

İsim:

No:

Salon:

ELEKTRİK MAKİNELERİ II, 16 Mayıs 2013 | Dönemsonu Sınavı, Süre 90 dakikadır.

Okunaklı yazınız, Sonuçları çerçeve içine alınız, Birimleri yazmayı unutmayınız!

ÖÇ8) <20p> (1) 110 V'luk bir şönt motorun endüvi direnci 0.42 Ohm olup, şönt sargı direnci 110 Ohm'dur. Şebekeden 40 A çekildiğinde motor 1200 rpm ile dönmektedir. Makina jeneratör olarak çalıştırılırsa 110 V terminal gerilimi ve 40 A yük akımı için hangi hızla döndürülmelidir (Akının değişmediği kabulüyle).

$$I_f := \frac{110}{110}$$

$$I_f = 1 \text{ A}$$

Motor durumunda

$$I_a = I_L - I_f$$

$$I_a := 40 - 1$$

$$I_a = 39 \text{ A}$$

$$E_a = V - I_a R_a$$

$$E_a := 110 - 39 \cdot 0.42$$

$$E_a = 93.62 \text{ V}$$

5p

Generatör durumunda

$$I_a = I_L + I_f$$

$$I_a := 40 + 1$$

$$I_a = 41 \text{ A}$$

$$E_a = V + I_a R_a$$

$$E_a := 110 + 41 \cdot 0.42$$

$$E_a = 127.22 \text{ V}$$

5p

Akı sabit olduğundan E_a ile devir sayısı orantılıdır

$$n := \frac{127.22}{93.62} \cdot 1200$$

$$n = 1631 \text{ rpm}$$

10p

ÖÇ8) <7+7+6p> (2) 5. Bir DA şönt jeneratörün, şönt uyarma devresi toplam direnci 400 Ω dur. Mıknatıslanma eğrisinden (doyma ihmal edilecektir) bilindiğine göre jeneratörde 60 V indükleyebilmek için 0.16 A'lık bir uyarma akımına ihtiyaç vardır.

a) Makina kendi kendini uyarabilir mi? b) Hız % 10 artırılırsa ne olur? c) Eğer hız ilk değerde ise makinanın kendi kendini uyarabilmesi için alan devresi toplam direnci ne olmalıdır?

$$V_x := 60 \text{ V}$$

$$I_{fx} := 0.16 \text{ A}$$

$$R_{kr} := \frac{V_x}{I_{fx}}$$

$$R_{kr} = 375 \text{ Ohm}$$

7p

a) Uyarma devresi toplam direnci > kritik direnç olduğu için kendi kendini uyartamaz.

$$R_{fa} := 400 \text{ Ohm}$$

$$R_{fa} > R_{kr}$$

$$400 > 375$$

b) Hız %10 arttırıldığında, boşta çalışma deneyinde (mıknatıslanma eğrisi) indüklenen gerilim de %10 artar, bunun sonucunda kritik direnç de %10 artar

7p

$$R_{kryeni} := 1.1 \cdot R_{kr}$$

$$R_{kryeni} = 412.5 \text{ Ohm}$$

$R_{kryeni} > R_{fa}$ olduğundan jeneratör kendi kendini yartır

c) Jeneratörün kendi kendini uyartabilmesi için $R_{fa} < R_{kr}$ olmalıdır. ilk hızda

$$R_{fa} := 400 \text{ Ohm} \quad \text{ve} \quad R_{kr} = 375 \text{ Ohm} \quad \text{idi}$$

$R_{fa} < R_{kr}$ olması için, uyarma devresi toplam direnci R_{fa} nın 375 Ohm dan küçük olması gerekir.

$$R_{fa} < 375 \text{ Ohm olmalıdır.}$$

6p

ÖÇ8) <5+5p> (3) 6 kutuplu dalgalı sargılı bir DA jeneratörünün endüvisinde toplam 600 sarım vardır. Kutup başına faydalı akı 0.02 Wb ve endüvi direnci 0.1 Ohm'dur. Jeneratör 500 rpm'lik bir hızla dönmekte olup, sürtünme ve vantilasyon kayıplarının toplamı 800 W'tır.

a) Endüvi akımı 20 A olduğu zaman terminal gerilimi, b) (a) daki durum da, endüviyi döndürmek için gerekli momenti hesaplayınız.

$$\begin{aligned} N &:= 600 \text{ Sarım} & \Phi &:= 0.02 \text{ Wb} & R_a &:= 0.1 \text{ Ohm} & p &:= 3 & 2p &= 6 \\ \text{basit dalgalı sargı} & & n &:= 500 \text{ rpm} & P_{stv} &:= 800 \text{ W} \\ a &:= 1 & 2-a &= 2 \end{aligned}$$

a) $I_a := 20 \text{ A}$

$$\begin{aligned} Z &:= 2 \cdot N & Z &= 1.2 \times 10^3 \text{ iletken} \\ K_e &:= \frac{Z \cdot p}{60 \cdot a} & K_e &= 60 & 1p \\ E_a &:= K_e \cdot \Phi \cdot n & E_a &= 600 \text{ V} & 1p \\ \text{Jeneratör} & & V &:= E_a - I_a \cdot R_a & V &= 598 \text{ V} & 3p \end{aligned}$$

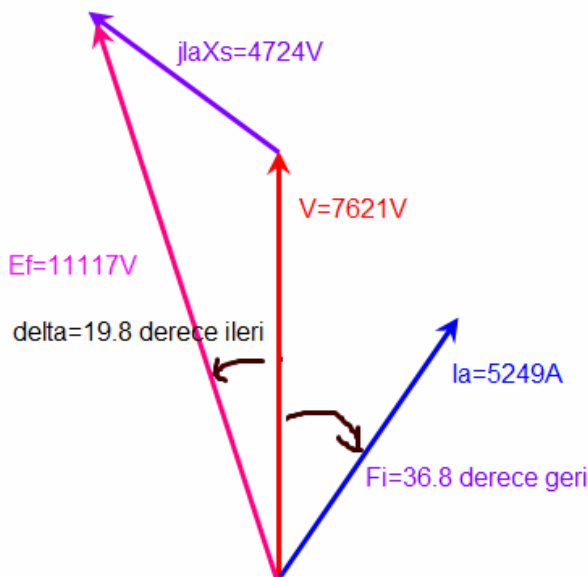
b) Girişteki mekanik güç=Mekanik Kayıplar + üretilen güç

$$\begin{aligned} P_a &:= E_a \cdot I_a & P_a &= 12000 \text{ W} \\ P_{giriş} &= P_m \\ P_m &:= P_{stv} + P_a & P_m &= 12800 \text{ W} & 1p \\ \text{Moment} & & T &:= \frac{P_m}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}} & T &= 244.462 \text{ Nm} & 4p \end{aligned}$$

4-5-6. Sorulardan sadece 2 si yanıtlanacaktır!

ÖÇ3) <6+6+13p> (4) 120 MVA, 13.2kV, 60Hz'lik bir yuvarlak rotorlu 3 fazlı yıldız bağlı senkron jeneratörün anma güç faktörü 0.8 geri ve senkron reaktansı X_s , of = 0.9 Ω/faz 'dır. Ra ihmal edilecektir.

a) Anma işletmesi için fazör diyagramı çiziniz. b) İndüklenen emk E_f ve yük açısı δ 'yı hesaplayınız. c) Çıkış gücü aynı kalıp uyarma akımının %30 azaltılması durumu için; yük açısı, güç faktörü ve endüvi akımını bulunuz.



a)

$$S_n := 120 \cdot 10^6 \text{ MVA} \quad V_L := 13200 \text{ V} \quad f := 60 \text{ Hz} \quad \text{Yıldız bağlı YR jeneratör}$$

$$b) \quad \cos \varphi := 0.8 \quad \text{geri} \quad \sin \varphi := -0.6 \quad X_s := 0.9 \text{ Ohm} \quad R_a := 0$$

$$I_L := \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_L} \quad \text{yıldız bağlı} \quad I := I_L \quad I = 5249 \text{ A}$$

$$E_f := \frac{V_L}{\sqrt{3}} + I \cdot (\cos \varphi + i \sin \varphi) \cdot (R_a + i X_s)$$

3p

$$E_f = 1.046 \times 10^4 + 3.779i \times 10^3 \quad |E_f| = 11117 \text{ V} \quad \delta := \text{atan} \left(\frac{3.779 \times 10^3}{1.046 \times 10^4} \right) = 0.347$$

$$\delta = 0.347 \text{ rad} \quad \delta \cdot \frac{180}{\pi} = 19.864 \text{ derece}$$

3p

- c) uyarma akımı %30 azalır, E_f de %30 azalır.
Sabit aktif güç için $E_f \sin \delta$ sabit kalır.

$$E_{f2} := |E_f| \cdot 0.7$$

aktif güç sabit ise

$$|E_f| \cdot \sin(\delta) = E_{f2} \cdot \sin(\delta_2) \quad \sin \delta_2 := \frac{|E_f| \cdot \sin(\delta)}{|E_{f2}|}$$

$$\sin \delta_2 = 0.485 \quad \delta_2 := \text{asin}(0.485) = 0.506 \text{ rad}$$

$$\delta_2 := 0.506 \text{ rad} \quad \delta_2 \cdot \frac{180}{\pi} = 28.992 \text{ derece}$$

4p

Jeneratör denkleminde I yı çekelim

Given

$$E_{f2} \cdot (\cos(\delta_2) + i \sin(\delta_2)) = \frac{V_L}{\sqrt{3}} + i I_2 \cdot X_s$$

$$\text{Find}(I_2) \rightarrow 4190.9409044770083224 + 904.55166666433708291i$$

$$I_2 := 4190.9409044770083224 + 904.55166666433708291i \text{ A}$$

$$|I_2| = 4287 \text{ A} \quad \text{güç açısı} = \text{atan}(b/a)$$

$$F_i := \text{atan} \left(\frac{904.55166666433708291}{4190.9409044770083224} \right)$$

$$F_i = 0.213 \text{ rad} \quad F_i \cdot \frac{180}{\pi} = 12.18 \text{ derece}$$

$$\cos(F_i) = 0.977 \text{ ileri} \quad \text{güç faktörü} = 0.977 \text{ ileridir.}$$

5p

VEYA

Yukarıdaki çözüm aktif gücün sabit kaldığı durum için idi. Normalde anlaşılması gereken şey bu. Aşağıda ise Görünür gücün sabit kalması durumu için alternatif bir çözüm verilmiştir:

Güç Sn de sabit düşünülmüş ise; V ve I sabit kalmalıdır.

$$\underline{\underline{V}} := \frac{VL}{\sqrt{3}} \quad V = 7.621 \times 10^3 \text{ V} \quad \underline{\underline{I}} = 5.249 \times 10^3 \text{ A} \quad Ef2 = 7.782 \times 10^3$$

$$I \cdot X_s = 4.724 \times 10^3 \text{ V} \quad \underline{\underline{4p}}$$

FAZÖR DİYAGRAMDAN

$$\sin\phi_2 := \frac{Ef2^2 - V^2 - I^2 \cdot X_s^2}{2 \cdot I \cdot X_s \cdot V} \quad \sin\phi_2 = -0.275$$

$$\text{asin}(0.275) = 0.279 \text{ rad} \quad 0.279 \cdot \frac{180}{\pi} = 15.986 \text{ derece}$$

$$\cos(0.279) = 0.961$$

güç faktörü 0.961 ileri **5p**

$$\sin\Delta_2 := \frac{I \cdot X_s \cdot \cos(0.279)}{Ef2} \quad \sin\Delta_2 = 0.584 \quad \text{asin}(0.584) = 0.624$$

DELTA2 = 35.753 derece **4p**

ÖÇ3) <9+8+8p> (5) 3 fazlı, 440 V, 50 kW, 60 Hz, yıldız bağlı bir senkron motorun hızı 450 rpm verimi %93'tür. Faz başına parametreleri ise: $R_a = 0.1 \Omega$, $X_s = 2.4 \Omega$ 'dir. Motor anma gücünün yarısında 0.6 geri güç faktörü ile yüklenmiştir.

a) Uyarma emki E_f 'yi b) Yük açısı δ 'yi c) Kutup sayısını bulunuz.

$$P_{mn} := 50000 \text{ W} \quad VL := 440 \text{ V} \quad \cos\phi := 0.6 \text{ geri} \quad R_a := 0.1 \text{ Ohm} \quad X_s := 2.4 \text{ Ohm}$$

$$\eta := 0.93 \quad \sin\phi := -0.8 \quad f := 60 \text{ Hz} \quad \underline{\underline{ns}} := 450 \text{ rpm}$$

$$P_{in} := \frac{1}{\eta} \cdot \frac{P_{mn}}{2} \quad P_{in} = 26881.72 \text{ W} \quad P_{in} = \sqrt{3} \cdot VL \cdot IL \cdot \cos\phi$$

$$IL := \frac{P_{in}}{\sqrt{3} \cdot VL \cdot \cos\phi} \quad \underline{\underline{IL = 58.789 \text{ A}}} \quad I := IL \text{ yıldız bağlı} \quad i := \sqrt{-1}$$

4p

$$Ef := \frac{VL}{\sqrt{3}} - I \cdot (\cos\phi + i \sin\phi) \cdot (R_a + i X_s)$$

$$Ef = 137.633 - 79.952i \text{ V} \quad \underline{\underline{|Ef| = 159.17 \text{ V}}} \quad \underline{\underline{5p}}$$

$$\underline{\underline{\delta}} := \text{atan}\left(\frac{-79.952}{137.633}\right)$$

$$\delta = -0.526 \text{ rad} \quad \delta \cdot \frac{180}{\pi} = -30.153 \text{ degrees} \quad \underline{\underline{8p}}$$

Given

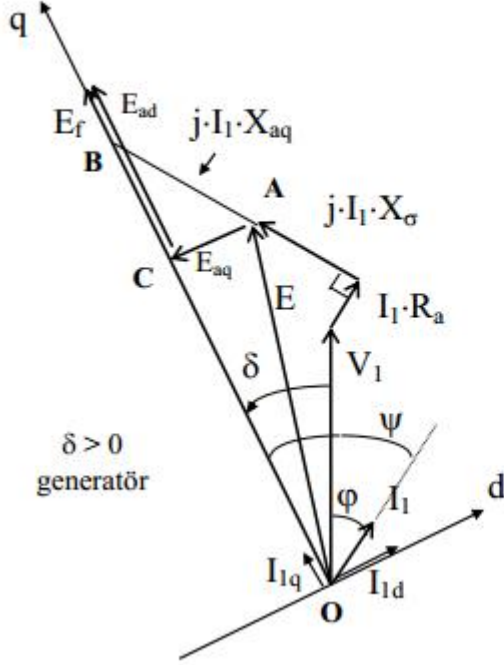
$$ns = \frac{60 \cdot f}{p}$$

$$\text{Find}(p) \rightarrow 8 \quad p = 8 \quad \underline{\underline{2p = 16 \text{ poles}}} \quad \underline{\underline{8p}}$$

ÖÇ5) <10+10+5p> (6) Çıkık kutup senkron makineye ilişkin;

- Endüktif jeneratörün fazör diyagramını çiziniz.
- Kapasitif motorun fazör diyagramını çiziniz.
- Hava aralığı akısını sinüsoidal yapabilmek için hangi tedbir/ler alınmaktadır.

9.5.1.2. Endüktif çalışan generatör



$$\dot{E}_{aq} = j \cdot \dot{I}_{lq} \cdot X_{aq}$$

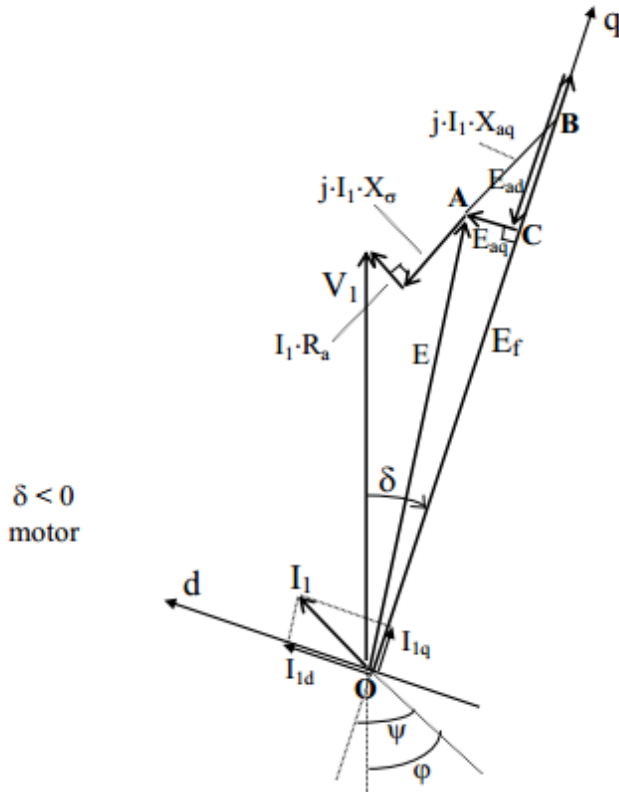
$$\dot{E}_{ad} = j \cdot \dot{I}_{ld} \cdot X_{ad}$$

$$|\dot{E}| < |\dot{E}_f|$$

Endüvi reaksiyonu kutup alanını şiddetli bir şekilde zayıflatmaktadır

a)

9.5.2.3. Kapasitif çalışan motor



$$\dot{E}_{aq} = j \cdot \dot{I}_{lq} \cdot X_{aq}$$

$$\dot{E}_{ad} = j \cdot \dot{I}_{ld} \cdot X_{ad}$$

$$|\dot{E}| < |\dot{E}_f|$$

Endüvi alanı kutup alanını zayıflatıcı etki yapmaktadır

b)

- Kutup başlarına özel şekiller verilir (farklı eğilim yarıçapları), kutuplar veya stator olukları aksiyel yönde eğik yapılabilir, Kutuplar arasında uygun boşluklar bırakılır (kutup örtme faktörü <1)