

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.23-01-18.01**

Czas trwania egzaminu: **120 minut**

**EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE**  
**Rok 2018**  
**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 11 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 **KARTEŃ 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!***

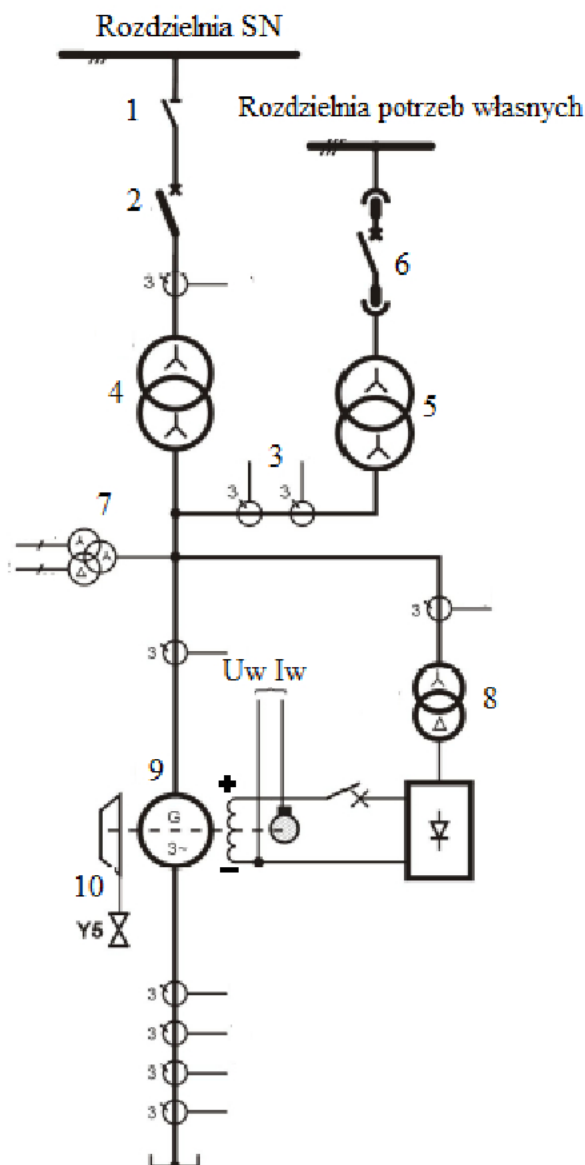
\* w przypadku braku numeru PESEL – seria i numer paszportu lub innego dokumentu potwierdzającego tożsamość

## Zadanie egzaminacyjne

Transformator odczepowy potrzeb własnych elektrowni ciepłej poddano okresowym badaniom eksploatacyjnym. Korzystając z wyników tych badań oraz danych zamieszczonych w treści zadania uzupełnij:

- legendę schematu ideowego połączeń bloku energetycznego ze szczegółowymi nazwami poszczególnych elementów schematu, określającymi ich funkcje w układzie,
- dane znamionowe transformatora potrzeb własnych,
- tabelę pomiarów rezystancji izolacji w temperaturze 30°C wpisując wyniki obliczeń współczynników absorpcji  $K_a$  oraz wnioski z pomiarów,
- tabelę pomiarów rezystancji izolacji w temperaturze 21°C wpisując wyniki obliczeń rezystancji  $R_{30}$  oraz wnioski z pomiarów,
- tabelę doboru układu pomiarowego i typu miernika rezystancji izolacji,
- tabelę z badania oleju transformatorowego, wpisując ocenę wyników badania i ocenę ogólną oleju.

### Schemat ideowy połączeń bloku energetycznego



#### Legenda:

- |          |       |
|----------|-------|
| 1. ....  | ..... |
| 2. ....  | ..... |
| 3. ....  | ..... |
| 4. ....  | ..... |
| 5. ....  | ..... |
| 6. ....  | ..... |
| 7. ....  | ..... |
| 8. ....  | ..... |
| 9. ....  | ..... |
| 10. .... | ..... |

**Parametry techniczne transformatora potrzeb własnych**

- Typ TONRa 12500/15
- Moc znamionowa 12,5 MVA
- Napięcie znamionowe 13,8 + 6 x 2,5% / 6 kV
- Grupa połączeń Yy0
- Chłodzenie ON-AN
- Waga całkowita transformatora ~34 Mg
- Waga cz. wymowlanej ~15 Mg
- Waga całkowita oleju ~12 Mg
- Przełączniki zaczepów SRKO (pojedyncze na każdą fazę)

Pomiary rezystancji izolacji należy wykonać przy temperaturze uzwojeń od 15°C do 45°C. Wyniki pomiarów wykonanych w innej temperaturze należy traktować jako orientacyjne. Temperatura otaczającego powietrza powinna zawierać się w granicach od 5°C do 35°C. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń transformatora wykonuje się miernikiem izolacji (megaomierzem) o napięciu pomiarowym stałym, co najmniej 2500 V.

W przypadku wykonywania pomiarów w innej temperaturze, wyniki pomiarów rezystancji izolacji uzwojeń transformatora należy przeliczyć na umownie przyjętą temperaturę odniesienia 30°C według wzoru:

$$R_{30} = K_{30} \cdot R_t$$

gdzie:

$R_t$  – zmierzona rezystancja izolacji uzwojenia transformatora w temperaturze innej niż temperatura odniesienia w MΩ,

$R_{30}$  – rezystancja izolacji uzwojenia transformatora po przeliczeniu do temperatury odniesienia w MΩ,

$K_{30}$  – współczynnik przeliczeniowy podany w tabeli.

**Współczynnik przeliczeniowy  $K_{30}$  dla rezystancji izolacji uzwojeń transformatorów**

Temperatura, w °C	0	5	10	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	50	55
Współczynnik przeliczeniowy $K_{30}$	0,25	0,32	0,39	0,50	0,57	0,66	0,76	0,87	1,00	1,14	1,32	1,52	1,74	2,00	2,52	3,18

Pomiary rezystancji izolacji uzwojeń transformatora należy wykonać według następujących kombinacji połączeń:

- a) uzwojenie GN – uziemiona kadź: uzwojenie DN przyłącza się do zacisku ekranującego miernika E,
- b) uzwojenie DN – uziemiona kadź: uzwojenia GN przyłącza się do zacisku ekranującego miernika E,
- c) uzwojenie GN – uzwojenie DN: kadź przyłącza się do zacisku ekranującego miernika E.

Podczas pomiaru wartość rezystancji izolacji uzwojeń transformatora odczytuje się po 15 s –  $R_{15}$  i po 60 s –  $R_{60}$ , a dla transformatora o mocy większej niż 1,6 MVA – dodatkowo po 300 s –  $R_{300}$ . Po każdym pomiarze transformator należy rozładować w czasie nie krótszym niż czas trwania pomiaru.

Wykonanie pomiaru rezystancji izolacji uzwojeń transformatora w dwóch momentach czasowych – po 15 s –  $R_{15}$  i po 60 s –  $R_{60}$  – umożliwia obliczenie współczynnika absorpcji  $K_a$  charakteryzującego stan dielektryczny oleju transformatorowego, ze wzoru:

$$K_a = \frac{R_{60}}{R_{15}}$$

gdzie:

$R_{15}$  – wartość rezystancji izolacji odczytana po 15 sekundach,

$R_{60}$  – wartość rezystancji izolacji odczytana po 60 sekundach.

Doświadczenia eksploatacyjne pozwoliły na ustalenie granicznych dopuszczalnych wartości wskaźników izolacji, w zależności od mocy i napięć znamionowych transformatorów.

Według PN-E-04700 wartość współczynnika absorpcji  $K_a$  nie powinna być mniejsza niż:

- 1,15 dla transformatorów grupy III o mocy 1,6 MVA i mniejszej,
- 1,2 dla rezystancji uzwojeń w stosunku do ziemi i 1,4 dla rezystancji między uzwojeniami transformatorów grupy II o mocy większej od 1,6 MVA a nienależących do grupy I,
- 1,3 dla rezystancji uzwojeń w stosunku do ziemi i 2,0 dla rezystancji między uzwojeniami transformatorów grupy I o napięciu znamionowym 220 kV i mocy 100 MVA i większej.

### Wyniki pomiarów rezystancji izolacji dla transformatora TONRa 12500/15

Temperatura w czasie pomiaru + 30°C

Pomiar w kombinacji połączeń	$R_{60}$	$R_{15}$
	MΩ	MΩ
uzwojenie GN – uziemiona kadź	95	76
uzwojenie DN – uziemiona kadź	98	80
uzwojenie GN – uzwojenie DN	110	78

Temperatura w czasie pomiaru + 21°C

Pomiar w kombinacji połączeń	$R_{300}$
	MΩ
uzwojenie GN – uziemiona kadź	130
uzwojenie DN – uziemiona kadź	200
uzwojenie GN – uzwojenie DN	400

Rezystancja izolacji w układzie doziemnym:

- $R_{300} \geq 75 \text{ M}\Omega$  w temp. 30°C dla uzwojeń o napięciu znamionowym do 40 kV
- $R_{300} \geq 100 \text{ M}\Omega$  w temp. 30°C dla uzwojeń o napięciu znamionowym powyżej 50 kV

Rezystancja izolacji w układzie między uzwojeniami:

- $R_{300} \geq 250 \text{ M}\Omega$  w temp. 30°C

**Badanie oleju**

Badanie oleju wykonuje się w przeznaczonych do tego laboratoriach.

Badanie oleju polega na przeprowadzeniu:

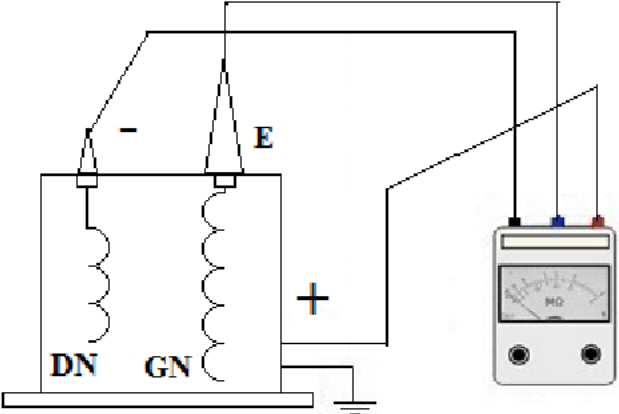
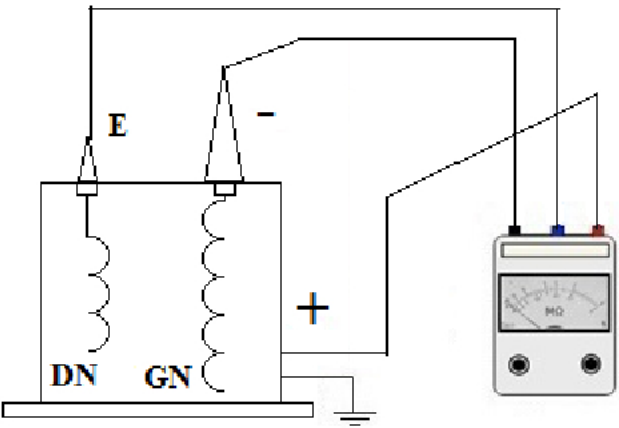
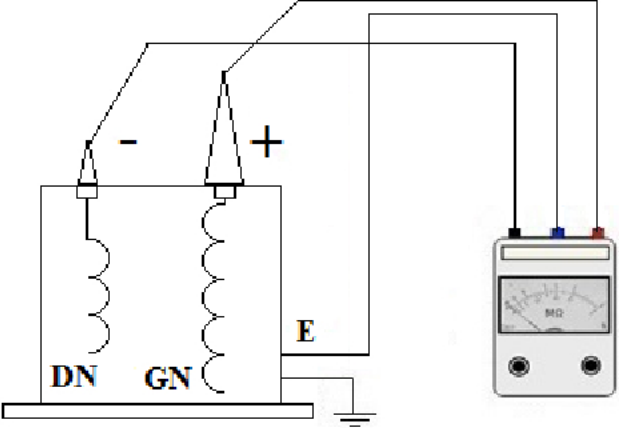
- sprawdzenia zawartości wody i ciał stałych,
- sprawdzeniu napięcia przebicia oleju,
- pomiaru rezystywności oleju.

Lp.	Wynik badania oleju transformatorowego
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 GΩ·m

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

Typ miernika	Zdjęcie miernika	Parametry miernika
MPI 505		<p><b>Pomiar parametrów pętli zwarcia:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– w obwodach L-PE, L-N, L-L oraz w obwodzie L-PE (RCD) – bez wyzwalania wyłącznika RCD o prądzie <math>\geq 30</math> mA</li> <li>– 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</li> </ul> <p><b>Badanie wyłączników różnicowoprądowych typu AC, A:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– pomiar wyłączników różnicowoprądowych zwykłych i selektywnych o znamionowych prądach różnicowych 10 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA</li> <li>– pomiar prądu zadziałania <math>I_{\Delta}</math></li> <li>– pomiar czasu zadziałania <math>t_A</math> dla <math>0,5I_{\Delta n}</math>; <math>I_{\Delta n}</math>; <math>2I_{\Delta n}</math>; <math>5I_{\Delta n}</math></li> <li>– pomiar ciągłości uziemienia i napięcia dotykowego bez wyzwalania RCD</li> <li>– funkcja automatycznego pomiaru parametrów wyłączników różnicowoprądowych</li> </ul>
MIC-2510		<p><b>Pomiar rezystancji izolacji:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– napięcie pomiarowe wybierane 100, 250, 500, 1000, 2500 V lub dowolne ustawiane w zakresie 50...2500 V z rozdzielczością co 10 V</li> <li>– ciągłe wskazanie mierzonej rezystancji izolacji lub prądu upływu</li> <li>– samoczynne rozładowanie pojemności mierzonego obiektu po zakończeniu pomiaru rezystancji izolacji</li> <li>– akustyczne wyznaczanie pięciosekundowych odcinków czasu ułatwiające zdjęcie charakterystyk czasowych</li> <li>– odmierzane czasy pomiaru T1, T2 i T3 dla pomiaru jednego lub dwóch współczynników absorpcji z zakresu 1...600 s</li> <li>– możliwy automatyczny pomiar kabli wieloprzewodowych za pomocą dodatkowego adaptera AutoISO-2500</li> </ul>
MMR-630		<p><b>Pomiary małych rezystancji w zakresach <math>0,1 \mu\Omega \div 1999,9 \Omega</math></b></p> <p><b>Pomiary obiektów o charakterze rezystancyjnym:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– połączeń spawanych i lutowanych, połączeń szyn wyrównawczych, przewodów uziemiających</li> <li>– styków, spoin szyn kolejowych, przewodów i kabli</li> <li>– pomiar metodą czteroprzewodową</li> </ul> <p><b>Pomiary obiektów o charakterze indukcyjnym:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– uzwojeń silników, transformatorów, cewek o niskiej rezystancji</li> <li>– wybór zakresu pomiarowego automatyczny lub ręczny (pomiar obiektów o charakterze indukcyjnym)</li> <li>– pomiar metodą czteroprzewodową</li> </ul>
MZC-310S		<p><b>Pomiary bardzo małych impedancji pętli zwarcia</b> (z rozdzielczością <math>0,1 \text{ m}\Omega</math>) 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"> <li>– pomiary w sieciach o napięciach znamionowych: 220/380 V i 230/400 V o częstotliwościach 45...65 Hz</li> <li>– możliwość pomiaru w obwodzie zwarciovym: faza-faza, faza-ochronny, faza-neutralny</li> <li>– rozróżnianie napięcia fazowego i międzyfazowego przy obliczeniach prądu zwarciovego</li> <li>– metoda czteroprzewodowa, brak konieczności kalibracji przewodów (pomiar 150/280 A)</li> <li>– możliwość zmiany długości przewodów pomiarowych (pomiar 23/42 A)</li> </ul> <p>Pomiar spodziewanego napięcia dotykowego lub napięcia dotykowego rażeniowego (z rezystorem <math>1 \text{ k}\Omega</math>).</p> <p>Pomiar napięć przemiennych 0...440 V</p>



Układ pomiarowy	Schemat ideowy układu pomiarowego rezystancji izolacji
I	
II	
III	

**Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 120 minut.**

**Ocenię podlegać będzie 6 rezultatów:**

- legenda schematu ideowego połączeń bloku energetycznego,
- dane znamionowe transformatora potrzeb własnych – tabela 1,
- wyniki pomiaru rezystancji izolacji w temperaturze 30°C – tabela 2,
- wyniki pomiaru rezystancji izolacji w temperaturze 21°C – tabela 3,
- dobór układu pomiarowego i typu miernika rezystancji izolacji – tabela 4,
- wyniki badania oleju transformatorowego – tabela 5.

**Dane znamionowe transformatora odczepowego potrzeb własnych****Tabela 1**

Dane znamionowe	Wartość i jednostka miary
Znamionowa moc transformatora	
Górne napięcie znamionowe	
Dolne napięcie znamionowe	
Liczba odczepów	
Rodzaj chłodzenia	

**Wyniki pomiaru rezystancji izolacji w temperaturze 30°C****Tabela 2**

Pomiar w kombinacji połączeń	R <sub>60</sub>	R <sub>15</sub>	Współczynnik K <sub>a</sub>		Wniosek z pomiaru Zapisz <b>pozytywny</b> lub <b>negatywny</b>
	MΩ	MΩ	*Obliczony	Dopusz. wg instr.	
uzwojenie GN – uziemiona kadź	95	76			
uzwojenie DN – uziemiona kadź	98	80			
uzwojenie GN – uzwojenie DN	110	78			

\*wpisz z taką dokładnością jak współczynnik dopuszcz. wg. instr.

**Wyniki pomiaru rezystancji izolacji w temperaturze 21°C****Tabela 3**

Pomiar w kombinacji połączeń	R <sub>300</sub>	**Rezystancja przeliczona na temp. 30°C	Rezystancja dopusz. wg instr. w temp. 30°C	Wniosek z pomiaru Zapisz <b>pozytywny</b> lub <b>negatywny</b>
	MΩ	MΩ	MΩ	
uzwojenie GN – uziemiona kadź	130			
uzwojenie DN – uziemiona kadź	200			
uzwojenie GN – uzwojenie DN	400			

\*\*wpisz z taką dokładnością jak rezystancja dopuszcz. wg. instr. w temp. 30°C



**Dobór układu pomiarowego i typu miernika rezystancji izolacji****Tabela 4**

<b>Pomiar w kombinacji połączeń</b>	<b>Układ pomiarowy</b>	<b>Typ miernika</b>
uzwojenie GN – uziemiona kadź		
uzwojenie DN – uziemiona kadź		
uzwojenie GN – uzwojenie DN		

**Badanie oleju transformatorowego****Tabela 5**

<b>Wynik badania oleju transformatorowego</b>	<b>Ocena</b> Zapisz <b>prawidłowy</b> lub <b>nieprawidłowy</b>
Olej nie zawiera wody	
Olej nie zawiera ciał stałych	
Napięcie przebicia przy temperaturze 20°C wynosi 54 kV	
Rezystywność oleju przy temperaturze 50°C wynosi 30 GΩ·m	
Ocena ogólna oleju	

**Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie**

A large grid of graph paper, consisting of 20 columns and 30 rows of small squares, intended for calculations. The grid is empty and occupies the central portion of the page.

