T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

ELEKTRİK-ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

DA GÜÇ KAYNAKLARI VE MOTORLARI

522EE0135

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 iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 3
1. DA GÜÇ KAYNAĞI VE MOTORLARI 3
1.1. Doğru Akım Güç Kaynakları 3
1.1.1. Doğrultucular 3
1.1.2. Akümülatörler (Bataryalar) 21
1.1.3. Bakımsız Akü ve Redresör Grubu 35
1.2. Doğru Akım Motorları 37
1.2.1. Doğru Akım Motorlarının Yapıları 37
1.2.2. Çalışma Prensibi 44
1.2.3. Doğru Akım Motor Çeşitleri ve Bağlantı Şekilleri 53
1.2.4. Fırça ve Kolektörsüz Doğru Akım Motorları 58
1.2.5. Step (Adım) Motorlar 59
1.2.6. Servo Motorlar 61
UYGULAMA FAALİYETİ 63
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 65
2. DA GÜÇ KAYNAĞI VE MOTORLARI MONTAJI 66
2.1. Akü ve Redresör Montajı 66
2.1.1. Akü Montaj Yerinin Özelliği 66
2.1.2. Akü Şarj Redresörü Montajı 67
2.1.3. Akü Montajı 68
2.1.4. Çalışma Testi 69
2.2. Bakımsız Akü ve Redresör Grubu Cihazı Montajı 70
2.2.1. Bakımsız Akü ve Redresör Grubu Cihazı Yerine Montajı 70
2.2.2. Cihaz Bağlantıları ve İşletmeye Alma 72
2.3. Doğru Akım Motorları Montajı 73
2.3.1. SF6 Gazlı Kesici Açma Kapama Mekanizması Motoru 73
2.3.2. Vakumlu Kesici Açma Kapama Motoru 76
2.3.3. Ayırıcı Açma Kapama Motoru 78
2.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği 79
2.5. TEİAŞ İş Güvenliği Yönetmeliği 80
UYGULAMA FAALİYETİ 82
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 84
MODÜL DEĞERLENDIRME 85
CEVAP ANAHTARLARI 86
KAYNAKÇA 88

AÇIKLAMALAR

KOD	**522EE0135**
ALAN	**Elektrik Elektronik Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Yüksek Gerilim Sistemleri**
MODÜLÜN ADI	**DA Güç Kaynakları ve Motorları**
MODÜLÜN TANIMI	Doğru akım güç kaynakları ve motorlarının yapı özellikleri, kullanıldığı yerler, montajları ile sisteme bağlantıları ile ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Alan ortak modüllerini başarmış olmak
YETERLİK	DA kaynak ve motorları montaj ve bağlantılarını yapmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Her türlü yerde TSE ve uluslararası standartlara, şartnamelere, kuvvetli akım tesisleri, topraklamalar ve iş güvenliği yönetmeliğine uygun ve hatasız olarak, doğru akım güç kaynağı ve motorlarını seçebilecek, tesise montaj ve bağlantılarını yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** Standart ve yönetmeliklere uygun, doğru akım güç kaynağı ve doğru akım motorlarını hatasız olarak seçebileceksiniz. **2.** Standart ve yönetmeliklere uygun, doğru akım güç kaynağı ve doğru akım motorlarının montaj ve bağlantılarını hatasız olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Atölye ortamı, takımhane, akümülatör çeşitleri, kablo pabuçları, kablo soyma gereçleri, redresörler, doğru akım motorları çeşitleri, montaj araç gereçleri, anahtar takımları, tornavidalar, pense, kablo pabuç pensesi, izolebant, kablo kanalları, kablo bağı ve spirali, topraklama elemanları, malzeme katalogları, baret, eldiven, ölçü aletleri, projeksiyon, slayt, tepegöz.
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 modülümüzde doğru akım güç kaynakları ve motorlarının yapıları, bağlantıları işlenecektir. Elektriğin elde edilmesi ve kullanımından itibaren depolanması daima düşünülmüştür. Günümüzde üretilen elektrik enerjisinin istenildiğinde kullanılması için bataryalar kullanılmaktadır. Bataryalar ilk olarak altı voltluk yapılmışlardır. Günümüzde on iki voltluk bataryalar kullanılmaktadır, daha fazla gerilim için bataryalar seri bağlanmalıdır.

Yüksek gerilim sistemlerinde doğru gerilim, koruma röleleri ve kesiciler ile ayırıcılarda kullanılmaktadır. Doğru gerilimin kesintisiz olması gerekmektedir. Enerji kesildiğinde doğru gerilim ihtiyacı akümülatörlerden karşılanmaktadır. Kullanılacak akümülatörler sürekli olarak şarjlı (dolu) olarak bulunmalıdır. Sürekli şarjlı kalmalarını sağlayan otomatik redresörlerdir. Redresörlerin içindeki devreler, akülerin şarjında azalma olduğunda bunu algılamakta ve aküleri kapasitelerine göre tekrar şarj etmektedirler. Gereğinden fazla şarj edildiğinde aküler zarar görmektedir. Günümüzde tam kapalı (bakımsız) akülerin kullanımı hızla artmaktadır, bunun sebebi bu akülere bakım gerekmemesi (su ilavesi vb.) ve dışarıya zehirli gaz vermemeleridir.

Modülümüzün diğer bir konusu da doğru akım motorlarıdır. Doğru akım motorları kesici ve ayırıcıların kumandasında kullanılmaktadır. Doğru akım motorları yüksek verimleri, basit kumanda üniteleri ile değişken yükler altında hız ayarı imkânı sağlar. Son yıllarda hızla gelişen elektronik teknolojisi sayesinde yapılan devreler ile doğru akım motorlarında endüvi (armatür) gerilimini değiştirerek devri, armatür akımını değiştirerek torku ayarlamak mümkündür. DC şönt (paralel) motorlarda moment sabittir. Devir ayarı kademesiz ve homojen olarak elde edilebilir. Bu sayede sabit hat hızları elde edilir.

Doğru gerilimler içinde bulunan harmonikler (tam doğrultulamadığından), manyetik devreler içinde kayıplara neden olduğu kadar, sargıların da daha fazla ısınmasına yol açıp çok önemli komitasyon güçlüklerine sebep vermektedir. Bu yüzden 1966 yılında dilimli sac gövdeli motor serileri geliştirilmiştir. Ana ve yardımcı kutuplar ile tüm gövde tamamen dilimlenmiş saclardan yapılmıştır. Tek parça katı gövdelerde harmoniklerden dolayı ortaya çıkan kayıplar dilimli sac gövdelerde büyük ölçüde yok edilmiştir. Günümüzde DC motorlarda bakır tel bobin, silindirik lamine silisli sac üzerine açılmış oluklar içerisine yerleştirilmiş ve uçları kolektöre (birbirinden mika ile yalıtılmış, % 0,8 gümüş katkılı elektrolitik bakırdan yapılmış, silindirik malzeme) irtibatlandırılmıştır. Konu edilen kolektöre de fırçalar basmaktadır. Fırça (kömür) üzerinden bobinlere akım beslemesi yapıldığında ve bu iletkenlerin de manyetik alan içerisinde kalması hâlinde iletkenler kuvvetlerin etkisine maruz kalmaktadır. Tüm bunların takibinde bir dönme olayı oluşacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak doğru akım güç kaynağı ve motorlarını hatasız seçebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Doğru akım güç kaynağı çeşitlerini ve kullanım yerlerini araştırınız.
- Doğru akım motorlarının çeşitlerini ve kullanım yerlerini araştırınız.
- Araştırma işlemleri için internet ortamını kullanabilir, elektrik elektronik malzemeleri satan işyerlerini, yüksek gerilim taahhüt firmalarını, çevrenizde varsa eğer doğru akım güç kaynağı imalatı yapan firmaları gezebilirsiniz. Ayrıca doğru akım güç kaynağı ve motorları ürün kataloglarını incelemelisiniz. Araştırmanızı rapor hâline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

1. DA GÜÇ KAYNAĞI VE MOTORLARI

1.1. Doğru Akım Güç Kaynakları

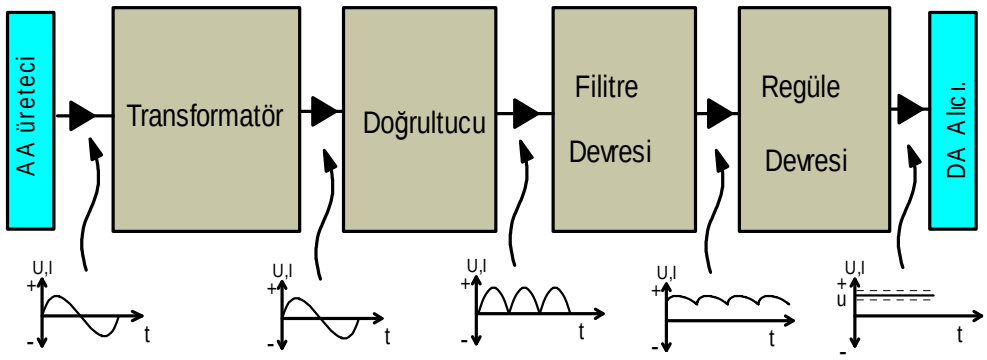
Yüksek gerilim sistemlerinde de doğru akım elektrik enerjisine ihtiyaç duyulur, kesici ve ayırıcıların kumandasında, koruma rölelerinin beslemesinde vb. doğru akım güç kaynaklarına ihtiyaç vardır. Doğru akım güç kaynaklarını; doğrultucular (alternatif akımı doğru akıma çeviriciler), akümülatör bataryaları, bakımsız akü ve redresör gurubu olarak ayrı ayrı inceleyeceğiz.

1.1.1. Doğrultucular

Alternatif akımı doğru akıma çevirerek elektronik cihaz ve sistemleri çalıştırmak en doğru yaklaşım olacaktır. Alternatif akımı doğru akıma çevirme işlemi elektronik devreler ile yapılmaktadır. Doğrultma güç kaynaklarını AA faz sayısına, çalışma şekline veya güç değerine göre değişik şekillerde sınıflandırabiliriz. Bu devrelerde doğrultma elemanı olarak diyotlar veya tristörler kullanılmaktadır.

- 1 fazlı DA güç kaynakları
- 3 fazlı DA güç kaynakları
- Sabit gerilim çıkışlı güç kaynakları
- Ayarlanabilir gerilim çıkışlı güç kaynakları
- Anahtarlamalı (Switch mod) güç kaynakları
- Transformatörsüz DA güç kaynakları
- Büyük güçlü sanayi tipi güç kaynakları

Doğrusal yapıda bir doğru akım elektronik güç kaynağı devresi şekil 1.1'deki blok şemada gösterilen kısımlardan oluşur. Güç kaynağının kalitesine ve çeşidine göre bazı kısımlar olmayacağı gibi ilave devreler de kullanılabilir.



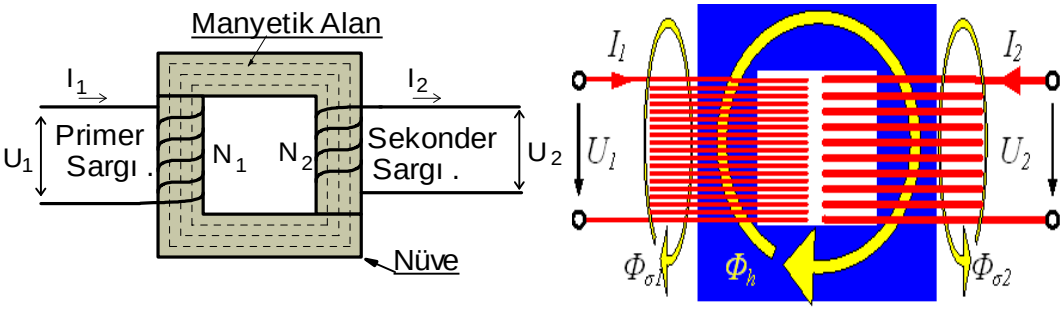
Şekil 1.1: Elektronik güç kaynağı blok şeması ve dalga şekilleri

1.1.1.1. Doğrultucu Devre Elemanları

Doğrultucu devre elemanlarından transformatör, diyot ve tristörleri kısaca inceleyelim.

- **Transformatörler**

Doğrultucu devrelerin en önemli elemanı transformatördür. Transformatörler alternatif gerilimin veya akımın değerini değiştirmek için kullanılır. Transformatörler, birbiri ile elektriksel bağlantısı olmayan iki ayrı sargıdan oluşur. Birinci sargıya (primer sargı) elektrik şebekesinden alınan alternatif gerilim uygulanır. Bu sargıdan alternatif akım geçmeye başladığında çevresinde değişken manyetik alan oluşturur. Bu değişken manyetik alan nüve üzerinde bulunan sekonder sargıyı keserek devresini tamamlar. Bu değişken manyetik alanın sekonder sargı iletkenlerini kesmesi sonucunda sekonder sargıda bir alternatif gerilim indüklenir. Sargıda indüklenen alternatif gerilimin değeri, transformatörün dönüştürme oranına bağlıdır. Transformatörleri alternatif gerilimin faz sayısına göre bir fazlı ve üç fazlı olarak sınıflandırabiliriz. Transformatörlerin çalışma prensipleri açısından temelde farkları yoktur. Bir fazlı transformatörün yapısı şekil 1.2'de basit olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Transformatör yapısı

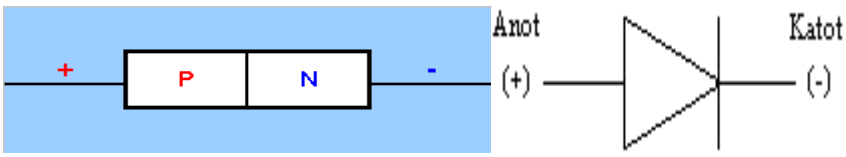
Transformatörün iki sargısı arasında manyetik bağlantıyı nüve sağlar. Transformatörlerde mantel, çekirdek, dağılmış olmak üzere üç çeşit nüve kullanılır.

Üç fazlı ve çok fazlı transformatörlerin çalışma prensibi bir fazlı transformatör ile aynıdır. Faz sayısı kadar bir fazlı transformatör uygun şekilde bağlanarak çok fazlı transformatör yapılabilir. Fakat bu uygulanabilir ve ekonomik bir çözüm değildir. Özel üç fazlı ve çok fazlı transformatör nüveleri yapılarak bu nüvelerin üzerine primer ve sekonder sargıları yerleştirilir. Üç fazlı ve çok fazlı transformatörler genellikle büyük güç sistemlerinde kullanılır. İmalat hesaplamaları bir fazlı transformatörlere benzemektedir. Ancak gerilimler ve akımlar arasında faz farkı olması ve büyük güçlü olmaları yapılacak hesaplamalarda bazı farkları beraberinde getirir.

DA güç kaynağında kullanılacak transformatörün doğrultma devresi ile uyumlu olması gerekir. Kullanılacak AA üretecinin faz sayısına uygun transformatör ve doğrultma devresi gereklidir. Ayrıca orta uçlu tam dalga doğrultma devreleri için orta uçlu transformatör gereklidir.

- **Diyotlar**

Diyotlar, yalnızca bir yönde akım geçiren devre elemanıdır. Diğer bir deyimle, bir yöndeki dirençleri ihmal edilebilecek kadar küçük, öbür yöndeki dirençleri ise çok büyük olan elemanlardır. Direncin küçük olduğu yöne "doğru yön", büyük olduğu yöne "ters yön" denir. Diyot sembolü, şekil 1.3'te görüldüğü gibi, akım geçiş yönünü gösteren bir ok şeklindedir. En çok kullanılan silisyumdan yapılan diyotlardır.



Şekil 1.3: Diyot

Ayrıca, diyodun uçları pozitif (+) ve negatif (-) işaretleri ile de belirlenir. "+" uca anot, "-" uca katot denir. Diyodun anaduna, gerilim kaynağının pozitif (+) kutbu, katoduna kaynağın negatif (-) kutbu gelecek şekilde gerilim uygulandığında diyot iletime geçer.

Diyot çeşitleri; kristal diyot, zener diyot, tünel diyot, ışık yayan diyot (led), foto diyot, ayarlanabilir kapasiteli diyot (varaktör - varikap)

Diğer diyotlar; mikrodalga diyotları, gunn diyotları, ımpatt (avalans) diyot, baritt (Schottky) diyot, ani toparlanmalı diyot, pin diyot, büyük güçlü diyotlardır.

Diyodun kullanım alanları: Diyotlardan, elektrik alanında redresör (doğrultucu), elektronikte ise doğrultucu, modülatör, anahtar olarak çeşitli amaçlar için yararlanılmaktadır. Diyotlar çeşitli güçlerde yapılır.

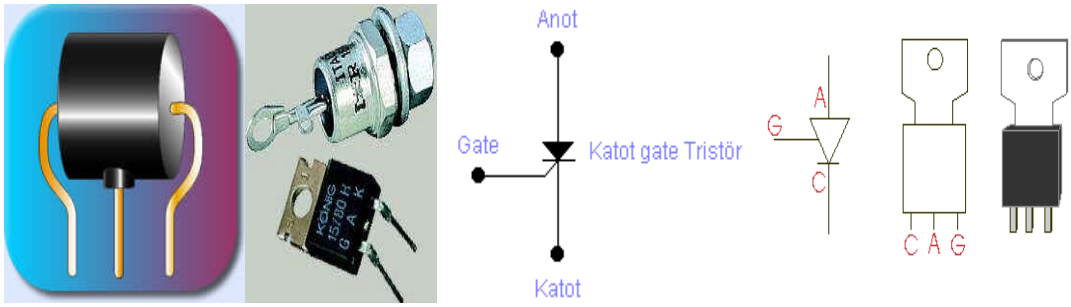
- **Tristörler**

Tristör tetiklenerek iletime sokulabilen bir tek yönlü bir anahtar gibi düşünülebilir. Yalıtımdayken açık devre iletimdeyken doğrultucu diyot gibi davranır. Tristörlerin;

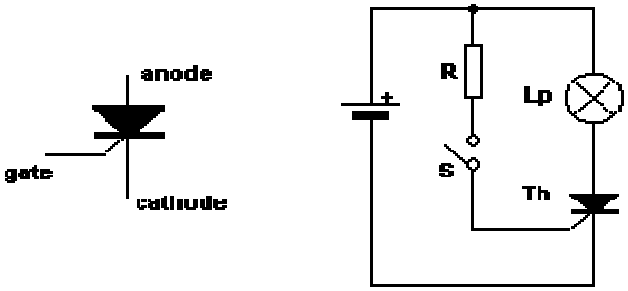
- Boyutlarının küçük ve hafif olması,
- İletim yalıtım sırasında ark oluşturmaması ve güç harcamalarının düşük olması,
- İletim yalıtım zamanlarının kısa olması ve bakım gerektirmemeleri,

Uygulamada giderek artan bir oranda kullanılmalarına sebep olmuştur. Tristör üzerinde yapılan çalışmalar değişik özellikte yeni tristörler elde edilmesiyle sonuçlanmıştır.

Yapısı: Tristörler üzerinden sadece bir yönde akım geçmesini sağlayan yarı iletken bir devre elemanıdır. PNPN yapıdadır ve üzerinde üç adet uç bulunur. Bunlar katot, anot ve gate (tetikleme) uçlarıdır. İletken olduğu anda üzerindeki akımı anottan katota doğru geçirir. Gate ucu ise tristörün iletime geçirilmesi için kullanılır. Eğer tristör katot gateli ise pozitif gerilim ile tetiklenir. Şekil 1.4'te katot gate'li bir tristörün devre çizimlerinde kullanılan şekli görülmektedir.



Şekil 1.4: Tristör



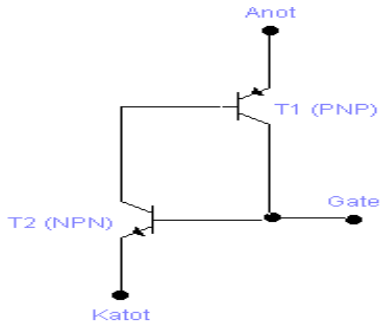
Şekil 1.5: Tristörün iletime geçirilmesi

Tristörler devre üzerinde kullanılırken anot ucuna pozitif, katot ucuna da negatif bir gerilim uygulanır. Bu durumda tristör yalıtkandır ve üzerinden herhangi bir akım geçirmez. Tristörün iletime geçebilmesi için gate ucuna tristörün hassasiyetine bağlı olarak küçük bir pozitif gerilim uygulamak gerekir (Bk. Şekil 1.5). Artık tristör tetiklenmiştir ve bu tetikleme işlemi saniyenin binde birinde gerçekleşir.

Pratikte tristörün anot ucuna tristör üzerinden geçecek olan akımı üzerinde harcayacak bir yük elemanı bağlanmalıdır. Bu eleman genellikle devrenin amacına uygun olarak bir lamba, motor veya buna benzer yük elemanıdır (Bk. Şekil 1.5).

Tristörlerin iki türlü çalışma şekli vardır. Birincisi doğru akım ile çalıştırmadır. Bu şekilde çalıştırılan bir tristör doğru bağlantılar yapıldıktan sonra gate ucuna verilecek tetikleme sinyali ile iletime geçer ve tetikleme sinyali ortadan kalksa bile iletkenliği devam eder. Tristörü iletimden çıkarmak için devreye uygulanan gerilimin kesilmesi gerekir.

İkinci yöntem ise alternatif akım ile çalıştırmadır. Bir çalıştırma anında tristörün anodu pozitif katodu da negatif pulsleri aldığı zaman gate ucuna bir tetikleme yapılırsa tristör bu puls boyunca iletime geçer. Alternatif akım yön değiştirdiğinde ise tristör yalıtkandır. Bu durum alternatif akımın frekansına göre çeşitli hızlarda gerçekleşir. Örneğin alternatif akım 50 Hz ise tristörde saniyede 50 defa iletken ve yalıtkan durumuna geçer. Bu şekil çalıştırmada gate ucuna verilen tetikleme sinyali sürekli olmalıdır aksi hâlde tristör alternatif akımın ilk yön değiştirdiği anda yalıtkan olur ve bir daha iletime geçmez. Yapı olarak tristör iki adet transistörden oluşan bir devre elemanıdır (Bk. Şekil 1.6).



Şekil 1.6: Tristör (transistör) eşdeğer devresi

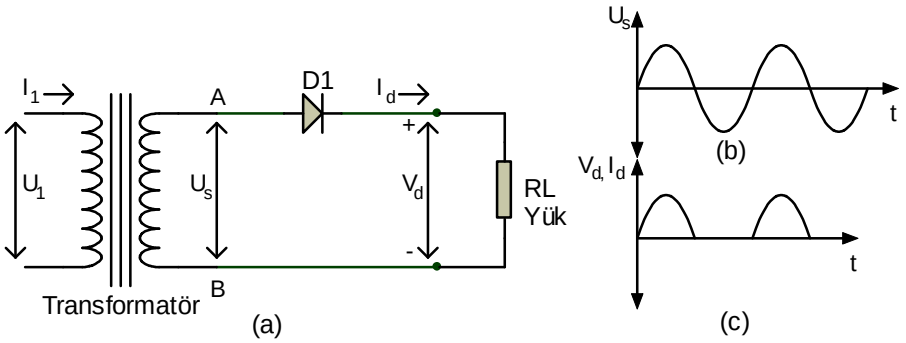
1.1.1.2. Doğrultucu Devre Çeşitleri

Transformatör ile istenilen gerilim değerine ayarlanan alternatif akım elektrik enerjisi doğrultucu devreler ile doğru akım elektrik enerjisine çevrilir. Bu doğrultucu devreleri faz sayısına göre bir fazlı, üç fazlı ve çok fazlı olarak yapmak mümkündür. Yarım dalga ve tam dalga olmak üzere iki çeşit temel doğrultucu devre vardır.

- **Bir Fazlı Doğrultucu Devreler**

Yarım dalga ve tam dalga olmak üzere iki çeşidi vardır.

- **Bir fazlı yarım dalga doğrultucu devreler**Bir diyot ile yapılan en ucuz maliyetli doğrultucu tipidir. Alternatif gerilimin yalnızca bir alternansını doğrultur. Çıkışında gerilim ve akım regülasyonu kötüdür. Bu nedenle çok az akım çeken küçük yükleri veya regülasyonun çok önemli olmadığı yükleri beslemek için kullanılır.



Şekil 1.7: (a) Pozitif çıkışlı yarım dalga doğrultucu
(b) Transformatör çıkışındaki alternatif gerilim şekli
(c) Doğrultucu çıkışındaki doğru gerilim şekli

Pozitif çıkışlı yarım dalga doğrultma devresi Şekil 1.7.(a)'da görülmektedir. Transformatörün sekonder sargısından alınan alternatif gerilimin (U_s, Şekil 1.7.(b)'de) yönü

zamana göre sürekli değişmektedir. Bu nedenle A–B uçlarının polaritesi de değişecektir. A ucunun pozitif olduğu alternansta D_1 diyodu iletimdedir.

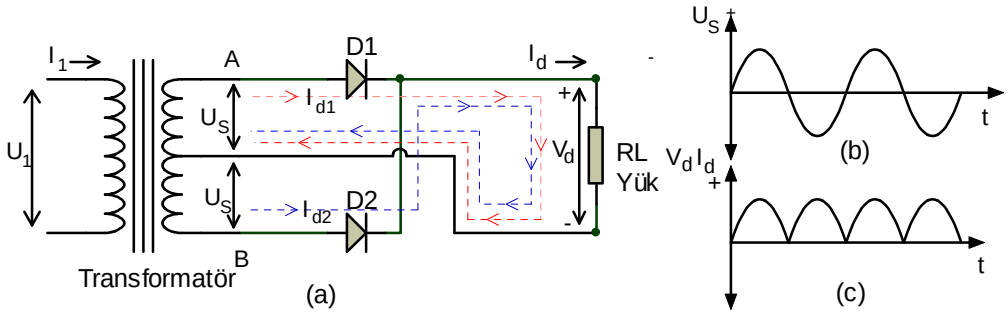
A ucunun negatif olduğu alternansta D_1 diyodu yalıtımdadır. Böylece yük üzerinden alternatif gerilimin sadece pozitif alternansları geçmiş olur. Yük üzerindeki gerilim ve geçen akımın dalga şekli şekil 1.7.(c)'de görülmektedir. Aynı devrede diyodun yönü değiştirilirse sadece negatif alternansların geçmesi sağlanarak negatif çıkışlı yarım dalga doğrultma devresi yapılmış olur.

Yarım dalga doğrultma devresinin çıkışındaki gerilimin ve akımın ortalama değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanarak bulunabilir.

$$V_d=0,45.U_s \qquad I_d=0,636.I_s$$

V_d: Çıkıştaki doğru gerilimin ortalama değeri (volt)
U_s: Transformatörün sekonder uçlarındaki alternatif gerilimin etkin değeri (volt)
I_d: Çıkıştaki doğru akımın ortalama değeri (amper)
I_s: Transformatörün sekonderinden geçen akımın etkin değeri (amper)
R_L: Doğru akım ile çalışan yük

- **Bir Fazlı Orta Uçlu Tam Dalga Doğrultucu Devreler**Sekonder çıkışı orta uçlu (simetrik gerilim veren) transformatör kullanılarak iki diyot ile yapılan doğrultucu devredir. Gerilim regülasyonu yarım dalga doğrultucuya göre daha iyidir. Orta uçlu transformatörün gerekli olması dezavantajıdır.



Şekil 1.8:(a) Orta uçlu tam dalga doğrultucu

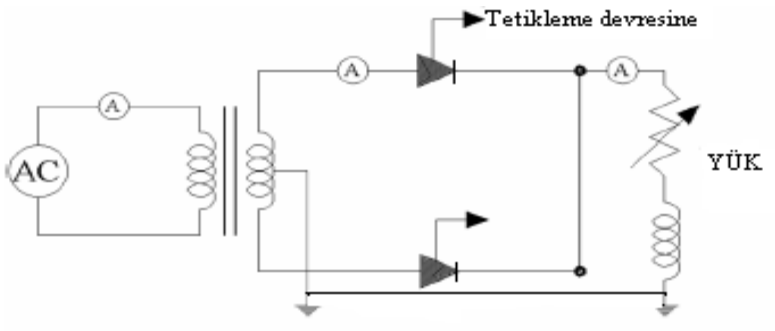
(b) Transformatör çıkışındaki alternatif gerilim şekli

(c)Doğrultucu çıkışındaki doğru gerilim şekli

Orta uçlu tam dalga doğrultma devresi şekil 1.8.(a)'da görülmektedir. Transformatörün sekonder gerilimi $2xU_S$ değerindedir. A ucu pozitif olduğunda D_1 diyodu iletime geçecek, akım A noktasından çıkıp D_1 diyodu ve yük üzerinden geçerek transformatörün orta ucuna dönecektir. B ucu pozitif olduğunda D_2 diyodu iletime geçecek, akım B noktasından çıkıp D_2 diyodu ve yük üzerinden geçerek transformatörün orta ucuna dönecektir. Her iki durumda da yük üzerinden aynı yönde akım geçmektedir. Böylece alternatif gerilimin negatif alternanslarında da yük üzerinden aynı yönde akım geçişi sağlanarak tam dalga doğrultma yapılmış olur. Doğrultma devresinin çıkışındaki doğru gerilim ve akımın dalga şekli, şekil 1.8.(c)'de görülmektedir.

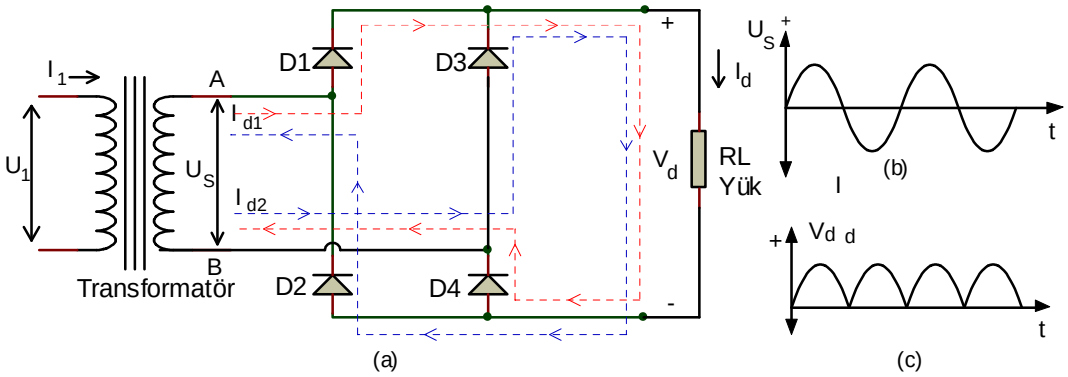
$$V_d=0,9.U_s \qquad I_d=0,79.I_s$$

Doğrultma devresinin çıkış akım ve gerilim değerleri yukarıdaki formüllerle hesaplanır. Burada Us geriliminin, transformatörün sekonderinde orta uç ile kenar uç arasındaki gerilim değeri olduğuna dikkat edilmelidir. Doğrultma işlemleri diyotlar veya tristörler ile yapılmaktadır. Şekil 1.9'da tristörler ile yapılan orta uçlu tam dalga doğrultma devresi verilmiştir, burada tristör tetikleme devresi ayrıca konulmamıştır.



Şekil 1.9: Orta uçlu tam dalga tristörlü doğrultma devresi

- **Bir Fazlı Köprü Tipi Tam Dalga Doğrultucu Devreler**
  En fazla kullanılan doğrultucu devredir. Dört adet diyodun köprü şeklinde bağlanması ile yapılır. Her transformatör ile kullanılabilmesi ve tam dalga doğrultma yapması avantajlarıdır. Şekil 1.10.(a)'da köprü tipi doğrultma devresinin bağlantısı verilmiştir. Transformatörün sekonder uçlarında alternatif gerilimin sürekli yön değiştirdiğini biliyoruz. A ucu pozitif olduğunda akım D1 diyodu, yük ve D4 diyodundan geçerek transformatörün B ucunda devresini tamamlar. B ucu pozitif olduğunda akım D3 diyodu, yük ve D2 diyodundan geçerek transformatörde devresini tamamlar. Görüldüğü gibi akım pozitif alternanslarda I_{d1} yolunu, negatif alternanslarda I_{d2} yolunu izlemektedir. Fakat yük üzerinden aynı yönde akım geçmektedir. Yük uçlarındaki akım ve gerilimin dalga şekli şekil 1.10.(c)'de görülmektedir.



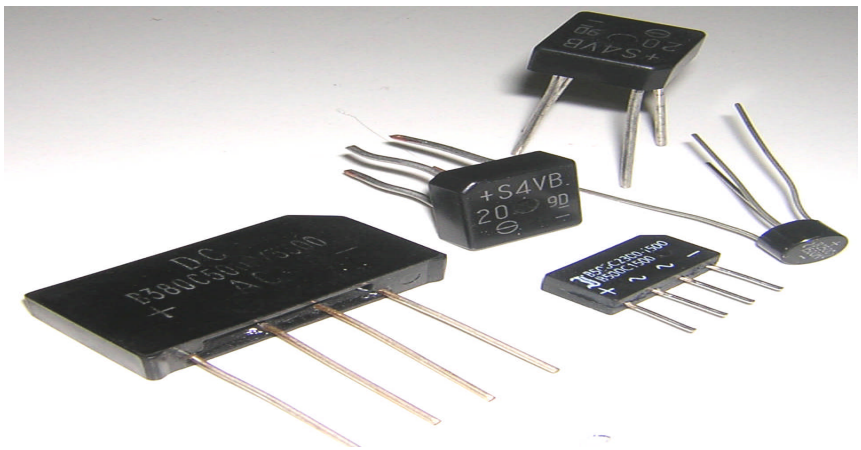
Şekil 1.10: (a) Köprü tipi tam dalga doğrultma devresi

(b) Transformatör sekonder ucundaki alternatif gerilim şekli
(c) Çıkıştaki doğru gerilim şekli

Doğru akım ve gerilimin ortalama değerlerini aşağıdaki formüllerle hesaplayabiliriz:

$$V_d=0,9.U_s \quad I_d= 0,9.I_s$$

Köprü bağlantıyı kolaylaştırmak için üretici firmalar hazır köprü bağlı diyotlar üretmişlerdir. Küçük akım değerlerinde bu hazır diyotlar kullanılır. Fakat büyük akım değerlerinde diyotların soğumasını kolaylaştırmak için her bir diyodun ayrı olması faydalıdır.

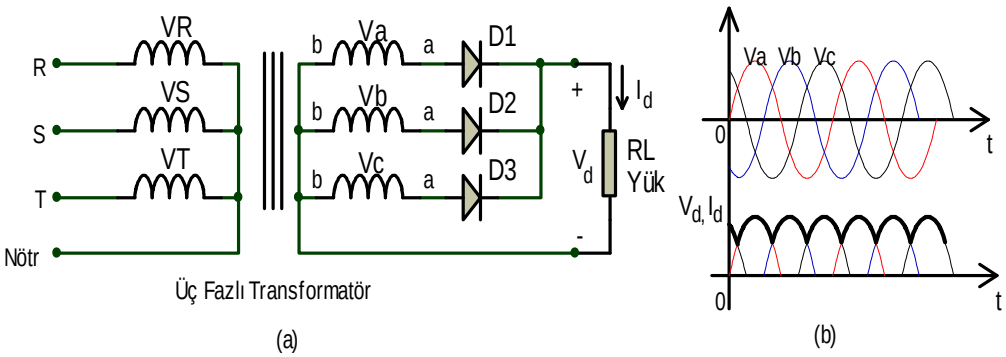


Resim 1.1: Köprü diyotlar

➢ **Üç Fazlı Doğrultucu Devreler**

Yarım dalga ve tam dalga olmak üzere iki çeşidi vardır.

- **Üç Fazlı Yarım Dalga Doğrultucu Devreler**
  Yukarıda incelediğimiz bir fazlı doğrultucu devrelerin çıkışında akım ve gerilim şekillerinin tam doğru akım ve gerilimden uzak olduğunu gördük. Akımın yön değiştirmesi önlenmiş ancak değerinde büyük değişimlerin olması önlenememiştir. Daha düzgün doğru akım ve gerilim elde etmek için ileride inceleyeceğimiz filtre devreleri kullanılır. Ancak filtre devresinden önce akımın şeklinin mümkün olan en doğru hâle getirilmesi özellikle büyük güçlü kaynaklar için önemlidir. Doğrultma devresinde daha düzgün doğru gerilim elde etmek için çok fazlı doğrultma sistemleri kullanılır.



Şekil 1.11:
(a) Üç fazlı yarım dalga doğrultma devresi
(b) Doğrultucu devre giriş ve çıkış dalga şekilleri

Üç fazlı alternatif akım sisteminde değerleri (etkin değeri ve frekansları) nötr noktasına göre eşit fakat aralarında 120° açı farkı olan üç faz bulunur. Şekil 1.11.(a)'da üç fazlı yarım dalga doğrultma devresi, Şekil 1.11.(b)'de giriş ve çıkış dalga şekilleri gösterilmiştir. Devre incelendiğinde her faz için bir diyot kullanıldığı ve fazlarda yarım dalga doğrultma yapıldığı görülür. Transformatörün sekonder sargılarında alternatif gerilim yön değiştirdikçe a ve b uçlarının polariteleri düzenli olarak değişecektir. Sargıların a ucunun pozitif olduğu durumda diyot iletime geçecek, b ucunun pozitif olduğu durumlarda yalıtımda olacaktır.

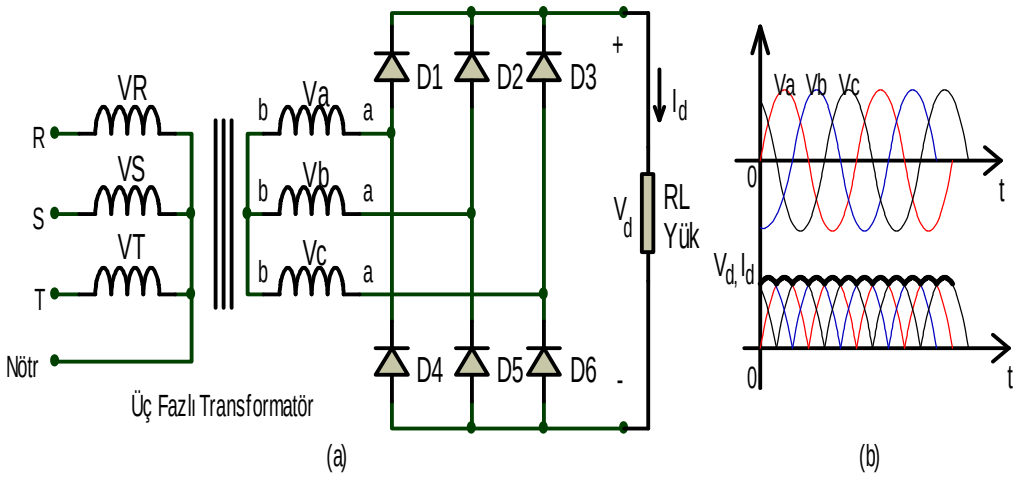
Doğrultma devresinin çıkış gerilimi incelendiğinde hiç sıfır değerine düşmediği ve regülasyonun bir fazlı devrelere göre daha iyi olduğu görülür. Üç fazlı transformatörün çıkışında Va, Vb, Vc ile gösterilen gerilimler birbirine eşit fakat 120° faz farklıdır. Bu durumda fazların etkin değerlerini V_S=Va=Vb=Vc şeklinde gösterirsek çıkıştaki doğru gerilim ortalama değeri şöyle bulunur:

$$\mathbf{V_d=1,17.V_S} \qquad \mathbf{I_d= 1,73.I_s}$$

- **Üç Fazlı Tam Dalga Doğrultucu Devreler**
  Üç fazlı sistemde köprü tipi doğrultma devresi kullanılarak tam dalga doğrultma yapılabilir. Böylece şekil 1.12.(b)'de görüldüğü gibi daha düzgün çıkış akım ve gerilimi elde edilir. Çıkıştaki regülasyon daha da düzeltilmiş olur.

$$V_d=2,34.V_S \qquad I_d=1,22.I_s$$

Üç fazlı tam dalga doğrultma devresinin çıkış akım ve gerilimleri yukarıdaki bağıntılarla bulunabilir.



Şekil 1.12:
(a) Üç fazlı köprü tipi doğrultucu
(b) Doğrultucu devre giriş ve çıkış dalga şekilleri

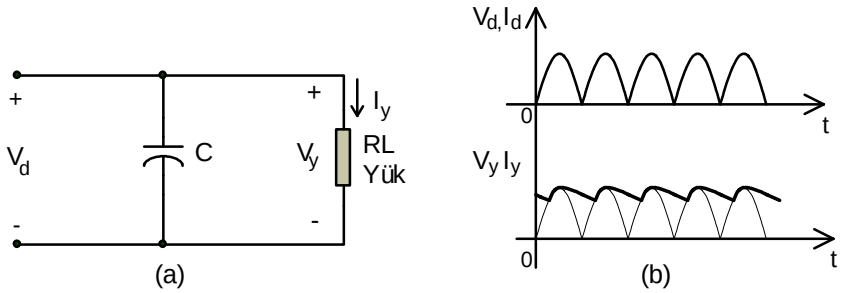
1.1.1.3. Filtre Devreleri

Yukarıda doğrultma devrelerinin çıkışlarındaki doğru akım ve gerilim dalga şekillerinin bir pilden veya aküden alınan doğru gerilime göre daha bozuk olduğunu gördük. Doğrultucudan alınan doğru gerilimin düzgün olması için filtre devreleri kullanılır. Filtre devresinden sonra daha düzgün doğru gerilim elde edilmesine rağmen yine de bir pilden alınan doğru gerilim elde edilemez. Yük tarafından akım çekildikçe gerilimde dalgalanmalar olur. Bu dalgalanmalara ondülasyon veya rıpıl denir.

- **Kondansatörlü Filtre Devresi**

Doğrultma devresinin hemen çıkışına yüksek kapasiteli bir kondansatörün paralel bağlanması ile yapılan en basit filtre devresidir. Kondansatör doğrultucudan akım geçen alternanslarda maksimum değere şarj olur. Doğrultucudan geçen akım azalmaya başladığında üzerinde şarj ettiği elektrik enerjisini yüke aktararak yük akımının ve geriliminin azalmasını engeller. Böylece yük uçlarında, kondansatörsüz duruma göre daha düzgün doğru gerilim oluşur. Bu filtre devresi ancak küçük güçlü DA güç kaynaklarında

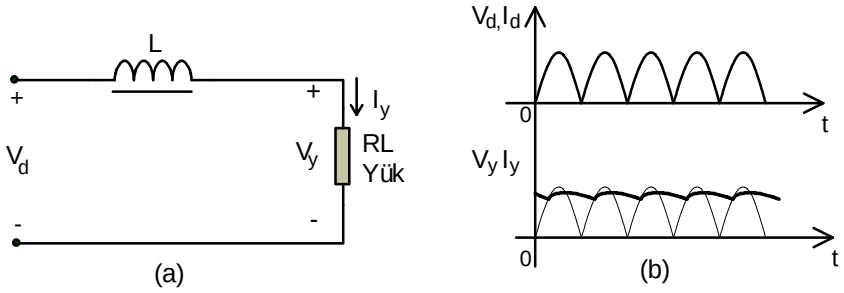
kullanılabilir. Kondansatör kapasitesi arttıkça daha düzgün doğru gerilim alınır. Yük akımı arttıkça da gerilimin ve akımın şekli bozulur. Devrenin bağlantısı, giriş ve çıkış dalga şekilleri şekil 1.13'te görülmektedir.



Şekil 1.13:
(a) Kondansatörlü filtre devresi
(b) Kondansatörlü filtre devresi giriş ve çıkış dalga şekilleri

- **Bobinli Filtre Devresi**

Doğrultma devresinin çıkışına seri bir şok bobini bağlamakla yapılan filtre devresidir. Yük devrede iken bobinden geçen akımda değişmeler olduğunda bobin öz indükleme yapar. Üzerinde öz indükleme EMK'si (zıt EMK) oluşur. Böylece akımdaki değişimleri azaltıcı yönde etki yapar. Yük akımı azalmaya başladığında artırıcı, yük akımı artmaya başladığında azaltıcı etki yaparak daha düzgün doğru akım oluşmasını sağlar. Bu filtre devresi büyük akımlı güç kaynaklarında kullanılır. Devrenin bağlantısı, giriş ve çıkış dalga şekilleri şekil 1.14'te görülmektedir.

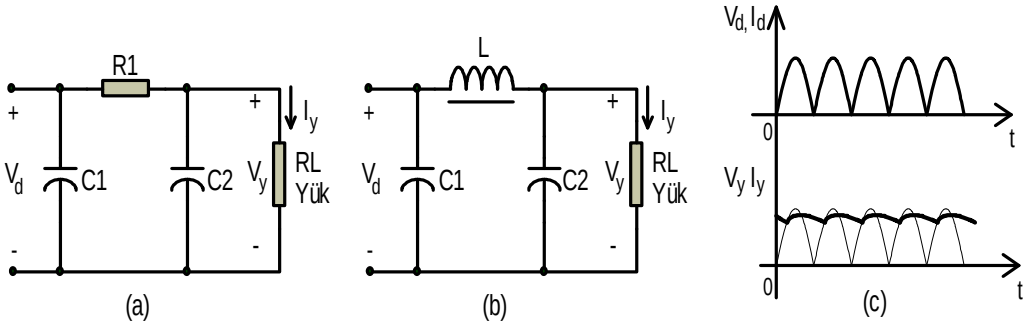


Şekil 1.14:
(a) Bobinli filtre devresi
(b) Bobinli filtre devresi giriş ve çıkış dalga şekilleri

- **Pi (π) Tipi Filtre Devresi**

İki kondansatör ile bir direnç veya bobinden oluşan filtre devresi olup bağlantı şekli Pi harfine benzediği için bu ad verilmiştir. Çıkış akım ve gerilim şekli daha düzgün bir filtre devresidir. Küçük güçlü güç kaynaklarında tercih edilir. En sık kullanılan filtre devresidir. Devre şekil 1.15.(a)'da görüldüğü gibi paralel bağlı iki kondansatör arasına bir direnç bağlanarak yapılabilir. Direnç iki kondansatör arasında faz farkı oluşmasını ve böylece her iki kondansatör tarafından ayrı ayrı filtre yapılmasını sağlar. Fakat direnç hem enerji harcar

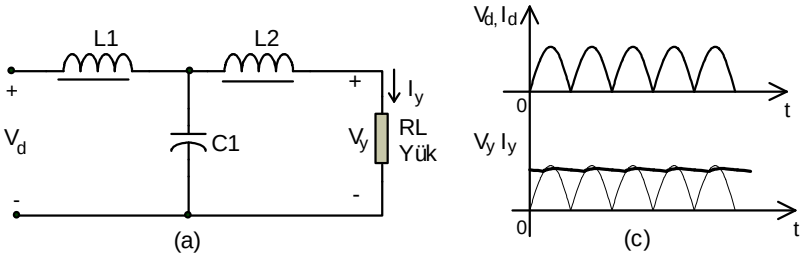
hem de filtre işlemine aktif bir katkısı yoktur. Bu nedenle şekil 1.15.(b)'de görüldüğü gibi direnç yerine bobin kullanılması filtre işleminin daha iyi olmasını sağlar. Devrenin giriş ve çıkış dalga şekilleri şekil 1.15.(c)'de görülmektedir.



Şekil 1.15:
(a) Dirençli pi (π) tipi filitre devresi
(b) Bobinli pi (π) tipi filitre devresi
(c) Giriş ve çıkış dalga şekilleri

➢ **T Tipi Filtre Devresi**

Doğrultma devresinin çıkışına iki şok bobini seri ve bu bobinlerin arasına bir kondansatör paralel bağlanarak T tipi filtre devresi yapılır. Kullanılan üç elemanın bağlantısı T harfine benzediği için bu ad verilmiştir. Büyük akım çekilen güç kaynaklarında kullanılırlar. Devrede kullanılan iki şok bobini akımdaki değişimleri oldukça azaltır. Büyük yük akımlarında çıkışta en düzgün doğru gerilim ve akım bu filtre devresi ile alınır. Devrenin bağlantı şekli, giriş ve çıkış dalga şekilleri şekil 1.16' da görülmektedir.



Şekil 1.16:
(a) T tipi filitre devresi
(b) Giriş ve çıkış dalga şekilleri

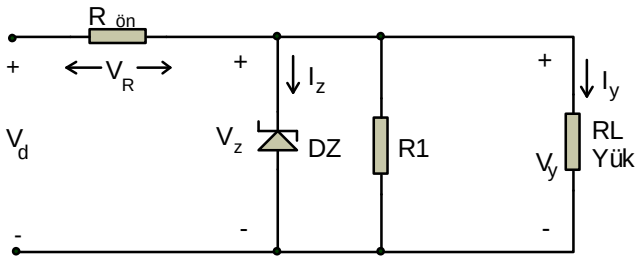
1.1.1.4. Gerilim Regüle Devreleri

Bütün güç kaynaklarında istenilen en önemli özellik çıkış geriliminin sabit kalmasıdır. Elektronik DA güç kaynaklarında şebeke geriliminin değişmesi veya yük akımının değişmesi sonucu çıkış gerilimi de değişir. Güç kaynağının çıkış uçlarında gerilimin sürekli sabit kalması için gerilim regüle devreleri kullanılır.

➢ **Zener Diyotlu Regüle Devreleri**

Her diyodun ters yönde dayanabileceği maksimum gerilim değeri bulunur. Zener diyotlar, bu ters yöndeki kırılma gerilimlerinde çalışacak şekilde üretilmiş diyotlardır. Bu nedenle devrede ters polaritede çalışırlar. Ters yönde akım geçirmeye başladıkları kırılma gerilimlerine zener gerilimi denir. Uçlarındaki ters gerilim değeri, zener gerilim değerini geçmediği sürece akım geçirmezler. Devreye yanlışlıkla doğru polaritede bağlanırlarsa 0,5–0,6 voltluk eşik geriliminden sonra hemen iletime geçerler. Şekil 1.17'de zener diyotlu regüle devresi görülmektedir. Giriş gerilimi zener diyot geriliminden büyük olduğu durumda $R_{ön}$ direnci ve zener diyot üzerinden I_z akımı geçer.

$R_{ön}$ direnci üzerinde gerilim düşümü (V_R) olur ve zener diyot uçlarında zener gerilimi kadar gerilim bulunur. Giriş geriliminin artması durumunda zener diyot üzerinden geçen I_z akımı artarak $V_R$nin artmasını ve zener diyot uçlarındaki gerilimin sabit kalmasını sağlar. Giriş geriliminin azalması I_z akımının azalmasına, $R_{ön}$ direnci üzerindeki $V_R$nin azalmasına ve böylece zener diyot uçlarındaki gerilimin sabit kalmasına neden olur. Yük akımı arttığı durumda $R_{ön}$ direnci üzerindeki V_R artar ve zener diyot uçlarındaki gerilimin (çıkış geriliminin) azalmasına neden olur. Bu durumda zener diyot üzerinden geçen I_z akımı azalarak $R_{ön}$ direnç akımının azalmasına dolayısıyla gerilim düşümünün azalmasına ve çıkış geriliminin sabit kalmasına neden olur.



Şekil 1.17: Zener diyotlu en basit regüle devresi

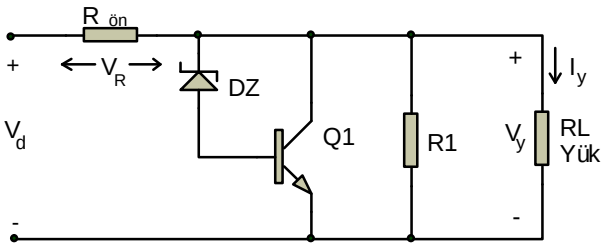
Zener diyotlu regüle devresi, küçük akım çekilen güç kaynaklarında çıkış gerilimini oldukça iyi bir şekilde sabit tutar. Fakat güç kaynağının verebileceği akım değeri zener diyodun maksimum zener akım değerine bağlıdır. Bu nedenle büyük güçlerde zener diyotlu regüle devreleri kullanılmaz.

➢ **Şönt Transistörlü Regüle Devresi**

Büyük akım çekilen güç kaynaklarında, çok büyük akımlı zener diyot kullanmak yerine zener diyot işlevini bir transistöre yaptırmak daha uygun olacaktır. Bu nedenle yüke paralel (şönt) bir transistör bağlanarak regüle devresi yapılabilir. Şönt transistörlü regüle devresi şekil 1.18'de görülmektedir. Devrenin çıkış gerilimi $U_{çıkış}=E_z+0,7$ volt olarak sabit kalır.

Giriş geriliminde bir artış olduğunda zener diyot üzerinden geçen transistör beyz akımı artar ve kolektör akımının artmasına neden olur. Böylece seri bağlı $R_{ön}$ direnci üzerindeki gerilim düşümü artarak çıkış geriliminin sabit kalması sağlanır. Giriş geriliminin

azalması durumunda transistör kolektör akımı azalır, Rön direnç gerilimi azalır ve çıkış gerilimi sabit kalır. Yük akımının değişmesi Rön direnç üzerinde düşen gerilimin değişmesine dolayısıyla zener diyot üzerinden geçen transistör beyz akımının değişmesine neden olur. Böylece transistörün kolektör akımı yük akımı ile ters orantılı olarak değişir. Rön direnci üzerinden geçen akım ve üzerinde düşen gerilim değişmez, çıkış gerilimi sabit tutulmuş olur.



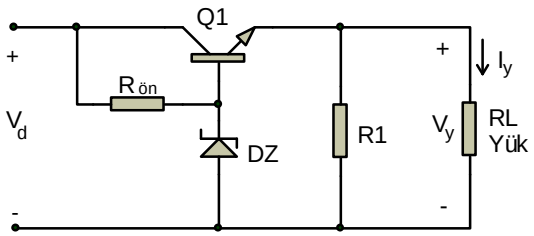
Şekil 1.18: Şönt transistörlü regüle devresi

Yükün bağlı olmadığı durumlarda veya yük akımı az olduğu sürece transistör üzerinden sürekli akım geçer. Bu durum gereksiz enerji kayıplarına neden olur. Ekonomik olmadığı için şönt regüle devresi pek fazla tercih edilmez.

- **Seri Transistörlü Regüle Devresi**

Yük devresine bir güç transistörünü seri bağlayarak yapılan regüle devresidir. Transistör otomatik ayarlı direnç gibi davranır. Sabit çıkış gerilimi veren seri transistörlü bir regüle devresi Şekil 1.19'da görülmektedir. Devrede giriş gerilimi zener geriliminden daha büyük olduğunda R_1 direnci ve zener diyot üzerinden akım geçer. R_1 üzerindeki gerilim, giriş gerilimi ile zener gerilimi arasındaki fark kadardır. Transistörün beyz polarması R1 direnci üzerinden olmaktadır. Bu koşullarda transistörün emiter gerilimi (çıkış gerilimi) $\mathbf{U_e=U_{çıkış}=E_z-0,7}$ volttur.

Giriş gerilimi ile çıkış gerilimi arasındaki fark transistörün üzerinde (kolektör-emiter arasında) düşmektedir. Giriş gerilimi arttığında R1 direnci üzerindeki gerilim de artar. Bu durumda transistörün beyz polarması azalır ve transistörün kolektör-emiter direnci artarak üzerinde düşen gerilimin artmasına neden olur. Böylece giriş gerilimi arttığı hâlde çıkış gerilimi değişmez. Giriş geriliminin azalması durumunda benzeri olayların tersi gerçekleşerek yine çıkış geriliminin sabit kalması sağlanmış olur.



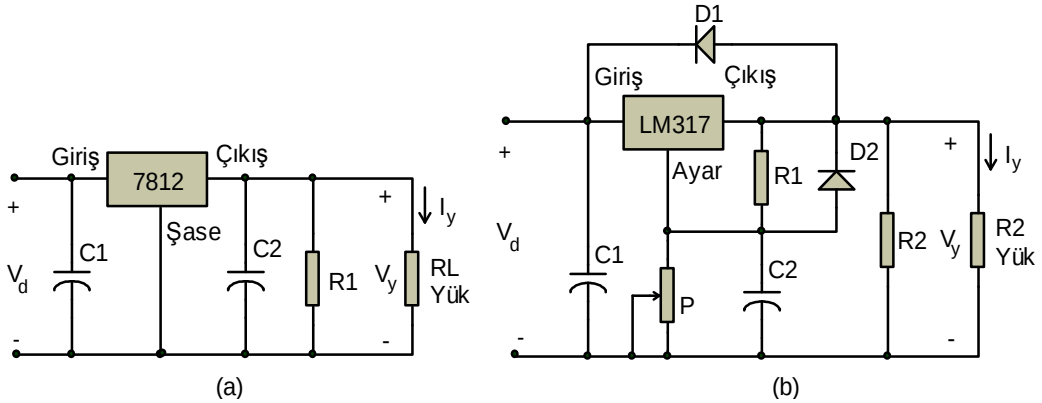
Şekil 1.19: Seri transistörlü regüle devresi

➢ **Entegreli Regüle Devresi**

Yukarıda incelediğimiz temel regüle devreleri daha fazla geliştirilmiş, devredeki bütün elemanlar (direnç, transistör, zener diyot) tek kılıf içinde toplanarak üretilmiştir. Böylece daha kullanışlı regüle entegreleri ortaya çıkmıştır.

Bu regüle entegreleri ile sabit veya ayarlı gerilim veren güç kaynaklarını yapmak kolaylaşmıştır. En çok kullanılan regüle entegreleri 78xx, 79xx, LM117, LM217, LM317, LM337 serisi entegrelerdir. Bu entegreler çıkış gerilimi ve maksimum akım değerlerine göre özel kodlanarak farklı adlandırılmıştır.

Aşağıdaki Şekil 1.20'de 7812 ve LM317 entegreleri ile yapılmış regüle devreleri görülmektedir. 7812 Entegreli olan regüle devresi sabit 12 volt vermektedir. LM317 Entegreli olan ise 1,25–Vd arasında ayarlı gerilim vermektedir. Gerilim ayarı P potansiyometresi ile yapılabilir. Aynı devrede potansiyometre yerine zener diyot konularak sabit çıkış alınabilir.



Şekil 1.20: (a) 7812 Entegresi ile yapılmış sabit 12 voltluk regüle devresi

(b) LM317 Entegresi ile yapılmış ayarlı regüle devresi

Yukarıda doğrultucular başlığı altında incelediğimiz doğrultma devreleri büyük akım değerlerine sahip diyotlar kullanılarak yapılır ve sanayide büyük güçlü DA güç kaynağı olarak kullanılır. Aynı devreler diyotlar yerine büyük akımlı tristörler kullanılarak da yapılabilir. Tristör kullanmanın en büyük avantajı tristörün tetikleme açısını değiştirerek yarı veya tam kontrollü doğrultucu devreler yapılabilmesi ve ayarlı doğru gerilim alınabilmesidir.

Bu güç kaynakları büyük akımlarda çalıştığı için en öncelikli sorun yarı iletkenlerin soğutulmasıdır. Büyük akımlı diyot ve tristörler soğumayı kolaylaştırmak için metal kılıflı, bağlantı kolaylığı sağlamak amacıyla da katodu şase (düz) ve anodu şase (ters) olarak yapılır. Yine soğumayı kolaylaştırmak amacıyla içinde soğutucu gaz veya sıvının dolaştırıldığı özel alüminyum soğutucu levhalar kullanılır. Bazı sistemlerde fanlar

kullanılarak hava ile soğutmada yapılır. Çok büyük akım çekilen sistemlerde birden fazla sayıda doğrultucu devre aynı anda kullanılır ve çıkışları birbirine paralel bağlanır.

Resim 1.2: Büyük akımlı diyotlar

1.1.1.5. Akümülatör Şarj Redresörü

Akü şarj redresörleri lojik ve analog devreler ile gerçekleştirilmiş olup elektronik kartlar modüler yapıda dizayn edilmiştir. Cihazların güç ünitelerinde tristör - diyot teknolojisi kullanılmaktadır. Sistem aşırı akım, aşırı gerilim ve aşırı sıcaklık durumlarında kendini koruyabilecek elektronik devrelere sahiptir. Darbe akımlarına ve kısa devre durumuna karşı koruma sistemi mevcuttur. Ayrıca DC çıkışta seri endüktör bulunmaktadır. Cihazların bütün giriş ve çıkışları kutunun içinde olup uygun değerli ergimeli tip sigortalarla korunmaktadır. Giriş - çıkış bağlantıları opsiyonel olarak kartuşlu tip sigortalarla yapılabilmektedir. Akü şarj redresörlerinin ön panellerinde şebeke geriliminin ve çıkış geriliminin durumunu gösteren ışıklı uyarılar, aşırı yük uyarısı ve aşırı ısı uyarısı bulunabilir. Ayrıca çıkış gerilimi ve akımının okunabileceği analog göstergelerle akü grubunun şarj durumunu gösteren dört kademeli grafik gösterge ilave edilebilmektedir.

Hiçbir hareketli parçayı kapsamayan redresörlerde kontrol, ayar tristörler ve diyot köprüleri ile gerçekleştirilir. Tristörlerin tetikleme açıları, kontrol sistemi tarafından istenilen akım veya gerilim değeri sabit kalacak şekilde otomatik olarak ayarlanır. Gerilim regülasyonu ve akım sınırlaması geri besleme devreleriyle sağlanır. Redresörler 1 ve 3 fazlı olarak 300 kVA'ya kadar üretilmektedirler.

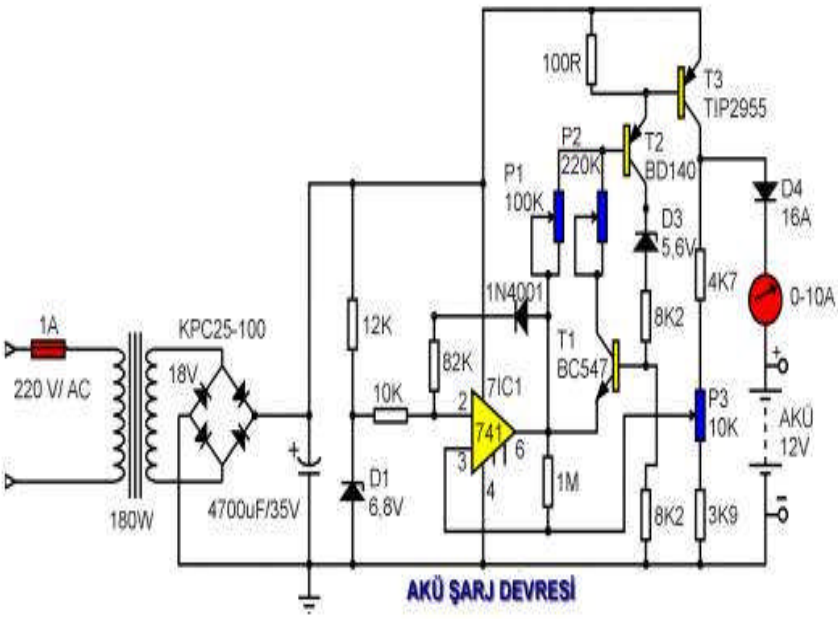
Kurşun-asit, nikel kadmium, kuru tip akülerin şarjı ve DC besleme sistemleri için imal edilmiştir. Yük devredeyken yük akımıyla birlikte akü şarj akımını da sağlar. Yüksek deşarj akımlarında kısa periyotlarda açma - kapama yapılmasına olanak sağlar.

Redresörlerin imalatı isteğe göre muhtelif voltaj ve akım değerlerinde olabilir. Transformatörlerde kullanılan malzeme silisli sac ve elektrolitik bakır iletkenlerdir. Cihazın giriş ve çıkışları uygun değerde W otomatlarla korunmuştur. Ön panelde dijital çıkış voltmetresi ve ampermetresi vardır. Doğrultucu elemanlar silikon diyotlar olup B (tam köprü) bağlıdır. Cihazın voltaj kademeleri aküyü tek tek ve gruplar hâlinde şarj edecek şekilde tanzim edilmiştir. İsteğe göre primerden varyakla (trodial transformatörlerle) kumandalı tipleri de imal edilir.

Resim 1.3: Akümülatör şarj redresörleri

Örnek bir redresörün teknik özellikleri

Giriş gerilimi : 220V AC veya 380V AC 3 faz +- %10, 50 Hz
Çıkış gerilimi : İsteğe göre 6V-200V DC arası
Çıkış Akımı : İsteğe göre 1A-300A DC arası
Çalışma Şekli : 1. Manuel Kademeli, 2. Otomatik
Verim : % 80



Şekil 1.21: Akümülatör şarj redresör prensip şekli

1.1.2. Akümülatörler (Bataryalar)

Bataryaların tanımı ve görevleri aşağıda açıklanmıştır.

1.1.2.1. Tanımı ve Görevi

Bataryalar kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren ve depo eden, kompleks elektro kimyasal aletlerdir. Batarya terimi bir adet üniteyi temsil eder. Ancak bu ünite içinde bir ya da birden fazla hücre (cell) bulunabilir. Cell'ler bataryanın yapı taşlarıdırlar. Bataryalar genellikle birden fazla hücrenin birleşmesinden oluşur. Her batarya üç temel ögeden oluşur: Anot (pozitif kutup), katot (negatif kutup) ve kimyasal reaksiyonu sağlayan elektrolit. Diğer anlamda elektrolit elektrik enerjisini depolayan ve geri veren kısımdır.

Bataryalar da ıslak veya kuru olarak ikiye ayrılır. Islak hücreli bataryalarda elektrolit sıvıdır. Kuru hücreli bataryalarda elektrolit; pasta, jel veya diğer matrix hâlde bulunur. Bataryanın voltaj değeri bataryanın yapımında kullanılan materyallere bağlıdır. Bu sebeple batarya elemanında kullanılan malzemeye göre çeşitli bataryalar vardır.

- **İdeal bataryada aşağıdaki özellikler olmalıdır:**
  - Yüksek enerji yoğunluğu olmalıdır.
  - Taşınabilir ve çevre şartlarına dayanıklı olmalıdır.
  - Uzun ömürlü olmalıdır.
  - Emniyetli olmalıdır.
  - Uygulama yeri için esneklik sağlamalıdır.

1.1.2.2. Çeşitleri ve Yapıları

Şarj edilebilir bataryalar üç tipte üretilir. Birincisi açık tip bataryalardır. Atmosfere açık olan bu bataryalar kullanım sırasında atmosfere hidrojen gazı verirler ve bu yüzden su azaldığı için suya ihtiyaç duyarlar. Bakım istemeyen bataryalarda sadece elektrolit fazla olup bu yüzden servis ömürleri boyunca bakım istemezler.

İkinci tip şarjlı bataryalar yarı açık ya da yarı kapalı bataryalardır. Bu tip bataryalarda kullanılan elektrolitlerde atmosfere gaz salarlar. Ancak bu tip bataryaların elektrolitleri jel türündedir.

Üçüncü tip bataryalar tamamen kapatılmış (sealed) bataryalardır. Kapalı tip bataryalar normal olarak çıkan gazı atmosfere vermezler.

Genel olarak kurşun-asit bataryalar kullanılmaktadır. Bu bataryalar kullanıldıkları ve çalışma şekillerine göre otomotiv, traksiyoner ve stasyoner bataryalar olarak üç guruba ayrılır.

- **Otomotiv bataryaları**

Bu bataryalar motorlu araçlarda kullanılan bataryalardır. Bunların temel çalışma özellikleri marş sırasında kısa bir süre için büyük bir akım vermeleridir. Bunun dışındaki zamanlarda küçük akımlarla şarj ve deşarj olurlar. Marş sırasındaki yüksek akımı verebilmelerini sağlamak için plakaları ince yapılarak aktif maddenin elektrolitle daha kolay temas etmesi sağlanmıştır. Plakaları ince olduğundan kısa ömürlüdürler. Ayrıca hem iç direnci azaltmak hem de hacminin küçük olmasını sağlamak için plakaları birbirine iyice yaklaştırılmış ve aralarına seperatörler konulmuştur.

- **Traksiyoner bataryaları**

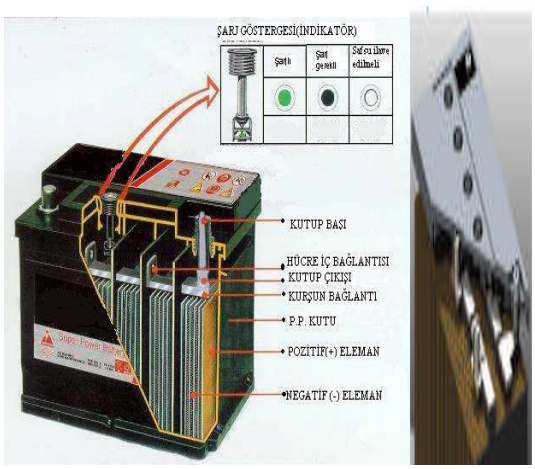
Bu bataryalar vinç, yük taşıyıcı ve özellikle denizaltı gibi elektrik motoruyla çalışan araçlarda kullanılırlar. Yapıları otomotiv bataryalarından çok daha sağlamdır ve bu nedenle çok uzun ömürlüdürler.

- **Stasyoner bataryalar**

Sanayi tipi akülerdir. Sabit tesislerde çalışan, kurşun-asit üretilen stasyoner akümülatörler 25 Ah'den 5000 Ah'ye kadar ikişer voltluk hücreler hâlinde OpzS (tüplü), OGI (sıvama) tip üretilip istenilen gerilime göre montaj yapılmaktadır. 12 voltluk ve 6 voltluk blok kutularda 300 Ah'ye kadar üretim yapılmaktadır. Küçük bir akımla şarj ve deşarj olurlar. En önemli özellikleri uzun ömürlü olmalarıdır. Güç istasyonları, kontrol sistemleri, emniyet aydınlatmaları gibi her türlü kesintisiz güç gereken yerlerde kullanılırlar.

- **Kurşun-Asit (Açık tip aküler)**

Kurşun-asit aküler ıslak bataryalar olarak bilinir. Kurşun-asit aküler çeşitli endüstrilerde çalışma, aydınlatma vb. amacı ile kullanılır. Bu akülerde gerektikçe elektrolite saf su ilave edilir. Şarj ve deşarjda dışarıya hidrojen gazı verirler. Bu akümülatörler havalandırmalı yerlerde kullanılmalıdır.



Şekil 1.22: Kurşun-asit akümülatör

- **Kurşun-Asit Akümülatör Yapısı**

Bu bataryaların iki temel maddesi kurşun ve sülfirik asittir (H2 SO4). Kurşun-asit aküleri, sülfürik asit elektrolitleri içinde kurşun ve kurşun oksit elektrotları içerir. Bir kurşun-asit aküsü ortalama 8 kg kurşun ve 0,454 kg sülfürik asit içerir.

Anotta kurşun oksit, katotta ise kurşun bulunmaktadır. Kurşun-asit akünün; % 64 Pb, % 5 polipropilen, % 28,3 H_2SO_4, % 2,7'sini diğer maddeler oluşturmaktadır. Kurşun ızgaralar çoğunlukla antimonludur. Antimon kurşunun sertliğini artırır ve etkin maddelerin ızgaralara daha iyi tutulmasını sağlar.

Kurşun-asit akümülatör bölümlerini sırasıyla inceleyelim:

- **Batarya Plakaları**

Batarya plakalarının yapımında kurşun plakalar kullanılmaz çünkü plakalar gözeneksiz olduklarından şarj olayı plakada ince bir tabakada meydana gelir ve depolanan enerji de çok az olur. Kimyasal olaya giren madde miktarını arttırmak için plakalar iki kısım hâlinde yapılırlar. Birincisi plakanın iskeleti olan ızgaradır. Saf kurşun çok yumuşak olduğundan ızgaranın sertliğini arttırmak için içerisine % 5-12 kadar antimon karıştırılır. Akü hücresi içindeki negatif plaka sayısı, pozitif plaka sayısından bir fazladır. Böylece pozitif plakanın iki yüzeyi de aktif durumda tutularak bükülmesi önlenir. Bütün pozitif plakalar ve negatif plakalar ayrı ayrı hücre içinde kurşun köprülerle birbirine kaynak edilerek herbir cins plaka grubunun müşterek kutupları hücre kapağından dışarı çıkarılır. Negatif plaka üzerinde süngerimsi kurşun, pozitif plakalar üzerinde de kurşun dioksit oluşur.

Izgaranın üzerine elektrolitle karıştırılarak macun hâline getirilmiş aktif madde sürülüp preste sıkıştırılır. Daha sonra bu plakalar elektrolite batırılıp şarj edilince negatif plakanın aktif maddesi saf kurşun ve plakanın aktif maddesi de kurşun perokside dönüşür. Bu şekilde elde edilen aktif maddeleri gözeneklidir ve elektrolit bunun iç kısımlarına rahatlıkla işleyebilir.

Aktif maddenin asitle temasını kolaylaştırmak için plakalar ince yapılır (1,8-2,5 mm kalınlığında) ve böylece temas yüzeyi genişletilir. Bir elemandaki aktif madde miktarını arttırmak için bir kutup başına bağlanan plaka sayısı çoğaltılır. Aktif madde asitle ne kadar geniş yüzeyden temas ederse bataryanın vereceği akım da o kadar büyük olur.

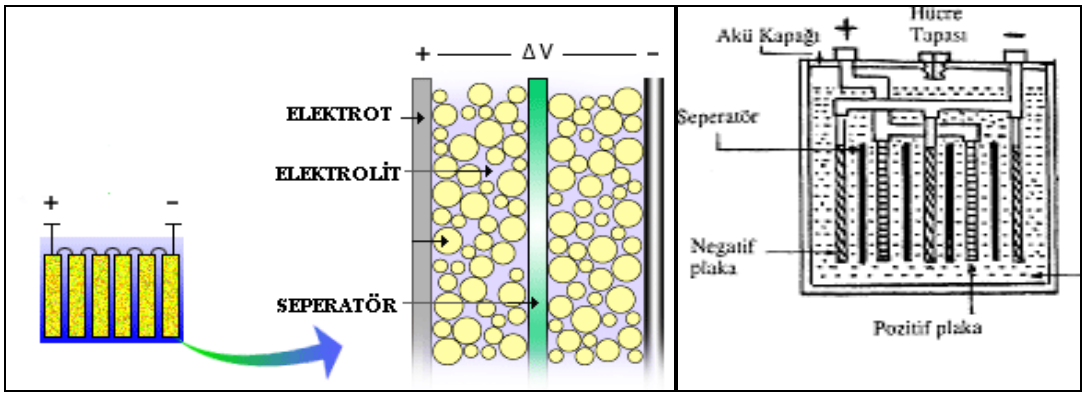
Bir pozitif ve bir negatif plaka grubundan oluşan üniteye bir eleman denir. Bir elemanın gerilimi ortalama 2 volttur. 6 voltluk bir batarya elde etmek için 3 eleman, 12 voltluk bir batarya elde etmek içinse 6 eleman seri bağlanır. Eleman sayısı arttıkça batarya voltajı artar. Bir elemandaki plaka sayısı arttırılırsa bataryanın verebileceği akım ve depolayabileceği enerji de artar.

- **Seperatör**

Bataryalarda genellikle pozitif ve negatif plakalar arasına ayırıcı olarak seperatör yerleştirilir. Seperatörler plakaları mekaniksel olarak birbirinden ayırmak ve herhangi bir temasa izin vermemek için kullanılır. Çeşitli seperatör tipleri kullanılmaktadır, bunlardan belli başlıları pvc, mikro gözenekli kauçuk, cam elyafı ve kâğıt seperatörlerdir. Türkiye'de batarya sanayiinde kullanılan seperatör çeşitleri kâğıt ve mikro gözenekli kauçuk

seperatörlerdir. Kâğıt seperatörlerin avantajlı olması gözenekliliğinin iyi olmasıdır. En küçük çaplı aktif madde zerresi bu gözeneklerden geçemez (Bk. Şekil 1.23).

Bununla beraber kâğıt seperatörler elektron akımına mani olamazlar ve kâğıt seperatörler yüksek sıcaklıklara karşı dayanıksızdır.



Şekil 1.23: Bataryada seperatör ve elektrotlar

- **Batarya Kutu ve Kapakları**

Bataryaların kutu ve kapakları genellikle plastik türü malzemelerden yapılırlar. Batarya kutusu ve kapağının yeterli yalıtkanlığı sağlaması, sızdırmaması, uzun süre mekanik ve kimyasal özelliklerini koruyabilmesi gerekir. Kutular imal edilecek bataryanın voltajına göre gözlere (bölmelere) ayrılır. 12 voltluk bataryalarda altı bölme vardır.

Ayrıca kutu tabanına plakaları yukarıda tutacak destekler konulmuştur. Kapak üzerinde bölme sayısı kadar havalandırma deliği ve bu deliklerin tapaları vardır. Bu delikler elektrolit için kullanılır. Delik tapaları üzerinde açılmış havalandırma deliği ile batarya şarj edilirken oluşan hidrojen gazının kaçmasına izin verilir.

- **İndikatörler**

İndikatörler elektrolit yoğunluğunu ve seviyesini gösterir. Bataryanın bir gözüne monte edilmiştir. Bu sebeple yalnız o göze ait şarj durumunu gösterse de bataryanın bütün gözleri ile ilgili bilgiyi vermiş kabul edilir. Bir indikatör kontrol penceresi, cam tüp ve cam tüpün içinde bulunan yeşil bir toptan oluşur. Yeşil top bataryanın yoğunluğuna göre değişik konumlarda bulunur. Böylece bataryanın şarj durumu anlaşılır (Bk. Şekil 1.22)

Kontrol penceresinden bakıldığında yeşil noktanın görüldüğü durumda batarya tam şarjlı, siyah noktanın görüldüğü durumda batarya boş, beyaz noktanın görüldüğü durumda ise bu bataryanın elektrolit seviyesinin az olduğu ve kullanılmaması gerektiği anlaşılır. Renkler standart olmayıp imalatçı firmaya göre değişmektedir.

- **Kurşun-Asit Akümülatörün Çalışma Prensib**

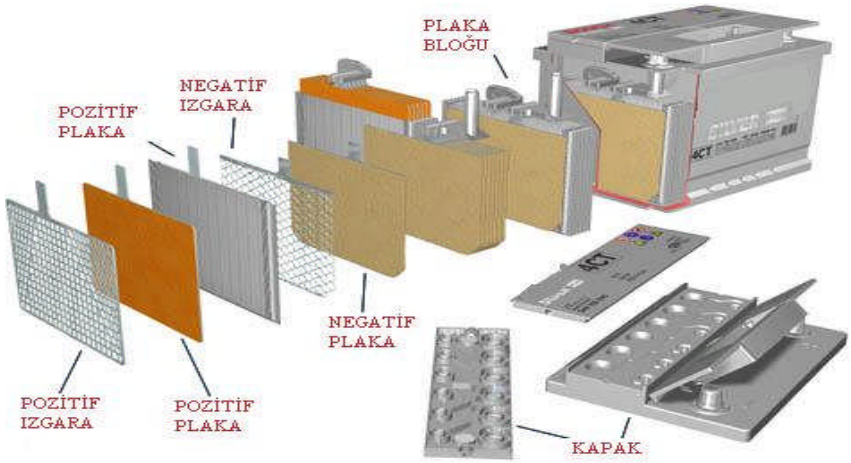
Basit olarak bir batarya elemanı, içinde sulandırılmış (seyreltik) sülfirik asit bulunan bir kaba iki kurşun levha daldırılması ile elde edilir. Bu iki plakanın uçları bir doğru akım kaynağına bağlanıp bir süre doğru akım geçirilirse (+) uca bağlı olan plakanın yüzeyi kurşun peroksit (PbO_2) tabakası ile kaplanır. Sonra plakaların uçları bir alıcıya bağlanırsa akım verdikleri görülür. Böyle bir batarya elemanının başlıca iki kusuru vardır;

- Birincisi, levha hâlindeki kurşun plakada kimyasal olay yalnız yüzeyde çok ince bir tabakada meydana gelir çünkü elektrolit (sülfirik asit su karışımı) gözeneksiz olan kurşun levhanın iç kısımları ile temas edemez. Bu yüzden, şarj sırasında depolanan enerji çok az olur.
- İkincisi, plakalar birbirinden uzak olduklarından (gerçekte de böyle yapılsaydı) hacimleri çok büyük olurdu. Gerçekte bataryaların küçük olmaları için plakalar birbirine iyice yaklaştırılırlar.

Kurşun-asit esaslı bataryalardan başka demir-nikel (edison bataryası), nikel-kadmiyum ve gümüş oksit-çinko bataryalar da vardır. Bunların hepsinde elektrolit olarak potasyum hidroksit (KOH) ve su karışımı kullanılır.

Bu yüzden bunlara alkali (baz) elektrolitli bataryalar da denir. Verebildikleri akım ve gerilime göre hacimleri çok büyüktür.

Gümüş oksit-çinko bataryalar (Bk. Şekil 1.24) ilk ikisinin (demir-nikel ve nikel-kadmiyum) tersine hacimlerine göre büyük bir enerji depolayabilirler fakat gümüş pahalı bir madendir, buna rağmen belirli alanlarda (portatif film makinesi, televizyon, model uçaklar, test cihazları ve askeri telsizler vb.) kullanılmaktadırlar. Daha başka cins bataryalar üzerindeki araştırmalar da sürmektedir.



Şekil 1.24: Gümüş oksit akümülatör

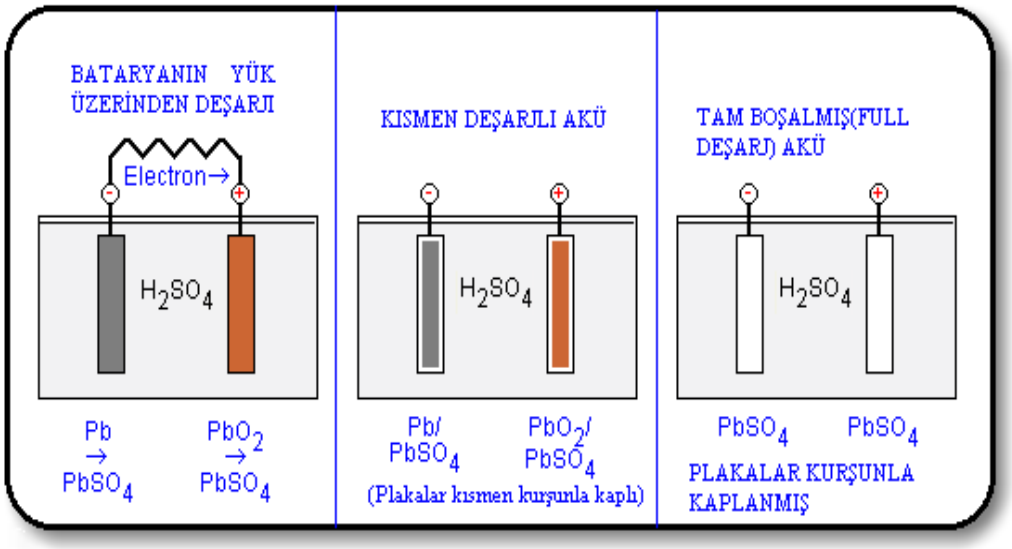
- **Kurşun-Asit Akümülatörün Deşarjı**

Batarya deşarj olurken elektrolitteki sülfirik asit azalır. Sülfirik asidin yoğunluğu sudan daha fazladır. Bu yüzden elektrolitte asit fazla olduğu zaman elektrolit yoğunluğu fazladır. Asit miktarı azaldıkça elektrolit yoğunluğu azalır. Boşalan bataryada bir yandan asit eksilirken öbür yandan su oluşur ve elektrolit yoğunluğu gittikçe azalarak suyunkine yaklaşır. Bu özellikten yararlanılarak bataryanın şarj durumu ölçülebilir. Yoğunluk ölçmek için ***hidrometre*** kullanılır. Ölçü birimi olarak bome derecesi ve özgül ağırlık kullanılır.

Elektrolit yoğunluğu çevre sıcaklığına göre değişir. Dünya yüzeyi üç değişik iklim kuşağına ayrılmıştır. Sıcak kuşak, orta kuşak ve soğuk kuşaktır. Sıcakta bataryada kimyasal olayın kolaylaşması yüzünden self deşarj olayı hızlanır. Yoğunluk fazla olursa bu olay daha da hızlanır ve bu durum bataryanın ömrünü kısaltır.

Bunu önlemek için sıcak ülkelerde kullanılan bataryalarda elektrolit yoğunluğu azaltılır (1.230). Orta kuşakta kullanılan elektrolit yoğunluğu genellikle 1.280'dir. Soğuk kuşakta kullanılan elektrolit yoğunluğu daha yüksektir, 1.320 olabilir.

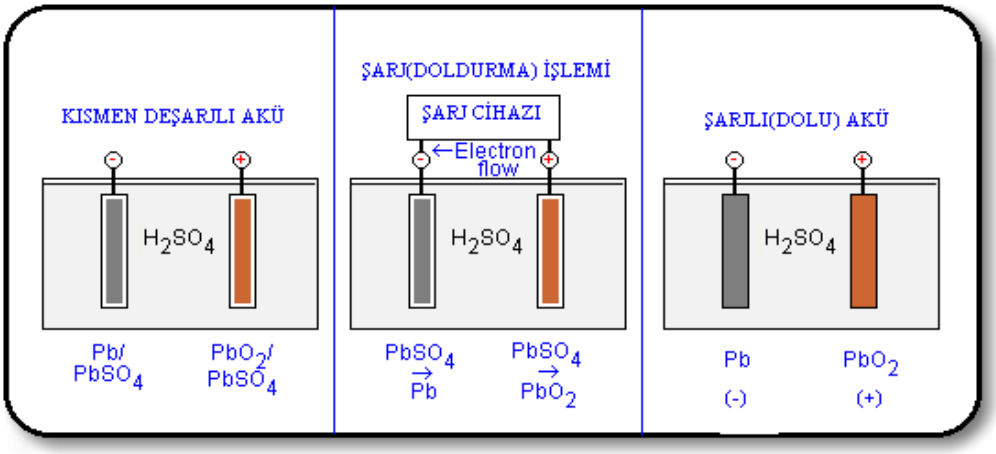
Elektrolit içindeki asit sülfat (SO_4) ve hidrojen (H_2) iyonları verir. Sülfat iyonları eksi (-) ve hidrojen iyonları ise artı (+) değerlidirler. Deşarj sırasında sülfat (SO_4) iyonları her iki plakadaki kurşunla birleşerek kurşun sülfat ($PbSO_4$) oluştururlar (Bk. Şekil 1.25.c). Pozitif plakadaki kurşun peroksidin (PbO_2) oksijeni ise ayrışarak asitin hidrojeni ile birleşir ve su oluşur. Deşarj olurken reaksiyon $PbO_2 + 2\,H_2SO_4 + Pb \Rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$ şeklinde olur.



Şekil 1.25: Akümülatör (batarya) deşarjı

Boşalmış olan batarya bir doğru akım kaynağına bağlanıp deşarj akımına ters yönde bir şarj akımı [Bk. Şekil 1.26.b (ortadaki)] geçirilirse pozitif ve negatif plakalardaki kurşun

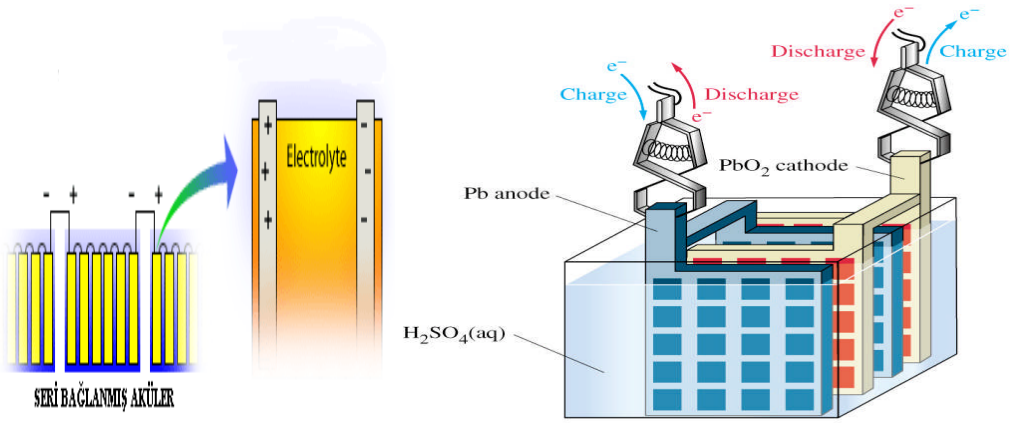
sülfat ayrışır (Bk. Şekil 1.26.a) . Her iki plakadan ayrılan sülfat (SO_4) iyonları suyun hidrojeni ile birleşip sülfirik asit (H_2SO_4) oluştururken suyun oksijeni de pozitif plakada kurşunla birleşip kurşun peroksit (PbO_2) oluşur. Negatif plaka ise saf kurşun hâline dönüşür (Bk. Şekil 1.26.c) . Böylece her iki kutupta kimyasal bakımdan farklı maddeler yeniden oluşur. Şarj olurken ise reaksiyon $2PbSO_4 + 2H_2O \Rightarrow PbO_2 + 2\ H_2SO_4 + Pb$ şeklinde gerçekleşir.



Şekil 1.26: Akümülatör (batarya) şarjı (doldurulması)

Akümülatör bataryaları iki değişik şekilde şarj edilebilir. En iyisi ve tercih edileni yavaş şarjdır.

- **Yavaş Şarj İşlemi**
  Akülerin self (kendi kendine) deşarjını önleyerek tam kapasitede kalmalarını sağlamak için sürekli yapılan şarjdır. Zayıf şarj, float şarj, tampon şarj gibi terimlerle de ifade edilir. Bataryaların şarjında izlenen normal yoldur. Bu iş için genel olarak şarj redresörleri kullanılır. Bu cihazlar alternatif akımı doğru akıma çevirirler ve cihazın kapasitesine göre bir veya daha çok sayıda bataryayı aynı anda şarj edebilirler. Şarj edilecek batarya sayısı birden fazla ise bunlar genellikle birbirine seri bağlanarak şarj edilirler (Bk. Şekil 1.27) . Bu bataryaların kapasitelerinin birbirine yakın olması iyi olur. Ancak şarj edilmesi gereken bataryalardan biri diğerlerinden küçükse şarj akımı en küçük kapasiteli bataryaya göre ayarlanır.



Şekil 1.27: Akülerin seri bağlanması ve şarj-deşarjda elektron yönü

Zaman varsa şarj akımı daha da düşük tutulabilir. Şarj akımı, yeni akülerde kapasite başına 0,3 mA (100Ah için 30 mA), üç yıllık akülerde kapasite başına 0,5 mA (100 Ah için 50 mA), altı yıllık akülerde kapasite başına 1,5 mA (100 Ah için 150 mA) olmalıdır. Yavaş şarj voltajı fazla olursa aşırı su kaybına neden olur.

Yavaş şarj voltajı düşük olursa zamanla hücreler arasında voltaj farklılığı oluşur. Şarj işlemine bataryanın bütün elemanlarından serbestçe gaz çıkmaya başlayıncaya kadar devam edilir ve iki saat içinde daha fazla yoğunluk artması olmuyorsa şarj işlemi tamamlanmış kabul edilir. Yoğunluk şarj başlangıcında yavaş artar çünkü oluşan asit dibe çöker. Şarj sonuna doğru çıkmaya başlayan gazlar elektroliti karıştırdığından yoğunluk artışı hızlanır. Şarjın sonunda yoğunluk **1.280** olmalıdır.

Şarj süresi şu şekilde hesaplanır:

$$\text{Şarj süresi} = \frac{\text{Bataryanın boş kısmı}}{\text{Şarj akımı}} + \%\ 25 \text{ kayıp}$$

Kapasitesi 75 Ah (Amper saat) olan batarya ¼ şarjlı olduğu ölçülmüştür. 7,5 amper şarj akımı ile kaç saat şarj edilmelidir?

ÇÖZÜM;
Boş kısım= 75 - (1/4 x 75) ise 75 – 18= 57 Ah (yaklaşık)

Şarj süresi= 57 / 7,5 + % 25 kayıp
= 7,6 + 1,9 = 9,5 saat şarj edilmelidir.

- **Çabuk şarj işlemi**

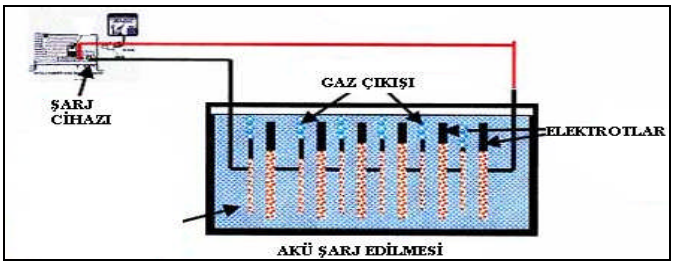
Kısmen veya tamamen deşarj olmuş bir aküye, tam kapasitesini tekrar kazandırmak için yapılan şarjdır. Tekrar şarj veya boost şarj sözcükleri ile ifade edilir. Genellikle iki türlü yapılır:

- Manuel hızlı şarj: Akımı limitlenebilen bir redresör ve ilgili bir personelin kontrolü altında yapılan şarj işlemidir.
- Otomatik hızlı şarj: Şarj, akım limiti ve şarj voltaj değerleri önceden ayarlanmış bir redresörle otomatik olarak yapılır. Şarjın hiçbir aşamasında personel müdahalesi olmaz.

Bilerek ve kurallarına uyularak yapılırsa şarj zamanı çok kısaltılır ve zaman kazanılır. Çabuk şarj işlemi yalnız sağlam bataryalara uygulanabilir. Ayrıca bir bataryanın normal ömrü içinde yapılabilecek çabuk şarj işlemi sayısının 10'u geçmemesi tavsiye edilmektedir. Çabuk şarj cihazı hiçbir zaman bataryayı tam şarj etmek için kullanılmamalıdır. Aksi hâlde şarj edilmeye çalışılan batarya kısa bir sürede tamamen işe yaramaz hâle gelebilir.

Batarya çabuk şarj edilmeden daima yoğunluk kontrolü ve gözle muayene yapılarak bataryanın genel durumu belirlenmeli, elektroliti eksikse saf su koyarak seviyesi tamamlanmalı, ondan sonra çabuk şarj edilmelidir. Eğer elemanlardaki elektrolit yoğunlukları düşük fakat eşitse batarya, şarj sırasında başka bir sorun çıkmaması koşuluyla, güvenle çabuk şarj edilebilir. Elektrolitin rengine de dikkat edilmelidir. İçinde kahverengi parçacıklar varsa batarya çabuk şarj edilmemelidir. Bu parçacıklar pozitif plakadan dökülen aktif madde parçacıklarıdır. Elektrolitte bunların bulunuşu elemanların diplerinde çok miktarda birikinti bulunduğunun belirtisidir. Bu batarya çabuk şarj edilirse bu sırada oluşacak gazlar elektroliti ve bu birikintileri harekete geçirir. Bu parçacıkların daha sonra negatif plakaların üzerine çökmesi ile plakalar üstten birleşerek bataryada kısa devre meydana getirirler.

Çabuk şarj cihazı ile birlikte bataryaya daima bir voltmetre de bağlanmalı, şarj akımları 6 voltluk bataryalarda gerilim 7,75 voltu ve 12 voltluk bataryalarda 15,5 voltu geçmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Şarj sırasında gerilim bu değerleri aşarsa şarj akımı gerilim bu değerleri aşmayacak şekilde azaltılmalıdır.



Şekil 1.28: Batarya şarj işlemi (Gaz çıkışı ve deşarjda sülfatlaşmış plakaların durumu)

Akü şarj-deşarjı ile ilgili dikkat edilecek hususlar:

- Batarya aşırı şarj edildiğinde pozitif elektrotta oksijen gazı üretilir. Aşırı deşarj, akünün iç direncini arttırarak plakaların sülfatlaşmasına neden olur.
- Isı arttıkça bataryanın voltajı düşer. Voltaj düştükçe vereceği akım da azalır.
- Bir batarya oda sıcaklığında her gün % 1 oranında boşalır. Sıcakta bataryada kimyasal tepkimenin kolaylaşması yüzünden self deşarj olayı hızlanır. Bunu önlemek için sıcak ülkelerde kullanılan bataryalarda elektrolit yoğunluğu azaltılır. Yüksek sıcaklıklar, muhtemel oksijen/hidrojen gaz oluşumuna neden olarak akünün servis ömrünü kısaltır. Sıfırın altında 40 ^{o}C'de akü servis ömrü % 25'e düşer.
- İç direnç ne kadar düşük olursa batarya o oranda yüksek akım verir.
- Kurşun-asit aküleri asla boşalmış veya kısmen boşalmış durumda tutulmamalıdır. Aküler uzun süre depolanacaksa altı ayda bir şarj edilmesi uygundur.
- Akü deşarj oldukça asitin plakalara gitmesi sonucu elektrolit, büyük oranda sudan ibaret kalarak donma olasılığı artar (çok soğuk yerlerde).

Akü kapasitesi (Ah)	Şarj A.	Şarj Zamanı (Hızlı)
88 Ah ve üstü	5 10 15 20	14 saat 7 saat 4,5 saat 3,5 saat
63- 88 Ah	5 10 15	8 saat 4 saat 3 saat
60 Ah ve Altı	5 10	6 saat 3 saat
88 Ah ve üstü	5 10 15	27 saat 14 saat 9 saat
63- 88 Ah	5 10 15	22 saat 11 saat 8 saat
60 Ah ve Altı	5 10	15 saat 7 saat

Tablo 1.1: Akümülatör şarj zamanları

Bataryalar şarj oldukça voltajları artar, bu voltaj, redresör voltajına zıt etki yaparak şarj akımını azaltır. Şarj akımının azalmasını önleyerek sabit kalmasının yolu, akımın azalması oranında, redresör voltajının yükseltilmesidir. Redresörler otomatik voltaj regülasyonu devreleri ile bu işlemi yaparak sabit akımla şarja imkân verirler. Sabit akımla yapılan şarj süresince redresör voltajı, akım limitleme devresinin kontrolundadır.

Sürekli olarak servisteki redresörlere ve sisteme bağlı olan iki grup batarya, AC kesintisi sonucu deşarj olacaktır. AC enerji tekrar geldiğinde herhangi bir personel müdahalesi olmaksızın redresörler aküleri otomatik olarak şarj edecektir. İşlem otomatik olmakla birlikte, redresörün akım limit değeri ve şarj voltaj değerleri önceden uygun olarak ayarlanmalıdır.

- **Yarı Açık (Yarı Kapalı) Akümülatörler**

Şekil 1.29: Az bakımlı akü

Az bakımlı tüplü (stasyoner) sabit tesis (OPzS) aküleri, genel kurşun-asit sabit tesis akülerinin teknolojik olarak geliştirilmiş biçimidir. Kullanıcı için minimum bakım ve düşük enerji maliyeti dikkate alınarak özel dizayn edilmişlerdir.

Temel özelliği, düşük antimonlu kurşun alaşımı nedeniyle kendi kendine deşarjının az olması, su kaybını büyük ölçüde azaltmış olmasıdır. Aktif maddeyi tutuşu ve şarj-deşarj kabiliyeti aynı seviyededir.

Az bakımlı sabit tesis tüplü (OPzS) akümülatörleri; şeffaf (transparent), kutulu olarak imal edilmektedir. Kapasiteleri 150-5000 Ah (amper-saat) arasında olup TSE ve DIN standartlarına göredir.

Bu akümülatörler aşağıda belirtilen alanlarda büyük avantaja sahiptirler:

Az bakım gerektirir: Normal yüzdürme şarjı altında iki-üç yıl veya daha fazla süre için saf su ilavesi gerektirmezler. Şeffaf plastiklerde elektrolit seviyesini gösteren min/max seviye çizgileri kutuların üzerindedir. Diğer kutular içinde bulunan hücreler için elektrolit seviye gösterge buşonları vardır.

Asit sızdırmaz ve akmaz: Yapıştırarak monte edilmiş kapak ve özel şekilde yapılmış kapak buşonları sayesinde dışarıya asit sıçrama ve sızması olmaz.

Uzun Ömür: 120-1500 şarj-deşarj devresine dayanıklıdırlar. On-onbeş yıl ve üzerinde ömürleri vardır.

- **Yapı Özellikleri**
  - **Pozitif Tüplü Plakalar**
    Pozitif plak ızgaraları kurşun-antimon alaşımından belli sayıdaki çubuklar ile bunları üstten birbirine bağlayan baradan oluşur. Bu çubuklara birbirine örülü tüplerden oluşan tergal geçirilir. Her tüp yuvası kurşun çubuklarla iyi temas edecek şekilde aktif madde ile doldurulur. Yüksek gözenekliliğe sahiptir. Elektrolit, aktif madde içinde ve tüpler arasında rahat hareket eder. Kullanılan düşük dirençli ve uzun ömürlü polyester tüpler sayesinde pozitif aktif maddenin dökülmesi problemi ortadan kalkmıştır.
  - **Negatif Plakalar**
    Negatif plaklar, kurşun-antimon alaşımından dizaynı özel yapılmış ızgaraların yuvalarına basınç ile aktif madde sıvanmak suretiyle yapılır. Tüplü pozitif plaklar ile aynı ömre sahiptirler.
  - **Seperatörler**
    Mikro gözenekli seperatörler kullanılır. Aktif madde toplanmalarında ve yıpranma sırasında iç kısa devre olmasını önler. Akım geçişini ve elektrolit hareketini kolaylaştıran özelliktedirler.

  - **Elektrolit**
    Sülfürik asitin saf su ile karışımından meydana gelen elektrolit tam şarjlı durumda akümülatör içinde 20 ºC'de 1,24 gr/cm³ yoğunluğundadır.
  - **Hücre Kapları**
    Hücrelerin kapları yüksek kalitede şeffaf plastik veya ebonitten yapılmaktadır.
  - **Buşonlar**
    Özel dizayn edilmiş buşonlar sayesinde sıçrayan tüm asit zerrecikleri hücre içine döner. Serbest hâle geçen oksijen ve

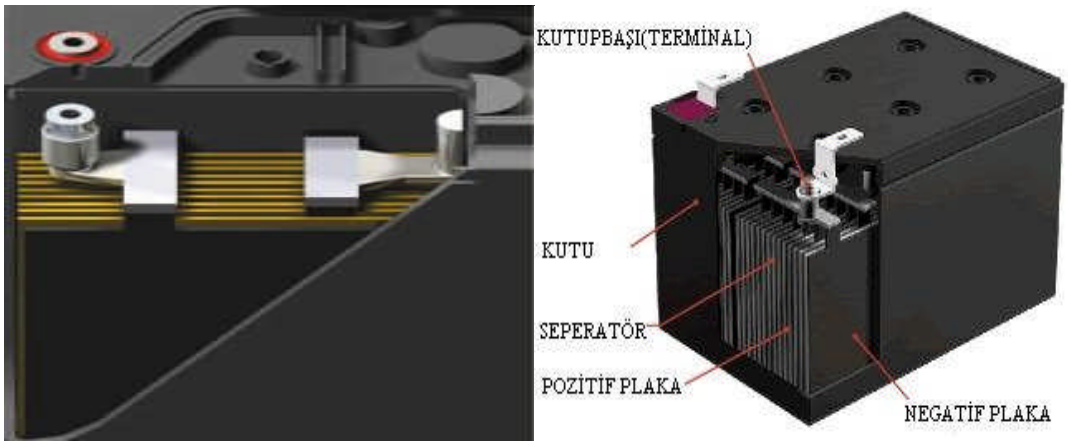
hidrojenin rahatça çıkışını sağlar. Alev geçirmeme özellikleri vardır.

- **Hücre Çıkışları ve Bağlantıları**
  Hücre çıkışları kurşun-antimon alaşımından olup hücreler arası bağlantıların direnci olabildiğince düşük olacak şekilde yapılarak voltaj kayıpları önlenmiştir.

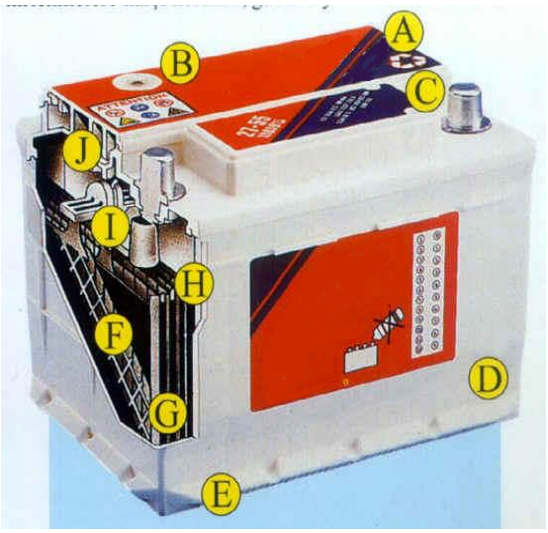
➢ **Kapalı Tip Aküler (Bakımsız)**

Günümüzdeki kurşun-asit bataryalarda kullanılan kurşun ızgaraların mekanik ve kimyasal dayanıklılığını arttırmak için kurşun içerisine eklenen antimonun yerini kalsiyum almıştır. Antimon, bataryanın çalışması sırasında gaz oluşumunu hızlandırır ve aşırı su kaybına neden olur. Bu nedenle bu bataryalar sürekli bakım gerektirir. Antimonun bu olumsuz etkisini gidermek için ızgaralara antimon yerine kalsiyum eklenir.

Ayrıca üst kapak bloğu üzerine yerleştirilmiş şarj göstergeleri de indikatör vardır. Günümüzde kullanılan ve bakım gerektirmeyen bu bataryalar en gelişmiş bataryalardır.



Şekil 1.30: Bakımsız (Kapalı tip) akümülatörler



Şekil 1.31: Bakımsız akümülatör

Üstteki şekilde bakımsız (kapalı) akünün yapı bölümleri görülmektedir:

- A. Yanmayı önler, aküyü havalandırıp nefes almasını sağlar.
- B. Şarj göstergesi (indikatör) akünün şarj durumunu gösterir.
- C. Tamamen kapalı olan kutu, akünün içindeki elektrolitin bozulmasını önler.
- D. Polipropilen kutu hem çok hafif hem de darbelere karşı dayanıklıdır.
- E. Tortu haznesi yoktur. Plakalar kutunun düz tabanına sıkıca sabitlendiğinden hasar verebilecek sarsıntılara dayanıklıdır, tortu oluşturmaz.
- F. Plakalar kurşun alaşımlıdır.
- G. Antimonsuz plakalar sayesinde su ilavesine gerek yoktur.
- H. Ayırıcı kılıflar plakaları korur.
- I. Plakalar sarsıntılara karşı dayanıklı bağlantılarla birleştirilmiştir.
- J. Sıvı/Gaz ayırıcı bölüm bütün sıvıları rezervuara gönderir.

- **Alçak basınçlı venting sistemi**
  Bakımsız aküler 1 PSI'dan 6 PSI'ya kadar basınç aralığında güvenle çalışan alçak basınçlı venting sistemi ile donatılmıştır. Venting sistemi, çalışma esnasında normal sınırların üzerinde genleşen gaz basıncının genişleyen kısmının serbest bırakılması prensibiyle çalışır. Sonra, basıncın normal seviyeye düşmesiyle venting vanası kendi kendine tekrar kapanır. Bu özellik gazın akü içinde haddinden fazla birikmesine mani olur. Bu alçak basınçlı venting sistemi, olağanüstü yüksek verimiyle de birleşince en güvenli, tam kapalı, bakımsız kurşun-asit aküler oluşur.

- **Ağır hizmet plakaları**
  Ağır hizmet tipi kurşun kalsiyum alaşımlı plakalar akülerin, derin deşarjlı uygulamalarda dahi extra yüksek performans ve hizmet süresi kazandırır. Tamamıyla kapalı, jel tipi elektrolitli bakımsız tiptir. Çok geniş bir ısı yelpazesinde çalışabilir. Gaz sızdırmaz. İç dirençleri düşük olup rafta beklemede kayıpları son derecede düşüktür. Yatay veya dikey herhangi bir pozisyonda çalıştırılabilir. Ters çevrilse bile asit sızdırmaz. Kullanılan özel kalsiyum alaşımlı ızgaralar uzun ömür ve yüksek performans sağlar. Stasyoner tiptedirler ve TS 1352 standartına uygundurlar. 6 ve 12 voltluk olarak üretilirler.

Şekil 1.32: Bakımsız akü iç yapısı

Bakımsız aküler son derece güvenli, tehlikeli gaz (H2) vermeyen, diğer alaşımlı akülere göre düşük dirençli ve bu yüzden şarjı kolay, çıkış enerjisi daha fazla olan, güç uygulamasında modern bir yüksek teknoloji ürünüdür.

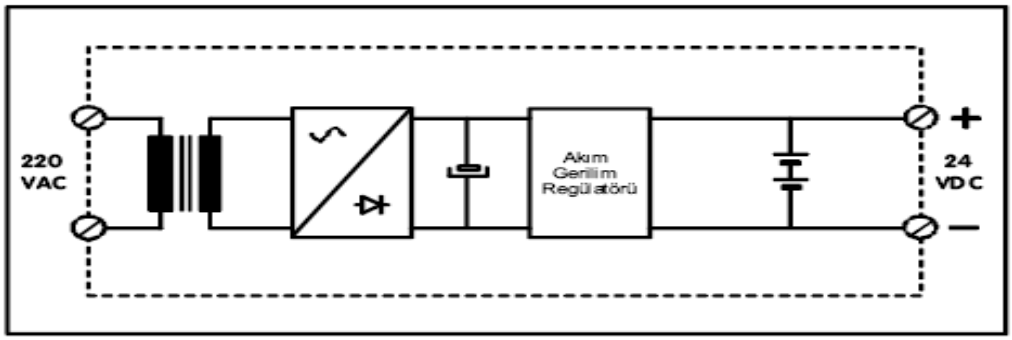
Kurşun-kalsiyum aküleri, kapalı kurşun-asit (SLA) olarak da bilinen bir Valve Regulated Lead Acid (VRLA) - sübap ayarlı kurşun-asit ürünüdür. Bu aküler küçük, düşük ağırlıkta, yüksek performanslı ve kullanımı çok ekonomik olan ürünlerdir. % 100 deşarj olmuş durumda 260 çevrimden daha fazla veya yedek besleme olarak 3-5 yıl kullanılabilir.

1.1.3. Bakımsız Akü ve Redresör Grubu

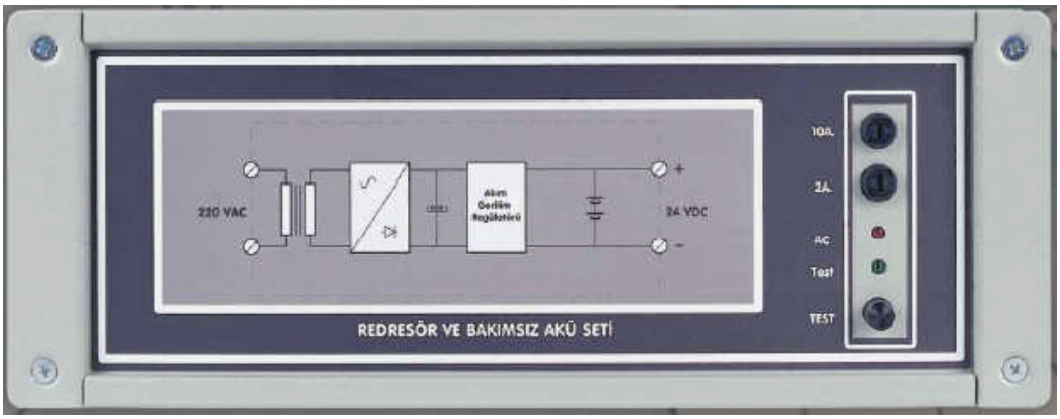
Bu cihazlar yüksek güçte akü şarj redresörü, akü gurubu kullanmanın ekonomik ve pratik olmadığı küçük trafo merkezleri, köşk tipi trafo merkezleri vb. elektrik tesisinin DC yardımcı gerilim ihtiyacını sağlamak amacıyla kullanılır.

➢ **Yapısı ve çalışma prensibi;**

Giriş gerilimi 220 V AC, çıkış gerilimi 24 V DC, çıkış akımı 7A/2 dakika, ortam sıcaklığı -5 ºC ile +50 ºC'dir. Cihaz şarj ünitesi ve bakımsız akü grubu olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır.



Şekil 1.33: Bakımsız akü ve redresör grubu cihazı bağlantı şeması



Resim 1.4:Redresör ve bakımsız akü grubu cihazı ön kontrol paneli

1.1.3.1. Şarj Ünitesi

Bakımsız akü kullanılırken dikkat edilecek en önemli husus uygun şarj yöntemini kullanmaktır. Uygun şarj yöntemi kullanılmadığı takdirde hem akülerin performansı düşer, hem de ömürleri kısalır. Bu ünitede şarj yöntemi olarak sabit gerilim şarj yöntemi kullanılmaktadır ve başlangıç şarj akımı 1,5 A ile sınırlandırılmıştır. Bu yolla cihaz içindeki akülerin performansı arttırılmış ve ömürleri uzatılmış olur.

220 V AC (AA) giriş gerilimi bir trafo yardımıyla 30 V AC'ye indirilmekte, sonra bu AC gerilim regülatör devresinin ısınmasını ve kayıpları engellemek amacıyla faz kontrollü bir doğrultucu, filtre yardımıyla DC (DA) gerilime çevrilmektedir. Elde edilen bu DC

gerilim 20 ºC'de göz başına 2,30 V, toplamda 27,6 V çıkış elde edilmek üzere akım sınırlayıcı bir regülatöre verilmektedir.

1.1.3.2. Bakımsız Akü Grubu

İki adet 12 V, minimum 6,5 Ah kapasiteli bakımsız aküye sahiptir. Bu iki akü seri bağlanarak kullanıcının (YG tesisinin) ihtiyacı olan 24 V DC elde edilir. Bakımsız akülerin, geleneksel kurşun-asit akülere göre çok üstünlükleri vardır. Bunlar:

- Asit sızdırması olmaz.
- Aşırı şarj durumunda gaz üretmez.
- Patlama tehlikesi yoktur.
- Normal kullanım koşullarında 5 yıl ömürlüdür. Bu süre içersinde asit ve su kontrolü istemez.
- Ağır deşarj durumunda bile tekrar normal şarj tutabilir.
- Kendi kendine deşarj oranı çok azdır (1 ayda toplam kapasitenin % 3 kadarı).
- Çok geniş bir ısı aralığında çalışır.

1.2. Doğru Akım Motorları

Doğru akım makineleri akımı elde edilişi, kullanış amacına göre generatör ve motor olarak ikiye ayrılır. Fakat yapıları yönünden aralarında fark yoktur. Sadece kullanış amacına göre farklıdırlar.

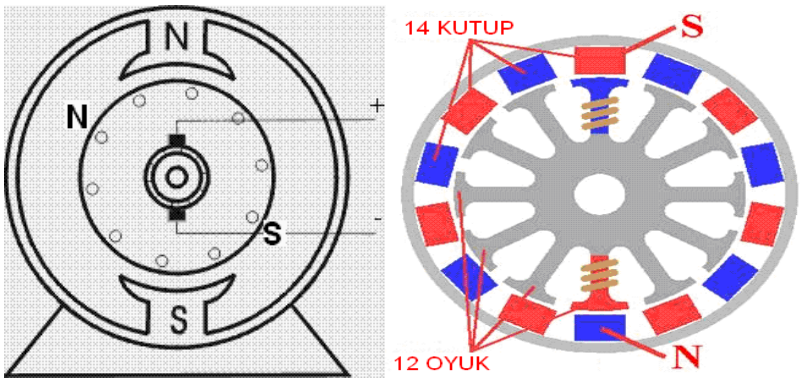
1.2.1. Doğru Akım Motorlarının Yapıları

Doğru akım motorları endüktörün yapısına bağlı olarak elektromıknatıslı ve sabit (doğal) mıknatıslı olmak üzere iki şekilde imal edilirler. Bu ikisi arasında endüktör haricinde yapı bakımından fark yoktur. Bir doğru akım makinesi kutuplar, endüvi ve kolektör olmak üzere toplam üç bölümden oluşur. Makinede elektromanyetik alanın elde edildiği kısım "ana kutup" olarak adlandırılır.

Doğru akım makinesinde duran kısım stator olup karkas ve üzerine yerleştirilmiş ana ve yardımcı kutuplardan meydana gelir. Rotor "endüvi" ise manyetik kuvvet çizgileri içerisinde dönerek hareket eden, elektrik enerjisinin veya mekanik enerjinin elde edildiği silindirik kısımdır. Endüvide elde edilen gerilimi dış devreye veya elektrik enerjisini endüviye ileten birbirinden ve gövdeden yalıtılmış, bakır dilimler topluluğuna "kolektör" denir. Doğru akım motorları yüksek gerilim sistemlerinde kesici ve ayırıcı açma–kapama işleminde kullanılır.

Doğru akım makineleri uyarma şekline göre serbest, seri, paralel ve karma olmak üzere dört gruba ayrılır. Statordaki ana kutuplar üstünde bulunan uyarma bobinleri dışarıdan ayrı bir doğru akım kaynağından besleniyorsa makine "Serbest Uyarmalı Doğru Akım Makinesi" olarak isimlendirilir. Eğer endüvi sargısından besleniyorsa ve uyarma sargısı endüvi sargısına seri bağlı ise "Seri Uyarmalı", paralel bağlı ise "Paralel Uyarmalı" olarak adlandırılır. Hem paralel hem de seri uyarma sargısı beraber kullanılıyorsa "kompunt doğru

akım makinesı veya bileşke alanlı motor” adını alır. Ayrıca servo ve step motorları olarak da üretilebilmektedir. Hız kontrolunun kolaylıkla yapılması nedeniyle doğru akım motorları tercih edilir. Ancak doğru akım gerektirmesi ve işletim güçlükleri nedeniyle az kullanılmaktadır. Günümüzde doğru akım motorlarının çıkış güçleri bir kaç wattan 10 MW’a kadar, gerilimleri yaklaşık 3000 V değerlerine kadar çıkabilmektedir.



Şekil 1.34: Doğru akım makinelerinın kesit görünümü

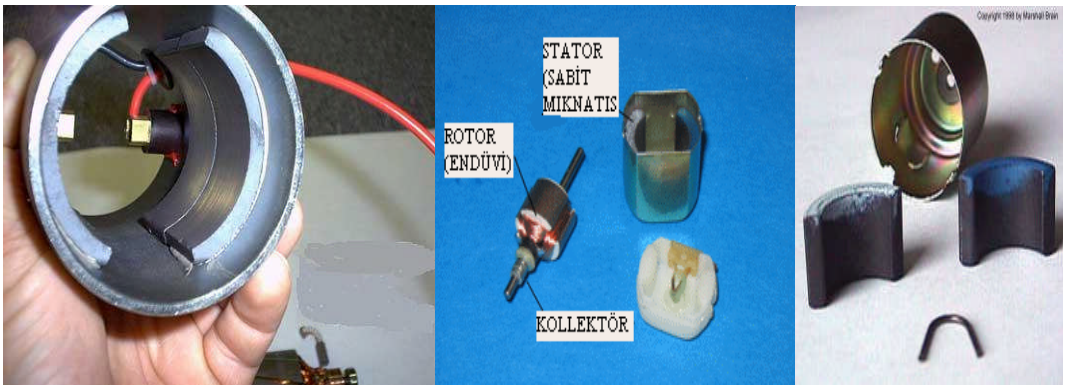
Doğru akım makinelerinde, motor ve dinamo olarak yapılarında fark yoktur. Yapılarında bulunan endüktör, endüvi, kolektör, fırçalar ve diğer parçalarını ayrı ayrı inceleyelim:

1.2.1.1. Endüktör (Kutup)

Doğru akım motorlarında manyetik alanın meydana geldiği kısımdır. Endüktöre kutup da denilmektedir. Endüktör küçük güçlü doğru akım makinelerinde tek parça demirden, büyük güçlü makinelerde ise 0,60-1,40 mm sacların paketlenmesinden meydana gelmiştir. Kutuplar veya kutup ayakları da denilen bu sac bölümün endüviye bakan yüzleri daha geniş yapılmıştır.

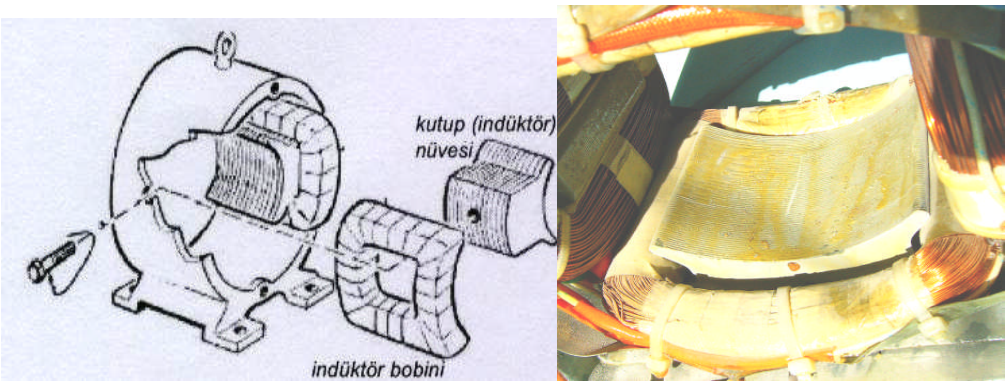
Endüktör sargıları kutup ayaklarının dar bölümünde bulunur. Bu sargılar kutup ayaklarından yalıtılmıştır. Günümüz doğru akım makinelerinin hemen tümünde, ana endüktörler arasında kutup sayısınca yardımcı endüktörler ve bunların bobinleri bulunur. Yardımcı endüktörler makineye manyetik alan üretmekten çok komitasyonu kolaylaştırmak için konulur.

Endüktörler tabii mıknatıslarla yapıldığı gibi, kutuplara sargılar sarılarak (Bk. Şekil 1.35) bu sargıların enerjilendirilmesiyle mıknatıslık özelliği kazandırılmış elektromıknatıslardan da yapılabilir. Küçük doğru akım motorlarında kutuplar (tabii mıknatıslı) sabit mıknatıslıdır (Bk. Resim 1.5). Fakat genellikle elektromıknatıs kutuplar kullanılmaktadır.



Resim 1.5: Küçük güçlü motorda doğal mıknatıslı stator (endüktör*)*

Doğru akım motorlarında kutup sayısı alternatif akım makinelerinde olduğu gibi hız, indüklenen gerilim ve akımın frekansına bağlı değildir. Burada kutup sayısı makinenin gücüne ve devir sayısına göre değişir. Endüktör, makinenin gücüne (büyüklüğüne, çapına) ve devir sayısına göre 2, 4, 6, 8 veya daha çok kutuplu olur.

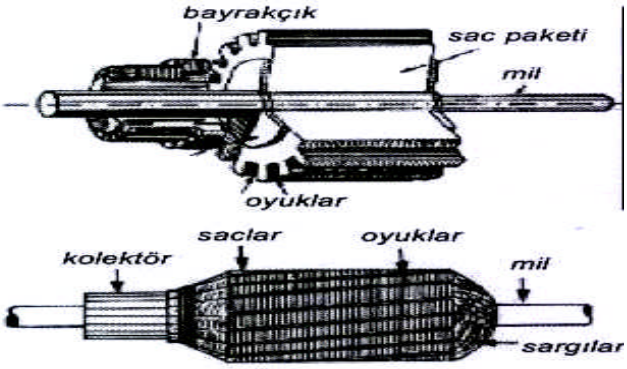


Şekil 1.35: Endüktör ve yapısı

1.2.1.2. Endüvi

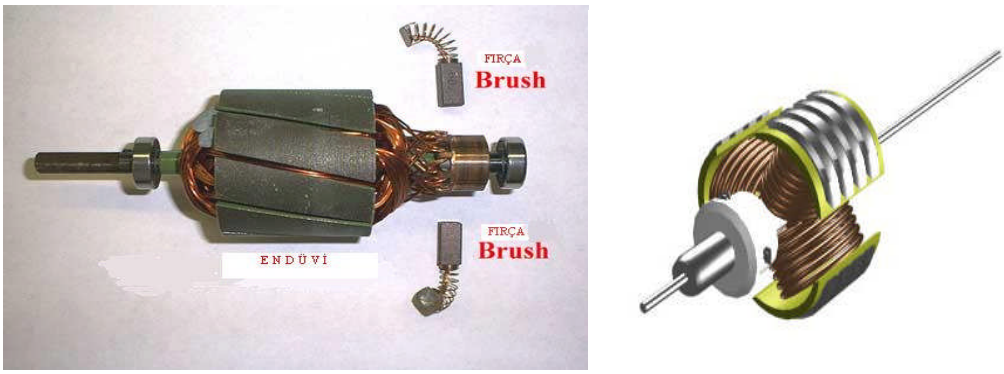
Dönen bölümdeki sargıları taşıyan oluklu kısma endüvi denir. Kalınlığı 0,30- 0,70 mm arasında değişen silisli saclardan yapılır. Saclar endüvinin ölçülerine göre çeşitli ebatlarda presle kesilerek endüvi mili üzerine oluklar hizasınca dizilir. Küçük güçlü makinelerde endüvi sacları halka şeklinde tek parça olarak kesilir ve direkt olarak endüvi mili üzerine geçirilir. Büyük güçlü makinelerde ise mil üzerine endüvi yıldızı denilen döküm parça geçirilir. Endüvi yıldızı üzerine çelik dökümden yapılmış, üzerine boşluklar ve havalandırma kanalları açılmış göbek kısmı eklenir. Göbek üzerine, parçalı saclardan yapılmış olan endüvi saclarının yerleştirilmesi için kırlangıç kuyruğu şeklinde kanallar açılmıştır. Endüvi sacları, oluklar oluşturacak şekilde bu kanallara parçalı olarak yerleştirilir.

Büyük güçlü makinelerin endüvileri üzerine enine ve boyuna soğutma kanalları açılmıştır. Endüvinin boy uzunluğuna göre her 70 mm'de bir 10 mm boşluk bırakılarak parçalara ayrılır. Endüvi sacları üzerinde sargıların yerleşmeleri için oluklar açılmıştır. Bu olukların şekil ve sayıları makinenin devir sayısına, büyüklüğüne, sarım tipine ve şekline göre değişir. Küçük makinelerde oluklar yuvarlak veya oval yapılır. Büyük makinelerde ise tam açık oluklar kullanılır. Oluklar presbant veya mikanit ile yalıtılır.



Şekil 1.36: Endüvi yapısı

Endüvinin temel görevi, oluklarına sarılı olan iletkenleri taşımaktır. Bu sebeple bu iletkenlerin oluşturduğu sargıya endüvi sargısı denilmektedir. Endüvi (armatür) saclarının manyetik geçirgenliği yüksek olduğundan oluklarında bulunan sargıların meydana getirdiği mıknatıslanma etkisini kutup mıknatıslanma etkisiyle buluşturarak kuvvetin güçlü bir şekilde doğmasını sağlar. Doğru akım motorlarında kullanılan endüvi ile doğru akım dinamolarında kullanılan endüviler aynı yapı ve özelliktedir.

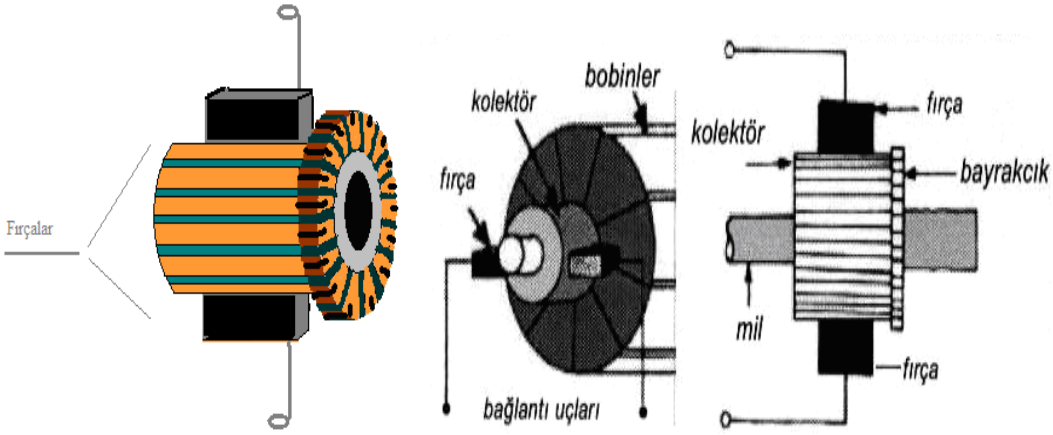


Şekil 1.37: Endüvi sargıları

Endüviler, dinamolarda gerilimin indüklendiği endüvi sargılarına kutup manyetik alanını ulaştırırken motorlarda endüvi sargılarının oluşturduğu manyetik alanın mıknatıslama etkisini kutup mıknatıslanma etkisiyle buluşturarak kuvvetin güçlü bir şekilde doğmasını sağlar.

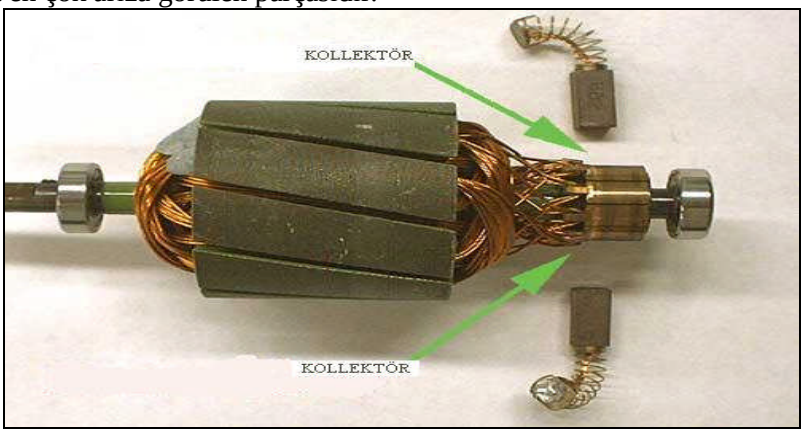
1.2.1.3. Kolektör

Endüvi mili üzerinde yer alan, yalıtımlı bakır dilimlerden oluşan, şekil olarak dairesel ve önemli bir parçadır. Kolektör, hareketli olan dinamolarda endüvi sargılarının ürettikleri gerilimin dış devreye alınmasını veya motorlarda dış devreden gelen elektrik akımının endüvi sargılarına dağıtılmasını sağlar. Endüvi sargılarından çıkan uçlar kolektör üzerindeki dilimlere tutturulur. Kolektör dilimleri haddeden geçirilmiş sert bakırdan pres edilerek yapılır.



Şekil 1.38: Kolektör

Dilimler arasına 0,5-1,5 mm kalınlığında mika veya mikanit yalıtkan yerleştirilir. Dilimler arasına konulan yalıtkanın kalınlığı komşu dilimler arasındaki gerilimin büyüklüğüne göre ve kolektörün çapına göre değişir. Kolektör, doğru akım motorlarının en önemli fakat en çok arıza görülen parçasıdır.



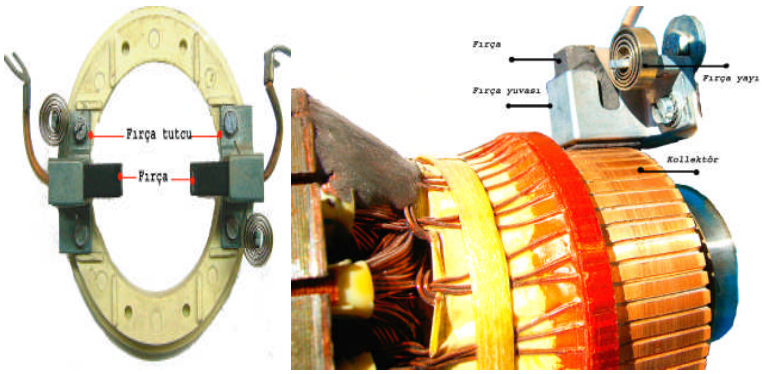
Resim 1.6: Kolektörün endüvideki yeri

1.2.1.4. Fırçalar

Doğru akım motorlarında dış devredeki akımı endüviye iletebilmek için fırçalar kullanılır. Doğru akım makinelerinde aşınma ve iyi komütasyon elde etmek için saf bakır fırça kullanılmaz. Fırçalar makinenin akım şiddeti, gerilimine göre sert, orta sert ve yumuşak karbon veya karbon- bakır alaşımından yapılır.

Genel olarak küçük güçteki (10 kW'a kadar) doğru akım motorlarında bütün fırça çeşitleri ile iyi çalışabilir. Bir motorda aynı cins fırçalar kullanılmalı ve fırça boyları da eşit olmalıdır. Fırçalar dik ve yatay olarak yapılırlar. Çok küçük güçlü motorlarda fırçalar kapak üzerine açılmış ve yalıtılmış yuvalara konulur. Büyük güçlü motorlarda ise fırça yuvaları sac veya dökümden yapılmış olup fırça tutucularına tutturulur. Fırçaların kolektör yüzeyine oturup işletme boyunca durumunu muhafaza edebilmelerini fırça tutucuları sağlar. Fırça bir taraftan kolektör yüzeyine oturur, diğer taraftan ise fırça tutucusunun yay tertibatı kolektör yüzeyine itilir. Fırça tutucuları eğik ve dik olmak üzere iki tiptir. Fırça tutucuları, fırça taşıyıcılarıyla monte edilirler.

Resim 1.7: Fırça çeşitleri

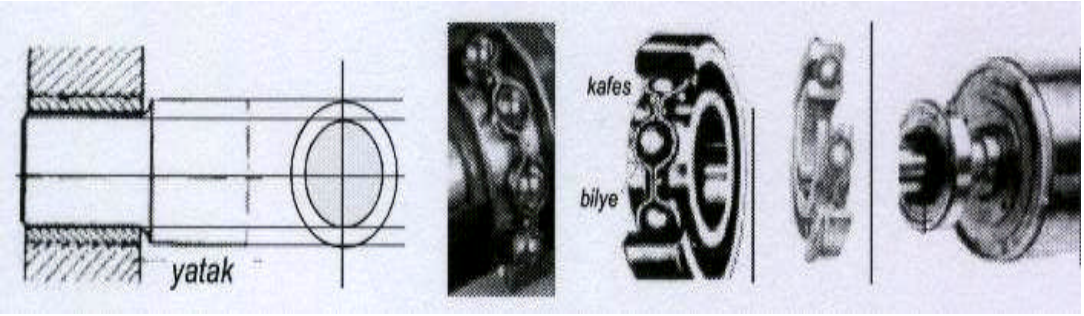


Resim 1.8: Fırça tutucuları

1.2.1.5. Yataklar ve Diğer Parçaları

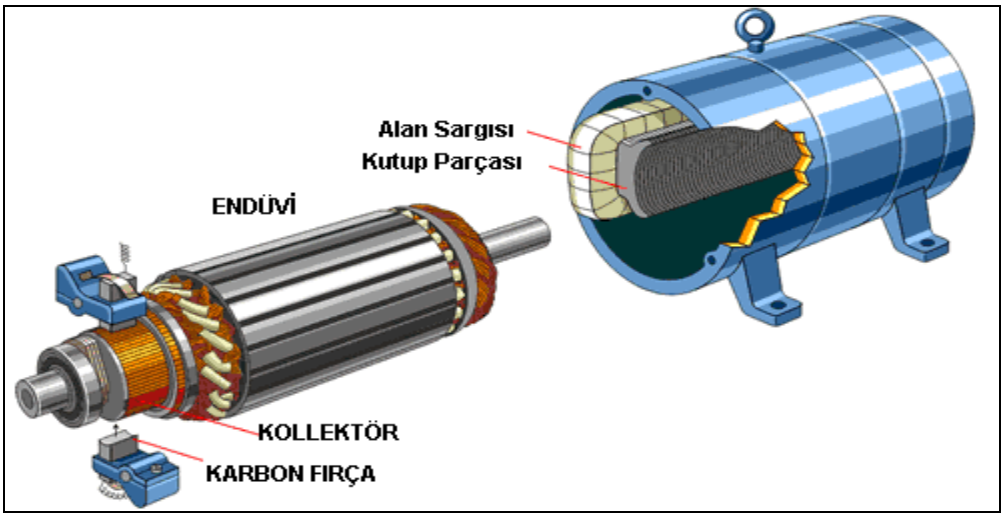
Yatakların görevi motorun hareket eden kısımlarının mümkün olduğu kadar az kayıpla gürültüsüz, bir eksen etrafında rahatça dönmesini sağlamaktır. Doğru akım motorlarında bilezikli yataklar ve rulmanlı (bilyalı ve makaralı) yataklar kullanılır.

Kolay değiştirilebilir olması, sürtünme kayıplarının ihmal edilecek derecede olması nedeniyle küçük ve orta güçlü motorlarda hemen hemen yalnız rulmanlı yataklar kullanılmaktadır. Bu yatakların en büyük sakıncası fazla gürültü yapmasıdır. Elektrik motorlarının en önemli parçalarından biri de yataklardır. Yataklar, çok arıza yapan ve bakım isteyen kısımdır. Yataklarda meydana gelen aşınmalar, sürtünmeler komütasyonun bozulmasına ve büyük arızaların doğmasına neden olur.



Şekil 1.39: Yataklar ve rulmanlar

Bu parçalardan başka kapaklar, ayaklar, bağlantı klemensleri, taşıma kancası ve pervane gibi yardımcı elemanlar bulunur.



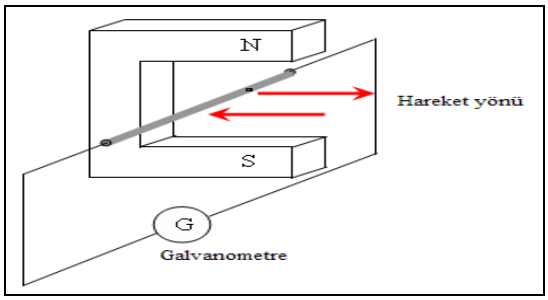
Şekil 1.40: Bir doğru akım motorunun iç yapısı

1.2.2. Çalışma Prensibi

Doğru akım motorlarının çalışma prensibinin açıklanmasında iletkenin manyetik alan içindeki durumunu inceleyelim:

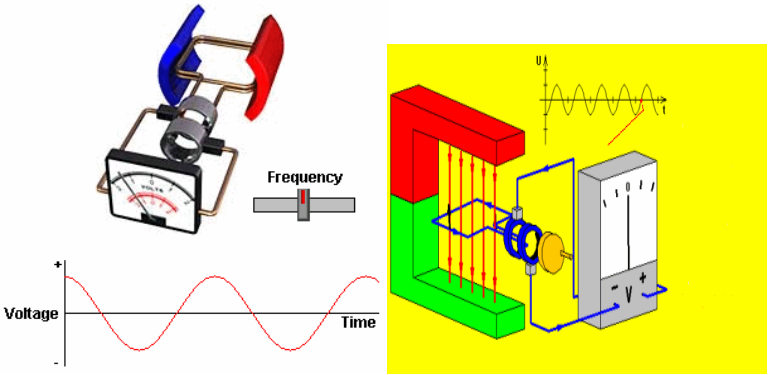
1.2.2.1. İndüksiyon Prensibi

Sabit bir manyetik alan içinde, bir iletken kuvvet çizgilerini kesecek şekilde hareket ettirilirse iletken uçlarında bir gerilim oluşur. Oluşan bu gerilimin değeri iletkenin boyuna, manyetik alan içindeki hareket hızına, manyetik alanın yoğunluğuna ve iletkenin manyetik alan kuvvet çizgileriyle olan hareket açısına bağlı olarak değişir. Bu olay doğru akım dinamolarının temel çalışma prensibini oluşturur.



Şekil 1.41: İletkende indüklenen EMK

Eğer N-S mıknatıs kutupları arasına tek bir iletken yerine iki ucu yalıtılmış tek sarımlı bir bobin koyulur ve uçları iki bileziğe bağlanırsa bobin döndürüldüğünde üzerinde indüklenen gerilim bileziklere değen fırçalar yardımıyla dış devreye alınabilir. Eğer fırçalar arasına bir lamba bağlanırsa lambadan bir akım geçtiği ve lambanın yandığı görülür. Burada lambadan geçen akım yönü ve şiddeti zamana göre değişen dalgalı akımdır (Bk. Şekil 1.42). Dönen bobinde indüklenen bu AC fırça ve kolektör yardımı ile dış devreye doğrultulmuş olarak alınır.



Şekil 1.42: Manyetik alanda hareket ettirilen bir bobindeki endüklenen EMK (AC)

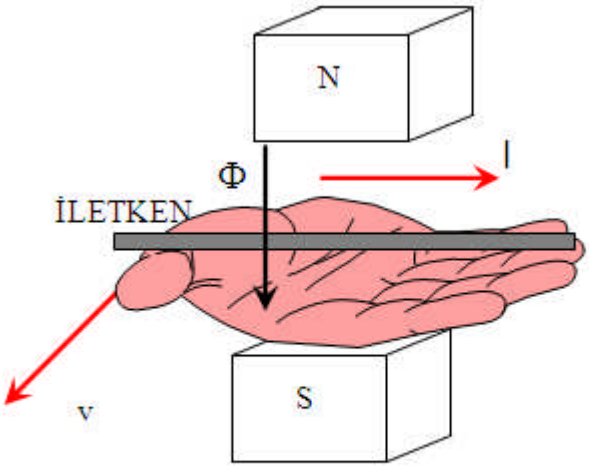
Endüvide indüklenen akımın yönü sağ el kuralı ile bulunur (Bk. Şekil 1.43). Endüvide indüklenen gerilimin değeri ise bir iletkende indüklenen gerilim değerini veren formül yardımı ile (volt) olarak bulunur.

$$Eb = \phi.2p.\frac{n.Z.10^{-8}}{60.2a}$$

Burada:

E_b	**:** Endüvide indüklenen gerilim (volt)
Φ	**:** Bir kutbun toplam manyetik alanı (Maxwell)
2P	**:** Kutup sayısı
N	**:** Devir sayısı (d /d)
Z	**:** Endüvi deki toplam iletken sayısı
2a	**:** Paralel kol sayısı
60	**:** Devir sayısını saniye cinsine çeviren katsayı
10^{-8}	**:** Sonucun volt olarak çıkmasını sağlayan katsayı

Sağ El Kuralı: Manyetik alan içerisinde hareket ettirilen iletkende indüklenen akımın yönünü bulmak için kullanılır. Sağ el kuvvet çizgileri avuç içinden girip elin dışından çıkacak şekilde N-S mıknatıs kutupları arasına sokulduğunda (avuç içi N kutbuna bakmalı) açık ve gergin duran başparmak iletkenin hareket yönünü gösterirse bitişik duran dört parmakta iletkende indüklenen gerilimin veya indükleme akımının yönünü gösterir.



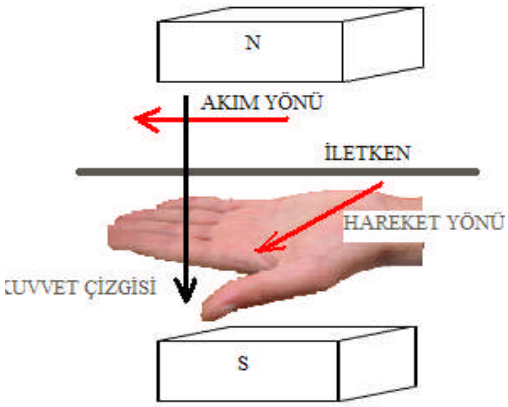
V	: Manyetik alan içindeki iletkenin hareket yönü
I	: Manyetik alan içindeki iletkende endüklenen akımın yönü
ϕ	: Manyetik alan çizgilerinin yönü

Şekil 1.43: Sağ el kuralı

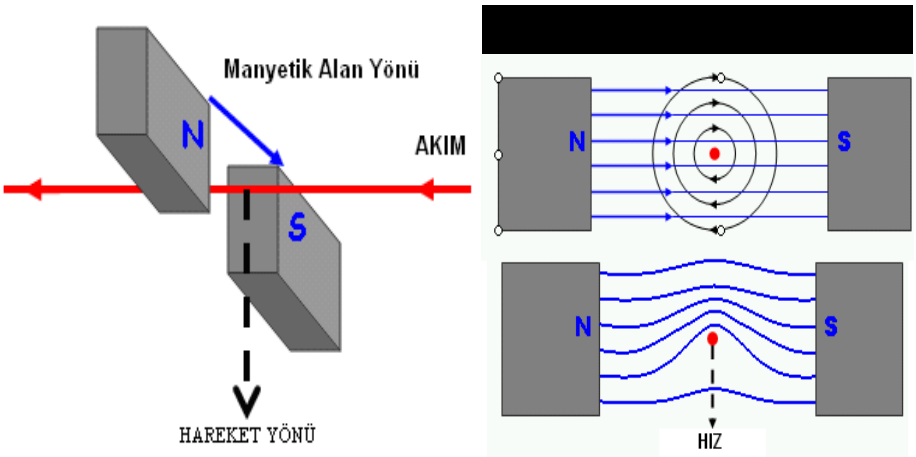
1.2.2.2. Manyetik Alan İçinde Kalan İletkenin Durumu

Manyetik alan içindeki bir iletkenden akım geçirilirse iletken akımın yönüne bağlı olarak alan dışına itilir veya alanı meydana getiren kutupların arasına doğru çekilir. Manyetik alan içindeki bir iletkenin hareket yönü sol el kuralı ile bulunur. İletkenin hareket hızı, iletkenden geçen akımın şiddetine ve iletkenin içinde bulunduğu manyetik alanın yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Bu olay doğru akım motorlarının temel çalışma prensibini oluşturur.

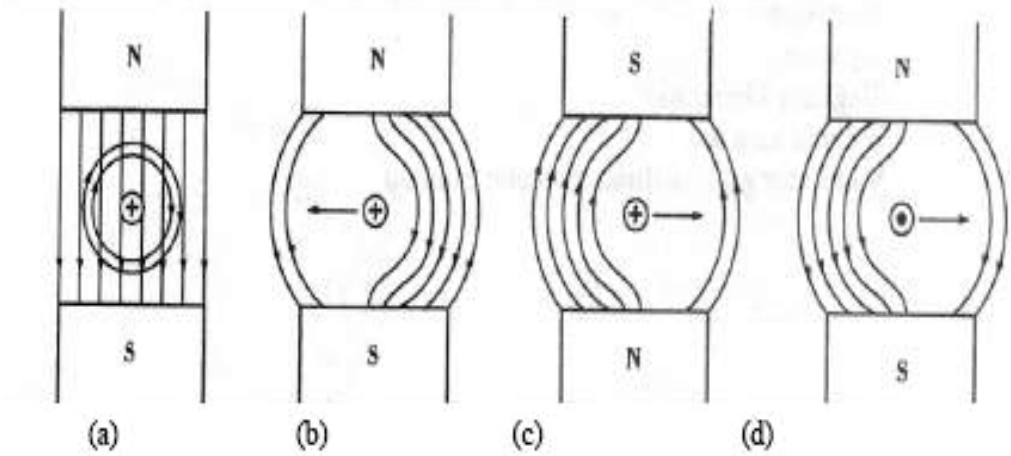
Sol El Kuralı: Manyetik alan içerisinde içinden akım geçirilen bir iletkenin alan dışına itilme yönünü bulmak için kullanılır. Sol el dört parmak birleştirilmiş ve başparmak açılmış olarak avuç içi N kutbuna bakacak şekilde tutulursa dört parmak iletkenin içinden geçen akımın yönünü gösterecek pozisyonda iken başparmak iletkenin hareket yönünü gösterir.



Şekil 1.44: Sol el kuralı



Şekil 1.45: Akım geçen iletkenin manyetik alan içindeki durumu



Şekil 1.46: Manyetik alan içerisindeki iletkenin yönü

Şekil 1.46.a: İletken içerisinden geçen akım, iletken etrafında bir alan oluşturur. Oluşan bu alan sol tarafta ana alana zıt yönde, sağda tarafta ise ana alanla aynı yöndedir (ana alanı kuvvetlendirecek yöndedir).

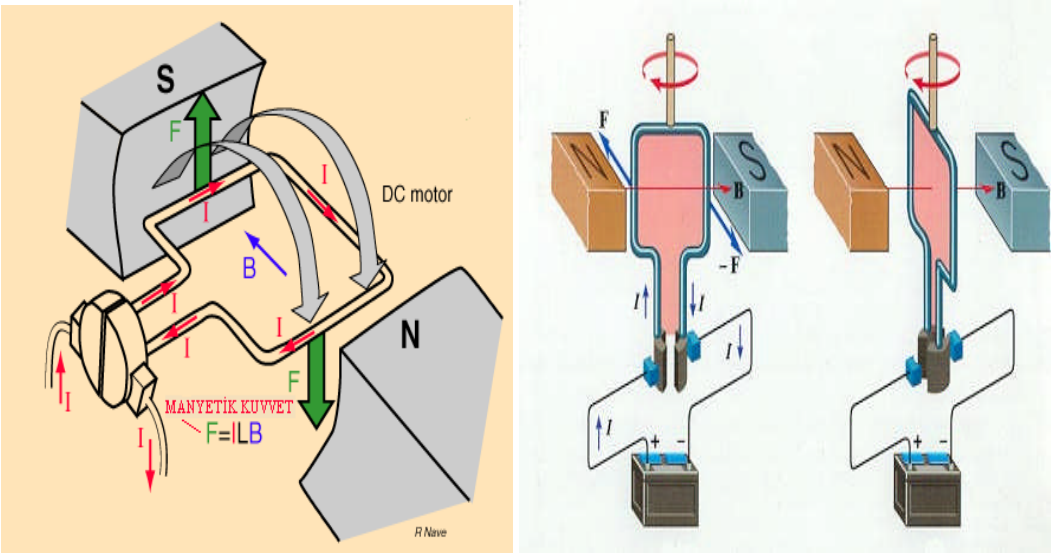
Şekil 1.46.b: Sol tarafta alanlar zıt yönde olduğu için alan zayıflaması, sağ tarafta ise alanlar aynı yönde olduğu için alan kuvvetlenmesi olur. Bu durumda iletken alanın dışına doğru itilir. İletkenin hareket yönü sol el kuralına göre sağ taraftan sol tarafa doğrudur.

Şekil 1.46.c: Manyetik alanın yönü değiştirilecek olursa iletkenin hareket yönü değişir. Sol el kuralı uygulanırsa iletkenin hareket yönünün sol taraftan sağ tarafa doğru olduğu tespit edilir.

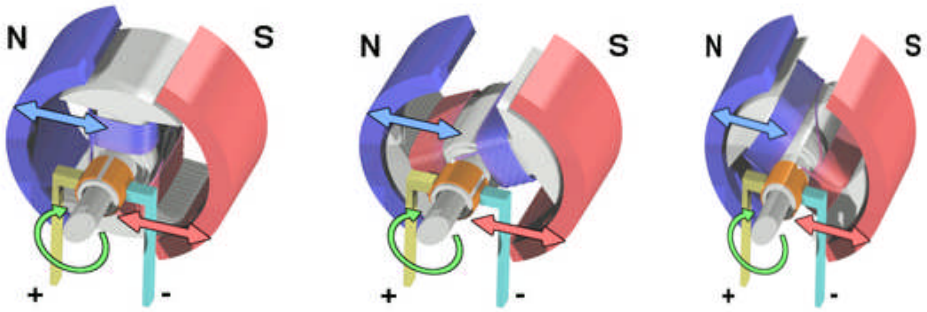
Şekil 1.46.d: İletkenden geçen akımın yönü değiştirilirse hareket yönü yine değişir. İletkenin hareket yönünün sol el kuralına göre sol taraftan sağ tarafa doğru olduğu tespit edilir. Böylece manyetik alan içindeki iletkenin itilme yönünün, iletkenin içinden geçen akımın ve manyetik alanın yönüne bağlı olduğu görülmektedir.

Not: Akım yönü ve manyetik alan yönü aynı anda değiştirilirse iletkenin hareket yönü değişmez. Sadece birinin değiştirilmesi yeterli olmaktadır.

İletken iki ucundan kıvrılarak bir sarımlı bobin hâline getirilirse ve uçları bir kolektöre bağlanıp doğru gerilim verilirse (bobin bir mil üzerinde) bobin dönme hareketi gösterecektir (Bk. Şekil 1.47).



Şekil 1.47: İçinden akım geçirilen bir sarımlı bobinin hareketi



Şekil 1.48: Çok sarımlı bir bobinin manyetik alan içinde dönmesi

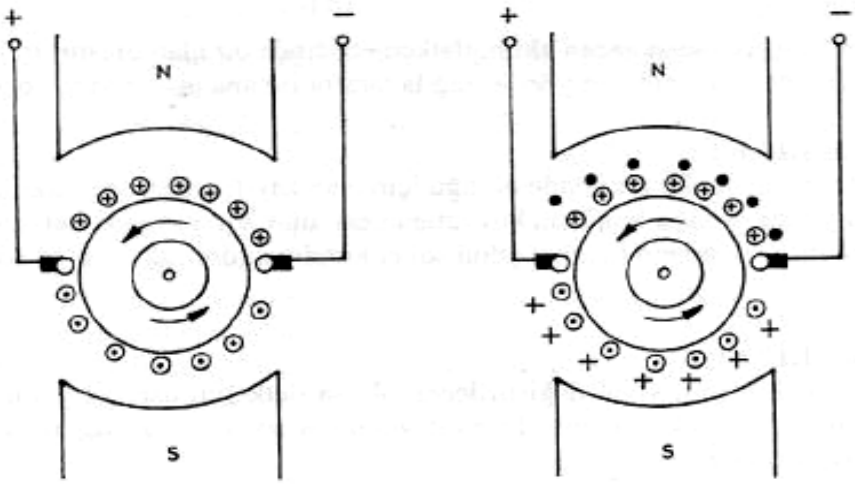
1.2.2.3. Zıt EMK ve Önemi

Şekil 1.49.a'da görüldüğü gibi doğru akım motoruna gerilim uyguladığımızda endüvinin N kutbunun altındaki iletkenlerde pozitif (bizden içeri doğru) yönde akım geçerken S kutbunun üstündeki iletkenlerde diğer yönde (bize doğru) akım geçer. Manyetik alanın etkisiyle endüvi sola doğru hareket eder. Manyetik alan içinde dönen ve iletkenleri kuvvet çizgileri tarafından kesilen endüvi üzerinde EMK indüklenir. Endüviden geçen akımla, dolayısıyla endüviye uygulanan U gerilimi ile endüvide indüklenen EMK'nin yönleri birbirine terstir (Bk. Şekil 1.49.b). Endüviye uygulanan gerilime ters yönde oluşan bu EMK'ye **zıt EMK** denir.

Endüvide indüklenen zıt EMK, endüviye uygulanan gerilime (U) göre ters yönde olduğundan U geriliminin endüviden geçirmek istediği akımı azaltmak ister. Yani endüviden geçen akım, iki gerilimin farkından dolayı geçen akımdır.

Endüviden geçen akım **U=E+Ia(Ra) ; I=(U-E) / (Ra)** formülü ile bulunur.

Zıt EMK doğru akım makinelerinde, makinenin yüküne göre akımı ayarlanmaktadır. Buhar türbinleri gibi makinelerde gerekli buhar özel düzeneklerle ayar edilir. Örneğin buhar türbininde yükün arttığı düşünülsün. Türbinin devir sayısında hafif bir düşme olacak ve makineye buhar gönderen valf regülatör aracılığı ile daha fazla açılarak buhar miktarını arttıracaktır. Artan buhar, makinenin gücünü arttırır. Makinenin yükü azalacak olursa valf kapanarak makineye giden buhar miktarını azaltır ve makinenin verdiği güç azalmış olur.



a)Kutuplar arasındaki endüvinin durumu b)Endüvide endüklenen zıt E.M.K.'nın yönü

Şekil 1.49:Endüvide endüklenen zıt EMK

Doğru akım motorlarında makinenin yüküne göre geçen akımı ayarlayacak ayrı bir düzeneğe gerek yoktur. Doğru akım motorlarında bu işi zıt EMK yapar.

Zıt EMK'nın formülleri Eb=K.Ø.n veya Eb = U-Ia .Ra'dır.

Örneğin makinenin yükünde meydana gelecek bir artma devir sayısını düşürür. Devir sayısının düşmesi, Eb=K.Ø.n formülüne göre zıt EMK'in azalmasına neden olacaktır.

Eb azalınca Eb = U-Ia .Ra ise Akım; Ia=(U-Eb) / Ra formülüne göre U ve Ra sabit olduğundan Ia akımı artar. Artan Ia akımı motorun yükünü karşılar. Motorun yükünde meydana gelecek azalma devir sayısını yükseltir. Devir sayısının yükselmesi, Eb=K.Ø.n formülüne göre zıt EMK'nin yükselmesine neden olacaktır.

Eb'nin yükselmesi ise

Ia=(U-Eb) / Ra formülüne göre U ve Ra sabit olduğundan Ia akımını azaltır.

1.2.2.4. Komitasyon Etkileri

Fırçalar ve kolektör dilimleri yardımıyla endüvi bobinlerinden geçen akımın yön değiştirmesi esnasında meydana gelen olaya komitasyon denir. Komitasyon olayında kısa devre olan bobinde akımın komitasyon süresi içinde yön değiştirmesi için, bazı yardımcı önlemlere gerek vardır. Aksi hâlde fırçada akım yoğunluğunun artması ısınmaya ve şerare meydana gelmesine sebep olur. Meydana gelecek bu şerare, fırçanın daha kısa sürede aşınmasına ve kolektör dilimlerinin ısınarak bozulmasına yol açar.

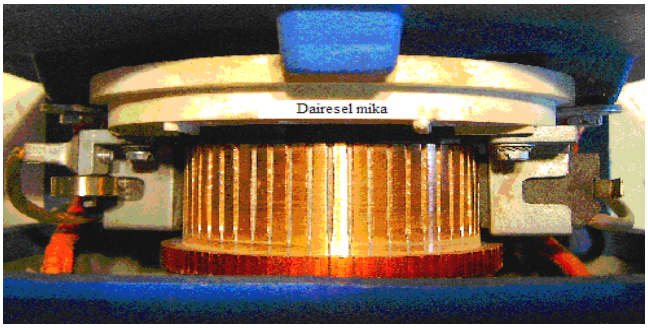
Komitasyonu kolaylaştırıcı çeşitli yöntemler vardır:

- Yüksek dirençli fırçalar kullanmak
- Fırçaları kaydırmak
- Yardımcı kutup kullanmak

Yüksek dirençli fırçalar kullanarak komitasyonu bir miktar azaltmak mümkün ise de yeterli değildir. Bu metot daha çok küçük güçlü makinelerde kullanılır.

Fırçaları kaydırarak akım yönü değiştirilip endüvi bobini ters kutup altına sokulmuş olur. Böylece akımın yön değiştirmesi esnasında ona engel olan tepki gerilimine karşı bobin üzerinde kutup tarafından bir gerilim indüklenmiş olur. İndüklenen bu gerilim tepki gerilimini büyük ölçüde yok eder. Fırçalar dinamolarda milin dönüş yönünde kaydırılırken motorlarda dönüş yönünün tersine kaydırılır. Bu yöntem sabit yük altında çalışan makinelerde iyi sonuç verir.

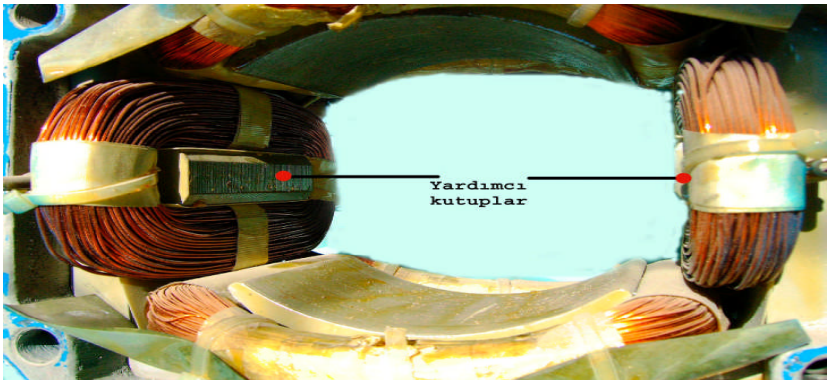
Resim 1.9’da fırçaların konumları görülmektedir. Fırça yuvalarının bağlı olduğu dairesel mika döndürülerek fırçalar kaydırılmış olur. Kaydırma işleminden sonra mikanın kapağa iyi sabitlenmesi gerekir.



Resim 1.9: Fırçaların konumu

Bugün modern doğru akım makinelerinde komitasyonu kolaylaştırmak için yardımcı kutuplar kullanılmaktadır. Akımın yön değiştirdiği bobini fırçaları kaydırarak kutup altına sokmaktansa bu bobine özel bir kutup sarılmıştır. Bu kutba yardımcı kutup denir. Böylece endüvi reaksiyonu artırılmadan komitasyon kolaylaştırılmış olur. Endüvi akımı aynı zamanda yardımcı kutup üzerinden geçmektedir. Ana kutuplar arasına ve ana kutup sayısına eşit sayıda yapılırlar. Ana kutuplara göre daha dar yapılıdır.

Resim 1.10'da ana kutuplar dikey pozisyonda, yardımcı kutuplar ise yatay konumda görülmektedir.



Resim 1.10: Yardımcı kutuplar

1.2.2.5. Endüvi Reaksiyonu

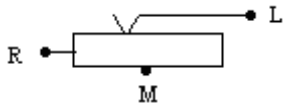
Endüvi sargılarından geçen akımın oluşturacağı manyetik alanının, kutup manyetik alanına gösterdiği tepkiye *endüvi reaksiyonu* denir. Endüvi reaksiyonunun kelime anlamı, endüvinin tepki göstermesidir. Endüviden geçen akımın meydana getirdiği bu etki ile ana kutupların bir bölümünde alan zayıflaması olurken diğer bölümde alan kuvvetlenmesi meydana gelir. Fakat bir tarafta meydana gelen alan zayıflaması kadar diğer tarafta meydana gelen alan kuvvetlenmesi aynı miktarda değildir. Çünkü manyetik alanın artışı diğer bir deyimle, kuvvet çizgilerinin kutbun bir yanına yığılması, o kısımda manyetik doyma meydana getirir. Doymanın meydana gelmesi manyetik alanın daha fazla artmasına engel olur, bunun sonucu kutupların meydana getirdiği toplam manyetik alan değerinde azalma olur.

➢ **Endüvi reaksiyonuna karşı alınan önlemler:**

Endüvi reaksiyonunun, ana kutup alanının durumunu değiştirdiğini ve değerinde azalma meydana getirdiğini hatırlayalım. Bu etkileri azaltmak ve özellikle fırçaların devamlı yer değiştirmesine engel olmak için şu önlemler alınır:

- Kutup ayaklarını tarak şeklinde yapmak
- Kutup ayaklarına oluklar açmak
- Yardımcı kutup kullanmak
- Kompanzasyon sargısı kullanmak

1.2.2.6. Devir Sayısı ve Ayarı



YOL VERME REOSTASI

Motorların ilk kalkınma anında ve yol verme esnasında, endüviden geçen akımı güvenli sınırlar içinde tutmak için kullanılır. Yol verme direnci sürgü kolu kademeli dirençlerin bağlı olduğu madeni kontaklar üzerinde gezer. Yol verme direncinin L, M, R ile gösterilen üç ucu vardır. Bunlardan

L ucu şebekenin pozitif veya negatif ucunun birine,
M ucu şönt uyartım sargısının C ucuna,
R ucu endüvinin A ucuna bağlanır.

- **Devir sayısı ve ayarı**

Bir doğru akım motorunun devir sayısını bulmak için zıt EMK formüllerinden yararlanılır.

$$Eb = \phi.2p.\frac{n.Z.10^{-8}}{60.2a} \qquad Eb = K.\phi.n \qquad Eb = U - Ia.Ra \qquad K.\phi.n = U - Ia.Ra'dan$$

$$n = \frac{U - Ia.Ra}{K.\varnothing}$$ olarak bulunur.

Sonuç olarak, devir sayısı kutup gerilimi (U) ile manyetik akısına bağlıdır.

1.2.2.7. Doğru Akım Makinelerinde Kayıplar

Doğru akım makinelerinde (motor ve dinamoda) kayıplar

- **Bakır kayıpları:** Sargılardaki akım geçişinden dolayı ısı meydana gelir. Meydana gelen ısı joule kanununa göre $I^2.R$'dir. Bu ısı hiçbir işe yaramadığından bir kayıptır. Bakır kayıpları, endüvi bakır kaybı, şönt sargı bakır kaybı, seri sargı bakır kaybı, yardımcı kutup ve kompanzasyon sargısı bakır kayıplarıdır (P_{cu}).
- **Demir kayıpları:** Kutuplarda manyetik alandan dolayı, makinenın hareket eden kısımlarında, endüvi alanından dolayı kutup uçlarında kayıplar meydana gelir. Bu kayıplara demir kayıpları denir (P_{fe}). Demir kayıpları iki çeşittir: Histeresiz kayıpları (silisli saclarla önlenir), Fukolt kayıpları (silisli sacların bir yüzünün yalıtılarak paketlenmesiyle azaltılır).
- **Rüzgâr ve sürtünme kayıpları:** Yataklarda sürtünmelerden dolayı ve rotorun dönmesi esnasında hava ile sürtünmesi sırasında meydana gelen kayıplara denir ($P_{sürt}$).

1.2.2.8. Doğru Akım Makinelerinde Verim

Verim: Alınan gücün verilen güce oranına verim denir, makinenın gücü arttıkça verim de artar.

$$\eta = \frac{PA}{PV} = \frac{PA}{PA + PTK}$$ PA=Alınan güç, PV=Verilen güç, PTK=Toplam kayıplar

ÖRNEK

Makinede kaybolan güç 600 W, alınan güç ise 7100 W'tır. Buna göre makineye verilen gücü ve makinenın verimini hesaplayınız.

ÇÖZÜM

PV=PA+PTK = 7100+600=7700 W.

$$\eta = \frac{PA}{PV} = \frac{7100}{7700} = 0{,}92$$

1.2.3. Doğru Akım Motor Çeşitleri ve Bağlantı Şekilleri

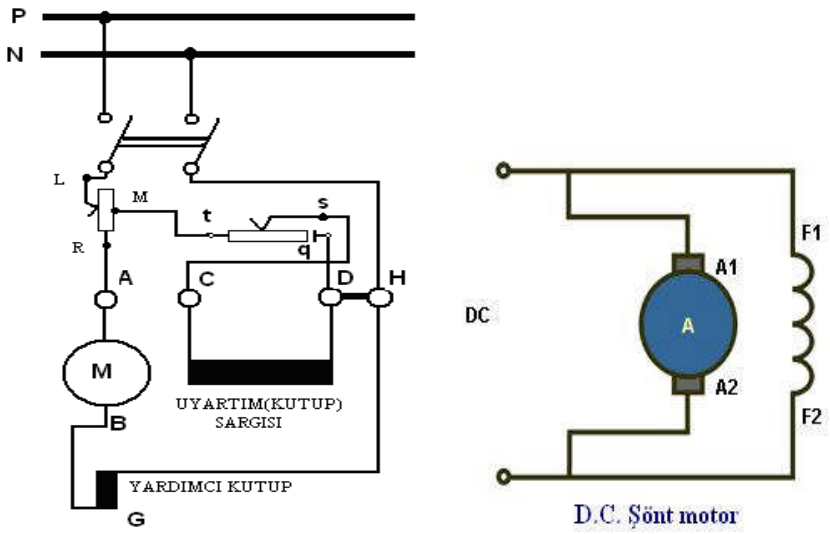
Doğru akım motorları endüvi ve endüktör sargılarının bağlantı şekillerine üç çeşittir: Şönt, seri ve kompunt (bileşke alanlı) motorlar.

1.2.3.1. Şönt Motorlar

Uyartım sargısının endüvi sargısına paralel bağlandığı doğru akım motorlarıdır (Bk. Şekil 1.50). Şönt motorun devir sayısı yük ile çok fazla değişmez, bu nedenle devir sayıları hemen hemen sabit kabul edilir.

Motorun devir sayısı kaynak gerilimi veya endüvi akımı ile kontrol edilebilir. Yol alma anındaki momentleri düşüktür, bu bakımdan aşırı yüklerde kolay yol almazlar.

Motor boşta çalışırken devir sayısı normal değerdedir. Motor boşta çalışırken endüvi sargılarından geçen akım seri motorda olduğu gibi, tehlikeli değerlere çıkmayıp normal değerinde kalır. Ancak uyartım devresindeki kopukluk devir sayısının tehlikeli değerler almasına neden olabilir, bu da özel tertiplerle önlenir. Motorun maksimum verimde çalışması için motorun sabit kayıplarının endüvi kayıplarına eşit olması gerekir. Motorun üreteceği moment endüvi akımıyla doğru orantılı olarak artar.



Şekil 1.50: Şönt motor prensip bağlantı şekli

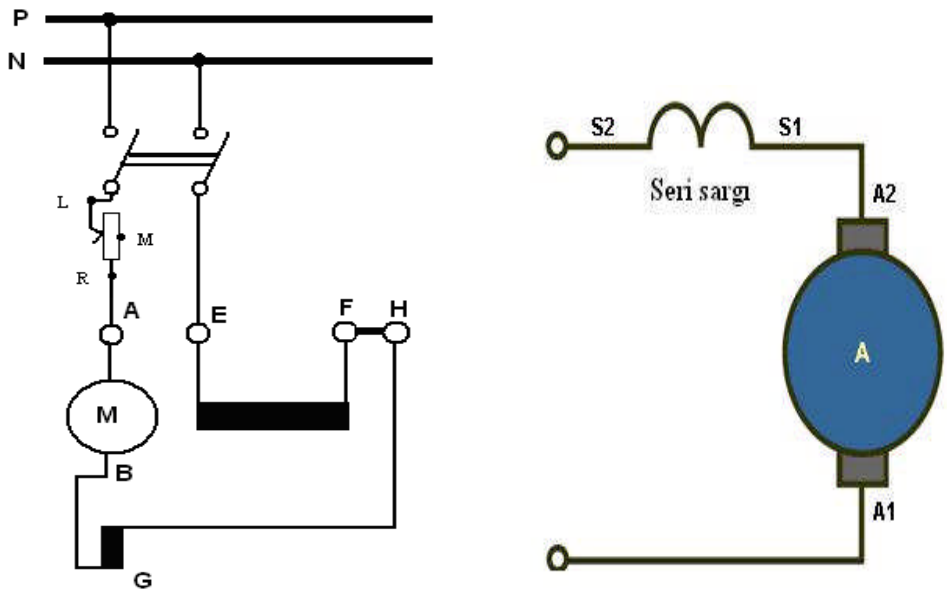
A-B: Endüvi sargı uçları (A1-A2)
C-D: Uyartım (kutup) sargı uçları (F1-F2)
G-H: Yardımcı kutup sargı uçlarını belirtir (Motorlarda yardımcı kutup varsa endüvinin B ucu ile yardımcı kutbun G ucu makine içerisinde birleştirilip klemens tablosuna H ucu çıkartılır).

Motora yol vermek için kullanılan yol verme direnci (yol verme reostası) L, M, R uçları ile belirtilir (L ucu şebekeye, M ucu uyartım sargısının C ucuna, R ucu endüvinin A ucuna bağlanır.).

Kullanıldığı yerler: Sabit devir sayısı istenen uygulamalarda kullanılır. Vantilatör, aspiratör, tulumbalar, kâğıt fabrikaları, dokuma tezgâhları, gemi pervaneleri, matbaa makineleri ve asansörler bu motorun kullanım alanlarındandır.

1.2.3.2. Seri Motorlar

Uyartım sargısı ile endüvi sargısının birbirine seri olarak bağlandığı doğru akım motoru çeşididir. Motor yüklendikçe devir sayısı hızla düşer. Bunun nedeni yük akımının aynı zamanda uyartım akımı olmasıdır. Akım arttığında manyetik akı (ϕ) da artacaktır ve $E=K.\phi.n$ formülüne göre manyetik akı arttığında devir sayısı düşecektir. Seri motorun yol alma momenti oldukça yüksektir, bu nedenle yol alma anında yüksek moment istenilen yerlerde kullanılır. Motor boşta çalıştığında ϕ değeri oldukça küçük bir değer alır. Dolayısıyla devir sayısı tehlikeli bir şekilde yükselebilir. Bu yüzden seri motor boşta (yüksüz) çalıştırılmamalıdır ve iş yerine ya dişli veya direkt olarak bağlanmalı, kayış veya zincirle hiçbir zaman bağlantı yapılmamalıdır.



Şekil 1.51: Seri motor prensip bağlantı şekli

A-B: Endüvi sargı uçları (A1-A2)
E-F: Uyartım(kutup) sargı uçları (S1-S2)
G-H: Yardımcı kutup sargı uçlarını belirtir (Motorlarda yardımcı kutup varsa endüvinin B ucu ile yardımcı kutbun G ucu makine içerisinde birleştirilip klemens tablosuna H ucu çıkartılır).

Çok küçük seri motorlara, yol almada endüvi akımı fazla yükselmediğinden ve şebeke için bir sakıncası olmadığından doğrudan doğruya dirençsiz yol verilebilir.

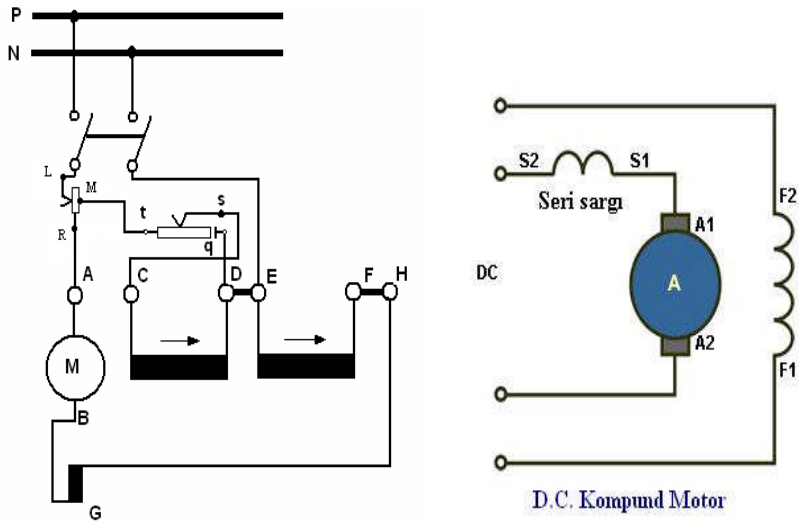
Kullanıldığı yerler: Seri motor, kalkınma momentleri çok yüksek olduğundan tren, tramvay, vinç ve asansör, kesici ve ayırıcı açma kapama işlerinde kullanılır. Seri motorlar taşıt araçlarında frenleme için dinamo olarak da kullanılmaktadır.

1.2.3.3. Kompunt Motorlar

Uyartım sargısı endüviye hem seri hem de paralel bağlanan motorlara kompunt motor (bileşke alanlı) denir. Kompunt motorların seri ve şönt sargı olmak üzere iki uyartım sargısı vardır. Seri sargı endüviye seri bağlı olup şönt alanı kuvvetlendirecek (eklemeli) veya zayıflatacak (çıkarmalı) yönde çalışır. Kompunt motorlar yapılış bakımından şönt ve seri motorların birleşmesinden meydana gelir. Kompunt motor başlangıçta *n* gibi bir devir sayısına sahiptir. Çünkü motorda bulunan şönt sargı, küçük de olsa bir akım çeker ve bir ϕ manyetik akısı oluşur.

Bağlantı şekillerine göre ters kompunt (Bk. Şekil 1.54) ve eklemeli kompunt (Bk. Şekil 1.53) gibi çeşitleri vardır. Ters kompunt motorda yükselen veya hiç değişmeyen devir

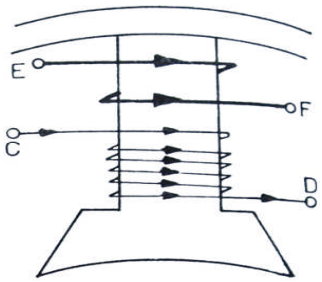
sayısı elde edilebilir. Eklemeli kompunt motorda devir sayıları sabit değildir. Eklemeli kompunt motorda yol alma momenti oldukça yüksektir. Buna karşın ters kompunt motorda yol alma momenti düşüktür.



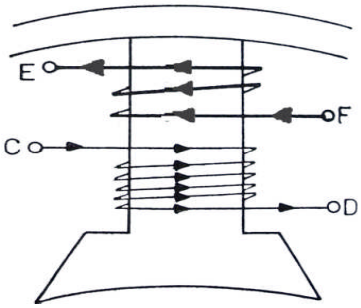
Şekil 1.52: Kompunt motor prensip bağlantı şekli

Kullanıldığı yerler: Eklemeli kompunt motorlar, seri motora benzer bir özellik gösterir. Bu nedenle seri motorun kullanıldığı yerlerde kullanılabilmektedir. Özellikle vinç, asansör ve hadde makinelerinde yaygın olarak kullanılır.

Ters kompunt motorlar ise fazla yol alma momenti istemeyen fakat yük ile devir sayısının değişmemesi gereken sinema makinelerinde, televizyon anten yönlendiricilerinde, dokuma tezgâhlarında ve buna benzer uygulamalarda kullanılır.



Şekil 1.53: Eklemeli kompunt bağlantı



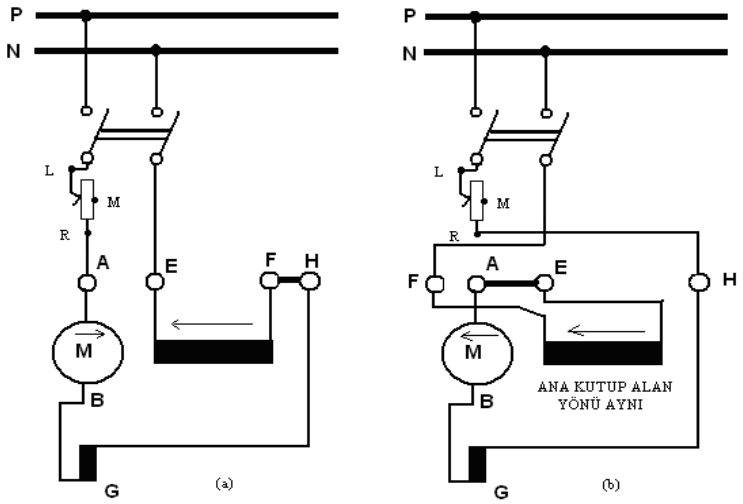
Şekil 1.54:Çıkarmalı kompunt bağlantı

1.2.3.4. Doğru Akım Motorlarının Devir Yönünün Değiştirilmesi

Doğru akım motorlarının devir yönünün değiştirilmesi iki türlü yapılmaktadır:

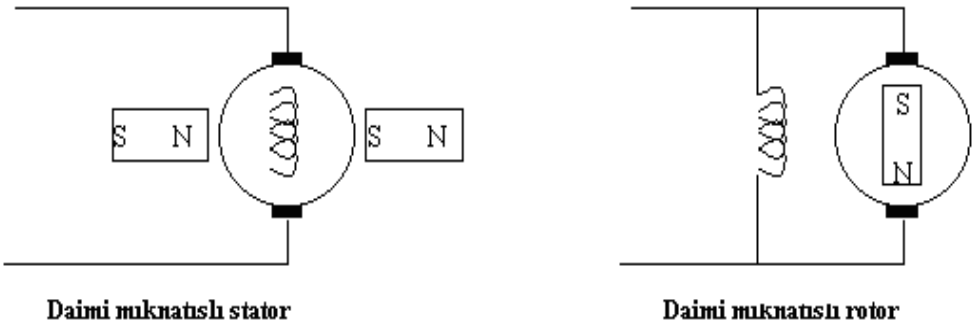
- Endüviden geçen akımın yönünü değiştirerek (Bk. Şekil 1.55)
- Ana manyetik alanın yönünü değiştirerek

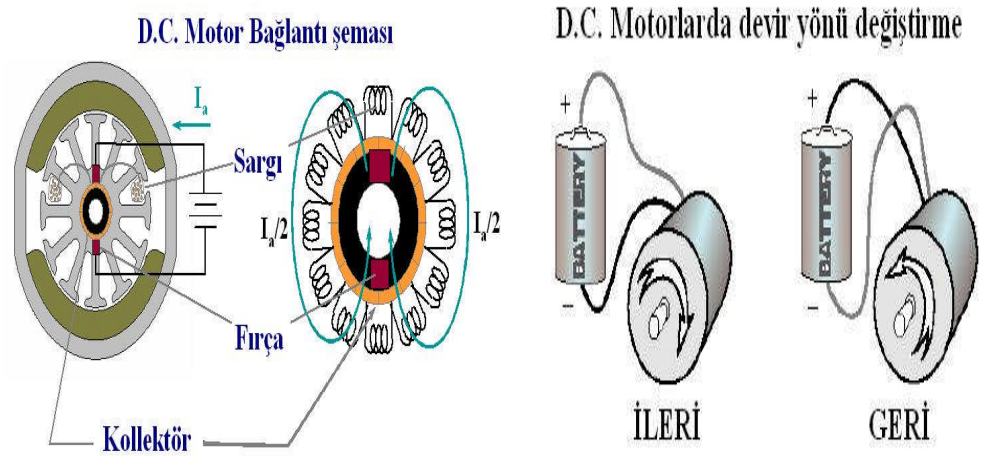
Bunlardan birinde değişme olursa motor yönü değişmiş olur. Her ikisi de aynı anda değişirse devir yönü değişmez.



Şekil 1.55: Seri motorun endüvi akım yönü değiştirerek devir yönünün değitirilmesi

Sabit kutuplu doğru akım motorunun devir yönü değiştirmek için, gerilim uçları ya da esas alan sargı uçlarından herhangi birisi değiştirilir (Bk. Şekil 1.56).



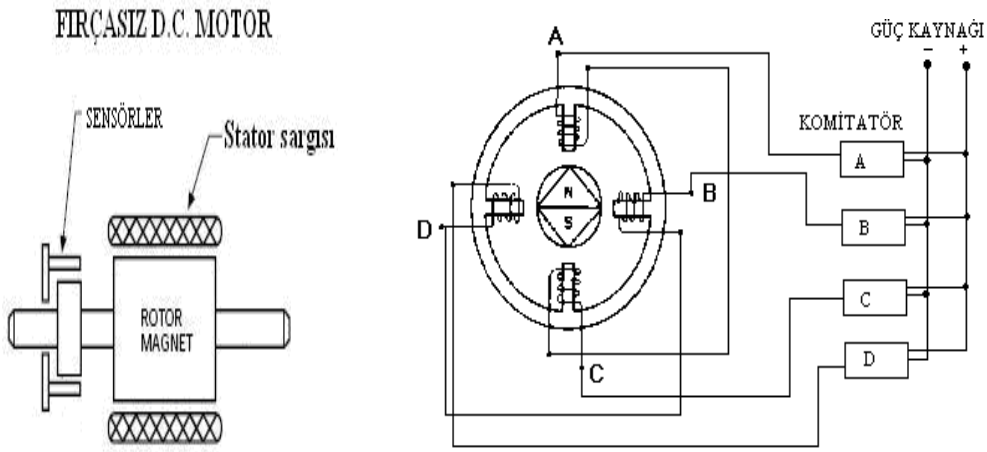


Şekil 1.56: Sabit kutuplu motor ve devir yönünün değiştirilmesi

1.2.4. Fırça ve Kolektörsüz Doğru Akım Motorları

Fırça ve kolektörü bulunmayan motorlara PM (permanent magnet-sabit mıknatıslı) denir. Fırça ve kolektörlerin görevini dağıtıcı ve pozisyon sensörü yaparlar. Bu motorlar fırça ve kolektörlü motorlardaki kolektör ve fırçaların motor çalışması sırasında meydana getirdiği elektrik arkını önlemek, bunun sebep olduğu gürültüyü ve arızaları ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilen motorlardır.

Bu tip bir motor temel itibariyle rotor (endüvi), stator (endüktör), komitatör (dağıtıcı) ve pozisyon sensöründen meydana gelir. Şekil 1.57'de görüldüğü gibi fırça ve kolektörlerin yerini A, B, C, D ile gösterilen komitatörler almıştır. Bu kutucukların içinde transistör veya tristörler vardır. Bu komitatörler A, B, C, D sargılarından akım geçirerek döner bir alan oluşturur. Kaynak gerilimleri düşüktür. Yaygın olarak kullanılan kaynak gerilimi 24 volttur. En önemli dezavantajı ekstradan yarı iletken malzeme ve sensör gerektirmesidir. Böylece motorun maliyeti artmaktadır.

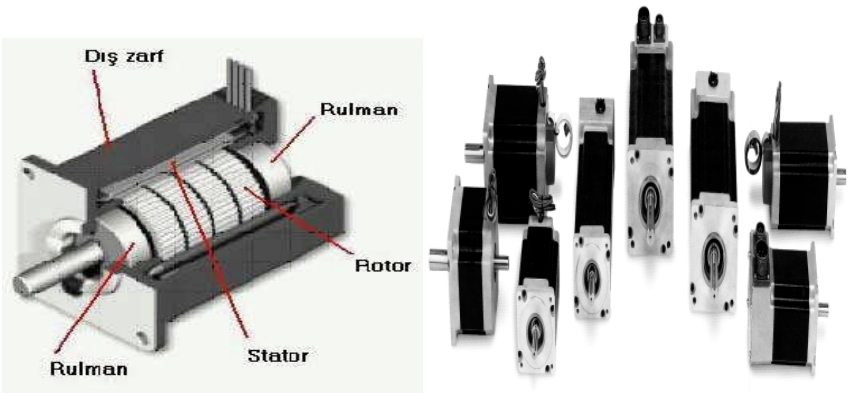


Şekil 1.57: Fırçasız DA motor ve sürücüsü

1.2.5. Step (Adım) Motorlar

Bir motora elektrik palsleri uygulayınca mekanik bir hareket (dönme) yapabiliyorsa bu tip motorlara step motorlar denir. Kısaca dijital bilgileri mekanik harekete çeviren yani transdüser olarak görev yapan motorlara denir.

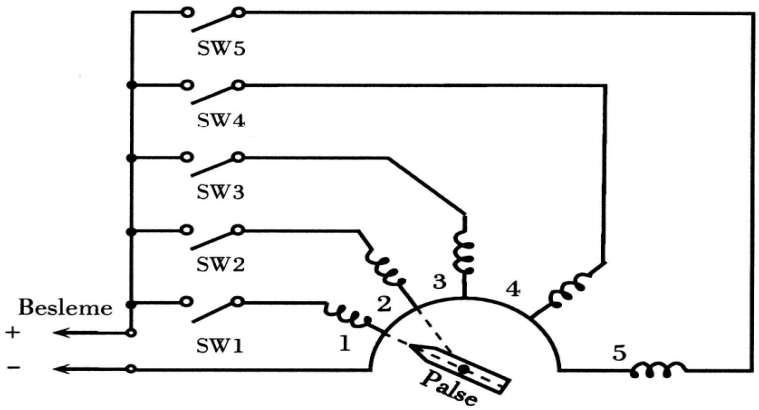
Step motora giriş pals uygulandığı zaman belli bir miktar döner ve durur. Bu dönme miktarı motorun yapısına göre belli bir açı ile sınırlandırılmıştır. Step motorda rotorun dönmesi, girişe uygulanan pals adedine bağlı olarak değişir. Girişe tek bir pals verildiğinde rotor tek bir adım hareket eder ve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



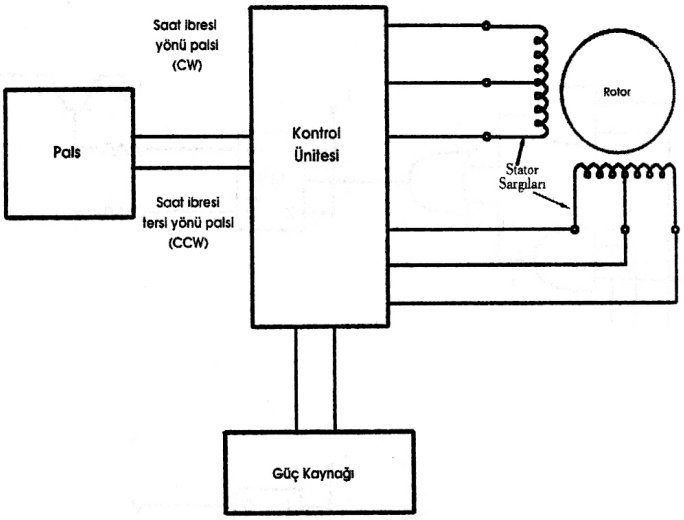
Şekil 1.58: Step motorlar ve iç yapısı

1.2.5.1. Step Motorun Çalışma Prensibi

Adım motorun çalışma prensibi Şekil 1.59'da gösterilmiştir. Anahtarlar (SW) yardımıyla sargılara enerji uygulandığında rotor enerji uygulanan sargının karşısına gelerek durur. Bu dönme miktarı motorun yapısına bağlı olarak değişir. Bu dönme açısı adım motorlarda belirleyici bir parametredir. Adım motoru sürekli hareket ettirilmek istenirse sargılara sırasıyla enerji verilmelidir. Bir sargıya enerji verildiğinde rotor sargının karşısına gelerek durur. Diğer sargıya enerji verinceye kadar burada kilitlenir. Bu da adım motorların bir özelliğidir. Step (adım) motorları sürücüler ile kontrol edilir (Bk. Şekil 1.60).



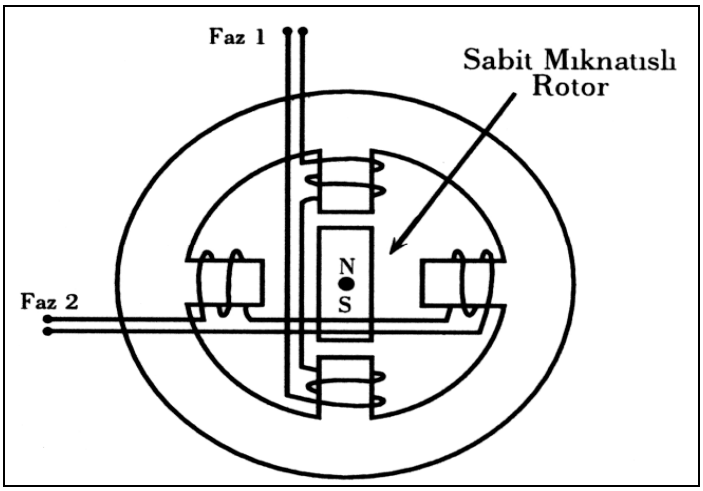
Şekil 1.59: Step (adım) motorun çalışma prensip şeması



Şekil 1.60: Adım motor sürücü devresinin blok diyagramı

1.2.5.2. Sabit Mıknatıslı İki Fazlı Adım Motor

En basit olarak sabit mıknatıslı adım motoru, oyuklu dört kutuplu stator içinde dönen iki kutuplu sabit mıknatıslı rotordan meydana gelmiştir. Böyle bir adım motorun yapısı şekil 1.61'de verilmiştir.



Şekil 1.61: Sabit mıknatıslı iki fazlı step motor

Bu motorun çalışması (Bk. Şekil 1.61), temel çalışma prensibinde açıklandığı gibidir. Birinci sargıya (faz 1'e) gerilim uygulandığında rotor, bu sargıların karşısında duracak şekilde hareket eder.

Birinci sargı gerilimi kesilip ikinci sargıya (faz 2'ye) gerilim uygulandığında rotor, bu kez ikinci sargıların karşısında olacak şekilde döner ve durur. Bu şekilde 90°lik dönme tamamlanmıştır (birinci adım=360º:4=90º).

Dönmenin devamı için bu kez faz 1'e uygulanacak gerilim öncekinin tersi yönünde olmalıdır. Bu dönüşün aynı yönde olması için bir şarttır. Çünkü faz 1'e gerilim değiştirilmeden uygulansaydı rotor ilk durumuna geri dönecekti. Bir ileri bir geri hareket ise dönme hareketi vermeyecektir.

1.2.6. Servo Motorlar

1d/d'lik hız bölgelerinin altında bile kararlı çalışan hız-moment kontrolü yapan yardımcı motorlara veya akımı bilezikler üzerinden devresini tamamlayan motorlara servo motor denir. Servo motorlar yardımcı amaçlı motorlardır. Servo motorların anma güçleri yaklaşık 5 kW kadardır. Bunların beslenmesi bir elektronik devre üzerinden yapılır. Fırçalı doğru akım motorları da servo motorlar grubuna girer.

Servo motorlar, elektrik santrallerinde alternatör devir ayar sistemlerinde, endüstriyel aletlerde vb. yerlerde kullanılır.

Servo motorlar konum kontrolu yapan, otomatik kontrol sistemlerinde çok kullanılan özel motorlardır. Büyük güçlerin kumanda etmesi gerektiği otomatik kontrol sistemlerinde geleneksel DA ve AA motorlar kullanılır. Servo motorlar DA ve AA servo motor olmak üzere iki çeşittir.

- **DA (DC) Servo Motorlar**

Bu motorlar klasik DC motorlar gibi imal edilirler. Bu motorlar küçük yapılıdır ve endüvileri (yükseklik-uzunluk/çap oranıyla) kutup atalet momentini minimum yapacak şekilde tasarlanır. Küçük çaplı ve genellikle içerisinde bir kompanzasyon sargısı olan, kuvvetli manyetik alanlı, boyu uzun doğru akım motorlarına servo motor denir. Doğru akım servo motorunda, yüksek bir döndürme momenti ve aşırı yüklenebilirlik elde etmek için özellikle şiddetli bir manyetik alan oluşturulmalıdır.

DC servo motorun en büyük dönme momenti kısa çalışmalar sırasındadır. Özellikle hızlı tepkili servo motorlar için motorun milinde içerisinde demir bulunmayan doğru akım motorları kullanılır. DC servo motorlar yaklaşık 1 kW'a kadar olan güçlerde yapılır.

Çalışması: Bu motorlar endüktör, endüvi, gövde, fırça ve kolektörlerden meydana gelir. Motorun dönme hareketi, endüktör sargılarına uygulanan DC akımın oluşturduğu manyetik alan ile aynı DC akımın fırça ve kolektörden geçirilerek endüvi sargılarına uygulanması sonucu oluşan endüvideki manyetik alanın etkisi sonucu meydana gelmektedir.

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

Bu motorlar kutup yapıları itibariyle sabit mıknatıslı ya da elektromıknatıslı oluşlarına göre iki şekilde yapılırlar.

Resim 1.11: Servo motorlar

UYGULAMA FAALİYETİ

Doğru Akım Güç Kaynak ve Motorlarının Seçimini yapabilmek için aşağıdaki uygulamaları yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Akü çeşitlerini seçiniz. ➢ Akü şarj redresörünü seçiniz. ➢ Bakımsız akü ve redresör grubu cihazını seçiniz. ➢ Doğru akım motorlarını seçiniz. ➢ Sabit mıknatıs kutuplu motorun devir yönünü değiştiriniz.	➢ Akü, redresör ve motorların kataloglarını inceleyiniz. ➢ Akülerin açık (bakımlı), yarı açık (az bakımlı), kapalı (bakımsız) tipte olduğunu unutmayınız. ➢ Seçeceğiniz akülerin 12 voltluk olmasına dikkat ediniz. ➢ Aküleri taşırken dikkatli olunuz. ➢ Akü şarj redresörünün otomatik (aküleri sürekli şarjda tutacak) ve korumalı tipte olmasına dikkat ediniz. ➢ Akü şarj redresörlerinin kademeli (12- 24 V) olmasına dikkat ediniz. ➢ Cihazın çıkışının 24 V olmasına ve içindeki akünün bakımsız (kuru) tip olmasına dikkat ediniz. ➢ Doğru akım motorlarının sabit mıknatıslı ve elektromıknatıslı tipte olacağını unutmayınız. ➢ Seri, şönt, kompunt motorların aralarındaki farkları tespit ediniz. ➢ Step (adım), servo motorlarının özelliklerini hatırlayınız. ➢ Doğru akım motorlarının sargı uçlarını ölçü aletleri ile tespit ediniz. ➢ Sabit mıknatıs kutuplu motorun devir yönünün nasıl değiştirildiğini hatırlayınız. ➢ Motorun doğru akım motoru olduğunu unutmayınız. ➢ Motora etiketinde yazılı olan gerilim değerini uygulayınız. ➢ Enerji varken kesinlikle kablolara dokunmayınız. ➢ İşlemlerinizde uygun el ve güç aletlerini kullanınız. ➢ İşlemlerde işgüvenliği tedbirlerine uyunuz.

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. Doğru akım güç kaynağı çeşitlerini seçebildiniz mi?		
2. Doğru akım motor çeşitlerini seçebildiniz 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. Bir fazlı yarım dalga doğrultma devresinde çıkış ortalama gerilim değeri sekonder geriliminin kaç katıdır?

A) 0,80 **B)** 0,90 **C)** 1 **D)** 0,45

2. Bir fazlı köprü tipi tam dalga doğrultma devresinde çıkış ortalama gerilim değeri sekonder geriliminin kaç katıdır?

A) 0,80 **B)** 0,90 **C)** 1 **D)** 0,45

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

3. (…) Güç kaynağının çıkış uçlarında gerilimin sürekli değişmesi için gerilim regüle devreleri kullanılır.

4. (…) Akü şarj redresörleri sistemi aşırı akım, aşırı gerilim ve aşırı sıcaklık durumlarında kendini koruyabilecek elektronik devrelere sahip olmalıdır.

5. (…) Kurşun-asit akümülatörlerde elektrolit olarak sülfirik asit kullanılır.

6. (…) Sıcak ülkelerde kullanılan bataryalarda elektrolit yoğunluğu azaltılır.

7. (…) Bataryalarda kurşun ızgaraya eklenen antimonun yerini kalsiyum almıştır. Böylece gaz oluşumu azaltılmıştır.

8. (…) Kompunt motorlarda seri sargı ve şönt sargı akım yönleri, eklemeli kompuntta ters, çıkartmalı kompuntta aynı yöndedir.

9. (…) Sağ el kuralı manyetik alan içerisinde akım geçirilen bir iletkenin alan dışına itilme yönünü bulmak için kullanılır.

10. (…) Doğru akım motorlarının devir yönünü değiştirmek için, endüviden geçen akımın ve ana manyetik alanın yönü beraber değiştirilmelidir.

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.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, uygun ortam sağlandığında standartlara ve yönetmeliklere uygun olarak, doğru akım güç kaynağı ve motor montajını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Trafo merkezlerinde kullanılan doğru akım güç kaynağı montajı nasıl yapılıyor, araştırınız.
- Kesici ve ayırıcılarda açma kapama doğru akım motoru montaj ve bağlantıları nasıl yapılıyor, araştırınız.
- Araştırma işlemleri için internet ortamı, elektrik taahhüt firmaları, elektrik iletim ve dağıtımı yapan kuruluşları kullanabilirsiniz. Bu araştırmaları yaparken güvenlik tedbirleri alınması gereken yerlerde güvenlik tedbirlerinin alınmasına dikkat ediniz. Araştırmanızı rapor hâline getirerek arkadaşlarınıza sununuz.

2. DA GÜÇ KAYNAĞI VE MOTORLARI MONTAJI

2.1. Akü ve Redresör Montajı

Yüksek gerilim tesislerinde koruma röleleri, kesici ve ayırıcı kumandaları, acil aydınlatma ihtiyacı için doğru akıma ihtiyaç vardır. Bu ihtiyacı güç kaynakları karşılamaktadır, elektrikler kesildiğinde devamlı şarjda tutulan akümülatörler doğru akım enerjisini karşılar.

2.1.1. Akü Montaj Yerinin Özelliği

Aküler (açık tip-bakım gerektiren) işletme esnasında, asit buharı ile hidrojen ve oksijen çıkarırlar. Asit buharının korozyon, hidrojenin tutuşma özelliği, bunların akü odasından, enerji odasının diğer bölümlerine yayılmadan bina dışına atılmasını gerektirmektedir. Söz konusu nedenle, aküler için ayrı oda yapılır.

- **Akü odasının belirlenmesi ve düzenlenmesinde, aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:**
  - Akü odası rutubetsiz olmalıdır.
  - Akü odası sürekli güneş ışınlarına maruz bulunmamalıdır.
  - Yeterli derecede aydınlatılmalıdır. Aydınlatma tesisatı gaz sızdırmaz özellikte olmalıdır, böylece yangın ihtimali ortadan kaldırılmış olur.
  - Akü odasının duvarları açık renk, asite dayanıklı yağlı boya ile boyanmalı veya benzeri özellikteki inşaat malzemeleri ile kaplanmalıdır.
  - Akü odasının tabanı, kaymayacak kadar düz olmalı ve asite dayanıklı herhangi bir malzeme ile kaplanmalıdır.
- **Akü odasının boyutlarının belirlenmesinde aşağıdaki iki husus dikkate alınmalıdır:**
  - **Kurulacak akü gruplarının boyutları**

Akü hücreleri dizilerek grup teşkil ettiklerinde özellikle tabanda işgal edecekleri alan büyüktür. Akü bakımından sorumlu elemanların, ölçüm kontrol ve temizlik gibi işleri rahatlıkla yapabilmeleri için gerekli boş saha da akü odası boyutlarının tayininde en önemli faktördür.

  - **Akünün çıkaracağı hidrojen miktarı**

Akülerin, hücre basma 2,3 voltun üstündeki şarjları süresince, hidrojen ve oksijenden oluşan gazlanma olayı meydana gelir. Havadan daha ağır olan hidrojen, özellikle tabana yakın seviyede yoğunlaşır. Bu gaz, havalandırma sistemi ile bina dışına atılmazsa akü odasında birikerek patlama tehlikesi oluşturur. Akü odasının hacmi ne kadar büyük olursa söz konusu tehlike o kadar az olur. Aynı zamanda havalandırma sisteminin gücü de aynı oranda küçük olur. Diğer bir ifade ile zorunluluk nedeniyle akü odası küçük seçilmişse havalandırma sisteminin gücü aynı oranda büyütülmelidir.

2.1.2. Akü Şarj Redresörü Montajı

Yüksek gerilim tesislerinde genellikle 24, 48 veya 110 voltluk doğru gerilimler kullanılmaktadır. Bu gerilimi karşılamak için akümülatörler seri bağlanmaktadır. Ayrıca akü kapasitelerinin (akım) arttırılması için aküler paralel bağlanırlar. Akü şarj redresörü bir panel üzerine monte edilmelidir. Şarj redresörünün kutusundaki soğutma kanal delikleri kapanmayacak şekilde monte edilmelidir. Şarj redresörü sürekli enerjili olacağından ısınmaması önlenmelidir. Redresör enerjiliyken montaj ve bağlantıları yapılmamalıdır.

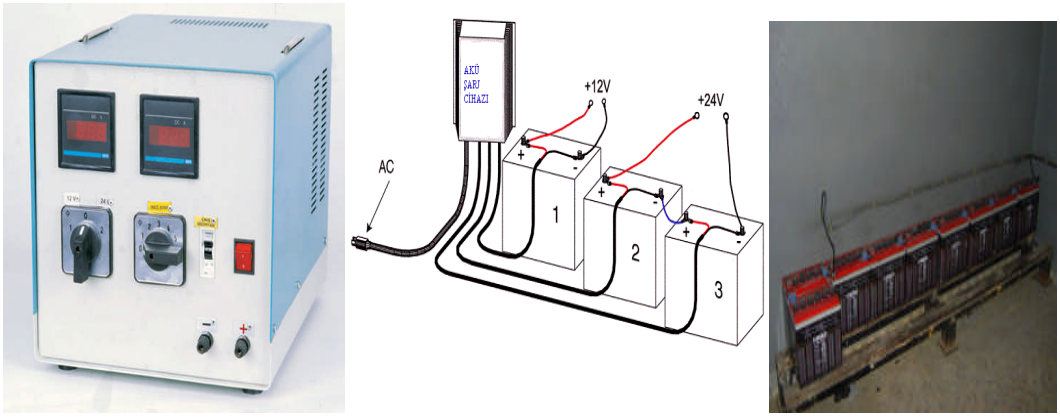
Resim 2.1: Akü şarj redresörü

2.1.3. Akü Montajı

Akü gruplarının, yerleştirilmesinde akü dizişi ile duvar arasında en az 30 cm, diziler arasında ise en az 60 cm mesafe bulunmalıdır. Bu düzenleme, akünün bakımından sorumlu elemanlara hareket rahatlığı kazandıracak, akülerin bakımım kolaylıkla yapma imkânı verecektir. Akülerin alt yüzeyi, oda tabanından yalıtkan altlıklarla yükseltilmelidir. Bu iş için, akü imalatçısının verdiği altlıklar kullanılmalı veya imalatçı önerilerine uygun olarak hazırlamalı ve monte edilmelidir.

Haricî köprülerin bağlanmasında kaza ile hücre kutuplarının kısa devre olmasını önlemek için üzeri yalıtkan kaplı takımlar kullanılmalıdır. Akü, şarj cihazına bağlanır (pozitif-pozitife, negatif -negatife). Kutup bağlantısının ters yapılmamasına dikkat edilir. Kutup cıvataları imalatçı firma önerilerine uygun değerde sıkılmalı, böylece aşırı sıkma sonucu çatlamalar veya gevşek sıkma sonucu, işletme esnasındaki aşırı ısınma ihtimali ortadan kaldırılmalıdır. Akü kutuplarının ve hücreler arası bağlantı köprülerinin metalik kısımları kontrol edilmeli, gerekiyorsa korozyona karşı ince bir tabaka hâlinde vazelin sürülmelidir.

Yüksek gerilim tesisinde kullanılan doğru gerilim genellikle 24 volt olduğundan, 12 voltluk aküler seri bağlanarak 24 volt elde edilir (Bk. Şekil 2.1). Akülerin bağlantılarında uygun kablolar kullanılmalıdır (Bk. Şekil 2.2 ve Şekil 2.3). Akülerden çıkan kablolar tesisteki bağlantı klemenslerine uygun yöntemle takılır.



Şekil 2.1: Redresör ve akülerin bağlantıları

- **Akü ve Redresör Bağlantılarında Kullanılan Kablolar**
  - **NVV(TS) - VDE karşılığı NYM**

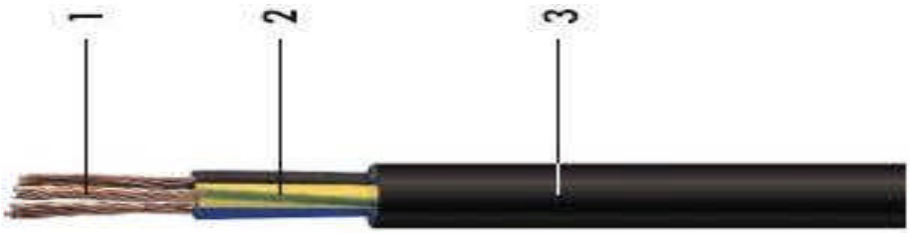
Şekil 2.2: NVV kablo

[1. Bir veya çok telli bakır iletken, 2. Protodur yalıtkan, 3. Dolgu, 4. Protodur manto (kılıf)]

Bir veya çok telli, bakır iletkenli, bir veya çok damarlı protodur (PVC bazlı özel bir termoplastik) yalıtkanlı, protodur dış kılıflı antigron alçak gerilim kablosudur.

Toprak altına döşenmez. Çeşitli kesitte ve damarlı yapılmaktadır (1,5 - 2,5 – 4 – 6 – 10 - 16 mm² ve 2, 3, 4 damarlı...).

- **H03VV-F(TS) –Eski TS sembolü FVV**



Şekil 2.3: HO3VV-F kablo

(1. İnce çok telli bakır iletken, 2. Protodur yalıtkan, 3. Protodur dış kılıf)

Mekanik zorlamaların az olduğu kapalı ve kuru yerlerde hareketli irtibat kablosu olarak kullanılır. İnce çok telli bakır iletkenli, çok damarlı, protodur yalıtkanlı, protodur dış kılıflı, fleksibl kablolardır. Standart kesitleri 0,50 x (2, 3 veya 4 damarlı) - 0,75 x (2, 3 veya 4 damarlı) olarak yapılmaktadır (H-Harmonize tip, 03-300 volt gerilim, V-PVC yalıtkan, F-Fleksibl ince çok telli).

2.1.4. Çalışma Testi

Akü ve redresör montaj ve bağlantılarını yaptıktan sonra, redresöre enerji verilir. Çıkış gerilimi ve akımı kontrol edilir. Redresör üzerindeki akü ampermetresinden, uygun şarj akımı gözlenmeli, sıfır gösteriyorsa ilgili devrelerde bağlantı kopukluğu aranarak aksaklık

giderilmelidir. Gerekirse akü elektrolit yoğunluğu ölçülmelidir, ölçüm yapılırjken elektrolit asit olduğundan çok dikkat edilmelidir. Elektrolit yoğunluğu gr/cm³ veya bome derecesi cinsinden ölçülür. Ölçümde hidrometre kullanılır.

Hidrometrenin Kullanılması: Elektrolit yoğunluğu, çoğunlukla hidrometre denilen aletle ölçülür. Alet, ölçekli bir cam şamandıranın sıvı içinde yüzmesi esasına göre çalışır. Şamandıra yoğunluğu düşük elektrolite daha çok dalar, yoğunluğu yüksek elektrolitte ise yüzeye yakın seviyede yüzer.

Hidrometre, üst tarafına bir lastik top, alt ucuna ince bir lastik hortum takılmış cam bir tüptür, içinde ölçekli bir şamandıra vardır. Lastik top elle sıkılarak lastik hortum elektrolit içine daldırılır. Top yavaş yavaş bırakılarak cam tüp içine elektrolit çekilir. Ölçekli şamandıra elektrolitte yüzerken sıvının yüzeyi hizasındaki ölçekte yoğunluk değeri okunur.

gr / cm³	Bome Derece
1,230	26,9
1,240	27,9
1,260	29,7
1,270	30,6
1,280	31,5

Şekil 2.4.: Akü test işlemlerinde gözlük ve eldiven kullanımı, bome derecesi tablosu

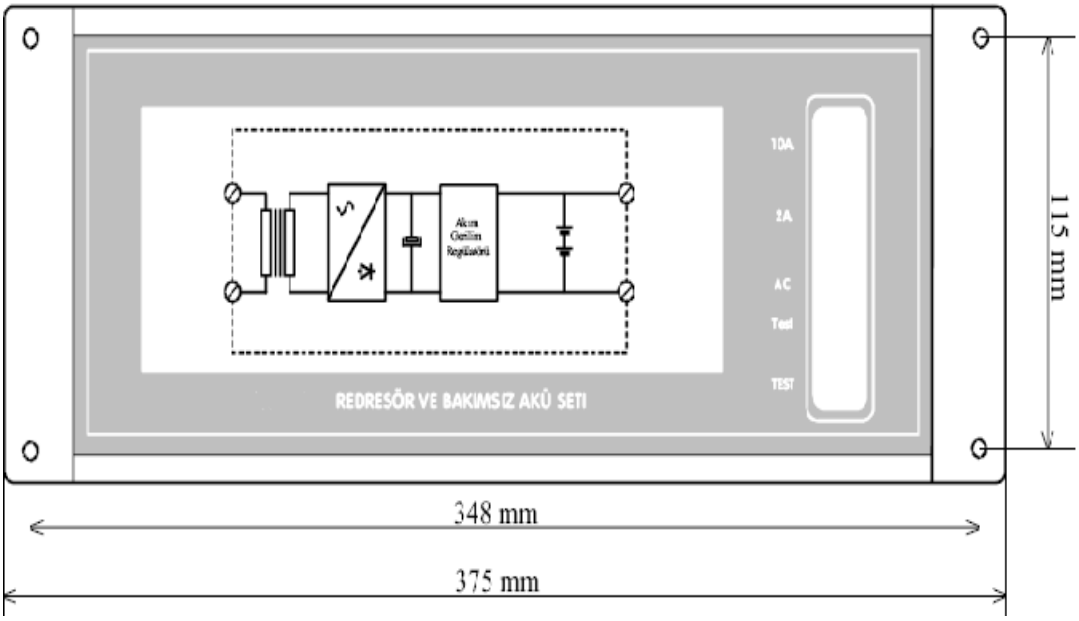
2.2. Bakımsız Akü ve Redresör Grubu Cihazı Montajı

Özellikle küçük trafo merkezlerinde akü ve redresör grubu cihazları kullanılmaktadır. Bu cihazlarda bakımsız akü kullanıldığı için ayrı bir akü odasına gerek yoktur. Montajı tesisin herhangi bir yerine yapılabilir.

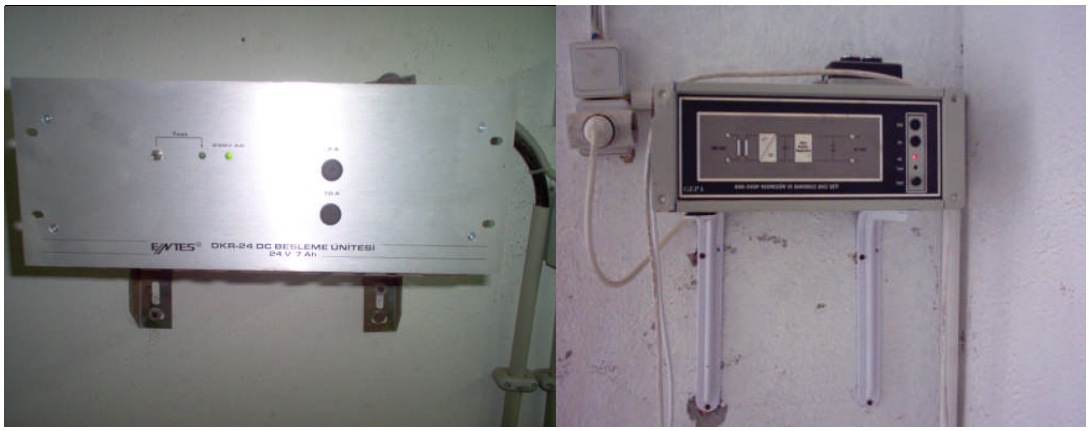
2.2.1. Bakımsız Akü ve Redresör Grubu Cihazı Yerine Montajı

Bu cihaz bir platform üzerinde duvara monte edilmelidir. Montaj platformu cihaz boyutlarına göre hazırlanıp duvara uygun şekilde tutturulur, daha sonra cihaz platforma monte edilir. Montajın yerden yüksekliği fazla olmamalıdır.

Resim 2.2: Akü ve redresör grubu duvara montaj konsol ve sacı



Şekil 2.5: Akü ve redresör grubu cihazı montaj boyutları

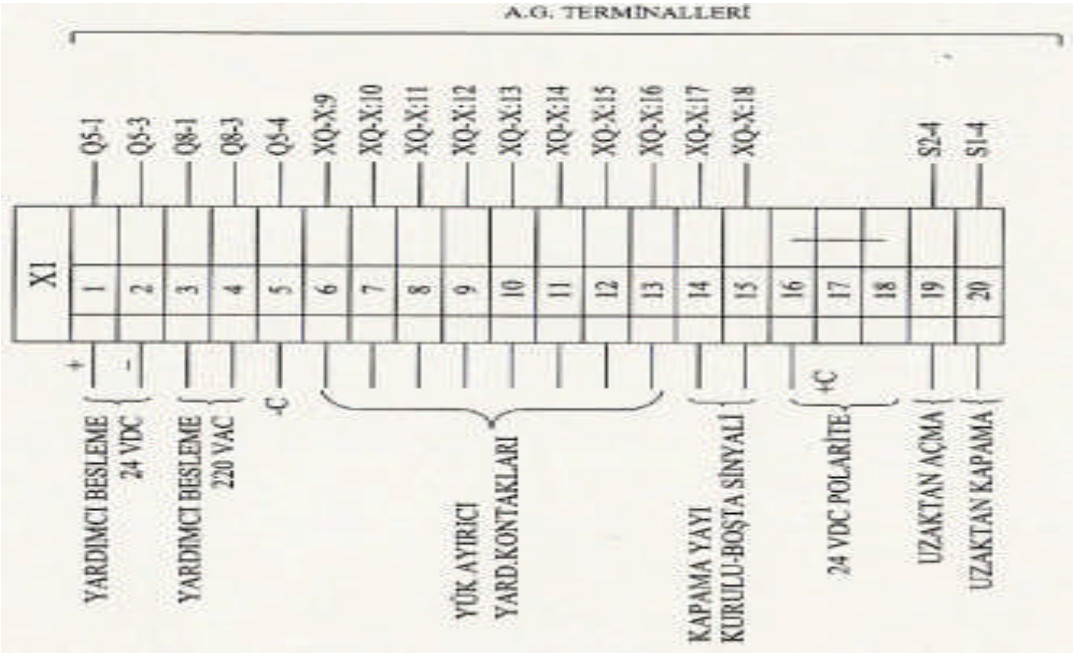


Resim 2.3: Akü ve redresör grubu cihazları duvara montajı

Resim 2.4: Akü ve redresör grubu cihazları ön paneli

2.2.2. Cihaz Bağlantıları ve İşletmeye Alma

Cihaz sisteme arka tarafında bulunan dörtlü klemens vasıtasıyla bağlanır. Önce, polariteye dikkat ederek (+) ve (-) terminallerin bağlantısı yapılır, daha sonra enerji olmadan 220 V AC bağlantısı yapılır. Cihazdan çıkan 24 volt doğru gerilim kablosu plastik kapalı tip kanallardan geçirilerek modüler hücrelerdeki klemens yerlerine (Bk. Şekil 2.6) bağlanır. Kullanılacak kablolar akü bağlantılarında gösterilen kablolar olacaktır. Bakımsız akü redresör gurubu, kullanıma aküleri tam şarjlı durumda sevk edilmektedir. Bağlantılar bittikten sonra cihaza enerji verilir, cihaz enerjilendiğinde ön panelde bulunan AC sinyal lambası yanar. Ön paneldeki TEST butonuna basarak cihazda DC gerilim olup olmadığı gözlenebilir. Ön panelde ayrıca AC giriş gerilimi için 2 A, çıkış için 10 A olmak üzere iki adet cam sigorta bulunur.



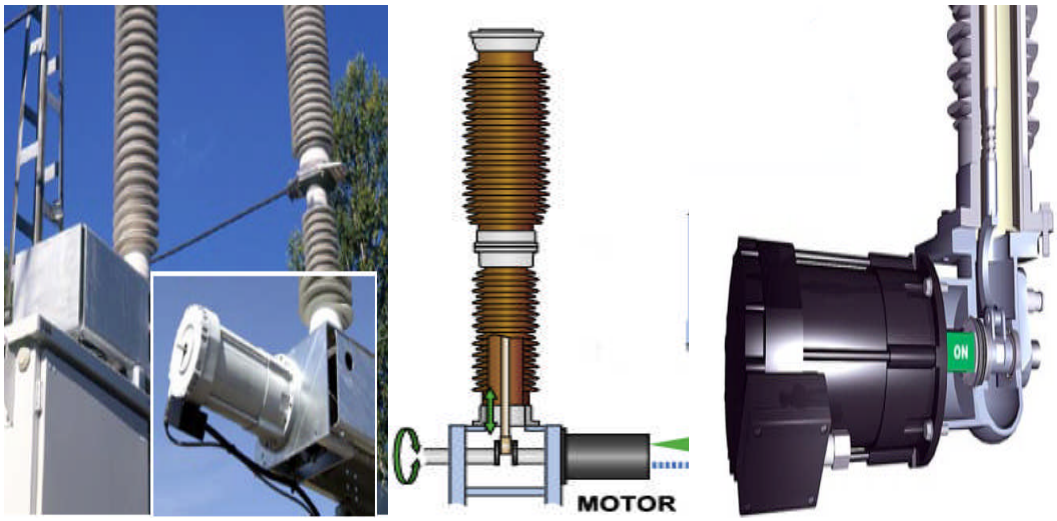
Şekil 2.6: Yük ayırıcılı modüler hücre A.G. klemens terminalleri

2.3. Doğru Akım Motorları Montajı

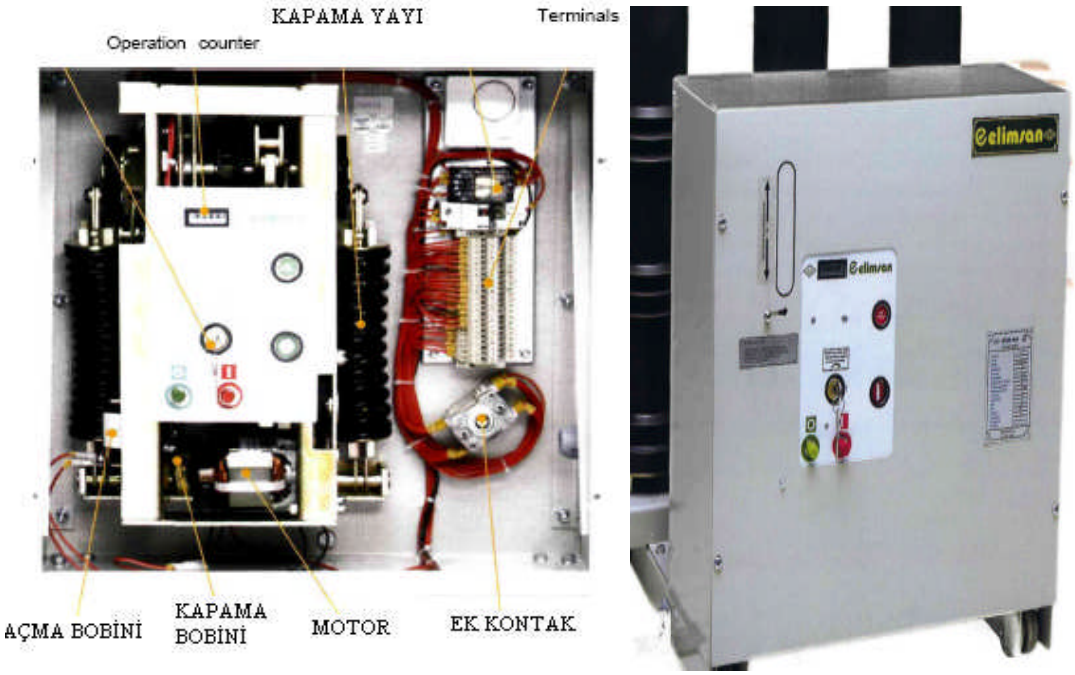
Yüksek gerilim tesislerinde kesici, ayırıcıların açma ve kapama işleminde motorlardan ve bobinlerden faydalanılmaktadır. Bu motorlar, seri motorlar veya sürücü ile birlikte servo motorlar olabilmektedir. Bu motorların çalışma gerilimleri, 24- 48- 110 volttur. Kesicilerin bazılarında motorlu kurma sistemi vardır, bazılarında sonradan takılabilecek şekilde hazırlanmıştır. Motor montajında en önemli husus yardımcı besleme gerilimine uygun motorun seçilmesidir ve üretici firmaların montaj talimatlarına uyulmasıdır.

2.3.1. SF6 Gazlı Kesici Açma Kapama Mekanizması Motoru

Şekil 2.7’de bir şalt sahasında bulunan kesicinin kontaklarını direkt olarak açma kapama yaptırabilen bir servo motor görülmektedir, bu motor sürücü ile çalıştırılmaktadır. Şekil 2.8’de ve şekil 2.9’da SF6 gazlı kesici açma kapama bobinleri ve kurma motoru görülmektedir.



Şekil 2.7: Şalt sahası kesici açma-kapama (direkt) servo motoru (110 Volt)

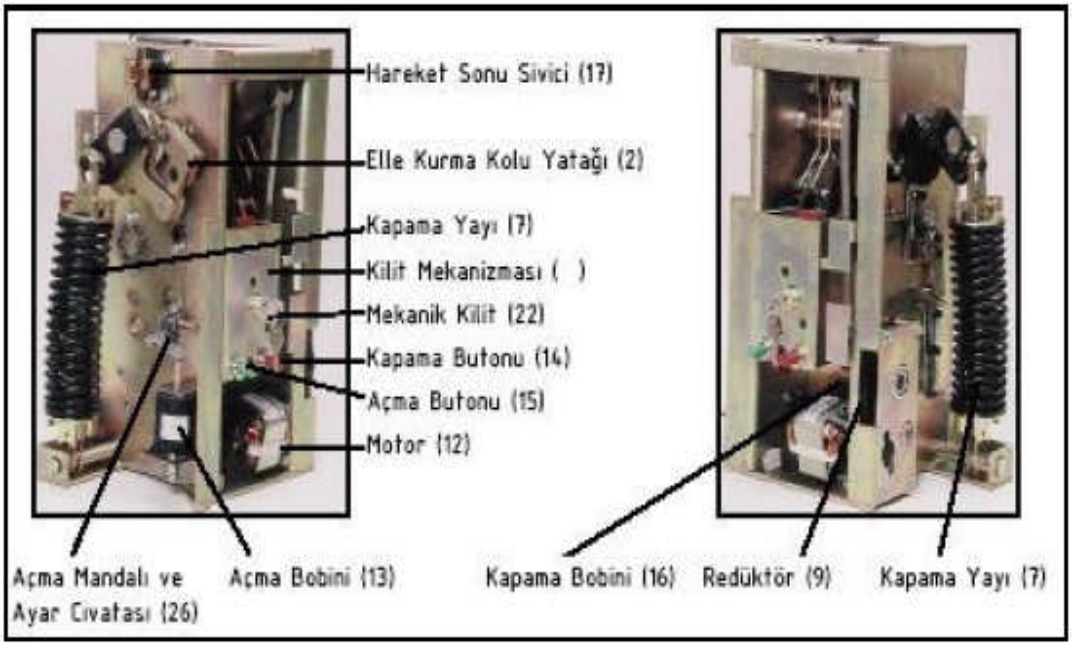


Şekil 2.8: SF6 Kesici açma kapama bobinleri ve motoru önden görünüşü

SF6 gazlı kesici tahrik mekanizması; Kurulabilen açma ve kapama yayları ile donatılmıştır. Mekanizma, elektrik motoru ile veya elle kurulabilir. Kurulan kapama yayları, üzerlerinde enerji depolar ve bu enerjiyi kapama kumandası ile hareket iletim kolları

vasıtasıyla kutuplara iletir. Kapama yayı, kapama yaparken aynı anda açma yayını da kurar. Açma yayı da üzerinde depolanan enerjiyi hareket iletim kolları vasıtasıyla kutuplara iletir. Kesici kumandası yakından açma ve kapama bobinleri ile yapılır. Tahrik mekanizması üç ana bölümden oluşmaktadır:

- Kapama yayı kurma sistemi
- Açma-kapama sistemi
- Elektrikli donanım



Şekil 2.9: SF6 gazlı kesici tahrik mekanizması

Kapama yayı kurma sistemi: Mekanizma gövdesinin her iki yanına monte edilmiştir. Elektrik motoru (12) ile veya bir kol yardımıyla elle kurulur. Herhangi bir nedenle gerilimi kesilse bile kapama yayı (7) kol yardımıyla elle kurulabilir.

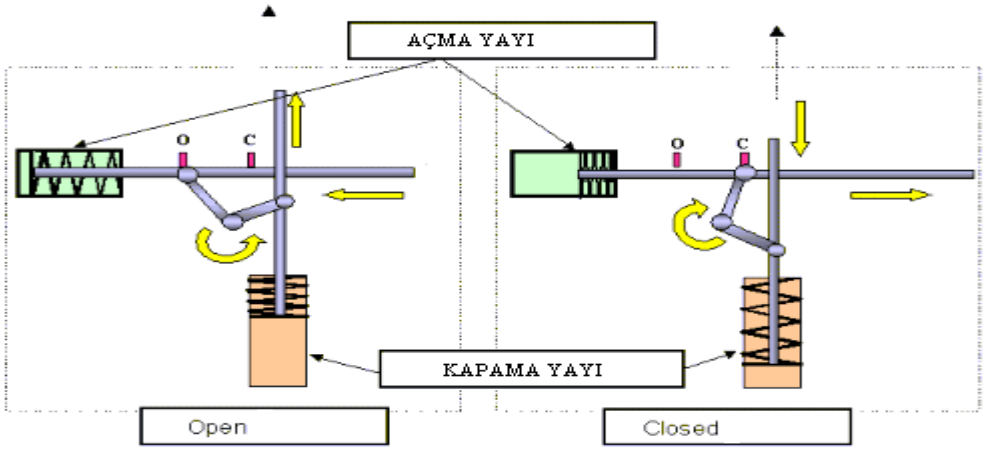
Açma yayı (21) kesici gövdesine bağlı olup kapama işlemi tamamlandığında kendiliğinden kurulur. Kapama işlemi tamamlandığında boşalan kapama yayı motor tarafından tekrar kurulur. Bu durumda, mekanizma açma-kapama-açma yapabilecek pozisyondadır.

Açma- kapama sistemi: Mekanizma gövdesine mekanik tırnak ve buna kumanda eden mekanik kollardan ibarettir (Bk. Şekil 2.10). Üzerinde uzaktan kapama (16) ve açma (13) bobinleri vardır.

Elektrik donanım: Tahrik mekanizmasının kapama yaylarını kurmak için şanzıman grubunu çalıştıran bir adet seri motor (12) vardır. Buna bağlı olarak hareket sonu sivici (17), açma ve kapama bobinleri, yardımcı şalter (1) ve antipompaj (23) rölesinden oluşmaktadır.

Elektrik motoru (12): Tahrik mekanizmasının kapama yayını kurar.
Hareket sonu sivici (17): Motorun kurma işlemi bitince durmasını sağlar, ayrıca yayın kurulması esnasında mekanizmaya kapama kumandası verilmesini (elektriksel olarak) önler.

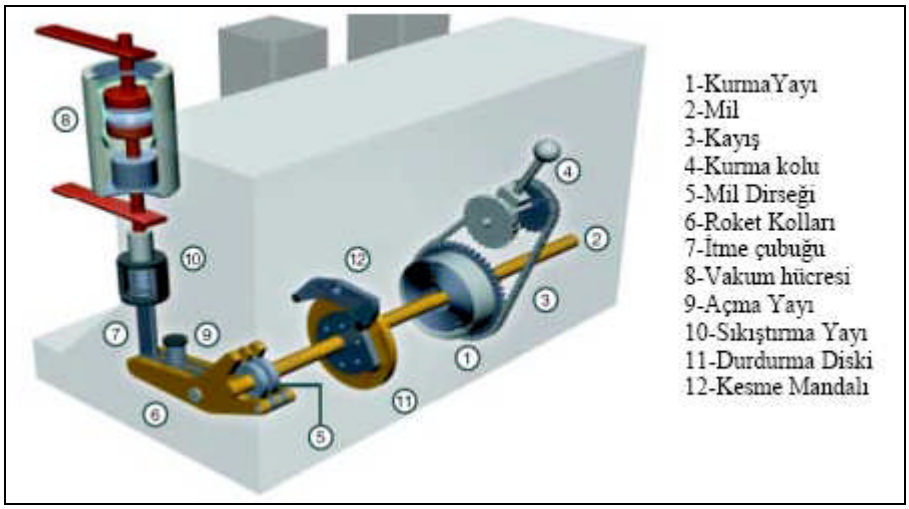
Açma-kapama bobinleri (13-16): Kesicinin uzaktan açma ve kapama yapmasını sağlar.



Şekil 2.10: Açma kapama yay sistemi (yay gerili ve boşalmış) mekanizması

2.3.2. Vakumlu Kesici Açma Kapama Motoru

Kesicilerde teknoloji ve yeni deneyimler sayesinde birçok yöntemle kesicilerin açılıp kapanması mümkün hâle gelmiştir. Bunlardan en yaygın olanı kurma şeklinde olanıdır. Bu sistemde bir kurma yayı mil üzerine oturtulur ve mili aynı yöne doğru kesicinin açılması veya kapanması için döndürmesini sağlar.

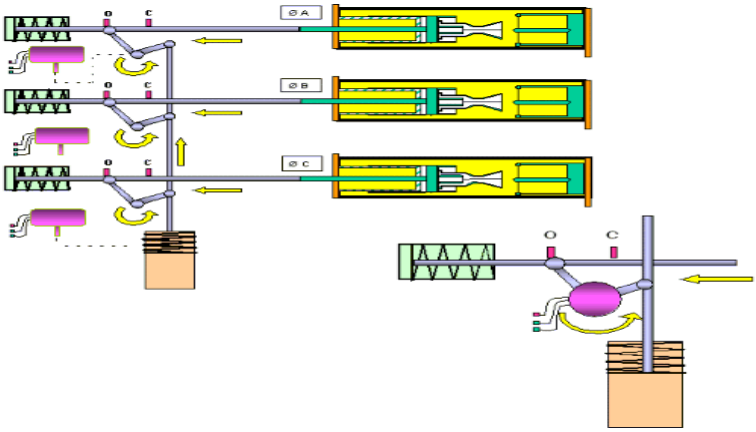


Şekil 2.11:Vakumlu kesici açma kapama mekanizması

Bu yay dışarıdan elle yani bir kurma kolu yardımıyla veya bir kurma motoru ile kurulabilir. Vakum hücresinin kesilmesi veya kapatılması sırasındaki hareketi için her bir faza bir tane olmak şartıyla mil dirsekleri konur (Bk. Şekil 2.12).

Mil dirseklerin konulma sebebi sistemde daha verimli bir hareket ortamı sağlamaktır. Mil dirsekleri öncelikle roket kolunu hareket ettirir, roket kolunun hareket etmesi ile çubuğu hareket eder ve kesici açılır.

Açma yayı kesici kapalı durumda iken gerilmiş hâldedir ve açılma sırasında devreye girer. Sıkıştırma yayı ise kesici kapalı durumda iken kesicinin kontak basıncının sürekli olmasını sağlar. Kesici kurulu olduğu sırada durdurma diski milin sabit kalmasını sağlar. Kesme mandalı da kesici kurulu andayken gelen kesim sinyaline göre durdurma diskini serbest bırakır ve kesicinin açılmasını sağlar.



Şekil 2.12: Açma kapama üçlü yay mekanizma sistemi

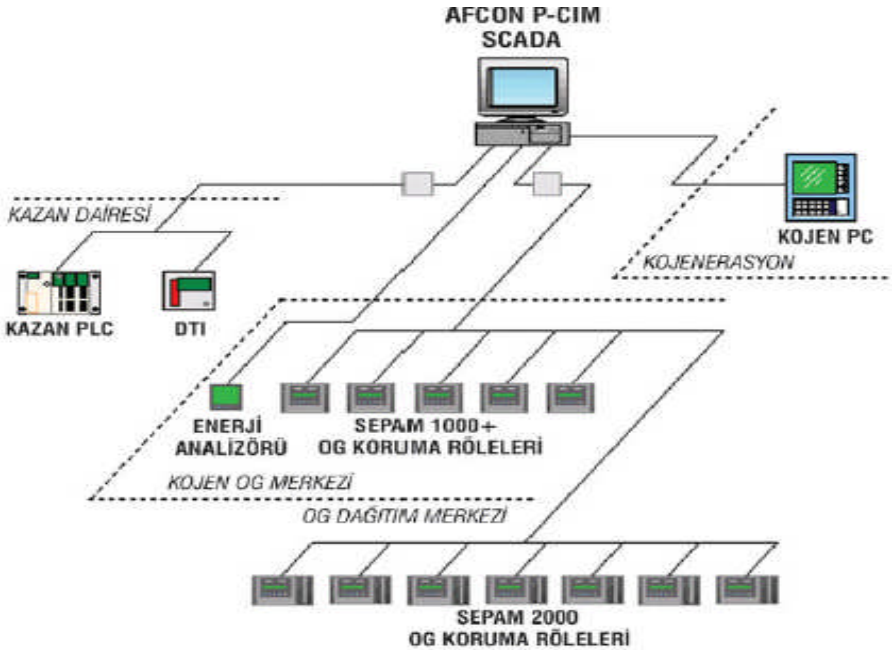
2.3.3. Ayırıcı Açma Kapama Motoru

Ayırıcılarda da yine açma kapama işlemi için bobinlerle birlikte motorlar da kullanılmaktadır. Bu motorların ve bobinlerin çalışma gerilimleri, 24-48-110 Volt DC'dir. Motor gerilimi yardımcı besleme gerilimine göre seçilir. Kullanılan ayırıcı ve kesicilerde yardımcı kontaklar kullanılmaktadır, bu kontaklar vasıtasıyla hem elektriksel kilitlemeler yapılmaktadır hem de durumları hakkında ikazlar verdirilmektedir.

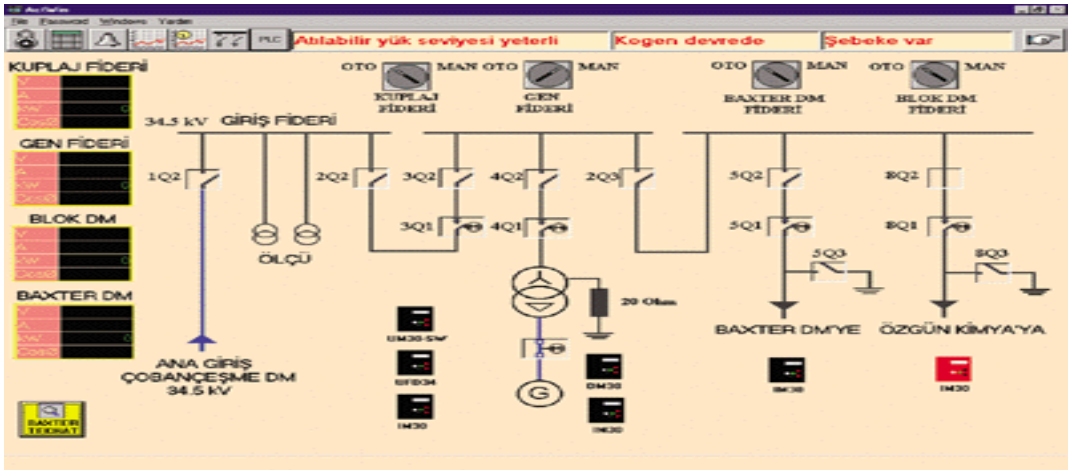
Kesici, ayırıcılar arasında mekanik ve elektriksel kilitlemeler vardır. Modüler hücrelerde yük ayırıcısı sadece hücre kapısı kapalı iken ve toprak ayırıcısı açık iken kapatılabilir. Toprak ayırıcısı ancak yük ayırıcısı açık iken kapatılabilir. Hücre kapısı ancak toprak ayırıcısı kapalı iken açılabilir. Hücre kapısı açık iken yük ayırıcısı kapatılamaz.

Şekil 2.13:Ayırıcı kumanda mekanizması

Ayrıca kesici ve ayırıcılara uzaktan kumanda verilerek açma kapama yaptırılabilir. Örnek olarak scada sistemi (Bk. Şekil 2.14. ve 2.15) verilebilir.



Şekil 2.14: Scada sistemi örnek 1



Şekil 2.15: Scada sistemi örnek 2

2.4. Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği

Transformatör merkezlerinde her bir mahalde yeterli sayıda (en az bir adet) akümülatörlü acil durum lambası veya yeterli kapasitede akümülatör var ise aküden beslenen aydınlatma lambaları bulunmalıdır. Söz konusu lambalar sürekli insan bulunan yerlerde

enerji kesintilerinde otomatik devreye girecek şekilde yapılmalıdır. Diğer yerlerde lambalar uygun bir tedbirle manuel olarak yanmalıdır.

Akümülatörler ve bulunduğu yerlerin havalandırılması:

Madde 30- Akümülatörlerin kullanılması gerektiğinde bakım gerektirmeyen veya kuru tip aküler olması zorunludur. Akülerin kapasiteleri, besledikleri tüketicilere işletmenin gereği olan süre kadar yetebilecek şekilde olmalıdır. Kuru tip akülerin kullanıldığı yerlerde havalandırma için ek bir önlem alınmasına gerek yoktur ve ayrıca akü odası bulundurulması gerekmez. Mevcut kurşun-asit akümülatörlerin ömürleri tamamlandığında yerlerine bakım gerektirmeyen veya kuru tip aküler tesis edilmelidir.

Kurşun-asitli akümülatör odalarının özellikleri:

Madde 31- Kurşun-asitli akümülatör odaları kuru havalı, serin, sarsıntısız olmalı ve olabildiğince sıcaklık değişmelerinin etkisinden uzak bulundurulmalıdır. Akümülatörler çok yüksek ya da alçak ortam sıcaklıklarına karşı korunmalıdır.

Akümülatör bataryalarının yerleştirilmesi:

Madde 32- Bataryalar, kolayca ulaşabilecek ve denetlenebilecek biçimde yerleştirilmelidir. Yerleştirme konusunda havalandırma durumu da dikkate alınmalıdır.

Akümülatör bağlantı iletkenleri:

Madde 33- Kurşun-asitli akümülatör odalarında ayrı kümeler arasında ya da pano ile oda arasındaki bağlantılar, elektrolit etkilere dayanıklı yalıtılmış iletkenlerle ya da kablolarla yapılmalıdır.

2.5. TEİAŞ İş Güvenliği Yönetmeliği

İlgili yönetmelik maddeleri şunlandır:

Madde 95-Akü odalarının aydınlatılmasında etanj tip armatür kullanılacak, anahtar ve priz oda dışında tesis edilecektir. Kullanılacak aspiratörlerin motorları kömürsüz tip olacaktır ve en az 28 cm çapında aspiratör kullanılacaktır. Akümülatör odalarında çalışırken sigara içilmeyecek, kibrit çakılmayacak vb. alevli araçlar bulundurulmayacaktır. Bu odalara alevli araçlarla girme ve kaynak yapma zorunluluğu varsa odalar önceden iyice havalandırılacaktır.

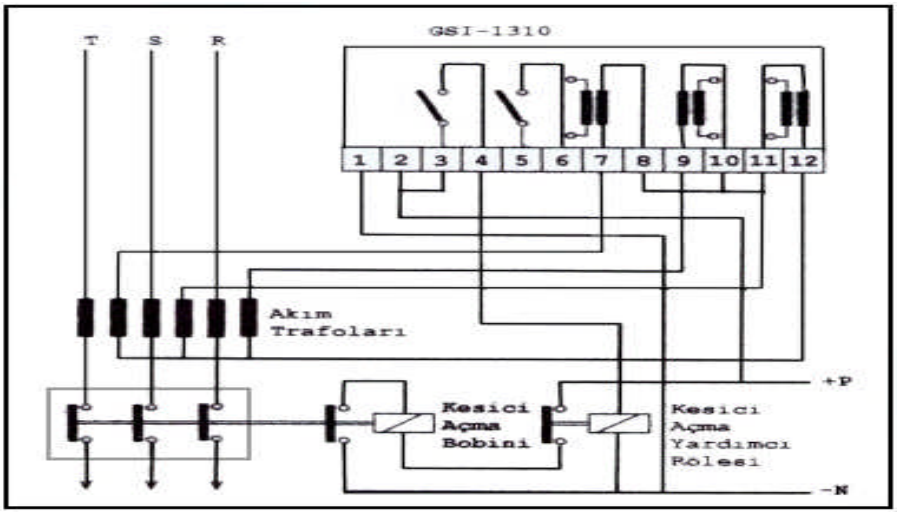
Madde 97-Akümülatör bakımlarında lastik eldiven, lastik önlük, lastik çizme ve koruyucu gözlük kullanılacaktır. Akü odaları sürekli havalandırılacaktır. Akü odalarında göz yıkayıcı tertibat bulunacaktır.

Madde 98-Akülerle çalışırken gerekli hâllerde imalatçı firmanın talimatına uyulacak ve izole edilmiş el aletleri kullanılacaktır.

Madde 255-Çalışma sırasında, çalışanlar, ellerini elektrik çarpmalarına, kaynak arklarına, ezilmelere, cisim batmalarına, ısıya, kimyasal maddelere, asitlere, bazlara vb. etkenlere karşı koruyan eldivenler kullanacaktır.

Madde 256-Elektrik bulunan veya bulunma ihtimali olan yerlerde gerilim kademelerine uygun olmak şartı ile izole eldiven kullanılacaktır.

Madde 260-Vücudun dış etkenlere karşı korunması için çalışma sırasında ceket, pantolon, iş tulumu veya iş elbiseleri giyilecektir.



Şekil 2.16: Elektronik aşırı akım koruma rölesi

UYGULAMA FAALİYETİ

Redresör ve motor montajını yapabilmek için aşağıdaki uygulamaları yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Akü ve şarj redresörünün montaj ve bağlantılarını yapınız. ➢ Bakımsız akü ve redresör grubu cihaz bağlantılarını yapınız. ➢ Kesici ve ayırıcı açma kapama kurma motor bağlantılarını yapınız.	➢ Şarj edeceğiniz aküye uygun özelliklerde ve tam otomatik korumalı redresör seçiniz. ➢ Akünün elektroliti asitli olduğundan taşıma işlemlerinde çok dikkat ediniz. Asit yakıcıdır. ➢ Akü şarj olurken zehirli gaz çıkartacaktır dikkat ediniz. ➢ Redresör ve akü kablo bağlantılarını enerji yok iken yapınız. ➢ Yüksek gerilim tesislerinde doğru akım kaynak gerilimi genellikle 24 volttur, buna göre iki adet 12 voltluk akünün seri bağlanacağını hatırlayınız. ➢ Akü ve redresör grubu cihazının 220 volt giriş bağlantılarını enerji yokken yapınız. ➢ Akü ve redresör grubu cihazı çıkışı 24 volt DC gerilim kablolarını modüler hücre bağlantı klemenslerinde yardımcı kaynak gerilimi yerine takınız. ➢ Modüler hücredeki veya ayrı bağımsız kesici ve ayırıcı kurma motorunu kaynak gerilimine uygun seçiniz. ➢ Kurma motorunu kesici ve ayırıcıdaki montaj yerine düzgün ve dikkatli takınız. ➢ Kurma motoru test çalıştırması yaparken çok dikkat ediniz. ➢ Bütün kablo bağlantılarında pabuç kullanınız. ➢ Bütün bağlantılarınızda gevşek irtibat olmamasına dikkat ediniz. ➢ İş güvenliği ve emniyet tedbirlerine uyunuz. ➢ Bağlantılarınızda baret, eldiven ve gözlük kullanınız.

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.	Akülerin yerine (trafo merkezine) montajını yapabildiniz mi?		
2.	Şarj (güç kaynağı) sisteminin yerine (trafo merkezine) montajını yapabildiniz mi?		
3.	Şarj sistem bağlantılarını yapabildiniz mi?		
4.	Redresör bağlantılarını yapabildiniz mi?		
5.	Doğru akım motorlarının yerine (ayırıcı veya kesiciye) montajını yapabildiniz mi?		
6.	Doğru akım motor bağlantılarını yapabildiniz 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 cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) Açık tip (bakım gerektiren) aküler için ayrı bir oda yapılmalıdır.

2. ( ) Akü odası aydınlatma tesisatı gaz sızdırmaz özellikte olmalıdır.

3. ( ) On iki voltluk iki akü paralel bağlandığında toplam çıkış gerilimi 24 volt olur

4. ( ) Akümülatör elektrolit yoğunluğu barometre ile ölçülür.

5. ( ) Yük ayırıcısı sadece hücre kapısı kapalı iken ve toprak ayırıcısı açık iken kapatılabilir.

6. ( ) Kesicili modüler hücrelerde ayırıcı veya ayırıcılar sadece kesici kapalı konumda iken açılabilir.

7. ( ) Toprak ayırıcısı ancak ayırıcı açık iken kapatılabilir.

8. ( ) Hücre kapısı açık iken ayırıcı kapatılamaz.

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 “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. Alternatif akımı doğru akıma çeviren elektronik devre elemanlarına …….. denir.

2. Üç fazlı doğrultucu devrelerin …….. ve ……olmak üzere iki çeşidi vardır.

3. Doğrultucudan alınan doğru gerilimin düzgün olması için …….. devreleri kullanılır.

4. Güç kaynağının çıkış uçlarında gerilimin sürekli sabit kalması için ……. devreleri kullanılır.

5. Kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren ve depo eden elemanlara …… denir.

6. Plakaları mekaniksel olarak birbirinden ayırmak ve herhangi bir temasa izin vermemek için …….. kullanılır.

7. Doğru akım motorlarında manyetik alanın meydana geldiği kısıma …… denir.

8. Dönen bölümdeki sargıları taşıyan oluklu kısma …….. denir.

9. Doğru akım motorlarında dış devredeki akımı endüviye iletebilmek için …… kullanılır.

10. Endüvi manyetik alanının, kutup manyetik alanına gösterdiği tepkiye……denir.

11. Aküler (açık tip-bakım gerektiren) işletme esnasında, …… ile …….. ve oksijen çıkarırlar.

12. Akü gruplarının, yerleştirilmesinde, akü dizişi ile duvar arasında en az ….. cm diziler arasında ise en az ……. cm mesafe bulunmalıdır.

13. Elektrolit yoğunluğu, çoğunlukla …… denilen aletle ölçülür.

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.	**D**
2.	**B**
3.	**Yanlış**
4.	**Doğru**
5.	**Doğru**
6.	**Doğru**
7.	**Doğru**
8.	**Yanlış**
9.	**Yanlış**
10.	**Yanlış**

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1.	**Doğru**
2.	**Doğru**
3.	**Yanlış**
4.	**Yanlış**
5.	**Doğru**
6.	**Yanlış**
7.	**Doğru**
8.	**Doğru**

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1.	**Doğrultucu**
2.	**Yarim dalga, tam dalga**
3.	**Filtre**
4.	**Regüle**
5.	**Batarya**
6.	**Seperatör**
7.	**Endüktör(kutup)**
8.	**Endüvi**
9.	**Firçalar**
10.	**Endüvi reaksiyonu**
11.	**Asit buhari,hidrojen**
12.	**30,60**
13.	**Hidrometre**

KAYNAKÇA

- ALTIN Mahir, Mustafa ÜSTÜNEL, Mehmet KIZILGEDİK, **Elektrifikasyon**, Ankara, 2001.
- ALTUNSAÇLI Adem, **Elektrik Makinaları II**, Adana, 1999.
- **Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliği**, Ankara, 2000.
- PEŞİNT M. Adnan, **Elektrik Makineleri**, MEB, Ankara, 1982.
- **Teiaş İş Güvenliği Yönetmeliği**, Ankara, 2002.