

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK- ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

**SERVO MOTORUN MEKANİK BAKIMI
522EE0066**

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. SERVO MOTORU SÖKME.....	3
1.1. Servo Motorların Kapaklarının Sökülmesi	3
1.2. Servo Motor Rulmanların Kontrol Edilmesi ve Çıkartılması	7
1.2.1. Servo Motorların Rulmanların Kontrol Edilmesi	7
1.2.2. Servo Motorların Rulmanlarının Çıkartılması.....	8
1.3. Servo Motorların Stator Gövdesi, Sargıların Kontrolü ve Sarımı.....	9
1.3.1. DC Servo motor Stator Gövdesi İle Sargıların Kontrolü Ve Sarımı	9
1.3.2. Fırçasız DC Servo Motor Stator Gövdesiyle Sargıların Kontrolü ve Sarımı.....	10
1.3.3. AC Servo Motor Stator Gövdesi ve Sargıların Kontrolü, Sarımı	12
1.4. Servo Motorların Rotor Yüzeyinin Kontrol Edilmesi ve Onarılması	12
UYGULAMA FAALİYETİ	14
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	17
2. SERVO MOTORUN BAKIMI.....	17
2.1. Servo Motorun Güç Soketinin Kontrol Edilmesi ve Onarılması	17
2.2. Servo Motorların Sinyal Soketinin Kontrolü ve Onarılması.....	19
2.3. Servo Motorların Geri Besleme Elemanlarının Kontrolü ve Onarılması.....	21
2.3.1. Takometre (Takojenaratör).....	21
2.3.2. Resolver.....	23
2.3.3. Enkoderler (Kodlayıcı).....	24
2.4. Servo Motorların Özellikleri.....	26
2.4.1. Anahtarlama (Komütasyon) Sinyallerinin Ayarlanması.....	26
2.4.2. Dinamik Test	30
2.5 Servo Motorun Tamiri İçin Gerekli Araç ve Gereçler	31
UYGULAMA FAALİYETİ	32
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	33
MODÜL DEĞERLENDİRME	35
CEVAP ANAHTARLARI.....	36
KAYNAKÇA	37

AÇIKLAMALAR

MODÜLÜN KODU	522EE0066
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL	Bobinajcılık
MODÜL	Servo Motorun Mekanik Bakımı
MODÜLÜN TANIMI	Servo motorların tanımı, yapısı, servo motor çeşitleri, servo motorun sökülmesi, rulman, sargı ve rotor yüzey kontrolü ve onarılması, sinyal soketi, güç soketi, geri besleme elemanlarının kontrolü ve onarılması, servo motor özellikleri ile servo motorların bakımı için gerekli araç-gereçleri anlatan öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 /24
ÖN KOŞUL	
YETERLİLİK	Servo motorun bakımını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ekipman ile donatılmış atölye ortamında servo motor ve sistemleri ile ilgili arıza tespitini yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Bobinajcı meslek standardına uygun olarak servo motoru sökebileceksiniz.2. Bobinajcı meslek standardına uygun olarak servo motorun bakımını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Elektrik makineleri sarım atölyesi Donanım: Araç bakım kataloğu, tornavida, pense, segman penseleri, avometre, çektirme, hidrolik basınç makineleri, osiloskop, lehimleme malzemeleri, balans makinesi.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Teknolojik gelişmeler zamanla bilgisayar devrimini getirmiş ve bu devrimle kontrol sistemleri hızla gelişmiştir. Bu sayede bir çok kompleks kontrol sistemleri çözüme kavuşmuştur.

Bilgisayar teknolojisindeki ve güç elektroniğindeki gelişmeler motor kontrol uygulamalarına da yansımış, aynı zamanda motor kontrol işlemlerine hız katmıştır. Tüm bu gelişmeler motor yapılarına ve kontrollerine doğrudan etki etmiş ve daha iyi iş yapan aynı zamanda da az arıza yapan yeni motorların oluşmasına neden olmuştur.

Fırçalı DC motorlarının fırça, kolektör ve çalışma yapısından kaynaklanan problemler dolayısıyla fırçasız motorlar geliştirilmiştir. Özellikle bir motordan istenen; hızlı ivmelenme, yüksek aralıklarda hız kontrolü, kontrol kolaylığı, hız-moment karakteristiği, bakımı kolay oluşu, az arıza gibi nedenlerle klasik motorların dışında yeni motor arayışları servo motor denilen motorları piyasaya çıkarmıştır.

Bu modül servo motorun temel yapılarını, parçalarını, çeşitlerini, geri besleme düzeneklerini, kontrol yöntemlerini ve bu motoru oluşturan parçalarda oluşabilecek arızaları tespit ve tamir yolları hakkında size yardımcı olacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetinde kazandığınız bilgi ve beceriler doğrultusunda uygun araç-gereç sağlandığında, bobinajcı meslek standardına uygun olarak servo motoru sökebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Servo motorların kullanma alanlarını araştırınız.
- Servo motor çeşitleri nelerdir? Araştırınız.
- Servo motorun, klasik motorlardan farklılıklarını araştırınız.

Bunları rapor hâlinde sınıfa sununuz.

1. SERVO MOTORU SÖKME

1.1. Servo Motorların Kapaklarının Sökülmesi

İlk önce servo motoru tanımlamak gerekirse bununla ilgili olarak farklı tanımlarla karşılaşırız. Aslında hepsi de doğrudur. Çoğu tanımlar servo motorun birer özelliğini ifade eder. Motor olarak AC, DC, Senkron veya Adım motoru özelliklerini taşıyan, bunlardan en belirgin farkı geri besleme düzeneği olan ve bu sayede istenilen çıkış değerini (hız, moment, pozisyon, ivmelenme gibi) sağlayan motordur.

Servo motorun söküm işleri diğer elektrik motorlarında olduğu gibidir. Farkı; geri besleme düzeneği, fren ve başka bir motor tarafından soğutma düzeneklerinin olmasıdır.

Motoru sökmeye başlamadan, motorun sökülen parçalarının karışmaması veya kaybolmaması için bir tane bölmeli kutu ayarlayıp sökme sırasına göre kutuya yerleştirilir. Kendinizce de ayrı teknikler geliştirebilirsiniz.

Aşağıdaki resimlerde de görüldüğü gibi servo motorun kapaklarını sökmek için gerekli vidaların sökülmesi yeterlidir. Motorun cinsine göre vida sayısı veya büyüklükleri değişebilir. Bu motorlarda kullanılan vidalar genelde tornavida kullanılarak sökülür.

Motorun sökülmesi; mil (şaft) kısmından ve geri besleme elemanlarının olduğu kısımlardan yapılır.

Servo motorun söküm işlemleri diğer elektrik makinelerinde olduğu gibi yapılır. Bununla ilgili diğer modüllere bakınız.

Resim 1.1’de görüldüğü gibi motorun mil kısmının sökülmesi için vidaların çıkarılması yeterlidir. Dikkat edilmesi gereken motorun geri besleme elemanlarının olduğu yüzeydeki kısımların sökülmesidir. Resim1.2’de geri besleme kısmı görülmektedir. Motorun en dış kapağı sökülünce geri besleme kısmı olan resim 1.2 gözükür. Bu gözükten kart geri besleme elemanının kartıdır. Kartın vidaları sökülüp kart üzerindeki sinyal soketi de çıkarılırsa karşımıza resim 1.3’de görülen kısım gelir. Bu kısım geri besleme elemanıdır. Buradaki gerekli vidalar sökülünce motorda hangi geri besleme elemanı kullanıyorsa o karşımıza çıkar. Bundan sonraki kısımlar motor çeşidine göre değişir.

Burada unutulmamalıdır ki servo motor çeşidine göre sökülecek kısımlar ve parçalar değişim gösterebilir. Bazı motorlarda nadiren de olsa geri besleme elemanı motor üzerinde olmayabilir. Bazı motorlarda fren düzenekleri olabilir.



Resim 1.1: Fırçasız servo motorun mil kısmının görünüşü



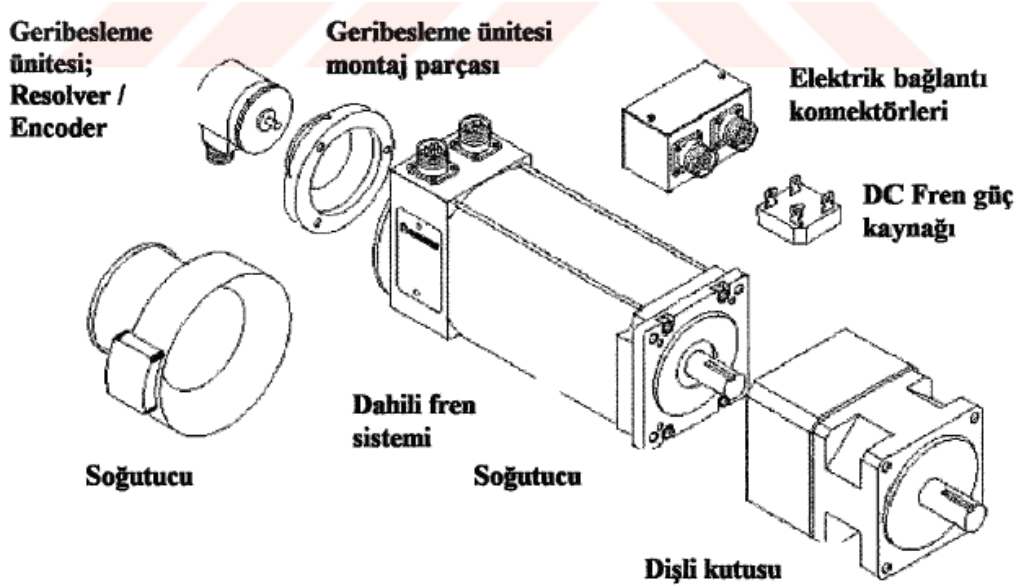
Resim 1.2: Fırçasız servo motorun geri besleme kısmı



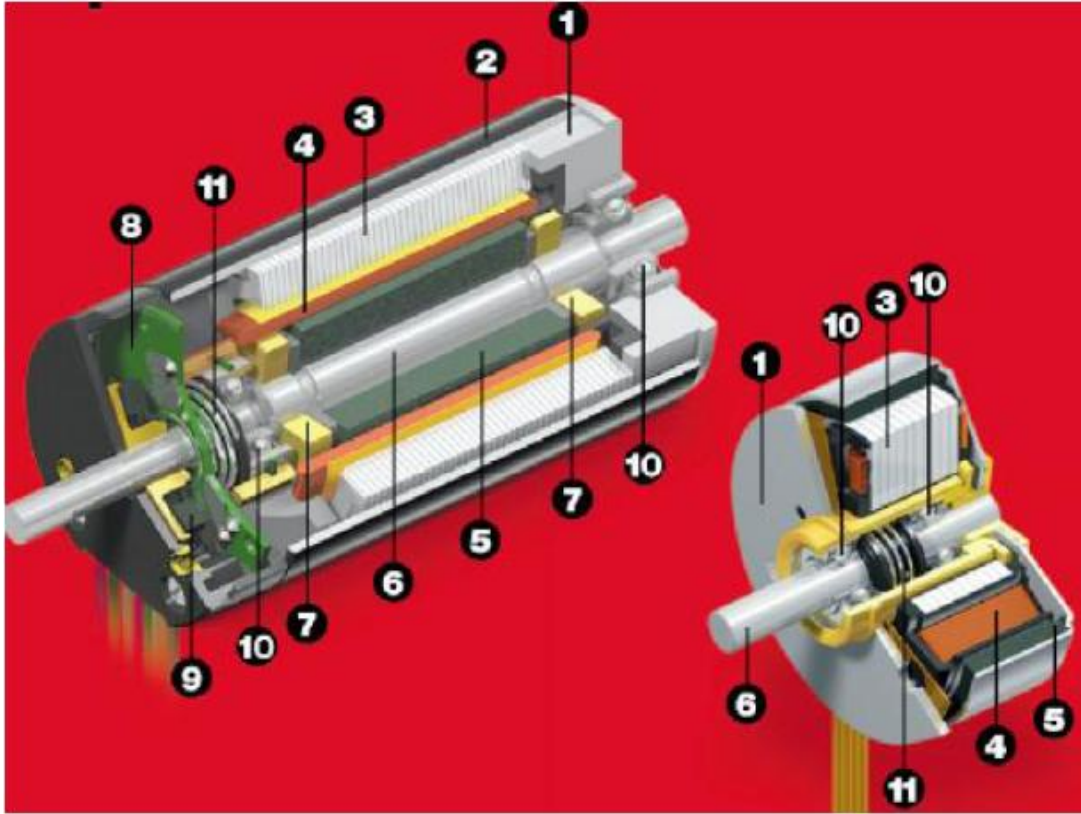
Resim.1.3: Motorun geri besleme kartının sökülmüş hali

Aşağıdaki resim ve şekillere bakarak hangi motorlarda hangi elemanların olduğu daha net bir şekilde görülmektedir ve sökerken bunlara dikkat edilmesi gerekir.

Şekillerde de görüldüğü gibi servo motorlar diğer motorlar gibi iki taraftan sökülürler. Söküm sırası ve yönleri şekillerde görülmektedir.

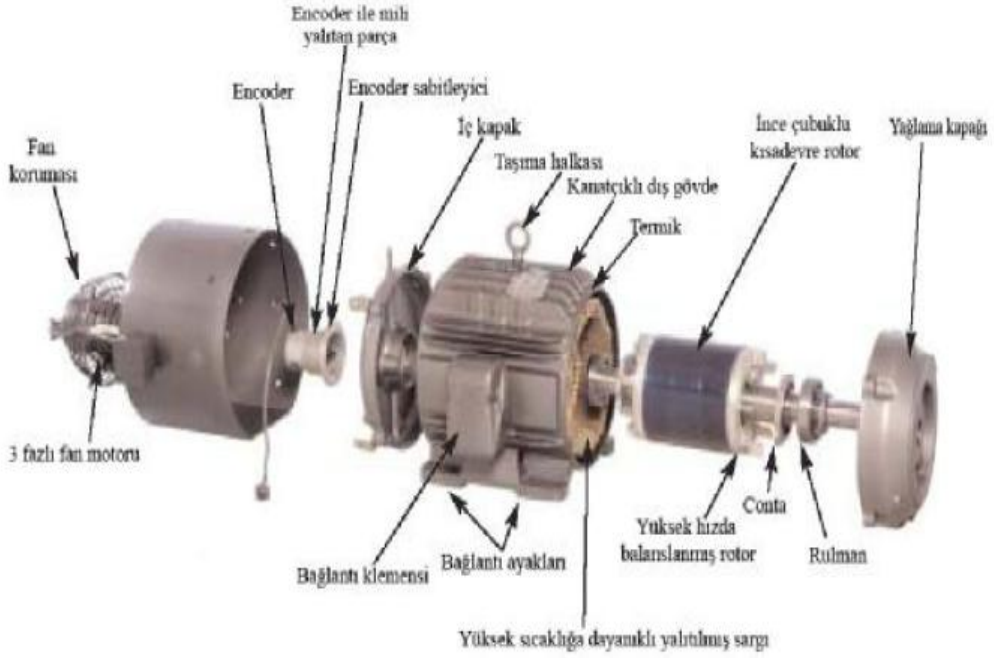


Şekil 1.1: Bir servo motorun yapısal şeması



Şekil 1.2: Doğru akım servo motor kesiti

DC servo motor parçaları			
1	Flanş	7	Dengeleme diski
2	Motor çerçevesi	8	Hall sensörü
3	Preslenmiş çelik nüve	9	Kontrol mıknatısı
4	Sargılar	10	Bilye ve yatağı
5	Permanet mıknatıs	11	Yay
6	Rotor		



Şekil 1. 3: AC servo motorun iç yapısı

1.2. Servo Motor Rulmanların Kontrol Edilmesi ve Çıkartılması

Servo motorların rulmanlarının sağlam olup olmadığı kontrol edilmelidir. Kontroller sonucu arızalı olan rulmanlar sökülerek yenisi ile değiştirilir.

1.2.1. Servo Motorların Rulmanların Kontrol Edilmesi

Servo motorun rulmanları, diğer elektrik motorlarında olduğu gibidir. Rulmanlar; motorun tipine, yük büyüklüğüne, hızına, motorun mil çapına göre değişir. Genelde bilyeli rulmanlar kullanılır.

Servo motorda en sık rastlanan arızalardandır. Çeşitli nedenlerle arızalanan bir rulman gürültülü çalışarak arızasını belli eder. Bununla birlikte çeşitli yöntemlerle rulman arızaları tespit edilebilir.

Eğer rulmanlar düzenli kontrol edilmezse

- Motor milini sıkıştırarak motora zarar verebilir
- Motorun endüvi veya rotorunun, motor iç yüzeyine sürtmesine neden olabilir
Bu da hem rotor veya endüviye hem de motor yüzeyine zarar verebilir.
Genelde rotorda oluşan arızaların en önemli nedeni budur.

Rulmanların kontrolü için:

- Rulmanın gürültüsünü tespit etmek için; gürültü dinleme aleti,
- Rulman sıcaklığını tespit için; sıcaklık ölçüm tabancası, enfraruj termometre,
- Rulman titreşimini tespit için; titreşim ölçüm cihazları kullanılır.

1.2.2. Servo Motorların Rulmanlarının Çıkartılması

Rulmanların sökülmesi diğer elektrik motorlarında olduğu gibi yapılıır. Çeşitli rulman sökme yöntemleri vardır. Bunlar:

- **Çektirme ile sökme:** Aşağıda resim 1.4'de çeşitli ebatlarda çektirme gözükmektedir. Resim 1. 5'de çektirme ile rulmanın sökülmesi görülmektedir.



Resim 1. 4: Çektirme



Resim 1.5: Çektirme ile rulman sökümü

- **Hidrolik sistemlerle sökme:** Aşağıda resim 1.6'da hidrolik basınç uygulayarak rulmanın sökülmesi gözükmektedir.

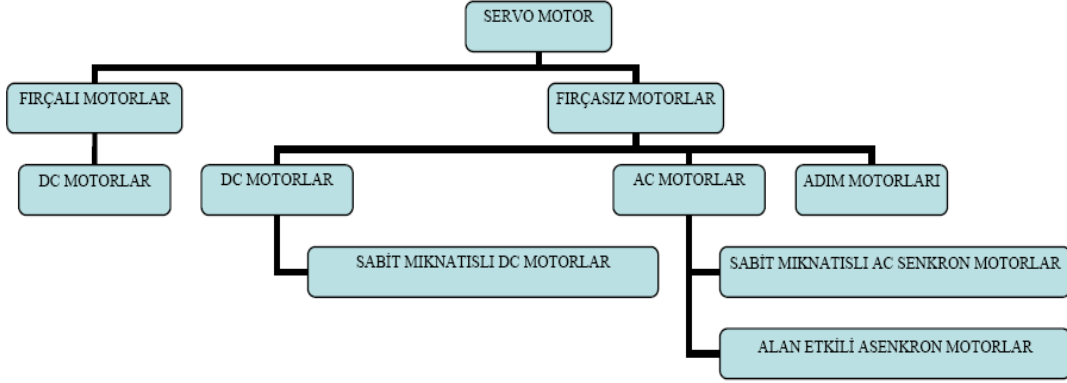


Resim 1. 6: Hidrolik basınç uygulama makinesi

- **Rulmana ısı uygulayarak sökme:** Özel ısıtma makineleri ile rulman ısıtılarak sökülür.

1.3. Servo Motorların Stator Gövdesi, Sargıların Kontrolü ve Sarımı

Servo motorların birçok çeşidi vardır. Aşağıda şekil 1.4’de servo motor çeşitleri görülmektedir.



Şekil 1. 4: Servo motor türleri

Görüldüğü gibi çok sayıda servo motor vardır. Genel olarak servo motoru, DA servo motor ve AC servo motor olarak iki kısımda incelenir.

1.3.1. DC Servo motor Stator Gövdesi İle Sargıların Kontrolü Ve Sarımı

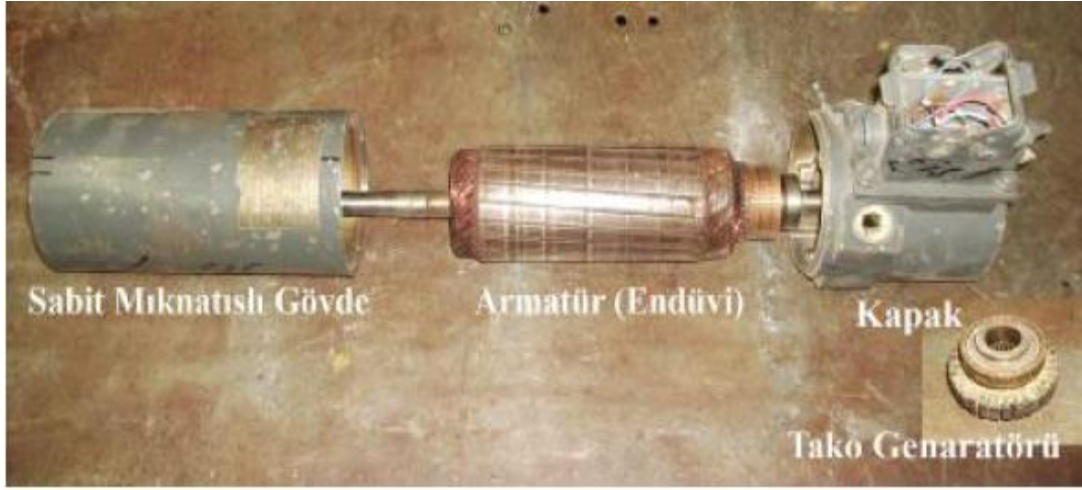
Bu motorlar, klasik DC motorlar gibi endüktör, endüvi, gövde, fırça ve kolektörden meydana gelir. Temel çalışma prensibi klasik DA motorları ile aynıdır. Farkları geri besleme düzeneğinin olmasıdır. Bunların endüktörü kalıcı mıknatıslı veya alan sargılı olarak yapılabilir. Motor kontrolü endüviden veya alan sargısından yapılabilir. Alan kontrollü DC servo motor normal DC şönt motor gibidir.

DA servo motorlar, yabancı uyartımlı DA motorlar veya sabit mıknatıslı DA motorlardır.

Sabit mıknatıslıda çeşitli nedenlerle (endüvinin kutuplara sürtmesi gibi) sabit kutuplar zarar görebilir. Alan sargılıda ise sargılar yanabilir. Sargı yanıkları gözle fark edilirler. Sargıların kontrolü bir avometre ile normal DA motorlarında olduğu gibi yapılır. Sargılar motor gücüne göre tel çapları ve sipir sayıları değişir.

Endüvideki sargılar yine bildiğimiz DC motorun endüvi sargıları gibi yapılıdır. Kollektör ve fırçalar yine DC motorun kollektör ve fırçaları gibidir. Bu motorun en çok arıza yapan kısımları kollektör ve fırçalardır. Sürekli bakıma ihtiyaç duyarlar. Bu yüzden pek kullanılmazlar.

Alan sargısı, endüvi sargısı, kollektör ve fırçaların bakım ve kontrol işlemleri diğer modüllerde anlatılmıştır. Daha fazla bilgi için diğer modüllere bakınız. Resim 1.7’de DC servo motor görülmektedir.



Resim 1. 7: Sabit mıknatıslı DC servo motorun görünüşü

1.3.2. Fırçasız DC Servo Motor Stator Gövdesiyle Sargıların Kontrolü ve Sarımı

Fırçasız servo motorda DC motorda bulunan doğrultucu devreler yoktur. Bununla birlikte rotor pozisyonuna uygun olacak şekilde akım akışını sağlayan ve besleme kaynağını kontrol eden bir devre motor kontrol sistemi bulunur.

Fırçasız DC servo motorlar, DC servo motorların bakım gereksinimlerini ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Bunlarda fırça ve kollektörler olmadığından rotorları özel bileşimlerden yapılmış sabit mıknatıslıdır.

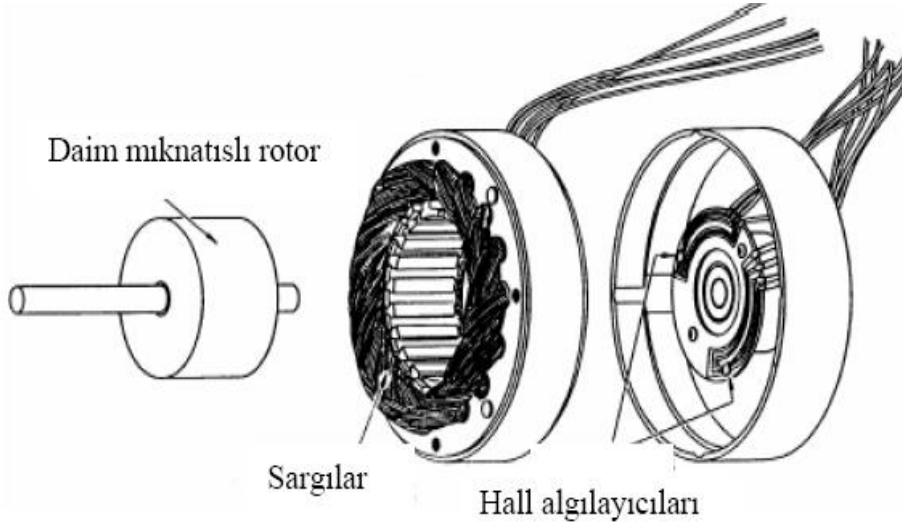
Fırçasız DC servo motorların sargıları üç faz sarılır ve üç faz uygulanır. AC servo motorlara üç fazlı AC uygulanır.

Sargıları, asenkron motor ve senkron motor sargıları gibi yapılır.

Fırçasız servo motorlarda rotorun nerede olduğunun bilinmesi için sensörler kullanılır. Servo motorlarda şaftın nerede olduğunun; doğru sargıya doğru zamanda ve doğru yönde enerji uygulanması yönünden bilinmesi şarttır. Şaftın nerede olduğunun bilinmesi için genelde 2 tip sensör kullanılır.

- Alan etkili sensörler (Hall effect sensors)
- Foto sensörler

Bu sensörler de zamanla arıza yapabilir. Arızalı sensörler genelde tamir edilmezler, yenileriyle değiştirilirler. Resim 1.8'de fırçasız bir DC servo motorun parçaları görülmektedir. Şekil 1.5'de fırçasız DC motorun yapıları görülmektedir.



Şekil 1. 5: Üç fazlı fırçasız bir doğru akım motorunun yapısı



Resim 1. 8: Fırçasız servo motorun parçaları

1.3.3. AC Servo Motor Stator Gövdesi ve Sargıların Kontrolü, Sarımı

AC servo motorlar, iki faz AC servo motor ve üç faz AC servo motor olarak iki şekildedir.

Aslında iki fazlı AC servo motorlar, iki fazlı sincap kafesli asenkron motordur. Farkı ise servo motorun rotoruna yüksek direnç özelliği kazandırılmıştır. AC servo motorların rotorları sabit mıknatıslıdır.

İki fazlı AC servo motorun temel parçaları:

- Faz sargısı (stator sargısı)
- Sincap kafesli rotor
- Kondansatör
- Düşürücü çarklar
- Takometre
- Söndürücü
- Fren

İki fazlı AC servonun statorunda referans ve kontrol sargısı olmak üzere iki adet sargı vardır. Sargı eksenleri arasında 90^0 lik elektriksel açı vardır. Referans sargısına sabit AC, kontrol sargısına genliği ayarlanabilen AC kaynak bağlanır.

Üç fazlı AC servo motorun statoru, daimi mıknatıslı senkron motorun statoru gibi olup üç fazlı sargılar sarılarak sargılara üç faz AC uygulanır. Rotor pozisyonu ile uyumlu olacak şekilde üç fazlı AC, stator sargılarına uygulanırsa statorda döner manyetik alan oluşur. Manyetik alan senkron hızda döner ve senkron hız formülü asenkron motorun senkron hız formülüyle aynıdır.

Üç fazlı AC servo motorlar, üç fazlı asenkron motor ve senkron motor gibidirler.

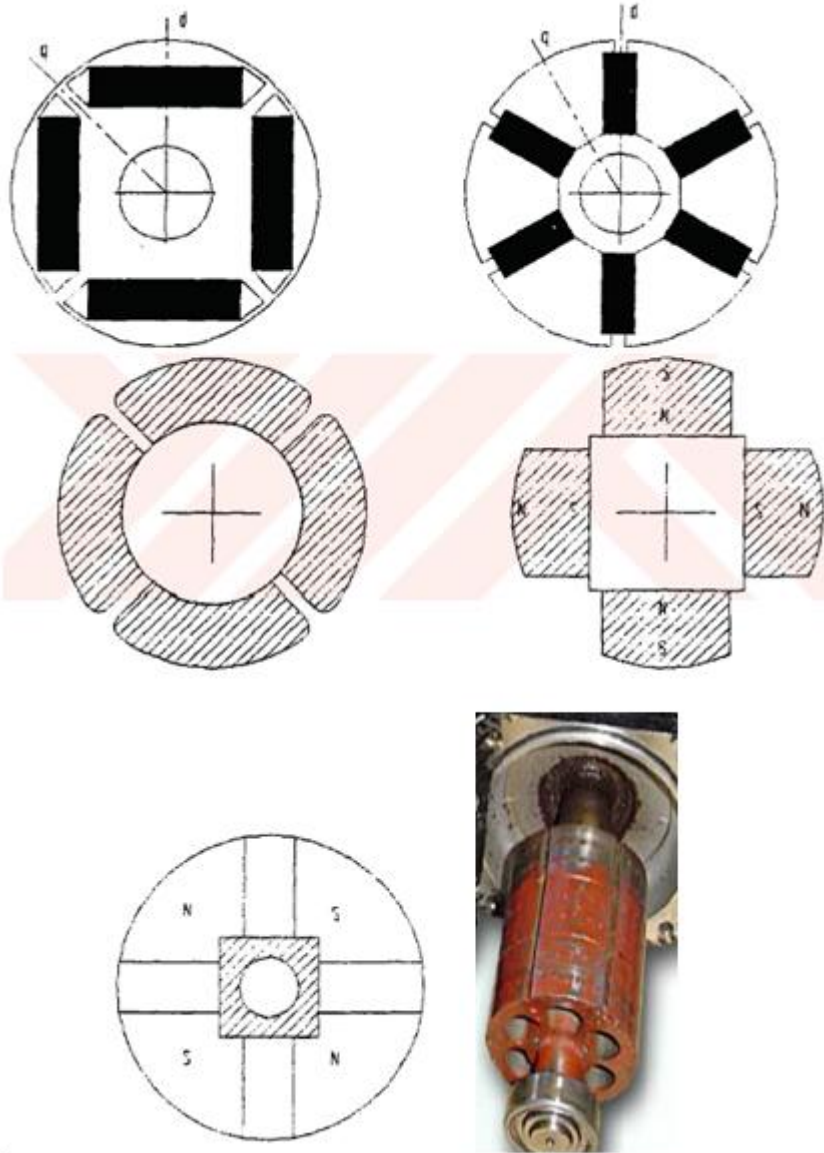
Üç fazlı AC servo motorların sargılarının kontrol edilmesi ve sarılmaları, asenkron ve senkron motor ile aynıdır.

Üç fazlı AC servo motorda üçgen ve yıldız bağlantı yapılır. Yıldız veya üçgen bağlantı sargı içinde yapılır, klemens kutusuna (bağlantı kutusu) çıkartılmaz.

1.4. Servo Motorların Rotor Yüzeyinin Kontrol Edilmesi ve Onarılması

Sanayide kullanılan servo motorların büyük çoğunluğu fırçasız servo motorlardır. Bunların rotorları sargısız ve sabit mıknatıslıdır. Rotor mıknatısları genelde silindirik ve çıkıntılı kutuplu olmak üzere iki çeşittir.

Fırçasız servo motorun rotoru genelde arıza yapmaz. Rotor arızaları genelde rotorun stator yüzeyine sürmesi ile mıknatıslarda kırılmalar olabilir. Mıknatıslar bazen de manyetik kuvvetten dolayı da kırılabilirler. Diğer bir sorun da rotor mıknatıslarının mıknatıslık özelliklerinin azalmasıdır. Bu durumlarda kırıklar yenileri ile değiştirilir. Mıknatıslık özellikleri azalanlarda yeniden bu özellikleri test merkezlerinde kazandırılır. Fırçasız servo motorlarda kalıcı sabit mıknatıslar rotor yüzeyine tutturulur. Aşağıda şekil 1.6'da fırçasız servo motorun rotor çeşitleri görülmektedir.



Şekil 1. 6: Fırçasız servo motorun rotor yapıları ve görüntüsü

UYGULAMA FAALİYETİ

:

Öğretmeninizin size vereceği bir servo motoru aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek sökünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Servo motorun bağlantı kutusunu (güç ve sinyal bağlantılarını) sökünüz.	➤ Servo motorlar diğer elektrik motorlarına benzediğinden sökerken diğer motor bakım modüllerine bakınız. ➤ Servo motorun bilgi kataloğuna bakınız. ➤ Sökme işlemini yaparken bilgi sayfalarından yardım alınız. ➤ Klemens kutusunu (bağlantı kutusu) motor gövdesinden sökünüz.
➤ Servo motorun en dış kapaklarını sökünüz.	➤ Motorun kapak vidalarını sökünüz. Önceden hazırladığınız boş bir eleman kutusuna atınız.
➤ Servo motorun geri besleme elemanını sökünüz.	➤ Geri besleme kısmını sökerken dikkatli olunuz. ➤ Geri besleme elemanının cinsini belirleyip ona göre sökünüz.
➤ Servo motorun geri besleme muhafaza kutusunu sökünüz.	➤ Muhafaza kısmının vidalarını sökünüz.
➤ Servo motorun rotorunu çıkarınız.	➤ Tüm kapak ve kutular sökülünce rotoru, stator içerisinden çıkarınız.
➤ Servo motorun rotorunun rulmanlarını sökünüz.	➤ Rulmana göre sökme yöntemlerinden uygun olan biri ile sökünüz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki ifadeleri dikkatli okuyunuz; doğru olan ifadenin yanına “D” yanlış olanın yanına “Y” yazarak bilgilerinizi değerlendiriniz.

1. () Servo motorda dahili fren sistemi olabilir.
2. () Servo motorlar geri besleme ünitesiz **çalıştırılmazlar.**
3. () Adım motoru servo motor olarak **kullanılmaz.**
4. () Hall sensörü servo motorda **kullanılmaz.**
5. () Servo motor rulman arızaları sesle kendini belli eder.
6. () Servo motor rulman titreşimlerini tespit için sıcaklık ölçüm tabancası kullanılır.
7. () Servo motorun rulmanları el ile sökülür.
8. () Servo motorlar genel olarak bir doğru akım motorudur.
9. () DC servo motorlar klasik bir DC motoru gibidir.
10. () DA servo motorlar, yabancı uyartımlı DA motorlar veya kalıcı mıknatıslı DA motorlardır.
11. () Alan kontrollü DC servo motor normal DC şönt motor gibidir.
12. () DC servo motorda fırça ve kolektör **kullanılmaz.**

Aşağıdaki boşlukları doğru şekilde doldurunuz?

1. Fırçasız DC servo motorlar, DC servo motorların bakım gereksinimlerini ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Bunlarda ve olmadığından rotorları özel bileşimlerden yapılmış kalıcı mıknatıslıdır.
2. Fırçasız servo motorlarda rotorun nerede olduğunun bilinmesi için kullanılır.
3. İki fazlı AC servo motorlar, motordur.
4. Üç fazlı AC servo motorlar, üç fazlı asenkron motor ve motor gibidirler.
5. Fırçasız servo motorların rotorları sargısız ve sabit mıknatıslıdır. Rotor mıknatısları genelde ve olmak üzere iki çeşittir.
6. Rotor arızaları genelde ile oluşur ve sabit mıknatıslarda bu durumda kırılmalar olabilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konuları tekrarlayınız. Başarılıysanız bir sonraki bölüme geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Aşağıda listelenen davranışların her birini dikkatli bir şekilde okuyunuz. Cevaplarınız olumluysa “**Evet**” sütununa, olumsuz ise “**Hayır**” sütununa “X” işareti koyunuz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1.	İş güvenliği kurallarına uygun çalışma yaptınız mı?		
2.	En dış kapaklarını söktünüz mü?		
3.	Servo motorun bağlantı kutusunu (güç ve sinyal bağlantılarını) söktünüz mü?		
4.	Geri besleme elemanını söktünüz mü?		
5.	Geri besleme eleman muhafaza kutusunu söktünüz mü?		
6.	Rotoru stator içinden çıkardınız mı?		
7.	Rulmanları söktünüz mü?		
8.	Diğer elektrik motorlarıyla karşılaştırma yaptınız mı?		
9.	Motorların mekanik parçalarda meydana gelebilecek arızaları biliyor musunuz?		
10.	Çektirmelerin çeşitlerini ve nasıl kullanıldığını biliyor musunuz?		
11.	Rulmanların sökme yöntemlerini biliyor musunuz?		
12.	Servo motorlarda hangi sarımlar vardır öğrendiniz mi?		
13.	Sargı kontrollerini öğrendiniz mi?		
14.	Rotor yapısını öğrendiniz mi?		
15.	Rotor arızalarını biliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı kontrol ederek kendinizi değerlendiriniz, “**Hayır**” yanıtlarınız var ise ilgili konuyu tekrarlayınız. Tamamı “**Evet**” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu öğrenme faaliyetinde kazandırılacak bilgi ve beceriler doğrultusunda uygun araç-gereç sağlandığında bobinajcı meslek standardına uygun olarak servo motorun bakımını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Servo motor geri besleme elemanlarını araştırınız.
 - Servo motorun geri besleme elemanlarının genel sorunları nelerdir? Araştırıp bilgileri sınıfa getiriniz.
- Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

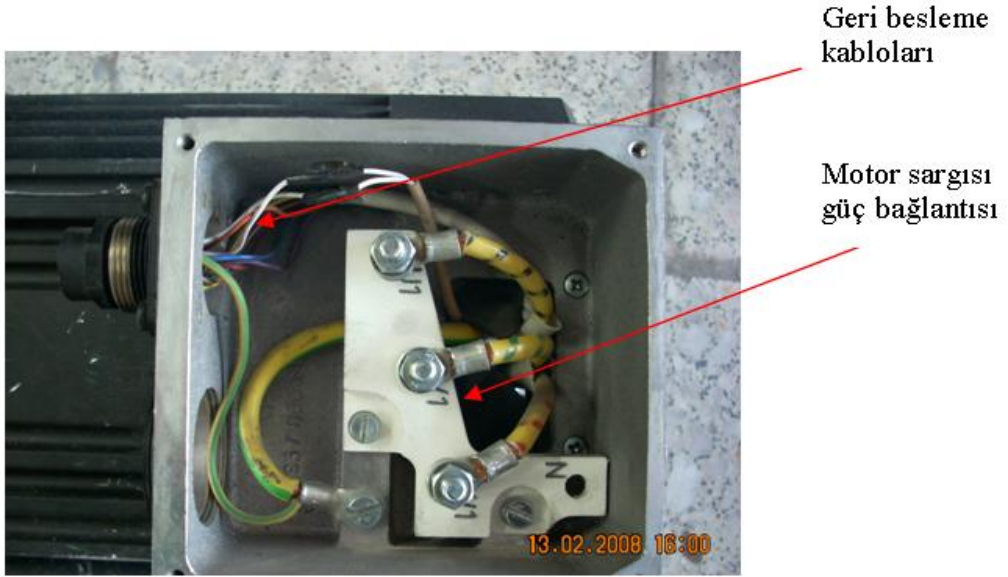
2. SERVO MOTORUN BAKIMI

2.1. Servo Motorun Güç Soketinin Kontrol Edilmesi ve Onarılması

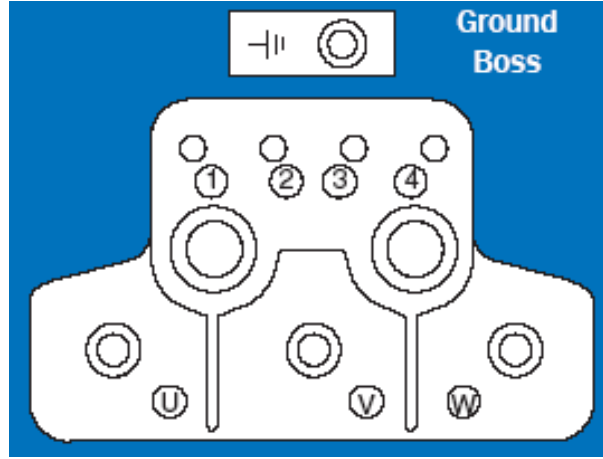
Genelde güç soketlerinin bağlantı yerlerinde arızalar oluşur. Bu arızaların sebebi güç kablolarının tam temas etmemesi sonucu oluşan arklardır. Bu arklar ısınmaya dolayısıyla yanmalara neden olur. Bu yanmalar gözle fark edilirler. Hasara göre ya tamir edilir veya yenisi ile değiştirilir. Aşağıdaki resim 2.1 ve resim 2.2 ile şekil 2.1 ve 2.2'yi inceleyerek bağlantı kutularının yapıları hakkında daha fazla bilgi edinilebilir.



Resim 2. 1: Servo motor bağlantı kutusu



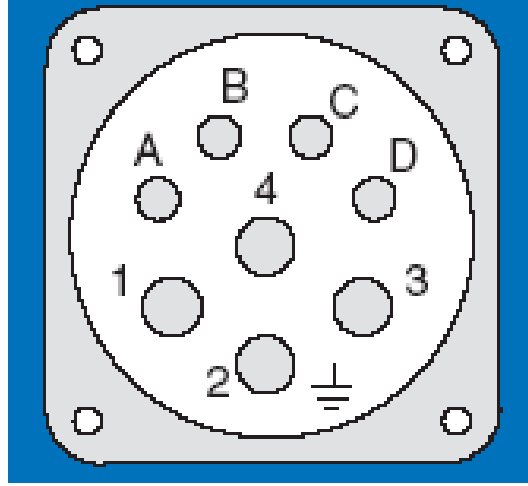
Resim 2. 2: Servo motor bağlantı kutusu



Şekil 2. 1: Standart fırçasız servo motor güç bağlantı kutusu

- 1 ve 2 –Sargı ısı sensörü uçları
- 3 ve 4-İsteğe bağlı fren bağlantısı
- U, V ve W-Üç faz bağlantısı

Resimde ve şekillerde görüldüğü gibi farklı yapılarda güç ve geri besleme bağlantı kutuları vardır.

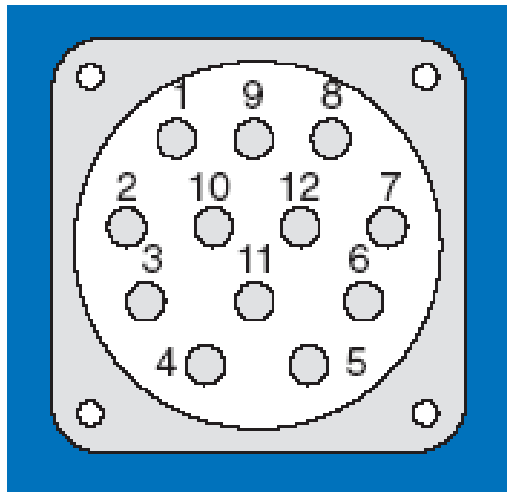


Şekil 2. 2: Standart fırçasız servo motor güç bağlantı kutusu

- 1 ve 2 –Sargı ısı sensörü uçları
- 3 ve 4-İsteğe bağlı fren bağlantısı
- U, V ve W-Üç faz bağlantısı

2.2. Servo Motorların Sinyal Soketinin Kontrolü ve Onarılması

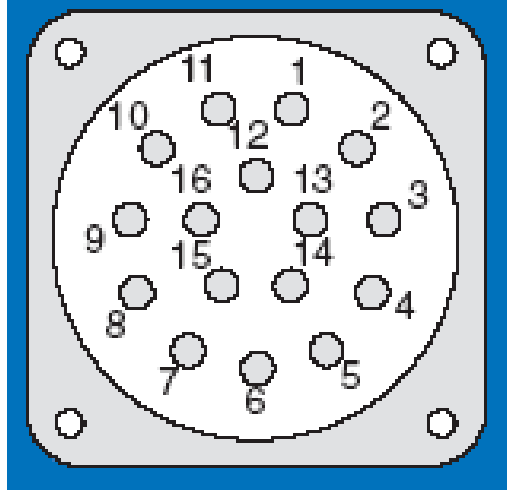
Geri besleme elemanlarından gelen kablo sayıları 4 ile 16 arasında değişir. Geri besleme elemanlarının soket bağlantıları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. Şekil 2.3'te geri besleme elemanı olarak resolver kullanıldığında sinyal soketi bağlantısı. Şekil 2.4 ise geri besleme elemanı olarak enkoder kullanıldığı durumdaki sinyal bağlantıları görülmektedir.



Şekil 2. 3: Standart 12 pinli resolver (geri besleme elemanı) bağlantı soketi

➤ 12 pinli resolver (geri besleme elemanı) bağlantı soketinin isimleri

- 1 -- REF HI R1
- 2 – REF LO R2
- 3 – COS + S1
- 4 – COS – S3
- 5 – SIN + S2
- 6 – SIN – S4
- 7,8,9,10,11,12 – boş uçlar



Şekil 2. 4: Standart 16 pinli enkoder (geri besleme elemanı) bağlantı soketi

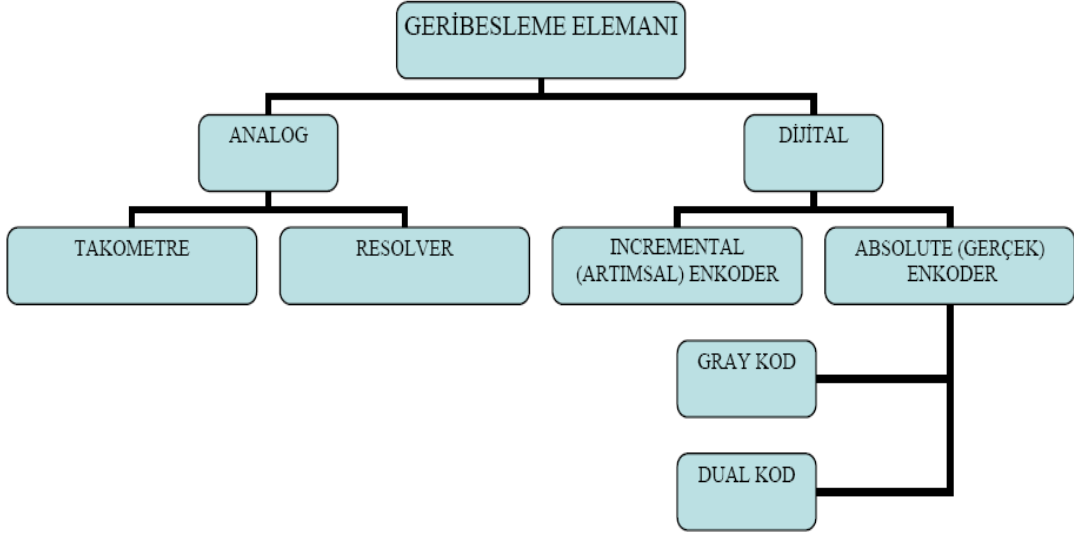
➤ 16 pinli enkoder (geri besleme elemanı) bağlantı soketinin isimleri

- 1- DC + 5V 9 – AÇIK
- 2 – Toprak 10- Kanal U
- 3 – Kanal A 11- Kanal U
- 4 – Kanal A 12- Kanal V
- 5 – Kanal B 13- Kanal V
- 6 – Kanal B 14- Kanal W
- 7 – Kanal Z 15- Kanal W
- 8 – Kanal Z 16- BOŞ UÇ

Geri besleme soketlerinde genelde pek arızalar oluşmaz. Daha çok soketlerin takılıp çıkarılmaları esnasında soket pinlerinde eğrilmeler ve kırılmalar olabilir. Bazen de geri besleme elemanlarından gelen kablolar pinlere bağlantı yerlerinden çıkabilmektedir. Çünkü motorun çalışması esnasında titreşimler oluşur. Bu da pinlerin gevşemesine ve kabloların çıkmasına yol açar.

2.3. Servo Motorların Geri Besleme Elemanlarının Kontrolü ve Onarılması

Servo motorlarda geri besleme elemanı olarak daha çok enkoder, resolver ve takometre kullanılır. Aşağıdaki şekil 2.5'te servo motorda kullanılan geri besleme elemanları görülmektedir.



Şekil 2. 5: Servo motorda kullanılan geri besleme elemanları

Geri besleme elemanları Takometre, Resolver ve Enkoder olarak üçe ayrılır.

2.3.1. Takometre (Takojenaratör)

Motor hız bilgisini ölçen elemanlardır. Takometre ikiye ayrılır.

- **Analog takometre:** Bunlar aslında bir doğru akım ya da bir alternatif akım jeneratörüdür. En önemli özelliği Volt/Devir sayısı oranı sabit olmasıdır. Yani dönme sayısı ile ürettiği gerilim orantılı olarak değişir. Ölçme amaçlı olduğu için 5-10 watt civarındadır. Bunlar üçe ayrılır.

- Alternatif akım takojenaratörü
- Değişken relüktanslı takojenaratörü
- Doğru akım takojenaratörü

Alternatif akım takometreler

Bir fazlı alternatif akım jeneratörünün minyatürüdür. Ancak burada endüktör sargısı yerine sabit mıknatıs vardır. Gövde üzerinde stator sargıları mevcuttur.

Arızaları daha çok sargıların yanması ile olur. Sargılar çok ince kesitli olduğundan sarımı zordur. Sarım işlemleri DC motorun endüktörleri gibi yapılır.

Doğru akım takojenaratörü

Endüvi ya da rotoru çepeçevre saran bir daimi mıknatıs kutupları ve ortada mile bağlı olarak dönen sargılı bir rotor vardır. Endüvinin dönüş hızına bağlı olarak endüvi sargısında bir gerilim meydana gelir. Aslında, endüvi sargısında meydana gelen gerilim AC'dir. Ancak dış devreye enerjinin alınması fırça ve kolektör sistemi ile yapıldığından DC akıma dönüştürülür.

Bunda kolektör ve fırçalar olduğundan arızaları daha çok buralarda olur. Zamanla fırçaları biteceğinden düzenli bakıma ihtiyaç duyarlar. Kolektör dilimleri bozulabilir. Fırçaların sürtünmeden dolayı oluşturduğu arklar, dilimlere bağlanan ince endüvi tellerinin ısıdan dolayı kopmalarına neden olabilir. Bunların bakımları DC motorun endüvisinin bakımı gibi yapılır. Teller çok ince olduğundan genelde sarımları yapılmaz. Aşağıdaki resim 2.3'de bir DC takojenaratörü ve resim 2.4'de takojenaratörün endüvisi görülmektedir.



Resim 2. 3: DC takojenaratörü ve fırça bağlantıları

- **Dijital takometre:** Döner mil üzerinde bir delikli disk bulunur. Delikli diskin bir tarafında ışık kaynağı, diğer tarafında da ışık sensörü bulunur. Delikli diskin her hareketinde delikten geçen ışık, ışık sensörünü uyarır. Işık sensörüne gelen kesik kesik ışık, elektriksel sinyale dönüştürülür. Elde edilen elektriksel sinyal bir frekans/gerilim dönüştürücü ile doğru akıma çevrilerek ölçülür. Doğru akımın değeri ile devir sayısı arasında doğrusal bir ilişki olduğundan sonuçta devir ölçülmüş olur.

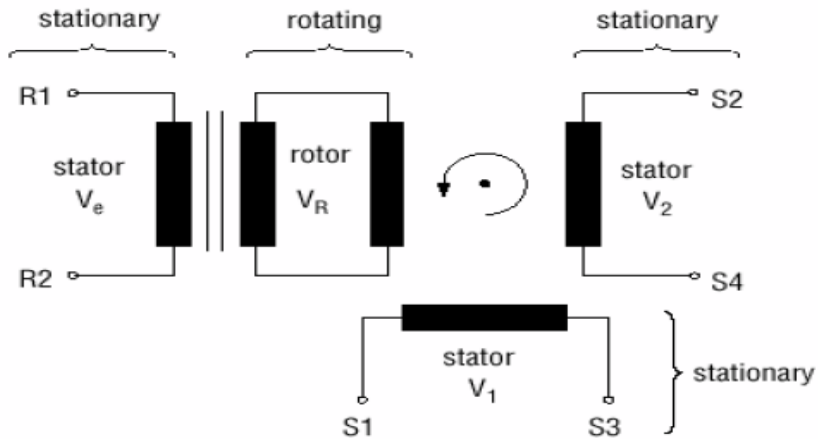


Resim 2. 4: DC takojenaratörün endüvisi

2.3.2. Resolver

Resolverlar genellikle motorun soğutma fanı tarafındaki miline akuple olarak çalışırlar. Motorun bir dönüşü için, o andaki konumunun tespiti için kullanılan bir geri besleme elemanıdır.

Resolver motor mili ile eş zamanlı (senkron) dönen bir transformatör gibidir. Resolverin stator ve rotor sargıları ikişer adettir. Statora uygulanan gerilim motorun dönüş hızına göre rotordan tekrar alınır. Aşağıdaki şekil 2.6'da bir resolverin sargı yapısı görülmektedir.



Şekil 2. 6: Resolverin sargı yapısı

Resolverden elde edilen analog çıkış gerilimi motor milinin o andaki konumu ve hız bilgisini verir. Elde edilen bu işaret sayısallaştırılarak servo motor konum ve hız kontrolü için kullanılır.

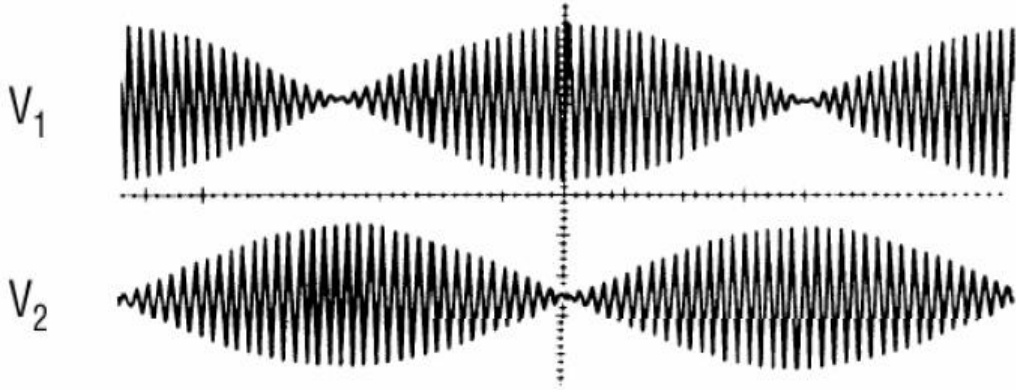
Resolver in; V_e = giriş gerilimi, V_1 ve V_2 = çıkış gerilimidir.

Şekil 2.3 incelendiğinde resolver sinyal soketi bağlantısının nasıl yapıldığı görülmektedir.

- 1 ve 2 nu'lu ayaklar: V_e giriş gerilim uçları
- 3ve 4 nu'lu ayaklar: V_1 çıkış gerilimleri
- 5 ve 6 nu'lu ayaklar: V_2 çıkış gerilim ayaklarıdır.

Resolver arızaları daha çok sargıların yanmasıyla olur. Bu yanmalar gözle görülebilir. Bu sargıların kontrolünü bir avometre ile yapılabilir. 1ve 2 nu'lu ayak kendi arasında, 3 ve 4 kendi aralarında, 5 ve 6 kendi aralarında kontrol edilerek arızalar bulunabilir. Resolverin çıkış gerilimleri şekil 2.7'de gösterilmiştir.

Resolverin verdiği çıkış gerilimleri analogdur ve bunlar sayısallaştırılır.



Şekil 2. 7: Resolver çıkış gerilimleri dalga şekilleri

2.3.3. Enkoderler (Kodlayıcı)

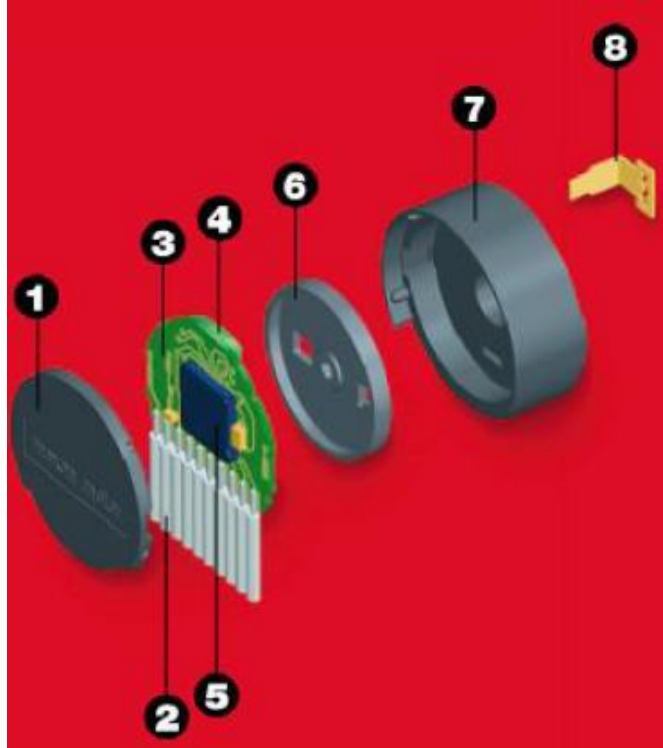
Alternatif akım servo motorlarda pozisyon algılama elemanı olarak genellikle kodlayıcılar (enkoder) kullanılmaktadır. Servo motorlar geri besleme sinyali olmaksızın kullanılamazlar. Pozisyon ölçümü için değişik tiplerde geri-besleme sinyalleri olmasına karşın yapısının basit ve ucuz olması sebebi ile artımsal kodlayıcılar (incremental encoders) özel önem arz eder. Enkoderler ikiye ayrılır.

- Artımsal enkoder
- Mutlak enkoder

Artımsal kodlayıcılar; geri-beslemeli kontrol sistemlerinde pozisyonların teyidi ve geri-besleme sinyallerinin üretilmesinde kullanılırlar. Artımsal kodlayıcılar mutlak kodlayıcılara oranla ucuz olmaları ve yapılarının basit olması sebebi ile tercih edilmektedir.

Tipik bir kodlayıcıda A, B ve Z şeklinde üç farklı sinyal çıkışı mevcuttur. Bunlardan A ve B fazına ait sinyaller, aralarında 90° faz farkı olan iki sinyaldir. Z sinyali ise referans sinyali olarak adlandırılır ve sayıcıyı reset etmekte veya bir dönüşe ait mutlak pozisyon bilgisinin belirlenmesinde kullanılır. Bununla birlikte bazı artımsal kodlayıcı mekanizmaları A, B ve Z sinyallerine ek olarak bunların değıllerini de çıkış olarak veren yapıda yapılmaktadır. Kodlayıcıdan elde edilen çıkış darbeleri mutlak pozisyon bilgisini göstermez. Kodlayıcının verdiği darbe sayısı bağı olduğu şaftın dönme miktarı ile orantılıdır.

Eksen dönme miktarının mutlak değeri kodlayıcıdan alınan çıkış darbelerinin bir sayıcı (counter) devresi kullanılmak suretiyle depolanması ile elde edilir. Kodlayıcıdan alınan darbe sayısının düşük olduğu durumlarda kodlayıcı çıkış darbeleri 4 ile çarpılmak suretiyle darbe sayısı artırılır ve sonra bu darbeler sayma işlemine tabi tutulur.



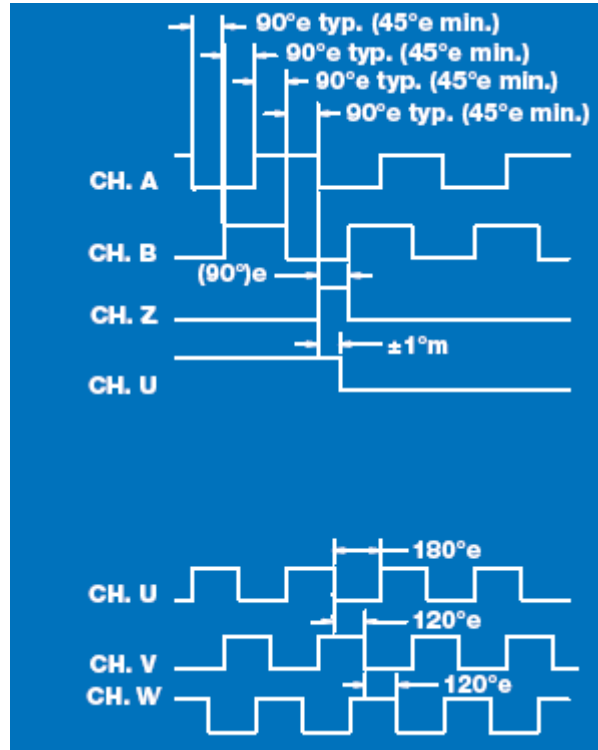
Şekil 2. 8: Artımsal (Incremental) enkoderin birleşenleri

Artımsal Enkoderin Birleşenleri			
1	Arka kapak	5	Asic
2	Motor ve enkoder elektrik bağlantısı	6	Çok kutuplu manyetik teker
3	Devre	7	Ön kapak
4	MR sensör	8	Konnektör

Mutlak (Absolute) enkoderler, ölçme için standart bir cam disk kullanılır. Bu disk taksimatlandırılmış ve kodlanmıştır. Tarama prensibi artımsal enkoderlerle aynı olmakla birlikte daha fazla sayıda bölüme (hücreye) sahiptir. Mutlak enkoderler herhangi bir sayıcı, konum belirleyici, dönme yönünü çözecek elektronik bir çevrime ihtiyaç duymaz.

Ölçülen değerler direkt olarak taksimatlandırılmış disk üzerindeki modeller üzerinden alınır ve çıkışlar kodlanmış sinyaller olarak gönderilir. Çıkıştan elde edilen kare dalga, doğrultularak dış devreye alınır. Dış devrede dijital/analog dönüştürücüler sayesinde de dijital takogeneratör elde edilebilir. Mutlak enkoderler tek dönüşlü ve çok dönüşlü tipleri ile ikiye ayrılırlar.

Şekil 2.4'te 16 pinli standart enkoder bağlantısı ve pin isimleri görülmektedir. Şekil 2.9'da bu isimlerin dalga şekilleri görülmektedir.



Şekil 2. 9: Enkoderin bağlantı uçlarının dalga şekilleri

Genelde arızalar 2, 3, 4, 5 numaralı uçlarda olur. Buradaki arızalarda elektronik kart değiştirilir. Enkoderde oluşacak arızalarda tamir yolu pek tercih edilmez. Eğer arızalar, elektronik devre üzerinde ise kart değişimi yapılır. Diğer kısımlarda pek arızalar oluşmaz.

2.4. Servo Motorların Özellikleri

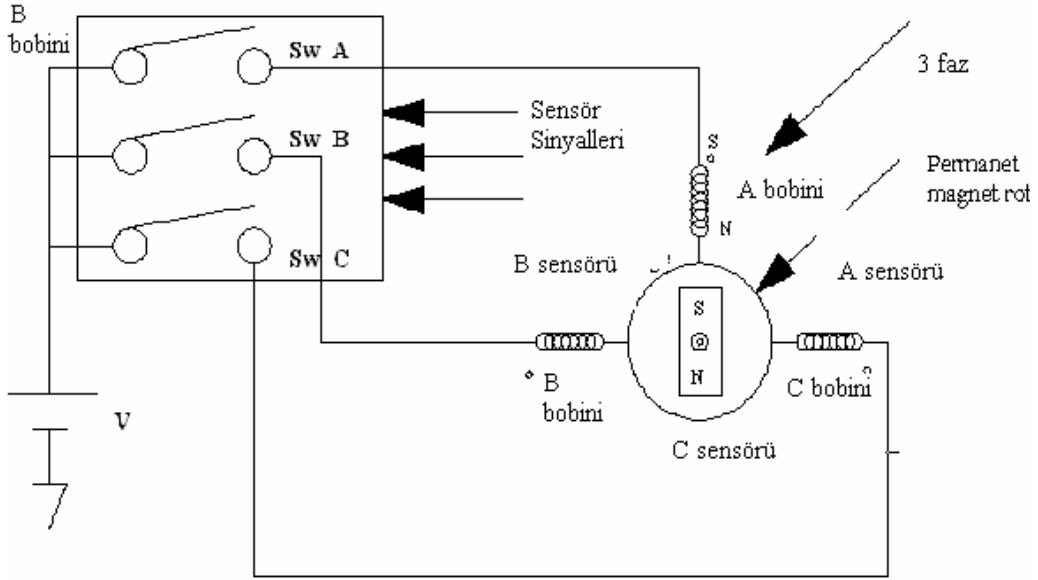
Servo motorların anahtarlama sinyallerinin ayarlanması ve dinamik testlerinin yapılabilmesi için bazı özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir.

2.4.1. Anahtarlama (Komütasyon) Sinyallerinin Ayarlanması

Servo motorların DC veya AC olmasına göre anahtarlama sinyalleri farklı şekilde ayarlanması gerekmektedir.

4.1.1.1. DC Servo Motor

Doğru akım servo motorda sıradan motordaki endüvinin yerini, sabit mıknatıs almıştır. Bu yüzden bu tip motorlara sabit mıknatıslı motor da denir. Temel olarak rotor pozisyonuna göre anahtarların açılıp kapanmasıyla sabit mıknatısın dönmesi esasıyla çalışır. Bu iş şekil 2.10'da görüldüğü üzere anahtarlara bağlı A, B ve C bobinleri vasıtasıyla gerçekleştirilir.

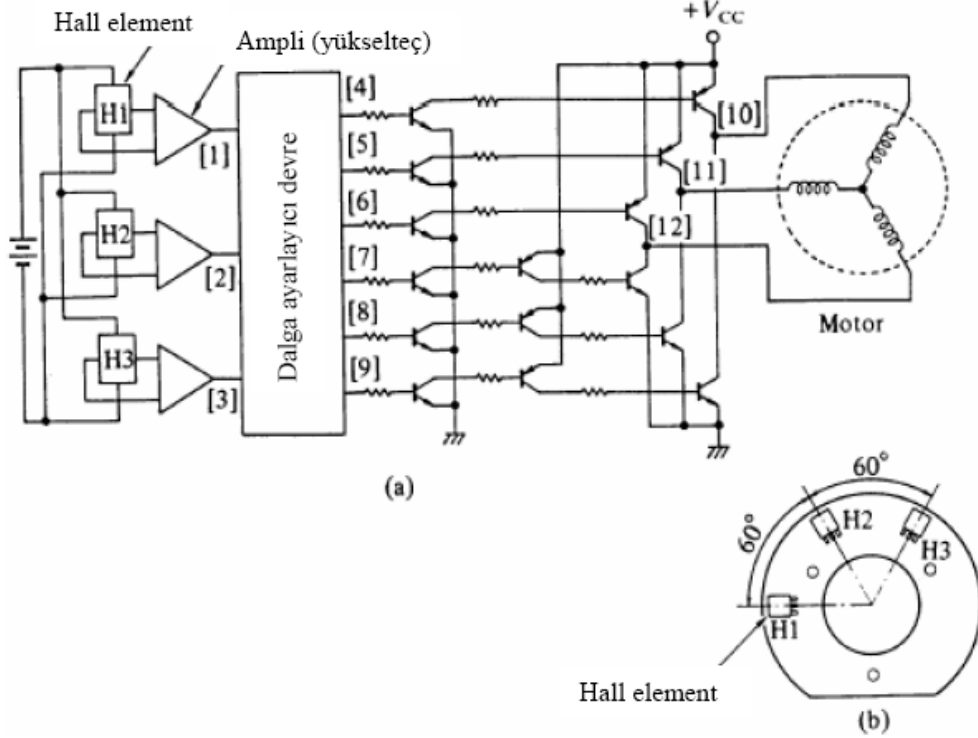


Şekil 2.10: DC servo motor

A ile B bobini arasında B sensörü, B ile C arasında C sensörü, A ile C arasında ise A sensörü vasıtasıyla denetlenmektedir. Yani A, B, ve C sensörleri 120° lik bölgeleri kontrol etmektedir. Eğer sabit mıknatısın S kutbu A ve B bobinleri arasında ise B sensörü aktif hale geçecektir ve bu sensör kontrol devremizdeki B anahtarını açacaktır. İndüklenen bobin sabit mıknatısın S kutbunu etkileyecektir ve kendine doğru çekecektir. Oluşacak momentle sabit mıknatıs hareketine başlayacaktır. Bu momentin değeri bobinlerde endüklenen alanla orantılı olur. Bu alan da kaynak voltajı ile ayarlanabilir. Sabit mıknatıs hareketine devam ederken B bobiniyle çakıştıklarında B sensörü görevini tamamlayacaktır. Sabit mıknatıs tamamlayacaktır. Sabit mıknatıs ataleti nedeniyle biraz daha yol alacak ve C sensörünün kontrol ettiği 120° lik bölgeye gelecektir.

Artık C sensörü aktif hâle gelmiştir. Bu sensör C anahtarını kapatarak C bobininde alan indüklenmesine ve sabit mıknatısın hareketinin C bobinine doğru devam etmesine sebebiyet verecektir. Bu anda A ve B anahtarların kapalı olduğuna dikkat edilmelidir. Sabit mıknatısın S kutbu C bobiniyle çakıştığı anda C sensörü devreden çıkar ve C anahtarı kapanır. Yine sabit mıknatıs (rotor) dönme ataleti nedeniyle A sensörünün kontrol ettiği bölgeye girer. Dolayısıyla A anahtarı kapanıp A bobininde endüklenen alan sabit mıknatısın S kutbunu çeker. Böylece sabit mıknatıs bir turunu tamamlamıştır. Bu olay zincirleme olarak devam eder. Bu dönüşün hızı voltajı ayarlanarak değiştirilebilir.

Servo motorların rotorunun dönme momenti rotor çapına bağlı olarak değişmesinden dolayı servo motorların boyları uzundur. Enerji kısımları asıl motorlara göre daha az enerjiye ihtiyaç gösterirler ve bu motorların atalet momenti küçüktür. Servo motorlar, bir servo sistemde çalışırken ya endüvisi ya da kutupları kontrol edilir. Kutuplar ya bir voltaj kaynağından ya da akım kaynağından beslenir. Her iki tür uygulama farklı bir hız-tork karakteristiğinin ortaya çıkmasına sebep olur.



Şekil 2.11: Fırçasız doğru akım motoru için tasarlanan basit bir sürücü devresi

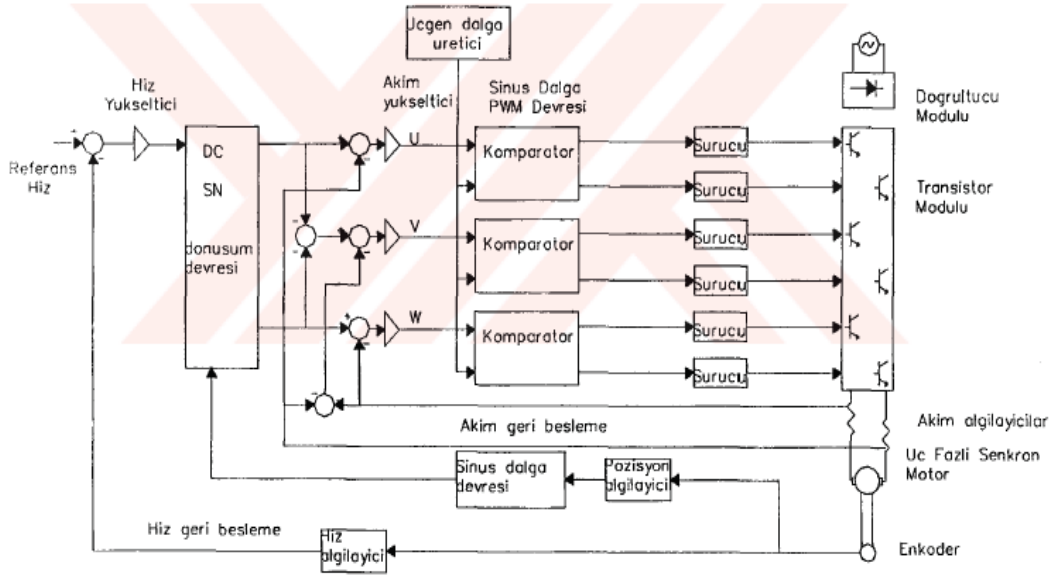
2.4.1.2: AC Servo Motor Kontrolü

Fırçasız servo motorun kontrolü için kullanılan kontrol elemanları, rotorun pozisyonuna göre değişen manyetik akı doğrultusu ile motordan geçen akım doğrultusu arasındaki ortogonal ilişkiyi sağlamalıdır.

➤ Rotor Pozisyonu Algılayıcı

Daha önceki kısımlarda bahsedildiği gibi manyetik akı ile stator sarımlarından geçen akımın doğrultuları arasında ortogonal ilişki temin edilebilmesi için rotor pozisyonunun hassas bir şekilde algılanması gerekir.

Rotor pozisyonu algılayıcı devresi, rotora monte edilen kodlayıcı sinyallerini algılayan ve bu dijital bilgileri kendisinden sonra gelen sinüs-dalga üretim devresi tarafından kullanılacak sinyaller şekline dönüştüren bir devredir. Eğer rotora monte edilen kodlayıcı 8 bitlik mutlak kodlayıcı ise rotorun bir tam dönüşünde 256 farklı kod kodlayıcıdan rotor pozisyonu algılayıcısına gönderilir. Şekil 2.12’de alternatif akım servo motorların kontrolüne ait blok diyagram görülmektedir.



Şekil 2. 12: AC servo motorun kontrolüne ait blok diyagram

➤ Sinüs-Dalgı Üretim Devresi

Bu devre rotor pozisyonu algılayıcı devresinden gelen kod sinyallerine uygun düşecek şekilde sinüs dalgı üreten bir devredir. Temel olarak bu devre bir ROM entegresinden ibarettir. Rotor pozisyonu algılayıcı devresinden gelen dijital pozisyon adreslerine uygun düşen sinüs dalgı verileri ROM entegresine önceden kaydedilir. Rotor kodlayıcıdan gelen pozisyon sinyallerine uygun düşen sinüs genlik değeri sinüs-dalgı üretim devresi vasıtasıyla bir sonraki devreye gönderilir. Alternatif akım servo motor üç fazlı bir servo motor olduğundan dolayı, algılanan fazlara ait sinyaller, aralarında 120° faz farkı bulunan üç fazlı sinyaller olmalıdır. Pratikte V fazı $V = -(U-W)$ şeklindeki basit bir analog operasyon ile hesaplanır. Bu sebeple ROM entegresinde sadece U ve W fazlarına ait sinüs dalgı verileri bulunmaktadır.

➤ Doğru Akım -Sinüs Dönüşüm Devresi

Sinüs dalgı üretim devresi ile, rotor pozisyonu ile senkronize edilen iki fazlı sinüs dalgaları üretilir. Bununla birlikte sinüs dalgaları -1' den +1' e 0'dan geçecek şekilde belirtilir. Pratik kullanım açısından bu faktörler akım değerlerine çevrilmelidir. Doğru Akım -Sinüs Dönüşüm Devresi ile sinüs dalgı referans akımı, hız yükselticisi çıkışı olan hız referans akımının sinüs dalgı genlik faktörü ile çarpılması suretiyle elde edilir. Alternatif akım servo motorda hız referans sinyalleri doğru akım sinyali şeklinde gönderildiğinden referans sinyali ile karşılaştırılacak olan hız geri besleme sinyali de doğru akım olmalıdır. Buna göre, karşılaştırma sonucu olan hız yükselticisi çıkışı da aynı zamanda bir doğru akım değeridir.

➤ Sinüs dalgı PWM (Darbe Genişlik Modülasyonu) Devresi

Alternatif akım servo motorda stator sarımlarından sinüzoidal akım geçmektedir. Bu sebeple akım yükselticiden çıkan alternatif akım sinyalinin gücünü yükselttikten sonra motor sarımlarına direkt verilmesi en idealidir. Bununla birlikte pratikte sinüs dalgalarının

güçlendirilmesi uygun değildir; çünkü bu tür bir devre güç transistörünün lineer bölgede kullanılmasını gerektirir. Böyle bir devrede ise transistörde oluşacak olan ısı ve güç kayıpları çok fazla olur. Buna karşın transistörün anahtarlama modda kullanılması suretiyle güç kayıpları minimum seviyeye indirilebilir. Bu metot PWM (Darbe Genişlik Modülasyonu) olarak adlandırılır. Bu metotta motor akım ortalama değeri, bir sinüs dalga olan ve doğru akım sinüs dönüşüm devresinden gönderilen sinüs dalga genliği ile orantılı ve kontrollü darbe genişliğine dönüştürülür. Sabit frekans ve genlikte salınım yapan bir üçgen taşıyıcı dalga ve akım yükselticiden elde edilen sinüs dalga çıkışı bir komparator vasıtasıyla kıyaslanmaktadır. Eş olmayan genişlikteki darbeler, sinüs dalga büyüklüğünün taşıyıcı dalga büyüklüğünü geçtiği noktaların bulunması ile elde edilir.

Burada kırıcı dalganın salınım frekansının seçilmesi önemli bir faktördür. Taşıyıcı frekansı güç transistörünün anahtarlama frekansına eşit olduğu gibi, yüksek olduğu durumda anahtarlama kayıplarını da oransal olarak artırır, düşük yapıldığı durumda ise servo motorun hız cevabını düşürür. Genel olarak; taşıyıcı frekansı inverter bipolar transistörlerden ibaret olduğu durumda 1-3 kHz, FET' ler den ibaret olduğu durumda ise 5-20 kHz arasında seçilir.

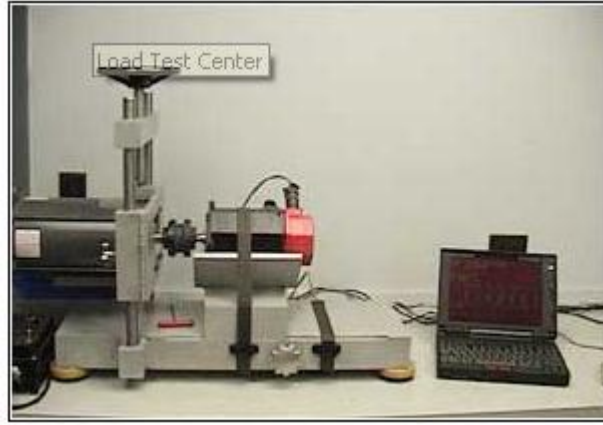
2.4.2.Dinamik Test

Özel olarak tasarlanan dinamik test merkezleri, servo motorun tamiri ve tekrar yapılandırma standartlarını garanti etmek için dizayn edilmiştir.

Bu merkezin asıl amacı motoru sökmeden tüm fabrika parametre değerlerini (akım, güç, sargılar, manyetik akı, rulman, sabit mıknatıslar vb.) sağlayıp sağlamadığını kontrol ve arızalı kısmı tespit etmek için yapılır.

Dinamik test merkezlerinde aşağıdaki işlemler yapılır:

- Arızalı olan servo motorlar getirildiklerinde vidaları veya cıvataları çıkarılmadan (motor sökülmeden) deneme sürüşünden geçirilirler. Bu süre zarfında servo motorlar birçok test ve birleştirilmiş geribildirim cihazlarından geçirilir.
- Servo motor açılmadan önce durağan ve hareketli kısımları ayrı ayrı kontrol edilip kaydedilir.
- Sargılar yüksek voltaj ve akım altında test edilir.
- Servo motordan uygun gücü alıp almadığımızı garantilemek için manyetik güç test edilir. Eğer kötü manyetik olduğu anlaşılırsa kırık mıknatıslar değiştirilir ve gücünü kaybeden mıknatıslar güçlendirilir.
- Titreşim cihazları ve güç ölçerlerle servo motorun etiket gücünü sağlayıp sağlamadığı ve motordaki kötü titreşimler (rulman arızası gibi) kontrol edilir.
- Son olarak motorların sürüş esnasında çalışıp çalışmadığını garantilemek için ilk testlerin 2. bir tekrarı yapılır. Motorun doğru parametrelere ve dönütlere sahip olduğu test edilir.



Resim 2.5: Dinamik test merkezi

2.5 Servo Motorun Tamiri İçin Gerekli Araç ve Gereçler

Bilindiği gibi çok çeşitli servo motorlar vardır. Bunların tamiri için ortak malzemeler;

- Değişik büyüklüklerde (yıldız, düz) tornavida
- Pense
- Segman penseleri
- Avometre
- Çektirme
- Hidrolik basınç makineleri
- Osiloskop
- Lehimleme malzemeleri
- Balans makinesi

Aşağıdaki resimde bir servo motor servisi görülmektedir. Servo motorun sürücü devreleri ile birlikte arıza tespiti ve tamiri son derece zor bir iştir. Özellikle servo sürücülerin tamiri için özel cihazlara ihtiyaç vardır.



Resim 2. 6: Servo motor servisi

UYGULAMA FAALİYETİ

Öğretmeninizin size vereceği bir servo motoru aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek kontrollerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Servo motorun güç soketinin kontrolünü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Servo motorlar diğer elektrik motorlarına benzediğinden sökerken diğer motor bakım modüllerine bakınız.➤ Servo motorun bilgi kataloğuna bakınız.➤ Motorun çeşidine göre (AC, DC) bağlantısını ve sarımını öğreniniz.➤ Sokette herhangi bir yanma veya kararma olup olmadığına bakınız.➤ Kablo temassızlığını kontrol ediniz.
➤ Servo motorun sinyal soketinin kontrolünü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Motorda kullanılan geri besleme elemanını öğreniniz.➤ Sinyal kablosunda kopma olup olmadığına bakınız.➤ Temassızlık olup olmadığına bakınız.
➤ Servo motorun geri besleme elemanının kontrolünü yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Geri besleme elemanının çeşidini öğreniniz.➤ Sinyal soketine gerekli bilgi gelmiyorsa elemanı sökünüz.➤ Gözle görülen bir arıza olup olmadığına bakınız.➤ Takojenaratörün sargılarını, fırça ve kollektörlerini kontrol ediniz.➤ Resolverin sargılarını kontrol ediniz.➤ Enkoderin elektronik kartını kontrol ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki boşlukları doğru sözcüklerle doldurunuz?

1. Servo motor bağlantı kutusunda; güç , fren, sargı termik bağlantısı ve bağlantısı vardır.
2. Geri besleme elemanlarından gelen kablo sayıları ile arasında değişir.
3. motor hız bilgisini ölçen elemanlardır.
4. Takojenaratör bir ya da bir jeneratörüdür.
5. bir fazlı alternatif akım jeneratörünün minyatürüdür.
6. motorun bir dönüşü için, o andaki konumunu ve hızını tespit için kullanılan geri besleme elemanıdır.
7. geri-beslemeli kontrol sistemlerinde pozisyonların teyidi ve geri-besleme sinyallerinin üretilmesinde kullanılırlar.
8. Artımsal kodlayıcılar kodlayıcılara oranla ucuz olmaları ve yapılarının basit olması sebebi ile tercih edilmektedir.
9. temel olarak rotor pozisyonuna göre anahtarların açılıp kapanmasıyla sabit mıknatısın dönmesi esasıyla çalışır.
10. devresi, rotora monte edilen kodlayıcı sinyallerini algılayan ve bu dijital bilgileri kendisinden sonra gelen sinüs-dalga üretim devresi tarafından kullanılabilirken sinyaller şekline dönüştüren bir devredir.
11. devresi rotor pozisyonu algılayıcı devresinden gelen kod sinyallerine uygun düşecek şekilde sinüs dalga üreten bir devredir.
12. Alternatif akım sinyalinin gücünü, transistörün anahtarlamalı modda kullanılması suretiyle güç kayıpları minimum seviyeye indirerek yükselten metoda denir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konuları tekrarlayınız. Başarılıysanız bir sonraki bölüme geçiniz.

PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Aşağıda listelenen davranışların her birini dikkatli bir şekilde okuyunuz. Cevaplarınız olumluysa “**Evet**” sütununa, olumsuz ise “**Hayır**” sütununa “X” işareti koyunuz

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1.	İş güvenlik kurallarına uydunuz mu?		
2.	İş yaparken uygun takım kullanıyor musunuz?		
3.	Klemens bağlantı şekillerini belirlediniz mi?		
4.	Klemens kutusundaki sargı uçlarını kodladınız mı?		
5.	Klemens kutusunda hangi kablo bağlantıları var öğrendiniz mi?		
6.	Sinyal kablolarını diğer bağlantılardan ayırabiliyor musunuz?		
7.	Geri besleme elemanlarını biliyor musunuz?		
8.	Hangi geri beslemede hangi sorunlar olur öğrendiniz mi?		
9.	Geri beslemenin işlevini biliyor musunuz?		
10.	Motor bakımı için gerekli araç-gereçleri biliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı kontrol ederek kendinizi değerlendiriniz, “**Hayır**” yanıtlarınız var ise ilgili konuyu tekrarlayınız. Tamamı “**Evet**” ise diğer öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Modülde kazandığınız yeterliği değerlendirme ölçeğine göre kontrol ediniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1.	İş güvenliği kurallarına uygun çalışma yaptınız mı?		
2.	Gerekli araç-gereçlerin seçimini yaptınız mı?		
3.	Araç- gereçlerin kullanımını öğrendiniz mi?		
4.	Servo motor ile diğer elektrik motorlarının karşılaştırmasını yaptınız mı?		
5.	Motorların benzerliklerini öğrendiniz mi?		
6.	Servo motor parçalarını öğrendiniz mi?		
7.	Kapakların sökümünü yaptınız mı?		
8.	Geri besleme elemanlarını tanıdınız mı?		
9.	Geri besleme elemanlarını söktünüz mü?		
10.	Geri besleme arızalarını tespit ettiniz mi?		
11.	Motorun rotor yapısını öğrendiniz mi?		
12.	Rotor arızalarını öğrendiniz mi?		
13.	Bağlantı kutusunda hangi bağlantıların olduğunu öğrendiniz mi?		
14.	Motorun bağlantı kutusunun arızalarını öğrendiniz mi?		
15.	Motor sargı çeşitlerini öğrendiniz mi?		
16.	Sargı kontrollerini öğrendiniz mi?		
17.	Sargıların nasıl sarıldığını biliyor musunuz?		
18.	Sargı arızalarını öğrendiniz mi?		
19.	Motor anahtarlama nasıl yapılır öğrendiniz mi?		
20.	Dinamik testin amacını öğrendiniz mi?		
21.	Motorun bakımı için gerekli araç-gereçleri tanıdınız mı?		
22.	Motorun bakımı için gerekli araç-gereçleri temin ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı kontrol ederek kendinizi değerlendiriniz, “**Hayır**” yanıtlarınız var ise hayır yanıtlarınızla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız. Tamamı “**Evet**” ise bir sonraki modüle geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

1.	D
2.	D
3.	Y
4.	Y
5.	D
6.	Y
7.	Y
8.	Y
9.	D
10.	D
11.	D
12.	Y
13.	FIRÇA - KOLLEKTÖR
14.	SENSÖRLER
15.	İKİ FAZLI SİNCAP KAFESLİ ASENKRON
16.	SENKRON
17.	SİLİNDİRİK – ÇIKINTILI KUTUPLU
18.	ROTORUN STATOR YÜZEYİNE SÜRTMESİ

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	GERİ BESLEME
2.	4 İLE 16
3.	TAKOJENARATÖR
4.	AC - DC
5.	AC TAKOJENARATÖR
6.	ENKODER
7.	ARTIMSAL KODLAYICILAR
8.	MUTLAK
9.	FIRÇASIZ DC SERVO
10.	ROTOR POZİSYON
11.	SİNÜS DALGA ÜRETİM DEVRESİ
12.	PWM

KAYNAKÇA

- ALTUNSAÇLI Adem, **Elektrik Motorları ve Sürücüleri**, İskenderun, 2006.
- BAL GÜNGÖR, **Özel Elektrik Makineleri**, Ankara, 2006.
- KUZER Kaan, **AC Servo Motorlar ve Sürücü Devreleri**, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2006.
- KÜÇÜKSİLLE Ecir Uğur, **Servo Motorların Bulanık Mantık Yöntemi ile Kontrolü**, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2002.
- MEGEP- **Elektrik-Elektronik Teknolojisi Alanı Modülleri**, Ankara, 2005.
- TEMİZ İsmail, **Bulanık Mantık Yöntemiyle Bir Servo Motorun Kontrolü ve Geleneksel Yöntemlerle Karşılaştırılması**, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2005.
- TURGAY Mamur, **Fırçasız Servo Motorlar Yapıları ve Kontrol Esasları**, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ocak, 1996.
- YILDIRIM Serkan, **Servo Sistemler ve Örnek Olarak Evrik Sarkaç Uygulaması**, Koceli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Haziran, 2003.