

# **ELEKTRONİK DEVRELE DERS NOTLARI**

## **7.HAFTA**

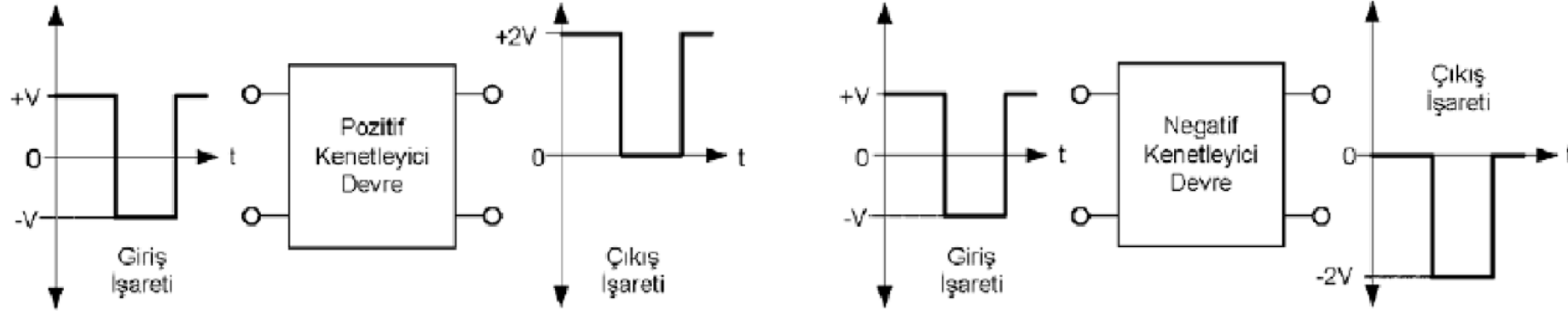
**Kenetleyici devreler ve Gerilim Çoklayıcılar**

# GERİLİM KENETLEYİCİLER

- Gerilim kenetleyiciler; girişlerinden uygulanan bir işaretin alt veya üst seviyesini, istenilen sabit bir gerilime kenetlemek kaydırmak amacı ile tasarlanmışlardır.
- Kenetleme devreleri; **pozitif veya negatif kenetleme** olmak üzere ikiye ayrılırlar.
- **Pozitif kenetlemede**, girişten uygulanan işaretin en alt seviyesi sıfır referans noktasına kaydırılarak kenetlenir.
- **Negatif kenetlemede** ise, girişten uygulanan işaretin en üst seviyesi sıfır referans noktasına kaydırılarak kenetlenir.
- Bu bölümde; pozitif ve negatif kenetleme işlemlerinin nasıl gerçekleştirildiği incelenecektir.
- Gerilim kenetleme işlemi gerçekte, bir işaretin DC seviyesini düzenleme işlemidir.

# GERİLİM KENETLEYİCİLER

Pozitif ve negatif gerilim kenetleme işlemi aşağıdaki şekilde görsel olarak verilmiştir.



*Pozitif ve negatif gerilim kenetleme işlemi*

# GERİLİM KENETLEYİCİLER

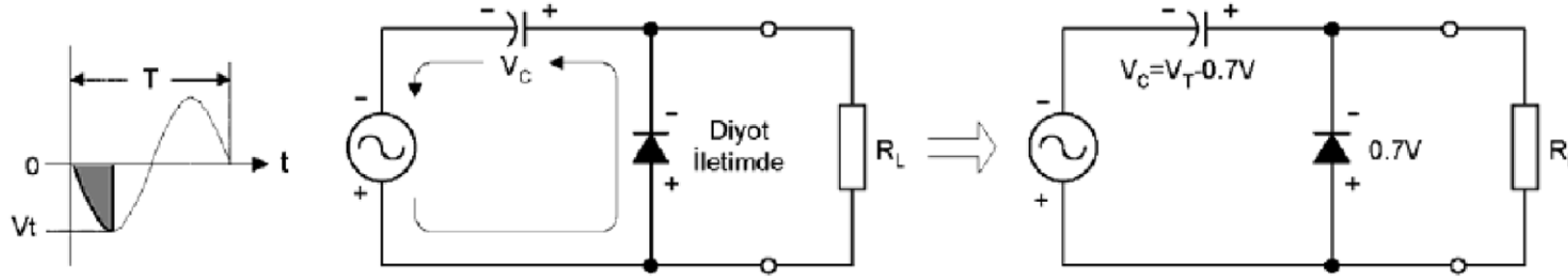
- Pozitif kenetleyici devre girişine uygulanan işaret,  $+V$  ve  $-V$  seviyelerinde salınmaktadır.
- Kenetleyici çıkışında ise bu işaret  $0V$  referans seviyesine kenetlenmiştir.
- Yapılan bu işlem sonucunda giriş işaretinin, negatif seviyesi kaydırılmıştır.
- Çıkıştan alınan işaret artık  $0V$  ile  $+2V$  değerleri arasında salınmaktadır.

# GERİLİM KENETLEYİCİLER

- Negatif kenetleyici devre girişine uygulanan işaret de aynı şekilde,  $+V$  ve  $-V$  seviyelerinde salınmaktadır.
- Kenetleyici çıkışında bu işaret  $0V$  referans seviyesine kenetlenmiştir.
- Bu işlem sonucunda giriş işaretinin, pozitif seviyesi  $0V$  referans alınarak kaydırılmıştır.
- Çıkıştan alınan işaret artık  $0V$  ile  $-2V$  değerleri arasında salınmaktadır.
- Pozitif ve negatif gerilim kenetleyici devreleri ayrı ayrı inceleyelim:

# Pozitif Gerilim Kenetleyici

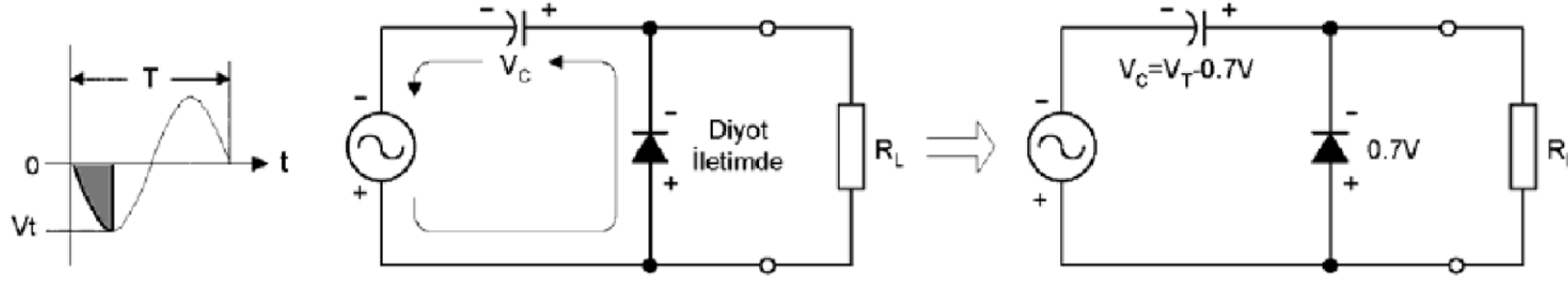
- Şekilde pozitif gerilim kenetleyici devre görülmektedir. Bu devre bir diyot, bir kondansatör ve direnç kullanarak gerçekleştirilmiştir.



Pozitif gerilim kenetleyici devre

- Kenetleme işleminin gerçekleşmesi için bu elemanların kullanılması zorunludur.
- Devrede kullanılan  $R$  ve  $C$  elemanlarının değeri çok önemlidir. Bu elemanların zaman sabitesi ( $\tau = RC$ ) yeterince büyük seçilmelidir.
- Devrenin çalışmasını kısaca anlatalım:

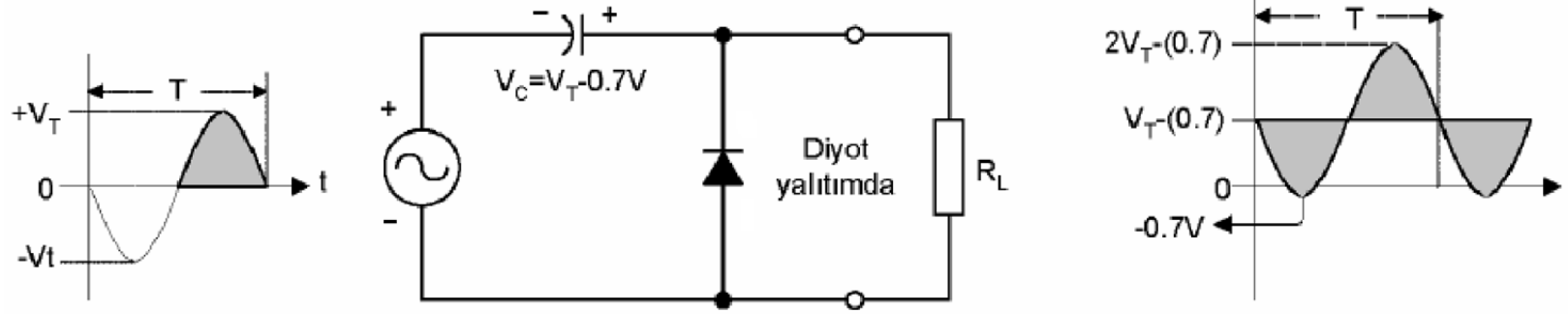
# Pozitif Gerilim Kenetleyici



Pozitif gerilim kenetleyici devre

- Devre girişine uygulanan işaretin negatif alternansının ilk yarım saykılında; diyot doğru yönde polarmalanır ve iletkendir.
- Diyot kısa devre etkisi göstereceğinden  $R_L$  direncinin etkisini ortadan kaldırır.
- Kondansatör, anında şarj olarak dolar.
- Kondansatör üzerindeki gerilim;  $V_C = V_T - (0.7V)$  değerine eşit olur.
- Bu gerilimin polaritesi; şekil üzerinde belirtildiği yöndedir.
- Giriş işaretinin negatif alternansında; kenetleyici çıkışında ( $R_L$  yük direnci üzerinde)  $0.7V$ 'luk diyot öngerilimi elde edilir. Bu durum yukarıdaki şekil üzerinde gösterilmiştir.

# Pozitif Gerilim Kenetleyici



*Pozitif gerilim kenetleyici ve çıkış dalga biçimleri*

- Giriş işaretinin pozitif yarım saykılında ise diyot açık devredir. Devreden herhangi bir akım akmaz.
- $R_L$  yük direnci üzerinde ise; giriş işareti ve kondansatör üzerindeki gerilimlerin toplamı görülür.
- Devreye K.G.K uygulanırsa çıkış gerilimi;

$$V_{RL} = V_C + V_T$$

- $V_{RL} = (V_t - 0.7) + V_T$  olur.

$$V_{RL} \cong 2 \cdot V_T (-0.7)$$

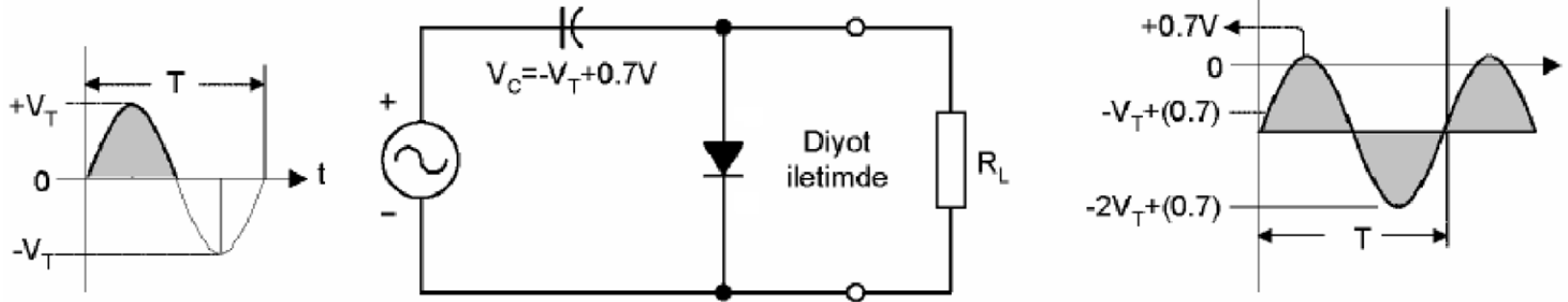


# Pozitif Gerilim Kenetleyici

- Devre girişine uygulanan ve  $+V_T$  ve  $-V_T$  değerlerinde salınan giriş işareti, kenetleyici devre çıkışında 0V veya 0.7V referans seviyesine kenetlenmiştir.
- Çıkış işareti artık yaklaşık olarak 0.7V ile  $+2V_T$  değerleri arasında salınmaktadır.
- Giriş işaretinin negatif tepe değeri, 0V (0.7V) referans seviyesine kenetlenmiştir.

# Negatif Gerilim Kenetleyici

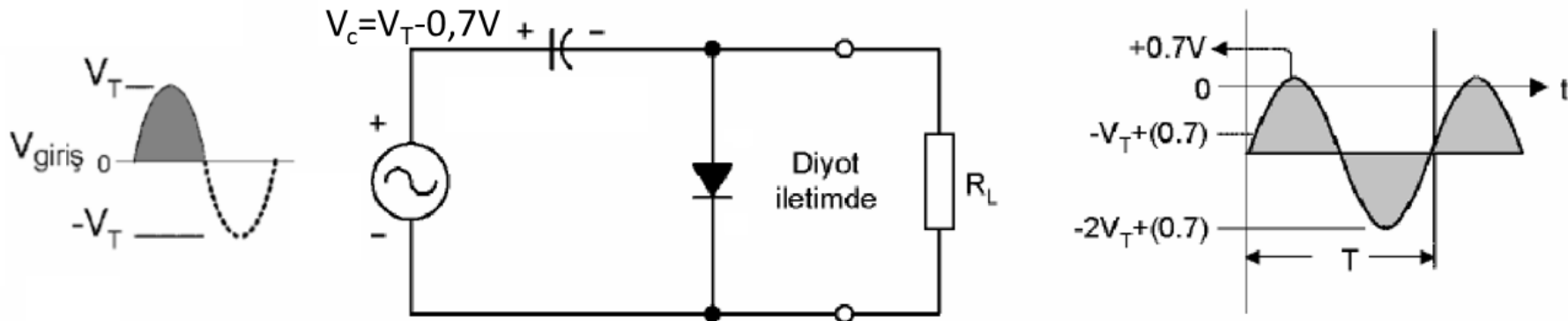
- Giriş geriliminin üst seviyesini, 0V referans noktasına kenetlemek için “negatif kenetleyici” kullanılır.
- Negatif kenetleme işlemi de yine aynı şekilde bir diyot yardımı ile kondansatörün şarj ve deşarjından yararlanılarak gerçekleştirilir.
- Aşağıdaki şekilde negatif kenetleyici devre görülmektedir.
- Devre üzerinde, kenetleyici girişine uygulanan işaret ve çıkışından alınan kenetlenmiş işaret gösterilmiştir.



*Negatif gerilim kenetleyici devre*

# Negatif Gerilim Kenetleyici

- Devre girişine uygulanan işaretin pozitif alternansında; diyot doğru yönde polarmalanır ve iletkenir.
- Diyot kısa devre etkisi göstereceğinden RL direncinin etkisini ortadan kaldırır.
- Kondansatör, anında şarj olarak dolar.
- Kondansatör üzerindeki gerilim;  $V_c = V_T - 0,7V$  değerine eşit olur.
- Bu gerilimin polaritesi; şekil üzerinde belirtildiği yöndedir.
- Giriş işaretinin pozitif alternansında; kenetleyici çıkışında (RL yük direnci üzerinde) 0.7V'lık diyot öngerilimi elde edilir. Bu durum aşağıdaki şekil üzerinde gösterilmiştir.



*Negatif gerilim kenetleyici devre*

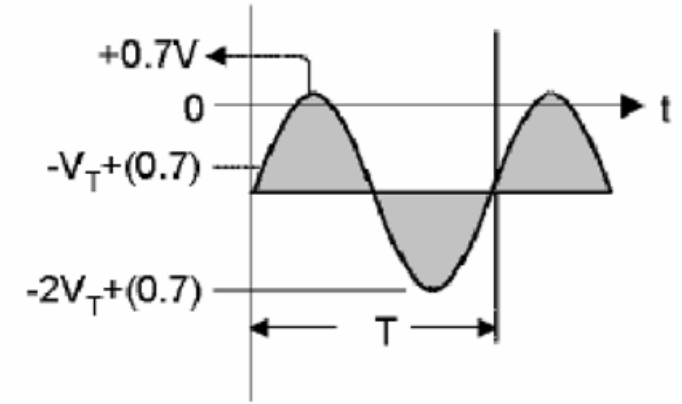
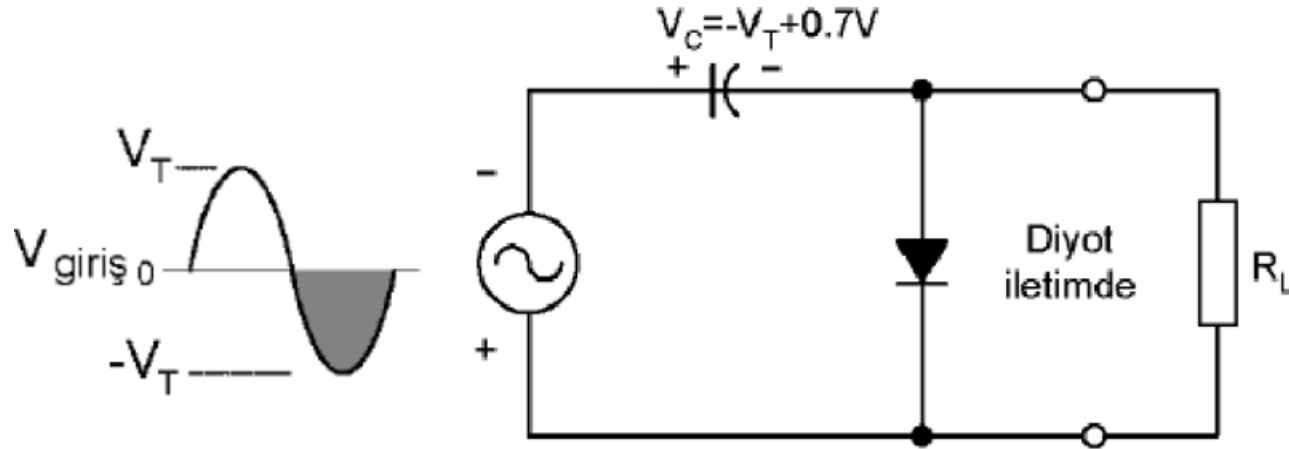
# Negatif Gerilim Kenetleyici

- Giriş işaretinin negatif yarım saykılında ise diyot açık devredir. Devreden herhangi bir akım akmaz.
- RL yük direnci üzerinde ise; giriş işareti ve kondansatör üzerindeki gerilimlerin toplamı görülür.
- Devreye K.G.K uygulanırsa çıkış gerilimi;

$$V_{RL} = -V_C - V_T$$

$$V_{RL} = - (V_t - 0.7) - V_T$$

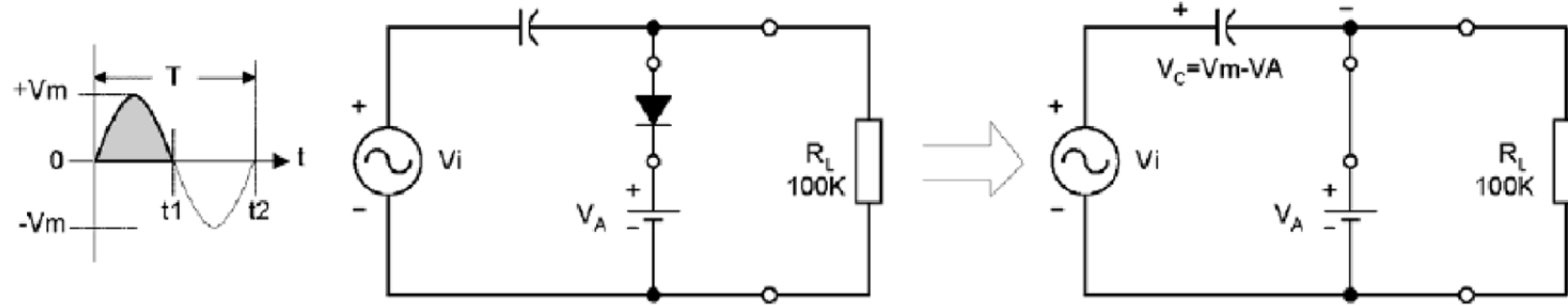
$$V_{RL} \cong -2 \cdot V_T (+0.7)$$



*Negatif gerilim kenetleyici devre*

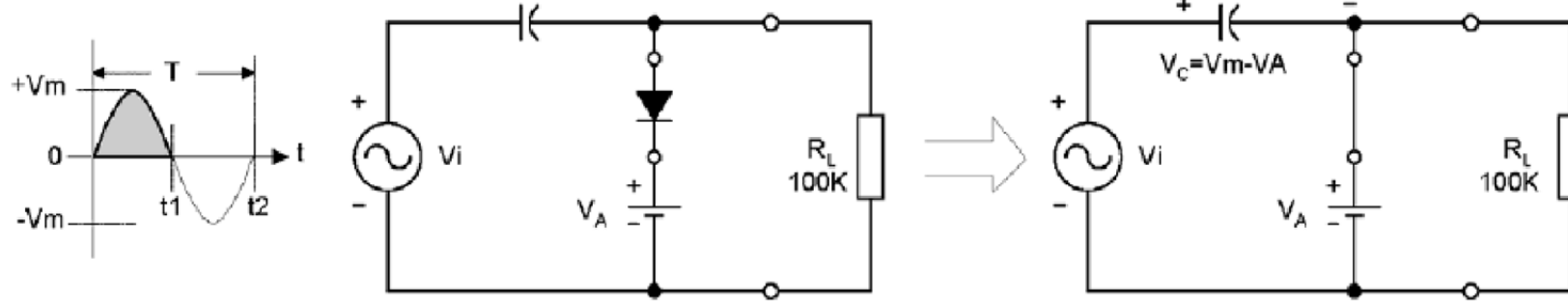
# Polarmalı Kenetleyici

- Polarmalı kenetleyici; girişinden uygulanan işareti DC bir değer üzerine bindirerek çıkışına aktarır.
- Aşağıdaki şekilde girişinden uygulanan sinüzoidal gerilimi,  $V_A$  ile tanımlanan DC gerilim kaynağına kenetleyen polarmalı bir gerilim kenetleyici devresi görülmektedir.



*Polarmalı kenetleyici devresi*

# Polarmalı Kenetleyici



*Polarmalı kenetleyici devresi*

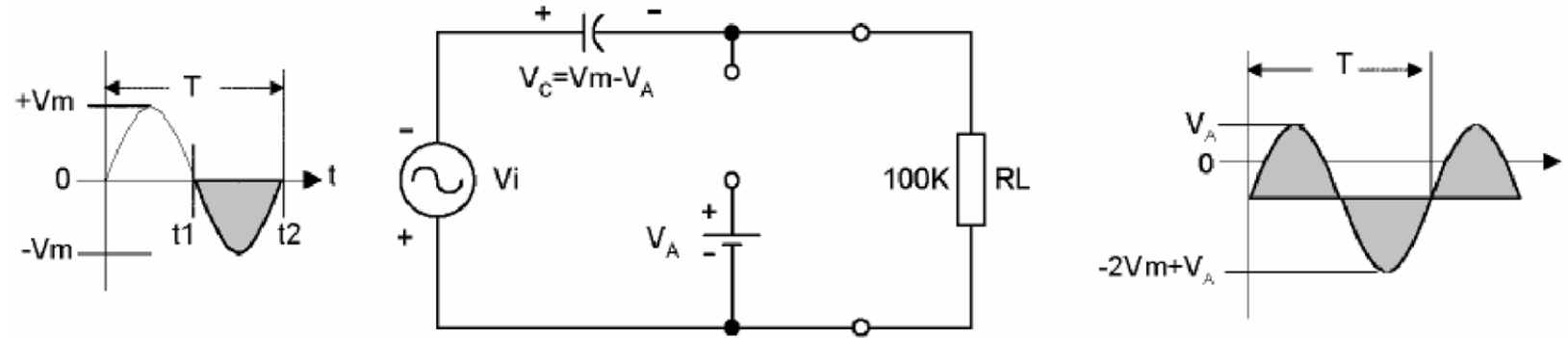
- Devrede giriş gerilimi  $V_i$ ,  $V_A$  DC gerilim kaynağından büyük olduğunda ( $V_m \sin \omega t > V_A$ ) diyot ilettime geçecektir.
- Diyot ilettime geçtiğinde devrenin eşdeğeri şekilde gösterilmiştir.
- Giriş gerilimi  $V_i$ , maksimum değere ulaştığı anda ( $+V_m$ ), K.G.K yazarsak;  $-V_m \sin \omega t + V_C + V_A = 0V$  olur.  $V_C$ , kondansatör üzerindeki şarj gerilimidir. Kondansatör üzerinde düşen gerilimi hesaplarsak;  $V_C = V_m \cdot \sin \omega t - V_A$  bulunur. Bu değerler ışığında  $R_L$  yük direnci üzerinde oluşan çıkış gerilimi; K.G.K'dan;
- $V_{RL} = +V_A$  olur.

# Polarmalı Kenetleyici

- Dolayısı ile giriş işaretinin pozitif tepe değerinde; kenetleyici çıkışı VA gerilim kaynağının değerine eşittir.
- Çünkü RL yük direnci, VA kaynağına paralel hale gelir.
- Bu durum yukarıdaki şekilde verilmiştir.
- Giriş işaretinin negatif tepe ( **$V_i = V_m \sin 2700 t$** ) değerinde ise diyot ters polarma olur ve açık devredir.

# Polarmalı Kenetleyici

- Kenetleyici devre aşağıdaki şekilde görülen durumu alır.



*Polarmalı kenetleyici ve dalga biçimleri*



# Polarmalı Kenetleyici

- Giriş işaretinin negatif alternansında devrenin matematiksel analizini yapalım.
- Diyot yalıttımdadır.
- Kondansatör üzerindeki VC gerilimi şarj değerini korur.
- $V_{RL} = -2V_m + V_A$
- Polarmalı kenetleyici çıkışında elde edilen işaretin dalga biçimi yukarıdaki şekil üzerinde gösterilmiştir.
- Sonuçta; devre girişinden uygulanan işaret,  $V_A$  gerilimine kenetlenmiştir.

# BÖLÜM ÖZETİ (Kırpıcı ve kenetleyici devreler)

- AC gerilimin DC gerilime dönüştürülmesinde silisyum diyotlarından yararlanılır. Dönüştürme işlemini gerçekleştiren devrelere doğrultmaç denir.
- Şehir şebekesinden alınan AC gerilim doğrultma işleminden önce bir transformatör yardımıyla istenilen değere düşürülür. Transformatörler kayıpları en az elektrik makineleridir. Transformatörler AC gerilimi istenilen değere dönüştürme işlemi yanında kullanıcıyı ve sistemi şehir şebekesinden yalıtır.
- Transformatör çıkışından alınan AC gerilim, diyotlar kullanılarak doğrultulur. Doğrultma işlemi yarım-dalga ve tam-dalga olmak üzere iki temelde yapılır.

# BÖLÜM ÖZETİ (Kırpıcı ve kenetleyici devreler)

- Yarım-dalga doğrultmaç devresinde tek bir diyot kullanılır. Diyot giriş AC işaretinin sadece yarım saykılında iletkendir.
- Tam-dalga doğrultmaç devresi, köprü tipi ve orta uçlu olmak üzere iki temel tipte tasarlanır.
- Tam dalga doğrultmaç devrelerinin çıkışından alınan işaretin frekansı, giriş işaretinin iki katıdır. Dolayısıyla çıkıştan alınan işaretin ortalama değeri (DC değeri) yarım-dalga doğrultmaç devresinden daha büyüktür.
- Doğrultmaç çıkışından alınan işaretler DC gerilimden uzaktır ve AC bileşenler (rıpıl) barındırır. Doğrultmaç çıkışlarından DC'ye yakın bir dalga formu elde etmek için filtre devreleri kullanılır.

# BÖLÜM ÖZETİ (Kırpıcı ve kenetleyici devreler)

- En basit filtre metodu kondansatörle yapılan filtreleme işlemidir. Bu tip filtre devrelerinde kondansatörün şarj ve deşarjından yararlanır.
- Filtreleme işleminde L ve C elemanları kullanılabilir. Bu tür filtreleme işlemleri sonucunda çıkış işaretindeki rıplar (dalgalanma) minimum düzeye iner.
- Belirlenen bir işaretin kırılması işlemi için diyotlar kullanılır. Bu tür devrelere “kırpıcı” (clippers) denir.
- Herhangi bir AC işarete, DC seviyeler eklenebilir veya işaretin seviyesi değiştirilebilir. Bu tür devrelere “gerilim kenetleyici” denir. Gerilim kenetleme işlemi diyot ve kondansatörler kullanılarak gerçekleştirilir.

# GERİLİM ÇOKLAYICILAR

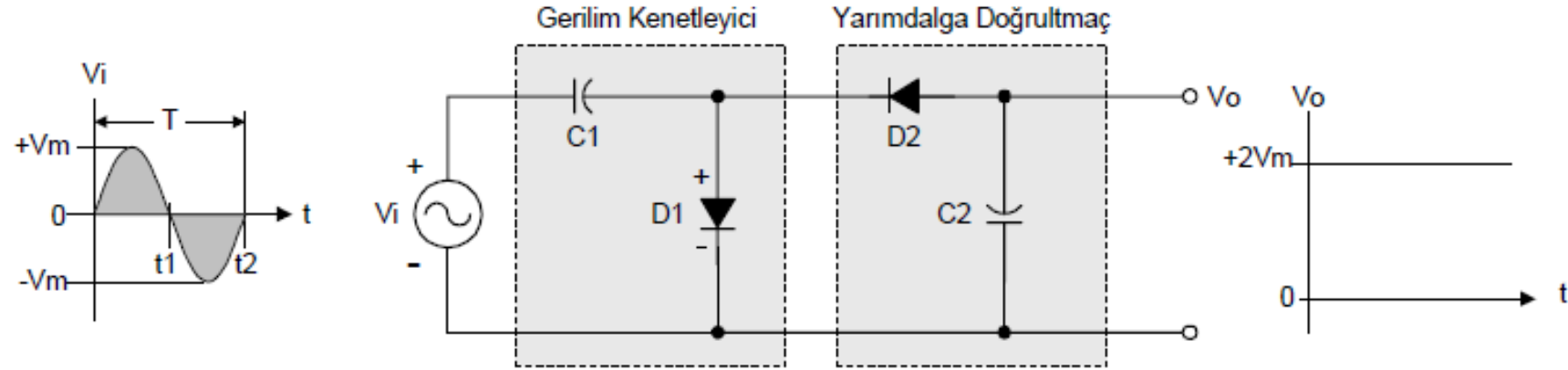
- Gerilim çoklayıcılar (voltage multipliers); girişinden uygulanan işareti isteğe bağlı olarak birkaç kat yükseltip çıkışına aktaran devrelerdir.
- Gerilim çoklayıcılar; gerilim kenetleyici ve doğrultmaç devreleri birlikte kullanılarak tasarlanır.
- Gerilim çoklayıcı devreler; **yüksek gerilim alçak akım** gereken yerlerde kullanılır.
- TV alıcıları kullanım alanlarına örnek olarak verilebilir.

# Gerilim Çiftleyici

- Gerilim çiftleyiciler (Voltage Doupling) girişlerine uygulanan gerilim değerini, ikiye katlayarak çıkışlarına aktaran elektronik düzeneklerdir.
- Gerilim çiftleyicilerin girişlerine uygulanan gerilim, AC veya darbeli bir işaret olmalıdır.
- Gerilim çiftleyicilerin çıkışından ise doğrultulmuş DC gerilim elde edilir.
- Gerilim çiftleyici devrelerin çıkışlarından yapıları gereği sürekli olarak büyük akımlar çekilemez.
- Gerilim çiftleyici tasarımı, yarım dalga ve tam dalga olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Şekilde yarım dalga gerilim çiftleyici devresi görülmektedir.

# Gerilim Çiftleyici

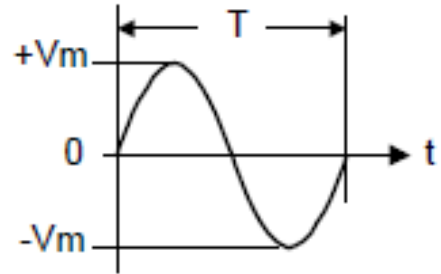
- Gerilim çiftleyici devre; gerilim kenetleyici ve yarım dalga doğrultmaç devresinin birlikte kullanılması ile oluşturulmuştur. Bu durum şekil üzerinde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.



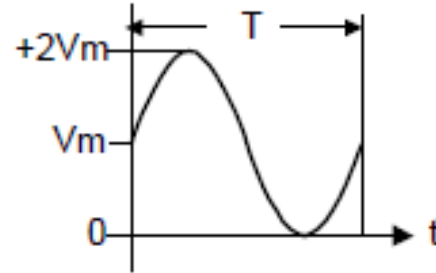
*Yarımdalga gerilim çiftleyici devre*

# Gerilim Çiftleyici

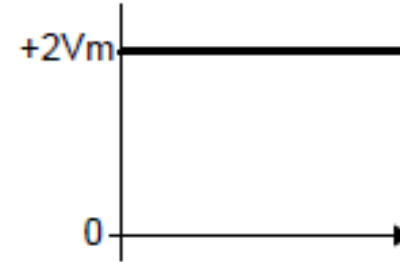
- Devrenin çalışmasını daha iyi anlayabilmek için her bir devre bloğunun işlevleri, dalga şekilleri aşağıdaki şekil üzerinde gösterilmiştir.



a) Giriş İşareti



b) Kenetleyici Çıkışı



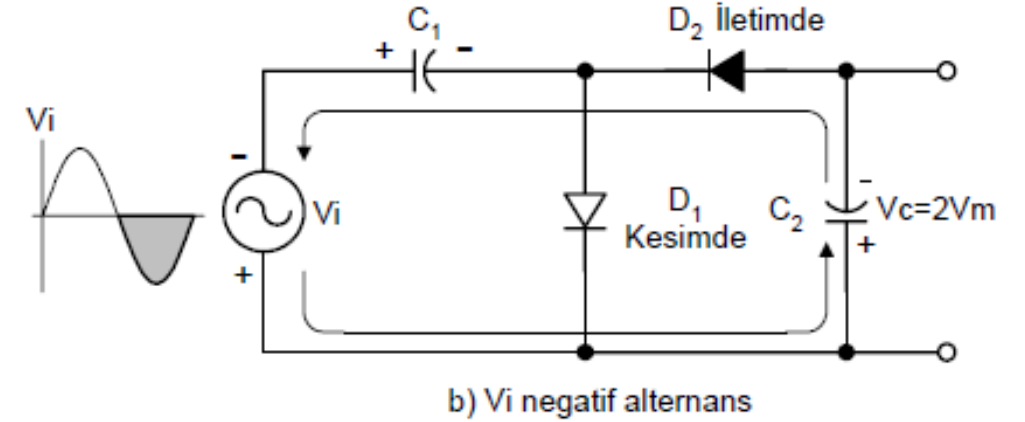
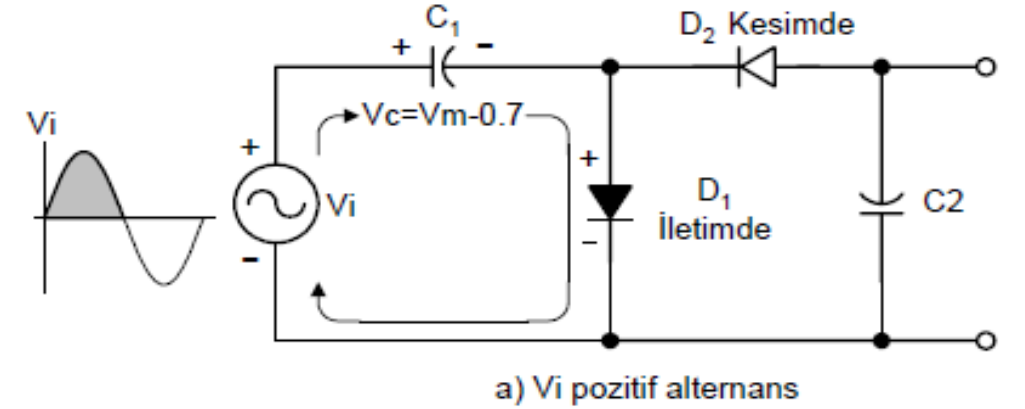
c) Doğrultucu Çıkışı

*Yarımdalga gerilim çiftleyici devrenin dalga biçimleri*



# Gerilim Çiftleyici

- Yarım dalga gerilim çiftleyici devresinin nasıl çalıştığı yandaki şekil üzerinde grafiksel olarak analiz edilmiştir.
- Giriş işaretinin ( $V_i$ ) pozitif yarım saykılında;  $D_1$  diyodu iletkendir.
- $C_1$  kondansatörü şekilde belirtilen yönde  $D_1$  üzerinden,  $V_c = V_m - 0.7V$  değerine şarj olur.
- $D_2$  ise bu anda ters polarma olduğundan yalıttımdadır.
- Dolayısı ile çıkış gerilimi “0V” dur.



*Yarımdalga gerilim çiftleyici devresinin grafiksel analizi*

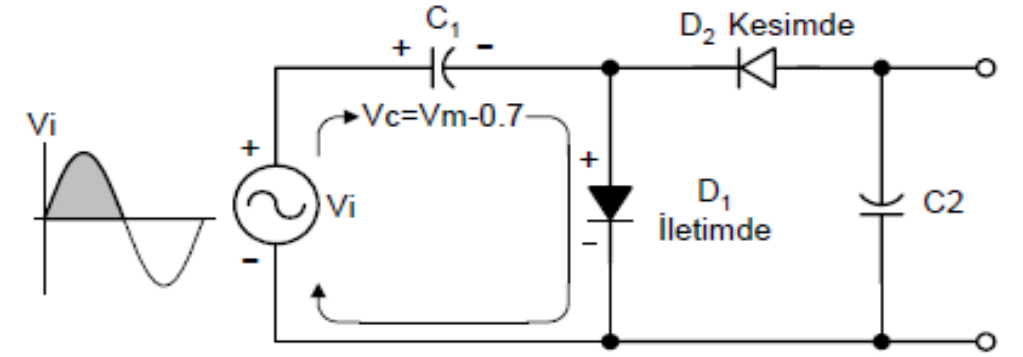
# Gerilim Çiftleyici

- Giriş işareti  $V_i$ 'nin negatif alternansında ise; D1 diyotu ters polarmalandığından yalıttımdadır.
- D2 diyotu ise iletkendir.
- C2 kondansatörü  $V_i$  ve şarj olmuş olan C1 'nin maksimum değerine D2 üzerinden şarj olur.
- Çıkış işareti C2 kondansatörü üzerinden alınabilir. C2 üzerindeki gerilim ise; K.G.K'dan;

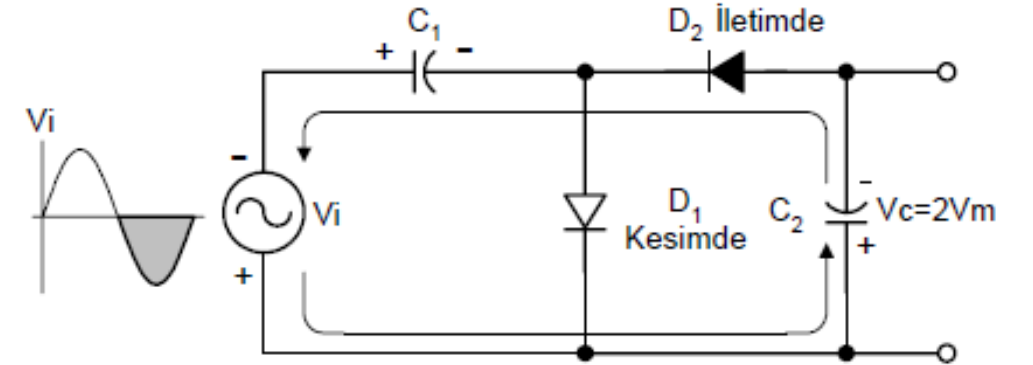
$$-V_m - V_{C_1} + V_{C_2} = 0$$

$$-V_m - V_m + V_{C_2} = 0$$

$$V_{C_2} = 2V_m$$



a)  $V_i$  pozitif alternans



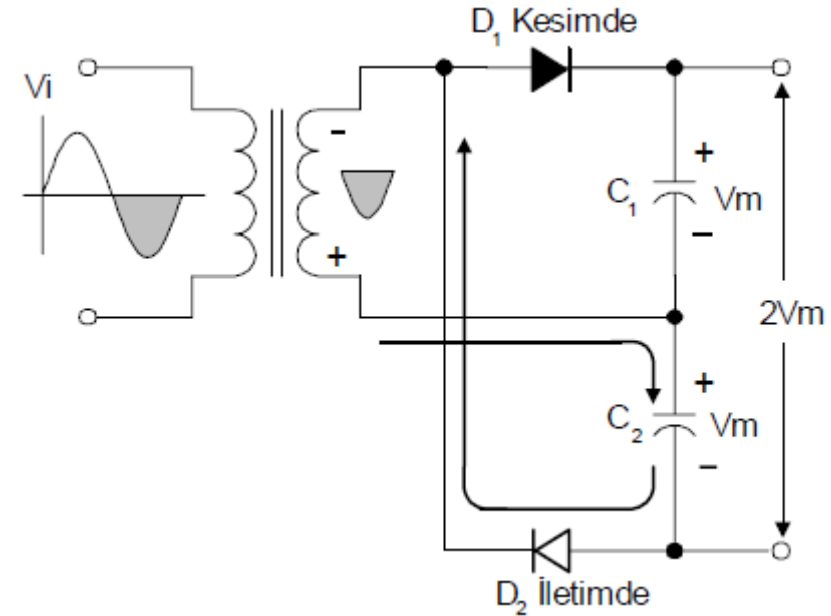
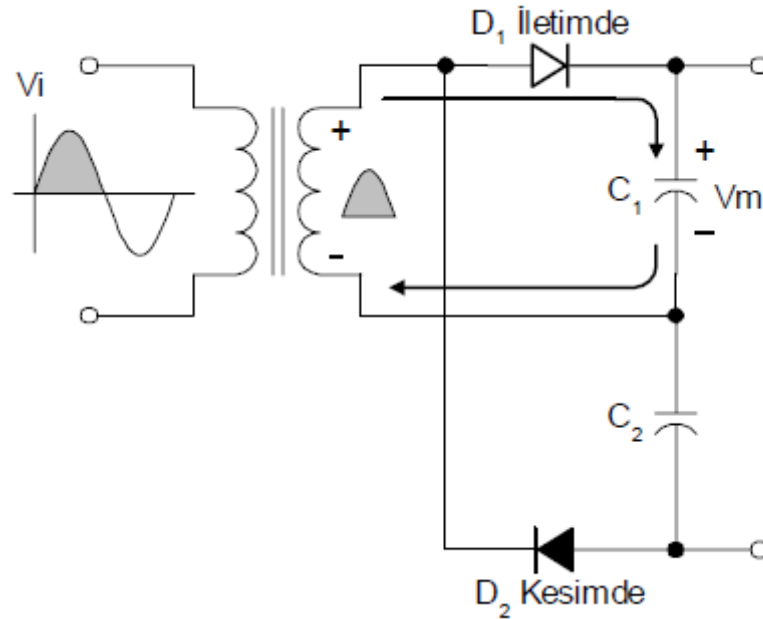
b)  $V_i$  negatif alternans

*Yarımdalga gerilim çiftleyici devresinin grafiksel analizi*

**Not:** Devre analizinde diyotlar üzerine düşen öngerilimler (0.7V) ihmal edilmiştir.

# Gerilim Çiftleyici

- Gerilim kenetleyici tasarımında bir diğer alternatif ise “Tam dalga gerilim çiftleyici” devresidir. Aşağıdaki şekilde tam dalga gerilim çiftleyici devresi görülmektedir.



*Tam dalga gerilim çiftleyici*

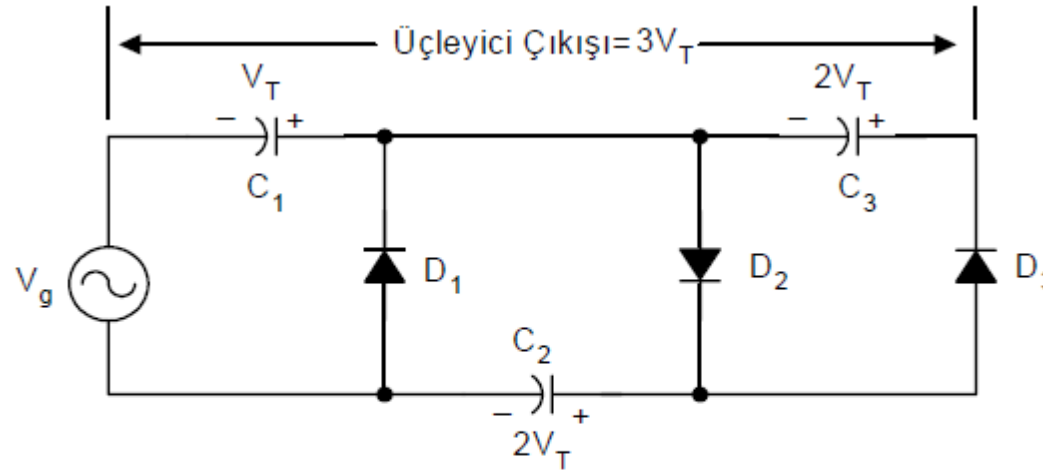
# Gerilim Çiftleyici

- Transformatörün sekonderinde pozitif alternans oluştuğunda D1 diyotu doğru yönde polarlanır ve iletme geçer.
- D2 diyotu ise kesimdedir. D1 diyotu iletimde olduğunda; C1 kondansatörü giriş işaretinin maksimum değerine şekilde belirtilen yönde şarj olur.
- Transformatörün sekonderinde negatif alternans oluştuğunda ise D2 diyotu doğru yönde polarlanır ve iletme geçer.
- D1 diyotu ise kesimdedir. D2 diyotu iletimde olduğunda; C2 kondansatörü giriş işaretinin maksimum değerine ( $V_m$ ) şekilde belirtilen yönde şarj olur.
- Gerilim çiftleyici devre çıkışından C1 ve C2 kondansatörlerinde oluşan gerilimlerin toplamı alınır. Dolayısıyla çıkış işareti;

$$V_0 = +V_{C1} + V_{C2} \quad V_0 = +V_m + V_m \quad \Rightarrow \quad V_0 = 2 \cdot V_m \quad \text{olarak alınır.}$$

# Gerilim Üçleyici

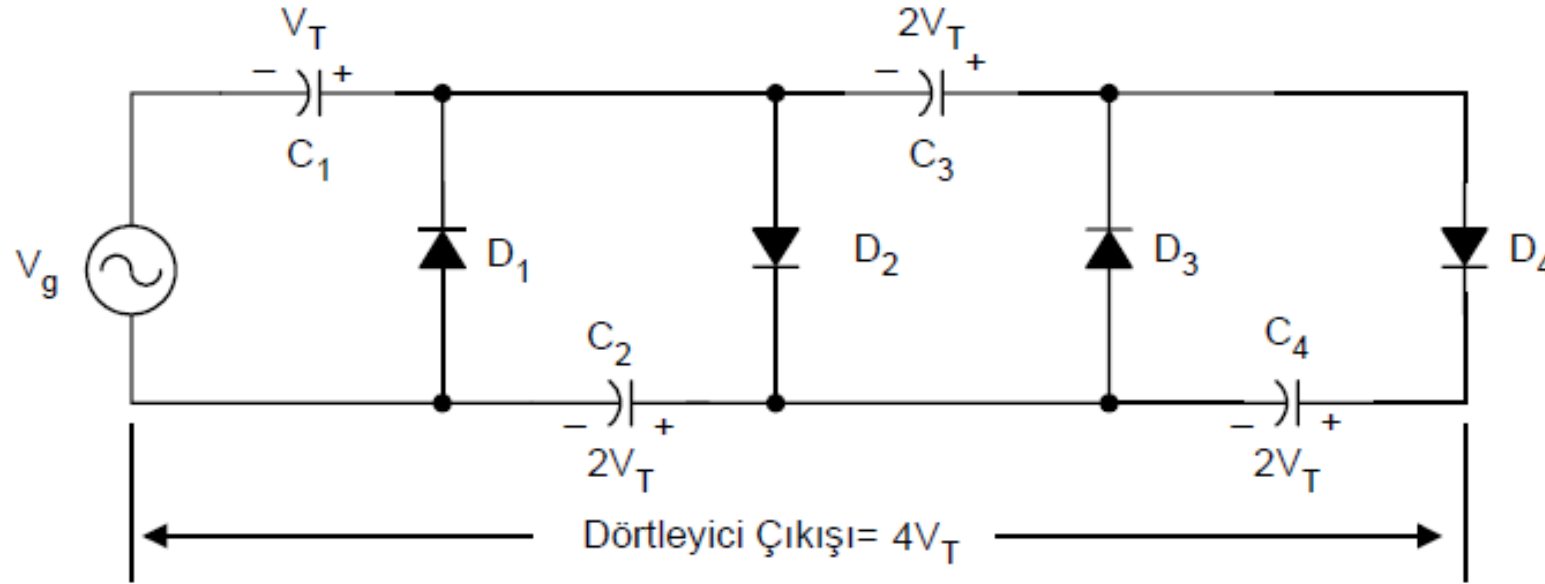
- Tipik bir gerilim üçleyici devresi aşağıdaki şekilde verilmiştir.
- Bu devrenin çıkışından alınan işaret, giriş işaretinin tepe değerinin yaklaşık 3 katıdır.
- Devre ilk negatif yarım saykılta gerilim çiftleyici gibi çalışır. C1 üzerinde şekilde belirtilen yönde giriş işaretinin tepe değeri ( **$V_T$** ) görülür.
- C2 üzerinde ise giriş işaretinin yaklaşık 2 katı ( **$2V_T$** ) görülür.
- Sonraki negatif saykılta ise D3 diyotu doğru yönde polarlanır. İletkendir.
- C3,  $2V_T$  değerine belirtilen yönde şarj olur.
- Gerilim üçleyici çıkışından C1 ve C2 üzerinde oluşan gerilimler toplamı  **$3V_T$**  alınır.



*Gerilim üçleyici devre*

# Gerilim Dörtleyici

- Tipik bir gerilim dörtleyici devre aşağıdaki şekilde verilmiştir.
- Bu devrenin çıkışından alınan işaret, giriş işaretinin tepe değerinin yaklaşık 4 katıdır.
- Devre ilk 3 negatif yarım saykıl süresinde gerilim üçleyici gibi çalışır.
- $C_1$  kondansatörü üzerinde şekilde belirtilen yönde giriş işaretinin tepe değeri görülür.
- Devredeki diğer tüm kondansatörler ise  $2V_T$  değerine şarj olur.
- Devre dikkatlice incelenirse her bir negatif alternansta diyotların sırayla iletken olacağı dolayısı ile kondansatörlerin dolacağı görülür.



*Gerilim dörtleyici devre*

# Gerilim Dörtleyici

- Çıkış işareti C2 ve C4 kondansatörleri üzerinden alınmıştır. Dolayısı ile bu kondansatörler üzerinde oluşan gerilimler toplamı;

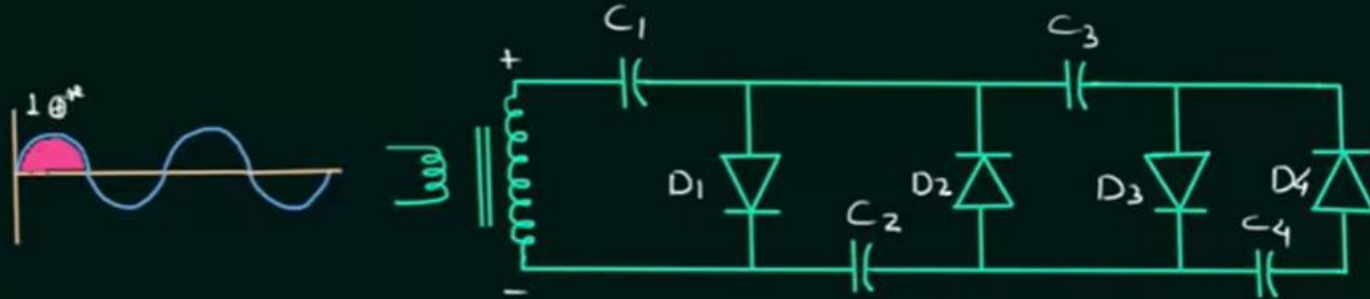
$$V_{\zeta} = (2V_T) + (2V_T)$$
$$V_{\zeta} = 4V_T$$

değerine eşit olur.

# Örnek anlatım

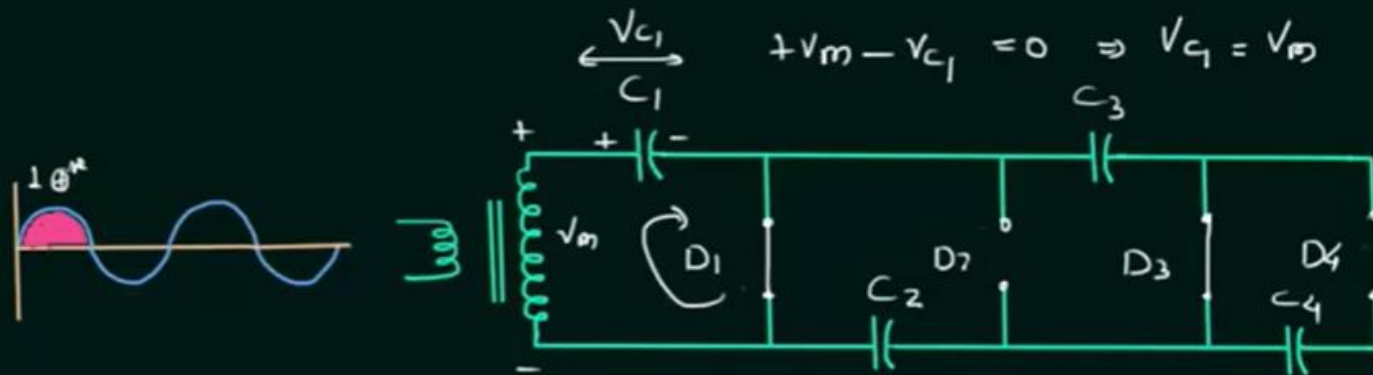
## Voltage Multiplier Circuits (Voltage Tripler & Quadrupler)

$D_1 \rightarrow FB$   
 $D_2 \rightarrow RB$   
 $D_3 \rightarrow FB$   
 $D_4 \rightarrow RB$



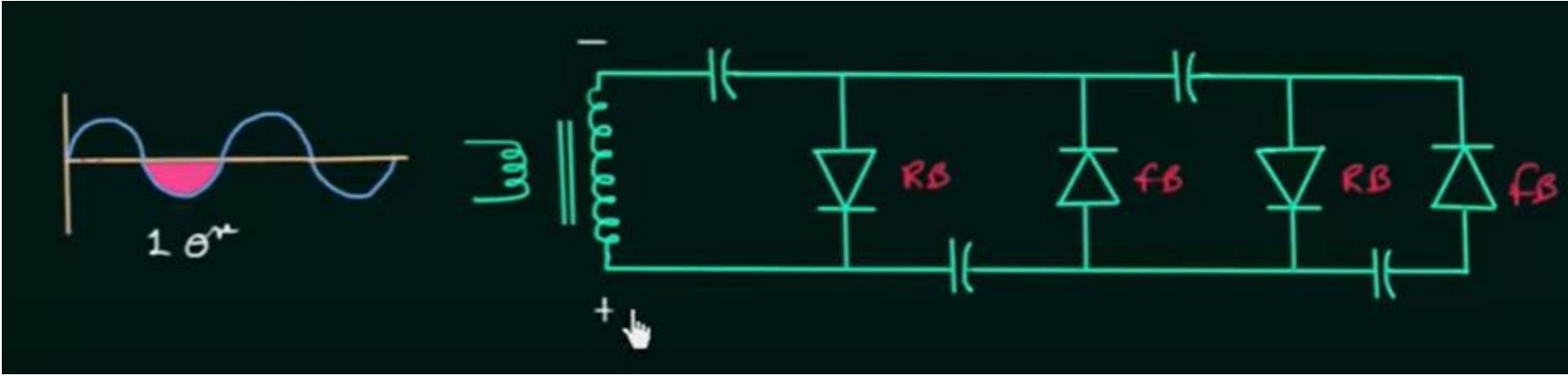
- Pozitif alternansta diyotlar şu hale gelir:

$D_1 \rightarrow FB$   
 $D_2 \rightarrow RB$   
 $D_3 \rightarrow FB$   
 $D_4 \rightarrow RB$

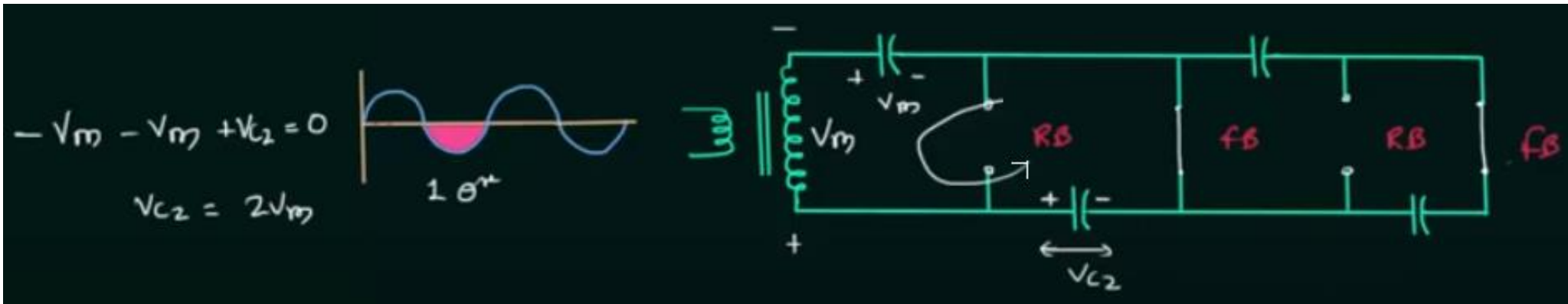
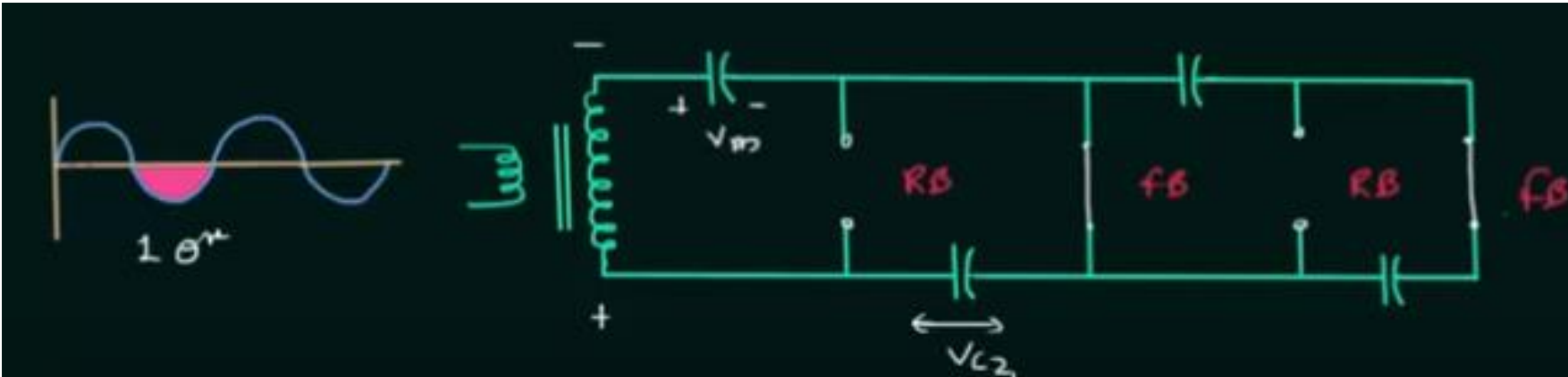


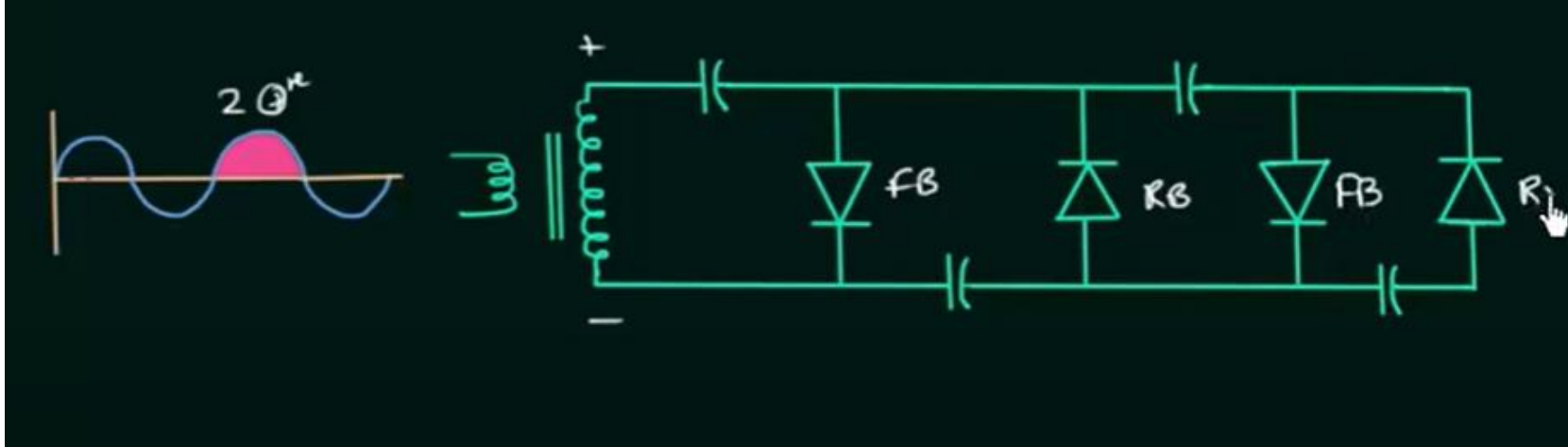
- $V_{C1} = V_m$  olur



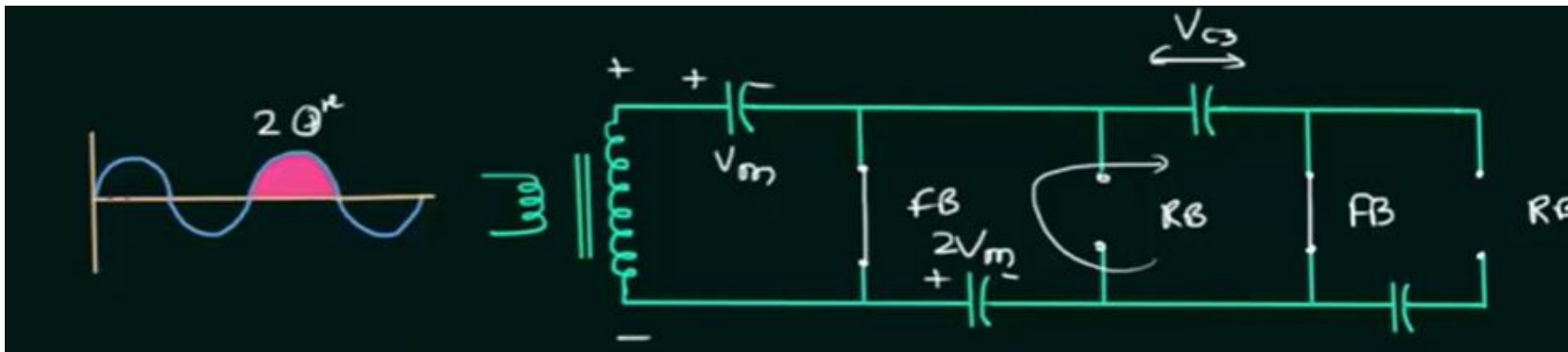
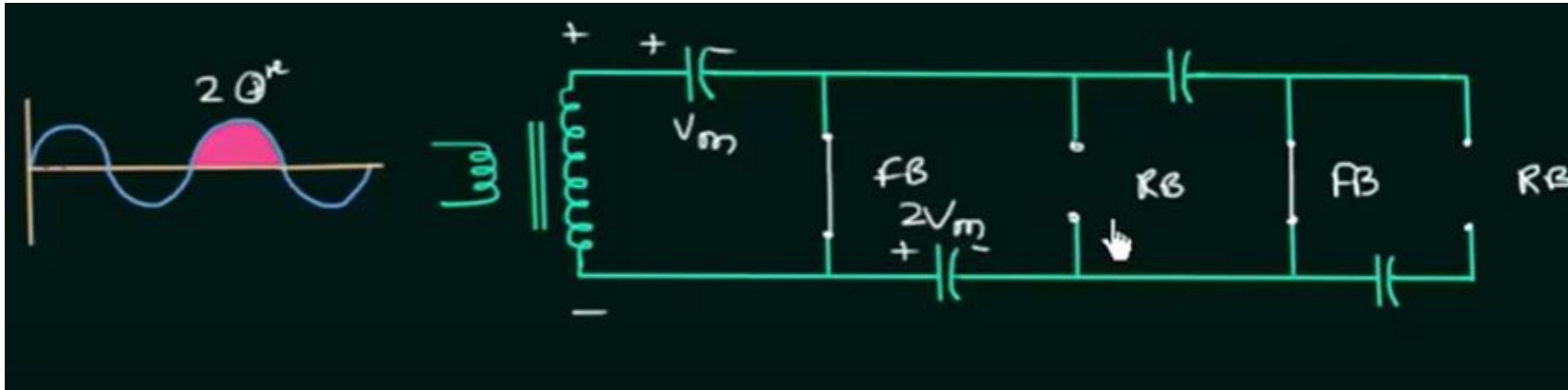


- Negatif alternansta diyotlar aşağıdaki gibi olur:



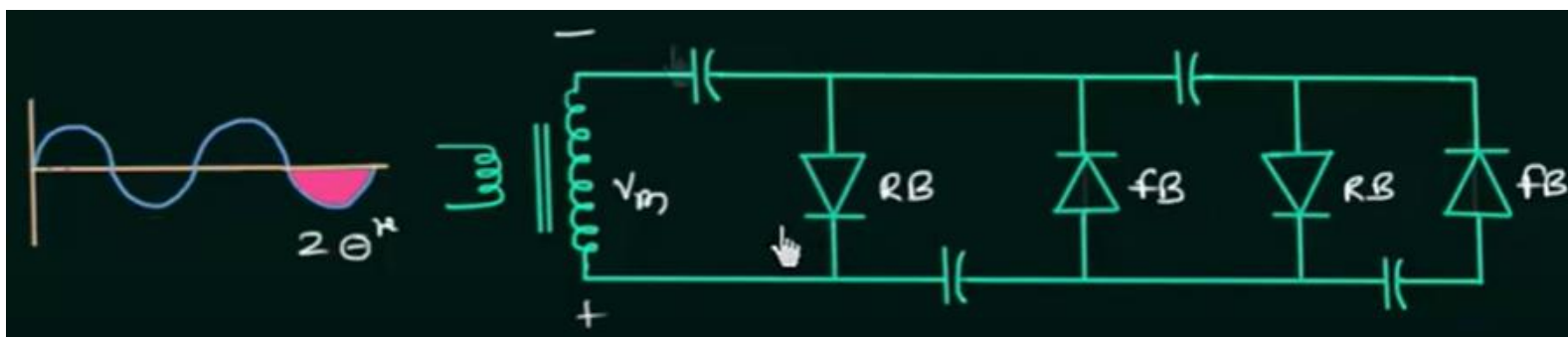


- İkinci pozitif alternansta diyotlar şu hale gelir:

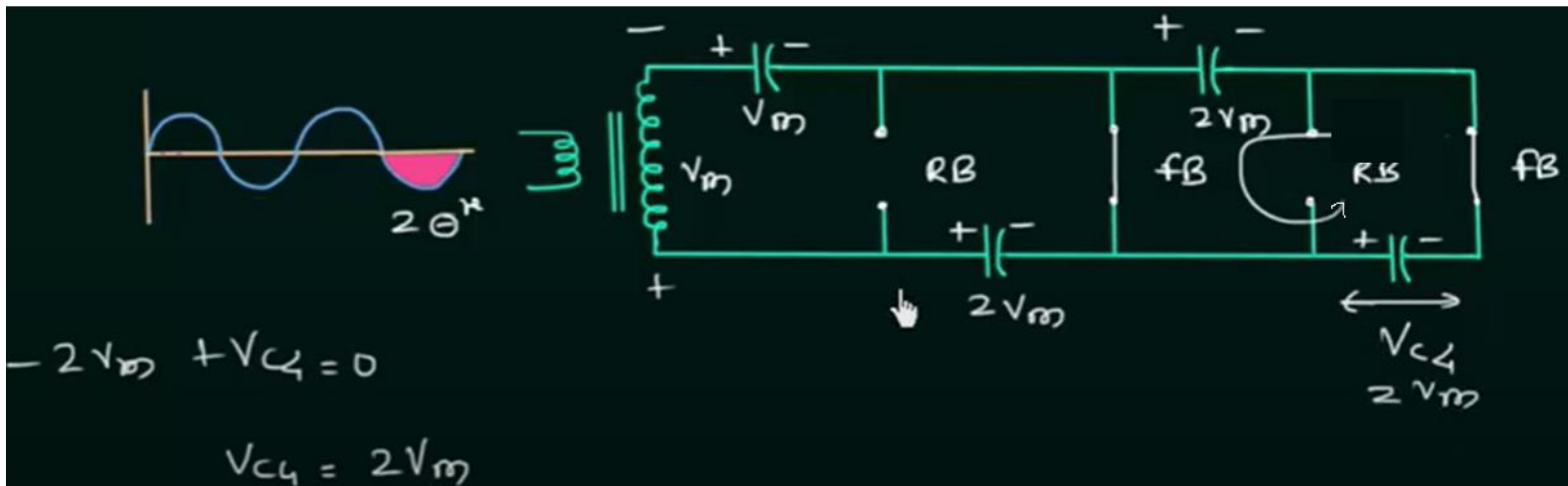
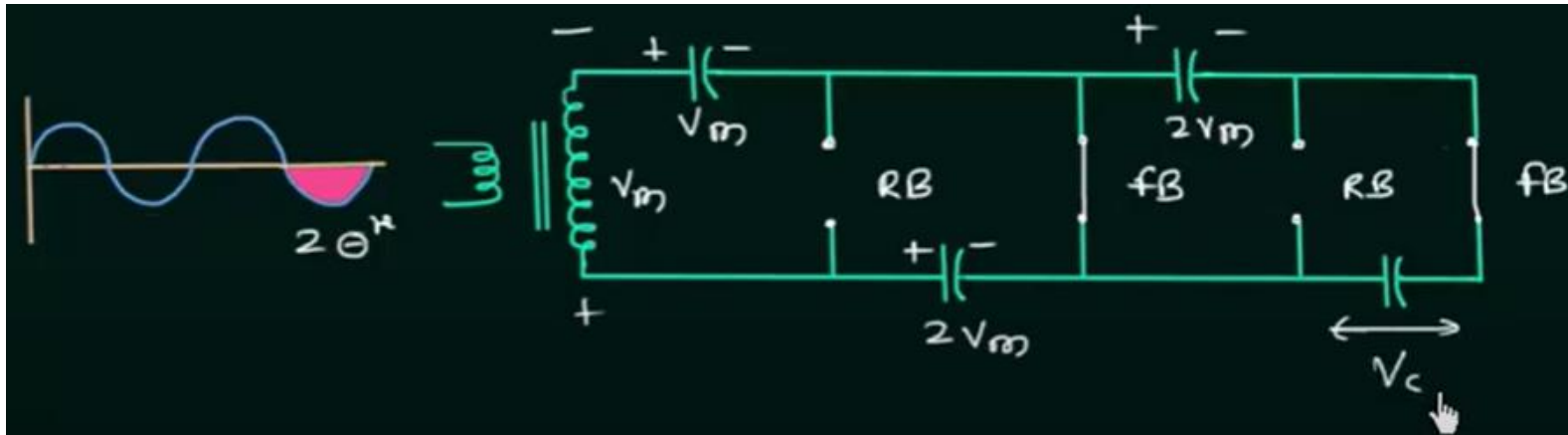


$$+2V_m - V_{C3} = 0$$

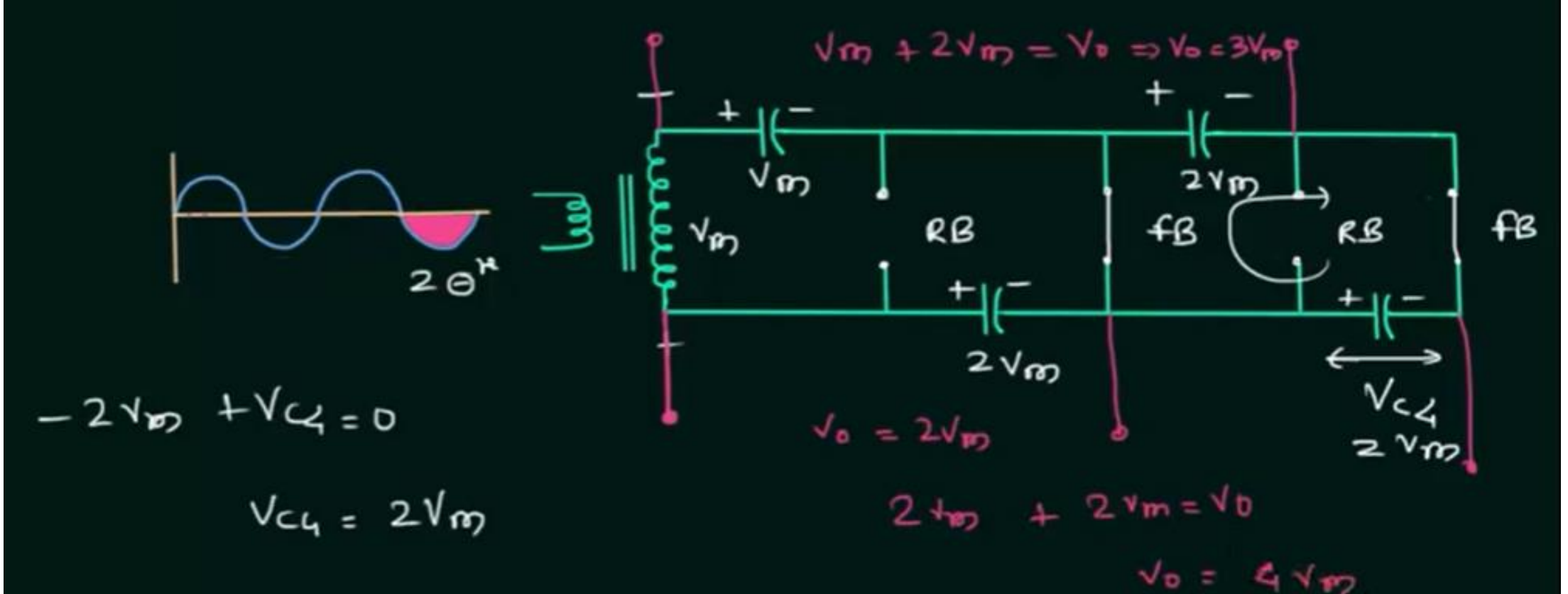
$$V_{C3} = 2V_m$$



- İkinci negatif saykılta diyotlar aşağıdaki gibi olur



- Sonuç olarak:



## Kaynak:

[https://www.google.com/search?q=voltage+tripler+circuit&sca\\_esv=587745529&rlz=1C1GCEU\\_enTR1084TR1084&tbm=vid&sxsrf=AM9HkKk\\_oqhwYnAxSPbV\\_Yrk5bLK0XExGA:1701715640346&source=lnms&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwiMI4HiuPaCAxXylhAIHYefCjUQ\\_AUoAnoECAIQBA&biw=1536&bih=695&dpr=1.25#fpstate=ive&vld=cid:b3894641,vid:JTJXdTTM8iU,st:0](https://www.google.com/search?q=voltage+tripler+circuit&sca_esv=587745529&rlz=1C1GCEU_enTR1084TR1084&tbm=vid&sxsrf=AM9HkKk_oqhwYnAxSPbV_Yrk5bLK0XExGA:1701715640346&source=lnms&sa=X&sqi=2&ved=2ahUKEwiMI4HiuPaCAxXylhAIHYefCjUQ_AUoAnoECAIQBA&biw=1536&bih=695&dpr=1.25#fpstate=ive&vld=cid:b3894641,vid:JTJXdTTM8iU,st:0)

# Gerilim “N” 'leyiciler

- Gerilim katlayıcı devrelerinde kondansatör ve diyot sayısını uygun gerilimli ve uygun kapasiteli olmak koşuluyla, ne kadar arttırırsak, çıkıştan o kadar yüksek gerilim elde edebiliriz.
- Bu nedenle çokluğu ifade edebilmek için gerilim "n'leyici" kavramı kullanılır.
- Örneğin gerilimi 8 kat yükseltmek istersek devrede uygun gerilimli 8 adet kondansatör ve 8 adet diyot kullanmamız gerekir.
- Aslında gerilim n'leyici devreleri gerilim ikileyici devrelerinin arka arkaya bağlanmasıyla oluşturulmaktadır.
- **Gerilim çoklayıcıların çıkışlarından sürekli yüksek akım çekilmesi mümkün değildir.**
- **Anlık yüksek gerilim temininde kullanılabilir.**

?