

Nazwa kwalifikacji: **Montaż, uruchamianie oraz eksploatacja instalacji i jednostek wytwórczych
w systemach energetycznych**

Symbol kwalifikacji: **ELE.07**

Numer zadania: **01**

Wersja arkusza: **SG**

Wypełnia zdający

Numer PESEL zdającego*

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

Numer stanowiska

--	--	--

Miejsce na naklejkę z numerem
PESEL i z kodem ośrodka

Czas trwania egzaminu: **180** minut

ELE.07-01-26.06-SG

EGZAMIN ZAWODOWY

Rok 2026

CZĘŚĆ PRAKTYCZNA

**PODSTAWA PROGRAMOWA
2019**

Instrukcja dla zdającego

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

** w przypadku otrzymania naklejki

Zadanie egzaminacyjne

W ramach przeglądu okresowego turbozespołu bloku energetycznego elektrociepłowni przeprowadzono szczegółowe badanie wirnika generatora ze względu na podejrzenie wystąpienia zwarcia międzyzwojowego. Podstawowe dane techniczne generatora przedstawione są w tabeli 1. Badanie wykazało konieczność naprawy wirnika. Wirnik naprawiono. Następnie, w celu oceny stanu technicznego układu izolacyjnego jego uzwojenia, wykonano pomiary metodą prof. T. Glinki. Ich wyniki zestawione są w tabeli 2.

Wykonaj dalsze prace związane z oceną stanu technicznego układu izolacyjnego uzwojenia wirnika generatora po naprawie:

- narysuj charakterystyki parametrów układu izolacyjnego: $R_{60} = f(U_0)$, $U_{od} = f(t)$ i $i_p = f(t)$,
- oblicz parametry diagnostyczne układu izolacyjnego uzwojenia wirnika,
- oceń stan techniczny układu izolacyjnego uzwojenia wirnika,
- narysuj schemat pomiarowy do wyznaczenia odbudowy napięcia z układem zestyków wyłączników w czasie rozładowania układu izolacyjnego.

Rozwiązanie zadania przedstaw na rysunkach 1 i 2 oraz zapisz w tabelach A i B.

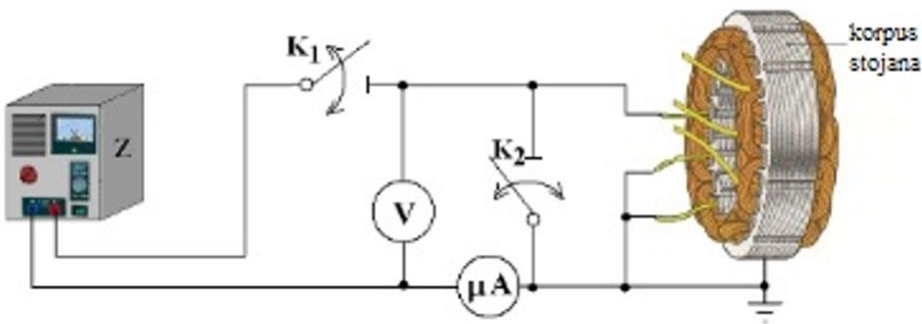
Tabela 1. Podstawowe dane techniczne generatora

Lp.	Dane generatora	
1	typ	50WT20H-100
2	moc znamionowa	282,40 MVA
3	współczynnik mocy	0,85
4	napięcie znamionowe	15,75 kV $\pm 7,5$ %
5	prąd znamionowy	10,352 kA
6	częstotliwość	50 Hz
7	znamionowe ciśnienie wodoru	0,55 MPa
8	znamionowy prąd wzbudzenia	1,757 kA
9	znamionowe napięcie wzbudzenia	600 V DC
10	maksymalny prąd zwarcia trójfazowego	121 kA
11	ustalony prąd zwarcia trójfazowego	18,13 kA
12	klasa izolacji stojana i wirnika	F

Tabela 2. Wyniki pomiarów uzwojeń wirnika wykonanych po naprawie

Lp.	Wyniki badań diagnostycznych układu izolacyjnego wirnika generatora 50WT20H-100													
1	Rezystancja izolacji w funkcji napięcia $R_{60} = f(U_0)$													
	U_0	V	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 200		
	R_{60}	$M\Omega$	2 000	1 975	1 950	1 925	1 900	1 875	1 850	1 825	1 800	1 750		
2	Odbudowane napięcie w funkcji czasu $U_{od} = f(t)$													
	t	s	50	100	150	200	250	300						
	U_{od}	V	40	65	90	100	110	105						
Wartości zamierzone dla $U_0 = U_N$ oraz dla $t_z = 10\text{ s}$														
3	Prąd upływu w funkcji czasu $i_p = f(t)$													
	t	s	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
	i_p	μA	1,20	0,90	0,70	0,60	0,55	0,50	0,46	0,42	0,41	0,40	0,39	0,38
Wartości zmierzone dla $U_0 = U_N$														

Tabela 3. Opis oceny stanu technicznego izolacji uzwojeń maszyn elektrycznych metodą prof. T. Glinki

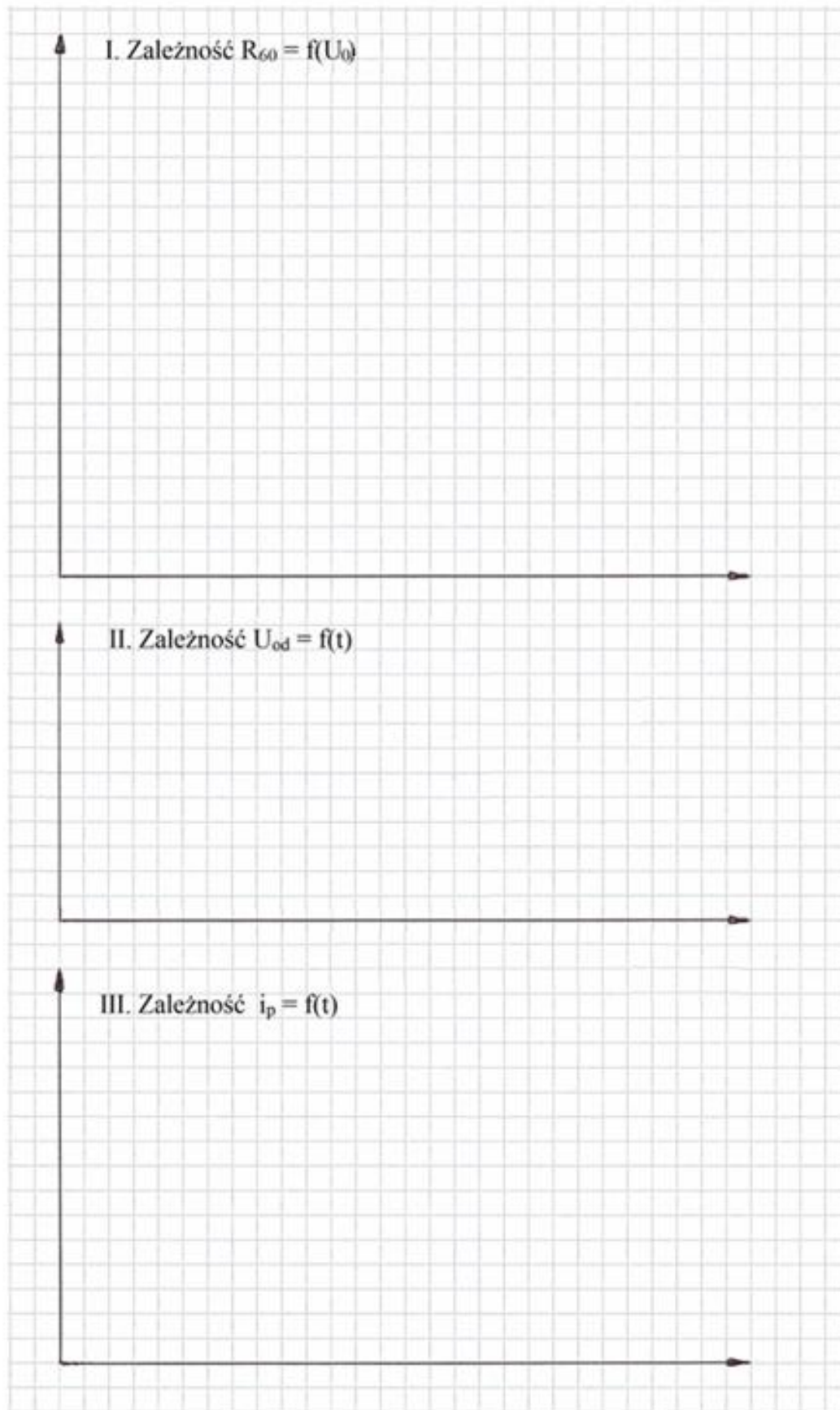
Lp.	Opis metody															
1	Przykład schematu układu pomiarowego dla uzwojenia stojana z wyprowadzonymi końcówkami uzwojeń 															
2	Wyznaczenie charakterystyki $R_{60} = f(U_0)$, o ile jest to możliwe w przedziale napięcia od zera do $2 \cdot U_N$															
3	Wyznaczenie odbudowy napięcia przeprowadza się w układzie złożonym z: • zasilacza napięcia stałego Z o regulowanej wartości napięcia w przedziale od zera do $2 \cdot U_N$, • mikroamperomierza μA, • woltomierza V o wysokiej rezystancji wewnętrznej ($R_{we} > 1 T\Omega$), • wyłączników K1 i K2 pozwalających realizować poszczególne próby. Naładowanie układu izolacyjnego do napięcia $U_0 \geq U_N$ (do stanu ustalonego), następnie odłączenie napięcia zasilającego i zwarcie układu izolacyjnego na czas t_z (rozładowanie układu), po czym rozwarcie układu izolacyjnego i wyznaczenie przebiegu odbudowy napięcia na układzie izolacyjnym $U_{od} = f(t)$.															
4	Wyznaczenie przebiegu czasowego prądu upływu $i_p = f(t)$ po skokowym załączeniu napięcia stałego na całkowicie rozładowany układ elektroizolacyjny. Wartość napięcia stałego $U_0 = U_N$ bądź $U_0 = 500 V$ w przypadku maszyn o napięciu zasilania $U_N < 500 V$															
5	Kryteria oceny wyników badań															
	Lp.	<table><tr><th rowspan="2">Parametr układu izolacyjnego</th><th colspan="7">Ocena stanu technicznego izolacji</th></tr><tr><th>5</th><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th><th>0</th></tr></table>	Parametr układu izolacyjnego	Ocena stanu technicznego izolacji							5	4	3	2	1	0
	Parametr układu izolacyjnego	Ocena stanu technicznego izolacji														
		5	4	3	2	1	0									
	1	U_p/U_N	>3	>3	>2	~1,5	~1	~1								
	2	Rezystancja R_{60N}/U_N	przy $U_N = 6 kV$	>50	>20	>10	>10	>10	<3							
			przy $U_N \leq 1 kV$	>50	>20	>10	>3	>1	<1							
	3	Czas zwarcia dla t_z w s	dla $U_N = 6 kV$	30	30	30	1	1	0							
			dla $U_N < 6 kV$	10	10	10	1	0	0							
	4	Współczynnik napięcia odbudowanego $U_{od max}/U_0$	>0,1	>0,1	>0,05	>0,01	0	0								
	5	Czas odbudowy napięcia t_{od} w s	dla $U_N = 6 kV$	>240	>120	>30	~10	0	0							
			dla $U_N \leq 1 kV$	>120	>60	>15	~5	0	0							
	6	i_{p15}/i_{p60}	dla $U_N = 6 kV$	>1,5	>1,2	>1	1	1	1							
dla $U_N \leq 1 kV$			>1,3	>1,1	>1	1	1	1								

6	Punktowa ocena stanu technicznego izolacji uzwojeń maszyn elektrycznych: 5 – izolacja bardzo dobra 4 – izolacja dobra (posiada obniżone wartości parametrów odbudowy napięcia i rezystancji) 3 – izolacja dostateczna (małe wartości parametrów odbudowy napięcia, co oznacza znaczny stopień jej degradacji) 2 – izolacja mniej niż dostateczna (napięcie nie odbudowuje się po czasie zwarcia 1 s, stopień zużycia izolacji jest duży) 1 – izolacja niedostateczna (występuje realne zagrożenie doziemienia uzwojenia w czasie pracy maszyny) 0 – trwałe uszkodzenie izolacji (doziemienie, zwarcie zwojowe, izolacja zawilgocona), stan awaryjny izolacji 100 %
---	---

Czas przeznaczony na wykonanie zadania wynosi 180 minut.

Ocenie będą podlegać 4 rezultaty:

- charakterystyki parametrów układu izolacyjnego uzwojenia wirnika: $R_{60} = f(U_0)$, $U_{od} = f(t)$ i $i_p = f(t)$ – rysunek 1,
- obliczenia parametrów diagnostycznych układu izolacyjnego uzwojenia wirnika – tabela A,
- karta oceny stanu układu izolacyjnego uzwojenia wirnika – tabela B,
- schemat pomiarowy do wyznaczenia odbudowy napięcia z układem zestyków wyłączników w czasie rozładowania układu izolacyjnego uzwojenia wirnika – rysunek 2.



Rysunek 1. Charakterystyki parametrów układu izolacyjnego uzwojenia wirnika

Tabela A. Obliczenia parametrów diagnostycznych układu izolacyjnego uzwojenia wirnika

Uwaga. Wyniki obliczeń należy zapisać z dokładnością do dwóch miejsc po przecinku.

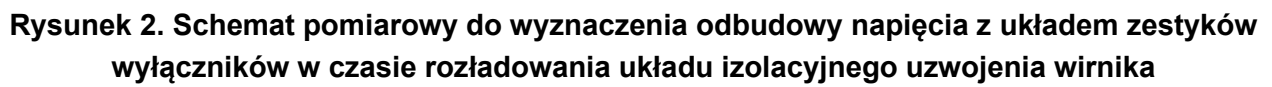
Wszystkie wartości parametrów należy zapisać wraz z jednostką miary.

Lp.	Parametry stanu technicznego izolacji
1	Napięcie znamionowe wirnika U_N: Napięcie przebicia: (w przypadku braku możliwości dokonania odczytu należy przyjąć $U_p = 3,5 \cdot U_N$) $\frac{U_p [V]}{U_N [V]} =$ R_{60} dla napięcia znamionowego: $\frac{R_{60} [k\Omega]}{U_N [V]} =$
2	Maksymalna wartość napięcia odbudowanego: $\frac{U_{od\ max} [V]}{U_0 [V]} =$ Czas odbudowy napięcia:
3	$i_{p15} =$ $i_{p60} =$ $\frac{i_{p15} [\dots]}{i_{p60} [\dots]} =$

Tabela B. Karta oceny stanu układu izolacyjnego uzwojenia wirnika

Lp.	Parametr układu izolacyjnego	Jednostka miary	Wartość		Ocena punktowa
			wyznaczona	kryterialna	
1	U_p/U_N	-			
2	Rezystancja R_{60}/U_N				
3	Czas zwarcia t_z	s	10	10	5
4	Współczynnik napięcia odbudowanego $U_{od\ max}/U_0$	-			
5	Czas odbudowy napięcia				
6	i_{p15}/i_{p60}	-			
7	Słowna ocena stanu izolacji				

Symbolem  oznaczono konektor (sondę pomiarową) przyłączany do izolacji cewki.



Miejsce na notatki niepodlegające ocenie

