

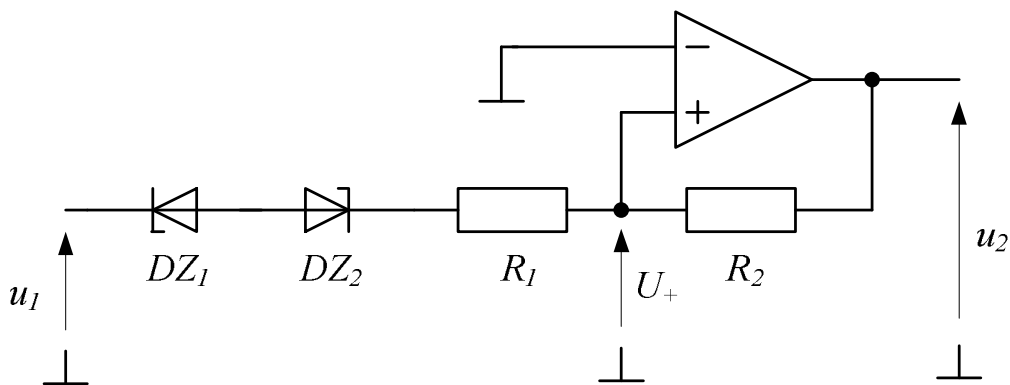
XLIII OLIMPIADA WIEDZY TECHNICZNEJ

Zawody III stopnia

Rozwiązania zadań dla grupy elektryczno-elektronicznej

Rozwiązanie zadania 1

W przedstawionym na rys.1 układzie przerzutnika Schmitta napięcie wyjściowe przyjmuje dwie wartości równe napięciom nasycenia wzmacniacza operacyjnego, tzn. $U_{NP} = 14 \text{ V}$, $U_{NN} = -14 \text{ V}$. Chwile czasowe t_1 i t_2 , w których następuje przełączenie z jednego stanu nasycenia do drugiego występują, gdy chwilowa wartość napięcie U_+ na wejściu powtarzającym wzmacniacza operacyjnego jest równa 0 (rys.1).



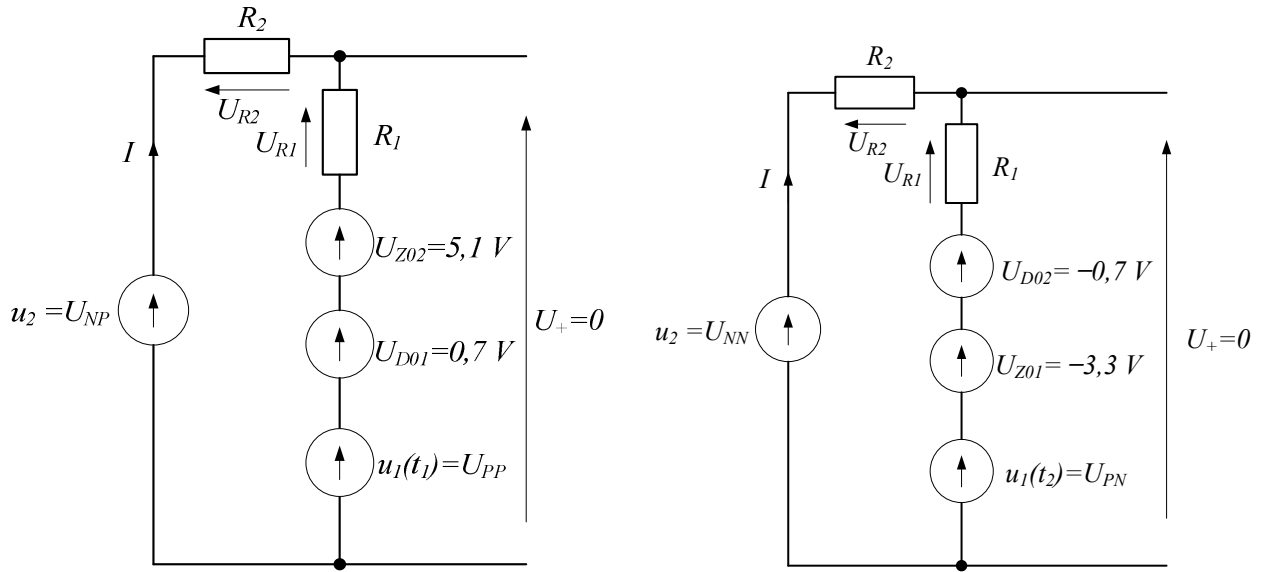
Rys.1. Przerzutnik Schmitta

Odpowiadające temu stanowi napięcia wejściowe $u_1(t_1) = U_{PP}$ i $u_1(t_2) = U_{PN}$ można wyznaczyć na podstawie schematów zastępczych przedstawionych na rys.2.

Kiedy na wyjściu wzmacniacza operacyjnego jest dodatnie napięcie nasycenia U_{NP} napięcie przełączania U_{PP} można obliczyć z układu równań:

$$I = \frac{U_{NP} - U_{Z02} - U_{D01} - u_1(t_1)}{R_1 + R_2}, \quad (1)$$

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



Rys.2. Schematy zastępcze przerzutnika Schmitta dla dwóch napięć wyjściowych układu: napięcia nasycenia U_{NP} i U_{NN}

$$u_1(t_1) = U_{PP}, \quad (2)$$

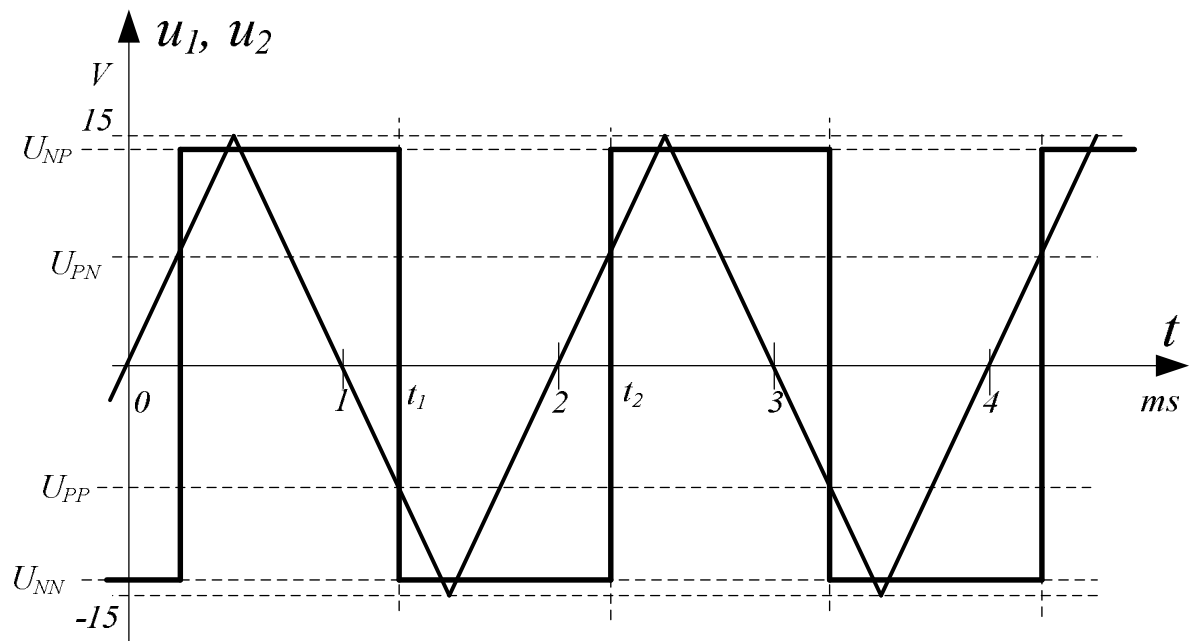
$$IR_1 + U_{ZO2} + U_{D01} + U_{PP} = 0, \quad (3)$$

$$U_{PP} = -U_{NP} \frac{R_1}{R_2} - (U_{ZO2} + U_{D01}) = -14 \cdot \frac{1}{4,7} - (5,1 + 0,7) \approx -8,8 \text{ V}. \quad (4)$$

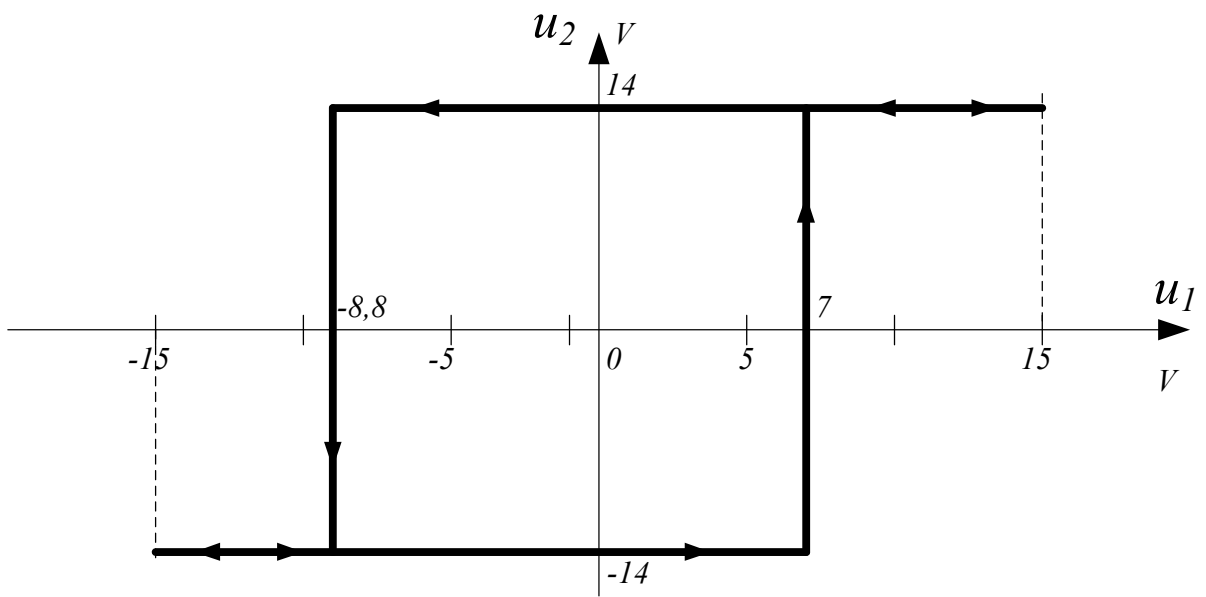
Podobnie oblicza się $u_1(t_2) = U_{PN}$.

$$U_{PN} = -U_{NN} \frac{R_1}{R_2} - (U_{D02} + U_{ZO1}) = -(-14) \cdot \frac{1}{4,7} - (-0,7 - 3,3) \approx 7 \text{ V}. \quad (5)$$

Przebiegi napięcia wyjściowego $u_2(t)$ i wejściowego $u_1(t)$ przedstawiono na rys.3, a charakterystykę $u_2 = f(u_1)$ na rys.4.



Rys.3. Przebieg napięcia wyjściowego $u_2(t)$



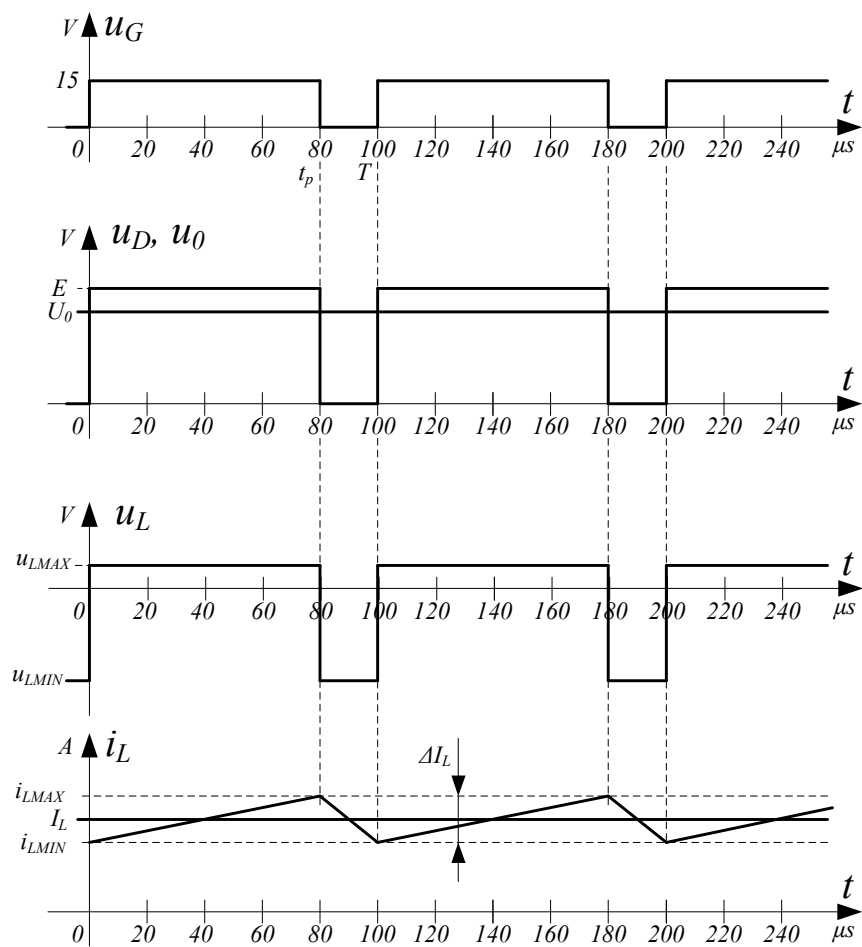
Rys.4. Charakterystyka układu $u_2 = f(u_1)$

Rozwiązanie zadania 2

Okres przebiegu napięcia $u_G(t)$ sterującego tranzystor Q jest równy:

$$T = \frac{1}{10 \cdot 10^3} = 100 \mu\text{s} . \quad (1)$$

Dla przyjętych w zadaniu uproszczeń przebiegi napięć i prądów $u_G(t)$, $u_D(t)$, $u_0(t)$, $u_L(t)$ oraz $i_L(t)$ przedstawiono na rys.1.



Rys.1. Przebiegi napięć i prądów $u_G(t)$, $u_D(t)$, $u_0(t)$, $u_L(t)$ oraz $i_L(t)$ w układzie przerywacza

Średnią wartość napięcia wyjściowego U_0 można obliczyć wyznaczając składową stałą prze-

biegu $u_D(t)$:

$$U_0 T = E t_p, \quad (2)$$

$$U_0 = E \frac{t_p}{T} = 500 \cdot \frac{80}{100} = 400 \text{ V}. \quad (3)$$

Ponieważ dławik jest idealny to średnia wartość napięcia na dławiku jest równa zero, chwilowe wartości maksymalną i minimalną napięcia na dławiku można obliczyć z prawa Kirchhoffa dla oczka $D - L - R_0$.

$$u_D - u_L - U_0 = 0. \quad (4)$$

Kiedy chwilowa wartość napięcia u_D jest równa E można napisać:

$$E - u_{LMAX} - U_0 = 0. \quad (5)$$

Zatem

$$u_{LMAX} = E - U_0 = 500 - 400 = 100 \text{ V}. \quad (6)$$

Kiedy chwilowa wartość napięcia u_D jest równa zero można napisać:

$$0 - u_{LMIN} - U_0 = 0. \quad (7)$$

Zatem

$$u_{LMIN} = -U_0 = -400 \text{ V}. \quad (8)$$

Wartość średnia prądu dławika I_L jest równa prądowi obciążenia I_0

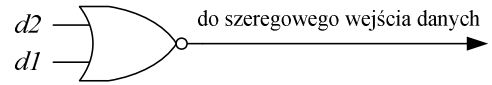
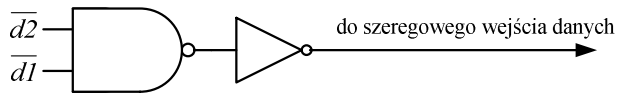
$$I_L = I_0 = \frac{U_0}{R_0} = \frac{400}{10} = 40 \text{ A}. \quad (9)$$

W przedziale czasu $0 \div t_p$ obowiązuje zależność (5). W tym przedziale prąd dławika zwiększył się o ΔI_L , a więc

$$E - L \frac{\Delta I_L}{t_p} - U_0 = 0. \quad (10)$$

Stąd

$$\Delta I_L = \frac{E - U_0}{L} t_p = \frac{500 - 400}{1 \cdot 10^{-3}} \cdot 80 \cdot 10^{-6} = 8 \text{ A}. \quad (11)$$



Dla sekwencji 2

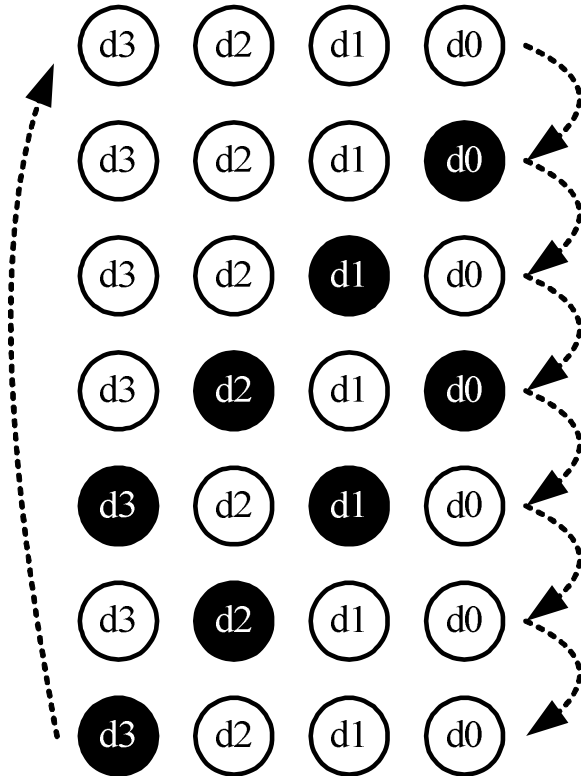
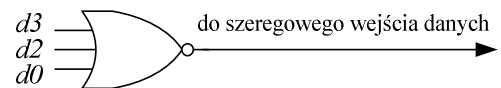
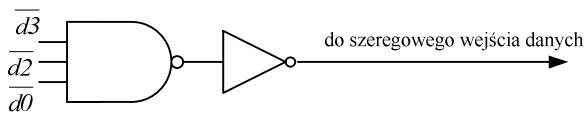


Tabela Karnaugh

		d1, d0			
		00	01	11	10
d3, d2	00	1	0	-	1
	01	0	0	-	-
	11	-	-	-	-
	10	0	-	-	0

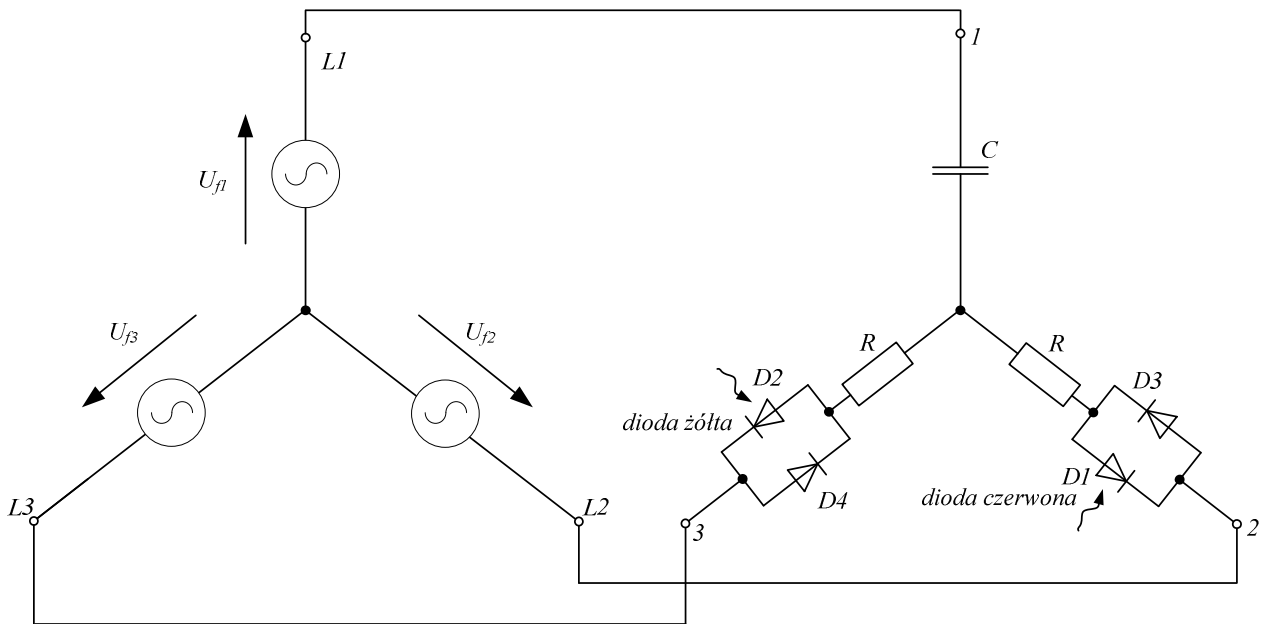
Postać minimalna funkcji realizowanej przez układ kombinacyjny jest następująca:

$$f(d3, d2, d1, d0) = \overline{d3} \cdot \overline{d2} \cdot \overline{d0} = \overline{d3 + d2 + d0}.$$



Rozwiązanie problemu technicznego

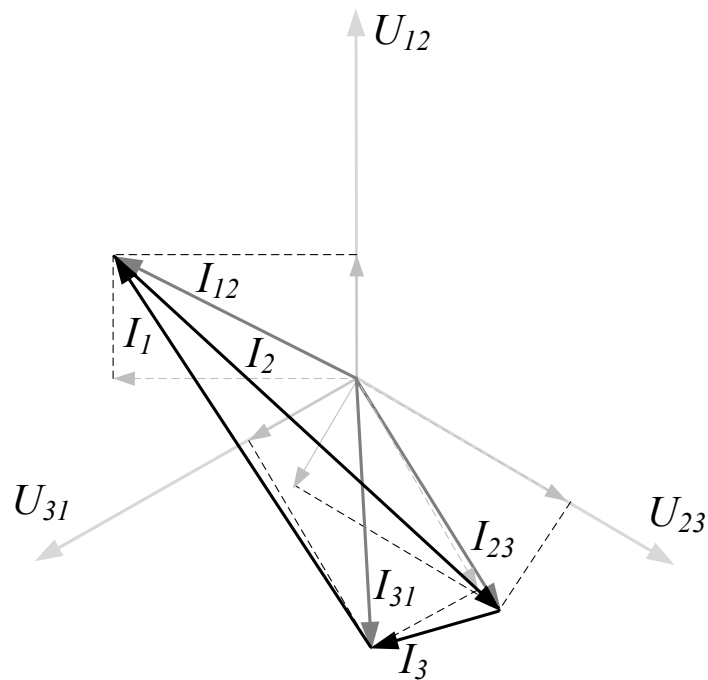
Kiedy zaciski 1, 2, 3 układu pomiarowego będą dołączone do zacisków $L1$, $L2$, $L3$ w ten sposób, że $1 - L1$, $2 - L2$, $3 - L3$ (rys.1) i układ faz jest zgodny to zaświeci się dioda $D1$. Kiedy układ faz będzie przeciwny to jaśniej będzie świeciła dioda $D2$.



Zasadę działania układu można wyjaśnić rysując wykresy wskazowe prądów i napięć w układzie pomiarowym.

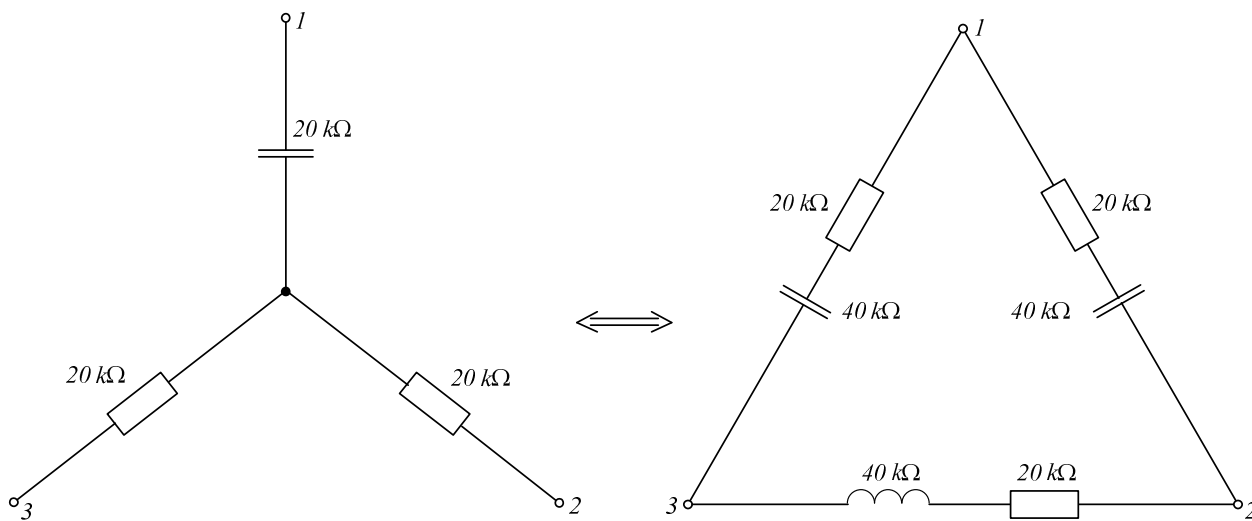
Dla zgodnego kierunku wirowania faz wykres wskazowy przedstawiono na rys.2. Prąd w gałęzi z diodą $D1$ jest kilkakrotnie większy niż w gałęzi z diodą $D2$. Świecąca dioda czerwona zasygnalizuje kierunek zgodny wirowania faz.

Kiedy kierunek wirowania jest przeciwny prąd w gałęzi z diodą $D2$ jest tym razem kilkakrotnie większy od prądu w gałęzi z diodą $D1$. Świecąca dioda żółta zasygnalizuje kierunek przeciwny wirowania faz.



Rys.2. Wykres wskazowy prądów i napięć w układzie pomiarowym dla zgodnego kierunku wirowania faz

Rysując wykres wskazowy warto skorzystać z zamiany połączeń układu gwiazdowego w trójkąt jak pokazano na rys.3.



Rys.3. Zamiana gwiazdy w trójkąt