

Ad, Soyad:

No:

Salon No:

Hocanız:

"Kopya almadım ve vermedim"

İMZA:

SA.Ü. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
ELEKTRİK ve ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ELEKTRİK MAKİNALARI II  
SÜRE 100 DAKİKADIR - Yanıtları boşluklara yazınız

2014-2105 Bahar

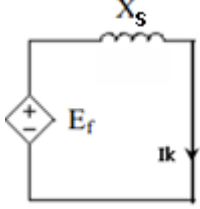
Ara Sınav

06.04.2015

K1

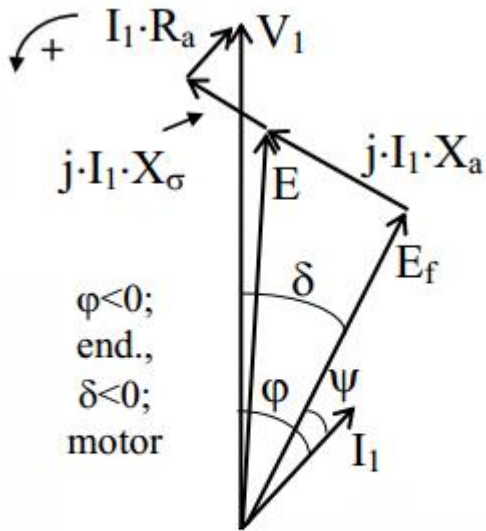
- (1) <ÖÇ6><10p> Yalnız çalışan ve 3 faz kısa devre durumunda olan bir yuvarlak kutuplu senkron jeneratörün, sürekli hal kısa devre akımı genliğinin hızdan bağımsız olduğunu gösteriniz (Ra ihmal, Xs var).

Eşdeğer devreden



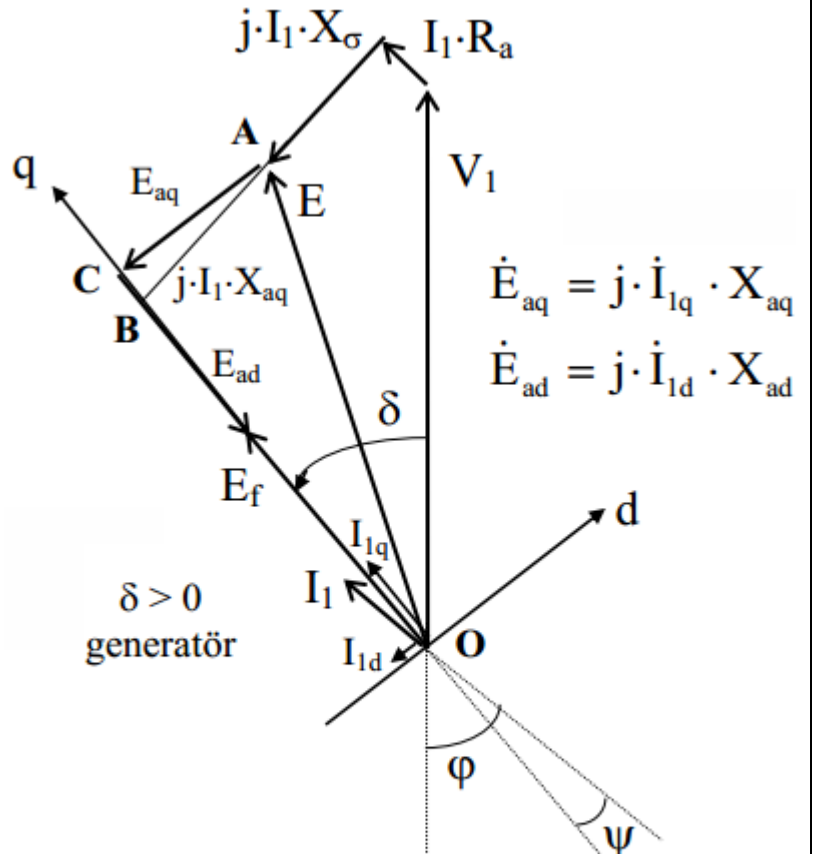
$$E_f = jI_k X_s \quad ; \quad I_k = \frac{E_f}{jX_s} = \frac{4.44 \cdot \Phi_m \cdot f \cdot N_a \cdot k_{wa}}{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_s} ;$$
$$f = \frac{p \cdot n_s}{60} \text{ olduğundan ve } f \text{ ler birbirini götürdüğünden}$$
$$I_k = \frac{4.44 \cdot \Phi_m \cdot N_a \cdot k_{wa}}{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot L_s} \text{ olur ve hızdan bağımsızdır.}$$

- (2) <ÖÇ2><10p> Endüktif çalışan yuvarlak rotorlu senkron motorun fazör diyagramını çiziniz. Endüvi reaksiyonunun etkisini belirtiniz.



$|E| > |E_f|$   
endüvi reaksiyonu kutup alanını  
arttırıcı etki yapıyor

- (3) <ÖÇ5><10p> Kapasitif çalışan çıkık kutuplu senkron jeneratörün fazör diyagramını çiziniz. Endüvi reaksiyonunun etkisini belirtiniz.

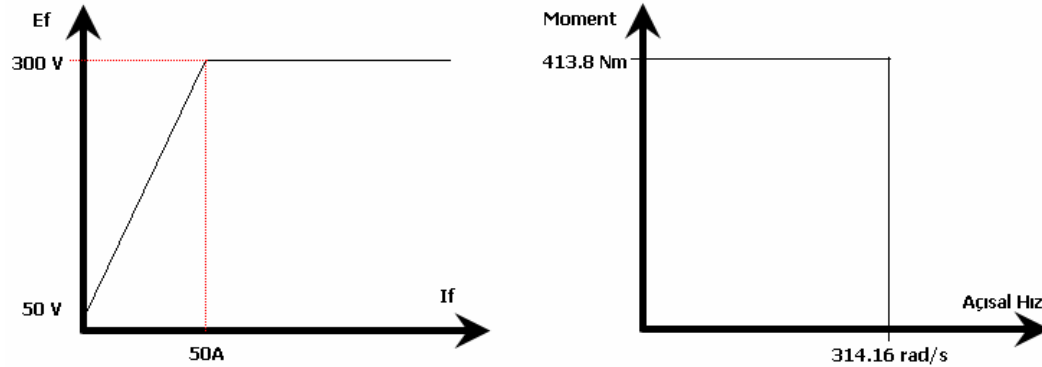


$|\dot{E}| > |\dot{E}_f|$   
Endüvi alanı kutup alanını destekleyici  
etki yapmaktadır.

(4)<ÖÇ6><20p> Senkron jeneratörün şebekeye paralel bağlanması için gerekli koşulları ve nasıl sağlanacağına ilişkin açıklamaları aşağıdaki tabloya yazınız.

Sıra	Koşul	Nasıl ölçülür?	Nasıl sağlanır?
1	Jeneratörün faz sırası şebeke ile aynı olmalı	Jeneratör ve şebeke baraları döner alan göstergesi veya faz sırası ölçer ile kontrol edilir.	Jeneratörün Faz sırası farklı ise, jeneratör çıkışında herhangi iki fazın yeri değiştirilerek faz sırası eşitlenir.
2	Jeneratör frekansı şebeke frekansına eşit olmalıdır	Jeneratör ve Şebeke baralarına frekansmetre bağlanır	Jeneratörün tahrik makinesinin momenti artırılıp değiştirilerek, frekanslar eşitlenir.
3	Jeneratör gerilimi şebeke gerilimine eşit olmalıdır	Jeneratör ve Şebeke baralarına voltmetre bağlanır.	Jeneratörün uyarma akımı ayarlanarak jeneratör geriliminin şebeke gerilimine eşit olması sağlanır.
4	Jeneratör fazör sistemi ile şebeke fazör sistemi arasında açı farkı olmamalıdır.	Şebeke ve jeneratör baraları arasına sıfır voltmetro veya senkronoskop bağlanır.	Jeneratör tahrik sisteminde ufak moment değişimleri ile fazör sistemleri arasındaki faz farkı sıfırlanır.

(5)<ÖÇ3,6><20p> Fazlar arası gerilimi 380V, senkron reaktansı  $X_s=1.5$  Ohm, mekanik kayıpları  $P_s+v=2kW$  olan (diğer kayıplar ihmal) yıldız bağlı yuvarlak rotorlu bir senkron jeneratör şebekeyle paralel çalışmakta ve maksimum gücünü aktarmaktadır. Şebekede %10 'luk bir gerilim düşümü meydana gelmektedir. Gerilim düşümünün sonrasında jeneratörün şebekeye vereceği gücü ve çalışma durumunu değerlendiriniz (Jeneratörün boşa çalışma karakteristiği ile tahrik makinesinin dış karakteristiği aşağıda verilmiştir).



Gerilim düşümünden önce;

$$P_m := T_{max} \cdot \omega$$

$$P_d := P_m - P_{st} \quad P_{cu} := 0 \quad P := P_d - P_{cu} \quad P = 128 \times 10^3 \quad W \quad X_s = 1.5$$

$$P_d = \frac{3 \cdot V_1 \cdot E_f}{X_s} \cdot \sin \delta$$

Gerilim düşümünden önce;

$$\frac{P_d}{\frac{3 \cdot V_1}{X_s}} = 291.714 \quad V$$

Bu gerilim  $E_f \cdot \sin \delta$  ile sağlanabilir. Zira  $E_f 300V$  a kadar değer alabilir. Sistem karardır. Delta 90 dereceden küçüktür.

Gerilim düşümünden sonra;

$$P_d = \frac{3 \cdot V_1 \cdot E_f}{X_s} \cdot \sin \delta$$

$$V_1 = 0.9 \cdot V_1 \quad \text{olduğunda (gerilim düştüğünde)}$$

Tahrik gücü aynıdır ve maksimum değerdedir. Aynı değerde kalır:

$$E_f \sin \delta := \frac{P_d}{\frac{3 \cdot (0.9 V_1)}{X_s}} \quad E_f \sin \delta = 324.126 \quad V$$

Uyarma regülatörü çok hızlı davranarak  $E_f$  yi boşa çalışma karakteristiğindeki maksimum değer olan 300 V'a çıkarsa da gerekli olan 324.126V u üretemez (zira  $\sin \delta$  1 den büyük olamaz). Böyle bir durumda  $\sin \delta$  'e kadar büyür ve  $\delta=90$  derece olduğunda jeneratör senkronizmadan çıkarak ambale olur, sistem hızlanır. Jeneratör kesişirle vassıyla devre dışı bırakılır. **Jeneratör artık güç aktaramaz. Sistem kararsızdır.**

Ad, Soyad:

No:

Salon No:

Hocanız:

"Kopya almadım ve vermedim"

İMZA:

SA.Ü. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ  
ELEKTRİK ve ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ELEKTRİK MAKİNALARI II  
**SÜRE 100 DAKİKADIR - Yanıtları boşluklara yazınız**

2014-2105 Bahar

Ara Sınav

06.04.2015

K2

(6)<ÖÇ3,6><30p> Fazlar arası gerilimi 380V olan bir fabrikada, senkron reaktansı  $X_s=1.5$  Ohm olan ve tüm kayıpları ihmal edilmiş yıldız bağlı yuvarlak rotorlu senkron makine diğer sistemler ile birlikte motor olarak çalışmaktadır. Yanda boşta çalışma eğrisi verilen senkron makinenin bu çalışma anındaki yüklenmesi;

Diğer sistemler: 100 kVA ve güç faktörü 0.8 (geri),

Senkron motor 50 kVA ve güç faktörü 1

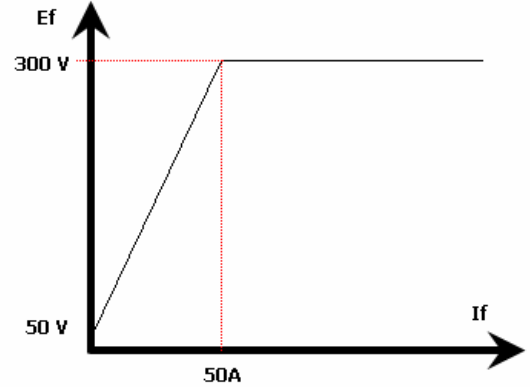
şeklinde.

Fabrikadaki diğer sistemlerin güçleri ve senkron motorun mekanik yükü

değiştirilmeden, senkron motoru ileri güç faktöründe çalıştırarak fabrikada reaktif güç kompanzasyonu yapılacaktır.

<10p>a) Senkron makine kullanarak yapılan bu kompanzasyon işlemi ile güç faktörü 1 yapılabilir mi?

<20p>b) Senkron makineyle fabrikanın güç faktörü ne kadar iyileştirilebilir? Bu durumdaki güç faktörünü hesaplayınız.



**Yanıt: (a)**

Diğer sistemler aktif yükü:  $P_{diger} = S_{diger} \cdot \cos\phi_{diger} = 100 \cdot 0.8 = 80$  kW

Diğer sistemler reaktif yükü:  $Q_{diger} = S_{diger} \cdot \sin\phi_{diger} = 100 \cdot 0.6 = 60$  kVAr geri = **+j60 kVAr**

Senkron makinenin aktif yükü:  $P_{sen} = S_{sen} \cdot \cos\phi_{sen} = 50 \cdot 1 = 50$  kW

Senkron makinenin reaktif yükü:  $Q_{sen} = S_{sen} \cdot \sin\phi_{sen} = 50 \cdot 0 = 0$  kVAr

Fabrika toplam aktif:  $P_{fab} = P_{diger} + P_{sen} = 80 + 50 = 130$  kW

Fabrika toplam reaktif:  $Q_{fab} = Q_{diger} + Q_{sen} = 60 + 0 = 60$  kVAr (**geri**)

Fabrika kompleks gücü:  $S = 130 + j60$  kVA ve güç faktörü  $= \cos(\tan^{-1}(60/130)) = 0.9$

**Senkron motor ile tam kompanzasyonu araştıralım. Motor  $Q_{sy} = -j60$  kVAr üretebilir mi?**

$$\phi_{sy} = \tan^{-1}\left(\frac{Q_{sy}}{P_{sen}}\right) = 50.19^\circ \text{ ileri ; yıldız bağlı; } I_1 = I_{1L} = \frac{Q_{sy}}{\sqrt{3} \cdot V_{1L} \cdot \sin\phi_{sy}} = \frac{60000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot \sin 50.19} = 118.67 \text{ A}$$

$$\text{Yıldız bağlı; } V_1 = V_{1L} / \sqrt{3}$$

$$E_f := V_1 - i \cdot I_1 \cdot (\cos(\phi_i) + i \cdot \sin(\phi_i)) \cdot X_s$$

$$E_f = 356.132 - 113.967i \quad |E_f| = 373.923 \quad \text{Volt}$$

$$\delta := \tan^{-1}\left(\frac{-113.967}{356.132}\right) \quad \delta = -0.31 \quad \text{rad}$$
$$\frac{\delta}{\pi} \cdot 180 = -17.745 \quad \text{derece}$$

Fakat verilen boşta çalışma eğrisinden  $E_f$  nin ancak 300V'a kadar arttırılabildiği görülmektedir. Dolayısı ile tam kompanzasyon (güç faktörü 1) yapmak mümkün değildir.

(b) Mekanik kayıplar ihmal edildiğinden;  $P_m = P_d = 50000 = \frac{3 \cdot V_1 \cdot E_{fmax} \cdot \sin\delta_{son}}{X_s}$

$$\sin\delta_{son} = \frac{X_s \cdot 50000}{3 \cdot V_1 \cdot E_{fmax}}$$

$E_{fmax} := 300$  V alınarak devam edilirse;

$$\delta_{son} := \arcsin\left(\frac{50000 \cdot X_s}{3 \cdot V_1 \cdot 300}\right) \quad \delta_{son} = 0.39 \text{ rad geri}$$
$$\frac{-\delta_{son}}{\pi} \cdot 180 = -22.324 \text{ derece}$$

$$I_{lson} := \frac{V_1 - E_{fmax} \cdot (\cos(\delta_{son}) - i \cdot \sin(\delta_{son}))}{i \cdot X_s} \quad I_{lson} = 75.967 + 38.749i \text{ A}$$

$$|I_{lson}| := |I_{lson}| \quad |I_{lson}| = 85.279 \text{ A}$$

$$F_{ison} := \arctan\left(\frac{38.749}{75.967}\right) \quad F_{ison} = 0.472 \text{ rad ileri}$$
$$\frac{F_{ison}}{\pi} \cdot 180 = 27.025 \text{ derece ileri}$$

$$Q_{s\_son} := \sqrt{3} \cdot V_{1L} \cdot |I_{lson}| \cdot \sin(F_{ison})$$

$$Q_{s\_son} = 25.504 \times 10^3 \text{ VAr ileri}$$

Fabrikanın toplam reaktif gücü:

$$Q_{fab\_son} := i \cdot Q_{diger} - i \cdot Q_{s\_son} \quad Q_{fab\_son} = 34.496i \times 10^3 \text{ VAr geri}$$

$$P_{fab} := 130000 \text{ W}$$

$$F_{i\_fab\_son} := \arctan\left(\frac{|Q_{fab\_son}|}{P_{fab}}\right) \quad F_{i\_fab\_son} = 0.259 \text{ geri}$$
$$\frac{F_{i\_fab\_son}}{\pi} \cdot 180 = 14.861 \text{ derece geri}$$

$$guc\_faktoru\_son := \cos(F_{i\_fab\_son}) \quad guc\_faktoru\_son = 0.967$$

Fabrikan güç faktörü ilk durumda 0.9 dan 0.967 ye kadar iyileştirilebilir.

+