

**Arkusz zawiera informacje prawnie
chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu**

Układ graficzny © CKE 2019

CKE
**CENTRALNA
KOMISJA
EGZAMINACYJNA**

Nazwa kwalifikacji: **Eksploatacja instalacji i urządzeń do wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej**

Oznaczenie kwalifikacji: **E.23**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Numer PESEL zdającego*

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

E.23-01-20.06-SG

Czas trwania egzaminu: **120 minut**

EGZAMIN POTWIERDZAJĄCY KWALIFIKACJE W ZAWODZIE

Rok 2020

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2012**

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 **KARTE 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

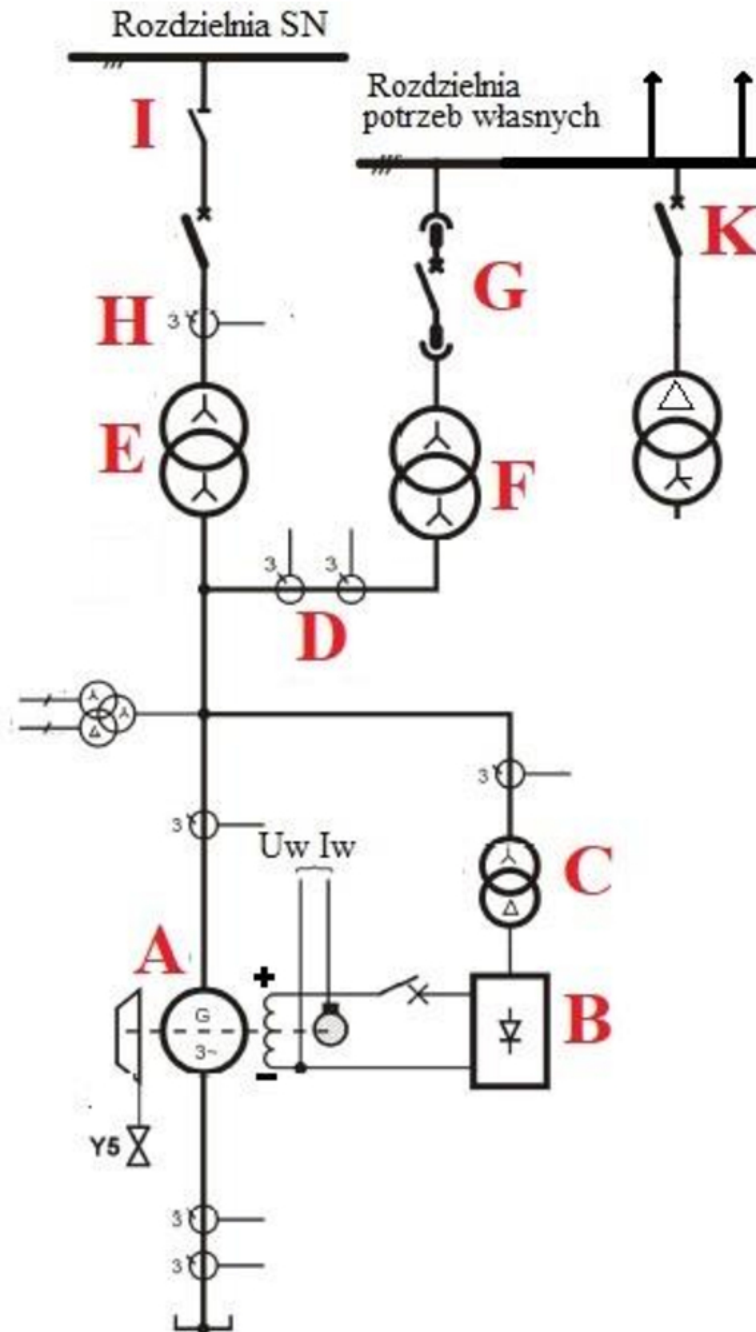
Zadanie egzaminacyjne

Używany transformator potrzeb własnych SN/nn elektrowni ciepłej poddano badaniom kontrolnym. Korzystając z danych podanych w treści zadania:

- przyporządkuj literowe oznaczenia urządzeń schematu połączeń bloku energetycznego ich nazwom podanym w tabeli 1,
- przyporządkuj dane z tabliczki znamionowej transformatora potrzeb własnych SN/nn nazwom podanym w tabeli 2,
- uzupełnij tabele z pomiarów rezystancji izolacji uzwojeń i rezystancji uzwojeń wpisując wyniki obliczeń odpowiednio do tabeli 3 i 4,
- oblicz maksymalne błędy względne procentowe pomiaru rezystancji uzwojeń i uzupełnij tabelę 5,
- oceń czy transformator potrzeb własnych SN/nn spełnia wymagania norm i nadaje się do eksploatacji uzupełniając tabelę 6.

Uwaga: Wyniki obliczeń należy zaokrąglić do drugiego miejsca po przecinku.

Schemat połączeń bloku energetycznego



Tabliczka znamionowa transformatora potrzeb własnych SN/nn

| 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 wym. | 1170 kg |
| Oleju | 60 K | Masa całkowita | 1890 kg |
| Typ oleju | NYNAS - NYTRO 10GEN | Olej wg | IEC 295 |

1. Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń

Pomiar rezystancji izolacji wykonuje się odpowiednim miernikiem o napięciu probierczym 2 500 V. Transformator należy wyłączyć spod napięcia i odłączyć wszystkie jego zaciski od sieci. Na czas pomiaru każdy transformatora musi być uziemiona. Uzwojenia, których izolacja ma być mierzona należy uziemić na czas minimum 2 minuty przed pomiarem. Następnie wykonać pomiary według następujących kombinacji połączeń:

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

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 nie należących 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.

2. Pomiar rezystancji uzwojeń

Pomiar wykonuje się przeznaczonym do tego miernikiem pozwalającym zmierzyć rezystancje o małej wartości. Przed przystąpieniem do pomiarów transformator należy wyłączyć spod napięcia i odłączyć wszystkie zaciski uzwojeń od sieci (zarówno po stronie GN jak i DN).

Rezystancję uzwojeń mierzy się między wszystkimi zaciskami liniowymi transformatora po stronie GN i DN, czyli: R_{A-B} , R_{B-C} , R_{C-A} . Do oceny wyników pomiarów potrzebne są wartości rezystancji fazowych oraz wartości średnie. Oblicza się je z poniższych wzorów:

Dla uzwojeń skojarzonych w gwiazdę z wyprowadzonym punktem neutralnym.

θDla uzwojeń skojarzonych w trójkąt:

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

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

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

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

gdzie:

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.

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

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

3. 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 rezystancji 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 rezystancja oleju przy temperaturze 50°C jest nie niższa niż 20 GΩ.

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 120 minut.

Ocenię podlegać będzie 6 rezultatów:

- Rozpoznanie urządzeń bloku energetycznego – tabela 1,
- Dane znamionowe transformatora potrzeb własnych SN/nn – tabela 2,
- Pomiar rezystancji izolacji uzwojeń – tabela 3,
- Pomiar rezystancji uzwojeń – tabela 4,
- Maksymalne błędy względne procentowe pomiaru rezystancji uzwojeń – tabela 5,
- Badanie oleju transformatorowego – tabela 6.

Tabela 1. Rozpoznanie urządzeń bloku energetycznego

| Lp. | Nazwa urządzenia | Literowe oznaczenie urządzenia na schemacie |
|------------|--|--|
| 1 | Generator synchroniczny | |
| 2 | Transformator blokowy | |
| 3 | Odłącznik blokowy | |
| 4 | Wyłącznik transformatora SN/nn | |
| 5 | Transformator odczepowy potrzeb własnych | |
| 6 | Wyłącznik szynowy potrzeb własnych | |
| 7 | Przekładnik prądowy | |
| 8 | Przekładnik napięciowy | |
| 9 | Transformator wzbudzenia generatora | |
| 10 | Prostownik układu wzbudzenia generatora | |

Tabela 2. Dane znamionowe transformatora potrzeb własnych SN/nn

| Lp. | Dane znamionowe | Wartość/oznaczenie | Jednostka miary |
|-----|-------------------------------------|--------------------|-----------------|
| 1 | Typ transformatora | | |
| 2 | Znamionowa moc transformatora | | |
| 3 | Górne napięcie znamionowe | | |
| 4 | Dolne napięcie znamionowe | | |
| 5 | Liczba pozycji przełącznika zaczeów | | |
| 6 | Rodzaj chłodzenia | | |
| 7 | Układ i grupa połączeń | | |
| 8 | Napięcie zwarcia | | |
| 9 | Straty zwarcia | | |
| 10 | Straty jałowe | | |

Tabela 3. Pomiary rezystancji izolacji uzwojeń

Temperatura w czasie pomiaru: +24°C

| Układ pomiarowy | Czas po 15 s | Czas po 60 s | Współczynnik K_a | Wartość dopusz. wg PN-E-04700 | Wynik pomiaru* |
|-----------------|--------------|--------------|--------------------|-------------------------------|----------------|
| | MΩ | MΩ | | | |
| GN/DNz | 14 000 | 25 000 | | | |
| DN/GNz | 13 000 | 30 000 | | | |

* wpis **prawidłowy** lub **nieprawidłowy****Tabela 4. Pomiary rezystancji uzwojeń**

| Uzwojenie GN zaczeów | Zmierzone | Wyliczone | Zmierzone | Wyliczone | Zmierzone | Wyliczone | $R_{f\dot{s}r}$ mΩ |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
| | R_{A-B} | R_A | R_{B-C} | R_B | R_{C-A} | R_C | |
| | mΩ | mΩ | mΩ | mΩ | mΩ | mΩ | |
| 1 | 529,8 | 794,85 | 529,8 | 794,85 | 529,5 | | |
| 2 | 519,8 | 785,79 | 514,2 | | 513,5 | 766,77 | |
| 3 | 503,6 | | 497,9 | 744,43 | 497,0 | 741,77 | |
| Uzwojenie DN | Zmierzone | Wyliczone | Zmierzone | Wyliczone | Zmierzone | Wyliczone | $R_{f\dot{s}r}$ mΩ |
| | R_{N-A} | R_A | R_{N-B} | R_B | R_{N-C} | R_C | |
| | mΩ | mΩ | mΩ | mΩ | mΩ | mΩ | |
| | 1,31 | | 1,27 | | 1,26 | 1,26 | |

W miejsca oznaczone należy wpisać wynik obliczeń

Tabela 5. Maksymalne błędy względne procentowe pomiaru rezystancji uzwojeń

| Wartości średnie | | | | Wartości procentowe | | Ocena spełnienia normy (wpisz Tak lub Nie) |
|---|-----------------|--|------------|---------------------|--|--|
| GN 1 zaczepek | $R_{f\dot{s}r}$ | | m Ω | $\delta_{1\%}$ | | |
| GN 2 zaczepek | $R_{f\dot{s}r}$ | | m Ω | $\delta_{2\%}$ | | |
| GN 3 zaczepek | $R_{f\dot{s}r}$ | | m Ω | $\delta_{3\%}$ | | |
| DN | $R_{f\dot{s}r}$ | | m Ω | $\delta_{\%}$ | | |
| Dopuszczalna odchyłka procentowa wynosi wg normy 3% | | | | | | |

Tabela 6. Badanie oleju transformatorowego

| Lp. | Wynik badania oleju transformatorowego | Ocena wyniku badania (wpisz prawidłowy lub nieprawidłowy) |
|-----|---|---|
| 1 | Olej nie zawiera wody | |
| 2 | Olej nie zawiera ciał stałych | |
| 3 | Napięcie przebicia przy temperaturze 20°C wynosi 44 kV | |
| 4 | Rezystancja oleju przy temperaturze 50°C wynosi 35 G Ω | |
| 5 | Wynik badań | |
| 6 | Transformator SN/nn spełnia/nie spełnia * wymagania norm i nadaje/nie nadaje * się do eksploatacji. | |

* właściwe należy podkreślić

Miejsce na obliczenia niepodlegające ocenie