

Örnek 1) Serbest uyarımlı bir jeneratör 1500 rpm hızla dönerken ve uyarım akımı $I_f = 3A$ iken endüvisinde indüklenen emk $E_a = 160V$ 'tur (doyma ihmal edilecektir).

- a) $I_f = 2.5A$ uyarım akımı ve 1500 rpm hızda indüklenen endüvi gerilimini,
- b) $2A$ uyarım akımı ve 1600 rpm de indüklenen endüvi gerilimini hesaplayınız.

Çözüm:

a) Verilen ilk çalışma şartından, ilgili katsayılar türetilebilir:

$$E_a = K_e \cdot \phi \cdot n ; \text{ doyma ihmal edildiğinden } \phi = K_\phi \cdot I_f ; K \triangleq K_e \cdot K_\phi \text{ yazılırsa}$$

$$E_a = K \cdot I_f \cdot n ; 160 = K \cdot 3 \cdot 1500 ; K = 0.0355$$

$I_f = 2.5A$ için uyarlanmış E_a ifadesi kullanılarak;

$$E_{a,2.5} = K \cdot I_f \cdot n = 0.0355 \cdot 2.5 \cdot 1500 = 133.3 V$$

a) Benzer yaklaşım ile

$$E_{a,2} = K \cdot I_f \cdot n = 0.0355 \cdot 2 \cdot 1600 = 113.77 V$$

veya basit orantı ile de bulunabilir:

$$\frac{160}{E_{a,2}} = \frac{k \cdot 1500 \cdot 3}{k \cdot 1600 \cdot 2} \text{ ise } E_{a,2} = \frac{160 \cdot 1600 \cdot 2}{1500 \cdot 3} = 113.77 V$$

Örnek 2) 50kW, 240V serbest uyarımlı bir doğru akım jeneratörün endüvi direnci $R_a=0.02 \Omega$ 'dur. Jeneratör anma yükünde anma gerilimini üretir.

- a) Anma yükündeki endüvi emk'i ve endüvi akımını hesaplayınız.
- b) Eğer çıkış gerilimi 240 V'ta sabit tutulup, yük gücü 45kW'a düşürülürse bunun için gerekli olan endüvi emk'ini bulunuz.
- c) Eğer terminal gerilimi 243 V ve indüklenen emk 247 V ise yükün gücü nedir?

a)

$$I_a = \frac{P}{V} = \frac{50000}{240} = 208.33 A ; E_a = V + I_a \cdot R_a = 240 + 208.33 \cdot 0.02 = 244.16 V$$

b) İkinci durumda;

$$I_a = \frac{P}{V} = \frac{45000}{240} = 187.5 A ; E_a = V + I_a \cdot R_a = 240 + 187.5 \cdot 0.02 = 243.75 V$$

c)

$$E_a = V + I_a \cdot R_a \text{ ise } I_a = \frac{E_a - V}{R_a} = \frac{247 - 243}{0.02} = 200 A$$

$$P = V \cdot I_a = 243 \cdot 200 = 48.6 kW$$

Örnek 3) 10kW, 120V'luk DA Seri generatörün seri alan sargısı direnci 0.05 Ω 'dur.

- a) Anma gerilim ve akımında indüklenen endüvi emk'i 132V ise endüvi direncini bulunuz.
- b) Jeneratör, nominal uç geriliminde ve nominal yükün %60'ı oranında yüklü iken üretilen endüvi emk'ini bulunuz.
- c) 131V endüvi emk'i ile jeneratör 8kW güç ürettiğini kabul ederek, terminal gerilimini bulunuz.

Çözüm:

a)

$$I_a = \frac{P}{V} = \frac{10000}{120} = 83.33 \text{ A} \text{ Nominal değerlerden hesaplanan bu nominal akımdır.}$$

$$E_a = V + I_a \cdot (R_a + R_s) ; \quad 132 = 120 + 83.33(R_a + 0.05) ; \quad R_a = 0.094 \Omega$$

b) %60 yüklü olmak demek;

$$I_a = 0.6 \cdot I_{an} = 0.6 \cdot 83.33 = 50 \text{ A}$$

$$E_a = V + I_a \cdot (R_a + R_s) ; \quad E_a = 120 + 50(0.094 + 0.05) = 122 \text{ V}$$

Örnek 4) 240V'luk bir DA şönt jeneratörün endüvi direnci 0.1 Ω ve şönt alan sargısı direnci 50 Ω 'dur. Jeneratör bir yükü beslerken endüvide indüklenen emk 255V, çıkış gerilimi 240 V'tur. Jeneratörün çıkış gücünü ve verimini hesaplayınız (Mekanik kayıpları ihmal ediniz).

$$I_f = \frac{V}{R_s} = \frac{240}{50} = 4.8 \text{ A}$$

$$E_a = V + I_a \cdot R_a ; \quad 255 = 240 + I_a \cdot 0.1 ; \quad I_a = 150 \text{ A}$$

Endüvi akımı; hem şönt uyarma devresini ve hem de yükü besler:

$$I_a = I_f + I_L ; \quad I_L = 150 - 4.8 = 145.2 \text{ A}$$

$$\text{Çıkış gücü (yük üzerindeki)} \quad P_L = V \cdot I_L = 240 \cdot 145.2 = 34848 \text{ W}$$

Mekanik kayıplar ihmal edildiğinde, endüvi gücü giriş gücüne eşit olur:

$$P_m \cong P_a = E_a \cdot I_a = 255 \cdot 150 = 38250 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_L}{P_m} \cdot 100 = \frac{34848}{38250} \cdot 100 = \%91$$

Örnek 5) 600V, 100kW'lık uzun şönt bağlı bir DA kompund jeneratörünün seri uyarma sargısı direnci 0.025 Ω ve şönt uyarma sargısı direnci 210 Ω 'dur. Jeneratörün nominal çıkış gücünü üretirken giriş gücü 104 kW'tır (mekanik kayıplar ihmal edilecektir). Endüvi direncini bulunuz.

$$I_L = \frac{P_L}{V} = \frac{100000}{600} = 166.7 \text{ A}$$

$$I_f = \frac{V}{R_s} = \frac{600}{210} = 2.85 \text{ A}$$

Uzun şönt bağlantısında;

$$I_a = I_f + I_L = 166.7 + 2.85 = 169.5 \text{ A}$$

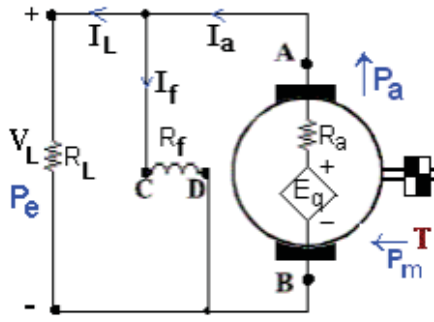
Mekanik kayıplar ihmal edildiğinde, endüvi gücü giriş gücüne eşit olur:

$$P_m = 104000 \cong P_a = E_a \cdot I_a ; E_a = \frac{104000}{169.5} = 613.5 \text{ V}$$

$$R_a + R_s = \frac{E_a - V}{I_a} = \frac{613.5 - 600}{169.5} = 0.079 \Omega$$

$$R_a = 0.079 - 0.025 = 0.054 \Omega$$

Örnek 6)



Yukarıda bağlantı şeması verilen Doğru Akım Şönt Dinamonun anma değerleri:

40kW, 240V'tur. Endüvi iç direnci $R_a=0.1$ Ohm, Şönt alan sargısı direnci $R_f=50$ Ohm'dur. Dinamo R_L yükünü beslerken iç emk $E_q=255V$, çıkış gerilimi V_L ise 240 Volttur. Dinamonun

- Endüvi akımı I_a yı [10 puan],
- Şönt uyarım sargısı akımı I_f yi [10 puan],
- Yük akımı I_L yi [20 puan],
- Yüke verilen Çıkış gücünü P_e yi [20 puan],
- Mekanik kayıpları (sürtünme ve vantilasyon kayıpları) ihmal ederek gerekli Mekanik güç P_m yi [20 puan] ve
- Verimi (η) [20 puan],

bulunuz.

ÇÖZÜM:

- Dinamonun endüvi devresi Kirkhoff çevre denklemi;

$E_q = V_L + I_a \cdot R_a$ dir. Buradan

$$I_a = \frac{E_q - V_L}{R_a} = \frac{255 - 240}{0.1} = 150A \text{ olarak bulunur.}$$

- Uyarma sargısı üzerindeki gerilim ve sargı direnci değerlendirilirse

$$I_f = \frac{V_L}{R_f} = \frac{240}{50} = 4.8A \text{ olarak bulunur.}$$

- Uyarma sargısının C ucu için Kirkhoff akım denklemi $I_a = I_f + I_L$ yazılır. Buradan

$$I_L = I_a - I_f = 150 - 4.8 = 145.2A \text{ olarak bulunur.}$$

- Yük üzerindeki elektrik gücü $P_e = V_L \cdot I_L = 240 \cdot 145.2 = 34848W$ olur.

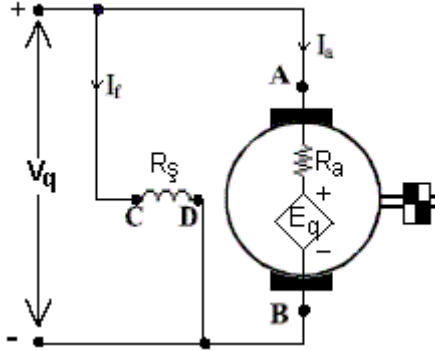
- Dinamoya verilen mekanik güç, mekanik kayıplar (sürtünme ve vantilasyon kayıpları) ile elektrik enerjisine dönüşen gücün toplamıdır: $P_m = P_{s+v} + P_a$

Mekanik kayıplar ($P_{s+v} \cong 0$) ihmal edildiği için $P_m = P_a$ olacaktır.

$$P_a = E_q \cdot I_a = 255 \cdot 150 = 38250W \text{ olur. Dolayısıyla } P_m = 38250W \text{ olacaktır.}$$

$$f) \eta = \frac{P_e}{P_m} \cdot 100 = \frac{34848}{38250} \cdot 100 = \%91 \text{ olur.}$$

Örnek 7) Endüvi direnci 1 Ohm olan şönt motor sabit 220 V ile çalıştırıldığında 950 rpm hızda dönmekte ve 5 A endüvi akımı çekmektedir. Motor yüklenip endüvi sargısından 10 A geçtiği anda devir sayısı ne olur? (rpm; İngilizce devir/dakika anlamına gelmektedir)



Endüvi çevresinde Kirchoff gerilim yasası uygulanırsa;

$$V = I_a \cdot R_a + E_q = I_a \cdot R_a + K_e \cdot \phi_m \cdot n$$

bu şartları kullanarak, zaten sabit olupta bilinmeyen

$$(K_e \cdot \phi_m) = \frac{V - I_a \cdot R_a}{n} = \frac{220 - 5 \cdot 1}{950} = 0.23 \quad [V / (\text{dev} / \text{dak})]$$

bulunur.

Sorunun ikinci aşamasında yeni devir sayısı bulunmalıdır:

Aynı bağıntıdan n çekilirse:

$$n = \frac{V - I_a \cdot R_a}{(K_e \cdot \phi_m)} = \frac{220 - 10 \cdot 1}{0.23} = 913 \quad [\text{rpm}]$$

Örnek 8) Şönt sargı direncini 440 Ohm olarak alıp, Örnek 7 deki iki çalışma noktası için verimi hesaplayınız. Sürtünme ve vantilasyon kayıpları ihmal edilecektir.

İlk durumda giren elektrik gücü:

$$P_e = \frac{V^2}{R_s} + V \cdot I_a = \frac{220^2}{440} + 220 \cdot 5 = 1210 \quad [W]$$

Mekanik güç ise:

$$P_m = E_q \cdot I_a = [(K_e \cdot \phi_m) \cdot n] \cdot I_a = 0.23 \cdot 950 \cdot 5 = 1092.5 \quad [W]$$

$$\eta = \frac{P_{\text{çıkış}}}{P_{\text{giriş}}} = \frac{P_m}{P_e} = \frac{1092.5}{1210} = 0.9029 = \%90.29$$

Yüklenmiş ikinci durum için:

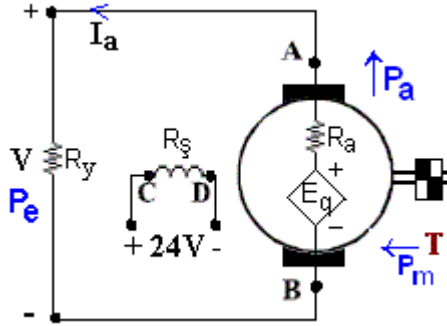
$$P_{e2} = \frac{V^2}{R_s} + V \cdot I_{a2} = \frac{220^2}{440} + 220 \cdot 10 = 2320 \quad [W]$$

$$P_{m2} = E_{q2} \cdot I_{a2} = [(K_e \cdot \phi_m) \cdot n_2] \cdot I_{a2} = 0.23 \cdot 913 \cdot 10 = 2100 \quad [W]$$

$$\eta = \frac{P_m}{P_e} = \frac{2100}{2320} = 0.9051 = \%90.51$$

Bu örnekten görüleceği üzere motor verimi yüklenme ile değişmektedir. Tabiatta verim 1 noktada maksimuma erişir, diğer noktalarda hep daha küçük kalır.

Örnek 9) Sabit hızla döndürülen serbest uyarımlı bir DA Dinamosunda, endüvi direnci 1 Ohm olan şönt motor terminalindeki yük direncini 10A ile beslerken yük direnci üzerinde 220 V gerilim bulunmaktadır. Yük direnci değiştirilip yük akımı 20 A yapılırsa yük üzerindeki gerilim ne olur? Serbest uyarımlı dinamonun uyarım akımı değiştirilmiyor, dolayısı ile manyetik akı sabit kalmaktadır.



Endüvi çevresinde Kirchoff gerilim yasası uygulanırsa;

$$E_q = I_a \cdot R_a + V = 10 \cdot 1 + 220 = 230 \text{ [V]} (*)$$

Bu ifadenin motordakinden az farklı olduğuna dikkat ediniz.

$E_q = K_e \cdot \phi_m \cdot n = \text{sabittir}$. Çünkü uyarım akımı ve devir sayısı değiştirilmemektedir.

Yük akımı 20A 'e çıktığı durum için (*) ifadesinden:

$$E_q = I_a \cdot R_a + V ; V = E_q - I_a \cdot R_a ; V_{\text{yeni}} = E_q - I_{a_yeni} \cdot R_a = 230 - 20 \cdot 1 = 210 \text{ [V]}$$

olarak bulunur.

Örnek 10) 4 Kutuplu bir DA Makinesinin endüvi yarıçapı 12.5 cm ve etkin iletken uzunluğu 25 cm'dir. Kutuplar endüvi yüzeyinin %75'ini örtmektedir. Endüvi sargısında 33 bobin ve her bobinde 7 sarım mevcuttur. Endüvi 33 olukludur. Her bir kutup altındaki ortalama akı yoğunluğu 0.75T'dir.

- 1) Endüvide basit bükümlü sargı uygulanmış olması halinde;
 - a) K_t moment katsayısını hesaplayınız.
 - b) Endüvinin 1000 rpm'de dönmesi halinde endüvide indüklenen emk'yi hesaplayınız.
 - c) Endüvi akımı 400A olduğu durumda, bobin akımını ve endüvide indüklenen momenti bulunuz
 - d) Aynı akım için endüvide indüklenen gücü bulunuz.
- 2) Endüvide basit dalgalı sargı uygulanması halinde (a)-(d) yi tekrarlayınız (Bobin akımının aynı kabul edilecektir).

Çözüm 1a)

$$K_t = \frac{Z \cdot p}{2\pi a} \quad Z = 2 \cdot W \cdot N_c = 2 \cdot 33 \cdot 7 = 462 \quad , \quad \text{basit bükümlü sargıda } 2a = 2p = 4$$

$$K_t = \frac{462 \cdot 2}{2\pi 2} = 73.53 \left[\frac{\text{Newton} \cdot \text{metre}}{\text{Weber} \cdot \text{Amper}} \right]$$

1b)

$$\phi = A_p \cdot B \quad A_p = \alpha_i \cdot A = 0.75 \cdot \left(\frac{2\pi \cdot 0.125 \cdot 0.25}{4} \right) = 36.8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\phi = A_p \cdot B = 36.8 \cdot 10^{-3} \cdot 0.75 = 0.0276 \text{ Wb}$$

$$K_e = \frac{\pi}{30} \cdot K_t = \frac{\pi}{30} \cdot 73.53 = 7.7 \left[\frac{\text{Volt}}{\text{Weber} \cdot \text{Amper}} \right]$$

$$E_a = K_e \cdot \phi \cdot n = 7.7 \cdot 0.0276 \cdot 1000 = 212.5 \text{ V}$$

1c)

$$i = I_{bobin} = \frac{I_a}{2a} = \frac{400}{4} = 100 \text{ A}$$

$$T = K_t \cdot \phi \cdot I_a = 73.53 \cdot 0.0276 \cdot 400 = 811.8 \text{ Nm}$$

1d)

$$P_a = E_a \cdot I_a = 212.5 \cdot 400 = 85 \text{ kW}$$

2a)

$$\text{basit dalgalı sargıda } 2a = 2 ; a = 1$$

$$K_t = \frac{462 \cdot 2}{2\pi 1} = 147.06 \left[\frac{\text{Newton} \cdot \text{metre}}{\text{Weber} \cdot \text{Amper}} \right]$$

2b)

$$K_e = \frac{\pi}{30} \cdot K_t = \frac{\pi}{30} \cdot 147.06 = 15.4 \left[\frac{\text{Volt}}{\text{Weber} \cdot \text{Amper}} \right]$$

$$E_a = K_e \cdot \phi \cdot n = 15.4 \cdot 0.0276 \cdot 1000 = 425 \text{ V}$$

2c)

$$i = I_{bobin} = 100 \text{ A} = \frac{I_a}{2a} ; I_a = 2 \cdot i = 2 \cdot 100 = 200 \text{ A}$$

$$T = K_t \cdot \phi \cdot I_a = 147.06 \cdot 0.0276 \cdot 200 = 811.8 \text{ Nm}$$

2d)

$$P_a = E_a \cdot I_a = 425 \cdot 200 = 85 \text{ kW}$$

Örnek 11) 220V, 7 hp'lik seri bağlı bir DA motoru bir fanı sürmekte ve 300 rpm'de dönerken 220V'luk kaynaktan 25A çekmektedir (Bu esnada endüvi devresine seri bir reosta bulunmamaktadır $R_{ae}=0 \Omega$). Fanın oluşturduğu mekanik yük hızın karesi ile orantılıdır. Endüvi direci $R_a=0.6 \Omega$ ve seri uyarma sargısı direnci $R_s=0.4 \Omega$ 'dur. Endüvi reaksiyonu ve mekanik kayıplar ihmal edilecektir.

- a) Belirtilen çalışma noktası için (300 rpm) fana aktarılan güç ve momenti belirleyiniz.
b) Hızı 200 rpm'ye düşürmek için endüvi devresine R_{ae} reostası ilave edilecektir. Reosta direncini ve fana aktarılan gücü belirleyiniz.

(a)

$$E_a = V - I_a(R_a + R_s + R_{ae})$$

$$E_a = 220 - 25(0.6 + 0.4 + 0) = 195 \text{ V}$$

$$P_a = E_a \cdot I_a = 195 \cdot 25 = 4880 \text{ W veya } \frac{4880}{746} = 6.54 \text{ hp}$$

Mekanik kayıplar ihmal edildiğinden;

$$T = \frac{P_a}{\omega} = \frac{4880}{2\pi \frac{300}{60}} = 155.2 \text{ Nm}$$

(b)

$$T = K_t \cdot \phi \cdot I_a ; \text{ seri uyarımda } \phi \triangleq K_1 \cdot I_f ; \text{ seri olduğundan } I_f = I_a ; \phi = K_1 \cdot I_a$$

$$T = K_t \cdot (K_1 \cdot I_a) \cdot I_a ; K_s \triangleq K_t \cdot K_1 ; T = K_s \cdot I_a^2 ; 155.2 = K_s \cdot 25^2 ; K_s = 0.248$$

$$T|_{200 \text{ rpm}} = \left(\frac{200}{300}\right)^2 \cdot 155.2 = 68.98 \text{ Nm}$$

Seri motor dış karakteristiği;

$$\omega = \frac{V}{\sqrt{K_s} \sqrt{T}} - \frac{R_a + R_s + R_{ae}}{K_s}$$

$$2\pi \frac{200}{60} = \frac{220}{\sqrt{0.248} \sqrt{68.98}} - \frac{0.6 + 0.4 + R_{ae}}{K_s} ; R_{ae} = 7 \Omega$$

$$P = T \cdot \omega = 68.98 \cdot 2\pi \frac{200}{60} = 1444 \text{ W veya } \frac{1444}{746} = 1.94 \text{ hp}$$

Veya

$$T = K_s \cdot I_a^2 ; 68.98 = 0.248 \cdot I_a^2 ; I_a = 16.68 \text{ A}$$

$$E_a = K_s \cdot I_a \cdot \omega = 0.248 \cdot 16.68 \cdot 2\pi \frac{200}{60} = 86.57 \text{ V}$$

$$E_a = V - I_a(R_a + R_s + R_{ae})$$

$$86.57 = 220 - 16.68(0.6 + 0.4 + R_{ae}) ; R_{ae} = 7 \Omega$$

$$P_a = E_a \cdot I_a = 86.57 \cdot 16.68 = 1444 \text{ W veya } \frac{1444}{746} = 1.94 \text{ hp}$$