

Zadanie 1.

W celu utrzymania dodatnich temperatur umożliwiających prawidłową pracę urządzeń elektrycznych wewnątrz szafy sterowniczej, połączono szeregowo trzy grzałki elektryczne i zasilono je napięciem przewodowym $U_p = 440\text{ V}$.

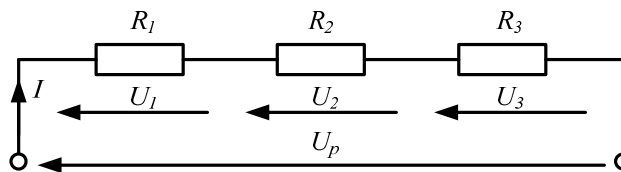
Napięcia znamionowe grzałek są sobie równe: $U_{1N} = U_{2N} = U_{3N} = U_N = 230\text{ V}$, a ich moce znamionowe mają odpowiednio wartości: $P_{1N} = 500\text{ W}$, $P_{2N} = 750\text{ W}$, $P_{3N} = 1000\text{ W}$.

Obliczyć moc każdej grzałki podczas pracy.

Która z trzech grzałek pracujących w układzie jest najbardziej obciążona?

Czy można bez obawy uszkodzenia pozostałych elementów grzejnych pominąć w tym układzie jedną z grzałek?

Rozwiązanie:



Rys. 1 Schemat układu zasilania grzałek

Schemat układu zasilania grzałek przedstawiono na Rys. 1.

Rezystancje znamionowe grzałek są następujące:

$$R_1 = U_{1N}^2 / P_{1N} = 230^2 / 500 = 105,8\ \Omega$$

$$R_2 = U_{2N}^2 / P_{2N} = 230^2 / 750 = 70,5\ \Omega$$

$$R_3 = U_{3N}^2 / P_{3N} = 230^2 / 1000 = 52,9\ \Omega$$

Prądy znamionowe:

$$I_{1N} = P_{1N} / U_{1N} = 500 / 230 = 2,1\text{ A}$$

$$I_{2N} = P_{2N} / U_{2N} = 750 / 230 = 3,3\text{ A}$$

$$I_{3N} = P_{3N} / U_{3N} = 1000 / 230 = 4,3\text{ A}$$

Przy połączeniu szeregowym grzałek wypadkowa rezystancja jest równa:

$$R_{123} = R_1 + R_2 + R_3 = 105,8 + 70,5 + 52,9 = 229,2\ \Omega$$

Prąd zasilający I można obliczyć z prawa Ohma:

$$I = U_p / R_{123} = 440 / 229,2 = 1,9\text{ A}$$

Wypadkowy prąd I w układzie jest mniejszy od prądów znamionowych poszczególnych grzałek, a zatem żadna z grzałek nie spali się.

Moce poszczególnych grzałek są równe:

$$P_1 = I^2 \cdot R_1 = 1,9^2 \cdot 105,8 = 385,7\text{ W} \quad \text{co stanowi 77\% mocy znamionowej } P_{1N}$$

$$P_2 = I^2 \cdot R_2 = 1,9^2 \cdot 70,5 = 256,5\text{ W} \quad \text{co stanowi 34\% mocy znamionowej } P_{2N}$$

$$P_3 = I^2 \cdot R_3 = 1,9^2 \cdot 52,9 = 193,8\text{ W} \quad \text{co stanowi 19\% mocy znamionowej } P_{3N}$$

Pomijając grzałkę R_3 rezystancja wypadkowa R_{12} układu jest równa:

$$R_{12} = R_1 + R_2 = 105,8 + 70,5 = 176,3\ \Omega$$

Prąd zasilający w tym wypadku jest równy:

$$I_x = U_p / R_{12} = 440 / 176,3 = 2,5\text{ A}$$

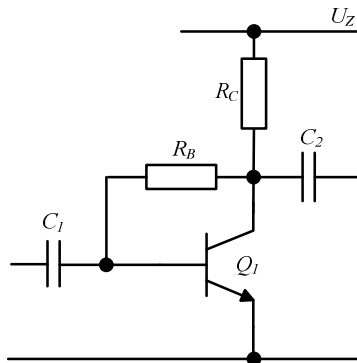
Grzałka R_1 jest przeciążona ponieważ $I_x > I_{1N}$. Takie połączenie nie może być zastosowane. Pominięcie grzałki R_2 lub R_3 to przypadek bardziej niekorzystny. Zatem w ostatecznym wniosku można stwierdzić, że nie można w tym układzie pominąć żadnej grzałki.

Odp: Moce grzałek: $P_1 = 385,7\text{ W}$, $P_2 = 256,5\text{ W}$, $P_3 = 193,8\text{ W}$, najbardziej obciążona jest grzałka R_1 (77% mocy znamionowej), nie można w tym układzie pominąć żadnej grzałki.

Zadanie 2

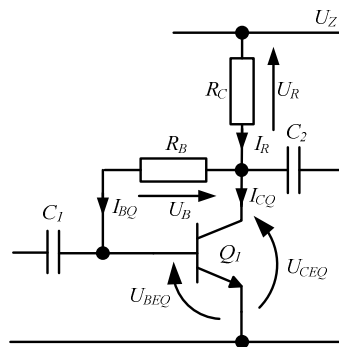
W układzie jednostopniowego wzmacniacza tranzystorowego przedstawionego na Rys.1 obliczyć prąd kolektora I_{CQ} i napięcie kolektor – emiter U_{CEQ} , w punkcie pracy Q tranzystora Q_1 . Na płycie zmontowanego obwodu drukowanego zidentyfikowano elementy wzmacniacza i odczytano następujące dane dotyczące rezystorów: $R_B = 332k$, $R_C = 3k9$, moc strat 125 mW . Napięcie zasilające układ $U_Z = 12\text{ V}$.

Do obliczeń przyjąć, że statyczny współczynnik wzmocnienia prądowego β_0 oraz napięcie baza-emiter U_{BE} w punkcie pracy Q tranzystora są odpowiednio równe $\beta_{0Q} = 100$ i $U_{BEQ} = 0,65\text{ V}$.



Rys.1. Schemat prostego wzmacniacza tranzystorowego

Rozwiązanie:



Rys. 2. Rozkład napięć i rozływ prądów dla składowej stałej

Na podstawie praw Kirchhoffa dla układu przedstawionego na Rys. 2 można napisać:

$$I_R = I_{CQ} + I_{BQ}, \quad \text{gdzie } I_{CQ} = \beta_0 \cdot I_{BQ}, \text{ a zatem } I_R = \beta_0 \cdot I_{BQ} + I_{BQ} = (\beta_0 + 1)$$

$$U_R + U_{CEQ} = U_Z$$

$$U_R + U_B + U_{BE} = U_Z \quad \text{gdzie } U_R = R_C \cdot I_R \quad \text{spadek napięcia na rezystancji } R_C$$

$$U_B = R_B \cdot I_{BQ} \quad \text{spadek napięcia na rezystancji } R_B$$

$$R_C \cdot (\beta_0 + 1) \cdot I_B + R_B \cdot I_B = U_Z - U_{BEQ}$$

$$I_B \cdot [R_C \cdot (\beta_0 + 1) + R_B] = U_Z - U_{BEQ}$$

Stąd po przekształceniu

$$I_B = (U_Z - U_{BEQ}) / [R_C \cdot (\beta_0 + 1) + R_B] = \\ = (12 - 0,65) / [3,9 \cdot 10^3 \cdot (100 + 1) + 332 \cdot 10^3] = 0,0156\text{ mA}$$

Prąd kolektora I_{CQ} można oszacować z zależności:

$$I_{CQ} = \beta_0 \cdot I_B = 100 \cdot 0,0156\text{ mA} = 1,56\text{ mA}$$

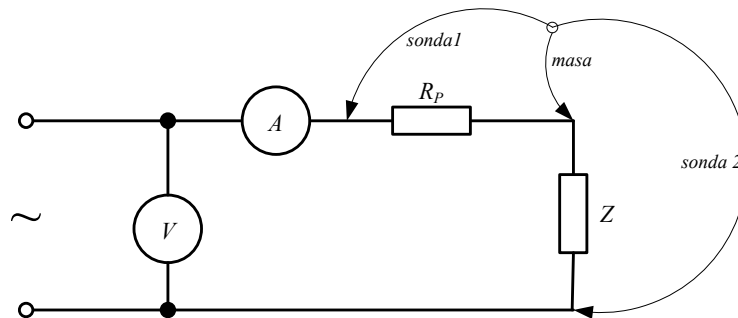
Napięcia U_{CEQ} jest równe:

$$U_{CEQ} = U_Z - U_R = U_Z - R_C \cdot (\beta_0 + 1) \cdot I_B = \\ = 12 - 3,9 \cdot 10^3 \cdot (100 + 1) \cdot 0,0156 \cdot 10^{-3} = 12 - 6,36 = 5,86\text{ V}$$

Odp: $I_{CQ} = 1,56\text{ mA}$ oraz $U_{CEQ} = 5,86\text{ V}$

Zadanie 3

Sondy dwukanałowego oscyloskopu dołączono do układu jak pokazano na Rys. 1. Dla standardowych ustawień oscyloskopu przebieg sinusoidalny uzyskany z sondy 2 wyprzedza przebieg uzyskany z sondy 1 o kąt $\pi/2$ radianów.

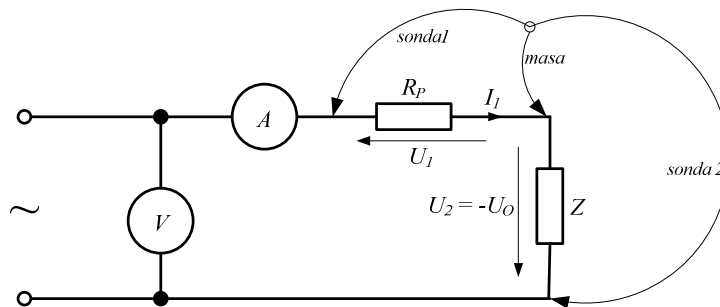


Rys. 1. Schemat podłączenia sond oscyloskopowych

Jaki charakter ma odbiornik Z ?

Obliczyć współczynnik mocy $\cos\varphi$ oraz moc czynną P , bierną Q i pozorną S tego odbiornika, jeżeli idealny woltmierz i amperomierz wskazują odpowiednio wartości $U = 100$ V i $I = 2$ A. W obliczeniach pominąć małą, w porównaniu z impedancją odbiornika Z , rezystancję bocznika pomiarowego R_p .

Rozwiązanie:



Rys.1. Zwroty wskazów napięć pomiarowych U_1 i U_2 oraz odpowiadających im wskazom prądu w obwodzie I_1 i napięcia na odbiorniku U_0 .

Analizując zwroty wskazów napięć i prądów przedstawionych na Rys.1. należy zauważyć, że wskaz napięcia U_1 z sondy 1 odwzorowuje położenie wskaz prądu I_1 w obwodzie i jest z nim w fazie, a wskaz napięcia U_2 z sondy 2 odwzorowuje położenie wskaz napięcia U_0 na odbiorniku Z i jest przesunięty względem tego napięcia o kąt π . Wynika z tego, że wskaz prądu I_1 wyprzedza wskaz napięcia na odbiorniku o kąt $\pi/2$. Zatem odbiornik ma charakter czysto pojemnościowy.

Współczynnik mocy odbiornika jest zatem równy:

$$\cos\varphi = 0$$

Moc pozorna układu jest równa mocy biernej pojemnościowej:

$$S = U \cdot I = 100 \cdot 2 = 200 \text{ VA}$$

$$Q_C = U \cdot I = 100 \cdot 2 = 200 \text{ var}$$

Moc czynna P jest równa 0 W

$$\text{Odp: } \cos\varphi = 0, S = 200 \text{ VA}, Q_C = 200 \text{ var}, P = 0 \text{ W}$$