

Energia Berriztagarrietan Ingeniaritzako Gradua
Makina Elektrikoak
2019/20

2. Transformadoreak
Ariketak

1. Transformadore monofasiko baten itxurazko potentzia izendatua $S_N = 10$ kVA, tentsio izendatuak 220/380 V eta maiztasuna 50 Hz dira.

Saiakuntza hauek egin dira:

- Hutseko saiakuntza:
 - $V_{10} = 220$ V
 - $I_{10} = 2$ A
 - $P_0 = 150$ W
- Zirkuitulaburreko saiakuntza:
 - $V_{2zl} = 10$ V
 - $I_{2zl} = I_{2N}$
 - $P_{zl} = 225$ W

Kalkulatu:

- Transformadorearen zirkuitu baliokidearen parametroak (primarioan)
- V_2 eta ε tentsio-erregulazioa, $V_1 = V_{1N}$, $\cos\phi = 0,8$ (atzeraturik) eta karga (intensitatea) izendatua direnean.

Ebazpena

1. a)

Hutseko saiakuntzatik, saiakuntza primariotik egin dela kontuan hartuz:

$$G_0 = \frac{P_0}{V_{10}^2} = \frac{150}{220^2} = 3,099 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1}$$

$$Y_0 = \frac{I_{10}}{V_{10}} = \frac{2}{220} = 9,0909 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1}$$

$$B_0 = \sqrt{Y_0^2 - G_0^2} = 8,5464 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1}$$

Zirkuitulaburreko saiakuntzatik, saiakuntza sekundariotik egin dela kontuan hartuz:

$$I_{2N} = \frac{S_N}{V_{2N}} = \frac{10000}{380} = 26,316 \text{ A}$$

$$R_b^s = \frac{P_{zl}}{I_{2zl}^2} = \frac{P_{zl}}{I_{2N}^2} = \frac{225}{26,316^2} = 0,3249 \Omega$$

$$Z_b^s = \frac{V_{2zl}}{I_{2zl}} = \frac{10}{26,316} = 0,38 \Omega$$

$$X_b^s = \sqrt{(Z_b^s)^2 - (R_b^s)^2} = 0,197 \Omega$$

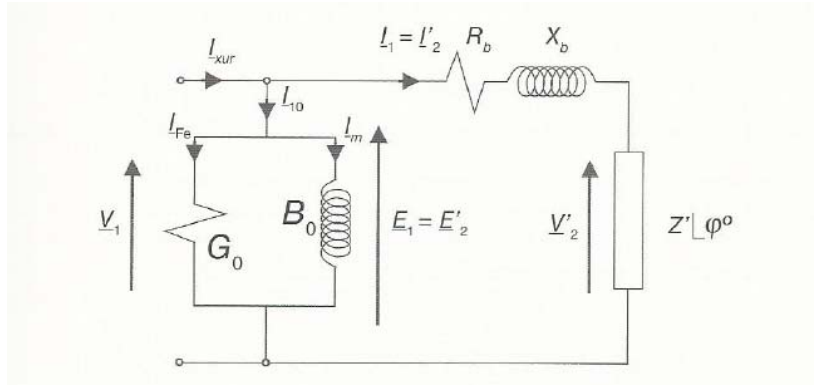
Sekundarioaren ikuspegitik kalkulaturiko parametroak primariora pasatu:

$$a = \frac{220}{380} = 0,579$$

$$R_b = R_b^s \cdot a^2 = 0,3249 \cdot 0,579^2 = 0,1089 \Omega$$

$$X_b = X_b^s \cdot a^2 = 0,197 \cdot 0,579^2 = 0,066 \Omega$$

1. b)



$$\begin{aligned} \bar{V}_1 &= \bar{V}'_2 + \bar{I}'_2(R_b + jX_b) \\ \bar{V}_1 &= \bar{V}_{1N} = 220 \text{ V} \\ I'_2 &= I'_{2N} = \frac{I_{2N}}{a} = \frac{26,316}{0,579} = 45,45 \text{ A} \end{aligned}$$

Oharra: intentsitatea **izendatua** denean sekundarioan ($I_2 = I_{2N}$), primariora pasatzean primarioko intentsitate izendatuaren balio bera du ($I'_2 = I'_{2N} = I_{1N}$):

$$I'_2 = I_{1N} = \frac{S_N}{V_{1N}} = \frac{10000}{220} = 45,45 \text{ A}$$

Intentsitatearen fasearen kalkulua:

$$\cos\varphi=0,8 \text{ (atzeraturik)} \rightarrow \varphi = 36,89^\circ \rightarrow \bar{I}'_2 = 45,45_{|-36,89^\circ} \text{ A}$$

V_2 tentsioaren kalkulua:

$$\begin{aligned} 220 &= \bar{V}'_2 + 45,45_{|-36,89^\circ}(0,1089 + j0,066) \\ \bar{V}'_2 &= 214,24_{|0,15^\circ} \text{ V} \end{aligned}$$

$$V_2 = \frac{V'_2}{a} = \frac{214,24}{0,579} = 370,02 \text{ V}$$

Tentsio-erregulazioaren kalkulua:

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_2'}{V_{1N}} = \frac{220 - 214,24}{220} = \% 2,62$$

V_2 tentsioaren kalkulua Kapp-en hurbilketa erabiliz:

$$V_1 \approx V_2' + I_2'(R_b \cos \varphi + X_b \sin \varphi)$$
$$220 \approx V_2' + 45,45(0,1089 \cdot 0,8 + 0,066 \cdot 0,6)$$
$$V_2' = 214,24 \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{V_2'}{a} = \frac{214,24}{0,579} = 370,02 \text{ V}$$

2. Transformadore monofasiko baten itxurazko potentzia izendatua $S_N = 500$ kVA, tentsio izendatuak 3300/500 V eta maiztasuna 50 Hz dira.

Errendimendu maximoa % 97koa da eta itxurazko potentzia izendatuaren 3/4 denean ematen da ($S=3/4 \cdot S_N$) $\cos\varphi=1$ izanda.

Zirkuitulaburreko saiakuntzan:

- $V_{1z1} = 330$ V
- $I_{1z1} = I_{1N}$

Kalkulatu ε_R eta ε_X

$$\varepsilon_R = \frac{R_b I_{1N}}{V_{1N}} 100$$

$$\varepsilon_X = \frac{X_b I_{1N}}{V_{1N}} 100$$

Ebazpena

Errendimendu maximotik P_{JN} :

$$\eta_{max} = \frac{i_{\eta max} \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i_{\eta max} \cdot S_N \cdot \cos\varphi + 2 \cdot P_{Fe}}$$

$$\eta_{max} = 0,97$$

$$i_{\eta max} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$0,97 = \frac{0,75 \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,75 \cdot 500 \cdot 10^3 \cdot 1 + 2 \cdot P_{Fe}}$$

$$P_{Fe} = 5799 \text{ W}$$

$$i_{\eta max}^2 \cdot P_{JN} = P_{Fe}$$

$$0,75^2 \cdot P_{JN} = 5799$$

$$P_{JN} = 10309 \text{ W}$$

P_{JN} -tik R_b :

$$P_{JN} = I_{1N}^2 R_b$$

$$10309 = \left(\frac{500 \cdot 10^3}{3300} \right)^2 R_b$$

$$R_b = 0,449 \Omega$$

Zirkuitulaburreko saiakuntzatik:

$$Z_b = \frac{V_{1zl}}{I_{1zl}} = \frac{330}{(500 \cdot 10^3 / 3300)} = 2,178 \Omega$$
$$X_b = \sqrt{Z_b^2 - R_b^2} = 2,131 \Omega$$

ε_R eta ε_X :

$$\varepsilon_R = \frac{R_b I_{1N}}{V_{1N}} 100 = \frac{0,449 (500 \cdot 10^3 / 3300)}{3300} 100 = \%2,06$$

$$\varepsilon_X = \frac{X_b I_{1N}}{V_{1N}} 100 = \frac{2,131 (500 \cdot 10^3 / 3300)}{3300} 100 = \%9,78$$

3. Transformadore monofasiko baten itxurazko potentzia izendatua $S_N = 20$ kVA, tentsio izendatuak 460/220 V eta maiztasuna 50 Hz dira. Burdinako galerak (tentsio izendatuan) 360 W eta kobreako galerak (intentsitate izendatuan) 500 W dira.

Kalkulatu:

- Errendimendua karga erdian $\eta_{1/2}$, $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik) denean
- Errendimendua maximoa denean S itxurazko potentzia
- Errendimendu maximoa (η_{\max}), $\cos\varphi=1$ denean

Ebazpena

3. a)

Karga erdiaren karga-indizea:

$$i = \frac{1}{2} = 0,5$$

Errendimendua:

$$\eta = \frac{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + i^2 \cdot P_{JN}}$$

$$\eta_{1/2} = \frac{0,5 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{0,5 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 360 + 0,5^2 \cdot 500} = \% 94,3$$

Beste modu batera:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_2}{P_2 + P_{Fe} + P_J}$$

$$P_2 = S_2 \cdot \cos\varphi$$

$$S_2 = i \cdot S_N = 0,5 \cdot 20 \cdot 10^3 = 10 \text{ kVA}$$

$$P_2 = 10 \cdot 10^3 \cdot 0,8 = 8 \text{ kW}$$

$$P_J = i^2 \cdot P_{JN} = 0,5^2 \cdot 500 = 125 \text{ W}$$

$$\eta_{1/2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{8 \cdot 10^3}{8 \cdot 10^3 + 360 + 125} = \% 94,3$$

3. b)

$$S_2 = i \cdot S_N$$

$$i = i_{\eta_{\max}} = \sqrt{\frac{P_{Fe}}{P_{JN}}} = \sqrt{\frac{360}{500}} = 0,8485$$

$$S_2 = 0,8485 \cdot 20 \cdot 10^3 = 16,97 \text{ kVA}$$

3. c)

$$\eta_{max} = \frac{i_{\eta_{max}} \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i_{\eta_{max}} \cdot S_N \cdot \cos\varphi + 2 \cdot P_{Fe}}$$
$$\eta_{max} = \frac{0,8485 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,8485 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 1 + 2 \cdot 360} = \% 95,9$$

Beste modu batera:

$$\eta = \frac{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + i^2 \cdot P_{JN}}$$
$$\eta_{max} = \frac{0,8485 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,8485 \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 1 + 360 + 0,8485^2 \cdot 500} = \% 95,9$$

4. Transformadore monofasiko baten itxurazko potentzia izendatua $S_N = 125 \text{ kVA}$, tentsio izendatuak $3000/380 \text{ V}$ eta maiztasuna 50 Hz dira.

Saiakuntza hauek egin dira:

- Hutseko saiakuntza:
 - $V_{10} = 3000 \text{ V}$
 - $I_{10} = 0,8 \text{ A}$
 - $P_0 = 1000 \text{ W}$
- Zirkuitulaburreko saiakuntza:
 - $V_{2z1} = 10 \text{ V}$
 - $I_{2z1} = 300 \text{ A}$
 - $P_{z1} = 750 \text{ W}$

Kalkulatu:

- a) $V_1 = V_{1N}$ denean paraleloko adarreko I_{Fe} eta I_m
- b) Burdinako galerak eta kobreako galerak transformadorearen itxurazko potentzia izendatua denean
- c) Errendimendua (η) itxurazko potentzia izendatua denean eta hiru kasu hauetan:
 - $\cos\varphi = 1$
 - $\cos\varphi = 0,8$ (atzeraturik, induktiboa)
 - $\cos\varphi = 0,8$ (aurreraturik, kapazitiboa)
- d) Sekundarioko tentsioa (V_2) eta ε tentsio-erregulazioa, $V_1 = V_{1N}$ eta itxurazko potentzia izendatua direnean eta hiru kasu hauetan:
 - $\cos\varphi = 1$
 - $\cos\varphi = 0,8$ (atzeraturik, induktiboa)
 - $\cos\varphi = 0,8$ (aurreraturik, kapazitiboa)

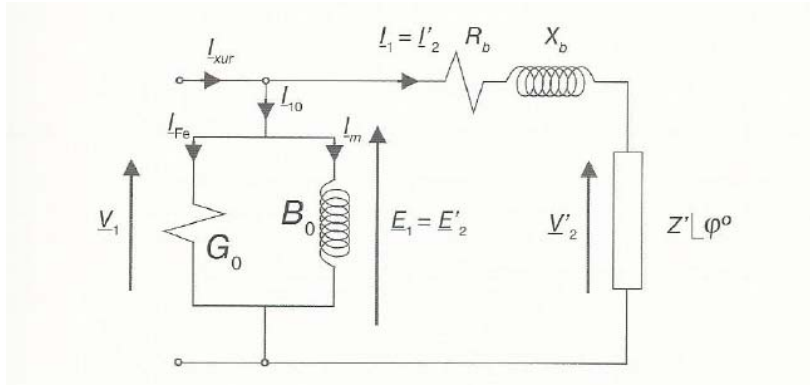
Ebazpena

4. a)

Hutseko saiakuntzatik, saiakuntza primariotik egin dela kontuan hartuz:

$$G_0 = \frac{P_0}{V_{10}^2} = \frac{1000}{3000^2} = 1,111 \cdot 10^{-4} \Omega^{-1}$$
$$Y_0 = \frac{I_{10}}{V_{10}} = \frac{0,8}{3000} = 2,666 \cdot 10^{-4} \Omega^{-1}$$
$$B_0 = \sqrt{Y_0^2 - G_0^2} = 2,42 \cdot 10^{-4} \Omega^{-1}$$

Paraleloko adarreko intentsitateen kalkulua:



$$I_{Fe} = G_0 V_1 = 1,111 \cdot 10^{-4} \cdot 3000 = 0,333 \text{ A}$$

$$I_m = B_0 V_1 = 2,42 \cdot 10^{-4} \cdot 3000 = 0,7272 \text{ A}$$

4. b)

Burdinako galerak:

$$P_{Fe} = P_0 = 1000 \text{ W}$$

Joule galerak kalkulatzeko R_b behar dugu. Zirkuitulaburreko saiakuntzatik, saiakuntza sekundariotik egin dela kontuan hartuz:

$$R_b^s = \frac{P_{zl}}{I_{2zl}^2} = \frac{750}{300^2} = 0,0083 \text{ } \Omega$$

$$Z_b^s = \frac{V_{2zl}}{I_{2zl}} = \frac{10}{300} = 0,0333 \text{ } \Omega$$

$$X_b^s = \sqrt{(Z_b^s)^2 - (R_b^s)^2} = 0,0323 \text{ } \Omega$$

Sekundarioaren ikuspegitik kalkulaturiko parametroak primariora pasatu:

$$a = \frac{3000}{380} = 7,895$$

$$R_b = R_b^s \cdot a^2 = 0,0083 \cdot \left(\frac{3000}{380}\right)^2 = 0,517 \text{ } \Omega$$

$$X_b = R X_b^s \cdot a^2 = 0,02205 \cdot \left(\frac{3000}{380}\right)^2 = 2,013 \text{ } \Omega$$

Joule galerak, karga izendatua dela kontuan hartuz:

$$P_J = I_1^2 \cdot R_b = I_{1N}^2 \cdot R_b = \left(\frac{125 \cdot 10^3}{3000}\right)^2 \cdot 0,517 = 897,6 \text{ W}$$

Karga izendaturikoa denez, kalkulaturiko balioa P_{JN} da.

$$P_{JN} = 897,6 \text{ W}$$

Ikusten denez $P_{JN} \neq P_{zl}$, ondorioz, zirkuitulaburreko saiakuntzako intentsitatea ez da izendatua. Normalean, zirkuitulaburreko saiakuntzako intentsitatea izendatua da, baina ez da derrigorrezkoa horrela izatea.

4. c)

Karga izendatua denean, i karga-indizea 1 da.

$$\eta = \frac{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + i^2 \cdot P_{JN}}$$

- $\cos\varphi=1$

$$\eta = \frac{1 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 1}{1 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 1 + 1000 + 1^2 \cdot 897,6} = \% 98,5$$

- $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik, induktiboa)

$$\eta = \frac{1 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{1 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 1000 + 1^2 \cdot 897,6} = \% 98,1$$

- $\cos\varphi=0,8$ (aurreraturik, kapazitiboa)

$$\eta = \frac{1 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{1 \cdot 125 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 1000 + 1^2 \cdot 897,6} = \% 98,1$$

$\cos\varphi$ atzeraturik ala aurreraturik egoteak ez du eragiten errendimenduan.

4. d)

$$\bar{V}_1 = \bar{V}'_2 + \bar{I}'_2(R_b + jX_b)$$

Itxurazko potentzia izendatua bada, intentsitatea ere bai.

$$I'_2 = I'_{2N} = I_{1N} = \frac{S_N}{V_{1N}} = \frac{125 \cdot 10^3}{3000} = 41,66 \text{ A}$$

- $\cos\varphi=1$

$$\bar{I}'_2 = 41,66 \text{ A}$$

$$3000 = \bar{V}'_2 + 41,66(0,517 + j2,013)$$

$$\bar{V}'_2 = 2979,6_{|-1,61} \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{V'_2}{a} = \frac{2979,6}{(3000/380)} = 377,42 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V'_{2''}}{V_{1N}} = \frac{3000 - 2979,6}{3000} = \% 0,68$$

- $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik, induktiboa)

$$\bar{I}'_2 = 41,66_{|-36,89} \text{ A}$$

$$3000 = \bar{V}'_2 + 41,66_{|-36,89^\circ}(0,517 + j2,013)$$

$$\bar{V}'_2 = 2932,9_{|-1,06} V$$

$$V_2 = \frac{V'_2}{a} = \frac{2932,9}{(3000/380)} = 371,5 V$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_{2''}}{V_{1N}} = \frac{3000 - 2932,9}{3000} = \% 2,24$$

- $\cos\varphi=0,8$ (aurreraturik, kapazitiboa)

$$\bar{I}'_2 = 41,66_{|36,89^\circ} A$$

$$3000 = \bar{V}'_2 + 41,66_{|36,89^\circ}(0,517 + j2,013)$$

$$\bar{V}'_2 = 3034,2_{|-1,51} V$$

$$V_2 = \frac{V'_2}{a} = \frac{3034,2}{(3000/380)} = 384,3 V$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_{2''}}{V_{1N}} = \frac{3000 - 3034,2}{3000} = \% - 1,14$$

Kalkulua Kapp-en hurbilketa erabiliz:

$$V_1 \approx V'_2 + I'_2(R_b \cos\varphi + X_b \sin\varphi)$$

- $\cos\varphi=1$

$$3000 \approx V'_2 + 41,66(0,517 \cdot 1 + 2,013 \cdot 0)$$

$$V'_2 = 2978,5$$

$$V_2 = \frac{V'_2}{a} = \frac{2978,5}{(3000/380)} = 377,27 V$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_{2''}}{V_{1N}} = \frac{3000 - 2978,5}{3000} = \% 0,72$$

- $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik, induktiboa)

$$\cos\varphi=0,8 \text{ (atzeraturik)} \rightarrow \varphi = 36,89^\circ \rightarrow \sin\varphi = 0,6$$

$$3000 \approx V'_2 + 41,66(0,517 \cdot 0,8 + 2,013 \cdot 0,6)$$

$$V'_2 = 2932,4 V$$

$$V_2 = \frac{V'_2}{a} = \frac{2932,4}{(3000/380)} = 371,44 V$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_{2''}}{V_{1N}} = \frac{3000 - 2932,4}{3000} = \% 2,25$$

- $\cos\varphi=0,8$ (aurreraturik, kapazitiboa)

$$\cos\varphi=0,8 \text{ (aurreraturik)} \rightarrow \varphi = -36.89^\circ \rightarrow \sin\varphi = -0,6$$

$$3000 \approx V_2' + 41,66(0,517 \cdot 0,8 + 2,013 \cdot (-0,6))$$

$$V_2' = 3033,1 \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{V_2'}{a} = \frac{3033,1}{(3000/380)} = 384,19 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_2'}{V_{1N}} = \frac{3000 - 3033,1}{3000} = \% - 1,1$$

5. Transformadore monofasiko baten itxurazko potentzia izendatua $S_N = 75 \text{ kVA}$, tentsio izendatuak $3000/220 \text{ V}$ eta maiztasuna 50 Hz dira.

Zirkuitulaburreko saiakuntzan:

- $V_{1z1} = 200 \text{ V}$
- $I_{1z1} = I_{1N}$
- $P_{z1} = 2 \text{ kW}$

Kalkulatu:

- a) ε tentsio-erregulazioa, $V_1 = V_{1N}$ eta itxurazko potentzia izendatua direnean eta hiru kasu hauetan:
- $\cos\varphi=1$
 - $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik, inдукtibo)
 - $\cos\varphi=0,8$ (aurreraturik, kapazitibo)
- b) Burdinako galerak $1,5 \text{ kW}$ badira, errendimendua karga izendatuan η_N eta karga erdian $\eta_{1/2}$, $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik) denean.

Ebazpena

5. a)

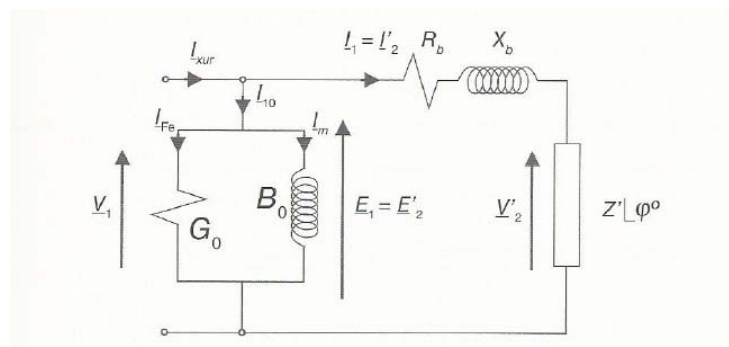
Zirkuitulaburreko saiakuntzatik:

$$I_{1z1} = I_{1N} = \frac{75000}{3000} = 25 \text{ A}$$

$$R_b = \frac{P_{z1}}{I_{1z1}^2} = \frac{2000}{25^2} = \frac{2000}{625} = 3,2 \Omega$$

$$Z_b = \frac{200}{25} = 8 \Omega$$

$$X_b = \sqrt{Z_b^2 - R_b^2} = 7,33 \Omega$$



Kalkulua Kapp-en hurbilketa erabiliz:

$$V_1 \approx V_2' + I_2'(R_b \cos\varphi + X_b \sin\varphi)$$

- $\cos\varphi=1$

$$3000 \approx V_2' + 25(3,2 \cdot 1 + 7,33 \cdot 0)$$

$$V_2' = 2920$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_{2''}}{V_{1N}} = \frac{3000 - 2920}{3000} = \% 2,7$$

- $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik, induktiboa)

$$\cos\varphi=0,8 \text{ (atzeraturik)} \rightarrow \varphi = 36.89^\circ \rightarrow \sin\varphi = 0,6$$

$$3000 \approx V_2' + 25(3,2 \cdot 0,8 + 7,33 \cdot 0,6)$$

$$V_2' = 2826 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_{2''}}{V_{1N}} = \frac{3000 - 2826}{3000} = \% 5,8$$

- $\cos\varphi=0,8$ (aurreraturik, kapazitiboa)

$$\cos\varphi=0,8 \text{ (aurreraturik)} \rightarrow \varphi = -36.89^\circ \rightarrow \sin\varphi = -0,6$$

$$3000 \approx V_2' + 25(3,2 \cdot 0,8 + 7,33 \cdot (-0,6))$$

$$V_2' = 3045,9 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_{2''}}{V_{1N}} = \frac{3000 - 3045,9}{3000} = \% -1,5$$

5. b)

$$\eta = \frac{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + i^2 \cdot P_{JN}}$$

Karga izendatua denean, i karga-indizea 1 da.

$$\eta_N = \frac{1 \cdot 75000 \cdot 0,8}{1 \cdot 75000 \cdot 0,8 + 1500 + 1^2 \cdot 2000} = \% 94,5$$

Karga izendatuaren erdia denean, i karga-indizea 0,5 da.

$$\eta_{1/2} = \frac{0,5 \cdot 75000 \cdot 0,8}{0,5 \cdot 75000 \cdot 0,8 + 1500 + 0,5^2 \cdot 2000} = \% 93,7$$

6. Transformadore monofasiko baten itxurazko potentzia izendatua $S_N = 100 \text{ kVA}$ da. Kargaren $\cos\varphi=0,8$ (atzeratua) denean, errendimendu izendatua $\eta_N = \% 93,02$ da. Kargaren $\cos\varphi=1$ denean eta karga izendatuaren erdia denean, errendimendua $\eta_{1/2} = \% 94,34$ da.

Kalkulatu η_{\max} errendimendu maximoa.

Ebazpena

Karga izendatua denean, i karga-indizea 1 da.

$$\eta_N = \frac{1 \cdot 100000 \cdot 0,8}{1 \cdot 100000 \cdot 0,8 + P_{Fe} + 1^2 \cdot P_{JN}} = 0,9302$$

Karga izendatuaren erdia denean, i karga-indizea 0,5 da.

$$\eta_{1/2} = \frac{0,5 \cdot 100000 \cdot 1}{0,5 \cdot 100000 \cdot 1 + P_{Fe} + 0,5^2 \cdot P_{JN}} = 0,9434$$

P_{Fe} et P_{JN} askatuz:

$$P_{Fe} = 2 \text{ kW}$$

$$P_{JN} = 4 \text{ kW}$$

Errendimendu maximoa:

$$i_{\eta_{\max}} = \sqrt{\frac{P_{Fe}}{P_{JN}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^3}} = 0,707$$

$$\eta_{\max} = \frac{0,707 \cdot 100000 \cdot 1}{0,707 \cdot 100000 \cdot 1 + 2000 + 0,707^2 \cdot 4000} = 0,9464 = \% 94,65$$

7. Transformadore monofasiko baten itxurazko potentzia izendatua $S_N = 132 \text{ kVA}$ eta tentsio izendatuak $6000/230 \text{ V}$ dira. Serieko parametroen balioak $R_b = 2,2 \Omega$ eta $X_b = 21 \Omega$ dira.

Sekundarioan karga elektriko bat dago parametro hauek dituen: $R = 0,4274 \Omega$ eta $X = 0,3206 \Omega$ dira.

Karga elektrikoa tentsio izendatuarekin elikatzen bada ($V_2 = 230 \text{ V}$), kalkulatu:

- Primarioko V_1 tentsioa
- Transformadorearen i karga-indizea
- ε tentsio-erregulazioa

$$\mathbf{V_1 = 6236,9 \text{ V}}$$

$$\mathbf{i = 0,75}$$

$$\mathbf{\varepsilon = \% 3,95}$$

Transformadorea tentsio izendatuarekin elikatzen bada ($V_1 = 6000 \text{ V}$), kalkulatu:

- Sekundarioko V_2 tentsioa
- Transformadorearen i karga-indizea
- ε tentsio-erregulazioa

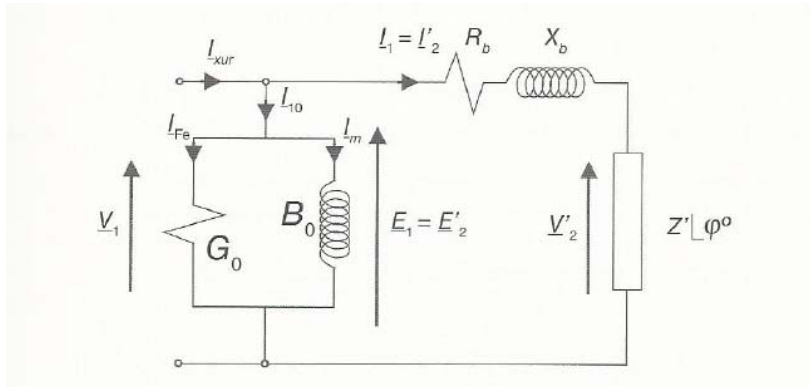
$$\mathbf{V_2 = 220,9 \text{ V}}$$

$$\mathbf{i = 0,72}$$

$$\mathbf{\varepsilon = \% 3,96}$$

Ebazpena

7. a)



Sekundarioko tentsioa primariora pasatuz:

$$V'_2 = V_2 \cdot a = 230 \cdot \frac{6000}{230} = 6000 \text{ V}$$

Sekundarioko karga elektrikoa primariora pasatuz:

$$\bar{Z}' = \bar{Z} \cdot a^2 = (0,4274 + j \cdot 0,3206) \cdot \left(\frac{6000}{230}\right)^2 = 290,9 + j \cdot 218,2 = 363,6_{|36,87} \Omega$$

I'_2 intentsitatea V'_2 eta Z' -ren arabera izango da:

$$\bar{I}'_2 = \frac{\bar{V}'_2}{\bar{Z}'} = \frac{6000}{363,6|_{36,87}} = 16,5|_{-36,87} \text{ A}$$

Tentsioen kalkulua Kapp-en hurbilketa erabiliz:

$$\begin{aligned}
 V_1 &\approx V'_2 + I'_2(R_b \cos\varphi + X_b \sin\varphi) \\
 V_1 &\approx 6000 + 16,5 \cdot (2,2 \cdot 0,8 + 21 \cdot 0,6) \\
 V_1 &\approx 6236,9 \text{ V}
 \end{aligned}$$

7. b)

Karga-indizea:

$$i = \frac{I'_2}{I_{1N}} = \frac{16,5}{(132000/6000)} = \frac{16,5}{22} = 0,75$$

7. c)

Tentsio-erregulazioa:

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V'_{2N}}{V_{1N}} = \frac{6236,9 - 6000}{6000} = \%3,9$$

7. d)

Kasu honetan, I'_2 intentsitatea V_1 , Z' eta Z_b -ren arabera izango da:

$$\bar{I}'_2 = \frac{\bar{V}_1}{(\bar{Z}' + \bar{Z}_b)} = \frac{6000}{290,9 + j \cdot 218,2 + 2,2 + j \cdot 21} = 15,86|_{-39,22} \text{ A}$$

Tentsioen kalkulua Kapp-en hurbilketa erabiliz:

$$\begin{aligned}
 V_1 &\approx V'_2 + I'_2(R_b \cos\varphi + X_b \sin\varphi) \\
 6000 &\approx V'_2 + 15,86 \cdot (2,2 \cdot 0,775 + 21 \cdot 0,632) \\
 V'_2 &\approx 5762,4 \text{ V}
 \end{aligned}$$

7. e)

Karga-indizea:

$$i = \frac{I'_2}{I_{1N}} = \frac{15,86}{22} = 0,72$$

7. f)

Tentsio-erregulazioa:

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_{2''}}{V_{1N}} = \frac{6000 - 5762,4}{6000} = \% 4$$

8. Transformadore trifasiko batean: $S_N=2000$ kVA, transformazio-erlazioa 6600/33000 V, maiztasuna 50 Hz, Δ -Y konexioa. Serieko adarraren parametroen balioak hauek dira:

$$\begin{aligned} R_1 &= 0,5 \ \Omega \\ X_1 &= 2,6 \ \Omega \\ R_2 &= 4,3 \ \Omega \\ X_2 &= 21,7 \ \Omega \end{aligned}$$

Kalkulatu:

- Transformadorearen zirkuitu baliokidearen serieko parametroak (primarioan)
- Sekundarioko V_{2f} faseko eta U_{2L} lineako tentsioak eta ϵ tentsio-erregulazioa, $V_1 = V_{1N}$, $\cos\phi=0,8$ (atzeraturik) eta kargaren itxurazko potentzia transformadorearen itxurazko potentzia izendatua direnean.

Ebazpena

8. a)

$$\begin{aligned} a &= \frac{V_{1N/f}}{V_{2N/f}} = \frac{6600}{33000/\sqrt{3}} = 0,34641 \\ R_b &= R_1 + a^2 R_2 = 0,5 + 0,34641^2 \cdot 4,3 = 1,016 \ \Omega \\ X_b &= X_1 + a^2 X_2 = 2,6 + 0,34641^2 \cdot 21,7 = 5,2 \ \Omega \end{aligned}$$

8. b)

Kalkulua Kapp-en hurbilketa erabiliz:

$$\begin{aligned} V_{1f} &\approx V'_{2f} + I'_{2f}(R_b \cos\phi + X_b \sin\phi) \\ V_{1f} &= V_{1N/f} = 6600 \ V \end{aligned}$$

$$I'_{2f} = I'_{2N/f} = I_{1N/f} = \frac{2000 \cdot 10^3}{3 \cdot 6600} = 101,01 \ A$$

$$\begin{aligned} 6600 &\approx V'_{2f} + 101,01(1,016 \cdot 0,8 + 5,2 \cdot 0,6) \\ V'_{2f} &= 6202,8 \ V \end{aligned}$$

$$V_{2f} = \frac{V'_{2f}}{a} = \frac{6202,76}{0,34641} = 17905,8 \ V$$

Sekundarioa izarrean dagoenez:

$$U_{2L} = V_{2f} \cdot \sqrt{3} = 31013,8 \ V$$

Tentsio-erregulazioa:

$$\varepsilon = \frac{V_{1f} - V'_{2f''}}{V_{1N/f}} = \frac{6600 - 6202,8}{6600} = \% 6$$

9. Transformadore trifasiko batean: $S_N=400$ kVA, transformazio-erlazioa 20000/230 V, maiztasuna 50 Hz, Y -Y konexioa.

Hutseko saiakuntzan:

- $U_{10} = U_{1N}$
- $I_{10}=0,02 \cdot I_{1N}$
- $P_0 = 1200$ W

Kalkulatu transformadorearen eredu ko adar paraleloko I_{Fe} eta I_m

Ebazpena

$$\cos\varphi_0 = \frac{P_0}{3V_{10/f}I_{10/f}}$$

$$V_{10/f} = \frac{U_{10/L}}{\sqrt{3}} = \frac{20000}{\sqrt{3}} = 11547 \text{ V}$$

$$I_{10/f} = 0,02 \cdot I_{1N/f} = 0,02 \cdot \left(\frac{S_N}{3 \cdot V_{1N/f}}\right) = 0,02 \cdot \left(\frac{400000}{3 \cdot 11547}\right) = 0,2309 \text{ A}$$

$$\cos\varphi_0 = \frac{1200}{3 \cdot 11547 \cdot 0,2309} = 0,15$$

$$I_{Fe} = I_{10/f} \cos\varphi_0 = 0,2309 \cdot 0,15 = 0,03464 \text{ A}$$

$$I_m = I_{10/f} \sin\varphi_0 = 0,2309 \cdot 0,989 = 0,2283 \text{ A}$$

10. Transformadore trifasiko batean: $S_N = 1500$ kVA, transformazio-erlazioa 380/20000 V, maiztasuna 50 Hz, Y - Δ konexioa.

Saiakuntza hauek egin dira:

- Zirkuitulaburreko saiakuntza:
 - $U_{2z/L} = 1000$ V
 - $I_{2z/L} = 43,3$ A
 - $P_{z1} = 16350$ W
- Hutseko saiakuntza:
 - $P_0 = 9000$ W

Kalkulatu:

- a) Zirkuitulaburreko tentsioa tentsio izendatuarekiko portzentajearen emanda (ε_{z1})
- b) Transformadorearen zirkuitu baliokidearen serieko parametroak (primarioan)
- c) ε tentsio-erregulazioa, $V_1 = V_{1N}$ eta itxurazko potentzia izendatua direnean eta bi kasu hauetan:
 - a. $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik)
 - b. $\cos\varphi=0,8$ (aurreraturik)
- d) Errendimendu maximoko itxurazko potentzia eta karga-indizea eta errendimendu maximoa
- e) Istripuz, sekundarioan zirkuitulaburra ematen bada, kalkulatu zirkuitulaburreko intentsitatea.

Ebazpena

10.a)

$$\varepsilon_{z1} = \frac{V_{1z1}}{V_{1N}} = \frac{V_{2z1}}{V_{2N}} = \frac{U_{2z1L}}{U_{2NL}} = \frac{1000}{20000} = 0,05 = \% 5$$

10.b)

$$R_b^s = \frac{P_{z1}}{3 \cdot I_{2z1/f}^2} = \frac{16350}{3 \cdot (43,3/\sqrt{3})^2} = 8,72 \Omega$$

$$Z_b^s = \frac{V_{2z1/f}}{I_{2z1/f}} = \frac{1000}{(43,3/\sqrt{3})} = 40 \Omega$$

$$X_b^s = \sqrt{(Z_b^s)^2 - (R_b^s)^2} = 39,04 \Omega$$

Sekundarioaren ikuspegitik kalkulaturiko parametroak primarioa pasatu:

$$a = \frac{(380/\sqrt{3})}{20000} = 0,010969655$$

$$R_b = R_b^s \cdot a^2 = 8,72 \cdot 0,010969655^2 = 0,00105 \Omega$$

$$X_b = X_b^s \cdot a^2 = 39,04 \cdot 0,010969655^2 = 0,0047 \Omega$$

10.c)

a. $\cos\varphi=0,8$ (atzeraturik)

Kalkulua Kapp-en hurbilketa erabiliz:

$$V_{1f} \approx V'_{2f} + I'_{2f}(R_b \cos\varphi + X_b \sin\varphi)$$

$$V_{1f} = V_{1N/f} = 380 / \sqrt{3} = 219,4 \text{ V}$$

$$I'_{2f} = I'_{2N/f} = I_{1N/f} = \frac{1500 \cdot 10^3}{3 \cdot 219,4} = 2279 \text{ A}$$

$$219,4 \approx V'_{2f} + 2279 \cdot (0,00105 \cdot 0,8 + 0,0047 \cdot 0,6)$$

$$V'_{2f} = 211,06 \text{ V}$$

Tentsio-erregulazioa:

$$\varepsilon = \frac{V_{1f} - V'_{2f}}{V_{1N/f}} = \frac{219,4 - 211,06}{219,4} = \% 3,8$$

b $\cos\varphi=0,8$ (aurreraturik)

$$219,4 \approx V'_{2f} + 2279 \cdot (0,00105 \cdot 0,8 - 0,0047 \cdot 0,6)$$

$$V'_{2f} = 223,9 \text{ V}$$

Tentsio-erregulazioa:

$$\varepsilon = \frac{V_{1f} - V'_{2f}}{V_{1N/f}} = \frac{219,4 - 223,9}{219,4} = \% - 2,1$$

10.d)

$$i_{\eta max} = \sqrt{\frac{P_{Fe}}{P_{JN}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^3}{4 \cdot 10^3}} = 0,707$$

$$P_{Fe} = P_0 = 9000 \text{ W}$$

$$I_{2NL} = I_{2Nf} \cdot \sqrt{3} = \frac{1500000}{3 \cdot 20000} \cdot \sqrt{3} = 43,3 \text{ A}$$

$I_{2zIL} = I_{2NL}$ denez:

$$P_{JN} = P_{zI} = 16350 \text{ W}$$

$$i_{\eta max} = \sqrt{\frac{P_{Fe}}{P_{JN}}} = \sqrt{\frac{9000}{16350}} = 0,742$$

$$S_{\eta_{max}} = i_{\eta_{max}} \cdot S_N = 0,742 \cdot 1500 \cdot 10^3 = 1112,9 \text{ kVA}$$

$$\eta = \frac{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + i^2 \cdot P_{JN}}$$

$$\eta_{max} = \frac{0,742 \cdot 1500 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,742 \cdot 1500 \cdot 10^3 \cdot 1 + 9000 + 0,742^2 \cdot 16350} = \% 98,4$$

10.e)

$$\bar{V}_{1f} = \bar{V}'_{2f} + \bar{I}_{1f}(R_b + jX_b)$$

Zirkuitulaburrean $\bar{V}'_{2f} = 0$.

$$\bar{I}_{1f} = \frac{\bar{V}_{1f}}{R_b + jX_b} = \frac{(380/\sqrt{3})}{0,00105 + j \cdot 0,0047} = 45556_{|-77,4^\circ} \text{ A}$$

11. Transformadore trifasiko batean: $S_N=100$ kVA, transformazio-erlazioa 400/6600 V, maiztasuna 50 Hz, Y- Δ konexioa.

Saiakuntza hauek egin dira:

- Hutseko saiakuntza:
 - $U_{10/L} = 400$ V
 - $P_0 = 1250$ W
- Zirkuitulaburreko saiakuntza:
 - $U_{2z/L} = 314$ V
 - $I_{2z/L} = I_{2N/L}$
 - $P_{zI} = 1600$ W

Kalkulatu:

- a) Errendimendu izendatua η_N , $\cos\varphi=0,8$ (atzeratua) denean
- b) Errendimendu karga erdian $\eta_{1/2}$, $\cos\varphi=1$ denean
- c) $S_{\eta_{max}}$ eta η_{max}
- d) ε tentsio-erregulazioa, $U_{2/L} = 6600$ V, $\cos\varphi=0,8$ (atzeratua) eta karga izendatua direnean.
 $\varepsilon = \%4$

Ebazpena

11.a)

$$\eta = \frac{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + i^2 \cdot P_{JN}}$$

$$\eta_N = \frac{1 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8}{1 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 0,8 + 1250 + 1^2 \cdot 1600} = \% 96,6$$

11.b)

$$\eta_{1/2} = \frac{0,5 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,5 \cdot 100 \cdot 10^3 \cdot 1 + 1250 + 0,5^2 \cdot 1600} = \% 96,8$$

11.c)

$$i_{\eta_{max}} = \sqrt{\frac{P_{Fe}}{P_{JN}}} = \sqrt{\frac{1250}{1600}} = 0,884$$

$$S_{\eta_{max}} = i_{\eta_{max}} \cdot S_N = 0,884 \cdot 100 \cdot 10^3 = 88,4 \text{ kVA}$$

$$\eta_{max} = \frac{0,884 \cdot 1500 \cdot 10^3 \cdot 1}{0,884 \cdot 1500 \cdot 10^3 \cdot 1 + 9000 + 0,884^2 \cdot 16350} = \% 97,2$$

11.d)

$$\begin{aligned}
 I_{2N/f} &= \frac{100000}{3 \cdot 6600} = 5,05 \text{ A} \\
 R_b^s &= \frac{P_{zl}}{3 \cdot I_{2zl/f}^2} = \frac{1600}{3 \cdot 5,05^2} = 20,91 \ \Omega \\
 Z_b^s &= \frac{V_{2zl/f}}{I_{2zl/f}} = \frac{314}{5,05} = 62,18 \ \Omega \\
 X_b^s &= \sqrt{(Z_b^s)^2 - (R_b^s)^2} = 58,56 \ \Omega
 \end{aligned}$$

Sekundarioaren ikuspegitik kalkulatoriko parametroak primarioa pasatu:

$$a = \frac{(400/\sqrt{3})}{6600} = 0,035$$

$$\begin{aligned}
 R_b &= R_b^s \cdot a^2 = 20,91 \cdot 0,035^2 = 0,0256 \ \Omega \\
 X_b &= X_b^s \cdot a^2 = 58,56 \cdot 0,035^2 = 0,0717 \ \Omega
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{1f} &\approx V_{2f}' + I_{2f}'(R_b \cos \varphi + X_b \sin \varphi) \\
 V_{2f}' &= V_{1N} = 400/\sqrt{3} \text{ V} \\
 I_{2f}' &= I_{1N/f} = \frac{100000}{3 \cdot (400/\sqrt{3})} = 144,34 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{1f} &\approx (400/\sqrt{3}) + 144,34 \cdot (0,0256 \cdot 0,8 + 0,0717 \cdot 0,6) \\
 V_{1f} &\approx 240,1 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\varepsilon = \frac{V_{1f} - V_{2f}''}{V_{1N/f}} = \frac{240,1 - (400/\sqrt{3})}{(400/\sqrt{3})} = \% 4$$

12. Aerosorgailu batek eragindako 690 V-eko sorgailu trifasiko baten potentzia aktibo izendatua $P_N = 2,1 \text{ MW}$ da.

Sorgailuak transformadore bat dauka parke eolikoaren 20 kV-eko barne-sarera konektatzeko:

- Transformazio erlazioa 690/20000 V
- $S_N = 2,5 \text{ MVA}$
- Y- Δ konexioa
- $R_b = 1,31 \cdot 10^{-3} \Omega$, $X_b = 11,43 \cdot 10^{-3} \Omega$
- $P_{Fe} = 2400 \text{ W}$

Parke eolikoaren barne-sareko tentsioa 20 kV bada, kalkulatu transformadoreko galerak, errendimendua, sorgailuaren bornetako tentsioa eta ε tentsio-erregulazioa, potentzia-faktorea $\cos\varphi = 0,92$ (aurreraturik) bada eta sorgailuak potentzia aktibo hauek ematen baditu:

- 525 kW
- 2100 kW

Ebazpena

a)

$$S_1 = \frac{P_1}{\cos\varphi} = \frac{525 \cdot 10^3}{0,92} = 570 \text{ kVA}$$

$$i = \frac{S_1}{S_N} = \frac{570 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 10^6} = 0,228$$

$$V_{1f} \approx V'_{2f} + I'_{2f}(R_b \cos\varphi + X_b \sin\varphi)$$

$$I'_{2f} = i \cdot I_{1N} = 0,228 \cdot \frac{2,5 \cdot 10^6}{3 \cdot (690/\sqrt{3})} = 476,94 \text{ A}$$

$$V'_{2f} = V_{2f} \cdot a = 20000 \cdot \frac{(690/\sqrt{3})}{20000} = 398,4 \text{ A}$$

$$V_{1f} \approx 398,4 + 476,94 \cdot (1,31 \cdot 10^{-3} \cdot 0,92 + 11,43 \cdot 10^{-3} \cdot 0,39)$$

$$V_{1f} \approx 396,8 \text{ V}$$

$$U_{1L} \approx 687,3 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \frac{V_{1f} - V'_{2f}}{V_{1N/f}} = \frac{396,8 - 398,4}{398,4} = \% - 0,4$$

$$P_J = 3 \cdot I'_{2f}{}^2 \cdot R_b = 3 \cdot 476,94^2 \cdot 1,31 \cdot 10^{-3} = 894 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = 2400 \text{ W}$$

$$P_{gal} = P_J + P_{Fe} = 894 + 2400 = 3294 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - P_{gal}}{P_1} = \frac{525 \cdot 10^3 - 3294}{525 \cdot 10^3} = \% 99,4$$

Errendimendua beste modu batera:

$$\eta = \frac{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + i^2 \cdot P_{JN}}$$

$$P_{JN} = 3 \cdot I_{1N}{}^2 \cdot R_b = 3 \cdot \left(\frac{2,5 \cdot 10^6}{3 \cdot (690/\sqrt{3})} \right)^2 \cdot 1,31 \cdot 10^{-3} = 17197 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{0,228 \cdot 2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,92}{0,228 \cdot 2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,92 + 2400 + 0,228^2 \cdot 17197} = \% 99,4$$

b)

$$S_1 = \frac{P_1}{\cos\varphi} = \frac{2100 \cdot 10^3}{0,92} = 2282,6 \text{ kVA}$$

$$i = \frac{S_1}{S_N} = \frac{2282,6 \cdot 10^3}{2,5 \cdot 10^6} = 0,913$$

$$V_{1f} \approx V'_{2f} + I'_{2f}(R_b \cos\varphi + X_b \sin\varphi)$$

$$I'_{2f} = i \cdot I_{1N} = 0,913 \cdot \frac{2,5 \cdot 10^6}{3 \cdot (690/\sqrt{3})} = 1909,94 \text{ A}$$

$$V'_{2f} = V_{2f} \cdot a = 20000 \cdot \frac{(690/\sqrt{3})}{20000} = 398,4 \text{ V}$$

$$V_{1f} \approx 398,4 + 1909,94 \cdot (1,31 \cdot 10^{-3} \cdot 0,92 - 11,43 \cdot 10^{-3} \cdot 0,39)$$

$$V_{1f} \approx 392,1 \text{ V}$$

$$U_{1L} \approx 679,2 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \frac{V_{1f} - V'_{2f}}{V_{1N/f}} = \frac{392,1 - 398,4}{398,4} = \% -1,6$$

$$P_J = 3 \cdot I'_{2f}{}^2 \cdot R_b = 3 \cdot 1909,94^2 \cdot 1,31 \cdot 10^{-3} = 14336 \text{ W}$$

$$P_{Fe} = 2400 \text{ W}$$

$$P_{gal} = P_J + P_{Fe} = 14336 + 2400 = 16736 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - P_{gal}}{P_1} = \frac{2100 \cdot 10^3 - 16736}{2100 \cdot 10^3} = \% 99,2$$

Errendimendua beste modu batera:

$$\eta = \frac{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi}{i \cdot S_N \cdot \cos\varphi + P_{Fe} + i^2 \cdot P_{JN}}$$
$$\eta = \frac{0,913 \cdot 2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,92}{0,913 \cdot 2,5 \cdot 10^6 \cdot 0,92 + 2400 + 0,913^2 \cdot 17197} = \% 99,2$$

2015/03/24

Transformadore trifasiko batean: $S_N = 600$ kVA, transformazio-erlazioa 20000/400 V, Y-Y (izar-izar) konexioa, 50 Hz.

Hutseko saiakuntzan (primariotik):

- $U_{10/L} = 20000$ V
- $I_{10/L} = 1,5$ A
- $P_0 = 1400$ W

Zirkuitulaburreko saiakuntzan (sekundariotik):

- $U_{2z/L} = 20$ V
- $I_{2z/L} = 800$ A
- $P_{z1} = 4000$ W

a) Irudikatu faseko zirkuitu baliokidea, primarioan adierazita, eta bere parametroen balioak kalkulatu: G_0 , B_0 , R_b , X_b

$$G_0 = 3,5 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1}$$

$$B_0 = 1,2986 \cdot 10^{-4} \Omega^{-1}$$

$$R_b = 5,2083 \Omega$$

$$X_b = 35,7065 \Omega$$

b) Primarioa 20000 V-eko lineako tentsioarekin elikatzen da. Sekundarioan konektaturiko kargak transformadorearen itxurazko potentzia izendatuaren %80a ($0,8 \cdot S_N$) kontsumitzen du, eta kargaren $\cos\phi=0,8$ (intensitatea atzeraturik, induktiboa) da. Zein dira kargaren faseko $V_{2/f}$ eta lineako $U_{2/L}$ tentsioak sekundarioan?

$$V_{2/f} = 223,85 \text{ V}$$

$$U_{2/L} = 387,72 \text{ V}$$

c) Zein da b) ataleko kargarentzat ($I_2=0,8 \cdot I_{2N}$, $\cos\phi=0,8$ induktiboa) ε tentsio-erregulazioa, $U_{10/L} = k_e = 20000$ V dela suposatuz?

$$\varepsilon = \% 3,071$$

d) Zein da transformadorearen η_{\max} errendimendu maximoa?

$$\eta_{\max} = \%99,15$$

2015/05/29

Transformadore trifasiko batean: $S_N = 10$ MVA, transformazio-erlazioa 30/13 kV, Y-Y (izar-izar) konexioa, 50 Hz.

Zirkuitulaburreko saiakuntzan (primariotik):

- $U_{1z/L} = 2,4$ kV
- $I_{1z/L} = 182,8$ A
- $P_{z1} = 150$ kW

Transformadorearen Joule galerak, tentsio izendatuz elikatuta eta intentsitate izendatuarekin, burdinako galerak baino 2,5 aldiz handiagoak dira.

Primarioa tentsio izendatuz elikatzen bada eta transformadoreak $\cos\phi=0,8$ inдуктiвoа duen karga bat elikatzean errendimendu maximoa badu, kalkulatu:

a) Transformadorearen errendimenduaren balioa

$$\eta = \%97,44$$

b) ε tentsio-erregulazioa

$$\varepsilon = \% 3,97$$

2015/07/03

Transformadore trifasiko batean: $S_N = 10$ MVA, transformazio-erlazioa 30/13 kV, Y-Y (izar-izar) konexioa, 50 Hz.

Zirkuitulaburreko saiakuntzan (primariotik):

- $U_{1z/L} = 2,4$ kV
- $I_{1z/L} = 192,45$ A
- $P_{zI} = 166,25$ kW

Transformadorearen primarioa tentsio izendatuz elikatzen da. Sekundarioan $\cos\varphi=0,85$ induktiboa duen karga bat dago. Egoera horretan, transformadorearen i karga-indizeak 0,7 balio du.

Kalkulatu ε tentsio-erregulazioaren balioa

$$\varepsilon = \% 3,87$$

2016/04/05

Transformadore trifasiko batean: $S_N = 100$ kVA, transformazio-erlazioa 3000/400 V, Y-Y (izar-izar) konexioa, 50 Hz.

Faseko zirkuitu baliokidearen parametroak, primarioan adierazita:

- $R_b = 5,4 \Omega$
- $X_b = 7,2 \Omega$
- Paraleloko adarra baztertu egingo da

Sekundarioak karga elektriko trifasiko bat elikatzen du. Karga trifasikoa 400 V-etan elikatzen da, Y (izar) konexioa du eta faseko inpedantzia $\bar{Z}_{k/f} = 2 \text{ } \underline{136,87} \Omega$ da.

a) Kalkulatu transformadorearen i karga-indizea.

$$i = 0,8$$

b) Kalkulatu transformadorearen primarioko $U_{1/L}$ lineako tentsioa eta ε tentsio-erregulazioa.

$$U_{1/L} = 3230,4 \text{ V}$$
$$\varepsilon = \% 7,7$$

c) Burdinako galera $P_{Fe} = 2$ kW bada, kalkulatu transformadorearen η errendimendua.

$$\eta = \% 91,6$$

2016/05/16

Transformadore trifasiko batean: $S_N = 10$ MVA, transformazio-erlazioa 30/13 kV, Y-Y (izar-izar) konexioa, 50 Hz.

Zirkuitulaburreko saiakuntzan (primariotik):

- $U_{1z/L} = 2,4$ kV
- $I_{1z/L} = 192,45$ A
- $P_{z1} = 166,25$ kW

Hutseko saiakuntzan (primariotik):

- $U_{10/L} = 30$ kV
- $P_0 = 81,34$ kW

Sekundarioan $\cos\phi=0,9$ induktiboa duen karga bat dago $S = 8$ MVA kontsumitzen dituen tentsio izendatuan.

Kalkulatu:

- Transformadorearen i karga-indizea
 $i = 0,8$
- Primarioko $U_{1/L}$ tentsioa eta ε tentsio-erregulazioa
 $U_{1/L} = 31177,7$ V
 $\varepsilon = \% 3,9$
- Transformadorearen η errendimendua
 $\eta = \% 97,46$
- Errendimendu maximoko $i_{\eta\max}$ karga-indizea eta η_{\max} errendimendu maximoa
 $i_{\eta\max} = 0,7$
 $\eta_{\max} = \% 97,73$

2016/06/30

Transformadore trifasiko batean: $S_N = 2$ MVA, transformazio-erlazioa 6,6/33 kV, Δ -Y (triangelu-izar) konexioa, 50 Hz.

Primarioko faseko parametroak:

$$\underline{Z}_1 = R_1 + jX_1 = 0,5 + j2,6 \Omega$$

Sekundarioko faseko parametroak:

$$\underline{Z}_2 = R_2 + jX_2 = 4,3 + j21,7 \Omega$$

Primarioa 6,6 kV tentsioarekin elikatzen bada eta sekundarioan dagoen kargaren itxurazko potentzia transformadorearen S_N balioa bada $\cos\phi = 0,8$ inдуктiboarekin, kalkulatu:

- a) Transformadorearen sekundarioko borretan agertuko den faseko eta lineako tentsioak.

$$V_{2/f} = 17905,7 \text{ V}$$

$$U_{2/L} = 31014 \text{ V}$$

- b) ε tentsio-erregulazioa.

$$\varepsilon = \% 6$$

- c) Transformadorearen errendimendu maximoa burdinako galera tentsio izendatuan $P_{Fe} = 17490$ W bada.

$$\eta_{\max} = \% 97,7$$

2017/03/21

Transformadore trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

100 kVA

400/6600 V

Izar-triangelu (Y- Δ) konexioa

Zirkuitulaburreko saiakuntza:

- $U_{2z/L} = 314 \text{ V}$
- $I_{2z/L} = I_{2N/L}$
- $P_{zI} = 1600 \text{ W}$

Hutseko saiakuntza:

- $U_{1o/L} = U_{1N/L}$
- $P_o = 1250 \text{ W}$

- a) Kalkulatu transformadorearen η_N errendimendua, kargaren intentsitatea izendatua eta $\cos\phi = 0,8$ (atzeraturik) direnean.

$$\eta_N = \%96,56$$

- b) Kalkulatu transformadorearen $\eta_{1/2}$ errendimendua, kargaren intentsitatea izendatuaren erdia eta $\cos\phi = 0,8$ (atzeraturik) direnean.

$$\eta_{1/2} = \%96,04$$

- c) Kalkulatu transformadorearen η_{\max} errendimendu maximoa kargaren $\cos\phi = 1$ dela suposatuz eta errendimendu horri dagokion $i_{\eta_{\max}}$ karga-indizea.

$$\eta_{\max} = \%97,25$$
$$i_{\eta_{\max}} = 0,8839$$

2017/05/22

Transformadore trifasiko batean: $S_N=2000$ kVA, transformazio-erlazioa 6600/33000 V, Δ -Y konexioa. Primarioko eta sekundarioko serieko parametroen balioak hauek dira:

$$R_1 = 0,5 \Omega$$

$$X_1 = 2,6 \Omega$$

$$R_2 = 4,3 \Omega$$

$$X_2 = 21,7 \Omega$$

Kalkulatu sekundarioko U_{2L} lineako tentsioa, primarioa tentsio izendatuarekin elikatzean eta kargaren itxurazko potentzia transformadorearen itxurazko potentzia izendatuaren berdina denean $\cos\varphi=0,8$ atzeratuarekin.

$$\mathbf{U_{2L} = 31013,4 V}$$

2017/07/04

Transformadore trifasiko batean: $S_N=2000$ kVA, transformazio-erlazioa 6600/33000 V, Δ -Y konexioa. Primarioko eta sekundarioko serieko parametroen balioak hauek dira:

$$R_1 = 0,5 \Omega$$

$$X_1 = 2,6 \Omega$$

$$R_2 = 4,3 \Omega$$

$$X_2 = 21,7 \Omega$$

Kalkulatu primarioko U_{1L} lineako tentsioa, sekundarioa tentsio izendatuan dagoenean eta kargaren itxurazko potentzia 1200 kVA denean $\cos\varphi=0,85$ inдуктiboarekin.

3,5 puntu

$$U_{1L} = 6818,5 \text{ V}$$

2018/03/21

Aerosorgailu baten transformadore trifasikoaren ezaugarriak hauek dira:

- Transformazio erlazioa 690/20000 V
- $S_N = 2,5$ MVA
- Y- Δ konexioa
- $R_b = 1,31 \cdot 10^{-3} \Omega$, $X_b = 11,43 \cdot 10^{-3} \Omega$
- $P_{Fe} = 2400$ W

Sekundarioko tentsioa 20300 V bada, eta sekundarioan emandako potentzia 700 kW bada $\cos\varphi=0,92$ (atzeraturik) potentzia-faktore batekin, kalkulatu:

a) i karga-indizea

$$i = 0,3$$

b) Tentsioaren balioa sorgailuaren bornetan eta ε tentsio-erregulazioa

$$V_{1/L} = 706,5 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \% 0,9$$

c) Transformadorean emandako galerak eta bere errendimendua

$$P_{gal} = 3946,2 \text{ W}$$

$$\eta = \% 99,4$$

d) ε tentsio-erregulazioa zero izan dadin behar den $\cos\varphi$ potentzia-faktorea, intentsitatea aurreraturik ala atzeraturik dagoen adieraziz.

$$\varphi = - 6,54^\circ$$

$$\cos\varphi = 0,9935 \text{ (aurreraturik)}$$

2018/06/04

Transformadore trifasiko batean: $S_N = 2$ MVA, transformazio-erlazioa 33000/7200 V, Δ -Y konexioa. Primarioko eta sekundarioko serieko parametroen balioak hauek dira:
 $R_1 = 4,5 \Omega$; $X_1 = 22 \Omega$; $R_2 = 0,6 \Omega$; $X_2 = 2,8 \Omega$

Primarioa 33 kV-eko tentsioarekin elikatzen da eta sekundarioan dagoen karga elektrikoak transformadorearen intentsitate izendatuaren balioa duen intentsitatea xurgatzen du $\cos\phi = 0,8$ atzeratuarekin.

Paraleloko adarra baztertu egingo da.

- a) Irudikatu transformadorearen zirkuitu baliokidea primarioan adierazita eta parametroen balioak emanaz
 $R_b = 42,31 \Omega$; $X_b = 198,46 \Omega$
- b) Kalkulatu transformadorearen ε tentsio-erregulazioa
 $\varepsilon = \% 9,4$
- c) Kalkulatu transformadorearen η errendimendua
 $\eta = \% 96,86$

2018/07/03

Transformadore trifasiko batean, transformazio-erlazioa 2400/240 V da eta Y-Y konexioa dauka.

Saiakuntza hauek egin dira:

- Hutseko saiakuntza:
 - $U_{20/L} = 240 \text{ V}$
 - $I_{20/L} = I_{20/f} = 1,07 \text{ A}$
 - $P_0 = 127 \text{ W}$
- Zirkuitulaburreko saiakuntza:
 - $U_{1z/L} = 57,5 \text{ V}$
 - $I_{1z/L} = I_{1z/f} = 8,34 \text{ A}$
 - $P_{z1} = 284 \text{ W}$

- a) Kalkulatu primarioan emandako zirkuitu baliokidearen parametroak: R_b , X_b , G_o , B_o .
- $R_b = 1,361 \Omega$; $X_b = 3,74 \Omega$
 $G_o = 2,205 \cdot 10^{-5} \Omega^{-1}$; $B_o = 7,401 \cdot 10^{-5} \Omega^{-1}$

Sekundarioan izar konexioa duen eta faseko $Z_k = 6,4_{|36,86} \Omega$ inpedantzia duen karga elektriko trifasiko bat dago.

- b) Transformadorea primariotik tentsio izendatua elikatzen bada, kalkulatu bere errendimendua.
- $\eta = \% 98$

2019-02-25

Transformadore monofasiko batean, transformazio-erlazioa 1380/138 V da eta bere itxurazko potentzia izendatua $S_N = 11,5$ kVA da.

Primarioan emandako zirkuitu baliokidearen serieko parametroak hauek dira:

$$R_b = 1,361 \, \Omega ; X_b = 3,74 \, \Omega$$

Burdinako galerak $P_{Fe} = 42$ W dira.

Transformadorea primariotik tentsio izendatuan elikatzen da.

Sekundarioan $\underline{Z}_k = 2,48 + j1,86 \, \Omega$ inpedantzia duen karga elektrikoa inдукtibo bat dago.

Kalkulatu:

- Kargaren $\cos\phi$ potentzia-faktorea
 $\cos\phi = 0,8$ (induktiboa)
- Kargaren \underline{Z}'_k inpedantzia primarioan emanda
 $\underline{Z}'_k = 310_{j36,87} \, \Omega$
- Transformadorearen i karga-indizea
 $i = 0,528$
- Transformadorearen P_J Joule galerak
 $P_J = 26,4$ W
- Transformadorearen η errendimendua
 $\eta = \% 98,6$
- Transformadorearen ε tentsio-erregulazioa
 $\varepsilon = \% 1,06$

2019/05/23

Transformadore trifasiko baten transformazio-erlazioa 30/13 kV da eta Y-Y konexioa du. Saiakuntza hauek egin dira:

- Zirkuitulaburreko saiakuntza (intentsitate izendatuan):
 - $U_{2z/L} = 1040 \text{ V}$
 - $I_{2z/L} = I_{2N/L} = 444,12 \text{ A}$
 - $P_{zI} = 166,25 \text{ kW}$
- Hutseko saiakuntza (tentsio izendatuan):
 - $U_{10/L} = 30 \text{ kV}$
 - $P_0 = 9000 \text{ W}$

Transformadorearen sekundarioan 7 MVA kontsumitzen dituen karga inдукtibo bat dago $\cos\phi=0,8$ potentzia-faktorearekin.

Kalkulatu, goian aipaturiko karga elikatzean:

- d) Transformadorearen S_N itxurazko potentzia izendatua eta i karga indizea.

$$S_N = 10 \text{ MVA}$$

$$i = 0,7$$

- e) Sekundarioko tentsioa izendatua bada, kalkulatu primarioko faseko $V_{1/f}$ eta lineako $U_{1/L}$ tentsioak eta ε tentsio-erregulazioa.

$$R_b = 1,496 \Omega$$

$$X_b = 7,043 \Omega$$

$$I'_{2/f} = 134,7 \text{ A}$$

$$V_{1/f} = 18051 \text{ V}$$

$$U_{1/L} = 31265 \text{ V}$$

$$\varepsilon = \%4,21$$

- f) Transformadorearen η errendimendua

$$\eta = \% 98,4$$

- g) $i_{\eta\max}$ errendimendu maximoko karga-indizea eta η_{\max} errendimendu maximoa

$$i_{\eta\max} = 0,2327$$

$$\eta_{\max} = \% 99,2$$

2019/07/03

Transformadore monofasiko baten transformazio-erlazioa 2200/220 V da eta bere potentzia izendatua $S_N = 20$ kVA. Saiakuntza hauek egin dira:

- Zirkuitu baliokideko serieko parametroak:
 - $R_b = 3,26 \Omega$
 - $X_b = 7,51 \Omega$
- Hutseko saiakuntza (tentsio izendatuan):
 - $P_0 = 148$ W

Kalkulatu:

- h) η_{\max} errendimendu maximoa
 $\eta_{\max} = \% 98,04$
- i) Sekundarioko tentsioa izendatua bada, ε tentsio-erregulazioa kalkulatu karga-indizea $i = 1$ bada eta $\cos\varphi = 0,8$ induktiboa bada.
 $\varepsilon = \% 2,94$
- j) ε_{\max} tentsio-erregulazioa maximoa
 $\varepsilon_{\max} = \% 3,38$