

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**SERVOMEKANİZMA
522EE0030**

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	2
GİRİŞ	3
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	5
1. SERVOMEKANİZMA TEMEL KAVRAMLAR.....	5
1.1. Açık ve Kapalı Çevrim Sistemleri	6
1.1.1. Açık Çevrim Sistemleri.....	6
1.1.2. Kapalı Çevrim Sistemleri.....	7
1.2. Geri Besleme.....	9
1.2.1. Geri Besleme Çeşitleri	9
1.2.2. Geri Besleme Elemanları	10
1.3. İzleyici.....	11
1.4. Analog Sensörler	12
1.4.1. Pozisyon Duyarlılık Elemanları	12
1.4.2. Işık Algılama Elemanları	14
1.4.3. Isı Algılama Elemanları	16
1.4.4. Basınç Algılama Elemanları	17
1.5. Sıfır Konum (Null).....	18
1.6. Ölü Bölge	18
1.7. Damping (Sönümleme).....	19
UYGULAMA FAALİYETİ.....	20
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	22
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	24
2. SENKRO SİSTEM BİLEŞENLERİ	24
2.1. Çözümleyiciler	24
2.2. Senkroların Yapısı ve Sınıflandırılması	26
2.2.1. Senkroların Sınıflandırılması	27
2.2.2. Çalışma Gerilimleri ve Frekansları	27
2.3. Senkro Tork Taşıyıcısı	28
2.4. Senkro Tork Alıcısı	29
2.5. Tork Senkro Sistem.....	30
2.6. Senkro Ayakların Ters Bağlanması.....	32
2.7. Tork Diferansiyel Senkro Sistem	32
2.8. Tork Diferansiyel Taşıyıcı	33
2.9. Tork Diferansiyel Alıcı	34
2.10. Kontrol Senkro Sistemler	35
2.11. Kontrol Transformatörü	35
2.12. Kontrol Senkro Sistem	36
2.13. Senkro Sistem Problemleri.....	37
2.13.1. Problem İndikatörleri	37
2.13.2. Problemler ve Çözümleri	38
2.13.3. Bazı Problemlere Örnekler.....	39
UYGULAMA FAALİYETİ.....	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	43
MODÜL DEĞERLENDİRME	44
CEVAP ANAHTARLARI.....	45
KAYNAKÇA.....	46

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0030
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Uçak Gövde Motor Teknisyenliği / Uçak Elektronik Teknisyenliği
MODÜLÜN ADI	Servomekanizma
MODÜLÜN TANIMI	Servomekanizmaların temel kavramlarını ve bileşenlerini öğreten ve bunlarla ilgili uygulama becerisi kazandıran öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖN KOŞUL	AC Motorlar modülünü tamamlamış olmak
YETERLİK	Servomekanizmaların temel kavramlarını ve bileşenlerini öğrenerek uygulama yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Bu modül ile ölçü aletleri ve test cihazları kullanarak tekniğine uygun servomekanizma sistemlerinin testini ve bakımını yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Servomekanizma sistemlerini tanıyıp testlerini yapabileceksiniz. 2. Servomekanizma sistemlerinde oluşabilecek hataları giderebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf Donanım: tepegöz, projeksiyon, bilgisayar ve donanımları, internet bağlantısı, kurşun kalem, avometre, bloknot, bilgi işlem sayfası, ilgili deney setleri, osiloskop, sensörler ve servo motorlar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modülün amacı, sizleri servomekanizma sistemleri hakkında bilgi sahibi yapmaktır.

Servomekanizma veya regülatörler, kapalı - çevrimli kontrol sistemleri olup bunlar son yıllarda imalat, gemi veya uçakların idaresi, bilimsel araştırma ve diğer bazı kontrol alanlarında çok önemli rol üstlenmektedir.

Servomekanizmalar veya başka bir deyişle robotlar, insanı günlük birçok basit işlerin sıkıcılığundan kurtarır. Bir göstergenin hafif bir hareketi ile oldukça büyük kitleleri kontrol eder.

Bu modülü bitirdikten sonra bu tarz kontrol sistemleri ve elemanları hakkında genel bilgi sahibi olacak ve meydana gelen problemler için çözüm önerileri üretebileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Gerekli donanım kullanılarak servomekanizma sistemlerini çalıştırabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Servomekanizma sistemlerinin temel yapısını oluşturan açık ve kapalı çevrim hakkında araştırma yapınız.
- Çevrenizde otomatik olarak kontrol edilen cihazların, servomekanizma sistemleri ile ilişkisi hakkında araştırma yapınız.
- Havaalanlarında uçaklar içerisinde dolaşarak araştırma ve gözlem yapınız.
- İnternet ortamında araştırma yapınız.
- Araştırma ve gözlemlerinizi rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu sınıfta tartışınız.

1. SERVOMEKANİZMA TEMEL KAVRAMLAR

Bu modülde kullanılacak terimlerin iyi bilinmesi, konuların daha anlaşılır olması için gereklidir.

- **Sistem:** Belirli bir iş veya işlem için bir araya getirilmiş, birbirleri ile doğrudan ya da dolaylı etkileşimli elemanlar topluluğudur.

Bilgisayar denilince aklımıza klavye, fare, ekran, sistem ünitesi, yazıcı gibi fiziksel parçalar gelmektedir. İşte bu elemanların topluluğu sistemi oluşturmaktadır. Otomatik kontrol, bir sistematik kavramdır. İçinde birden fazla bileşeni vardır.

- **Kontrol sistemi:** Herhangi bir iş yapan birimin denetlenmesi amacıyla geliştirilen sistemdir.
- **Giriş:** Sistem içerisine akan, sistem tarafından işlenen işaretler, büyüklükler.
- **Çıkış:** Sistem dışına çıkan, işlem görmüş işaretler, büyüklükler.

Örneğin; Bir hidroelektrik santralinde sisteme giriş olan büyüklükler su ise çıkış elektrik enerjisidir. Veya bir elektrik motorunun girişine uygulanan elektrik enerjisi sistemin girişi ise motor milinden elde edilen mekanik enerji, sistemin çıkışıdır.

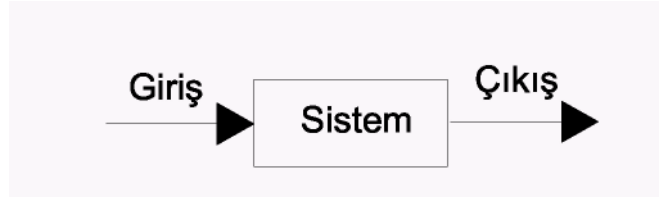
Bazen sistemlerin bir girişi yerine birçok girişi olabilir. Bu tür sistemlere çok girişli sistemler denir. Yine aynı şekilde, sistemlerde birden fazla çıkış olursa o tür sistemlere çok çıkışlı sistemler denir. Otomatik kontrolün amacı, bir sistemde üretilen değişkenler üzerinde ayar yapmak, sistemin istenilen şekilde çalışmasını sağlamaktır.

Bir elektrik motorunu ele alalım. Motor sargılarına gerekli olan elektrik enerjisini uyguladığımızda motorda bir mekanik dönme hareketi oluşur. Bu dönme hareketinin birimi "devir/dakika"dır. Motor boşta çalışırken milin dönüşünü zorlaştıran önemli bir etki yoktur. Motor belirli bir devirle döner. Motora yük bağlanırsa milin dönmesi zorlaşacaktır. Bu durumda motorun dönme hızında bir yavaşlama olur. Örneğin 1000 devir / dakika ile dönen motorun devri, yük miktarına göre 800 devir / dakika'ya kadar düşer. Devirdeki bu değişme bazı iş kollarında sakıncalar yaratabilir. Makine boşta da çalışsa yarı yükte veya tam yükünde de çalışsa hızında değişiklik istenmiyorsa bu motorun devrini sabit tutacak bir kontrol sistemine ihtiyaç var demektir. Bu örneğimize göre kontrol edilmek istenen büyüklük, motorun dakikadaki dönüş sayısıdır.

Böyle bir kontrol sistemini geliştirmek için kontrol edeceğimiz makinenin teknik özelliklerini bilmemiz gerekir. Örneğin makinenin azalan veya artan devir sayısı hangi giriş parametrelerine bağlıdır. Ya da hangi değerlere etki edilmelidir ki motorun yüklendikçe düşme eğilimine giren devir sabit kalsın.

1.1. Açık ve Kapalı Çevrim Sistemleri

1.1.1. Açık Çevrim Sistemleri



Şekil 1.1: Açık çevrim kontrol sistemi

Açık çevrim kontrol sisteminde giriş bağımsız bir değişkendir. Çıkışın, giriş üzerinde hiçbir etkisi yoktur. Çıkış, girişin bir fonksiyonudur. Bir elektrik motoruna elektrik enerjisinin bir şalter üzerinden uygulandığını düşünelim. Motorun dönme hızı ile şalterin çalışması arasında hiçbir denetim yoktur. Bu durumda şalter motoru durdurup çalıştırma görevi yapar. Elektrik motorunun yüklendiğinde devri düşer, şalter burada devrin düşmesini önleyici bir tedbir almaz. Böyle bir görevi yoktur. Ancak piyasada kullanılan değişik tiplerde şalterler vardır. Motorun aşırı yüklenmesinden dolayı koruyucu özelliği olan şalterler vardır. Bu tip şalterler, aşırı akım röleleri ile birleştirilmiş şalterlerdir. Tabii ki istenirse giriş gerilimine göre de motoru durdurup çalıştıran şalterler yapılabilir.

Başka bir örnek ise bir trafik kavşağında trafiğin denetlenmesi açık kontrol sistemine göre yapıldığında, kavşaktaki trafik sinyali hep aynı periyotlarda çalışacaktır. Kırmızıda 40 saniye, yeşilde 40 saniye yanıyorsa günün her saatinde aynı çevrim sürüp gidecektir. Kavşaktaki trafik yoğunluğu ile ilgili hiçbir denetim yoktur.

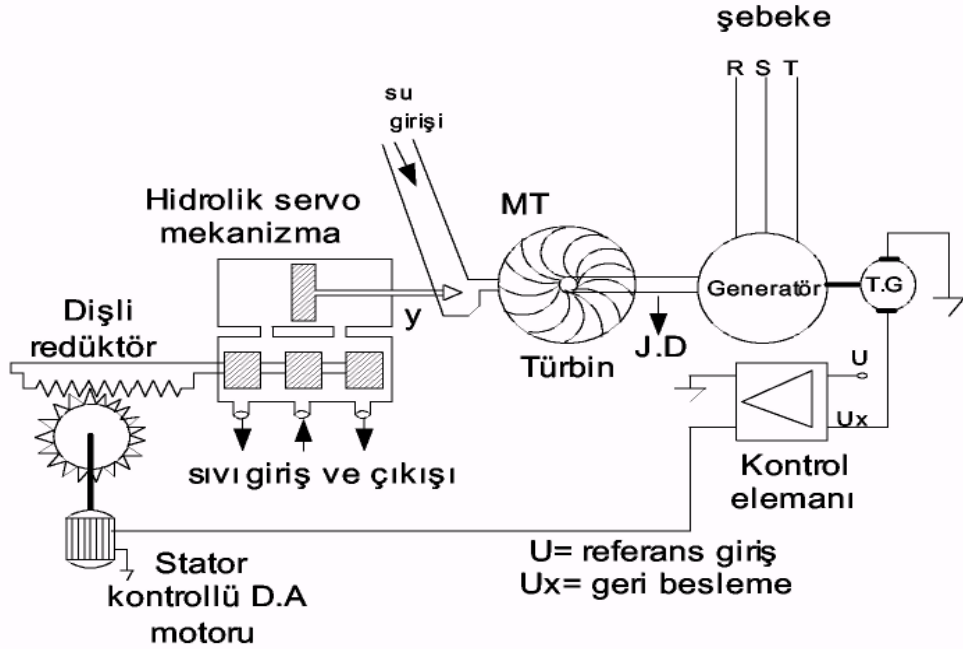
1.1.2. Kapalı Çevrim Sistemleri

Bu tip kontrol sisteminde çıkış, yalnızca girişin bir fonksiyonu değildir. Çıkıştan alınan bir geri besleme ile giriş her zaman kontrol altına alınır. Çıkış, giriş ile geri beslemenin toplamının bir fonksiyonudur. Diğer bir deyişle bu tip sistemlerde çıkış girişi denetlenmektedir, geri besleme işlemi vardır.

Trafik sinyalizasyonu örneğini tekrar ele alalım. Kapalı çevrim kontrol sistemi uygulanırsa trafik akışı nasıl olur? Trafiğin denetlenmesi yine ışıklarla olacak ama yoldaki trafik yoğunluğu da her zaman sensörler yardımı ile ölçülecektir. Sensörlerden alınan ölçüm sonucuna göre trafiğin yoğun olduğu tarafa daha fazla yeşil yakarak trafik sıkışıklığı önlenabilir. Ayrıca hep aynı güzergâh üzerinde seyreden taşıtların, şehir içi hız limitlerinde gittiği zaman tekrar tekrar kırmızı ışığa yakalanma ihtimali azaltılır. Bu örnekte sinyalizasyonun çalışma zamanlaması sistemin girişi ise taşıtların durumu da çıkıştır. O hâlde iyi bir çıkış için yolun doluluk ve boşluk oranları dikkate alınarak zamanlama değiştirilebilmelidir.

Bir hidroelektrik santralini bir sistem olarak düşünelim. Sistemin girişi su, çıkışı ise elektrik enerjisidir. Örneğimizi biraz daha somutlaştırmak için sayısal değerler verelim. 100 MW'lık bir jeneratörü döndüren türbine akan su miktarının debisini de 100 birim ile ifade edelim. Günün her saatinde türbin aynı güç talebiyle karşılaşmayacaktır. Bazen talep 100 MW ise bazen 50 MW'a düşecektir. Türbine giren su miktarı her zaman 100 birim olmamalıdır. Talep 50 MW ise su girişi de 50 birime düşmelidir. Aksi hâlde su kullanımı açısından ekonomik olmadığı gibi türbin devri de sabit kalmaz. Gerçekte, talep normal sınırlar içinde iken türbin devri hep sabit kalmaktadır. Eğer türbin devri sabit kalmazsa üretilen enerjinin frekansı 50 Hz'de sabit tutulamaz. Şebeke frekansı türbin devrine bağlıdır.

Elektrik abonelerinin kullandığı elektrik miktarına göre üretim sürekli değişim içerisinde olmaktadır. Abonelerin elektrik yük talebi, jeneratörü döndüren türbine yük olarak binmektedir. Talep arttıkça türbine binen yük miktarı artmaktadır. Türbinin hep aynı devirde dönmesi için su girişi de artmalıdır. Talep azaldıkça türbinden yük kalkar, dolayısıyla hızın yükselmemesi için su girişi azalmalıdır. Burada, yükün değişimine göre türbine giren su miktarı da değişmektedir.



Şekil 1.2: Türbin devir regülatörü

Türbinin hızı tako jeneratör yardımıyla sürekli ölçülmektedir. Ölçülen hız gerilime dönüştürülerek geri besleme olarak uygulanmaktadır. Devir yükselme eğilimine girdiğinde tako jeneratörde üretilen gerilim de yükselir. Devir düşünce tako jeneratördeki gerilim de düşer.

Şekildeki devrede, tako jeneratörde elde edilen geri besleme gerilimi kontrol elemanına uygulanmıştır. Kontrol elemanının iki girişi bulunmaktadır. Bunlardan bir tanesi referans girişi, diğeri ise geri besleme girişidir. Geri besleme sinyali referans girişini azaltır yöndedir. Türbinin hızı su girişi miktarına bağlıdır. Çok su girişi olursa devir yükselir, su azalır devir azalır. Devri etkileyen diğerk faktör ise jeneratörden çekilen elektrik akımıdır. Çekilen akım arttıkça türbinin devri azalır, akım azaldıkça türbin devri yükselir.

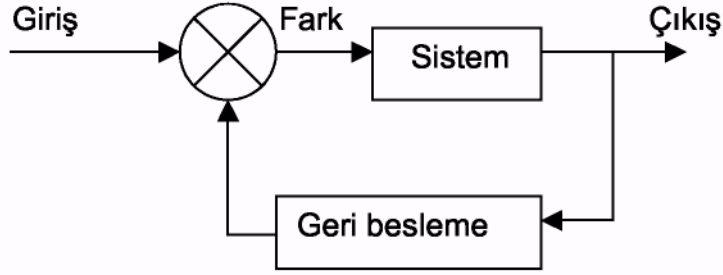
Devremizde bilmemiz gereken diğerk elemanların çalışması ise stator kontrollü doğru akım motoru, buna bağlı olarak çalışan hidrolik servo sistemdir. Stator kontrollü d.a. motorunun statoruna gerilim uygulandığında bir dönme hareketi üretilir. Bu hareketin yönü ise doğru akımın yönüyle ilgilidir.

Hidrolik servomekanizmanın çalışması: Motorun hareketi silindir içerisinde bulunan pistonu hareket ettirir. Piston, su girişindeki vanayı kontrol ederek türbine giren su ayarlanır (Su girişi kontrolü türbin üzerindeki kanatçıkların hareket açısı değiştirilerek de yapılabilir.).

Jeneratörden çekilen enerji azaldığında türbin devri yükselecektir. Buna bağlı olarak tako jeneratörün ürettiği gerilim artıp referans geriliminde fazla olacağından kontrol elemanı motora enerji gönderecektir. Motor, gelen enerji miktarı kadar hareket ederek dişliyi sağa

doğru döndürecektir. Buna bağlı olarak valf içersindeki sıvı, silindir içersine pistonu sağa itecek yönde bir hareket oluşturacaktır. Pistona bağlı savak su girişini azaltacaktır.

Jeneratörden çekilen akım arttığında türbinin devri yavaşlayacak, geri belseme sistemi su girişini artırarak devirdeki değişimi engelleyecektir. Böyle bir otomatik kontrol sistemi ile türbin devri denetlenir.

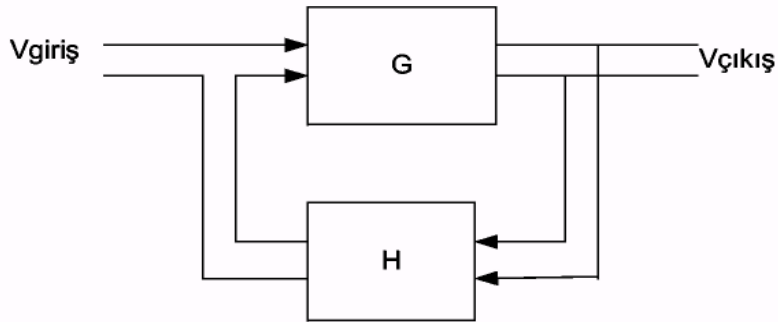


Şekil 1.3: Kapalı çevrim kontrol sistemi

Bu tür kontrol sisteminde çıkış, giriş ile geri besleme sinyali farkının bir fonksiyonudur.

1.2. Geri Besleme

1.2.1. Geri Besleme Çeşitleri



Şekil 1.4: Geri beslemeli bir yükselteç devresi

Çıkıştan alınan geri besleme sinyali girişi artıracak şekilde uygulanırsa buna pozitif geri besleme denir. Giriş sinyalini azaltacak yönde uygulanırsa negatif geri besleme adını alır. Otomatik kontrol sistemlerinde negatif geri besleme kullanılır. Çünkü otomatik kontrol sistemlerinde esas amaç, herhangi bir fiziksel büyüklüğü kontrol altına almaktır.

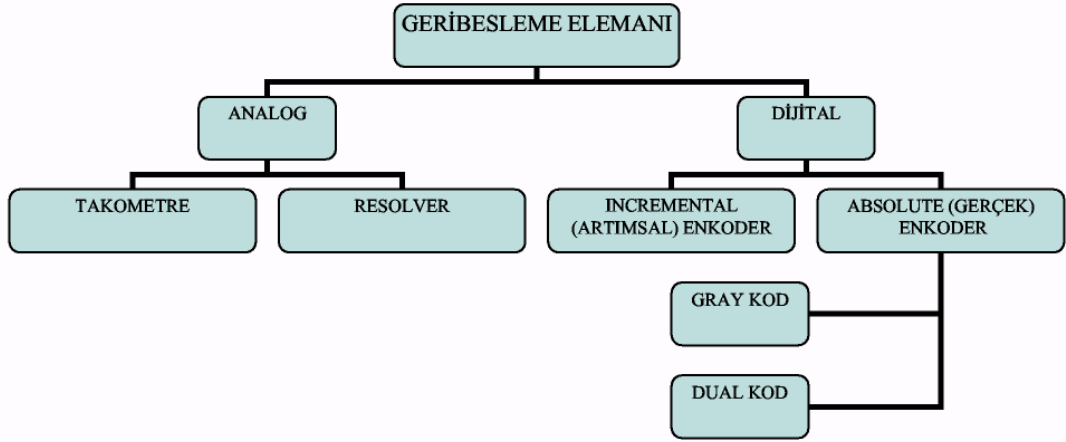
Çıkıştan alınan sinyal girişi artıracak şekilde uygulanacak olursa giriş artınca çıkış artar. Çıkıştan alınan geri besleme sinyali artarak sürekli girişi artırır. Dolayısıyla çıkış da

sürekli artış içerisinde olacaktır. Bu artış bir süre sonra sistemin çıkışını sıfıra götürür. Sistem salınım yaparak kararsız çalışır.

Çıkıştan alınan sinyal girişi azaltacak yönde uygulanırsa bu tip geri beslemeye “negatif geri besleme” denir. Sistem girişi ve geri besleme oranı herhangi bir değere ayarlanır ve bu değer sabit olması istenir. Sistemde bir değişme olmazsa çalışmasını ayarlandığı gibi sürdürür. Dışarıdan gelen bir bozucu etki sonunda çıkışta bir azalma olursa bu azalma geri besleme sinyalini de azaltacaktır. Girişteki değer ile geri besleme arasındaki değer artacak ve yükseltici devresine daha büyük bir sinyal gireceğinden çıkıştaki azalmayı önleyecektir. Çıkış yükselecek olursa geri besleme sinyali de yükselecek, girişi daha fazla azaltarak çıkıştaki artışı önlemeye çalışacaktır.

1.2.2. Geri Besleme Elemanları

Geri besleme elemanı bir servo sistemin hızını, motor milinin bulunduğu konumu ve yükün bulunduğu konumu ölçmek için kullanılır. Uygulamalarda kullanılan geri besleme eleman türleri aşağıdaki diyagramda görülmektedir.



Şekil 1.5: Servo motor geri besleme elemanları

Geri besleme elemanı motora bağlı bir şekilde kullanılır ve genellikle motor ile aynı hızda çalışır. Bu nedenle aşırı hızlarda ısınır ve ürettikleri işaretler, buldukları manyetik alandan etkilenir. Geri besleme elemanlarının, sistemi olumsuz yönde etkileyecek bu etkilerinin azaltılması gerekir. Pratik uygulamalarda aşırı hız nedeniyle ısınmanın önlenmesi için uygun dönme ve yatak sistemleri, elektromanyetik alandan korunması için de uygun şasiler ile korunmaktadır.

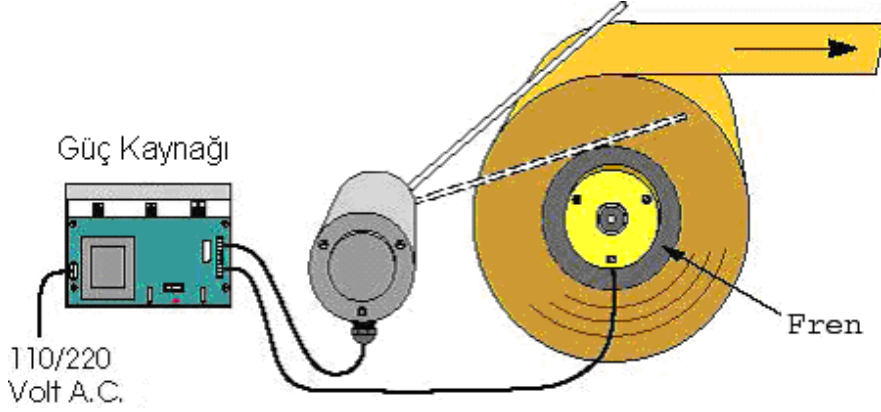
1.3. İzleyici

İzleyiciler, servomekanizmalarda servo motorların hareket ettirdiği sistemlerin pozisyonunun tayin edilmesi amacıyla kullanılır. Servo sistemlerde izleyiciler, izleyici kolları ile beraber kullanılır. Genellikle mil kısmına dik şekilde bir çubuk bağlanmış potansiyometrelerden oluşur.



Resim 1.1: İzleyici kol örneği (Placid Industries MF-4-2, F-12-6)

Çubuğun yani izleyici kolun hareketi sonucu potansiyometrenin direnç değeri değişir. Buna göre de potansiyometre eğer gerilim bölücü olarak kullanılırsa çıkışından alınan gerilim değeri de değişir. Bu gerilim değeri uygulamalarda farklı amaçlar için kullanılabilir. Örneğin bir makara sisteminde gergin malzeme makarası açılırken sabit tork kullanılırsa gerilme makara çapına göre değişir. Makara çapı düştükçe gerilme artar ve bu malzemeye zarar verebilir; koparabilir ya da yırtabilir. Bu sebepten izleyiciler sarma ya da boşaltma işlerinde sabit gerilme elde etmek için kullanılır.



Şekil 1.6: İzleyicinin makara sisteminde kullanılması

1.4. Analog Sensörler

Elektrik mühendisliği açısından bakıldığında büyüklükler, elektriksel büyüklükler (akım, gerilim, direnç) ve elektriksel olmayan büyüklükler olarak iki grupta toplanabilir. Bu büyüklükler üzerinde bir işlem yapmak ya da bir kontrol değişkeni olarak kullanabilmek için ölçümleri şarttır. Elektriksel olmayan büyüklükler çoğu zaman elektriksel büyüklüklere dönüştürülerek ölçülür. Elektriksel olmayan büyüklükleri elektriksel biçime dönüştürmek için dönüştürücülere ihtiyaç vardır.

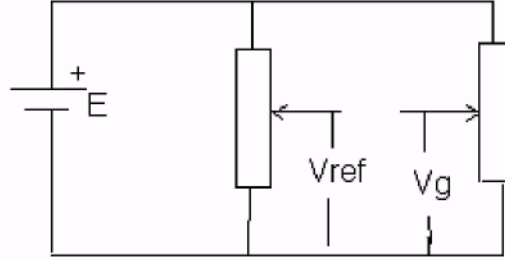
Enerjiyi bir biçimden başka bir biçime dönüştüren elemanlara sensör denir. Başka bir deyişle sensör, bir çeşit sezici eleman ya da cihazdır. Fiziksel veya kimyasal büyüklükleri elektrik, pnömatik, ya da hidrolik çıkışlara dönüştürür. Kullanım biçimine bağlı olarak elektriksel ve mekanik sensörler olarak iki gruba ayrılabiliriz.

Elektriksel etkiyle çalışan sensörler, girişlerine mekanik, kimyasal, ısı, elektromekanik vb. formda uygulanan etki sonucu, bu etki ile orantılı elektriksel çıkış verirler. Kontrol edilecek ya da ölçülecek fiziksel büyüklükleri sezen ve elektriksel forma dönüştüren çok sayıda sensörler mevcuttur. Şimdi bunlardan yaygın olarak kullanılanlarını öğreneceksiniz.

1.4.1. Pozisyon Duyarlılık Elemanları

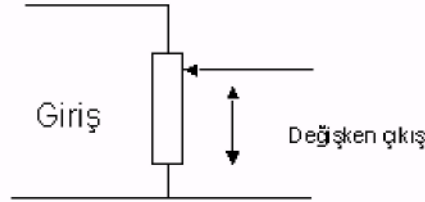
1.4.1.1. Potansiyometreler

Lineer olarak çalışan ayarlı dirençler, en basit şekilde pozisyon duyarlılık elemanı olarak dizayn edilebilir ve kullanılabilir. Ayarlı dirençlerin orta ucundan konuma veya pozisyona göre değişen bir gerilim alınarak pozisyon ya da konum değişikliği saptanabilir. Şekil 1.7'deki potansiyometrik köprü ile referans değer ve pozisyonu belirleyecek durum ilk başlangıçta belirlenir. Daha sonra pozisyondaki değişime göre referans ile V_g arasında fark oluşur. Bu fark gerilimi, mekanik bir pozisyon değişikliğini elektriksel bir forma dönüştürmüş olur.



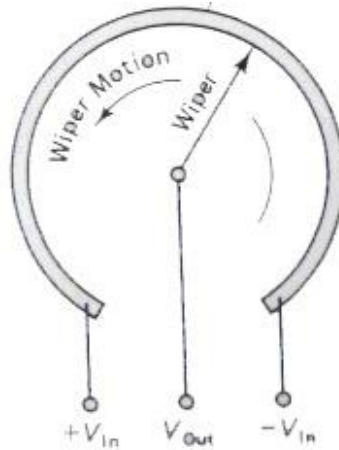
Şekil 1.7: Potansiyometrik köprü

Bu tip potansiyometrelerin, kayıcı tip ve dönel tipleri mevcuttur. Şekil 1.8’de ve Şekil 1.9’daki örnekleri inceleyiniz.



Şekil 1.8: Kayıcı tip potansiyometre

Kayıcı tip potansiyometreler, genelde doğrusal yer değiştirmeler için kullanılır.



Şekil 1.9: Dönel tip potansiyometre

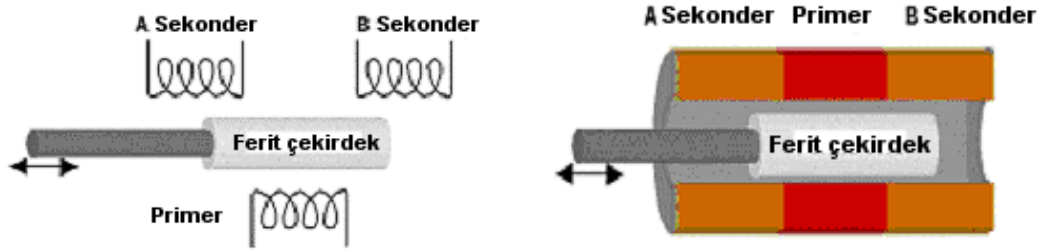
Dönel tip potansiyometreler, açısal hızlardaki değişimleri algılaması için kullanılır. Potansiyometrenin orta ucu milin dönüş hızına göre yer değiştirir. Burada dikkat edilmesi gereken özellik, yer değiştirme miktarında veya açısal hızda meydana gelen değişiklik oranında bir gerilim değişiminin oluşmasıdır. Yani lineerlik çok önemlidir.

Dönel tip potansiyometrelerde ana problem, bunların tam 360°lik dönüş yapamamasıdır. Bunlar genel olarak 300° - 340°lik dönüş yapabilir.

Potansiyometrelerin lineerliğini, seçilen direnç malzemesinin özelliği ve potansiyometrelerin yapım biçimleri belirler. İyi bir lineerlik elde etmek için sargılı potansiyometrelerde sarım turları arasının eşit olması ve tur başına direnç değerlerinin aynı olması gerekir.

1.4.1.2. LVDT (Doğrusal Değişken Diferansiyel Transformator)

Bu tarz sensörler de pozisyon algılayıcı sensörlerdir.



Şekil 1.10: LVDT devre bağlantısı ve iç yapısı

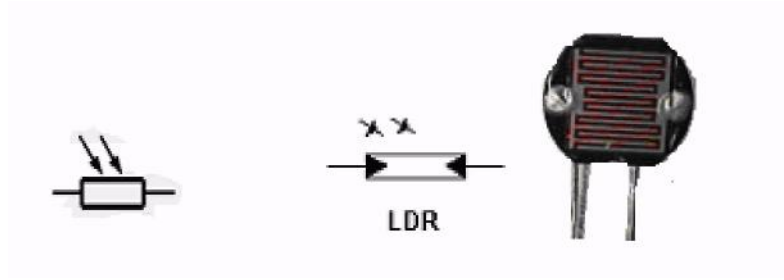
LVDT herhangi bir nesnenin pozisyonunu ve hızını ölçmek için kullanılır. Çalışma prensibi transformatörlere benzer. LVDT ferit malzemedan yapılmış bir şafttan ve sargılardan meydana gelmiştir (bir primer iki sekonder sargı). Normal uygulamalarda şaft algılanacak nesneye bağlıdır ve primer sargısına A.C gerilim uygulanarak bir manyetik alan oluşturulur. Merkez pozisyondayken primer sargısında üretilen manyetik alan iki sekonder sargısını da eşit etkiler. Bu durumda iki sekonder sargı arasındaki fark gerilimi sıfırdır. Şaft hareket ettiği zaman, sekonder sargılarından bir tanesi daha fazla manyetik alan etkisinde kalır. Bu durumda sıfırdan farklı pozitif ya da negatif bir fark gerilimi oluşturur. Oluşan fark geriliminin değeri ve polaritesi kullanılarak şaftın pozisyonu tayin edilebilir.

1.4.2. Işık Algılama Elemanları

1.4.2.1. Fotosel

Üzerine düşen ışığın yoğunluğuna göre direnci değişen bir elemandır. Direnç, üzerine düşen ışıkla ters orantılı olarak değişir. LDR olarak da bilinmektedir. Çoğunlukla aşağıdaki sembollerle ifade edilir.

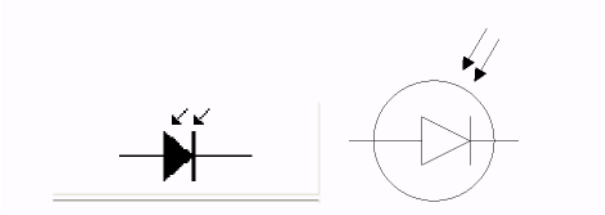
Fotoselin iki yöndeki direnci de aynıdır. Bu bakımdan hem alternatif akımda hem de doğru akımda kullanılabilir. Direnci; tam karanlıkta MΩ'lar mertebesine, tam aydınlıkta ise 100 Ω mertebesine kadar düşmektedir. Işık kontrollü devrelerde kullanılır (ışık detektörü gibi).



Şekil 1.11: Foto direnç sembolleri ve görünüşü

1.4.2.2. Foto Diyot

Üzerine düşen ışık yoğunluğuna bağlı olarak direnci değişen ve tek yönde akım ileten elemandır. Foto diyot, çoğunlukla aşağıdaki sembollerle tanımlanır.



Şekil 1.12: Foto diyot sembolleri

Sabit voltajlı bir kaynağa ters polarmalı olarak bağlanır. Foto diyot karanlık ortamda ise üzerinden geçen akım teorik olarak sıfırdır. Üzerine ışık düşürülünce p-n birleşiminde direnç azalır ve akım akmaya başlar. Işık şiddeti arttıkça yeni elektron ve delikler nedeniyle P-N eklemesinin direnci azalır ve akım artar. Işık azalınca akım da azalır. Diğer bir ifadeyle foto diyot ışık şiddetine bağlı, değişken bir direnç olarak da işlev görür. Foto diyot, fotosele göre daha zayıf ışıkla ve daha hızlı olarak çalışır.

1.4.2.3. Fototransistör

Fototransistörlerin taban polarması ışık şiddeti ile sağlanır. Işık yoğunluğuna bağlı olarak iletkenliği değiştirilmektedir. Optik okuyucularda çoğunlukla fototransistörler tercih edilmektedir. Aşağıdaki sembole tanımlanır. Terminalleri C (kollektör) B (base) ve E (emiter) olarak belirlenir. Çoğunlukla yalnız C ve E uçları kullanılır, B boştur.



Şekil 1.13: Fototransistörler

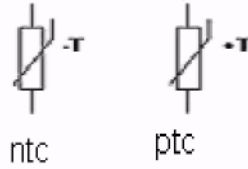
Fototransistörler N-P-N yarı iletken eklemidir. Işık hüzmesi beyzi teşkil eden N yarı iletken tabakaya yönlendirilir. Hücre, terminalleri dışarıda kalacak şekilde cam pencereci veya mercekli bir mahfaza içine yerleştirilir.

Karanlık bir ortamda, haricî bir voltaj kaynağına bağlandığında transistör kesimdedir. Bir ışık hüzmesi, fototransistörün penceresi yoluyla beyzi teşkil eden N tabakasına ulaşınca iletim başlar. Üzerine düşen ışık yoğunluğu arttıkça iletkenliği artar (direnci azalır) ve daha çok akım iletir. Işık azalırsa olay ters yönde gelişir.

1.4.3. Isı Algılama Elemanları

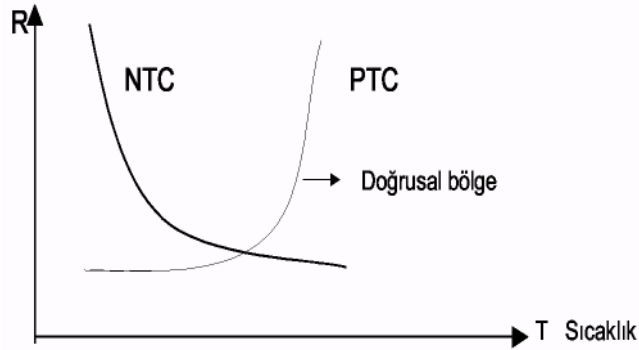
1.4.3.1. Termistör

Metallerin ısınması elektrik akımına karşı gösterdikleri direnci değiştirir. Yarı iletkenlerin ısınması sonucunda dirençlerinde çok büyük değişiklikler olmaktadır. Direnç değişimi 100 Ω ile 10 M Ω arasında değişebilen termik dirençler vardır. Bu termik dirençler termistör olarak anılmaktadır.



Şekil 1.14: Termistör devre sembolü

Termistörlerin, PTC ve NTC olmak üzere iki tipi vardır. PTC'lerde direnç değişimi, sıcaklıkla birlikte doğru olarak değişir. Sıcaklık arttıkça direnç değeri artar. NTC'lerde ise durum bunun tersidir. Sıcaklık arttıkça direnç değeri azalır.



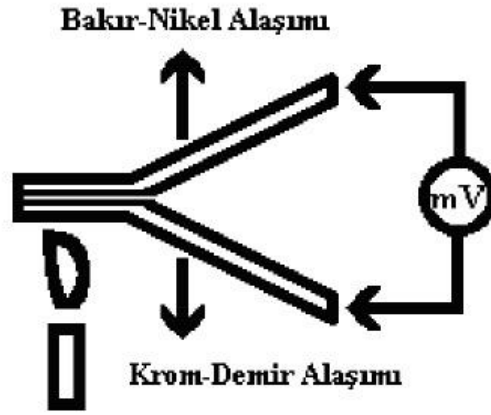
Şekil 1.15: Termistör ısı -direnç karakteristikleri

Şekildeki değişim eğrilerini inceleyiniz. Bu tip elemanların boyutları oldukça küçüktür. Küçük sıcaklık değişimlerine duyarlıdır. Fiyatları ucuzdur. Ancak değişim her

sıcaklıkta lineer olmamaktadır. Lineer değişim aralıklarına dikkat etmek gerekir. 400 °C'ye kadar bu tip elemanların kullanılması uygun olmaktadır.

1.4.3.2. Termik Çift (Termokapıl)

Isınma ile metallerin atomik yapılarındaki elektron hareketlerinde değişmeler olur. İki farklı metalin atomik yapıları farklı olacağından, bu metaller bir noktadan birleştirilince bu iki metal parçası arasında milivolt mertebesinde bir gerilim oluşur. Ancak bir süre sonra arasındaki bu potansiyel farkı ortadan kalkar. Bu iki farklı metalin birleşme yüzeyi ısıtılacak olursa aradaki meydana gelen potansiyel farkı ısınma ile doğru olarak artacaktır. Bu şekilde iki farklı metalin birleştirilerek ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme işlemi endüstride 1700 dereceye kadar sıcaklıkların ölçülmesinde kullanılmaktadır. Bu iki eleman, termik çift ya da termokapıl olarak adlandırılmaktadır. Aşağıda verilen tabloda bazı termik çiftler arasında meydana gelen gerilimleri göstermektedir.



Şekil 1.16: Termokapıl prensip devresi

1.4.4. Basınç Algılama Elemanları

1.4.4.1. Dinamik Basınç Algılayıcıları

Basınç, birim yüzeye uygulanan kuvvettir. Üzerine uygulanan basınçla orantılı olarak elektriksel sinyaller üreten kristaller mevcuttur. Elektronikte çok kullanılan kuartz veya baryum titanit gibi piezo-elektrik kristaller kendilerine uygulanan kuvvet ile orantılı olarak bir gerilim yaratır. Akış hızı, hız, statik basınç ve sıvı seviyesi gibi ölçümlerde kullanılır.

Endüstride pompa basıncının, hidrolik ve pnömatik basınç hatlarının izlenmesi ve kontrolü havacılık testleri, valf dinamiği, patlayıcı ve silah testleri, içten yanmalı motor testleri bu algılayıcılar kullanılarak yapılabilmektedir.

1.4.4.2. Statik Basınç Algılayıcıları

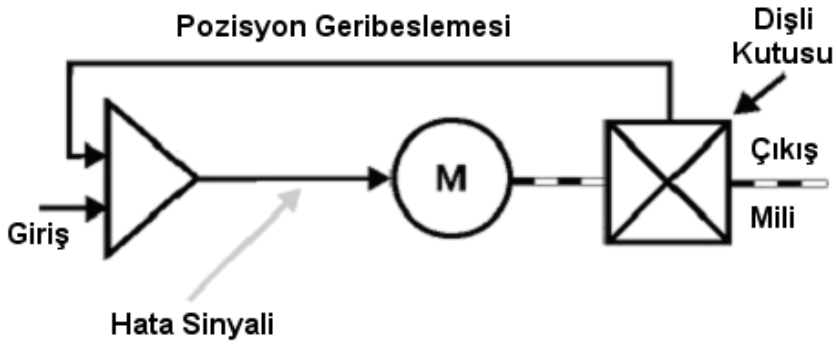
Hassas rezistif diyaframı kullanan bu algılayıcılar, endüstride statik basıncın sürekli olarak izlenmesi gereken uygulamalar için geliştirilmiştir. Tank seviyelerinin izlenmesinde, endüstriyel uygulamaların geri besleme kontrol sistemlerinde ve ısıtma soğutma sistemlerinde kullanılmaktadır.

1.5. Sıfır Konum (Null)

Servo valflerin sıfır akış geçirdiği ve aktüatör üzerine etkiyen kuvvetin dengeli olduğu ve aktüatörün hareket etmediği durumdur.

Null bias: Servo valfi sıfır duruma getirmek için gerekli akımdır.

1.6. Ölü Bölge



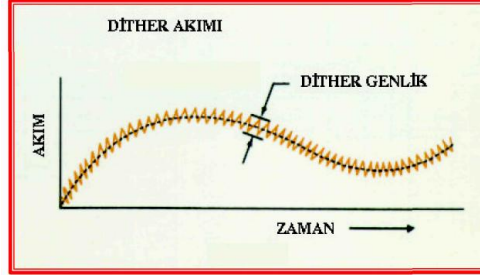
Şekil 1.17: Ölü bölgenin meydana gelebileceği sistem

Hata sinyali çok küçük olduğu zaman, bu çıkışın girişe çok yakın olduğu anlamına gelir. Bu hata sinyali genellikle bir aktüatörde ya da bir motoru hareket ettirmek için kullanılır. Fakat hata sinyali çok küçük olduğu zaman sinyalin hata amplifikatöründe yükseltilmesine rağmen seviyesi aktüatörü ya da motoru hareket ettirmeye yetmez (Bir 12 volt motor hareket etmeye başlamak için en az 3 volt gerilime ihtiyaç duyar.).

Bunun sonucu olarak giriş çok az miktarda değiştiği zaman çıkışta hareket gözlenmez. Örneğin bir hedefleme sisteminde 10 km ötedeki hedefe nişan alırken girişteki ufak bir değişimin fark edilmemesi hedeften yüzlerce metre sapmaya sebep olur.

Ölü bant değeri hata amplifikatörünün kazancı artırılarak düşürülebilir, bu durumda en ufak bir giriş değişimi bile çıkışta harekete çevrilir. Ölü bant ortadan kaldırmak için alternatif bir yöntem ise çıkış şaftını ya da çıkış elemanını ölü bant genişliğinden daha yüksek bir frekansta çok sık titreşim altında bırakmaktır. Bu durum çıkış elemanını sürekli hareket altında tutar ve yüksek frekans kullanıldığı için yükte de çok fazla titreşim hissedilmez. Buna “dither fonksiyonu” denir.

Dither fonksiyonu: Çıkış akımının üzerine yüksek frekansta AC akımı bindirilerek valfin karakteristikleri artırılmaya çalışılır. Genelde 200- 500 Hz frekans kullanılır ve valf nominal akımının genlik olarak % 10'u geçilmez. Dither akımının birçok faydası vardır.

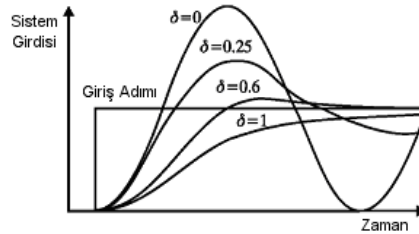


Şekil 1.18: Dither akımı

- Sürtünme etkisini azaltarak histerisizi azaltır.
- Ölü bandı ortadan kaldırır.
- Valf cevap verme süresi karakteristiğini artırır.
- Valf sürgüsünün yapışmasını engeller.
- Sürgüye hidrolikten gelen pisliğin yapışmasını engeller.

1.7. Damping (Sönümleme)


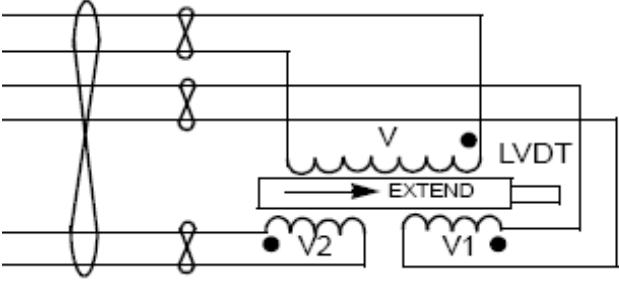
Damping, kararsızlıkları ve istenmeyen osilasyonları azaltma fonksiyonu anlamına gelen genel bir terimdir. Bu fonksiyon servo sistemlerde de kullanılır fakat fazladan enerji harcar ve tepki zamanını düşürür. Servo sistemler kararlılığı sağlamak için genellikle elektriksel yöntem kullanır. Bu, olayı daha karışık bir hâle getirir ama daha iyi performans verir. Dampingin çeşitli türleri servo sistemlerde sadece o anki durum bilgilerine göre değil sistemdeki genel değişim özelliklerine göre kullanılır. Bunu sağlamak için de sistemin genel karakterini değerlendiren bilgi toplayan birtakım özel elektronik devreler ya da bilgisayarlar kullanılır.



Şekil 1.19: Farklı sönümleme miktarları için sistem cevapları

UYGULAMA FAALİYETİ

LDTV genel bakım testi yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
 <p style="text-align: center;">LDTV dış görünüşü</p> <p>➤ İlk olarak bakım yapılacak uçuş kontrol bölgesindeki hidrolik aktüatör çevresindeki LDTV'nin diğer tüm komponentlerde olduğu gibi göz kontrolü ile her bir harici kaçak izi, hasar, eksik bir parça vb. olup olmadığı kontrol edilip test tezgâhına bağlanır.</p>	<p>➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.</p> <p>➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.</p> <p>➤ Teknisyeninin telkinlerine mutlaka uyunuz.</p>
 <p style="text-align: center;">LDTV elektriksel bağlantı şeması</p> <p>➤ Aktüatörün gerçek fonksiyonlarının kontrolünün yapıldığı test sırasında EHSV'e belirli akımlar uygulanır ve LVDT çıkışları kontrol edilir.</p>	<p>➤ LDTV testlerini uygularken yandaki sırayı takip ediniz.</p>
<p>➤ Bu test ve ayarlar yapıldıktan sonra haricî/external ve dâhilî/internal kaçak kontrolleri yapılır.</p>	
<p>➤ Tüm bu fonksiyon testlerine ilaveten aktüatörün elektrik donanımlarının olduğu EHSV ve LVDT'nin izolasyon, bağlantı ve elektrik direnç testleri de yapılmalıdır.</p>	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. LDTV'nin gözle kontrolünü yaptınız mı?		
2. LDTV kırık ve çatlak kontrolü yaptınız mı?		
3. LDTV'ye akım uygulayıp çıkış akımlarının ölçümünü yaptınız mı?		
4. Haricî ve dâhilî kaçak kontrolleri yaptınız mı?		
5. İzolasyon, bağlantı ve kaçak kontrol testlerini yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi sistem içerisine akan, sistem tarafından işlenen büyüklüklere (işaretlere) verilen addır?
A) Kontrol sistemi
B) Giriş
C) Çıkış
D) Alt sistem
2. Aşağıdakilerden hangisi servomekanizma temel kavramlarından değildir?
A) Sistem
B) Alt sistem
C) Giriş
D) Çıkış
3. LVDT'lerin çalışma prensibi hangi devre elemanının çalışma prensibine benzer?
A) Direnç
B) Kondansatör
C) Diyot
D) Transformatör
4. Elektriksel olmayan büyüklükleri elektriksel büyüklüklere çeviren elemanlara ne ad verilir?
A) Dönüştürücü
B) Sensör
C) Çevirici
D) Termostat
5. Aşağıdakilerden hangisi ışık algılama elemanı değildir?
A) Termistör
B) Fotosel
C) Foto diyot
D) Fototransistör
6. Ölü bölgeleri yok etmek için en çok kullanılan yöntem aşağıdakilerden hangisidir?
A) Sönümlleme
B) Yavaşlatma
C) Damping
D) Dither
7. Kararsızlıkları ve istenmeyen osilasyonları azaltma fonksiyonu anlamına gelen terim aşağıdakilerden hangisidir?
A) Osilatör
B) Eşitleme
C) Damping
D) Dither

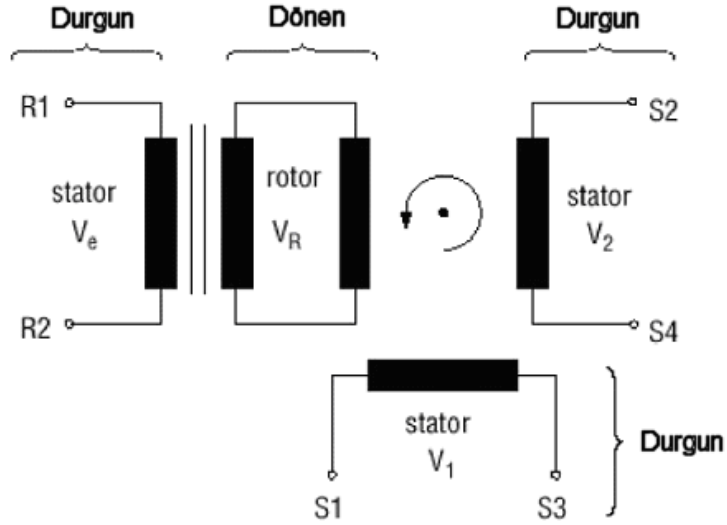
DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.



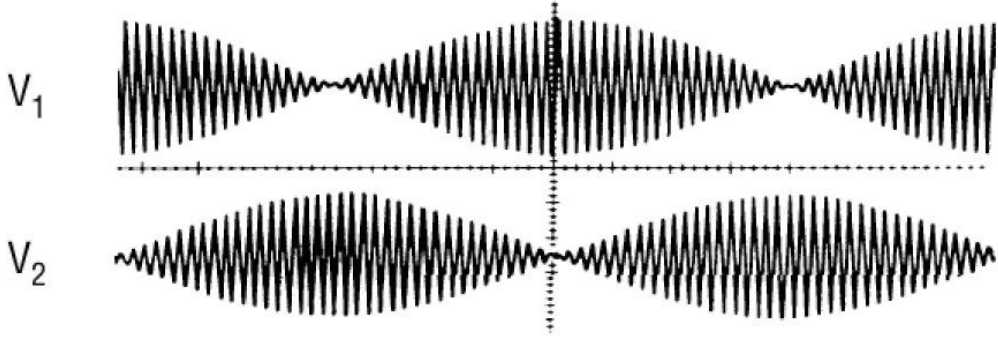
Resim 2.1: Çözümleyici

Çözümleyicinin stator ve rotor sargıları ikişer adettir. Statora uygulanan gerilim motorun dönüş hızına göre rotordan tekrar alınır. Bir çözümleyicinin stator ve rotor sargıları aşağıdaki şekilde görülmektedir.



Şekil 2.2: Çözümleyicinin sargı yapısı

Bir çözümleyiciye uygulanan V_e giriş gerilimine karşılık elde edilen V_1 ve V_2 çıkış gerilimlerinin dalga şekilleri aşağıda görülmektedir.

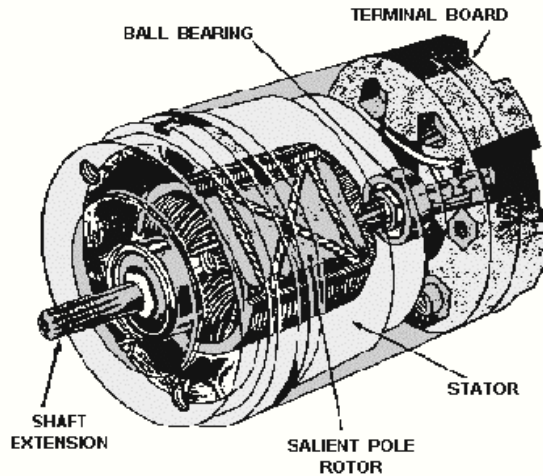


Şekil 2.3: Çıkış gerilimleri dalga şekilleri

Çözümleyiciden elde edilen bu 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.

2.2. Senkroların Yapısı ve Sınıflandırılması

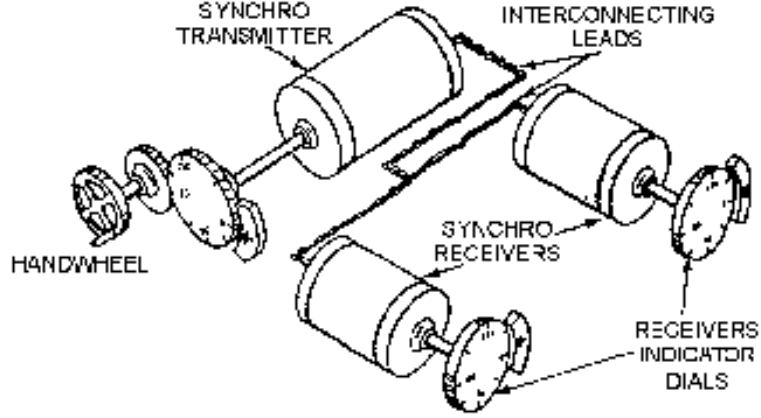
Senkro terimi senkron kelimesinden türemiştir. Bir tür döner elektromekanik pozisyon algılayıcı elemandır. Şekilde bir senkronun kesit görüntüsü görülmektedir. Bir senkro görüntü itibari ile küçük bir elektrikli motora benzer ve ayarlı transformatör gibi çalışır. Senkrolar, transformatörler gibi elektromanyetik indüksiyon prensiplerini kullanır.



Şekil 2.4: Senkro kesit görünüş

Senkrolar, donanımlar ve kullanıcılar arasında hızlı ve doğru bilgi taşıma amacıyla kullanılır. Örneğin uçaklardaki uçuş kontrol yüzeylerinin değişimi. Bu tür bilgiler çabuk ve

doğru bir şekilde iletilmelidir. Senkrolar bu hız ve doğruluğu sağlayabilir. Aşağıdaki şekilde senkroların data transfer prensip şekli gözükmetedir. Şekildeki çevirme kolu döndürülecek olursa bununla birlikte senkro şaftına bağlı olan kadran da dönecek, senkro şaftını döndürecek ve aynı zamanda senkronun ne kadar açıyla döndüğu kadran üzerinde gözükcektir. Senkro şaftı döndüğu zaman senkro mekanik hareket sinyalini elektriksel sinyallere çevirir ve diğer alıcı senkrolara gönderir. Alıcı senkro şaftları, verici senkrodan gelen sinyale bağlı olarak döner. Bu şaftlar döndüğu zaman üzerindeki kadranlar dönüş açısının miktarını gösterir.



Şekil 2.5: Senkrolar ile veri transferi

Senkrolar günümüz güncel servo sistemlerinde oldukça sık kullanılmaktadır ve çok ağır yüklerde dahi kontrol kabiliyetini artırmaktadır.

2.2.1. Senkroların Sınıflandırılması

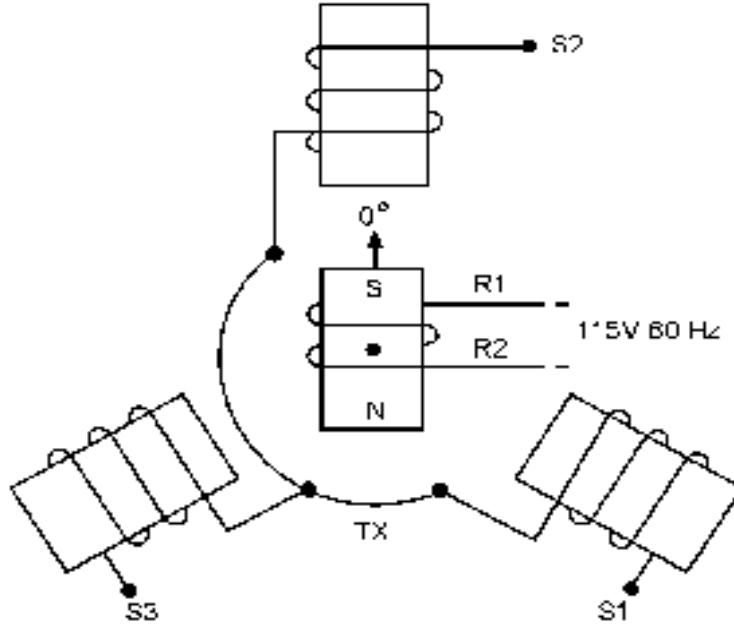
Senkrolar takım hâlinde çalışır. İki ya da daha fazla senkronun elektriksel olarak birbirine bağlanması ile senkro sistemler oluşur. Senkrolarda iki genel sınıflandırma yapılabilir “tork senkro” ve “kontrol senkro”. Tork senkroları “tork “ ismini almıştır çünkü kadranlar, göstergeler ve indikatörler gibi hafif yüklerin olduğu tork ya da dönme hareketi gerektiren yerlerde kullanılır. Bu senkrolar çok az tork gerektiren yerlerde kullanılmalıdır. Kontrol senkroları ise uçuş kontrol yüzeyleri gibi daha ağır yük gerektiren yerlerde kullanılır.

2.2.2. Çalışma Gerilimleri ve Frekansları

Senkrolar genellikle 115 volt ile çalışmak için tasarlanmıştır ama birçok uçak sistemlerinde 26 volt kullanılmaktadır. Senkrolar aynı zamanda 60 Hz ya da 400 Hz frekanslarında çalışabilecek farklı türlere sahiptir. Ama aynı transformatörler gibi yüksek frekanslarda daha verimlidir. Bu yüzden yüksek frekanslarda kullanım için üretilenler daha küçük boyutlarda olur. 60 Hz için üretilmiş bir senkro 400 Hz frekansında bozulmadan çalışabilir ama bu senkronun doğruluğunu önemli ölçüde etkiler.

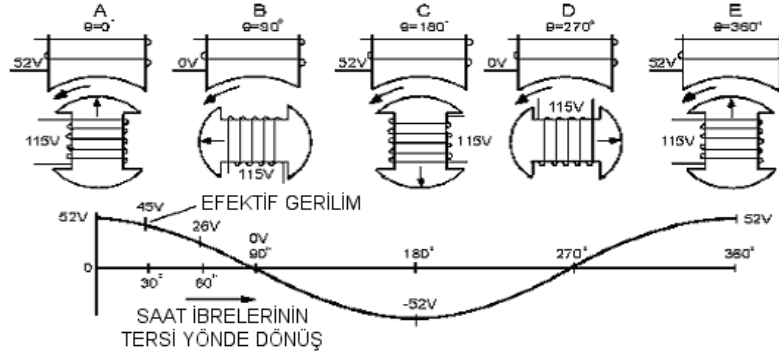
2.3. Senkro Tork Taşıyıcısı

Senkro taşıyıcısı, rotorunun açısal pozisyonunu elektriksel sinyallere çevirir. Senkro taşıyıcısının rotoruna 115 volt A.C haricî gerilim uygulandığı zaman, rotor sargıları etrafında bir manyetik alan oluşur. Manyetik kuvvet çizgileri stator sargılarını keser ve stator sargılarında gerilim indüklenir. Herhangi bir stator üzerinde indüklenen efektif gerilim değeri rotor açısına bağlıdır.



Şekil 2.6: Senkro taşıyıcısı

Aşağıdaki şekilde rotorun farklı pozisyonlarında stator üzerinde indüklenen gerilimler görülmektedir. Senkrolarda dönüş oranları uygulamalara ve dizaynlara bağlı olarak çok geniş olabilir fakat rotor ve stator arasında 2,2:1 genel bir düşürme oranı vardır. Yani rotora 115 volt uygulanırsa herhangi bir statorda indüklenen gerilim 52 volt olmaktadır.

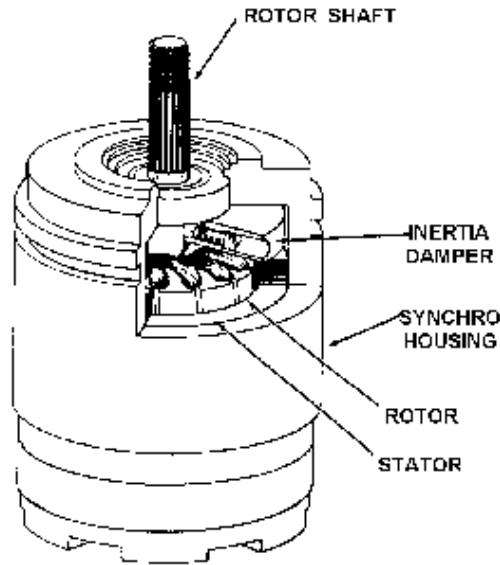


Şekil 2.7: Rotor pozisyonuna göre gerilim miktarı

Stator gerilimi ölçüldüğü zaman, referans her zaman stator terminalleri arası alınır. Tek bir stator sargısı ölçülemez çünkü statorların yıldız noktası pratikte ayrılamaz. Özetle senkro taşıyıcısı rotor açısını terminaller vasıtası ile diğer senkrolara iletilecek elektriksel sinyallere çevirir.

2.4. Senkro Tork Alıcısı

Senkro tork alıcıları, elektriksel olarak ve yaklaşık görüntü olarak senkro tork taşıyıcılarının aynısıdır ama senkro alıcılarda bazı damping özellikleri bulunur. Bazı 400 Hz senkrolar hem taşıyıcı hem alıcı olarak kullanılabilir. Senkro alıcının fonksiyonu stator vasıtası ile aldığı elektriksel sinyalleri, rotoru vasıtası ile açısal harekete çevirmektir. Bu fonksiyonun oluşabilmesi için rotorun taşıyıcı senkro ile aynı A.C sinyale bağlanması gerekir. Stator ve rotor manyetik alanının etkileşim içinde olduğu farz edilir. Normalde senkro alıcı rotoru fırçalar ve yatak sürtünmesi hariç frenlenmemiştir. Güç sisteme ilk uygulandığı zaman, taşıyıcı pozisyonu hızlı bir şekilde değişir ya da eğer alıcı sisteme bağlı ise alıcı rotoru taşıyıcı rotorunun pozisyonuna gelir. Bu ani hareket rotorda salınımlara neden olur. Bu salınımı engellemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu olaya sönümlenme (damping) adı verilir. İki tür damping metodu vardır elektriksel ve mekanik. Küçük senkrolarda elektriksel yöntem daha çok kullanılır. Bu metotta senkro içinde osilasyonu azaltmak için ek sargılar vardır. Daha büyük senkrolarda “atalet damper” adı verilen mekanik yöntem kullanılır. Atalet damperinin birçok versiyonu kullanılmaktadır. En çok kullanılan yöntemlerden biri ağır pirinç bir volanın rotor shaftı üzerine bağlanmasıdır. Volan ve rotor shaftı üzerinde yay mekanizması vardır ve normal şartlarda volan ve shaft beraber döner. Eğer rotor shaftı ani bir şekilde hızını ya da dönüş yönünü değiştirmeye kalkarsa damper, değişen bu duruma karşı ter atalet gösterir.

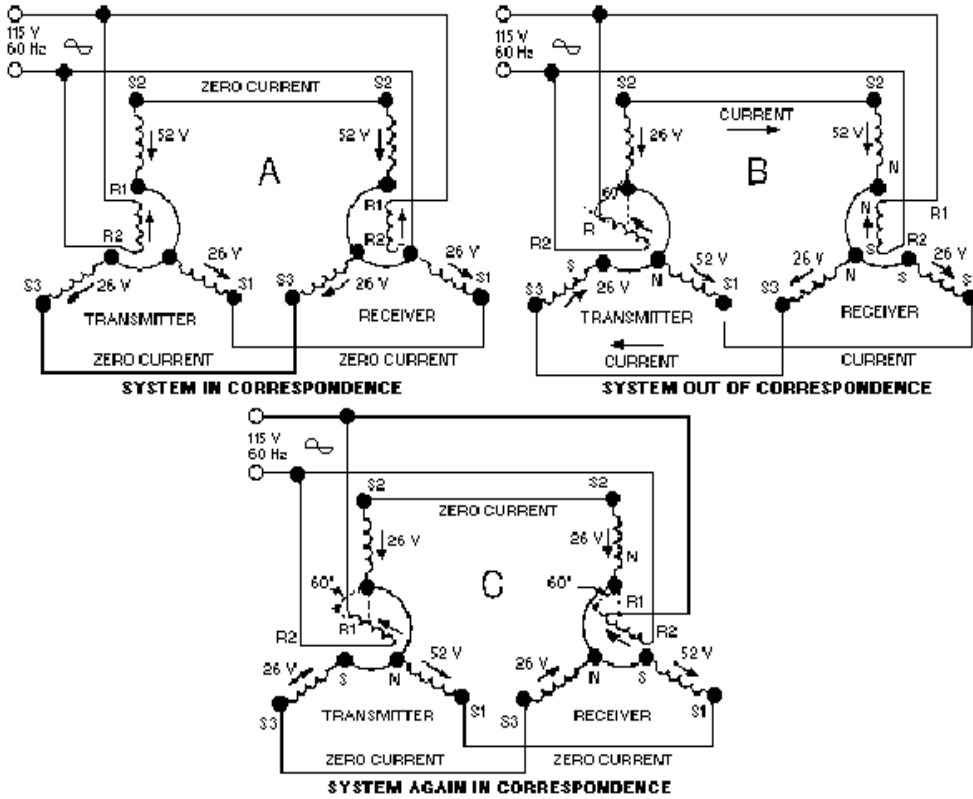


Şekil 2.8: Atalet damperli tork alıcı senkronun kesit görünüşü

2.5. Tork Senkro Sistem

Tork taşıyıcı ve tork alıcısı temel tork senkro sistemi oluşturur, temelde taşıyıcı ve alıcının elektriksel yapısı aynıdır fakat tasarım fonksiyonları farklıdır. Taşıyıcı rotoru mekanik bir girişe bağlanmıştır. Bu bir değer veya miktar gösteren mekanik bir girdi olabilir. Alıcı rotoru da kendini taşıyıcı rotoru ile senkronize etmiştir ve pozisyon bilgisini taşımaktadır.

Aşağıdaki şekilde örnek bir tork senkro sistem gözükmemektedir. Bu sistemde rotorlar paralel olarak A.C hatta bağlanmıştır. Statorların karşılıklı eş ayakları birbirine bağlanmıştır. S1 - S1, S2 - S2, ve S3 - S3. Her bir taşıyıcı stator sargısındaki gerilim alıcı stator sargılarındaki gerilime karşı gelmektedir.



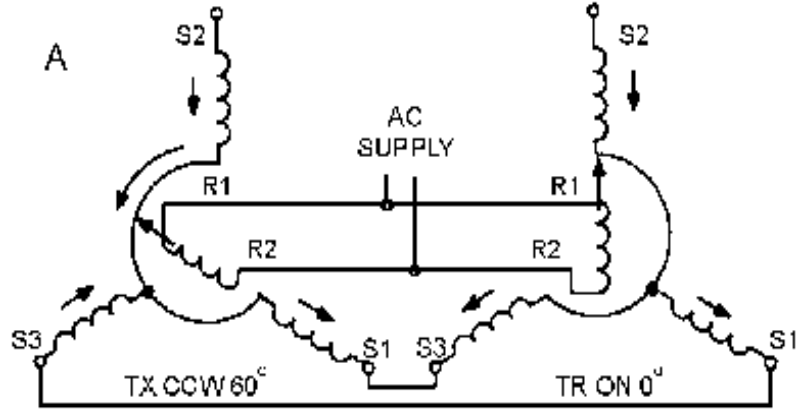
Şekil 2.9: Basit senkro taşıyıcı sistem

Alıcı ve taşıyıcı senkroların aynı pozisyonda sıfır açıyla bulunduğu durumlara “correspondence” yani “benzerlik” denir. Şekilde iki rotor arasında benzerlik durumu vardır. Bu durumda statorlarda indüklenen gerilim değerleri S2 = 52V; S1 ve S3 = 26V’dir ve alıcı senkroda da aynı değerler geçerlidir (S2 = 52V; S1 ve S3 = 26V). Bu durum stator akımlarının 0 olmasına sebep olur. Bu durumda alıcı senkro döndürme momenti 0 olur ve sistem benzerlik durumunda kalır. Rotorun mekanik olarak değiştirme açısına sinyal denir. Şekilde ikinci kısımda sinyal 60°’dir. Bu durumda rotor açısı değiştiği için alıcı senkro rotor

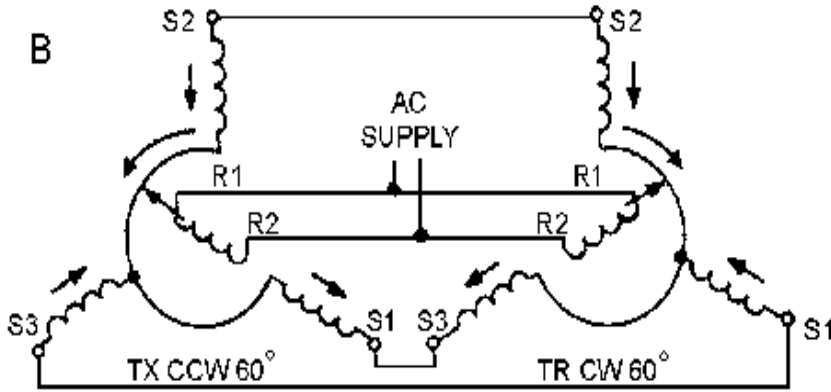
ve stator manyetik alanları da değişir. Bu durumda S2 sargı gerilimi 26 volta düşer, S3 sargı gerilimi yön değiştirir ve S1 sargı gerilimi 52 volta çıkar. Taşıyıcı ve alıcı gerilimleri arasındaki bu dengesizlik, stator sargılarında bir akım meydana getirir. Bu elektrik akımı taşıyıcıdaki gibi alıcı rotoru üzerinde bir manyetik alan meydana getirir. Alıcı rotoru ve statoru arasındaki manyetik alanlardan dolayı bir döndürme momenti meydana gelir. Bu kuvvet alıcı senkronun rotorunun taşıyıcı rotoru ile aynı açığa gelmesini sağlar. Ve sistem tekrardan 60°lik sinyal açısında benzerlik durumuna gelir.

2.6. Senkro Ayakların Ters Bağlanması

Taşıyıcı alıcı sisteminde, S1 ve S3 ayak bağlantıları çaprazlanır ise yani S1, S3 e S3, S1'e bağlanırsa sistem çalışmaya devam eder ama rotorlar aynı açıda fakat farklı yönlerde döner. Bu durum çoğu zaman gerekli olabileceği için bazen hata ile yapılabilir.



Şekil 2.10: Taşıyıcı ve alıcı arasında S1 ve S3 ayakların ters bağlantısının etkileri

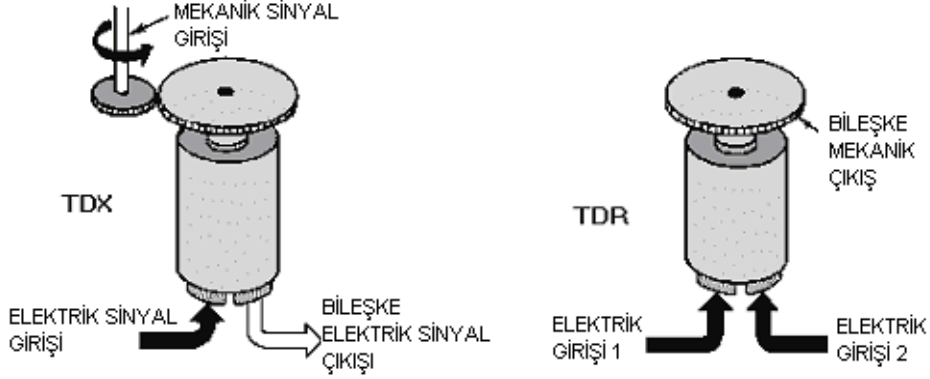


Şekil 2.11: Taşıyıcı ve alıcı arasında S1 ve S3 ayakların ters bağlantısının etkileri

2.7. Tork Diferansiyel Senkro Sistem

Senkro sistemler, her zaman tek bir senkro taşıyıcının pozisyonunu belirlemek için kullanılmaz. Örneğin bir uçuş kontrol yüzeyinde sistem, pozisyonu veya durumu algılamak için senkroları kullanır. Bunu yaparken senkro sistem iki adet bilgi almalıdır, birincisi uçuş kontrol yüzeyine gitmesi için verilen mevki emir, ikincisi ise uçuş kontrol yüzeyinin gerçek durumudur. Sistem bu iki bilgiyi değerlendirir ve iki sinyal arasındaki farkı hata sinyali olarak gösterir. Sadece bir taşıyıcı ve alıcıdan oluşan basit senkro sistemler bu iş için tam olarak uygun değildir. İki sinyali aynı anda kabul edebilecek, sinyalleri toplayıp çıkarabilecek ve bu sonuçlarla ilgili çıktı verebilecek bir senkro gereklidir. Buna diferansiyel senkro denir. Bir diferansiyel bütün bu uygulamaları gerçekleştirebilir. İki tip diferansiyel

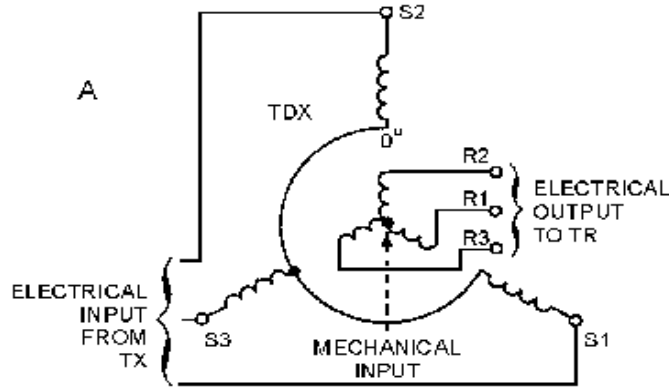
birim vardır: diferansiyel taşıyıcı ve diferansiyel alıcı. Diferansiyel taşıyıcı bir elektriksel bir de mekanik giriş kabul edebilir ve bir elektriksel çıkış sağlar. Diferansiyel alıcı, iki elektriksel sinyal kabul edebilir ve bir mekanik çıkış sağlar. Diferansiyel alıcı ve vericinin karşılaştırılması şekilde görülmektedir. Tork diferansiyel taşıyıcı ve alıcı tork diferansiyel sistemi oluşturmaktadır. Sistem tork taşıyıcı, tork diferansiyel taşıyıcı ve tork alıcı kapsayabilir. Ya da iki tork taşıyıcı ve bir tork diferansiyel alıcı.



Şekil 2.12: Tork diferansiyel

2.8. Tork Diferansiyel Taşıyıcı

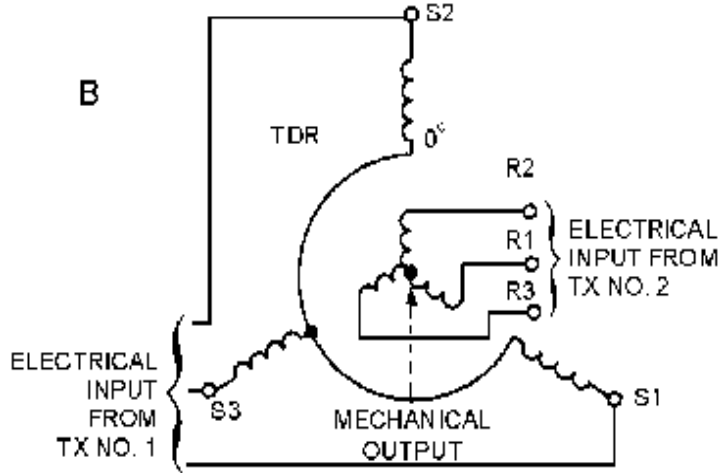
Tork diferansiyel taşıyıcılarda, hem rotor sargısı hem stator sargısı yıldız bağlantı olarak dizayn edilmiştir. Stator primer sargısı şeklidir ve tork taşıyıcısından gelen sinyalleri alır. Rotor terminallerinde okunan gerilim değeri, stator etrafında oluşan manyetik alan, rotorun pozisyonu ve stator ile rotor arasındaki yükseltme oranı tarafından belirlenir. Eğer mekanik giriş sonucunda rotor pozisyonu değişirse rotorda indüklenen gerilimler de değişir. Bu yüzden tork diferansiyel taşıyıcı voltaj çıkışı hem stator giriş voltajı hem de rotora uygulanan mekanik girişteki değişikliğin sonucu olarak değişebilir. Bu çıkış, iki girişin nasıl bağlandığına bağlı olarak girişlerin toplamı ya da farkı olabilir.



Şekil 2.13: Tork diferansiyel taşıyıcı

2.9. Tork Diferansiyel Alıcı

Tork diferansiyel taşıyıcı ve alıcı elektriksel olarak aynıdır. Tek fark alıcıda osilasyonu önleyen damper elemanın olmasıdır. Esas fark uygulamada ortaya çıkmaktadır. Diferansiyel senkro sistemi, senkro taşıyıcılardan gelen sinyallerin toplamı ya da farkı ile ilgili mekanik çıkış sağlar. Taşıyıcı diferansiyel ya da alıcı diferansiyelin toplama ya da çıkarma yapma durumları sistem bağlantısına bağlıdır. İki adet tork taşıyıcısından gelen akımlarla enerjilendirilir. Bu akımlardan biri statorun, biri de rotorun manyetik alanını oluşturur. Bu iki manyetik alanın etkileşimi sonucu rotorun dönüşü gerçekleşir.



Şekil 2.14: Tork diferansiyel alıcı

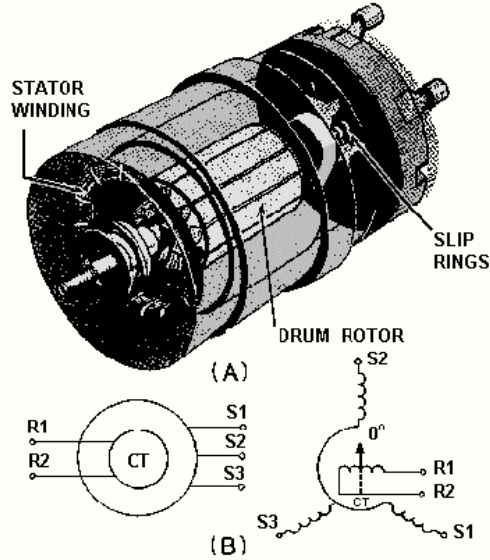
2.10. Kontrol Senkro Sistemler

Daha önce tork senkro sistemlerin sadece küçük yükler için olduğu ve yüksek moment veremediğinden bahsedilmişti. Yük kapasitesi biraz bile geçilse tam ve doğru ölçüm yapamaz.

Eğer yüksek güçler gerekirse ve daha yüksek derecede doğruluğa ihtiyaç varsa o zaman kontrol senkrolar kullanılır. Kontrol senkrolar tek başlarına ağır yükleri kaldıramaz. Gerçek moment verebilen kontrol servo sistemler içinde kullanılır. Üç çeşit kontrol senkro vardır. Bunlar; kontrol taşıyıcı, kontrol transformatörü ve kontrol diferansiyel taşıyıcıdır. Kontrol taşıyıcısı ve kontrol diferansiyel taşıyıcısı, yüksek empedanslı sargılar hariç, tork taşıyıcısı ve tork diferansiyel taşıyıcısı ile yapısal olarak aynıdır. Yüksek empedans sargıları gereklidir çünkü kontrol sistemleri daha büyük yükleri çalıştırmak durumundadır. Diğer yönden tork sistemlerinin sadece bir indikatörü hareket ettirebilecek kadar tork vermesi yeterlidir. Tork senkro sistemlere benzerlikleri sebebiyle kontrol taşıyıcı ve kontrol diferansiyel taşıyıcıdan bir daha bahsetmeye gerek duyulmamıştır. Bu sebeple sadece kontrol transformatöründen bahsedilecektir.

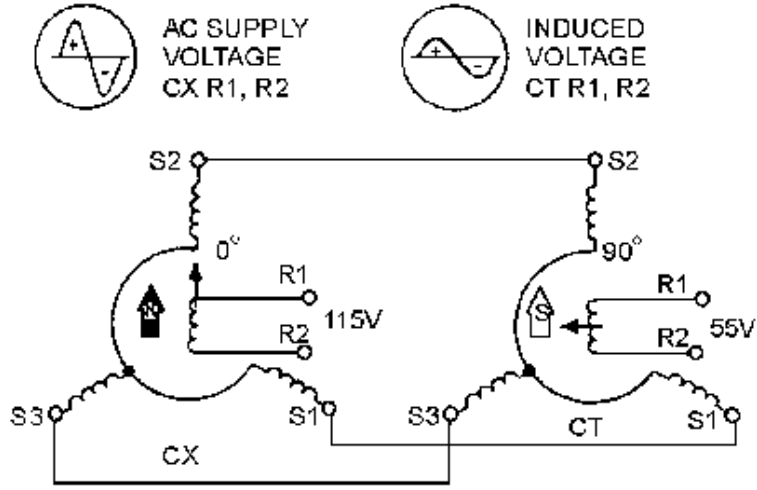
2.11. Kontrol Transformatörü

Kontrol transformatörü güç artırıcı bir sistem yardımı ile ağır yükleri kontrol eden bir senkrodur. Şekilde kesit görüntüsü ve devre sembolleri gösterilmiştir.



Şekil 2.15: Kontrol transformatörü kesit görüntüsü ve devre sembolleri

Kontrol transformatörü iki sinyali karşılaştırır. Bunlar; statora uygulanan elektriksel sinyal ve rotora uygulanan mekanik sinyaldir. Çıkışında da güç yükselticiyi yöneten fark sinyali vardır. Kontrol transformatörü yapısal olarak kontrol taşıyıcısı veya tork alıcısına



Şekil 2.17: Kontrol senkro sistem

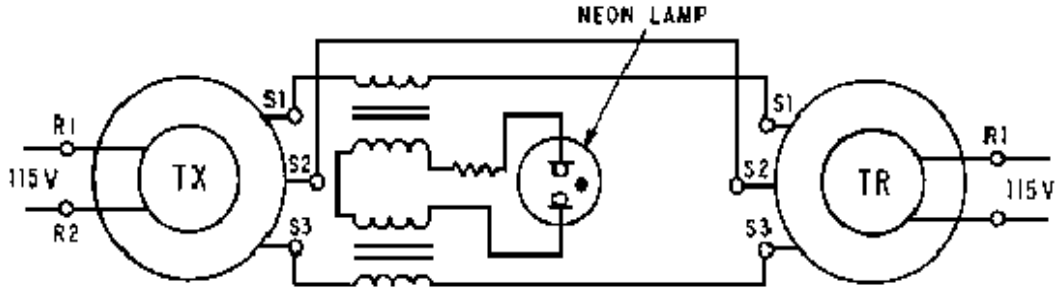
Kontrol taşıyıcı rotor 0° ve kontrol transformatör rotor 90°de

2.13. Senkro Sistem Problemleri

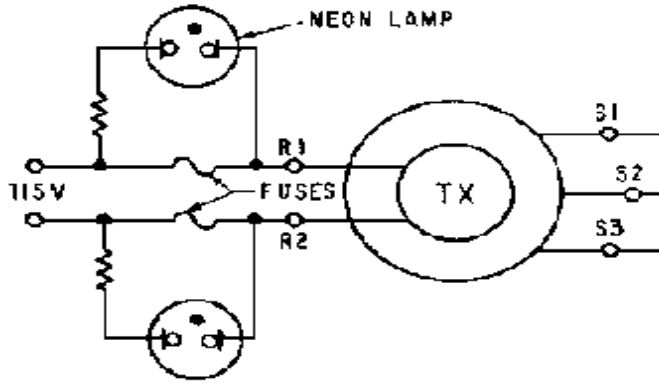
Senkro sistemlerinde en çok ve sıklıkla meydana gelen problem kabloların yanlış ya da eksik bağlanmasıdır. Bu durumda kısa devreler kopukluklar meydana gelebilir. Bu durumlarda avometreler, teknisyenlerin en iyi yardımcısı olmalıdır. Bir açık devreyi kabloları takip ederek ve ölçerek kolaylıkla bulabilirsiniz. Ya da şase kısa devrelerini avometrenin bir ucu şasede diğer ucu da bağlantı noktalarında gezinerek tespit edilebilir. Bazı arızalar da senkronun kendisinden meydana gelir, sargılarda kısa devre olabilir, yerine tam oturtulmamış olabilir, fırçalar kirlenmiş olabilir. Bu tür arızalarda senkroyu sökmek gerekir.

2.13.1. Problem İndikatörleri

Senkro problemlerinin çabuk bir şekilde çözülebilmeleri için sistemlere indikatörler eklenmiştir. Bu indikatörler genellikle sinyal lambalarıdır. Problem meydana geldiği zaman bu lambalar sürekli ya da kesik kesik yanar. Sinyal lambaları aşırı yüklenmeyi ya da atmış bir sigortayı gösterebilir. Aşırı yük indikatörleri genellikle tork senkroların stator devrelerine bağlanır. Şekilde yardımcı bir transformatör yardımı ile stator devresine bağlanan bir indikatör görülmektedir. Stator sargılarında olması gerekenden fazla akım geçerse sinyal lambası yanar.



Şekil 2.18: Stator aşırı yük indikatörü



Şekil 2.19: Atık sigorta indikatörü

Atık sigorta indikatörü bağlantısı şekilde gösterilmiştir. Eğer kısa devre ya da mekanik sıkışma nedeniyle rotorda aşırı yüklenme olursa sigortalardan biri atabilir ve indikatör lamba yanar.

2.13.2. Problemler ve Çözümleri

Teknisyenlere yardımcı olması amacıyla birçok üretici firma bakım kitapçıkları hazırlamıştır. Bu kitapçıklardaki tablolar problem çözümlerini çabuklaştırır. Mesela iki ya da daha fazla alıcı senkro bir tek taşıyıcıya bağlanmış ise ve bütün alıcılar problem çıkarıyorsa nedeni muhtemelen taşıyıcıdır. Problem sadece bir alıcıdaysa bağlantıların ve alıcının kontrol edilmesi gerekir.

2.13.3. Bazı Problemlere Örnekler

➤ Aşırı yük lambası yandı. Bütün taşıyıcılar çalışıyor. Bir tanesi ısınmış durumda. Alıcı düzgün çalışıyor ama yanlış okuyor.	➤ Rotor devresi açık ya da kısa devre
➤ Aşırı yük lambası yanıyor. Bir taşıyıcı çifti ısınıyor. Alıcı bir yöne doğru dönüyor sora diğer yöne dönüyor.	➤ Stator devresi açık devre
➤ Alıcı ünite taşıyıcıyı takip ederken hatalı ya da ters dönüyor.	➤ Bağlantılar hatalı
➤ Alıcı, dengesiz ve sarsıntılı dönüyor ve ısınıyor.	➤ Verici rotoru açık devre
➤ Alıcı dengesiz sarsıntılı dönüyor ve taşıyıcı ısınıyor.	➤ Alıcı rotoru açık devre
➤ Alıcı dönüyor, tork normal, alıcı ısınıyor, verici sigortası atıyor.	➤ Verici rotoru kısa devre
➤ Alıcı dönüyor, tork normal, verici ısınıyor, alıcı sigortası atıyor.	➤ Alıcı rotoru kısa devre

Tablo 2.1: Problem tablosu

2.14. Servomekanizma Problemleri ve Bakım Örnekleri

Servomekanizmalar günümüzde birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlara sanayide kullanılan birçok makine, bilgisayar sayısal kontrollü (CNC) işleme tezgâhları ya da uçaklardaki hidrolik sistemler örnek verilebilir. Her bir servo sisteminin kendine has arıza ve işleyiş aksaklıkları vardır. Burada hepsinden bahsetmek mümkün olmayacağı için hidrolik bir servo sistemi örnek verilerek çıkabilecek problemlerden ve yapılması gereken bakımlardan bahsedilecektir.

Hidrolik bir servo sistemde önce testlerin yapılması gerekir. Bu testler sonucunda bakım ya da tamir gerektiren aksaklıklar tespit edilir.

- **Test:** Aktüatörün testi sırasında uçaktaki fonksiyonları kontrol edilmektedir. İlk olarak diğer tüm komponentlerde olduğu gibi göz kontrolü ile her bir haricî kaçak izi, hasar, eksik bir parça vb. olup olmadığı kontrol edilip test tezgâhına bağlanır. Aktüatörün gerçek fonksiyonlarının kontrolünün yapıldığı test sırasında EHSV'e belirli akımlar uygulanır ve LVDT çıkışları kontrol edilir. Bu test ve ayarlar yapıldıktan sonra haricî ve dâhilî kaçak kontrolleri yapılır. Tüm bu fonksiyon testlerine ilaveten aktüatörün elektrik donanımlarının olduğu EHSV ve LVDT'nin izolasyon, topraklama (bonding) ve elektrik direnç testleri de yapılmalıdır.

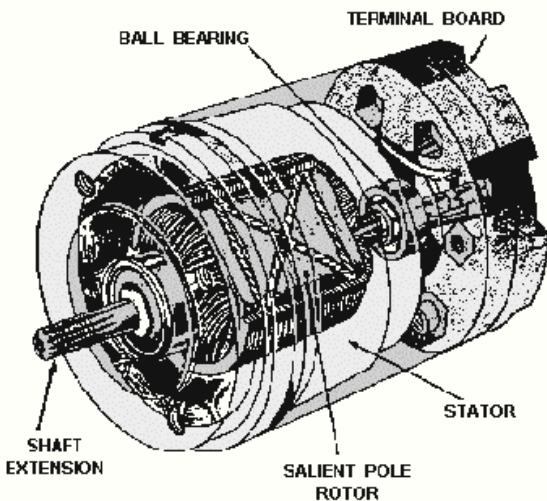
- **Genel arızalar:** Yük altında çalışan diğer tüm komponentlerde olduğu gibi servo kontrollü aktüatörlerde de zaman zaman haricî kaçak sebebiyle sökümlemeler olmaktadır. Tüm uçuş kontrol elemanları uçuş sırasında tüm dış ortam şartlarına açıktır. Özellikle EHSV'nin aktüatörün gövdesine bağlandığı yerlerde, piston çubuğu üzerinde ve gövdenin diğer birleşme yerlerinde haricî kaçaklar oluşabilir. Aktüatörün piston çubuğu üzerinde, manifold grubunda ya da EHSV'nin içinde oluşacak dâhilî kaçaklar aktüatörün fonksiyonlarında yavaşlama ve zamanla limit dışı çalışma değerlerine sebep olacaktır. EHSV ve LVDT'ler çok hassas elektrikli parçalardır, zamanla uyarma (excitation) sargılarında devamlı voltaj yüklenmesinden problem oluşabilmektedir. Ancak tüm bu problemler, uzun çalışma saatleri sonunda nadiren oluşmaktadır. Aktüatörlerin uçağa bağlanırken gövdeyi uçağın gövdesine elektrik olarak bağlayan topraklama hattı da dikkat edilmesi gereken son derece önemli bir konudur.

Servo kontrollü aktüatörlerde yapılan tamir faaliyetleri: Bu komponentlerin referans CMM (komponent bakım kitapçığı)'lerde verilen;

- Sökme (disassembly),
- Temizleme (cleaning), kontrol (check), muayene (inspection),
- Montaj (assembly) ve
- Test faaliyetleri için üretici firmalar tarafından özel takım, avadanlık, test tezgâhları ve materyaller önerilmiştir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Senkro sistemlerinde sıklıkla meydana gelen problemleri gideriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
 <ul style="list-style-type: none">➤ Avometreyi buzzer konumuna getirerek kablolardaki açık devre kontrolünü yapınız.➤ Aynı konumda avometrenin bir probunu, senkro şasesine değdirip diğer kablo bağlantı uçları ile kısa devre kontrolü yapınız.➤ Senkro yataklarının ve milinin rahat döndüğünü ve sıkışma olmadığını kontrol ediniz.➤ Senkro üzerindeki arıza indikatörlerinin durumunu kontrol ediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli güvenlik önlemlerini mutlaka alınız.➤ Yanınızda mutlaka deneyimli bir uçak teknisyeni bulunmalıdır.➤ Teknisyenin telkinlerine mutlaka uyunuz.➤ Göstergelerde enerji olmadığından emin olunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Gerilimin kesilmiş olduğundan emin oldunuz mu?		
2. Senkroda avometre ile açık devre kontrolü yaptınız mı?		
3. Senkroda avometre ile kısa devre kontrolü yaptınız mı?		
4. Senkro yataklarının ve milinin sıkışma kontrolünü yaptınız mı?		
5. Senkro arıza indikatörlerini kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Motorun bir dönüşü için o andaki konumunun tespiti için kullanılan geri besleme elemanı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Senkro
B) Damping
C) Çözümleyici
D) Tork senkro
2. Aşağıdakilerden hangisi döner elektromekanik pozisyon algılayıcı elemandır?
A) Senkro
B) Damping
C) Çözümleyici
D) CSD
3. Aşağıdakilerden hangisi rotorunun açılma pozisyonunu elektriksel sinyallere çevirir?
A) Tork senkro
B) Senkro taşıyıcı
C) Çözümleyici
D) Damping
4. İki sinyali aynı anda kabul ederek işlem yapıp çıkış veren senkrolara ne ad verilir?
A) Tork senkro
B) Senkro taşıyıcı
C) Kontrol senkro
D) Diferansiyel senkro

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise **D**, yanlış ise **Y** yazınız.

1. (...)Kapalı çevrim sistemlerinde çıkıştan alınan bir geri besleme ile giriş her zaman kontrol altına alınır.
2. (...)Enerjiyi bir biçimden başka bir biçime dönüştüren elemanlara çözümleyici denir.
3. (...)LVDT herhangi bir nesnenin pozisyonunu ve hızını ölçmek için kullanılır.
4. (...)Üzerine düşen ışığın yoğunluğuna göre direnci değişen devre elemanına sensör denir.
5. (...)Tork senkroları ağır yük gerektiren yerlerde kullanılır.
6. (...)Kontrol senkroları ağır yük gerektiren yerlerde kullanılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	B
3	D
4	B
5	A
6	D
7	C

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	B
4	D

MODÜL DEĞERLENDİRME CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Doğru
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Doğru

KAYNAKÇA

- YAZICI Saban, Servo Valfler – Özellikleri ve Bakımı
- Royal School of Artillery, Principles of Servo and Control Systems
- Nonresident Training Course, Principles of Synchros, Servos, and Gyros