyzwalania RCD – funkcja automatycznego pomiaru parametrów wyłączników różnicowoprądowych
MIC-2510		<p>Pomiar rezystancji izolacji:</p> <ul style="list-style-type: none"> – napięcie pomiarowe wybierane 100, 250, 500, 1000, 2500 V lub dowolne ustawiane w zakresie 50÷2500 V z rozdzielczością co 10 V – ciągłe wskazanie mierzonej rezystancji izolacji lub prądu upływu, – samoczynne rozładowanie pojemności mierzonego obiektu po zakończeniu pomiaru rezystancji izolacji – akustyczne wyznaczanie pięciosekundowych odcinków czasu ułatwiające zdjęcie charakterystyk czasowych – odmierzane czasy pomiaru T_1, T_2 i T_3 dla pomiaru jednego lub dwóch współczynników absorpcji z zakresu 1÷600 s – możliwy automatyczny pomiar kabli wieloprzewodowych za pomocą dodatkowego adaptera AutoISO-2500
MMR-630		<p>Pomiary małych rezystancji w zakresach 0,1 $\mu\Omega$ ÷ 1999,9 Ω</p> <p>Pomiary obiektów o charakterze rezystancyjnym:</p> <ul style="list-style-type: none"> – połączeń spawanych i lutowanych, połączeń szyn wyrównawczych, przewodów uziemiających – styków, spoin szyn kolejowych, przewodów i kabli – pomiar metodą czteroprzewodową <p>Pomiary obiektów o charakterze indukcyjnym:</p> <ul style="list-style-type: none"> – uzwojeń silników, transformatorów, cewek o niskiej rezystancji – wybór zakresu pomiarowego automatyczny lub ręczny (pomiar obiektów o charakterze indukcyjnym) – pomiar metodą czteroprzewodową
MZC-310S		<p>Pomiary bardzo małych impedancji pętli zwarcia (z rozdzielczością 0,1 mΩ) prądem rzędu 150 A przy 230 V; maksymalnie 280 A przy 440 V lub pomiary prądem rzędu 23 A przy 230 V, maksymalnie 42 A przy 440 V</p> <ul style="list-style-type: none"> – pomiary w sieciach o napięciach znamionowych: 220/380 V i 230/400 V o częstotliwościach 45÷65 Hz – możliwość pomiaru w obwodzie zwarciovym: faza-faza, faza-ochronny, faza-neutralny – rozróżnianie napięcia fazowego i międzyfazowego przy obliczeniach prądu zwarciovego – metoda czteroprzewodowa, brak konieczności kalibracji przewodów (pomiar 150/280 A) – możliwość zmiany długości przewodów pomiarowych (pomiar 23/42 A) – pomiar spodziewanego napięcia dotykowego lub napięcia dotykowego rażeniowego (z rezystorem 1 kΩ) – pomiar napięć przemiennych 0÷440 V

Tabliczka znamionowa transformatora

TRANSFORMATOR OLEJOWY TRÓJFAZOWY			
Typ	TNOSCT - 630/6,3 PNS DTSP -L 3M128		
Norma	PN-EN 60076	Nr	1LPL633123
Rok produkcji	2006		
Moc znamionowa	630 kVA	Układ połączeń	Dyn 5
Napięcie znamionowe [kV]		Prąd [A]	Poziom izolacji
GN	6,3 + 2,5 - 2,5%	57,7	L160AC20
DN	0,4	909	AC8
		Znamionowe zmierzone	
		Napięcie zwarcia	5,57 %
		Straty zwarcia	6526 W
		Straty jałowe	951 W
		Częstotliwość znam.	50 Hz
		Chłodzenie	ONAN
Maks. temp. otoczenia	40 °C	Masa oleju	350 kg
Dopuszczalny przyrost temp:			
Uzwojeń	65 K	Masa części wyjm.	1170 kg
Oleju	60 K	Masa całkowita	1890 kg
Typ oleju	NYNAS - NYTRO 10GEN		Olej wg IEC 295

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 120 minut.

Ocenię podlegać będzie 5 rezultatów:

- Dane znamionowe transformatora – protokół nr 1,
- Pomiar rezystancji izolacji – protokół nr 2,
- Pomiar rezystancji czynnej uzwojeń GN i DN – protokół nr 3,
- Odchyłka procentowa w rezystancji uzwojeń – protokół nr 4,
- Badanie oleju transformatorowego – protokół nr 5.

Protokół nr 1. Dane znamionowe transformatora

Lp.	Dane znamionowe	Wartość i jednostka miary
1	Znamionowa moc transformatora	
2	Górne napięcie znamionowe	
3	Dolne napięcie znamionowe	
4	Prąd znamionowy po stronie górnego napięcia	
5	Prąd znamionowy po stronie dolnego napięcia	
6	Napięcie zwarcia transformatora	
7	Straty jałowe transformatora	
8	Straty zwarcia transformatora	
9	Układ połączeń	

Protokół nr 2. Pomiar rezystancji izolacji

Temperatura w czasie pomiaru ~ + 20°C

Układ pomiarowy	R ₁₅	R ₆₀	Współczynnik R ₆₀ /R ₁₅	R ₆₀ /R ₁₅ wg instrukcji	Wynik pomiaru
	MΩ	MΩ	-	-	Wpisz: pozytywny lub negatywny
GN/DNz	14 000	25 000			
DN/GZz	13 000	30 000			

Do pomiaru użyto miernika typu:.....

Protokół nr 3. Pomiar rezystancji czynnej uzwojeń GN i DN

Uwaga! Wpisz obliczone brakujące wartości

Uzw: GN	Wartości					
Zaczepek	zmierzone	wyliczone	zmierzone	wyliczone	zmierzone	wyliczone
	R _{AB}	R _A	R _{BC}	R _B	R _{CA}	R _C
	mΩ	mΩ	mΩ	mΩ	mΩ	mΩ
1	529,8		529,8	794,85	529,5	793,95
2	519,8	785,79	514,2		513,5	766,77
3	503,6	761,70	497,9	744,43	497,0	
Uzw. DN	zmierzone	wyliczone	zmierzone	wyliczone	zmierzone	wyliczone
	R _{na}	R _a	R _{nb}	R _b	R _{nc}	R _c
	mΩ	mΩ	mΩ	mΩ	mΩ	mΩ
	1,30		1,27		1,26	

Do pomiaru użyto miernika typu:

Protokół nr 4. Odchyłka procentowa w rezystancji uzwojeń

Dopuszczalna odchyłka procentowa						
Wartości średnie				Odchyłka procentowa		Ocena spełnienia normy <i>Wpisz: tak lub nie</i>
GN 1 zaczeł	$R_{f\acute{s}r}$		m Ω	$\delta_{1\%}$		
GN 2 zaczeł	$R_{f\acute{s}r}$		m Ω	$\delta_{2\%}$		
GN 3 zaczeł	$R_{f\acute{s}r}$		m Ω	$\delta_{3\%}$		
DN	$R_{f\acute{s}r}$		m Ω	$\delta_{\%}$		
Dopuszczalna odchyłka procentowa wynosi wg normy 3%						

Protokół nr 5. Badanie oleju transformatorowego

Lp.	Wynik badania oleju transformatorowego	Ocena <i>Wpisz: prawidłowa lub nieprawidłowa</i>
1	Olej nie zawiera wody	
2	Olej nie zawiera ciał stałych	
3	Napięcie przebicia przy temperaturze 20°C wynosi 54 kV	
4	Rezystywność oleju przy temperaturze 50°C wynosi 30 G Ω	
Ocena ogólna oleju		

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie

