



**POLITECHNIKA  
BYDGOSKA**  
Wydział Telekomunikacji,  
Informatyki i Elektrotechniki

## **„EUROELEKTRA” Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej Rok szkolny 2021/2022**

### **Zadania z elektrotechniki na zawody III stopnia**

#### **Instrukcja dla zdającego**

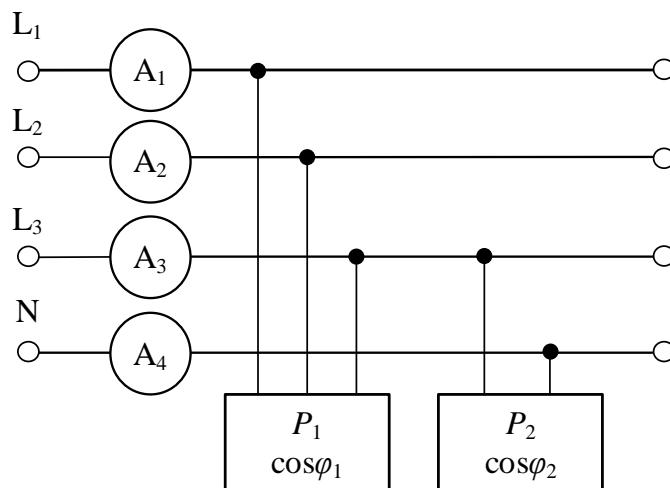
1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. III stopień Olimpiady zawiera 5 zadań otwartych.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz z tokiem rozwiązania.
4. Za każdą prawidłową odpowiedź uzyskuje się maksymalnie 10 punktów. Maksymalna liczba punktów do zdobycia za 5 zadań to 50 punktów.
5. Można korzystać 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**

Sieć niskiego napięcia, trójfazowa 400 V/230 V zasila dwa odbiorniki – trójfazowy i jednofazowy, połączone jak na rysunku 1. Dane poszczególnych odbiorników są następujące. Pierwszy odbiornik, trójfazowy symetryczny na napięcie znamionowe 400 V/230 V o mocy  $P_1 = 4200 \text{ W}$  i  $\cos\varphi_1 = 1$ . Drugi odbiornik (jednofazowy) na napięcie znamionowe 230 V cechuje  $\cos\varphi_2 = 1$ . Obliczyć jaką maksymalną moc może mieć odbiornik drugi ( $P_2$ ), jeżeli dopuszczalny prąd dla każdego z przewodów występujących w rozpatrywanej sieci wynosi  $I_{\text{dop}} = 16 \text{ A}$ .

Wyznaczyć wskazania wszystkich amperomierzy występujących na rysunku 1, przy założeniu, że moc drugiego odbiornika jest równa mocy maksymalnej w zadanych warunkach.



Rys. 1.

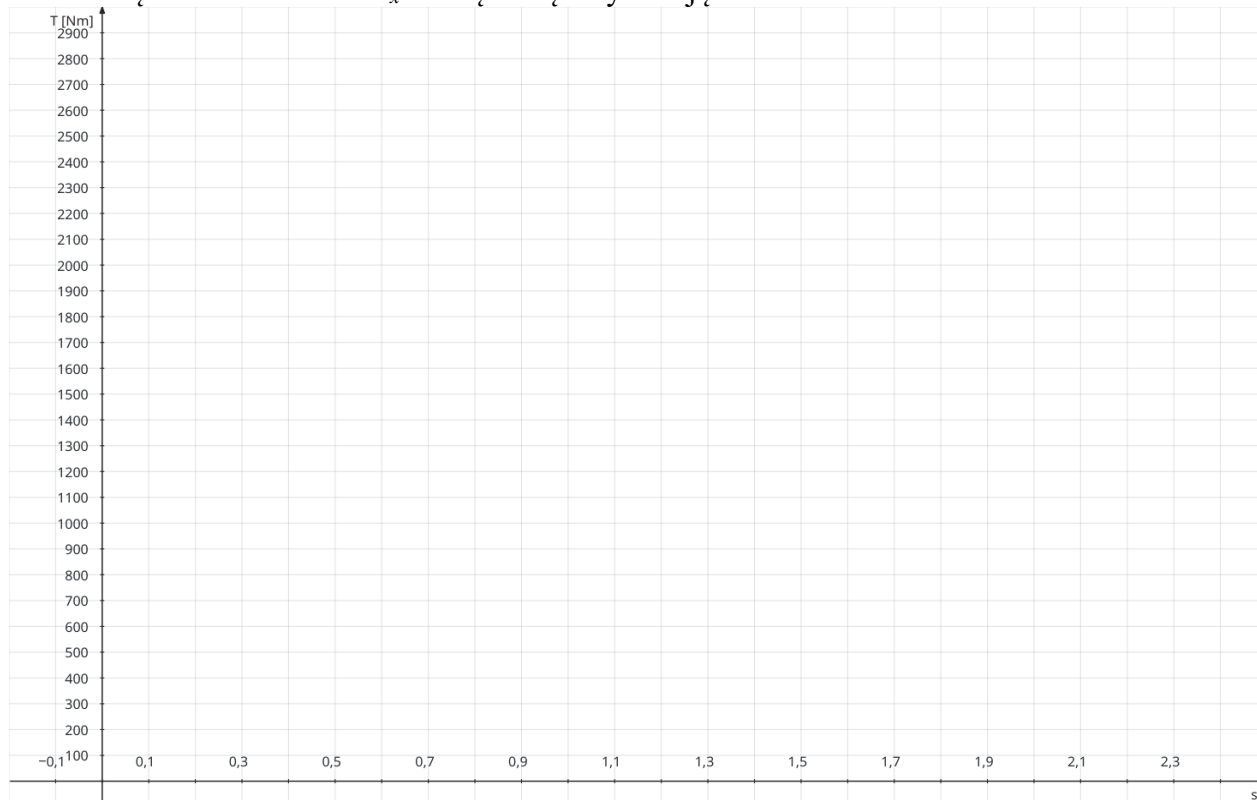
## Zadanie 2

Silnik indukcyjny pierścieniowy o danych: napięcie znamionowe  $U_N = 3 \text{ kV}$ ; częstotliwość znamionowa  $f_N = 50 \text{ Hz}$ ; moment znamionowy  $T_N = 980 \text{ Nm}$ ; poślizg krytyczny w stanie znamionowym  $s_k = 0,1$ ; prędkość obrotowa znamionowa  $n_N = 975 \text{ obr/min}$ ; moment krytyczny w stanie znamionowym  $T_k = 2350 \text{ Nm}$ . Silnik ten zasilono napięciem  $U_x = U_N$  i obciążono momentem  $T_x = 80\% T_N$ .

Ilorotnie należy powiększyć rezystancję wirnika  $R_r$ , aby uzyskać prędkość obrotową  $n_x = 750 \text{ obr/min}$ .

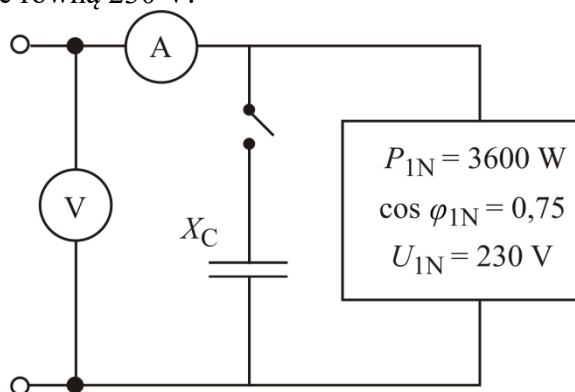
Naszkicuj na jednym wykresie charakterystyki mechaniczne  $T(s)$ :

- dla stanu znamionowego
- dla obciążenia momentem  $T_x$  z dołączoną rezystancją do wirnika.



## Zadanie 3

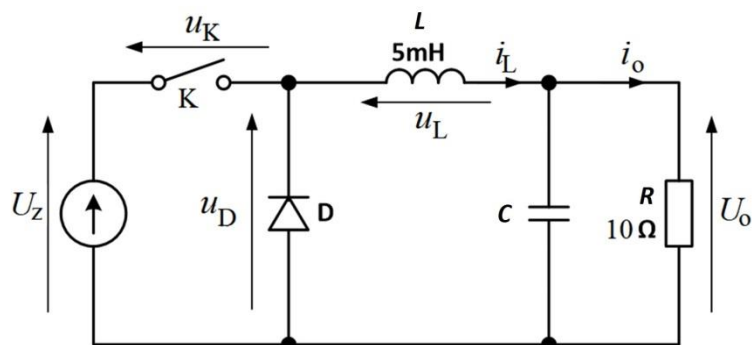
Dany jest odbiornik o mocy znamionowej i znamionowym współczynniku mocy (równemu  $\cos \varphi_{1N}$ ) jak na rysunku 3. Odbiornik ma charakter indukcyjny. Dobrać moc bierną oraz reaktancję baterii kondensatorów (założyć, że są to elementy idealne) włączonych równolegle z odbiornikiem, w celu całkowitej kompensacji mocy biernej. Wyznaczyć wskazanie amperomierza (wartość skuteczna) z rysunku przed i po dokonaniu kompensacji mocy biernej. Napięcie skuteczne przed i po kompensacji ma wartość równą  $230 \text{ V}$ .



Rys. 3.

#### Zadanie 4

Dana jest przetwornica DC/DC obniżająca napięcie typu buck przedstawiona na rysunku 4.



Rys. 4.

Napięcie zasilania  $U_z = 100 \text{ V}$ . Łącznik („klucz”) K to tranzystor bipolarny, MOSFET albo IGBT. Jest on sterowany sygnałem prostokątnym o częstotliwości  $f = 1 \text{ kHz}$  i wypełnieniu  $D$  ( $0 \leq D \leq 1$ ) określającym stosunek czasu załączenia łącznika K do okresu  $T$  załączania (tj. sumy czasów załączenia i wyłączenia) łącznika.

Założyć, że:

1. źródło napięcia zasilania ma zerową rezystancję wewnętrzną,
2. elementy półprzewodnikowe (łącznik K i dioda D) mają zerową rezystancję w stanie przewodzenia, nieskończoną rezystancję w stanie zaporowym lub wyłączenia oraz zerowe czasy przełączania,
3. pojemność kondensatora  $C$  jest na tyle duża, że napięcie  $U_o$  można uznać za stałe (brak tętnień),
4. pozostałe elementy ( $L$ ,  $C$  i  $R$ ) są idealne,
5. współczynnik wypełnienia  $D = 0,7$ , a prąd cewki  $L$  jest ciągły.

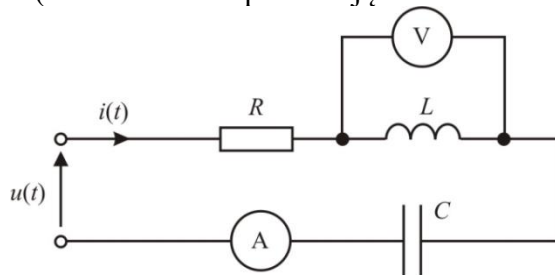
Obliczyć:

1. wartość średnią  $U_{DAV}$  oraz skuteczną  $U_{DRMS}$  napięcia na diodzie D,
2. napięcie  $U_o$  na zaciskach odbiornika R oraz wartość średnią prądu odbiornika  $I_o$ ,
3. wartość średnią  $I_{LAV}$ , minimalną  $I_{Lmin}$  oraz maksymalną  $I_{Lmax}$  prądu cewki L.

#### Zadanie 5

Dany jest dwójnik pasywny (jak na rysunku 5), który tworzą 3 połączone elementy idealne  $R$ ,  $L$ ,  $C$ . Dana jest wartość rezystancji  $R = 1 \text{ k}\Omega$  oraz napięcie dwójnika, które wyraża zależność:  $u(t) = 12 \sin(2\pi f t) \text{ V}$ .

Należy dobrać indukcyjność  $L$  oraz pojemność  $C$  tak, aby w dwójniku wystąpił rezonans przy częstotliwości (rezonansowej) równej  $f = f_r = 3183,1 \text{ Hz}$ , oraz aby dobroć układu rezonansowego wynosiła 0,2. Ile wówczas (w stanie rezonansu, przy zadanych warunkach) wskażą przyrządy idealne, woltomierz i amperomierz (wskazaniom odpowiadają wartości skuteczne).



Rys. 5.

#### Opracowali:

dr inż. Paweł Dybowski  
dr inż. Zbigniew Mikoś  
dr inż. Przemysław Syrek

#### Sprawdził:

dr inż. Zbigniew Kłosowski

#### Zatwierdzili:

Przewodniczący Rady Naukowej Olimpiady  
dr hab. inż. Jan Mućko, prof. PBŚ  
Przewodniczący Komitetu Głównego Olimpiady  
dr hab. inż. Tomasz Talaśka, prof. PBŚ