



**„EUROELEKTRA”**  
**Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej**  
**Rok szkolny 2018/2019**

**Zadania z elektrotechniki na zawody II stopnia**

**Instrukcja dla zdającego:**

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. II stopień Olimpiady zawiera 6 zadań otwartych.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz 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**

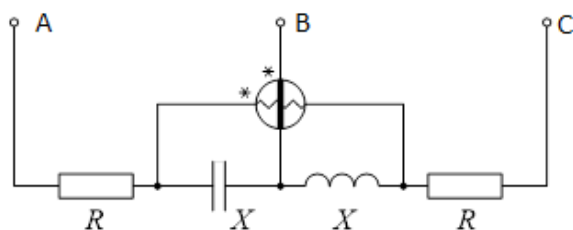
Do rozruchu trójfazowego silnika asynchronicznego (indukcyjnego) klatkowego zastosowano przełącznik gwiazda-trójkąt. Obliczyć natężenie prądu rozruchowego i moment rozruchowy silnika. Wykreślić charakterystykę mechaniczną silnika  $M = M(s)$  przy połączeniu uzwojeń w gwiazdę i trójkąt. Zachowując proporcje momentów, na charakterystyce zaznaczyć i opisać trzy punkty charakterystyczne dla poślizgów: znamionowego  $s_n$ , krytycznego  $s_k$  i rozruchowego  $s_r$ . Porównać wartości natężenia prądu rozruchowego i momentu rozruchowego z przełącznikiem gwiazda-trójkąt i bez przełącznika. Wskazać zalety i wady zastosowania tego przełącznika do rozruchu silników asynchronicznych klatkowych.

Dane znamionowe silnika: moc  $P_n = 10$  kW, napięcie  $U_n = 400$  V ( $\Delta$ ), prędkość  $n_n = 960$  obr/min, sprawność  $\eta_n = 88\%$ , współczynnik mocy  $\cos \varphi_n = 0,75$ , natężenie prądu rozruchowego  $I_m = 104$  A ( $\Delta$ ), względna przeciążalność momentem  $m_{kn} = 2,0$ .

W obliczeniach należy przyjąć, że parametry schematu zastępczego silnika nie zmieniają się.

**Zadanie 2**

Obwód, którego schemat przedstawiony został na rysunku 1, zasilany jest symetrycznym zgodnym systemem napięć trójfazowych o napięciu przewodowym  $U = 400$  V. Elementy występujące w obwodzie mają wartości  $R = X = 100$   $\Omega$ . Wyznaczyć wskazanie idealnego watomierza (zerowa rezystancja cewki prądowej i nieskończenie wielka – napięciowej). Naszkicować wykres fazorowy napięć i prądów.



Rys. 1.

### Zadanie 3

Do pomiaru napięcia ok. 12 V można użyć dwóch woltomierzy:

- analogowego woltomierza technicznego klasy 1,5 o zakresie  $0 \div 15$  V,
- cyfrowego woltomierza trzycyfrowego o zakresie  $0 \div 99,9$  V i błędzie wynoszącym 0,2% wartości zmierzonej plus 3 jednostki ostatniej cyfry.

Który z tych dwóch przyrządów pomiarowych pozwoli określić podaną wartość napięcia z mniejszym błędem? Odpowiedź należy uzasadnić stosownymi obliczeniami.

### Zadanie 4

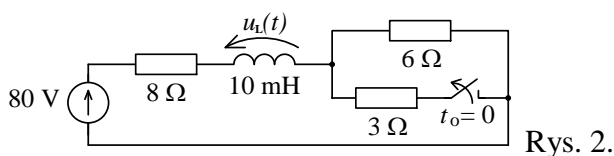
Udowodnić prawidłowość definicji 1 A (obowiązującej w systemie metrycznym SI), która brzmi następująco:

„Amper to natężenie prądu stałego, który przepływając w dwóch przewodach równoległych, prostoliniowych, o długości nieskończonej, o przekroju okrągłym, znikomo małym, umieszczonych w próżni, w odległości 1 m jeden od drugiego, wytwarza między tymi przewodami siłę równą  $2 \cdot 10^{-7}$  N na 1 m długości”.

Przenikalność magnetyczna próżni  $\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7} \Omega \cdot \text{s} \cdot \text{m}^{-1}$ .

### Zadanie 5

Na rysunku 2 przedstawiono schemat obwodu elektrycznego. Przed komutacją łącznika, która wystąpiła w chwili  $t_0 = 0$ , w obwodzie elektrycznym występował stan ustalony. Wyznaczyć  $u_L(0^+)$ , czyli wartość początkową napięcia na idealnej cewce (tuż po otwarciu łącznika).



Rys. 2.

### Zadanie 6

Dana jest prądnica synchroniczna 3-fazowa z wirnikiem cylindrycznym o danych znamionowych: moc pozorna  $S_n = 10,0$  kVA; napięcie twornika  $U_{an} = 231$  V (Y); prąd twornika  $I_{an} = 25,0$  A; rezystancja twornika  $R_a = 0,340 \Omega$ ; reaktancja synchroniczna  $X_s = 5,91 \Omega$ ; częstotliwość  $f_n = 50,0$  Hz; prędkość synchroniczna  $n_s = 1500$  obr/min; współczynnik mocy  $\cos \varphi_n = 0,8_{\text{ind}}$ ; napięcie wzbudzenia  $U_{fn} = 30,0$  V; prąd wzbudzenia  $I_{fn} = 10,0$  A, rezystancja wzbudzenia  $R_f = 2,20 \Omega$ .

Obliczyć zmienność napięcia dla obciążenia znamionowego ( $\cos \varphi = 0,8_{\text{ind}}$ ).

W obliczeniach należy: pominąć rezystancję twornika, ze względu na jej znacznie mniejszą wartość w stosunku do reaktancji synchronicznej, założyć stałą wartość prądu wzbudzenia oraz pominąć zjawisko nasycenia obwodu magnetycznego.

#### Opracowali:

dr hab. inż. Mieczysław Ronkowski, prof. PG  
dr inż. Anna Golijanek-Jędrzejczyk  
dr inż. Andrzej Skiba  
mgr inż. Marek Kamiński

#### Sprawdził:

dr inż. Sławomir Cieślik, prof. UTP

#### Zatwierdził:

Przewodniczący  
Rady Naukowej Olimpiady  
dr hab. inż. Sławomir Cieślik, prof. UTP