

**L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ –
INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE
ZAWODY III STOPNIA
ZADANIA Z ROZWIĄZANAMI**

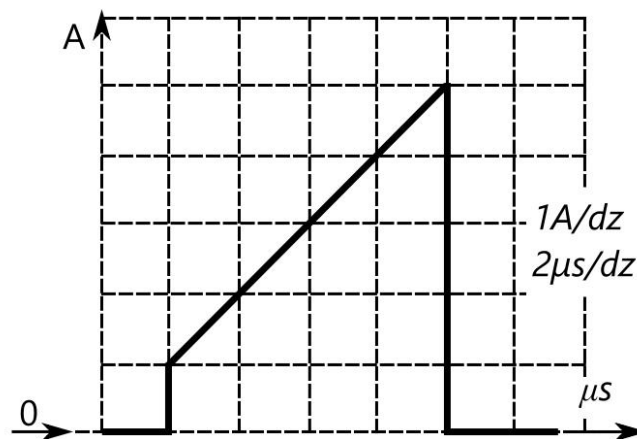
Zadanie 1

Autor: Roman Barlik

Koreferent: Stanisław Wincenciak

Prąd w tranzystorze bezpośredniego przekształtnika prądu stałego DC/DC podwyższającego napięcie ma w stanie ustalonym przebieg złożony z cyklicznie powtarzających się impulsów. Na załączonym rysunku przedstawiono jeden z impulsów prądu tranzystora, który występuje przy współczynniku wysterowania przekształtnika $D = 0,4$. Napięcie wejściowe przekształtnika wynosi $E = 20$ V. Należy podać schemat przekształtnika z oznaczeniem występujących w nim elementów symbolami: L, T, D, C, Z_o odnoszących się kolejno do dławika wejściowego, tranzystora, diody, kondensatora wyjściowego i odbiornika. Pomijając straty mocy wydzielane w przekształtniku oraz tętnienia napięcia odbiornika należy wyznaczyć:

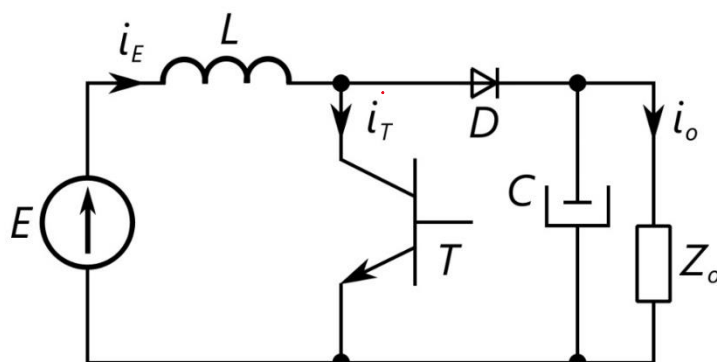
- a) wyskalowany przebieg prądu i_E źródła napięcia wejściowego E ;
- b) wartość średnią $I_{E(AV)}$ prądu źródła E ;
- c) moc P_o odbiornika;
- d) indukcyjność L dławika wejściowego;
- e) wartość I_o stałego prądu odbiornika .



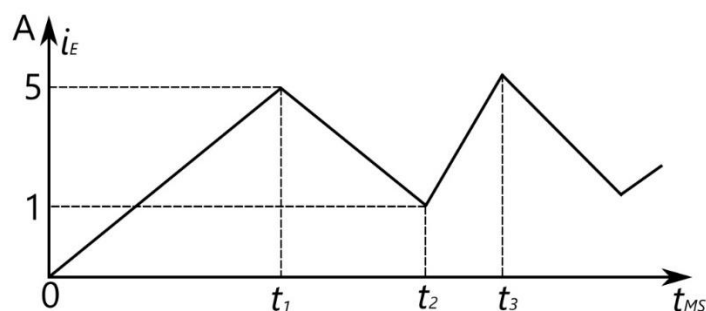
**L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ –
INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE
ZAWODY III STOPNIA
ZADANIA Z ROZWIĄZANAMI**

Rozwiązanie:

Schemat obwodu elektrycznego analizowanego przekształtnika pokazano na rysunku



Przebieg prądu płynącego ze źródła napięcia przedstawia rysunek



Czas przewodzenia tranzystora: $t_p = t_3 - t_2 = 8\mu\text{s}$, okres impulsowania

$$T_p = t_3 - t_1 = \frac{t_p}{D} = \frac{8}{0,4} = 20\mu\text{s}.$$

Wartość średnia prądu płynącego przez źródło napięcia i_E może być wyznaczona na podstawie sumy pól dwóch trapezów (prąd tranzystora i prąd diody) w okresie impulsowania T_p

$$I_E = \frac{1}{20} \left(\frac{1+5}{2} \cdot 8 + \frac{1+5}{2} \cdot 12 \right) = 3\text{A}$$

Przy pominięciu strat mocy w przekształtniku mamy:

$$P_0 = P_E = E \cdot I_E = 20 \cdot 3 = 60\text{W}$$

Indukcyjność dławika:

- w czasie $t_p = 8\mu\text{s}$ prąd zwiększa się o $\Delta i = 4\text{A}$ pod wpływem napięcia $E = 20\text{V}$, czyli

$$E = L \frac{\Delta i}{t_p}, \text{ stąd } L = E \frac{t_p}{\Delta i} = 40\mu\text{H}.$$

Napięcie na odbiorniku:

$$U_0 = E + L \frac{\Delta i}{T_p - t_p} = E + E \frac{t_p}{\Delta i} \frac{\Delta i}{T_p - t_p} = E \frac{1}{1 - D} = 20 \frac{1}{1 - 0,4} = \frac{10}{0,3} \cong 33,3\text{V}$$

Prąd odbiornika:

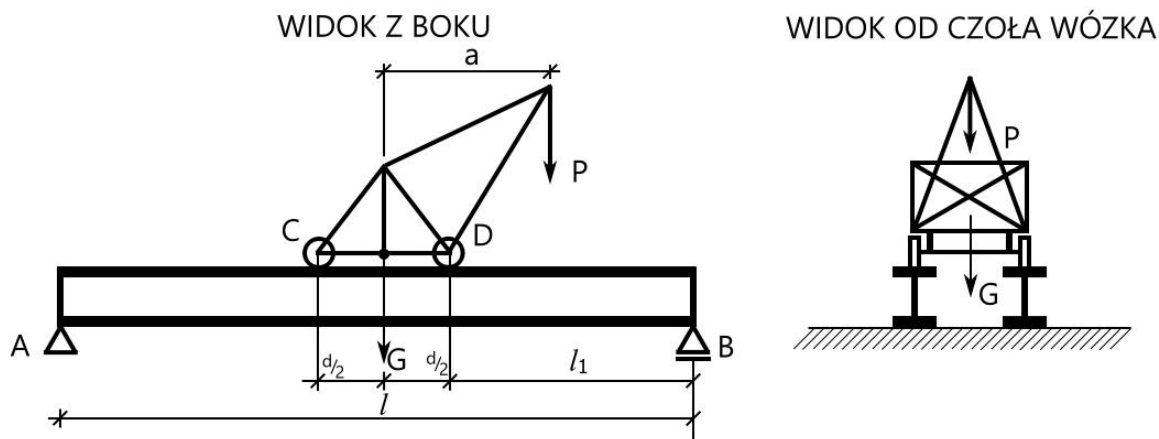
$$I_0 = \frac{P_0}{U_0} = \frac{60}{\frac{10}{0,3}} = 1,8\text{A}$$

**L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ –
INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE
ZAWODY III STOPNIA
ZADANIA Z ROZWIĄZANAMI**

Zadanie 2

**Autor: Wojciech Radomski
Koreferent: Maciej Jaworski**

Podczas prac remontowych pewnego budynku, zmontowano urządzenie transportowe w postaci wózka, poruszającego się po dwóch belkach z dwuteowników stalowych, mających rozpiętość l (rys. 1). Ciężar własny nieobciążonego wózka jest równy G i można przyjąć, że jest przyłożony w połowie rozstawu wzdłużnego osi kół wózka. Jaki wskaźnik wytrzymałości W_x powinien mieć każdy z dwuteowników, aby wózek obciążonym ciężarem P działającym na maksymalnie dopuszczalnym wysięgu a nie spowodował przekroczenia w nich naprężeń dozwolonych σ_{dop} .



Rys. 1

Dane liczbowe:

$l = 12 \text{ m}$; dopuszczalny wysięg ramienia wózka $a = 4 \text{ m}$; ciężar własny wózka $G = 50 \text{ kN}$; ciężar na końcu ramienia wózka $P = 8 \text{ kN}$; rozstaw osiowy kół wózka $d = 3 \text{ m}$; naprężania dopuszczalne w zginanych belkach dwuteowych $\sigma_{dop} = 150 \text{ MPa}$.

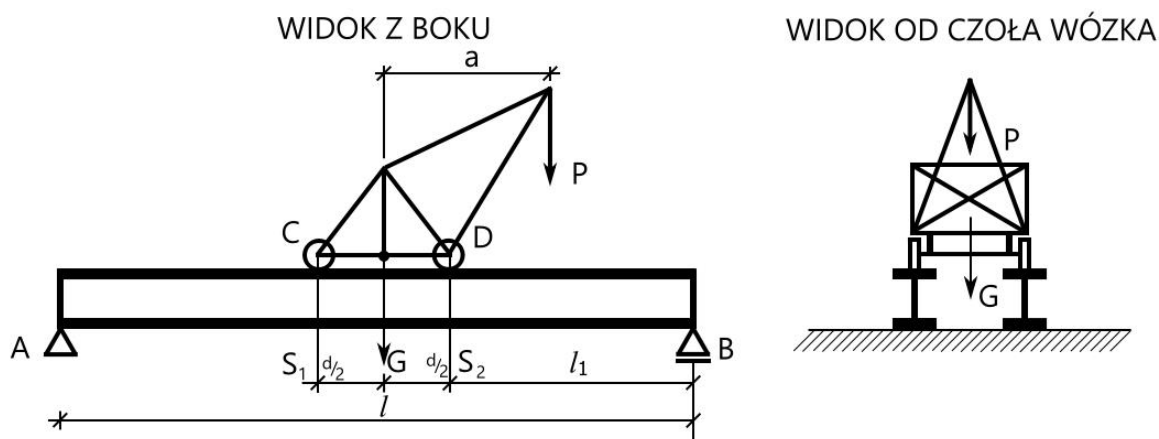
Ciężar własny dwuteowników można pominąć.

**L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ –
INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE
ZAWODY III STOPNIA
ZADANIA Z ROZWIĄZANAMI**

ROZWIĄZANIE

W belce swobodnie podpartej, która jest schematem rozpatrywanego układu, wykres momentów zginających od sił skupionych ma kształt wieloboku – maksymalna wartość tego momentu odpowiada jednemu z wierzchołów wspomnianego wieloboku.

Najpierw wyznaczmy siły nacisku osi obciążonego wózka na belkę. Z warunku równowagi wózka, wynikającego z sumy momentów względem osi koła *D* (por. rys. 2), otrzymujemy:



Rys. 2

$$S_1 \cdot d - \frac{G}{2} \cdot \frac{d}{2} + \frac{P}{2} \left(a - \frac{d}{2} \right) = 0, \quad (1)$$

Po wstawieniu danych liczbowych otrzymujemy:

$$S_1 \cdot 3,0 - \frac{50,0}{2} \cdot \frac{3,0}{2} + \frac{8,0}{2} \left(4,0 - \frac{3,0}{2} \right) = 0, \text{ skąd} \quad (2)$$

$$S_1 \cong 9,2 \text{ kN} \quad (3)$$

Z rzutu sił na oś pionową otrzymujemy:

$$S_1 - \frac{G}{2} + S_2 - \frac{P}{2} = 0, \text{ skąd z kolei} \quad (4)$$

$$S_2 = \frac{50,0}{2} - 9,2 + \frac{8,0}{2} = 19,8 \text{ kN}$$

Znając wartości sił S_1 i S_2 możemy wyznaczyć reakcje R_A i R_B na podporach belki. Mamy:

$$R_A \cdot l - S_1 (l_1 + d) - S_2 \cdot l_1 = 0, \quad (5)$$

skąd:

**L (50) OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ –
INŻYNIERIA W ELEKTROENERGETYCE
ZAWODY III STOPNIA
ZADANIA Z ROZWIĄZANAMI**

$$R_A = \frac{(S_1 + S_2)l_1 + S_1 \cdot d}{l} \quad (6)$$

$$R_A = \frac{(9,2+19,8) \cdot l_1 + 9,2 \cdot 3,0}{12} = 2,42 \cdot l_1 + 2,3 \quad (7)$$

Ponadto, z rzutu na oś pionową otrzymujemy:

$$R_A + R_B - S_1 - S_2 = 0 \quad (8)$$

$$R_B = 9,2 + 19,8 - 2,42 \cdot l_1 - 2,3 = 26,71 - 2,42 \cdot l_1 \quad (9)$$

Moment zginający pod kołem D jest zatem równy:

$$M_D = R_B \cdot l_1 = (26,71 - 2,42 \cdot l_1) \cdot l_1 \quad (10)$$

Jego największą wartość wyznaczyć można z warunku:

$$\frac{dM_D}{dl_1} = 26,71 - 2,42 \cdot 2 \cdot l_1 = 0 \quad (11)$$

czyli

$$l_1 = 5,52 \text{ m} \quad (12)$$

Wtedy wartość maksymalna momentu M_D wynosi:

$$M_{Dmax} = (26,71 - 2,42 \cdot 5,52) \cdot 5,52 = 73,7 \text{ kNm}$$

Potrzebny wskaźnik wytrzymałości W_x belek jest równy:

$$W_x = \frac{M_{Dmax}}{\sigma_{dop}} = \frac{7370}{15} = 491 \text{ cm}^3 \quad (14)$$

Gdyby ktoś dysponował tablicami wyrobów walcowanych może sprawdzić, że wartości tej najbliższej odpowiadają dwuteowniki normalne I280 ($W_x = 542 \text{ cm}^3$), które są obecnie wycofane z produkcji, więc trzeba zastosować dwuteowniki normalne I300 ($W_x = 653 \text{ cm}^3$) lub dwuteowniki szerokostopowe HEB 200 ($W_x = 570 \text{ cm}^3$). Dobór dwuteowników nie jest jednak wymagany.