



**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
MEKATRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

ELEKTRONİK SİSTEMLER LABORATUVARI

**MEKATRONİK SİSTEMLERDE KULLANILAN DİĞER
ELEMANLARIN TANITILMASI**

**DENEY SORUMLUSU
Arş. Gör. Mehmet Safa BİNGÖL**

**ŞUBAT 2023
KAYSERİ**

DEVRELERDE KULLANILAN ELEMANLARIN TANITILMASI

1. GİRİŞ

Mekatronik mühendisliğinin temel uygulama alanlarından biri olan otomasyon sistemlerinde kullanılan birçok elektronik eleman bulunmaktadır. Bu elemanlar genelde daha önceki deneylerde bahsedilen pasif(direnç, kapasite ve bobin) veya aktif elemanlar (BJT, JFET, OPAMP vb.) olabildiği gibi, özellikle spesifik bir iş için tasarlanmış elemanlarda olabilmektedir. Bu elemanlara örnek olarak, devrelerin giriş katında enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan AC-AC dönüşümünden faydalanılarak alternatif gerilim genliğinin istenilen seviyeye getirilmesini sağlayan transformatörler verilebilir. Temelde transformatör elemanı ortak bir nüve üzerine sarılmış iki adet bobinden oluşan bir elektrik makinesidir. Bobinler arasındaki sarım oranı ilişkisini kullanarak değişik dönüşüm oranlarında transformatör elemanları tasarlanabilmektedir.

Mekatronik mühendisliğinde sistem yaklaşımı olarak adlandırılan işlem ile transformatörlere benzer birçok eleman oluşturulmuştur. Örneğin devre girişindeki güç ihtiyacını karşılamak için tasarlanmış birçok regülatör entegresi buna benzer bir yaklaşım ile oluşturulmuştur. İy yapısında birçok pasif ve aktif eleman kullanılmasına rağmen ucuz ve kolay bulunabilir bir paket eleman olmasından dolayı, sadece kataloglarında ki giriş çıkış karakteristikleri incelenerek birçok değişik otomasyon uygulamasında kullanılabilirler.

Sistem yaklaşımında dijital ve analog devrelerin ayrı kullanılacağı gibi aynı devrede de kullanılmaları mümkündür. Bu tür devrelerde de analog sinyali dijital bilgiye, dijital bilgiyi de analog sinyale dönüştürmek gerekebilir. Bu durumlarda da DAC-ADC devreleri kullanılır. Örneğin bilgisayarınıza ses kaydettiğinizde, bu ses ilk önce mikrofon sayesinde analog sinyal olarak bilgisayara iletilir. Bilgisayarda ise analog sinyal dijital bilgiye çevrilir ve hard diskte depolanır. Daha sonra bu sesi dinlemek istediğinizde dijital bilgi tekrar analog sinyale çevrilir ve hoparlörlerden ses olarak duyulur. Tüm bu işlemler ADC ve DAC'ler sayesinde gerçekleşir.

Bunun yanında devrelerin dış ortamla veya birbirleri ile olan bağlantılarında hem tehlike durumunda sadece o devrenin yanması hem de dış ortamdan gelen gürültü gibi etkilerin minimize edilebilmesi için izolasyon katları kullanılır. Bu katlarda devrenin bir önceki devre ile arasında kurulan irtibat elektriksel bağlantıdan ziyade mekanik ya da optik bağlantılarla gerçekleştirilir. Mekanik bağlantı için girişi elektromıknatıs ve çıkışı bu elektromıknatısa bağlı olan değişken kontaklardan oluşan röle elemanları kullanılırken, optik bağlantıda ise içerisinde LED ve fotodiyot çiftini bulunduran optokuplör elemanından faydalanılır.

Otomasyonun bir diğer önemli konusu da devrelerin üretmiş olduğu işaretlerin kontrol ettiği eyleyicilerdir (actuator). Uygulamada spesifik olarak tasarlanmış birçok eyleyici bulunmasına rağmen mekatronik uygulamalarında DC ve STEP motorlar oldukça sık kullanılmaktadır. Hem basit olarak kontrol edilebilmesi hem de ucuz olması sebebi ile tercih edilen bu elemanlar için kullanılan devre düzenekleri otomasyon terminolojisinde motor sürücülerini olarak bilinmektedir. Bu sürücü devrelerinde elemanların kontrolü için gerekli olan sinyaller temel elektronik ve lojik elemanlarla üretildikten sonra motorun yüküne göre çekeceği akımın yüksek olmasından dolayı bir güç kuvvetlendiricisi üzerinden motora uygulanırlar.

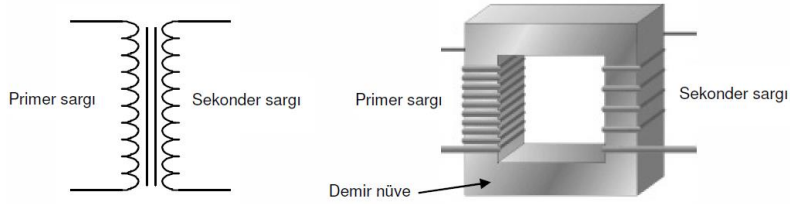
2. DENEYİN AMACI

Bu deneyde, mekatronik mühendisliğinde sistem yaklaşımının uygulamalı olarak gösterilebilmesi amacı ile birçok değişik elemandan bahsedilecektir. Öncelikle AC-AC transformasyon elemanı olarak kullanılan transformatör elemanı açıklanacak, giriş ifadeleri ile çıkış ifadeleri arasındaki bağıntı anlatılacaktır. Ardından devrelerdeki sabit güç ihtiyacını karşılamak için gerekli olan değişik regülatör yapıları tariflenecektir. Daha sonra ise dijital ve analog devrelerin bir arada kullanılabilmesini mümkün kılan DAC ve ADC elemanları incelenecektir. Ayrıca devre giriş ve çıkış katlarında kullanılmak üzere geliştirilmiş röle ve optokuplör elemanları irdelenecektir. Son olarak da değişik otomasyon uygulamalarında yer bulan DC ve STEP motorların sürücü devreleri incelenecek ve bir DC motorun servo motor olarak kullanılabilmesi için gerekli olan devre düzeneği açıklanacaktır.

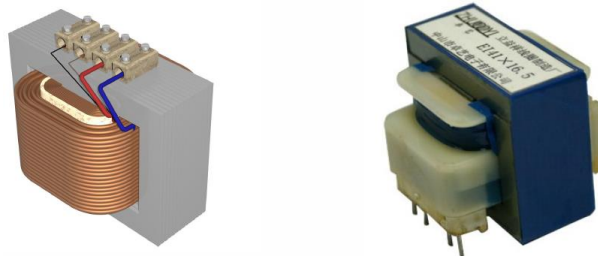
3. ÖN BİLGİ

3.1. Transformatörler

Transformatör, bir demir nüve üzerine sarılmış iki adet iletken sargıdan meydana gelen düzenektir. Giriş sargısı primer ve çıkış sargısı sekonder olarak isimlendirilir. Sargılar elektriksel açıdan izoleli olup aralarında manyetik kuplaj vardır.



Şekil 9.1. Transformatörün sembolü ve yapısı.



Şekil 9.2. Transformatör görünüşleri.

Primer sargıya uygulanan AC gerilim, bu sargı etrafında ve aynı zamanda sekonder sargıyı kesen bir manyetik alan oluşturur. Değişken değerli bu manyetik alanın içinde kalan sekonder sargıda AC bir gerilim indüklenir. Bu özelliği ile transformatörler AC gerilim dönüştürmek amacıyla kullanılırlar. Transformatörler için aşağıdaki eşitlikler geçerlidir.

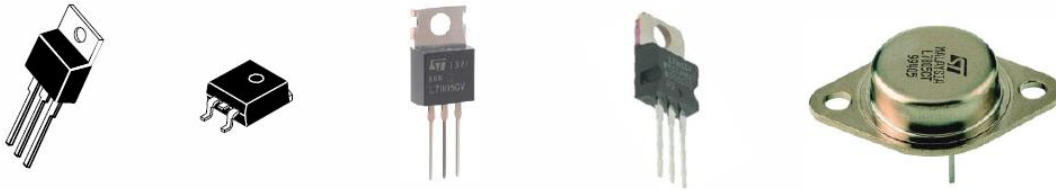
$$n = \frac{V_{Primer}}{V_{Sekonder}} = \frac{I_{Sekonder}}{I_{Primer}} = \frac{N_{Primer}}{N_{Sekonder}}$$

n: Dönüştürme oranı, *V*: Gerilim, *I*: Akım, *N*: Sargının spir (tur) sayısı

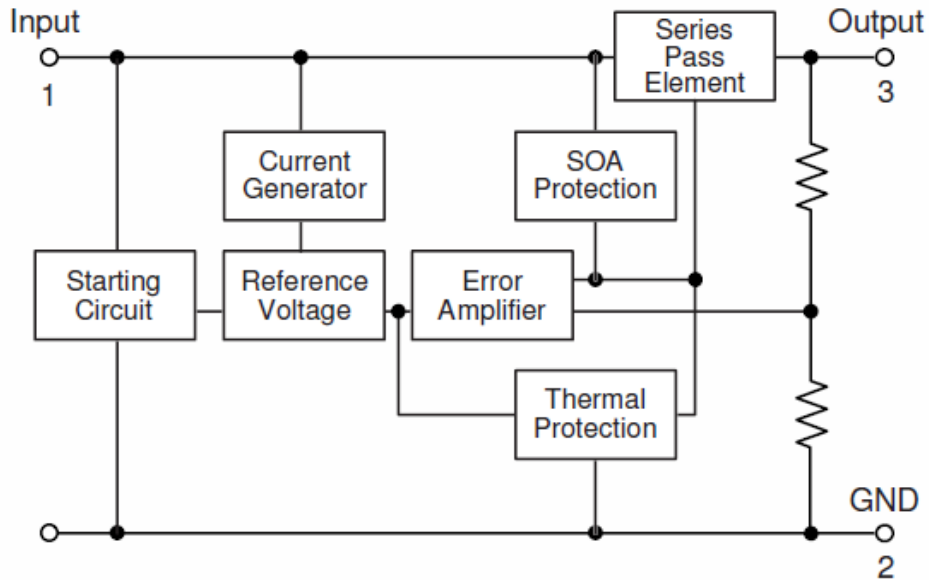
AC gerilim dönüştürme işlemi en çok şehir şebeke gerilimini düşürmek için kullanılır. Ancak bunun tersi olarak transformatör, AC gerilimi yükseltmek amacıyla da kullanılabilir. Bunun dışında transformatörlerin, empedans uygunlaştırma, izolasyon sağlama ve 180° faz değiştirme gibi özellikleri de bulunmaktadır. Transformatörün sekonder sargısına yük bağlandığında yüksüz duruma kıyasla gerilim düşecektir. Gerilimdeki bu düşme yük akımındaki artış ile doğru orantılıdır. Diğer yandan besleme transformatörleri AC şebeke gerilimini düşürmek amacıyla kullanıldığından, primer sargı sayısı sekonder sargı sayısından fazladır. Bu nedenle primer sargı direnci sekonder sargı direncinden büyüktür.

3.2. Simetrik entegre regülatörlü güç kaynağı

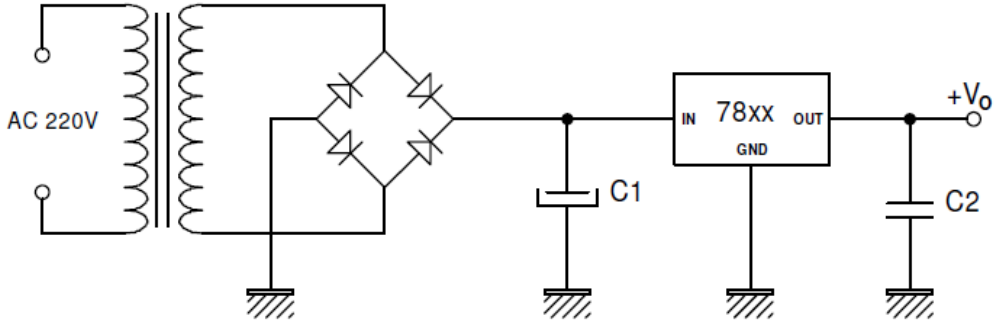
Gerilim regülatörleri zener diyotlarla yapılabileceği gibi, tümleşik entegre devreler ile de gerçekleştirilebilir. 78xx ve 79xx (xx: entegre çıkışındaki gerilimi ifade eder) serisi entegreler, bu amaçla üretilmiş olup, DC gerilimi düşürüp regüle etme (sabitleme, kararlı tutma) özelliğine sahiptir. Dâhilî akım ve güç sınırlama, termal ve kısa devre koruma gibi üstün özellikleri içinde barındıran bu entegrelerin, değişik çıkış gerilimleri verebilen çeşitleri bulunmaktadır. 78xx serisi pozitif çıkış ve 79xx serisi ise negatif çıkış vermektedir. Örneğin, 7805 entegresi +5V çıkış verirken 7905 entegresi -5V çıkış vermektedir. Bu entegrelerin paket görünüşleri, içyapısı ve devre bağlantıları aşağıda görülmektedir.



Sekil 9.3. 78xx-79xx serisi regülatör entegrelerinin görünüşleri.



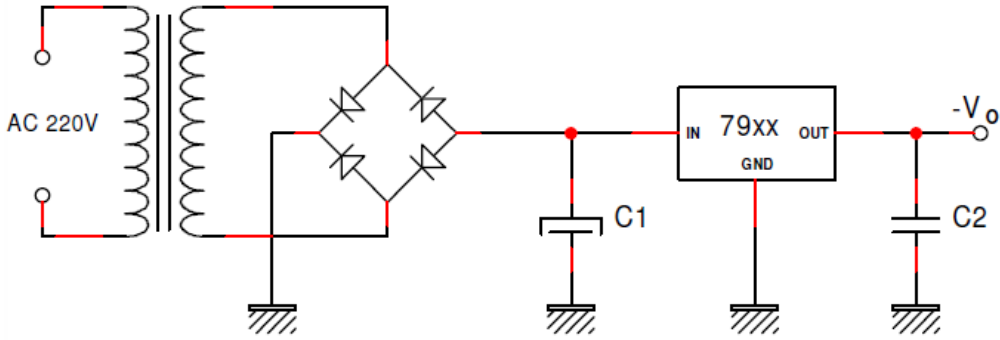
Sekil 9.4. 78xx serisi regülatör entegresinin blok yapısı.



Sekil 9.5. Pozitif çıkışlı regülatör devresi.

Trafo tarafından uygun değere düşürülen AC şebeke gerilimi, köprü diyot ve C1 ile DC gerilime dönüştürülür. 78xx entegresinin giriş terminaline pozitif DC gerilim gelmekte ve çıkışında pozitif regüleli DC gerilim bulunmaktadır.

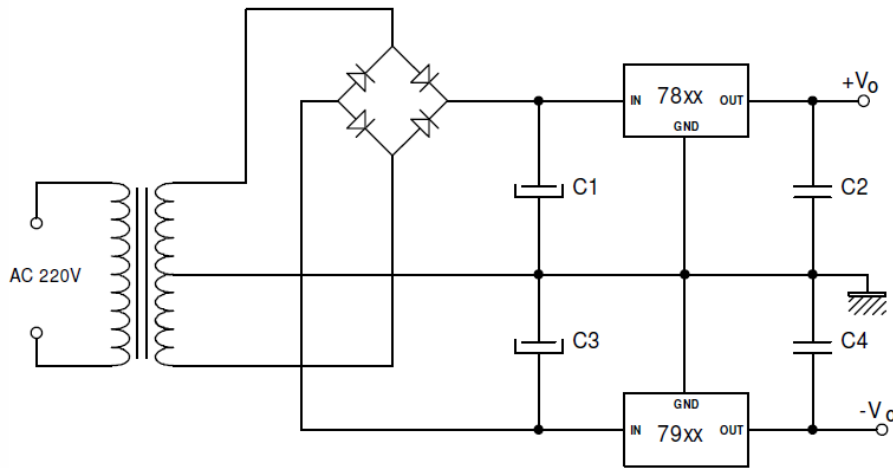
Negatif çıkışlı regülatör:



Sekil 9.6. Negatif çıkışlı regülatör devresi

Trafo tarafından uygun değere düşürülen AC şebeke gerilimi, köprü diyot ve C1 ile DC gerilime dönüştürülür. 79xx entegresinin giriş terminaline negatif DC gerilim gelmekte ve çıkışında negatif regüleli DC gerilim bulunmaktadır.

Simetrik çıkışlı regülatör:

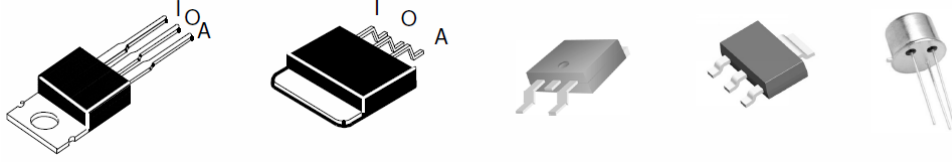


Sekil 9.7. Simetrik çıkışlı regülatör devresi.

Simetrik çıkışlı regülatör, aynı değerde hem pozitif hem de negatif çıkış gerilimi veren devredir. Bu amaçla devrede 78xx ve 79xx serisinden aynı gerilim değerinde iki adet entegre kullanılmıştır. Simetrik çıkış elde etmek üzere devrede kullanılan trafo da simetrik çıkışlı seçilmiştir.

3.3. Entegreli ayarlı regülatör devresi

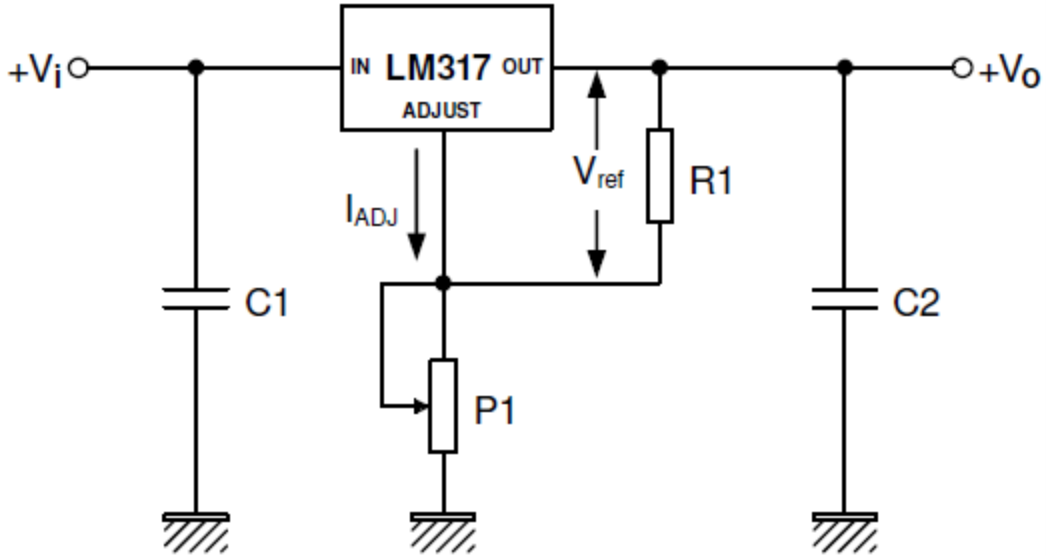
Regülatör devresi çıkısındaki gerilim sabit değerli olabileceği gibi ayarlı da olabilmektedir. Ayarlı regülatör devrelerinin yapımında kullanılan çeşitli entegreler bulunmaktadır. **LM317**, bu amaçla üretilen entegrelerden biridir. DC gerilimi düşürme, ayarlama ve regüle etme yeteneğine sahip olup, dâhilî akım ve güç sınırlama, termal ve kısa devre koruma gibi özellikleri de bulunmaktadır. **LM317**' nin değişik kılıflardaki görünümü ve elektriksel özellikleri aşağıda görülmektedir.



Sekil 9.8. LM317 regülatör entegresinin görünüşleri.

PARAMETER	Minimum	Typical	Maximum	Unit
Adjust terminal current		50	100	μ A
Reference Voltage (V_{ref})	1.2	1.25	1.3	V
Input to output voltage differential ($V_i - V_o$)	3		37	V
Output current (I_o)			1.5	A

Tablo 9.1. LM317 regülatör entegresinin temel parametreleri.



Sekil 9.8. LM317 regülatör entegresinin temel devre bağlantısı.

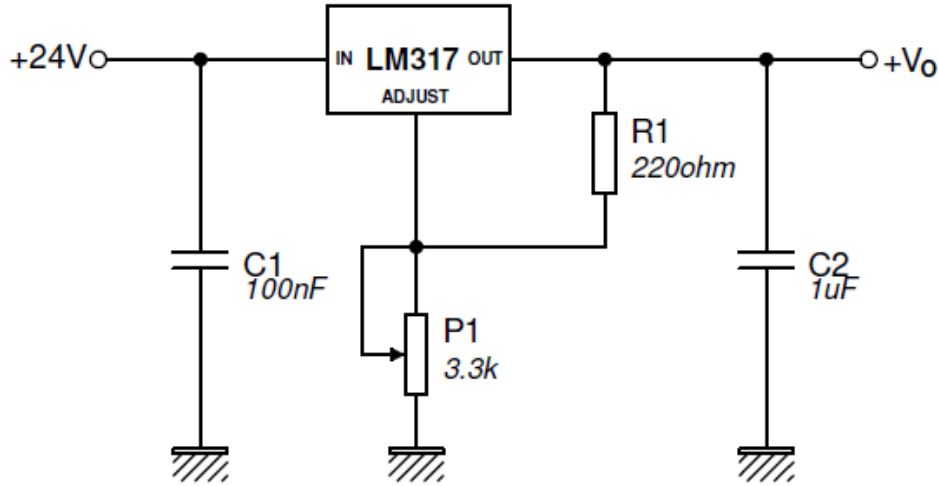
Sekil 20.3' de LM317' nin temel devre bağlantısı verilmiştir. Entegrenin özelliği olarak, çıkış (Output) ve ayar (Adjust) terminalleri arasında, $V_{ref} = 1,25V$ (tipik) değerinde bir gerilim düşümü meydana gelir. P1 yardımıyla ayarlanabilen çıkış geriliminin değeri,

$$V_O = V_{ref} \cdot \left(1 + \frac{P_1}{R_1} \right) + (I_{ADJ} \cdot P_1)$$

formülü ile hesaplanabilir. Formüldeki ikinci bileşenin etkisi çoğu uygulama için önemsiz sayılabilecek düzeydedir. IADJ (Adjust terminal current-ayar terminali akımı) ve P1' in maksimum değerleri için bile bu bileşenin değeri sıfıra yakın bir değer almaktadır. Bu yeterince küçük bir değer olup rahatlıkla ihmal edilebilir. Bu durumda çıkış gerilimi,

$$V_O \approx V_{ref} \cdot \left(1 + \frac{P_1}{R_1} \right)$$

Şekil 9.9'da verilen devrenin çözümü yapılacak olursa;



Sekil 9.9. LM317 regülatör entegresinin temel devre bağlantısı.

$$V_O \approx V_{ref} \cdot \left(1 + \frac{P_1}{R_1} \right)$$

P1 minimum iken,

$$V_O = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{0}{220} \right) = 1,25 \cdot 1 = 1,25V$$

P1 maksimum iken,

$$V_O = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{3300}{220} \right) = 1,25 \cdot (1 + 15) = 20V$$

olarak bulunur. Bu hesaplamalara göre, çıkış gerilimi P1 yardımıyla 1,25V~20V aralığında ayarlanabilir.

3.4. Dijital/Analog ve Analog/Dijital çeviriciler

Dijital / Analog (D/A) Ve Analog / Dijital (A/D) Çeviriciler

Bilgi işleyen dijital cihazların analog bilgiler ile işlem yapabilmesi için, bu analog bilgilerin dijital forma dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu analog bilgiler fiziksel değişimlerin (ısı, basınç, ağırlık) sensör ve transdüserler yardımı ile elektrik akımına ya da gerilimine dönüştürülerek elde edilir. Bu analog elektriksel seviyeler de Analog / Dijital Çeviriciler yardımı ile dijital cihazların anlayabileceği forma yani dijital bir koda çevrilir. Dijital cihazlardan analog formda bir sonuç elde edilmek istenilir ise işlem sonucu çıkan dijital bilgi analog bilgiye dönüştürülmelidir. Dijital / Analog Çeviriciler bu dijital bilgiyi analog bilgiye dönüştürerek çıkışına aktarır.

Dijital / Analog Çevirici (Digital to Analog Convertor) :

Dijital Analog Çeviriciler (DAC), dijital bilgilerin analog bilgilere çevrilmesinde kullanılan elemanlardır. Girişlerine uygulanan her dijital kod bilgiye karşılık çıkışında, analog bir işaret üretmektedir. D/A Çeviricilerin çözünürlükleri yani değişim basamaklarının sayısı, kullanılan elemanın giriş sayısına göre değişir. Giriş sayısı ne kadar çok olursa çözünürlük artar ve çıkışa aktaracağı analog sinyalin gerçek bir sinyale yakınlığı o kadar fazla olur. Aşağıda dört girişli bir D/A çeviricinin çıkışına aktardığı 0V ile 6V arasındaki değişim görülmektedir. 6V'luk seviye $n=4$ den $2^4=16$ basamağa bölünerek çıkışa aktarılır. Her bir giriş koduna karşılık bir analog gerilim seviyesi atanmıştır.

<i>Dijital Girişler</i>				<i>Analog Çıkış (Volt)</i>
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0,4
0	0	1	0	0,8
0	0	1	1	1,2
0	1	0	0	1,6
0	1	0	1	2,0
0	1	1	0	2,4
0	1	1	1	2,8
1	0	0	0	3,2
1	0	0	1	3,6
1	0	1	0	4,0
1	0	1	1	4,4
1	1	0	0	4,8
1	1	0	1	5,2
1	1	1	0	5,6
1	1	1	1	6,0

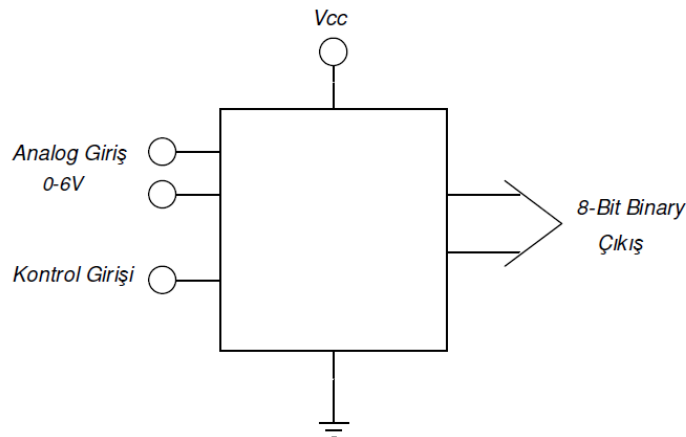
Tablo 9.2. Dijital Kod Bilgi Giriş ve Analog Çıkış Değer Örneği.

Analog / Dijital Çevirici (Analog to Digital Converter-ADC):

Analog Dijital Çeviriciler (ADC) ölçülen bir analog işaretin dijital bilgiye dönüştürülmesi için kullanılır. Fiziksel bir büyüklüğün analog bir işaret olarak değerlendirilebilmesi ve ölçülebilir hale getirilmesi için başka bir fiziksel büyüklüğe dönüştürülmesi gerekir. Bu dönüştürmeden sonra bu işaretin dijital cihazlar ile işlenebilmesi için işareti dijital forma dönüştürülmesi gerekir. Sıcaklık, basınç ya da nemlilik gibi fiziksel büyükler transducerler aracılığı ile bir analog işarete dönüştürülür. Bu analog işareti dijital cihaz ya da devrelerde kullanılması için uygun bir dijital koda çevirir.

Analog Giriş (Volt)	Dijital Çıkış			
	A	B	C	D
0	0	0	0	0
0,4	0	0	0	1
0,8	0	0	1	0
1,2	0	0	1	1
1,6	0	1	0	0
2,0	0	1	0	1
2,4	0	1	1	0
2,8	0	1	1	1
3,2	1	0	0	0
3,6	1	0	0	1
4,0	1	0	1	0
4,4	1	0	1	1
4,8	1	1	0	0
5,2	1	1	0	1
5,6	1	1	1	0
6,0	1	1	1	1

Tablo 9.3. Analog giriş ve buna karşılık dijital çıkıştaki kod değeri örneği.



Şekil 9.10. A / D Çevirici Blok Seması.

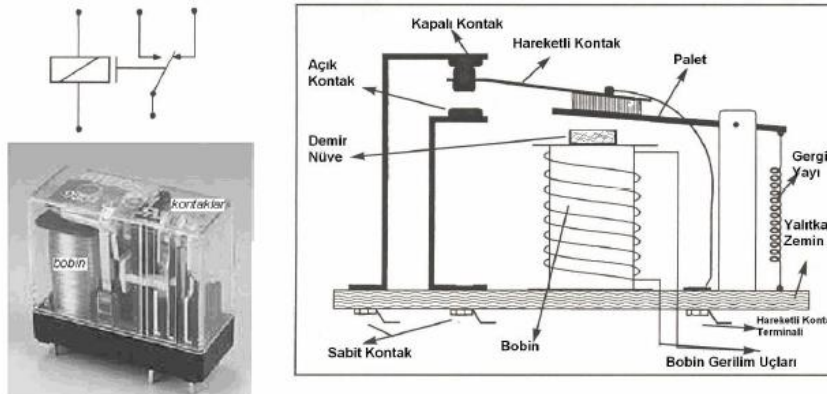
3.5. Devre giriş ve çıkışlarında kullanılan izolasyon elemanları

Röle:

Küçük değerli bir akımın oluşturduğu elektromanyetik alan ile yüksek güçte veya akımda çalışan bir alıcıyı(yükü) çalıştırabilmek (anahtarlayabilmek) için bir ya da daha fazla anahtar grubunu kontrol eden (anahtarları açan ya da kapatan) elemana röle denir. Bu tanımdan ilerde bahsedilecek olan termik röleler hariç tutulmalıdır. Özetle küçük akım ve gerilimlerle daha büyük akım ve gerilimlerini kontrolünü sağlar. Röleler aynı zamanda farklı frekans ve dalga türlerinden de etkilenmeden anahtarlama yaparak çok farklı özellikteki elektrik ve elektronik devrelerin kontrolünü yapabilmektedir.

Yarı iletken esasına dayalı olarak çalışan tristör ve triyakların imal edilmesinden sonra kullanım alanı daralan röleler yine de çok yüksek akım ve gerilim kontrolü gerektiren uygulamalarda halen kullanılmaktadır. Tristör ve triyaklara göre avantajı tek bir röle, içinde birden fazla anahtar veya kantağa sahip olabildiği için birden fazla yükü aynı anda açabilir veya kapatabilir hatta aynı anda bazı yükleri açıp bazılarını kapatabilir. Bu işlem tamamen rölenin kontaklarının bağlanma şekli ile ilişkilidir. Röleler elektronik devrelerin giremediği(yüksek ısı, nem veya sıvı ortamları vb.) bazı hava ve sıvı kontrol sistemlerinde mutlaka kullanmak zorundadır.

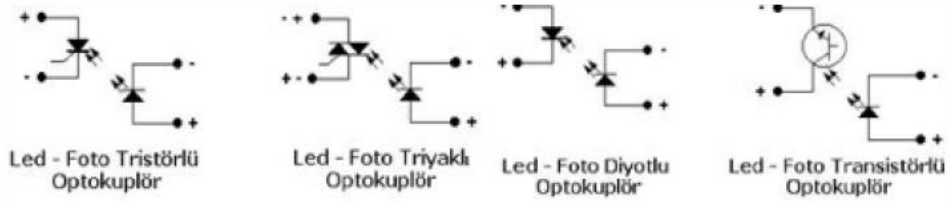
Röle uygulamalarda karşılaşılan problemlerde şöyle özetlenebilir. Mekanik olarak çalıştığı için çok arıza yapar. Kontaklar sürekli birbirine yapışıp açıldıkları için oluşan elektrik atlamaları zamanla kontakların oksitlenmesine ve iletimini kaybetmesine neden olur. İletime geçme süresi daha uzundur. Rölelerin genel olarak 5V-48V arasında gerilimle beslenen bobinleri, 5mA-150mA arasında akım çekmektedir. Kontakları ise 0.5A-70A arasındaki akım değerlerine dayanabilir. Uygulama devrelerinde bobin besleme gerilimi aralığının geniş olması kolaylık sağlamaktadır. Bu sayede hem lojik hem de analog devreler ile sürülmesi sağlanmaktadır. Yüksek akımlı devreleri kontrol ederken kontaklardan geçen akımın oluşturabileceği ısınma bu devrelerde röle yerine kontaktör kullanılmasını gerektirmektedir.



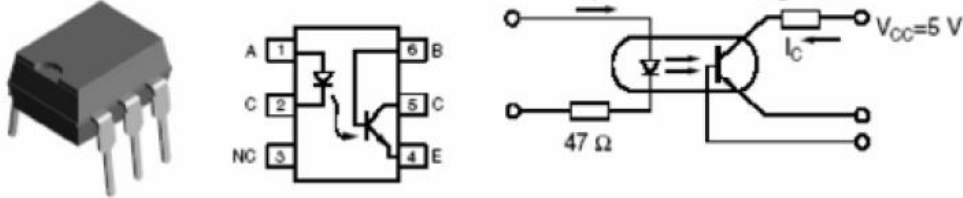
Sekil 9.11. DC gerilimle çalışan manyetik rölenin görünüşü ve iç yapısı.

Optokuplör:

Optokuplör kelime anlamı olarak optik kuplaj anlamına geliyor. Kuplaj konusuna biraz değinirsek; kuplaj bir sistem içindeki iki katın birbirinden ayrılması ama aralarındaki sinyal iletişiminin devam etmesi olayıdır. Ayrılma fiziksel olarak gerçekleşir ama iletişim manyetik veya optik olarak devam eder. Bu durumun bize faydası katlardan birinde olan fazla akım, yüksek voltaj gibi olumsuz, sisteme zarar verecek etkilerden diğer katları korumaktır. Işık yayan eleman ile ışık algılayan elemanın aynı gövde içinde birleştirilmesiyle elde edilen elemanlara optokuplör denir. Bu elemanlarda ışık yayan eleman olarak "led", "infraruj led" kullanılırken ışık algılayıcı olarak "foto diyot", "foto transistör", "foto tristör", "foto triyak" vb. gibi elemanlar kullanılır.



Sekil 9.12. Çeşitli optokuplör yapıları.



Sekil 9.13. Bir optokuplör ve içyapısı.

Optokuplörler daha çok, iki ayrı özellikli devre arasında elektrik bağlantısı olmadan, ışık yoluyla irtibat kurulmasını sağlayan devrelerde kullanılırlar. Şöyle ki, düşük gerilimle çalışan bir devreyle yüksek gerilimli bir güç devresine optokuplör aracılığıyla kumanda edilebilir. Optokuplörler 2000 ile 5000 Volt'luk gerilimlere dayanıklı olduğundan en hassas kontrol sistemlerinde güvenle kullanılır.

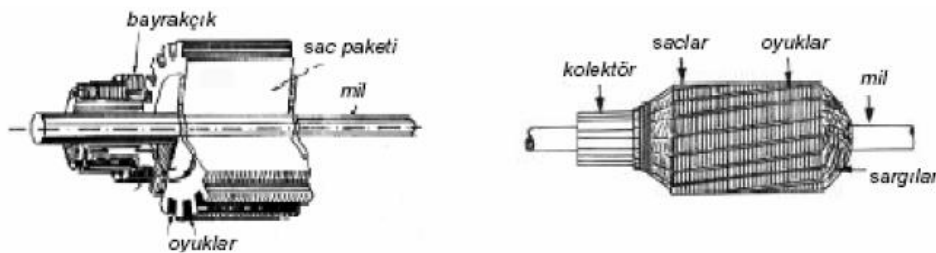
3.6. DC Motorlar ve Step Motorlar

DC motor ve sürücü devreleri

DC motorların hareketli olan parçalarındaki manyetik alan elektrik akımı etkisi ile oluşturulabilir. Hareketli olan bu motor bölümüne akım, sabit bir iletken tel üzerinden verilemez.(çünkü dönme hareketi ile bu iletken tel motor miline sarılır). Fırça ve kolektör adı verilen özel bir düzenek ile motorun hareketli olan bu bölümüne akım aktarılabilir. Fırça ve kolektör kullanılan motorlara fırçalı DC motor denir. Fırçalı DC motorlar gövdelerinde kullanılan manyetik alan kaynağına göre sabit mıknatıslı motor ve elektro mıknatıslı motor olmak üzere ikiye ayrılırlar. Bu motor türleri detaylı olarak anlatılacaktır. Ancak tüm motor tiplerinde, motorları oluşturan parçalar hemen hemen aynıdır.

Endüvi(Rotor)

Endüvi; DC dinamo, DC motor ve AC seri motorun dönen kısmıdır. Bu eleman, 0,3-0,7 mm kalınlığında çelik saclardan yapılmış silindirik gövde üzerine açılmış ve oluklara yerleştirilmiş sargılardan oluşmuştur. Endüvi sargılarının uçları, bakır dilimlerinden yapılmış olan ve üzerine fırçaların temas ettiği kısma (kolektöre) bağlanmıştır. Şekil 9.14'te endüvinin yapısı verilmiştir. Mille beraber dönen tüm yapı endüvi olarak gösterilmektedir.



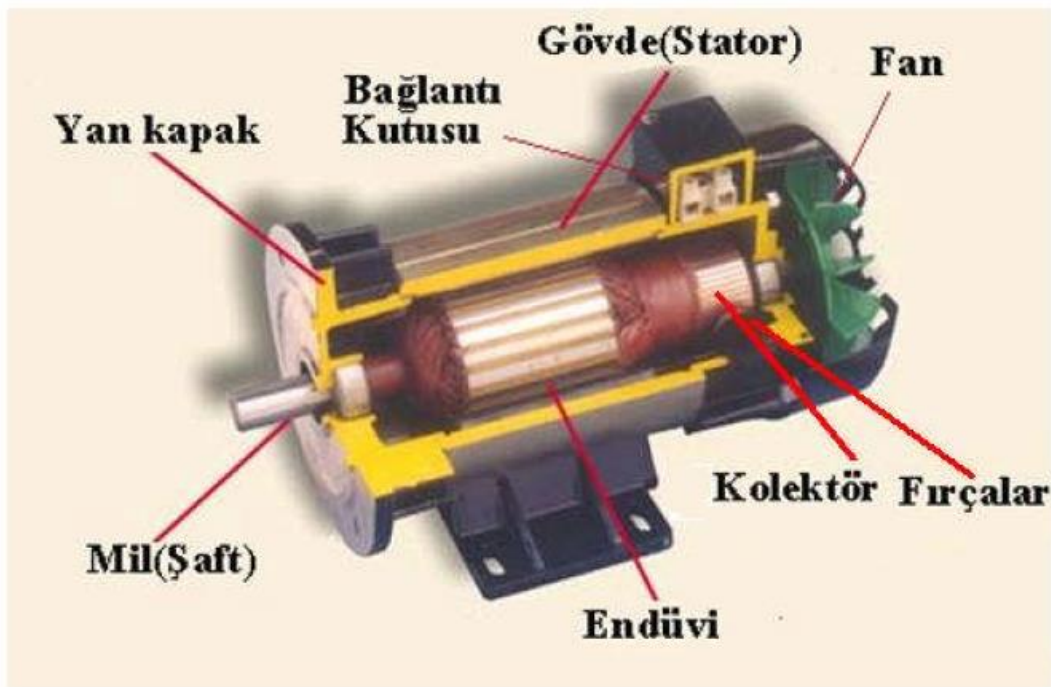
Şekil 9.14. DC motor endüvisinin yapısı.

Gövde(Stator)

DC ya da AC ile çalışan makinelerde N-S kutuplarının oluşturulması için yapılmış olan sargıların yerleştirildiği kısma indüktör denir. Küçük makinelerin indüktörleri doğal mıknatıstan yapılırken yüksek güçlü makine indüktörleri ile oluşturulur. İndüktörler gövdeye yani statorun içine oturtulmaktadır. Stator içersinde doğal mıknatıs olabileceği gibi elektromıknatıs da olabilir.

Fırçalar ve Donanımları

DC ve AC ile çalışan kolektörlü makinelerin kolektöre yapışarak elektrik akımının iletilmesini sağlayan parçalarına fırça (kömür) denir. Şekil 9.15'te görülen fırçalar, makinenin akım ve gerilim değerine göre farklı özelliklerde (sert, orta sert, yumuşak karbon, karbon-bakır alaşımly vb.) üretilir. Fırçaların kolektöre düzgünce basmasını sağlamak için baskı yayları kullanılır. Fırçalar aşınıcı olduğundan zamanla biter. Bu durum makinenin sesinden, kolektörde aşırı kıvılcım oluşmasından anlaşılabilir. Bu kıvılcım zaman zaman ozon gazı oluşturur.

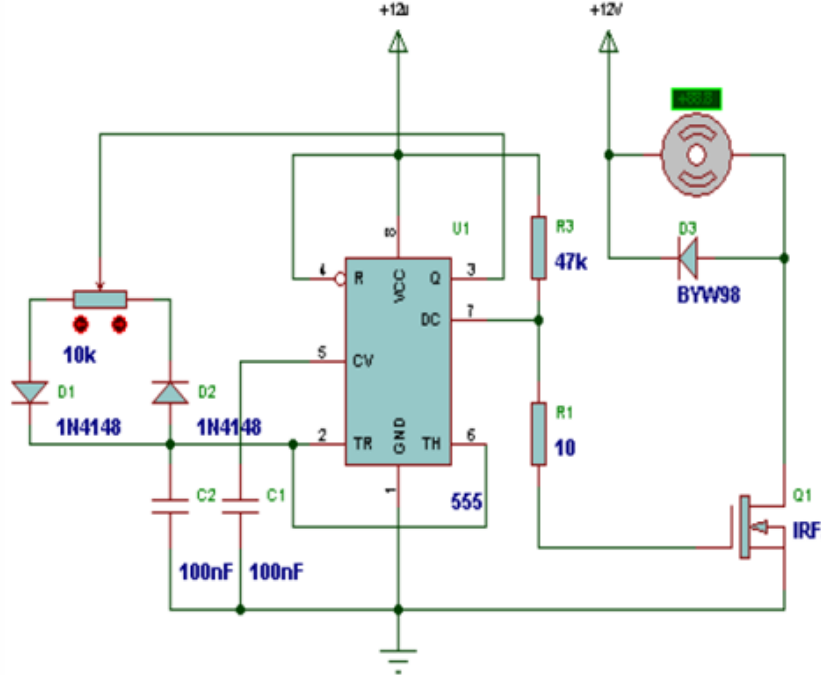


Şekil 9.15. DC motorun kesit görünümü.

DC motor sürücüleri

PWM modülatör

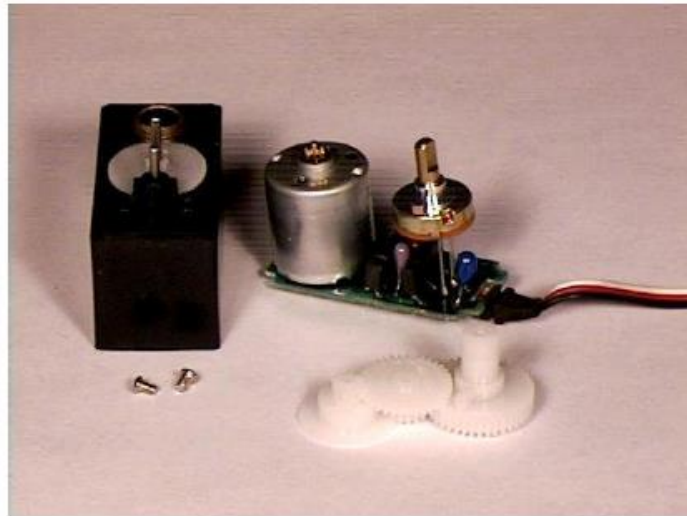
DC motorların hızını kontrol etmek için motor gerilimini değiştirmek gerekir. İdeal bir DC motorun hızı besleme gerilimiyle doğru orantılıdır. Çoğunlukla sistemimizde bir adet güç kaynağı olur ve bu kaynağın gerilimi değiştirilemez. Bu amaçla ortalama güç teoreminden faydalanılarak yüksek frekanslarda üretilen kare dalganın altında kalan alana göre DC genlik değiştirilmiş olur. Şekil 9.16'da gösterilen PWM modülatörlü sürücü devresinde 555 entegresi ile devrede verilen mosfetin tetikleme frekansı değiştirilerek motordan geçen akımın kontrolü sağlanmaktadır.



Şekil 9.16. DC motor için kurulmuş PWM sürücüsü.

Servo motor

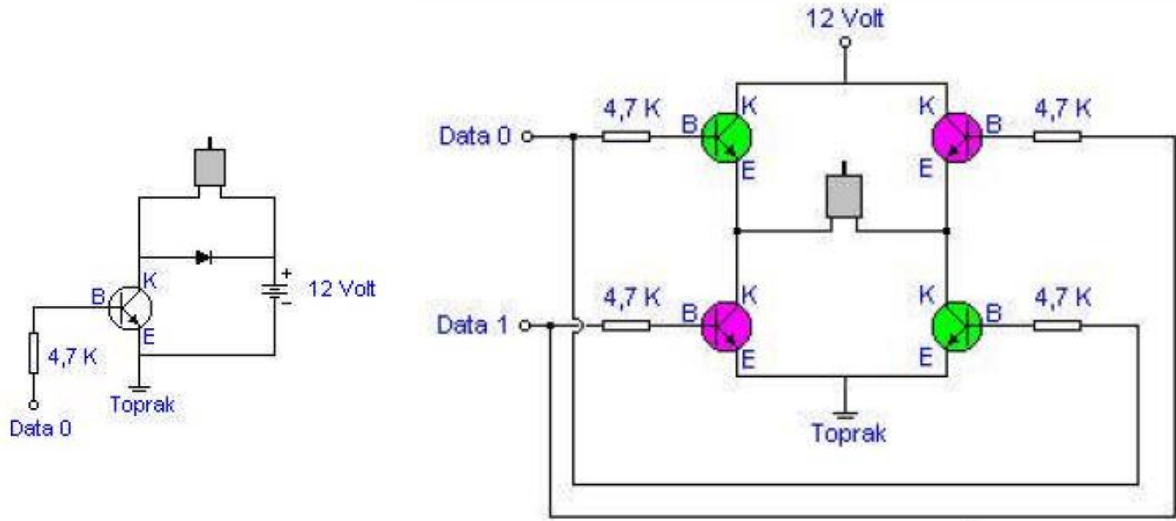
Servo ve step motor cihazları birçok elektro-mekanik uygulamada hız ve pozisyon kontrolünde sıkça tercih edilen araçlardır. Belirlenen bir uygulamaya yönelik ürün seçerken hareket sistemindeki temel teknolojileri ve hareket sisteminizin gerektirdiklerini iyi anlamak çok önemlidir. Step motorlar uygulanan darbelerle bağlı olarak çalışan ayrık hareket motorlarıdır. Hareket pozisyonu darbelerin sayısına, hareketin hızı ise darbelerin hızına doğrudan bağlıdır. Servo motorlar ise sürekli hareket gösteren motorlardır ve pozisyon ve hız kontrolü için kapalı çevrimde geri besleme işaretleri kullanırlar. Motoru sürmek için gerekli olan akım ve gerilim güç sürücüsü diye bilinen güç besleme cihazdan sağlanmaktadır. Bu cihaz hareket kontrol birimi ile motor arasında yer alır. Şekil 9.17'de içi açılmış bir servo motor gösterilmektedir.



Şekil 9.17. Servo motor.

Hareket sistemlerinde hız ve konum kontrolünün sağlanması için geri besleme işaretleri kullanılmaktadır. Step motorlarda geri besleme kullanılmak zorunda değildir. Bunun yerine genelde başlangıç referans noktasının belirlenmesi gerekir. Fakat servo motorlarda doğru bir kontrol, düzgün çalışma, kesin motor pozisyonu ve hızın korunabilmesi için geri besleme şarttır ve her hareket eksenini için ayrı geri besleme işareti kullanılmak zorundadır. Geri besleme cihazları genelde enkoder diye adlandırılır. Bunlar hız ve konum bilgisini taşıyan verileri hareket kontrol donanımına aktarır. İşaretler konum bilgisine karşı düşen değerlere çevrilir. Sabit zaman aralığında ölçülen pozisyon verisinden hız bilgisi elde edilir. Motorun servo olabilmesi için konum bilgisinin geri besleme ile oluşturulması gerekmektedir.

Dc Motorun Aç-Kapa ve Yön Kontrol Devreleri



Şekil 9.18. DC Motorun aç-kapa ve H köprüsü ile yön kontrolü.

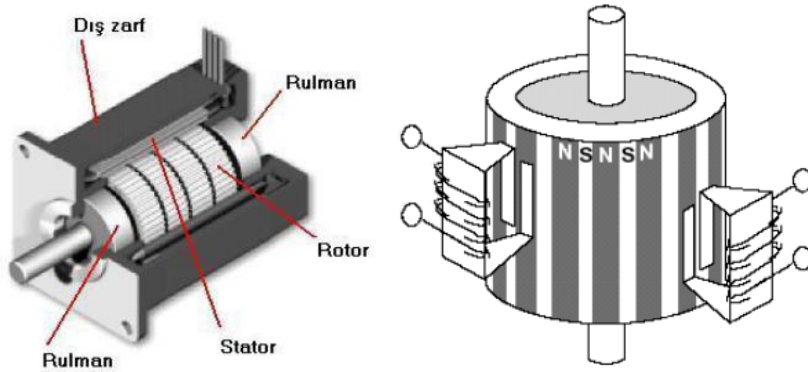
Bir DC motorun uçlarına uygulanacak gerilim ile motor dönmeye başlayacaktır. Şayet motorun uçlarına uygulanacak gerilimin kutupları yer değiştirilecek olursa DC motorun dönme yönü değişecektir. Bahsedilen gerilim kesilirse motor duracaktır. Şekil 9.18’de verilen devre sayesinde motorun harekete geçirilmesi, durdurulması ve devir yönünün değiştirilmesi sağlanabilir. Şekilde verilen devrelerdeki transistör modelleri belirlenirken motorun çektiği akım göz önünde bulundurularak seçim yapılmalıdır. Şekil 9.18’de verilen birinci devrede data 0 ile gösterilen giriş lojik 1 seviyesine getirilirse transistör iletime geçecek ve bunun sonucu olarak kaynaktan çıkan akım motor üzerinden devresini tamamlayacaktır. Devredeki diyot motorun uçlarını ters polarizasyondan korumak içindir. Şekil 9.18’de verilen ikinci devrede ise yeşil ve mor renkte gösterilen transistörler aynı akım yolu üzerinde olacak şekilde planlanmışlardır. Data 0 ile gösterilen giriş lojik 1 yapılmış yeşil renkte gösterilen transistörler üzerinden akım akacaktır. Motorun şekle göre sol ucundan akım girecek sağ ucundan çıkacaktır. Data 1 ile gösterilen giriş lojik 1 yapılmış mor renkte gösterilen transistörler üzerinden akım akacaktır. Motorun şekle göre sağ ucundan akım girecek sol ucundan çıkacaktır. Bu da bir öncekine göre ters dönme yönü demektir. Bu devre girişlerinin her ikisi de lojik 1 yapılmışsa hatalı çalışacaktır. Bu yüzden girişler birbirinin tersi şekilde verilmelidir.

* Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, MEB, ANKARA, 2007

Step motor ve sürücü devreleri

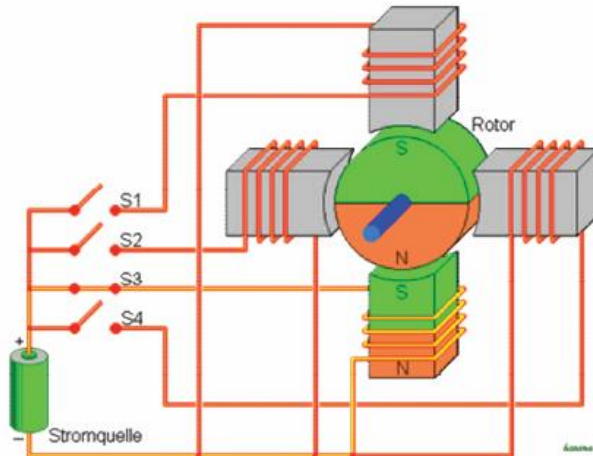
Adım motorları adından da anlaşılacağı gibi adım adım hareket eden yani sargılarından birinin enerjilenmesi ile sadece 1 adım hareket eden motorlardır. Bu adımın kaç derece olacağı motorun tasarımına bağlıdır. Adım motor, elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren eletro-mekanik bir cihazdır. Elektrik enerjisi alındığında rotor ve buna bağlı şaft, sabit açısız birimlerde (adım-adım) dönmeye başlar. Adım motorlar, çok yüksek hızlı anahtarlama özelliğine sahip bir sürücüye bağlıdır (adım motor sürücüsü). Bu sürücü, bir encoder, PC veya PLC'den giriş darbeleri (pals) alır. Alınan her giriş darbesinde, motor bir adım ilerler. Adım motorlar bir turdaki adım sayısı ile anılırlar. Örnek olarak 400 adımlık bir adım motor bir tam dönüşünde (360°) 400 adım yapar. Bu durumda bir adımın açısı $360/400 = 0.9^\circ$ derecedir. Bu değer, adım motorun hassasiyetinin bir göstergesidir. Bir devirdeki adım sayısı yükseldikçe adım motor hassasiyeti ve dolayısı ile maliyeti artar.

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



Şekil 9.19. Adım motorun kesiti.

Adım motorun sargılarına uygulanacak gerilim yönüne göre rotorun hareketi saat ibresi yönünde (CW) veya saat ibresinin tersi yönünde (CCW) gerçekleştirilebilir. Kare dalga darbeler artarda uygulanacak olursa rotor, normal motorlarda olduğu gibi sabit hızda döner.



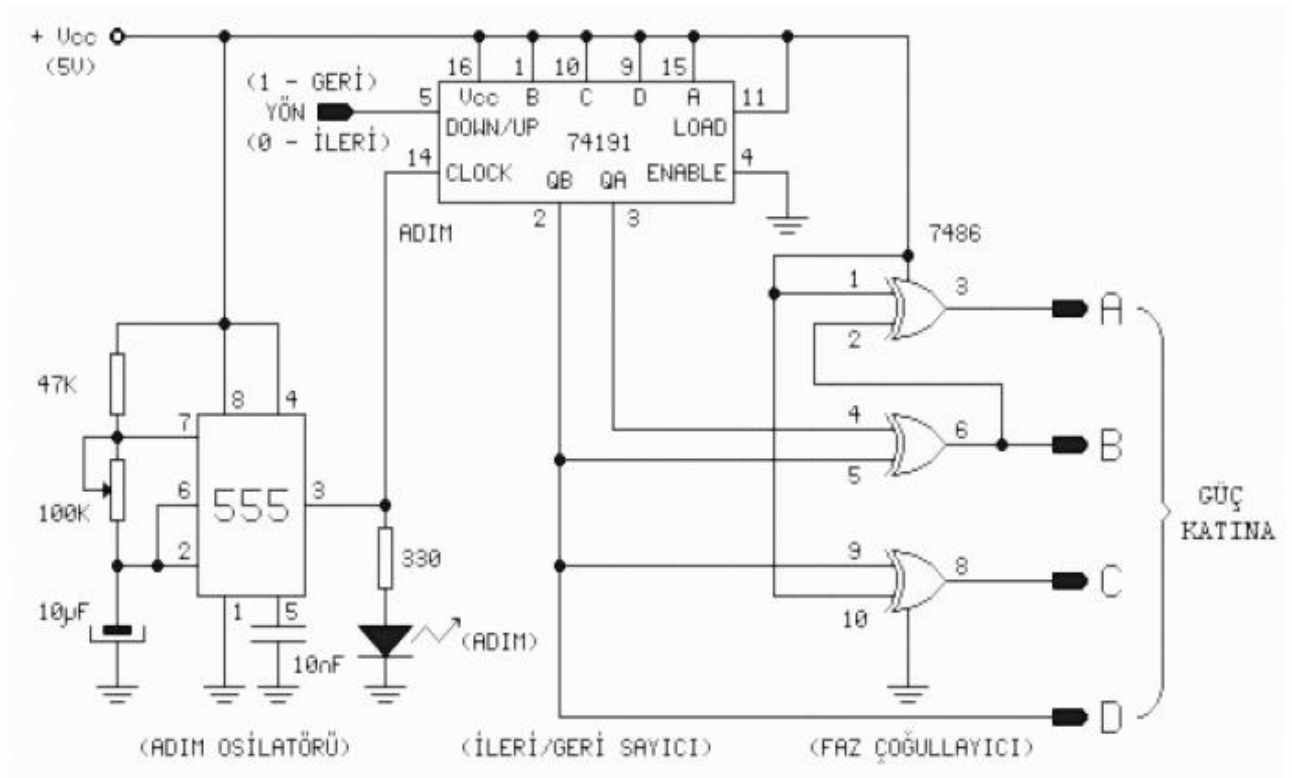
Şekil 9.19. Orta uçlu sabit mıknatıslı adım motorun yapısı.

Orta uçlu sabit mıknatıslı bir adım motorun en basit kontrolü şekil 9.19’da ki gibi gerçekleştirilebilir. Adım motorun çalışması için S1, S2, S3 ve S4 anahtarları üzerinden Faz 1 ve Faz 2 sargılarına sırası ile uygun faz ve gerilim uygulanmalıdır. Devrede kullanılan motorun 90°’lik adımlarla dönmesini istenirse Tablo 9.4’de verilen dört değişik çalışma durumunu (kodlarını) artarda uygulanmalıdır.

Kod	S1	S3	S2	S4
1	0	0	1	1
2	1	0	0	1
3	1	1	0	0
4	0	1	1	0

Tablo 9.4: Sabit mıknatıslı orta uçlu adım motorun çalışma tablosu.

Şekil 9.20’de; adım osilatörü, sayıcı ve faz çoğullayıcıdan oluşan adım motor kontrol devresi görülmektedir. 555 adım osilatörü adım motor için gerekli olan adım darbelerini üretir. Saat darbesinin frekansı düşük ise motorun dönüşü yavaş, frekans yüksek ise motorun dönüşü hızlıdır. 74191 sayıcısı motorun ileri-geri yönde dönmesini sağlayacak sinyali üretir. 7486 ile yapılan faz çoğullayıcı, sayıcının ürettiği sinyali motorun 4 sargısı için çoğullar. Kontrol devresi çıkışı güç sürücüsü devre katına bağlanmalıdır. Bu devre katında, adım motorun sargıları için gerekli olan sinyalin akımının artırılması sağlanır.



Şekil 9.20: Step motor sürücü devresi.

Deneyin Yapılışı:

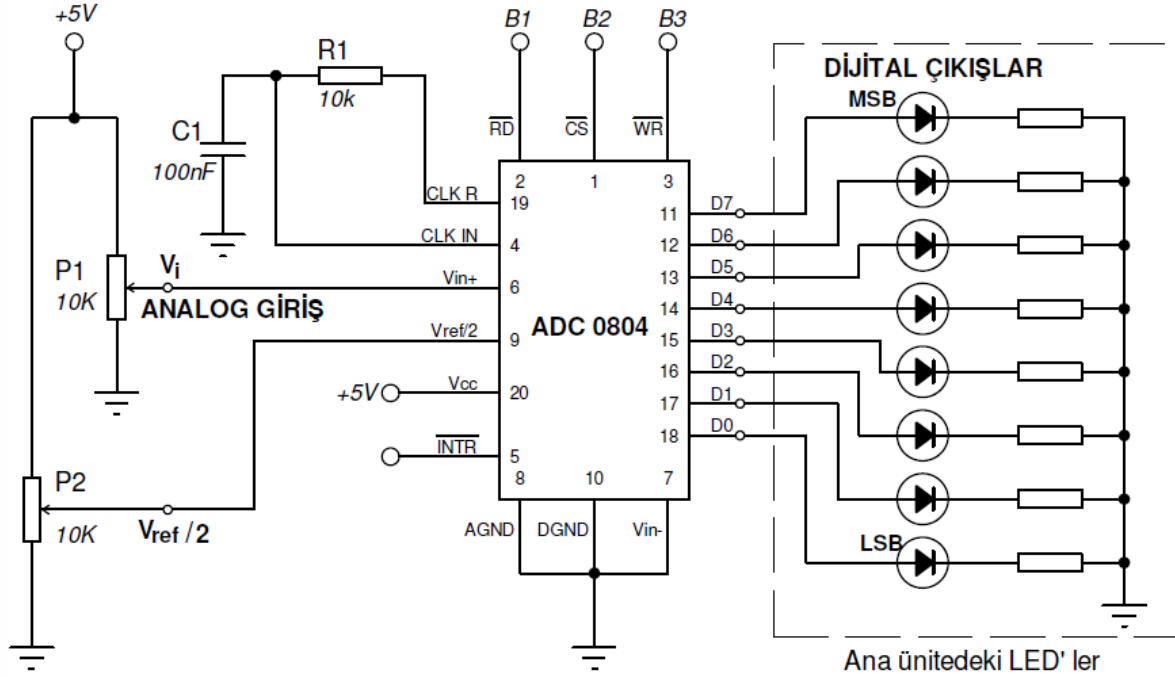
- 1- Şekil 9.22’de görülen devreyi deney bordu üzerine kurunuz.
2. Devrede, V_{ref} gerilimi P3 potansiyometresi ile ayarlanmaktadır. V_{ref} ile çıkışta elde edilmek istenen en yüksek gerilim değeri belirlenir (en çok besleme gerilimi kadar). $V_{ref}=10V$ olacak şekilde P3 potansiyometresini ayarlayınız.
3. Tüm giriş anahtarlarını “1” konumuna getirin. Çıkış gerilimini ölçünüz. Bu gerilim tam skala değeridir.
4. Giriş anahtarları ile Tablo 9.5’te ki kod değerlerini ayarlayın ve çıkış gerilimlerini kaydedin.

$$V_o = V_{ref} \cdot \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \frac{A_3}{8} + \frac{A_4}{16} + \frac{A_5}{32} + \frac{A_6}{64} + \frac{A_7}{128} + \frac{A_8}{256} \right) \quad V_{ref}=10V$$

DİJİTAL GİRİŞLER								ANALOG ÇIKIŞ
A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	V_o
0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	1	0	0	
0	0	0	0	1	0	0	0	
0	0	0	1	0	0	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	1	1	
0	1	0	0	1	0	1	0	
1	0	1	1	0	1	0	1	
1	1	0	0	1	0	1	0	
1	1	1	1	1	1	1	1	

Tablo 9.5. Dijital Kod Bilgi Girişleri ve Çıkış Gerilimi.

4.3. Analog-Dijital Dönüştürücü



Şekil 9.23. Analog Dijital dönüştürücü uygulama devresi.

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 9.23'te görülen devreyi deney bordu üzerine kurunuz.
2. B1 ve B2 girişlerine "Lojik 0", B3 girişine ise ana üniteden 50 Hz'lik clock sinyali uygulayınız.
3. $V_{ref}/2$ ucunu voltmetreye bağlayınız. P2 potansiyometresi ile bu uçtaki gerilimi 2,5V olacak şekilde ayarlayınız. Bu seviye ile V_i girişi 5V değerine ulaştığında tüm LED'lerin ışık vermesi sağlanır.
4. P1 potansiyometresi ile Analog Giriş Gerilimini (V_i) ayarlayarak çıkıştaki LED'lerin konum değiştirdiğini gözlemleyiniz.
5. $V_i = 5V$ olarak ayarlayınız. Çıkış LED'lerinin tümünün yandığını gözlemleyiniz. (11111111)
6. $V_i = 2.5V$ seviyesine ayarlayınız. Çıkış LED'lerinden D7 deki LED'in ışık vermediğini gözlemleyiniz. (01111111)
7. Bu gözlemler ışığında Tablo 9.6'da ki giriş gerilimlerine karşılık çıkışta elde edilen ikilik tabandaki sayıları gözlemleyerek kaydediniz.

