

ELEKTRONİK DEVRELER DERS NOTLARI

5.HAFTA

Yarım Dalga Doğrultmaç, Tam Dalga Doğrultmaç ve Köprü Tipi
Doğrultucu Devreleri

GÜÇ KAYNAKLARI

- Güç kaynağı, genel tanımıyla, bir enerji üreticisidir. Bu enerji elektrik enerjisi olduğu gibi, mekanik, ısı ve ışık enerjisi şeklinde de olabilir.
- Konumuz elektronik olduğu için elektronik devreler için gerekli güç kaynaklarında kullanılan DOĞRULTUCULAR incelenecektir.

• Doğrultucu nedir?

- AC gerilimi DC gerilime çeviren ve DC güç kaynağının bir parçası olan elektronik devredir.



AC-DC Dönüşümü

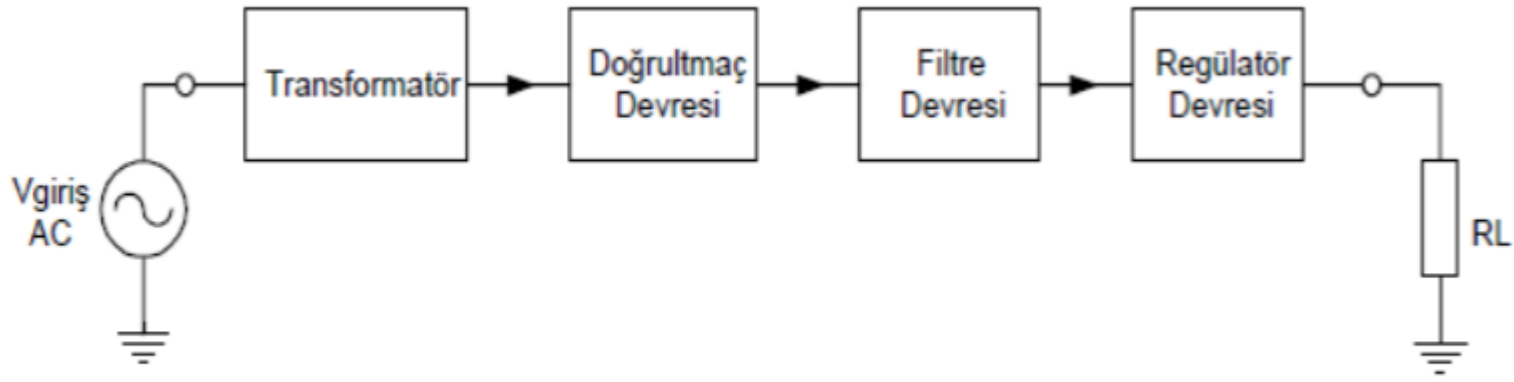
- Tüm elektronik cihazlar çalışmak için bir DC güç kaynağına (DC power supply) gereksinim duyarlar.
- Bu gerilimi elde etmenin en pratik ve ekonomik yolu şehir şebekesinde bulunan AC gerilimi, DC gerilime dönüştürmektir.
- Dönüştürme işlemi Doğrultmaç (redresör) olarak adlandırılan cihazlarla gerçekleştirilir.
- İyi bir doğrultucudan beklenen, AC geriliminden, hiç dalgalanması olmayan ve istenilen değerde bir DC gerilim oluşturmaktır.

Temel DC Güç Kaynağı (Power Supply)

- Bilindiği gibi bütün elektronik cihazlar (radyo, teyp, tv, v.b gibi) çalışmak için bir DC enerjiye gereksinim duyarlar.
- DC enerji, pratik olarak pil veya akülerden elde edilir.
- Bu oldukça pahalı bir çözümdür.
- DC enerji elde etmenin diğer bir alternatifi ise şehir şebekesinden alınan AC gerilimi kullanmaktır.
- Şebekeden alınan AC formdaki sinüsoidal gerilim, DC gerilime dönüştürülür.
- Dönüştürme işlemi için DC güç kaynakları kullanılır.

Temel DC Güç Kaynağı (Power Supply)

- Temel bir DC güç kaynağının blok şeması şekilde görülmektedir. **Sistem; doğrultucu (rectifier), filtre (filter) ve regülatör (regulator) devrelerinden oluşmaktadır.**
- Sistem girişine uygulanan AC gerilim; sistem çıkışında doğrultulmuş ve DC gerilim olarak alınmaktadır.



AC Gerilimin DC Gerilime Dönüştürülmesi

Temel DC Güç Kaynağı (Power Supply)

- Güç kaynaklarının yapısında dört aşama vardır.

Bunlar sırasıyla;

- AC gerilimin düşürülmesi veya yükseltilmesi
- AC gerilimin DC gerilime çevrilmesi (doğrultulması)
- Doğrultulan DC gerilimdeki dalgalanmaların önlenmesi (filtrelenmesi)
- DC gerilimin sabit tutulması yani regüle edilmesi

Temel DC Güç Kaynağı (Power Supply)

- Sistem girişine uygulanan **AC gerilim** (genellikle şehir şebeke gerilimi), önce bir transformatör yardımıyla istenilen gerilim değerine dönüştürülür.
- Transformatör, dönüştürme işlemiyle birlikte kullanıcıyı şehir şebekesinden yalıtır.
- Transformatör yardımıyla istenilen bir değere dönüştürülen AC gerilim, doğrultmaç devreleri kullanılarak doğrultulur.
- Doğrultma işlemi için yarım ve tam dalga doğrultmaç (redresör) devrelerinden yararlanılır.

Temel DC Güç Kaynağı (Power Supply)

- Doğrultulan gerilim, ideal bir DC gerilimden uzaktır ve az da olsa AC bileşenler (rıpıl) içerir.
- **Filtre devreleri** tam bir DC gerilim elde etmek ve rıpıl faktörünü **minimuma indirmek için** kullanılır.
- İdeal bir DC gerilim elde etmek için kullanılan son kat ise regülatör düzenekleri içerir.
- Sistemi oluşturan blokları sıra ile inceleyelim:

Tipik bir gök kaynağı iç yapısı

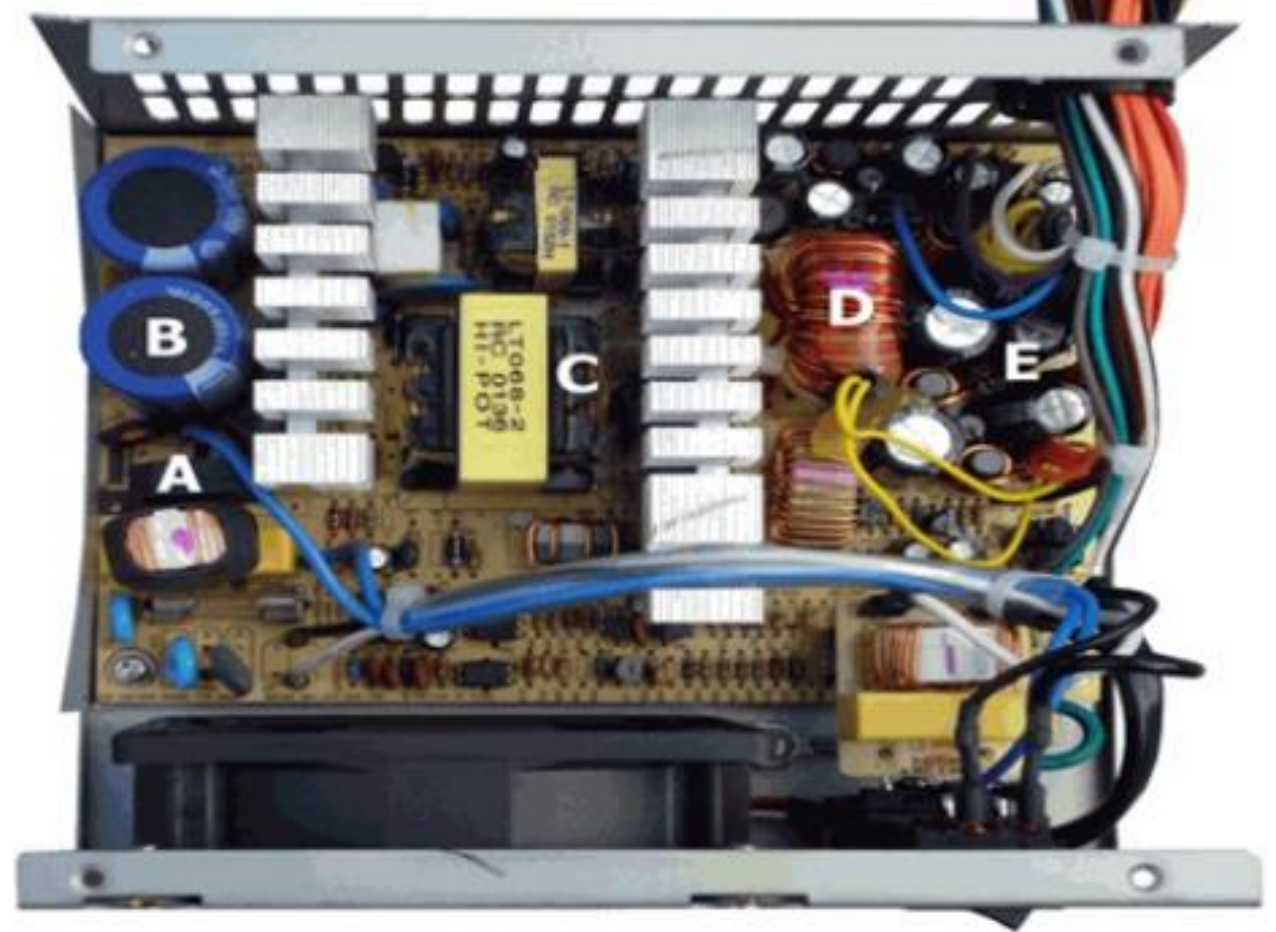
A – Köprü bağlantılı diyot

B – Kondansatörler

C – ıkış voltajını üreten yüksek frekanslı transformatör

D – ıkış voltajını düzenleyen filtre bobini

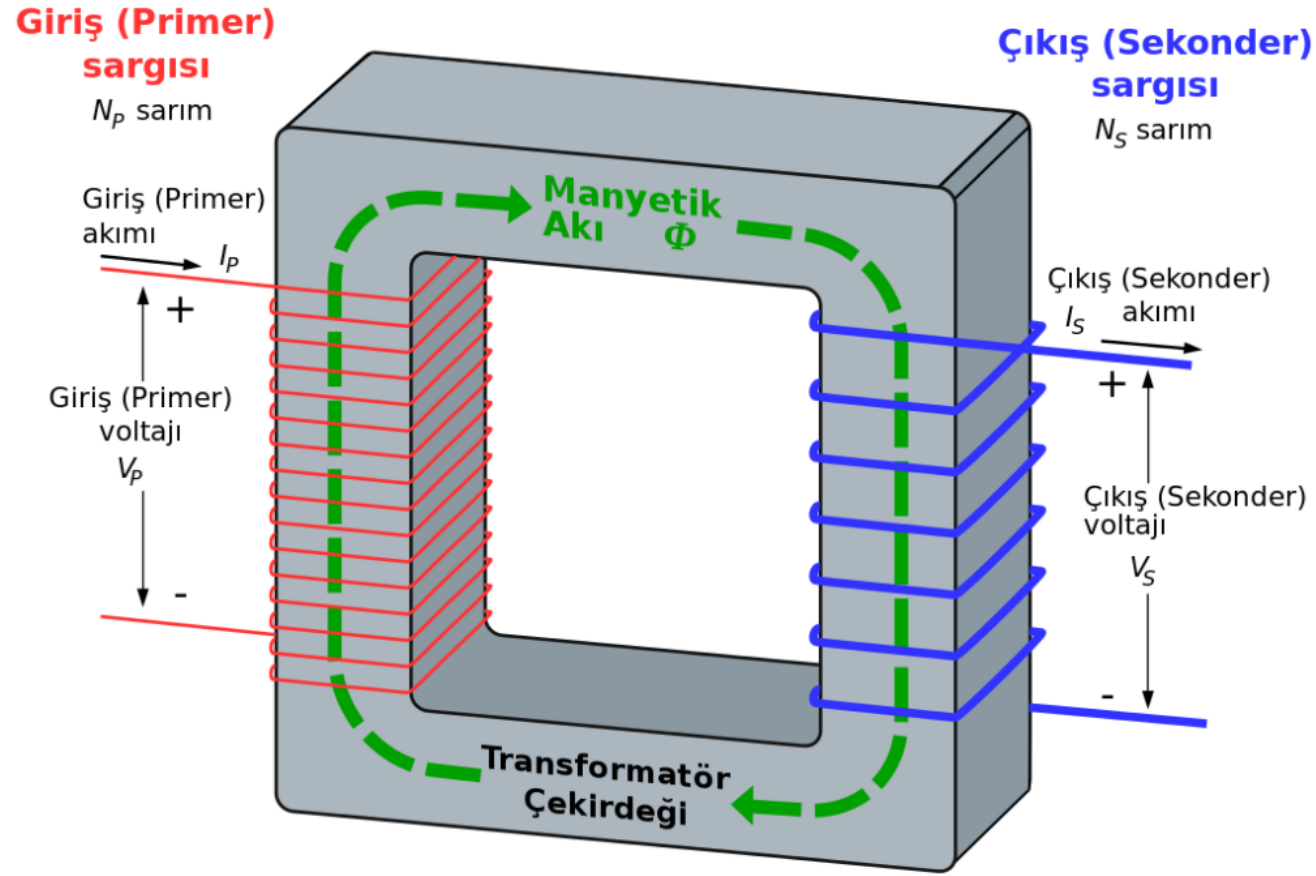
E – Kondansatörler



1. Transformatörler

- Transformatörler, iki veya daha fazla elektrik devresini elektromanyetik indüksiyonla birbirine bağlayan, kayıpları en az elektrik makineleridir.
- Transformatör; silisyumlu özel saçtan yapılmış gövde (karkas) üzerine sarılan iletken sargılardan oluşur ve bir elektrik devresinden diğer elektrik devresine, enerjiyi elektromanyetik alan aracılığıyla nakleder.
- Transformatör üzerine genellikle **primer** ve **sekonder** adı verilen iki ayrı sargı sarılır.
- **Primer giriş**, **sekonder çıkış** sargısı olarak kullanılır.
- Sargıların sarım sayısı **spir** olarak adlandırılır.
- Transformatörün primer sargılarından uygulanan gerilim, sekonder sargısından alınır.

1. Transformatörler



Transformatörler

- Üreticiler ihtiyaca uygun olarak çok farklı tip ve modelde transformatör üretimi yaparlar. Şekilde örnek olarak bazı transformatörler görülmektedir.



Farklı model ve tipte transformatörler

Transformatörler

- Şehir şebeke gerilimi genellikle 220 Vrms/50Hz'dir (rms: root mean square - effective value).
- Bu gerilim değerini belirlenen veya istenilen bir AC gerilim değerine dönüştürülmesinde genellikle transformatörler kullanılır.
- Transformatörlerin sekonder ve primer sargıları arasında fiziksel bir bağlantı olmadığından, kullanıcıyı şehir şebekesinden yalıtır.
- Bu durumda güvenlik için önemli bir avantajdır.
- Sekonder sargısından alınan AC işaretin, gücü ve gerilim değeri tamamen kullanılan transformatörün sarım sayılarına ve karkas çapına bağlıdır.

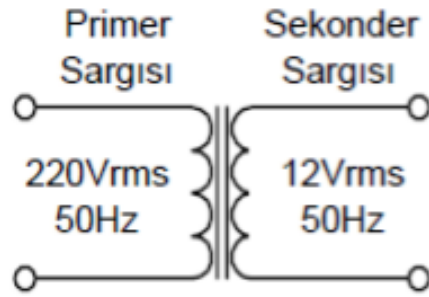
Transformatörler

- Genel olarak transformatörler bir elektrik devresinde voltaj veya akımı indirmek veya yükseltmek için kullanılır.
- Elektronikteyse esas olarak farklı devrelerdeki yükselticileri birleştirmek, doğru akım dalgalarını daha yüksek bir değerdeki alternatif akıma çevirmek ve sadece belirli frekansları iletmek için kullanılır.
- Ölçü aletlerinde özel transformatörler kullanılır.

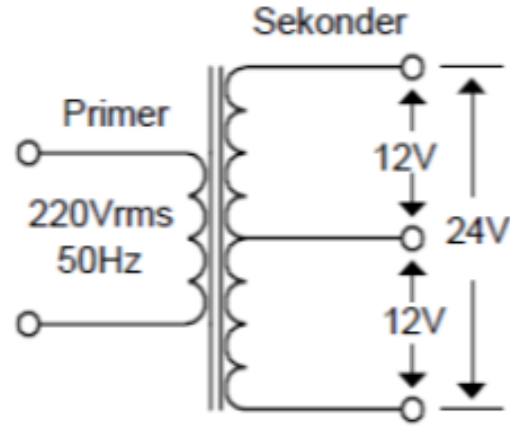
Transformatörler

- Transformatörlerin primer ve sekonder gerilimleri ve güçleri üzerlerinde etkin değer (rms) olarak belirtilir.
- Primer sargıları genellikle 220Vrms/50Hz, sekonder sargıları ise farklı gerilim değerlerinde üretilerek kullanıcıya sunulurlar.
- Şekilde farklı sargılara sahip transformatörlerin sembolleri ve gerilim değerleri gösterilmiştir.

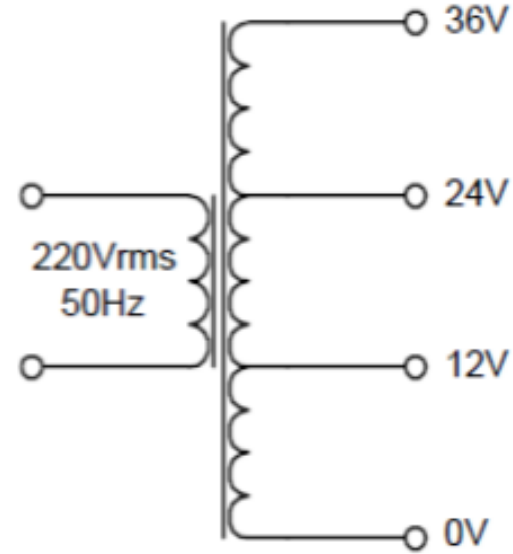
Transformatörler



a) Transformatör



b) Orta uçlu Transformatör



c) Çok uçlu Transformatör

Farklı tip ve modelde Transformatör sembolleri ve uç bağlantıları

Transformatörler

- Üç uçlu transformatörler doğrultucu tasarımında tasarruf sağlarlar.
- Transformatör seçiminde; primer ve sekonder gerilimleri ile birlikte transformatörün gücüne de dikkat edilmelidir.
- Transformatörler, hareketli parçaları bulunmadığından verimleri en yüksek elektrik makineleridir.
- Dolayısıyla primer ve sekonder güçlerini birbirine eşit kabul edebiliriz.

Transformatörler

- Buna göre transformatörlerde dönüştürme oranı (a); $a = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$ şeklinde yazılabilir.
- V_1 : Primer Gerilimi
- V_2 : Sekonder Gerilimi
- N_1 :Primer Sarım Sayısı
- N_2 :Sekonder Sarım Sayısı
- I_1 :Primer Akımı
- I_2 :Sekonder Akımı

Örnek:

- Bir fazlı bir transformatörün primer sargılarında 500 sipir bulunmaktadır. Bu transformatörün primerine 220V uygulandığında, sekonderde 110V gerilim alınıyorsa sekonder sipir sayısını hesaplayınız.

$$\text{CEVAP: } \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow \frac{220}{110} = \frac{500}{N_2} \text{ içler dışlar çarpımı yaparsak;}$$

$$\frac{220 \times N_2}{N_2} = \frac{110 \times 500}{N_2} \Rightarrow N_2 = 250 \text{ sipir olarak bulunur.}$$

Örnek:

- Bir fazlı bir transformatörün primer sargısı 1000 sipir, sekonder sargısı 125sipir, primer akımı 1 A ve sekonder gerilimi de 50 V olduğuna göre;
a) Sekonder akımını bulunuz.
b) Primer gerilimini bulunuz.
c) Dönüştürme oranını bulunuz.

Cevap:

$$\text{a. } \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow \frac{I_2}{1A} = \frac{1000}{125} \Rightarrow I_2 \times 125 = 1000 \times 1 \Rightarrow I_2 = \frac{1000}{125}$$

$$I_2 = 8A \text{ 'dir.}$$

$$\text{b. } \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow \frac{V_1}{50} = \frac{1000}{125} \Rightarrow V_1 = \frac{50 \times 1000}{125} = \frac{50000}{125} = 400 \text{ V}$$

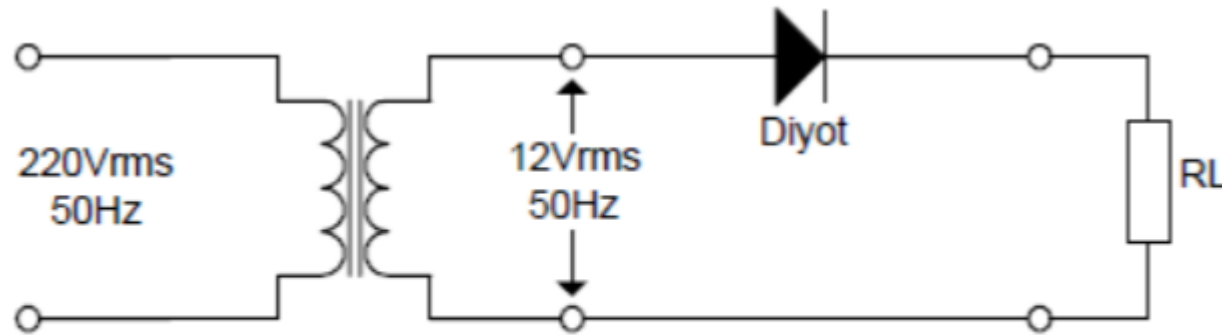
$$\text{c. } a = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow a = \frac{400}{50} = 8 \text{ olarak bulunur.}$$

Transformatörler

- Transformatör her durumda istenen akımı vermelidir.
- Fakat bir transformatörden uzun süre yüksek akım çekilirse, çekirdeğin doyma bölgesine girme tehlikesi vardır.
- Bu nedenle transformatör hem harcanacak güce, hem de çıkış akımına göre toleranslı seçilmelidir.

2. Yarım dalga doğrultmaç

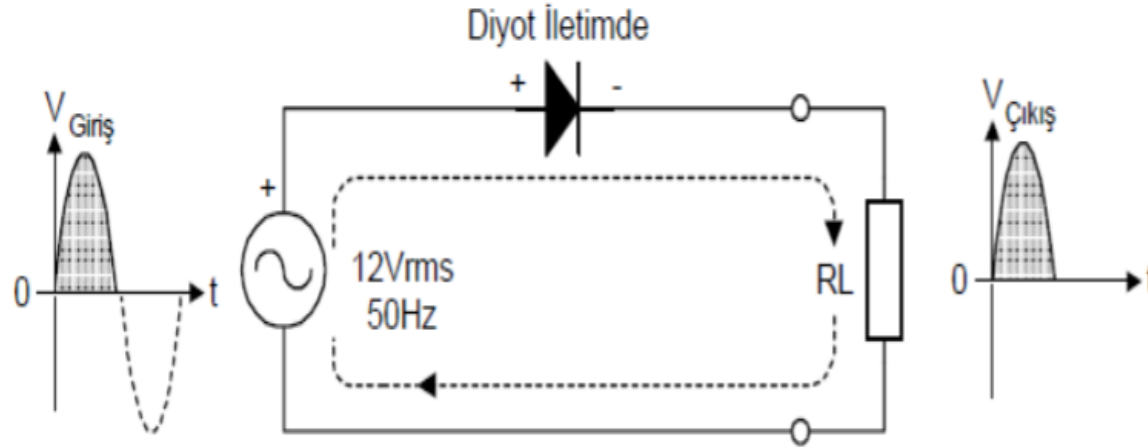
- Şehir şebekesinden alınan ve bir transformatör yardımıyla değeri istenilen seviyeye ayarlanan AC gerilimi, DC gerilime dönüştürmek için en basit yöntem yarım dalga doğrultmaç devresi kullanmaktır.
- Tipik bir yarım dalga doğrultmaç devresi şekilde verilmiştir.
- Şehir şebekesinden alınan 220Vrms değere sahip AC gerilim bir transformatör yardımıyla 12Vrms değerine düşürülmüştür.



Yarım Dalga Doğrultmaç Devresi

Yarım dalga doğrultmaç

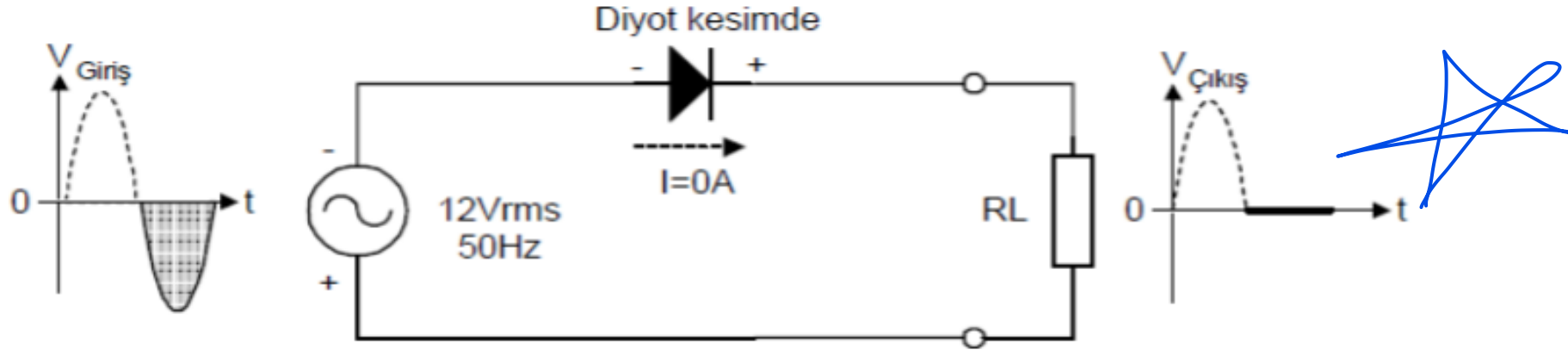
- Devrenin çalışmasını ayrıntılı olarak incelemek üzere aşağıdaki şekilden yararlanılacaktır.
- Yarım dalga doğrultmaç devresine uygulanan giriş işareti sinüsoidaldır ve zamana bağlı olarak yön değiştirmektedir.
- Devrede kullanılan diyotu ideal bir diyot olarak düşünelim.
- Giriş işaretinin pozitif alternansında; diyot doğru poları malanmıştır. Dolayısıyla iletkendir.
- Üzerinden akım akmasına izin verir.
- Pozitif alternans yük üzerinde oluşur.



a. Giriş işaretinin pozitif alternansında devrenin çalışması

Yarım dalga doğrultmaç

- Giriş işaretinin frekansına bağlı olarak bir süre sonra diyotun anoduna negatif alternans uygulanacaktır.
- Dolayısıyla giriş işaretinin negatif alternansında diyot yalıttımdadır.
- Çünkü ters yönde polarımlanmıştır ve üzerinden akım akmasına izin vermez.
- Açık devredir.
- Dolayısı ile çıkış işareti 0V değerinde olur.



b Giriş işaretinin negatif alternansında devrenin çalışması

Yarım dalga doğrultmaç

- Yarım dalga doğrultmaç devresinin çıkışında elde edilen işaretin dalga biçimi aşağıdaki şekilde verilmiştir.
- Yarım dalga doğrultmaç devresinin çıkışından alınan işaret artık AC bir işaret değildir.
- Çünkü çıkış işareti, negatif alternansları içermez.
- Doğrultmaç çıkışından sadece pozitif saykılar alınmaktadır.
- Çıkış işareti bu nedenle DC işarete de benzememektedir ve dalgalıdır.
- Bu durum istenmez.
- Gerçekte doğrultmaç çıkışından tam bir DC veya DC gerilime yakın bir işaret alınmalıdır.



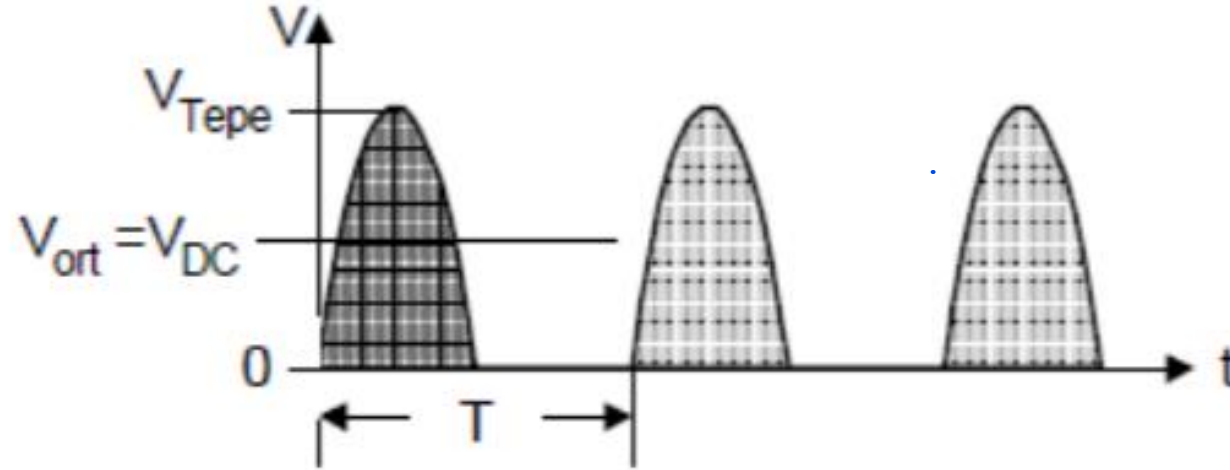
Yarım dalga doğrultmaç devresinin çıkış dalga biçimi

Yarım dalga doğrultmaç

- Yarım dalga doğrultmaç devresinin çıkışından alınan işaretin DC değeri önemlidir.
- Bu değeri ölçmek için çıkış yüküne (RL) paralel bir DC voltmetre bağladığımızda şekildeki işaretin ortalama değerini ölçeriz.
- Yarım dalga doğrultmaç devresinin girişine uyguladığımız işaret 12Vrms değerine sahiptir.
- Bu işaretin tepe değeri ise; $V_{Tepe} = \sqrt{2} \cdot 12V \cong 17V$ civarındadır.

Yarım dalga doğrultmaç

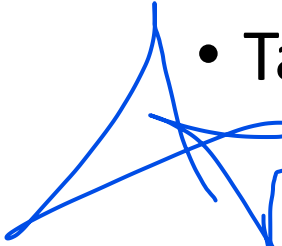
- O halde çıkış işaretinin alacağı dalga biçimi ve ortalama değeri şekil üzerinde gösterelim:



Yarım dalga doğrultmaç devresinde çıkış işaretinin ortalama değeri

Yarım dalga doğrultmaç

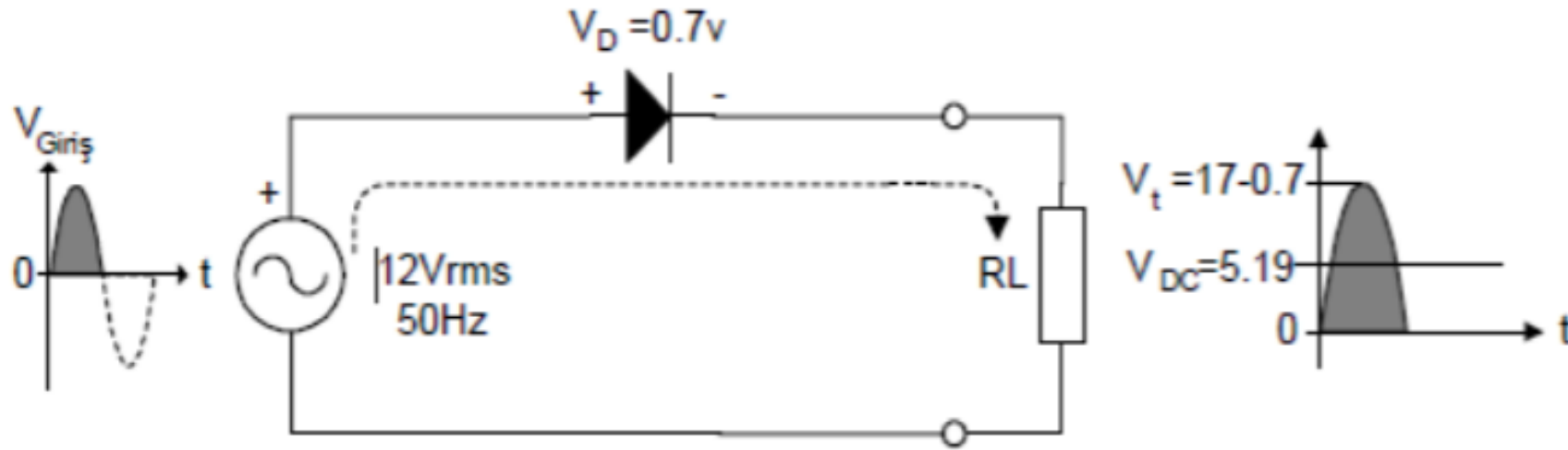
- Tam bir periyot için çıkış işaretinin ortalama değeri;


$$V_{ort} = \frac{V_t}{\Pi} = \frac{17V}{3.14} = 5.4 \text{ volt}$$

olarak bulunur.

- Yukarıda belirtilen değerler gerçekte ideal bir diyot içindir.
- Pratikte 1N4007 tip kodlu silisyum bir diyot kullandığımızı düşünelim.
- Bu durumda çıkış işaretinin dalga biçimi ve alacağı değerleri bulalım:

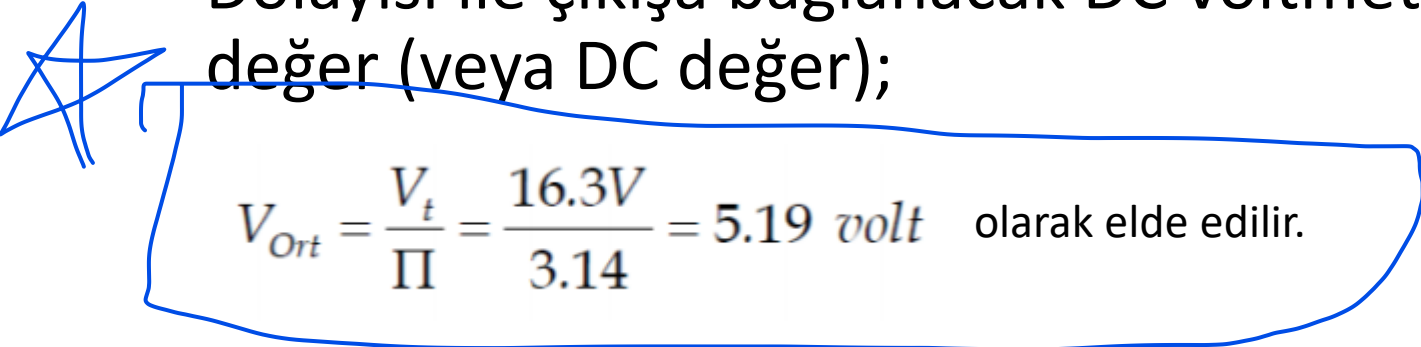
Yarım dalga doğrultmaç



Pratik Yarım Dalga doğrultmaç devresi

Yarım dalga doğrultmaç

- Çıkış işaretinin alacağı tepe değer; $V_{Tepe} = 17V - 0.7V = 16.3V$
- Dolayısı ile çıkışa bağlanacak DC voltmetrede okunacak ortalama değer (veya DC değer);


$$V_{Ort} = \frac{V_t}{\Pi} = \frac{16.3V}{3.14} = 5.19 \text{ volt} \text{ olarak elde edilir.}$$

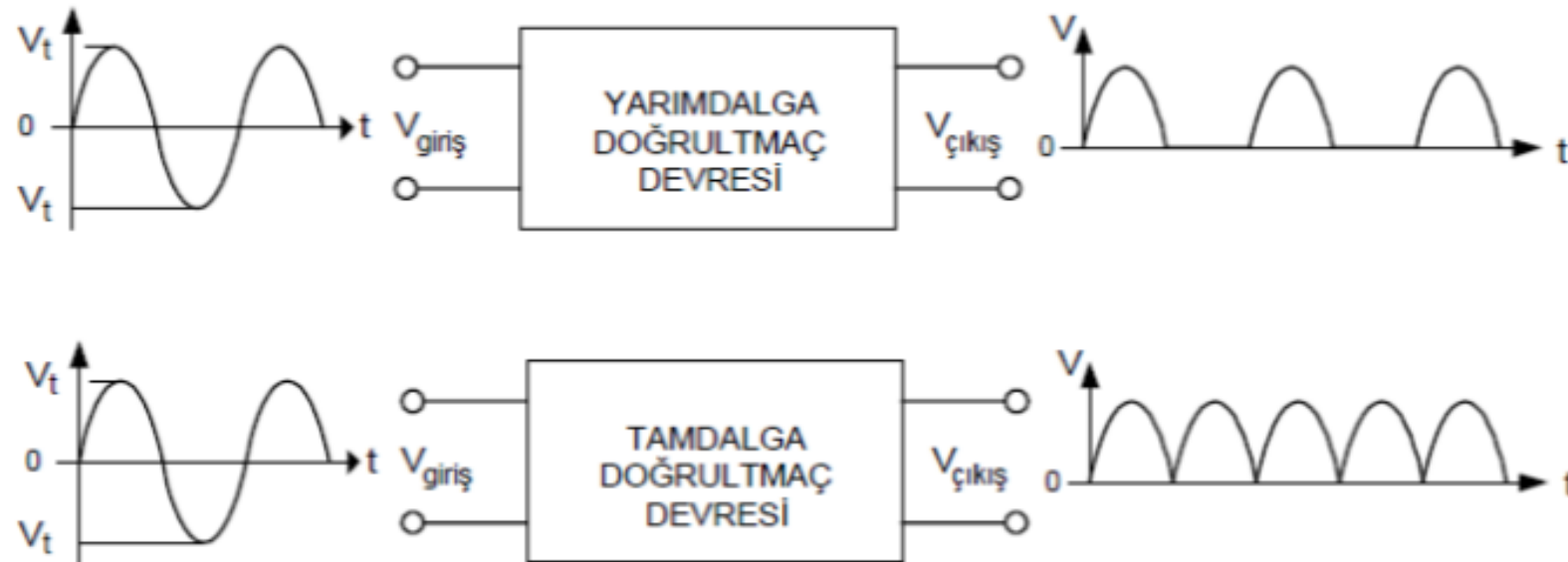
3. Tam dalga doğrultmaç

- Basit ve ekonomik DC güç kaynaklarının yapımında yarım dalga doğrultmaç devreleri kullanılır.
- Profesyonel ve kaliteli DC güç kaynaklarının yapımında ise tam dalga doğrultmaç devreleri kullanılır.
- Tam dalga doğrultmaç devreleri; orta uçlu ve köprü tipi olmak üzere iki ayrı tipte tasarlanabilir.
- Yarım dalga doğrultmaç devresinde şehir şebekesinden alınan sinüsoidal işaretin sadece tek bir alternansında doğrultma işlemi yapılıyor, diğer alternans ise kullanılmıyordu.

Tam dalga doğrultmaç

- Dolayısıyla yarım dalga doğrultmacın çıkışından alınan gerilimin ortalama değeri oldukça küçüktür.
- Bu ekonomik bir çözüm değildir.
- Tam dalga doğrultmaç devresinde ise doğrultma işlemi, şebekenin her iki alternansında gerçekleştirilir.
- Dolayısıyla çıkış gerilimi daha büyük değerdedir ve DC'ye daha yakındır.
- Bu durum aşağıdaki şekil üzerinde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

Tam dalga doğrultmaç



Yarım dalga ve tam dalga doğrultmaç devresinde çıkış dalga biçimleri

Tam dalga doğrultmaç

- Tam dalga doğrultmaç devresinde çıkış işaretinin alacağı DC değer aşağıdaki formül yardımıyla bulunur:

$$V_{Ortalama} = \frac{2V_t}{\pi}$$

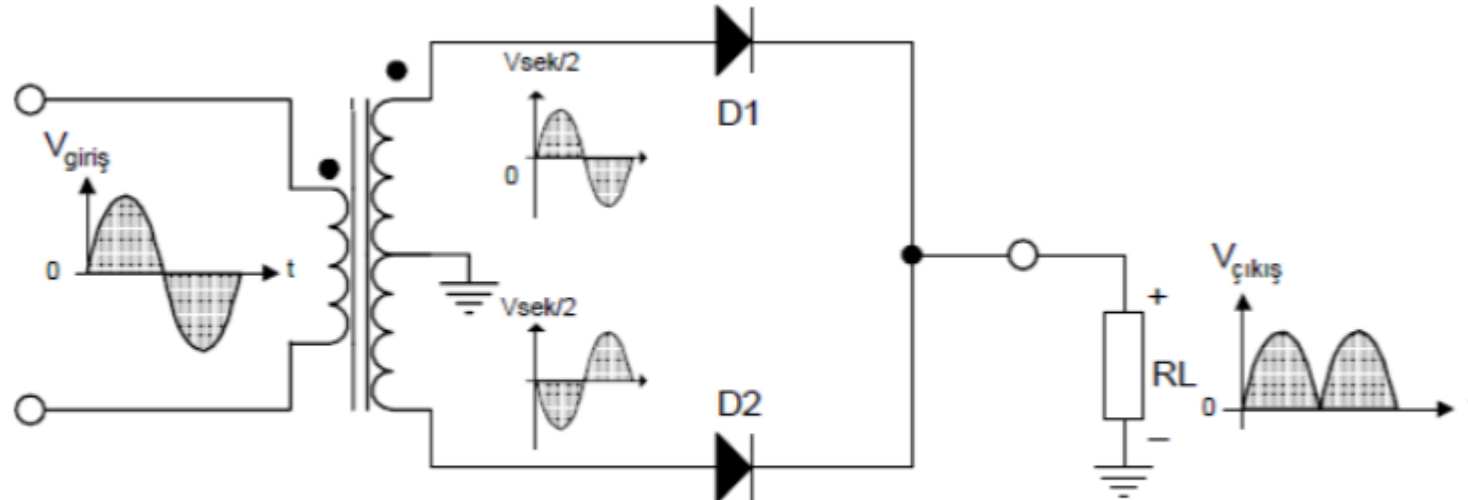
- Örneğin tam dalga doğrultmaç girişine 17V tepe değerine sahip sinüsoidal bir işaret uygulanmışsa bu durumda çıkış işaretinin alacağı değer;

$$V_{Ortalama} = \frac{2 \cdot (17V)}{3.14} = 10.8 \text{ volt}$$

olarak elde edilir. Bu durum bize tam dalga doğrultmaç devresinin daha avantajlı olduğunu kanıtlar.

3. a) Orta uçlu tam dalga doğrultmaç

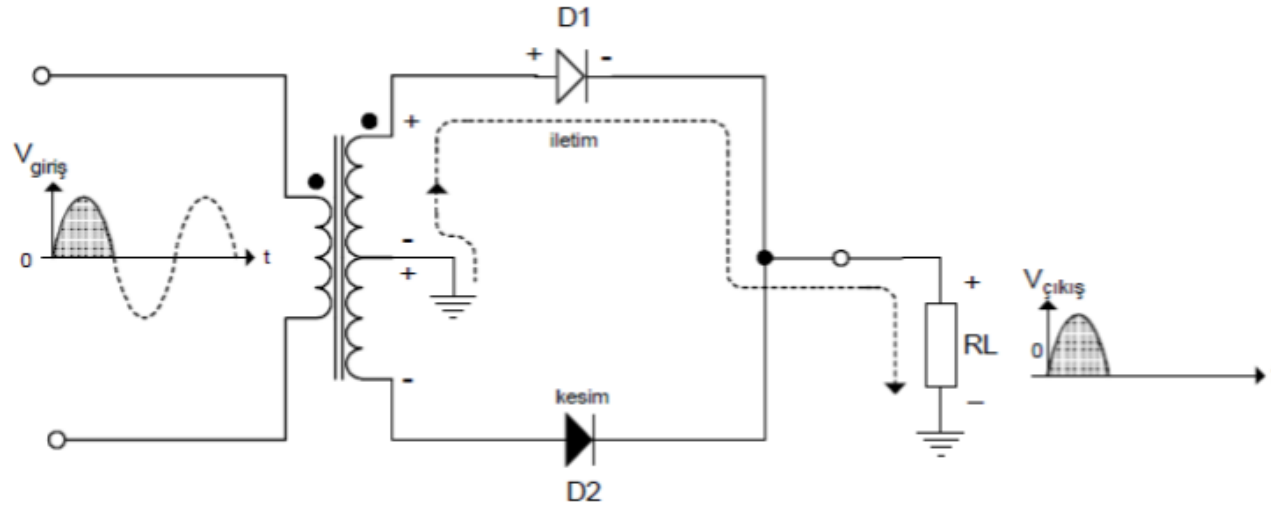
- Tam dalga doğrultmaç devresi aşağıdaki şekilde görülmektedir.
- Bu devre orta uçlu bir transformatör ve 2 diyot kullanılarak gerçekleştirilmiştir.
- Transformatörün primer sargılarına uygulanan şebeke gerilimi, transformatörün sekonder sargılarında tekrar elde edilmiştir.
- Sekonderde elde edilen geriliminin değeri transformatör dönüştürme oranına bağlıdır.
- Transformatörün sekonder sargısı şekilde görüldüğü gibi üç uçludur ve orta ucu referans olarak alınmıştır.
- Sekonder sargısının orta ucu referans (şase) olarak alındığında sekonder sargıları üzerinde oluşan gerilimin dalga biçimleri ve yönleri şekil üzerinde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Orta uçlu tam dalga doğrultmaç devresi

Orta uçlu tam dalga doğrultmaç

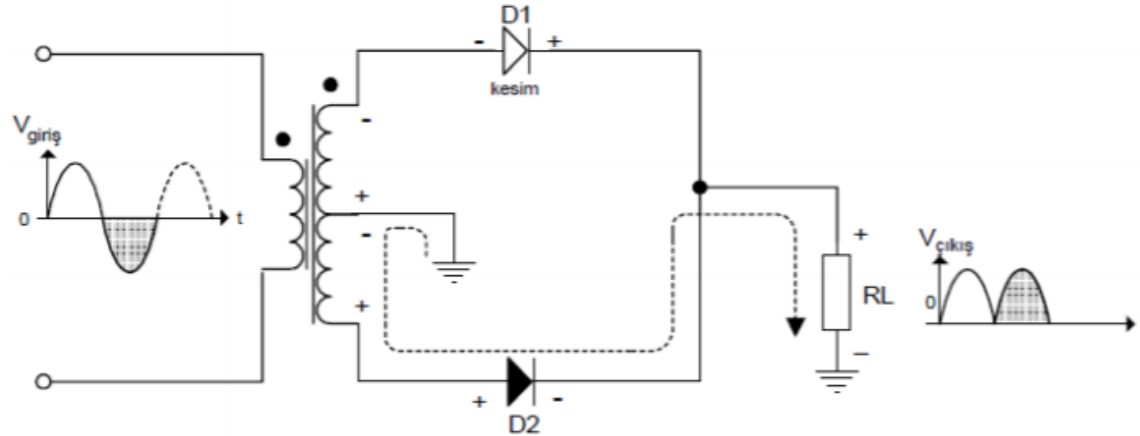
- Orta uçlu tam dalga doğrultmaç devresinin incelenmesi için en iyi yöntem şebeke geriliminin her bir alternansı için devreyi analiz etmektir.
- Orta uç referans olarak alınır, sekonder gerilimi iki ayrı değere ($V_{sek}/2$) dönüştürülmüştür.
- Örneğin; $V_{giriş}$ işaretinin pozitif alternansında, transformatörün sekonder sargısının üst ucunda pozitif bir gerilim oluşacaktır.
- Bu durumda, D_1 diyotu doğru polarmalandırılmış olur.
- Akım devresini; trafonun üst ucu, D_1 diyotu ve RL yük direnci üzerinden transformatörün orta ucunda tamamlar.
- R_L yük direnci üzerinde şekilde belirtilen yönde pozitif alternans oluşur.
- Akım yönü ve akımın izlediği yol şekil üzerinde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Pozitif alternansta devrenin çalışması ve akım yolu

Orta uçlu tam dalga doğrultmaç

- Şebekenin negatif alternansında; transformatörün sekonder sargılarında oluşan gerilim düşümü bir önceki durumun tam tersidir.
- Bu durumda şaseye göre; sekonder sargılarının üst ucunda negatif alternans, alt ucunda ise pozitif alternans oluşur.
- Bu durum aşağıdaki şekil üzerinde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.
- Bu durumda D2 diyotu iletken, D1 diyotu ise yalıtkandır.
- Akım devresini trafonun orta ucundan başlayarak D2 üzerinden ve RL yükü üzerinden geçerek tamamlar.
- Yük üzerinde şekilde belirtilen dalga şekli oluşur.
- Akım yolu ve gerilim düşümleri şekil üzerinde gösterilmiştir.



Negatif alternansta devrenin çalışması ve akım yolu

Orta uçlu tam dalga doğrultmaç

- Orta uçlu tam dalga doğrultmaç devresinde elde edilen çıkış işaretinin dalga biçimini tekrar ele alıp inceleyelim.
- Devrede kullanılan transformatörün sekonder sargılarının $2 \times 12V_{rms}$ değere sahip olduğunu kabul edelim.
- Bu durumda transformatörün sekonder sargılarında elde edilen işaretin tepe değeri;

$$V_{Tepe} = \sqrt{2} \cdot V_{rms} \Rightarrow 1.41 \cdot 12V = 16.9 \text{ volt}$$

Orta uçlu tam dalga doğrultmaç

- Devrede kullanılan diyotlar ideal olamaz. Silisyum diyot kullanılacaktır. Bu nedenle diyot üzerinde 0.7V gerilim düşümü meydana gelir.
- Bu durumda R_L yük direnci üzerinde düşen çıkış geriliminin tepe değeri;

$$V_{Tepe} = 16.9V - 0.7 = 16.2 \text{ volt}$$

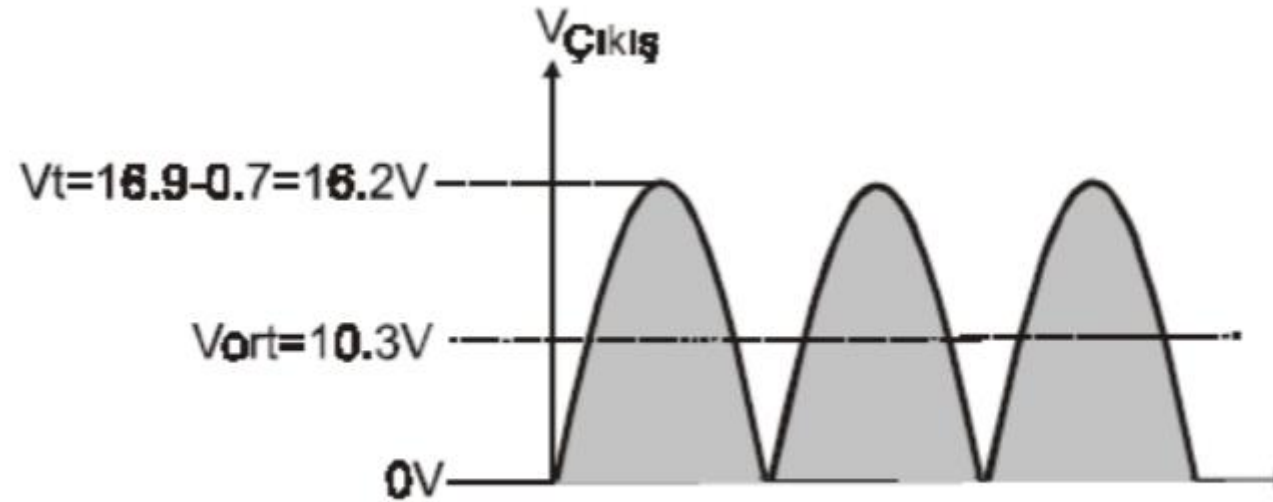
Orta uçlu tam dalga doğrultmaç

- Çıkışta elde edilen işaretin DC değeri ise devreye bir DC voltmetre bağlanarak ölçülebilir.
- Bu değer çıkış işaretinin ortalama değeridir ve aşağıdaki formülle bulunur:

$$V_{Ortalama} = \frac{2(V_{Tepe} - V_D)}{\pi} = \frac{2(16.9 - 0.7)}{3.14} = 10.3 \text{ volt}$$

Orta uçlu tam dalga doğrultmaç

- Çıkış işaretinin dalga biçimi ve özellikleri şekil üzerinde gösterilmiştir:



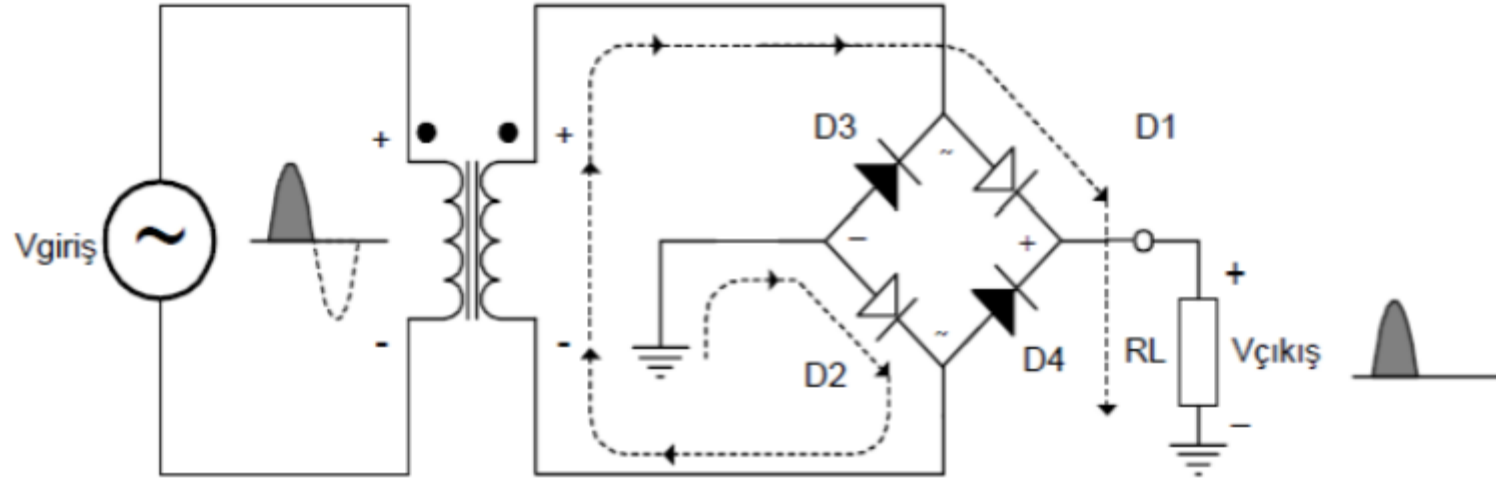
Çıkış dalga biçiminin analizi

3. b) Köprü tipi tam dalga doğrultmaç

- Tam dalga doğrultmaç devresi tasarımında diğer bir alternatif ise köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresidir.
- Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresi 4 adet diyot kullanılarak gerçekleştirilir.
- Şehir şebekesinden alınan 220Vrms/50Hz değere sahip sinüsoidal gerilim bir transformatör kullanılarak istenilen değere dönüştürülür.
- Transformatörün sekonderinden alınan gerilim doğrultularak çıkıştaki yük (RL) üzerine aktarılır.

Köprü tipi tam dalga doğrultmaç

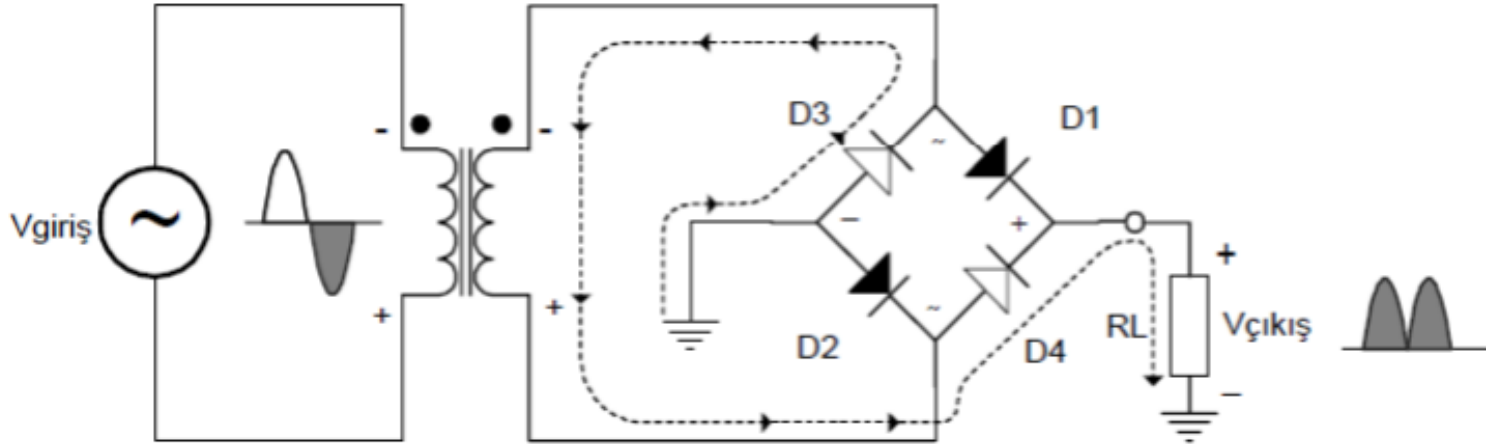
- Doğrultma işleminin nasıl yapıldığı aşağıdaki şekiller yardımıyla anlatılacaktır.
- Şehir şebekesinin pozitif alternansında; transformatörün sekonder sargısının üst ucunda pozitif alternans oluşur.
- D1 ve D2 diyotu doğru yönde polarlandığı için akım devresini D1 diyotu, RL yük direnci ve D2 diyotundan geçerek transformatörün alt ucunda tamamlar.
- RL yük direnci üzerinde pozitif alternans oluşur.
- Bu durum ve akım yönü aşağıdaki şekilde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Pozitif alternansta köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinin davranışı

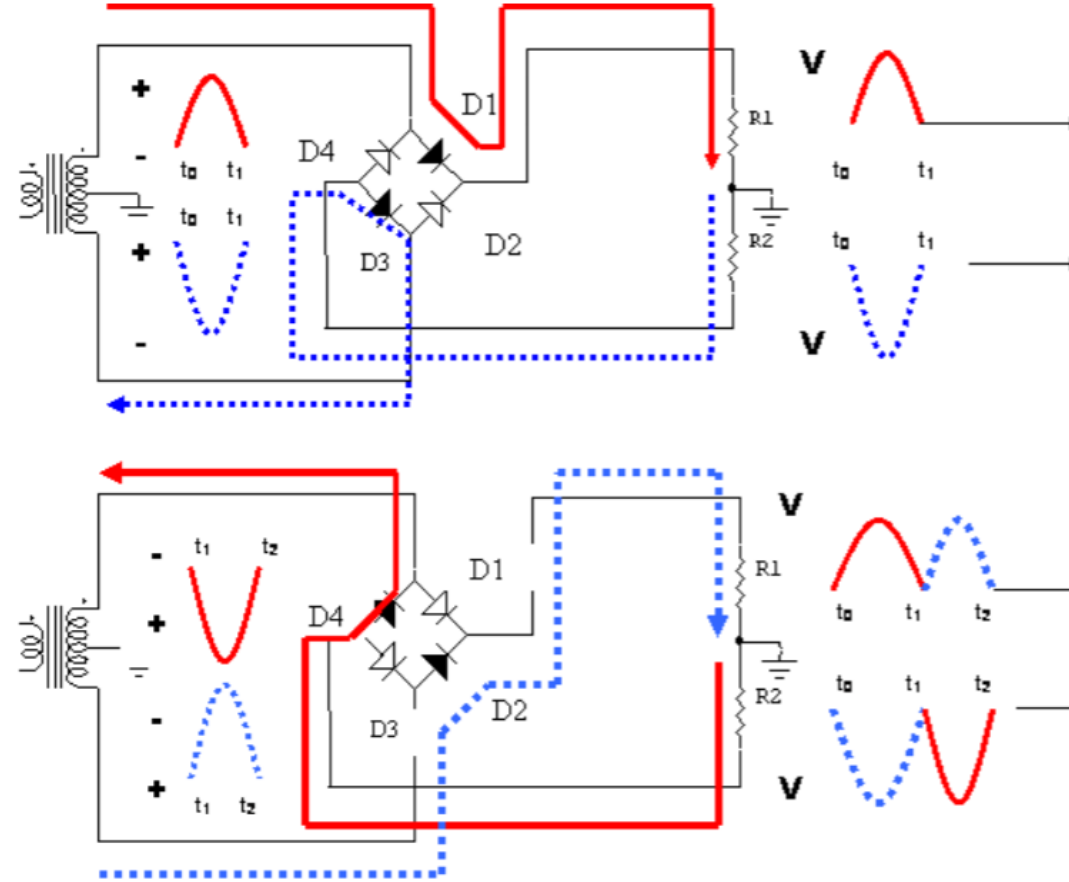
Köprü tipi tam dalga doğrultmaç

- Şebekenin **negatif alternansında**; bu defa transformatörün alt ucuna pozitif alternans oluşacaktır.
- Bu durumda D3 ve D4 diyotları doğru yönde polarmalanır ve ilettime geçerler.
- Akım devresini; D4 diyotu, RL yük direnci ve D3 diyotu üzerinden geçerek **transformatörün üst ucunda tamamlar ve RL yük direnci üzerinde pozitif alternans oluşur.**
- Bu durum ve akım yönü ayrıntılı olarak aşağıdaki şekil üzerinde gösterilmiştir



Negatif alternansta tam dalga doğrultmaç devresinin davranışı


Köprü tipi tam dalga doğrultmaç



Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinin davranışı

Köprü tipi tam dalga doğrultmaç

- Tam dalga doğrultmaç devresinde çıkış işaretinin aldığı DC değer hesaplanmalıdır. Örneğin transformatörün sekonder gerilimi 12Vrms (etkin) değere sahip ise bu gerilimin tepe değeri;


$$V_{Tepe} = \sqrt{2} \cdot V_{rms} \Rightarrow 1.41 \cdot 12V = 16.9 \text{ volt}$$

değerine eşit olur.

- Doğrultma işleminde tek bir alternans için iki adet diyot iletken olduğunda diyotlar üzerinde düşen öngerilimler dikkate alındığında RL yük direnci üzerinde oluşan çıkış gerilimin tepe değeri;

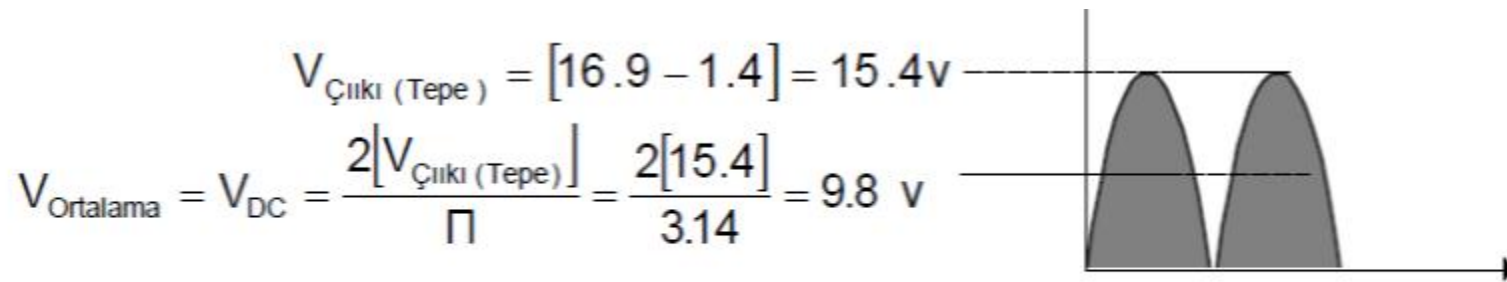
$$V_{ÇıkışTepe} = V_{Tepe} - (VD1 + VD2) \quad \text{değerine sahip olur.}$$

$$V_{Çıkış(Tepe)} = 16.9 - (0.7 + 0.7) = 15.4 \text{ volt}$$

Köprü tipi tam dalga doğrultmaç

- Bu durum şekil-3.16 üzerinde gösterilmiştir. Tam dalga doğrultmaç devresinde çıkış işaretinin alacağı ortalama veya DC değeri ise;

$$V_{Ortalama} = V_{DC} = \frac{2V_{Çıkı (Tepe)}}{\pi} = \frac{2(15.4)}{3.14} = 9.8 \text{ volt}$$



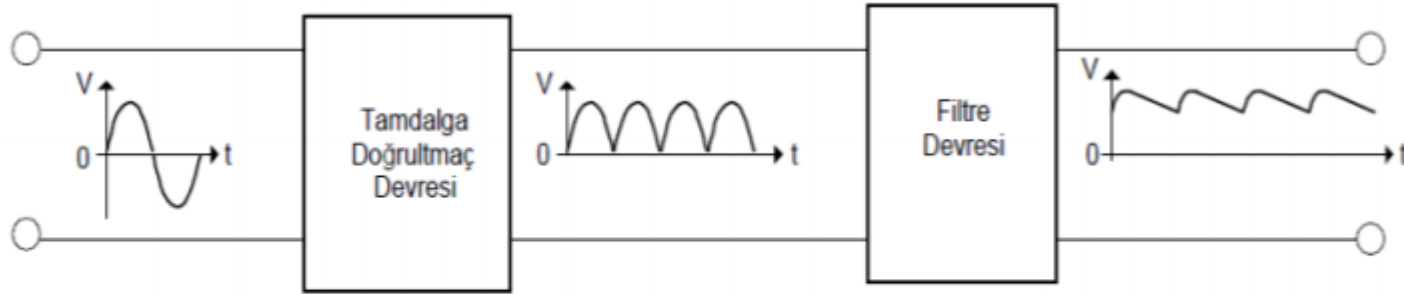
Köprü tipi tam dalga doğrultmaç devresinde çıkış işaretinin analizi

4. Doğrultmaç Filtreleri

- Yarım dalga ve tam dalga doğrultmaç devrelerinin çıkışlarından alınan doğrultmuş sinyal ideal bir DC sinyalden çok uzaktır.
- Doğrultucu devrelerin çıkışından alınan bu sinyal, darbelidir ve birçok AC bileşen barındırır.
- Şehir şebekesinden elde edilen doğrultulmuş sinyal çeşitli filtre devreleri kullanılarak ideal bir DC gerilim haline dönüştürülebilir.
- En ideal filtreleme elemanları kondansatör ve bobinlerdir.
- DC Güç kaynağı tasarımı ve yapımında genellikle 50Hz frekansa sahip şehir şebeke geriliminden yararlanılır.
- Bu gerilim tam dalga doğrultmaç devreleri yardımıyla doğrultulur.

4. Doğrultmaç Filtreleri

- Doğrultmaç çıkışından alınan gerilim ideal bir **DC** gerilim olmaktan uzaktır.
- Çeşitli darbeler barındırır ve **100Hz**'lik bir frekansa sahiptir.
- Bu durum şekilde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Doğrultmaç Devrelerinde Filtre İşlemi

4. Doğrultmaç Filtreleri

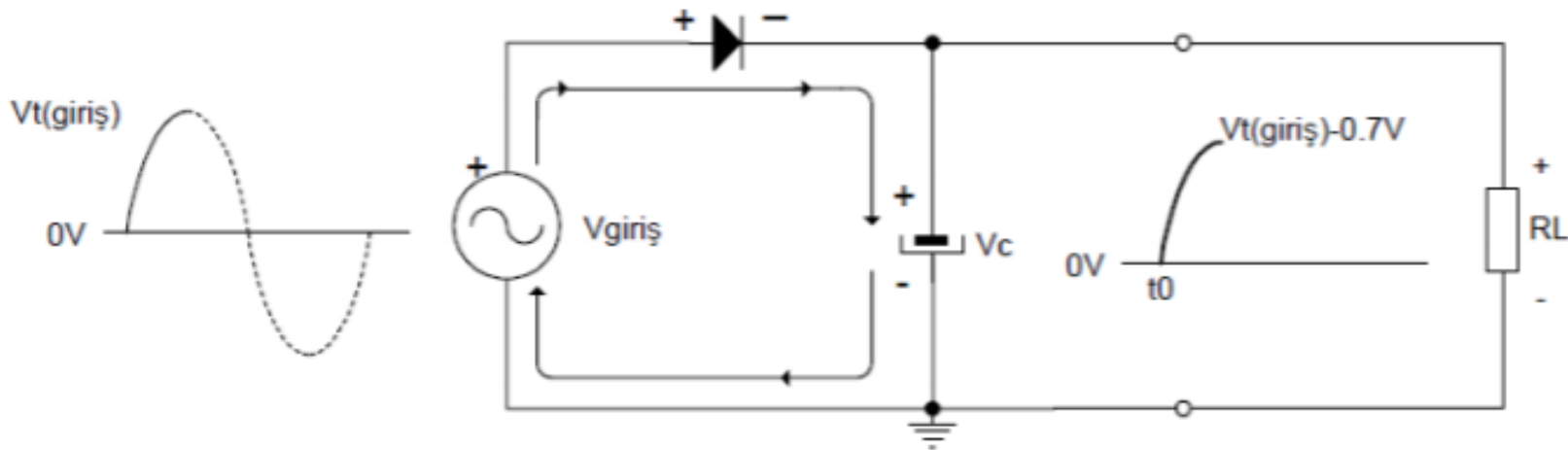
- Doğrultmaç çıkışından alınan gerilim, büyük bir dalgalanmaya sahiptir ve tam bir DC gerilimden uzaktır.
- Filtre çıkışında ise dalgalanma oranı oldukça azaltılmıştır.
- Elde edilen işaret DC gerilime çok yakındır.
- Filtre çıkışında küçük de olsa bir takım dalgalanmalar vardır.
- Bu dalgalanma “Rıpıl” olarak adlandırılır.
- Kaliteli bir doğrultmaç devresinde rıpıl faktörünün minimum değere düşürülmesi gerekmektedir.

4. a) Kapasitif filtre

- Doğrultmaç devrelerinde filtrelemenin önemi ve işlevi hakkında yeterli bilgiye ulaştık.
- Filtreleme işlemi için genellikle kondansatör veya bobin gibi pasif devre elemanlarından faydalanılır.
- Doğrultmaç devrelerinde, filtreleme işlemi için en çok kullanılan yöntem kapasitif filtre devresidir.
- Bu filtre işleminde kondansatörlerden yararlanır.
- Kapasitif filtre işleminin nasıl gerçekleştirildiği bir yarım dalga doğrultmaç devresi üzerinde şekil yardımıyla ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Kapasitif filtre

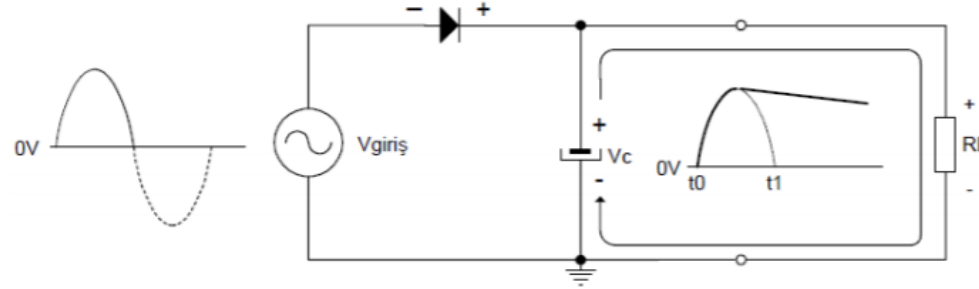
- Kondansatör ile gerçekleştirilen filtre işlemi aşağıdaki şekilde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.
- Sisteme enerji verildiğinde önce pozitif alternansın geldiğini varsayalım.
- Bu anda diyot doğru polarmalandığı için iletken dir.
- Üzerinden akım akmasına izin verir.
- Pozitif alternansın ilk yarısı yük üzerinde oluşur.
- Devredeki kondansatörde aynı anda pozitif alternansın ilk yarı değerine şarj olmuştur.
- Bu durum şekil-a üzerinde gösterilmiştir.



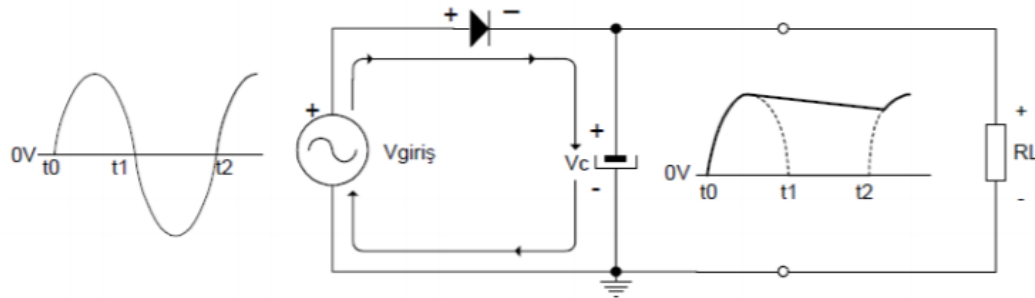
a. Pozitif alternansta diyot iletken, kondansatör belirtilen yönde şarj oluyor

Kapasitif filtre

- Pozitif alternansın ikinci yarısı oluşmaya başladığında diyot yalıttımdadır.
- Diyot'un katodu anoduna nazaran daha pozitifdir.
- Çünkü kondansatör giriş geriliminin tepe değerine şarj olmuştur. Kondansatör şarj gerilimini şekil-b'de belirtildiği gibi yük üzerine boşaltır.
- Şebekeden negatif alternans geldiğinde ise diyot ters polarma olduğu için yalıttımdadır.
- Kondansatörün deşarjı şehir şebekesinin negatif alternansı boyunca devam eder.



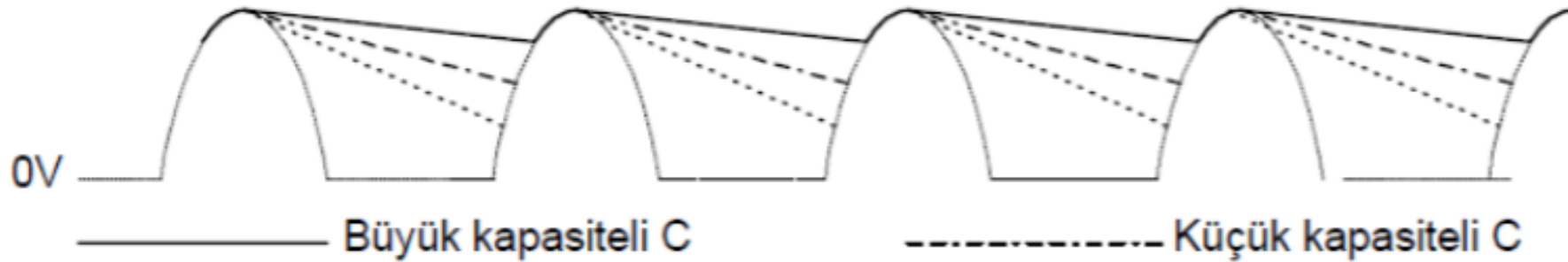
b. Negatif alternansında diyot yalıtkan, kondansatör RL yükü üzerine deşarj oluyor.



c. Yük üzerinde görülen çıkış işaretinin dalga biçimi

Kapasitif filtre

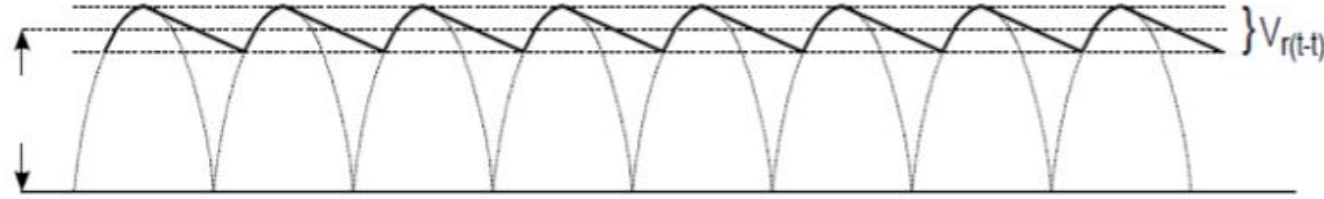
- Şebekenin pozitif alternansı tekrar geldiğinde bir önceki adımda anlatılan işlemler devam eder.
- Sonuçta çıkış yükü üzerinde oluşan işaret DC'ye oldukça yakındır.
- Çıkış işaretindeki dalgalanmaya “rıplı” denildiğini belirtmiştik.
- DC güç kaynaklarında rıplı faktörünün minimum düzeyde olması istenir.
- Bu amaçla filtreleme işlemi iyi yapılmalıdır.
- Kondansatörle yapılan filtreleme işleminde kondansatörün kapasitesi büyük önem taşır.
- Aşağıdaki şekilde filtreleme kondansatörünün çıkış işaretine etkisi ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



Filtre kondansatörü değerlerinin çıkış işareti üzerinde etkileri

Kapasitif filtre

- Filtreleme işlemi sonunda elde edilen çıkış işaretinin dalga biçimi bir miktar dalgalanma içermektedir.
- Filtrelemenin kalitesini ise “rıpıl faktörü= r_p ” belirlemektedir.
- Rıpıl faktörü yüzde olarak ifade edilir.
- Rıpıl faktörünün hesaplanması için aşağıdaki şekilden yararlanılacaktır.

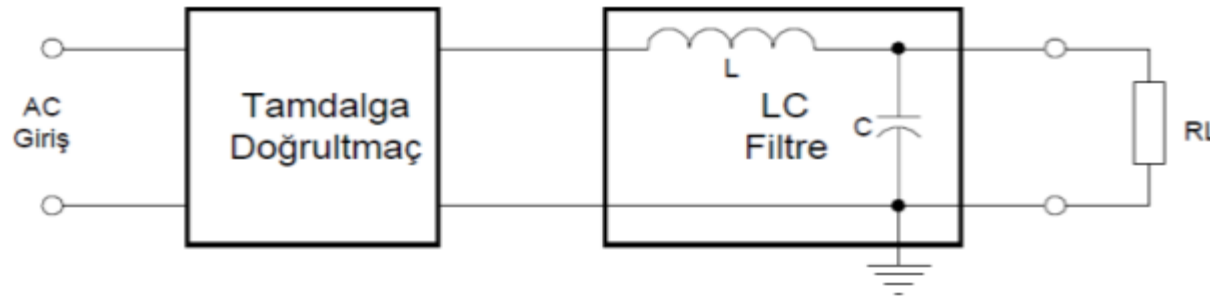


Tam dalga doğrultmaçta rıpıl faktörünün bulunması

$$\text{Rıpıl Faktörü} = r_p = \frac{V_{r(etkin)}}{V_{DC}}$$

4. b) Lc filtre

- Doğrultmaç devrelerinde rıplı faktörünü minimuma indirmek için bir diğer alternatif bobin ve kondansatörden oluşan LC filtre devresi kullanmaktır.
- Şekilde LC filtre devresi görülmektedir.
- Bu filtre devresinde bobinin endüktif reaktansı (X_L) ve kondansatörün kapasitif reaktansından (X_C) yararlanılarak filtre işlemi gerçekleştirilir.



Tam dalga doğrultmaç devresinde LC filtre

π ve T tipi filtre

- LC tipi filtre devreleri geliştirilerek çok daha kaliteli filtre devreleri oluşturulmuştur.
- Π ve T tipi filtreler bu uygulamalara iyi bir örnektir.
- Rıpıl faktörünün minimuma indirilmesi gereken çok kaliteli doğrultmaç çıkışlarında bu tip filtreler kullanılabilir.
- Şekil-de π ve T tipi filtre devreleri verilmiştir



π ve T tipi filtre devreleri

Üç elemanlı bu filtrelerde aynı tür iki elemanla farklı tür bir eleman kullanılır. Π tipi filtrede aynı tür iki eleman paralel kolda, T tipi filtrede ise seri kolda yer alırlar.

5. Gerilim Regülasyonu

- Doğrultmaç devrelerinden elde edilen çıkış geriliminin her koşulda sabit olması ve dış etkenlerden bağımsız olması istenir.
- Güç kaynaklarında aranan en önemli özelliklerden birisi de giriş gerilimindeki veya çıkışa bağlı yükte meydana gelen değişimlerin çıkış gerilimini etkilememesidir.
- Güç kaynaklarının çıkış gerilimlerini sabit tutma işlemine regülasyon, bu iş için kullanılan devrelere de regülatör devreleri denir.
- Regülatör devrelerinde, zener diyot, transistör veya entegre gerilim regülatörleri kullanılır.