

XLI OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ

Zawody I stopnia

Rozwiązania zadań

Rozwiązanie zadania 16

Chwilowe wartości napięcia zasilającego są sumą chwilowych wartości napięć na odbiornikach $u_1(t)$ i $u_2(t)$. Można zatem napisać:

$$U_{m1} \sin(\omega t + \varphi_1) + U_{m2} \sin(\omega t + \varphi_2) = U_m \sin(\omega t + \varphi).$$

Przebiegi te można przedstawić za pomocą wskazów U_{m1} , U_{m2} , U_m wirujących z pulsacją ω , jak na rysunku 1.

Składowe U_{mx} i U_{my} wskazów U_m (rysunek 2) są sumą odpowiednich składowych U_{m1x} , U_{m2x} oraz U_{m1y} , U_{m2y} . Zatem:

$$\begin{aligned} U_m &= \sqrt{\left(U_{m1x} + U_{m2x}\right)^2 + \left(U_{m1y} + U_{m2y}\right)^2} = \\ &= \sqrt{\left(U_{m1} \cos \varphi_1 + U_{m2} \cos \varphi_2\right)^2 + \left(U_{m1} \sin \varphi_1 + U_{m2} \sin \varphi_2\right)^2} = \\ &= \sqrt{U_{m1}^2 + U_{m2}^2 + 2 U_{m1} U_{m2} \cos(\varphi_1 - \varphi_2)} = \\ &= \sqrt{40^2 + 40^2 + 2 \cdot 40 \cdot 40 \cdot \cos \frac{\pi}{6}} = 77,274 \text{ V}. \end{aligned}$$

Kąt fazowy φ można wyznaczyć wiedząc, że

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{U_{m1y} + U_{m2y}}{U_{m1x} + U_{m2x}} = \frac{U_{m1} \sin \varphi_1 + U_{m2} \sin \varphi_2}{U_{m1} \cos \varphi_1 + U_{m2} \cos \varphi_2} = \frac{40 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 40 \cdot \frac{1}{2}}{40 \cdot \frac{1}{2} + 40 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 1,$$

Patronem honorowym OWT jest Minister Gospodarki.
Organizatorem OWT jest Federacja Stowarzyszeń Naukowo-Technicznych NOT.
Olimpiada jest finansowana ze środków MEN.

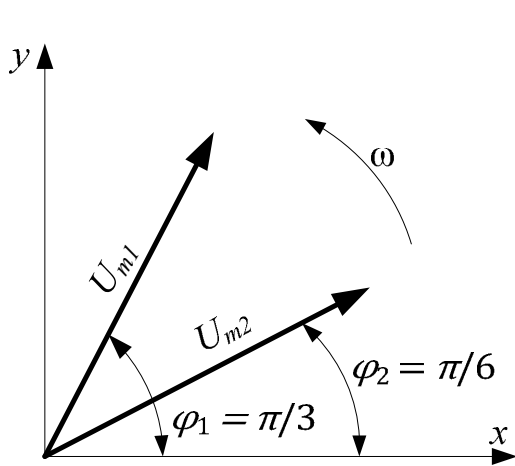
$$\varphi = \frac{\pi}{4}.$$

Przebieg czasowy napięcia zasilającego odbiorniki ma zatem postać:

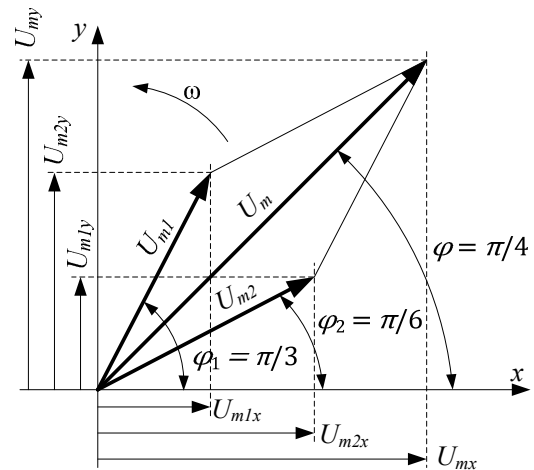
$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi) = 77,274 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right).$$

Skuteczne napięcie źródła zasilania:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = \frac{77,274}{\sqrt{2}} = 54,64 \text{ V}.$$



Rys.1.



Rys.2.

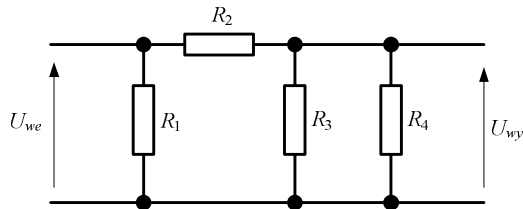
Odpowiedź: Przebieg czasowy napięcia źródła zasilającego odbiorniki ma postać:

$$u(t) = U_m \sin(\omega t + \varphi) = 77,274 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right).$$

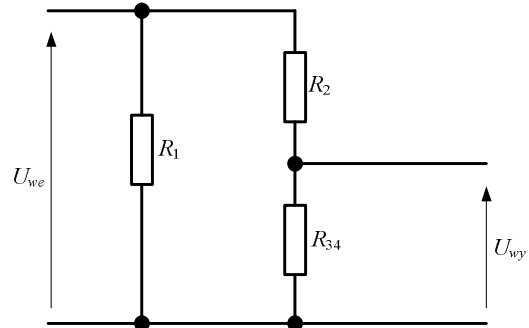
Skuteczne napięcie źródła wynosi 54,64 V.

Rozwiązanie zadania 17

Schemat tłumika przestawiono na rys.3.



Rys.3.



Rys.4.

Rezystory R_3 i R_4 są połączone równolegle. Wypadkowa rezystancja ma wartość:

$$R_{34} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{62 \cdot 51}{62 + 51} \approx 28 \Omega .$$

Napięcie wyjściowe, uwzględniając dzielnik napięcia R_2 i R_{34} (rys. 4), jest równe:

$$U_{wy} = R_{34} \frac{U_{we}}{R_2 + R_{34}} .$$

Stąd można wyznaczyć tłumienie – przekładnię U_{we}/U_{wy} attenuatora:

$$\frac{U_{we}}{U_{wy}} = \frac{R_2 + R_{34}}{R_{34}} = \frac{252 + 28}{28} = 10 \text{ V/V} \quad \text{lub w dB} \quad 20 \lg \frac{U_{we}}{U_{wy}} = 20 \lg 10 = 20 \text{ dB} .$$

Rezystancja wejściowa jest równa:

$$R_{we} = \frac{R_1 \left(R_2 + R_{34} \right)}{R_1 + \left(R_2 + R_{34} \right)} = \frac{62 \cdot (252 + 28)}{62 + (252 + 28)} \approx 50 \Omega .$$

Odpowiedź: Tłumienie, przekładnia tłumika $U_{we}/U_{wy} = 10 \text{ V/V}$ lub 20 dB , rezystancja wejściowa $R_{we} = 50 \Omega$.

Rozwiązanie zadania 18

Dla podanych w zadaniu wartości prądu $I = 1 \text{ A}$ oraz spadku napięcia $\Delta U = 0,35 \text{ V}$ można obliczyć rezystancję żył kabla przyłączeniowego:

$$R_D = \frac{\Delta U}{I} = \frac{0,35}{1} = 0,35 \Omega .$$

Korzystając ze wzoru na rezystancję przewodu:

$$R_D = \rho \frac{l}{S} ,$$

oraz wiedząc, że długość żył jest równa:

$$l = 2 l_D = 25 \text{ m} ,$$

można obliczyć przekrój S żyły:

$$S = \frac{2 \rho_{Cu} l_D}{R_D} = \frac{2 \cdot 0,0175 \cdot 10^{-6} \cdot 12,5}{0,35} \approx 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 1,25 \text{ mm}^2 .$$

Odpowiedź: Wymagany przekrój żyły $S \geq 1,25 \text{ mm}^2$.

Rozwiązanie zadania 19

Siły w każdej z lin, na których zawieszony jest ciężar są równe:

$$S = \frac{Q}{2} = 2 \text{ kN} .$$

Siła P jaką należy ciągnąć za linę, aby podnieść ciężar równa jest sile S , zatem $P = S = 2 \text{ kN}$.
Moment skręcający wał:

$$M_s = P \frac{D}{2} = 2 \cdot 10^3 \cdot 25 \cdot 10^{-2} = 500 \text{ Nm} .$$

$$k_s = \frac{M_s}{w_o} \longrightarrow w_o = \frac{M_s}{k_s} ,$$

$$w_o = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{M_s}{k_s} ,$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_s}{\pi k_s}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 500}{\pi \cdot 25 \cdot 10^6}} = 0,0467 \text{ m} = 4,67 \text{ cm} \approx 50 \text{ mm}.$$

Odpowiedź: Średnica wału stalowego, na którym osadzone są bębny $d \approx 50 \text{ mm}$.

Rozwiązanie zadania 20

Potrzebny przekrój liny (suma przekrojów wszystkich drutów) można obliczyć ze wzoru:

$$k_r = \frac{F}{S} \quad \longrightarrow \quad S = \frac{F}{k_r} = \frac{98000}{250 \cdot 10^6} = 392 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 392 \text{ mm}^2.$$

Przekrój jednego drutu:

$$S_1 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1,5^2}{4} = 1,77 \text{ mm}^2.$$

Potrzebna ilość drutów w linie:

$$i = \frac{S}{S_1} = \frac{392}{1,77} = 222.$$

Odpowiedź: Liczba drutów stalowych w linie 222.

Rozwiązanie zadania 21

Rozwiązanie:

$$c_1 = \frac{(m_1 - m_2) v_1 + 2 m_2 v_2}{m_1 + m_2} = \frac{0 + 2 \cdot 15000 \cdot 12}{10000 + 15000} = 14,4 \frac{\text{km}}{\text{h}},$$

$$c_2 = \frac{(m_2 - m_1) v_2 + 2 m_1 v_1}{m_1 + m_2} = \frac{5000 \cdot 12 + 0}{10000 + 15000} = 2,4 \frac{\text{km}}{\text{h}}.$$

Odpowiedź: Prędkości wagonów: $c_1 = 14,4 \text{ km/h}$, $c_2 = 2,4 \text{ km/h}$.