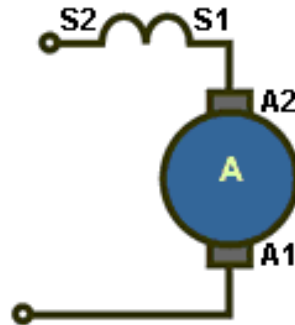


DA motorlarının elektrik devre modelleri

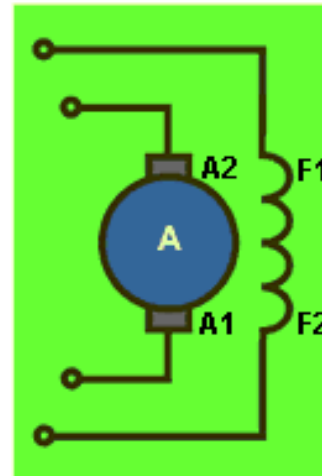
üretici adı			
HP	10	RPM	1180
VOLTS	500	WOUND	SHUNT
ARM AMPS	17.0	FLD OHMS 25C	156
FLD AMPS	1.4/2.8	MAX AMBIENT	40° C
INSUL CLASS	F	DUTY	CONT
PWR SUP CODE	C	FLD VOLTS	300/150
TYPE	E	ENCL	DP
MOD		SER	
DIRECT CURRENT MOTOR			



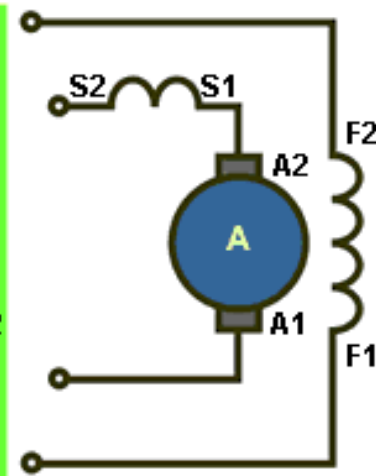
Permanent Magnet



Series



Shunt



Compound

Sargılar

Endüvi devresi modeli

$$V_a = E_c + I_a R_a \quad E_c = K_1 \phi_f \omega$$

Endüvi devresine giren güç:

$$P_{ai} = V_a I_a$$

Endüvide üretilen güç:

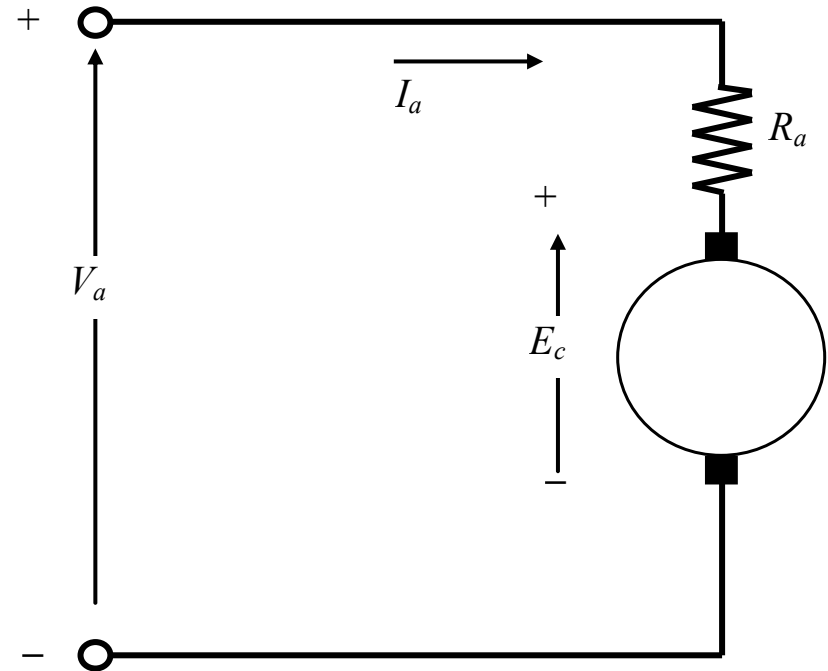
$$P_a = E_c I_a$$

Net çıkış gücü:

$$P_o = P_a - P_{rot}$$

Net çıkış torku:

$$T_o = \frac{P_o}{\omega}$$



$\omega = 0$ ise $E_c = 0$ olur.

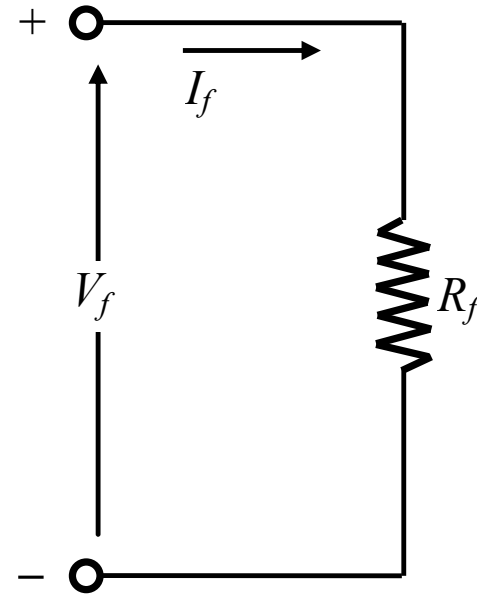
Uyartım devresi modeli

$$\phi_f = K_2 I_f$$

$$I_f = \frac{V_f}{R_f}$$

$$E_c = K_1 \phi_f \omega$$

$$E_c = K_1 K_2 I_f \omega$$



Motor bağlantıları

DA motorları da DA generatörleri gibi alan (uyartım) sargısının beslenmesine göre sınıflandırılırlar.

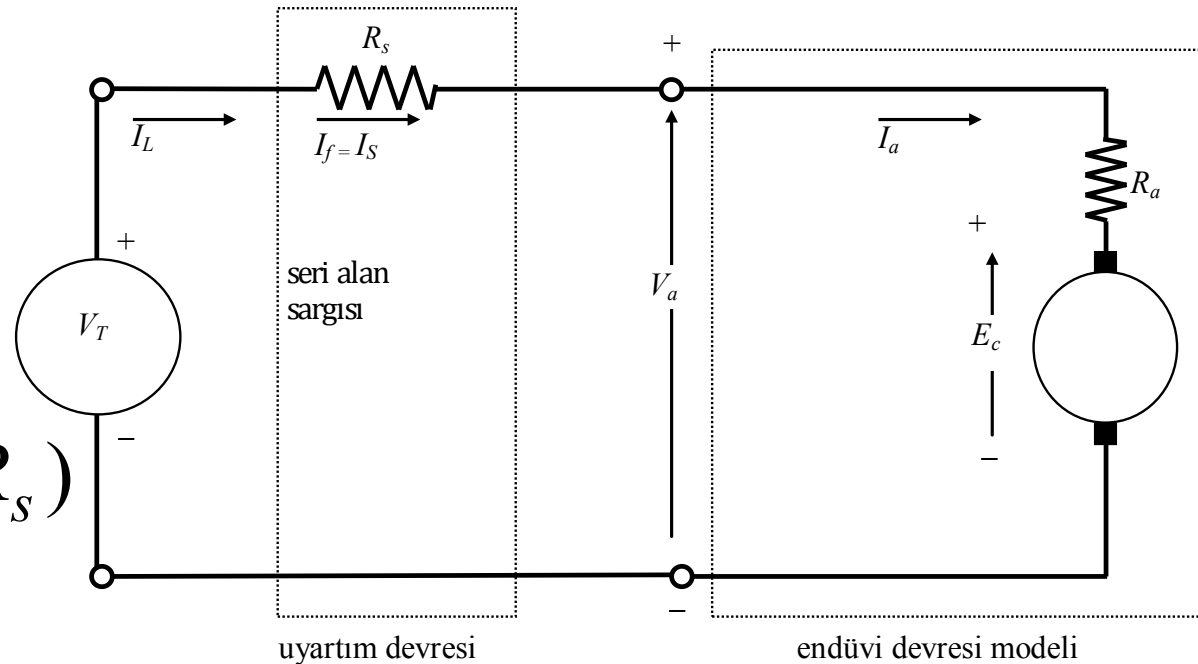
Kendinden uyartımlı motorlar-Seri motorlar

$$I_L = I_a = I_s = I_f$$

$$V_T = V_a + I_a R_s$$

$$V_T = E_c + I_a (R_a + R_s)$$

$$E_c = K_1 K_2 I_a \omega$$



Endüvi Güç-Akım (P_a - I_a) Karakteristiği

Endüvide üretilen güç:

$$P_a = E_c I_a$$

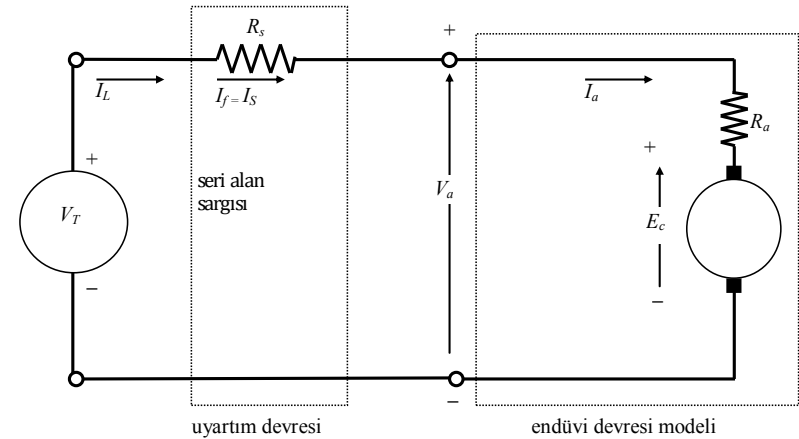
$$P_a = [V_T - I_a(R_a + R_s)]I_a$$

$$(R_a + R_s)I_a^2 - V_T I_a + P_a = 0$$

$$I_a = \frac{V_T \pm \sqrt{V_T^2 - 4P_a(R_a + R_s)}}{2(R_a + R_s)}$$

$$V_T^2 - 4P_a(R_a + R_s) = 0$$

$$P_{am} = \frac{V_T^2}{4(R_a + R_s)}$$

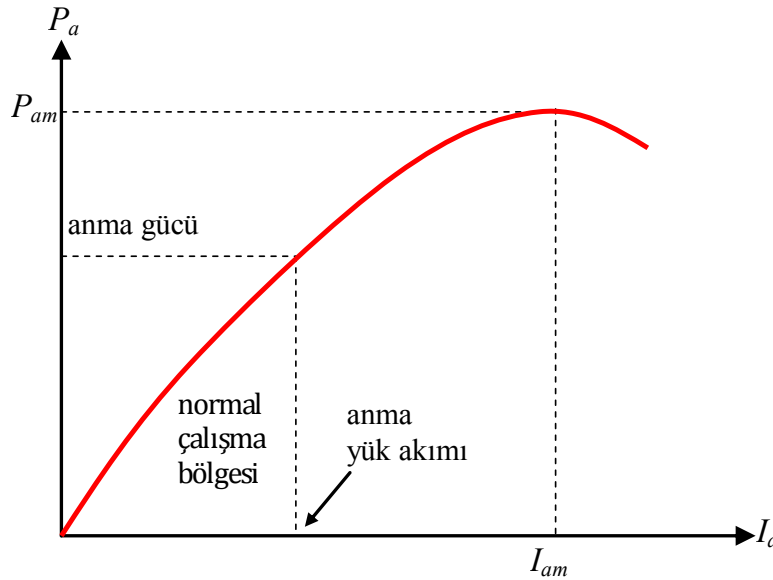


$$I_{am} = \frac{V_T}{2(R_a + R_s)}$$

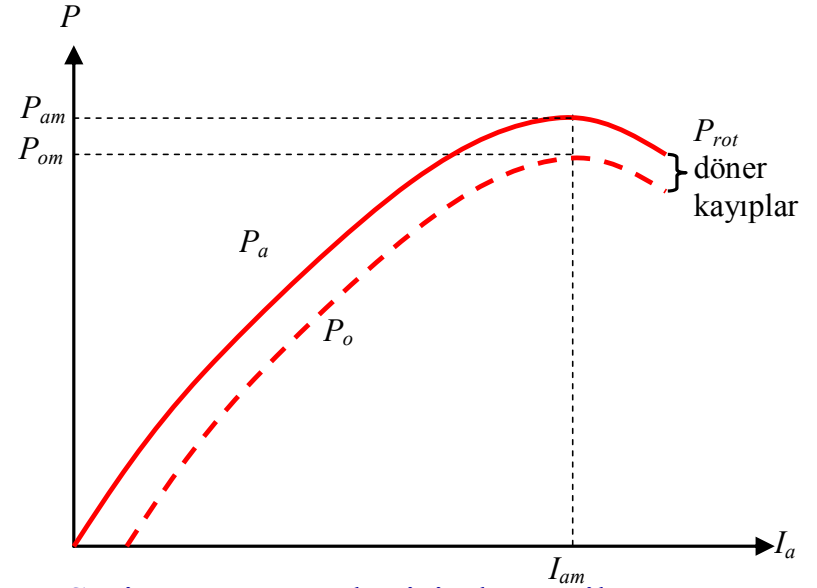
$$\frac{\partial P_a}{\partial I_a} = V_T - 2(R_a + R_s)I_a = 0$$

$$I_a = \frac{V_T - \sqrt{V_T^2 - 4P_a(R_a + R_s)}}{2(R_a + R_s)}$$

Seri motor için güç-akım karakteristiği



Seri motorun endüvisinde üretilen gücün yük akımı ile değişimi



Seri motorun endüvisinde üretilen güç ve çıkış gücünün yük akımı ile değişimi

$$P_a = [V_T - I_a (R_a + R_s)] I_a$$

Endüvi ve seri alan dirençleri ihmal edilirse, I_a akımının yaklaşık değeri:

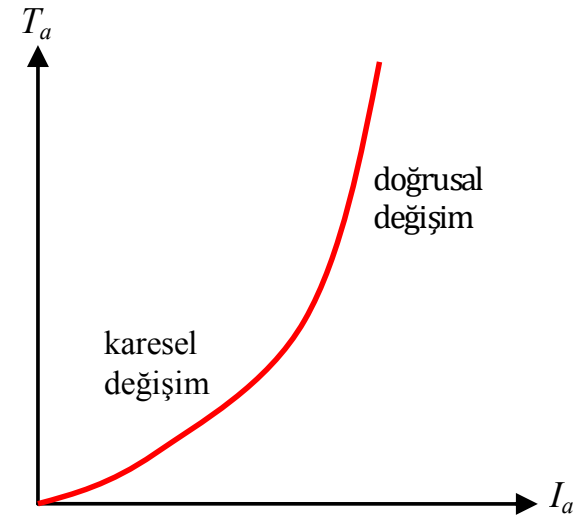
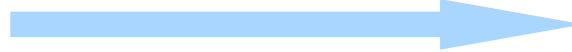
$$I_a \cong \frac{P_a}{V_T}$$

Seri motor için akım ile moment ve hızın değişimi

Endüvide üretilen moment (iç moment):

$$T_a = \frac{P_a}{\omega}$$

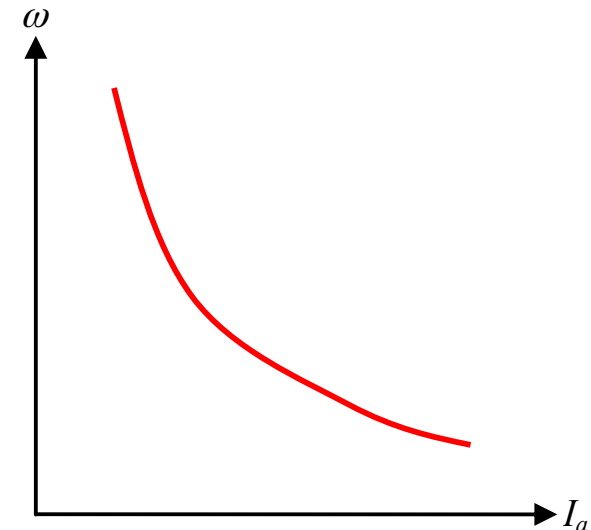
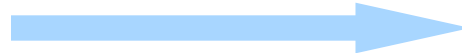
$$T_a = K_1 K_2 I_a^2$$



Seri motor endüvi momenti-akımı ilişkisi

$$V_T = K_1 K_2 I_a \omega + I_a (R_a + R_s)$$

$$\omega = \frac{V_T}{K_1 K_2 I_a} - \frac{R_a + R_s}{K_1 K_2}$$



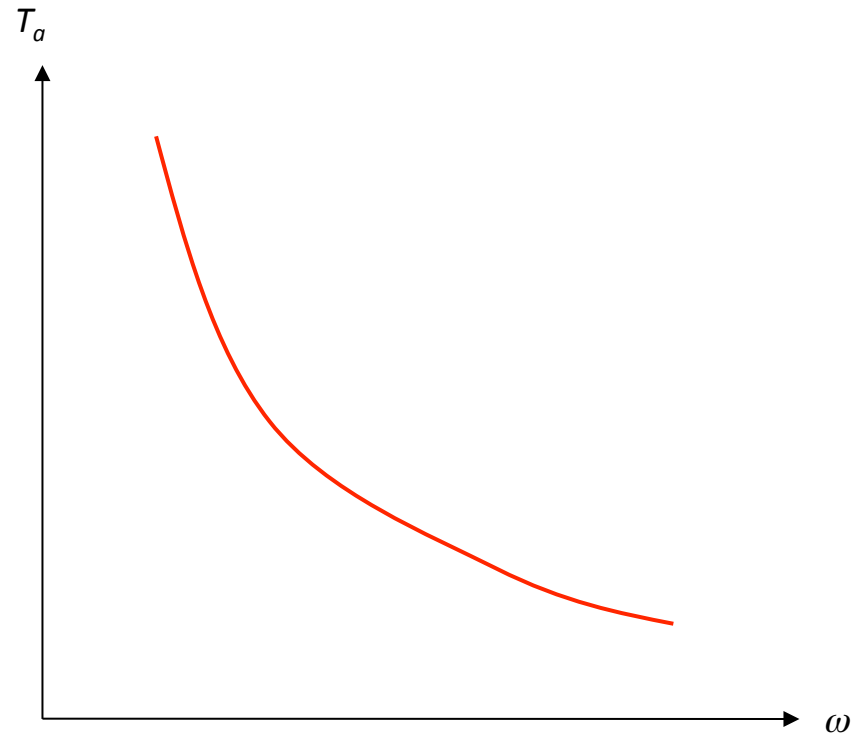
Seri motor yük akımı-hız ilişkisi

Seri motor için hız-moment eğrisi

Endüvi akımı, açısal hız ile tanımlanabilir:

$$I_a = \frac{V_T}{K_1 K_2 \omega + (R_a + R_s)}$$

$$T_a = \frac{K_1 K_2 V_T^2}{[K_1 K_2 \omega + (R_a + R_s)]^2}$$



Seri motorun moment-hız eğrisi

Seri motor için akım ile moment ve hızın değişimi

Yolverme (Başlama):

Motor dururken, motor devir sayısının ve zıt emk 'in sıfır olduğu açıktır. Endüvi devresine sabit kaynak geriliminin uygulanması çok yüksek akım ile sonuçlanacaktır. $E_c=0$ iken başlama akımı:

$$I_{a,st} = \frac{V_T}{R_a + R_s}$$

Başlama akımını sınırlamak için **iki tedbir** alınabilir.

- Birincisi ve en gerçekcisi olanı motora ayarlı DA gerilim kaynağından azaltılmış gerilim uygulamaktır.
- İkincisi ve klasik olanı ise akım değerini kabul edilebilir sınırdaki tutacak yolverme (starting) direnci (R_{st}) kullanmaktır.

Bu direnç ayarlı olup motor devir sayısı arttıkça devreden çıkarılarak sıfır yapılır. Motor, yolaldıktan sonra eğer motor direnci devrede bırakılırsa, motor düşük devir (performans) ile çalışacaktır.

Seri motor- Güç kayıpları ve verim

$$P_{in} = V_T I_a \quad P_l = I_a^2 (R_a + R_s) + P_{rot} \quad P_o = P_{in} - P_l \quad \eta = \frac{P_o}{P_{in}}$$

Endüvi akımı arttıkça maksimum verime ulaşıncaya kadar verim de artar.

Akımın daha fazla artırılmasıyla verim düşer.

Maksimum verime karşılık gelen endüvi akımını bulmak için endüvi akımına göre verimin türevi sıfıra eşitlenir.

$$\frac{d\eta}{dI_a} = 0 \Rightarrow P_{in} \left(\frac{\partial P_o}{\partial I_a} \right) - P_o \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} = 0 \Rightarrow P_{in} \left(\frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} - \frac{\partial P_l}{\partial I_a} \right) - (P_{in} - P_l) \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} = 0$$

$$P_{in} \frac{\partial P_l}{\partial I_a} = P_l \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} \Rightarrow \frac{\partial P_l}{\partial I_a} = 2I_a (R_a + R_s) \Rightarrow \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} = V_T$$

$$2V_T I_a^2 (R_a + R_s) = V_T [I_a^2 (R_a + R_s) + P_{rot}]$$

Seri motor için akım ile moment ve hızın değişimi

Maksimum verim şartı: $P_{rot} = I_a^2 (R_a + R_s)$

Döner kayıplar olarak temsil edilen sabitlenmiş kayıplar ve $I_a^2 R$ ile temsil edilen sargı kayıpları birbirine eşit olduğunda verim maksimum olur.

$$I_{a,\max} = \sqrt{\frac{P_{rot}}{R_a + R_s}}$$

$$\eta_{\max} = \frac{P_{in,\max} - 2P_l}{P_{in,\max}}$$

veya

$$\eta_{\max} = 1 - \frac{2[P_{rot}(R_a + R_s)]^{1/2}}{V_T}$$

Maksimum verim:

Döner kayıpların, endüvi ve seri alan sargı dirençlerinin ve terminal (uç) geriliminin fonksiyonudur.

Motorun maksimum verim değeri terminal gerilimin artırılması veya endüvi ve seri alan dirençlerinin azaltılması ile artırılabilir.

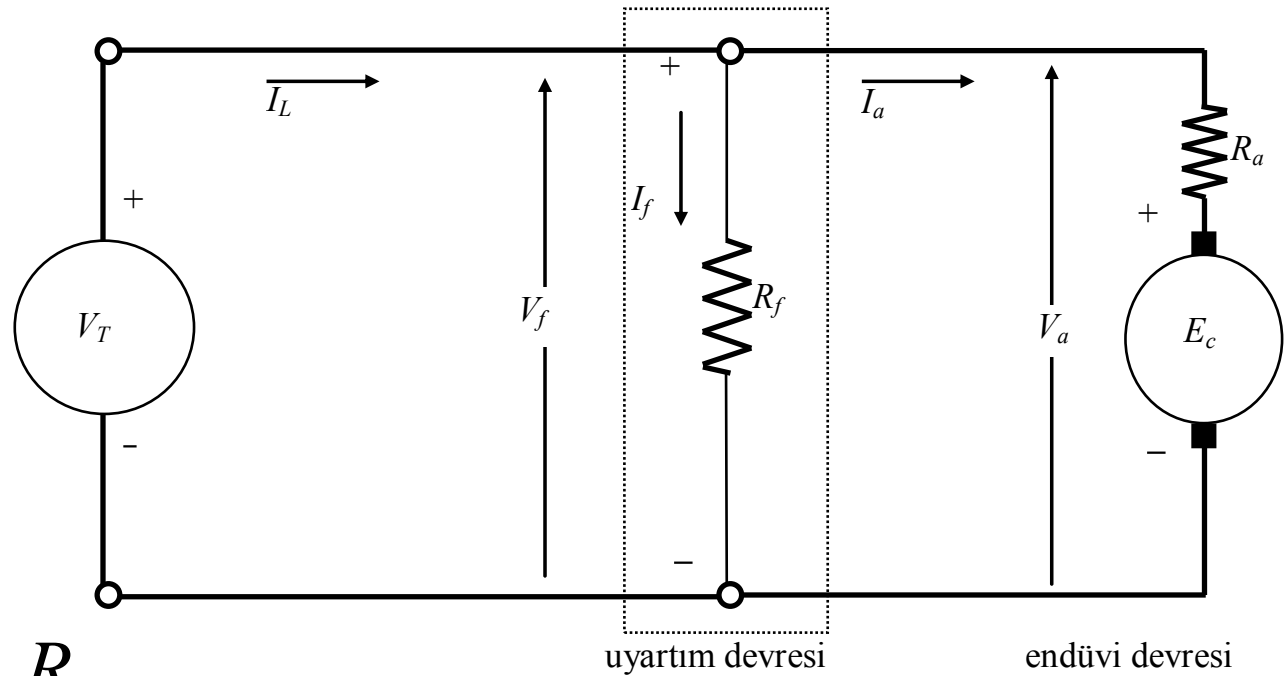
DA şönt motorlar

$$V_T = V_a = V_f$$

$$I_L = I_a + I_f$$

$$I_f = \frac{V_T}{R_f}$$

$$V_T = V_a = E_c + I_a R_a$$



$$E_c = K_1 K_2 \frac{V_T}{R_f} \omega$$
$$K_{sh} = K_1 K_2 \frac{V_T}{R_f}$$
$$E_c = K_{sh} \omega$$

Şönt motor için endüvi güç-akım karakteristiği

Endüvide üretilen güç:

$$P_a = E_c I_a$$
$$P_a = (V_T - I_a R_a) I_a$$

Seri motor endüvi gücünde $R_s=0$ yapılırsa, şönt motor endüvi güç denklemine eşit olur.

$$\underbrace{[V_T - I_a (R_a)] I_a}_{\text{Şönt motor endüvi gücü}} \Rightarrow \underbrace{[V_T - I_a (R_a + \cancel{R_s})] I_a}_{\text{seri motor endüvi gücü}}$$

$$I_a = \frac{V_T \pm \sqrt{V_T^2 - 4P_a R_a}}{2R_a}$$

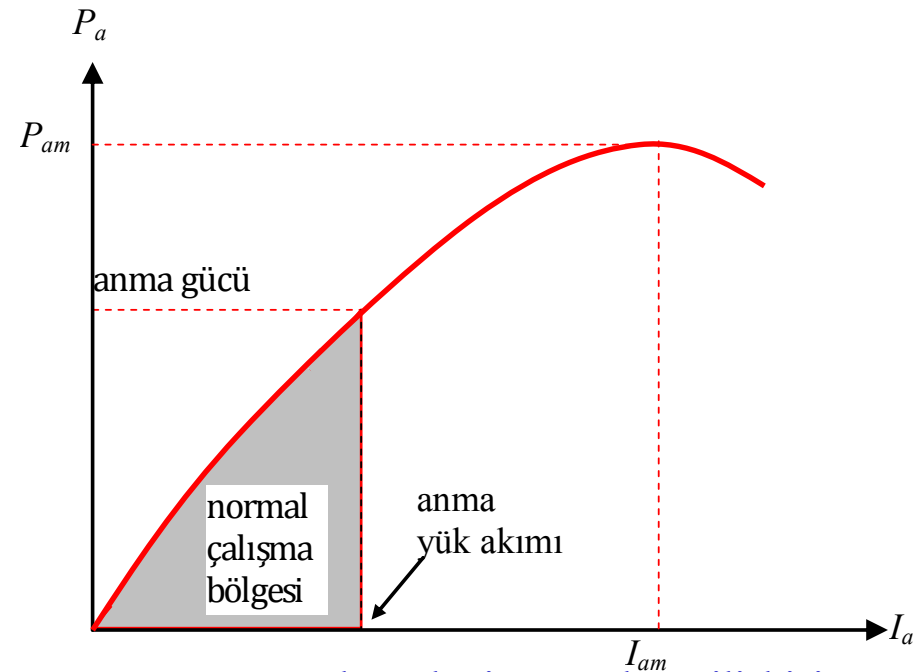
Şönt motor için endüvi güç-akım karakteristiği

Endüvide üretilen gücün maksimum değeri;

$$P_{a,\max} = \frac{V_T^2}{4R_a}$$

$$I_{a,\max} = \frac{V_T}{2R_a}$$

$$I_a = \frac{V_T - \sqrt{V_T^2 - 4P_a R_a}}{2R_a}$$



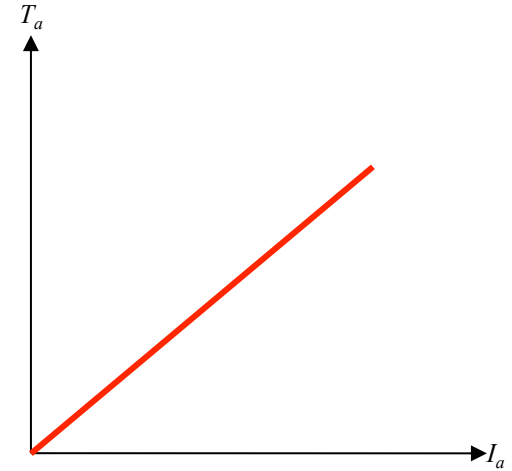
şönt motorda endüvi gücü-akımı ilişkisi

$$P_a = (V_T - I_a R_a) I_a \xrightarrow{I_a R_a = 0} I_a \cong \frac{P_a}{V_T}$$

Şönt motor için endüvi akımı-hız karakteristiği

Endüvide üretilen moment:

$$T_a = \frac{P_a}{\omega} \longrightarrow T_a = K_{sh} I_a \longrightarrow$$

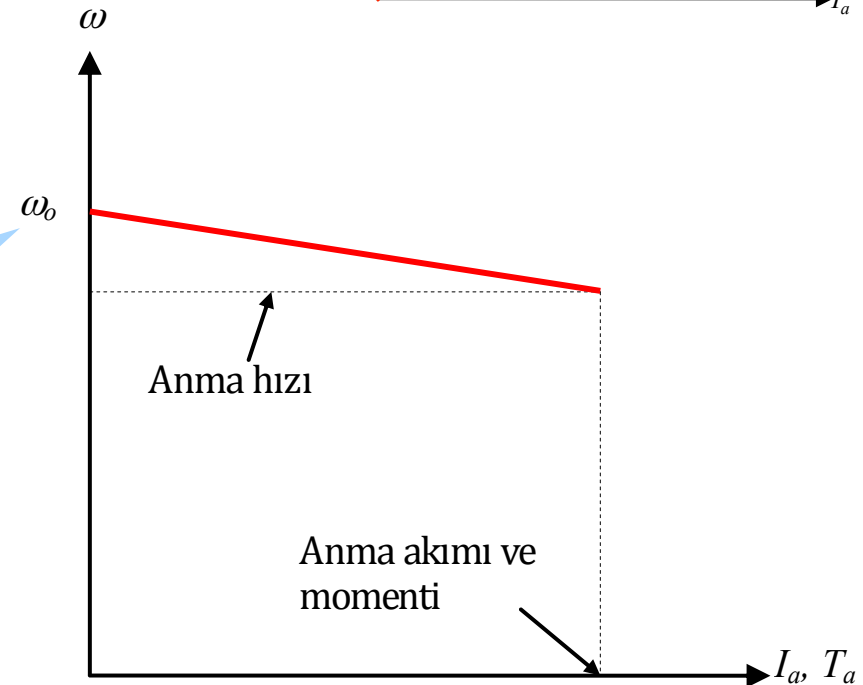


Endüvide akımı ile hız terimi:

$$\omega = \frac{V_T - I_a R_a}{K_{sh}}$$

$$I_a = 0 \text{ ise } \omega_o = \frac{V_T}{K_{sh}}$$

$$\omega = \omega_o - \frac{R_a}{K_{sh}} I_a$$



şönt motorda hız-endüvi akımı ilişkisi

Şönt motor için moment-hız karakteristiği

Endüvide üretilen moment-hız ilişkisi:

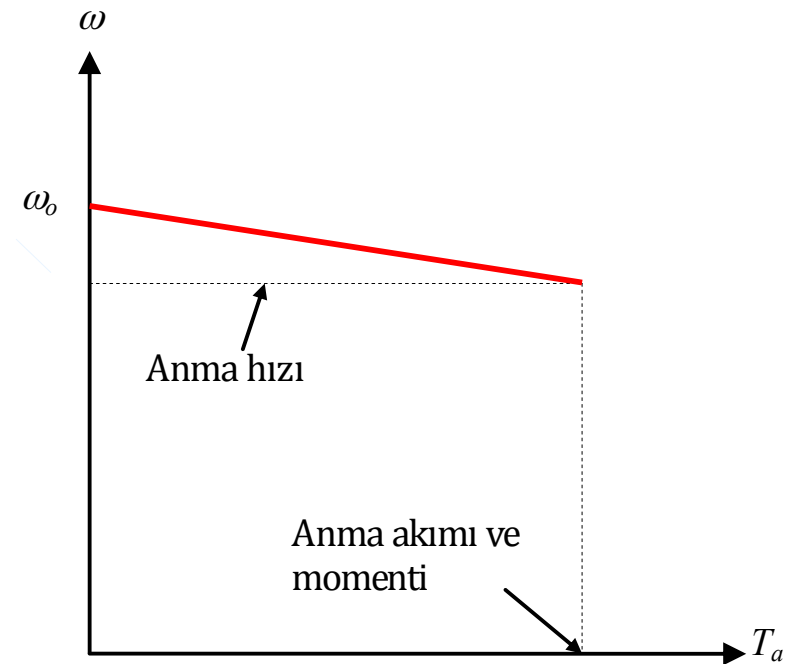
$$T_a = \frac{P_a}{\omega}$$

$$T_a = \frac{K_{sh}}{R_a} (V_T - K_{sh} \omega)$$

$$T_a = \frac{K_{sh}^2}{R_a} (\omega_o - \omega)$$

$$\omega = \frac{V_T}{K_{sh}} - \frac{T_a R_a}{K_{sh}^2}$$

$$\omega = \omega_o - \frac{T_a R_a}{K_{sh}^2}$$



şönt motorda hız-endüvi akımı ilişkisi

Şönt motor-Güç Kayıpları ve Verim

Motorun giriş gücü:

$$P_{in} = V_T I_L$$

Yük akımı:

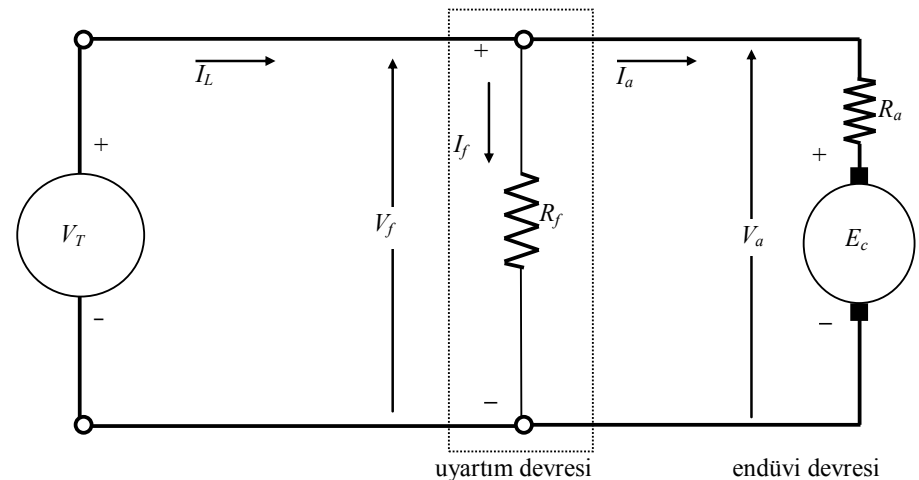
$$I_L = I_a + I_f$$

$$P_{in} = V_T I_a + P_f$$

$$P_f = \frac{V_T^2}{R_f} = V_f I_f$$

Motorun çıkış gücü:

$$P_o = V_T I_a - I_a^2 R_a - P_{rot}$$



Şönt motor için moment-hız karakteristiği

Motorun verimi:

$$\eta = \frac{P_o}{P_{in}}$$

Maksimum verim durumu:

$$\frac{d\eta}{dI_a} = 0$$

$$P_{in} \frac{\partial P_o}{\partial I_a} - P_o \frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} = 0$$

$$\frac{\partial P_o}{\partial I_a} = V_T - 2I_a R_a$$

$$\frac{\partial P_{in}}{\partial I_a} = V_T$$

Maksimum verim şartı:

$$(V_T I_a + P_f)(V_T - 2I_a R_a) - (V_T I_a - I_a^2 R_a - P_{rot})V_T = 0$$

$$R_a I_a^2 + 2I_a I_f R_a - (P_{rot} + P_f) = 0$$

$$R_a I_{a,\max}^2 \cong P_{rot} + P_f$$