

XLVI OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ ZAWODY II STOPNIA

ROZWIĄZANIA ZADAŃ DLA GRUPY ELEKTRYCZNO-ELEKTRONICZNEJ

Autor: Wiesław Brociek
Koreferent: Paweł Fabijański

Zadanie 1 - rozwiązanie:

Ad.1. Moc czynna jednej fazy odbiornika jest równa:

$$P_f = \frac{P}{3} = \frac{960}{3} = 320 \text{ W} \quad (1)$$

Prąd fazowy I_f i rezystancję R_f jednej fazy odbiornika można obliczyć z zależności:

$$P_f = R_f \cdot I_f^2 = U_f \cdot I_f \cdot \cos\varphi \quad (2)$$

$$I_f = \frac{P_f}{U_f \cos\varphi} = \frac{320}{200 \cdot 0,8} = 2 \text{ A} \quad (3)$$

Rezystancja jednej fazy odbiornika:

$$R_f = \frac{P_f}{I_f^2} = \frac{320}{2^2} = 80 \ \Omega \quad (4)$$

Wiedząc, że impedancja Z_f odbiornika jest równa:

$$Z_f = \frac{U_f}{I_f} = \frac{200}{2} = 100 \ \Omega \quad (5)$$

Reaktancje dławika można obliczyć ze wzoru:

$$X_f = \sqrt{Z_f^2 - R_f^2} = \sqrt{100^2 - 80^2} = 60 \ \Omega \quad (6)$$

Zatem indukcyjność L_f jednej fazy odbiornika jest równa:

$$L_f = \frac{X_f}{\omega} = \frac{60}{314} \cong 0,2 \text{ H} \quad (7)$$

Ad. 2. Przed zwarcie (odbiornik jest symetryczny) wskazanie amperomierza umieszczonego w linii $L1$ jest równe:

$$I_f = 2 \text{ A} \quad (8)$$

Kiedy elementy fazy trzeciej odbiornika ulegną zwarcie pozostałe elementy umieszczone w linii $L1$ i $L2$ będą zasilane napięciem przewodowym. Zatem prąd fazy pierwszej I_f' wskazany przez amperomierz będzie równy:

$$I_f' = \frac{\sqrt{3}U_f}{Z_f} = \frac{\sqrt{3} \cdot 200}{100} = \sqrt{3} \cdot 2 \text{ A} \quad (9)$$

$$\Delta I_f = I_f' - I_f = \sqrt{3} \cdot 2 - 2 \cong 1,5 \text{ A} \quad (10)$$

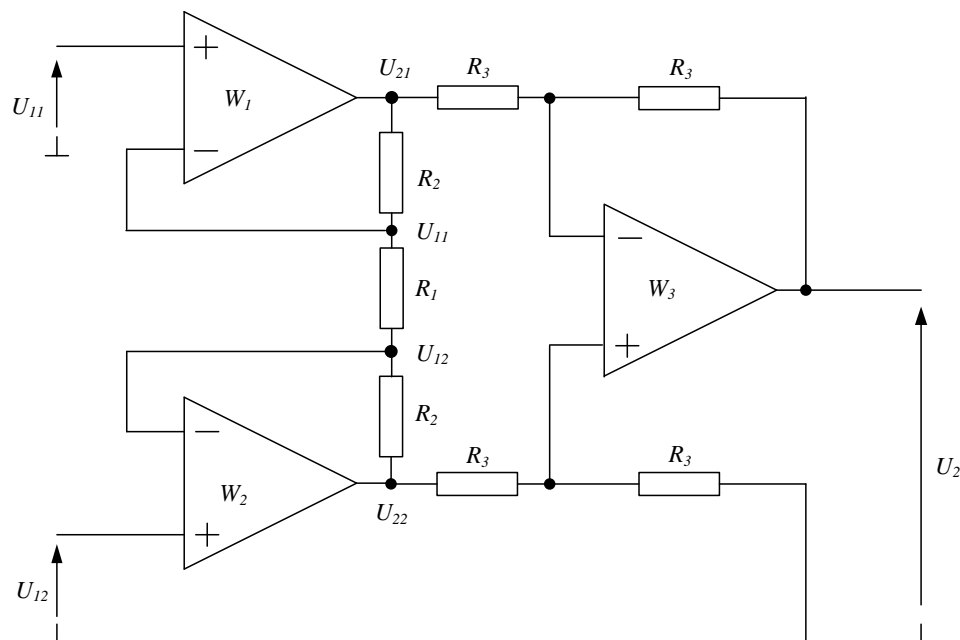
Odp.: Parametry odbiornika: $R_f = 80 \ \Omega$, $L_f \cong 0,2 \text{ H}$. Jeżeli w fazie $L3$ odbiornika wystąpi zwarcie wskazanie amperomierza zwiększy się o około 1,5 A.

XLVI OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ ZAWODY II STOPNIA

Autor: Paweł Fabijański
Koreferent: Piotr Fabijański

Zadanie 2 - rozwiązanie:

Ponieważ wszystkie wzmacniacze operacyjne zastosowane w układzie są w stanie aktywnym można przyjąć, że napięcia różnicowe sterujące każdym z nich są równe zero. Zatem w charakterystycznych węzłach obwodu wystąpią względem masy układu napięcia, które zaznaczono na rysunku 1 (U_{11} , U_{12} , U_{21} , U_{22}).



Rys. 1. Rozkład napięć w układzie

Napięcia wyjściowe każdego wzmacniacza operacyjnego są funkcją różnicy sygnałów sterujących wejściem inwertującym i powtarzającym wzmacniacza. Na rysunku 2 pokazano schematy ideowe tych wzmacniaczy. Przyjmując oznaczenia jak na rysunku napięcia wyjściowe są odpowiednio równe:

- wzmacniacz W_1

$$U_{21} = -\frac{R_2}{R_1} U_{12} + \left(\frac{R_2}{R_1} + 1\right) U_{11} \quad (1)$$

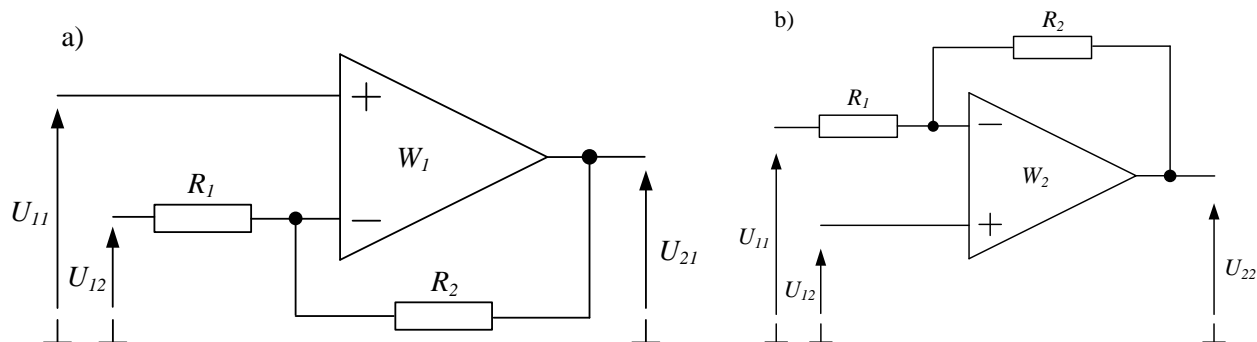
- wzmacniacz W_2

$$U_{22} = -\frac{R_2}{R_1} U_{11} + \left(\frac{R_2}{R_1} + 1\right) U_{12} \quad (2)$$

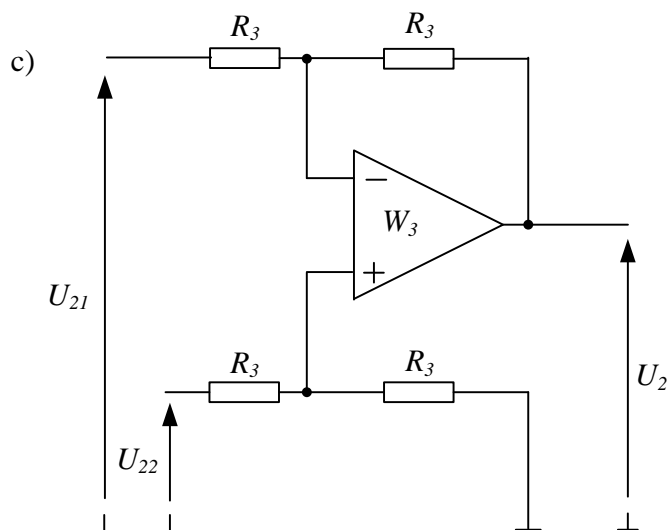
- wzmacniacz W_3

$$U_2 = -\frac{R_3}{R_3} U_{21} + \left(\frac{R_3}{R_3} + 1\right) \frac{R_3}{2R_3} U_{22} = -U_{21} + U_{22} \quad (3)$$

$$U_2 = \frac{R_2}{R_1} U_{12} - \left(\frac{R_2}{R_1} + 1\right) U_{11} - \frac{R_2}{R_1} U_{11} + \left(\frac{R_2}{R_1} + 1\right) U_{12} = \left(\frac{2R_2}{R_1} + 1\right) (U_{12} - U_{11}) \quad (4)$$



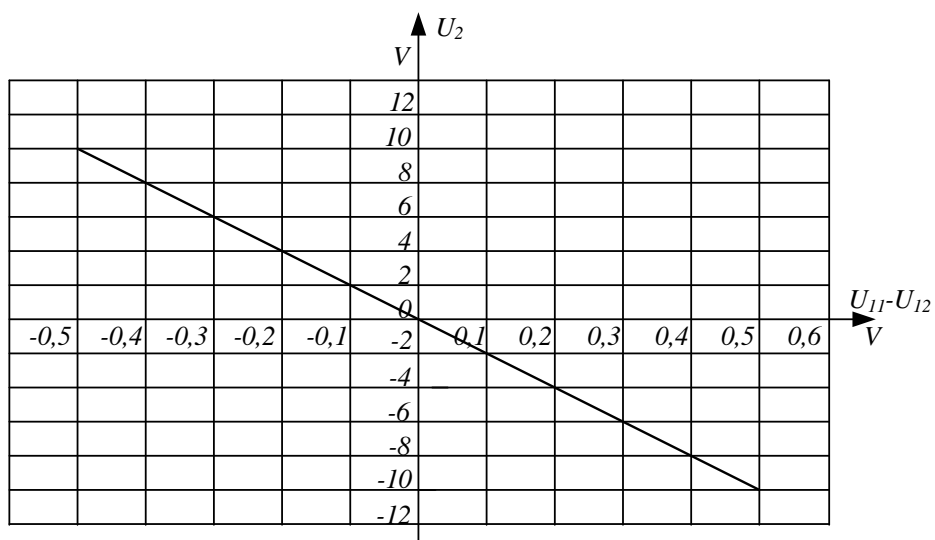
XLVI OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ ZAWODY II STOPNIA



Rys. 3. Schematy poszczególnych stopni wzmacniacza

Po wstawieniu danych z zadania funkcja opisująca napięcie wyjściowe ma postać:

$$U_2 = \left(\frac{2R_2}{R_1} + 1\right) (U_{12} - U_{11}) = \left(\frac{2 \cdot 20 \cdot 10^3}{2 \cdot 10^3} + 1\right) (U_{12} - U_{11}) = -21(U_{11} - U_{12}) \quad (5)$$



Rys. 4. Charakterystyka przejściowa układu

Odp.: Układ realizuje funkcję $U_2 = -21(U_{11} - U_{12})$.
Charakterystykę przejściową przedstawia rysunek 4.

XLVI OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ ZAWODY II STOPNIA

Autor: Piotr Fabijański
Koreferent: Paweł Fabijański

Zadanie 3 - rozwiązanie

Prędkość synchroniczna dla tego silnika $n_s = 1500$ obr/min. Silnik ma cztery bieguny.

Poślizg znamionowy można obliczyć z zależności:

$$s_n = \frac{n_s - n_n}{n_s} \cdot 100\% = \frac{1500 - 1320}{1500} \cdot 100\% = 12\% \quad (1)$$

Moc pozorna:

$$S_n = \sqrt{3} U_p I_p = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1,5 \approx 1039 \text{ VA} \quad (2)$$

Moc czynna:

$$P_n = S_n \cos \varphi = 1039 \cdot 0,84 \approx 873 \text{ W} \quad (3)$$

Moc bierna:

$$Q_{Ln} = S_n \sin \varphi = S_n \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = 1039 \cdot \sqrt{1 - (0,84)^2} \approx 564 \text{ VAR} \quad (4)$$

Straty mocy elektryczne i mechaniczne:

$$P_s = P_n - P_m = 873 - 370 \approx 503 \text{ W} \quad (5)$$

Sprawność silnika:

$$\eta = \frac{P_m}{P_n} 100\% = \frac{370}{873} 100\% \approx 42,4\% \quad (6)$$

Moment obrotowy silnika:

$$M_s = \frac{P_m}{2\pi f_n} = \frac{370}{2\pi \cdot \frac{1320}{60}} \approx 2,68 \text{ Nm} \quad (7)$$

Prędkość obrotową i moment obrotowy wrzeciona można obliczyć z zależności:

$$\frac{n_w}{n_n} = \frac{d_s}{d_w} = \frac{M_s}{M_w} \quad (8)$$

$$n_w = \frac{n_n d_s}{d_w} = \frac{1320 \cdot 120}{320} = 495 \frac{\text{obr}}{\text{min}} \quad (9)$$

$$M_w = \frac{M_s d_w}{d_s} = \frac{2,68 \cdot 320}{120} = 7,15 \text{ Nm} \quad (10)$$

Odp.: Silnik ma cztery bieguny, poślizg znamionowy $s_n = 12\%$, moc pozorna $S_n = 1039$ VA, moc czynna $P_n = 873$ W, moc bierna indukcyjna $Q_{Ln} = 564$ VAR, sprawność silnika $\eta = 42,4\%$, łączne straty mechaniczne i elektryczne $P_s = 503$ W, prędkość obrotowa wrzeciona $n_w = 495 \frac{\text{obr}}{\text{min}}$ i moment obrotowy wrzeciona $M_w = 7,15$ Nm.