

İSİM :
NO :
Salon No:

SAÜ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK ve ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

03.06.2014

ELEKTRİK MAKİNALARI II – FİNAL SINAVI
SÜRE 75 DAKİKADIR

"Kopya almadım ve vermedim"

İMZA:

Okunaklı Yazınız. Birimleri unutmayınız. Sonuçları kutu içine alınız. Yanıtlar arasına çizgi çiziniz.

1) (ÖÇ2, 3) <10p> Sabit şebeke gerilimi altında, sabit mekanik yük ile yüklenmiş bir senkron motor; sırasıyla omik – endüktif – kapasitif olarak çalıştırılmaktadır. Buna göre yük açısının; omik çalışma – endüktif çalışma – kapasitif çalışma durumlarında alacağı değeri, gerekçe göstererek, büyüğe küçüğe sıralayınız.

$$P = Sabit = \frac{3 \cdot V \cdot E_f}{X_s} \sin \delta$$

Endüktif motorda I_f küçük, a_k küçük, E_f küçüktür (omiğe göre). Yukarıdaki denklemin sağlanması için $\delta_{endüktif} > \delta_{omik}$ olur.

Kapasitif motorda I_f büyük, a_k büyük, E_f büyüktür (omiğe göre). Yukarıdaki denklemin sağlanması için $\delta_{kapasitif} < \delta_{omik}$ olur.

Dolayısı ile;

$$\delta_{endüktif} > \delta_{omik} > \delta_{kapasitif} \text{ yazılabilir.}$$

2) (ÖÇ6) <10p> Bir senkron jeneratörün şebekeye paralel bağlanması için gerekli senkronizasyon koşullarını maddeler halinde yazınız.

- a) Jeneratörün faz sırası şebekenin faz sırası ile aynı olmalıdır, b) Jeneratörün frekansı, şebekenin frekansı ile aynı olmalıdır,
- c) Jeneratör terminal gerilimi, şebeke gerilimi ile aynı olmalıdır, d) Jeneratör fazör sistemi ile şebeke fazör sistemleri arasında faz farkı olmamalıdır.

3) (ÖÇ2,3) <20p> 3 Fazlı, yıldız bağlı yuvarlak rotorlu bir senkron jeneratörün endüvisinde endüklenen emk ile uyarma akımı arasındaki bağıntı $E_f = 100 \cdot I_f$ olarak veriliyor (doyma yok-lineer). Jeneratörün faz başına iç direnci 0.5 Ohm ve senkron reaktansı 2 Ohm'dur. 380V, 50Hz'lik 3 fazlı şebekede jeneratörden çekilen akım faz başına 20A, güç faktörü 0.8 endüktif olup, bu andaki uyarma akımı 2.53A'dır. Şebeke gerilimi ve yük akımı değiştirilmeden, uyarma akımının %8.7 azaltılması durumunda yeni güç faktörünü ve karakterini belirtiniz.

$I_f' = (1 - 0.087) \cdot 2.53 \Rightarrow I_f' = 2.31 \text{ A} \Rightarrow E_f' = 100 \cdot I_f' \Rightarrow E_f' = 231 \text{ V.}$

trigonometrik çözüm yapalım. Bilinenler; Generator çalışma olduğu, $\delta > 0$ old. için, E_f ; V den soldadır. Gerilim düzeyini üsseni bilinmektedir ve

Ayrıca $V = 220$ şebeke gerilimi bilinmektedir. Bu bilinenler fazör diagrama monte edilir.

$IX_s = 40 \text{ V}$
 $I_r = 10 \text{ V.}$

$h^2 = 41.23^2 - x^2 = 220^2 - (231 - x)^2 \Rightarrow x = 14.4$
 $\cos \delta' = \frac{231 - x}{220} \Rightarrow \delta' = 10.09^\circ$
 $C = 90 - \delta = 79.91^\circ$
 $a = \arcsin \frac{x}{41.23} = 20.44^\circ$
 $b = \arcsin \frac{40}{41.23} = 75.96^\circ$

Dolayısıyla açılar toplamından
 $\varphi' = 180 - (a + b + c) \Rightarrow \varphi' = 3.69^\circ$ **Kapasitif**

Güç faktörü = $\cos \varphi = 0.997$

4) (ÖÇ8) <30p> Endüvisinde 4 kutuplu, 500 sarımlık, basit dalgalı sargı bulunan 110 V'luk bir şönt uyarımlı bir doğru akım motorunun endüvi direnci $R_a=0.05\Omega$ olup, motor 15.34 Nm lik sabit moment yükü ile yüklüdür (Yük momenti hız ile değişmeyen karakterdedir). Bu yükte çalışırken motorun endüvisindeki bakır kaybı 100W olup, mekanik kayıplar ihmal edilmiştir. Devir sayısını hesaplayınız.

$$R_a := 0.05 \text{ Ohm} \quad N_s := 500 \text{ Sarım} \quad Z := 2 \cdot N \quad Z = 1000 \text{ iletken}$$

$$a := 1 \quad p := 2 \quad V := 110 \text{ V} \quad T := 15.34 \text{ Nm} \quad P_{cua} := 100 \text{ W}$$

$$I_a := \sqrt{\frac{P_{cua}}{R_a}} \quad I_a = 44.721 \text{ A}$$

$$E_a := V - I_a \cdot R_a \quad E_a = 107.764 \text{ V}$$

$$K_e := \frac{Z \cdot p}{60 \cdot a} \quad K_e = 33.333 \quad K_t := \frac{Z \cdot p}{2 \cdot \pi \cdot a} \quad K_t = 318.31$$

$$\Phi := \frac{T}{K_t \cdot I_a} \quad \Phi = 1.078 \times 10^{-3} \text{ Wb}$$

$$n := \frac{E_a}{K_e \cdot \Phi} \quad n = 3000.091 \text{ rpm}$$

Diğer yol:

$$P_a := E_a \cdot I_a \quad P_a = 4819.35 \text{ W}$$

Mekanik kayıp ihmal; $P_m := P_a$

$$\omega := \frac{P_m}{T} \quad \omega = 314.169 \frac{\text{Rad}}{\text{s}}$$

$$n := \frac{60}{2 \cdot \pi} \cdot \omega \quad n = 3000.091 \text{ rpm}$$

5) (ÖÇ10) <10p> Sabit şebeke geriliminde çalışan D.A. Şönt Motorda devir sayısını, nominal değerine göre arttırmak ve azaltmak için neler önerirsiniz, gerekli bağıntıları vererek ayrı ayrı belirtiniz.

Şönt Motor

Makine dengeli olup, lineer bölgede kalması için I_f artırılabilir (V sabit) I_f fakat azaltılabilir.

Gevce denklemini

$$V = I_a \cdot R_a + E_a \quad E_a = K_e \cdot \Phi \cdot n$$

Buradan $n = \frac{V - I_a R_a}{K_e \cdot \Phi} \rightarrow R_a \rightarrow R_a + R_{fv}$

$\Phi \propto I_f = \frac{V}{R_f + R_{fm}}$ Böylece

$$n = \frac{V - I_a (R_a + R_{fv})}{K_e \cdot \left(\frac{V}{R_f + R_{fm}} \right)}$$

Fasfların alanda düzenleme yaparsak devir sayısını ayarlanabilir.

Devir sayısını $n < n_n$ yapabilmek için R_a ya ilave ayarlı R_{fv} reostası eklenerek devir sayısı azaltılabilir.

Şönt sargısına seri ayarlı R_{fm} reostası bağlanarak $R_{fm} \uparrow I_f \downarrow \Phi \downarrow$ ve denklemden görüldüğü üzere $n > n_n$ için hız ayarı yapılabilir.

Bu yaklaşım motorun nominal beslemesini aşmı ve doyması engellenen yapılır.

6) (ÖÇ8) <20p> 240V, 1500rpm, 50kW gücünde bir serbest uyarımlı bir jeneratörün endüvi direnci $R_a=0.02$ Ohm'dur. Jeneratör anma değerlerinde çalıştırılmakta olup, mekanik kayıplar 100W'tır.

- Jeneratörü süren tahrik momentini belirleyiniz.
- Uyarma devresi kayıplarını ihmal ederek verimi hesaplayınız.

$$R_a := 0.02 \text{ Ohm} \quad P_{stv} := 100 \text{ W} \quad P_{en} := 50000 \text{ W} \quad n := 1500 \text{ rpm} \quad V := 240 \text{ V}$$

$$I_{an} := \frac{P_{en}}{V} \quad I_{an} = 208.333 \text{ A}$$

$$P_{cua} := I_{an}^2 \cdot R_a \quad P_{cua} = 868.056 \text{ W}$$

$$P_m := P_{cua} + P_{en} + P_{stv}$$

$$P_m = 50968.056 \text{ W}$$

$$T := \frac{P_m}{\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}\right)} \quad T = 324.473 \text{ Nm}$$

$$\text{VERİM} := \frac{P_{en}}{P_m} \quad \text{VERİM} = 0.981$$

Alternatif yol:

$$E_a := V + I_{an} \cdot R_a \quad E_a = 244.167 \text{ V}$$

$$P_a := E_a \cdot I_{an} \quad P_a = 50868.056 \text{ W}$$

$$P_m := P_a + P_{stv} \quad P_m = 50968.056 \text{ W}$$

$$T := \frac{P_m}{\left(2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}\right)} \quad T = 324.473 \text{ Nm}$$

$$\text{VERİM} := \frac{P_{en}}{P_m} \quad \text{VERİM} = 0.981$$

Name:

No:

Room:

Signature:

ELECTRICAL MACHINES II, 03.06.2014 | Final Exam, Duration: 75 mins.

Write clear, give results in boxes, do not forget units and separate answers by a solid line between them!

1) (LO 2, 3) <10p> Under constant grid voltage, a synchronous motor with constant mechanical load, operated with ohmic, inductive and capacitive power factors respectively. Discuss load angle change for each operating conditions, use supporting equations. Sequence the load angle for each loading condition in increasing order.

2) (LO 6) <10p> List synchronization requirements for a synchronous generator to be paralleled to grid.

3) (LO 2, 3) <20p> A 3-phase star connected round rotor synchronous generator's no load curve is represented with $E_f = 100 \cdot I_f$ (linear relation without saturation). Generator's armature winding have a resistance and reactance of 0.5 Ohm and 2 Ohms per phase respectively. Generators excitation current is 2.53A when generator's line current 20A with p.f. 0.8 lagging on 380V, 50 Hz grid.

By keeping armature current and grid voltage constant, calculate the new power factor and its character in case there is a 8.7% decrease in excitation current.

4) (LO 8) <30p> A 110V, shunt connected dc motor has an armature of simplex wave winding, 500 turns, 4 poles, $R_a=0.05\text{Ohm}$. Motor drives a load with constant 15.34 Nm torque (load torque does not change by speed). Under that loading condition, copper loss in armature winding is 100W. Mechanical losses will be neglected. Calculate speed of the shaft.

5) (LO 10) <10p> Which methods do you offer to adjust dc shut motor's speed under and over the rated speed? Express them separately by given the supporting equations (Motor is operated under constant supply voltage).

6) (LO 8) <20p> A 240V, 1500rpm, 50kW separately excited dc generator has an armature resistance of $R_a=0.02\text{ Ohm}$. Generator is operated at rated loading conditions, and mechanical losses are 100W.

- Find out prime mover's torque required to drive the generator
- Calculate the efficiency by omitting excitation circuit losses.