

XXXVI OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ

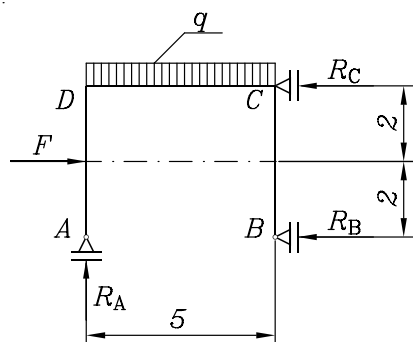


Zawody I stopnia

Rozwiązania zadań

Rozwiązanie zadania 16

$$\sum_{i=1}^n F_{ig} = 0 \quad \longrightarrow \quad R_A - q \cdot 5 = 0 \quad \longrightarrow \quad R_A = q \cdot 5 = 100 \text{ kN.}$$



$$\sum_{i=1}^n M_{iB} = 0,$$
$$-R_A \cdot 5 - F \cdot 2 + q \cdot 5 \cdot 2,5 + R_C \cdot 4 = 0,$$
$$R_C = \frac{R_A \cdot 5 + 2 \cdot F - q \cdot 5 \cdot 2,5}{4} = 72,5 \text{ kN.}$$

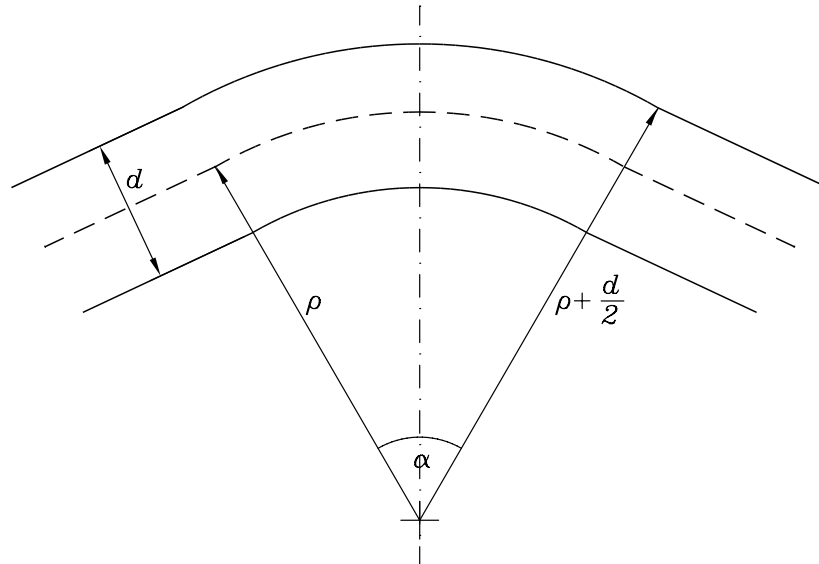
$$\sum_{i=1}^n M_{iD} = 0 \quad \longrightarrow \quad F \cdot 2 - q \cdot 5 \cdot 2,5 - R_B \cdot 4 = 0,$$

$$R_B = \frac{2 \cdot F - q \cdot 5 \cdot 2,5}{4} = 52,5 \text{ kN.}$$

Odpowiedź: $R_A = 100 \text{ kN}$, $R_B = 52,5 \text{ kN}$, $R_C = 72,5 \text{ kN}$.

Patronem medialnym Olimpiady Wiedzy Technicznej jest „Przegląd Techniczny”

Rozwiązanie zadania 17



$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0},$$

$$l_1 = \left(\varrho + \frac{d}{2} \right) \alpha,$$

$$l_0 = \varrho \alpha,$$

$$\varepsilon = \frac{\left(\varrho + \frac{d}{2} \right) \alpha - \varrho \alpha}{\varrho \alpha} = \frac{\varrho \alpha + \frac{d}{2} \alpha - \varrho \alpha}{\varrho \alpha} = \frac{d}{2 \varrho},$$

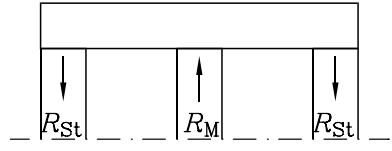
$$\varrho = \frac{d}{2 \varepsilon} = \frac{15}{2 \cdot 0,025} = \frac{15}{0,05} = 300 \text{ mm},$$

$$\varrho = 300 \text{ mm}.$$

Odpowiedź: Promień krzywizny osi obojętnej pręta wynosi $\varrho = 300 \text{ mm}$

Rozwiązanie zadania 18

Wydłużenia wszystkich prętów przy wzroście temperatury będą jednakowe (przy założeniu nieodkształcalności poprzeczek). Zás naprężenia będą różne, ponieważ współczynnik rozszerzalności liniowej dla miedzi α_m jest większy od współczynnika dla stali α_{St} - to w pręcie miedzianym powstaną naprężenia ściskające σ_m , zaś w stali naprężenia rozciągające σ_{St} .



$$\sum F_{iy} = 0 \quad \longrightarrow \quad F_m - 2 F_{St} = 0,$$

$$F_m = 2 F_{St}.$$

$$\varepsilon_m = \varepsilon_{St},$$

$$\varepsilon_m = \alpha_m (t - t_0) - \frac{\sigma_m}{E_m},$$

$$\varepsilon_{St} = \alpha_{St} (t - t_0) + \frac{\sigma_{St}}{E_{St}},$$

$$\alpha_m (t - t_0) - \frac{\sigma_m}{E_m} = \alpha_{St} (t - t_0) + \frac{\sigma_{St}}{E_{St}}$$

$$\sigma_m = 2 \sigma_{St},$$

$$\alpha_m (t - t_0) - \frac{2 \sigma_{St}}{E_m} = \alpha_{St} (t - t_0) + \frac{\sigma_{St}}{E_{St}}$$

$$\frac{\sigma_{St}}{E_{St}} + \frac{2 \sigma_{St}}{E_m} = \alpha_m (t - t_0) - \alpha_{St} (t - t_0),$$

$$\sigma_{St} \left(\frac{1}{E_{St}} + \frac{2}{E_m} \right) = (\alpha_m - \alpha_{St}) (t - t_0),$$

$$\sigma_{St} = \frac{(\alpha_m - \alpha_{St}) (t - t_0) E_{St} E_m}{2 E_{St} + E_m},$$

$$\sigma_{St} = \frac{\left(16,6 \cdot 10^{-6} - 16 \cdot 10^{-6}\right) (170 - 20) \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 1 \cdot 10^{11}}{2 \cdot 2 \cdot 10^{11} + 1 \cdot 10^{11}},$$

$$\sigma_{St} = \frac{0,6 \cdot 10^{-6} \cdot 150 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 10^{11}}{5 \cdot 10^{11}} = \frac{0,6 \cdot 10^5 \cdot 300}{5} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2,$$

$$\sigma_{St} = 3,6 \text{ MPa},$$

$$\sigma_m = 2 \sigma_{St} = 7,2 \text{ MPa}.$$

Odpowiedź: Naprężenia ściskające w miedzi $\sigma_m = 7,2 \text{ MPa}$, naprężenia rozciągające w stali $\sigma_{St} = 3,6 \text{ MPa}$.

Rozwiązanie zadania 19

Moc nowej kolumny

$$P_{KG1} = 2 \cdot P_{KG} = 2 \cdot 400 \text{ W} = 800 \text{ W}.$$

Jeśli w kolumnie o impedancji $Z_{KG} = 4 \Omega$ ma być wydzielona moc 800 W, to wartość skuteczna prądu wynosi:

$$I = \sqrt{\frac{P_{KG1}}{Z_{KG}}} = \sqrt{\frac{800 \text{ W}}{4 \Omega}} = \sqrt{200} = 10 \sqrt{2} \text{ A}.$$

Z przepływem prądu I przez kabel związane są straty mocy ΔP_K w przewodach

$$\Delta P_K = R_P \cdot I^2.$$

Ponieważ kolumna jest podłączona kablem, który składa się z dwóch żył to całkowita rezystancja R_P kabla wyniesie:

$$R_P = 2 \cdot 40 \text{ m} \cdot 12,5 \Omega/\text{km} = 0,08 \text{ km} \cdot 12,5 \Omega/\text{km} = 1 \Omega.$$

Straty mocy w kablu:

$$\Delta P_K = R_P \cdot I^2 = 1 \Omega \cdot \left(10 \sqrt{2} \text{ A}\right)^2 = 200 \text{ W}.$$

Wymagana moc na wyjściu wzmacniacza

$$P_{OUT1} = P_{KG1} + \Delta P_K = 800 + 200 = 1000 \text{ W.}$$

Odpowiedź: Aby zagwarantować pełne wystereowanie kolumny o mocy 800 W wzmacniacz powinien dysponować mocą $P_{OUT1} = 1000 \text{ W}$.

Rozwiązanie zadania 20

Z treści zadania wynika, że można pominąć prąd I_{REG} , który wypływa z końcówki referencyjnej **1**, dlatego wzór podany na rys.2 na napięcie wyjściowe U_{WY} zasilacza będzie miał uproszczoną postać:

$$U_{WY} = U_{REF} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right).$$

Jeżeli znane są wartości $R_1 = 250 \Omega$ i $U_{REF} = 1,25 \text{ V}$, to wartość R_2 można obliczyć ze wzoru:

$$R_2 = R_1 \left(\frac{U_{WY}}{U_{REF}} - 1 \right).$$

Rezystancję R_2 w naszym zasilaczu stanowią trzy połączone szeregowo rezystory $R_2(1)$, $R_2(2)$, $R_2(3)$ wybierane za pomocą 3-pozycyjnego przełącznika P , które stanowią o napięciu wyjściowym zasilacza.

Wyznaczenie wartości oporników: $R_2(1)$, $R_2(2)$ i $R_2(3)$ (rys.1).

- Dla napięcia $U_{WY} = 6 \text{ V}$ przełącznik P jest w pozycji 6 V, rezystancja $R_2 = R_2(1)$, pozostałe oporniki $R_2(2)$ i $R_2(3)$ są zwarte do masy, wtedy:

$$R_2 = R_2(1) = R_1 \left(\frac{U_{WY}}{U_{REF}} - 1 \right) = 250 \cdot \left(\frac{6}{1,25} - 1 \right) = 950 \Omega$$

$$R_2(1) = 950 \Omega.$$

- Dla napięcia $U_{WY} = 9 \text{ V}$ przełącznik P jest w pozycji 9 V, rezystancja $R_2 = R_2(1) + R_2(2)$, pozostały opornik $R_2(3)$ jest zwarty do masy, wtedy

$$R_2 = R_2(1) + R_2(2) = R_1 \left(\frac{U_{WY}}{U_{REF}} - 1 \right) = 250 \cdot \left(\frac{9}{1,25} - 1 \right) = 1550 \Omega$$

$$R_2(2) = R_2 - R_2(1) = 600 \Omega.$$

- Dla napięcia $U_{WY} = 15 \text{ V}$ przełącznik P jest w pozycji 15 V, teraz rezystancja R_2 jest równa sumie rezystancji $R_2 = R_2(1) + R_2(2) + R_2(3)$

$$R_2 = R_2(1) + R_2(2) + R_2(3) = R_1 \left(\frac{U_{WY}}{U_{REF}} - 1 \right) = 250 \cdot \left(\frac{15}{1,25} - 1 \right) = 2750 \Omega$$

stąd

$$R_2(3) = R_2 - \left[R_2(1) + R_2(2) \right] = 2750 - (950 + 600) = 1200 \Omega.$$

Odpowiedź: Obliczone wartości rezystorów: $R_2(1) = 950 \Omega$, $R_2(2) = 600 \Omega$, $R_2(3) = 1200 \Omega$.

Rozwiązanie zadania 21

Reaktancja kondensatora

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{U_C}{I_C},$$

stąd

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f} \cdot \frac{I_C}{U_C}.$$

Do wyznaczenia pojemności C kondensatora potrzebna jest wartość prądu I_C płynącego przez kondensator i napięcie U_C na kondensatorze C , częstotliwość $f = 530 \text{ Hz}$ podana jest w treści zadania. Ponieważ od strony zacisków wejściowych zasilania U_1 , elementy C i R są połączone szeregowo to płynie przez nie ten sam prąd $I_C = I_R$.

Obliczenie I_C

Znając wskazania woltomierza $V_2 = 10 \text{ V}$ i wartość rezystancji $R = 400 \Omega$

$$I_C = I_R = \frac{U_2}{R} = \frac{10}{400} = 0,025 \text{ A.}$$

Obliczenie U_C

Na podstawie trójkąta napięć

$$U_1 = \sqrt{U_R^2 + U_C^2} \quad ; \quad U_R = U_2,$$
$$U_1 = \sqrt{U_2^2 + U_C^2},$$

stąd

$$U_C = \sqrt{U_1^2 - U_2^2} = \sqrt{12,5^2 - 10^2} = \sqrt{156,25 - 100} = \sqrt{56,25} = 7,5 \text{ V.}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \cdot f} \cdot \frac{I_C}{U_C} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 530} \cdot \frac{0,025}{7,5} = \frac{0,025}{24963} = 0,000001001 \text{ F} \approx 1\mu\text{F}.$$

Odpowiedź: Pojemność kondensatora C w czwórniku ma wartość $1 \mu\text{F}$.