

ELEKTRİK MAKİNALARI – 1 ARASINAV SORULARI

19.11.2011 Süre: 60 dakika

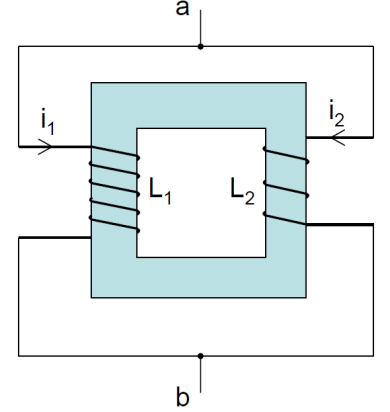
1) Manyetik geçirgenliği (μ) sabit bir ortamda L_1 ve L_2 gibi iki endüktans arasındaki ortak endüktans (M) için, tam kuplajlı (kaçak akı olmayan) durumda

$$M^2 = L_1 \cdot L_2$$

olduğunu ispatlayınız.

Yol gösterme: Şekildeki gibi ortak nüvede farklı sarım sayılı iki sargının ters paralel bağlı olduğunu düşününüz. Sarım başına voltun her iki sargıda da aynı olduğunu da dikkate alarak ab arası voltajın ne olması gerektiğini bulunuz. ab arası voltajın her iki sargıdan da aynı hesaplanması gerektiğinden de faydalanınız.

(25 puan)



2) Eşdeğer devre parametreleri $r_1 = 0,2\Omega$, $r_2' = 0,1\Omega$, $x_1 = 0,3\Omega$, $x_2' = 0,3\Omega$, $g_c = 120\mu S$, $b_m = 600\mu S$ (g_c ve b_m değerleri primer tarafında gösterilen değerleridir) olan 400V:80V'lık, 50Hz'lik, 1600VA'lık tek fazlı bir transformatör, sekonderinde güç faktörü $\cos\phi_2=0,8$ geri olan bir tam yükü anma değerlerinde beslemektedir. Bu çalışma için trafonun verimini, regülasyonunu, primer akımını ve giriş güç faktörünü hesaplayınız. Yaklaşık eşdeğer devre kullanınız.

(45 puan)

3) Tek fazlı 300V:60V'lık bir transformatöre açık devre testi ve kısa devre testi uygulandığında primerden ölçülen gerilim, akım ve güçler şöyle bulunmaktadır:

Açık devre testi: 300V, 1,0A, 150W

Kısa devre testi: 15V, 12A, 110W

Ayrıca primer sargısı direnci $r_1 = 0,2\Omega$ ölçüldüğüne göre trafonun eşdeğer devre parametrelerini yaklaşık olarak bulunuz. Sekonder sargısı direnç ve kaçak reaktansını, sekonderdeki değerleriyle de bulunuz. (30 puan)

BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

ELEKTRİK MAKİNALARI – 1 ARASINAV CEVAP ANAHTARI

19.11.2011

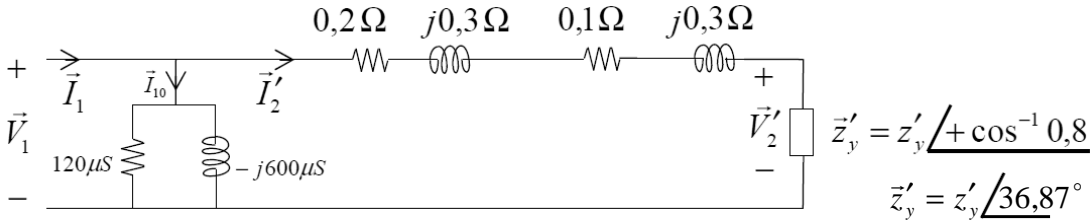
1) Kaçak akı olmadığı için iki sargının da akısı, dolayısıyla sarım başına voltu aynıdır. Paralel bağlı oldukları için toplam voltajları da aynıdır. Farklı sarım sayılarına sahip bir sargıda bu iki şart, ancak sargı voltajlarının (dolayısıyla net akının) sıfır olmasıyla sağlanabilir. Her iki sargı üzerindeki voltajı da sıfıra eşitlersek:

$$L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt} = 0 = L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt} \quad \rightarrow \quad \frac{di_2}{dt} = \frac{L_1}{M} \frac{di_1}{dt} \quad \rightarrow \quad 0 = L_2 \frac{L_1}{M} \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_1}{dt}$$

Son eşitliğin her türlü i_1 akımı için sağlanması gerektiğinden, $0 = L_2 \frac{L_1}{M} - M \rightarrow \boxed{M^2 = L_1 L_2}$

Burada akım yönleri tanımına göre sargıların akıları birbirini zayıflattığı için M , başında eksi işaretiyle kullanılmıştır. Bu ispat, sargı akılarının birbirini desteklediği (M 'nin artı alındığı) durum için de geçerlidir.

2) Primere yansıtılmış yaklaşık eşdeğer devreyi kullanalım:



Yük sekonderde anma voltajında ise yansıtılmış yük voltajı V_2' de primerin anma voltajında olur. Bunun açısını da devredeki akım ve gerilim açılarından ilk tanımlanan olduğu için keyfi olarak sıfır alalım: $\vec{V}_2' = 400V \angle 0^\circ$

$$\vec{I}_2' = \vec{V}_2' / \vec{z}'_y = I_2' \angle (0^\circ - 36,87^\circ) \quad I_2' = \frac{1600VA}{400V} = 4A$$

(veya $I_2 = \frac{1600VA}{80V} = 20A \rightarrow I_2' = \frac{N_2}{N_1} 20A = 4A$ diye de hesaplanabilirdi ama yansıtılmışı yukarıdaki gibi

doğrudan bulmak daha kolaydır.) $\rightarrow \vec{I}_2' = 4A \angle -36,87^\circ$

$$\vec{V}_1 = 400V \angle 0^\circ + \underbrace{((0,2 + 0,1) + j(0,3 + 0,3))\Omega}_{0,671\Omega \angle 63,43^\circ} (4A \angle -36,87^\circ) = 400V + j0V + 2,683V \angle 26,57^\circ$$

$$\vec{V}_1 = 400V + j0V + (2,4 - j1,2)V = (402,4 + j1,2)V = 402,4V \angle 0,17^\circ$$

$$P_{Cu} = (0,2 + 0,1)\Omega \cdot (4A)^2 \approx 5W \quad P_{Fe} = 120 \times 10^{-6} S \times (402,4V)^2 \approx 19W$$

$$\text{Çıkış gücü: } P_2 = 1600VA \times 0,8 = 1280W \quad \text{Giriş gücü: } P_1 = 1280W + 5W + 19W = 1304W$$

$$\text{Verim: } \boxed{\eta = \frac{1280}{1304} = \%98}$$

V_1 aynı değerinde tutulup yük açık devre edilirse, sekonder voltajının yansıtılmışı yine bu değer olur:

$$V_{20}' = V_1 = 402,4V \quad (\vec{V}_1 \text{ vektörünün kutupsal gösterimdeki büyüklüğü})$$

$$\text{Regülasyon} = \%100 \frac{V_{20}' - V_{2TY}'}{V_{2TY}'} = \%100 \frac{402,4 - 400}{400} \quad \boxed{\text{Regülasyon} = \%0,6}$$

$$\vec{I}_1 = \vec{I}_2' + \vec{I}_{10} = (3,20 - j2,40)A + \underbrace{(120 - j600)10^{-6}(402,4 + j1,2)}_{0,0483 + j0,0001 + 0,0007 - j0,2414} = (3,249 - j2,641)A = \vec{I}_1 = 4,19A \angle -39,11^\circ$$

Ölçülen primer akımı $I_1 = 4,19A$

Giriş (primer) güç faktörü $\cos(0,17^\circ - (-39,11^\circ)) = \cos 39,28^\circ = \cos \varphi_1 = 0,774$ geri

$$3) g_c = \frac{150W}{(300V)^2} = 1,67mS = g_c \quad Y_0 = \frac{1,0A}{300V} = 3,33mS = Y_0 \quad b_m = \sqrt{3,33^2 - 1,67^2}mS = b_m = 2,89mS$$

$$(r_1 + r'_2) = \frac{110W}{(12A)^2} = 0,76\Omega \quad r_1 = 0,2\Omega \quad \rightarrow \quad r'_2 = 0,76\Omega - 0,2\Omega = r'_2 = 0,56\Omega$$

$$z_k = \frac{15V}{12A} = 1,25\Omega \quad (x_1 + x'_2) = \sqrt{1,25^2 - 0,76^2}\Omega = 0,989\Omega \quad \rightarrow \quad \frac{0,989\Omega}{2} = x_1 = x'_2 = 0,49\Omega$$

Sekonder sargısının direnç ve reaktansının sekonderdeki değerlerini bulalım:

$$\frac{300V}{60V} = N_1/N_2 = 5 \quad r_2 = (N_2/N_1)^2 \times 0,56\Omega = \frac{0,56\Omega}{5^2} = r_2 = 23m\Omega$$

$$x_2 = (N_2/N_1)^2 \times 0,49\Omega = \frac{0,49\Omega}{5^2} = x_2 = 20m\Omega$$