



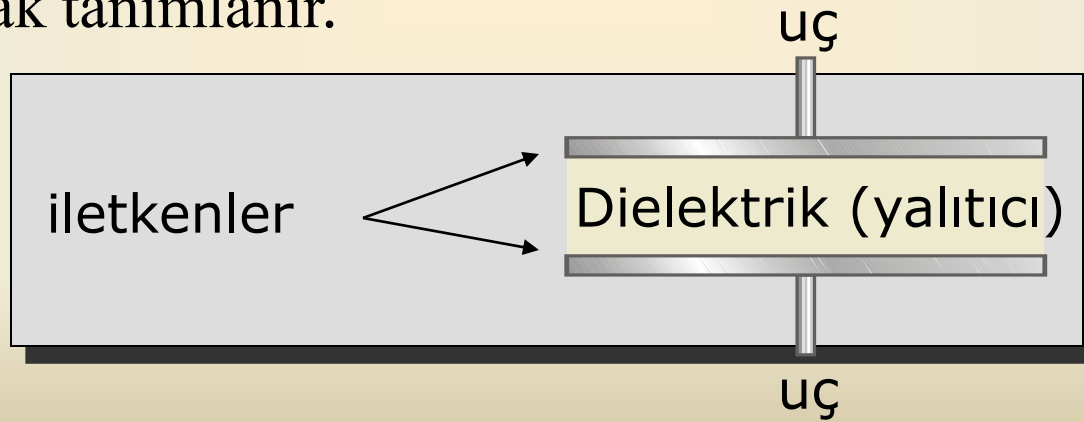
Elektrik Devreleri

Bölüm12

Kondansatör

Kondansatörler, temel pasif elemanlardan bir tanesidir. En basit yapısında, iki iletken plakanın arası bir dielektrikle (yalıtıcıyla) ayrılmıştır.

Kapasite, elektrik yükünü depo edebilme yeteneği olarak tanımlanır.



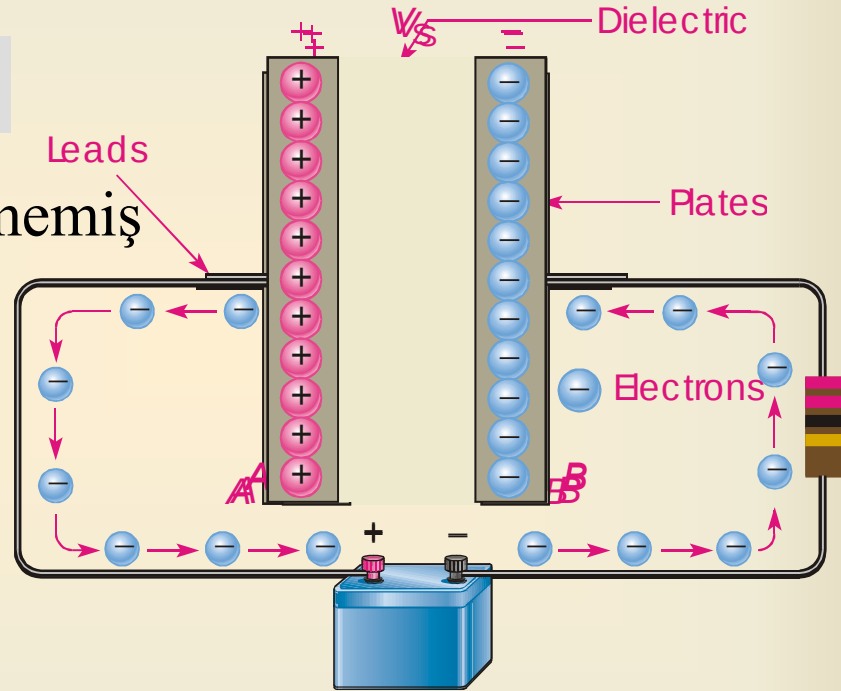
Kondansatör

Şarj işlemi...

Başlangıçta şarj edilmemiş
Şarj oluyor

Tamamen şarj olmuş

Kaynak çıkartıldı



Şarj olmuş bir kondansatör geçici bir batarya davranışı gösterir.

Kapasite

Kapasite, yükün gerilime oranıdır.

$$C = \frac{Q}{V}$$

Yeniden düzenleme yapılırsa, bir kondansatör üzerindeki (elektrik) yükü miktarı, kondansatörün büyüklüğüyle (C) ve gerilimle (V) belirlenir.

$$Q = CV$$

Örnek

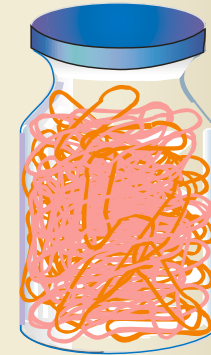
Eğer $22 \mu\text{F}$ lık bir kondansatör 10 V luk bir kaynağa bağlıysa, elektrik yükü **$220 \mu\text{C}$**

Kapasite

Benzetme:

Neredeyse dolu bir şişe içersinde lastik bantları depoladığınızı hayal edin.

Daha büyük bir şişede (kapasite veya C) daha fazla lastik bantları (yük veya Q) saklayabilirsiniz veya onları daha fazla bir kuvvetle (gerilim veya V) şişenin içersine doğru itebilirsiniz. Böylece, $Q = CV$ eşitliği yazılabilir.



Kapasite

Bir kondansatör, iki iletken plaka üzerinde zıt yüklerle kurulan elektrik alanı biçimindeki enerjiyi saklar. Şarj edilmiş bir kondansatörün enerjisi aşağıdaki denklemle ifade edilir:

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$

burada

W = enerji (Joule)

C = kapasite (Farad)

V = gerilim (Volt)

Kapasite

Bir kondansatörün kapasitesi üç fiziksel karakteristiğe bağlıdır.

$$C = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} \left(\frac{\epsilon_r A}{d} \right)$$

C aşağıdakilerle doğru orantılıdır:

bağıl dielektrik sabiti

ve plaka alanı.

C aşağıdakiyle ters orantılıdır:

iki plaka arasındaki uzaklık.

Kapasite

Örnek

Yağa batırılmış 4.0 cm çaplı bir sensörün kapasitesini bulunuz. Plakalar 0.25 mm ile birbirinden ayrılmıştır. ($\epsilon_r = 4.0$ yağ için)

$$C = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} \left(\frac{\epsilon_r A}{d} \right)$$

Plaka alanı $A = \pi r^2 = \pi (0.02 \text{ m}^2) = 1.26 \times 10^{-3} \text{ m}^2$

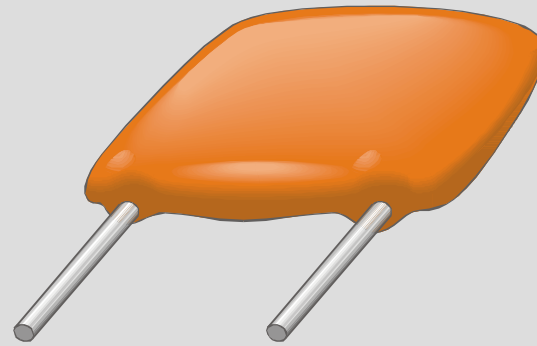
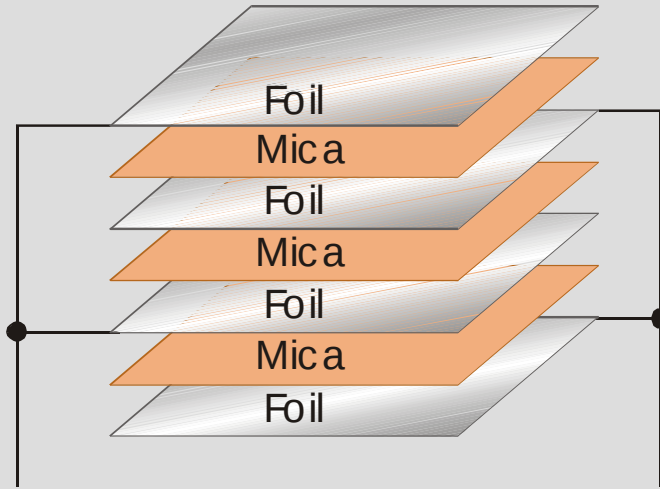
İki plaka arasındaki uzaklık $0.25 \times 10^{-3} \text{ m}$

$$C = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} \left(\frac{(4.0)(1.26 \times 10^{-3} \text{ m}^2)}{0.25 \times 10^{-3} \text{ m}} \right) = 178 \text{ pF}$$

Kondansatör tipleri

Mika

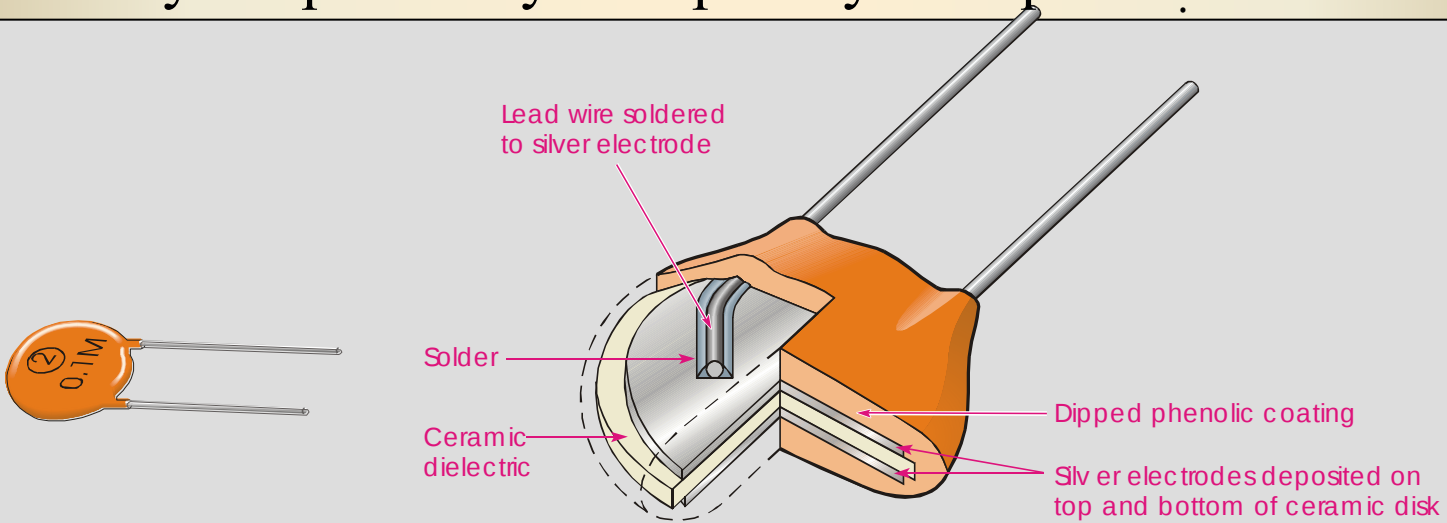
Mika kondansatörler yüksek çalışma gerilimli ve küçük kapasitelidir. **Çalışma gerilimi**, aşılamayacak gerilim sınırıdır.



Kondansatör tipleri

Seramik disk

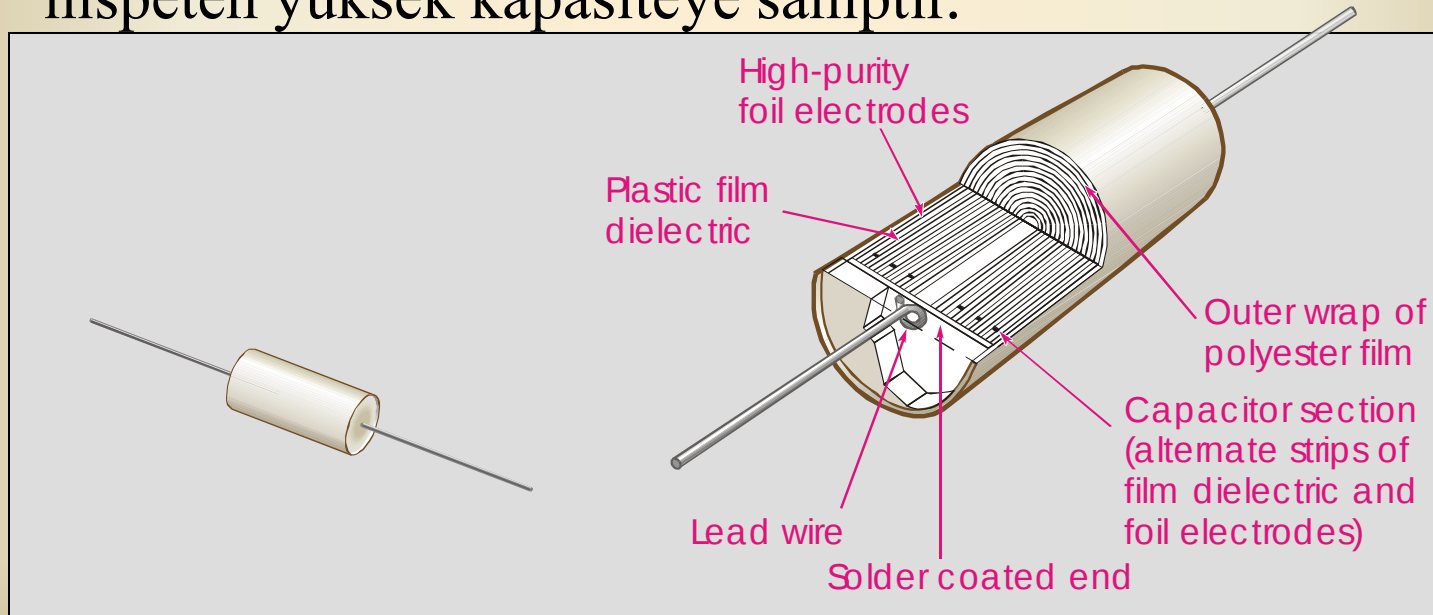
Seramik diskler, küçük kapasiteli ve kutupsuz kondansatörlerdir. ϵ_r değerinin büyük olmasından dolayı nispeten büyük kapasiteye sahiptirler.



Kondansatör tipleri

Plastik Film

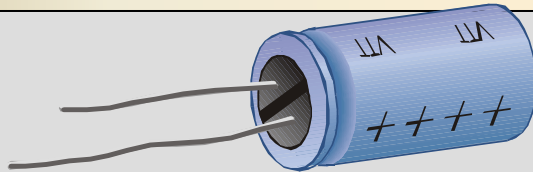
Plastik film kondansatörler küçük değerli ve kutupsuzdur. Daha geniş plaka alanından dolayı nispeten yüksek kapasiteye sahiptir.



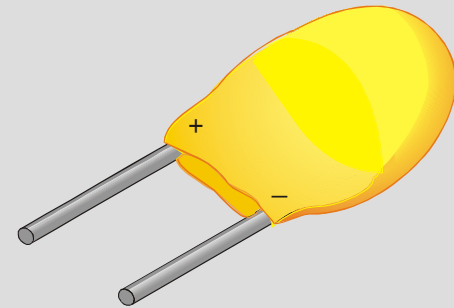
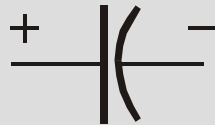
Kondansatör tipleri

Elektrolitik (iki tip)

Elektrolitik kondansatörler çok yüksek kapasiteye sahiptir; ama diğer tipler gibi hassas değildirler ve daha fazla kaçak akımına sahip olmaya meyillidirler. Ayrıca elektrolitik tipler kutupludur.



Al elektrolitik



Ta elektrolitik

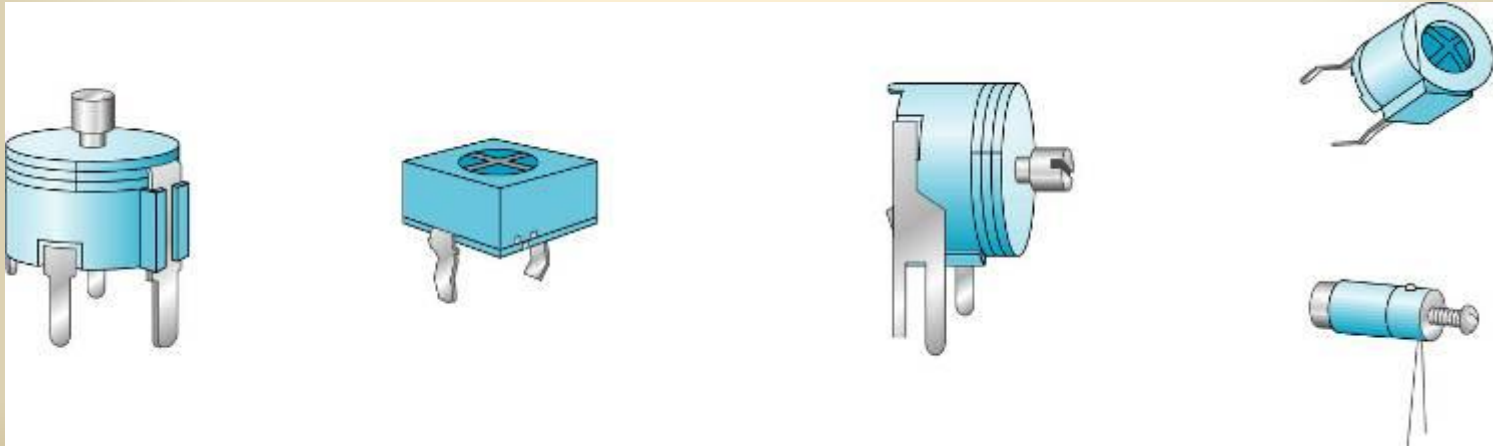
Herhangi bir elektrolitik kondansatör için sembol

Kondansatör tipleri

Değişken

Değişken kondansatörler tipik olarak küçük kapasite değerine sahiptir ve genellikle elle ayarlanırlar.

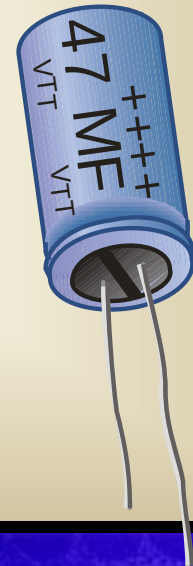
Yarıiletken bir sürücü, değişken bir kondansatör olarak elektrik sinyali ile ayarlanan varaktör diyot kullanır.



Kondansatör etiketleme

Kondansatörler birkaç etiketleme yöntemi kullanır. Küçük kondansatörler sıklıkla .001 veya .01 olarak etiketlenirler ve mikrofarad birimine sahiptir.

Elektrolitik kondansatörler daha büyük değerlere sahiptir, bu yüzden üzerindeki değerler μF olarak okunur. Birim, genellikle μF dır, ama eski olanları MF veya MMF olarak damgalanmıştır.



Kondansatör etiketleme

103 veya 104 gibi bir etiket, sırasıyla 10×10^3 (10,000 pF) veya 10×10^4 (100,000 pF) olarak okunur. (Üçüncü basamak çarpandır.)

Değerler 330 veya 6800 ise, birimler pikofaraddır.

Örnek

Her bir kondansatörün değeri nedir? Her ikisi de 2200 pF.



Seri kondansatörler

Kondansatörler seri bağlandığında, toplam kapasite en küçük değerli olanından daha küçüktür. Seri bağlı kondansatörler için genel denklem

$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_T}}$$

Seri bağlı iki kondansatörün kapasitesi

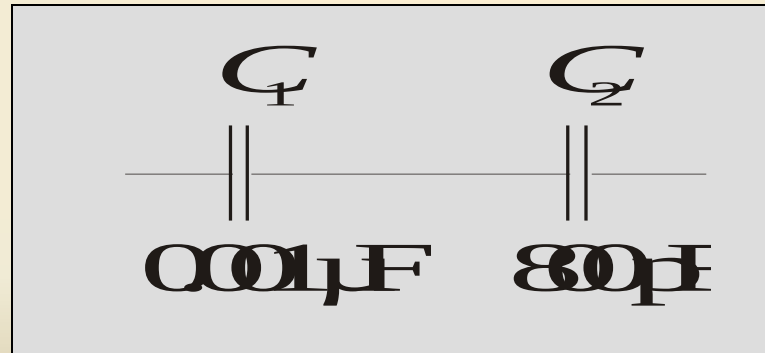
$$C_T = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}}$$

...veya çarpımlarının toplamlarına bölümü

Seri kondansatörler

Örnek

Eğer $0.001 \mu\text{F}$ lık bir kondansatör
 800 pF lık kondansatörle seri
bağlanırsa, toplam kapasite **444 pF**



Paralel kondansatörler

Kondansatörler paralel bağlandığında, toplam kapasite kondansatörlerin tek tek toplanmasıyla elde edilir.

Paralel bağlı kondansatörler için genel denklem

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots C_n$$

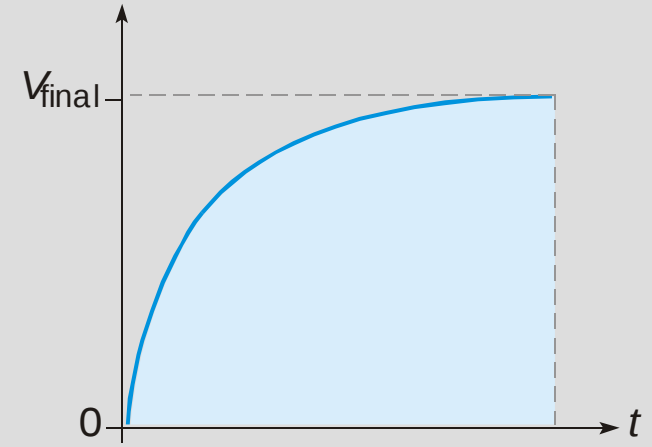
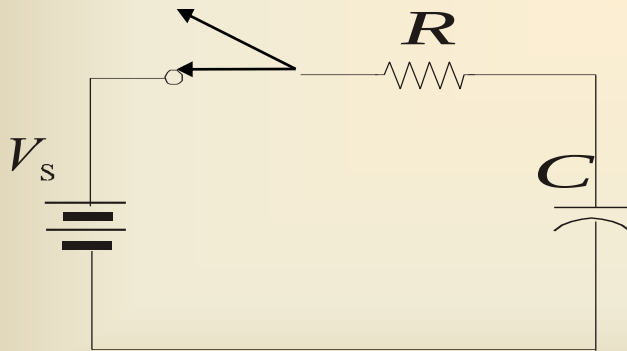
Örnek

Eğer $0.001 \mu\text{F}$ lık bir kondansatör 800 pF lık kondansatörle paralel bağlanırsa, toplam kapasite **1800 pF**

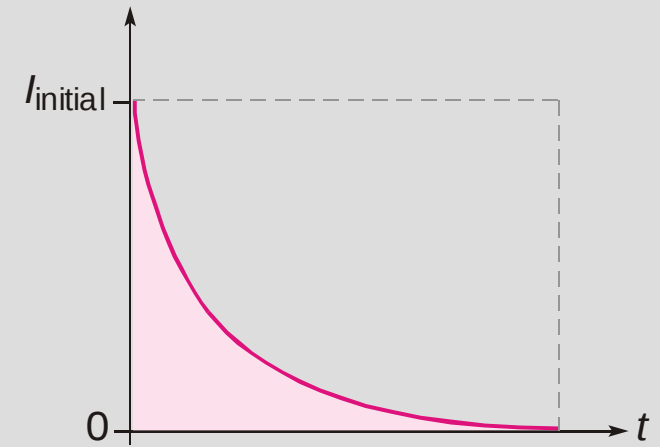


dc devrelerde kondansatörler

Bir kondansatör, dc kaynakla seri bağlı bir direnç üzerinden şarj edildiğinde, şarj eğrisi üstel olur.



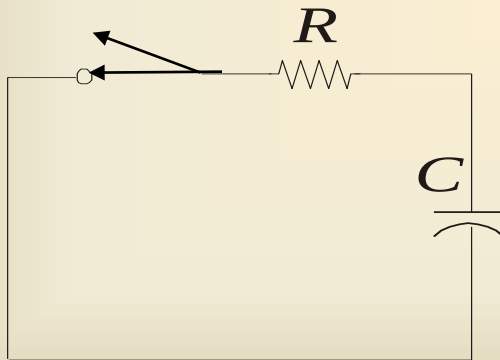
(a) Capacitor charging voltage



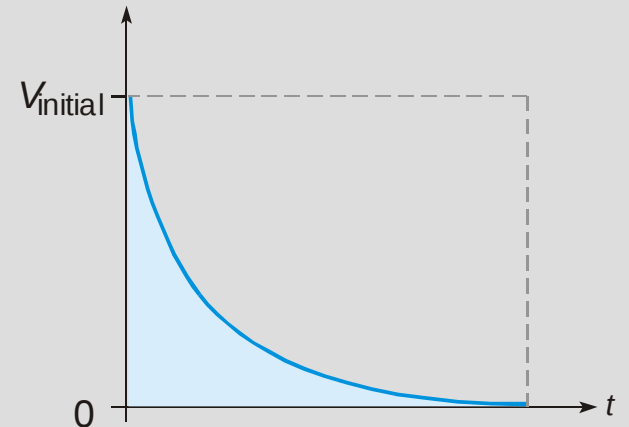
(b) Charging current

dc devrelerde kondansatörler

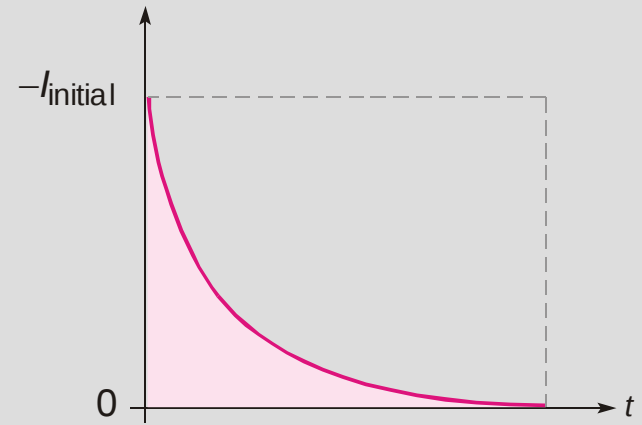
Bir kondansatör bir direnç üzerinden deşarj olduğunda, deşarj eğrisi de üstel olur. (Dikkat edilirse akım negatif.)



İzle: Lec 7 MIT 8.02x Electricity and Magnetism
(34 dk.dan sonra)



(a) Capacitor discharging voltage



(b) Discharging current

dc devrelerde kondansatörler

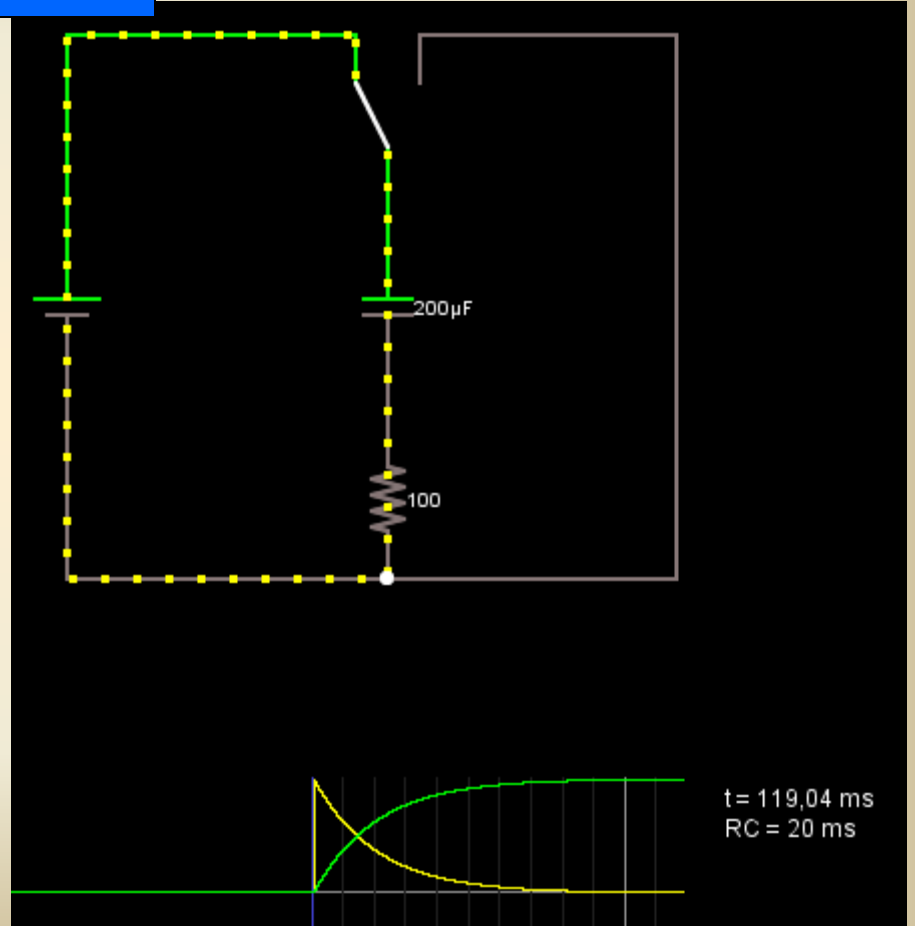
Kondansatörün şarj olması
(Adi Diferansiyel
Denklem, Integral Çarpanı
yaklaşımı ile kolayca
çözülebilir)

$$I = dQ/dt$$

$$RI + Q/C = V_s$$

$$RdQ/dt + Q/C = V_s$$

$$dQ/dt + Q/RC = V_s/R$$



dc devrelerde kondansatörler

Kondansatörün
deşarj olması

$$RI + Q/C = 0$$

$$RdQ/dt = -Q/C$$

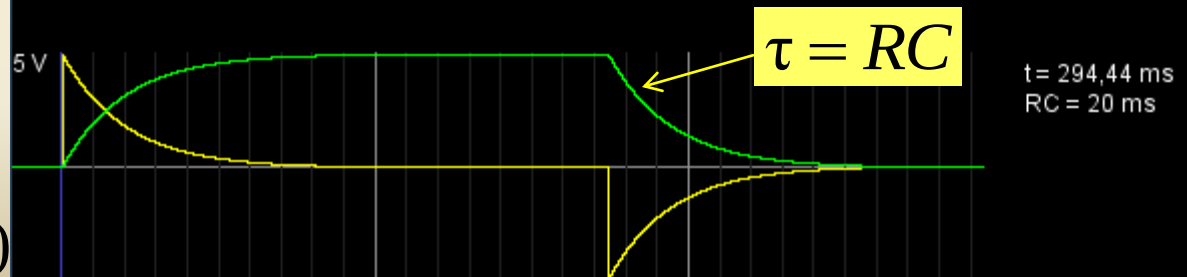
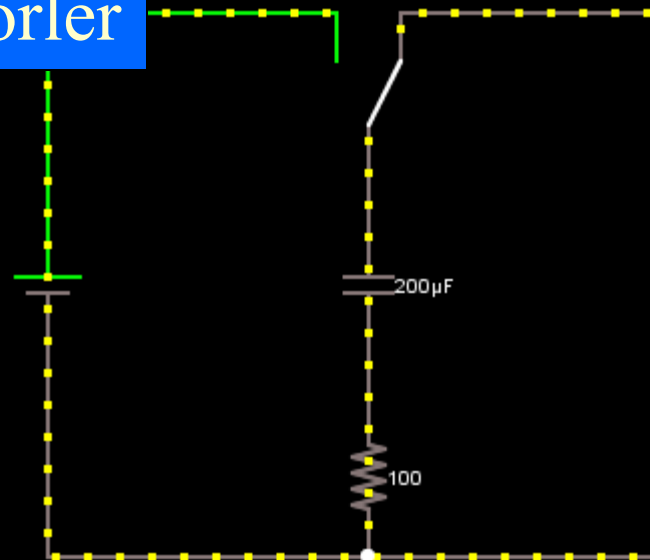
$$dQ/Q = -dt/RC$$

$$Q = K \exp(-t/RC)$$

$$V = Q/C$$

=

$$(K/C \exp(-t/RC))$$

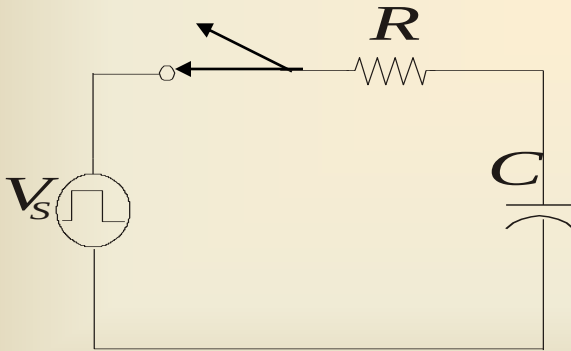


dc devrelerde kondansatörler

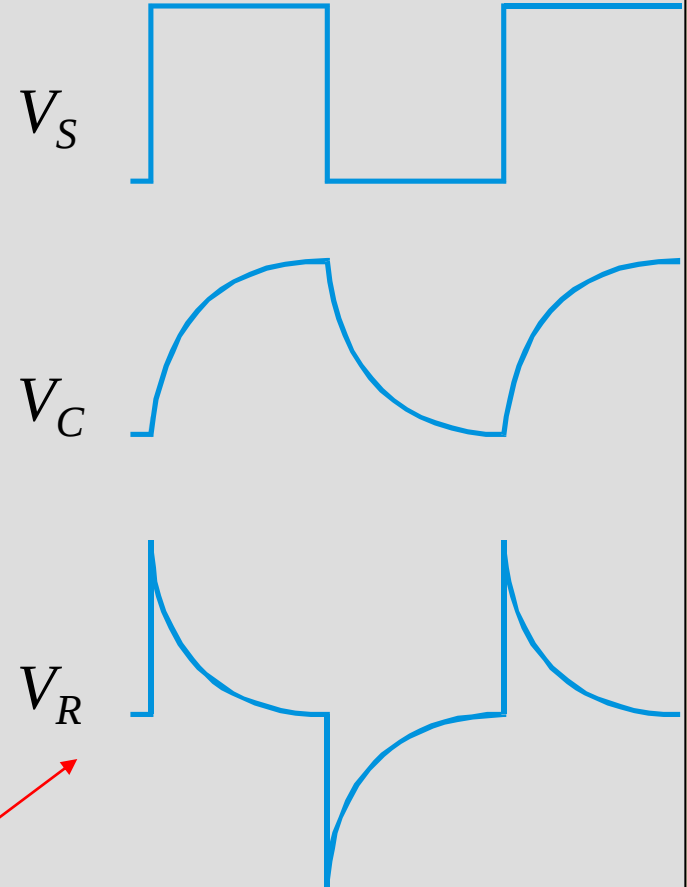
Eğer kaynak gerilimi olarak bir kare dalga kullanılırsa benzer üstel eğriler elde edilir.

soru

Akım eğrisinin şekli ne olur?



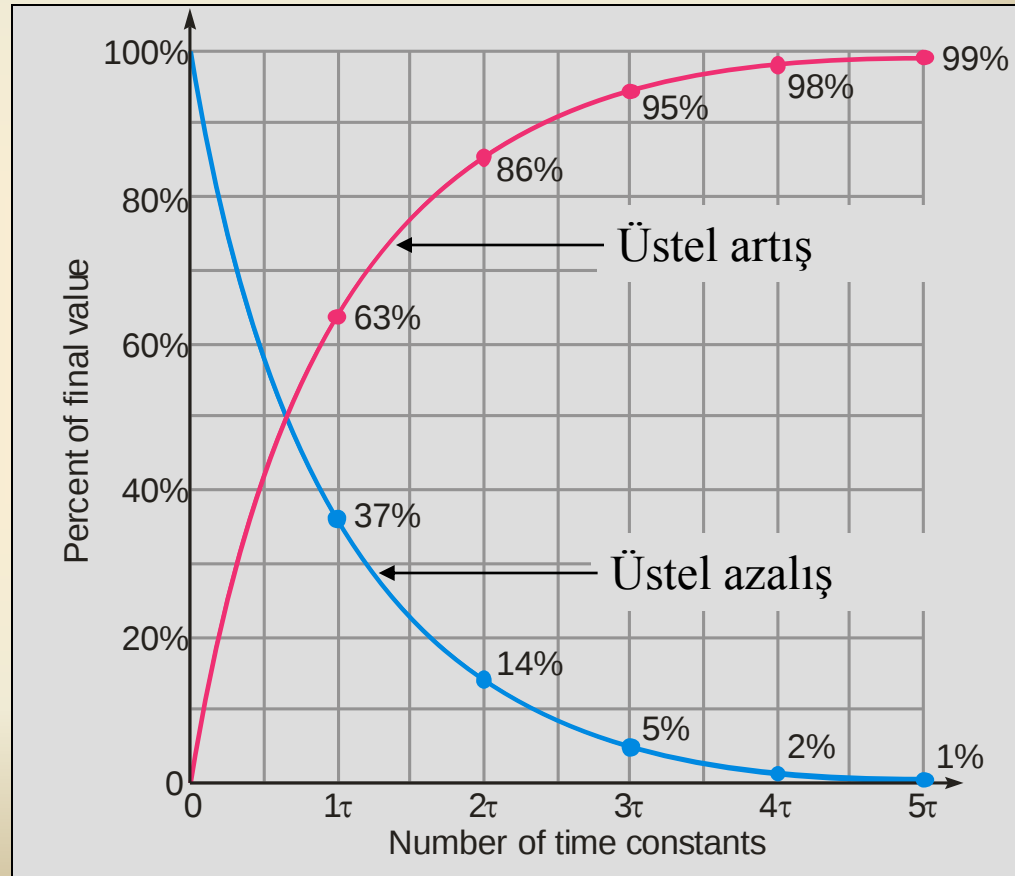
Akım V_R gibi aynı şekle sahip olur.



Genel üstel eğriler

Akım ve gerilim için spesifik değerler genel eğriden okunabilir. Bir RC devresi için, zaman sabiti (tepkesi)

$$\tau = RC$$



Genel üstel eğriler

Genel eğriler, RC devreleri için gerilim (veya akım) için genel formülleri elde etmede kullanılabilir. Genel gerilim denklemi

$$v = V_F + (V_i - V_F)e^{-t/RC}$$

V_F = gerilimin son değeri

V_i = gerilimin ilk değeri

v = gerilimin anlık değeri

Kondansatör şarj olurken kondansatörün son gerilimi, ilk gerilimden daha büyük olur, veya deşarj olurken ilk gerilimden daha küçük olur.

Kapasitif reaktans

Kapasitif reaktans kondansatörle ac ye (alternatif akıma) karşı koyma olarak tanımlanabilir. Kapasitif reaktans için denklem

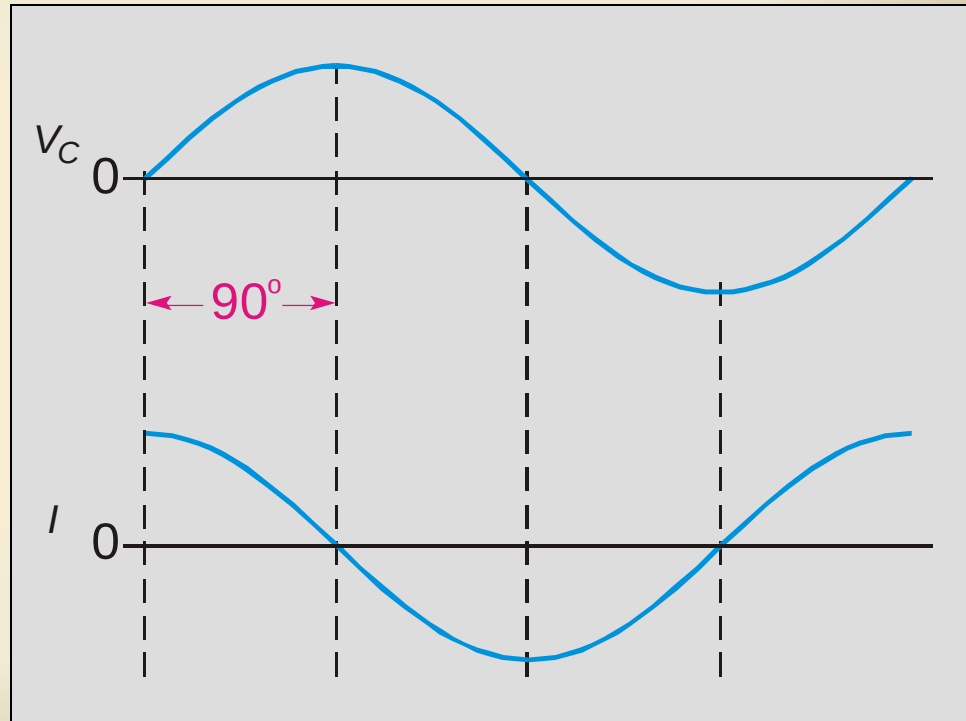
$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

Örnek

15 kHz frekans uygulandığında 0.047 μF lık bir kondansatörün reaktansı **226 Ω**

Kapasitif faz farkı

Bir sinüs dalgası bir kondansatöre uygulandığı zaman, gerilimle akım arasında bir faz farkı oluşur. Akım gerilimden 90° ileri fazdadır.



Bir kondansatörde güç

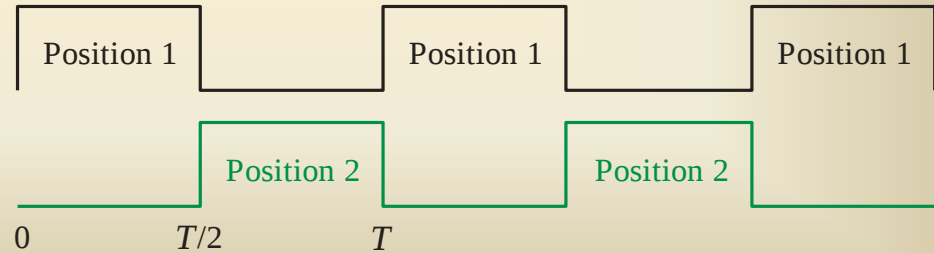
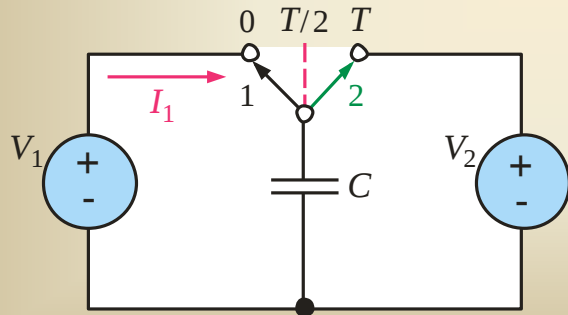
ac çevrimin (periyotun) bir bölümü boyunca kondansatör tarafından enerji depo edilir ve çevrimin diğer bölümü boyunca ise enerji kaynağa geri verilir.

Gerilimle akım arasında her zaman 90° faz farkı vardır. Bu yüzden, bir kondansatörde gerçek bir güç harcanmaz, çünkü depolanan enerji devreye geri verilir.

Kondansatörün depo ettiği veya geri verdiği enerjideki değişime **reaktif güç** denir. Reaktif gücün birimi VAR (volt-amper reaktif-tepkin) dır.

Anahtarlı Kondansatörler

Anahtarlı kondansatörler, farklı gerilimli iki nokta arasında belli bir zaman aralığında elektrik yükünü hareket ettirirler. Anahtarlı kondansatörler, $R=1/fC$ değerinde bir direnç özelliği gösterir. Anahtarlı kondansatörler, bazı entegre devrelerinde oldukça yaygın olarak kullanılır, çünkü çok küçük yapıları olarak imal edilebilir, hemen hemen hiç bir sapmaya sahip değildir ve ısı yitimi de yoktur.



- Kondansatör*** Bir yalıtıcı malzemeyle ayrılmış iki iletken levhadan oluşan ve kapasite özelliği olan bir elektrik devre elemanı.
- Dielektrik*** Bir kondansatörün iki iletken levhaları arasındaki yalıtıcı malzeme (madde).
- Farad*** Kapasite birimi.
- RC zaman sabiti*** R ve C değerleri tarafından belirlenen sabit bir zaman aralığıdır ve seri bir RC devresinin zaman tepkesini ifade eder.

Anahtar Terimler

Kapasitif reaktans Kondansatörün sinüzoidal bir akıma karşı koyması. Birimi ohm dur.

Anlık güç(p) Bir devrede belli bir zaman anındaki güç değeri.

Gerçek güç ($P_{gerçek}$) Bir devrede genelde ısı biçiminde açığa çıkan güç.

Reaktif güç (P_r) Bir kondansatör tarafından dönüşümlü olarak depo edilen ve kaynağa geri verilen enerjideki değişim. Birimi VAR.

VAR Reaktif güç birimi.
(volt-amper reaktif)

1. Bir kondansatörün kapasitesi daha büyük olur eğer
 - a. iki plaka arasındaki boşluk artırılırsa
 - b. yalıtkan olarak yağ yerine hava kullanılırsa
 - c. iletkenlerin alanı artırılırsa
 - d. hepsi

2. Bir mika kondansatörün diğer tiplere göre en büyük avantajı

- a. en büyük kapasiteye sahip olması
- b. gerilimin anma değerinin çok yüksek olması
- c. kutuplu olması
- d. hepsi

3. Elektrolitik kondansatörler hangi uygulamalarda daha yararlı olur?

- a. kapasitenin kesin (tam) bir değerinin gerekli olması durumunda
- b. küçük kaçak akımı gerekiyorsa
- c. büyük kapasite değeri gerekiyorsa
- d. hepsi

4. $0.015 \mu\text{F}$ lık bir kondansatör 6800 pF lık bir kondansatörle seri bağlanırsa, toplam kapasite

- a. 1568 pF
- b. 4678 pF
- c. 6815 pF
- d. $0.022 \mu\text{F}$

5. Başlangıçta şarj olmamış iki tane kondansatör, dc bir kaynakla beslenen devreye seri olarak bağlanıyor. Daha büyük kapasiteli kondansatörle karşılaştırıldığında küçük kapasiteli kondansatör için ne söylenebilir?

- a. aynı şarja sahiptir
- b. daha fazla şarja sahiptir
- c. düşük gerilime sahiptir
- d. aynı gerilime sahiptir

6. Bir kondansatör, dc bir gerilim kaynağına bir direnç üzerinden bağlandığında, kondansatör üzerindeki şarj tam şarj olma seviyesinin %50 sine ne zaman erişir?

- a. zaman sabitinden daha az sürede
- b. tam olarak zaman sabiti süresinde
- c. zaman sabitinden daha fazla sürede
- d. cevap gerilim miktarına bağlı olarak değişir

7. Bir kondansatör bir dirence seri olarak bağlanmış ve dc bir gerilim kaynağıyla anahtarlanmıştır. Anahtar kapatıldığında direncin uçlarındaki gerilim düşümünün şekli nasıl olur?

- a. doğrusal çizgi
- b. üstel artan
- c. üstel azalan
- d. hiçbirisi

8. Kapasitesi $100\ \mu\text{F}$ olan bir kondasatörün $60\ \text{Hz}$ deki kapasitif reaktansı ne olur?

- a. $6.14\ \text{k}\Omega$
- b. $265\ \Omega$
- c. $37.7\ \Omega$
- d. $26.5\ \Omega$

9. Fonksiyon üreticinden elde edilen bir sinüs dalgası bir kondansatöre uygulanırsa, akım

- a. gerilimden 90° geri fazda olur.
- b. gerilimden 45° geri fazda olur.
- c. gerilimle aynı fazda olur.
- d. hiçbirisi

10. Anahtarlı bir kondansatör ne özelliği gösterir?

- a. daha küçük kondansatör
- b. daha büyük kondansatör
- c. batarya
- d. direnç

Cevap:

- | | |
|------|-------|
| 1. c | 6. a |
| 2. b | 7. c |
| 3. c | 8. d |
| 4. b | 9. d |
| 5. a | 10. d |