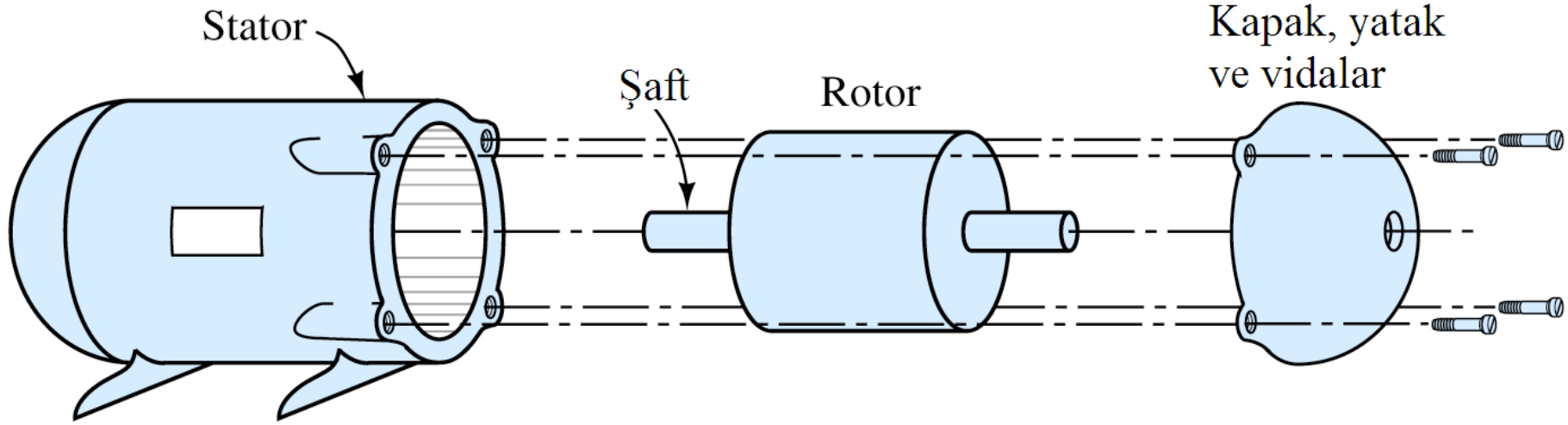
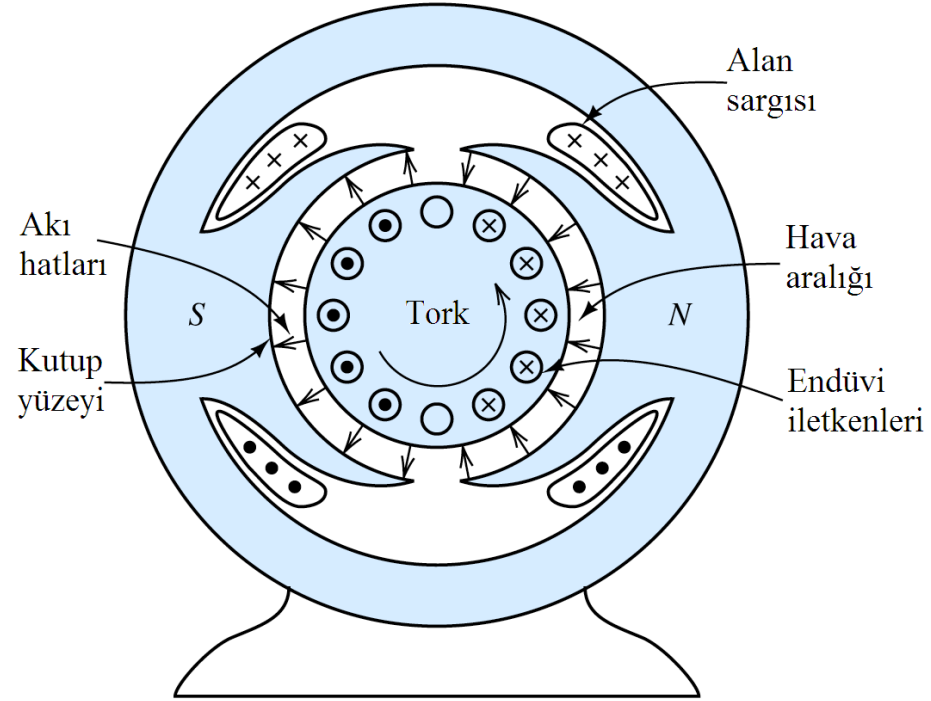
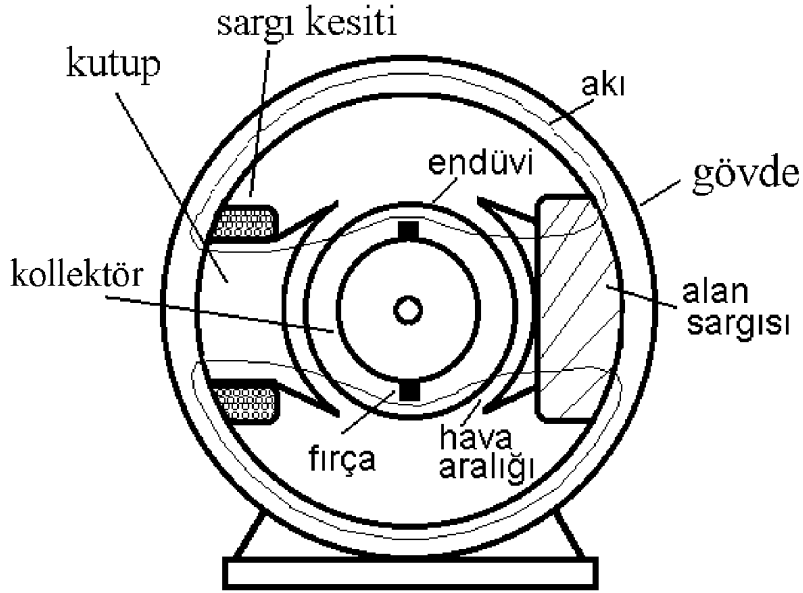


Bir Elektrik Motorunun Kısımları



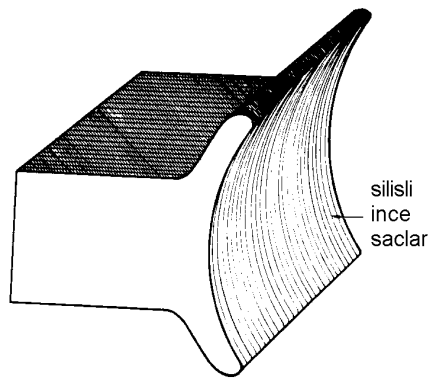
Bir elektrik motorunun parçaları: Rotor, stator içinde döner.

İki kutuplu bir DA motoru

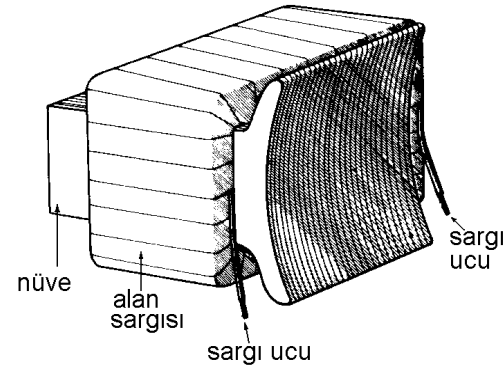


2-kutuplu makinanın kısımları ve elemanları

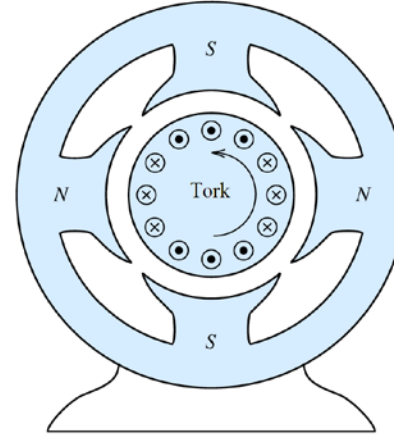
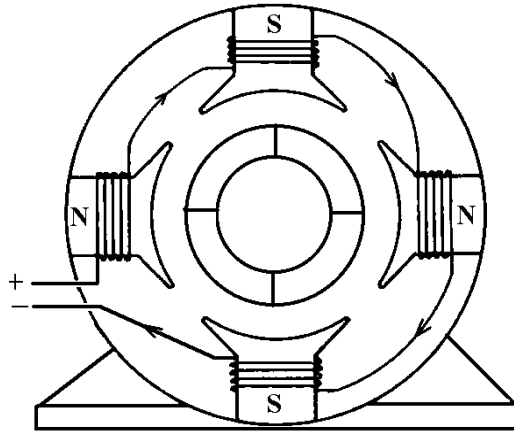
Dört kutuplu bir DA motoru-endüktör



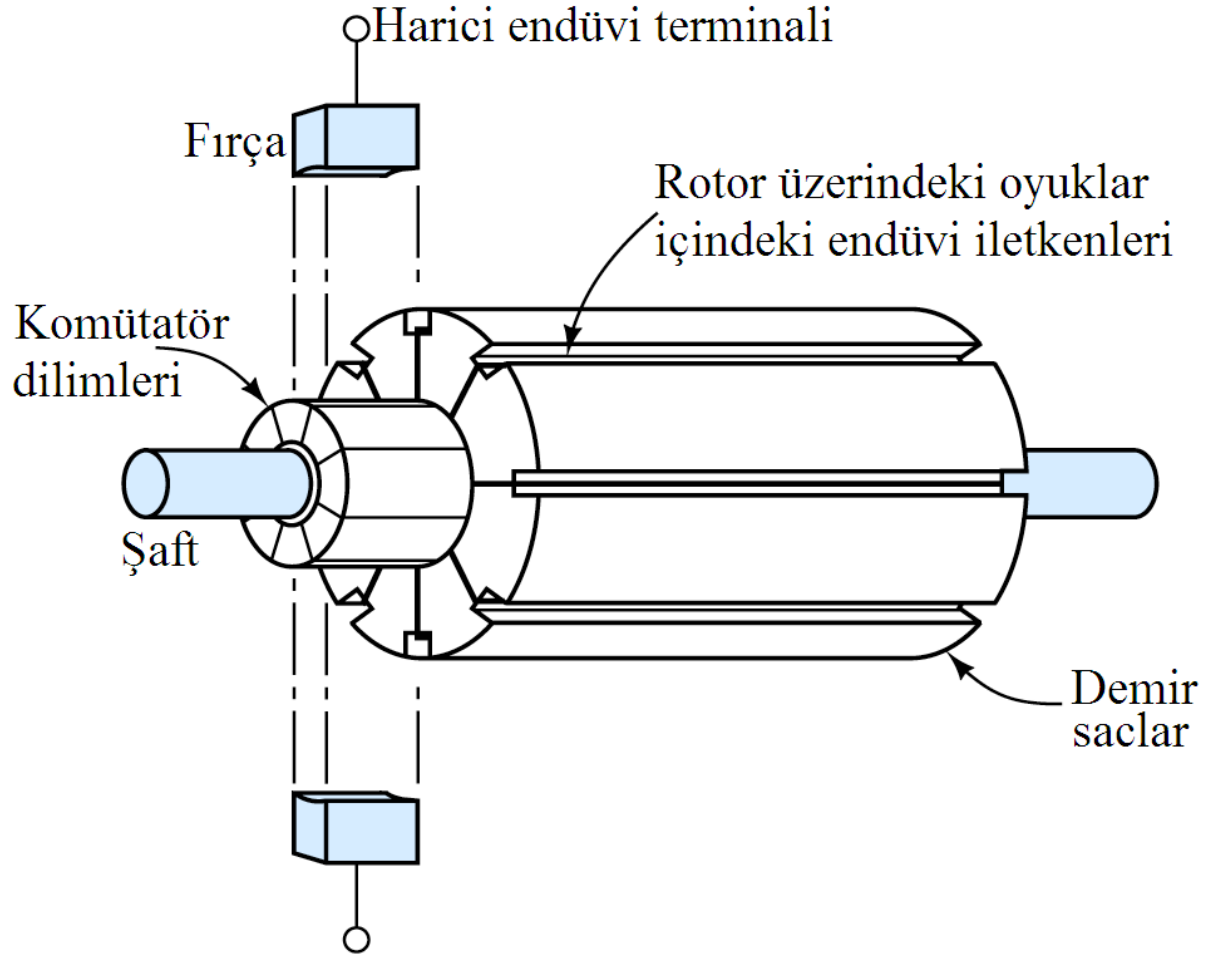
Kutup nüvesi



Sargılı bir kutup

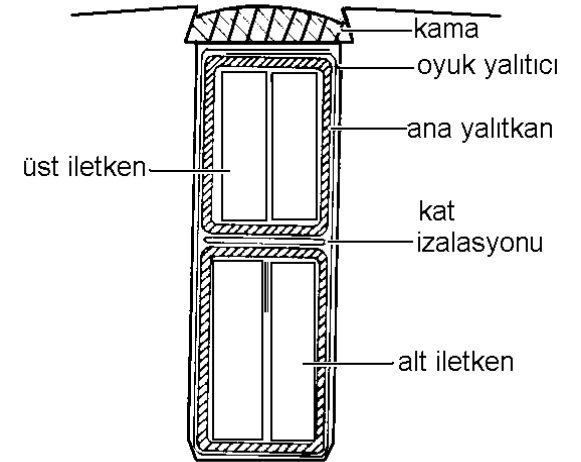
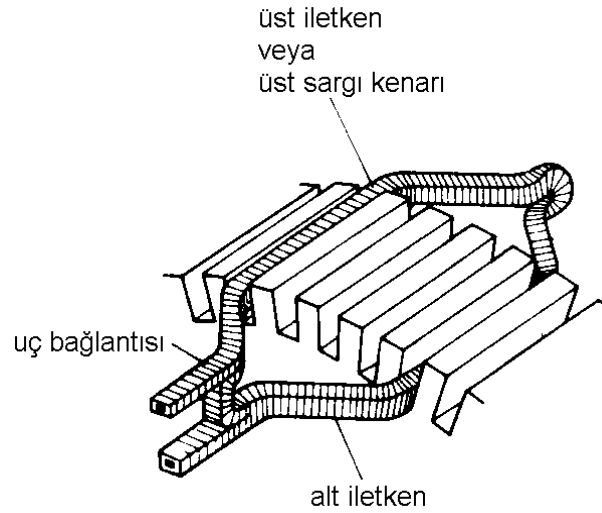
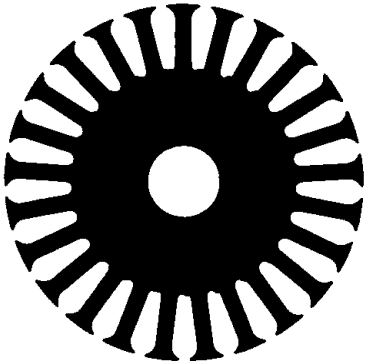
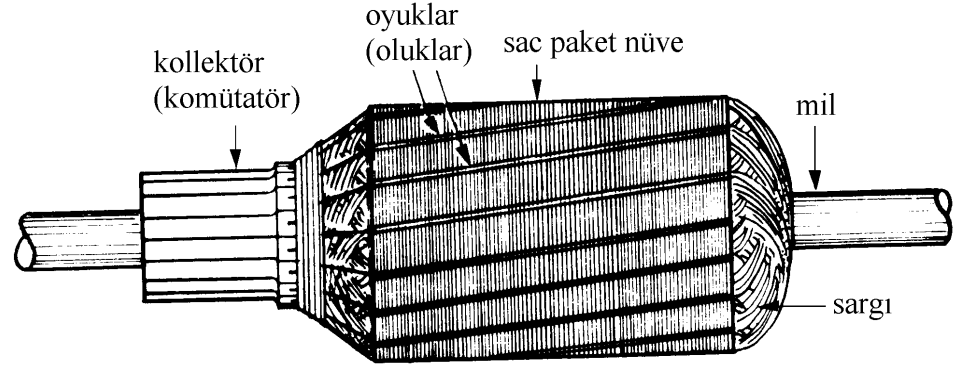
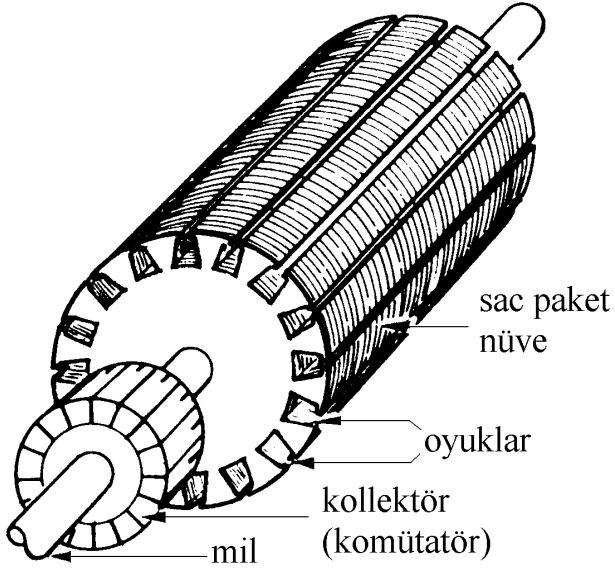


Bir DA motorunun endüvisi

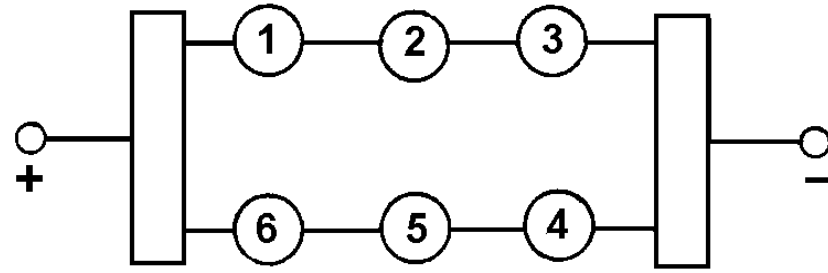
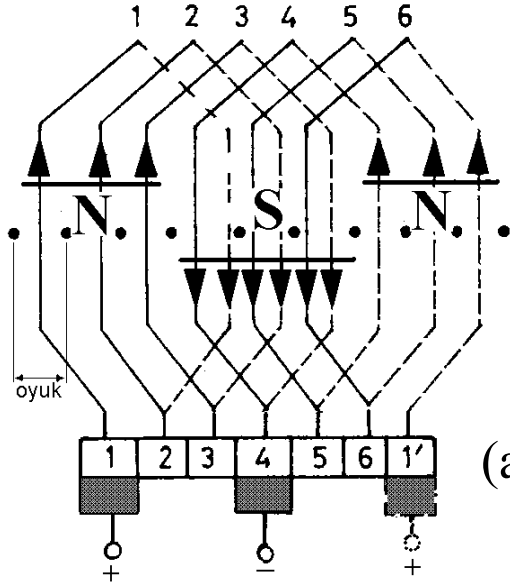


Bir DA makinasının endüvi elemanları

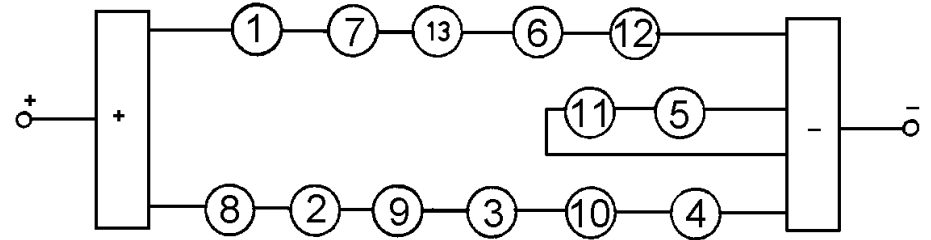
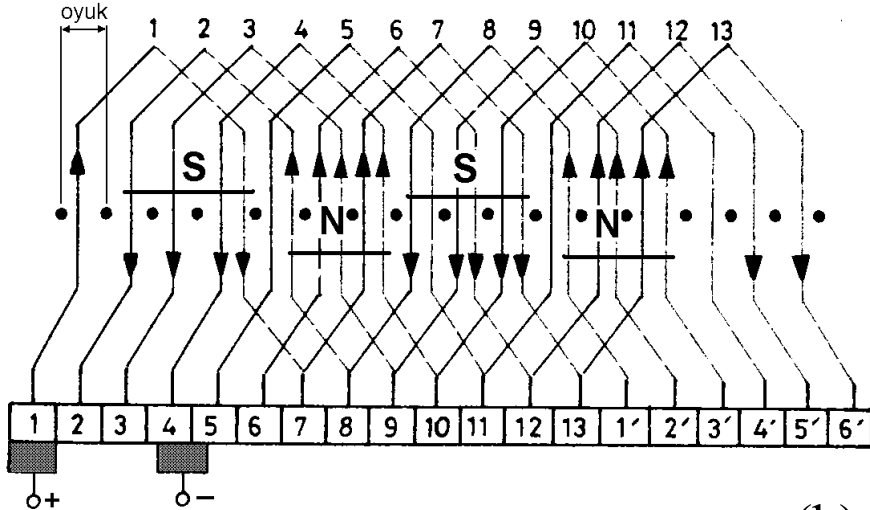
Bir DA motorunun endüvisi



Bir DA makinası endüvü sargıları

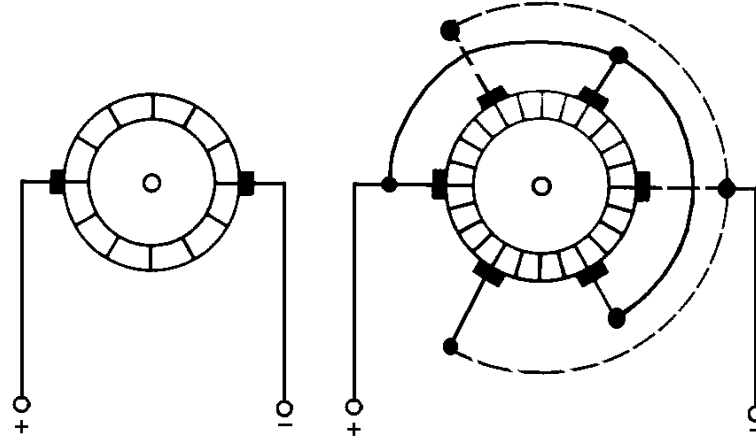
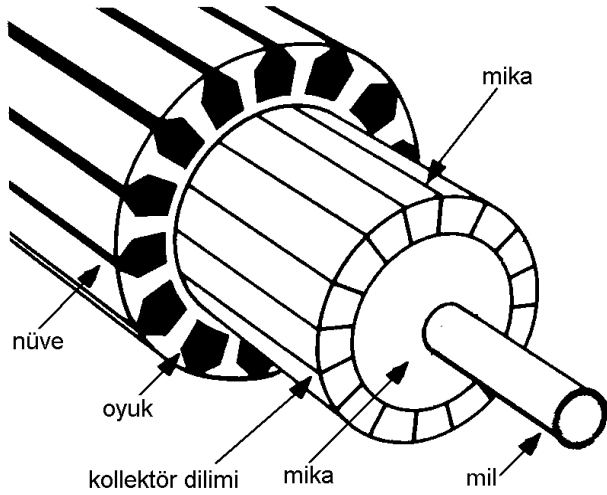


(a) Paralel sarım ve paralel kol devresi

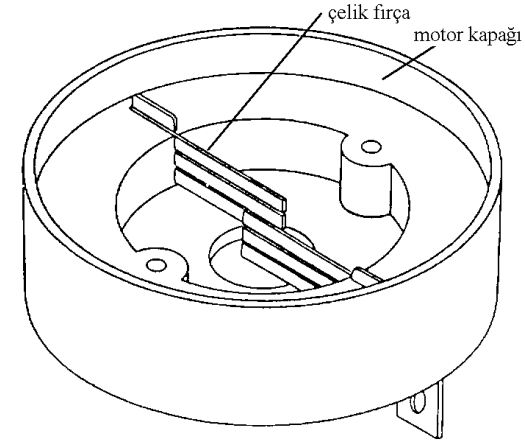
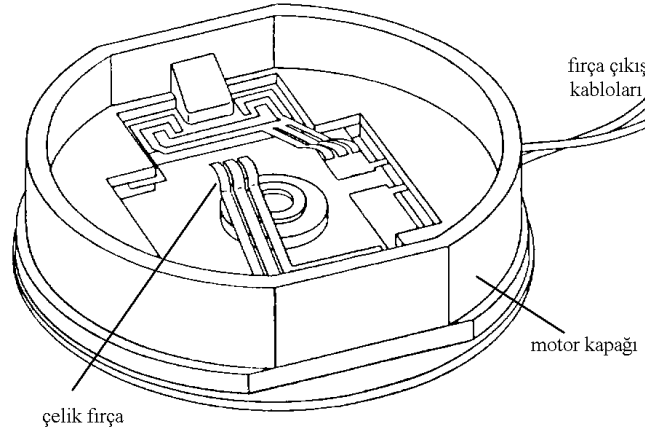
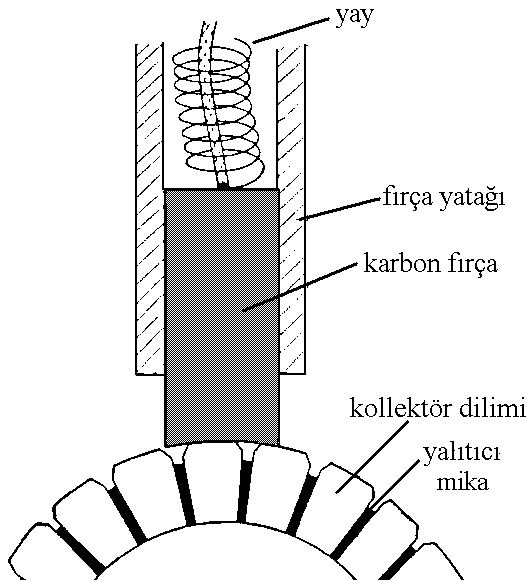


(b) Seri sarım ve paralel kol devresi

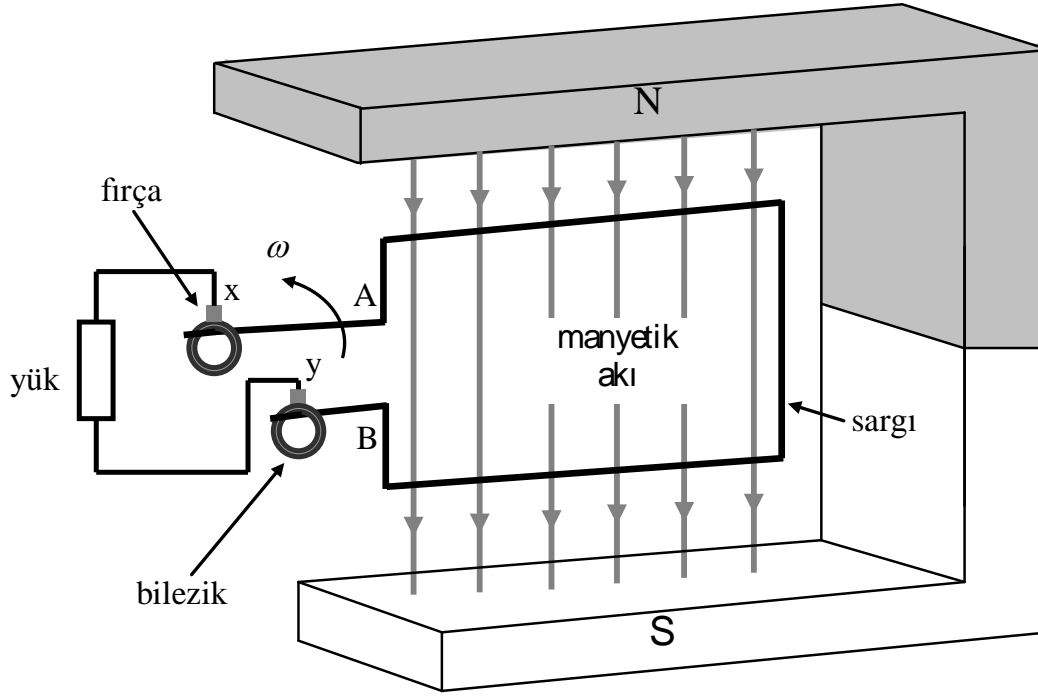
Bir DA motorunun endüvisi ve fırçaları



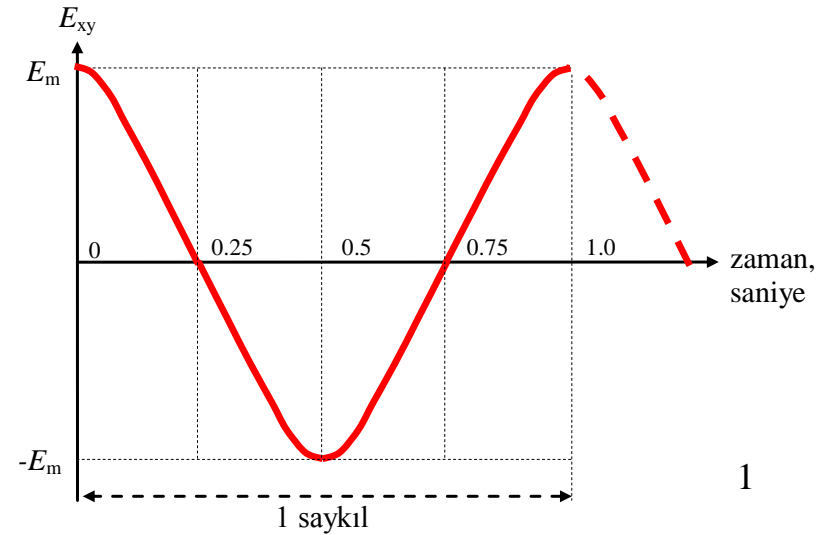
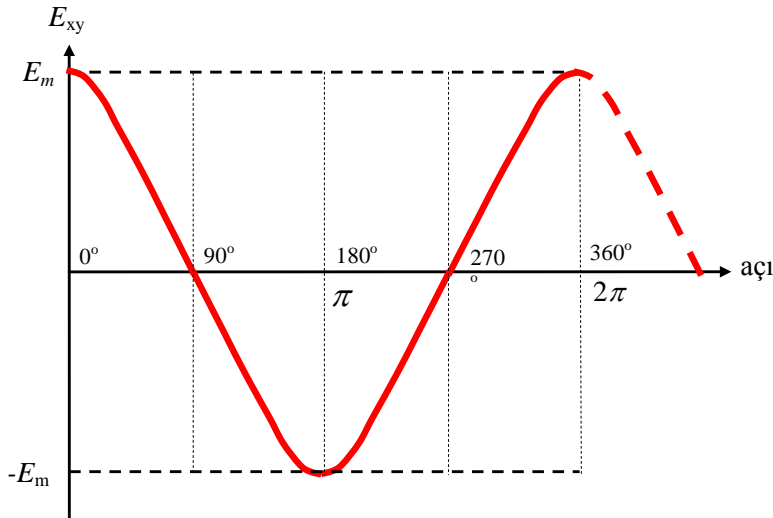
DA makinasının kollektörü, 2 ve 4-kutup için fırçalar



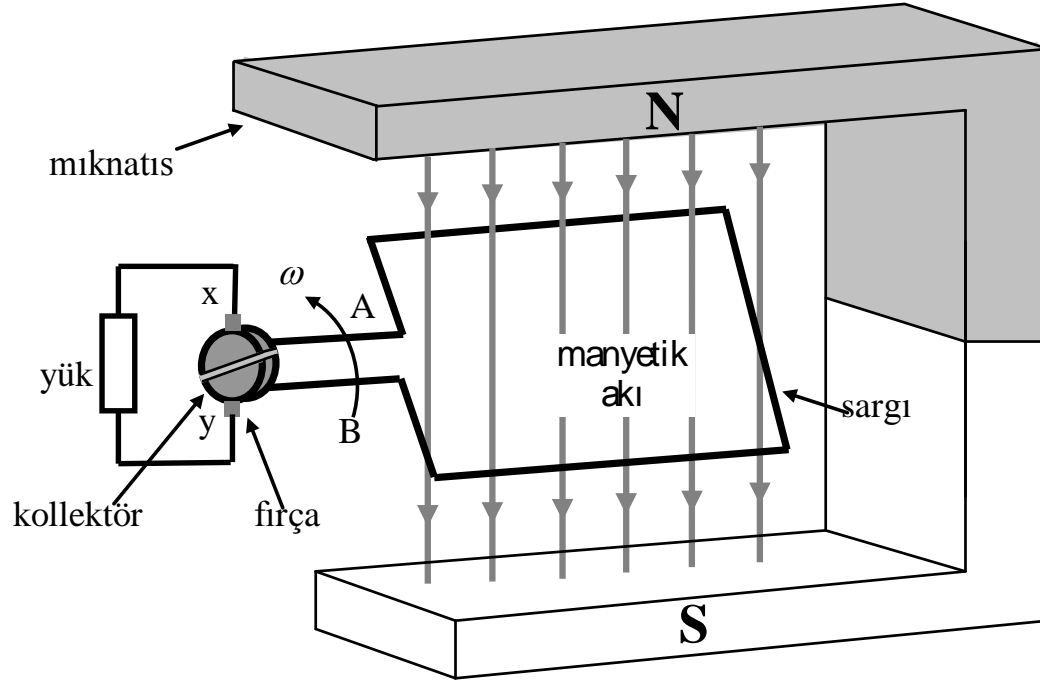
AA generatörlerinin çalışma esasları



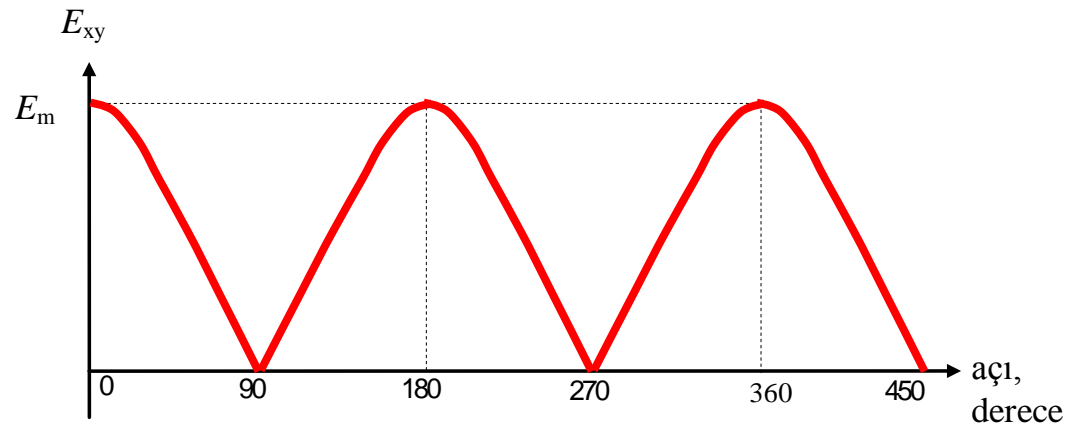
Basit bir AA generatörü



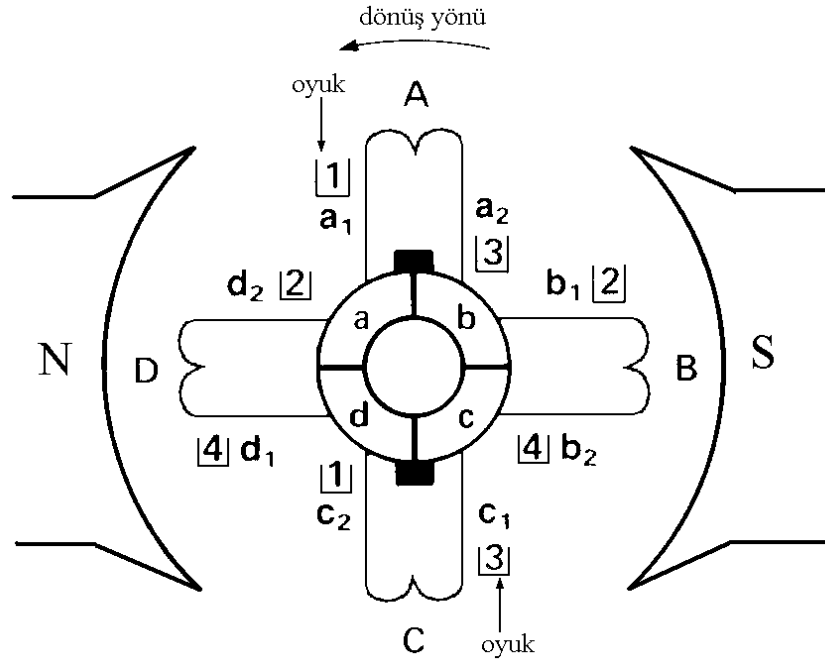
DA generatörlerinin çalışma esasları



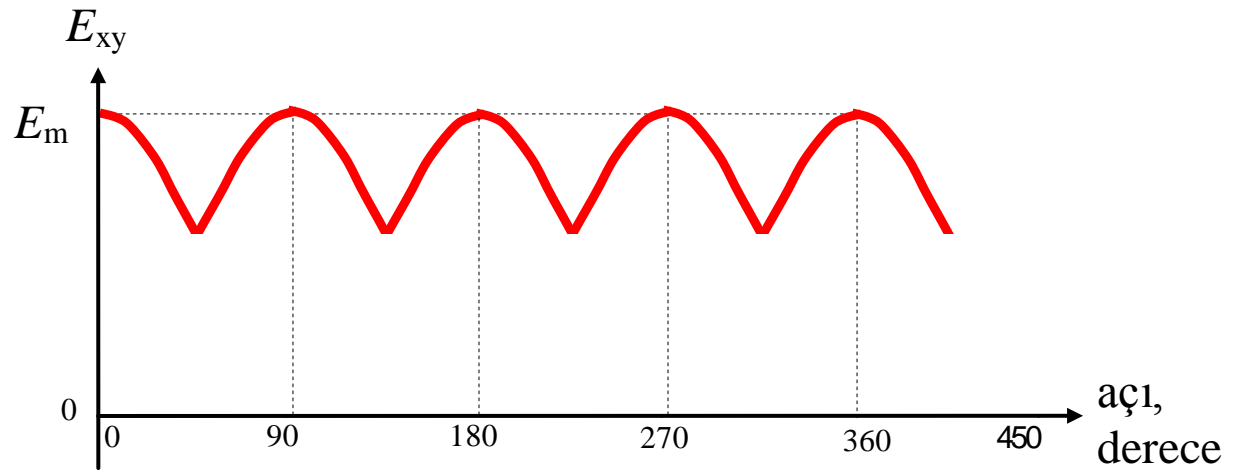
Basit bir DA generatörü



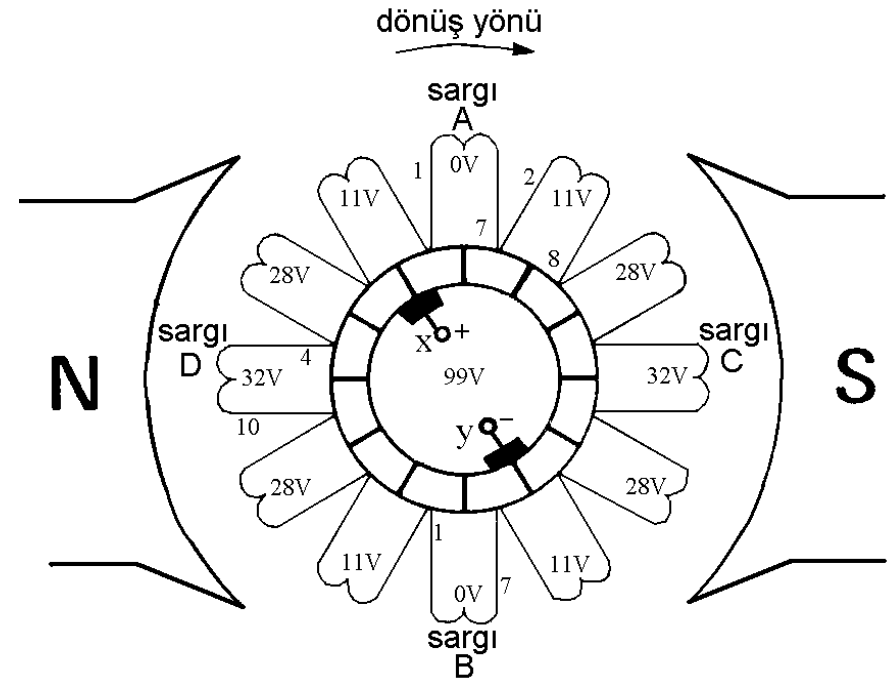
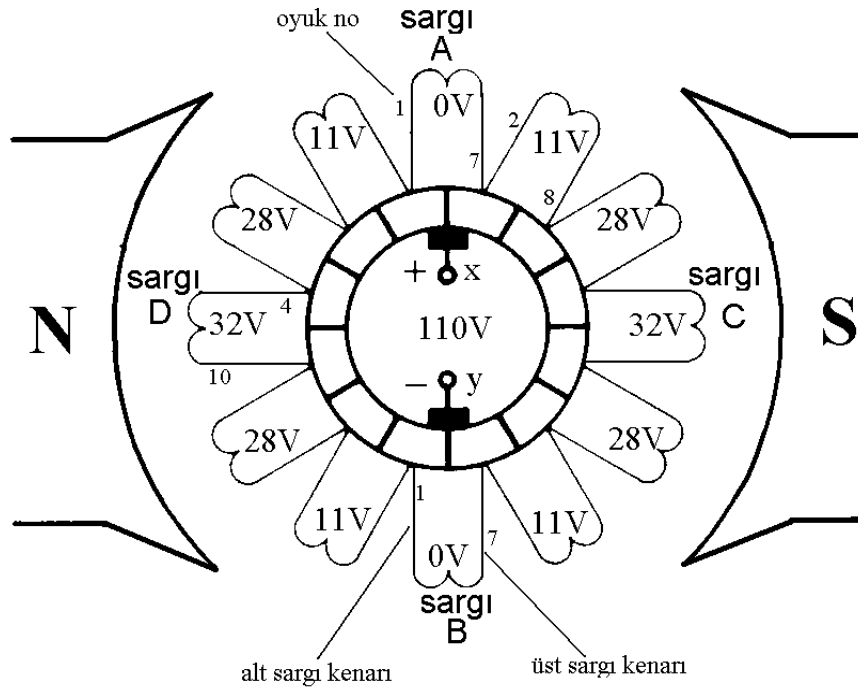
Dalga şeklinin iyileştirilmesi



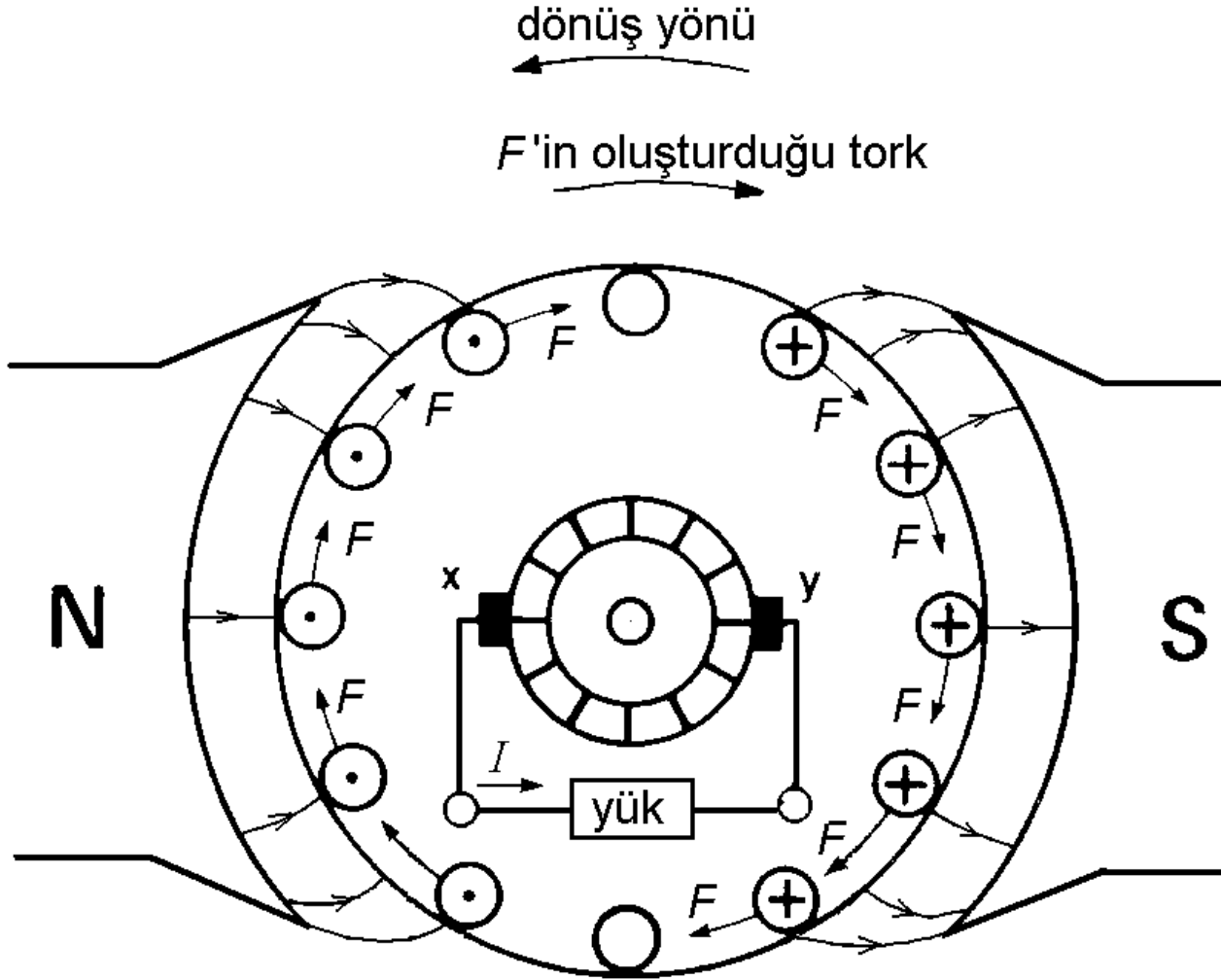
4-sargılı ve 4-kollektör dilimli bir DA generatör



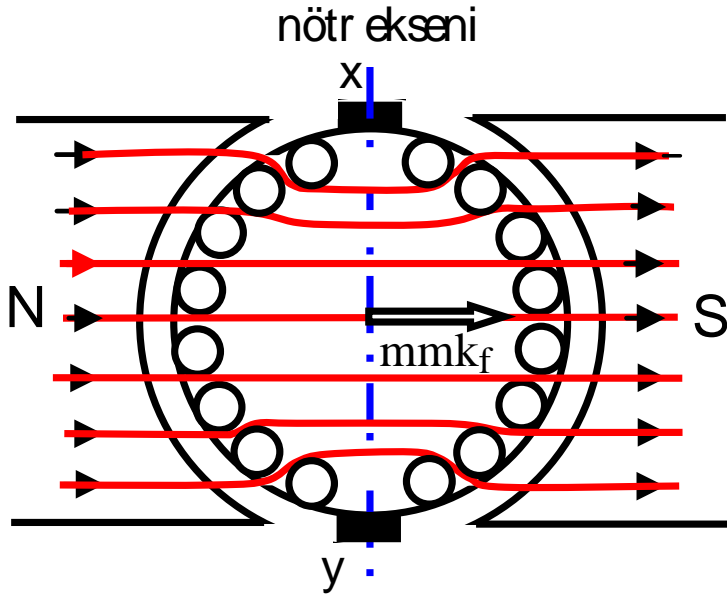
Fırçaların konumu



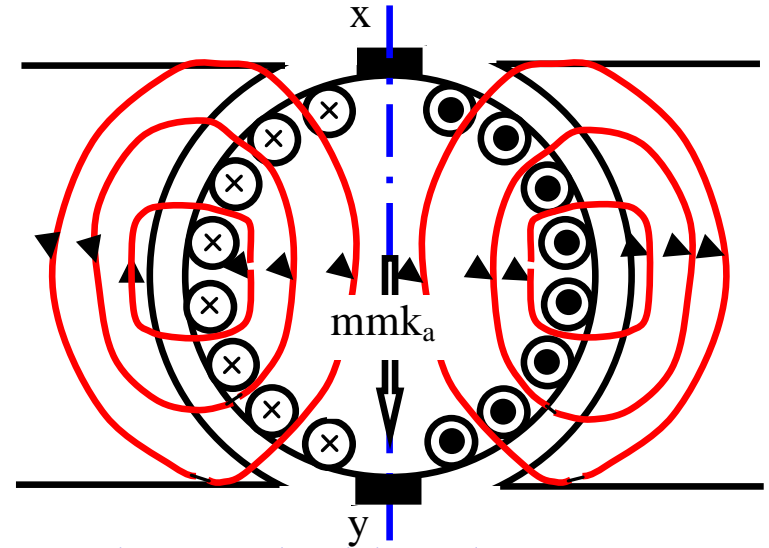
Yüklü Generatör: Enerji çevirme işlemi



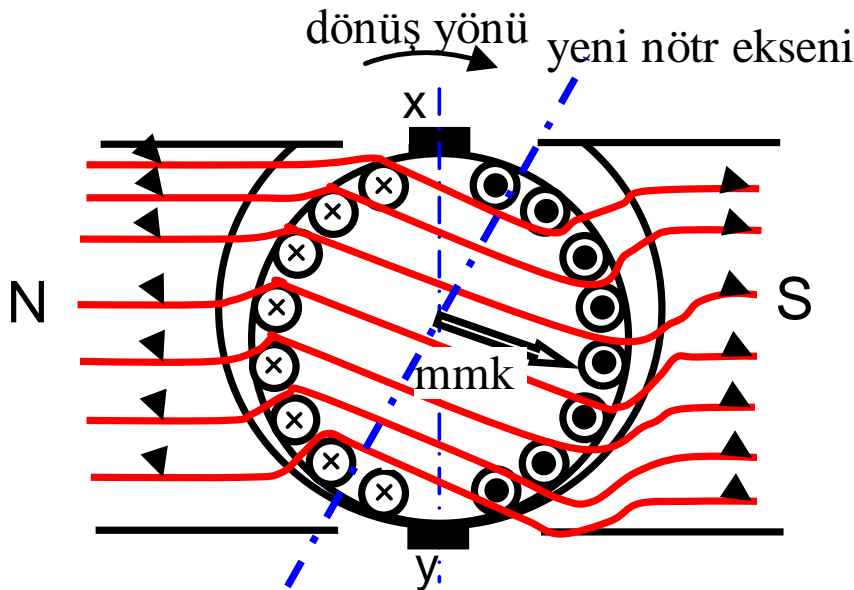
Endüvi reaksiyonu ve komutasyon



Sadece alan sargısı



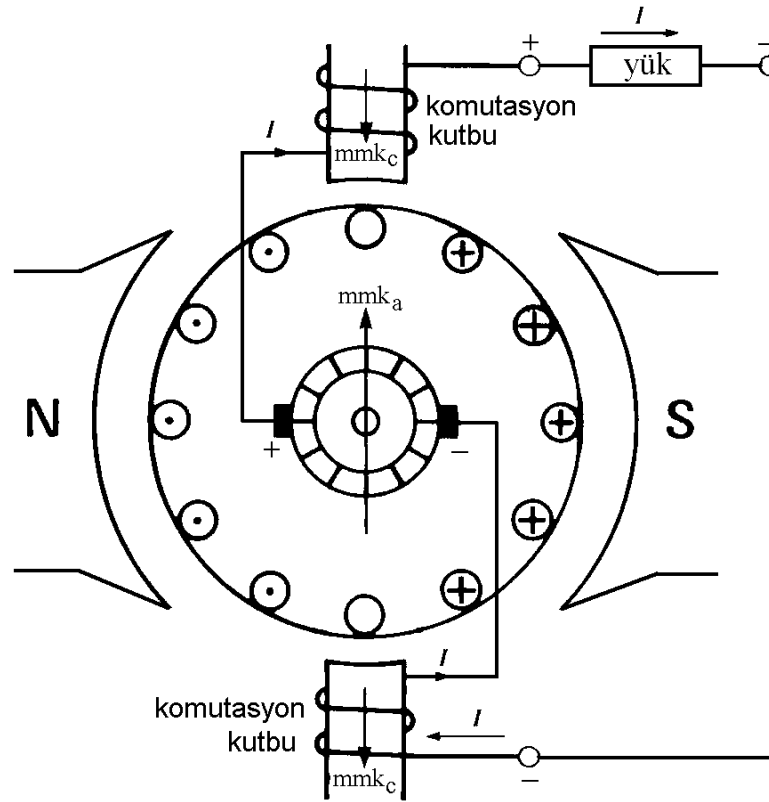
Sadece endüviden akımın geçmesi



Hem alan sargısı uyarımlı hem de endüviden akım geçmekte

Endüvi reaksiyonunun iyileştirilmesi:

- Fırçaları kaydirmek
- Komutasyon kutupları kullanmak



Generatör özellikleri

- Bir generatörün üzerindeki etiket; güç, gerilim, devir sayısı ve makina hakkındaki diğer ayrıntıları gösterir. Bu özellikler veya anma karakteristikleri üretici firma tarafından garanti edilir. Örneğin, 12.5 kW bir generatörün etiketinde şu bilgiler vardır.

- Güç 12.5 kW
- Endüvi Gerilimi 495 V
- Uyarım Gerilimi 300 V
- Devir Sayısı 1500 d/d

ABB			
Motor	Sep.	06-1995	IEC 34-1-1969
Type	DMP 112-4L	No	1124 01659
	12.5	kW	1500 r/min
Duty	S1	Ins. Class	F
Arm.	495	V	Arm. 29.9 A
Exc.	300	V	Exc. 2.18 A
IP	23S	IC	06
		IM	1001
Cat. No.	FR 159 101-1A		123.5 kg
MADE IN FRANCE		FABRIQUE EN FRANCE	

Generatör özellikleri

- Endüvi Akımı 29.9 A
- Uyartım akımı 2.18 A
- Yalıtım Sınıfı F

ABB			
Motor	Sep.	06-1995	IEC 34-1-1969
Type	DMP 112-4L	No	1124 01659
	12.5 kW	1500	r/min
Duty	S1	Ins. Class	F
Arm.	495 V	Arm.	29.9 A
Exc.	300 V	Exc.	2.18 A
IP	23S IC 06	IM	1001
Cat. No.	FR 159 101-1A		123.5 kg
MADE IN FRANCE		FABRIQUE EN FRANCE	

İzolasyon sınıfı	Max. Sargı Sıcaklığı (°C)	Max. Isınma (°C)	Isınma toleransı (°C)
A	105	60	5
E	120	75	5
B	130	80	10
F	155	105	10
H	180	125	15

Endüvi sargıları alan akısına göre sabit bir hızda döndürülür ise, manyetik akı:

$$\lambda(t) = -N\phi \cos \omega t$$

N sargı sarım sayısı, ϕ bir kutup akısı, ω açısal hız (rad/s).

Endüklenen gerilim ise Faraday Kanununa göre;

$$e(t) = \frac{d\lambda}{dt} = N\omega\phi \sin \omega t$$

Endüklenen sinüsoidal gerilim kolektörler vasıtasıyla doğrultulur ve ortalama değeri:

$$E_{av} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi} e(t) d\omega t \quad \longrightarrow \quad E_{av} = \frac{2N\phi\omega}{\pi}$$

DA generatörlerinin elektrik devre modelleri ve karakteristikleri

Endüvi iletkeni sayısı " Z " ve paralel kol sayısı " a " ise, paralel koldaki iletken sayısı:

$$N = \frac{Z}{2a}$$

Endüklenen gerilim:
$$E_g = \frac{Znp\phi}{60a}$$

Z, p, a sabittir.

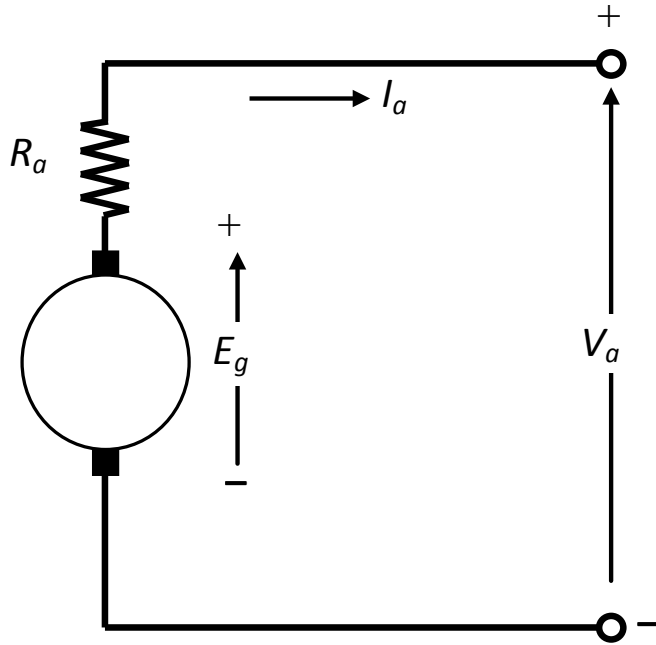
Endüklenen gerilim:
$$E_g = K_g \phi \omega$$

Uyartım akımı ile akının değişiminin doğrusal olduğu durumlar için

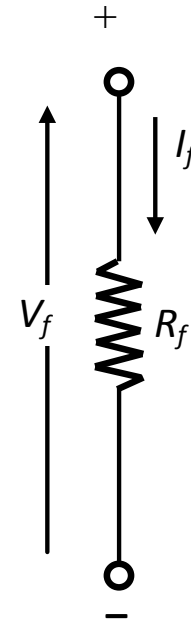
Endüklenen gerilim:

$$E_g = K\omega I_f$$

Endüvi ve uyartım devresi modelleri



endüvi devresi modeli



uyartım devresi modeli

Endüvi çıkış uçları gerilimi V_a , akımı ise I_a ile temsil edilir.

Generatör için endüvi çıkış gerilimi denklemi;

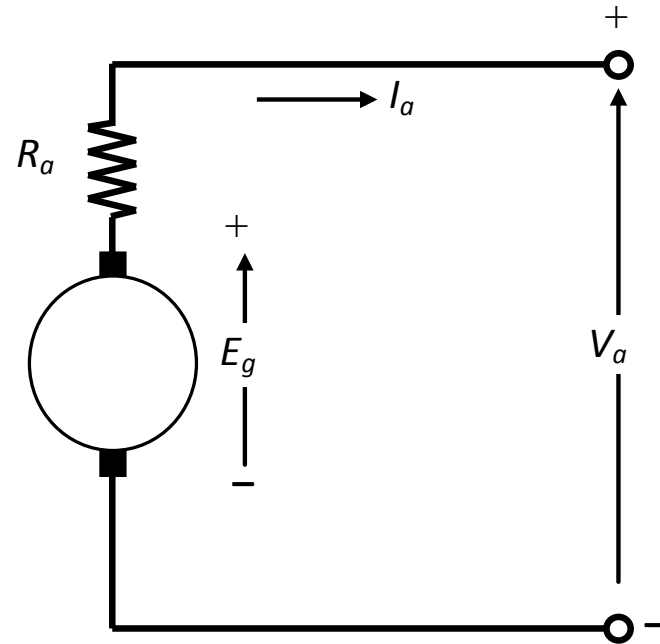
$$V_a = E_g - I_a R_a$$

Endüvi ve uyarım devresi modelleri

Endüvi çıkış gücü:

$$V_a I_a = E_g I_a - I_a^2 R_a$$

$$P_a = P_{in} - I_a^2 R_a$$



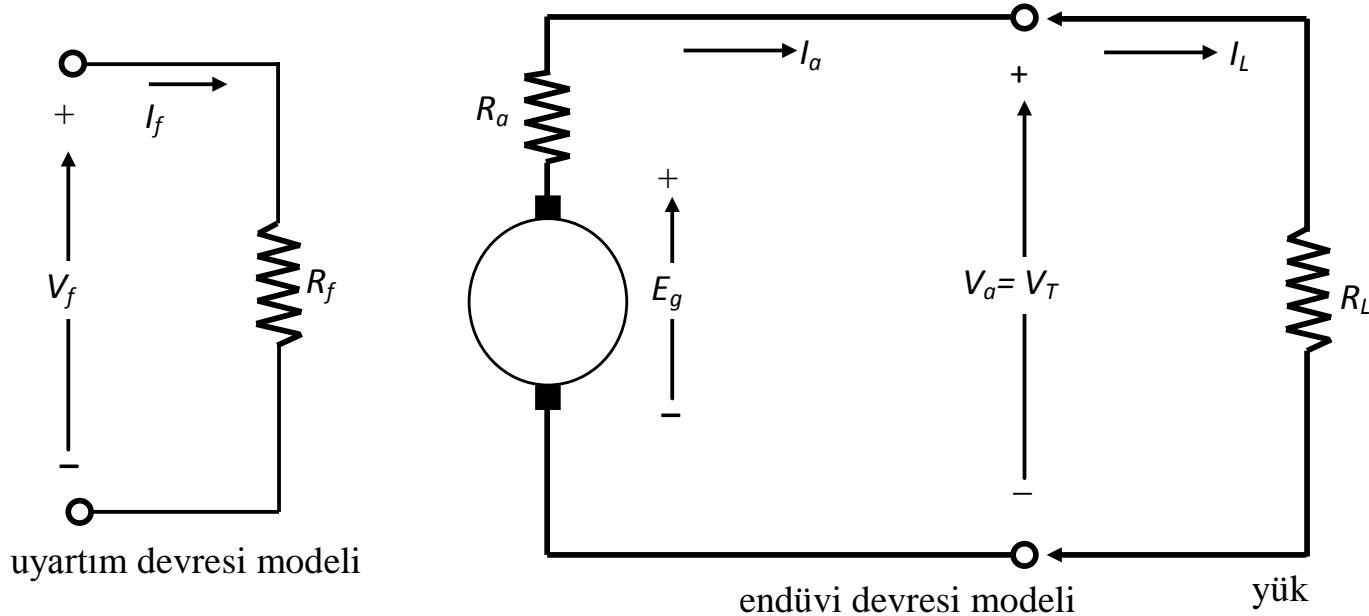
endüvi devresi modeli

Generatör bağlantıları

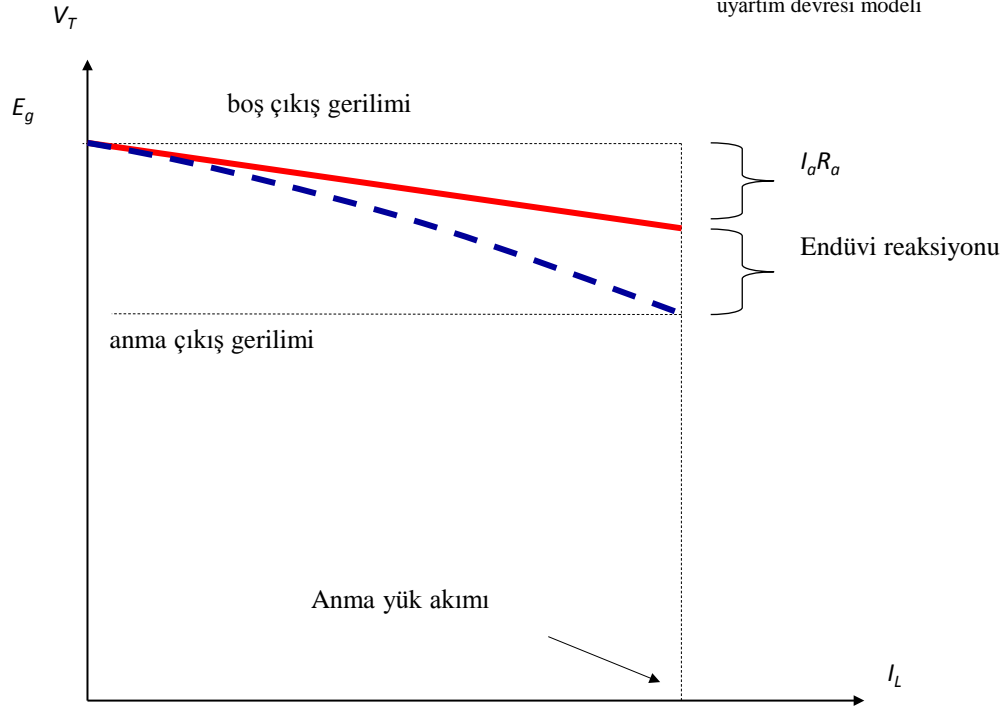
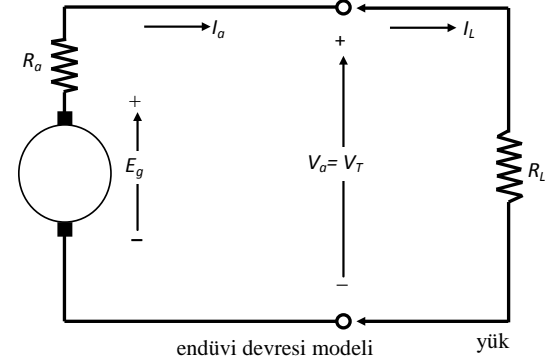
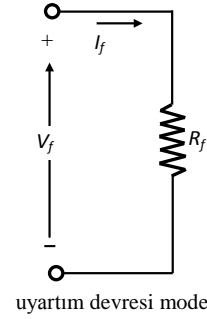
DA generatörler alan (uyartım) gerilimi kaynağına göre sınıflandırılır:

- Yabancı uyartımlı
- Kendinden uyartımlı

Yabancı uyartımlı generatörler



Yabancı uyarımlı generatörler



Kendinden uyarımlı generatörler

1 Seri generatör: Alan sargıları endüvi devresine seri bağlıdır.

Uyarım akımı endüvi akımıyla aynıdır.

2. Şönt generatör: Alan sargıları endüvi devresine paralel (şönt) bağlıdır. Alan gerilimi ile endüvi gerilimi aynıdır.

3. Kompunt generatör: Bu durumda iki adet alan sargısı kullanılır. Endüviye seri bağlanan seri alan sargısı büyük kesitli iletkenlerden sarılır. Endüviye paralel bağlanan Şönt alan sargısı ise ince kesitli iletkenlerden sarılır.

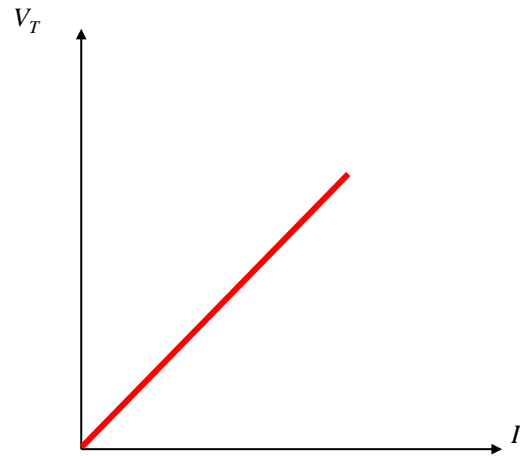
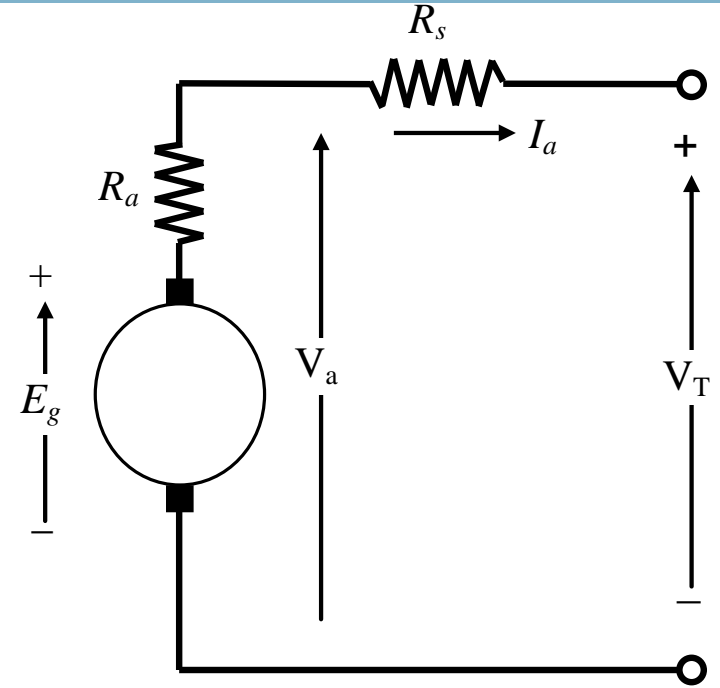
Seri generatörler

$$V_T = E_g - I_a (R_a + R_s)$$

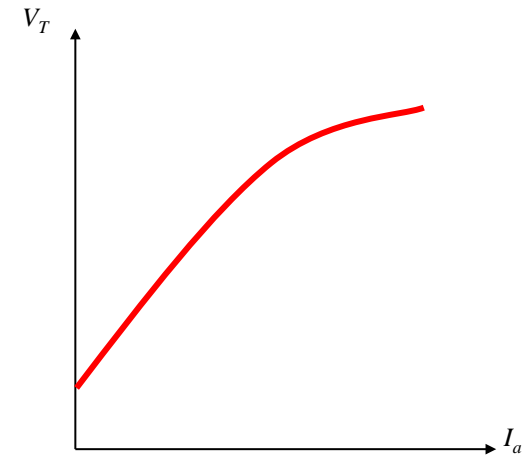
$$I_f = I_a$$

$$E_g = K\omega I_a$$

$$V_T = [K\omega - (R_a + R_s)] I_a$$



(a) ideal



(b) gerçek

Seri generatörün yük eğrileri

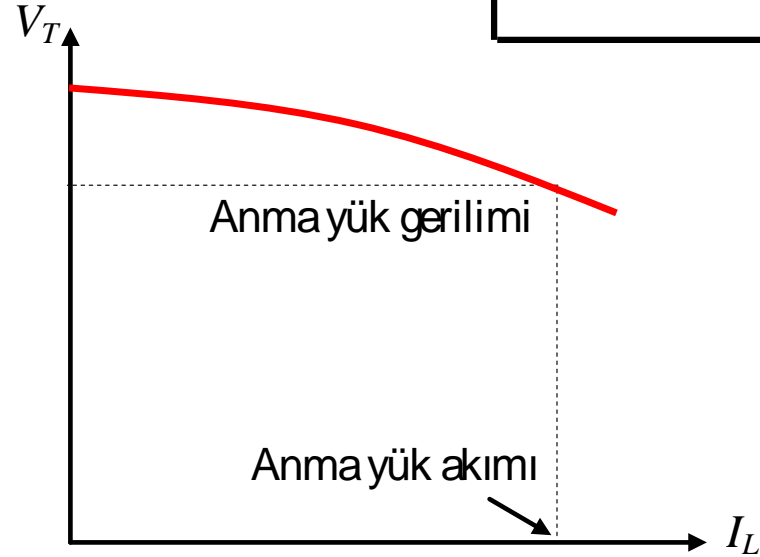
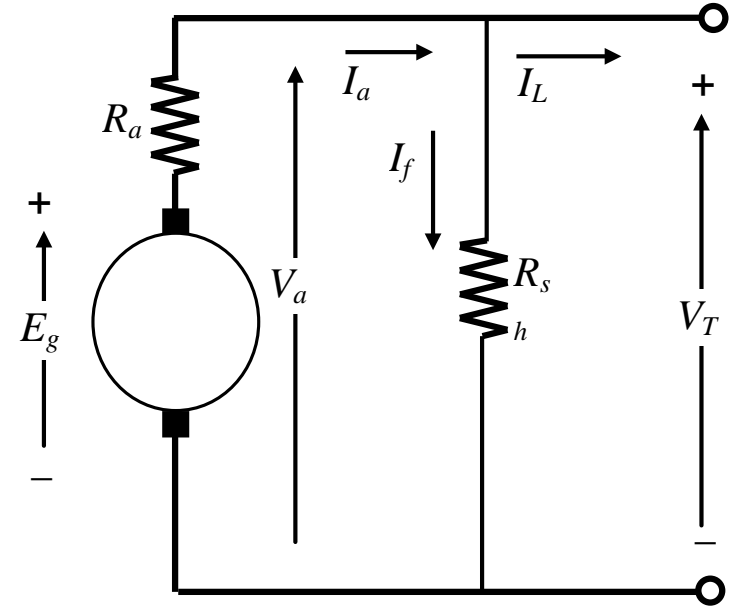
Şönt generatörler

$$V_T = E_g - I_a R_a$$

$$I_L = I_a - I_f$$

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

$$E_g = K\omega \frac{V_T}{R_f}$$



şönt generatörün yük eğrisi

Şönt generatörlerde gerilim

Adım 1: Tahrik makinası DA generatörü anma devrinde döndürürse, artık mıknatısiyetden dolayı endüvide E_{g0} gerilimi üretilir.

Bunun sonucu uyarım akımı sıfır değerinden $I_{f0} = E_{g0} / R_f$ değerine ulaşır

Adım 2: Üretilen gerilim E_{g0} dan E_{g1} değerine yükselir. Çünkü mmk sıfırdan $N_f I_{f0}$ değerine yükselmiştir.

Adım 3: $I_{f1} = \frac{E_{g1}}{R_f}$ olduğu için uyarım akımı I_{f0}' dan I_{f1}

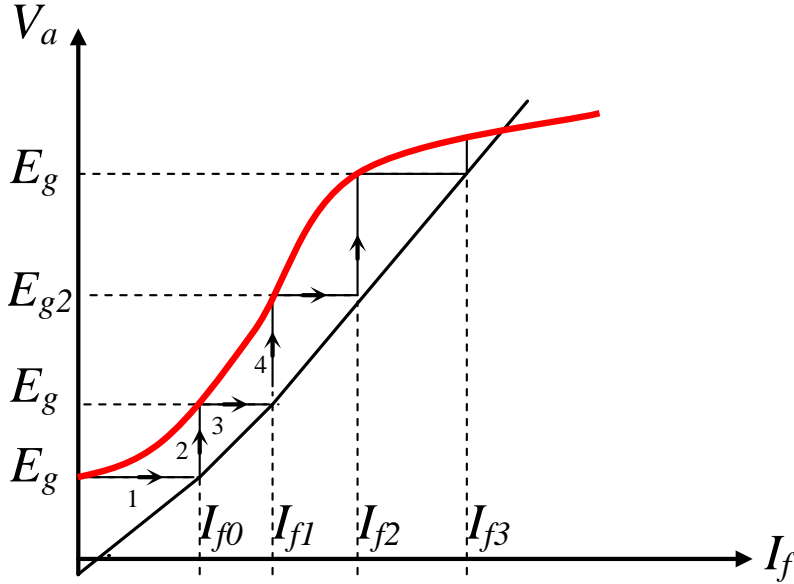
değerine yükselmiştir.

Adım 4: Akımın I_{f1} 'e yükselmesi ile üretilen gerilim E_{g2} değerine yükselir.

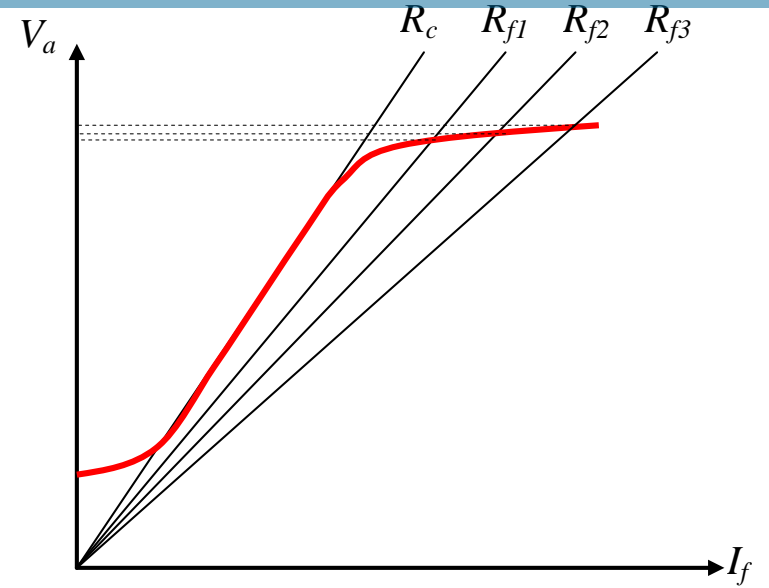
.....

Bu işlem aynı şekilde nüve doyuncaya kadar devam eder.

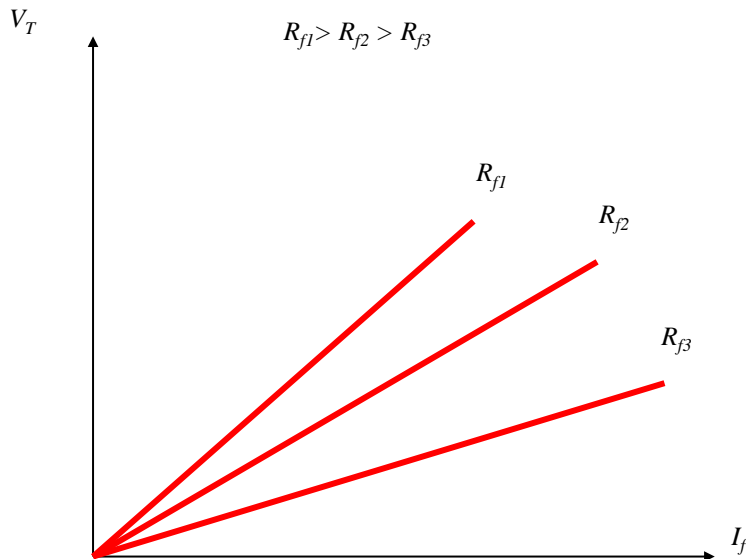
Şönt generatörlerde gerilim



Şönt generatörün endüvi uç gerilimi



Alan direncinin üretilen gerilime etkisi

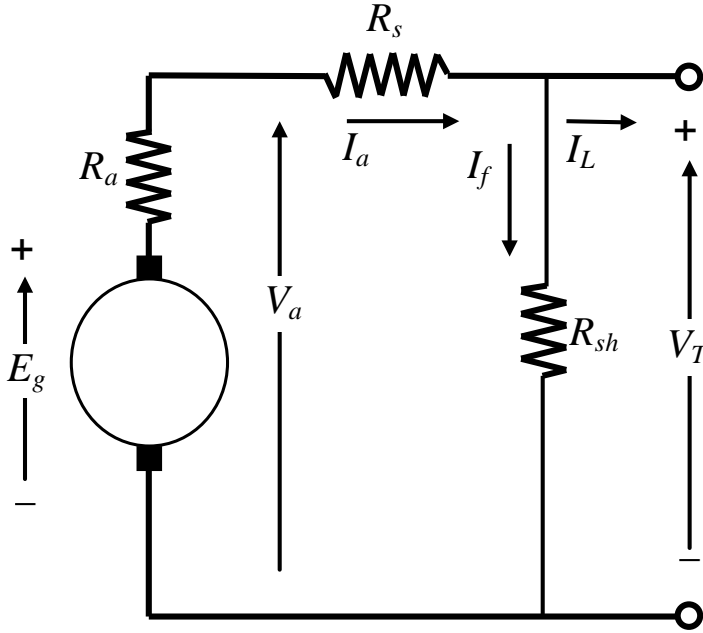


Şönt generatörün alan direnci eğrisi

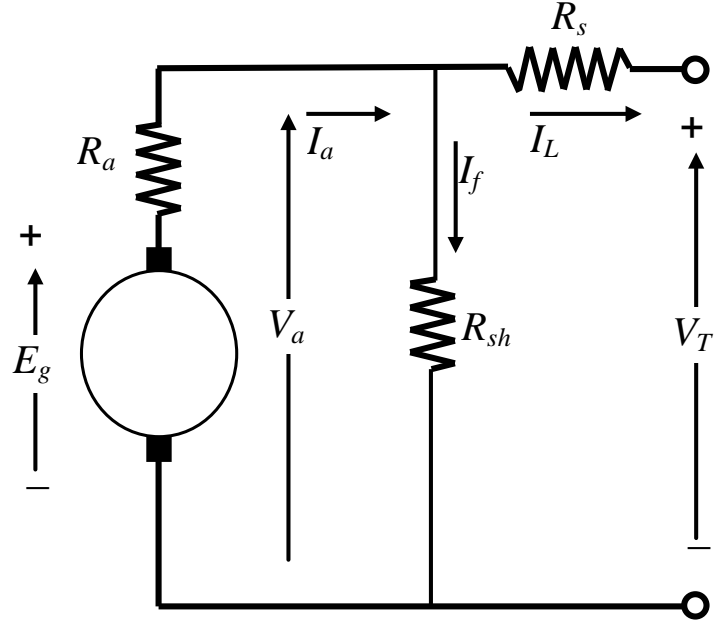


şönt generatörün yük eğrisi

Kompunt generatörler



(a) uzun şönt alan (uyartım)



(b) kısa şönt alan (uyartım)

Şönt uyartım doğrudan endüvi uçlarına paralel bağlanırsa ve seri alan sargısı endüvi-şönt uyartım sargıları uçlarına seri olarak bağlanırsa "**kısa şönt kompunt**" bağlantı elde edilir.

İki alan sargısı bağlantısı akıları birbirini kuvvetlendirecek yönde yapılırsa, bu makinaya "**artırmalı kompunt**", iki alan sargısı akıları birbirini azaltacak (yok edecek) yönde bağlanırsa, bu makinaya "**farklı veya azaltmalı kompunt**" denir.

Kompunt generatörler

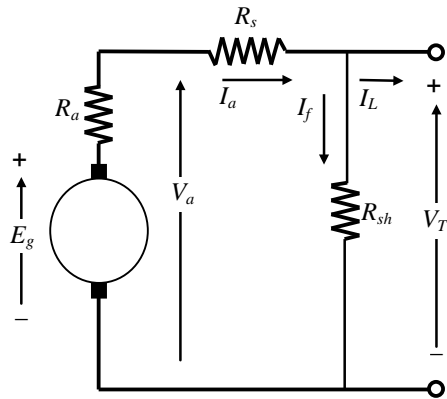
uzun şönt generatör

$$V_T = E_g - I_a(R_a + R_s)$$

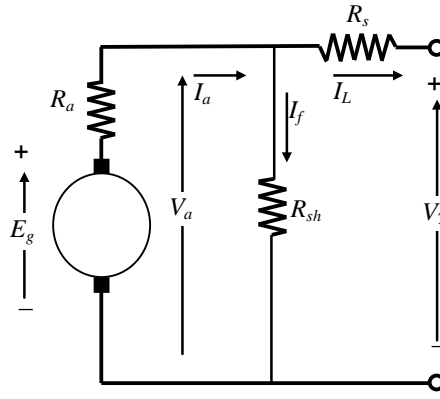
$$I_f = \frac{V_T}{R_{sh}}$$

$$E_g = K\omega\phi$$

$$\phi = K_s I_a + K_{sh} I_f$$



(a) uzun şönt alan (uyartım)



(b) kısa şönt alan (uyartım)

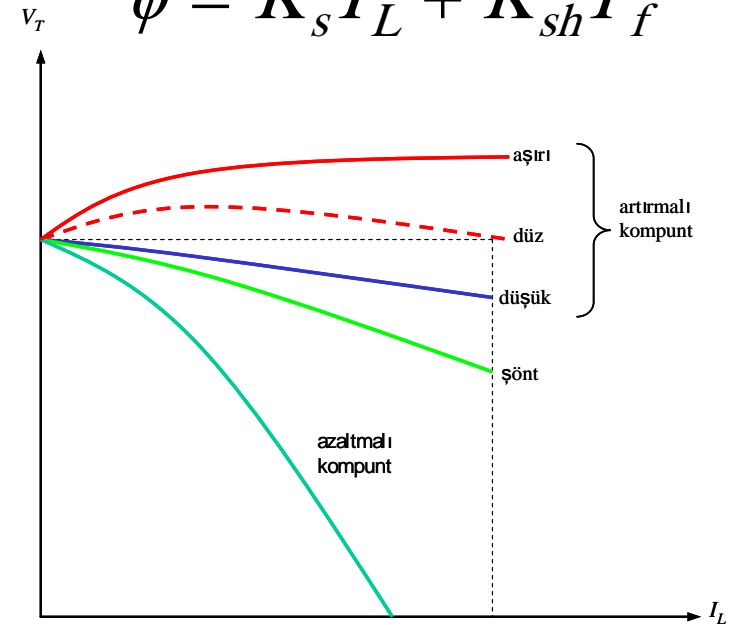
kısa şönt generatör

$$V_a = E_g - I_a R_a$$

$$I_f = \frac{V_a}{R_{sh}}$$

$$I_L = I_a - I_f$$

$$\phi = K_s I_L + K_{sh} I_f$$



Kompunt generatörlerin yük karakteristikleri

DA generatörlerinin paralel bağlanması

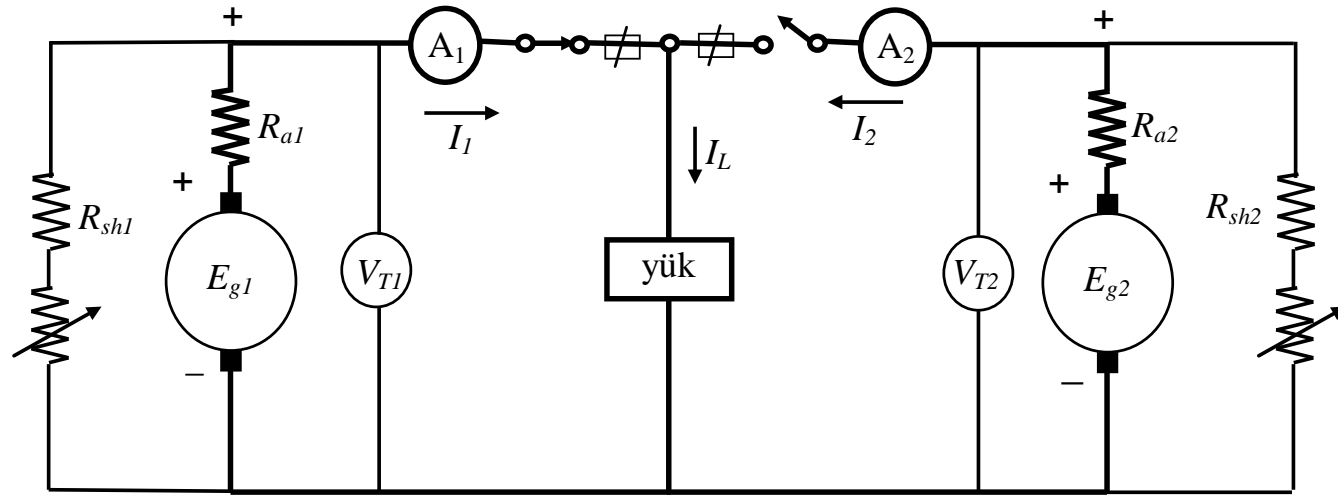
DA güç sistemlerinde bazen birden fazla generatörün paralel bağlanması ve böylece güç sisteminin beslenmesi gerekebilir. Bu işleme iki ana nedenden dolayı gerek duyulur:

- 1.** Yüke, bir generatörün sağlayabileceği güçten daha fazla güç gerekebilir.
- 2.** Yüklere aktarılan güç kesilmeksizin bir generatör bakıma veya tamire alınabilmelidir.

İki generatörün paralel bağlanabilmesi için:

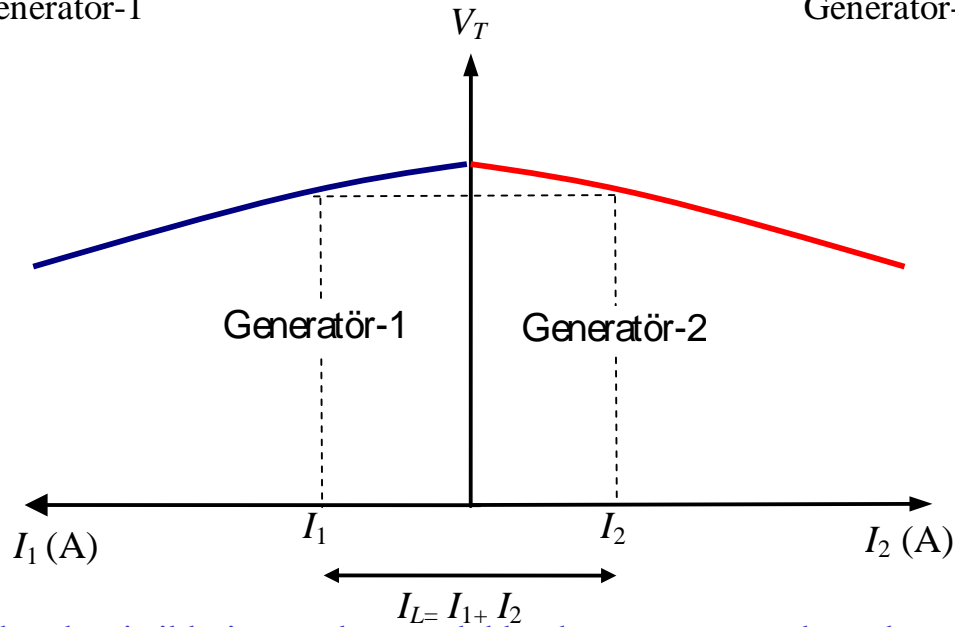
- 1.** Bir generatörün pozitif çıkış ucu diğer generatörün pozitif ucuna bağlanmalıdır.
- 2.** Generatörler paralel bağlanmadan önce çıkış gerilimlerinin eşit olmasına dikkat edilmelidir.

Şönt generatörlerinin paralel bağlanması



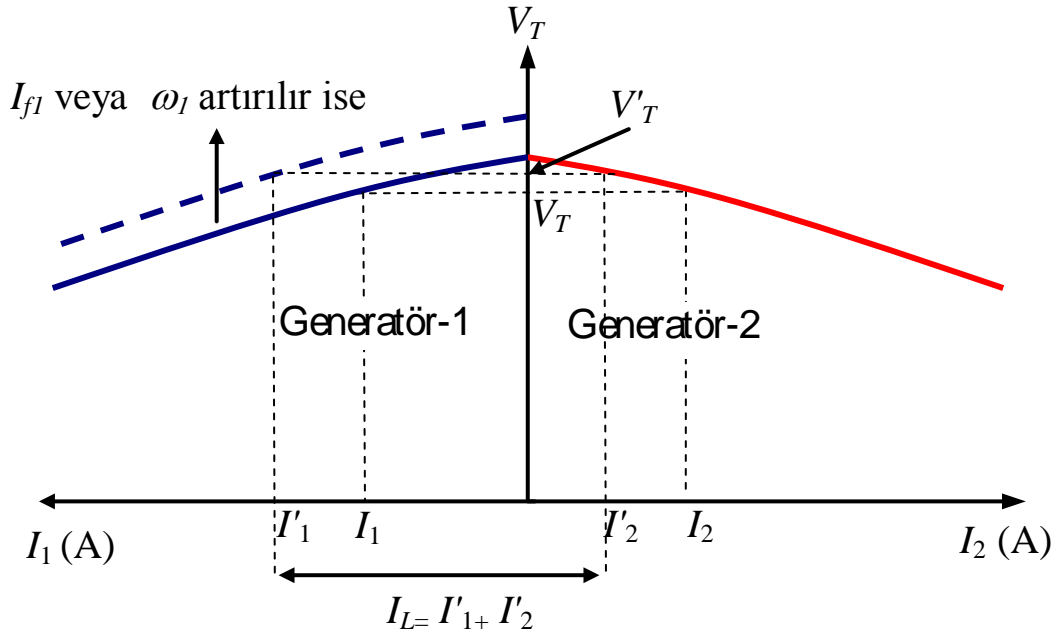
Generatör-1

Generatör-2



Çıkış karakteristikleri aynı olan paralel bağlı şönt generatörler yükü eşit olarak paylaşırlar.

Şönt generatörlerinin paralel bağlanması



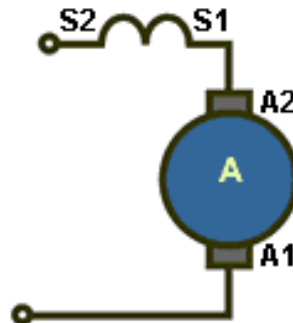
Paralel bağlı şönt generatörlerin yük paylaşımı.
Generatör-1'in hızı veya uyarım akımı yükseltilmiştir.

DA motorlarının elektrik devre modelleri

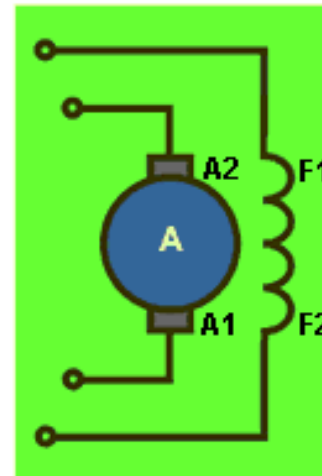
üretici adı					
HP	10	RPM	1180	VOLTS	500
ARM AMPS	17.0	WOUND	SHUNT		
FLD AMPS	1.4/2.8	FLD OHMS 25C	156		
INSUL CLASS	F	DUTY	CONT	MAX AMBIENT	40° C
PWR SUP CODE	C	FLD VOLTS	300/150		
TYPE	E	ENCL	DP	INSTR	
MOD		SER			
DIRECT CURRENT MOTOR					



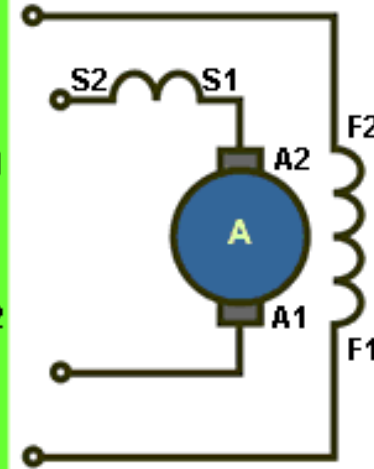
Permanent Magnet



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:

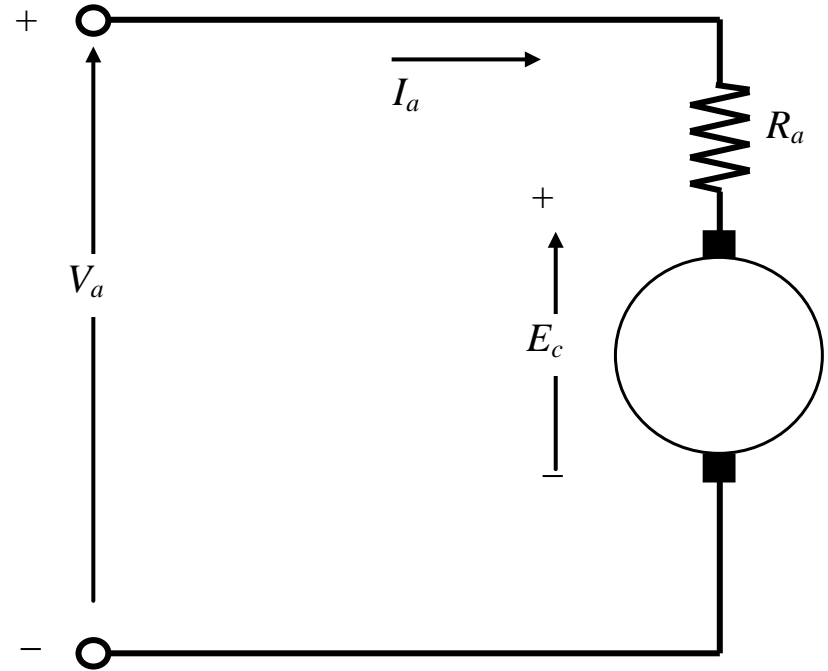
$$P_a = E_c I_a$$

Net çıkış gücü:

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

Net çıkış torku:

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



endüvi devresi modeli

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

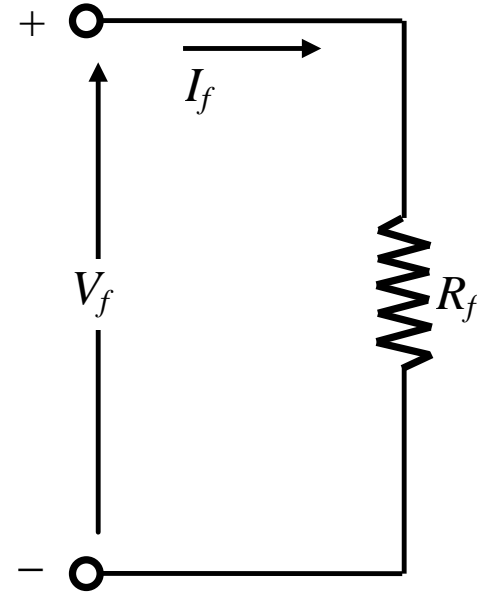
Uyartım devresi modeli

$$\phi_f = K_2 I_f$$

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

$$E_c = K_1 \phi_f \omega$$

$$E_c = K_1 K_2 I_f \omega$$



Motor bağlantıları

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

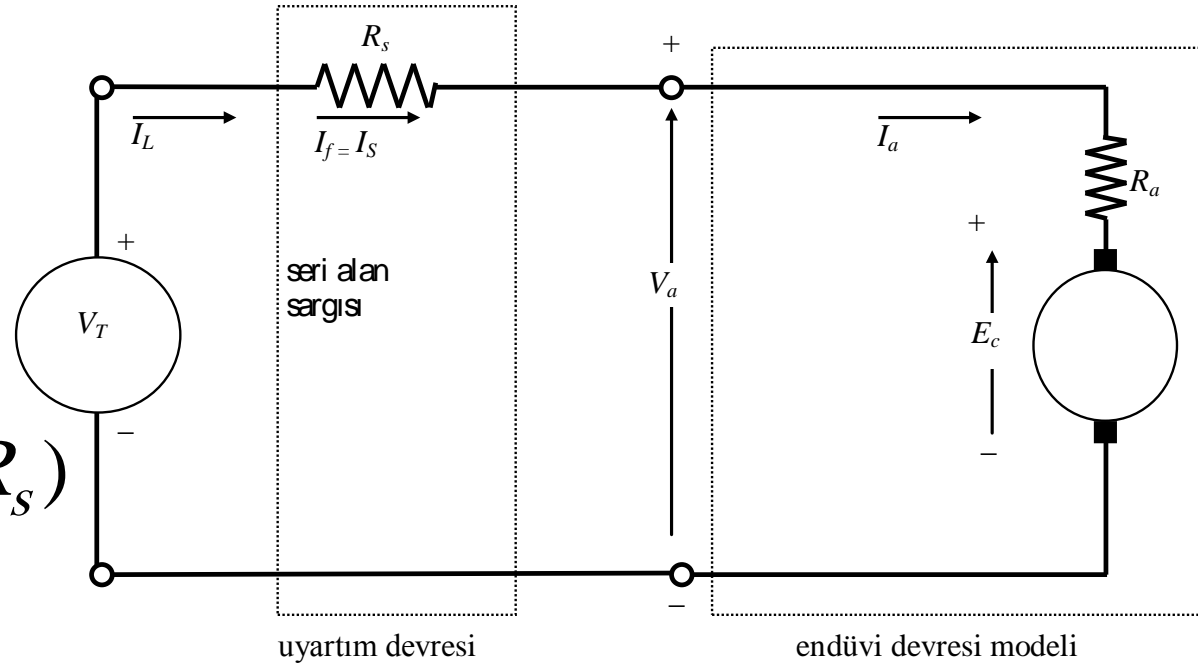
Kendinden uyartımlı motorlar-Seri motorlar

$$I_L = I_a = I_s = I_f$$

$$V_T = V_a + I_a R_s$$

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

$$E_c = K_1 K_2 I_a \omega$$



Endüvi Güç-Akım (P_a - I_a) Karakteristiği

Endüvide üretilen güç:

$$P_a = E_c I_a$$

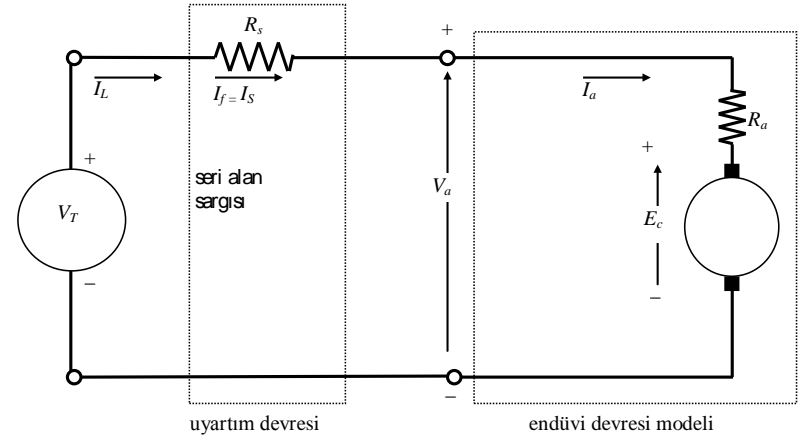
$$P_a = [V_T - I_a(R_a + R_s)]I_a$$

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

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

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

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

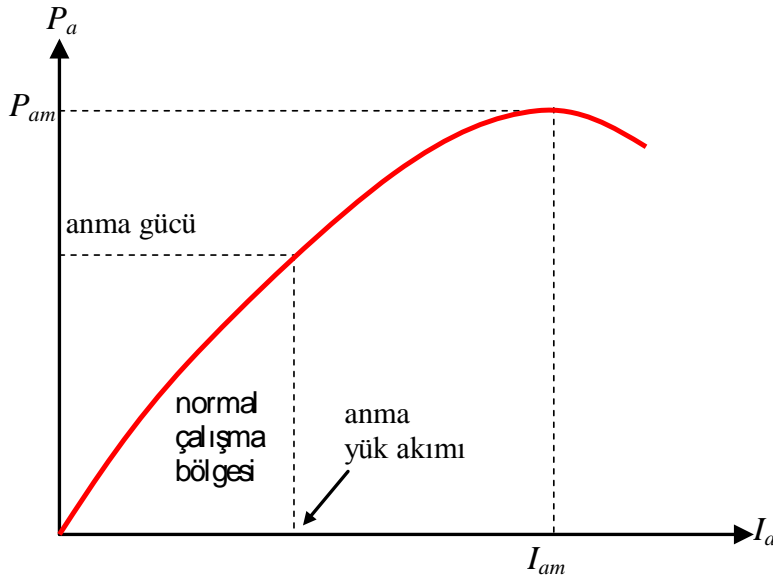


$$I_{am} = \frac{V_T}{2(R_a + R_s)}$$

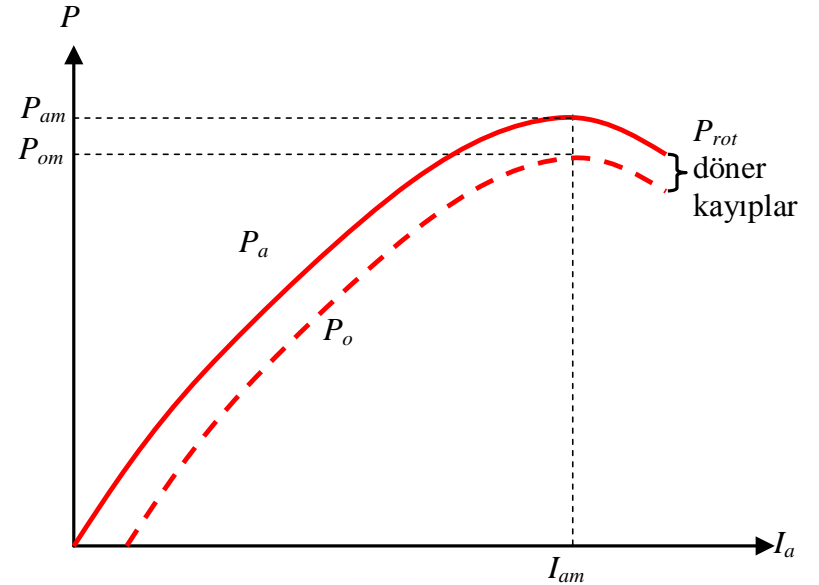
$$\frac{\partial P_a}{\partial I_a} = V_T - 2(R_a + R_s)I_a = 0$$

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

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:

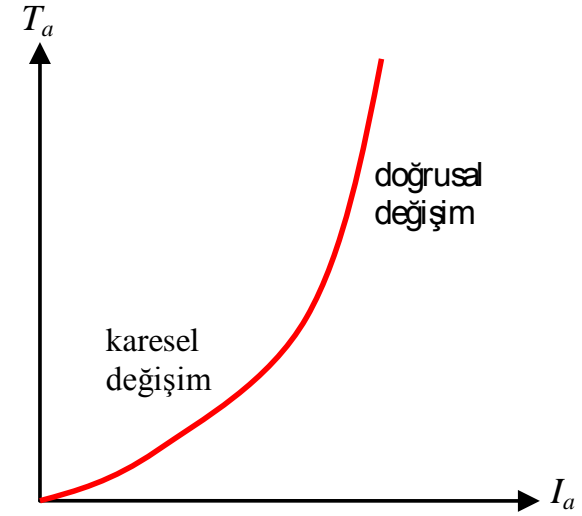
$$I_a \cong \frac{P_a}{V_T}$$

Seri motor için akım ile moment ve hızın değişimi

Endüvide üretilen moment (iç moment):

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

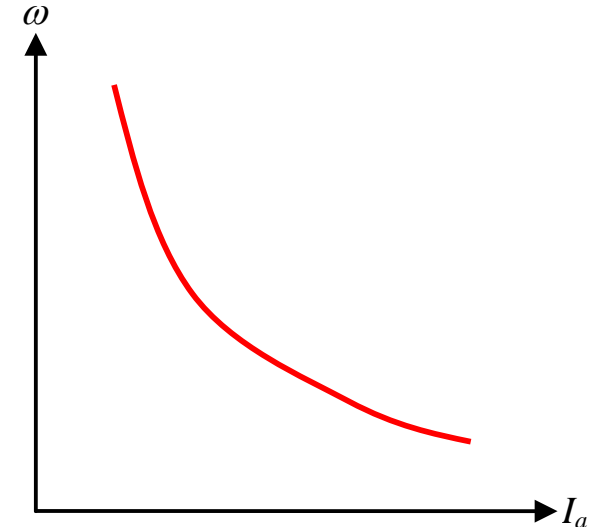
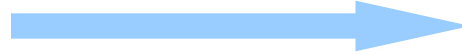
$$T_a = K_1 K_2 I_a^2$$



Seri motor endüvi momenti-akımı ilişkisi

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

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



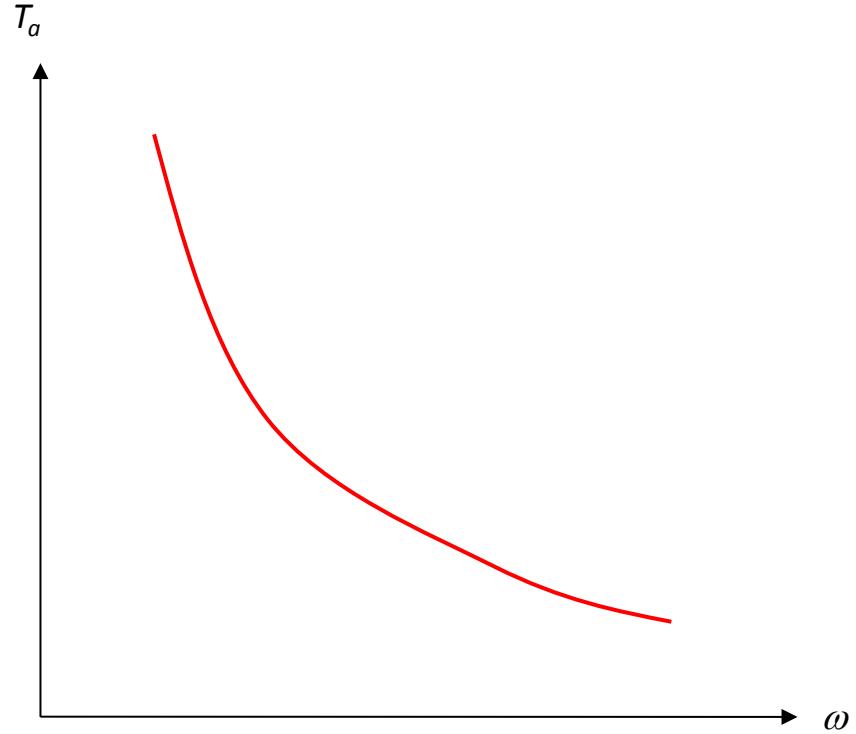
Seri motor yük akımı-hız ilişkisi

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 ulaşınca kadar verim de artar.

Akımın daha fazla artırılmasıyla verim düşer.

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

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

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

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

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.

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

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

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.

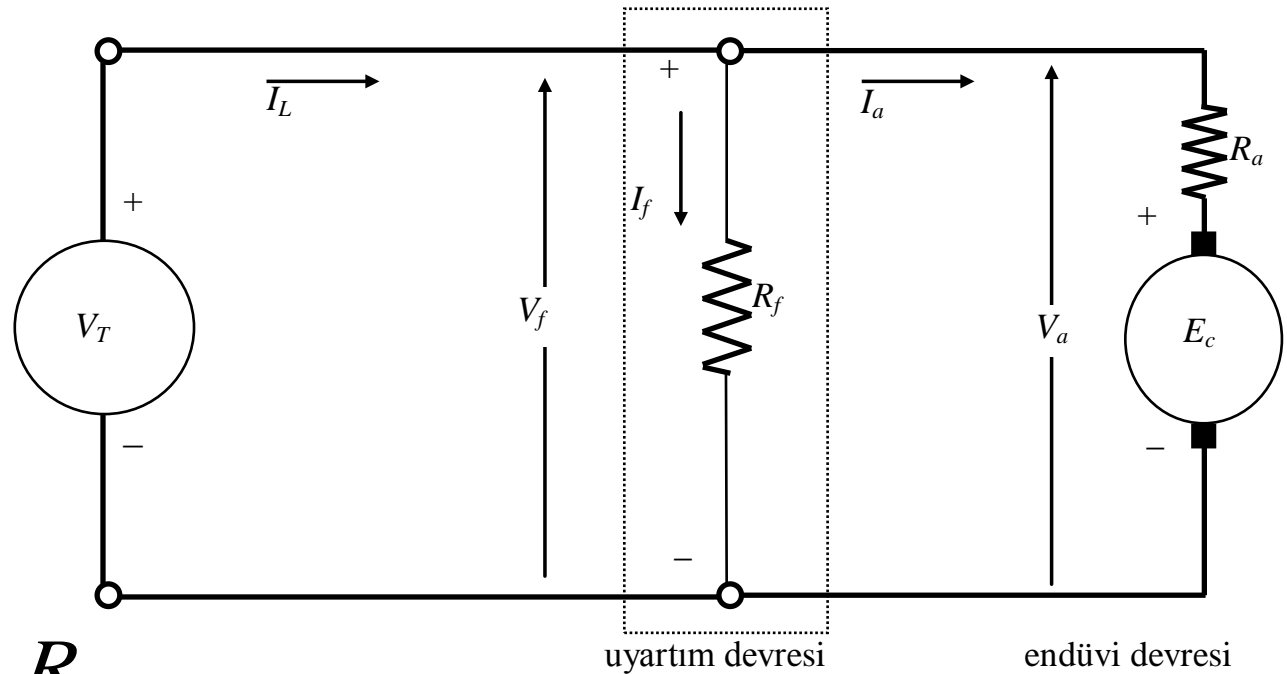
DA şönt motorlar

$$V_T = V_a = V_f$$

$$I_L = I_a + I_f$$

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

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



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

$$E_c = K_{sh} \omega$$

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

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 denkleminde eşit olur.

$$[V_T - I_a (R_a)] I_a \Rightarrow [V_T - I_a (R_a + \cancel{R_s})] I_a$$

Şönt motor endüvi gücü

seri motor endüvi gücü

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

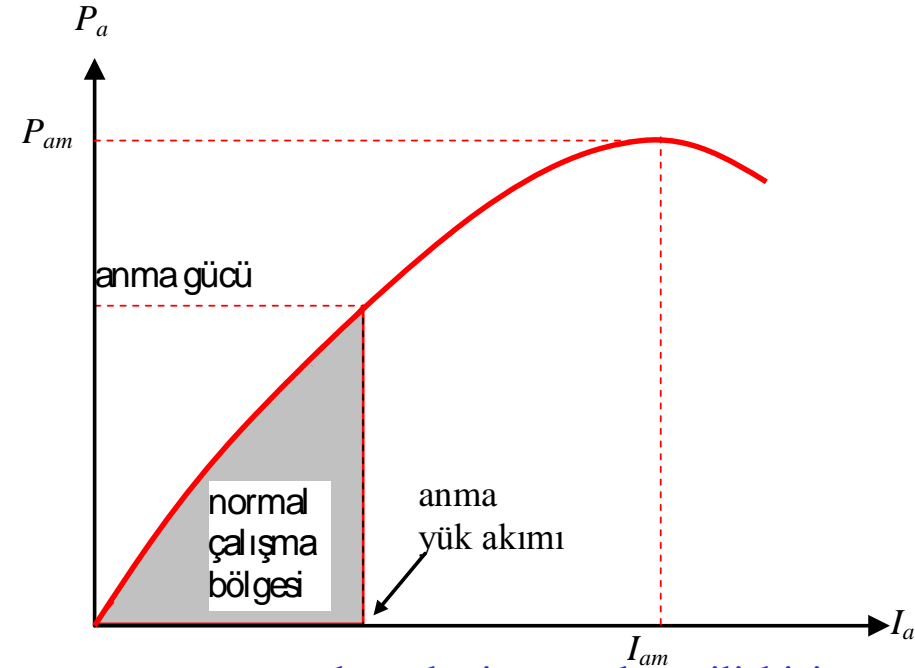
Şönt motor için endüvi güç-akım karakteristiği

Endüvide üretilen gücün maksimum değeri;

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

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

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



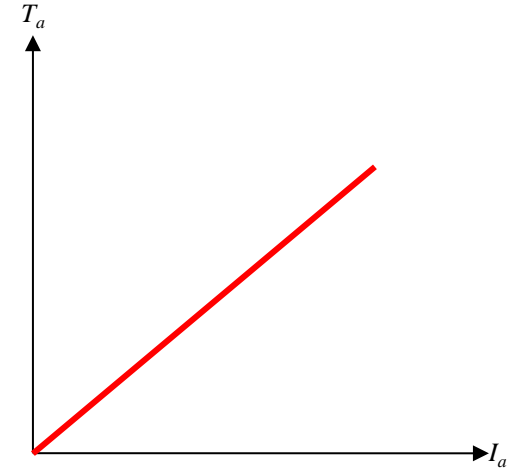
şönt motorda endüvi gücü-akımı ilişkisi

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

Şönt motor için endüvi akımı-hız karakteristiği

Endüvide üretilen moment:

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

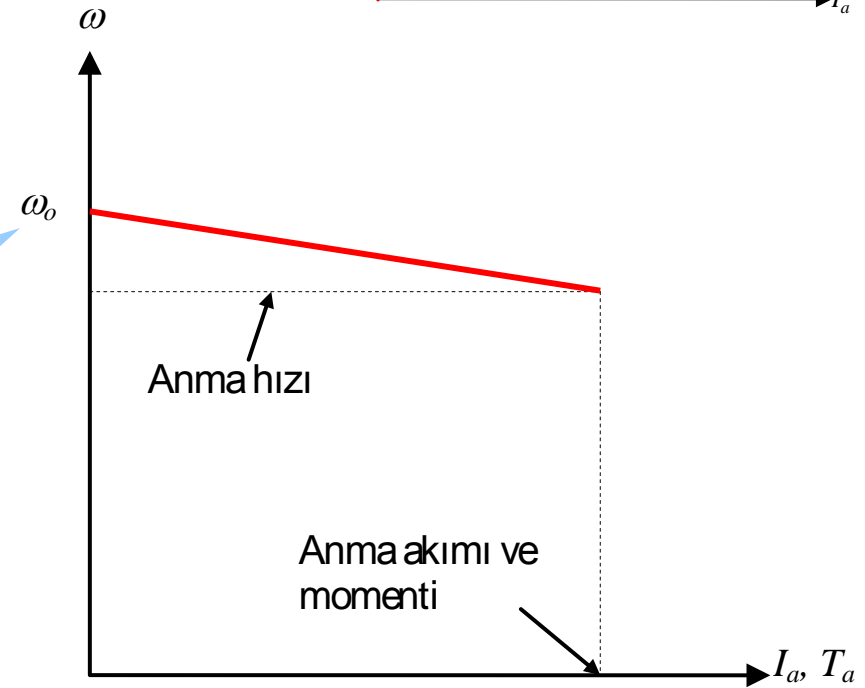


Endüvide akımı ile hız terimi:

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

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

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



şönt motorda hız-endüvi akımı ilişkisi

Şönt motor için moment-hız karakteristiği

Endüvide üretilen moment-hız ilişkisi:

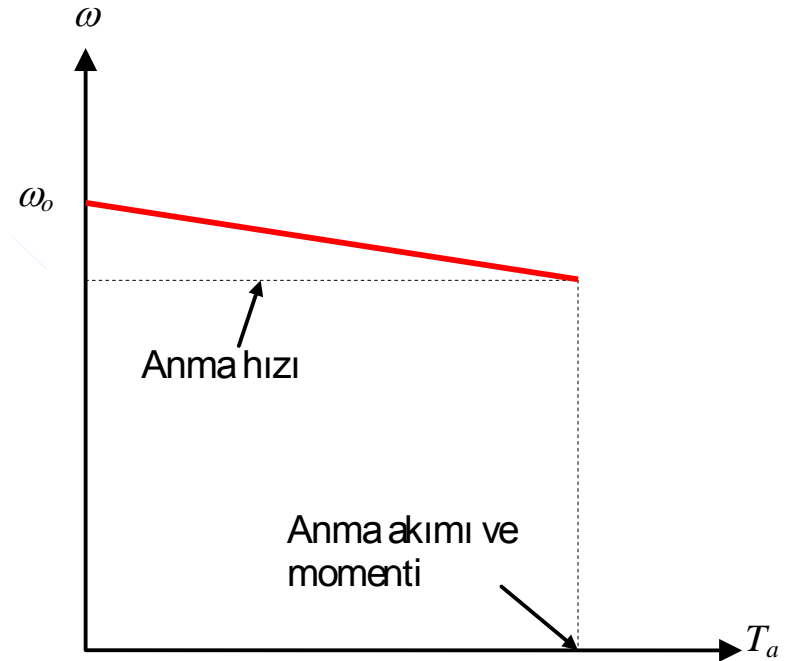
$$T_a = \frac{P_a}{\omega}$$

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

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

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

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



şönt motorda hız-endüvi akımı ilişkisi

Şönt motor-Güç Kayıpları ve Verim

Motorun giriş gücü:

$$P_{in} = V_T I_L$$

Yük akımı:

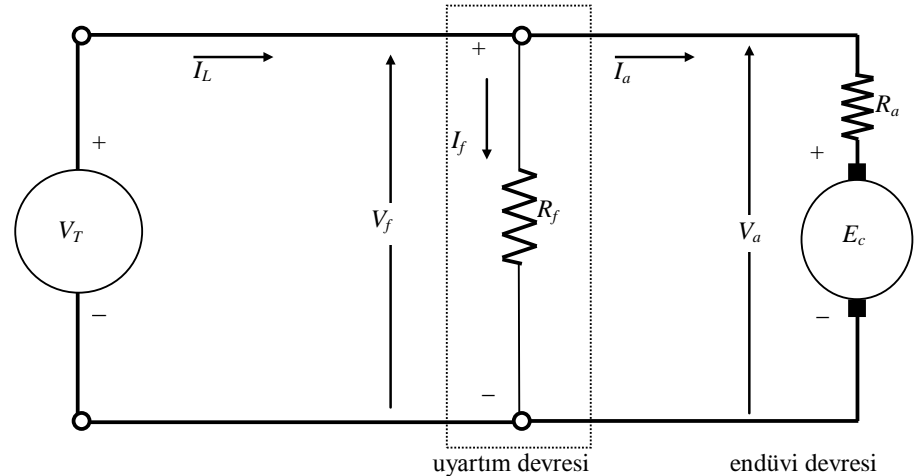
$$I_L = I_a + I_f$$

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

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

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:

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

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

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

DA motorları

- Yük seçimi
- Devir yönü deęiřtirme
- Yol verme

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

DA motorları-Yük karakteristikleri

DA motorların moment-hız karakteristikleri motor bağlantılarına göre değişir

Seri motor:

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

$$E_c = K_1 K_2 I_a \omega$$

Şönt motor:

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

$$\omega_o = \frac{V_T}{K_{sh}} \quad E_c = K_{sh} \omega$$

Arttırmalı kompunt motor:

$$T_a = K_1 \left[K_3 I_{sh} \frac{V_T - K_1 K_3 I_{sh} \omega}{R_a + R_s + K_1 K_4 \omega} + K_4 \frac{(V_T - K_1 K_3 I_{sh} \omega)^2}{(R_a + R_s + K_1 K_4 \omega)^2} \right]$$

$$E_c = K_1 (K_3 I_{sh} + K_4 I_a) \omega$$

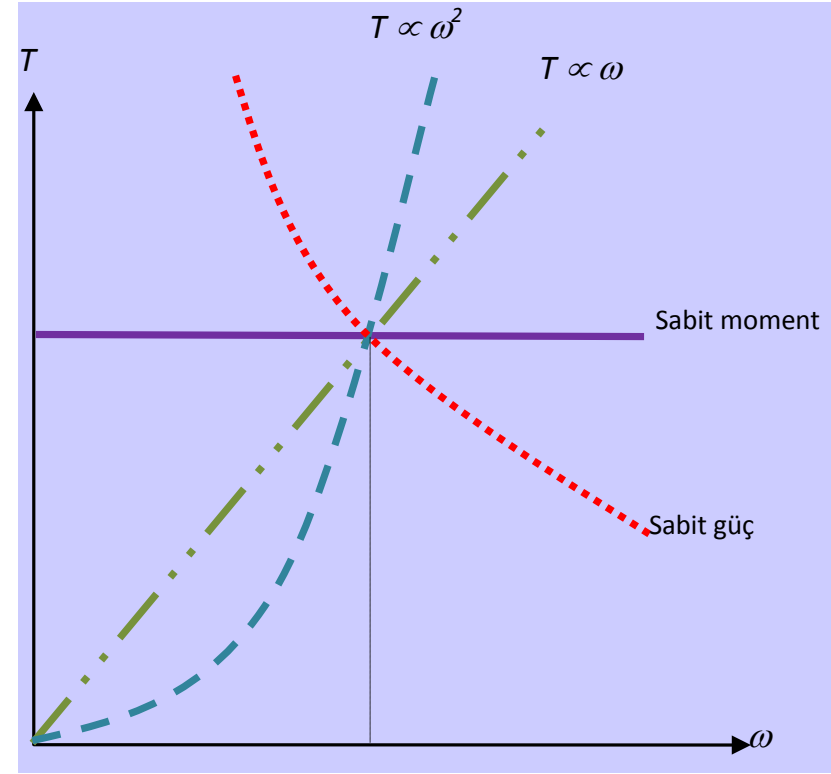
Mekanik yüklerin hız-moment karakteristikleri

Sabit momentli yük: Çalışma hızı aralığına momenti değişmeyen yüklerdir. Konveyör (nakledici, taşıyıcı), öğütücü, haddane ve vinç-asansör uygulamaları sabit momentli yüklere örnek verilebilir.

Hızla orantılı olarak momenti değişen yük: Bu tip yüke örnek olarak silindirler arasından kağıt ve kumaşların geçirilerek perdahlanması veya düzeltilmesinde kullanılan makineler verilebilir.

Sabit güçlü yük: Momenti, çalışma hızı ile ters orantılı olarak değişen yüklerdir. Dairesel testereler ve torna motorları bu tip yüklerdendir.

Momenti hızın karesiyle orantılı olarak değişen yük: Moment isteği hızın karesiyle artan yüklerdir. Santrafuj vantilatör, komproser ve üfleyicilerin yanı sıra ısıtmada, vantilyasyonda ve klimalarda kullanılan bütün hava ile ilgili fanlar bu tip yüklerdendir.

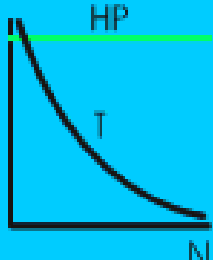
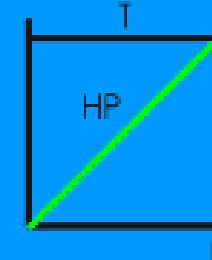
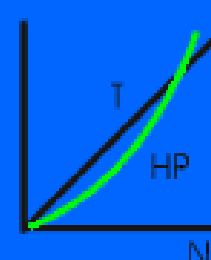
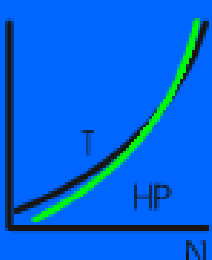


Mekanik yüklerin genel moment-hız karakteristikleri

Yük Karakteristikleri

Tipik yük karakteristikleri

Bir DA motoru ve sürücüsü kullanırken, yükün güç, tork ve hız karakteristiklerini bilmek gerekir.

$T \approx \frac{1}{N}$	$T = \text{Constant}$	$T \approx N$	$T \approx N^2$
$HP = \text{Constant}$	$HP \approx N$	$HP \approx N^2$	$HP \approx N^3$
			
<ul style="list-style-type: none">● Winders● Facing lathes● Rotary cutting machines	<ul style="list-style-type: none">● Hoisting gear● Belt conveyors● Process machines involving forming● Rolling mills● Planers	<ul style="list-style-type: none">● Calenders with viscous friction● Eddy-current brakes	<ul style="list-style-type: none">● Pumps● Fans● Centrifuges

Sabit Güçlü Yükler:
Hız artarken yük azalır.
Güç sabit kalır.

Sabit Torklu Yükler:
Yük hızla değişmez.
Hız artarken güç doğrusal olarak artar.

Değişken Torklu Yükler:
Hız artarken yük artar.
Güç hızla doğrusal olmayan bir şekilde yüke bağlı olarak değişir.

Motor-Yük eşleşmesi

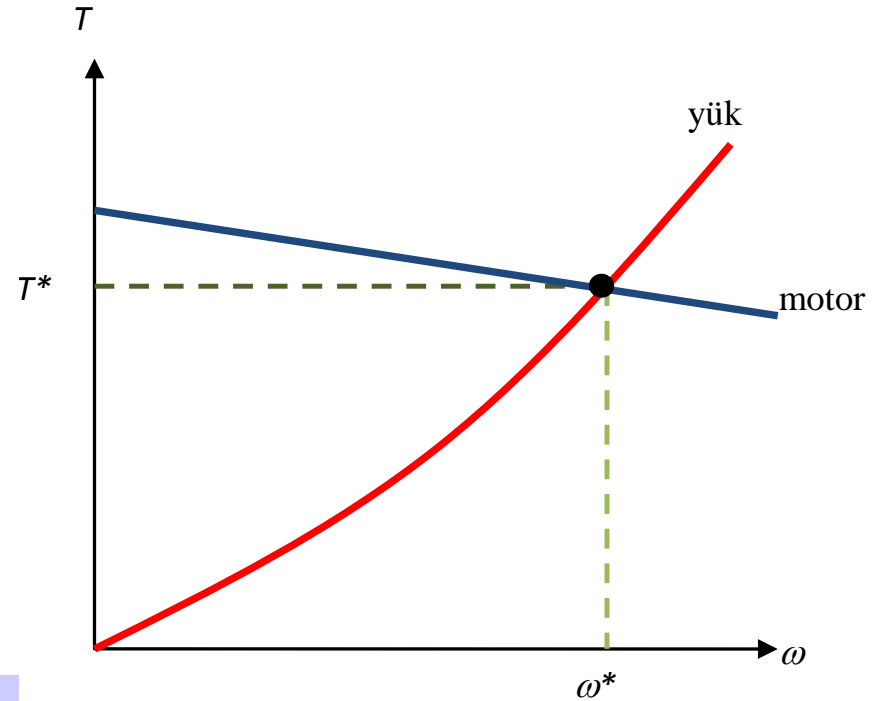
Genel olarak yükün moment-hız karakteristiği:

$$T_L = f_L(\omega)$$

Yük ve motorun moment-hız karakteristiklerinin kesiştiği nokta, motor ve yükün uyumlu olarak çalışabilecekleri moment T^* ve karşılığı olan hız ω^* değerlerini verir.

Motorun bir yükü sürebilmesi için:

- Motor başlangıç momentinin yükün başlangıç momentinden büyük olması,
- Motor ve yükün hız moment karakteristiklerinin anma hızı içinde kesişmesi gerekir.



Motor ve yükün moment-hız karakteristiklerinin uyumu

DA motorları-Devir yönünün değiştirilmesi

DA motorlarda devir yönünü deęiştirmek için:

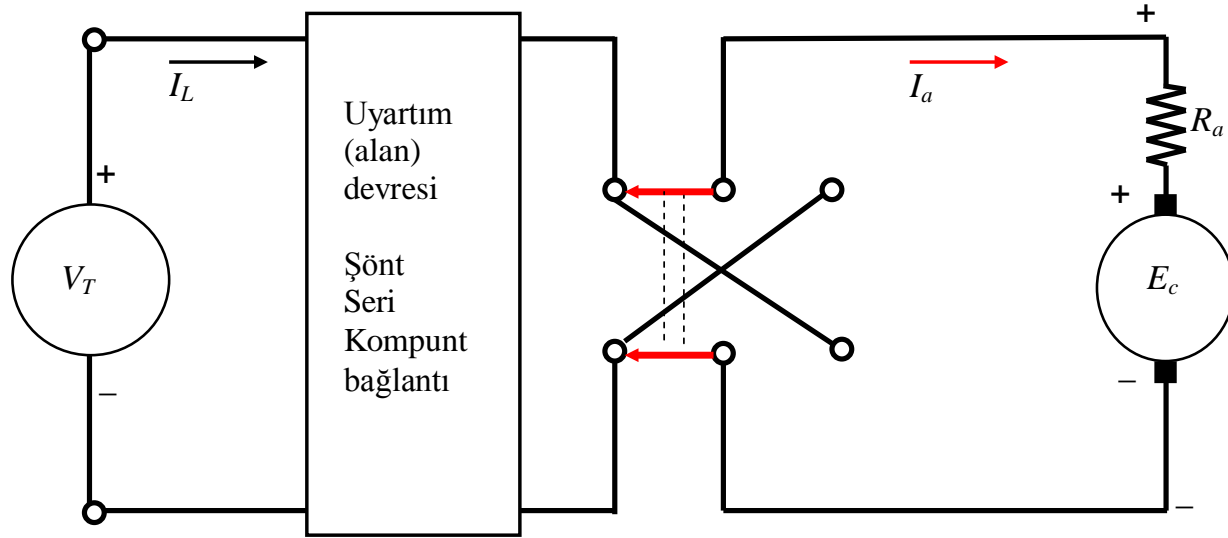
- Endüvi akımının yönünü
veya
- Alan akımının yönünü değiştirmek gerekir.

Her iki devrenin (endüvi ve alan) akımlarının yönlerini değiştirmek devir yönünü değiştirmez.

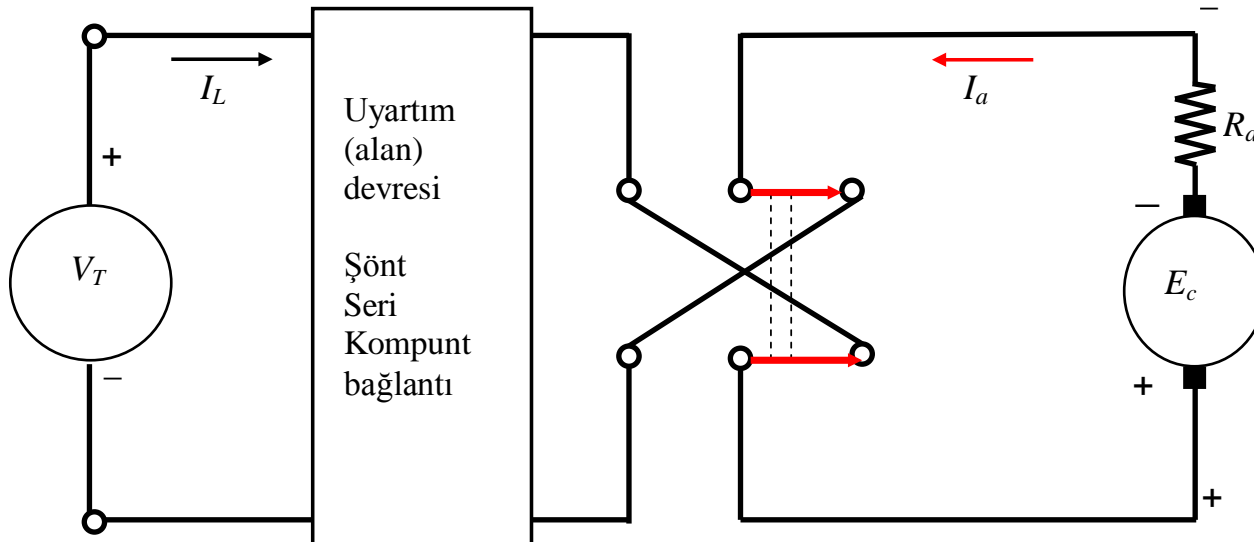
Genel kural olarak endüvi devresi akımının yönünü değiştirmek tercih edilir.

Çünkü alan sargısı endüktansı yüksektir ve alanda depolanan enerjiyi harcamadan yapılacak olan yön değiştirme işlemi tehlikeli olabilir.

DA motorları-Devir yönünün değiştirilmesi



ileri yönde dönme



ters yönde dönme

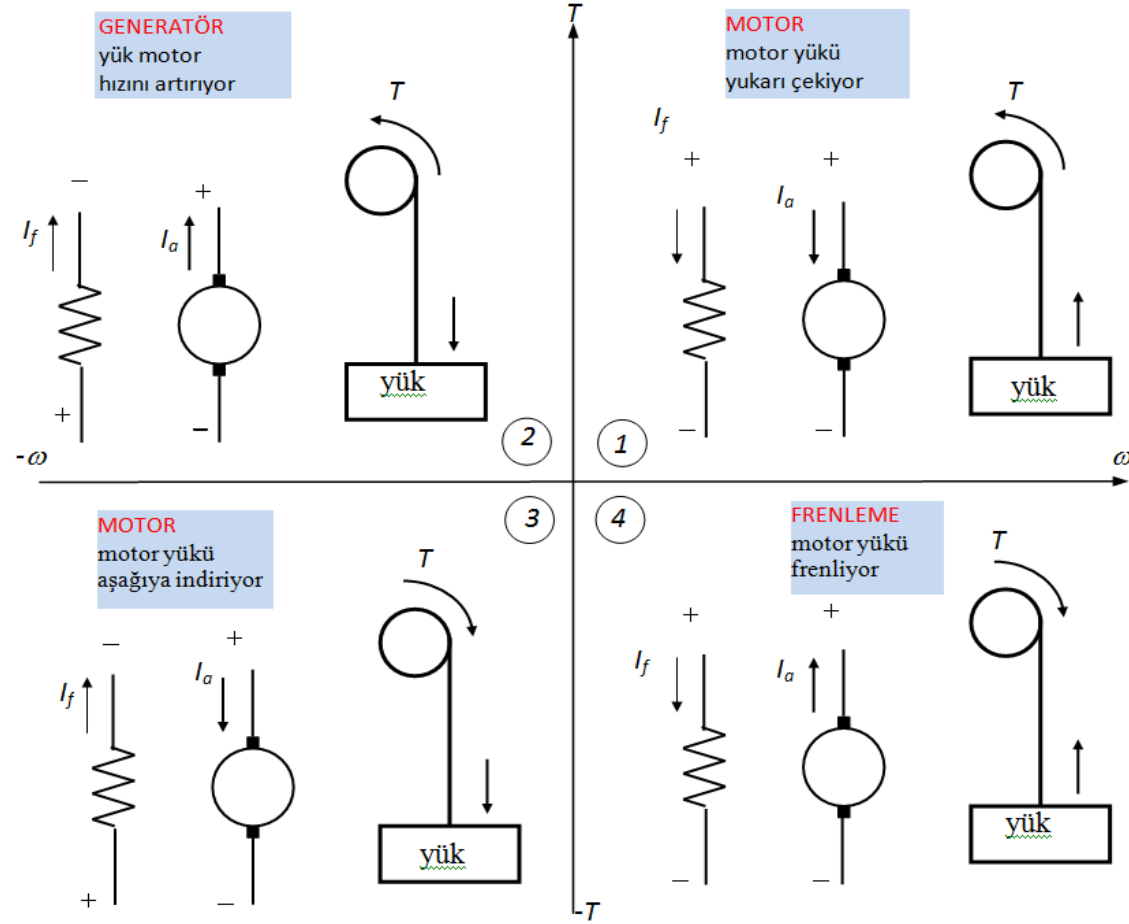
DA motorları-Dört çalışma bölgesi

GENERATÖR
yük motor
hızını artırıyor

MOTOR
motor yükü
yukarı çekiyor

MOTOR
motor yükü
aşağıya indiriyor

FRENLEME
motor yükü
frenliyor



BÖLGELER

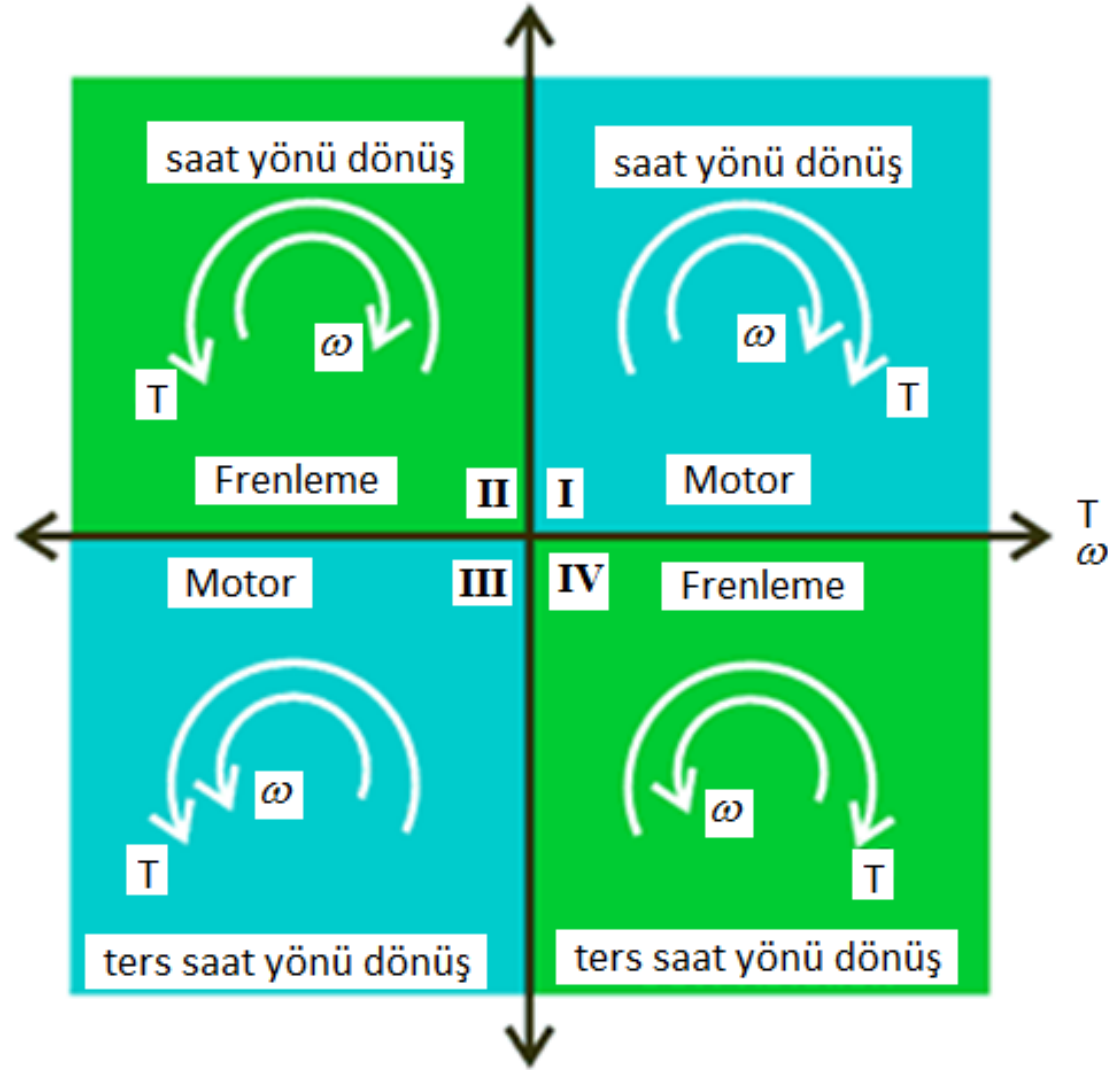
	BİRİNCİ	İKİNCİ	ÜÇÜNCÜ	DÖRDÜNCÜ
EYLEM	Yük çekme	Yükün motoru yennesi	Yük indirme	Frenleme
Çalışma Durumu	Motor	Generatör	Motor	Generatör
$(V_T - E_c)$ ve I_a	+	-	+	-
P_a	+	-	+	-
T	+	+	-	-
ω	+	-	-	+

DA motorları-Dört çalışma bölgesi

Dört-bölge çalışma:

Belirli yüklerin dinamikleri dört-bölge çalışmayı gerektirir. Dönen bir motorun gerilimi aniden azaltılırsa, yük ataletinden dolayı motor negatif tork üretir. Motor bir generatör gibi davranır. Şaftındaki mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Bu ilave güç sürücüye geri döndürülür.

Bu olay, bir aracın yokuş aşağı sürülürken motorunun firen olarak kullanılmasına benzerdir. Frenleme II ve IV bölgelerinde meydana gelir.



DA motorları-Yol verme

$$V_a = E_c + I_a R_a$$

$$\omega = 0 \Rightarrow E_c = 0$$

$$I_{a_{st}} = \frac{V_a}{R_a}$$

