

XXXVIII OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ

Zawody III stopnia

Rozwiązania zadań dla grupy elektryczno-elektronicznej

Rozwiązanie zadania 1

Wszystkie obwody rezonansowe tłumika mają taką samą częstotliwość rezonansową.

Tłumienie 6 dB oznacza, że wzmocnienie układu jest równe $k = 0,5 \text{ V/V}$.

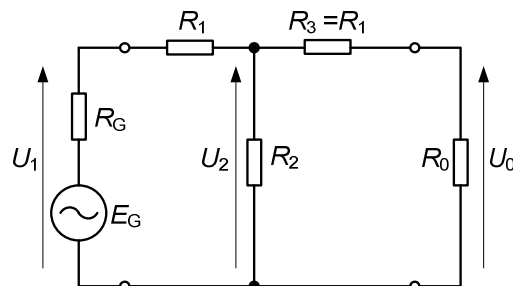
Ponieważ znane są elementy L_1 oraz C_1 obwodu L_1, C_1 to częstotliwość rezonansową tłumika można obliczyć z zależności:

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} = \frac{1}{6,28 \cdot \sqrt{10,6 \cdot 10^{-3} \cdot 240 \cdot 10^{-12}}} = 99,835 \text{ kHz.} \quad (1)$$

W rezonansie obwód jest symetryczny oraz $R_G = R_0$ zatem rezystory R_1 i R_3 spełniają zależność:

$$R_1 = R_3 = R. \quad (2)$$

Schemat tłumika, kiedy obwód jest w rezonansie przedstawiono na Rys.1.



Rys.1. Schemat tłumika przy częstotliwości rezonansowej

Patronem honorowym OWT jest Minister Gospodarki.

Partnerami medialnymi OWT są:

- Przegląd Techniczny,
- Przegląd Mechaniczny.

Sponsorami XXXVIII OWT są:

- Grupa Kapitałowa PSE Operator SA,
- Fundacja PGNiG im. Ignacego Łukasiewicza,
- Instytut Mechnizacji Budownictwa i Górnictwa Skalnego,
- Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Materiałów Budowlanych.

Stosując wzory podane w literaturze lub korzystając z zależności:

$$k = \frac{U_0}{U_1} = \frac{U_0}{U_2} \frac{U_2}{U_1}, \quad (3)$$

gdzie

$$\frac{U_0}{U_2} = \frac{R_0}{R_1 + R_0}, \quad (4)$$

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{\frac{R_2 (R_1 + R_0)}{R_1 + R_2 + R_0}}{R_1 + \frac{R_2 (R_1 + R_0)}{R_1 + R_2 + R_0}} = \frac{\frac{R_2 (R_1 + R_0)}{R_1 + R_2 + R_0}}{R_G} = \frac{\frac{R_2 (R_1 + R_0)}{R_1 + R_2 + R_0}}{R_0}, \quad (5)$$

rezystancje R_1 oraz R_2 są równe:

$$R_1 = R_0 \frac{1 - k}{1 + k} = 50 \cdot \frac{1 - 0,5}{1 + 0,5} = 16,7 \Omega, \quad (6)$$

$$R_2 = 2 R_0 \frac{k}{1 - k^2} = 2 \cdot 50 \cdot \frac{0,5}{1 - 0,5^2} = 100 \cdot \frac{0,5}{0,75} = 66,7 \Omega. \quad (7)$$

Wykorzystując dane z zadania i obliczone wartości rezystancji R_1 oraz R_2 można obliczyć pozostałe elementy obwodu:

1. Indukcyjność L_2

$$L_2 = \frac{Q_2 R_2}{\omega_R} = \frac{50 \cdot 66,7}{2 \cdot \pi \cdot 99,8 \cdot 10^3} = 5,3 \text{ mH}. \quad (8)$$

2. Pojemność kondensatora C_2

$$C_2 = \frac{1}{\omega_R^2 L_2} = \frac{1}{\left(2 \cdot \pi \cdot 99,8 \cdot 10^3\right)^2 \cdot 5,3 \cdot 10^{-3}} = 478 \text{ pF}. \quad (9)$$

3. Indukcyjność L_3

$$L_3 = \frac{1}{\omega_R^2 C_3} = \frac{1}{\left(2 \cdot \pi \cdot 99,8 \cdot 10^3\right)^2 \cdot 120 \cdot 10^{-12}} = 21,1 \text{ mH}. \quad (10)$$

Rozwiązanie zadania 2

Całkowita powierzchnia prętów jest równa:

$$S = 10 \left(2 \pi \frac{d^2}{4} + \pi d l \right) = 10 \cdot \left(2 \cdot \pi \cdot \frac{0,08^2}{4} + \pi \cdot 0,08 \cdot 0,4 \right) = 1,1 \text{ m}^2. \quad (1)$$

Odczytując z tablic fizycznych wartość równoważnika elektrochemicznego niklu

$$k = 0,304 \frac{\text{mg}}{\text{A s}},$$

można obliczyć prąd jaki jest pobierany ze źródła zasilania:

$$I = \frac{m}{k t} = \frac{2100}{0,304 \cdot 10^{-3} \cdot 12 \cdot 60 \cdot 60} = 160 \text{ A}. \quad (2)$$

Gęstość prądu pobieranego z zasilacza jest równa:

$$J = \frac{I}{S} = \frac{160}{1,1} = 145,5 \text{ A/m}^2. \quad (3)$$

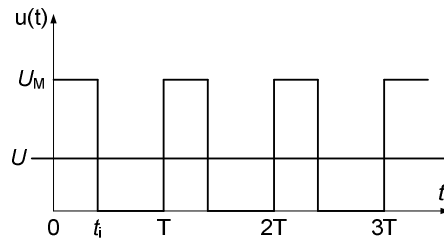
Energia elektryczna pobrana z zasilacza napięcia stałego jest zatem równa

$$W = \frac{U I t}{\eta} = \frac{3,8 \cdot 160 \cdot 12}{0,95} = \frac{7296}{0,95} = 7,68 \text{ kW}. \quad (4)$$

Przy zasilaniu impulsowym czas i zużycie materiału podczas nakładania powłoki będą takie same jak przy zasilaniu prądem stałym, kiedy wartość średnia napięcia impulsowego będzie taka sama jak napięcie źródła prądu stałego, tzn.:

$$U = U_M D, \quad (5)$$

gdzie $U_M = 10 \text{ V}$ maksymalna wartość napięcia impulsowego (Rys.1).

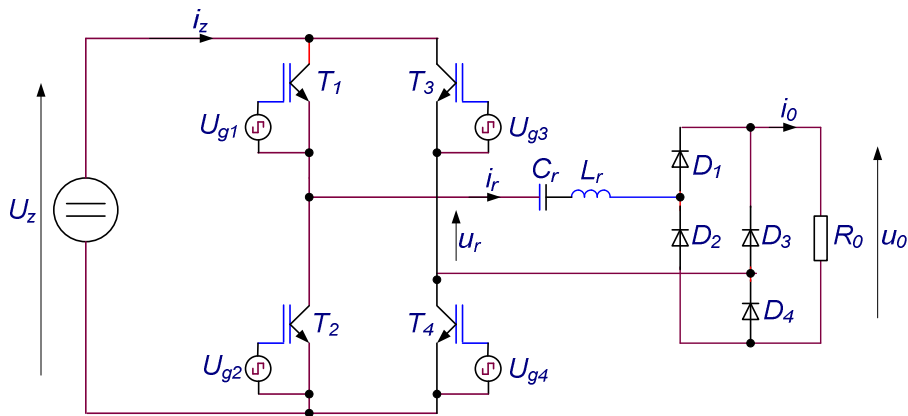


Rys.1.

Po przekształceniu wartość współczynnik wypełnienia D jest równa:

$$D = \frac{t_i}{T} = \frac{U}{U_M} = \frac{3,8}{10} = 0,38. \quad (6)$$

Rozwiązanie zadania 3

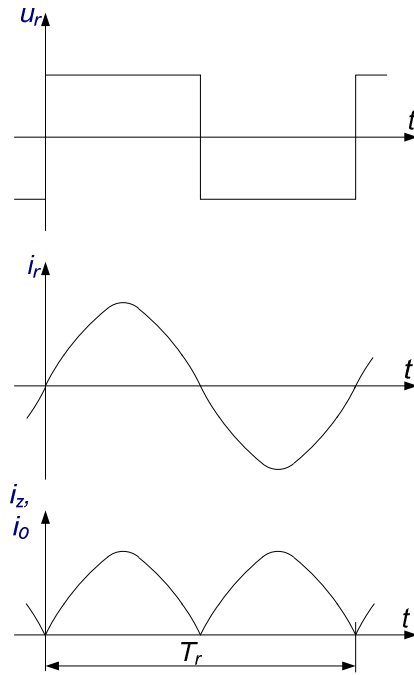


Rys.1. Rozpływ prądów i rozkład napięć w układzie

Dla podanych wartości elementów C_r oraz L_r można obliczyć częstotliwość pracy falownika. Częstotliwość ta jest równa częstotliwości rezonansowej obwodu $C_r L_r$

$$f_R = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_r C_r}} = \frac{1}{6,28 \cdot \sqrt{9,89 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}} = 16 \text{ kHz}. \quad (1)$$

Wprowadzając oznaczenia prądów i napięć jak na Rys.1 kształty przebiegów czasowych $u_r(t)$, $i_r(t)$, $i_z(t)$, $i_o(t)$ przedstawiono na Rys.2.



Rys.2. Kształt przebiegów prądów i napięć w układzie przekształtnika

Wartość maksymalna napięcia wyjściowego napięcia falownika jest równa $U_z = 300$ V.

Ponieważ układ jest bezstratny, napięcie $U_o = U_z$, tzn:

$$U_0 = 300 \text{ V.} \quad (2)$$

Moc czynna dostarczana do odbiornika R_0 jest zatem równa:

$$P_0 = \frac{U_0^2}{R_0} = \frac{300^2}{10} = 9 \text{ kW.} \quad (3)$$

Włączenie na wyjściu falownika szeregowego obwodu rezonansowego spowodowało, że przebieg czasowy prądu $i_r(t)$ ma kształt sinusoidalny. Prądy i_o oraz i_z są równe $|i_r(t)|$, a zatem ich wartości średnie również są sobie równe.

Wartość średnią prądu odbiornika można zatem obliczyć z zależności:

$$I_{0,AV} = \frac{P}{U_0} = \frac{9000}{300} = 30 \text{ A.} \quad (4)$$

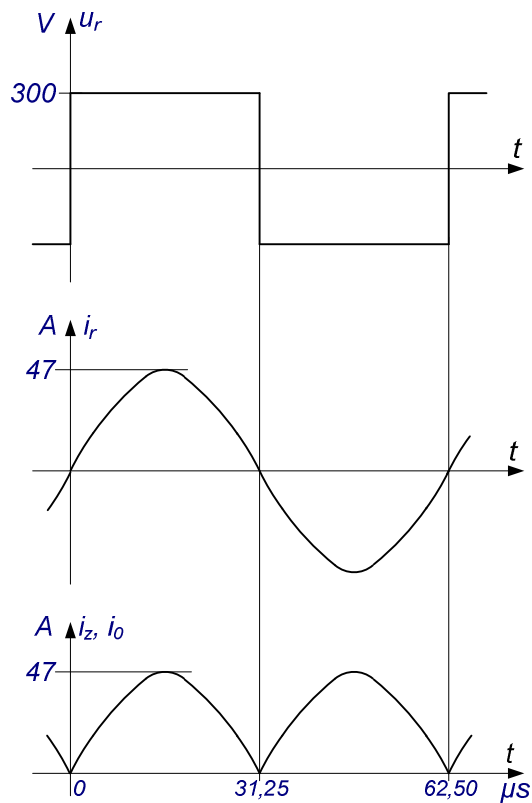
Ponieważ wartość średnia przebiegu sinusoidalnego wyprostowanego dwupulsowo jest równa

$$I_{0,AV} = \frac{2}{\pi} I_m, \quad (5)$$

to wartość maksymalna prądu $i_0(t)$ ma wartość:

$$I_m = \frac{2}{\pi} I_0, AV = \frac{2}{3,14} \cdot 30 = 47 \text{ A.} \quad (6)$$

Wyskalowane przebiegi napięcia wyjściowego $u_r(t)$ oraz prądu wyjściowego $i_r(t)$ falownika, prądu zasilającego $i_z(t)$ oraz prądu obciążenia $i_o(t)$ przedstawiono na Rys.3.



Rys.3. Wyskalowane przebiegi prądów i napięć w przekształtniku

Rozwiązanie problemu technicznego

	NAPIĘCIE	ADDAT (hex)	ADDAT (bin)	A (hex)	A (bin)	B (hex)	B (bin)	P (bcd)	P (bin)
wartość pomiarowa w A	2,9	95	10010101	95	10010101				
A / 51 (wynik w A, reszta w B)				02	00000010	2F	00101111		
B / 5 (wynik w B)						09	00001001		
zamiana bajtów LOW z HIGH, wynik w A				20					
suma logiczna, OR AB wynik w A				29					
A -> port P								29	00101001

Opis algorytmu

Wynik przetwarzania podzielić przez 51. Wynik dzielenia, w postaci ilorazu oraz reszty, zapisać w dwóch 8 bitowych rejestrach. Wykonać operację zamiany 4 bitów młodszych (LOW) ze starszymi (HIGH) w bajcie, w którym zapisany jest iloraz. Bajt z resztą podzielić przez 5. Wykonać operację sumy logicznej na tych dwóch bajtach. Wynik wysłać na wyjście portu P.

Uwaga: Zamianę starszej części bajtu HIGH z młodszą LOW można uzyskać poprzez przemnożenie akumulatora A przez 16 (dec) czyli 10 (hex).