

SERİ AKTİF GÜÇ FİLTRESİ için GELİŞTİRİLEN KASKAT BAĞLI ÇOK SEVİYELİ EVİRİCİ ve KONTROL ALGORİTMASI

Korhan KARAARSLAN, Birol ARİFOĞLU, Ersoy BEŞER, Sabri ÇAMUR

EVK' 2015

6. Enerji Verimliliği, Kalitesi Sempozyumu ve Sergisi



- Güç Kalitesi Problemleri
- Aktif Güç Filtreleri (AGF)
 - AGF Çalışma Prensibi
 - AGF Çeşitleri
 - AGF Evirici Topolojileri
- Önerilen Sistemin Evirici Yapısı
- Önerilen Sistemin Kontrol Algoritması
- Simülasyon Çalışması
- Deneysel Çalışma
- Sonuçlar

Güç Kalitesi Problemleri

IEEE 1159 (IEEE Recommended Practice for the Transfer of Power Quality Data) güç kalitesi problemlerini aşağıdaki şekilde sınıflandırmıştır:

- Geçici ve hızlı değişimler
- RMS gerilim değişimleri – gerilim çökmeleri, gerilim yükselmeleri ve kesintiler
 - Kısa süreli değişimler
 - Uzun süreli değişimler
 - Sürekli devam eden değişimler
- Dalga şekli bozulmaları
- DC offset
- Harmonikler
- İnterharmonikler
- Gerilim çentikleri
- Gerilim dalgalanmaları
- Güç frekansı değişimleri

Pasif Harmonik Filtreler

- Pasif devre elemanları (direnç-kondansatör-endüktans) kullanılır.
- Seri ya da paralel pasif filtre devreleri ile istenilen harmonikler elimine edilir.
- Çok yer kaplarlar.
- Sadece belirlenen harmonik bileşenler için filtreleme imkanı sunarlar.
- Performansları, şebeke empedansına bağlıdır.
- Şebeke ve/veya yük ile rezonans devreleri oluşturabilirler.

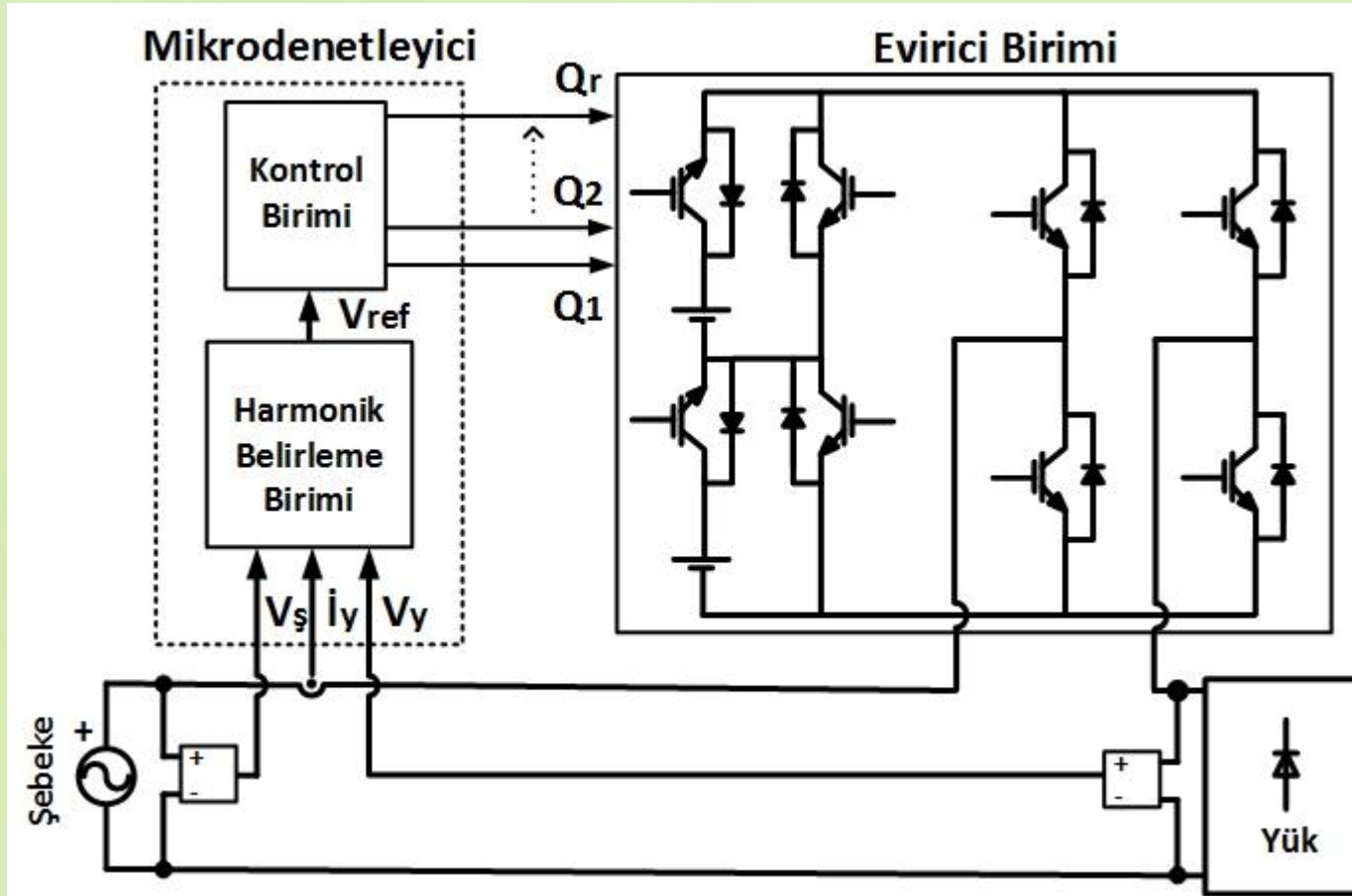
Aktif Güç Filtreleri

- Yük ve harmonik değişimlerine tam uyum sağlarlar.
- Harmonik kaynağının türüne göre uygun aktif güç filtresi ile filtreleme yapılır.
- Geniş bir frekans bandında çalışırlar.
- Tüm harmonik bileşenleri aynı anda filtreleyebilirler.
- Performansları, şebeke empedansına bağlı değildir.
- Rezonans oluşturmazlar.

Aktif Güç Filtreleri

- Harmoniklerin süzülmesi, reaktif güç kompanzasyonu, rezonansların bastırılması ve gerilim regülasyonu gibi güç kalitesini arttıracak birçok uygulamaya imkan sağlamaktadırlar.
- Aktif güç filtrelerinin bu yetenekleri, devre yapılarına ve sisteme bağlantı şekillerine göre değişiklik göstermektedir. Aktif güç filtreleri devre yapılarına göre akım veya gerilim kaynaklı; sisteme bağlantı şekillerine göre ise seri veya paralel olarak sınıflandırılmaktadır.
- Paralel aktif güç filtreleri çoğunlukla akım harmoniklerinin süzülmesi ve reaktif güç kompanzasyonu amacıyla; seri aktif güç filtreleri ise çoğunlukla gerilim harmonikleri, gerilim çökmeleri ve gerilim regülasyonu gibi problemlerin giderilmesi amacıyla kullanılmaktadırlar.

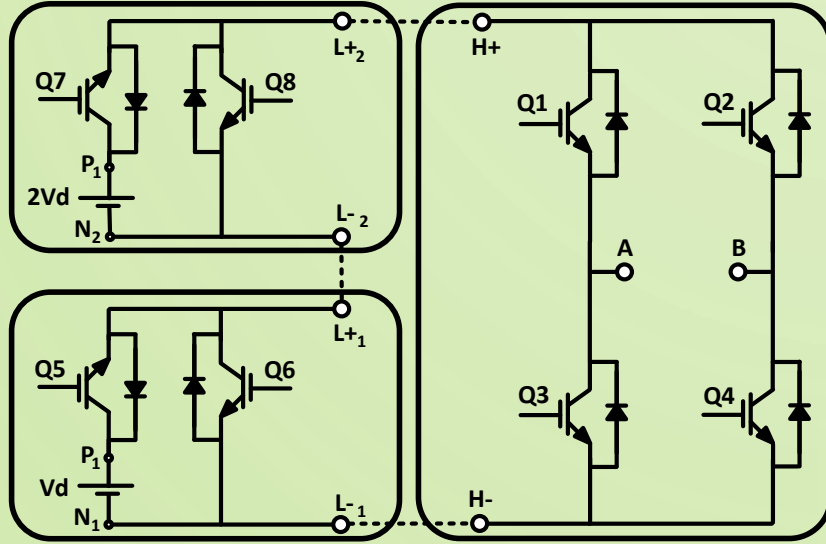
Önerilen Sistemin Prensipler



Seri aktif güç filtresi prensip şeması

Aktif güç filtrelerinin çalışma prensibi, örneklenen yük akım ve/veya gerilim dalga şekillerinden bir takım kontrol teknikleriyle üretilen referans akım ve/veya gerilim dalga şekillerinin kontrollü yarı iletken güç anahtarları yardımıyla üretilmesi ve şebekeye iletilmesine dayanmaktadır.

Önerilen Sistemin Evirici Yapısı



7 seviyeli eviricinin prensip şeması

- n : Çıkış gerilimi seviye sayısı
 m : Seviye modülü sayısı
 r : Anahtarlama elemanı sayısı
 V_d : Seviye modülü gerilim kaynağı değeri

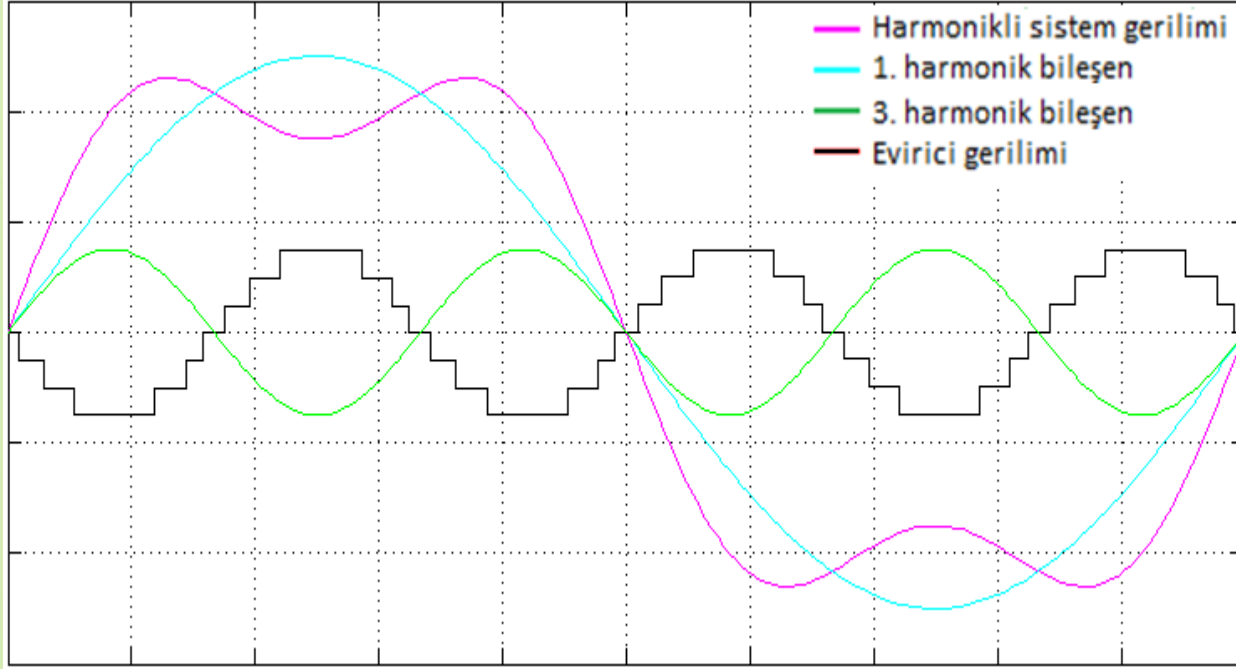
$$n = 2^{(m+1)} - 1 \dots \dots \dots (1)$$

$$m = \lceil \log_2(n + 1) \rceil - 1 \dots \dots \dots (2)$$

$$r = 2m + 4 \dots \dots \dots (3)$$

$$V_d = \frac{2 \cdot V_{max}}{n - 1} \dots \dots \dots (4)$$

Önerilen Sistemin Kontrol Algoritması



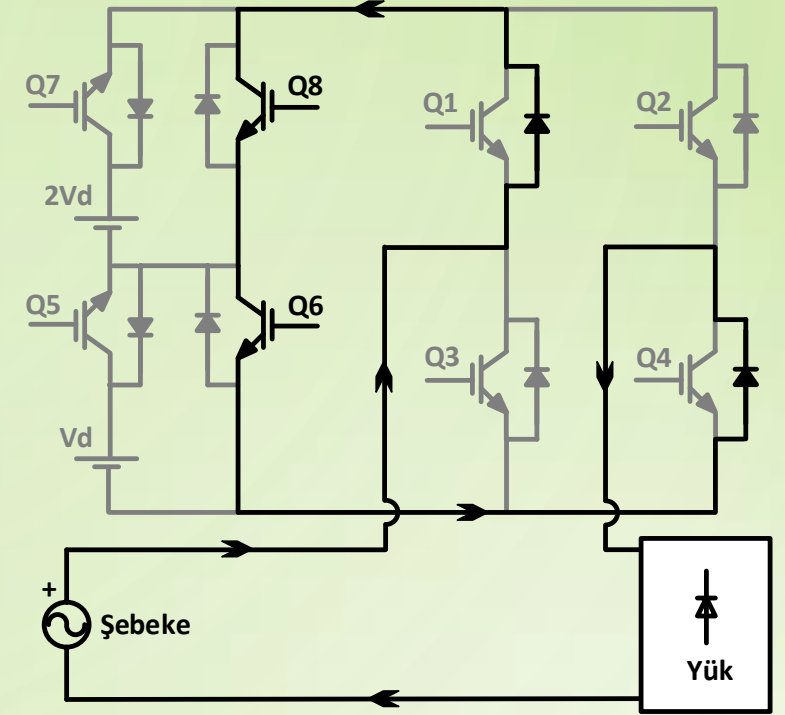
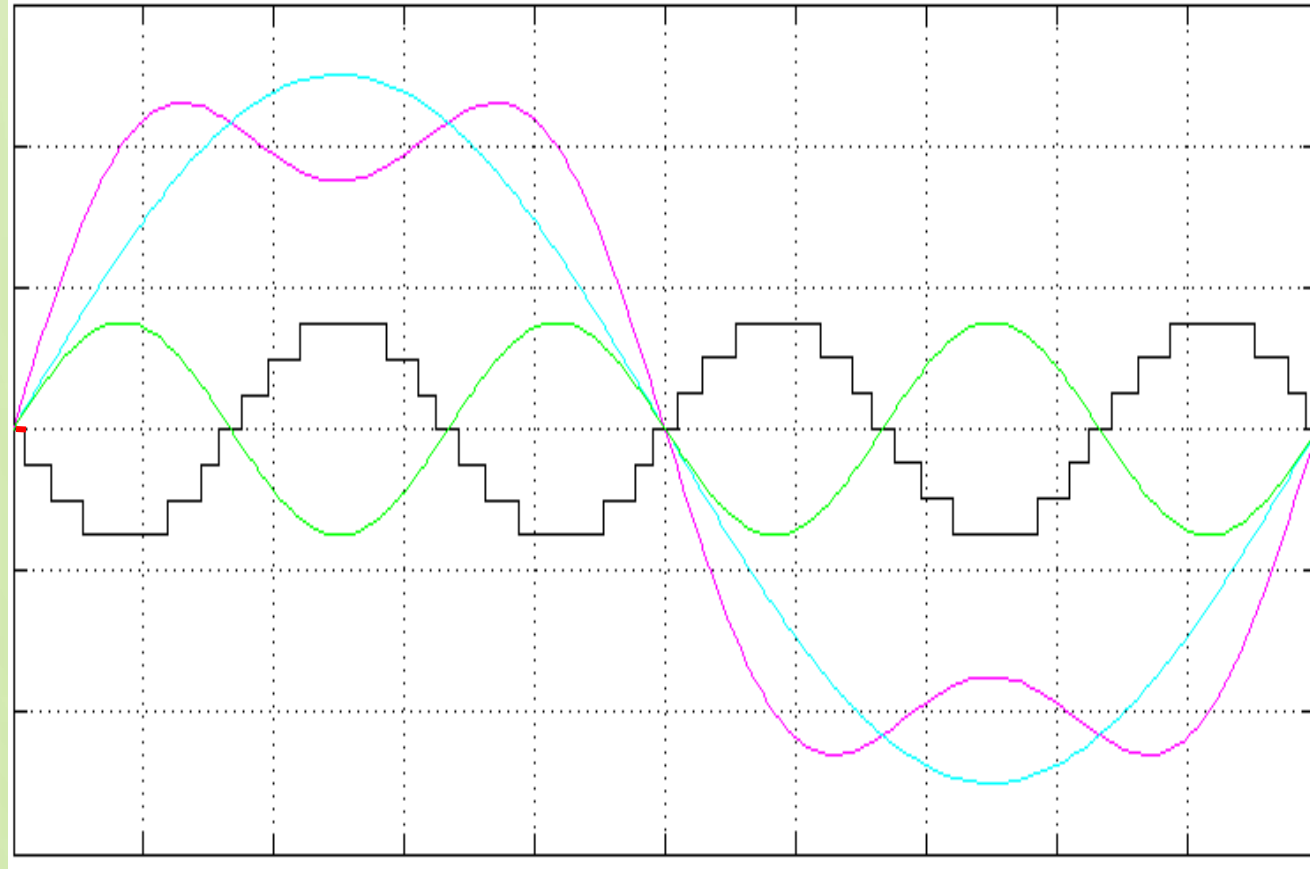
Seri aktif güç filtresi, yük akımının oluşturduğu gerilim harmoniklerinin ya da sistem geriliminde varolan harmoniklerin elimine edilmesi için, zıt yönlü (180°) harmonik bileşenler üreterek sisteme enjekte eder.

Bu aşamada, istenilen sinüzoidal gerilimi elde etmek için yeniden belirlenen çalışma durumlarına ait topolojileri, temel bileşenin yönü belirlemektedir.

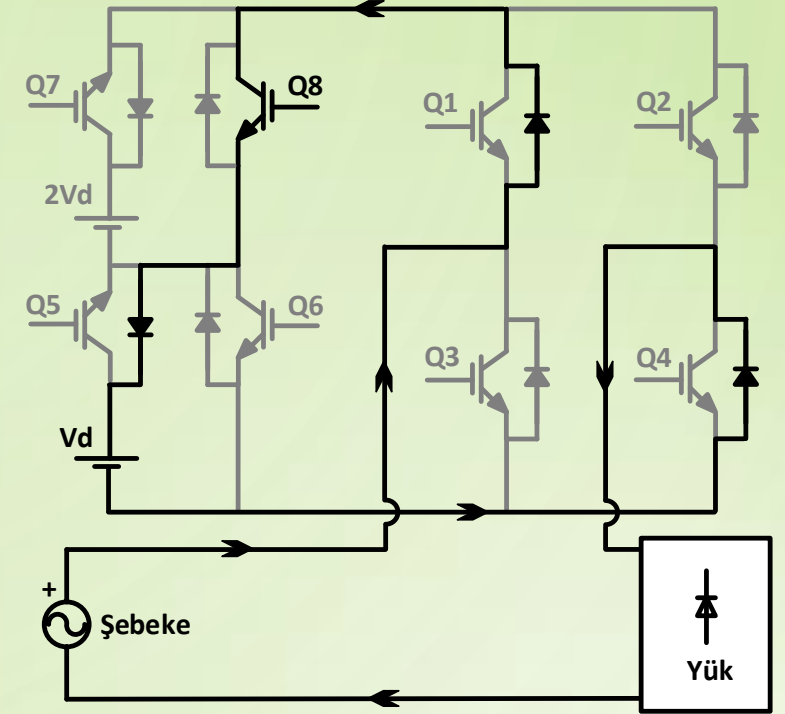
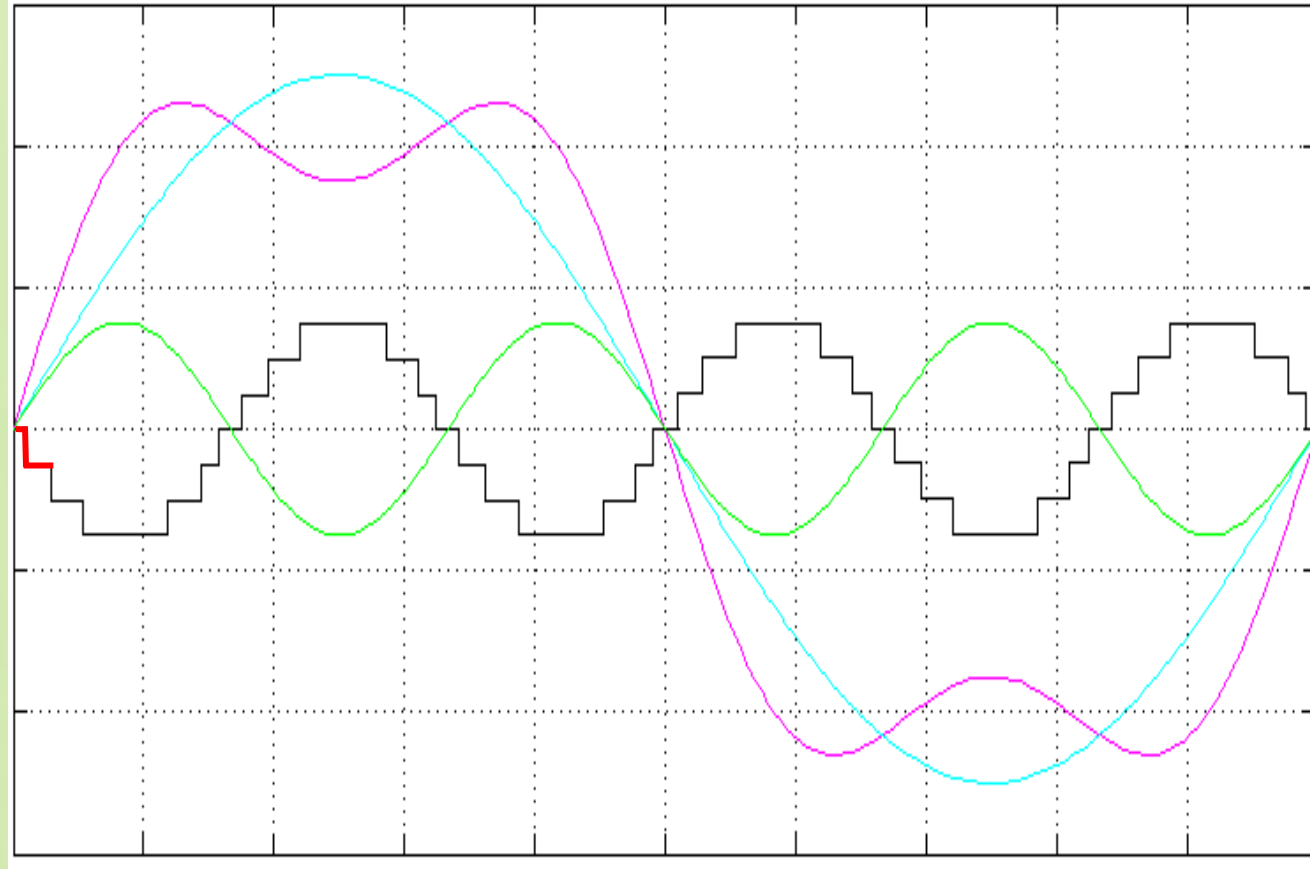
$$\left. \begin{array}{l} V_1 \geq 0 \text{ ve } V_h < 0 \\ V_1 \geq 0 \text{ ve } V_h \geq 0 \\ V_1 < 0 \text{ ve } V_h < 0 \\ V_1 < 0 \text{ ve } V_h \geq 0 \end{array} \right\}$$

Yanda verilen dört durum için iletim durumunda olması gereken elemanlar, bir anahtarlama stratejisi ile belirlenmektedir. Böylece, anahtarlama elemanı sayısının fazla olduğu çok seviyeli topolojilerde iletimde olan elemanlar kolaylıkla belirlenebilmektedir.

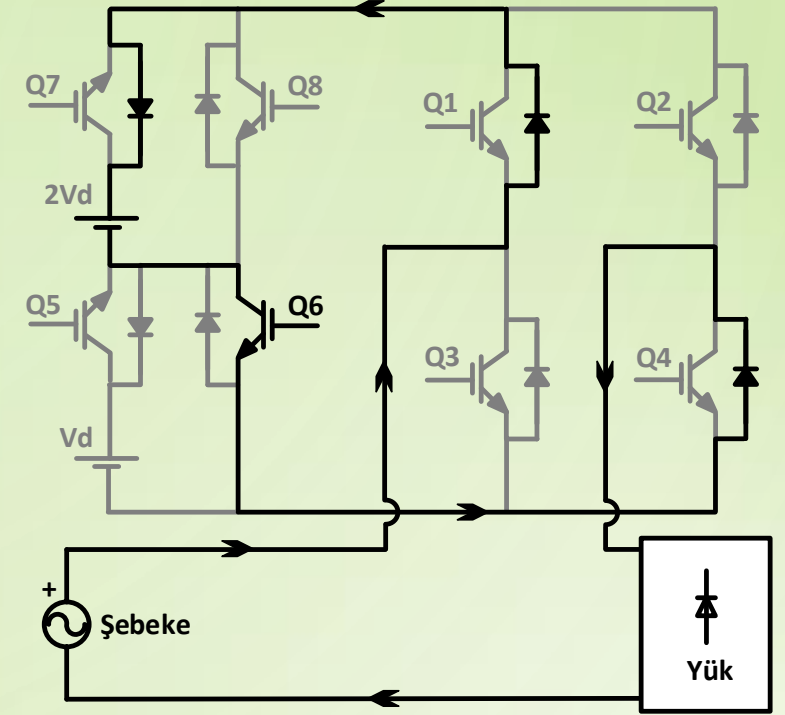
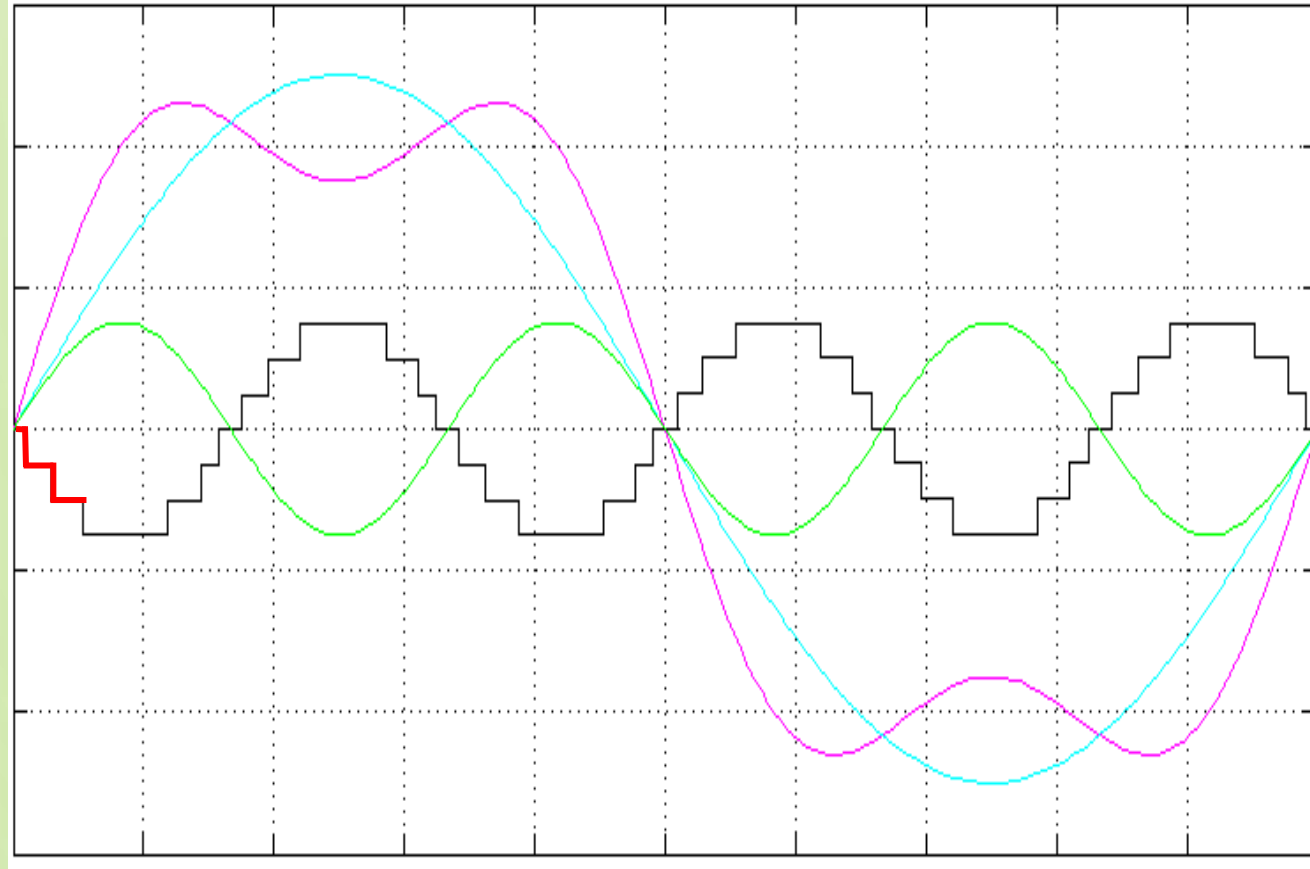
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



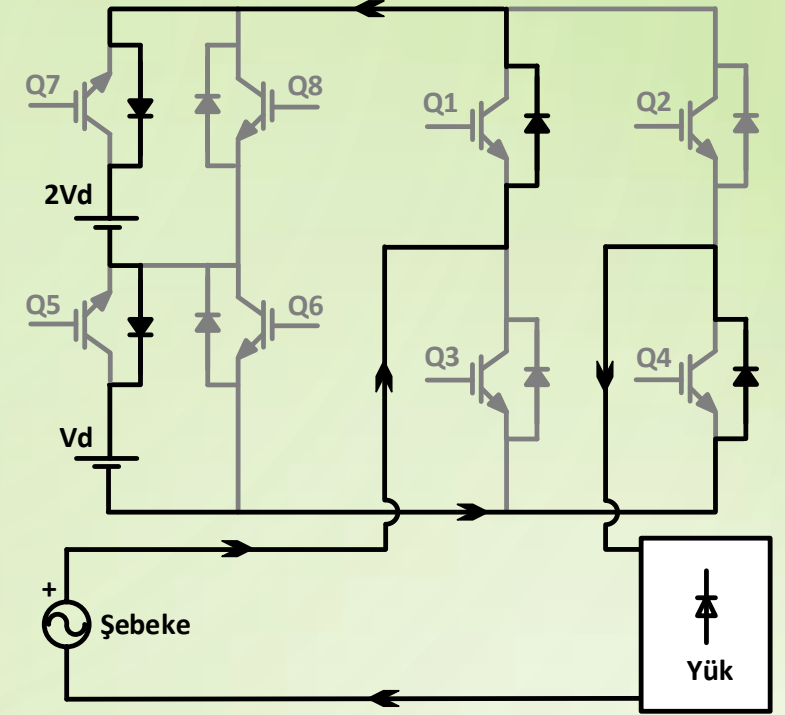
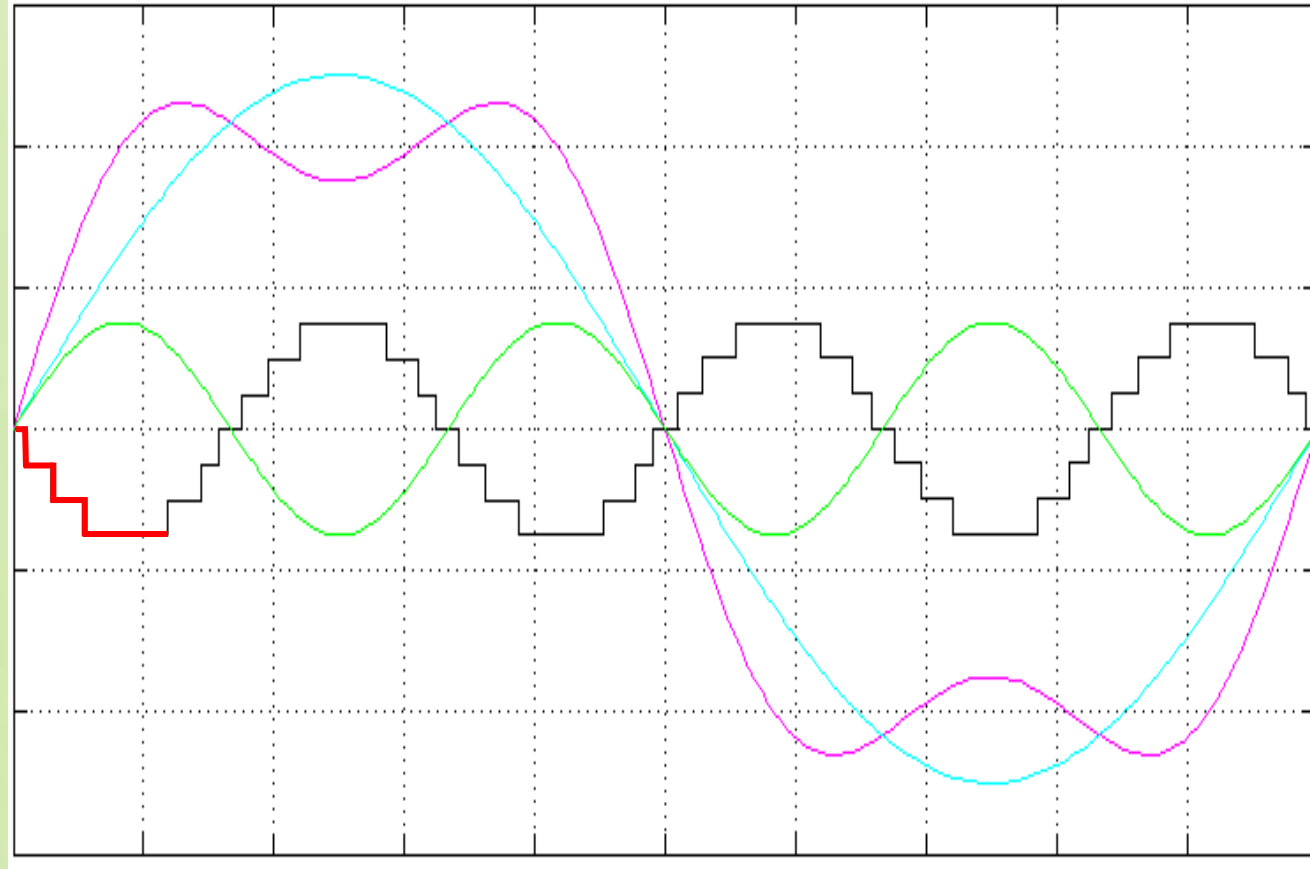
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



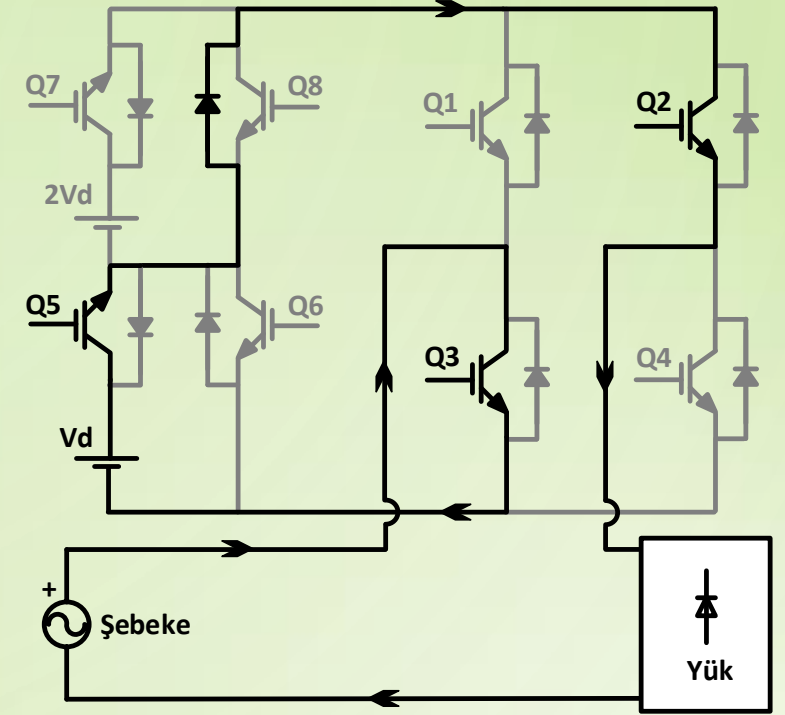
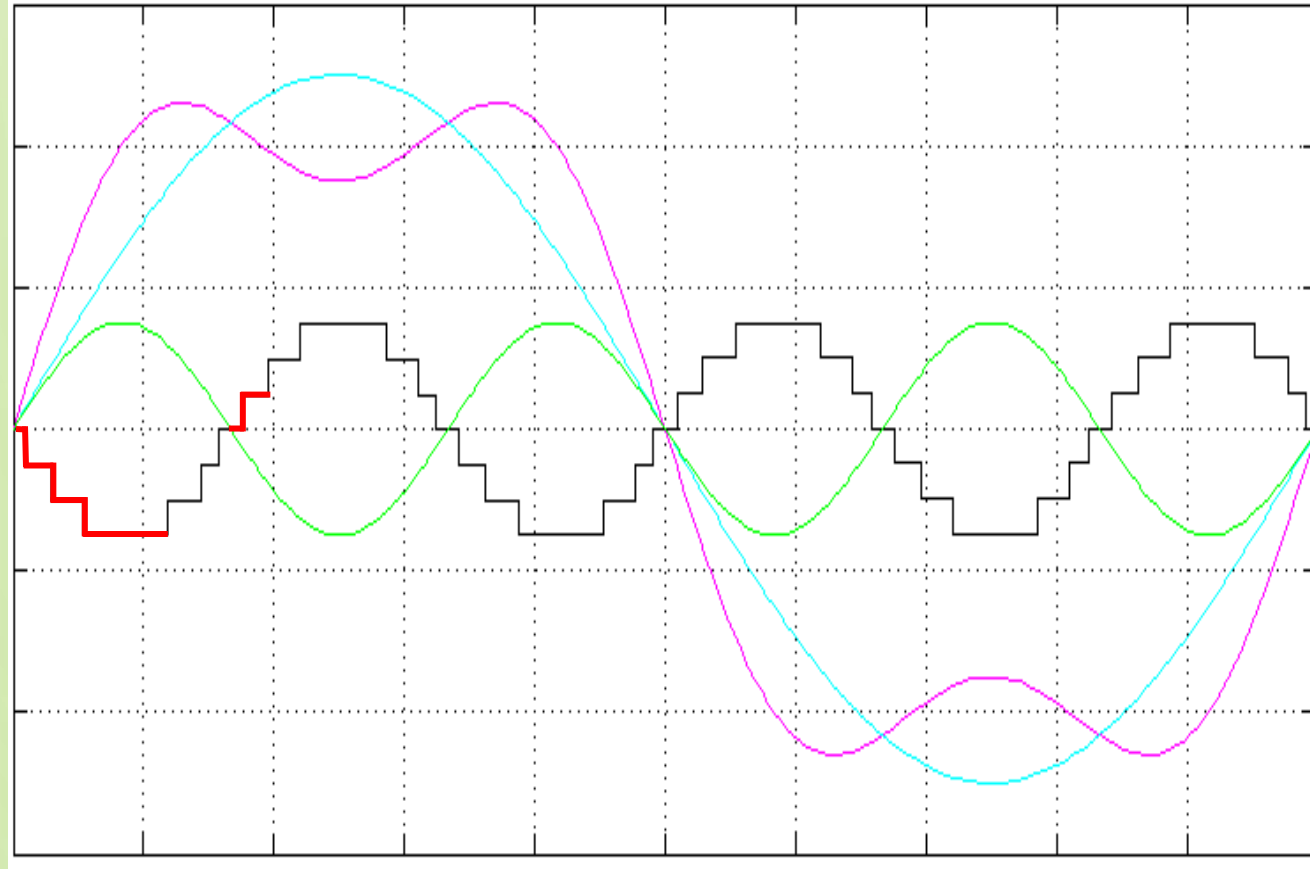
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



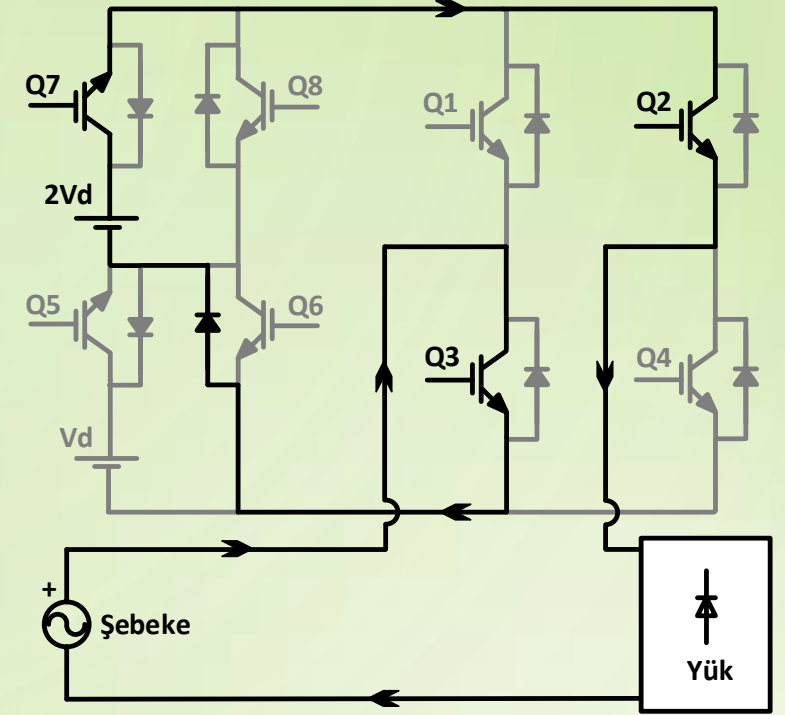
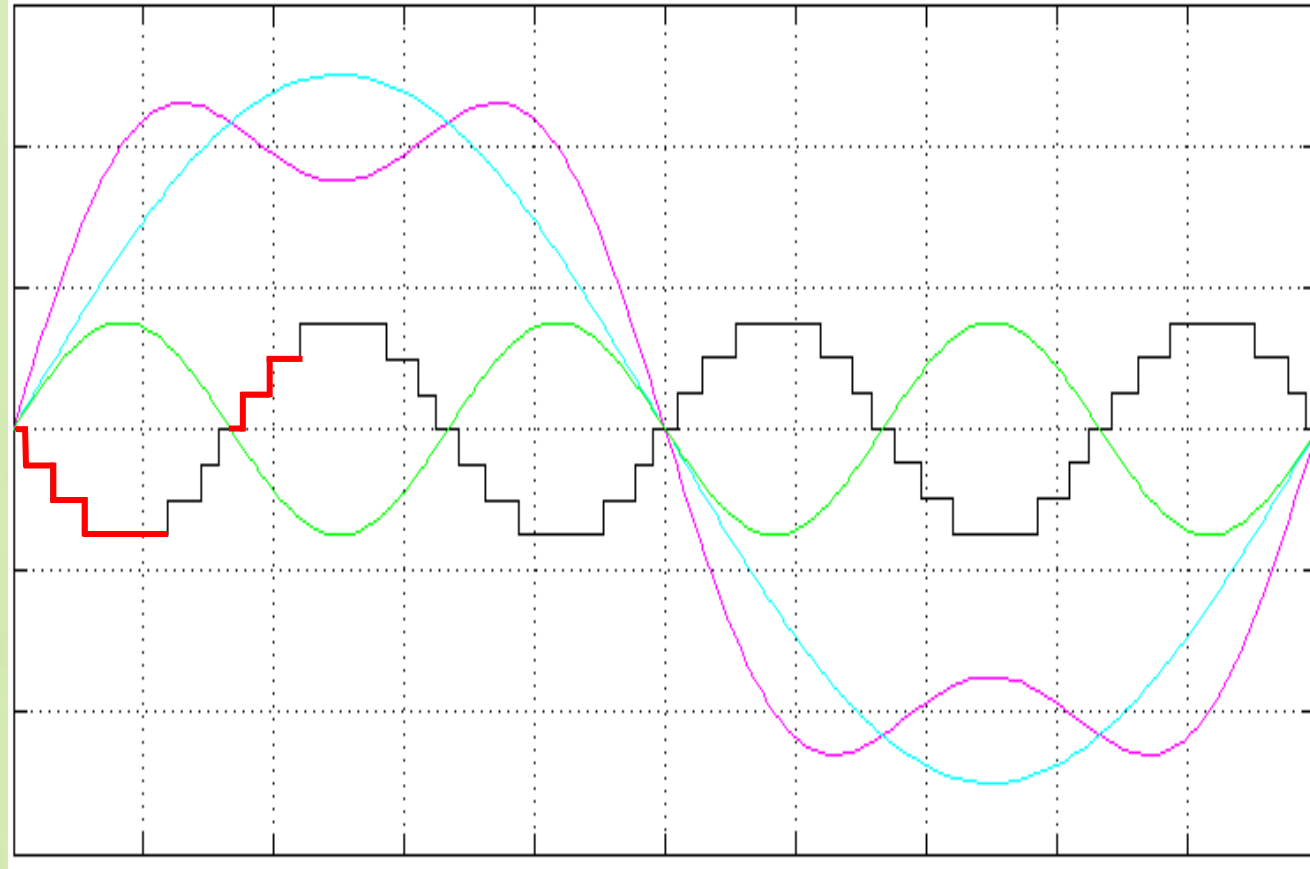
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



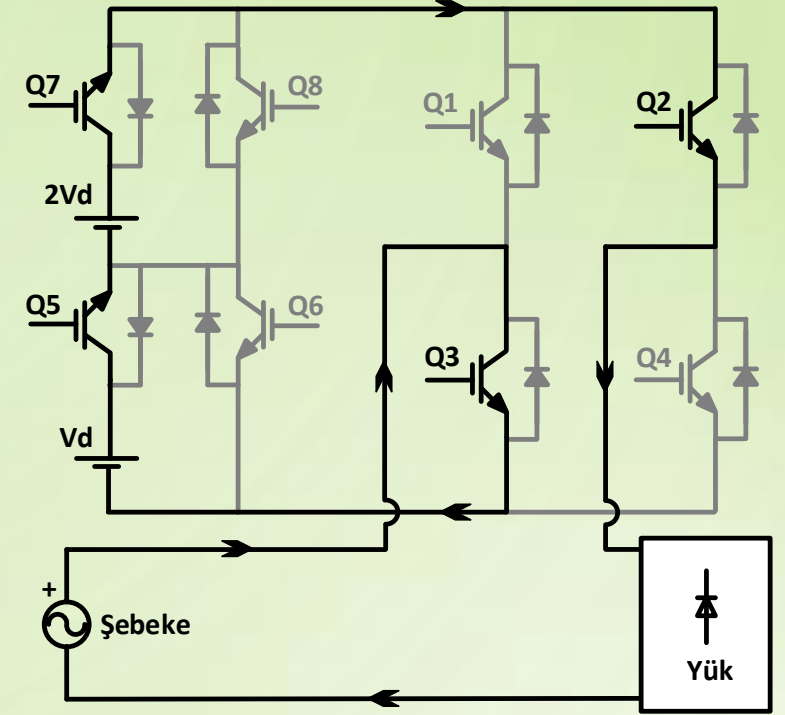
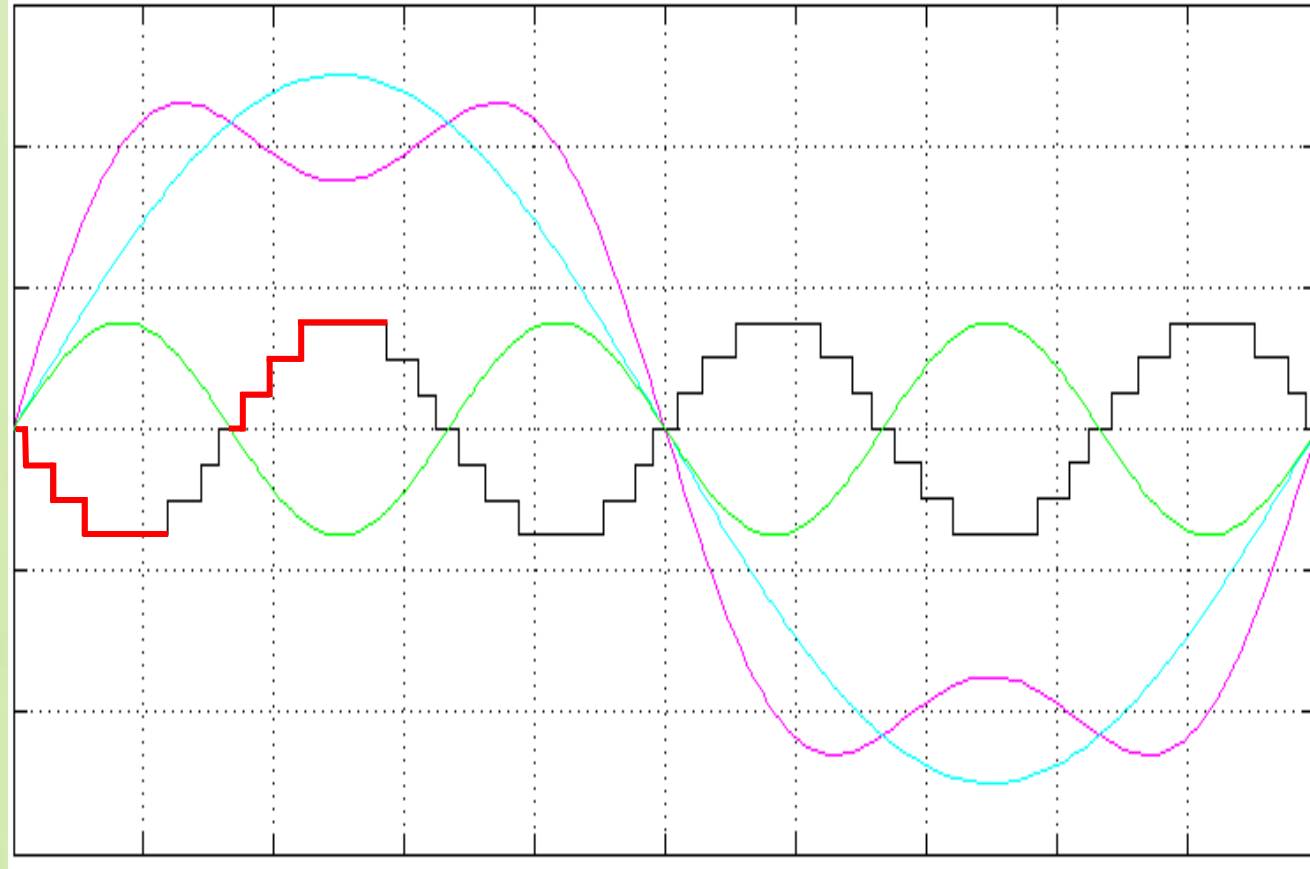
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



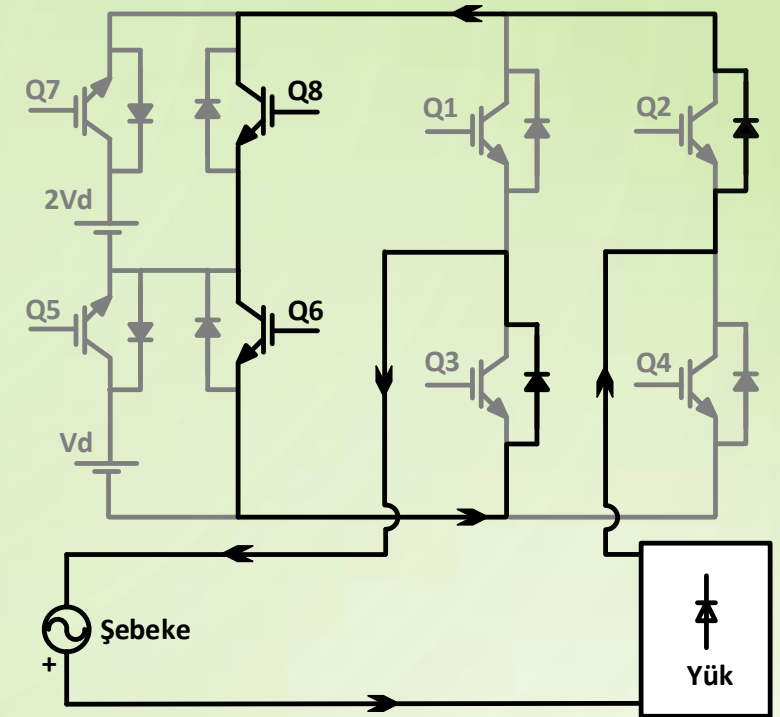
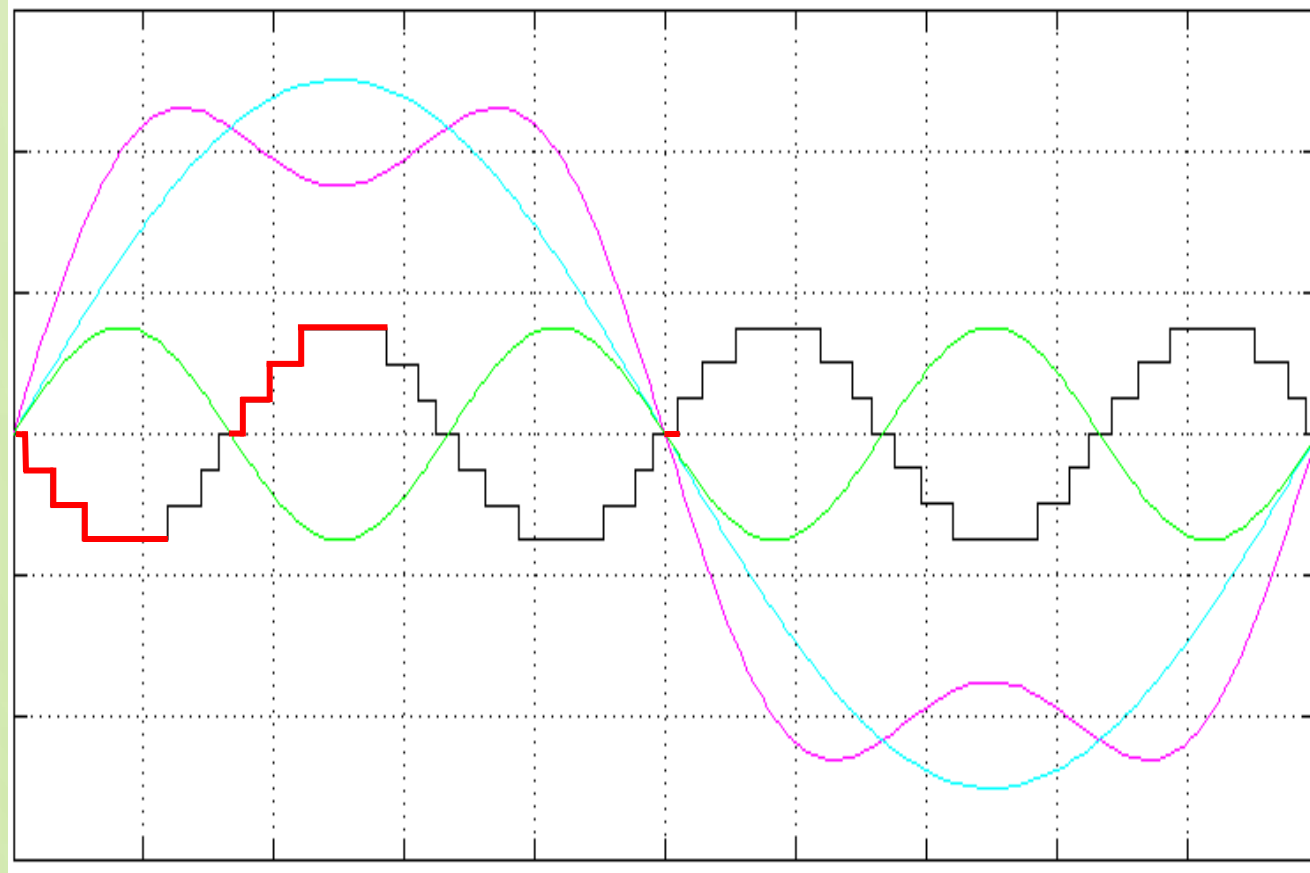
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



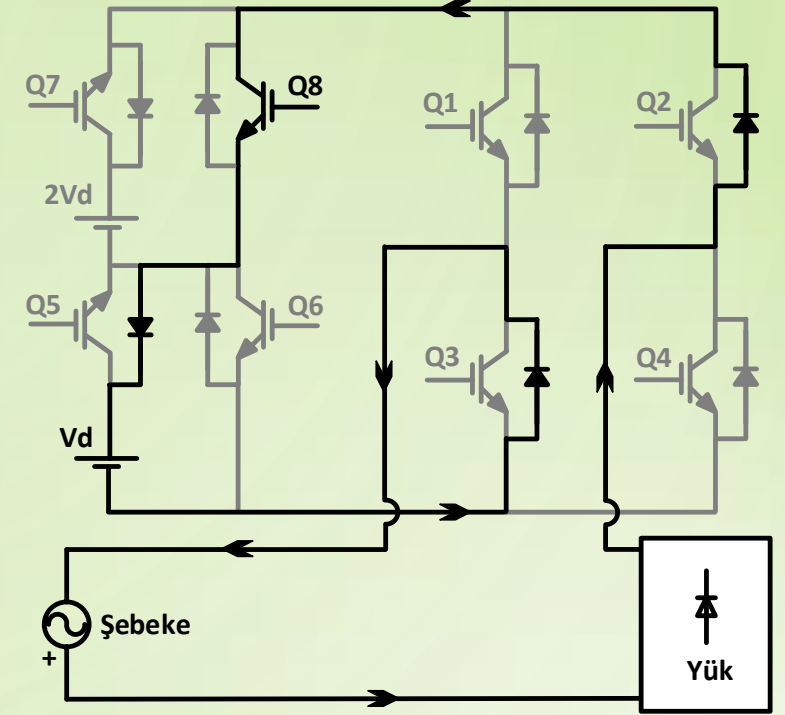
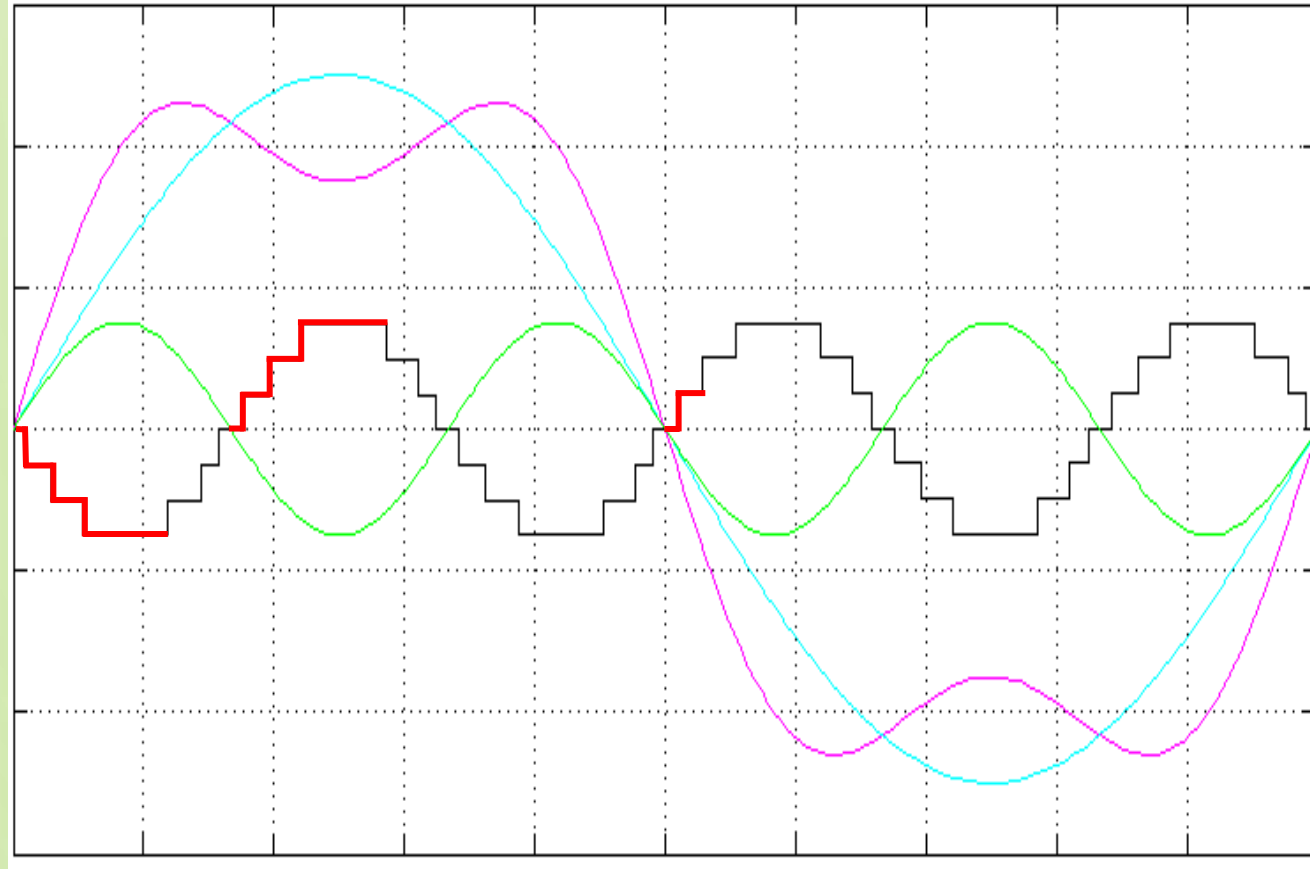
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



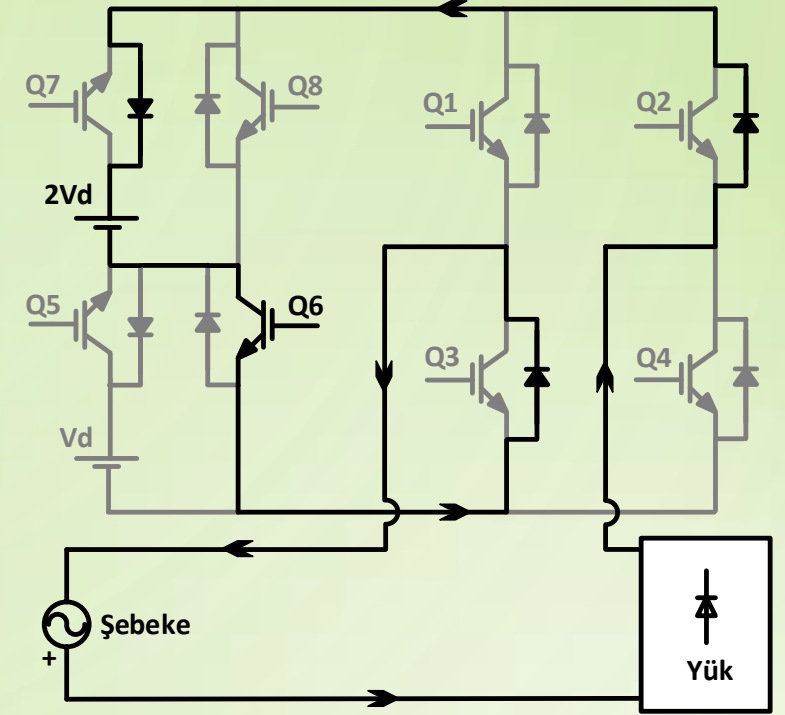
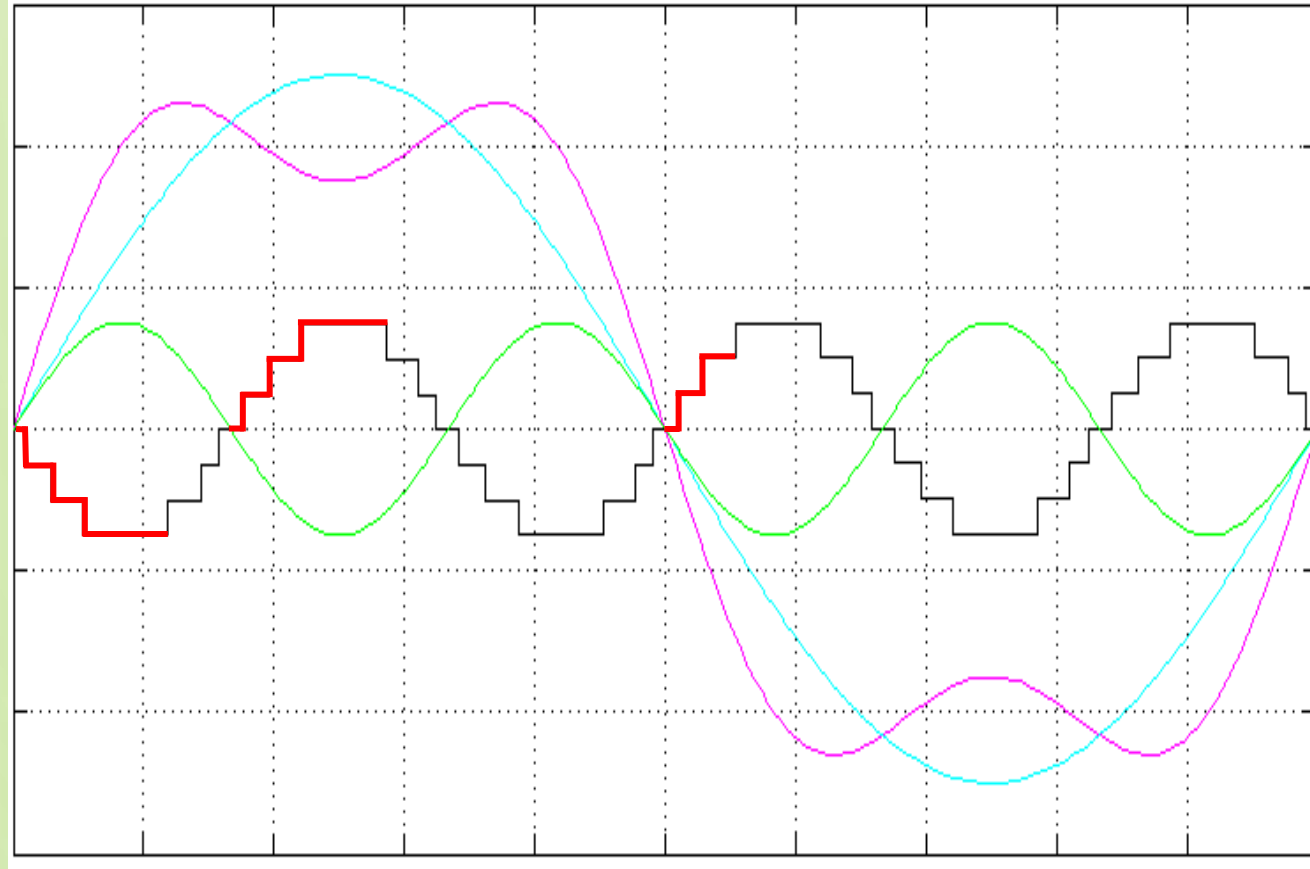
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



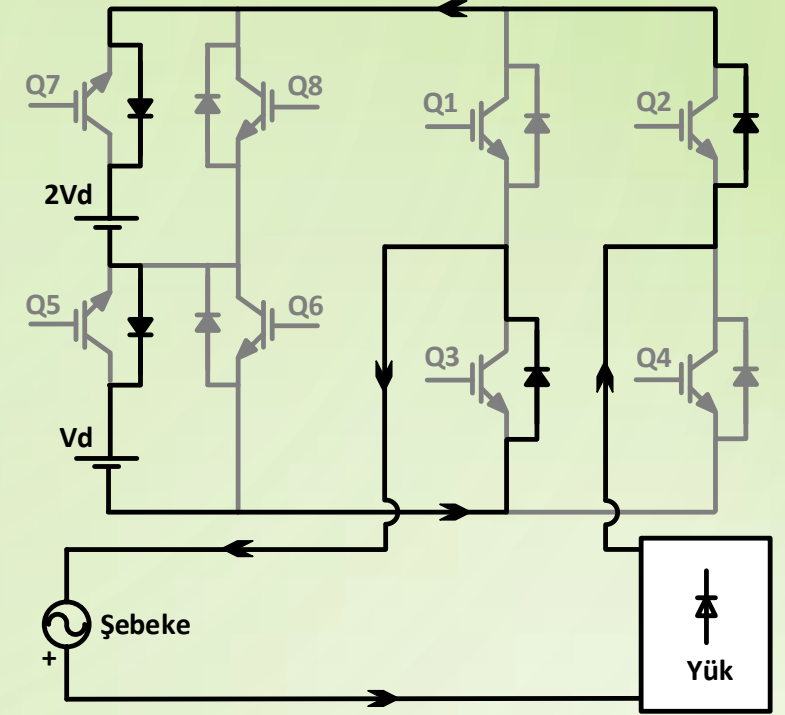
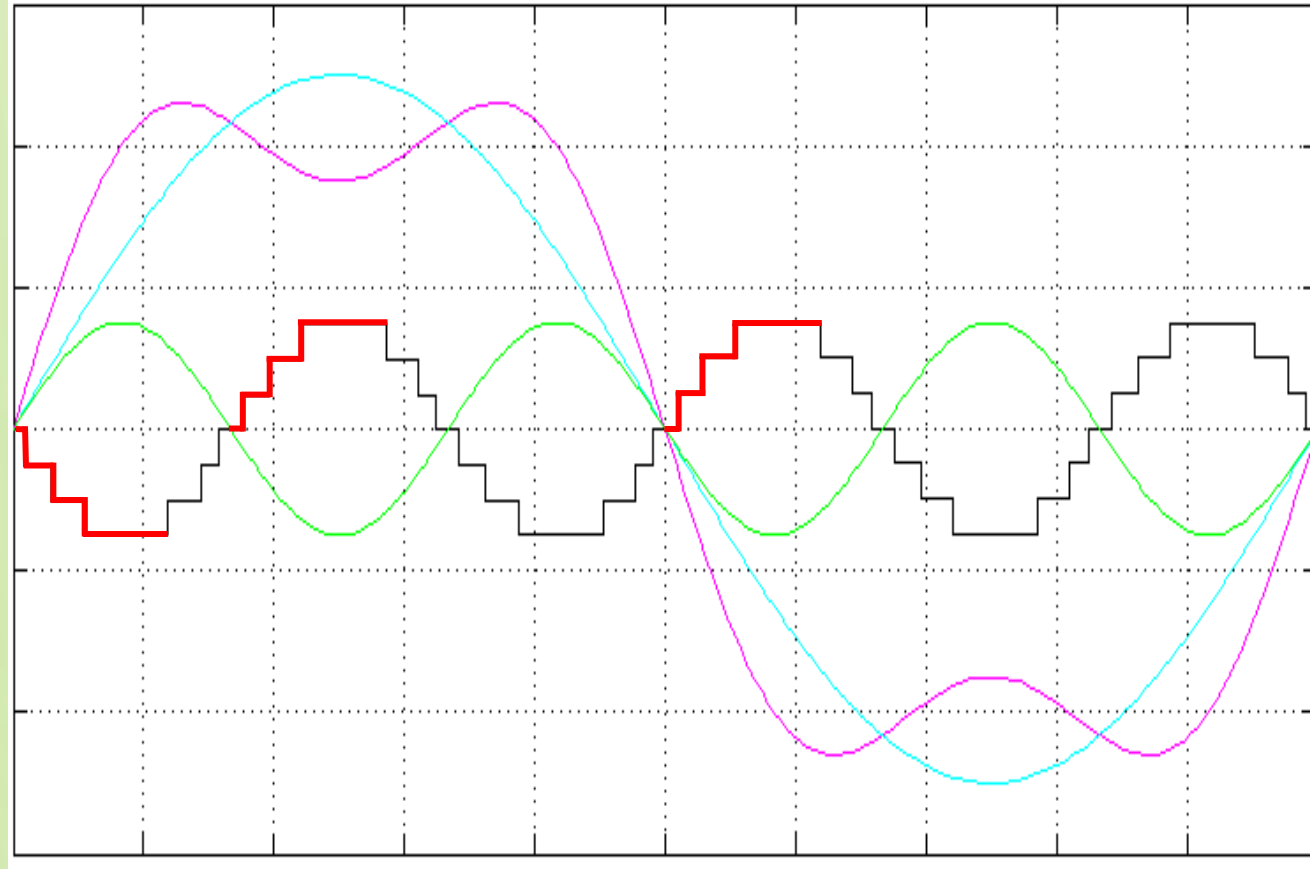
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



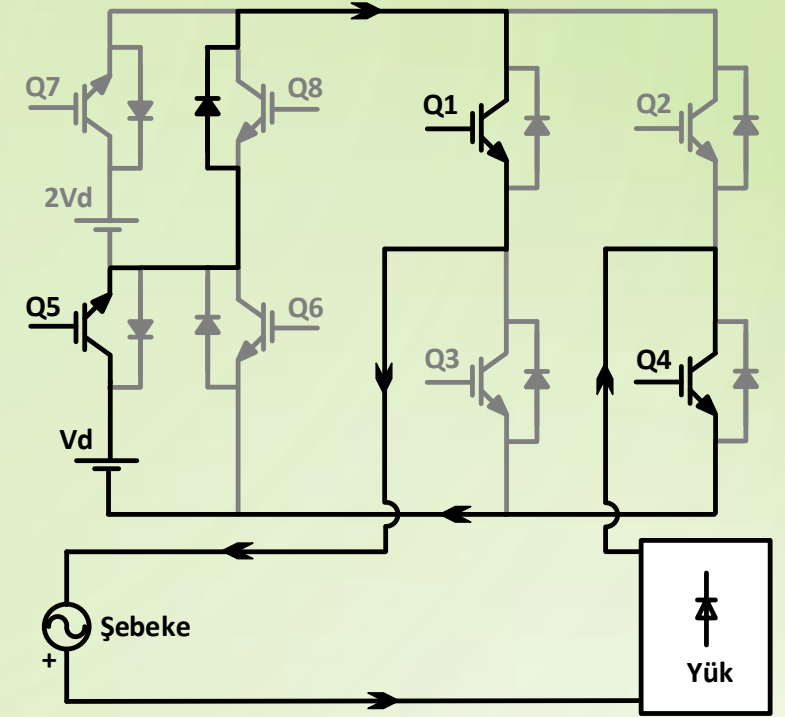
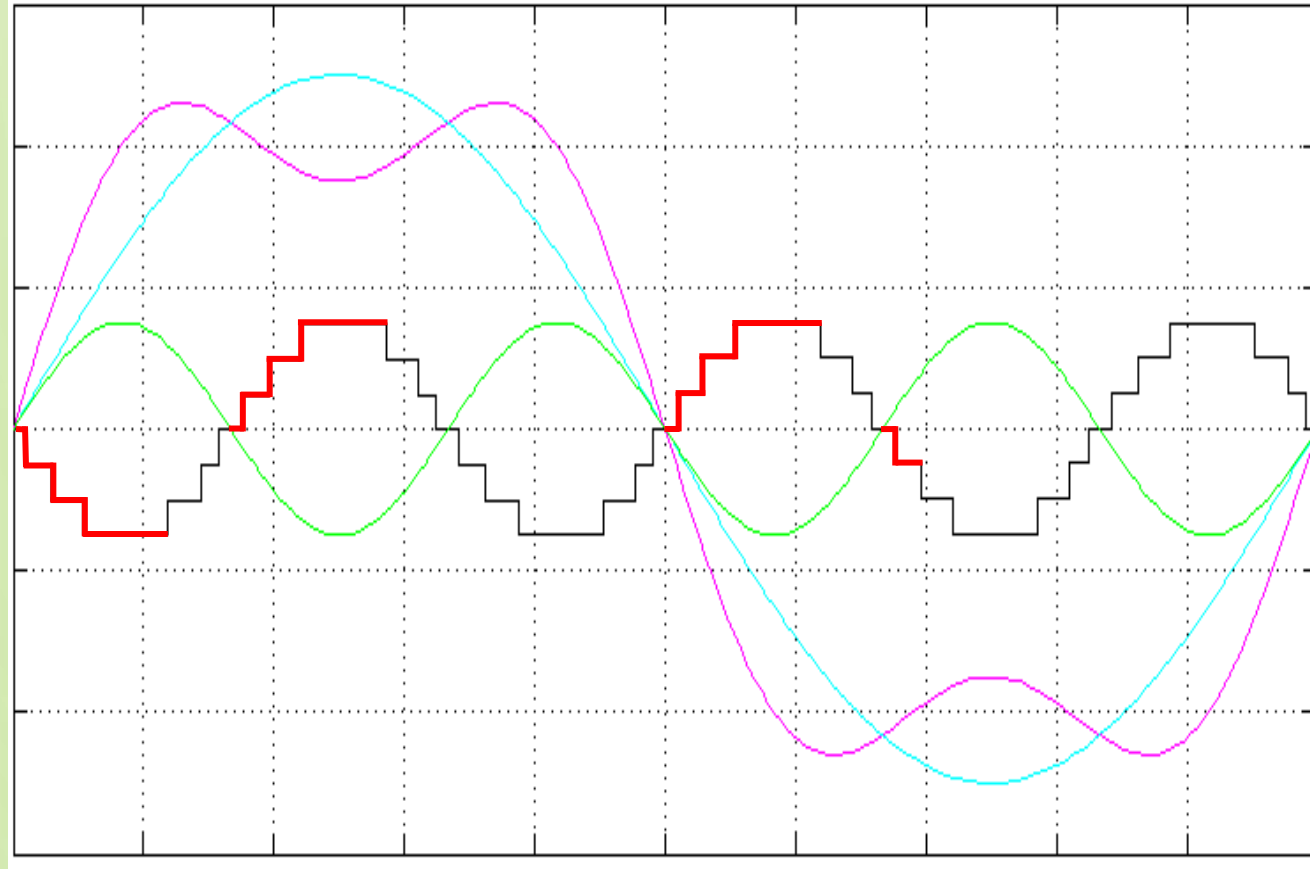
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



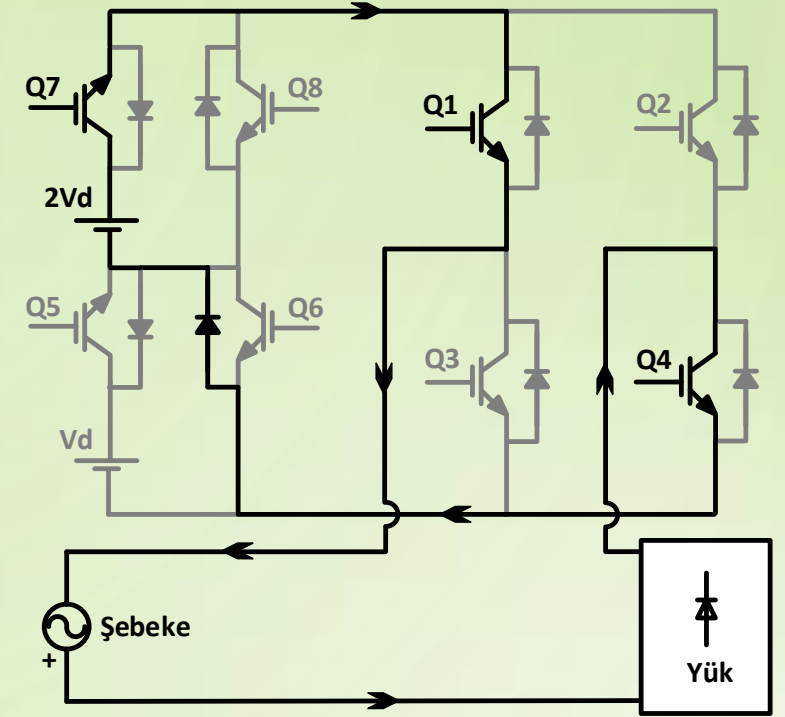
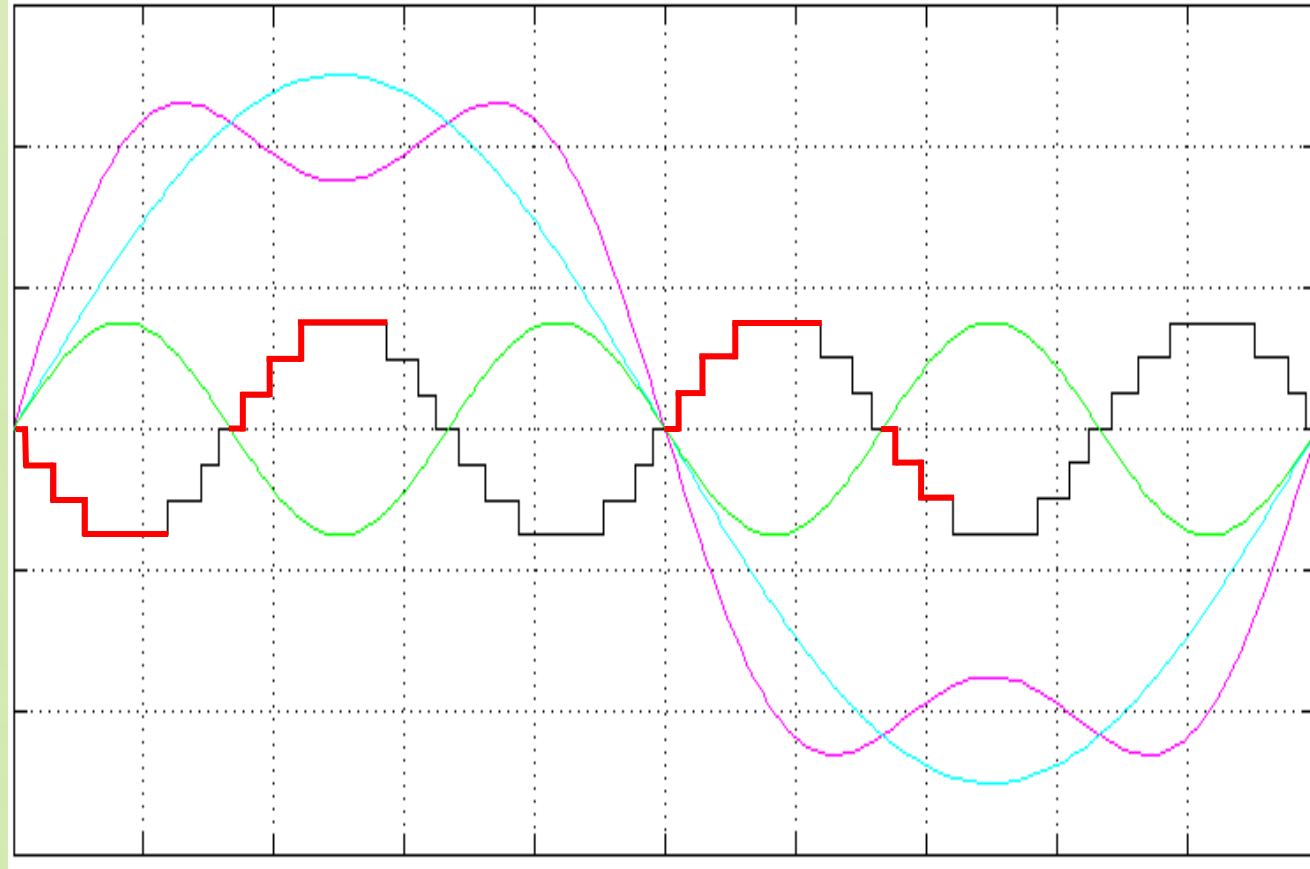
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



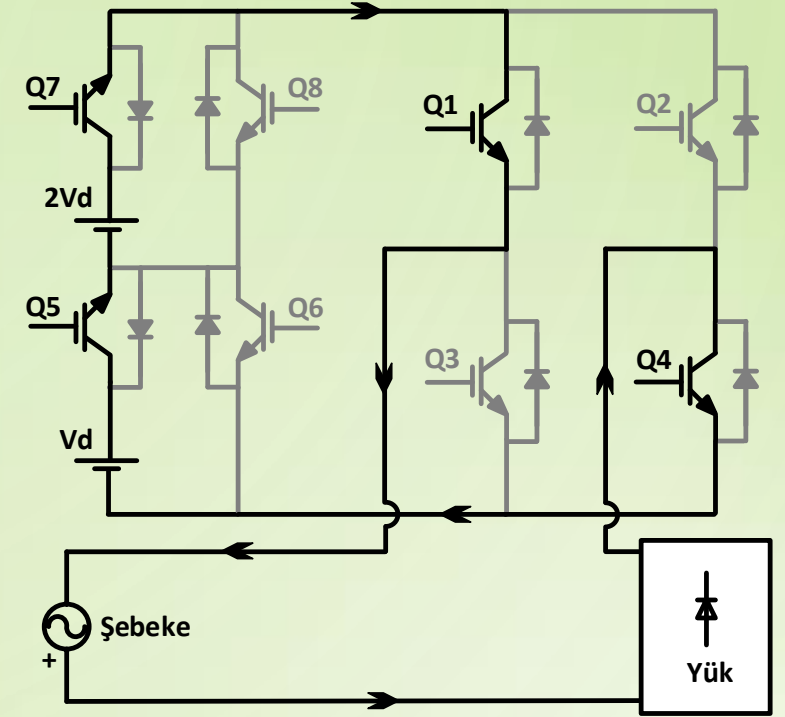
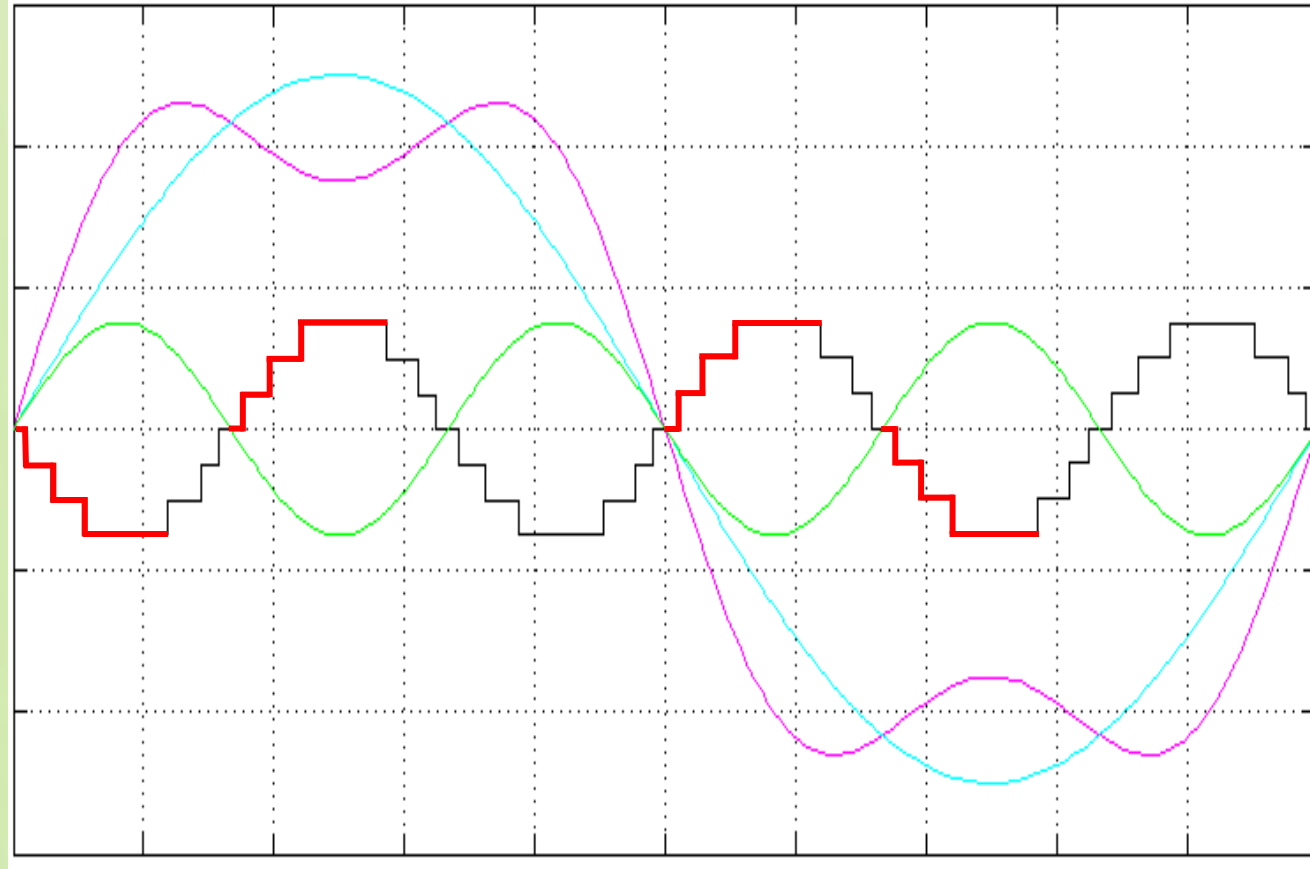
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



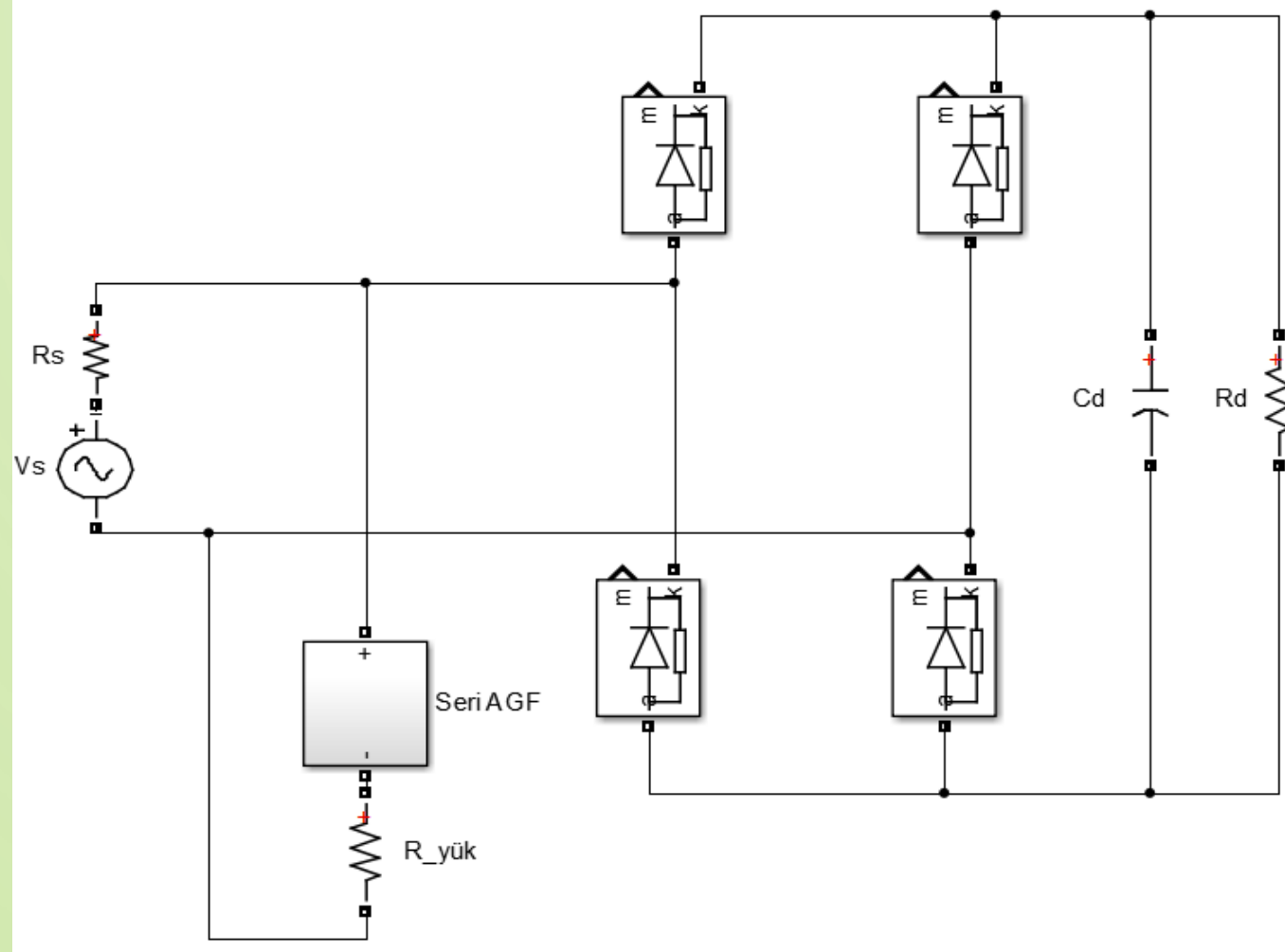
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



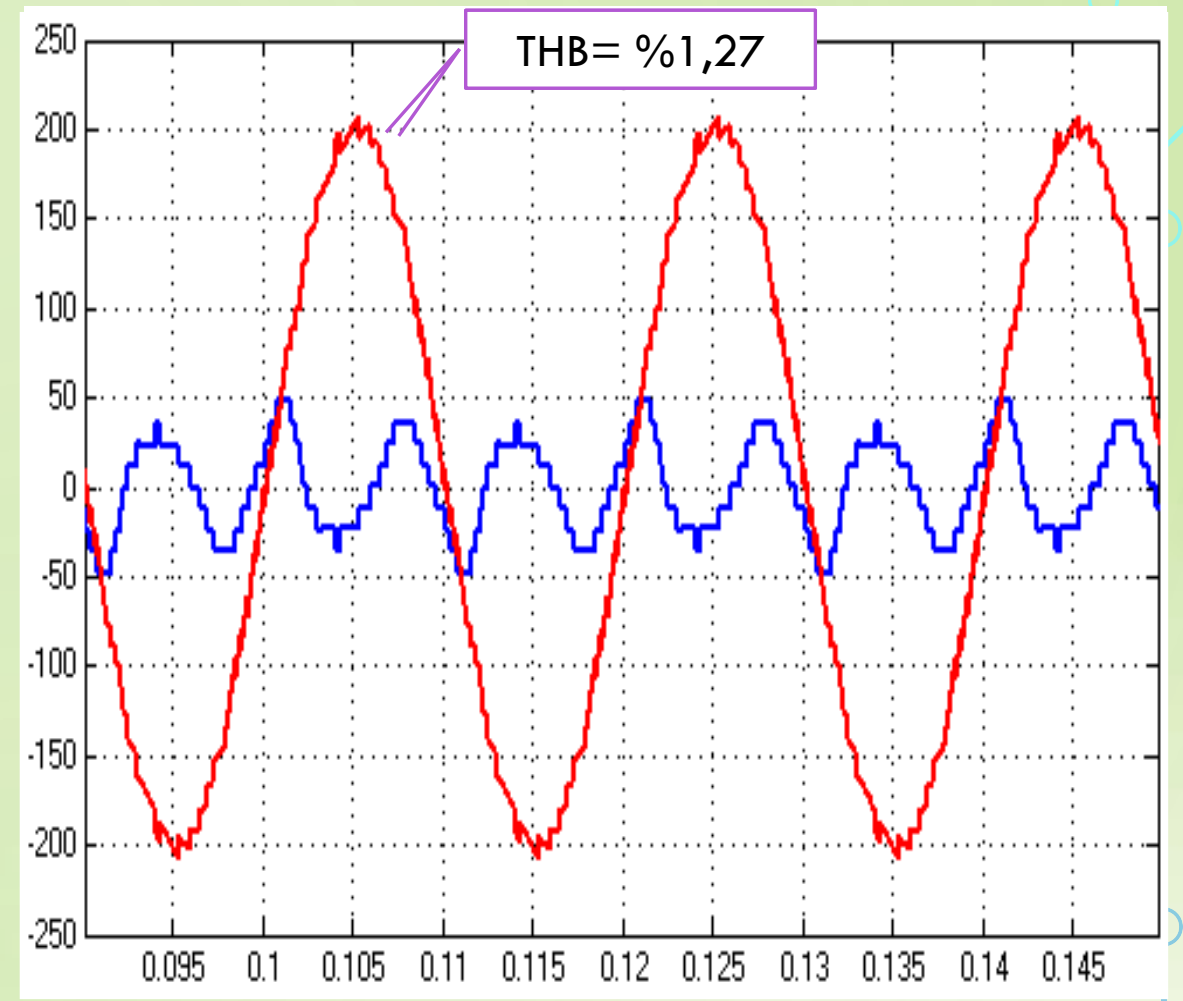
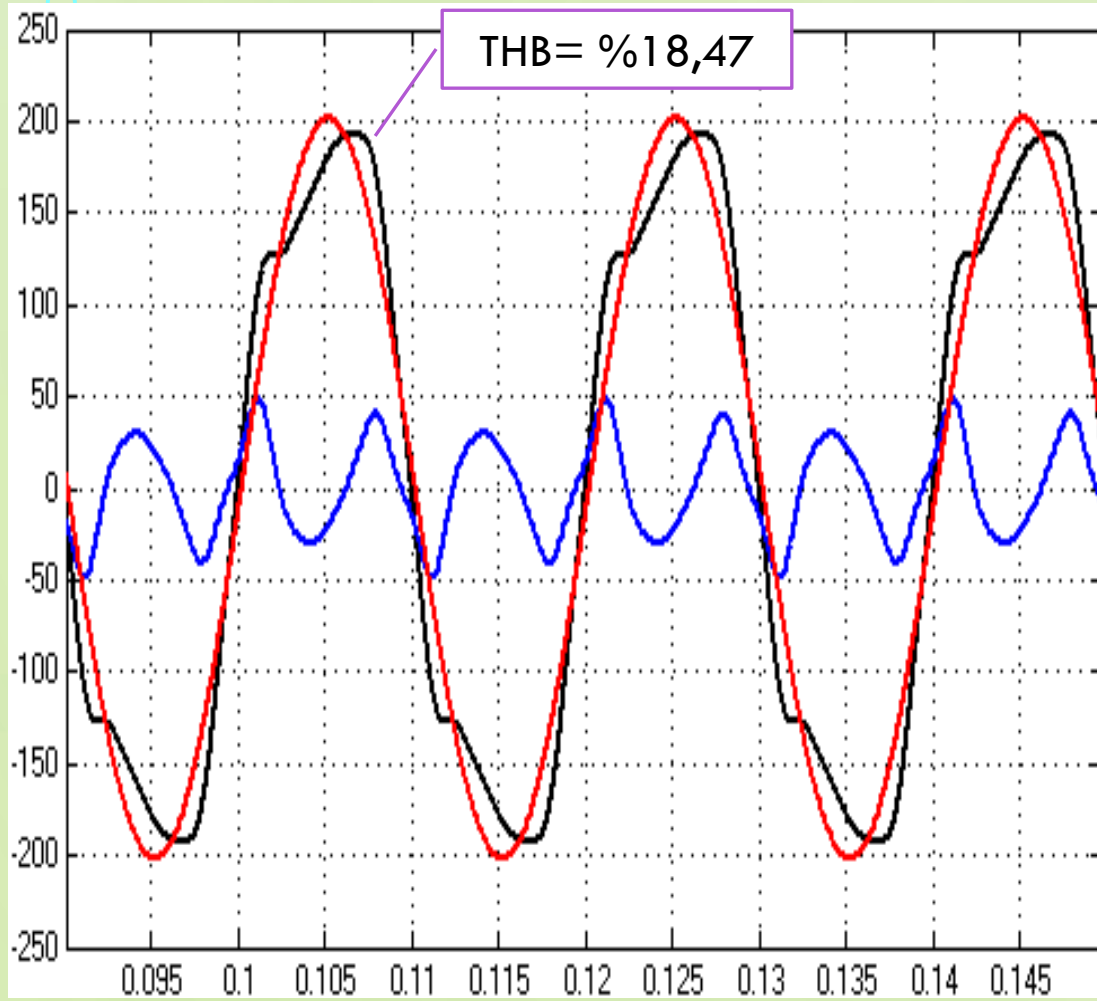
Evirici Yapısı Çalışma Durumları



Simülasyon Çalışması

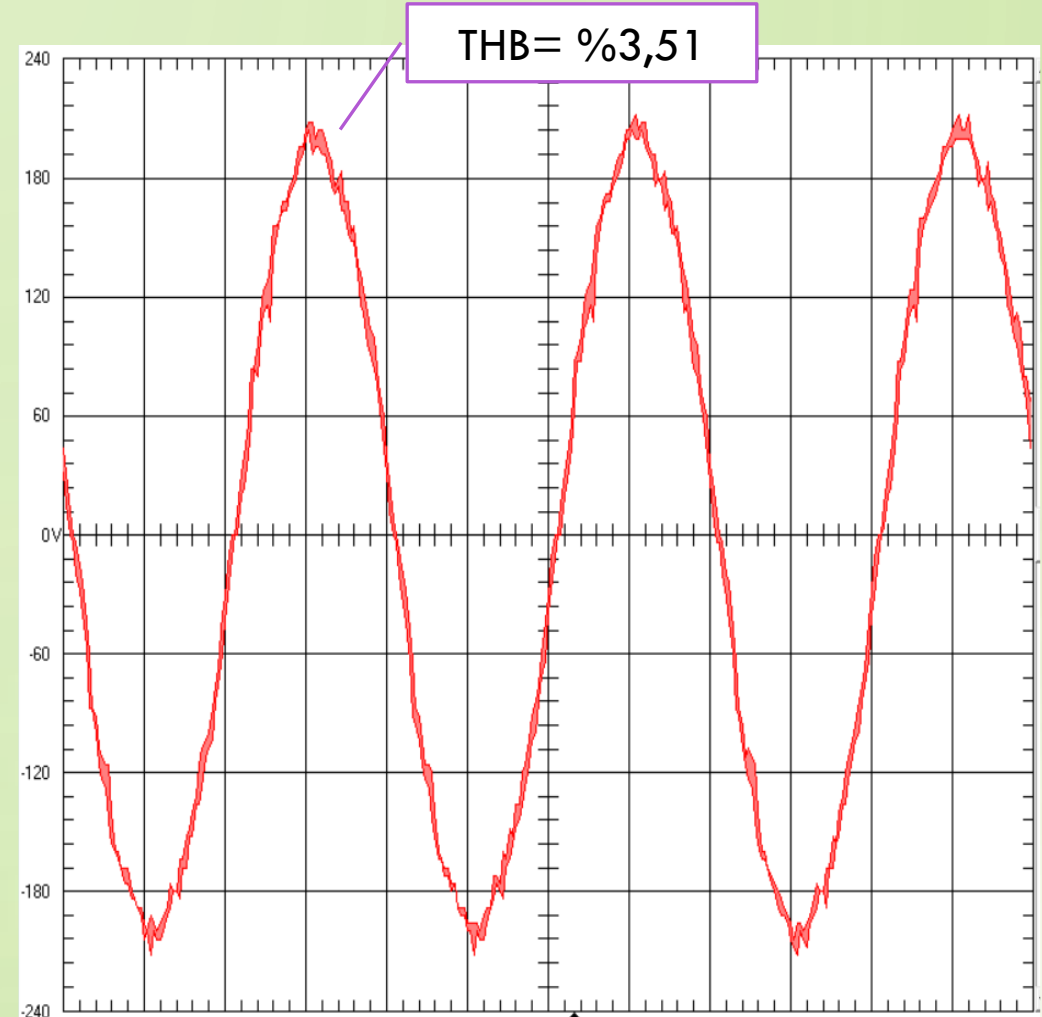
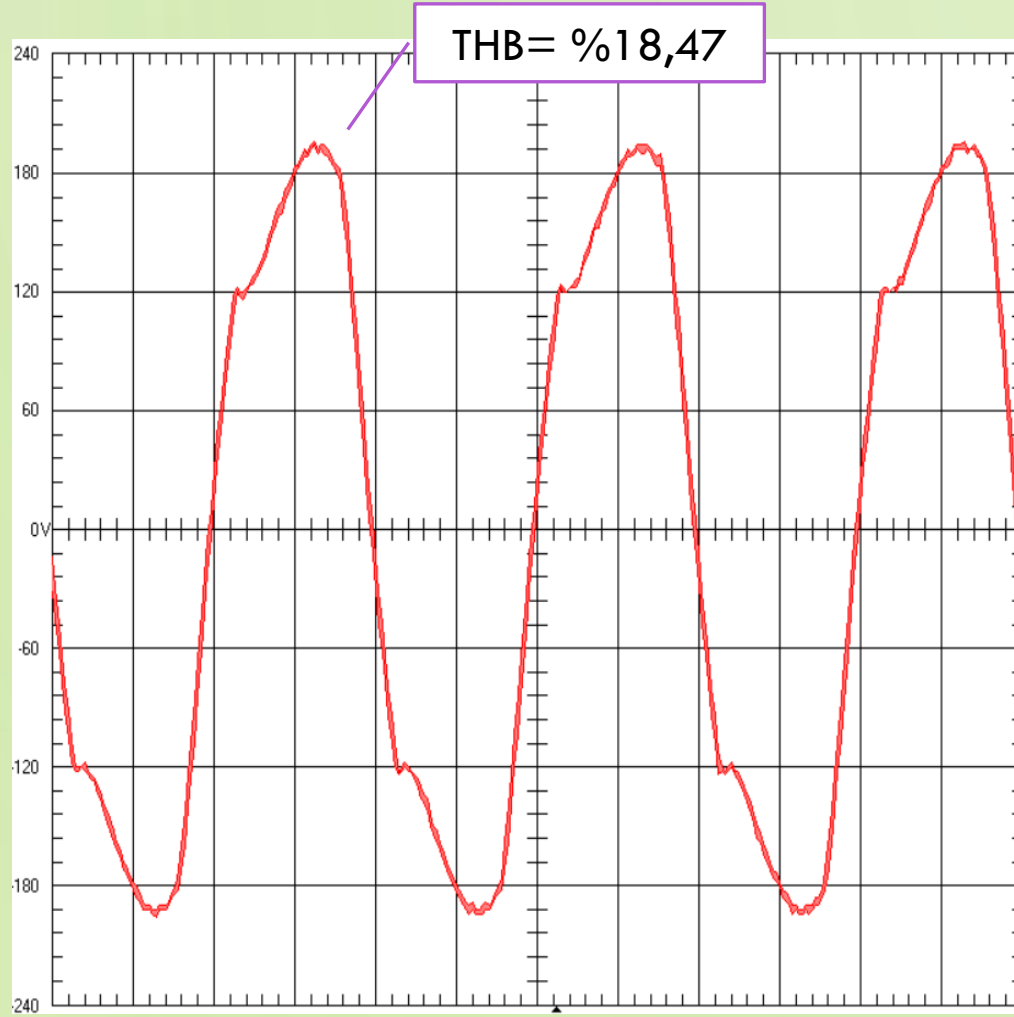


Seri aktif güç filtresi uygulamasına ait simülasyon çalışmasının devre şeması



Büç seviye modülüne sahip evirici ile gerçekleştirilen seri AGF uygulaması

Deneysel Çalışma



Üç seviye modülüne sahip evirici ile gerçekleştirilen seri AGF uygulaması

Sonuçlar

- Seri aktif güç filtresi uygulaması için kullanılan çok seviyeli evirici bloğunda çıkış gerilimi seviye sayısı arttırılarak THB değeri düşük sinüzoidal dalga şekilleri üretilebilmektedir. Önerilen evirici yapısında, seviye modülü sayısı ile kolaylıkla çıkış gerilimi seviye sayısı arttırılmaktadır.
- Önerilen evirici yapısı ile sinüzoidal gerilimler üretilebildiği gibi belirlenen harmonikleri içeren gerilimler de üretilebilmektedir.
- Harmonik eliminasyonunu gerçekleştirecek topolojiler için bir anahtarlama stratejisi geliştirilmiş ve bu strateji Matlab/Simulink ortamında test edilmiştir. Geliştirilen stratejinin seri aktif güç filtresi uygulamasına uygun olduğu simülasyon sonuçları ile görülmüştür.
- Yapılan simülasyonlar sonucunda seri aktif güç filtresi evirici bloğunun belirlenen harmonikleri elimine edebildiği elde edilen grafikler yardımıyla ortaya koyulmuştur. Buna göre; sadece 3 seviye modülü ile %18,47'lik THB değeri %2,69'a düşürülmüştür. 5 seviye modülü kullanıldığında aynı harmonik bozunum %1,27 değerine çekilmiştir.
- Simülasyon çalışması sonuçları, geliştirilen kontrol algoritmasının geçerliliğini ve evirici topolojindeki seviye modülü sayısının önemini ortaya koymuştur.

TEŞEKKÜRLER