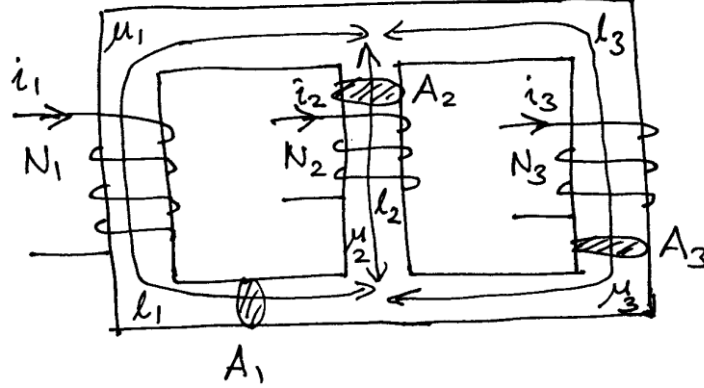


ELEKTRİK MAKİNALARI-1 ARASINAV SORULARI

15.11.2019 Süre: 75 dakika

1) Aşağıdaki şekildeki manyetik devrenin bağımsız göz sayısı kadar manyetik akı bilinmeyi tanımlayın ve aynı sayıda manyetik devre denklemi yazınız. Denklemlerdeki tüm terimler sadece verilenler ve doğru sayıda tanımladığınız bilinmeyenler cinsinden olmalıdır. (25 puan)



2) Tek fazlı, 50 Hz'lik, sarım oranı 1:4 olan, 12 kVA'lık bir transformatörün eşdeğer devre parametreleri, şöyledir:

Primer tarafında: $r_1 = 0,145 \, \Omega$, $x_1 = 1,23 \, \Omega$, $g_c = 0,001540 \, S$, $b_m = 0,016300 \, S$

Sekonder tarafında: $r_2 = 1,72 \, \Omega$, $x_2 = 19,50 \, \Omega$

Bu trafo sekonderindeki, güç faktörü $\cos \varphi_2 = 0,88$ geri olan bir tam yükü, anma sekonder gerilimi olan 1600 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):

Açık devre testi: $V_{10} = 220 \, V$, $I_{10} = 0,75 \, A$, $P_0 = 30 \, W$, $V_{20} = 55 \, V$

Kısa devre testi: $V_{1k} = 18 \, V$, $I_{1k} = 9,00 \, A$, $P_k = 20 \, W$

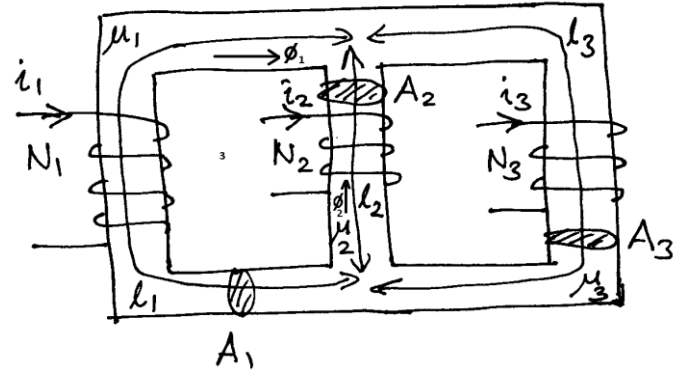
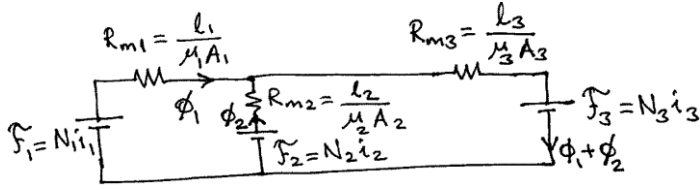
Ayrıca primer sargısı direnci $r_1 = 0,15 \, \Omega$ ölçülüyor. Trafonun eşdeğer devre parametrelerini bulunuz (Sekonder direnç ve kaçak reaktansının, kendi tarafındaki değerleriyle). (30 puan)

BAŞARILAR ...

ELEKTRİK MAKİNALARI-1 ARASINAV CEVAP ANAHTARI

15.11.2019

1) ϕ_1 ve ϕ_2 yandaki gibi tanımlanırsa, elektrik devresi eşdeğeri aşağıdaki gibi olur:



Sol çevre: $F_1 - R_{m1}\phi_1 + R_{m2}\phi_2 - F_2 = 0$

Sağ çevre: $F_2 - R_{m2}\phi_2 - R_{m3}(\phi_1 + \phi_2) - F_3 = 0$

Değerleri yerine yazılarak düzenlenirse iki bağımsız göz için iki denklem:

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

$$N_2 i_2 - N_3 i_3 = \frac{l_3}{\mu_3 A_3} \phi_1 + \left(\frac{l_2}{\mu_2 A_2} + \frac{l_3}{\mu_3 A_3} \right) \phi_2$$

2) $r'_2 = (1/4)^2 \times 1,72 \Omega = 0,1075 \Omega$ $x'_2 = (1/4)^2 \times 19,50 \Omega = 1,219 \Omega$

$V'_2 = (1/4) \times 1600 \text{ V} = 400 \text{ V}$, açısını keyfi olarak 0° seçersek $\vec{V}'_2 = 400 \text{ V} \angle 0^\circ$

$I'_2 = \frac{12 \text{ kVA}}{400 \text{ V}} = 30 \text{ A}$ (veya $\left(\frac{12 \text{ kVA}}{1600 \text{ V}} \right) / (1/4)$). Empedans açısı $\cos^{-1} 0,88 = 28,4^\circ$ ve \vec{V}'_2 açısı 0° olduğundan,

$$\vec{I}'_2 = 30 \text{ A} \angle -28,4^\circ = (26,4 - j14,25) \text{ A}$$

$$\vec{V}_1 = 400 \text{ V} \angle 0^\circ + ((0,145 + 0,1075) + j(1,23 + 1,219)) \Omega \times (26,4 - j14,25) \text{ A}$$

$$\vec{V}_1 = \{400 + j0 + (0,2525 + j2,449) \times (26,4 - j14,25)\} \text{ V} = \{400 + 6,666 - j3,598 + j64,647 + 34,893\} \text{ V}$$

$$\vec{V}_1 = (441,6 + j61,0) \text{ V} = 445,8 \text{ V} \angle 7,9^\circ$$

$P_{Cu} = 0,2525 \times 30^2 \text{ W} = 227 \text{ W}$, $P_{Fe} = 0,001540 \times (445,8)^2 \text{ W} = 306 \text{ W}$.

Çıkış gücü = $P_2 = 12 \text{ kVA} \times 0,88 = 10,56 \text{ kW}$, giriş gücü = $P_1 = (10560 + 227 + 306) \text{ W} = 11,93 \text{ kW}$.

Verim = $10,56 / 11,93 = \%95,2$. Regülasyon = $\frac{445,8 - 400}{400} = \%11,4$.

$$\vec{I}_{10} = (0,001540 - j0,016300) \times (441,6 + j61,0) \text{ A} = (0,680 + j0,094 - j7,197 + 0,995) \text{ A}$$

Primer akımı = $\vec{I}_1 = (28,08 - j21,35) \text{ A} = 35,27 \text{ A} \angle -37,3^\circ$ (ölçülen 35,27 A rms).

Giriş güç açısı = $\varphi_1 = 7,9^\circ - (-37,3^\circ) = 45,1^\circ$. Giriş güç faktörü ise $\cos \varphi_1 = \cos 45,1^\circ = 0,706$ geri.

3) $g_c = 30 / (220^2) \text{ S} = 0,62 \text{ mS}$, $Y_0 = 0,75 \text{ A} / 220 \text{ V} = 3,41 \text{ mS}$, $b_m = \sqrt{3,41^2 - 0,62^2} \text{ mS} = 3,35 \text{ mS}$.

$(r_1 + r'_2) = 20 / (9,00^2) \Omega = 0,247 \Omega$, $\rightarrow r'_2 = 0,247 \Omega - 0,15 \Omega = 0,097 \Omega$. $Z_k = 18 \text{ V} / 9,00 \text{ A} = 2,00 \Omega$,

$(x_1 + x'_2) = \sqrt{2,00^2 - 0,247^2} \Omega = 1,985 \Omega$, $\rightarrow x_1 = x'_2 = 1,985 \Omega / 2 = 0,992 \Omega$.

$N_1 / N_2 = 220 / 55 = 4$, $r_2 = 0,097 \Omega / 4^2 = 6,1 \text{ m}\Omega$, $x_2 = 0,992 \Omega / 4^2 = 62,0 \text{ m}\Omega$.