

„EUROELEKTRA”
Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Energetycznej
Rok szkolny 2023/2024

Zadania dla grupy elektrycznej na zawody III stopnia

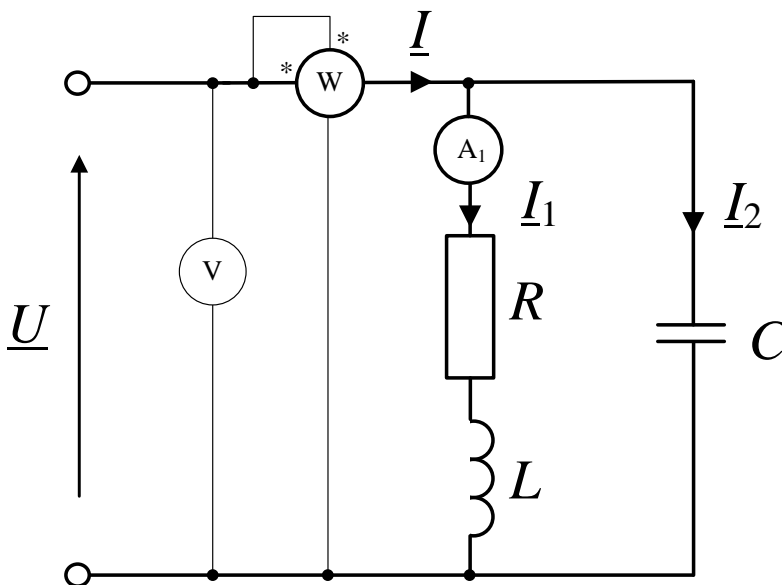
Instrukcja dla zdającego

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. III stopień Olimpiady zawiera 6 zadań otwartych.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz z tokiem rozwiązania.
4. Za każdą prawidłową odpowiedź uzyskuje się maksymalnie 10 punktów. Maksymalna liczba punktów do zdobycia za 6 zadań to 60 punktów.
5. Można korzystać z przyborów do pisania, rozdawanych kart czystopisu i brudnopisu, kalkulatorów i tablic matematycznych. Korzystanie z notebooków, tabletów, telefonów komórkowych, smartfonów, smartwatchy, kalkulatorów programowalnych, itp. jest zabronione.

Życzymy powodzenia!

Zadanie 1

W obwodzie przedstawionym na rysunku 1 wskazania idealnych mierników są następujące: $U = 230 \text{ V}$, $P = 875 \text{ W}$ oraz $I_1 = 5,00 \text{ A}$. Współczynnik mocy całego układu jest równy jedności. Należy wyznaczyć nieznane parametry R , L , C w przypadku gdy obwód zasilany jest napięciem sinusoidalnym o częstotliwości $f = 50,0 \text{ Hz}$. W obliczeniach należy przyjąć, że rezystor, cewka oraz kondensator są elementami idealnymi.



Rysunek 1. Schemat obwodu elektrycznego

Zadanie 2

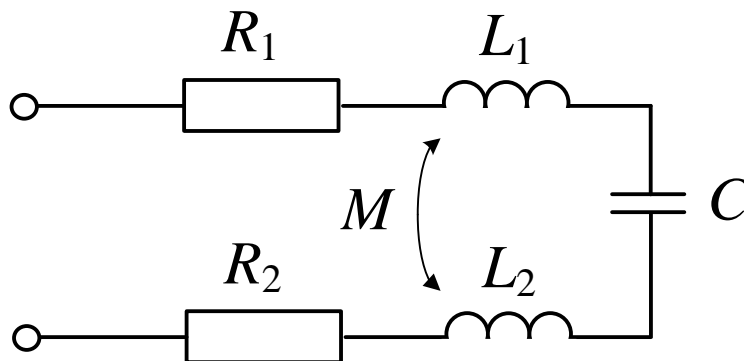
Trójfazowa prądnica synchroniczna cylindryczna ma następujące dane znamionowe: $S_N = 15,0 \text{ MVA}$, $U_N = 10,5 \text{ kV}$, $f_N = 50,0 \text{ Hz}$, $\cos\varphi_N = 0,850_{\text{ind}}$, $I_{wN} = 350 \text{ A}$, stosunek zwarcia $k_Z = 0,50$. Prądnica jest napędzana ze znamionową prędkością obrotową i jest wzbudzona w biegu jałowym do napięcia znamionowego. Uzwojenie stojana jest skojarzone w gwiazdę. Prądnica synchroniczna została obciążona symetrycznym trójfazowym odbiornikiem skojarzonym w gwiazdę o impedancji fazowej $\underline{Z} = (10,0 \pm 10,0 \cdot j) \Omega$ (w pierwszym przypadku przy obciążeniu o charakterze RL, w drugim o charakterze RC). Zakładając liniowość charakterystyki magnesowania (prądnica nie nasycona) i pomijając rezystancję twornika, należy wyznaczyć natężenie prądu twornika, które należy nastawić przy tych dwóch obciążeniach, aby napięcie na zaciskach prądnicy było równe napięciu znamionowemu.

Zadanie 3

Dwa jednoimienne ładunki punktowe Q i $3Q$ umieszczone są w odległości d . Na odcinku między tymi dwoma ładunkami należy wyznaczyć punkt, w którym wypadkowe natężenie pola elektrycznego jest równe zero oraz punkt, w którym wartości natężenia pola pochodzące od każdego ładunku są sobie równe i jednakowo skierowane.

Zadanie 4

Obliczyć częstotliwości rezonansowe obwodu szeregowego złożonego z kondensatora o pojemności $C = 1,0 \mu\text{F}$ i dwóch cewek sprzężonych magnetycznie o parametrach $R_1 = 1,0 \Omega$, $R_2 = 2,0 \Omega$, $L_1 = 6,0 \text{ mH}$, $L_2 = 8,0 \text{ mH}$, $M = 4,5 \text{ mH}$ dla zgodnego i przeciwsobnego połączenia cewek. Schemat układu przedstawia rysunek 2.



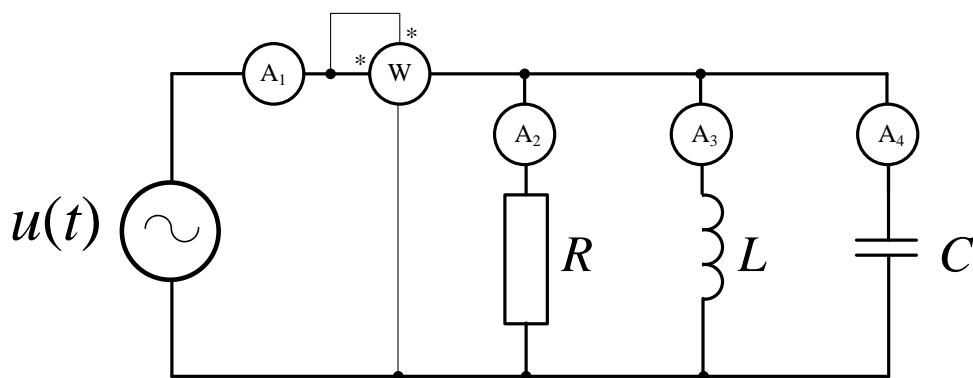
Rysunek 2. Schemat obwodu elektrycznego z cewkami sprzężonymi magnetycznie

Zadanie 5

Transformator jednofazowy posiada następujące dane znamionowe: $S_N = 20,0 \text{ kVA}$, $U_{1N} = 6,0 \text{ kV}$, $U_{2N} = 0,23 \text{ kV}$, $f_N = 50,0 \text{ Hz}$. Z pomiarów rezystancji dolnego napięcia uzyskano wynik $R_2 = 0,032 \Omega$. Pomiary stanu jałowego wykonano zasilając uzwojenie dolnego napięcia (DN). Wyniki z pomiarów stanu jałowego są następujące: $U_o = 230 \text{ V}$, $I_o = 8,50 \text{ A}$, $P_o = 190 \text{ W}$, $f_N = 50,0 \text{ Hz}$. Następnie przeprowadzono próbę stanu zwarcia zasilając uzwojenie górnego napięcia (GN). Wyniki z pomiarów stanu zwarcia są następujące: $U_k = 220 \text{ V}$, $I_k = 2,75 \text{ A}$, $P_k = 420 \text{ W}$, $f_N = 50,0 \text{ Hz}$. Należy obliczyć parametry podłużne schematu zastępczego transformatora, a następnie należy obliczyć o ile zmieni się procentowe napięcie zwarcia oraz współczynnik mocy stanu zwarcia dla przypadku, gdy przy zwartych zaciskach strony DN strona GN zasilana będzie napięciem o częstotliwości $f_N = 60,0 \text{ Hz}$. W tym drugim przypadku należy również podać wartość skuteczną napięcia zwarcia, która spowoduje w uzwojeniach transformatora prąd o natężeniu równym wartościom znamionowym. Rozwiązując zadanie można dla stanu zwarcia pominąć wpływ prądu jałowego (gałęzi poprzecznej).

Zadanie 6

Odbiornik o rezystancji $R = 80 \, \Omega$ zasilany jest ze źródła napięcia odkształconego $u(t)$. Do niego dołączono równolegle dwójnik LC. Schemat analizowanego obwodu przedstawiono na rysunku 3. Reaktancja indukcyjna i pojemnościowa elementów w dwójniku LC dla pewnej częstotliwości f są równe, odpowiednio $X_{Lf} = 10 \, \Omega$ i $X_{Cf} = 90 \, \Omega$. Oblicz wskazanie idealnego watomierza elektrodynamicznego oraz wskazania idealnych amperomierzy elektromagnetycznych. Napięcie zasilające określone jest następującym równaniem czasowym $u(t) = (325 \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \pi/6) + 162 \cdot \sin(3 \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot t - \pi/3)) \, \text{V}$.



Rysunek 3. Obwód elektryczny składający się z równoległego połączenia RLC