

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK- ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**STEP VE SERVO MOTORLAR
522EE0096**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. STEP-SERVO MOTORLAR.....	3
1.1. Step Motorlar (Adım Motorları)	3
1.1.1. Tipik Yapısı	4
1.1.2. Çalışma Prensibi	5
1.1.3. Step Motorlarda Karşılaşılan Terimler	5
1.1.4. Step Motorun Çeşitleri.....	7
1.1.5. Adım Motorlarına Ait Önemli Parametreler.....	10
1.1.6. Adım Motorlarının Uyarımı	11
1.2. Servo Motorlar	12
1.2.1. Servo Motor Çeşitleri	13
UYGULAMA FAALİYETİ	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	21
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	23
2. STEP-SERVO MOTORLARIN DENETİMİ	23
2.1. Step Motorların Denetimi	23
2.1.1. Açık Döngü Denetim.....	23
2.1.2. Kapalı Döngü Denetimi.....	24
2.2. Adım Motoru Sürücü Sistemleri	25
2.2.1. Lojik Sıralayıcı	25
2.2.2. Sürücü Devre	26
2.2.3. Step Motorlarda Uyarım Metotları	28
2.2.4. Step Motor Kontrol ve Sürücü Devresi	28
2.2.5. Step Motorların Bakım-Onarımı.....	30
2.2.6. Çeşitli Step Motorlar.....	31
2.2. Servo Motor ve Sürücü Devre Elemanları	32
2.3.1. Servo Motorların Bakım-Onarımı	34
UYGULAMA FAALİYETİ	36
MODÜL DEĞERLENDİRME	37
CEVAP ANAHTARLARI	40
ÖNERİLEN KAYNAKLAR.....	41
KAYNAKÇA	42

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0096
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Elektrikli Ev Aletleri
MODÜLÜN ADI	Step ve Servo Motorlar
MODÜLÜN TANIMI	Elektrikli ev aletlerinde kullanılan step-servo elektrik motorları hakkında temel bilgi ve becerilerin kazanıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Alan ortak modülleri almış olması gerekir.
YETERLİK	Step-Servo motor çeşitlerini ve sürücü bağlantılarını yapmak.
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında elektrikli ev aletlerinde bulunan step-servo motorlar ve çeşitlerini tanıyarak montaj, arıza, kısa bakım işlemlerini tekniğine uygun olarak yapacak ve bunların kontrolünü sağlayabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Elektrikli ev aletlerinde kullanılan step-servo motor çeşitlerini tanıyacaksınız.2. Elektrikli ev aletlerinde kullanılan step-servo motorların çalıştırılması, sürücü devreleri ve kısa bakım, montajını yapacaksınız.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam Elektrikli ev aletleri atölyesi, teknik servis, fabrika, atölye ve üretim bantları. Donanım Takım çantası, ölçü aletleri step ve servo motor sürücü devreleri, elektrikli ev aletleri katalogları, elektrik motorları deney setleri, elektrik motorları ile ilgili kataloglar, projeksiyon ve bilgisayar.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Her faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen; modül sonunda sizin üzerinizde ölçme aracı uygulayacak, modül ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Açısal konumu adımlar hâlinde değiştiren, çok hassas sinyallerle sürülen motorlara adım motorları denir. Adından da anlaşılacağı gibi adım motorları, belirli adımlarla hareket eder. Bu adımlar, motorun sargılarına uygun sinyaller gönderilerek kontrol edilir. Herhangi bir uyarımda motorun yapacağı hareketin ne kadar olacağı motorun adım açısına bağlıdır. Adım açısı, motorun yapısına bağlı olarak 90° , 45° , 18° , 7.5° , 1.8° veya daha değişik açılarda olabilir. Motora uygulanacak sinyallerin frekansı değiştirilerek motorun hızı kontrol edilebilir. Adım motorlarının dönüş yönü, uygulanan sinyallerin sırası değiştirilerek saat ibresi yönü (CW) veya saat ibresinin tersi yönünde (CCW) olabilir.



Adım motorlarının hangi yöne doğru döneceği, devir sayısı, dönüş hızı gibi değerler mikroişlemci veya bilgisayar yardımı ile kontrol edilebilir. Sonuç olarak adım motorlarının hızı, dönüş yönü ve konumu her zaman bilinmektedir. Bu özelliklerinden dolayı adım motorları çok hassas konum kontrolü istenen yerlerde çok kullanılır. Adım motorlarının kullanıldıkları yerlere örnek olarak endüstriyel kontrol teknolojisi içerisinde bulunan bazı sistemler, robot sistemleri, takım tezgâhlarının ayarlama ve ölçmeleri verilebilir. Ayrıca adım motorları

konumlandırma sistemlerinde, büro makineleri, klimalar ve teknolojisi alanında da kullanma alanı bulmaktadır.

Servo motorlar; 1 d/dk.lık hız bölgelerinin altında bile kararlı çalışan, hız - moment kontrolü yapan yardımcı motorlara veya akımın bilezikler (motor miline yalıtılarak takılan halkalar) üzerinden devresini tamamlayan motorlardır.

Servo motorlar, yardımcı amaçlı motorlardır. Asıl iş makineleri gibi çalışmazlar. Servo motorların anma güçleri, yaklaşık 5 kw kadardır. Bunların beslenmesi bir elektronik devre üzerine yapılır. Servo motorlar fırçalı ve fırçasız olmak üzere iki tipte de yapılır.

Servo motorların kullanım alanları; sabit ve otomatik klimalar, fanlar, otomatik kapı, laboratuvar ekipmanları, paketleme sistemleri, pompalar, vana sürücüleri, dikiş makineleri, kaynak makineleridir.



ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Elektrikli ev aletlerinde kullanılan step-servo motorların tanımını, yapısını, çeşitlerini ve kullanım alanlarını bilir.

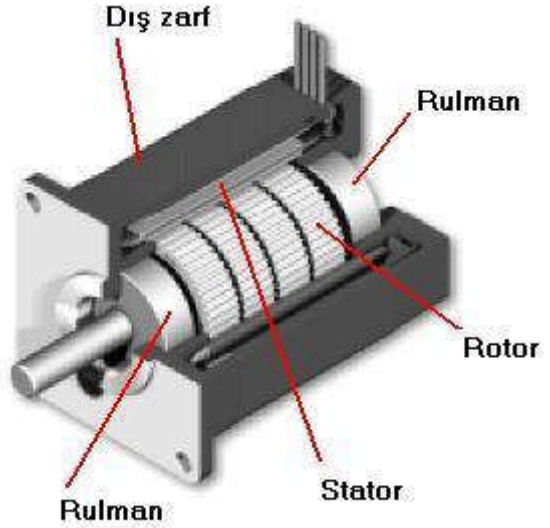
ARAŞTIRMA

- Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar aşağıdadır. Evinizde, atölyenizde bulunan elektrikli ev aletlerini inceleyerek bunlarda kullanılan motor ve bu motorların tiplerini tespit ederek tanımaya çalışınız.
- Elektrikli ev aletlerinde kullanılan step-servo motorları ve bunların yapılarını, bağlantı şekilleri, çalışma gerilimleri ve çalışma şartları ile ilgili bilgileri katalog ve cihaz bilgilerinden faydalanarak öğreniniz.

1. STEP-SERVO MOTORLAR

1.1. Step Motorlar (Adım Motorları)

Step motor nedir? Step motor, elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren elektromekanik bir cihazdır. Elektrik enerjisi alındığında rotor ve buna bağlı şaft, sabit açısız birimlerde (step-adım) dönmeye başlar. Step motorlar, çok yüksek hızlı anahtarlama özelliğine sahip bir sürücüye bağlıdır (step motor sürücüsü). Bu sürücü, bir encoder veya PLC'den giriş palsları alır. Alınan her giriş palsında, motor bir adım ilerler. Step motorları, bir motor turundaki adım sayısı ile anılır. Örnek olarak 400 adımlık bir step motor, bir tam dönüşünde (tur) 400 adım yapar. Bu durumda bir adımın açısı $360/400 = 0.9$ derecedir. Bu değer, step motorun hassasiyetinin bir göstergesidir. Bir devirdeki adım sayısı yükseldikçe step motor hassasiyeti ve dolayısı ile maliyeti artar.



Step motorlar, yarım adım modunda çalıştıklarında hassasiyetleri daha da artar. Örnek olarak 400 adım/tur değerindeki bir step motor, yarım adım modunda tur başına 800 adım yapar. Bu da 0.9 dereceye oranla daha hassas olan 0.045 derecelik bir adım açısı anlamına gelir. Bazı step motorlarda mikro step tekniği ile adım açılarının daha da azaltılması söz

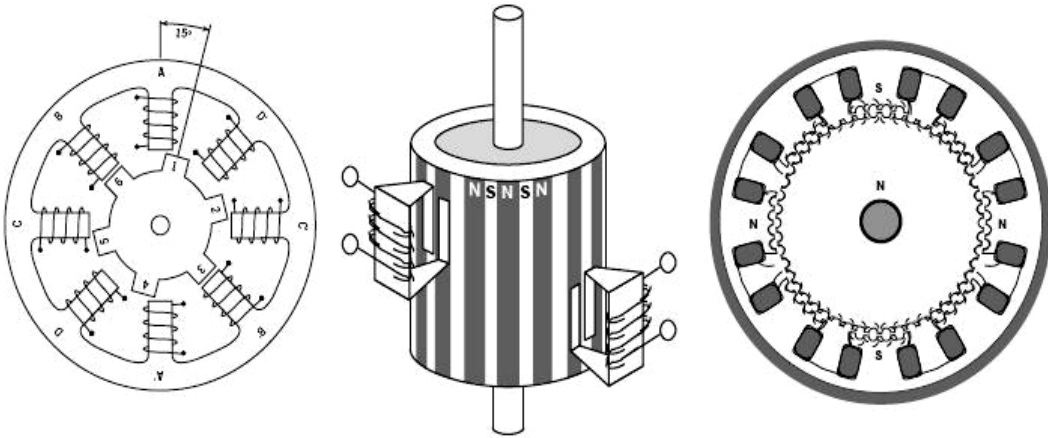
konusudur. Ancak tork kayıpları nedeni ile bu kullanım şekli etiketleme makineleri için pek uygun değildir. Step motorun adım açısı ile birlikte step motordan tahrik alan çekme silindirinin çapı, etiketleme hassasiyetini belirler. Yüksek hızlarda hassas bir etiketleme yapabilmek için bu değerlerin en uygun kombinasyonu gerekmektedir.

Adım motorlarının bu kadar çok kullanılma alanı bulmasının nedeni, bu motorların bazı avantajlara sahip olmasıdır. Bu avantajlar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Geri beslemeye ihtiyaç göstermezler. Açık döngülü olarak kontrol edilebilirler.
- Motorun hareketlerinde konum hatası yoktur.
- Sayısal olarak kontrol edilebildiklerinden bilgisayar veya mikroişlemci gibi elemanlarla kontrol edilebilirler.
- Mekanik yapısı basit olduğundan bakım gerektirmezler.
- Herhangi bir hasara yol açmadan defalarca çalıştırılabilirler.
- Adım motorlarının bu avantajları yanında bazı dezavantajları da aşağıdaki şekilde sıralanabilir:
- Adım açıları sabit olduğundan hareketleri sürekli değil darbelidir.
- Sürtünme kaynaklı yükler, açık döngülü kontrolde konum hatası meydana getirirler.
- Elde edilebilecek güç ve moment sınırlıdır.

1.1.1. Tipik Yapısı

Step motor statorunun birçok kutbu (genellikle sekiz) vardır. Bunların polaritesi elektronik anahtarlar yardımıyla değiştirilir. Anahtarlama sonucunda statorun ortalama güney ve kuzey kutupları döndürülmektedir. Rotorun güney kutbu, statorun kuzey kutbu sıralıdır. Rotorun mıknatıslığı, bir sürekli mıknatıs veya dış uyarım metotlarıyla oluşturulabilir. Bu arada sürekli mıknatıs oluşacaktır. Adımları (stepler) vasıtasıyla ortalama stator alanı döner ve rotor da bunu benzer (adımlar) stepler arasında takip eder. Daha iyi bir seçicilik elde etmek için rotor ve stator üzerine küçük dişler yapılmaktadır. Bu dişler birbirleriyle temas etmemelidir.

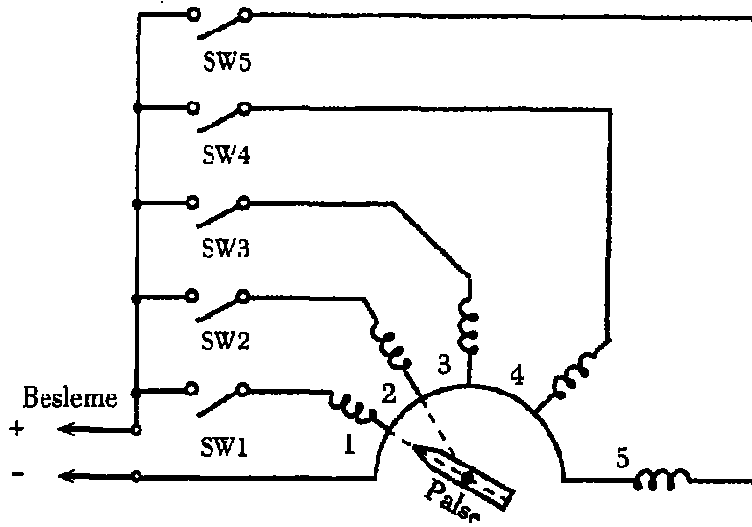


Şekil 1.1: Step motor yapıları (Stator ve rotorları tek parça ve üzerine yapılmış dişlilerden oluşan motorlar).

1.1.2. Çalışma Prensibi

Step motora giriş pals uygulandığı zaman, belli bir miktar döner ve durur. Bu dönme miktarı, motorun yapısına göre belli bir açı ile sınırlandırılmıştır. Step motorda rotorun dönmesi, girişe uygulanan pals adedine bağlı olarak değişir. Girişe tek bir pals verildiğinde rotor, tek bir adım hareket eder ve durur. Daha fazla pals uygulanınca pals adedi kadar adım hareket eder.

Bütün step motorlarının çalışma prensibi bu şekildedir.



Şekil 1.2: Step motorun prensip şeması

Step motor, bir daire içinde elektromanyetik alanların dönüşü ile ifade edilebilir. Şekil 1.2'deki 1 nu.lu anahtar kapandığı zaman sabit mıknatıs kendiliğinden 1. elektromanyetik alan ile aynı hizaya gelecektir. Bundan sonra 1 nu.lu anahtar açılıp, 2 nu.lu anahtar kapatılırsa sabit mıknatıs 2. elektromanyetik alanın karşısına gelecektir. Bu olaylar sırasıyla tekrarlanırsa daimi (sabit) mıknatıs, yani rotor bir daire içinde düzgün şekilde döner.

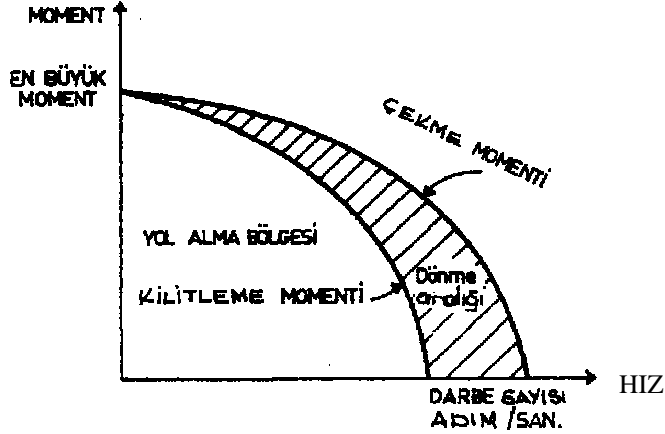
1.1.3. Step Motorlarda Karşılaşılan Terimler

- **Step Açısı (SA):** Bu, derece cinsinden açısal bir dönme olup, sargı polaritesinin her bir değişiminde mil döner. Bu, tek bir giriş darbesi ile sağlanır. Derece / step veya sadece derece olarak ifade edilir.
- **Dönme Başına Step (SPR):** Bu 360°'lik bir tam dönme için gerekli olan toplam step sayısını gösterir.
$$SPR = 360^\circ / SA$$
- **Saniye Başına Step (SPS):** Motorun gittiği 1 saniyedeki açısal step sayısı, A.C. ve D.C. motorların dakika başına dönme hızı ile karşılaştırılabilir.
- **Step Doğruluğu:** Bu, pozisyon doğruluğu hassasiyeti olup genellikle tek step açısının yüzdesi olarak ifade edilir.

- **Artık Tork(Moment):** Bu tork, güç uygulanmazken durma durumunda vardır. Sadece sürekli mıknatıslı (permanet-magnet) rotor türündeki motorlarda görülür.
- **Step Cevabı:** Bu tek bir step yardımıyla motor hareket ettirmek için geçen zamanda, motor torkunun atalet oranının ve sürücü devre karakteristiğinin bir fonksiyonudur.
- **Tork (Moment) - Atalet Oranı (TIR):** Bir step motor için yararlılığın tanımıdır. Yüksek TIR, daha iyi step cevabı şöyle olmalıdır:

$$TIR = \frac{\text{Tutma Torku}}{\text{Rotor Ataleti}} \text{ (1/sn.)}$$

- **Tutma Torku (momenti):** Oransal güç uygulandığında ve sıfır hızda (durma durumu) motor mili, tutma torku etkisindedir. Motor mili, elle döndürülmeye çalışılırsa manyetik alan dönmeye karşı koyacaktır. Ancak mile dışarıdan çok küçük bir tork uygulandığında tutma pozisyonu terk edilecektir.
- **Dinamik Tork (Moment):** Düşük hızda çalıştırılırsa bile bir step motorun geliştirebileceği dinamik tork, her zaman için tutma torkundan daha düşüktür. Örneğin 50 step/sn. hızda sürtünme kuvvetini ve toplam yük ataletini kırarak dinamik tork, yaklaşık olarak tutma torkunun %80'i kadardır. Hız arttıkça tork, şekil 1.3'teki gibi azalır.



Şekil 1 3: Step motor moment — hız karakteristiği

Bu azalmanın sebebi, stator sargılarının endüktif olmasıdır. Bu sargılara uygun D.C. kaynağı bağlandığı zaman akım, nominal değerine doğru geçici olarak artar. Sargılar çok hızlı olarak açılıp kapatılırsa nominal akıma hiçbir zaman ulaşamaz ve bu sebeple motor, düşük hız torkundan daha düşük tork geliştirir. Anahtarlama hızının artırılması, ortalama akımı ve torku daha da azaltacaktır.

- **Sürücü Devresi:** Bu ifade elektronikte motor kontrolü için tanımlanmış genel bir terimdir. Genellikle bir güç kaynağı, ardışık lojik ve güç anahtarlama gibi bölümlerden meydana gelir.

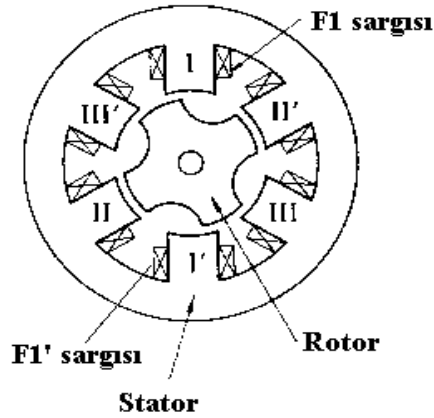
1.1.4. Step Motorun Çeşitleri

- Değişken relüktanslı step motorlar (VR-DR)
 - Tek parçalı,
 - Çok parçalı
- Sabit mıknatıslı step motorlar (PM)
- Hybrid step motorlar

Not: Uygulamada en çok değişken relüktanslı ve sabit mıknatıslı step motorlar kullanılmaktadır.

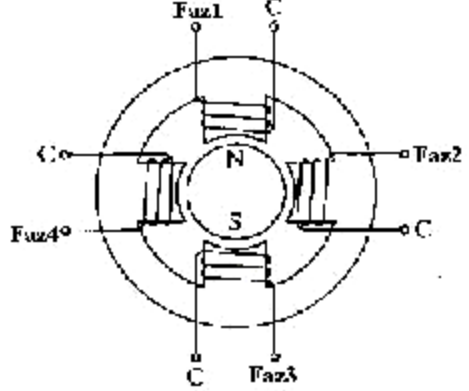
1.1.4.1. Değişken Relüktanslı (Dr) Adım Motoru

Değişken relüktanslı adım motoru, en temel adım motoru tipidir. Bu motorun temel prensiplerinin daha iyi anlaşılabilmesi için kesit görünüşü şekil 1.4'te gösterilmiştir. Bu üç fazlı motorun 6 adet stator kutbu vardır. Birbirine 180° açılı olan herhangi iki stator kutbu aynı faz altındadır. Bunun anlamı, karşılıklı kutupların üzerindeki sargıların seri veya paralel olması demektir. Rotor, 4 adet kutba sahiptir. Stator ve rotor nüveleri, genellikle ince tabakalı silisli çelikten yapılır. Düşük manyeto motor kuvveti uygulansa bile stator ve rotor malzemeleri yüksek geçirgenlikli ve içlerinden yüksek manyetik akı geçecek kapasitede olmalıdır.



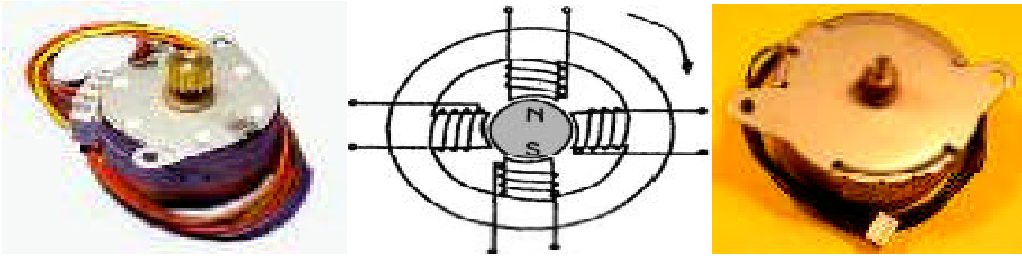
1.1.4.2. Sabit Mıknatıslı (Sm) Adım Motorları

Rotorunda sabit mıknatıs kullanılan adım motoruna sürekli mıknatıslı adım motoru adı verilir. 4-fazlı bir SM adım motorunun bir örneği şekil 1.5'te gösterilmiştir. Silindirik sabit mıknatıs rotor gibi çalışır, etrafında ise her biri üzerine sargılar sarılı olan 4 adet kutbun bulunduğu stator vardır. Burada C ile adlandırılan terminal, her bir fazın birer uçlarının birleştirilerek güç kaynağının pozitif ucuna bağlandığı ortak uçtur. Eğer fazlar faz 1, faz 2, faz 3, faz 4 sırasıyla uyarılırsa rotor, saat ibresi yönünde (CW) hareket edecektir. Bu motorda adım açısının 90° olduğu açıkça görülmektedir.



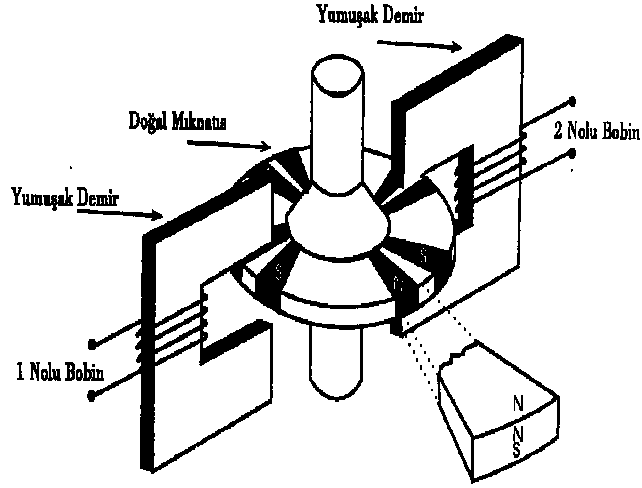
Şekil 1.5: Fazlı SM adım motoru

Motorda sargılar birbirinden bağımsızdır. Kare dalga biçimindeki sinyaller hangi bobine ya da bobinlere uygulanırsa rotor sargısının yanına doğru çekilir.



Şekil 1.6: Dört bobinli, dört kutuplu, doğal mıknatıs rotorlu adım motorunun yapısı

Disk biçiminde doğal mıknatıs rotorlu hafif tip (PM) adım motorların yapısı şekil 1.7'de yapısı görülen bu adım motorlar, adım açısını küçültmek, ağırlığı azaltmak için geliştirilmiştir. Bu motorlar da disk manyetik olmayan bir maddeden yapılmıştır. Doğal mıknatıslar ise bu disk üzerine bir N kutbu ve bir S kutbu oluşturacak biçimde sıralanmıştır.

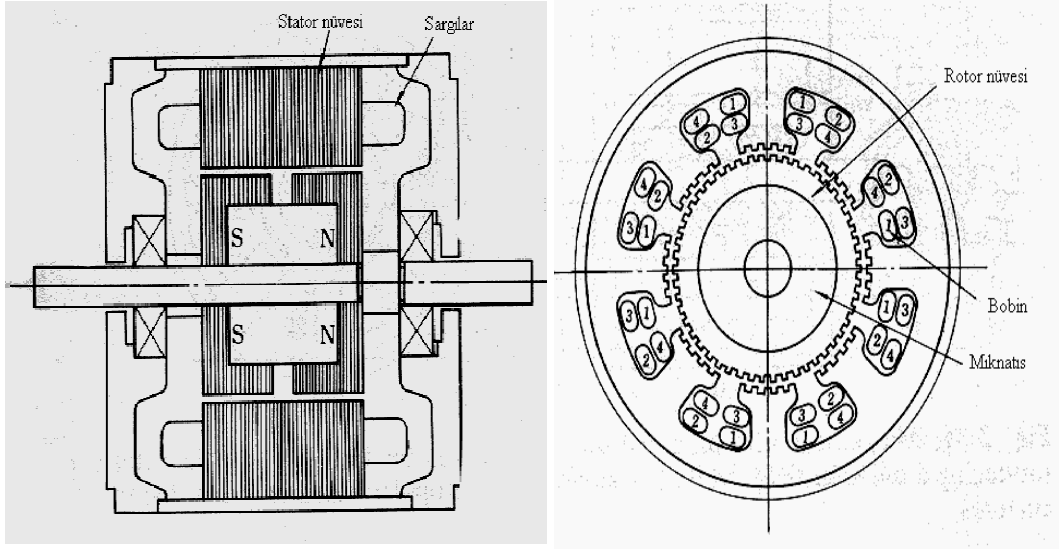


Şekil 1.7: Disk rotorlu adım motorun yapısı

1.1.4.3. Karışık Yapılı (Hybrid) Adım Motoru

Rotorunda sabit mıknatıs bulunan bir diğer adım motoru da karışık yapılı adım motorudur. Hybrid kelimesi, motorun sabit mıknatıslı ve değişken relüktanslı motorların prensiplerinin birleşmesinden dolayı verilmiştir. Günümüzde çok geniş bir kullanım alanına sahip olan hybrid adım motorunun yapısı, Şekil 1.8'de verilmiştir. Statorun nüve yapısı değişken relüktanslı adım motorunun aynısı veya çok benzeridir. Fakat sargıların bağlantısı, değişken relüktanslı motorunkinden farklıdır. Değişken relüktanslı adım motorunda bir kutupta bir fazın iki sargısından sadece bir tanesi sarılmış iken, 4 fazlı karışık yapılı adım motorunda iki farklı fazın sargıları aynı kutupta sarılmıştır. Bundan dolayı bir kutup sadece bir fazın altında değildir. Karışık yapılı adım motorlarında moment, diş yapılarındaki hava aralıklarının manyetik alanlarının etkileşimi ile oluşturulur. Bu tip motorlarda sürekli mıknatıs, sürücü kuvveti oluşturmak için önemli rol oynamaktadır. Fakat karışık yapılı adım motorundaki rotor ve stator dişlerinin küçük adım açıları elde etmek için dizayn edildiği bilinmelidir.

Bu motorun hem rotoru hem statoru çıkıntı şeklindeki dişlere sahiptir. Rotor, yumuşak demirden yapılmıştır. Bu sayede statordaki sargılarda oluşan manyetik alan, kendisine en yakın rotor dişlilerini çekerek dönüşü sağlamaktadır. Hybrid tipi adım motorların dönüş derecesi $1,8^\circ$ gibi çok küçük değerlere indirilebilmektedir.



Şekil 1.8: Karışık yapılı (hybrid) adım motorunun yapısı

1.1.5. Adım Motorlarına Ait Önemli Parametreler

➤ Çözünürlük

Çözünürlük; bir devirdeki adım sayısı veya dönen motorlar için adım açısı (derece), lineer motorlar için ise adım uzunluğu (mm) olarak tanımlanır. Bu sabit değer, üretim sırasında tespit edilen bir büyüklüktür. Bir adım motorunun adım büyüklüğü, çeşitli kontrol düzenleri ile değiştirilebilir. Yarım adım çalışmada adım büyüklüğü normal değerinin (çözünürlüğünün) yarısına indirilir.

➤ Doğruluk

Bir adım motorunun adım konumu, tasarım ve üretim sırasında bir araya getirilen birçok parçanın boyutları ile belirlenir. Bu parçaların boyutlarındaki toleranslar ve dahili sürtünmeler, adımların nominal denge konumlarında da toleranslara neden olur. Bu durum, adım motorunun doğruluğu olarak isimlendirilir ve belli bir konumdaki maksimum açısal hatanın nominal tek adım değerinin yüzdesi olarak ifade edilmiş hâlidir. Klasik adım motorlarında bu hata % 1 ile % 5 arasında değişmektedir. Sürtünme momenti veya kuvveti nedeniyle oluşan konum hataları bu doğrulukla ilgisi olmayan, daha az veya çok olabilen rastgele hatalardır. Ancak her iki tip hata toplanarak sistemin toplam hatası elde edilir.

➤ Tutma Momenti

Tutma momenti, bir adım motorunun en temel moment karakteristiğidir. Tutma momenti eğrisi, motorun ürettiği tutma momentinin rotor konumuna bağlı olarak değişimini veren eğridir. Eğrinin merkezi motorun bir fazının uyarılmış olduğu durumda rotorun kararlı adım konumuna karşılık düşer. Bu eğri, rotor adım pozisyonundan uzaklaştırılırsa motorda indüklenecek olan ve rotoru sıfır momentli adım pozisyonuna geri getirmeye çalışan momentin (tutma momenti) yönünü ve miktarını verir. Tutma momenti eğrisi, motorun tüm rotor konumları ve statik uyarma koşullarındaki ani momentini tam olarak tanımlamak için

gereklidir. Diğer moment karakteristikleri (statik ve dinamik), bu eğri baz alınarak elde edilebilir.

➤ Tek Adım Tepkisi

Motor fazlarından biri uyarılmış durumdaysa motor, kararlı bir adım konumundadır. Bu fazın uyarılması kesilip yeni bir faz uyarılırsa motor bir adım atacaktır. Rotor konumunun zamana göre bu değişimi, tek adım tepkisi olarak tanımlanır. Tek adım tepkisi; motorun adım hareketinin hızını, tepkinin aşım ve salınım miktarını, adım açısının hassaslığını veren önemli bir karakteristiktir. Adım motorlarından maksimum performans elde edebilmek için tek adım tepkisindeki aşım ve salınımların azaltılması ve yerleşme zamanının kısaltılması gerekmektedir. Bu nedenle tek adım tepkisinin iyileştirilmesi, adım motorlarının kontrolünde çok büyük öneme sahiptir.

1.1.6. Adım Motorlarının Uyarımı

➤ Tek-Faz Uyarımı

Motor sargılarının sadece birinin uyarıldığı uyarım cinsine **tek-faz uyarımı** adı verilir. Çizelge 1.1’de 4-fazlı adım motoru için tek-faz uyarım sırasındaki fazların durumu görülmektedir. Bu uyarım metodunda rotor, her bir uyarım sinyali için tam adımlık bir hareket yapmaktadır. Uyarım, dönüş yönüne bağlı olarak sıra ile yapılır. Burada fazların uyarım sırası saat ibresi yönündeki (CW) dönüş için F1, F2, F3, F4; saat ibresinin tersi yönü (CCW) için F4, F3, F2, F1 şeklindedir.

➤ İki-Faz Uyarım

Motor sargılarının ikisinin sıra ile aynı anda uyarıldığı uyarım cinsine **iki-faz uyarımı** adı verilir. Çizelge 1.2’ de 4-fazlı adım motoru için iki-faz uyarım sırasındaki fazların durumu görülmektedir. İki faz uyarımlıda rotorun geçici durum tepkisi tek-faz uyarımlıya göre daha hızlıdır. Fakat burada güç kaynağından çekilen güç iki katına çıkmaktadır.

Adım	R	1	2	3	4	5	6	7	8
Faz 1	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>
Faz 2		<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>			
Faz 3			<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		
Faz 4				<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>	

Çizelge 1.1: Tek-faz uyarımın faz uyarım sıralaması

Adım	R	1	2	3	4	5	6	7	8
Faz 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>
Faz 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Faz 3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Faz 4	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Çizelge 1.2: İki-faz uyarımın faz uyarım sıralaması

➤ Karma Uyarım

Bu uyarım yönteminde tek-faz uyarımı ile iki-faz uyarımı art arda uygulanır. Burada rotor, her bir uyarım sinyali için yarım adımlık bir hareket yapmaktadır. Çizelge 1.3' te fazların uyarım sırası görülmektedir. Bu uyarım metodunda, adım açısı yarıya düştüğünden adım sayısı iki katına çıkmaktadır.

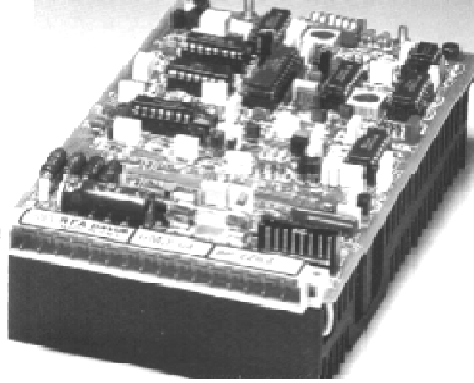
Adım	R	1	2	3	4	5	6	7	8
Faz 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Faz 2		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Faz 3				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Faz 4						<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Çizelge 1.3: Yarım adım (karma) uyarımın faz uyarım sıralaması

1.2. Servo Motorlar

1 devir/dakikalık hız bölgelerinin altında bile kararlı çalışabilen, hız ve moment kontrolü yapan yardımcı motorlardır. Örneğin hassas takım tezgâhlarında ilerleme hareketleri için genellikle servo motorlar kullanılır.

Servo motorların AC ile çalışan modelleri fırçasız, DC ile çalışan modelleri ise fırçalıdır. Bunlar, elektronik yapıli sürücü/programlayıcı devrelerle birlikte kullanılır. Günümüzde yapılan servo motor çalıştırma sürücüleri, Resim 1.1'de görüldüğü gibi tamamen mikroişlemci kontrollü ve dijital yapılidir.



Resim 1.1: Dijital yapılı adım motor sürücü devresi

Dijital kontrollü, hassas makinelerde çok tercih edilen servo motorların bazı özellikleri şu şekilde sıralanabilir:

- Döndürme momentleri yüksektir.
- Döndürme momentinin iki katına kadar olan değerlere kısa süreli olarak yüklenebilirler.
- Devir sayıları 1-10000 d/d arasındaki değerlerden herhangi birisine kolayca ayarlanabilirler.
- Çok sık aralıklı olarak hareket edebilirler. Yani dur-kalk yapma sayılarının çok olması motoru olumsuz etkilemez.
- Atalet (kalkış) momentleri küçük olduğundan verilen komutları gecikme olmadan algılar ve yerine getirirler.

1.2.1. Servo Motor Çeşitleri

1.2.1.1. AC Servo Motorlar

Bu tip servo motorlar, genellikle iki fazlı sincap kafesli indüksiyon tipi motorlardır. İki fazlı asenkron motorlar, büyük güçlü yapılmakla birlikte çoğunlukla otomatik kontrol sistemlerinde servo motorlar olarak kullanılmak amacı ile küçük güçlü yapılırlar. Fırça ve kolektör olmadığından arıza yapma ihtimalleri az, bakımları kolaydır. A.C. servo motorlar, iki fazlı ve üç fazlı olmak üzere iki tipte incelenir.

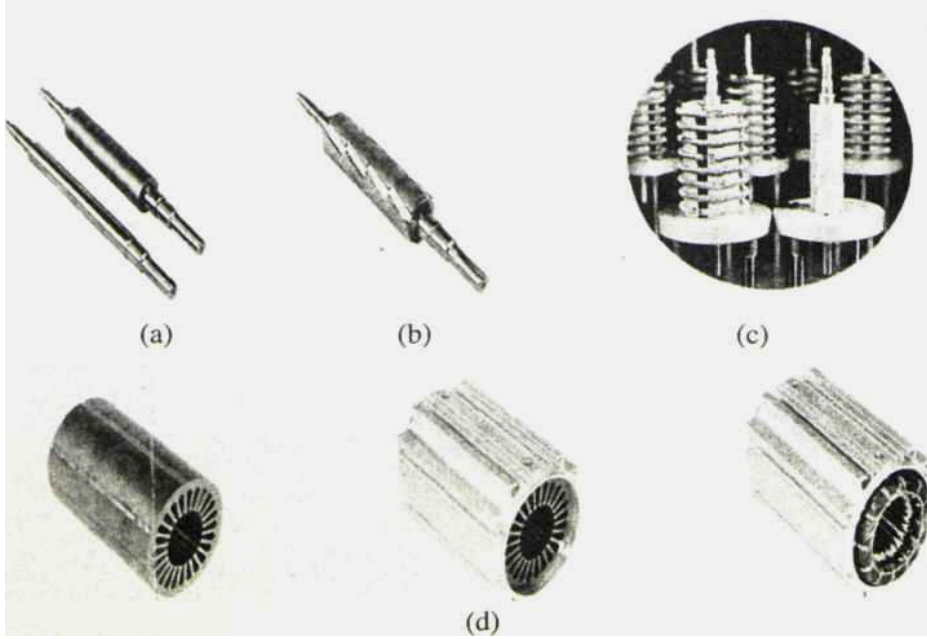
➤ A.C Servo Motorların Yapısı

İki fazlı servo motorun statorunda eksenleri arasında 90° lik elektriksel açı olan referans ve kontrol sargısı olmak üzere iki adet sargı vardır. Rotoru ise sincap kafesli sargı taşır, fakat yüksek dirence sahip olması gibi birtakım özellikler kazandırılmıştır.

A.C. servo motorlarında rotor devresi, oldukça yüksek dirence sahip olacak şekilde imal edilir. Bu işlem ya sincap kafes çubuklarında ya da çubukların bağlantı noktalarında yüksek dirençli maddeler kullanılarak yapılır.

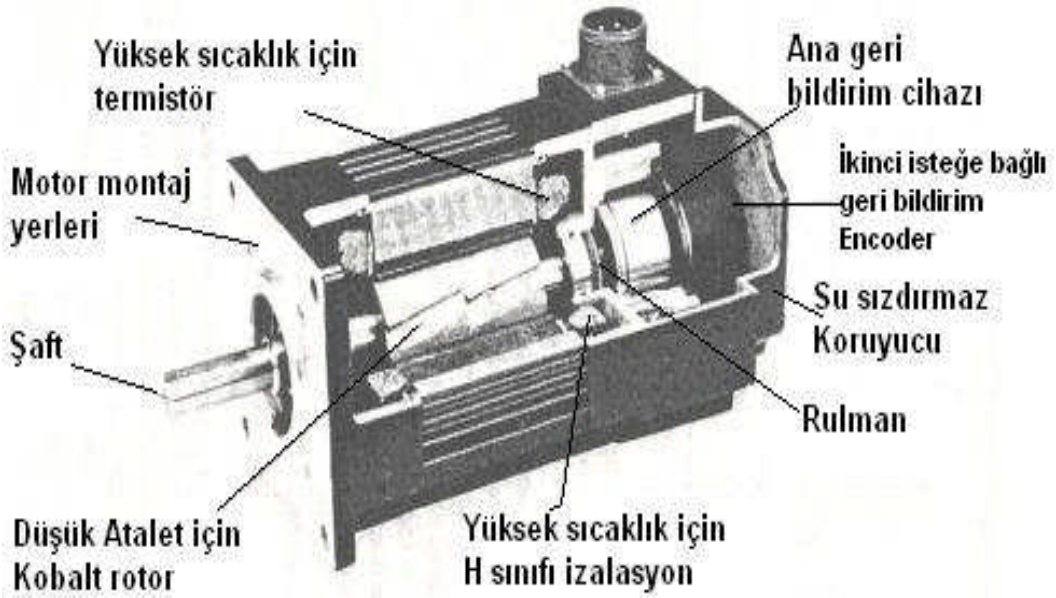
Resim 1.2.a'da brushless servo motorun rotoru, resim 1.2.b'de düşük momentlere karşı kobalt malzemenin kullanılması, resim 1.2.c'de yüksek ısı ile rotorun hazırlanılışı,

resim 1.2.d'de ise stator ve sargılarının montajı görülmektedir. Resim 1.3'te ise komple servo motor kesiti ve parçaları görülmektedir.



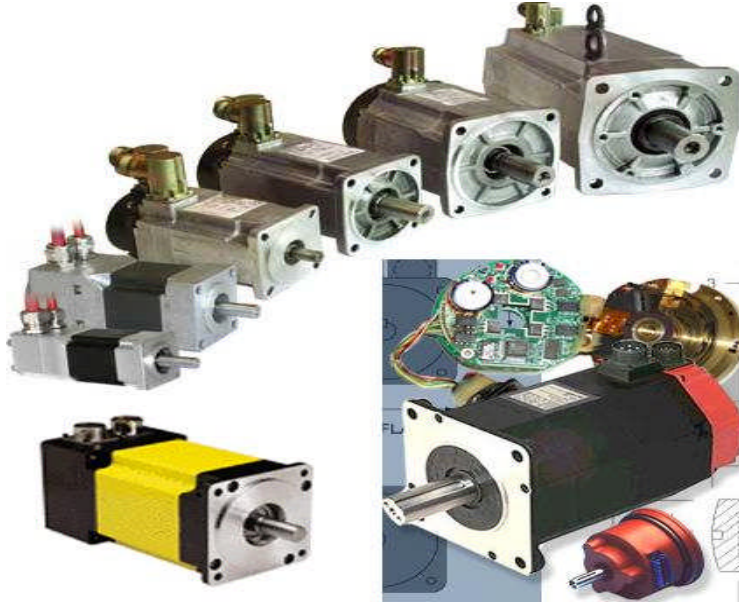
Resim 1.2: A.C servo motor stator ve rotorları

Büyük güçlü AC servo motorlar iki ya da üç fazlı olarak üretilmektedir. Bu tip motorların rotorları, doğal mıknatıslı ya da kısa devre çubuklu olmaktadır. İki ya da üç fazlı servo motorların çalışma prensibi, senkron ya da asenkron tip motorlara çok benzemektedir. Üç fazlı servo motorların hız kontrolü, pals frekans çevirici devresi üzerinden pals genişlik modülasyonu (PWM) devreleriyle yapılmaktadır. Küçük güçlü (1-10 W) AC servo motorlar ise minik boyutlu olarak iki faz ile çalışabilecek şekilde üretilir. Bunların iç yapısında aralarında, 90° elektriksel açı yapacak şekilde yerleştirilmiş iki bobin ve sincap kafesine benzer rotor vardır. Servo motorların rotorları, savrulma ve atalet momentlerinin küçük olabilmesi için uzun; çapları ise küçük yapılıdır. Stator sargılarına uygulanan gerilimlerin frekansı 50-60-400-1000 Hz olabilir.



Resim 1.3: Servo motor kesiti

İki fazlı servo motorların sargılarının biri referans, diğeri ise kontrol sargısı olarak da adlandırılır. Referans sargısına sabit değerli, sabit frekanslı alternatif akım uygulanır. Kontrol sargısına ise yükselteç devresinden gelen kontrol gerilimi verilir. Kontrol sargısına uygulanan akım, faz kaydırma devreleriyle 90° kaydırılarak uygulanır. İki sarımda oluşan manyetik alanlar sonucunda rotor döner.



Resim 1.4: Çeşitli servo motorlar

1.2.1.2. DC Servo Motorlar

D.C. servo motorlar, genel olarak bir D.C. motoru olup, motora gerekli D.C. akımı aşağıdaki metotlarla elde edilir.

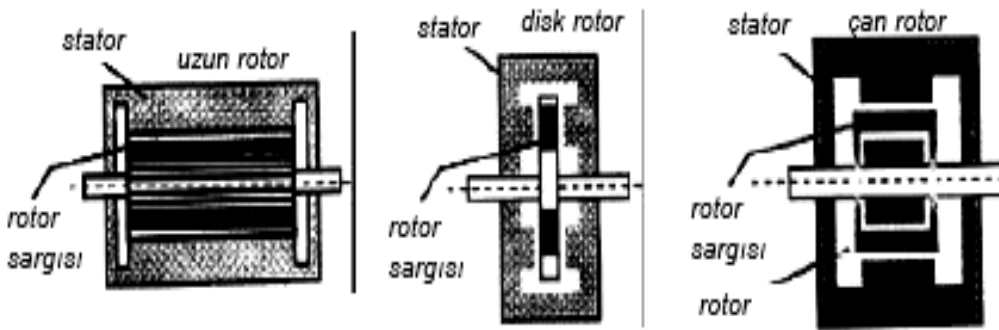
- Bir elektrik yükselteçten
- A.C. akımın doyumlu reaktörden geçirilmesinden
- A.C. akımın tristörden geçirilmesinden
- Amplidin, retotrol, regüleks gibi dönel yükselteçlerden elde edilir.

D.C servo motorlar, çok küçük güçlerden çok büyük güçlere kadar imal edilir (0,05 Hp'den 1000 Hp'ye kadar).

Bu motorlar, klasik D.C. motorlar gibi imal edilir. Bu motorlar, küçük yapıdır ve endüvileri (yükseklik/uzunluk/çap oranıyla) kutup ataleti momentini minimum yapacak şekilde tasarlanır.

Küçük çaplı ve genellikle içerisinde bir kompanzasyon sargısı olan kuvvetli manyetik alanlı, boyu uzun doğru akım motorlarına da **servo motor** denir.

DC servo motorlarda, sabit bir kutup manyetik alanı elde etmek için DC kaynak kullanılır. Endüviye ise değişken bir gerilim verilir. Bu iki gerilimin dolaştırdığı akımların oluşturduğu manyetik alanlar birbirini iterek dönüşü başlatır. DC servo motorların rotorları uzun, disk ve çan şeklinde olabilmektedir (şekil 1.9). Disk rotorlu servo motorlar, kısa ve hafif oldukları için robot mafsallarında hareket elemanı olarak kullanılabilir. İnce ve uzun rotorlu servo motorlarda ise boyutlar çok küçük olduğundan bunları her ortama monte etmek kolaydır. Çan tipi rotorlu servo motorlar ise 3000 d/d gibi yüksek hızlara çok çabuk ulaşabilme özelliğine sahiptir. Servo motorlar; dijital kontrollü makineler, pozisyon belirleme sistemleri, bilgisayar donanımları, bellekli makineler, askerî cihazlar, büro makineleri, alternatör devir ayar mekanizmaları vb. gibi yerlerde kullanılmaktadır.



Şekil 1.9: "Uzun", "disk", "çan" rotorlu DC servo motorların yapısı

Doğru akım servo motorlarında, yüksek bir dönme momenti ve aşın yüklenebilirlik elde etmek için özellikle şiddetli bir manyetik alan oluşturulmalıdır.

D.C servo motorun en büyük dönme momenti kısa çalışmalar sırasında ve en küçük devir sayısında yaklaşık anma dönme momentinin dört katıdır.

Özellikle hızlı tepkili servo motorlar için motorun milinde içerisinde demir bulunmayan doğru akım motorları kullanılır.

➤ **Yapısı**

Bu motorlar, klasik D.C motorlar gibi endüktör, endüvi, gövde, fırça ve kolektörlerden meydana gelir,

➤ **Çalışması**

Motorun dönme hareketli endüktör salgılarına uygulanan D.C. akımın oluşturduğu manyetik alan ile aynı D.C. akımının fırça ve kolektörden geçirilerek endüvi sargısına uygulanması sonucu oluşan endüvideki manyetik alanın etkisi sonucu meydana gelmektedir. Endüktördeki döner manyetik alanın etkisi, endüvideki alan nedeniyle endüvinin dönmesi sağlanır.

➤ **Özellikleri**

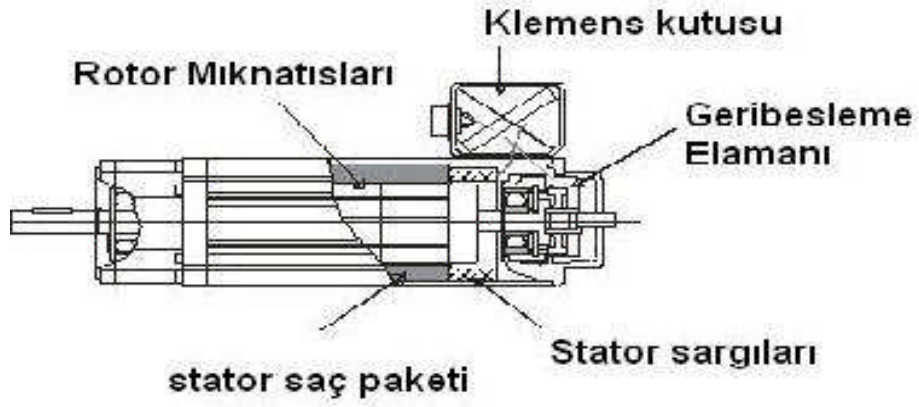
- Enerji kısımları, asıl motorlara göre daha az enerjiye ihtiyaç gösterir.
- Motor çapı, normal D.C. motorlara göre daha küçüktür.
- Servo motorların boyları uzundur.
- Rotorun dönme momenti rotor çapına bağlı olarak değişir. (boylarının uzun olmasının sebebi budur).
- Atalet momenti küçüktür.

➤ **Çeşitleri**

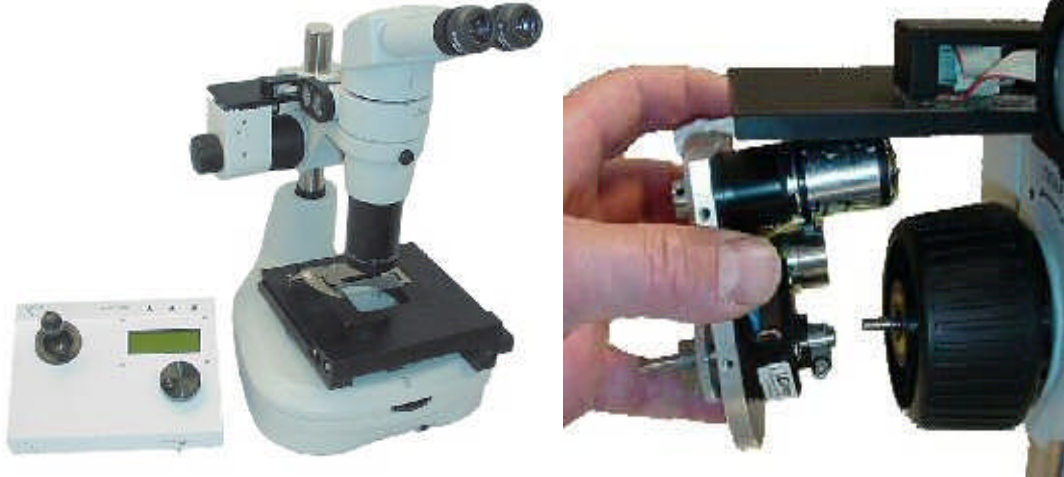
Servo motorlar, bir servo sistemde çalışırken ya endüvisi ya da kutuplan kontrol edilir. Kutuplar ya bu voltaj kaynağından ya da akım kaynağından beslenir. Her iki tür uygulama farklı bir hız-tork karakteristiğinin ortaya çıkmasına sebep olur. Resim 1.5,1.6,1.7 'de servo motor çeşitlerinden örnekler görülmektedir.

Endüstride daha çok dört tip servo motor kullanılır. Bunlar:

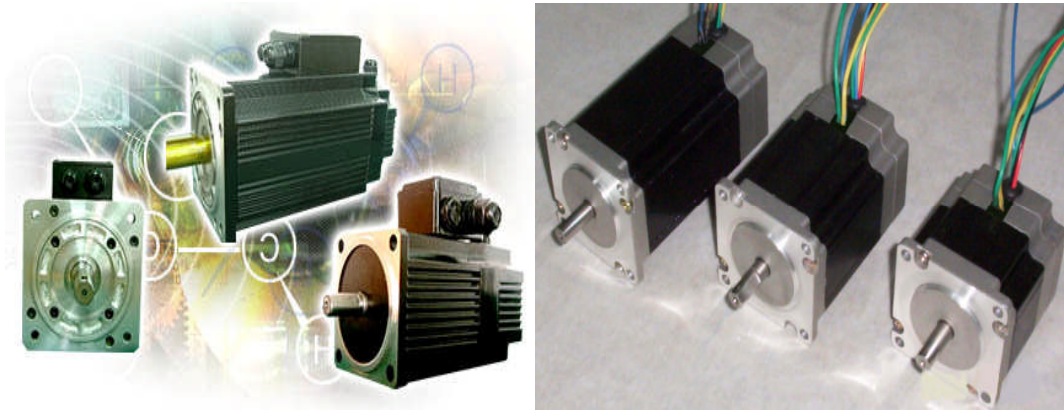
- Alan kontrollü servo motor
- Endüvi kontrollü servo motor
- Sabit mıknatıslı- endüvi kontrollü servo motor
- Seri ayırık alanlı servo motor



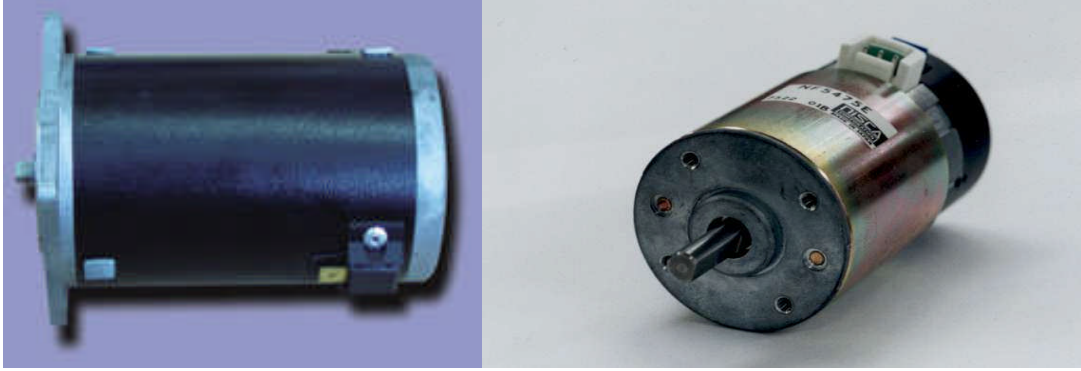
Fırçasız Servo motor Yapısı



Resim 1.5: D.C. Servo motor uygulama alanları



Resim 1.6: Fırçasız D.C servo motorlar örnekleri



Resim 1.7: Fırçalı D.C servo motor örnekleri

UYGULAMA FAALİYETİ

1 Fazlı step-servo motor seçimlerini yapabilmek.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ İncelemesini yapacak olduğunuz motorun tipini belirleyiniz.➤ Step ya da servo motor özelliğine göre uygun yaklaşımı belirleyiniz.➤ Step ve servo motorlar hakkında yeterli kadar bilgiye sahip olmadan motorlara ve sürücülerine dokunmayınız.➤ Bu motorların kullanım amaçlarını ve özelliklerinin diğer motorlardan farklı olduğunu biliniz.➤ Step ve servo motorların iki kısımdan meydana geldiğini biliniz (sürücü devresi-motor).	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışmalarınızı enerji altında yapmayınız.➤ Çalışmalarınızda kullanacağınız aletleri hazır bulundurunuz.➤ Aletlerde kullanılan motorların yapılarını ve özelliklerini iyi tanıyınız.➤ Step ve servo motorların birer sürücü devrelerinin olduğunu unutmayınız.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

FAALİYET ÖLÇME SORULARI

- Step ve servo motorları karşılaştırdınız.
- Step ve servo motorlar nasıl çalıştırılır? belirtiniz.
- Step motorlarda kullanılan terimler nelerdir?
- Servo motorların kullanım özellikleri nelerdir?
- Step ve servo motorların kullanım sıklığını araştırdınız.

KONTROL LİSTESİ

Modülün Adı: Konu Amaç	Elektrikli Ev Aletlerinde Kullanılan Step-Servo Motorlar Step-servo motorlarının yapısını ve kullanım alanlarını öğrenmek.	Modül Eğitimi Alanın: Adı ve Soyadı		
AÇIKLAMA: Bu faaliyeti gerçekleştirirken aşağıdaki kontrol listesini bir arkadaşınızın doldurmasını isteyiniz. Sadece ilgili alanı doldurunuz. Aşağıda listelenen davranışların her birinin arkadaşınız tarafından yapılıp yapılmadığını gözlemleyiniz. Eğer yapıldıysa “evet” kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz. Yapılmadıysa “hayır” kutucuğunun hizasına X işareti koyunuz.				
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			Evet	Hayır
1	İş önlüğünü giyip, gerekli güvenlik önlemlerini aldınız mı?			
2	Ortam temizliğini kontrol ettiniz mi?			
3	Kullanacak olduğunuz takımları hazırladınız mı?			
4	Kontrolünü yapacağınız elektrikli motorun yapısını biliyor musunuz?			
5	Motor tipini belirlediniz mi? (D.C-A.C step –servo, fırçalı,fırçasız)			
6	Step-servo motorun bağlantı uçlarına dikkat ettiniz mi?			
7	Motor sürücü devrelerini kontrol ettiniz mi?			
8	Motor kontrolünü elle yaptınız mı?			
9	Motor mekanik ve elektrik aksamının kontrollerini tamamladınız mı?			
10	Motor kontrolünü ölçü aletiyle yaptınız mı? (sargı ve kablo kontrolü)			
DÜŞÜNCELER				

DEĞERLENDİRME

Arkadaşınız kontrol listesindeki davranışları sırasıyla uygulayabilmelidir. Uygulayamadığı davranıştan diğer davranışa geçmek mümkün olmayacağından faaliyeti tekrar etmesini isteyiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Elektrikli ev aletlerinde kullanılan step-servo motorların çalıştırılması, sürücü devreleri ve kısa bakım, montajını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

Bu faaliyet öncesinde yapmanız gereken öncelikli araştırmalar aşağıdadır:

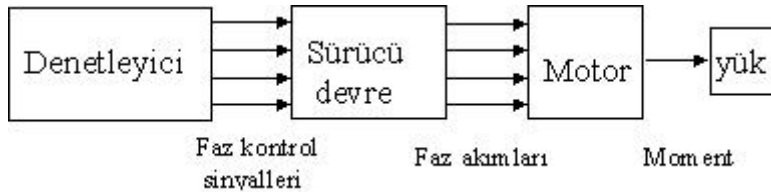
- Evinizde, atölyenizde bulunan elektrikli ev aletlerini inceleyerek bunlarda kullanılan motor ve bu motorların tiplerini tespit ederek bakım ve onarımları hakkında bilgi toplayınız.
- Step-servo motorlarda ne tür bakımlar yapılır? Araştırınız. Elektrikli ev aletlerinde kullanılan step-servo motorları ve bunların yapılarını, bağlantı şekilleri, çalışma gerilimleri ve çalışma şartları ile ilgili bilgileri katalog ve cihaz bilgilerinden faydalanarak öğreniniz.

2. STEP-SERVO MOTORLARIN DENETİMİ

2.1. Step Motorların Denetimi

2.1.1. Açık Döngü Denetim

Şekil 2.1’de açık döngü denetim için blok diyagramı görülmektedir. Sayısal kontrol sinyalleri, denetleyici tarafından üretilir ve sürücü devre tarafından yükseltilip adım motorunun sargılarına uygulanır. Eğer denetleyici olarak mikroişlemci veya bilgisayar kullanılırsa bu elemanların getirdiği esnekliklerden dolayı aynı denetleyici ile farklı adım motorları kontrol edilebilir. Kontrol edilecek adım motorları 3, 4 veya daha farklı faz sayısına sahip olabilir. Ayrıca kullanılacak uyarım metodu için tek-fazlı, iki-fazlı veya yarım adım uyarımlarından herhangi biri seçilebilir. Bu uyarım metotlarından hangisinin kullanılacağı daha önce de açıklandığı gibi motorun kullanılacağı sisteme bağlıdır.

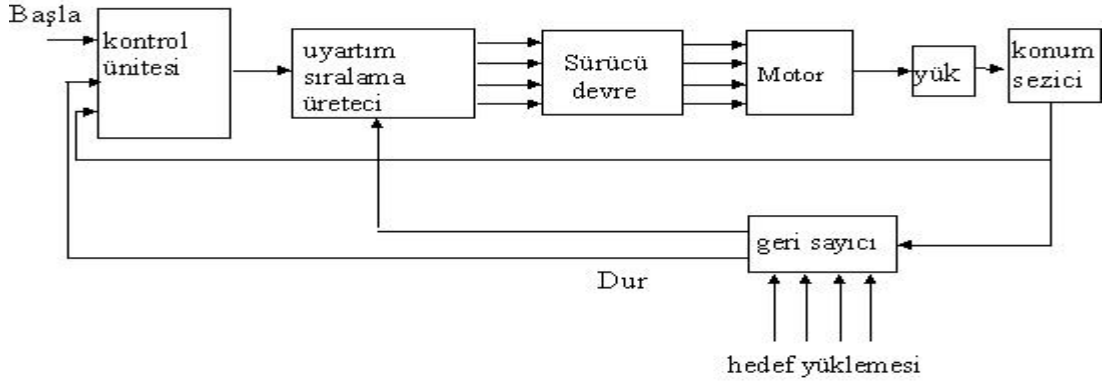


Şekil 2.1: Açık döngülü denetim

Denetleyici tasarlanırken motorun cinsi ve yükün durumu göz önünde bulundurulmalıdır. Bu sırada meydana gelen sınırlamalar kalıcı veya geçici durum sınırlamaları olabilir. Açık döngülü denetimde motorun konumu bilinmediği için motorun gönderilen bütün adım komutlarını yerine getirdiği varsayılmaktadır. Eğer uyarım hızı çok yüksek ise motor adım komutlarından bir kısmını yerine getiremeyebilir. Bu durumda kalıcı bir hata meydana gelir. Bu tür hataların meydana gelmemesi için motor yükünün en büyük olduğu durum göz önüne alınarak hata yapılmayan en yüksek hız belirlenip, bu hızın üzerindeki hızlarda uyarım yapılmamalıdır.

2.1.2. Kapalı Döngü Denetimi

Kapalı döngü sistemlerde ani rotor konumu sezilerek denetim birimine iletilir. Her adım komutu için bir önceki komutun gerçekleştirildiği adım bilgisi alınarak uygulanır. Bu nedenle motor ile denetleyici arasında herhangi bir adım kaybı olmaz. Kapalı döngü denetime bir örnek Şekil 2.2’de gösterilmiştir.

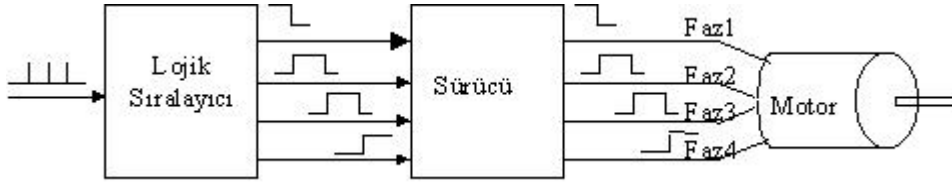


Şekil 2.2: Adım motorunun kapalı döngülü denetimi

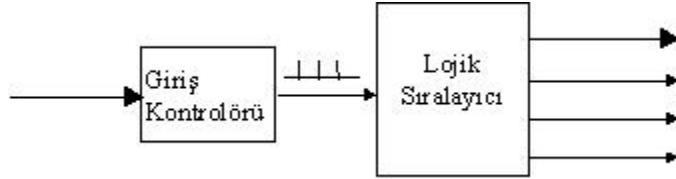
İlk olarak geri sayıcıya hedef konum yüklenir. Daha sonra başla komutu verilerek adım komutlarının sıralayıcıya uygulanması sağlanır. Adım komutlarına bağlı olarak motor, adım hareketi yapmaya başlar. İlk adım tamamlandıca konum sezici geri sayıcıyı ve denetim birimlerini uyarır ve geri sayıcı değeri bir azalır. Eğer bu denetim açık döngülü yapırsa geri sayıcı adım komutlarının sayısını yine saklar, fakat komutun uygulanıp uygulanmadığı bilinmez. Konum sezici, denetim birimine yeni adım komutu üretimi için sinyal gönderir. Ağır yükler için adım komutları arası sürenin daha büyük olması nedeniyle adım komutlarının ard arda gelmesi istenmez. Yüke göre hız ayarlaması yapılır ve motor hedef konuma gelene kadar bu olaylar tekrarlanır. Adım motoru hedef konuma gelince denetim birimi dur komutu ile uyarılarak yeni adım komutu üretilmesi engellenir. Kapalı döngü sistemi, adım motorunu yük durumunu da göz önüne alarak uyarım sürelerini ayarlar ve en uygun hız profilinde çalıştırır.

2.2. Adım Motoru Sürücü Sistemleri

Şekil 2.3'te bir adım motoru için gerekli olan sürücü devrenin blok diyagramı gösterilmiştir. Şekil 2.3.a'da motorun lojik sıralayıcısı, şekil 2.3.b'de ise giriş kontrolörü gösterilmiştir.



a) Lojik sıralayıcının motora bağlantısı

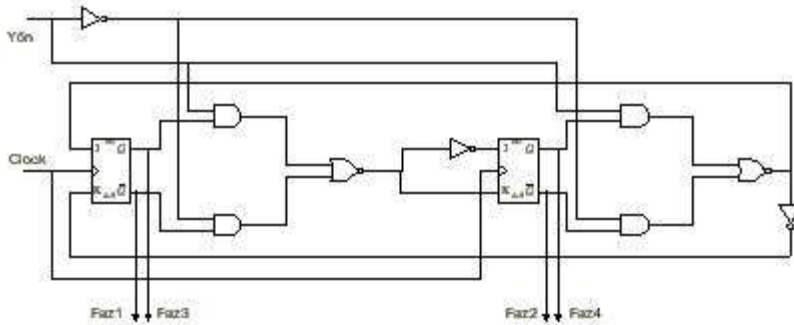


b) Giriş kontrolörü

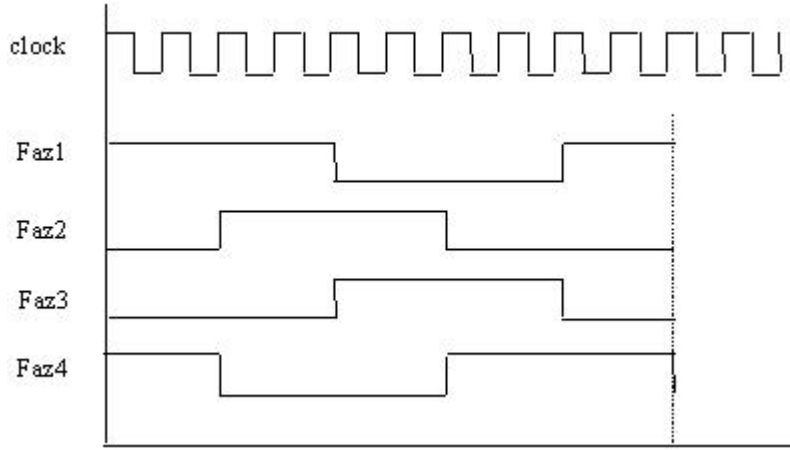
Şekil 2.3: Adım motoru sürücü sisteminin blok diyagramı

2.2.1. Lojik Sıralayıcı

Bu sistemde lojik sıralayıcı giriş kontrolöründen aldığı sinyali faz sayısına uygun sıralayarak motorun dönmesini sağlar. Sıralayıcı; genellikle shift-register, NAND (ve değil), NOR (veya değil), NOT (değil) gibi lojik kapılardan oluşturulur. Özel amaçlı sıralayıcı için J-K flip flop entegreleri ve lojik kapıların uygun kombinasyonları uygulanabilir. J-K flip-flop ve çeşitli lojik kapılar kullanılarak elde edilen sıralama devresi şekil 2.4'te ve bu devrenin ürettiği sinyaller şekil 2.5'te gösterilmiştir.



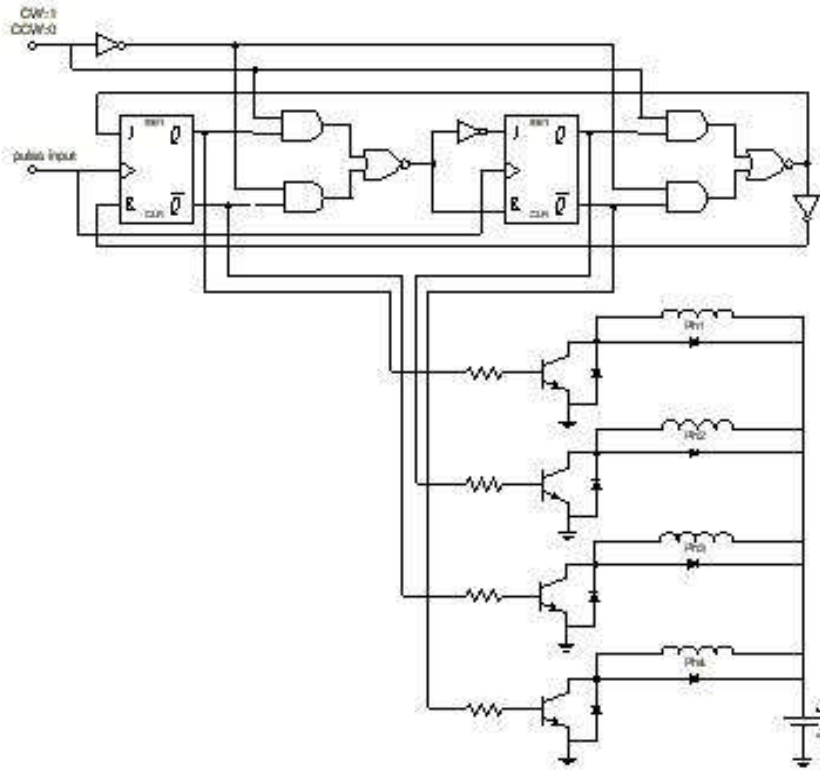
Şekil 2.4: 4-fazlı adım motoru için lojik sıralayıcı



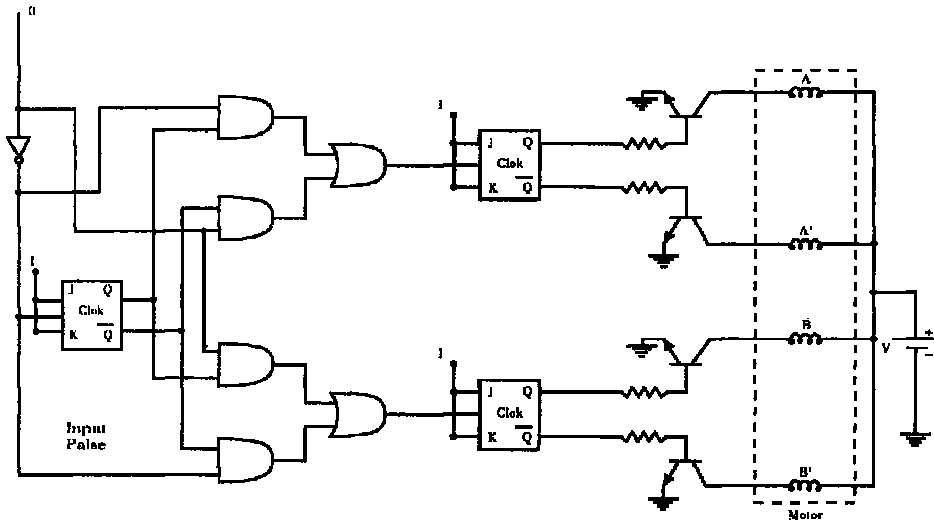
Şekil 2.5: Lojik sıralayıcının ürettiği sıralama

2.2.2. Sürücü Devre

4-fazlı bir adım motorunu sürmek için örnek sürücü devre şekil 2.6'da gösterilmiştir. Adım motoru, 4-fazlı karışık yapılı (hybrid) adım motoru olup tam-adım ve her adımda iki faz uyarımlı olacak şekilde sürülmektedir. Sargıların uyarımı için her faza darlington çifti ve koruma diyodu içeren güç transistörleri kullanılmıştır. Motorların çalışması için gerekli olan enerji DA güç kaynağından sağlanmaktadır. Normalde 4-fazlı motorun sürülmesi ve fazların sırayla enerjilenmesi için mikroişlemci ya da bilgisayardan 4-bitlik sinyal elde etmek gerekmektedir. Burada ise fazların sıralanması lojik sıralayıcı kullanılarak sağlanmıştır. Böylece her bir motor için 4-bitlik çıkış yerine 2-bitlik bilgi yeterli olmaktadır. Lojik sıralayıcının sıralama yapması için bir clock sinyaline bir de yön sinyaline gerek vardır. Bilgisayar veya mikroişlemcinin yön sinyali çıkışı 1 seviyesinde ise motor ileri, 0 seviyesinde ise motor geri yönde dönmektedir.

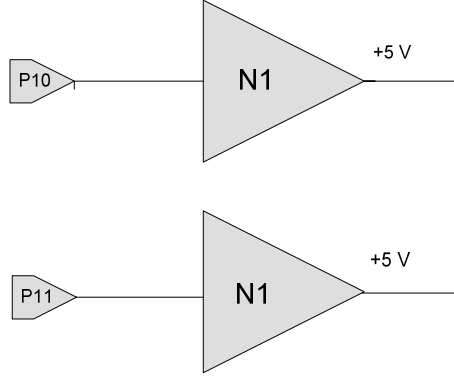


Şekil 2.6: 4-fazlı adım motoru sürücü devresi



Şekil 2.7: Basit bir step-motor sürücü devresi

2.2.3. Step Motorlarda Uyarım Metotları



Şekil 2.8: Step(adım) motor sürücü devresi ve 8051 sinyalleri

Step motorlar, çalışmalarında olduğu gibi uyarımda da fazla esnekliğe sahiptir. Bu esneklik, maksimum çıkış güç, maksimum etki, maksimum tepki ve minimum giriş gücünde olmaktadır.

Step motorların uyarım metotları faz sayısına göre şöyle sıralanabilir:

- İki fazlı motorlarda:
 - İki faz uyarım modu
 - İki faz düzeltme modu
- Üç fazlı motorlarda:
 - Üç faz uyarım modu
 - Üç faz düzeltme modu
- Dört fazlı motorlarda ya da orta ucu (müşterek ucu) kullanılan iki fazlı motorlarda:
 - Dört faz uyarım modu
 - Dört faz düzeltme modu kullanılır.

Not :Tablolarda step motorun sargılarına uygulanacak gerilimin yönüne göre rotorun hareketi **CW**: Saat ibresi yönünde, **CCW**: Saat ibresi tersi yönünde döndüğünü ifade etmektedir.

2.2.4. Step Motor Kontrol ve Sürücü Devresi

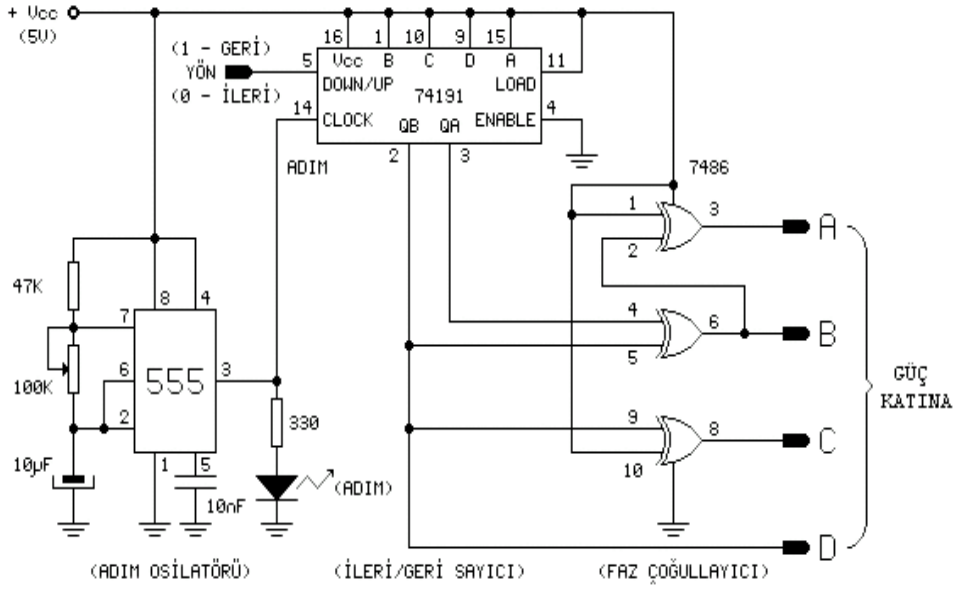
Step motor, 4 fazlı sinyal ile çalışan ve her bir giriş darbesinde bir adım ilerleyen motordur. Bu adımlar, motor çeşitlerine göre çeşitli derecelerde olabilir (Devrede test edilen step motorlar 7,5° 'lik adımlara sahiptir. Bu da motorun 360° dönmesi için 48 adım ilerlemesi demektir) Step motor hem ileri hem de geri yönde dönebilme yeteneğine ve yüksek torka sahiptir. Step motorun doğruluk tablosu aşağıda görülmektedir.

Yukarıdaki şekilde adım osilatörü, sayıcı ve faz çoğullayıcıdan oluşan step motor kontrol devresi görülmektedir. 555 adım osilatörü, step motor için gerekli olan adım pulslerini üretir. Clock pulsinin frekansı düşük ise motorun dönüşü yavaş, frekans yüksek ise motorun dönüşü hızlıdır. 74191 sayıcısı motorun ileri-geri yönde dönmesini sağlayacak sinyali üretir. 7486 ile yapılan faz çoğullayıcı, sayıcının ürettiği sinyali motorun 4 sargısı için çoğullar.

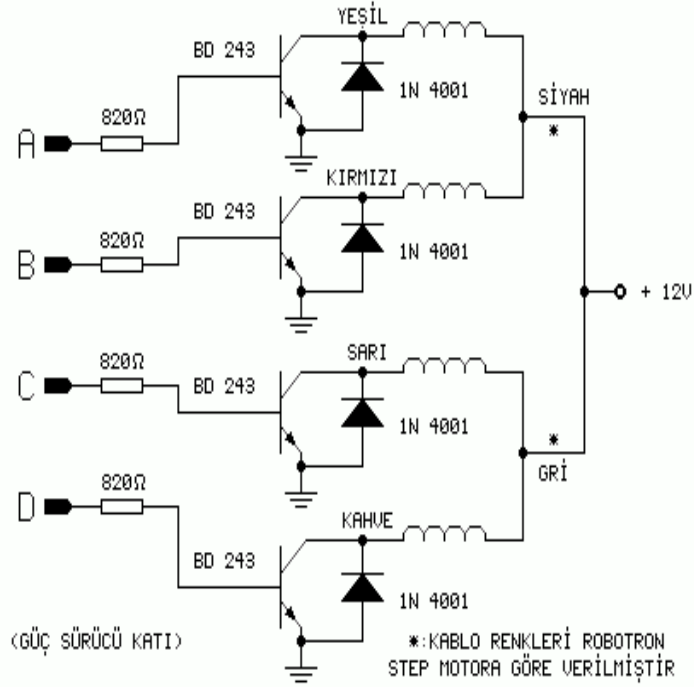
QB	QA	A	B	C	D	
1	1	1	0	0	1	İLERİ ↓ ↑ GERİ
0	0	1	0	1	0	
0	1	0	1	1	0	
1	0	0	1	0	1	
1	1	1	0	0	1	

Çizelge 2.4: Step motorun doğruluk tablosu

Aşağıdaki şekilde kontrol devresi çıkışına bağlanan güç sürücü kat görülmektedir. Bu devre, step motorun sargıları için gerekli olan sinyalin akımını artırır.



Kumanda devresi

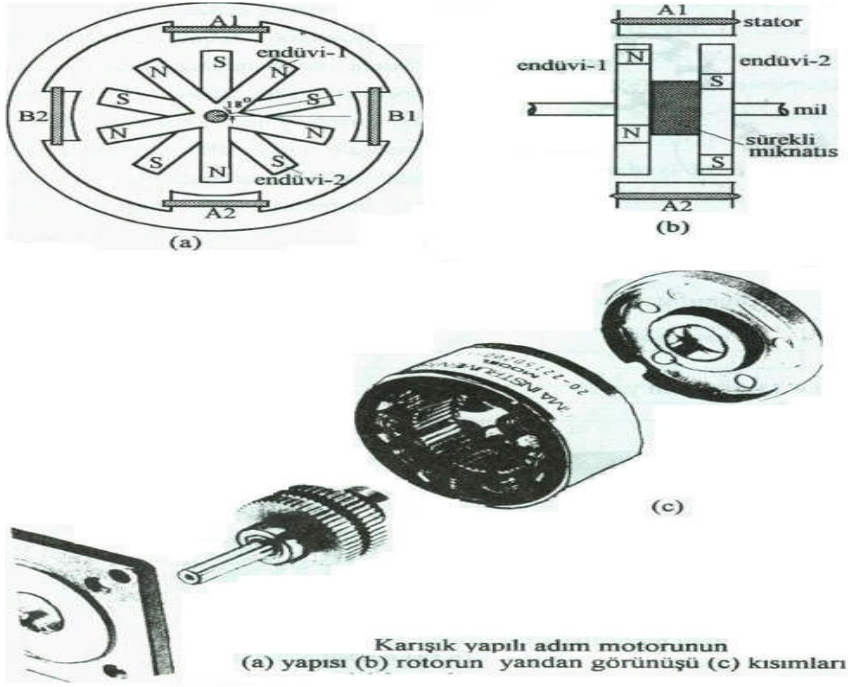


Şekil 2.9: Step motor sürücü devresi (güç ve kumanda)

2.2.5. Step Motorların Bakım-Onarımı

Step motorların arıza ve bakım işlemlerinin yapılması için izlenmesi gereken yollar şunlar olmalıdır:

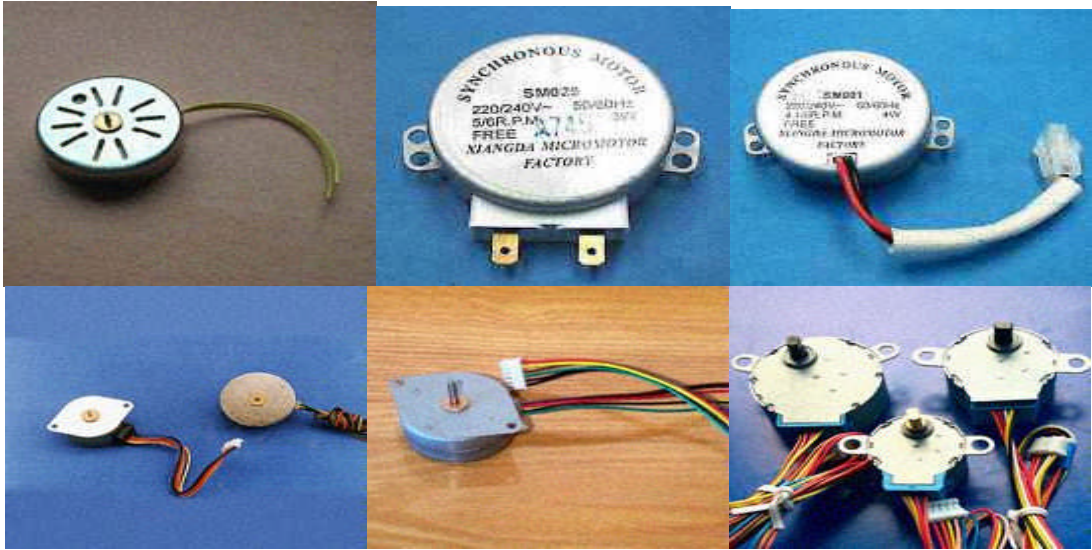
- Arızanın mekanik- elektrik arızası olduğunun araştırınız.
- Mekanik arızaların tamiri, parçaların yenilerinin değiştirilmesi ile giderilir.
- Toz, yağ ve diğer çevresel etkenlerden dolayı meydana gelen kirlenmeleri gerekli kimyasallar kullanarak gideriniz.
- Elektrik arızalarında ise öncelikle arızanın motor ya da sürücü devresinde olup olmadığını kontrolünüz.
- Motor elektrik arızalarında sargı uçları ve sargıları kontrol ediniz.
- Sürücü devresinde elektronik kartın kontrolünü yapınız.



Resim 2.1: Step motor yapısı ve parçaları

2.2.6. Çeşitli Step Motorlar

Farklı yapı ve özelliklerde çeşitli step motorlar bulunmaktadır. Resim 2.2’de bunlar görülmektedir.

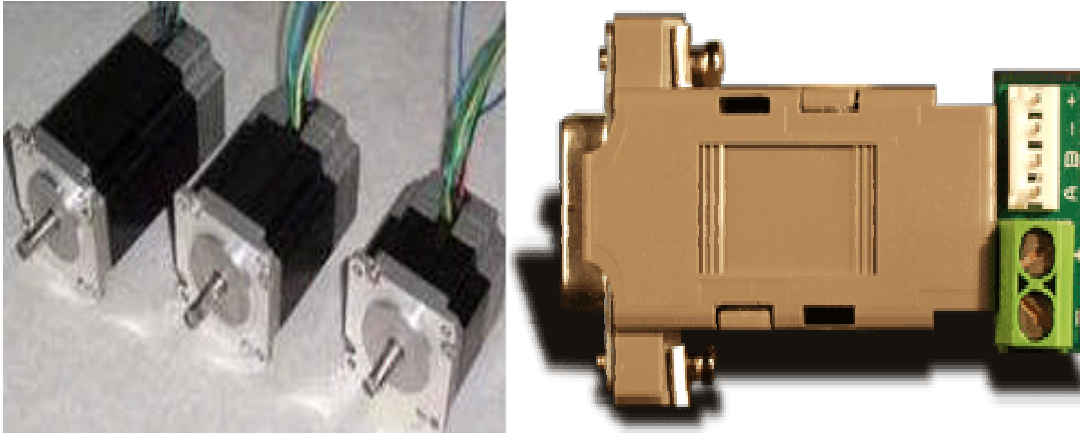




Resim 2.2: Çeşitli step motorlar

2.2. Servo Motor ve Sürücü Devre Elemanları

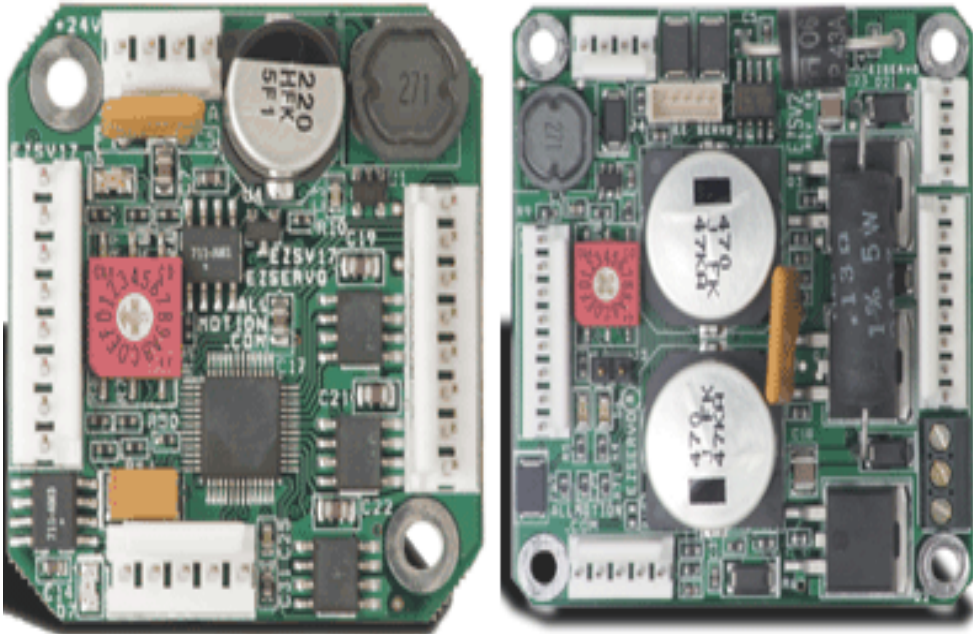
Servo motorları çalıştırmak için çeşitli donanımlara ihtiyaç vardır. Aşağıda servo motorlar için kullanılan sürücü devre elemanları görülmektedir. Fırçasız D.C motor, RS485 çevirici kit ve sürücü kart bulunmaktadır.



Resim 2.3: Fırçasız D.C motor ve RS485 çevirici kit



Resim 2.4: Servo motor sürücü kiti



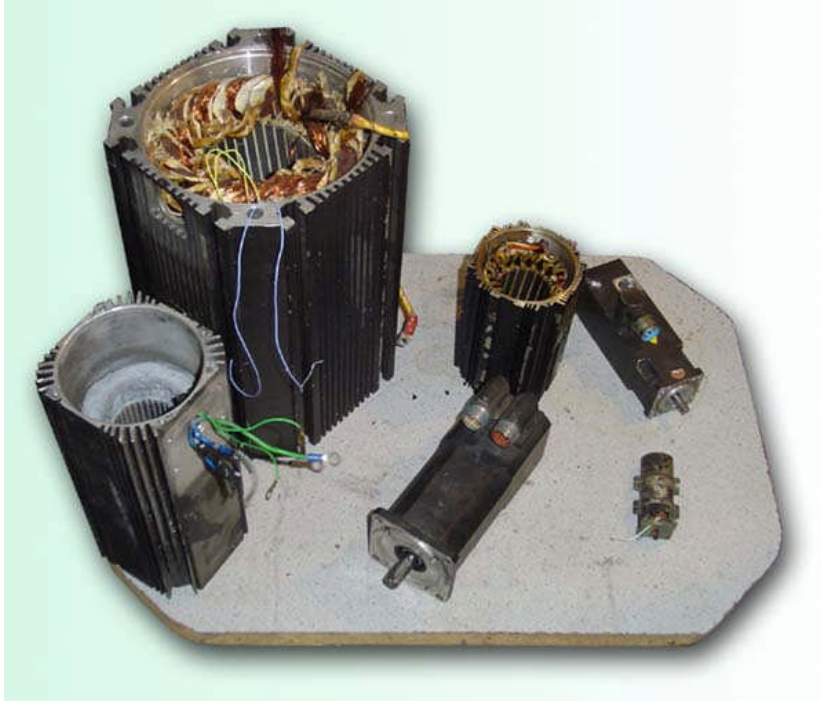
Resim 2.5: Servo motor sürücü devresi

2.3.1. Servo Motorların Bakım-Onarımı

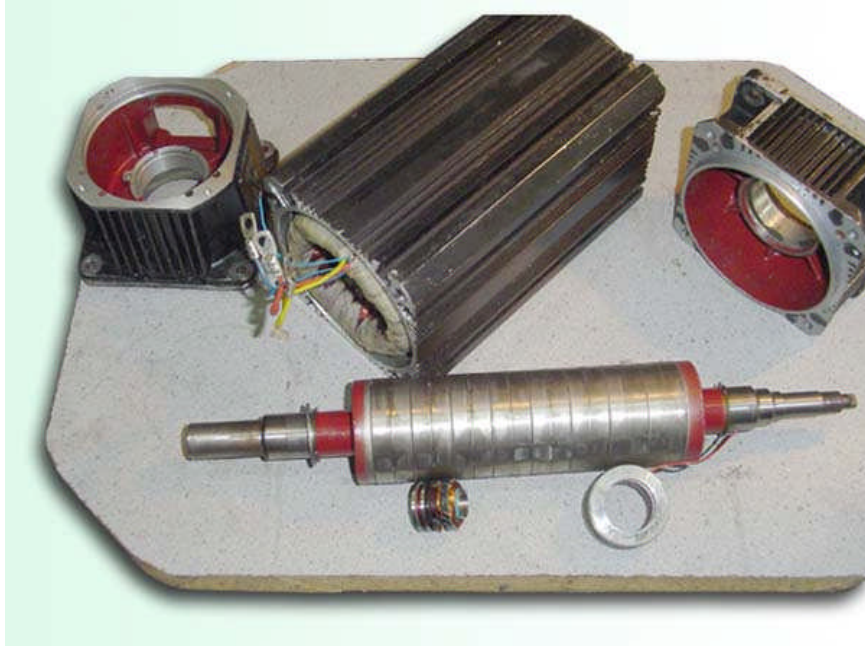
Servo motorların bakım onarımı çok yaygın olmamakla beraber çeşitli yerlerde bakım ve onarım işlemleri yapılmaktadır. Aşağıdaki resimlerde servo motorların bakım ve onarımıyla ilgili çeşitli resimler görülmektedir. İnceleyerek anlamaya çalışınız (yukarıda bahsi edilen servo motorlar konusu ışığında).

Servo motorlarda bakım ve ufak arızaların giderilmesinde izlenecek yollar;

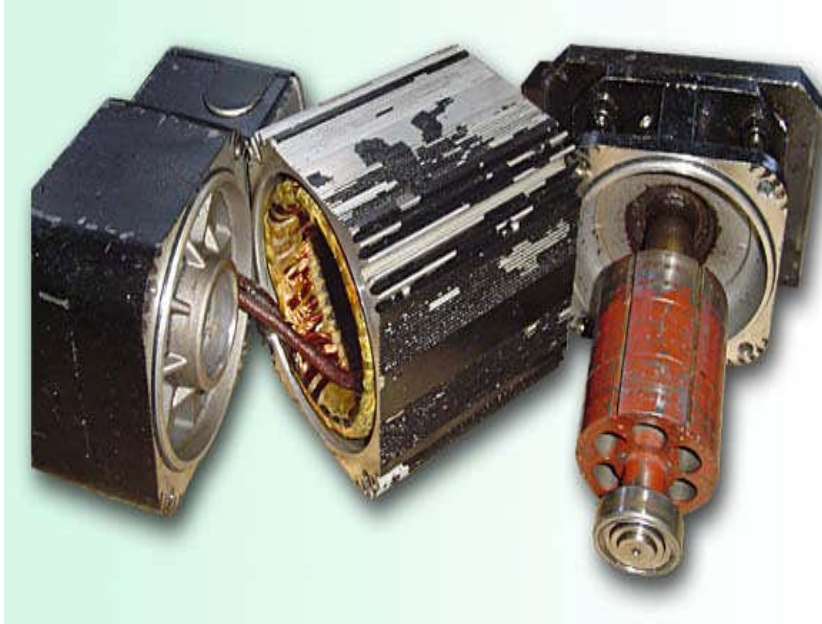
- Arızanın mekanik- elektrik arızası olduğunu araştırınız.
- Mekanik arızaların tamiri, parçaların yenilerinin değiştirilmesi ile giderilir.
- Toz, yağ ve diğer çevresel etkenlerden dolayı meydana gelen kirlenmeleri gerekli kimyasallar kullanarak gideriniz.
- Elektrik arızalarında ise öncelikle arızanın motor ya da sürücü devresinde olup olmadığını kontrolünü yapınız.
- Motor elektrik arızalarında sargı uçları ve sargıları kontrol ediniz.
- Sürücü devresinde elektronik kartın kontrolünü yapınız.



Resim 2.6-a: Servo motorların bakım-onarımı-1



Resim 2.6-b: Servo motorların bakım-onarımı -2



Resim 2.6-c: Servo motorların bakım-onarımı -3

UYGULAMA FAALİYETİ

Step ve servo motorların sürücü ve motor devrelerinin bakım ve kontrollerini yapmak.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Emniyet için elektrik kesilir.➤ Step ve servo motor sürücü devreleri incelenir.➤ Arızanın sürücü devresi ya da motorda olduğu tespit edilir.➤ Eğer arıza büyük boyutta ise uzman kişi çağırılır ya da uzman kişiye gönderilir.➤ Arızanın elektrik ya da mekanik olma durumu incelenerek belirlenir.➤ Mekanik arızalar, parçasının yenisiyle değiştirilerek giderilir.➤ Motor arızaları ise olabilecek boyutta olan arızalar giderilir (örneğin sargı kopması vs.).➤ Servo ya da step motorlarda sargı arızaları uzman kişiler tarafından yapılması için tamirciye gönderilir.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çalışmalarınızı enerji altında yapmayınız.➤ Çalışmalarınızda kullanacağınız yardımcı el ve güç aletlerini hazır bulundurunuz.➤ El ve güç aletlerinin çalışır durumda olmasına özen gösteriniz.➤ Motor arızaları büyük boyuttaysa motoru yenisiyle değiştirme yoluna gidiniz.➤ Olabilecek arızalara karşı motoru gözden geçirmeyi unutmayınız.➤ Tamiratını yapacağınız aletin kısa süreli bir tamir işlemi olmamasına özen gösteriniz.➤ Step ve servo motorlar hassas motorlar oldukları için azami özeni gösteriniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

A. OBJEKTİF TESTLER (ÖLÇME SORULARI)

- Step motor için basit bir sürücü devresi tasarlayınız ve çalıştırınız.
- Step motorlardan yapılarını ve parçalarını incelemek için 1 adet step motoru sökerek inceleyiniz.
- Servo motorlardan yapılarını ve parçalarını incelemek için 1 adet servo motoru sökerek inceleyiniz.
- Servo motoru çalıştırınız (motor ve sürücü devresini kurarak).

DERECELEME ÖLÇEĞİ

Modülün Adı	Elektrikli Ev Aletlerinde Kullanılan Step-Servo Motorlar	Modül Eğitimi Alanın:				
Konu	Elektrikli ev aletlerinde kullanılan motorların bakım-onarım ve montajı.	Adı ve Soyadı				
Amaç	Elektrikli ev aletlerinde kullanılan step-servo motorların çalıştırılması sürücü devreleri ve kısa bakım, montaj işerini yapmak					
AÇIKLAMA: Bu faaliyeti gerçekleştirirken aşağıdaki dereceleme ölçeğini bir arkadaşınızın doldurmasını isteyiniz. Sadece ilgili alanı doldurunuz. Aşağıda listelenen davranışların her birini öğrencide gözleyemediyse (0), zayıf nitelikte gözlediyseniz (1), orta düzeyde gözlediyseniz (2) ve iyi nitelikte gözlediyseniz (3) rakamının altındaki ilgili kutucuğa X işareti koyunuz.						
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ			DEĞER ÖLÇEĞİ			
			0	1	2	3
1	İşe zamanında başlama					
2	İş elbiselerini giyme					
3	İş için kullanılacak takımları hazırlama.					
4	Yapılacak işin içeriği hakkında kısa bilgi sahibi olma.					
5	Step-servo motorların bakım-onarım işlemlerini yapabilmek için yapılarını, bağlantı şemalarını ve sürücü devrelerini bilme.					
6	Step-servo motor parçalarını ve bunların özelliklerini bilme.					
7	Step-servo motor arızalarını tespit edebilme.					
8	Step-servo motor bağlantı şemalarını bilme.					
9	Step-servo motor çeşitlerini ve özelliklerini bilme.					
10	Step-servo motorların ayar ve bakımlarını yapma.					
TOPLAM PUAN						
DÜŞÜNCELER						
.....						

DEĞERLENDİRME

Arkadaşınız derecelendirme ölçeği listesindeki davranışları sırasıyla uygulayabilmelidir. Hangi davranıştan 0 ve 1 değer ölçeğini işaretlediyseniz o konuyla ilgili faaliyeti tekrar etmesini isteyiniz.

B. MODÜL DEĞERLENDİRME

- Bu modül sonunda step ve servo motorlarla ilgili bilgilerinizi bölüm sonunda verilen sorularla test ediniz.
- Step- servo motorların diğer motorlara göre farklılıklarının olduğunu öğrendiniz mi?
- Step ve servo motorlar, bundan önceki modüller olan 1 fazlı A.C-D.C motorların devamı niteliğindeki modüllerdir.
- Bu modülü tamamladığınızda 1 fazlı motorlar konusunda yeterli bilgi ve birikime sahip olacaksınız. Bu birikimi kazandığınızı fark etmediyseniz modülleri tekrar ediniz. Aksi takdirde bundan sonra gelecek olan modülleri anlamamız güçleşecektir.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1 CEVAP ANAHTARI

1. Step motorlar adım motorlarıdır. Belirli bir açı ya da adımla dönerler.
Servo motorlar 1 d/d'lık hız bölgesinde dahi kararlı çalışan motorlardır
Step motorlar, sayısal kontrollü sistemlere uygundur.
Servo motorlar, yüksek devirlerde kararlıdırlar.
Step motorlarda açık çevrim olduğu için encoder ve tako jeneratör kullanılmaz.
Servo motorların devir aralıkları 1-100000 d/d'ya çıkmaları
2. Step ve servo motorlar, birer sürücü devreleri vasıtasıyla çalıştırılır.
3. Step açısı, dönme başına step, saniye başına step, step doğruluğu, tutma torku, artık tork vs.
4. Küçük atalet momenti sayesinde komutları geciktirmeden yerine getirir.
Aşırı yük yüklenebilme
Yüksek devir aralığı
5. Step ve Servo motorların kullanım sıklığını çevrenizdeki işletme ve atölye ortamlarını gezerek araştırınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2 CEVAP ANAHTARI

1. Modül içerisinde verilen step motor kontrol ve sürücü devreleri konu başlıklı yerdeki devre şemalarını tasarlayarak step motoru çalıştırınız.
2. Herhangi bir bozuk ya da kullanılmış step motoru açarak yapısını ve parçalarını inceleyiniz.
3. Herhangi bir bozuk ya da kullanılmış servo motoru açarak yapı ve parçalarını inceleyiniz.
4. Servo motorları çalıştırmak için sürücü devre ve motor donanımlarını kurarak çalıştırınız (öğretmeninizin denetiminde).

NOT:*Sorulara verdiğiniz cevaplar ile cevap anahtarınızı (değerlendirme kriterleri)*

Karşılaştırınız. *Cevaplarınız doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz. Yanlış cevap verdiyseniz öğrenme faaliyetinin ilgili bölümüne dönerek konuyu tekrar ediniz.*

ÖNERİLEN KAYNAKLAR

- Tüm Elektrik Makineleri Kitapları.
- Step-Servo Motorlar Kitapları.
- İnternet Arama Motorları ve Siteleri

KAYNAKÇA

- ALTUNSAÇLI Adem, **Elektrik Motorları ve Sürücüleri**, Color Ofset, K.Maraş, 2003.
- İNTERNET Siteleri, **Elektrik Motorları Şekil ve Resimleri**
- PAKSOY Muhittin, **Özel Elektrik Makineleri Ders Notları**, Bursa, 2004.