Zadanie 6.1. (0–4)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 12.2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy […]; 9.11) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość […]); 9.12) opisuje działanie diody jako prostownika. 8.4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych.

Zasady oceniania

4 pkt – poprawne narysowanie wykresów obu zależności dla przedziału czasu $t \in [0; 0{,}1\ s]$.

3 pkt – narysowanie wykresów dwóch zależności $I_1(t)$ i $I_2(t)$ – jeden wykres prawidłowy a drugi wykres z prawidłowym określeniem amplitudy natężenia prądu, okresu zmian ale z błędnie narysowanymi połówkami sinusoid – tzn. skierowanych w przeciwną stronę, na właściwych odcinkach czasu

LUB

– narysowanie wykresów dwóch zależności $I_1(t)$ i $I_2(t)$ – jeden wykres prawidłowy, a drugi wykres z prawidłowym określeniem amplitudy natężenia prądu, okresu zmian ale z błędnie narysowanymi połówkami sinusoid – tzn. na niewłaściwych odcinkach czasu, skierowanych we właściwą stronę

LUB

– narysowanie wykresów dwóch zależności $I_1(t)$ i $I_2(t)$ – jeden wykres prawidłowy a drugi wykres z prawidłowym okresem, prawidłowo skierowanymi połówkami sinusoid na właściwych odcinkach, ale z błędnie określoną amplitudą
LUB
– narysowanie wykresów dwóch zależności $I_1(t)$ i $I_2(t)$ z poprawnymi wartościami amplitudy natężenia, okresu zmian, ale z odwrotnie skierowanymi połówkami sinusoid na właściwych odcinkach czasu w obu przypadkach.

2 pkt – poprawne narysowanie wykresu zależności $I_1(t)$: poprawnie określona amplituda prądu ($0{,}3$ A), poprawny okres zmian, górne połówki sinusoidy w 1., 3. i 5. połówce okresu zmian, w 2. i 4. natężenie równe zero
LUB
– poprawne narysowanie wykresu zależności $I_2(t)$: poprawnie określona amplituda prądu ($0{,}2$ A), poprawny okres zmian, dolne połówki sinusoidy w 2. i 4. połówce okresu zmian, w 1., 3. i 5. natężenie równe zero
LUB
– narysowanie wykresów dwóch zależności $I_1(t)$ i $I_2(t)$ z poprawnymi wartościami amplitud natężenia prądu, okresu zmian, ale z błędnie skierowanymi połówkami sinusoid i na przesuniętych (o długość $\frac{T}{2}$) odcinkach czasu w obu przypadkach.

1 pkt – poprawnie określona na wykresie amplituda natężenia jednego z prądów $I_1(t)$ lub $I_2(t)$ oraz poprawnie określony na wykresie interwał czasu, gdy prąd płynie w jedną stronę ($\Delta t = 0{,}02$ s)
LUB
– narysowanie jednego wykresu o <u>poprawnym kształcie</u> (połówki sinusoidy oddzielone odcinkami prostymi) z poprawnie określonym okresem <u>lub</u> amplitudą (poprzez poprawny kształt rozumie się fragmenty sinusoidy oddzielone odcinkami prostymi, leżącymi na osi czasu: (ten kształt może być odbity lub przesunięty)).

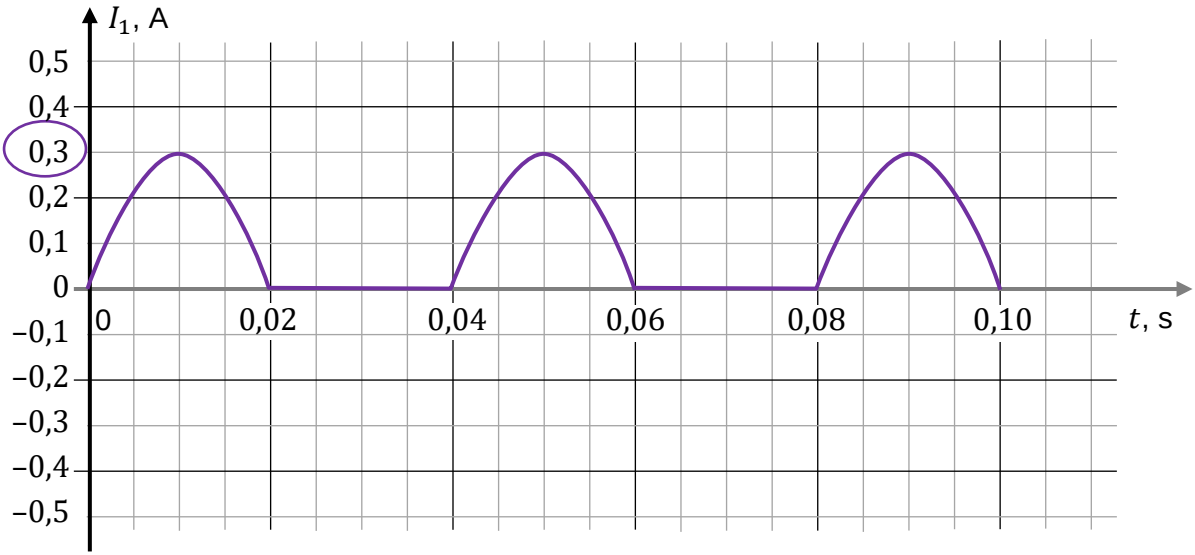
0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwagi dodatkowe

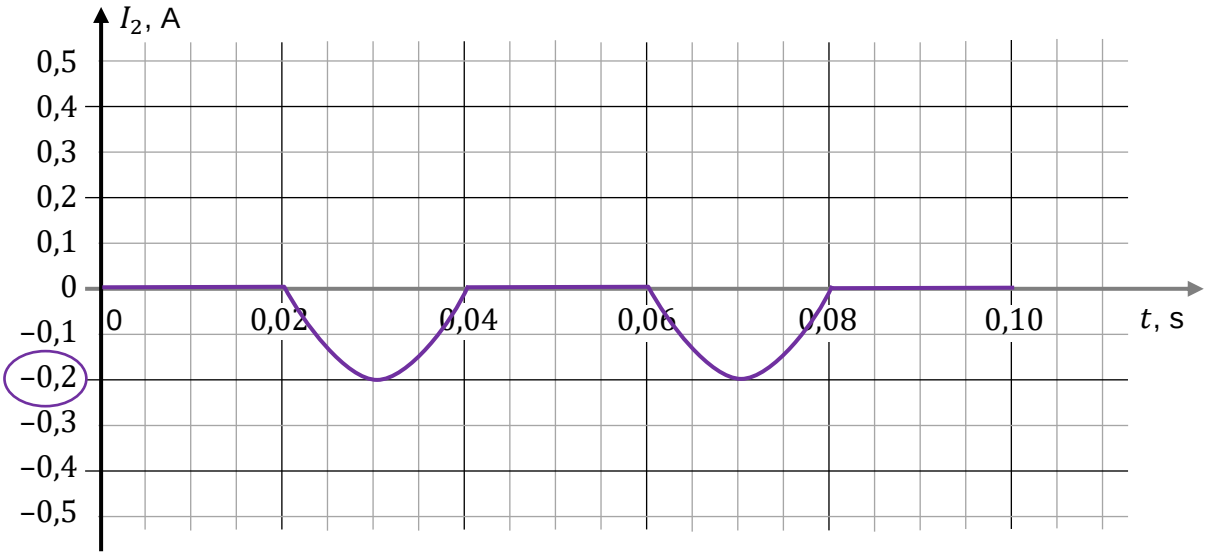
1. Określenie amplitudy zmian natężenia prądu uznaje się za prawidłowe wtedy, gdy wartości natężenia prądu zmieniają się od zera do $+I_{i\,max}$ albo $-I_{i\,max}$. To oznacza, że: 1) wykres posiada miejsca zerowe, 2) wykres nie przechodzi powyżej $+I_{i\,max}$ / poniżej $-I_{i\,max}$.
2. Poprawne określenie okresu (lub interwału, gdy prąd płynie w jedną stronę) na wykresie oznacza: 1) poprawne wyznaczenie okresu ($T = 0{,}04$ s); 2) poprawne uwzględnienie okresu na wykresie (tzn. „garby” sinusoidy mają w podstawie odcinek czasu $0{,}02$ s). *<u>Przykład.</u> Jeśli zdający zapisze w obszarze rysunku $T = 0{,}04$ s i jednocześnie „garby” sinusoidy na jego wykresie będą miały w podstawie odcinki czasu $0{,}04$ s, to oznacza, że określenie okresu na wykresie jest niepoprawne.*
3. Jeżeli zdający zamiast wartości amplitud stosuje na wykresach prawidłowe obie wartości natężeń skutecznych prądu, a wszystkie pozostałe elementy obu wykresów są poprawne, to otrzymuje 3 pkt.

Prawidłowe rozwiązanie

Rysunek 1. (dla prądu płynącego przez opornik R_1)



Rysunek 2. (dla prądu płynącego przez opornik R_2)



Zadanie 6.2. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 9.11) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, […] wartości skuteczne); 9.12) opisuje działanie diody jako prostownika; 8.6) oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze.

Zasady oceniania

(dla rozwiązania sposobem 1. lub sposobem 2.)

3 pkt – poprawna metoda wyznaczenia ciepła wydzielanego w całym obwodzie oraz podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką.

2 pkt – zapisanie ciepła całkowitego wydzielonego w obwodzie jako sumy ciepeł wydzielanych na obu opornikach oraz zapisanie wyrażenia (na symbolach lub z podstawionymi danymi) na ciepło wydzielane na i-tym oporniku (z parametrami skutecznymi albo maksymalnymi), z poprawnym określeniem sumarycznego czasu przepływu prądu przez dany opornik:

$\left(Q_1 = \frac{U_{max}^2}{2R_1} \cdot \frac{t}{2} \quad \text{oraz} \quad Q_2 = \frac{U_{max}^2}{2R_2} \cdot \frac{t}{2} \quad \text{oraz} \quad Q = Q_1 + Q_2\right)$

LUB

$\left(Q_1 = 250 \cdot \frac{U_{max}^2}{2R_1} \cdot \frac{T}{2} \quad \text{oraz} \quad Q_2 = 250 \cdot \frac{U_{max}^2}{2R_2} \cdot \frac{T}{2} \quad \text{oraz} \quad Q = Q_1 + Q_2\right)$

LUB

$\left(Q_1 = U_{sk} \cdot I_{sk1} \cdot \frac{T}{2} \cdot t \cdot f \quad \text{oraz} \quad Q_2 = U_{sk} \cdot I_{sk2} \cdot \frac{T}{2} \cdot t \cdot f \quad \text{oraz} \quad Q = Q_1 + Q_2\right)$

1 pkt – zapisanie ciepła całkowitego (albo mocy) wydzielonego w obwodzie jako sumy ciepeł (lub mocy) wydzielanych na obu opornikach oraz skorzystanie ze związku między ciepłem a mocą i czasem.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zasady oceniania

(dla rozwiązania sposobem 3.)

3 pkt – poprawna metoda wyznaczenia ciepła wydzielanego w całym obwodzie oraz podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką.

2 pkt – spełnienie warunków określonych za 1 pkt, a ponadto poprawne określenie U_{sk}, poprawna metoda obliczenia oporu zastępczego oraz określenie czasu jako $\Delta t = \frac{t}{2}$.

1 pkt – zapisanie związku miedzy mocą a ciepłem i czasem ($Q_c = P\Delta t$) oraz wyrażenie mocy za pomocą oporu zastępczego obwodu: $P = \frac{U_{sk}^2}{R_z}$.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1.

Ciepło wydzielone w obwodzie jest sumą ciepeł wydzielonych na opornikach R_1 oraz R_2:

$$Q_c = Q_1 + Q_2$$

Skorzystamy ze związku między mocą średnią a ciepłem wydzielanym na oporniku oraz ze wzoru na moc średnią dla prądu przemiennego:

$$Q_1 = P_{śr1}\Delta t_1 \qquad P_{śr1} = \frac{U_{sk1}^2}{R_1} = \frac{U_{max1}^2}{2R_1}$$

$$Q_2 = P_{śr1}\Delta t_2 \qquad P_{śr2} = \frac{U_{sk2}^2}{R_2} = \frac{U_{max2}^2}{2R_2}$$

gdzie Δt_1 i Δt_2 są łącznymi czasami, gdy przez dany opornik płynie prąd. Ponieważ w tym przypadku prąd płynie przez każdy opornik tylko w połowie okresu zmian napięcia, to ciepło na danym oporniku jest wydzielane przez połowę czasu – będącego całkowitą wielokrotnością okresu zmian napięcia:

$$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t = \frac{1}{2}t = \frac{1}{2}\cdot 10\ \text{s} = 5\ \text{s}$$

Zauważmy, że maksymalne napięcie na każdym z oporników jest równe maksymalnemu napięciu źródła:

$$|U_{max1}| = |U_{max2}| = |U_{max}| = 6\ V$$

Obliczymy ciepło całkowite wydzielone w obwodzie:

$$Q_c = \frac{U_{max}^2}{2R_1}\cdot\frac{t}{2} + \frac{U_{max}^2}{2R_2}\cdot\frac{t}{2}$$

$$Q_c = \frac{6^2\ \text{V}^2}{2\cdot 20\ \Omega}\cdot 5\ \text{s} + \frac{6^2\ \text{V}^2}{2\cdot 30\ \Omega}\cdot 5\ \text{s} = 4{,}5\ \text{J} + 3\ \text{J} = 7{,}5\ \text{J}$$

Sposób 2.

$$Q_c = Q_1 + Q_2 = (P_{sr1} + P_{sr2})\cdot\frac{1}{2}\cdot t = (U_{sk}J_{sk1} + U_{sk}I_{sk2})\cdot\frac{1}{2}\cdot t = U_{sk}\cdot\frac{(I_{sk1} + I_{sk2})}{2}\cdot t$$

$$Q_c = \frac{6\ \text{V}}{\sqrt{2}}\cdot\frac{(0{,}3 + 0{,}2)\ \text{A}}{2\sqrt{2}}\cdot 10\ \text{s} = 7{,}5\ \text{J}$$

Sposób 3. (zastosowanie oporu zastępczego dla obwodu zastępczego)

Zauważmy, że ciepło w obwodzie wydzielane jest na przemian: łącznie przez $\Delta t = 5\ \text{s}$ na oporniku R_1, gdy prąd płynie w jedną stronę, oraz łącznie przez $\Delta t = 5\ \text{s}$ na oporniku R_2, gdy prąd płynie w drugą stronę. Zatem wydzielone ciepło jest takie samo, jak ciepło wydzielone w obwodzie zastępczym bez diod – gdyby prąd płynął w czasie $\Delta t = 5\ \text{s}$ jednocześnie przez oba oporniki R_1 i R_2 połączone równolegle – w obwodzie (bez diod) zasilanym takim samym napięciem przemiennym. Wyznaczymy ciepło wydzielone w tym obwodzie zastępczym:

$$Q_c = P_{sr}\cdot\Delta t \qquad P_{sr} = \frac{U_{sk}^2}{R_z}$$

gdzie R_z jest oporem zastępczym obwodu zastępczego bez diod, Δt jest czasem, gdy przez obwód zastępczy płynie prąd, U_{sk} jest napięciem skutecznym:

$$\Delta t = \frac{t}{2} = 5\ \text{s} \qquad U_{sk} = \frac{6\ \text{V}}{\sqrt{2}}$$

Obliczymy opór zastępczy obwodu zastępczego bez diod:

$$\frac{1}{R_z} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{20\ \Omega} + \frac{1}{30\ \Omega} \qquad \rightarrow \qquad R_z = 12\ \Omega$$

Obliczymy ciepło wydzielone w czasie 5 s w obwodzie zastępczym bez diod:

$$Q_c = \frac{36\ \text{V}^2}{2} \cdot \frac{1}{12\ \Omega} \cdot 5\ \text{s} = 7{,}5\ \text{J}$$