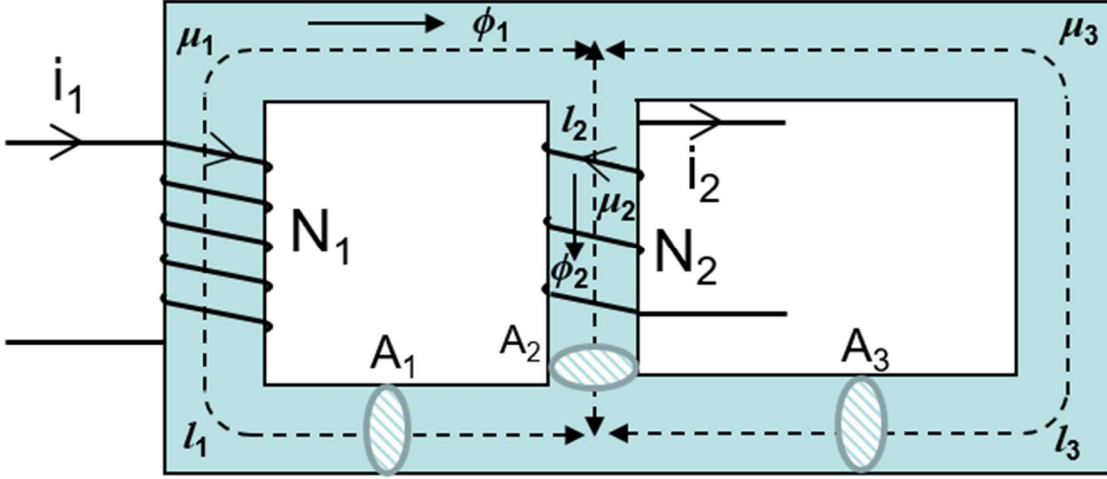


ELEKTRİK MAKİNALARI-1 ARASINAV SORULARI

18 Kasım 2021 Süre: 80 dakika

1) Aşağıdaki şekildeki manyetik devrenin elektrik devresi benzetimini çiziniz. Manyetik akı bilinmeyenlerini sadece verilen tanımla ϕ_1 ve ϕ_2 olarak, sadece verilenler cinsinden 2 bağımsız manyetik devre denklemi yazınız. (25 puan)



2) Tek fazlı, 50 Hz'lik, sarım oranı 5:1 olan, 20 kVA'lık bir transformatörün eşdeğer devre parametreleri, şöyledir:

$$\text{Primer tarafında: } r_1 = 41,6 \, \Omega, \quad x_1 = 149 \, \Omega, \quad g_c = 22 \, \mu\text{S}, \quad b_m = 134 \, \mu\text{S}$$

$$\text{Sekonder tarafında: } r_2 = 1,27 \, \Omega, \quad x_2 = 5,9 \, \Omega$$

Bu trafo sekonderindeki, güç faktörü $\cos \varphi_2 = 0,78$ geri olan bir tam yükü, anma sekonder gerilimi olan 1150 V ile beslemektedir. Bu çalışma için trafonun verimini, regülasyonunu, primer akımını ve giriş güç faktörünü (ileri mi geri belirterek) bulunuz. (45 puan)

3) Tek fazlı, 50 Hz'lik bir transformatöre açık devre ve kısa devre testleri uygulanıyor ve aşağıdaki ölçümler alınıyor (sadece V_{20} sekonderden, diğer hepsi primerden):

$$\text{Açık devre testi: } V_{10} = 8000 \, \text{V}, \quad I_{10} = 0,455 \, \text{A}, \quad P_0 = 1800 \, \text{W}, \quad V_{20} = 2000 \, \text{V}$$

$$\text{Kısa devre testi: } V_{1k} = 250 \, \text{V}, \quad I_{1k} = 12,50 \, \text{A}, \quad P_k = 2400 \, \text{W}$$

Ayrıca primer sargısı direnci $r_1 = 8,76 \, \Omega$ ölçülüyor. Trafonun eşdeğer devre parametrelerini bulunuz (Sekonder direnç ve kaçak reaktansının, kendi tarafındaki değerleriyle). (30 puan)

BAŞARILAR ...

ELEKTRİK MAKİNALARI-1 ARASINAV CEVAP ANAHTARI

18 Kasım 2021

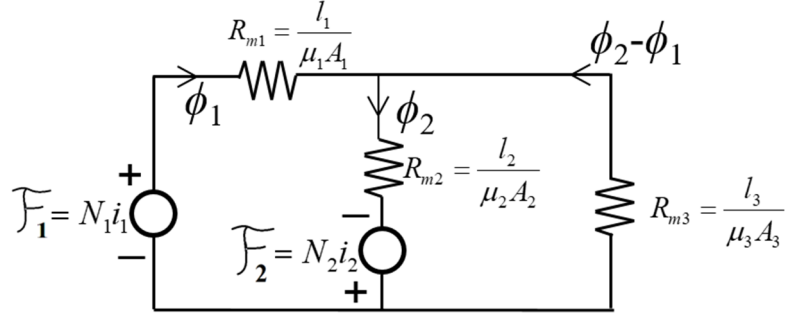
1) Sol çevre: $\mathcal{F}_1 - R_{m1}\phi_1 - R_{m2}\phi_2 + \mathcal{F}_2 = 0$

Sağ çevre: $-\mathcal{F}_2 + R_{m2}\phi_2 + R_{m3}(\phi_2 - \phi_1) = 0$

Verilenler cinsinden yazılıp düzenlenirse:

$$N_1 i_1 + N_2 i_2 = \frac{l_1}{\mu_1 A_1} \phi_1 + \frac{l_2}{\mu_2 A_2} \phi_2$$

$$N_2 i_2 = \frac{-l_3}{\mu_3 A_3} \phi_1 + \left(\frac{l_2}{\mu_2 A_2} + \frac{l_3}{\mu_3 A_3} \right) \phi_2$$



2) Primere yansıtılmış yaklaşık eş değer devre kullanalım.

$$r_2' = 5^2 \times 1,27 \Omega = 31,75 \Omega \quad x_2' = 5^2 \times 5,9 \Omega = 147,5 \Omega$$

$$V_2' = 5 \times 1150 \text{ V} = 5750 \text{ V} , \text{ açısını keyfi olarak } 0^\circ \text{ seçersek } \vec{V}_2' = 5750 \text{ V} \angle 0^\circ$$

$$I_2' = \frac{20 \text{ kVA}}{5750 \text{ V}} = 3,478 \text{ A (veya } \left(\frac{20 \text{ kVA}}{1150 \text{ V}} \right) / 5). \text{ Empedans açısı } \cos^{-1} 0,78 = 38,7^\circ \text{ ve } \vec{V}_2' \text{ açısı } 0^\circ \text{ olduğundan,}$$

$$\vec{I}_2' = 3,478 \text{ A} \angle -38,7^\circ = (2,713 - j2,177) \text{ A}$$

$$\vec{V}_1 = 5750 \text{ V} \angle 0^\circ + ((41,6 + 31,75) + j(149 + 147,5)) \Omega \times (2,713 - j2,177) \text{ A}$$

$$\vec{V}_1 = \{5750 + j0 + (73,35 + j296,5) \times (2,713 - j2,177)\} \text{ V} = \{5750 + 199,0 - j159,7 + j804,4 + 645,4\} \text{ V}$$

$$\vec{V}_1 = (6594,4 + j644,8) \text{ V} = 6626 \text{ V} \angle 5,6^\circ$$

$$P_{Cu} = 73,35 \times (3,478)^2 \text{ W} = 887 \text{ W} , \quad P_{Fe} = 22 \times 10^{-6} \times (6626)^2 \text{ W} = 966 \text{ W} .$$

$$\text{Çıkış gücü} = P_2 = 20 \text{ kVA} \times 0,78 = 15,60 \text{ kW} , \quad \text{giriş gücü} = P_1 = (15600 + 887 + 966) \text{ W} = 17,45 \text{ kW} .$$

$$\text{Verim} = 15,60 / 17,45 = \%89,4 . \quad \text{Regülasyon} = \frac{6626 - 5750}{5750} = \%15,2 .$$

$$\vec{I}_{10} = (22 - j134) \times 10^{-6} \times (6594,4 + j644,8) \text{ A} = (0,145 + j0,014 - j0,883 + 0,086) \text{ A}$$

$$\vec{I}_{10} = (0,231 - j0,869) \text{ A}$$

$$\text{Primer akımı} = \vec{I}_1 = (2,713 - j2,177 + 0,231 - j0,869) \text{ A}$$

$$\vec{I}_1 = (2,945 - j3,046) \text{ A} = 4,24 \text{ A} \angle -46,0^\circ \text{ (ölçülen } 4,24 \text{ A rms).}$$

$$\text{Giriş güç açısı} = \varphi_1 = 5,6^\circ - (-46,0^\circ) = 51,6^\circ . \text{ Giriş güç faktörü ise } \cos \varphi_1 = \cos 51,6^\circ = 0,622 \text{ geri.}$$

3) $g_c = 1800 / (8000^2) \text{ S} = 28,1 \mu\text{S} , \quad Y_0 = 0,455 \text{ A} / 8000 \text{ V} = 56,9 \mu\text{S} ,$

$$b_m = \sqrt{56,9^2 - 28,1^2} \mu\text{S} = 49,4 \mu\text{S} .$$

$$(r_1 + r_2') = 2400 / (12,50^2) \Omega = 15,36 \Omega , \quad \rightarrow r_2' = 15,36 \Omega - 8,76 \Omega = 6,60 \Omega .$$

$$Z_k = 250 \text{ V} / 12,50 \text{ A} = 20,00 \Omega ,$$

$$(x_1 + x_2') = \sqrt{20,00^2 - 15,36^2} \Omega = 12,81 \Omega , \quad \rightarrow x_1 = x_2' = 12,81 \Omega / 2 = 6,40 \Omega .$$

$$N_1 / N_2 = 8000 / 2000 = 4 , \quad r_2 = 6,60 \Omega / 4^2 = 413 \text{ m}\Omega , \quad x_2 = 6,40 \Omega / 4^2 = 400 \text{ m}\Omega .$$