

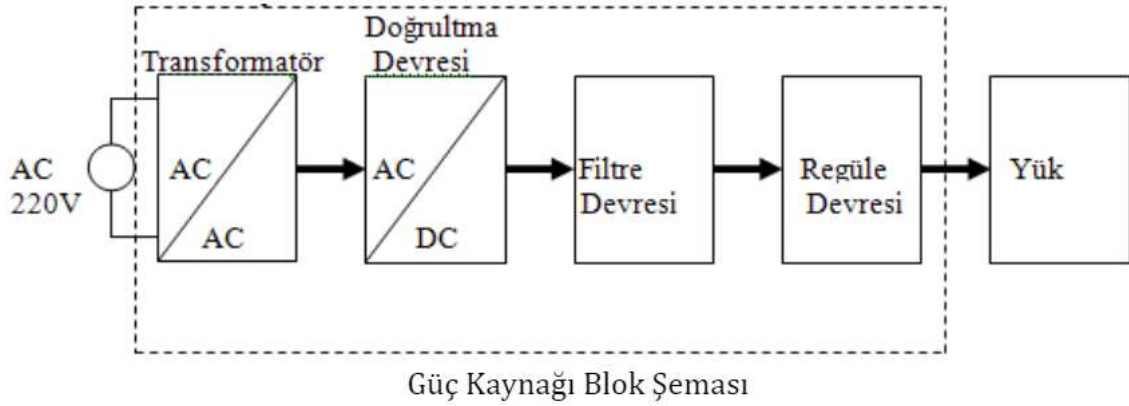
## ENDÜSTRİYEL ELEKTRONİK DERS NOTLARI

### DOĞRULTMA VE FİLTRE DEVRELERİ

1. Doğrultucu Devreler
2. Filtre Devreleri
3. Regüle Devreleri

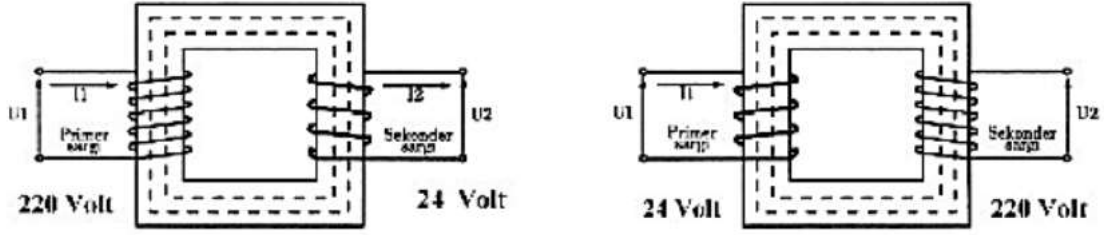
#### Güç Kaynaklarının Yapısında Dört Aşama Vardır

- AC gerilimin düşürülmesi/yükseltilmesi
- AC gerilimin DC gerilime çevrilmesi. (Doğrultma)
- Doğrultulan DC gerilimdeki dalgalanmaların önlenmesi. (Filtreleme)
- DC gerilimin sabit tutulması. (Regüle)



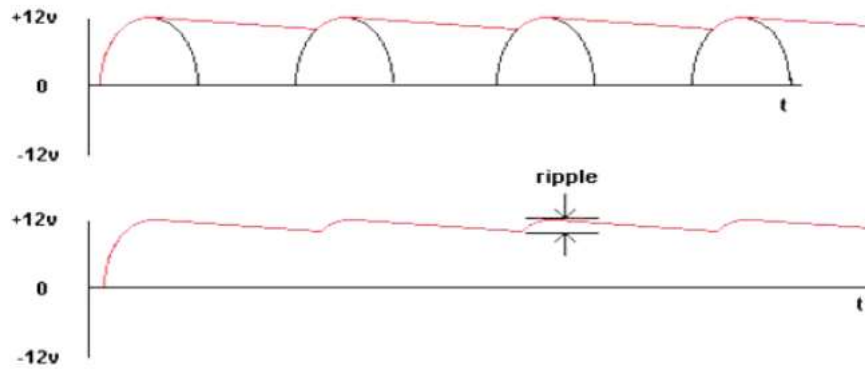
220 Voltluk AC gerilimin daha düşük, bazen de daha yüksek DC gerilimlere çevrilmesi için kullanılan devrelere doğrultucu devre (adaptör, redresör) adı verilir. Doğrultucu devrenin çıkışında meydana gelen tek yönlü dalgalanmayı daha doğru bir dalga haline çevirmek amacıyla kullanılan devreye Filtre Devresi denir.

Doğrultucu çıkışına bağlanacak yükün değerinden dolayı gerilim değişimini engellemek amacıyla kullanılan devreye regülasyon devresi denir. Yani dalgasız ve düz bir gerilim haline getirmeye yarar. AC gerilimin düşürülmesi veya yükseltilmesi yükseltici veya alçaltıcı transformatörler ile gerçekleştirilir.



Alçaltıcı ve Yükseltici Tip Transformatör

Doğrultulan DC gerilimdeki dalgalanmaların (ripple) önlenmesi (filtrelenmesi) için kondansatör ya da bobinler kullanılarak filtre (süzgeç) devreleri yapılır.



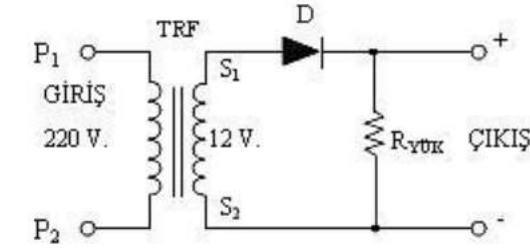
Doğrultulmuş Bir Sinyalde Ripil Oluşumu

DC gerilimin sabit tutulması yani regüle edilmesi devrelerinde, zener diyot, transistör veya entegre gerilim regülatörleri kullanılır.

## 1. DOĞRULTUCU DEVRELER

### Yarım Dalga Doğrultucu

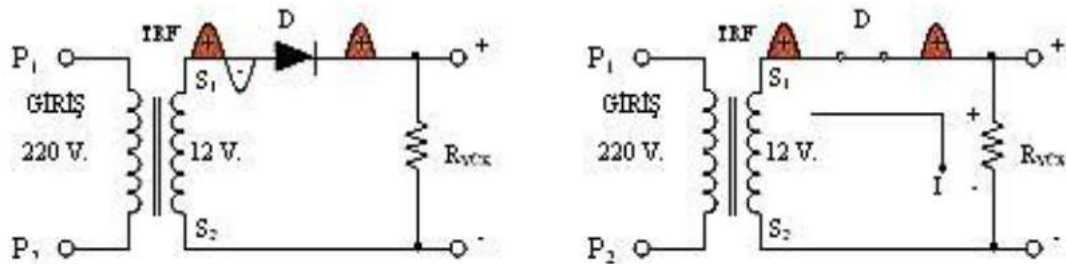
Transformatörün sekonderinin bir ucuna seri olarak bağlanan bir diyot ile yapılan, diyot yönüne göre bir alternansı kırpın devreye **yarım dalga doğrultucu devre** denir.



Yarım Dalga Doğrultucu Devre Şeması

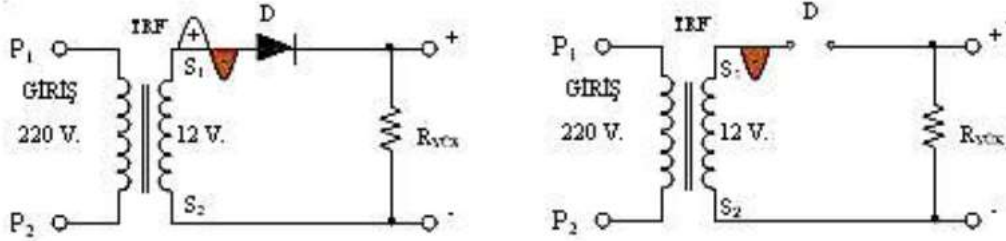
Devrede transformatör 220V'luk AC gerilimi, 12V'luk AC gerilime düşürür. Transformatörün primeri ile sekonderi arasında 180°'lik faz farkı bulunur. Primerin P<sub>1</sub> kısmında negatif alternans olduğunda sekonderin S<sub>1</sub> kısmında pozitif alternans bulunur. Aynı şekilde P<sub>1</sub>'de pozitif alternans varken S<sub>1</sub>'de negatif alternans vardır. Ayrıca transformatörün hem primerde hem de sekonderde üst ucu ile alt ucu arasında da 180°'lik faz farkı bulunur.

Asağıdaki şekilde görülen devrede diyotun iletme geçebilmesi için anoduna pozitif alternans gelmesi gerekir. Transformatörün primerindeki P<sub>1</sub> noktasında negatif alternans olduğunda diyotun anoduna sekonderin S<sub>1</sub> noktasından pozitif (+), S<sub>2</sub> noktasından negatif (-) alternans gelir. Bu durumda diyot iletme geçerek anot-katot arası kısa devre gibi olur. S<sub>1</sub> noktasındaki pozitif alternanslı sekonder gerilimi yük direnci üzerinde düşer. İdealde bu gerilim sekonder gerilimine eşittir ancak diyot üzerinde diyotun açma gerilimi olan 0,7V'luk bir gerilim mevcuttur ve bu gerilim hesaplamalarda genellikle ihmal edilir. Sekonderin üst ucundan çıkan akım yük direnci üzerinden geçerek sekonderin alt ucundan devresini tamamlar. Akımın yük direncine girdiği nokta (+), çıktığı nokta (-) polariteli olur.



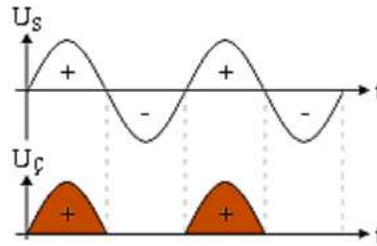
Yarım Dalga Doğrultucu Devrede Pozitif Alternans Oluşumu

Aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi diyotun anoduna negatif (-), katoduna pozitif (+) alternans geldiğinde diyot ters polarma olacağından açık devre olur. Devreden akım geçemeyeceğinden direnç üzerinde gerilim düşümü olmaz.



#### Yarım Dalga Doğrultucu Devrede Negatif Alternansların Kırılması

Aşağıdaki şekilde sekonder geriliminin pozitif alternanslarında diyotun iletme geçmesiyle çıkışta oluşan DC gerilim görülmektedir. Pozitif alternanslar çıkışa yansırken negatif alternanslarda çıkış gerilimi "0" olur.



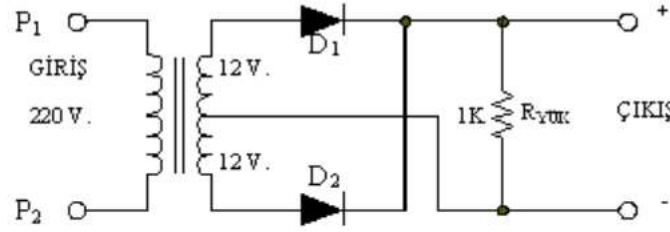
#### Yarım Dalga Doğrultucu Devrenin Giriş/Çıkış Sinyali

### Tam Dalga Doğrultucular

#### İki diyotlu (orta uçlu) tam dalga doğrultma devresi

Transformatörün sekonderinin her iki ucuna seri ve aynı yönde bağlanan birer diyot ile yapılan, diyot yönlerine göre sadece pozitif ya da negatif alternansları geçiren devreye **orta uçlu tam dalga doğrultucu devresi** denir. Bu isim devrede kullanılan transformatörün orta uçlu olmasından dolayı verilmiştir. Aynı devre **iki diyotlu tam dalga doğrultucu devresi** olarak da adlandırılır.





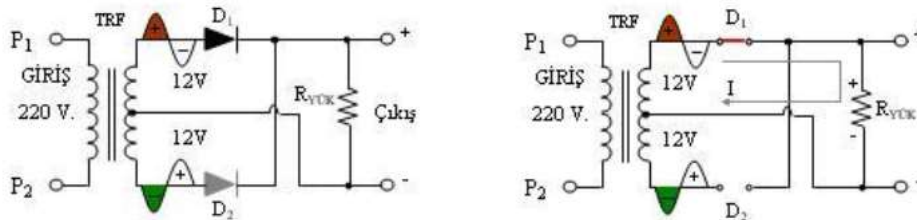
İki Diyotlu Tam Dalga Doğrultucu Devre Şeması

Devrede transformatörün primer girişine gelen 220V. AC gerilim, orta uçlu transformatör tarafından düşürülerek, sekonder çıkışından 2x12V AC olarak elde edilir. Orta uca göre iki dış ucta 12V gerilim oluşurken, iki dış uç arasında ise 24 Volt elde edilir. Her iki dış ucta orta uca göre simetrik bir gerilim oluşur.

Tam dalga doğrultma devresinde iki diyot sıra ile ilettime geçerler. Dolayısıyla her iki diyot sekonder geriliminin birer alternansında ilettime geçtiklerinden diyotlar aynı yük akımının yarısını taşırlar. Böylelikle devredeki diyotların her biri yarım dalga doğrultucu olarak görev yaparlar.

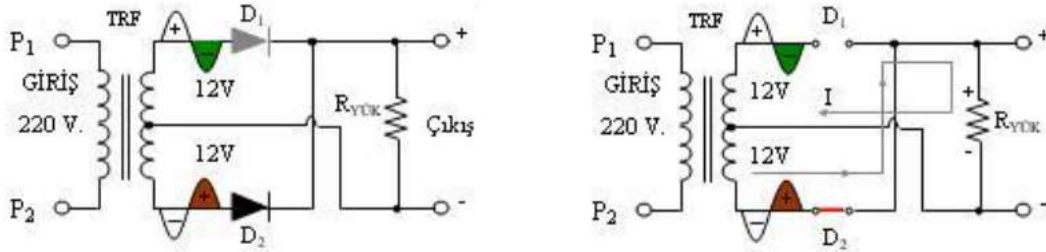
Yarım dalga doğrultmaç devrelerinde PIV, sekonderin maksimum gerilimine ( $V_m$ ) eşit iken, iki diyotlu tam dalga doğrultma devrelerinde ise maksimum sekonder geriliminin iki katıdır ( $2V_m$  ya da  $V_{P-P}$ ). Köprü diyotlarla gerçekleştirilmiş tam dalga doğrultma devresinde PIV yarım dalga doğrultmada olduğu gibi maksimum sekonder gerilimine eşittir ( $V_m$ ).

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi üst uca pozitif alternans geldiğinde alt uca negatif alternans gelir. Bu durumda  $D_1$  diyotu iletimdeyken  $D_2$  diyotu yalıttımdadır. Sekonderin üst ucundan çıkan akım  $D_1$  diyotu ve yük direnci üzerinden geçerek sekonderin orta ucundan devresini tamamlar. Orta uca göre üst uç (+) polaritede iken alt uç (-) polaritede olur.



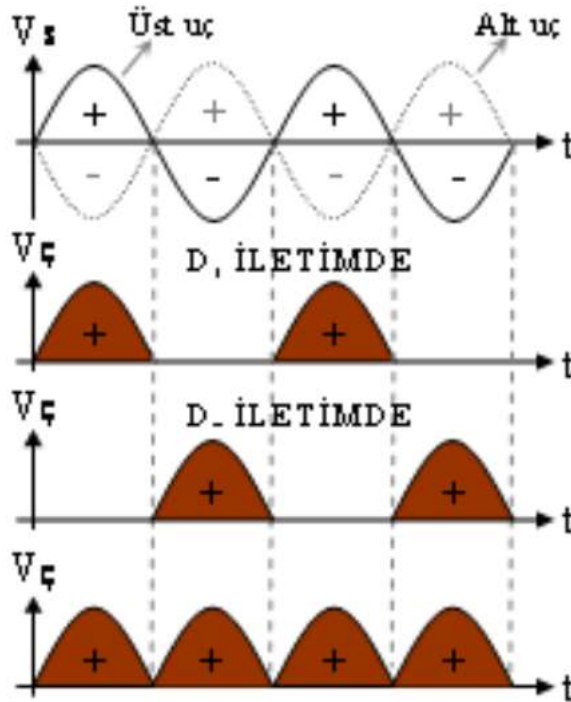
İki Diyotlu Tam Dalga Doğrultucu Devrede Pozitif Alternans Oluşumu

Aşağıdaki şekilde alt uca pozitif alternans geldiğinden  $D_2$  iletimde ve aynı anda üst uca da negatif alternans geldiğinden  $D_1$  iletimdadır. Sekonderin alt ucundan çıkan akım  $D_2$  diyotu ve yük direnci üzerinden geçerek sekonderin orta ucundan devresini tamamlar. Orta uca göre üst uç yine (+) polaritede iken alt uç (-) polaritede olur. Dolayısıyla çıkışın üst ucunda, sekonderin her iki alternansında da pozitif yönde DC gerilim oluşur.



#### İki Diyotlu Tam Dalga Doğrultucu Devrede Negatif Alternansların Kırılması

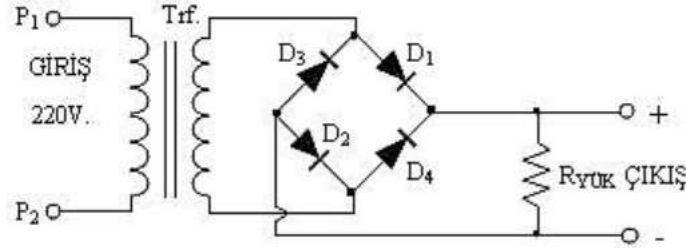
Aşağıdaki şekilde sekonder geriliminin pozitif ve negatif alternanslarında diyotların sırayla iletime geçmesiyle çıkışta elde edilen DC gerilim görülmektedir.



#### İki Diyotlu Tam Dalga Doğrultucu Devrenin Giriş/Çıkış Sinyali

### Köprü tipi (iki diyotlu) tam dalga doğrultma devresi

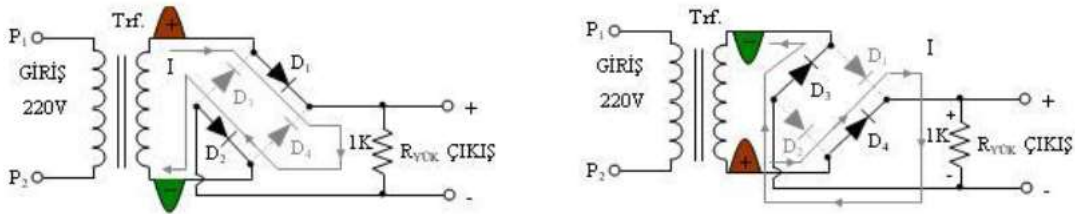
Transformatörün sekonderine dört adet diyotun (veya köprü diyot) bağlanmasıyla yapılan, çıkışında tek yönlü alternans elde edilen devreye **köprü tipi tam dalga doğrultucu devresi** denir.



Köprü Diyotlu Tam Dalga Doğrultucu Devre Şeması

Orta uçlu tam dalga doğrultma devresinde transformatör orta uçlu (simetrik çıkışlı) iken, köprü tipi tam dalga doğrultma devresindeki transformatörde orta uç yoktur. Devrede transformatörün primer girişine gelen 220V AC gerilim, transformatör tarafından düşürülerek, sekonder çıkışından 12V AC olarak elde edilir. Devrede diyotlar ikiyeşerli olarak ilettime geçerek negatif alternansları kırparlar.

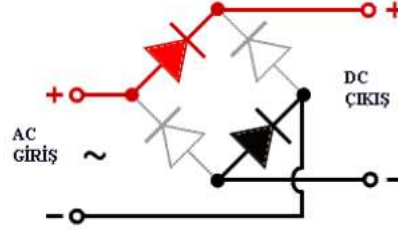
Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi üst uçta pozitif alternans varken alt uçta negatif alternans vardır. Bu durumda  $D_1$  ve  $D_2$  diyotları iletimde ve  $D_3$  ve  $D_4$  diyotları yalıttımdadır. Sekonderin üst ucundan çıkan akım  $D_1$ , yük direnci ve  $D_2$  diyotu üzerinden geçerek sekonderin alt ucundan devresini tamamlar.



Köprü Diyotlu Tam Dalga Doğrultucu Devrede Alternansların Oluşumu

Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi üst uca negatif alternans geldiğinde alt uçta pozitif alternans olur. Bu durumda  $D_3$  ve  $D_4$  diyotları iletimde  $D_1$  ve  $D_2$  diyotları yalıttımdadır. Sekonderin alt ucundan çıkan akım  $D_4$ , yük direnci ve  $D_2$  diyotu üzerinden geçerek sekonderin üst ucundan devresini tamamlar. Her defasında akım yük direncinin üst ucundan girdiğinden çıkışı üst ucu (+) polaritede alt ucu (-) polaritede olur. Görüldüğü gibi devrede diyotlar ikiyeşerli olarak ilettime geçerler. Çıkışta sadece pozitif alternanslardan oluşan dalgalı DC elde edilir.





Köprü Diyotun Yön Değişim Şekli

## 2. FİLTRE DEVRELERİ

### Neden Filtreler kullanılır?

Belirli bir frekans bandını geçirmek, bunun dışında kalan frekansları zayıflatmak amacı ile filtre devreleri kullanılır. Filtreler; aktif ve pasif olmak üzere iki temel tipte tasarlanırlar. Pasif filtre tasarımında; direnç, kondansatör ve bobin (self) gibi pasif devre elemanları kullanılır. Aktif filtrelerde ise pasif devre elemanlarına ilaveten transistör ve tümdevre gibi yarıiletken devre elemanları da kullanılır.

### Aktif Filtrelerin özellikleri

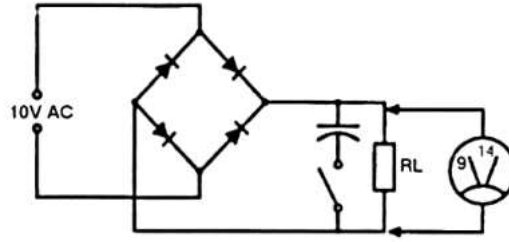
Aktif filtre devrelerinin çıkış empedansı çok düşük, giriş empedansı ise oldukça yüksektir. Bu nedenle, aktif filtrelerin girişlerine veya çıkışlarına bağlanacak devre veya devre elemanlarının etkilenmesi söz konusu değildir.

Aktif filtrelerde, filtrenin geçirgen olduğu frekanslarda herhangi bir zayıflatma olmaz. Çünkü aktif filtre tasarımında kullanılan opamp, filtre edilen işaretleri yükselterek çıkışına aktarabilir. Pasif filtreler herhangi bir besleme gerilimine gereksinim duymazlar fakat aktif filtrelerin her zaman besleme gerilimine gereksinimleri vardır. Aktif filtre tasarımında kullanılan opamp'ların band genişlikleri sınırlı olduğundan her frekansta aktif filtre tasarlamak oldukça zordur. Aktif filtre devrelerinde tümdevre üretim teknolojilerinden kaynaklanan sınırlamalar nedeniyle self (bobin) elemanı kullanılamaz. Bu eleman yerine negatif empedans dönüştürücülerden yararlanılarak kondansatörden self elde edilebilir.

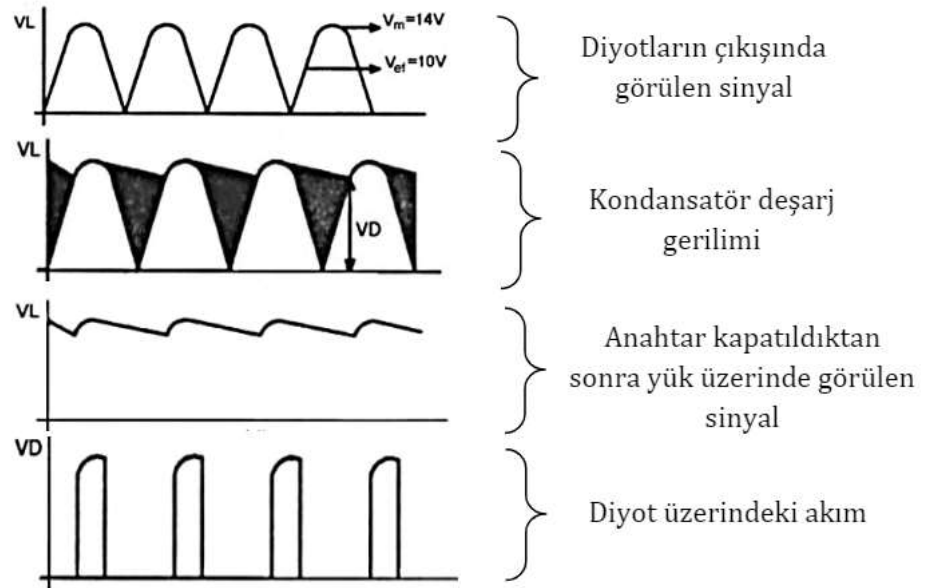


## Kondansatörlü Filtre Devresi

### Kondansatörlü Filtre Devresi ve Sinyal Değişimleri



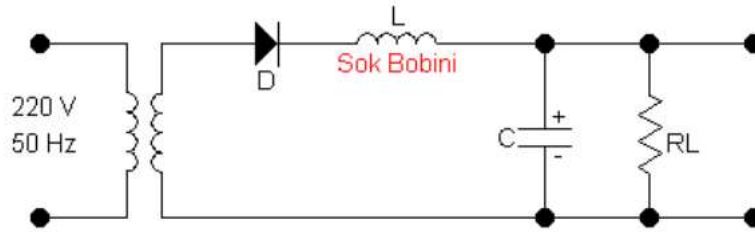
Köprü Diyot ile Tam Doğrultulan Sinyalin ve Kondansatör ile Filtre Edilmesi



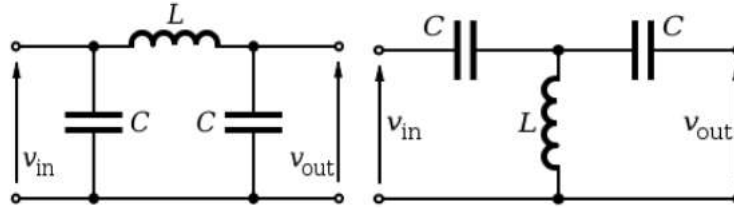
Tam Dalga Doğrultuculu ve Kondansatör Filtreli Devreye Ait Çıkış Sinyalleri

## Bobinli Filtre Devreleri

Bobinli filtre devreleri, diğer filtre devrelerinden daha yüksek akımlarla beslenen yükleri çalıştırabilmek amacıyla kullanılır. Bir bobinden akan akım bir direnç üzerinden akan akıma göre  $90^\circ$  daha gecikmelidir.



Şok Bobinli Filtre Devresi



Bobinli Pi (Π) ve T Tipi Filtre Devresi

Yüke paralel bağlı iki kondansatör arasına seri bir bobin bağlanarak elde edilen filtre tipidir. Bobin çıkışındaki dalgayı biraz daha iyi (en iyi) filtre etmek için pi tipi filtre kullanılır.

### 3. REGÜLE DEVRELERİ

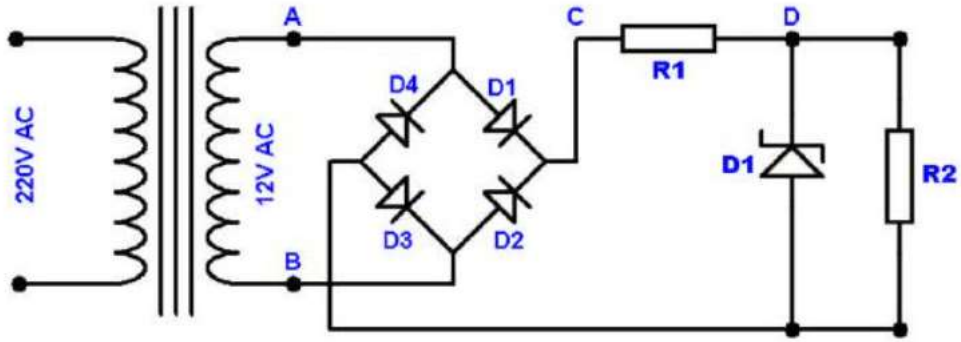
Giriş geriliminin ya da çıkış yük değerinin değişimine rağmen, çıkışında sabit DC gerilim verebilen devrelere **regüleli güç kaynağı** denir.

**Regüleli Güç Kaynaklarında 3 tür uygulama kullanılır**

- Seri regüle devresi
- Paralel regüle devresi
- Entegreli regüle devresi

#### Zener Diyotun Regülatör Olarak Kullanılması

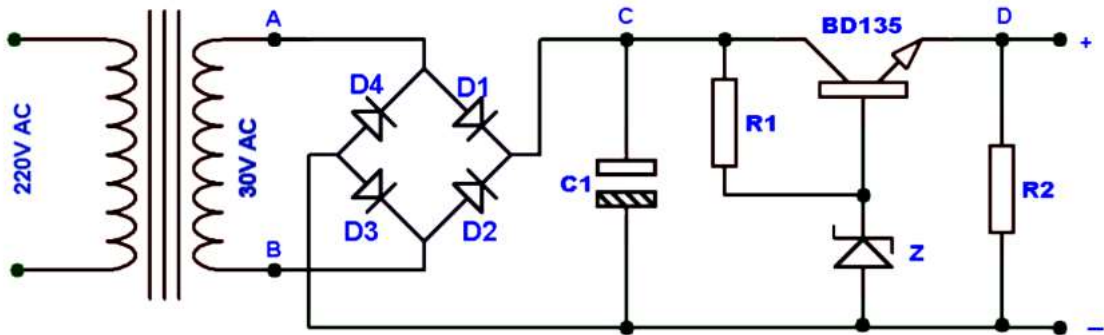
Zener diyot, yük direncine ters yönde paralel olarak bağlanmakta ve yüke gelen gerilim belirli bir değeri geçince zener diyot iletme geçerek devreden geçen akımı arttırmaktadır.



Zener Diyotlu Regülatör Devresi

### Seri Regüle Devresi

Zener diyotun tek başına kullanıldığı regüle devresinden çekilen akım sınırlıdır. Bu sebeple daha fazla akım ihtiyacı olduğunda zener diyotun bir transistorün beyzine bağlanmasıyla çalışan seri regüle devreleri kullanılır.

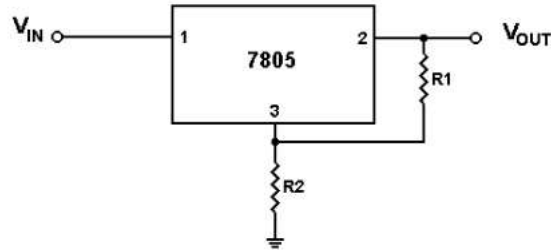


Zener Diyot ve Transisötlü Regülatör Devresi

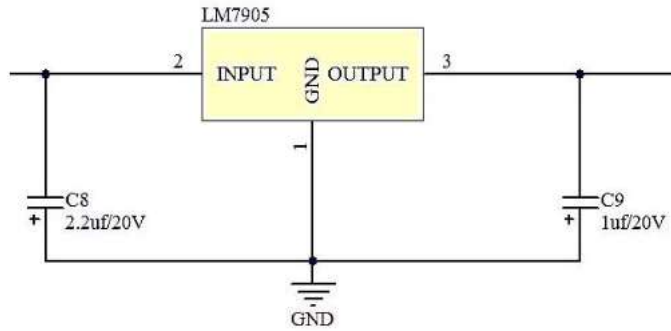
### Bazı Regüle Entegreleri ve Çıkış Değerleri

ENTEGRENİN ADI	ÇIKIŞ GERİLİMİ (VOLT)	ÇIKIŞ AKIMI (AMPER)	BACAK BAĞLANTILARI
7805	+5	1	a
7905	-5	1	b
7809	+9	1	a
7909	-9	1	b
7812	+12	1	a
7912	-12	1	b
7815	+15	1	a
7915	-15	1	b
7824	+24	1	a
7924	-24	1	b

Bazı Regüle Entegreleri ve Çıkış Değerleri



7805 Regüle Entegresinin Devreye Bağlantı Şekli

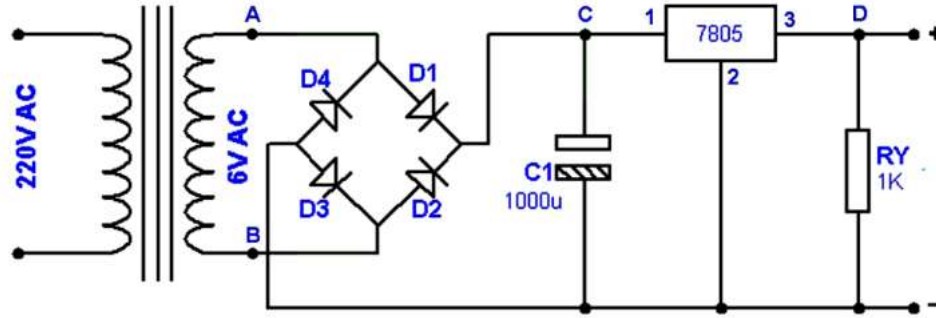


7905 Regüle Entegresinin Devreye Bağlantı Şekli



### Pozitif Gerilim Regülatörü

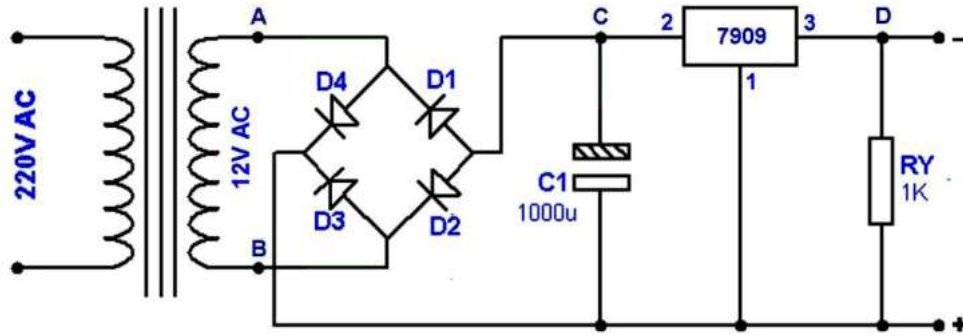
7805 entegresi ile yapılan +5 Voltluk regülatör görülmektedir. Bu entegrenin girişine regülesiz 6 Volt pozitif gerilim uygulandığında, çıkışında regüleli +5 Voltluk bir gerilim elde edilecektir.



7805 +5V Çıkış Veren Gerilim Regülatörü

### Negatif Gerilim Regülatörü

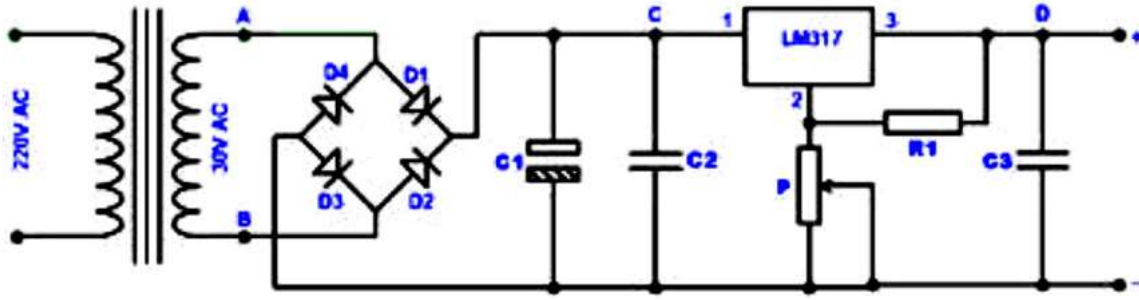
7909 entegresi ile yapılan -9 Voltluk Negatif Gerilim Regülatör devresi görülmektedir. Bu entegrenin girişine regülesiz 12 Volt pozitif gerilim uygulandığında, çıkışında regüleli -9 Voltluk bir gerilim elde edilecektir.



7909 -9V Çıkış Veren Gerilim Regülatörü

### Ayarlanabilir Gerilim Regülatörü

LM 317 entegresi kullanımı son derece kolay bir ayarlı gerilim regülatörüdür. LM317 entegresi kullanılarak gerçekleştirilen devre, kısa devre korumalı olup çıkış akımı 1,5 Amper değerinde otomatik olarak sınırlanmaktadır. Çıkış gerilimi P potansiyometresi ile ayarlanır. C1 kondansatörü ön filtreleme yapar.



7909 -9V Çıkış Veren Gerilim Regülatörü

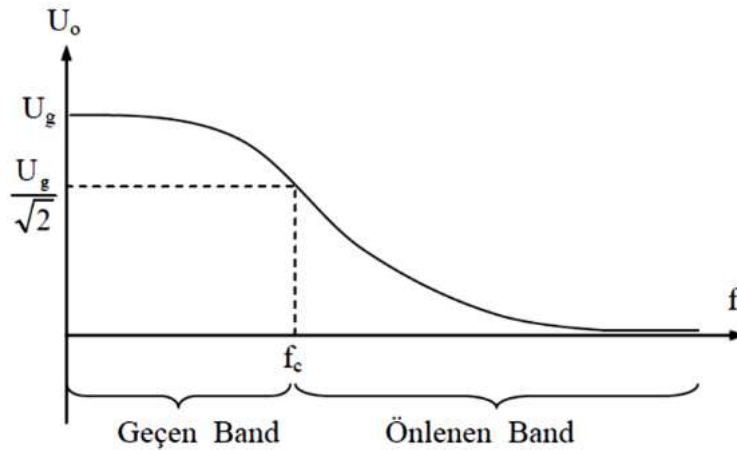
#### 4. DİĞER FİLTRELER

##### Alçak Geçiren Filtre

Bu filtreler girişlerindeki küçük frekanslı sinyalleri çıkışlarına aktaran, büyük frekanslı sinyalleri ise aktarmayan (minimum seviyeye düşüren) devrelerdir. Şekilde alçak geçiren filtre devresine ait frekans cevabı verilmiştir.

Burada:

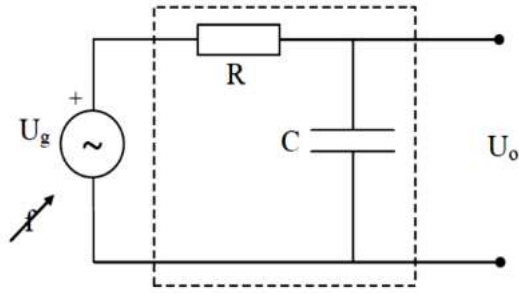
- $U_g$  = Giriş gerilimini
- $U_o$  = Çıkış gerilimini
- $f_c$  = Köşe frekansını ifade etmektedir.



Alçak Geçiren Filtre

Bu filtrede frekans cevabını sağlayan üç farklı pasif filtre devresi aşağıda sırasıyla verilmiştir.

### RC Alçak Geçiren Filtre

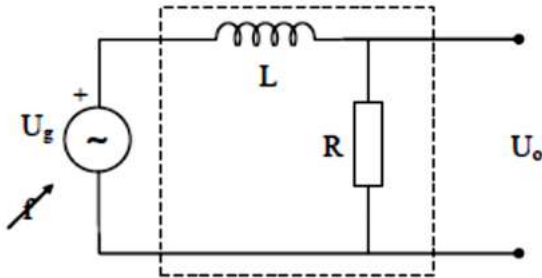


Devrenin köşe frekansı

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

RC Alçak Geçiren Filtre

### RL Alçak Geçiren Filtre

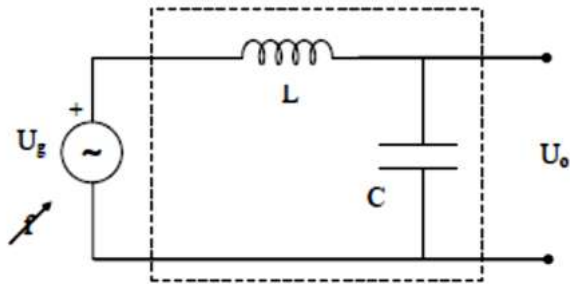


Devrenin köşe frekansı

$$f_c = \frac{R}{2\pi L}$$

RL Alçak Geçiren Filtre

### LC Alçak Geçiren Filtre



Devrenin köşe frekansı

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

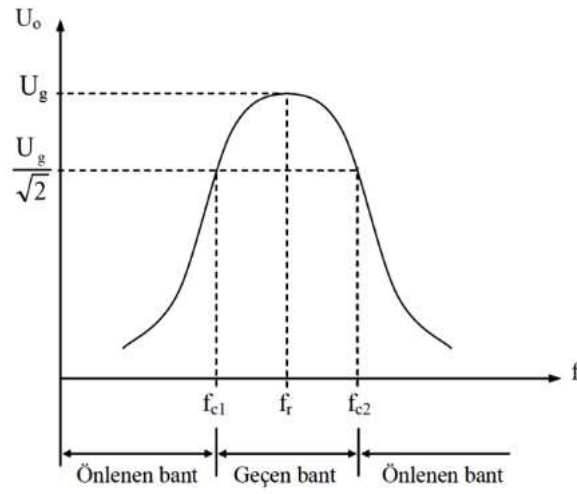
LC Alçak Geçiren Filtre

## Bant Geçiren Filtre

Bu filtreler, belli bir frekans aralığındaki giriş sinyallerini çıkışlarına aktaran, bu aralığın altındaki ve üstündeki frekans sinyallerini ise çıkışına aktarmayan (minimum seviyeye düşürün) devrelerdir. Şekilde bant geçiren filtre devresine ait frekans cevabı verilmiştir.

Burada:

- $U_g$ =Giriş gerilimini
- $U_o$ =Çıkış gerilimini
- $f_r$ =Merkez (rezonans) frekansını
- $f_{c1}, f_{c2}$ =Alt, üst kesim frekanslarını ifade etmektedir.

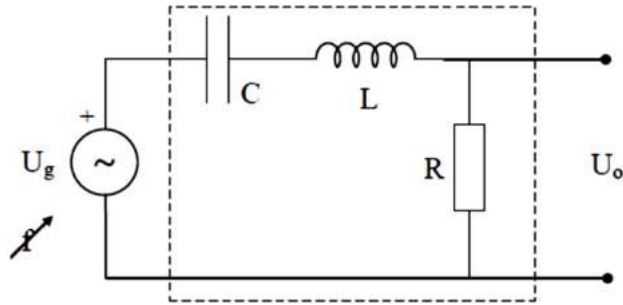


Bant Geçiren Filtre

Bu filtrede frekans cevabını sağlayan üç farklı pasif filtre devresi aşağıda sırasıyla verilmiştir.



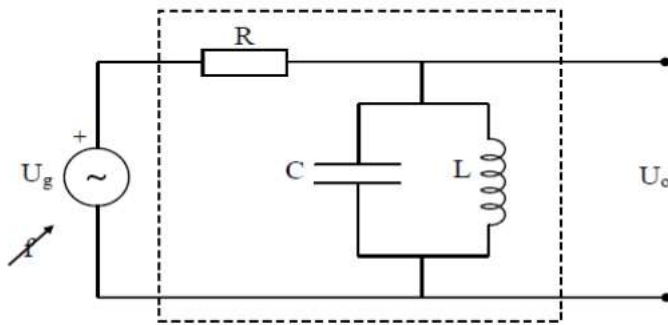
### Seri Rezonans Devreli Bant Geçiren Filtre



Devrenin  
merkez/rezonans  
frekansı

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

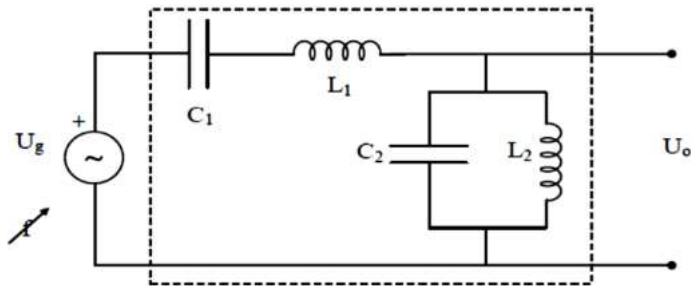
Seri rezonans devreli bant geçiren filtre devresi



Devrenin  
merkez/rezonans  
frekansı

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Paralel rezonans devreli bant geçiren filtre devresi



Devrenin  
merkez/rezonans  
frekansı

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Seri-paralel rezonans devreli bant geçiren filtre devresi