

Giriş

- ❖ Aktüatör Nedir?
- ❖ Aktüatörlere Neden İhtiyaç Duyarız?
- ❖ Aktüatörlerin Sınıflandırılması.

Aktüatör Nedir?

Aktüatör, bir mekanizmayı veya sistemi kontrol eden veya hareket ettiren bir tür motordur. Bir enerji kaynağı tarafından çalıştırılır. Bu kaynak genellikle elektrik akımı, hidrolik akışkan basıncı veya pnömatik basınçtır ve bazı tür hareketlerle enerjiye dönüşür. Aktüatör, ortama bağlı olarak kontrol sistemini hareket ettiren bir mekanizmadır. Bu kontrol sistemi, basit (mekanik veya elektronik bir sabit sistem), (örn, yazıcı sürücüsü, robot kontrol sistemi gibi) yazılım tabanlı bir sistem veya insan ya da diğer etkiler olabilir.

Aktüatörlere Neden İhtiyaç Duyarız

Mekatronik bir sistemde çevreden bilgi toplayıp bunları işleyip çıkışa yönlendiriyorduk. Ancak bu gönderdiğimiz bilgi çevreyi etkileyip değiştirmezse bir sonuca varamayız. Çıkışta aktüatörler kullanarak çevre birimleri etkileyebiliriz. Ve böylelikle sistemimiz çevreyi denetim altında tutar, istediğimiz işi gerçekleştirebiliriz. Eyleyiciler enerjiyi mekanik harekete çevirerek bu işi yapmamızı sağlarlar.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

- 1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler.
- 2) Elektriksel Aktüatörler.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler

Basınçlandırılmış akışkanın, mekanik özelliklerini, davranışlarını, kuvvet iletiminde kullanılmasını, akışkanın hareket ve kontrolünü inceleyen bilime hidrolik ya da pnömatik denir. Hidrolikte enerji iletimini yağ ve su gibi daha yoğun akışkanlar gerçekleştirirken pnömatikte kullanılan akışkan cinsi havadır.

A) Pnömatik Aktüatörler

I) Pnömatik:

Sıkıştırılmış havanın kuvvet oluşturmada kullanılması milattan öncelere rastlar. İlkel insan hava körüğü gibi araçlar kullanarak pnömatiğin gündelik hayatta kullanılmasına aracı olmuştur. Ancak endüstriyel anlamda ilk ciddi pnömatik uygulamalar, 19. yüzyılın ortalarından itibaren basınçlı havanın el aletlerinde kullanılmasıyla başlamış ve pnömatik günümüze kadar pek çok farklı çalışma alanında kendine yer edinmiştir. Özellikle elektro-pnömatik sistemlerin yaygınlaşması sayesinde pnömatik, seri üretim uygulamalarında ve otomasyonlu üretimlerde ihtiyaç duyulan hatta tercih edilen sistemler arasına girmiştir.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler

A) Pnömatik Aktüatörler

II) Kullanıldığı Alanlar:

- ❖ Haddeme, bükme ve çekme gibi şekil verme işlemlerinde.
- ❖ Otomasyon sistemleri ve elektronik sanayinde.
- ❖ Robot teknolojilerinde.
- ❖ Malzeme taşımacılığında.
- ❖ Takım tezgâhları ve el aletlerinde.
- ❖ Boya, spre ve vernik işlemlerinde.
- ❖ Tekstil sanayinde.
- ❖ Gıda, kimya, ilaç ve maden sanayinde.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler

A) Pnömatik Aktüatörler

III) Avantajlar:

- ❖ Ucuz.
- ❖ Hızlı.
- ❖ Temiz.
- ❖ Laboratuvar çalışmalarında kullanılabilir.
- ❖ Endüstride sık kullanılan bir enerji türü kullanır.
- ❖ Hasar almadan durabilir.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler

A) Pnömatik Aktüatörler

IV) Dezavantajlar:

- ❖ Havanın sıkışabilir olması kontrolü ve hassasiyeti azaltır.
- ❖ Ekzos gürültü kirliliği yaratır.
- ❖ Hava sızıntısı meydana gelebilir.
- ❖ Ekstra kurulama ve filtreleme gerekebilir.
- ❖ Hız kontrolü zordur.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler

B) Hidrolik Aktüatörler

I) Hidrolik:

Hidroliğin insanlık tarihinde kullanılması da tıpkı pnömatik gibi milattan öncelere rastlamıştır. Antik Yunan, Mısır, Çin ve daha birçok medeniyette sulama ve suyu taşımada basit hidrolik kanunları kullanılmıştır. Hidrolik alanındaki bilimsel çalışmalar ise Galileo ile başlamış; Torricelli ile devam etmiş en son olarak 17. Yüzyılda Pascal ile hidrostatik teorisi tamamlanmıştır. Sonrasında Isaac Newton akış direnci ve viskozite gibi tanımları hidrolik teorisine eklemiştir. Akma, enerji ve güç üretme, sıkıştırılmama gibi özelliklerinin bulunması sıvıların, hidrolik enerji üretmekte kaynak olarak kullanılmasını sağlamıştır.

Genel tanım olarak; kuvvet ve hareket üretmek ve bu kuvveti iletmek için sıvı akışkan kullanma işine hidrolik denir.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler

B) Hidrolik Aktüatörler

II) Kullanıldığı Alanlar:

Hidrolik sistemler günümüzde hemen hemen her endüstri dalında kullanılmaktadır. Elektrik ve elektronik uygulamalarının özellikle de kumanda sistemlerinde hidroliğe eşlik etmesi ile basınçlı akışkanı enerji ve iletim elemanı olarak kullanmak oldukça geniş tatbik alanı bulmuştur. Ayrıca hidroliğin hem hareketli hem de sabit sistemlerde rahatça kullanılabilir olması hidroliğe olan talebi arttırmıştır.

Hidrolik, özellikle deniz ve havacılık sektöründe, iş tezgâhlarında, kaldırma makinalarında, enerji üretim alanlarında kullanılmıştır. Örnek vermek gerekirse; uçaklar, takım tezgâhları, presler, enjeksiyon makinaları, test cihazları, sanayi tipi robotlar, otomotiv endüstrisi, kaldırma ve ileme makinaları (forklift vb.), iş makinaları (beton pompaları, greyderler, mobil vinçler, ekskavatörler vb.), tarım makinaları, barajlar, türbinler, nükleer santraller, gemilerin boşaltma ve yükleme birimleri, gemi kontrol sistemleri hidrolik sistemlerle en çok karşılaşılabilecek alanlardır.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler

B) Hidrolik Aktüatörler

III) Avantajlar:

- ❖ Büyük kaldırma kapasitesi.
- ❖ Hafif olmasına rağmen güçlü.
- ❖ Yağ sıkışmadığından bağlantılar sabit bir halde tutulabilir.
- ❖ Çok iyi servo kontrol yapılabilir.
- ❖ Kendini soğutabilir.
- ❖ Çabuk tepki verebilir.
- ❖ Alev alabilir ortamlarda güvenlidir.
- ❖ Düşük hızlarda yumuşak hareket edebilir.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

1) Hidrolik ve Pnömatik Aktüatörler

B) Hidrolik Aktüatörler

IV) Dezavantajlar:

- ❖ Pahalıdırlar.
- ❖ Yüksek hızlarda dairesel hareket için uygun değildirler.
- ❖ Boyutlarını küçültmek zordur.
- ❖ Uzak güç kaynağına ihtiyaç duyar bu da yer kaplar.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

2)Elektriksel Aktüatörler:

- ❖ Bir enerji türünü kullanarak mekanik enerji elde eden
- ❖ makinalara motor denir.
- ❖ Basit bir elektrik motoru temelde manyetik alan
- ❖ değişimlerinden faydalanarak çalışır.
- ❖ Elektrik motorlarının temel gruplama yöntemlerinden
- ❖ biri sonraki slaytta görünmektedir.

Elektrik Motorları

DC Motorlar

Fırçalı DC Motorlar

Sabit Mıknatıslı

Ayrık Uyarımlı

Şönt (Paralel)

Seri Motorlar

Kompunt

Üniversal

Servo

Fırçasız DC Motorlar

Sensörlü

Sensörsüz

Step Motorlar

Sabit Mıknatıslı

Değişken Relüktanslı

Hibrit

AC Motorlar

Asenkron (İndüksiyon)

Çok Fazlı

Rotoru Sargılı

Sincap Kafes

Tek Fazlı

Gölge Kutuplu

Kondansatörlü

Başlangıç Kondansatörlü

Daimi Kondansatörlü

Çift Kondansatörlü

Senkron

Tek/Çok Fazlı

Sabit Mıknatıslı

Relüktans

Histerezis

Alan Sargılı

Değişebilir Hızlı Kutup Anahtarlamalı

Elektrik Motorları

DC Motorlar

AC Motorlar

Fırçalı DC Motorlar

Fırçasız DC Motorlar

Step Motorlar

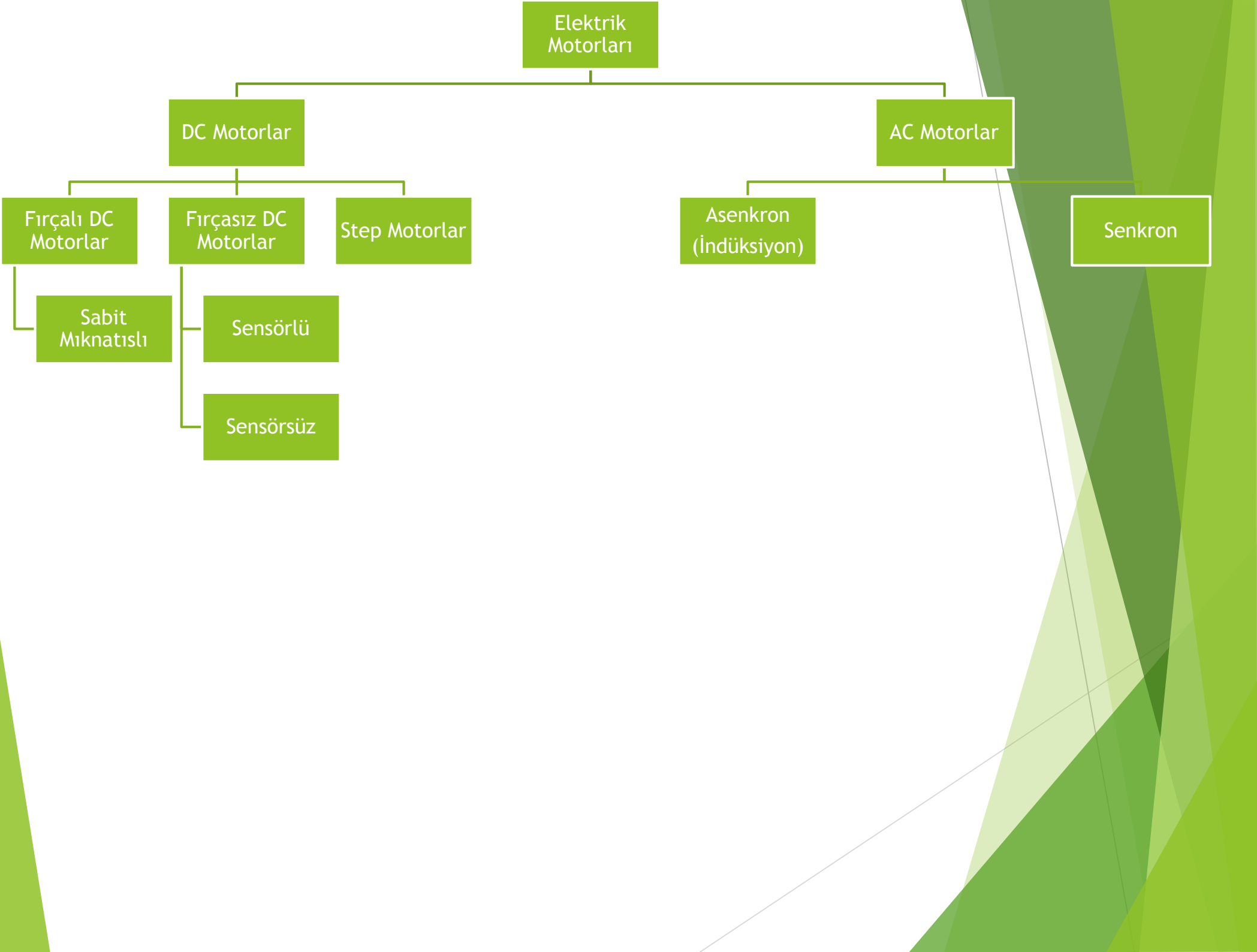
Asenkron (İndüksiyon)

Senkron

Sabit Mıknatıslı

Sensörlü

Sensörsüz



Aktüatörlerin Sınıflandırılması

2)Elektriksel Aktüatörler:

2.1)DC Motorlar

2.1.1)Genel Bilgi

DC motorlar,konveyörler, asansörler, vinçler, denizcilik uygulamaları,malzeme taşıma, kağıt, plastik, çelik, tekstil vb. Uygulamalarda, otomobil sektöründe, havacılıkta ve mobil robotlarda hız kontrolünde kesin değerler sağlar.

2.1.2) DC Motorların Avantajları:

- ❖ Geniş aralıklarda hız kontrolü kolaydır.
- ❖ Hız-Tork karakteristikleri AC motorların tamamından daha basittir.
- ❖ Hız-Tork karakteristiklerinin basit olmasından dolayı çekiş gücü yüksek olan makinelerde kullanılır (Servo motorlar).
- ❖ Örneğin raylı sistemlerde tamamen DC motorlar kullanılır.
- ❖ Boyutları küçük olması nedeniyle yer tasarrufu sağlanır.

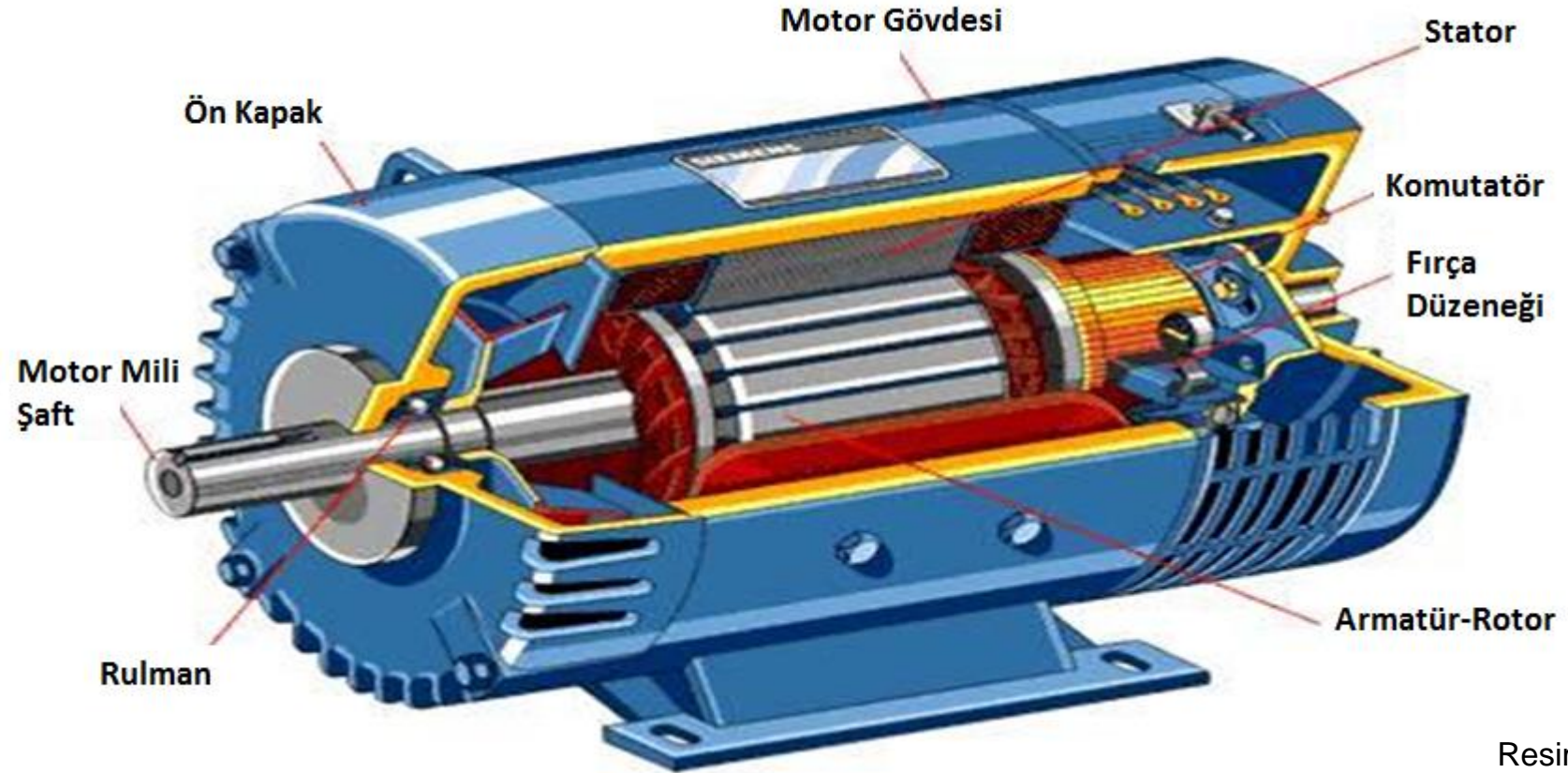
2.1.2) DC Motorların Dezavantajları:

- ❖ Rotor sargılarına fırça düzeneği bağlamak gerekir.(Fırçalı DC Motor)
- ❖ Fırçalarda aşınma meydana geleceği için periyodik bakım gerekmektedir.(Fırçalı DC Motor)
- ❖ Sürekli bakım gerektirdiği için yapay kalpler, uydular vb. alanlarda kullanılamaz.(Fırçalı DC Motor)
- ❖ Fırçalar kıvılcım çıkarabileceği için patlayıcı madde içeren ortamlarda kullanılamaz.(Fırçalı DC Motor)
- ❖ DC motorlar AC motorlara göre her zaman daha pahalıdır.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

A)Fırçalı DC Motorlar

Fırçalı DC motorlar ucuz ve kullanımı kolay olduğu için oyuncak sektöründen otomotivde araç koltuklarına kadar çok geniş bir alanda kullanılırlar.



Resim-4

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

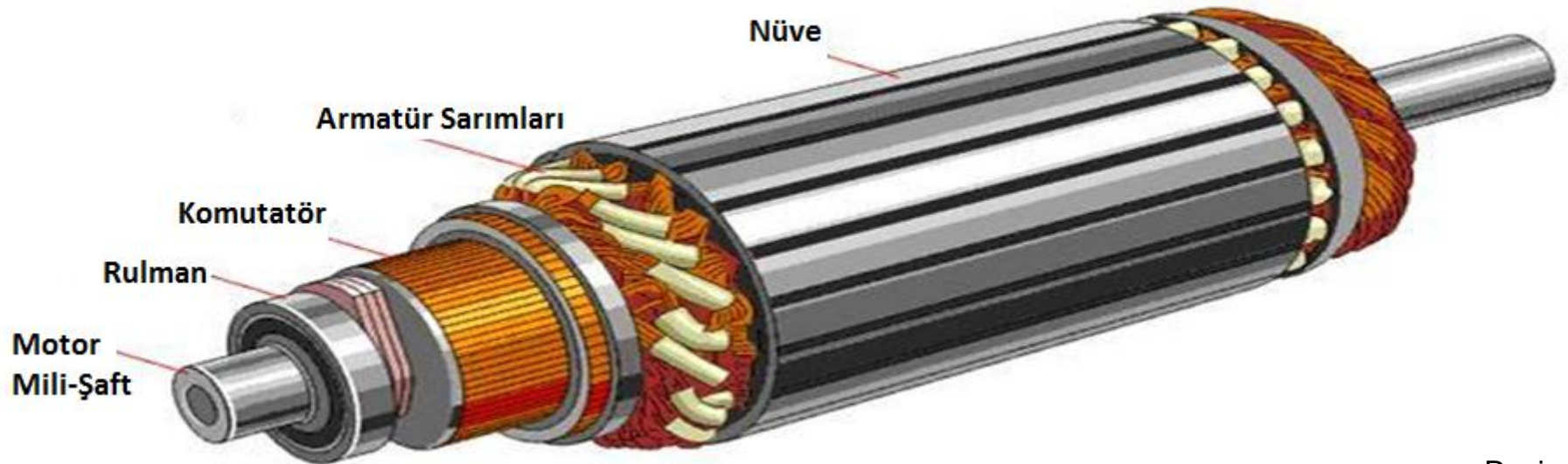
A)Fırçalı DC Motorlar

I)Stator:

Stator rotorun çevresi boyunca sabit bir manyetik alan oluşturur. Bu alan kalıcı mıknatıslar veya sargılar ile oluşturulabilir.

II)Rotor:

Diğer adıyla armatür bir veya daha fazla bobinden oluşan bir yapıdır. Bu bobinlerin enerjilenmesiyle bir manyetik alan oluşur. Bu manyetik alanın manyetik kutupları karşısındaki stator tarafından ötelenir ve böylelikle motor dönmeye başlar. Ancak rotor döndükçe stator ve rotor kutupları dengelenip motoru kilitler. İşte tam da bu sırada fırça düzeneği devreye girer ve rotor kutuplarını değiştirir. Böylelikle sürekli bir dönüş sağlanmış olur.

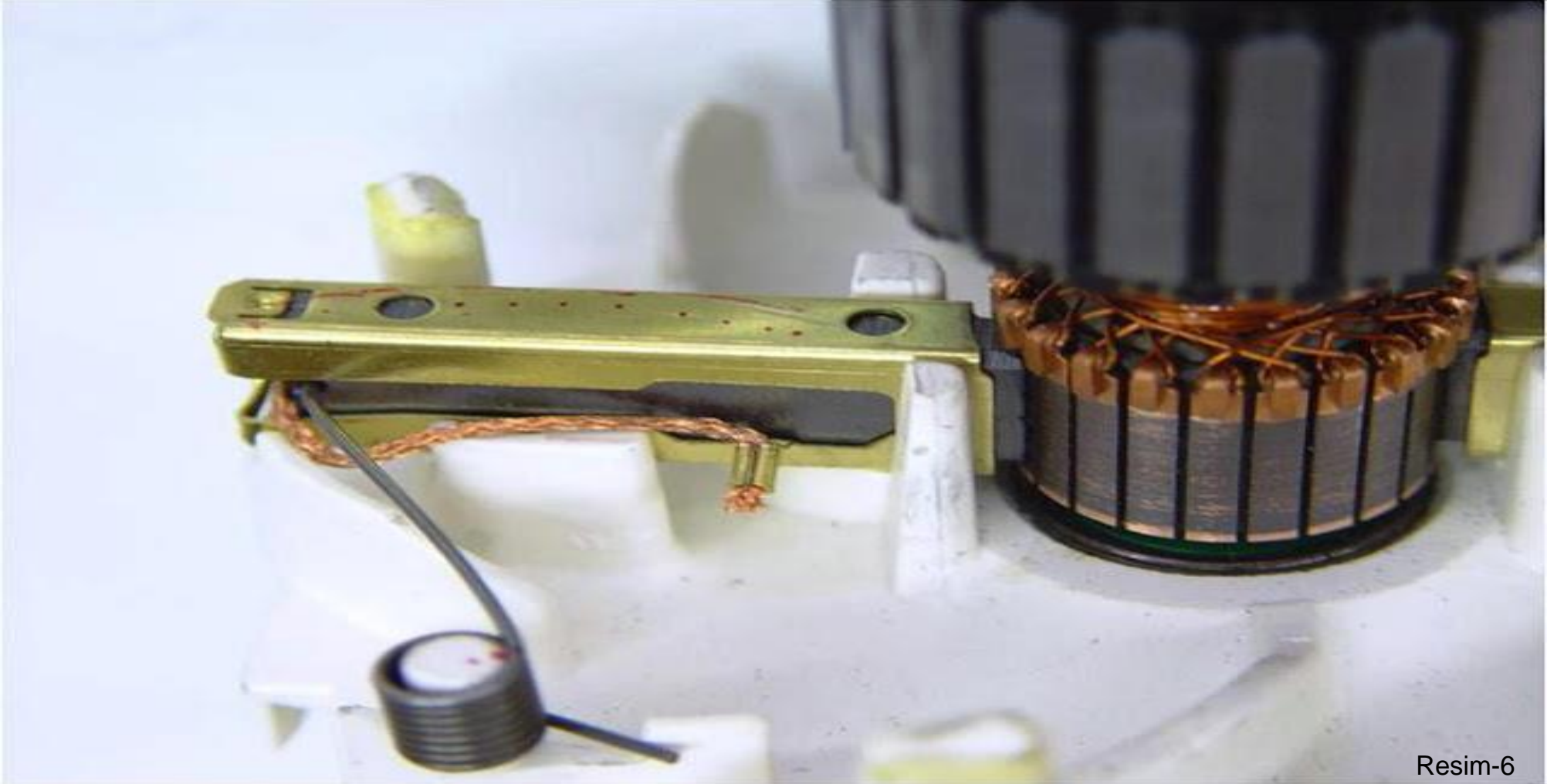


Resim-5

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

A)Fırçalı DC Motorlar

III)Fırça ve Komutatör:

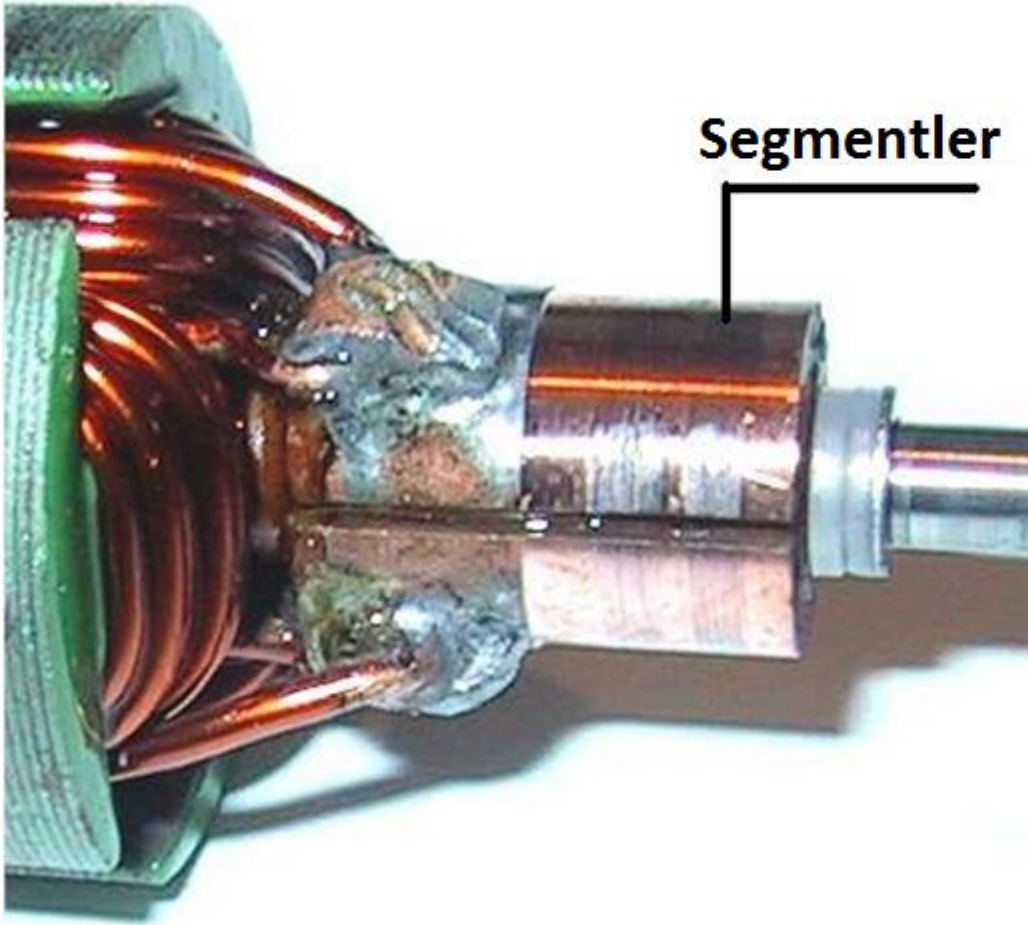


Resim-6

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

A)Fırçalı DC Motorlar

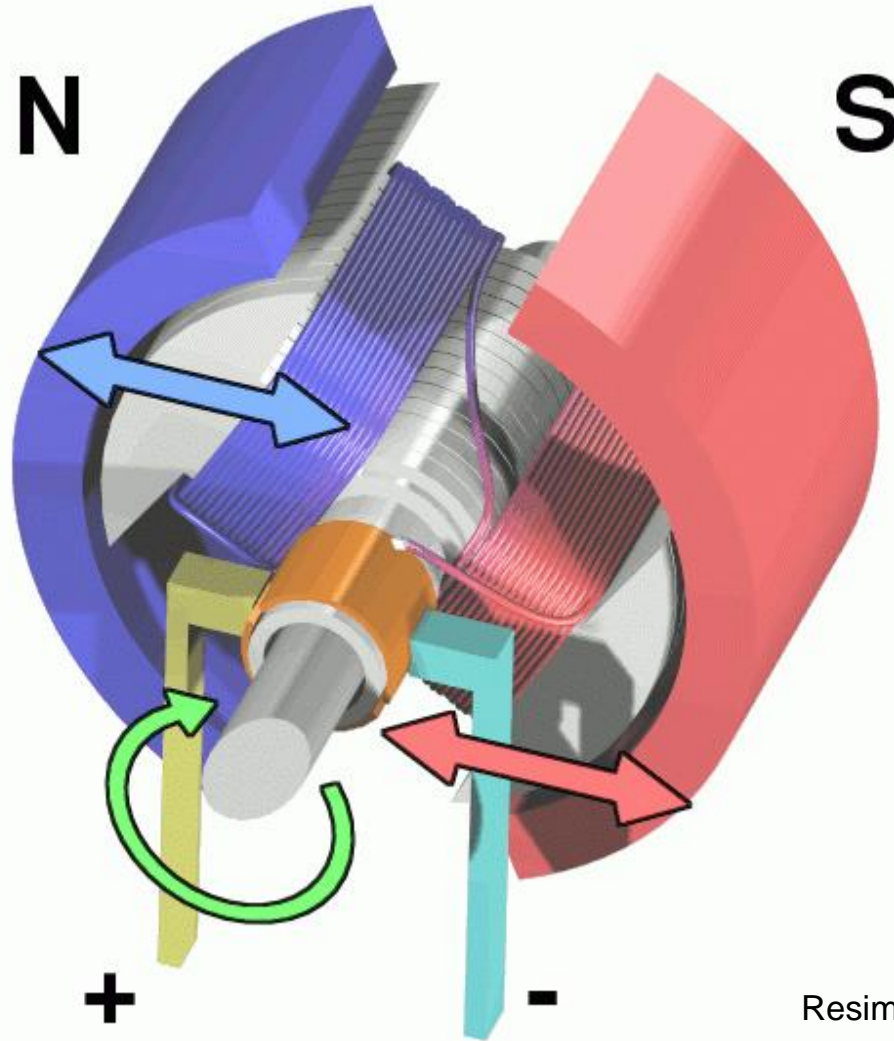
III)Fırça ve Komutatör:



2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

A)Fırçalı DC Motorlar

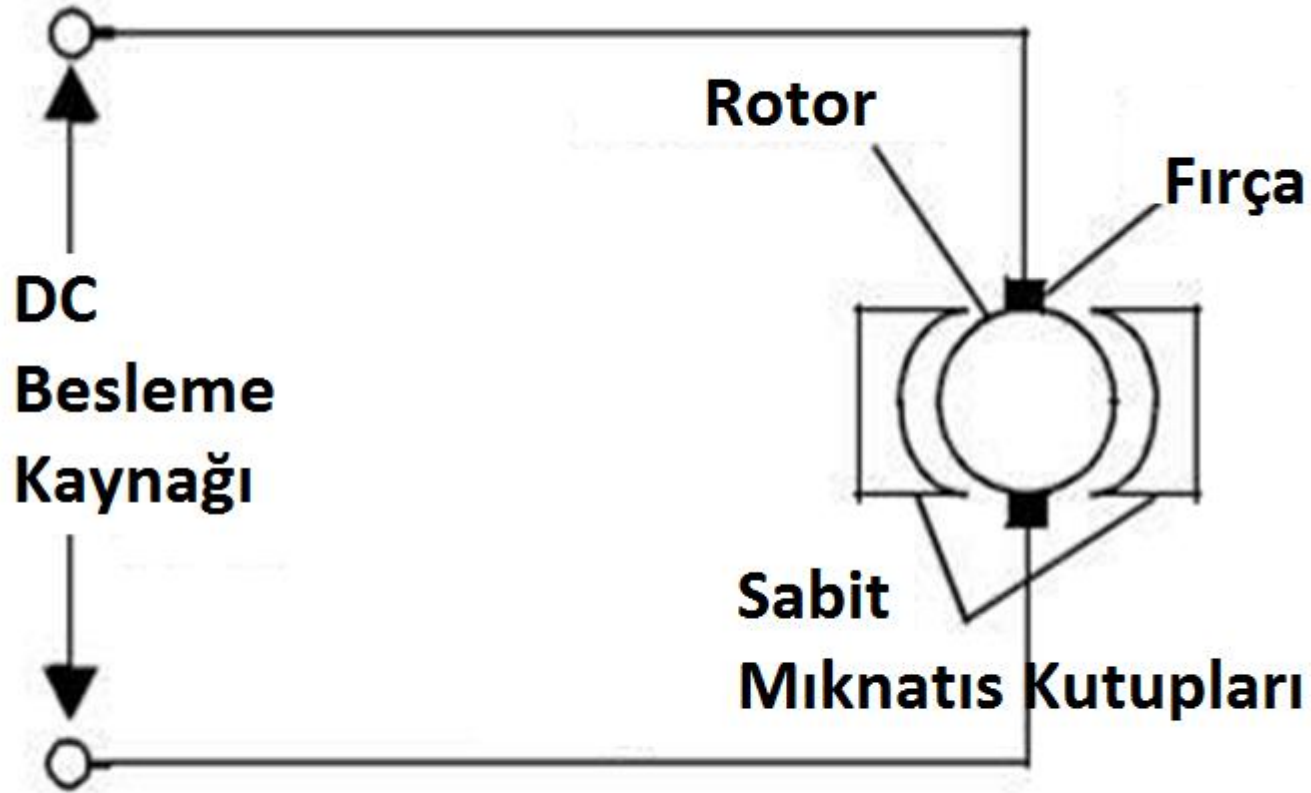
IV)Çalışması:



Resim-8

a) Sabit Miknatıslı Fırçalı DC Motorlar

Statorundaki manyetik alan **sabit miknatıslar** tarafından oluşturulur.



Resim-9

a) Sabit Mıknatıslı Fırçalı DC Motorlar

I) Avantajları:

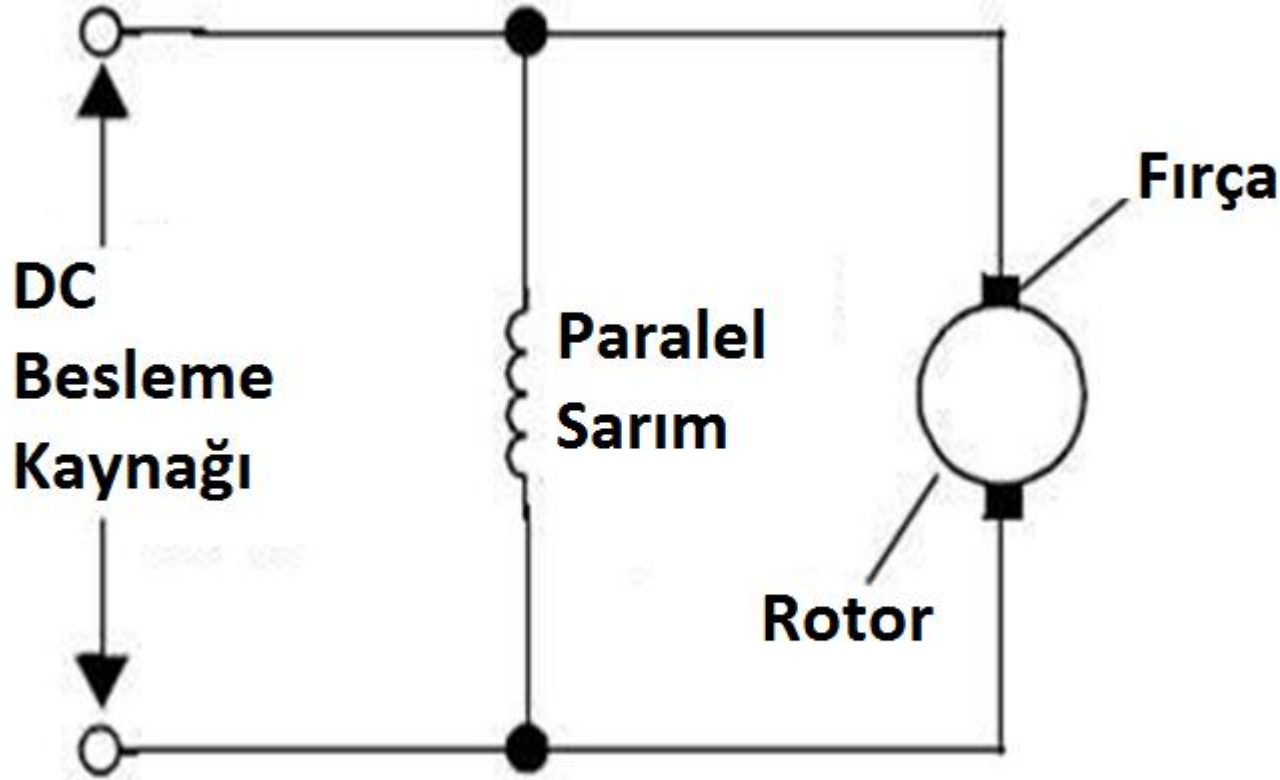
- ❖ Ek bir alan devresi gerektirmez.
- ❖ Hiçbir alan sargısına ihtiyaç olmadığından motor ciddi derecede küçültülebilir.
- ❖ Genellikle düşük güçlü uygulamalarda kullanılır.
- ❖ Dışarıdan uyarılma ihtiyacı yoktur.

II) Dezavantajları:

- ❖ Sabit mıknatısların akı yoğunluğu düşük olduğu için zayıf manyetik alanlar üretir.
- ❖ Bu manyetik alan çevreden etkilenebilir.
- ❖ Alanın zayıf olması dolayısıyla tork oldukça düşüktür.
- ❖ Isınmanın fazla olması durumunda stator mıknatısları manyetik özelliğini yitirebilirler.

b)Paralel Sarımlı Fırçalı DC Motorlar

Alan sargıları armatüre paralel bağlanmıştır. Santrifüj pompaları, makine aletleri, pistonlu pompalar gibi düşük başlangıç yüklü uygulamalarda elverişlidir.



Resim-10

b)Paralel Sarımlı Fırçalı DC Motorlar

I)Avantajları:

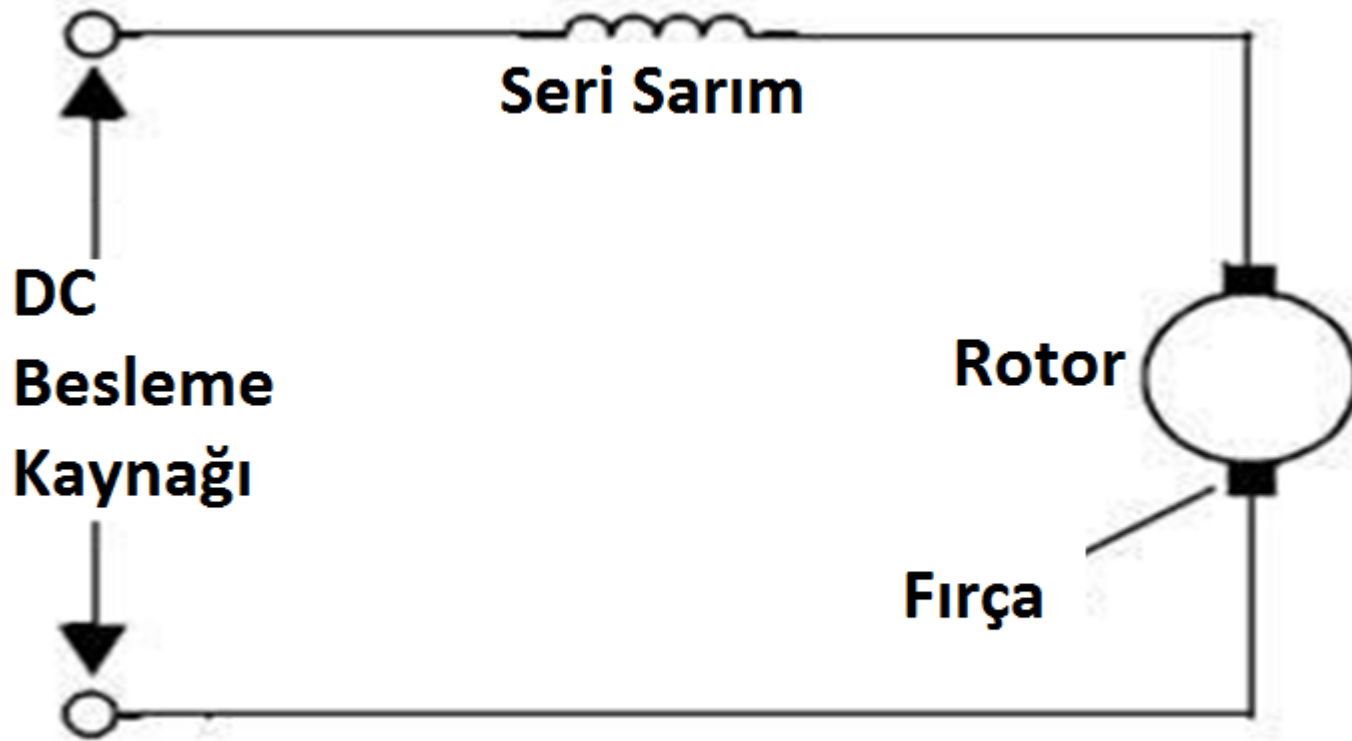
- ❖ Manyetizma kaybı olmadığı için sabit mıknatıslı motorlara göre daha sağlamdırlar.
- ❖ Hız armatüre seri direnç bağlanarak (azalan hız) ya da alan sarımına seri direnç bağlanarak (artan hız) kontrol edilir.

II)Dezavantajları:

Armatür gerilimi ters dönerse şönt sarımın yönü de ters çevrilmelidir. Bu da ters yönlü uygulamalarda sorun yaratır. Bu gibi durumlarda ters kontak kullanılabilir.

c)Seri Sarımlı Fırçalı DC Motorlar

Alan sargıları armatür sargısına seri bağlanır. Araç çekişi gibi yüksek tork uygulamaları için uygundur (vinçler, yük asansörleri, elektrikli trenler, konveyörler, elektrikli arabalar vb.). Çünkü stator ve armatürdeki akımların her ikisi de yük altında artar.



Resim-11

c)Seri Sarımlı Fırçalı DC Motorlar

I)Avantajları:

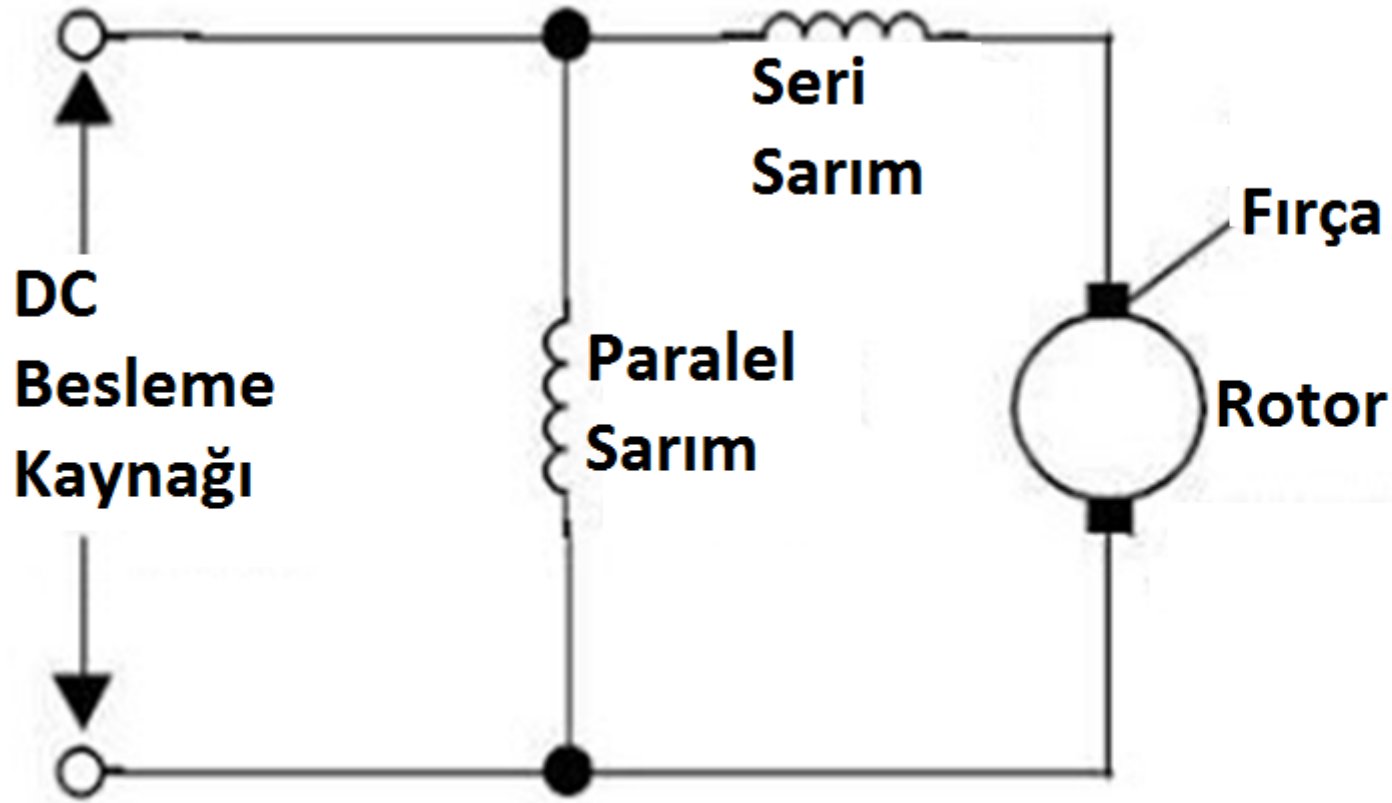
Diğer tüm DC motorların tork ortalamalarının hepsinden **yüksek torkludur.**

I)Dezavantajları:

- ❖ Sabit mıknatıslı ve paralel sarımda olduğu gibi hız kontrolü kusursuz değildir.
- ❖ Hızı 5000 Rpm ile kısıtlanmıştır.
- ❖ Kontrolsüzce hızlandığı için yüksüz çalıştırmaktan kaçınılmalıdır.

d)Kompunt Sarımlı Fırçalı DC Motorlar

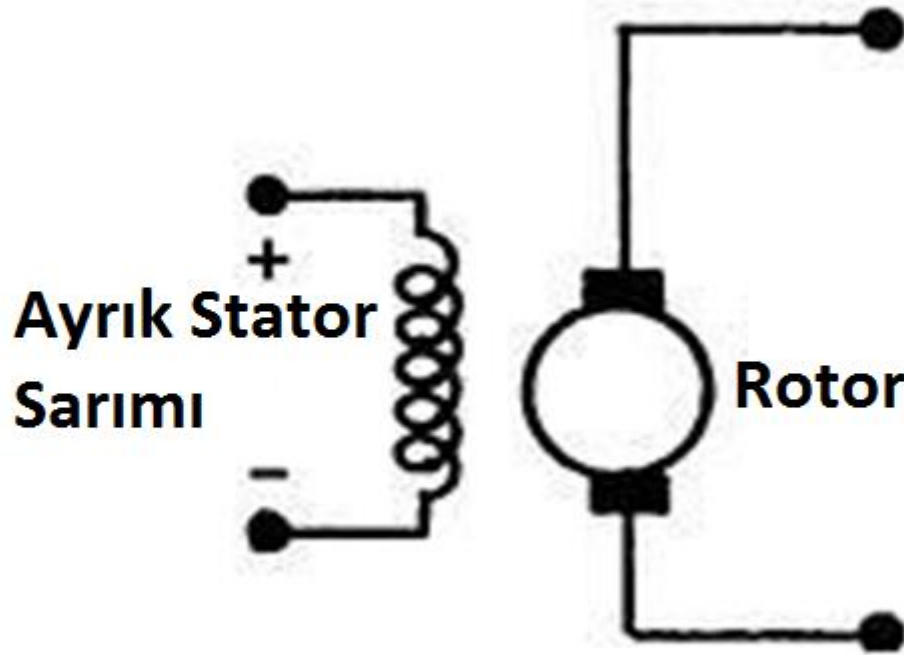
Kompunt motor **seri ve paralel motorun birleşmesidir**. Seri ve paralel alan sarımı içerir. Seri motorlardan daha iyi hız kontrolü ve paralel motorlardan daha iyi torku vardır.



Resim-12

e)Ayrık Uyarımlı Fırçalı DC Motorlar

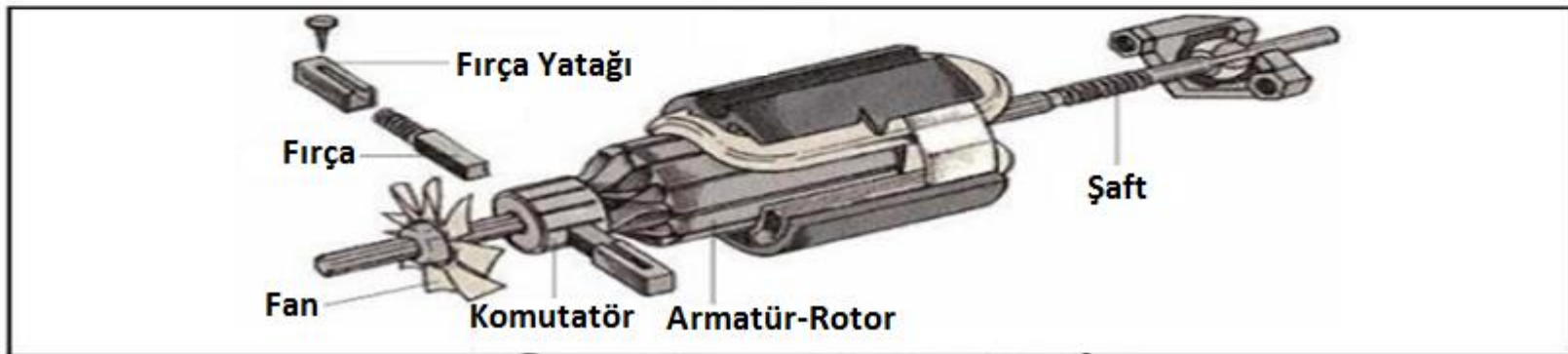
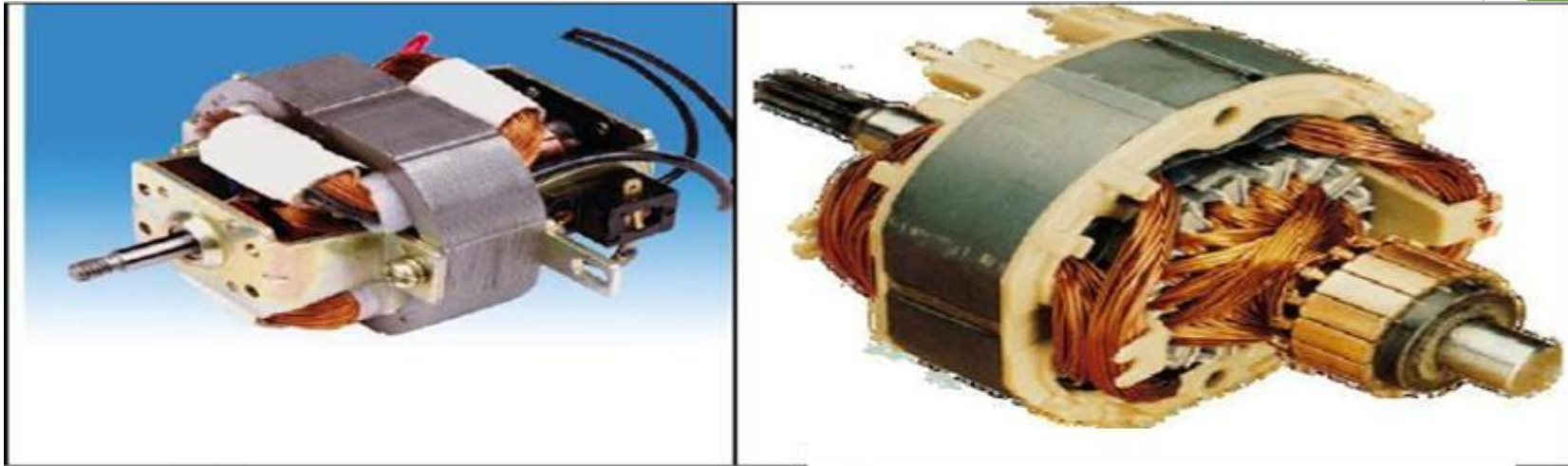
Armatür ve alan sarımları **ayrı kaynaklardan beslenir** ve bu şekilde armatür akımındaki değişimler alan akımını etkilemez



Ayrık Uyarım

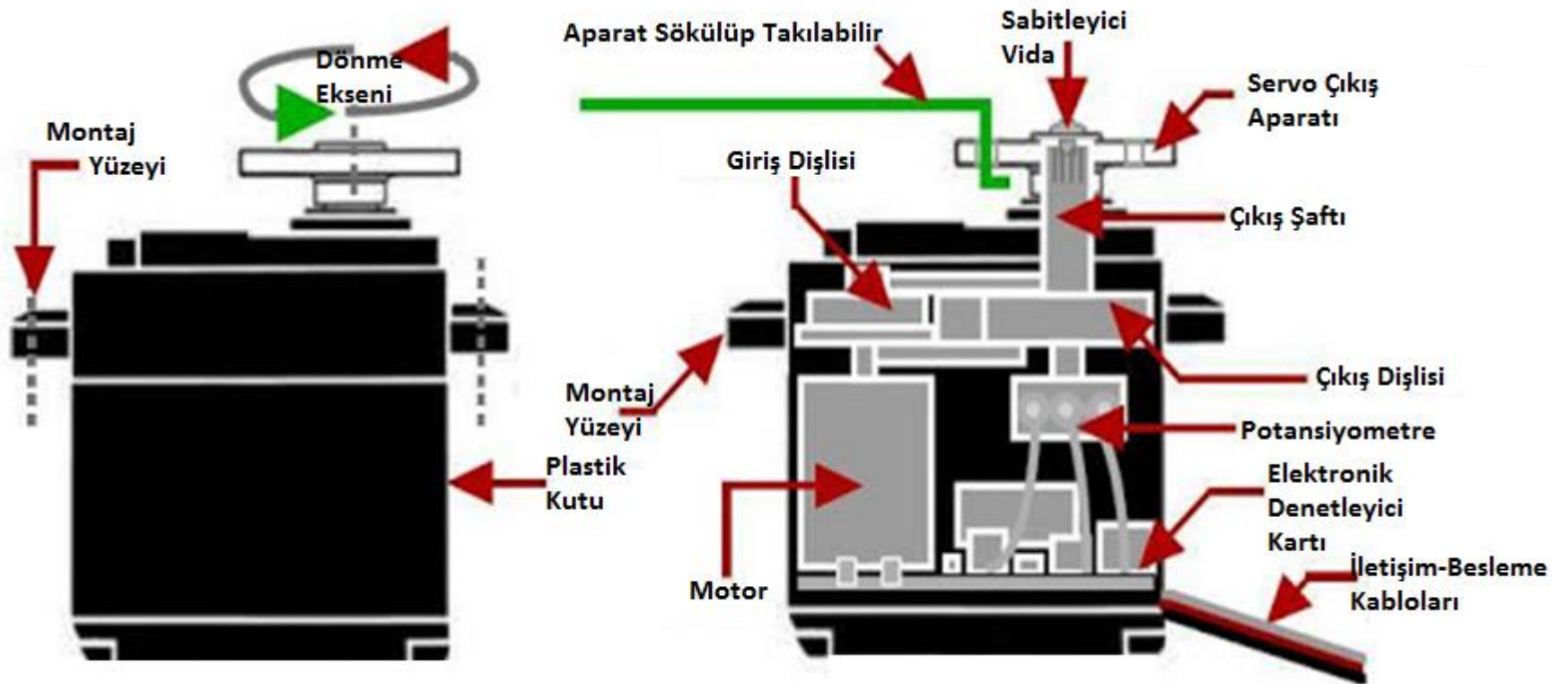
f)Üniversal Fırçalı DC Motorlar

Hem DC hem de AC akımda çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Devir hızları oldukça yüksektir. Çamaşır makineleri, seyyar zımpara ve taşlama, elektrik süpürgeleri, mikser, kahve değirmenleri, tıraş makineleri, vantilatör, dikiş makineleri, saç kurutma makineleri gibi cihazlarda kullanılır.



g) Servo Fırçalı DC Motorlar

Servo motorlar belirtilen bir konuma çıkış milini yönlendirmek için komut alan mekanik cihazlardır. Servo motorlar pozisyon, hız ve tork kontrolü içeren uygulamalar için tasarlanmıştır. Servo motor bir DC motor, dişli sistemi, bir pozisyon sensörü (çoğunlukla potansiyometre) ve kontrol elektroniği kısımlarından oluşur.



Resim-15

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

Bu motorlarda Fırça-Kolektör yapısı bulunmadığı için fırçasız motor ismini alırlar. Teknolojinin gelişmesi ile robotik alanında da kullanılmaya başlanmıştır. «Brushless DC» nin kısaltması «BLDC» olarak da adlandırılırlar.

Normal motorların özellikleri ve kullanım kolaylığı açısından geniş bir kullanım alanları vardır. Ancak fırça ve komütatör yapısından dolayı bazı alanlarda kullanımı sakıncalıdır. Bildiğimiz üzere fırça-kolektör yapısı zamanla aşınır ve sürekli bakım yapılmak zorundadır. Bu nedenle uzun süre bakım yapılamayacak uygulamalarda (örneğin; yapay kalplerde) kullanılamaz. Ayrıca mekanik olarak gerilimin yönü değiştirildiği için değişim esnasında ark oluşma ihtimali vardır. Bu nedenle yanıcı gazlar içeren uygulamalarda kullanılması sakıncalıdır. Ancak BLDC motorlarda bu komütatör yapısını yarı iletken elemanlarla sağladığımız için ne sürekli bakım gerektirir ne de herhangi bir kıvılcım oluşturup tehlike çıkarabilir. Hatta kontaklar arası yalıtımın iyi yapılması durumunda su altında bile kullanılabilir.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

BLDC motorların rotor kısımlarında güçlü doğal mıknatıslar kullanılır. Statorda ise bobinli sarımlar vardır.

Birim enerji yoğunlukları daha iyi olduğundan RC arabalar, helikopterler, fotokopi makinaları, yazıcılar, teyp sürücüleri, optik sürücüler ve tıp cihazları gibi yüksek güç gerektiren yerlerde kullanılırlar. Son yıllarda Robotik alanında da çok büyük önem kazanmışlardır.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

1)Avantajları:

- ❖ Yüksek Verim.
- ❖ Doğrusal Moment-Hız İlişkisi.
- ❖ Yüksek Moment-Hacim Oranı (Az Bakır Gerektirir).
- ❖ Fırçaların ve Kolektörün Olmaması (Daha az Bakım).
- ❖ Sessiz Çalışma.
- ❖ Elektriksel Gürültü Meydana Getirmemesi.
- ❖ Daha Çok Tork.
- ❖ Daha Uzun Ömür.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

2)Dezavantajları:

- ❖ Harici güç elektroniği gerektirir.
- ❖ Uygun çalışma için rotor konum bilgisi gerektirir.
- ❖ Hall-etkili sensörlere gerek vardır.(Sensörlü)
- ❖ Algılayıcısız yöntemlerin kullanımı ekstra algoritmalar gerektirir.(Sensörsüz)
- ❖ Pahalı sistemlerdir.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

3)Yapısı:

I)Stator (Endüktör):

Stator duran bölümdür. Sargı ve nüvelerden meydana gelir. Rotor ve statorun manyetik alanları aynı frekansta döner. CD sürücüler, harddiskler gibi cihazlarda 3 fazlı (yani endüktör 3 sarımdan meydana gelir), mikroişlemci soğutma fanlarında ise 2 fazlı olabilirler.

Fırçasız DC motorun AC motorlardan tek farkı dönerken rotorun konumunun biliniyor olması gerekmesidir. Bu konumun tespiti hall-etkili veya optik sensörlerle yapılabilir.

Endüktör, birbirine sıkıştırılan ince çelik plakaların meydana getirdiği yarıklara sarılan sargılardan meydana gelir. Bir veya birkaç bobin birbirini dik kesecek şekilde bağlanır ve endüktörün etrafına dağıtılır.

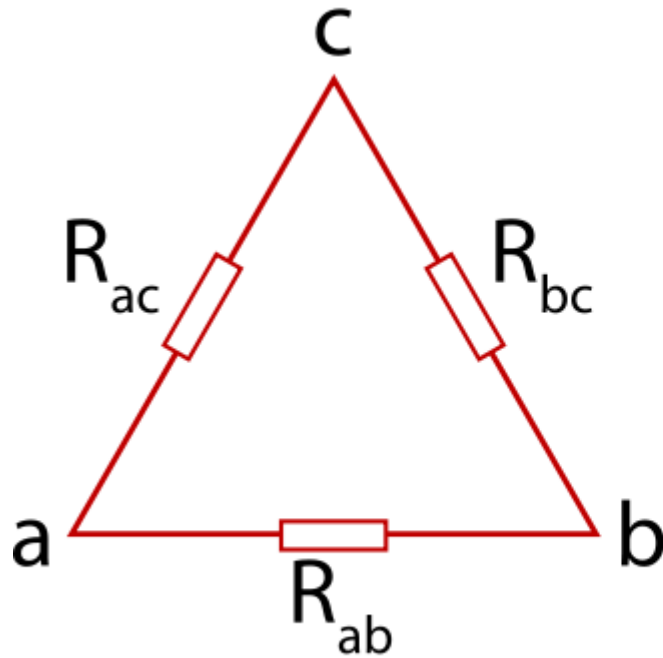
2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

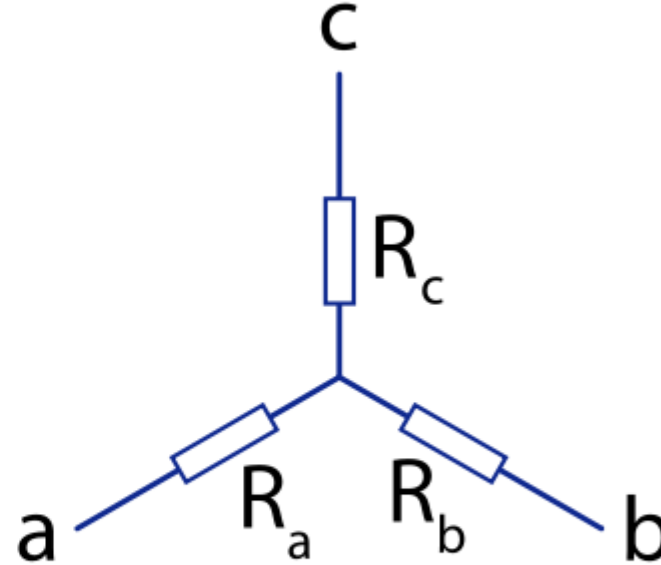
3)Yapısı:

I)Stator (Endüktör):

Endüktöre sargılar 2 biçimde, Yıldız ve üçgen olarak sarılır. Üçgen sarım, üç ayrı sargıyı bir üçgen meydana getirecek biçimde bağlamaktır. Her birleşim noktalarına gerilim verilir. Yıldız bağlantısı her üç sargıyı tek merkezde bağlar. Gerilim açık olan uçlardan verilir.



ÜÇGEN



YILDIZ

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

3)Yapısı:

I)Stator (Endüktör):

BLDC motorlar, birinci sargıya pozitif (+), ikinci sargıya negatif (- / GND) enerji verilir ve çalıştırılır. Üçüncü sargı boşta yani enerjisizdir. Bu prensibe göre üçgen-yıldız bağlantıların özellikleri;

- ❖ Yıldız bağlantıda her zaman 2 sargı seri olarak kullanıldığı için manyetik alan şiddetlidir. Bu da daha **çok tork ve daha az hıza** neden olur. Buna rağmen gerilim yüksek akım ihtiyacı düşük olur.
- ❖ Üçgen bağlantıda tek bir sargı kullanıldığı için düşük gerilimde yüksek akım ihtiyacı olur. Bu da yanında **yüksek hız düşük tork** getirir.

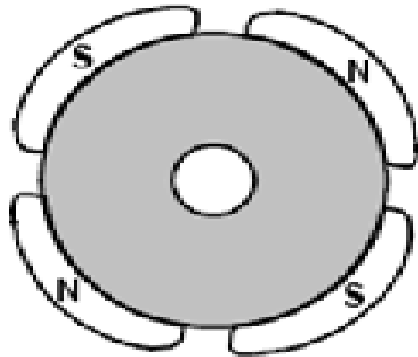
2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

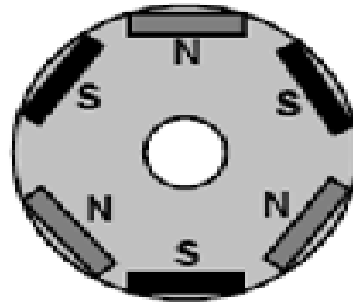
3)Yapısı:

I)Rotor (Endüvi):

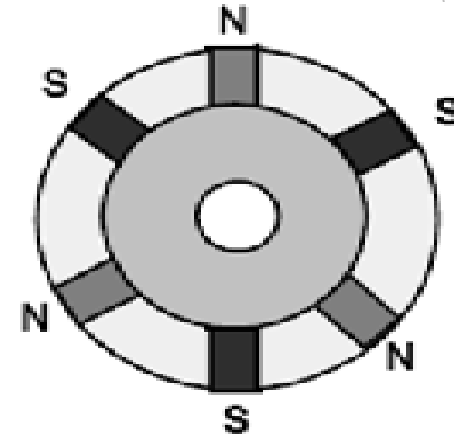
Sabit mıknatıslı rotorun kutup sayısı genellikle 2-8 arasında değişir. Endüvide istenilen manyetik akı yoğunluğuna bağlı uygun malzeme seçimi yapılır. Genellikle ferritten yapılan mıknatıslar, alaşımlı mıknatıs malzemelerinden ucuzdur. Buna rağmen daha az manyetik yoğunluk sağlar. Günümüzde Neodmiyum-Ferrit-Boron (NdFeB) ve Samarium-Cobalt (SmCo) alaşımlarından mıknatıslar üretilmektedir.



(a)



(b)



(c)

Resim-18

- a) Kalıcı mıknatıs rotor milinin yüzeyine yerleştirilmiş
- b) Kalıcı mıknatıs rotor gövdesinin içine yerleştirilmiş
- c) Kalıcı mıknatıs oyuklara yerleştirilmiş

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

3)Yapısı:

I)Rotor (Endüvi):

BLDC motor rotor tipleri; endüvi milinin üzerine yerleştirilmiş kalıcı mıknatıs, endüvinin gövdesi üzerine yerleştirilmiş kalıcı mıknatıs, endüvi oyuklarına yerleştirilmiş kalıcı mıknatıslardan meydana gelir.

Sabit mıknatıslar dairesel nüvesine üç biçimde yerleştirilir;

- ❖ Dairesel nüvenin etrafına.
- ❖ Dairesel nüvenin içine dikdörtgen kütükler şeklinde gömülerek.
- ❖ Dairesel nüvenin içine dikdörtgen kütükler halinde sokularak.

Diğer Motorlardan en büyük farkı fırça-komütatör yapısının olmaması ve tamamen kalıcı mıknatıslarla yapılmış olmasıdır.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

4)Çalışma Prensibi:

Aslında çalışma mantığı fırçalı motorlar ile aynıdır. Çalışırken gösterdiği farklılık, rotor üzerinde bobin olmaması, sabit mıknatısların rotor üzerinde bulunması, stator bobinlerinin gövde üstüne sabit olmasıdır.

Fırçalı motorlardaki fırça-komütatör yapısının kalkmasıyla fırçanın direncinden meydana gelen elektriksel ve mekaniksel kayıpların ortadan kalkması çok önemlidir. Bu motorlar mekanik olarak denetlenmek zorunda olmadığı için bobin sayısı rahatlıkla artırılabilir ve çok yüksek torklara ulaşılabilir.

Motorun çalışması için ek donanım olarak elektronik bir devre ile sargı üstüne gelen akımı kontrol etmektir. Bu motoru kullanacak kişilere ek masraf açar. Ancak aynı güçte bir motora kıyasla daha küçük, hafif olması, devir kontrolünün yapılabilmesi masrafları azaltabilir.

Step motorlardan farkı rotorun yerinin bilinmesi için sensör kullanılmasıdır. Konum algılandıktan sonra hangi sargıya hangi yönde enerji uygulanacağına karar verilir.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

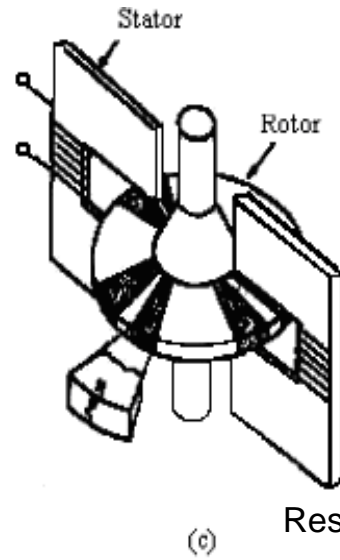
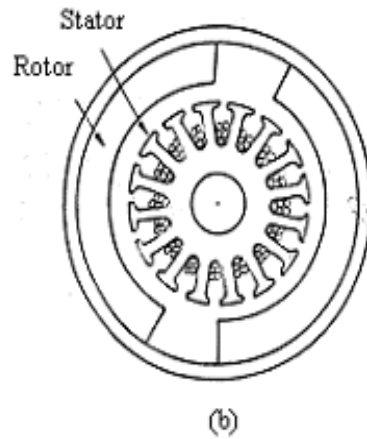
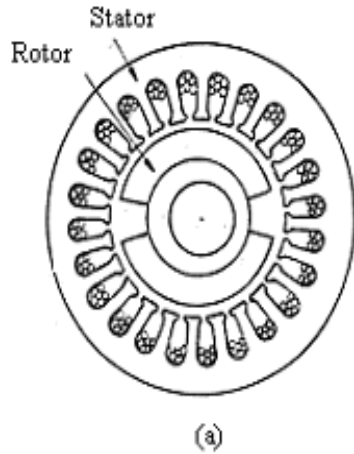
5)Çeşitleri:

I)Inrunner BLDC:

Motorun rotoru **iç** kısımdadır.

II)Outrunner BLDC:

Motorun rotoru **dış** kısımdadır.



Resim-16

- a) Stator sargıları dış kısımda
- b) Stator Sargıları iç kısımda
- c) Disk tipi

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

5)Çeşitleri:

I)Sensörlü BLDC:

Bobinin gövde içerisinde nerede olduğu uygun bir sensör ile hassas bir şekilde algılanır ve uygun bir sürücü (ESC) ile hiç kayıp güç olmadan motorlar sürülebilir.

II)Sensörsüz BLDC:

Yaygın olarak bulunan tiplerdir. ESC'ler bobine gönderilen dalganın değiştirileceğine, akım yollanmamış bobinde meydana gelen elektrik sinyali ile (indüksiyon akımı) karar verirler. Sensörlü motorlar kadar yüksek hızlara ve ivmelere ulaşamazlar.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

6)Ekstra Bilgiler

- ❖ Yapılarında elektronik devreler olduğundan fırçalı motorlara göre çalışma gerilimi aralıkları dardır.
- ❖ Mekanik hiçbir kontak olmadığı için sürtünme minimumdur bu nedenle daha yüksek verime sahiptirler.
- ❖ Motorun sualtında çalıştırılması; herhangi bir mekanik kontak olmadığı için bağlantı noktalarındaki izolasyonlar doğru yapılırsa hiçbir sıkıntı olmaz. Ancak tuzlu su motor tellerini paslandırabilir.
- ❖ Fırça ve komütatör düzeneği olmadığı için ilk eskimesi beklenen sistem motor şaftına destek olan rulmanın bilyalarıdır. Bilyalar uzun ömürlü olduğu için Motorlar da uzun ömürlüdürler.
- ❖ Fırçasız motor üretimi Fırçalı motorlara göre daha ucuz olmasına rağmen günümüzde BLDC motorlar daha pahalıdır.

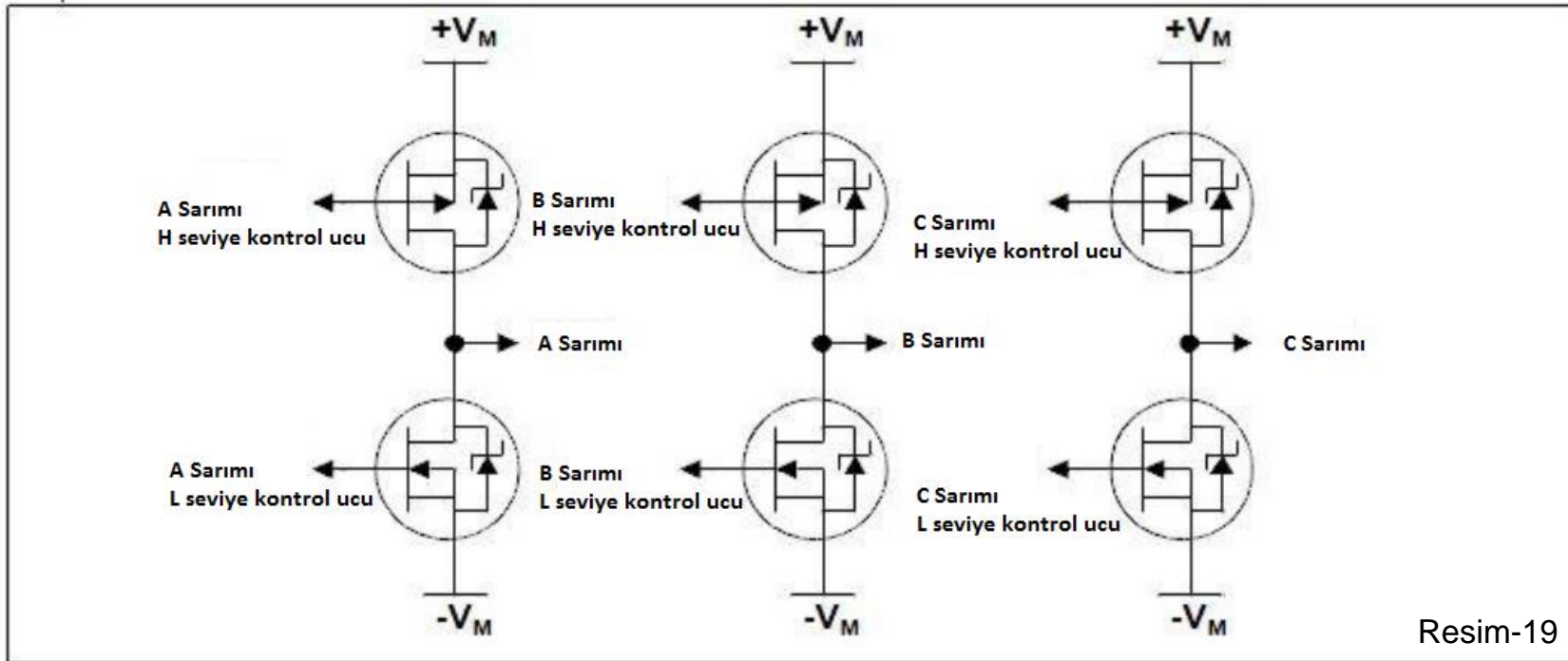
2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

B)Fırçasız DC Motorlar

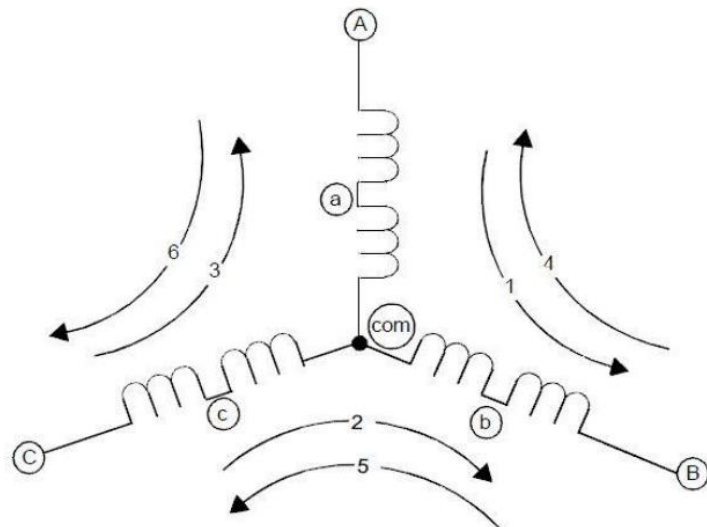
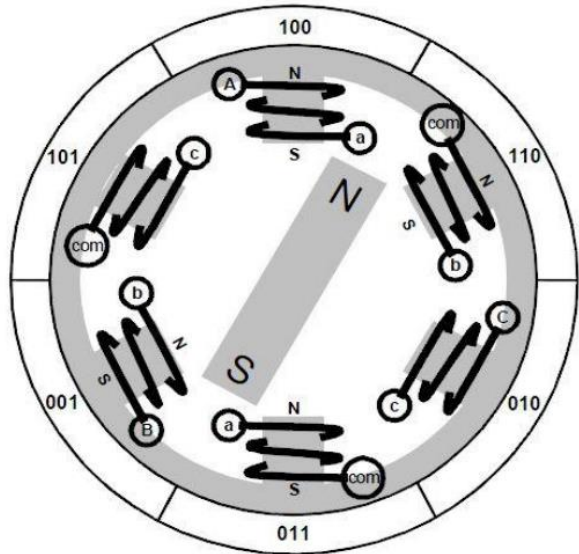
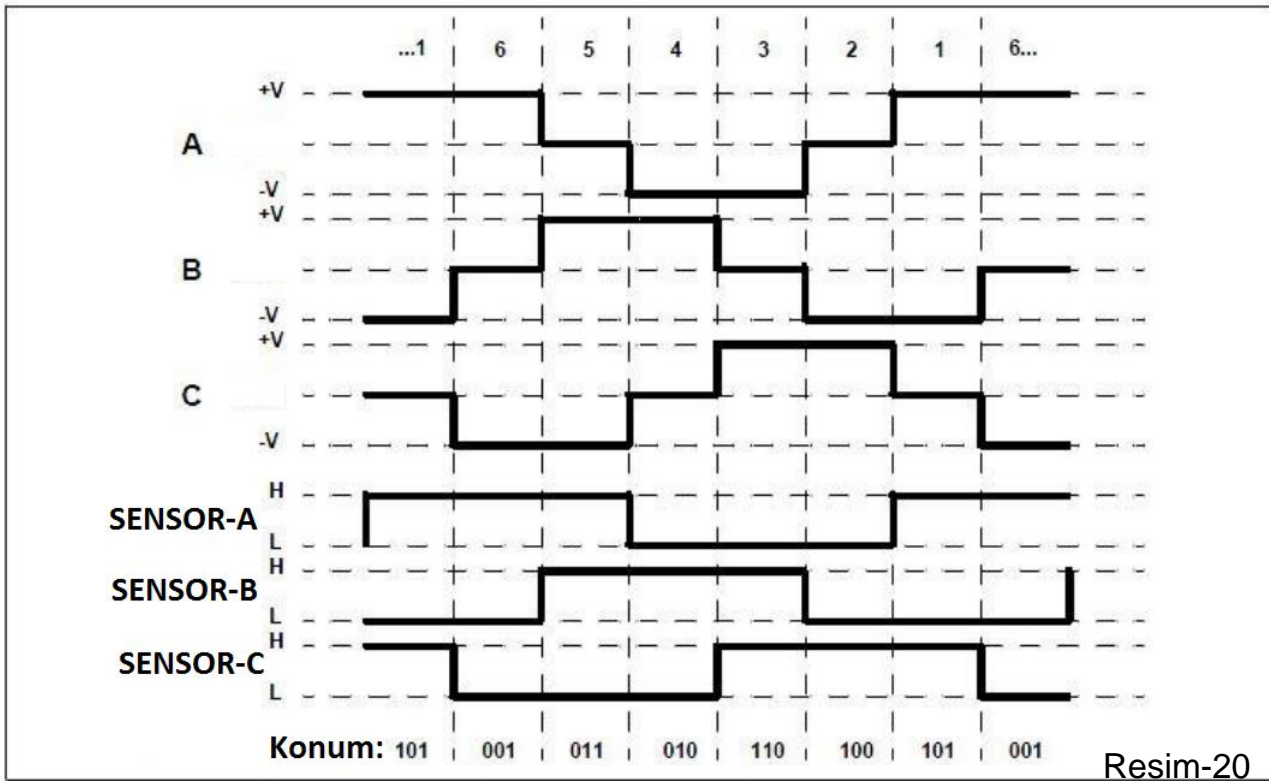
7)Sürücüler (ESC'ler):

BLDC motorları sürmek için geliştirilen devrelerdir. Sırası ile motor bobinlerine PWM sinyali gönderirler. Bir ESC 3 kısımdan oluşur;

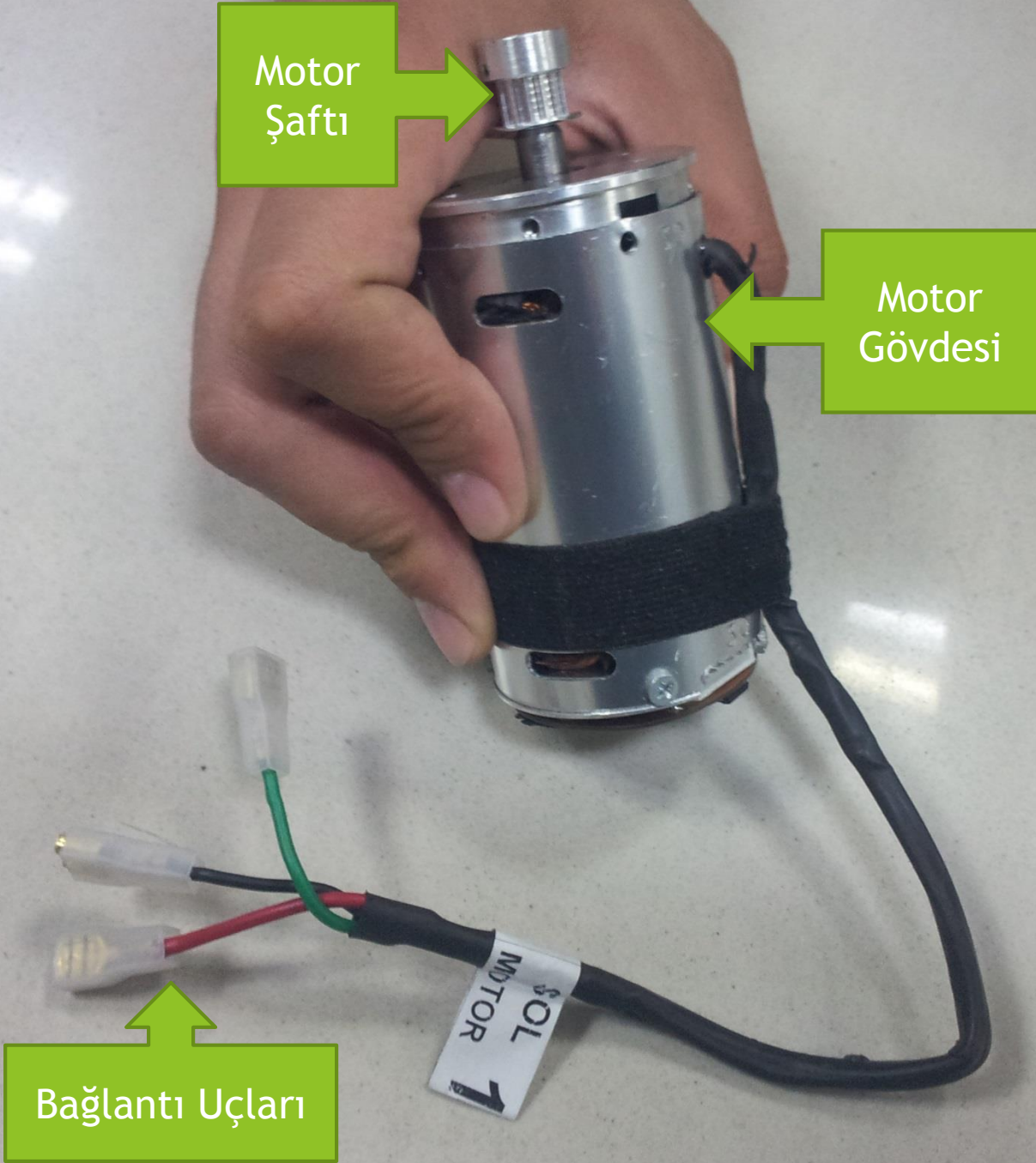
- ❖ Konum sinyallerini ölçüp işleyen MCU.
- ❖ Motor akımı yükseltme devresi(Fet, Mosfet ve transistörlü devreler).
- ❖ Sensörsüz motorlar için bobinlerde meydana gelen endüktiviteyi ölçen kısım, sensörlü motorlar için ise sensör bilgilerini işleyebilen kısım.



Bobinlerin sürülmesine örnek devre.



Resim-21





Stator Sarımları



Stator Nüve

Resim-23

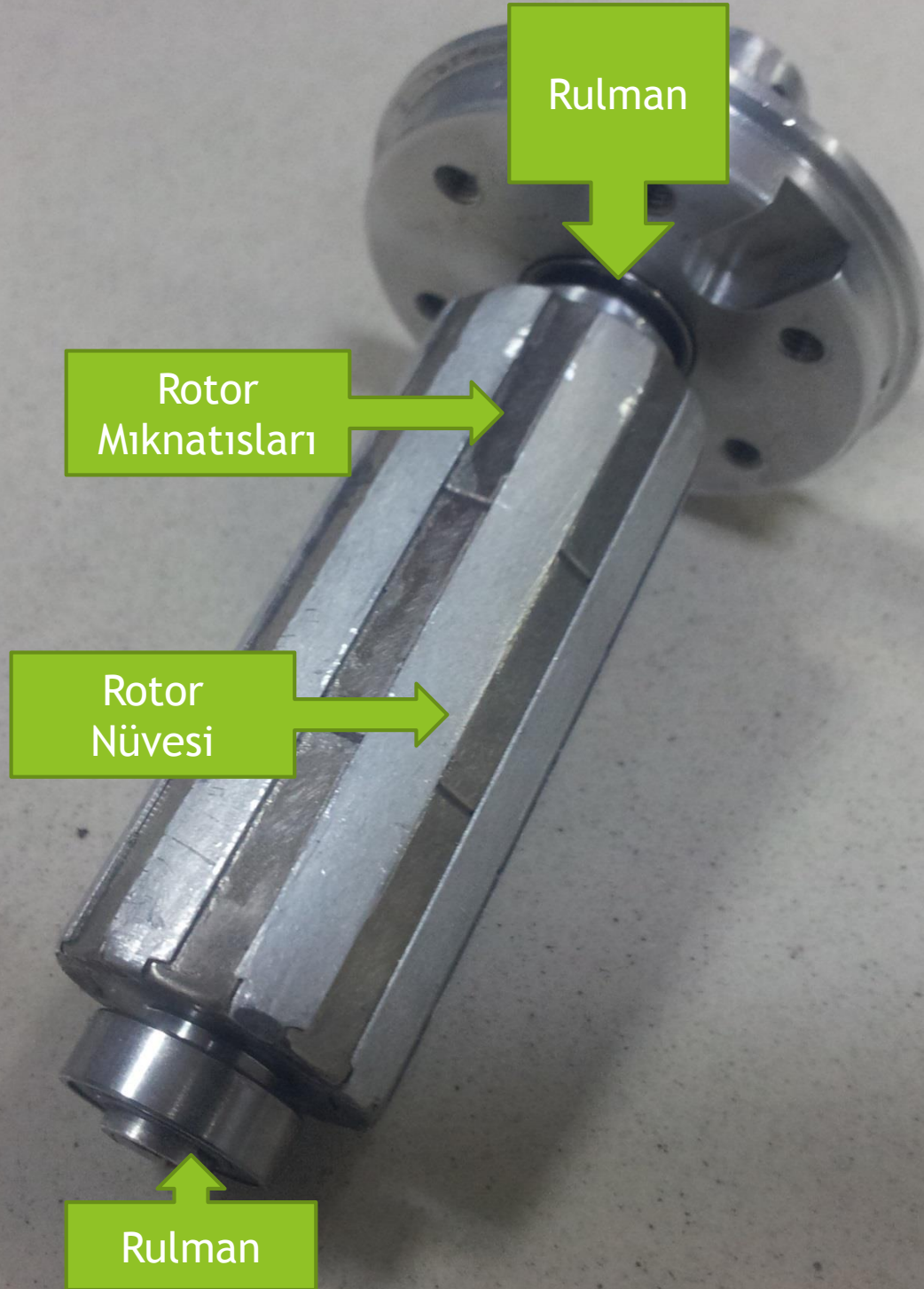


Resim-24





Stator Demonte Şekilde

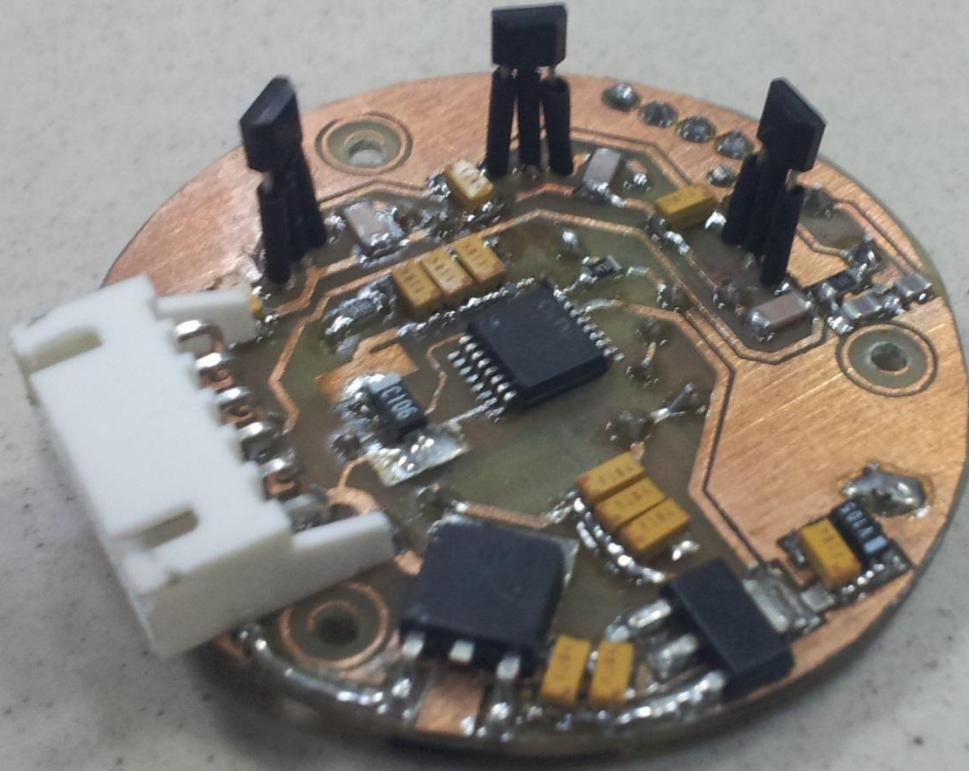


Rulman

Rotor
Mıknatısları

Rotor
Nüvesi

Rulman



Hall-Efekt Sensörü

Resim-27

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

C)STEP Motorlar

Step motorlar elektriksel palsleri ayrı mekanik hareketlere çeviren araçlardır. Step motorlar terminallerine voltaj uygulandığında dönen DC motorlardan farklı çalışırlar. Step motorlarda ortada mıknatıs veya metalden oluşan rotor ve statoru çevreleyen bobinler vardır. Step motorun rotorunun etrafını çevreleyen bobinlere sürücü devre tarafından sinyaller gönderilir. Böylece yaratılan elektromanyetik etki ile step motor küçük bir dönüş yapar. Diğer sinyalde bir sonraki bobine sinyal verilmesiyle elektromanyetik çekim bu kez de o bobine doğru gerçekleşir ve böylece küçük hareketlerle dönme işlemi sürdürülür. Bu küçük dönüş hareketlerinin her birine bir adım denir.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

C)STEP Motorlar

I)Avantajları:

- ❖ Step motorlar hassas kontrol gerektiren projelerde kullanılır. Çünkü step motorların adımlarındaki hata sayısı düşüktür ve bir adımdaki hata bir sonraki adımı etkilemez.
- ❖ Step motorların rotasyon açısı giriş pulsü ile orantılıdır.
- ❖ Step motorlar durmak, yön değiştirmek ve harekete başlamak için gönderilen sinyallere çabuk cevap verirler.
- ❖ Dijital olarak kontrol edilebildikleri için bilgisayar kontrollü uygulamalarda kullanılmaya da yatkındırlar.
- ❖ Step motorların hızı giriş pulslerinin frekanslarıyla orantılı olduğundan geniş bir rotasyonel hız aralığına sahiptirler.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

C)STEP Motorlar

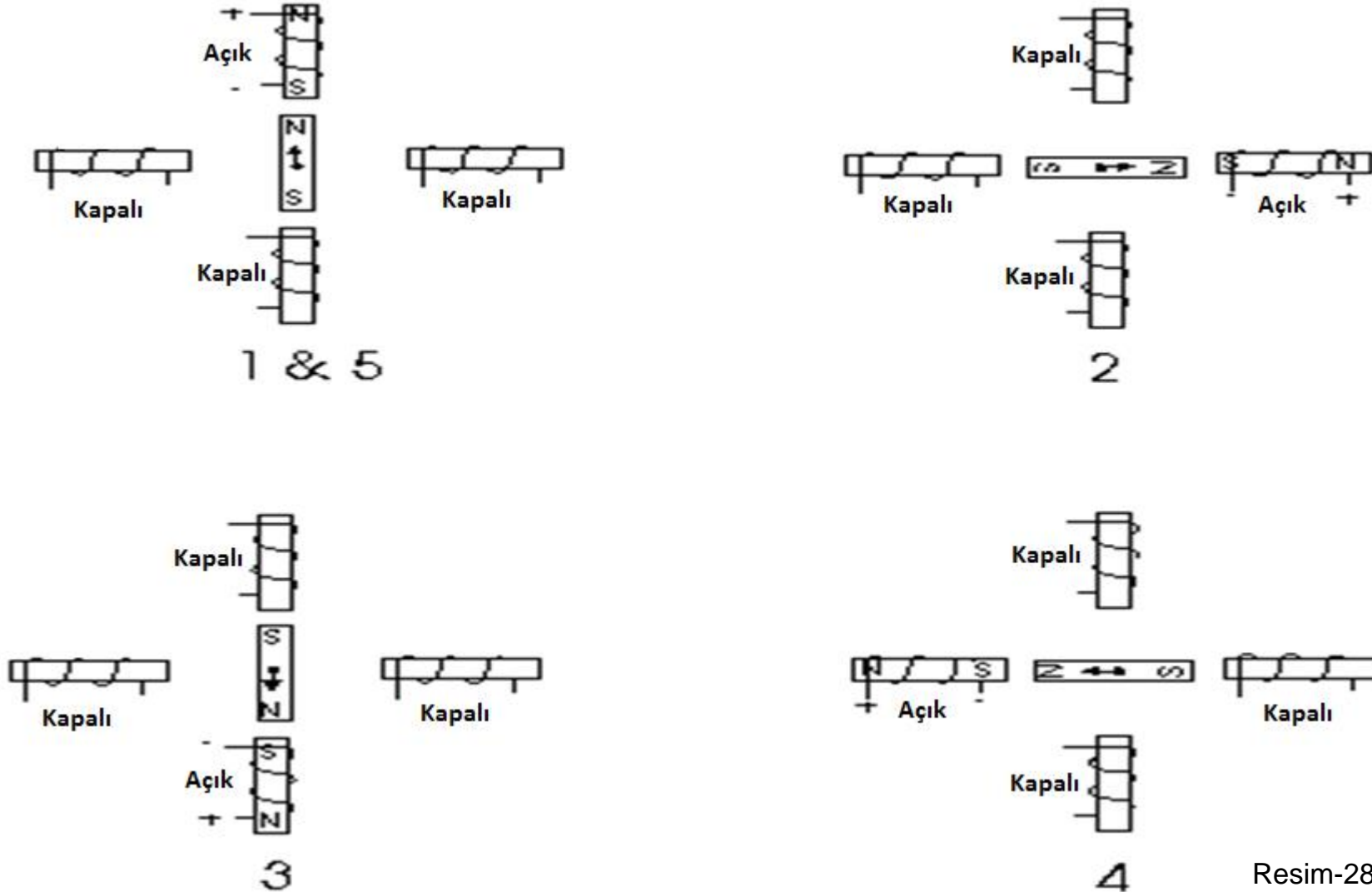
II)Dezavantajları:

- ❖ Step motorlarında diğer motorlara göre daha fazla olan titreşim bazı hız değerlerinde tork kayıplarına neden olabilir. Bu titreşimler faz sayısı fazla olan motorlarda faz sayısı az olan motorlara göre daha azdır. Titreşimlerden doğan tork kaybı sorununu çözmek için step motoru titreşim yaratacak hız aralığında çalıştırmamaya özen gösterilmelidir.
- ❖ Çok yüksek hızlarda kolaylıkla kontrol edilemezler.
- ❖ Step motorlar, DC ve Servo motorlara göre daha karmaşık sürücü devrelere ihtiyaç duyabilirler.

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

C)STEP Motorlar

III)Çalışması



Resim-28

2.1.3)DC Motorların Sınıflandırılması

C)STEP Motorlar

III)Çeşitleri:

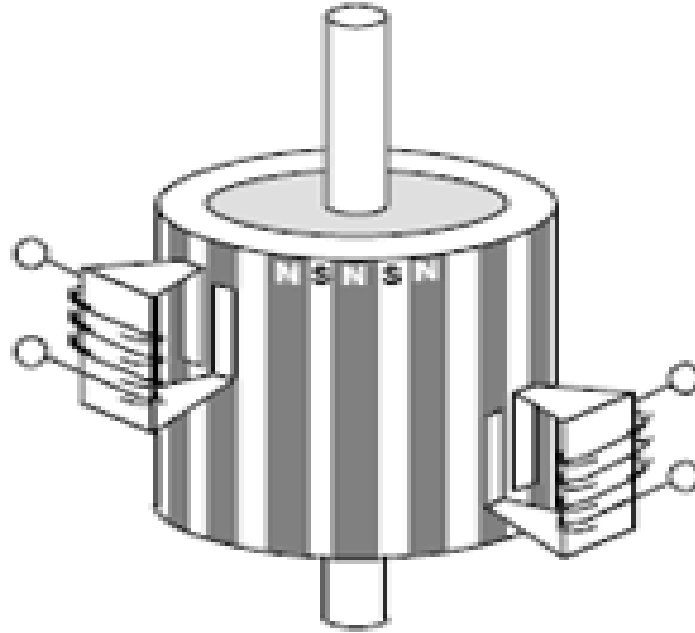
a)Sabit Mıknatıslı Step Motorlar

b)Değişken Relüktanslı Step Motorlar

c)Hibrit Step Motorlar

a)Sabit Mıknatıslı Step Motorlar

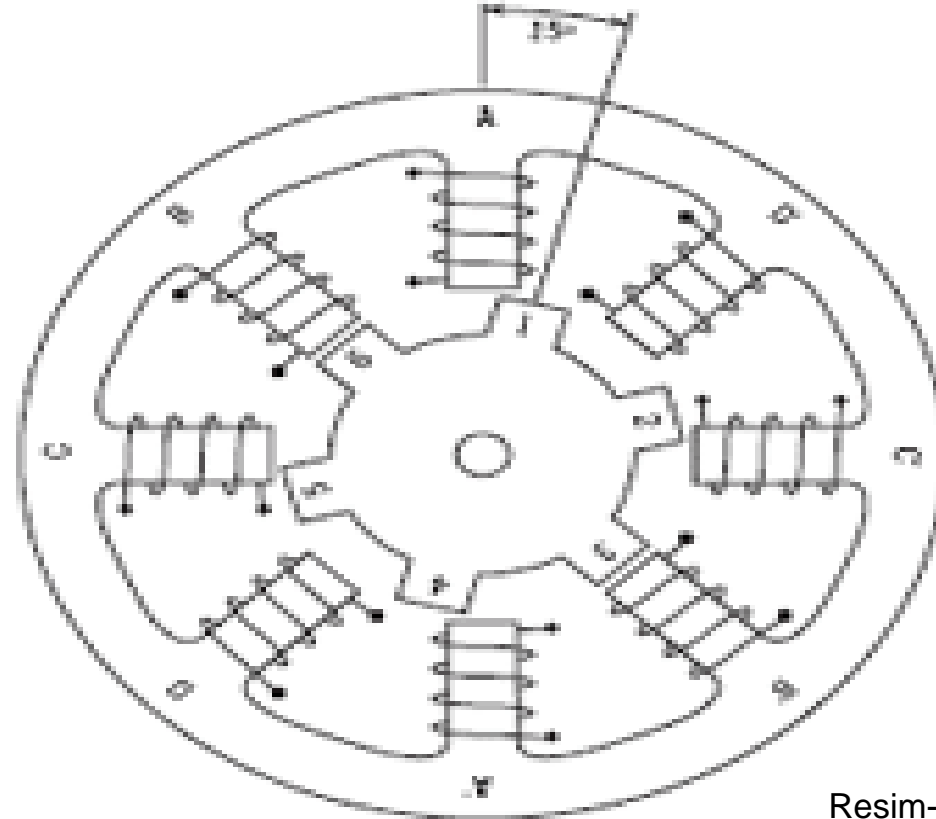
Bu tip step motorlarda isminden de anlaşılacağı gibi step motorun rotor kısmında sabit mıknatıslar bulunur. N ve S kutupları rotor şaftına paralel düz çizgiler halindedirler. Sabit mıknatıslı step motorların stator bobinlerine uygulanan voltaja ve bobinlerden geçen akımın yönüne bağlı olarak step motorun dönüşü sağlanır. Bu mıknatıslanan rotor kutupları manyetik akış yoğunluğunu artırır. Bu durumdan dolayı sabit mıknatıslı step motorlar, değişken relüktanslı step motorlara göre daha gelişmiş tork karakteristiklerine sahiptirler. Statorun sargılarından geçen akım büyüdükçe, elektromanyetik alan ve buna bağlı olarak da tork artar. Manyetik kutup sayısı ve stator dişleri ne kadar az ise adım sayısı o kadar azalır ve buna bağlı olarak da adım açısı artar.



Resim-29

b)Değişken Relüktanslı Step Motorlar

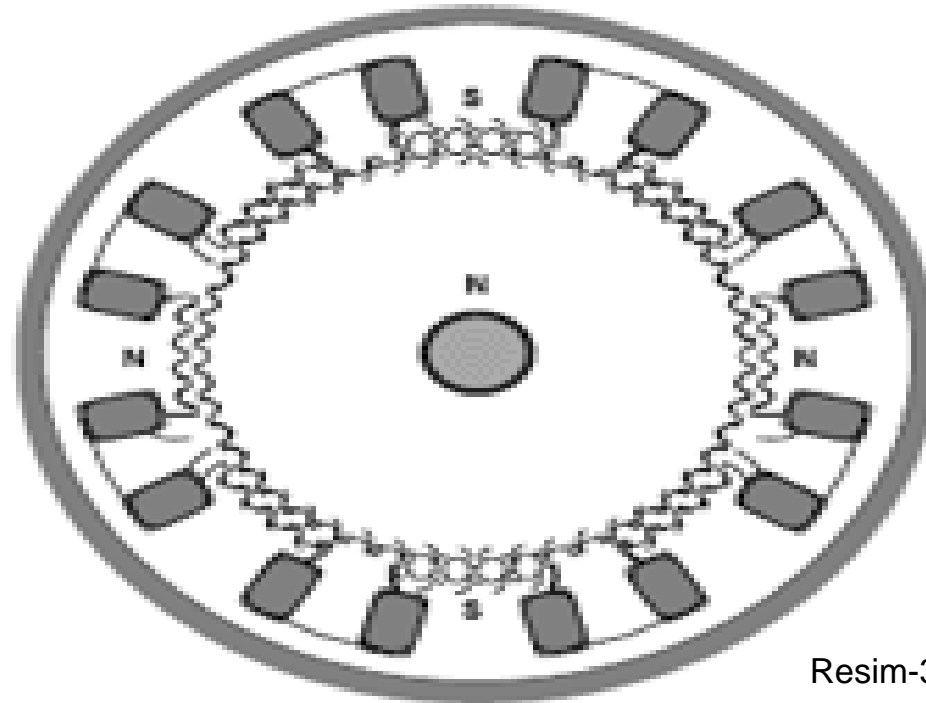
Step motorların en basit tipi olan değişken relüktanslı step motorlarda rotor yumuşak demirdendir ve etrafında silindir eksenine paralel dişler vardır. Stator dişlerine DC akım verildiğinde kutuplar mıknatıslanır ve stator dişlerinin rotor dişlerini çekmesiyle adım hareketi gerçekleşir. Değişken relüktanslı step motorların rotorları sabit mıknatıslılara göre daha küçük ve hafif olması onları daha hızlı yapar. Değişken relüktanslı step motorlarda stator dişleri ile rotor dişleri arasındaki boşluk ne kadar az olursa, oluşan manyetik kuvvetin aradaki hava boşluğundan dolayı uğrayacağı kayıp da o kadar düşük olur.



Resim-30

c) Hibrit Step Motorlar

Hibrit step motorlar adım kararlılığı, tork ve hız bakımından daha iyi bir performansa sahip olduklarından sabit mıknatıslı step motorlara göre daha pahalıdır. Tipik hibrit step motorlarının adım açıları $3,6^\circ$ ile $0,9^\circ$ aralığındadır. Hibrit step motorlar, sabit mıknatıslı step motorların ve değişken relüktanslı step motorların en iyi yanlarını bir araya toplar. Rotor değişken relüktanslılarda olduğu gibi çok dişlidir ve şaftı etrafında eksensel olarak manyetize olmuş eş merkezli bir mıknatıs içerir. Rotor etrafındaki dişler, hava boşluğu içinde manyetik akımın istenilen pozisyona gelebilmesi için daha iyi bir yol sağlar. Böylece hibrit step motorlarda, değişken relüktanslı ve sabit mıknatıslı tiplere tutunma ve dinamik tork daha yüksek olur.



Resim-31

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

2)Elektriksel Aktüatörler:

2.2)AC Motorlar

AC motorlar düzenli aralıklarla yön değiştiren akımlarla çalışırlar (AC akım). DC motorlara göre hız kontrolleri oldukça zordur. Bu yüzden çeşitli frekans sürücüleri ile bütünleşmiş olabilirler.

1)Asenkron (İndüksiyon) Motoru

2)Senkron Motor

3)Lineer Motor olmak üzere 3 grupta incelenebilir. Gerek AC akımı depolama zorluğu gerekse motorların büyüklükleri nedeniyle robotik ve özellikle mobil robotik uygulamalarda tercih edilmezler. Genelde endüstride kullanılırlar.

Aktüatörlerin Sınıflandırılması

**Redüktör nedir? Neden ihtiyaç duyulur?
Araştırınız...**

Yararlanılan Kaynaklar

- <http://www.inverter-plc.net/sens%C3%B6rler/sens%C3%B6r.html> (Resim-1)
- <http://www.electrical-knowhow.com/2012/05/classification-of-electric-motors.html> (Resim-2), (Resim-3), (Resim-4), (Resim-5), (Resim-6), (Resim-7), (Resim-9), (Resim-10), (Resim-11), (Resim-12), (Resim-13), (Resim-14), (Resim-15)
- http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Electric_motor.gif (Resim-8)
- <http://www.butunsinavlar.com/fircasiz-dc-motorlar.html> (Resim-16) , (Resim-18)
- <http://www.nkfu.com/yildiz-ucgen-baglanti-semalari/> (Resim-17)
- <http://timak.balikesir.edu.tr/pdf2012/TMK24.pdf> (Resim-19), (Resim-20), (Resim-21)
- http://www.robotiksistem.com/step_motor_cesitleri.html (Resim-29), (Resim-30), (Resim-31)
- <http://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/step-motorlar/4403#ad-image-0> (Resim-28)
- AKINSOFT Robotik Laboratuvarı (Resim-22), (Resim-23),(Resim-24),(Resim-25),(Resim-26), (Resim-27)