

Güç Elektroniği

GÜÇ ELEKTRONİĞİNİN TANIMI

Güç Elektroniği, temel olarak **yüke verilen enerjinin kontrol edilmesi** ve **enerji şekillerinin birbirine dönüştürülmesini** inceleyen bilim dalıdır. Güç Elektroniği, Elektrik Mühendisliđinin oldukça **cazip ve önemli** bir bilim dalıdır. Güç Elektroniği, **temel olarak** Matematik ve Devre Teorisi ile Elektronik bilgisi gerektirir.

- Güç Elektroniği, gün geçtikçe daha da genişleyen elektronik sektörünün en önemli dallarından birisidir.
- Önceleri endüstriyel alanlardaki elektronik çözümlerde kullanılan güç elektroniği devre ve düzenekleri, günümüzde endüstrinin dışına taşarak evlere, ofislere ve araçlara girmiştir.

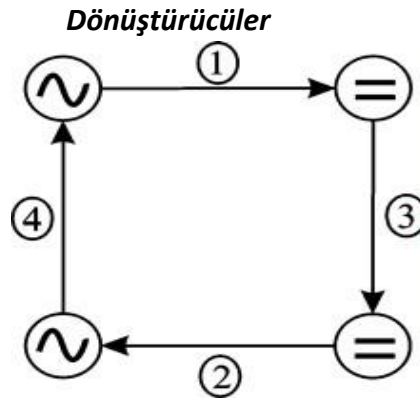
A- YÜKE VERİLEN ENERJİNİN KONTROLÜ

Yüke verilen enerjinin kontrolü, enerjinin **açılması** ve **kapanması** ile **ayarlanmasını** içerir.

Statik (Yarı İletken) Şalterler (Anahtarlar)	Statik (Yarı İletken) Ayarlayıcılar
Statik AC şalterler	Statik AC ayarlayıcılar
Statik DC şalterler	Statik DC ayarlayıcılar

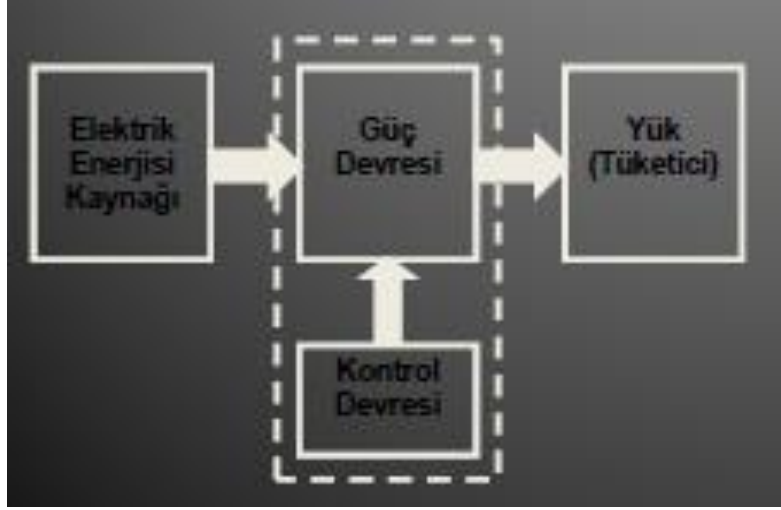
B- ENERJİ ŞEKİLLERİNİN BİRBİRİNE DÖNÜŞTÜRÜLMESİ

Elektrik enerji şekillerini birbirine dönüştüren devrelere genel olarak **Dönüştürücüler** adı verilir. **Dört temel dönüştürücü** vardır. Bu dönüştürücüler aşağıdaki diyagramda özetlenmiştir.



TEMEL YAPI:

- Bir güç elektroniği düzeneğinin temel yapısı blok olarak şekilde görülmektedir.
- Şekilden görüldüğü gibi bir güç düzeneği, güç devresi ve kontrol devresi olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır.



TARİHÇE:

- Güç elektroniği serüveni, 1900'li yılların başlarında endüstriyel makinelerde çok yoğun olarak kullanılmakta olan doğru akım motorlarının hız kontrolü ile başlamıştır. 1950'li yıllara kadar güç elektroniğinin endüstriyel uygulamaları ile ilgili pek çok teorik çalışma yapılmış, fakat elektron tüplerinden başka kullanılabilir malzeme geliştirilemediği için uygulamaya sokulamamıştır.

1950'lerin başında yarıiletken malzemelerin geliştirilmesi ve bu malzemeler kullanılarak diyot, transistor gibi devre elemanlarının yapılmaya başlanması güç elektroniği uygulamalarının önünün açılma işaretini vermiştir.

Nihayet 1960'ların başında Tristör'ün bulunması güç elektroniği açısından çok önemli bir devrim olmuştur. Tristör'ün bulunmasıyla o zamana kadar elektron tüpleri ile yapılan uygulamalar artık tristörle yapılmaya başlamıştır. Tristör kullanılarak hem daha basit, hem daha küçük, hem de daha ucuza yapılabilir hale gelen güç elektroniği devrelerinin uygulama alanları da hızla yaygınlaşmaya başlamıştır.

Aynı zamanda, yine o zamana kadar düşünülüp de yapılamayan pek çok uygulama Tristör sayesinde yapılabilir hale gelmiştir.

- 1950'lerin başında yarıiletken malzemelerin geliştirilmesi ve bu malzemeler kullanılarak diyot, transistor gibi devre elemanlarının yapılmaya başlanması güç elektroniği uygulamalarının önünün açılma işaretini vermiştir.

1960'lı ve 1970'li yıllar tristör'ün altın yılları olmuş ve güç elektroniği uygulamaları her alana yayılmıştır.

1980'lerin başlarından itibaren ise sayısal elektronik alanındaki gelişmeler ve mikroşlemcilerin geliştirilmeye başlaması ile güç elektroniğinde yeni ufuklar açılmaya başlamıştır.

Bu gelişmelere uygun olarak tristör'e alternatif yeni güç elektroniği elemanları geliştirilme çalışmaları başlamış ve bu çalışmalar sonucunda o zamana kadar düşük güçlülere kullanılmakta olan "Güç Transistör'leri ve Güç Mosfet'leri" geliştirilmiştir.

• Güç transistör'leri, güç mosfet'leri ve bu elemanların daha ileri versiyonlarının geliştirilmesiyle birlikte, daha önceki yıllarda tristörler kullanılarak hem daha zor hem de daha pahalı olarak yapılmaya çalışılan birtakım güç elektroniği devreleri ve endüstriyel uygulamalar, bu yeni elemanların kullanılmaya başlamasıyla, hem daha basit, hem daha küçük, hem daha fonksiyonel hem de çok daha ucuza yapılabilir ve kullanılabilir hale gelmiştir.

GÜÇ ELEKTRONİĞİ DEVRELERİNİN KULLANIM ALANLARI:

Endüstride;

- 1- Enerji iletimi ve dağıtımında,
- 2- Her tür motor kontrolünde,
- 3- Makine otomasyonunda,
- 4- Her tür ısıtma soğutma işlemlerinde,
- 5- Her tür üretim ve montaj sanayinde,
- 6- Her tür güç kaynağı ve güç kontrol sistemlerinde.

Bina, Ofis ve Evlerde;

- 1- Bina otomasyon sistemlerinde,
- 2- Isıtma, soğutma, havalandırma ve güvenlik sistemlerinde,
- 3- Tüm ofis araçlarında,
- 4- Eğlence, spor ve oyun araçlarında,
- 5- Tıbbi cihazlarda,
- 6- Çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, buzdolabı, klima, elektrik süpürgesi vb. ev cihazlarında.

Ulaşım Araçlarında;

- 1- Uçak ve diğer hava araçlarındaki tüm güç sistemlerinde,
- 2- Demiryolu ve metro araçlarında ve yer sistemlerinde,
- 3- Otobüs, kamyon ve çekici gibi ağır vasıtaların tüm elektronik sistemlerinde,
- 4- Otomobillerdeki tüm elektriksel güç ve kontrol sistemlerinde,
- 5- Forklift, seyyar vinç, beton makinesi vb. araçlarda.

Tarım ve Hayvancılıkta;

- 1- Sera otomasyonu ve kontrolünde,
- 2- Açık hava sulama ve ürün kontrol sistemlerinde,
- 3- Tarım makinelerinin otomasyonunda,
- 4- Kümes, ahır vb. hayvan yetiştirme tesislerinin bakım ve otomasyonunda,
- 5- Tarla ve arazilerin ekim, dikim ve gübreleme kontrollerinde.
- 6- Tohumculuk, fide yetiştirme vb. çalışmalarda.

GÜÇ ELEKTRONİĞİNİN ENDÜSTRİYEL UYGULAMALARI

Güç Elektroniğinin **statik** ve **dinamik** temel endüstriyel uygulama alanları ile diğere önemli **endüstriyel uygulama alanları** aşığıdaki gibi sıralanabilir.

1. Temel Statik Uygulamalar

- Kesintisiz Güç Kaynakları (KGK, UPS)
- Anahtarlama Güç Kaynakları (AGK, SMPS)
- Rezonanslı Güç Kaynakları (RGK, RMPS)
- Endüksiyonla Isıtma (EI, EH)
- Elektronik Balastlar (EB, EB)
- Yüksek Gerilim DC Taşıma (YGDCT, HVDC)
- Statik VAR Kompanzasyonu (SVK, SVC)

2. Temel Dinamik Uygulamalar

- Genel Olarak DC Motor Kontrolü
- Genel Olarak AC Motor Kontrolü
- Sincap Kafesli (Kısa Devre Rotorlu) Asenkron Motor Kontrolü
- Bilezikli (Sargılı Rotorlu) Asenkron Motor Kontrolü
- Lineer Asenkron Motor Kontrolü
- Senkron Motor Kontrolü
- Üniversal Motor Kontrolü
- Adım Motoru Kontrolü
- Relüktans Motor Kontrolü

3. Diğere Önemli Uygulamalar

- Aydınlatma ve Işık Kontrolü Sistemleri
- Isıtma ve Soğuma Sistemleri
- Lehim ve Kaynak Yapma Sistemleri
- Eritme ve Sertleştirme Sistemleri
- Eleme ve Öğütme Sistemleri
- Asansör ve Vinç Sistemleri
- Yürüyen Merdiven ve Bant Sistemleri
- Pompa ve Kompresör Sistemleri
- Havalandırma ve Fan Sistemleri
- Alternatif Enerji Kaynağı Sistemleri
- Akümülatör Şarjı ve Enerji Depolama Sistemleri
- Elektrikli Taşıma ve Elektrikli Araç Sistemleri
- Uzay ve Askeri Araç Sistemleri
- Yer Kazma ve Maden Çıkarma Sistemleri

Ayrıca, Güç Elektroniği, Disiplinlerarası Bilim Alanları olarak bilinen

• **Endüstriyel Otomasyon** • **Mekatronik** • **Robotik**
bilimleri içerisinde de yoğun bir şekilde yer almaktadır.

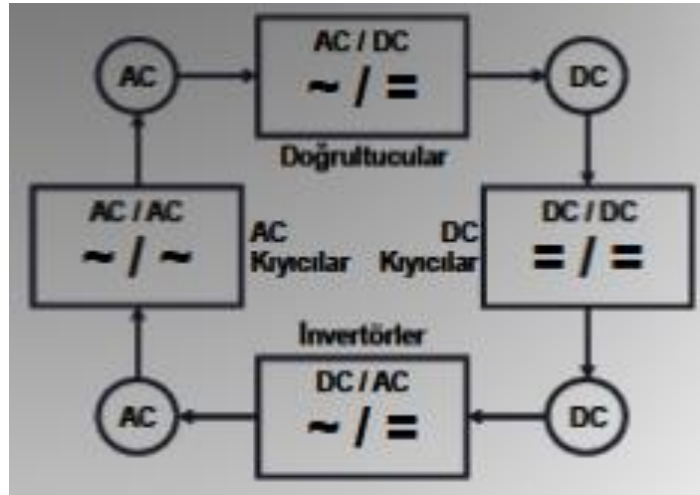
TEMEL GÜÇ DEVRELERİ

Güç elektroniği kapsamında yapılan tüm isler ve uygulamalar 4 temel devre yapısı üzerine kurulmuştur.

Bu devre yapıları, alternatif akım veya doğru akım türündeki elektrik enerjisinin bir birlerine veya kendi içlerinde farklı şekillere ve seviyelere döndürülmesi işlemini gerçekleştirmektedir.

Bu durumda, güç elektroniğinin temel devre yapıları yan tarafta Sekil-1.2'de olduğu gibi gösterilebilmektedir. Sekil-1.2'den görüldüğü gibi temel güç devreleri,

- 1) AC-DC dönüştürücüler,
- 2) AC-AC dönüştürücüler,
- 3) DC-DC dönüştürücüler,
- 4) DC-AC dönüştürücülerdir.



Dönüştürücülerde kullanılan kısaltmalar

- DC** : Doğru Akım şeklindeki elektrik enerjisi
- AC** : Alternatif Akım şeklindeki elektrik enerjisi
- U_d** : DC gerilim (ortalama değer)
- U** : AC gerilim (efektif değer)
- F** : Frekans
- q** : Faz sayısı

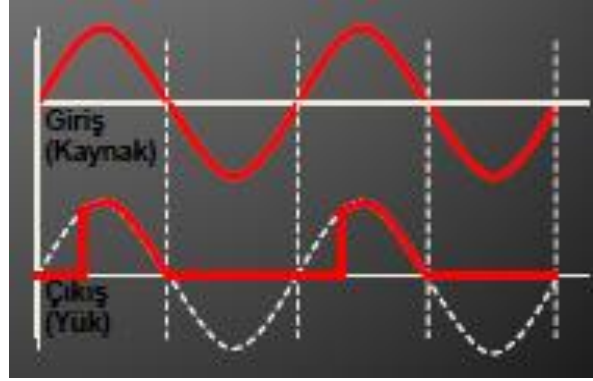
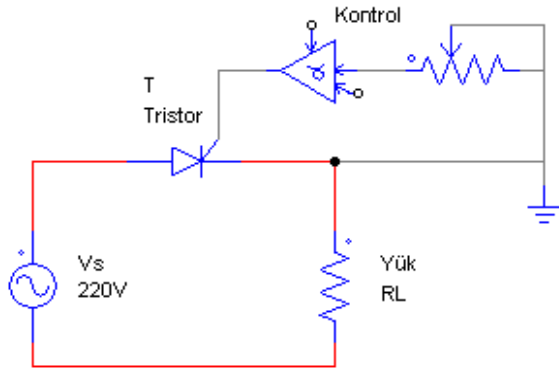
I- AC-DC Dönüştürücüler (Doğrultucular)

Güç elektroniğinin temel devrelerinden birincisi olan doğrultucular, bir fazlı veya üç fazlı AC kaynağı kullanarak, sabit veya değişken DC gerilim elde etmek için kullanılmaktadır.

AC-DC dönüştürücüler (doğrultucular);

- 1- Kontrolsüz doğrultucular
- 2- Kontrollü doğrultucular,

olarak 2 ana gruba ayrılır.



Basit bir kontrollü doğrultucu devresi ve dalga şekilleri

Enerji

AC → DC

U, f, q → U_d

Temel Özellikleri

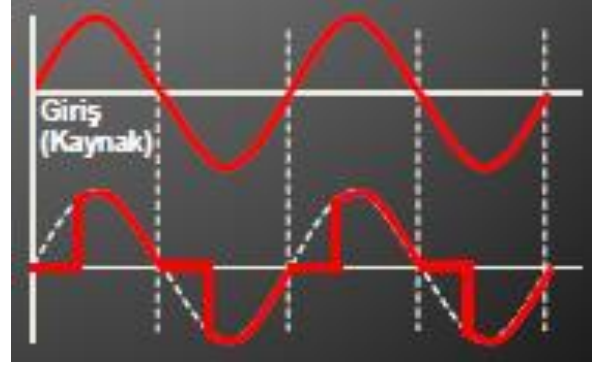
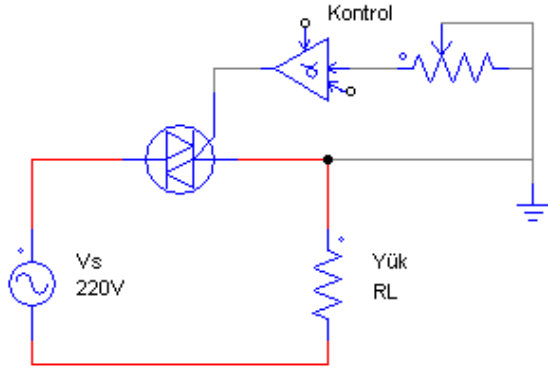
- Doğal komütasyonludur.
- Tristör ve diyotlarla gerçekleştirilir.

Başlıca Uygulama Alanları

- DC motor kontrolü
- Akümülatör şarjı
- Galvano teknikle kaplama
- DC gerilim kaynakları

II- AC-AC Dönüştürücüler (AC kıyıcılar)

Güç elektroniğinin temel devrelerinden ikincisi olan AC kıyıcılar, bir fazlı veya üç fazlı AC kaynağı kullanarak, sabit veya değişken frekanslı ve genlikli AC gerilim elde etmek için kullanılmaktadır. AC Kıyıcılar, Doğrudan Frekans Dönüştürücüler olmak üzere ikiye ayrılırlar.



1 fazlı faz kontrollü AC kıyıcı devresi ve dalga şekilleri.

II-a AC Kıyıcılar

Enerji
AC → AC

$U_1, f_1, q_1 \rightarrow U_2, f_2, q_2$

$$\left. \begin{array}{l} f_1 = f_2 \\ q_1 = q_2 \end{array} \right\} \Rightarrow U_1 \rightarrow U_2 \quad \text{AC KIIYICI / FAZ KESME DEVRESİ}$$

AC Kıyıcıların Temel Özellikleri

- Doğal komütasyonludur.
- Tristör ve triyaklarla gerçekleştirilir.

AC Kıyıcıların Başlıca Uygulama Alanları

- Omik yüklerde güç kontrolü, temel olarak ısı ve ışık kontrolü
- Vantilatör karakteristikli yükleri (fan, pompa, ve kompresör gibi) tahrik eden düşük güçlü AC motor kontrolü

II-b Doğrudan Frekans Dönüştürücüler

$$\left. \begin{array}{l} f_1 \neq f_2 \\ q_1 \neq q_2 \\ U_1 \neq U_2 \end{array} \right\} \Rightarrow U_1, f_1, q_1 \rightarrow U_2, f_2, q_2 \quad \text{DOĞRUDAN FREKANS DÖNÜŞTÜRÜCÜ}$$

Doğrudan Frekans Dönüştürücülerin Temel Özellikleri

- Doğal komütasyonludur.
- Tristörlerle gerçekleştirilir.
- Düşük hızlarda kontrol imkanı sağlar.

Doğrudan Frekans Dönüştürücülerin Başlıca Uygulama Alanları

- Çok düşük devirlerde çalışan ağır iş makinalarının (yol kazma, taş kırma, maden çıkarma makinaları gibi) kontrolü

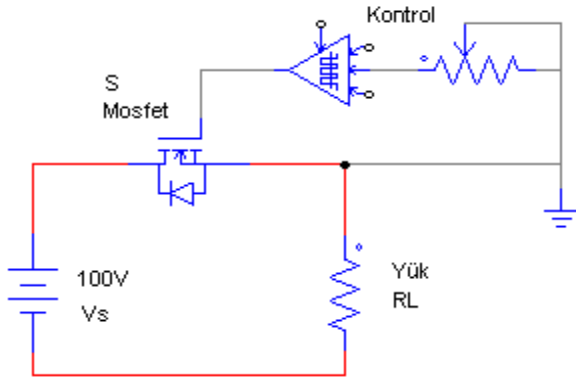
III- DC-DC Dönüştürücüler

Güç elektroniğinin temel devrelerinden üçüncüsü olan DC-DC dönüştürücüler, herhangi bir DC kaynaktan aldığı gerilimi yükselterek, düşürerek veya çoğullayarak, sabit veya değişken DC gerilim(ler) elde etmek için kullanılmaktadır.

DC-DC dönüştürücüler;

1- DC kıyıcılar,

2- Anahtarlamalı regülatörler, olarak 2 ana gruba ayrılır. Şekilde basit bir DC kıyıcı devresi görülmektedir.



A sınıfı PWM kontrollü DC kıyıcı devresi ve dalga şekilleri.

Enerji

DC → DC

$U_{d1} \rightarrow U_{d2} < U_{d1}$

Temel Özellikleri

- Zorlamalı komütasyonludur.
- Eleman seçimi inverterdeki gibidir.

Başlıca Uygulama Alanları

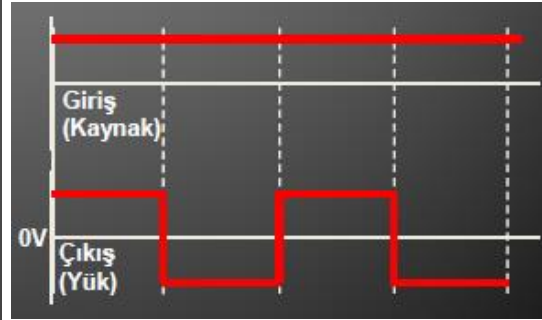
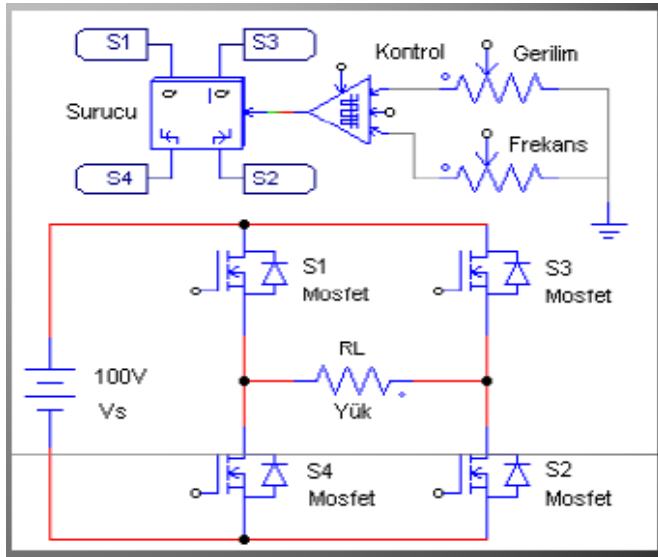
- DC motor kontrolü
- Akümülatör şarjı
- DC gerilim kaynakları

IV- DC-AC Dönüştürücüler (İnvertörler)

Güç elektroniğinin temel devrelerinden sonuncusu olan invertörler, herhangi bir DC kaynaktan aldığı gerilimi isleyerek, sabit veya değişken genlik ve frekanslı AC gerilim elde etmek için kullanılan güç elektroniği devreleridir.

DC-AC Dönüştürücüler ya da diğer adıyla invertörler

- 1- PWM invertörler,
- 2- Rezonanslı invertörler, olarak 2 ana gruba ayrılır.



Basit bir PWM invertör devresi

Enerji

DC → AC

U_d → U, f, q

Temel Özellikleri

- Zorlamalı komütasyonludur.
- Yüksek güç ve düşük frekanslarda SCR kullanılır.
- Orta güç ve orta frekanslarda BJT kullanılır.
- Düşük güç ve yüksek frekanslarda MOSFET kullanılır.
- Ayrıca, diğer güç elemanları,
- GTO yüksek güç ve düşük frekanslarda,
- IGBT ortanın üzerindeki güç ve frekanslarda,
- MCT yüksek güç ve orta frekanslarda kullanılmaktadır.

Başlıca Uygulama Alanları

- AC motor kontrolü
- Kesintisiz güç kaynakları
- Endüksiyonla ısıtma sistemleri
- Yüksek gerilim DC taşıma sistemleri
- AC gerilim kaynakları