

ELEKTRİK MAKİNALARI – 1 BÜTÜNLEME SINAVI SORULARI

16.01.2012 Süre: 75 dakika

1) Tek faza indirgenmiş ve primere yansıtılmış eşdeğer devre parametreleri $r_1 = 0,35\Omega$, $r_2' = 0,25\Omega$, $x_1 = x_2' = 4,1\Omega$, $g_c = 300\mu S$, $b_m = 800\mu S$ olan üç fazlı, 50Hz'lik, Δ/Δ bağlı, 180kVA'lık, 1600V:400V'luk bir transformatör, sekonderinde güç faktörü $\cos\phi_2=0,9$ geri olan bir tam yükü anma değerlerinde beslemektedir. Bu çalışma için trafonun toplam demir ve bakır kayıplarını, toplam giriş ve çıkış güçlerini, verim ve regülasyonunu hesaplayınız. Ayrıca primer hat akımının ölçülen büyüklüğü ile giriş güç faktörünü de bulunuz. Yaklaşık eşdeğer devre kullanınız. (35 puan)

2) Üç fazlı, 50 Hz'lik, Δ/Δ bağlı bir transformatöre açık devre testi ve kısa devre testi uygulandığında primerden ölçülen gerilim, akım ve güçler, hat değeri olarak şöyle bulunmaktadır:

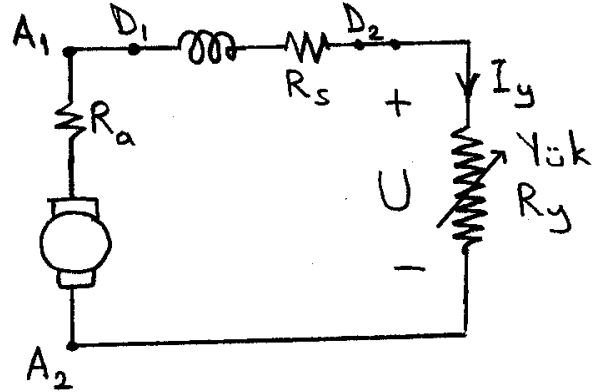
Açık devre testi: 15000V , 2,8A , 62500W

Kısa devre testi: 322V , 120A , 58500W

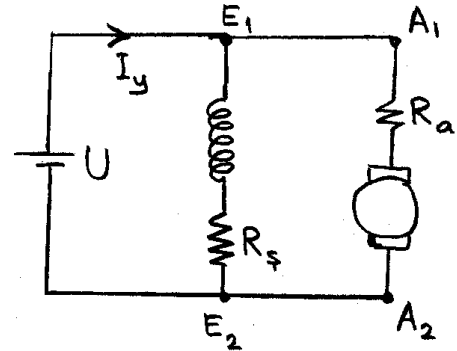
Ayrıca primer hatlarının bir ucu boştayken diğer iki ucundan ölçülen direnç $r_{ölç} = 1,2\Omega$ olduğuna göre trafonun tek faza indirgenmiş ve primere yansıtılmış eşdeğer devre parametrelerini yaklaşık olarak bulunuz. (20 puan)

3) Seri ve armatür sargı dirençleri sırasıyla $R_{seri}=2\Omega$ ve $R_a=3\Omega$ olan şekildeki seri dinamo, $n=3000$ devir/dakika hızla döndürülürken değişken bir yük direncinin belirli bir değeri için uçlarında $U_1=300V$, $I_{y1}=15A$ görülmektedir. Daha sonra dinamo aynı hızda döndürülürken yük direnci değiştirilerek akımı

$I_{y2}=10A$ değerine getiriliyor. Bu durumda uç gerilimi (U_2) ne olur? Uyartım akımıyla akımın doğru orantılı olduğu bölgede çalışıldığını varsayınız. (20 puan)



4) Şönt ve armatür sargılarının dirençleri sırasıyla $R_s=200\Omega$, ve $R_a=4\Omega$ olan şekildeki şönt motor, $U=600V$ iken $n=3000$ devir/dakika hızla dönüyor ve $I_y=25A$ oluyor. Bu çalışma için sürtünme kaybı $P_{sür} = 1200W$ olduğuna göre motorun verimini ve çıkış torkunu bulunuz. (25 puan)



BAŞARILAR ...

Yard. Doç. Dr. Ata SEVİNÇ

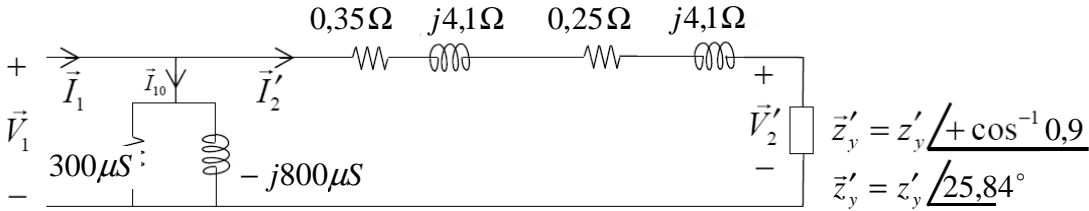
ELEKTRİK MAKİNALARI – 1 BÜTÜNLEME CEVAP ANAHTARI

16.01.2012

1) Primere yansıtılmış yaklaşık eşdeğer devreyi kullanalım. V_2 anma sekonder geriliminde olduğu için primere yansıtılmış V_2' de anma primer geriliminde olur. Δ/Δ bağlı olduğundan her ikisinin tek faz

değeri, fazlararası değerlere eşittir: $V_2' = 1600V$. Tek faz akımı ise: $I_2' = \frac{180kVA/3}{1600V} = 37,5A$

(veya primer Δ bağlı olduğundan $I_2' = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{180kVA}{\sqrt{3} \cdot 1600V} = 37,5A$)



Devredeki akım ve gerilim açılarından ilki keyfi olarak sıfır tanımlanabilir: $\vec{V}_2' = 1600V \angle 0^\circ$

Buna göre $\vec{I}_2' = \vec{V}_2' / \vec{z}_y = I_2' \angle (0^\circ - 25,84^\circ)$ $I_2' = 37,5A \angle -25,84^\circ = (33,75 - j16,35)A$

$\vec{V}_1 = 1600V \angle 0^\circ + \underbrace{((0,35 + 0,25) + j(4,1 + 4,1))\Omega}_{8,222\Omega \angle 85,82^\circ} (37,5A \angle -25,84^\circ) = 1600V + j0V + 308,32V \angle 59,97^\circ$

$\vec{V}_1 = 1600V + j0V + (154 + j267)V = (1754 + j267)V = 1774V \angle 8,65^\circ$

$P_{Cu} = 3 \times (0,35 + 0,25)\Omega \cdot (37,5A)^2 = \boxed{P_{Cu} = 2531W}$ $P_{Fe} = 3 \times 300 \times 10^{-6} S \times (1774V)^2 = \boxed{P_{Fe} = 2834W}$

Çıkış gücü: $180kVA \times 0,9 = \boxed{P_2 = 162kW}$ Giriş gücü: $162kW + 2,531kW + 2,834kW = \boxed{P_1 = 167,4kW}$

Verim: $\eta = \frac{162}{167,4} = \%96,8$

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

$V_{20}' = V_1 = 1774V$ (\vec{V}_1 vektörünün kutupsal gösterimdeki büyüklüğü)

Regülasyon = $\%100 \frac{V_{20}' - V_{2TY}'}{V_{2TY}'} = \%100 \frac{1774 - 1600}{1600} = \boxed{\text{Regülasyon} = \%10,9}$

$\vec{I}_1 = \vec{I}_2' + \vec{I}_{10} = (33,75 - j16,35)A + \underbrace{(300 - j800)10^{-6} S \times 1774V \angle 8,65^\circ}_{854,4\mu S \angle -69,44^\circ}$

$= (33,75 - j16,35)A + 1,516A \angle -60,79^\circ = (33,75 - j16,35)A + (0,74 - j1,32)A = (34,49 - j17,67)A$

$\vec{I}_1 = 38,75A \angle -27,13^\circ$ Ölçülen primer hat akımı ise $\sqrt{3} \times 38,75A = \boxed{I_{h1} = 67,12A}$

Giriş (primer) güç faktörü $\cos(8,65^\circ - (-27,13^\circ)) = \cos 35,78^\circ = \boxed{\cos \varphi_1 = 0,811 \text{ geri}}$

2) Ölçümleri tek faza indirgeyelim. Ölçümler primerden alındığı ve primer Δ bağlı olduğu için

$V_{10} = 15000V$, $I_{10} = 2,8A/\sqrt{3} = 1,617A$, $P_{10} = 62500/3 = 20833W$,

$V_{1k} = 322V$, $I_{1k} = 120A/\sqrt{3} = 69,28A$, $P_{1k} = 58500/3 = 19500W$, $r_1 = 1,2\Omega \times 3/2 = \boxed{1,8\Omega = r_1}$

$$g_c = \frac{20833W}{(15000V)^2} = \boxed{92,6\mu S = g_c} \quad Y_0 = \frac{1,617A}{15000V} = \boxed{107,8\mu S = Y_0}$$

$$b_m = \sqrt{107,8^2 - 92,6^2} \mu S = \boxed{55,1\mu S = b_m}$$

$$(r_1 + r'_2) = \frac{19500W}{(69,28A)^2} = 4,06\Omega \quad \rightarrow \quad r'_2 = 4,06\Omega - 1,8\Omega = \boxed{2,26\Omega = r'_2}$$

$$z_k = \frac{322V}{69,28A} = 4,65\Omega \quad \rightarrow \quad (x_1 + x'_2) = \sqrt{4,65^2 - 2,26^2} \Omega = 2,26\Omega \quad \rightarrow \quad \frac{2,26\Omega}{2} = \boxed{1,13\Omega = x_1 = x'_2}$$

3) Birinci yük için

$$E_1 = 300V + (3\Omega + 2\Omega) \times 15A = 375V$$

ϕ akısı $I_u = I_y$ ile ve ω da n ile doğru orantılı

olduğu için $E = K_a \phi \omega = K I_u n = K I_y n$

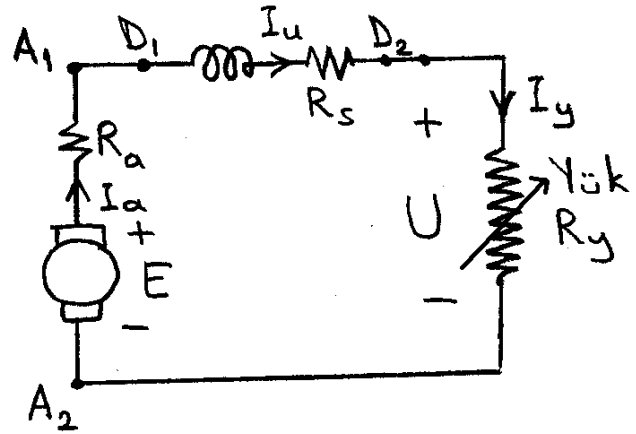
n değişmediği için $\frac{E_2}{E_1} = \frac{I_{y2}}{I_{y1}}$ olur. Böylece

ikinci yük için emk:

$$E_2 = E_1 \frac{I_{y2}}{I_{y1}} = 375V \times \frac{10}{15} = 250V \text{ olur. Yeni uç gerilimi ise}$$

$$U_2 = 250V - (3\Omega + 2\Omega) \times 10A = \boxed{200V = U_2}$$

(Sonuçta yük direnci değişmemiş oldu; ancak soru, yük direncinin değişebileceği ihtimaline göre çözüldü.)



$$4) I_u = \frac{600V}{200\Omega} = 3A$$

$$I_a = 25A - 3A = 22A$$

$$E = 600V - 4\Omega \times 22A = 512V$$

$$\text{Giriş gücü } P_g = 600V \times 25A = 15000W$$

$$\text{Çıkış gücü } P_\zeta = 512V \times 22A - 1200W = 10064W$$

$$\text{Verim} = \frac{10064}{15000} = \boxed{\eta = \%67,1}$$

$$\text{Açısal dönüş hızı: } \omega = 3000 \times (\pi/30) \text{ rad/s} = 314,16 \text{ rad/s}$$

$$\text{Çıkış torku: } T_\zeta = \frac{10064}{314,16} \text{ Nm} = \boxed{T_\zeta = 32,0 \text{ Nm}}$$

