„EUROELEKTRA”

Ogólnopolska Olimpiada Wiedzy Elektrycznej i Elektronicznej
Rok szkolny 2021/2022

Zadania z elektrotechniki na zawody II stopnia

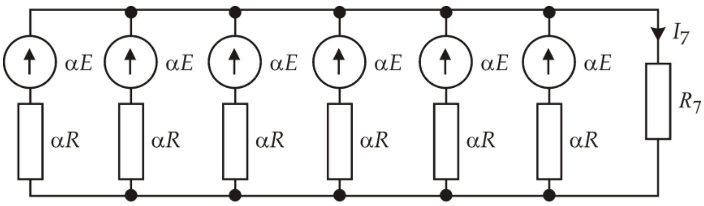
Instrukcja dla zdającego

1. Czas trwania zawodów: 120 minut.
2. II stopień Olimpiady zawiera 5 zadań otwartych.
3. Należy podać poprawną odpowiedź wraz z tokiem rozwiązania.
4. Za każdą prawidłową odpowiedź uzyskuje się maksymalnie 10 punktów. Maksymalna liczba punktów do zdobycia za 5 zadań to 50 punktów.
5. Można korzystać z przyborów do pisania, rozdawanych kart czystopisu i brudnopisu, kalkulatorów i tablic matematycznych. Korzystanie z notebooków, tabletów, telefonów komórkowych, smartfonów, smartwatchy, kalkulatorów programowalnych, itp. jest zabronione.

Życzymy powodzenia!

Zadanie 1

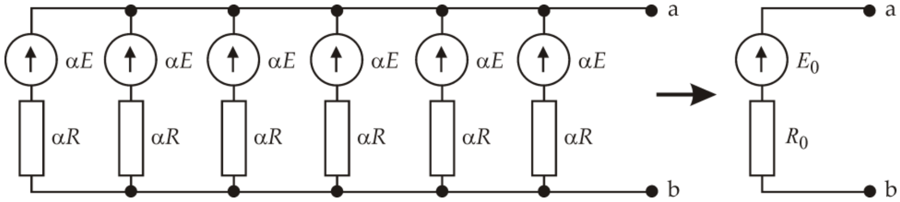
Odbiornik o rezystancji $R_7 = 6\ \Omega$ zasilany jest przez 6 połączonych równolegle źródeł o jednakowych napięciach (rysunek 1) wynoszących (αE) i rezystancjach wynoszących (αR). Przyjmując, że $E = 4$ V oraz $R = 2\ \Omega$, dobrać współczynnik rzeczywisty α tak, aby prąd oznaczony jako I_7 wynosił 3 A.



Rys. 1

Rozwiązanie zadania 1

Układ równoległych 6 źródeł rzeczywistych o jednakowych parametrach należy zastąpić (korzystając z twierdzenia Thevenina) dwójnikiem równoważnym (źródłem zastępczym), utworzonym z szeregowo połączonych dwóch elementów idealnych: E_0 i R_0.



Rys. 1.1

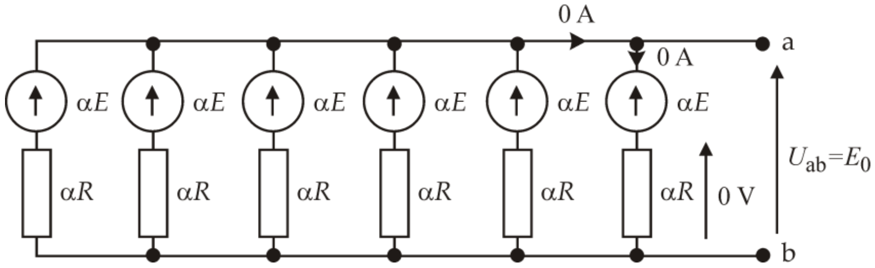
Obliczenie E_0

Ponieważ obwód nieobciążony odbiornikiem R_7, tworzy 6 gałęzi o jednakowych parametrach, połączonych równolegle, w obwodzie tym wszystkie prądy mają wartość równą 0. Zatem wyprowadzając zaciski ab jak na rysunku, różnica potencjałów pomiędzy nimi jest równa napięciu każdego ze źródeł w obwodzie, stąd:

$$U_{\mathrm{ab}} = \alpha E$$

zatem napięcie E_0 – pierwszy z parametrów źródła zastępczego jest równe napięciu U_{ab} a w układzie źródeł nieobciążonych:

$$E_0 = U_{\mathrm{ab}} = \alpha E$$

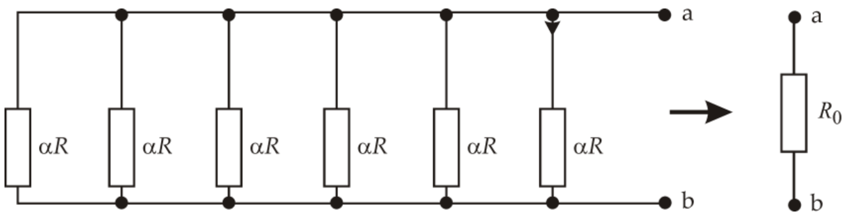


Rys. 1.2

Obliczenie rezystancji R_0

Rezystancja występująca w źródle zastępczym obliczana jest po tzw. upasywnieniu obwodu, tj. założeniu, że wszystkie napięcia źródeł występujące w obwodzie mają wartość zerową, co jest równoznaczne z zastąpieniem ich zwarciem. Wówczas rezystancja zastępcza dwójnika wynosi:

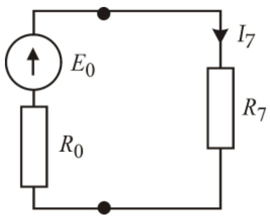
$$R_0 = \frac{\alpha R}{6}$$



Rys. 1.3

Dobranie współczynnika α

W celu ostatecznego uzyskania rozwiązania zadania, wykorzystane zostaje źródło zastępcze, obciążone odbiornikiem o rezystancji R_7.



Rys. 1.4

Pozwala to na bezpośrednie powiązanie prądu I_7 z wyznaczanym współczynnikiem.

$$I_7 = \frac{E_0}{R_0 + R_7}$$

co po podstawieniu daje:

$$I_7 = \frac{\alpha E}{\frac{\alpha R}{6} + R_7}$$

przekształcając wzór uzyskano:

$$\frac{\alpha R}{6} I_7 + R_7\, I_7 = \alpha E$$

ostatecznie:

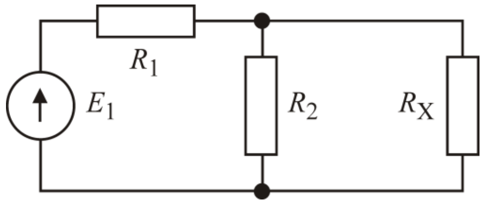
$$\alpha = \frac{R_7 I_7}{E - \frac{R I_7}{6}}$$

Po podstawieniu danych:

$$\alpha = \frac{6 * 3}{4 - \frac{2 * 3}{6}} = 6$$

Zadanie 2

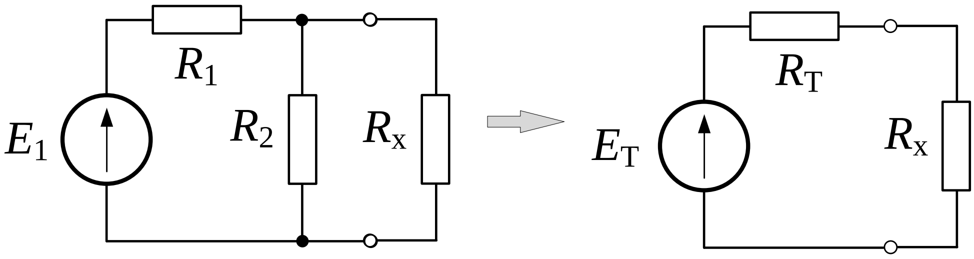
Obwód elektryczny przedstawiony jest na rysunku 2. Przy jakiej wartości rezystancji R_X moc przetwarzana w elemencie R_X wynosi 9 W? Dane: $E_1 = 16$ V, $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 12\ \Omega$.



Rys. 2

Rozwiązanie zadania 2

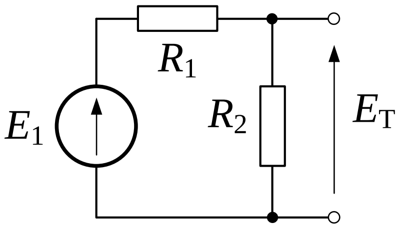
Obwód elektryczny przedstawiony na rysunku 2.1 zgodnie z twierdzeniem Thevenina można zastąpić przez równoważny obwód elektryczny składający się z napięcia źródłowego E_T oraz rezystora o rezystancji R_T.



Rys. 2.1

Napięcie źródłowe E_T

Napięcie źródłowe E_T jest równe napięciu między rozwartymi zaciskami obwodu elektrycznego przedstawione na rysunku 2.2.



Rys. 2.2

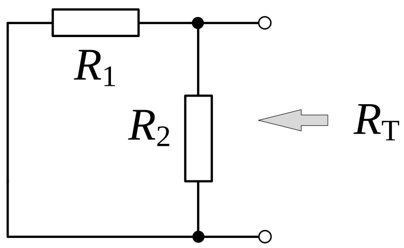
Napięcie E_T można wyznaczyć z następującej zależności

$$E_T = \frac{E_1}{R_1 + R_2} R_2$$

$$E_T = \frac{16}{4 + 12} 12 = 12 \text{ V}$$

Wyznaczenie wartości rezystancji R_T

Wartość rezystancji R_T jest równa rezystancji określonej przy założeniu, że wymuszenia w obwodzie elektrycznym nie działają. Obwód elektryczny do wyznaczenia rezystancji został przedstawiony na rysunku 2.3.



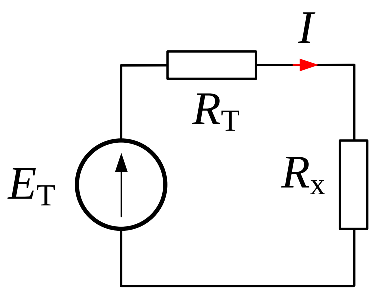
Rys. 2.3

Rezystancję R_T można wyznaczyć z następującej zależności

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{4 \cdot 12}{4 + 12}$$
$$R_T = 3\ \Omega$$

Wyznaczenie wartości rezystancji R_x

Obwód do wyznaczenia wartości rezystancji R_x został przedstawiony na rysunku 2.4.



Rys. 2.4

Z treści zadania wiadomo, że moc przetwarzana w elemencie R_x wynosi 9 W. Moc przetwarzaną w tym elemencie można wyrazić następującą zależnością

$$P_x = I^2 R_x$$
$$P_x = \left(\frac{E_T}{R_T + R_x}\right)^2 R_x$$

Po uporządkowaniu równania otrzymujemy

$$P_x {R_x}^2 + \left(2 P_x R_T - {E_T}^2\right) R_x + P_x {R_T}^2 = 0$$

Po podstawieniu danych

$$9{R_x}^2 + (2 \cdot 9 \cdot 3 - 12^2) R_x + 9 \cdot 9 = 0$$
$$9{R_x}^2 - 90 R_x + 81 = 0\ /:9$$
$${R_x}^2 - 10 R_x + 9 = 0$$

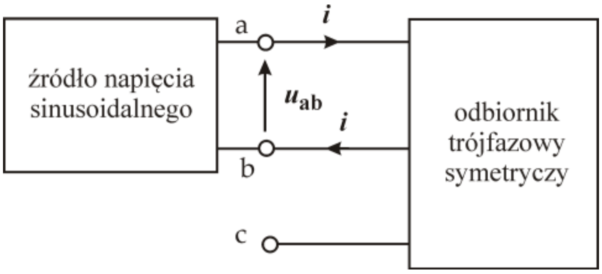
Rozwiązujemy równanie kwadratowe

$$\Delta = \mathrm{b}^2 - 4\mathrm{ac} = 10^2 - 4 \cdot 1 \cdot 9 = 64$$
$$\sqrt{\Delta} = \sqrt{64} = 8$$
$$R_{x1} = \frac{-\mathrm{b} - \sqrt{\Delta}}{2\mathrm{a}} = \frac{-(-10) - 8}{2 \cdot 1} = \frac{10 - 8}{2} = 1\ \Omega$$
$$R_{x2} = \frac{-\mathrm{b} + \sqrt{\Delta}}{2\mathrm{a}} = \frac{-(-10) + 8}{2 \cdot 1} = \frac{10 + 8}{2} = 9\ \Omega$$

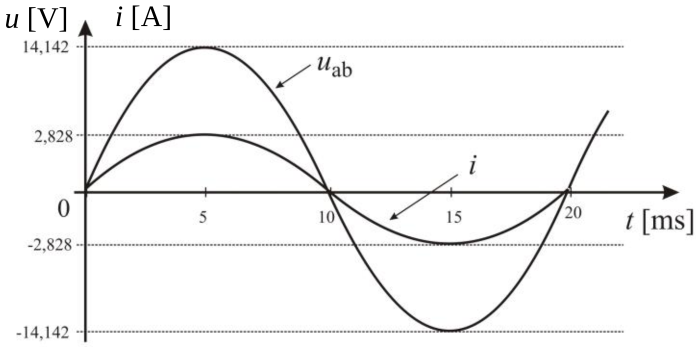
Moc przetwarzana w elemencie R_X będzie wynosiła 9 W w przypadku, gdy wartość rezystancji R_X będzie wynosiła 1 Ω lub 9 Ω.

Zadanie 3

Dwa wybrane zaciski odbiornika trójfazowego symetrycznego połączonego w gwiazdę zostały połączone ze źródłem napięcia sinusoidalnego jak na rysunku 3. Wartości chwilowe napięcia pomiędzy zaciskami oraz prąd w przewodach łączących źródło z odbiornikiem przedstawia rysunek 4. Amplituda napięcia u_{ab} wynosi 14,142 V, a amplituda prądu i wynosi 2,828 A.

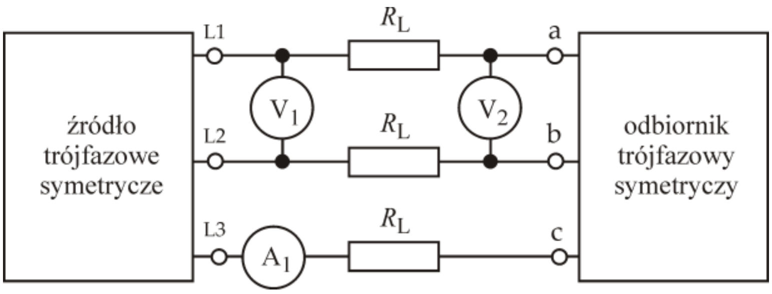


Rys. 3



Rys. 4

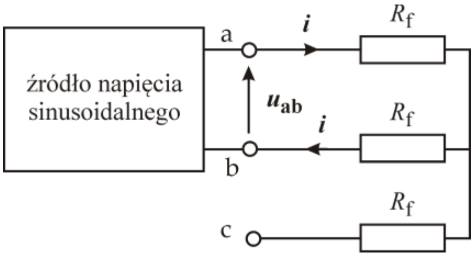
Odbiornik został następnie połączony ze źródłem trójfazowym symetrycznym za pomocą kabla, w przypadku, którego rezystancja każdego z przewodów R_L wynosi 0,5 Ω. Wyznaczyć moc czynną odbiornika trójfazowego oraz wskazanie amperomierza A_1 i woltomierza V_2 w układzie z rysunku 5, jeżeli wiadomo, że woltomierz V_1 pokazuje 150 V (wartość skuteczna).



Rys. 5

Rozwiązanie zadania 3

Na podstawie danych z treści zadania należy utworzyć model odbiornika trójfazowego. Z wykresu prezentowanego na rysunku 4 wynika, że napięcie i prąd są w fazie, zatem odbiornik ma charakter rezystancyjny i każdej z faz zostaje przypisana rezystancja oznaczona jako R_f. Na rysunku 3.1 przedstawiono schemat analizowanego obwodu. Wartości skuteczne napięcia u_{ab} oraz prądu i wynoszą odpowiednio:$U_{SK} = 10$ V oraz i $I_{SK} = 2$A.



Rys. 3.1

Analizując obwód elektryczny przedstawiony na rysunku 3.1 można wyznaczyć rezystancję oznaczona jako R_f, korzystając z następujących zależności:

$$I_\mathrm{SK} = \frac{U_\mathrm{SK}}{R_\mathrm{f} + R_\mathrm{f}}$$

stąd:

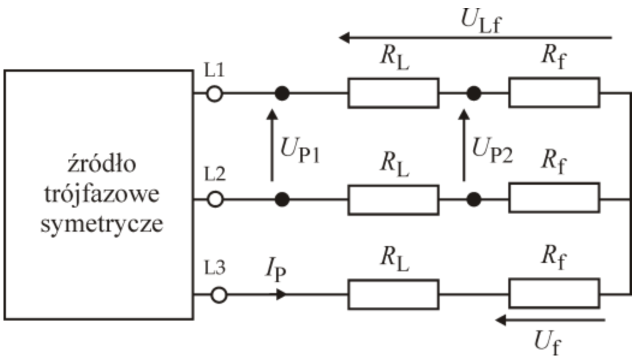
$$R_\mathrm{f} = \frac{U_\mathrm{SK}}{2I_\mathrm{SK}} = \frac{10}{2 * 2} = 2{,}5\Omega$$

Poszukując rozwiązania dla układu trójfazowego z rysunku 5, należy wykorzystać wskazanie woltomierza V_1, któremu odpowiada napięcie przewodowe w miejscu połączenia źródła i kabla zasilającego, i tak:

$$\mathrm{V}_1 \rightarrow U_\mathrm{P1} = 150\ \mathrm{V}$$

W celu uzyskania prądu przewodowego (w przewodach łączących źródło z odbiornikiem), należy skorzystać z faktu szeregowego połączenia rezystancji przewodów zasilających i faz odbiornika. Napięcie na szeregowym połączeniu tych elementów (oznaczone na rysunku 3.2 jako U_Lf) można powiązać z napięciem przewodowym U_P1, i tak:

$$U_\mathrm{Lf} = \frac{U_\mathrm{P1}}{\sqrt{3}} = \frac{150}{\sqrt{3}} = 86{,}60\ \mathrm{V}$$



Rys. 3.2

Zatem prąd przewodowy jest równy:

$$I_\mathrm{p} = \frac{U_\mathrm{Lf}}{R_\mathrm{L} + R_\mathrm{f}} = \frac{86{,}60}{0{,}5 + 2{,}5} = 28{,}87\ \mathrm{A}$$

Powyższy prąd przewodowy odpowiada wskazaniu amperomierza:

$$\mathrm{A}_1 \rightarrow I_\mathrm{P} = 28{,}87\ \mathrm{A}$$

Prąd przewodowy, w przypadku konfiguracji odbiornika w gwiazdę jest równy prądowi fazowemu odbiornika, co pozwala na obliczenie napięcia fazowego odbiornika skojarzonego w gwiazdę:

$$U_\mathrm{f}^\mathrm{Y} = U_\mathrm{f} = R_\mathrm{f} * I_\mathrm{f} = R_\mathrm{f} * \ I_\mathrm{P} = 2{,}5 * 28{,}87 = 72{,}17\ \mathrm{V}$$

Napięcie przewodowe w miejscu połączenia kabla z odbiornikiem uzyskane zostaje na podstawie powyższego napięcia fazowego, i tak:

$$U_\mathrm{P2} = \sqrt{3}U_\mathrm{f}^\mathrm{Y} = 125\ \mathrm{V}$$

Wskazanie woltomierza V_2 wynosi zatem 125 V.

Moc czynna odbiornika trójfazowego (symetrycznego) może zostać obliczona jako potrojona moc jednej z faz:

$$P_\mathrm{odb} = 3P_\mathrm{f} = 3U_\mathrm{f}I_\mathrm{f}\cos\varphi_\mathrm{odb}$$

gdzie: $\cos\varphi_\mathrm{odb} = 1$.

Drugi sposób to posłużenie się rezystancją fazy i prądem fazowym odbiornika, wówczas:

$$P_{\text{odb}} = 3R_{\text{f}}I_{\text{f}}^2$$

lub stosowanym powszechnie w obliczeniach związanych z sieciami elektroenergetycznymi wzorem wiążącym napięcie przewodowe i prąd przewodowy, tj. w tym przypadku:

$$P_{\text{odb}} = \sqrt{3}\, U_{\text{P2}} I_{\text{P}} \cos \varphi_{\text{odb}}$$

Każdy ze sposobów daje moc czynną odbiornika równą: 6250 W.

Zadanie 4

Transformator jednofazowy o danych znamionowych: moc znamionowa $S_N = 12$ kVA; napięcie znamionowe strony GN (strona 1) $U_{1N} = 400$ V; napięcie znamionowe strony dolnej DN (strona 2) $U_{2N} = 230$ V; częstotliwość znamionowa $f_N = 50$ Hz. Podczas pomiarów tego transformatora uzyskano następujące wyniki:

- pomiary w stanie jałowym (zasilana strona 2):
  - napięcie zasilania $U_{20} = U_{2N}$ o częstotliwości f_N;
  - prąd stanu jałowego $I_{20} = 3{,}5$A;
  - moc czynna w stanie jałowym $P_{20} = 130$ W.
- pomiary w stanie zwarcia (zasilana strona 1, zwarcie po stronie 2):
  - napięcie zasilania $U_{1Z} = 22$ V;
  - prąd w stanie zwarcia $I_{1Z} = 27$ A;
  - moc czynna w stanie zwarcia $P_{2Z} = 95$ W.

Należy obliczyć parametry schematu zastępczego typu T transformatora sprowadzone na stronę 1 oraz narysować ten schemat. W obliczeniach należy przyjąć następujące założenia upraszczające: $R_1 = R_2$’ oraz $X_1 = X_2$’.

Rozwiązanie zadania 4

Prąd znamionowy strony 1:

$$I_{1\text{N}} = \frac{S_{\text{N}}}{U_{1\text{N}}} = \frac{12000}{400} = 30{,}0 \text{ A}$$

Prąd znamionowy strony 2:

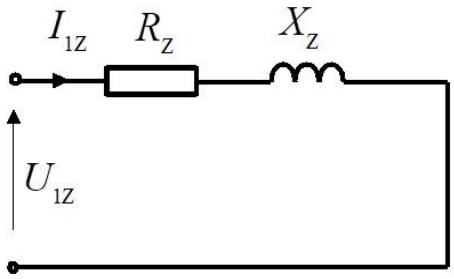
$$I_{2\text{N}} = \frac{S_{\text{N}}}{U_{2\text{N}}} = \frac{12000}{230} = 52{,}2 \text{ A}$$

Przekładnia:

$$n = \frac{U_{1\text{N}}}{U_{2\text{N}}} = \frac{400}{230} = 1{,}74$$

Wyznaczanie parametrów w stanie zwarcia

Wykonując obliczenia parametrów w stanie zwarcia zakłada się, że prąd magnesujący jest bardzo mały w stosunku do prądu płynącego przez uzwojenia transformatora podczas próby zwarcia oraz straty w rdzeniu są pomijalnie małe w stosunku do strat w uzwojeniach. Schemat zastępczy transformatora w stanie zwarcia został przedstawiony na rysunku 4.1.



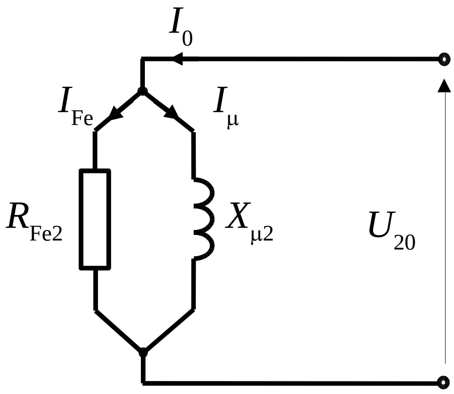
Rys. 4.1

Na podstawie wyników pomiarów uzyskanych z próby stanu zwarcia można wyznaczyć:

- impedancję zwarcia: $Z_{\mathrm{Z}} = \frac{U_{1\mathrm{Z}}}{I_{1Z}} = \frac{22}{27} = 0{,}815\ \Omega$
- rezystancję zwarcia: $R_{\mathrm{Z}} = \frac{P_{1\mathrm{Z}}}{{I_{1\mathrm{Z}}}^2} = \frac{95}{27^2} = 0{,}130\ \Omega$
- reaktancję zwarcia: $X_{\mathrm{Z}} = \sqrt{{Z_{\mathrm{Z}}}^2 - {R_{\mathrm{Z}}}^2} = \sqrt{0{,}815^2 - 0{,}130^2} = 0{,}805\ \Omega$
- reaktancję rozproszenia: $X_1 = X_2{}' = \frac{X_{\mathrm{Z}}}{2} = \frac{0{,}806}{2} = 0{,}403\ \Omega$
- rezystancję uzwojeń: $R_1 = R_2{}' = \frac{R_{\mathrm{Z}}}{2} = \frac{0{,}130}{2} = 0{,}065\ \Omega$

Wyznaczanie parametrów w stanie jałowym

Wykonując obliczenia parametrów w stanie jałowym zakłada się, że spadki napięcia na rezystancji uzwojenia R_2 oraz reaktancji rozproszenia X_2 są bardzo małe w porównaniu z napięciem $U_{20} = U_{2\mathrm{N}}$ na zaciskach i dlatego można je pominąć w dalszym rozważaniu. Schemat zastępczy transformatora w stanie jałowym został przedstawiony na rysunku 4.2.



Rys. 4.2

W celu wyliczenia rezystancji reprezentującej straty mocy w rdzeniu transformatora R_{Fe2} wyznaczonej dla strony 2 należy skorzystać z następującej zależności

$$P_{20} = \frac{{U_{20}}^2}{R_{\mathrm{Fe2}}}$$

$$\Downarrow$$

$$R_{\mathrm{Fe2}} = \frac{{U_{20}}^2}{P_{20}} = \frac{230^2}{130} = 407\Omega$$

Reaktancję $X_{\mu 2}$ można wyznaczyć z następującej zależności $X_{\mu 2} = \frac{U_{20}}{\mathrm{I}_\mu}$

Z powyższej zależności będzie można skorzystać, gdy zostanie wyznaczony prąd magnesujący I_μ

$$I_\mu = I_{20} \cdot \sin\varphi_0$$

Wartość $\sin\varphi_0$ można obliczyć z

$$\cos\varphi_0 = \frac{P_{20}}{U_{20} \cdot I_{20}} = \frac{130}{230 \cdot 3{,}5} = 0{,}161$$

$$\Downarrow$$

$$\sin\varphi_0 = 0{,}987$$

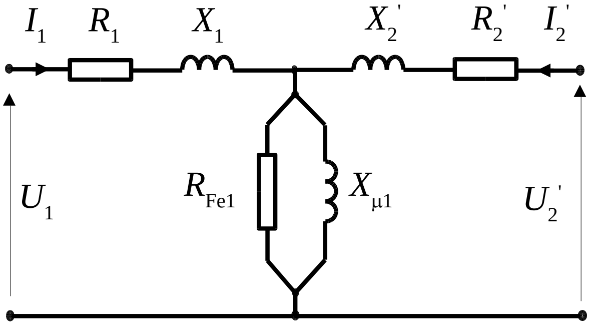
Po wyznaczeniu brakujących wielkości można przejść do wyznaczenia reaktancji $X_{\mu 2}$ wyznaczonej dla strony 2

$$I_\mu = I_{20} \cdot \sin\varphi_0 = 3{,}5 \cdot 0{,}987 = 3{,}45\ \mathrm{A}$$

$$X_{\mu 2} = \frac{U_{20}}{\mathrm{I}_\mu} = \frac{230}{3{,}45} = 66{,}7\ \Omega$$

Schemat zastępczy typu T transformatora jednofazowego dla strony 1

Schemat zastępczy typu T transformatora jednofazowego dla strony 1 został przedstawiony na rysunku 4.3



Rys. 4.3

Rezystancja R_{Fe} oraz reaktancja X_{μ} zostały one określone dla strony 2 (ozn. R_{Fe2} i $X_{\mu2}$), w celu wyznaczenia tych parametrów od strony 1 (ozn. R_{Fe1} i $X_{\mu1}$), należy przemnożyć te wielkości przez kwadrat przekładnik transformatora, według następujących zależności:

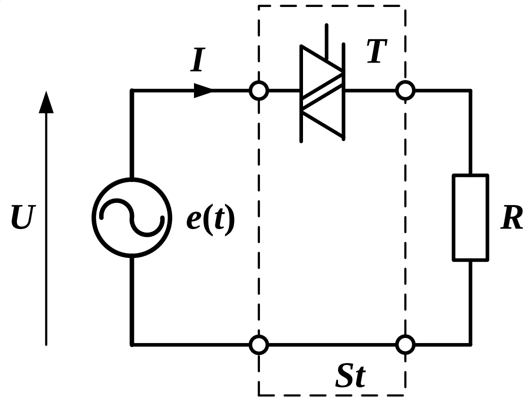
$$R_{\mathrm{Fe1}} = R_{\mathrm{Fe2}} \cdot n^2 = 407 \cdot 1{,}74^2 = 1232\ \Omega$$
$$X_{\mu1} = X_{\mu2} \cdot n^2 = 66{,}7 \cdot 1{,}74^2 = 202\ \Omega$$

Parametry schematu zastępczego:

$$R_1 = 0{,}065\ \Omega$$
$$R_2{}' = 0{,}065\ \Omega$$
$$X_1 = 0{,}403\ \ \Omega$$
$$X_2{}' = 0{,}403\ \Omega$$
$$R_{\mathrm{Fe1}} = 1232\ \Omega$$
$$X_{\mu1} = 202\ \Omega$$

Zadanie 5

Dany jest jednofazowy sterownik ***St*** mocy z obciążeniem rezystancyjnym R zasilany ze źródła napięcia sinusoidalnie przemiennego $e(t)$ o wartości skutecznej U (rysunek 6). Triak ***T*** sterownika mocy jest sterowany fazowo. Moment załączenia triaka jest określony kątem α liczonym od przejścia przebiegu napięcia zasilania przez zero ($0 \le \alpha \le \pi$).



Rys. 6

Zakładając, że:

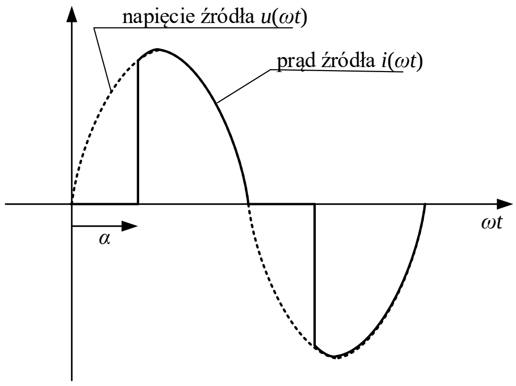
1. źródło napięcia ma zerową impedancję wewnętrzną,
2. triak ***T*** jest łącznikiem idealnym tj. ma zerową rezystancję w stanie załączenia, nieskończona rezystancję w stanie blokowania i zerowe czasy przełączania,

należy obliczyć współczynnik mocy *PF* sterownika, jeśli kąt α załączania triaka wynosi $2\pi/3$ (120°).

WSKAZÓWKA: $\int \sin^2 x\, \mathrm{d}x = \frac{1}{2}x - \frac{1}{4}\sin 2x + C$

Rozwiązanie zadania 5

Przebiegi napięć i prądu w obwodzie ze sterownikiem mocy są przedstawione na rysunku 5.1.



Rys. 5.1

Współczynnik mocy *PF* (Power Factor) jest zdefiniowany jako stosunek mocy czynnej *P* do mocy pozornej *S*:

$$PF = \frac{P}{S}$$

Moc czynna *P* jest zdefiniowana jako średnia mocy chwilowych w okresie:

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T u(t) \cdot i\,(t)\mathrm{d}t$$

W przypadku zadania moc *P* wynosi:

$$P = \frac{1}{\pi}\int_\alpha^\pi \sqrt{2}U\sin\omega t \cdot \frac{\sqrt{2}U}{R}\sin\omega t \cdot \mathrm{d}\omega t = \frac{U^2}{R} \cdot \frac{2}{\pi}\int_\alpha^\pi \sin^2\omega t \cdot \mathrm{d}\omega t$$

Po obliczeniu otrzymuje się zależność:

$$P = \frac{U^2}{R}\left(1 - \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{2\pi}\right)$$

Moc pozorna *S* jest zdefiniowana jako iloczyn skutecznych wartości napięcia (*U*) i prądu (*I*):

$$S = U \cdot I$$

Wartość skuteczna napięcia jest podana bezpośrednio w zadaniu.
Ogólnie, wartość skuteczna prądu *I* jest zdefiniowana następująco:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T}\int_0^T i^2(t)dt}$$

W przypadku danych z zadania:

$$I = \sqrt{\frac{1}{\pi}\int_\alpha^\pi \left(\frac{\sqrt{2}U}{R}\right)^2 \sin^2\omega t \cdot \mathrm{d}\omega t} = \frac{\sqrt{2}U}{R}\sqrt{\frac{1}{\pi}\int_\alpha^\pi \sin^2\omega t \cdot \mathrm{d}\omega t}$$

Po obliczeniu otrzymuje się zależność:

$$I = \frac{U}{R}\sqrt{1 - \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{2\pi}}$$

Po wyznaczeniu wartości skutecznej prądu *I* można obliczyć moc pozorną na podstawie zależności:

$$S = U \cdot I = \frac{U^2}{R}\sqrt{1 - \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{2\pi}}$$

Następnie można obliczyć współczynnik *PF* z następującej zależności:

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{\frac{U^2}{R}\left(1 - \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{2\pi}\right)}{\frac{U^2}{R}\sqrt{1 - \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{2\pi}}} = \sqrt{1 - \frac{2\alpha - \sin 2\alpha}{2\pi}}$$

Po podstawieniu danych z zadania tj. $\alpha = 2\pi/3$ do powyżej zależności otrzymuje się

$$PF = \sqrt{1 - \frac{\frac{4}{3}\pi - \sin\frac{4}{3}\pi}{2\pi}} = \sqrt{\frac{2\pi - \frac{4}{3}\pi - \frac{\sqrt{3}}{2}}{2\pi}} = \sqrt{\frac{\frac{2}{3}\pi - \frac{\sqrt{3}}{2}}{2\pi}} = \sqrt{\frac{1}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4\pi}} = 0{,}442$$

Opracowali:	Sprawdził:	Zatwierdzili:
dr inż. Paweł Dybowski dr inż. Zbigniew Mikoś dr inż. Przemysław Syrek mgr inż. Artur Gancarz	dr inż. Zbigniew Kłosowski	Przewodniczący Rady Naukowej Olimpiady dr hab. inż. Jan Mućko, prof. PBŚ Przewodniczący Komitetu Głównego Olimpiady dr hab. inż. Tomasz Talaśka, prof. PBŚ