

## Deney 2: Seri ve Paralel Bağlı Kondansatörler

### Amaç:

- ✓ Kondansatör elemanını tanımak
- ✓ Seri ve paralel bağlı kondansatör devrelerinde eşdeğer sığa ölçmek ve hesaplamak
- ✓ Kapasitif reaktans ile kondansatörün DC gerilimdeki davranışını öğrenmek

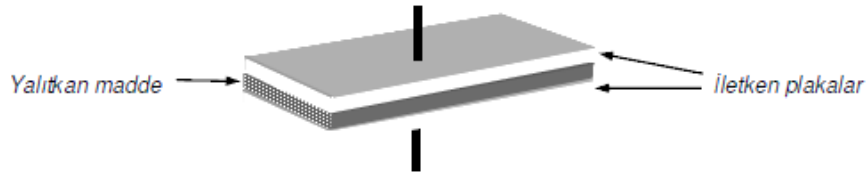
### Araç ve Malzeme:

- ✓ Sinyal Jeneratörü
- ✓ Multimetre
- ✓ Breadboard
- ✓ Değişik Değerlerde Kutuplu Kondansatör
- ✓ Bağlantı Kabloları

### Teori:

**Giriş:** Elektrik yüklerini depolama yeteneğine sahip devre elemanları "**Kondansatör**" olarak isimlendirilir. Yapısı oldukça basit olmakla beraber elektrik elektronik devrelerindeki önemi bakımından çok büyük önem taşır.

Karşılıklı duran iki iletken plaka arasına kağıt, mika, seramik veya hava gibi yalıtkan izolasyon maddesi konularak yapılır. İletken plakalardan çıkarılan terminaller kondansatörün uçlarını oluşturur.



Şekil 2.1: Düzlem plakalı kondansatörün yapısı

Hesaplama ve devre şemalarında C harfi ile gösterilen kondansatörlerin değeri F (FARAD) birimi ile ifade edilir. Bu birim kondansatörün elektrik yüklerini depolama kapasitesini gösterdiğinden "**Kapasite**" olarak isimlendirilir. Uygulamada bu birimin alt katları olan  $\mu\text{F}$  (mikroFARAD), nF (nanoFARAD) ve pF (pikoFARAD) birimleri kullanılır. Bu birimler arasındaki ilişki,

$$\begin{aligned} \mu\text{F} &: 10^{-6} \text{ F} \\ \text{nF} &: 10^{-9} \text{ F} \\ \text{pF} &: 10^{-12} \text{ F} \\ \text{nF} &: 10^3 \text{ pF} \\ \mu\text{F} &: 10^3 \text{ nF} \\ \mu\text{F} &: 10^6 \text{ pF} \end{aligned} \text{ şeklindedir.}$$

Bir kondansatöre gerilim uygulandığında, kondansatör plakalarında elektrik yükleri depolanır. Plakalardan biri negatif, diğeri ise pozitif yükleri toplar. Plakalarda toplanan zıt yükler nedeniyle kondansatörün iki ucu arasında bir potansiyel farkı meydana gelir. Bu olaya **kondansatörün şarjı** denir. Şarj olayı kondansatör uçlarındaki gerilim kaynak gerilimine eşitlenene dek devam eder. Şarjlı bir kondansatörün direnç gibi başka bir elemana bağlanması neticesinde, plakalardaki yüklerin hareketi ile oluşacak elektrik akımı, plakalardaki yüklerin boşalmasına sebep olur. Bu olay ise **kondansatöründeşarjı** olarak isimlendirilir ve uçlar arasındaki gerilim sifıra düşene dek devam eder. Gerek şarj ve gerekse dedeşarj olaylarının gerçekleşmesi için bir sürenin geçmesi gerekir. Bu süreyi belirleyen büyüklük **zaman sabitesi** olarak isimlendirilir ve,

$T = R.C$  formülü ile ifade edilir.

**T:** Zaman sabitesi (sn)

**R:** Kondansatöre seri bağlı elemanın direnci ( $\Omega$ )

**C:** Kondansatörün kapasitesi (F)

Kondansatörün tamamen şarj veya deşarj olması için yaklaşık  $5T$  lik bir sürenin geçmesi gerekir.

Kondansatörün kapasitesi, plakalarında depoladığı yük ve plakalar arasındaki gerilim arasındaki bağıntı,

$$C = \frac{Q}{V} \quad \text{formülü ile ifade edilir.}$$

**C:** Kondansatörün kapasitesi (F)

**Q:** Kondansatör plakalarında depolanan yük (Coulomb)

**V:** Kondansatör plakaları arasındaki gerilim (V)

Kondansatörün kapasitesi fiziksel boyutları ile doğrudan ilişkilidir. Düzlem plakalı bir kondansatörün kapasitesi,

$$C = \frac{8,85 \cdot \epsilon_r \cdot S}{10^{12} \cdot d} \quad \text{formülü ile ifade edilir.}$$

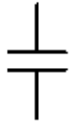
**C:** Kondansatörün kapasitesi (Farad)

**$\epsilon_r$ :** İletken plakalar arasındaki yalıtkanın bağıl dielektrik katsayısı

**S:** İletken plakaların karşılıklı birbirini gören yüzey alanı ( $m^2$ )

**d:** İletken plakalar arasındaki yalıtkan maddenin kalınlığı (m)

Buna göre bir kondansatörün kapasitesi, iletken plakaların karşılıklı duran yüzey alanı ile doğru orantılı ve iletkenler arasındaki yalıtkan maddenin kalınlığı ile ters orantılı olarak değişir.



Kutupsuz kondansatör

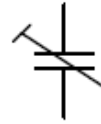
Sabit kondansatör sembolleri



Kutuplu kondansatör



Varyabl



Trimer

Ayarlı kondansatör sembolleri

Şekil 2.2: Kondansatör sembolleri



Kutupsuz kondansatörler

Kutuplu (elektrolitik) kondansatörler

Şekil 2.3: Sabit kondansatör görünüşleri



Şekil 2.4: Ayarlı kondansatör görünüşleri

Dirençler DC ve AC gerilimler için aynı değer ve özellikleri gösterirken, kondansatörler için durum daha farklıdır. İdeal bir kondansatör, DC gerilim altında açık devre ve AC gerilim altında kısa devre özelliğine sahiptir. DC gerilim uygulamalarında gerilim sabitleme, parazit giderme ve zaman gecikmesi elde etmek amacıyla; AC gerilimde ise filtre, kuplaj ve osilatör devrelerinde kullanılır.

AC gerilim altında çalışan kondansatörün direnci **Kapasitif Reaktans** olarak isimlendirilir ve  $X_C$  şeklinde ifade edilir. Bir kondansatörün kapasitif reaktansı,

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

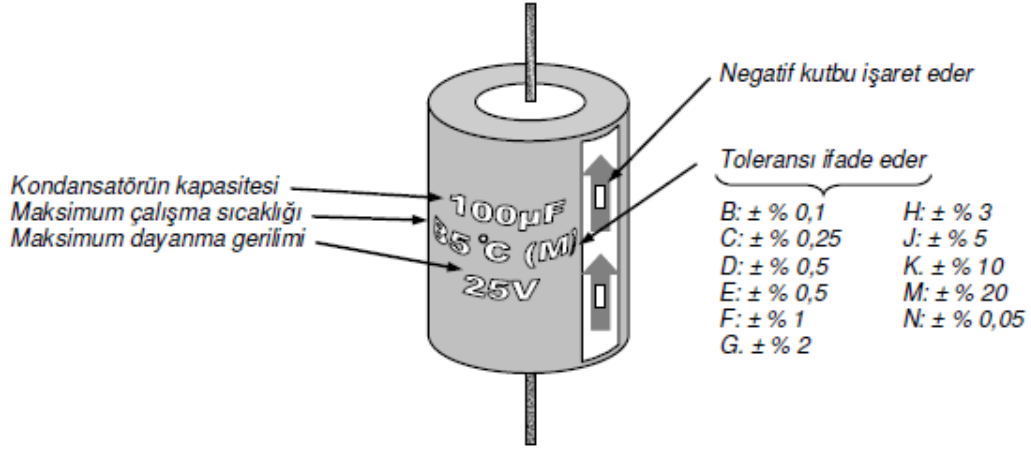
$X_C$  : Kondansatörün kapasitif reaktans ( $\Omega$ )

$f$  : Frekans (Hz)

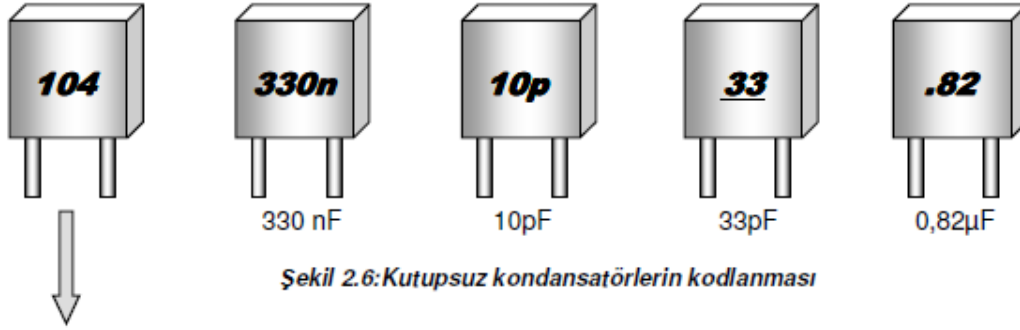
$C$  : Kondansatörün kapasitesi (F)

Çalışma geriliminin kondansatör üzerinde yazan değeri aşması veya kutuplu bir kondansatöre ters yönde gerilim verilmesi elemanın bozulmasına neden olacaktır. Bu nedenle kondansatörler ile çalışırken üzerinde yazan dayanma gerilimi ve eğer varsa kutuplarına mutlaka dikkat edilmelidir.

Bir kondansatörün değeri üzerine rakamsal olarak doğrudan ya da yine rakamlar veya renk bantları yardımıyla dolaylı olarak kodlanır. Renk kodlamalı kondansatörler günümüzde çok ender karşımıza çıktığından burada açıklanmayacaktır.



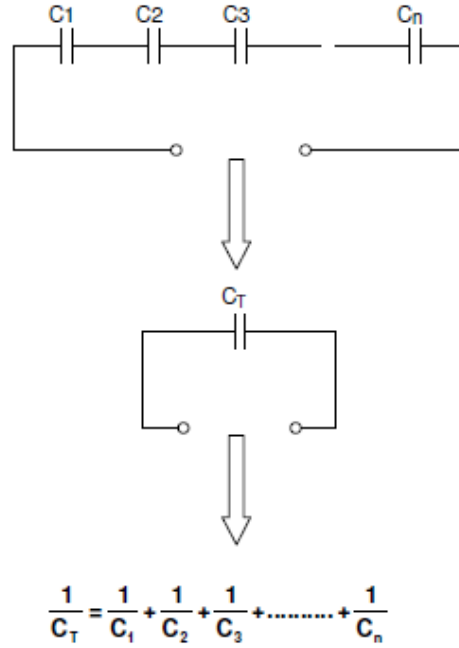
Şekil 2.5: Elektrolitik (kutuplu) kondansatörlerin kodlanması



Dirençlerin kodlamasına benzer. İlk iki rakam aynen yazılır ve bunların sonuna üç.üncü rakamın değeri kadar sıfır ilave edilir. Sonuç **pF** cinsinden okunur.

**104:** 10 0000=100000pF=100nF=0,1µF

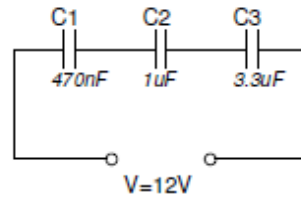
## Kondansatörlerin Seri Bağlanması



Şekil 2.7: Seri bağlı kondansatörlerin eşdeğerinin bulunması

Seri bağlantıda kondansatörler üzerinde depolanan yükler birbirine eşit olup aynı zamanda toplam yükü de ifade eder. Devreden geçen akım kondansatörleri şarj eder. Şarj işlemi sonucunda küçük kapasiteli kondansatör üzerinde yüksek, büyük kapasiteli kondansatör üzerinde ise küçük gerilim düşümü olur. Bunun nedeni, akımın her bir kondansatörde eşit miktarda elektrik yükü meydana getirmesi, aynı miktar yüklerin ise büyük kapasitede küçük gerilime, küçük kapasitede ise büyük gerilime yol açmasıdır.

**Örnek 2.1:** Şekilde verilen bağlantıda eşdeğer kapasiteyi ve her kondansatör üzerine düşen gerilim hesaplayınız.



$$470nF=0,47\mu F$$

$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{0,47} + \frac{1}{1} + \frac{1}{3,3}$$

(7) (3,3) (1)

$$\frac{1}{C_T} = \frac{7}{3,3} + \frac{3,3}{3,3} + \frac{1}{3,3} = \frac{11,3}{3,3} \Rightarrow C_T = \frac{3,3}{11,3} = 0,292\mu F = 0,292 \cdot 10^{-6} F$$

$$Q_T = C_T \cdot V = (0,292 \cdot 10^{-6} \text{F}) \cdot (12\text{V}) = 3,5 \cdot 10^{-6} \text{C}$$

$$Q_T = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

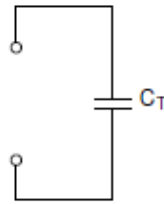
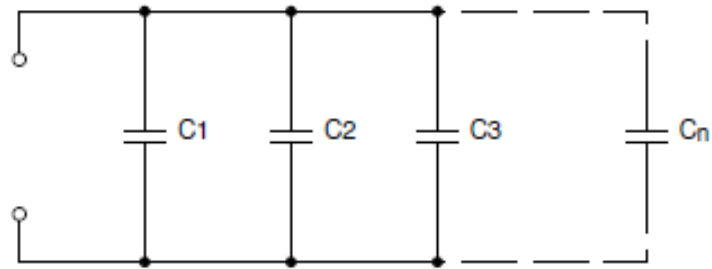
$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 \Rightarrow 3,5 \cdot 10^{-6} = (0,47 \cdot 10^{-6}) \cdot V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{3,5 \cdot 10^{-6} \text{C}}{0,47 \cdot 10^{-6} \text{F}} = 7,44 \text{V}$$

$$Q_2 = C_2 \cdot V_2 \Rightarrow 3,5 \cdot 10^{-6} = (1 \cdot 10^{-6}) \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{3,5 \cdot 10^{-6} \text{C}}{1 \cdot 10^{-6} \text{F}} = 3,5 \text{V}$$

$$Q_3 = C_3 \cdot V_3 \Rightarrow 3,5 \cdot 10^{-6} = (3,3 \cdot 10^{-6}) \cdot V_3 \Rightarrow V_3 = \frac{3,5 \cdot 10^{-6} \text{C}}{3,3 \cdot 10^{-6} \text{F}} = 1,06 \text{V}$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = 7,44 + 3,5 + 1,06 = 12\text{V} = V$$

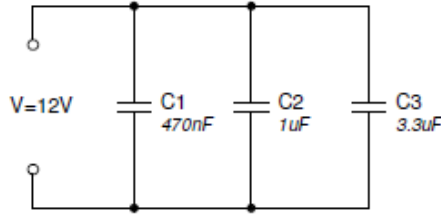
### Kondansatörlerin Paralel Bağlanması



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

Şekil 2.8: Paralel bağlı kondansatörlerin eşdeğerinin bulunması

**Örnek 2.2:** Şekilde verilen bağlantıda eşdeğer kapasiteyi ve her kondansatör üzerine düşen gerilimi hesaplayınız.



$$470\text{nF} = 0,47\mu\text{F}$$

$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 = 0,47 + 1 + 3,3 = 4,77\mu\text{F}$$

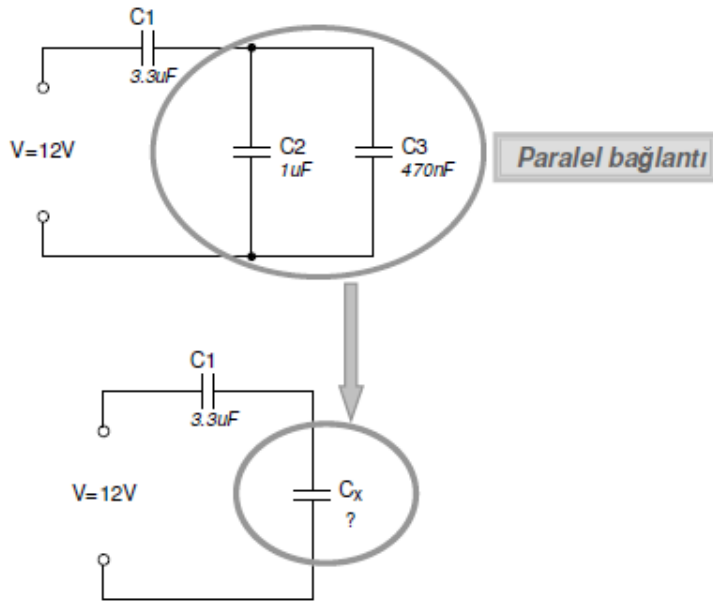
$$V_1 = V_2 = V_3 = V = 12\text{V}$$

#### Kondansatörlerin Karışık Bağlanması

Kondansatörlerin seri ve paralel bağlantıları standart olmasına rağmen, karışık bağlantı için birçok olasılık vardır. Bu nedenle bir örnek yardımıyla bu ihtimallerden bir tanesi incelenecektir.

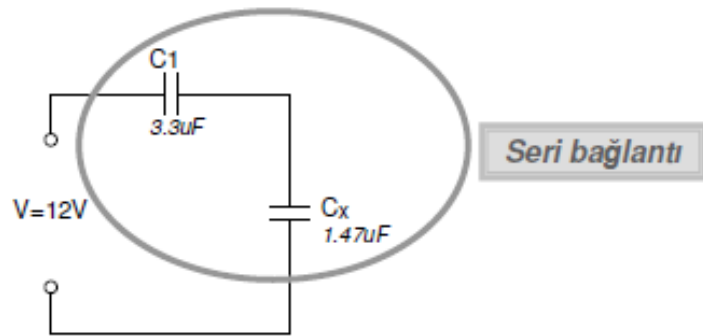
#### Kondansatörlerin Karışık Bağlanması

Kondansatörlerin seri ve paralel bağlantıları standart olmasına rağmen, karışık bağlantı için birçok olasılık vardır. Bu nedenle bir örnek yardımıyla bu ihtimallerden bir tanesi incelenecektir.



$$470\text{nF} = 0,47\mu\text{F}$$

$$C_x = C_2 + C_3 = 1 + 0,47 = 1,47\mu\text{F}$$



$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_x} = \frac{1}{3,3} + \frac{1}{1,47} = \frac{1,47}{4,85} + \frac{3,3}{4,85} = \frac{4,77}{4,85} \Rightarrow C_T = \frac{4,85}{4,77} = 1,016 \mu F = 1,016 \cdot 10^{-6} F$$

$$Q_T = C_T \cdot V = (1,016 \cdot 10^{-6} F) \cdot (12V) = 12,19 \cdot 10^{-6} C$$

$$Q_T = Q_1 = Q_x$$

$$Q_1 = C_1 \cdot V_1 \Rightarrow V_1 = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{12,19 \cdot 10^{-6}}{3,3 \cdot 10^{-6}} = 3,7V$$

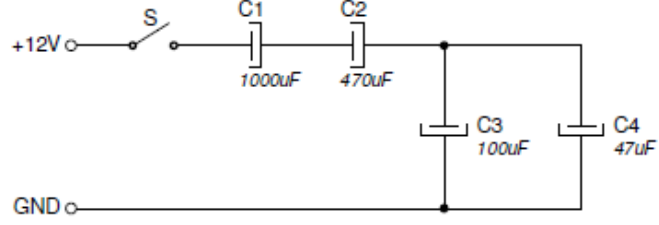
$$Q_x = C_x \cdot V_x \Rightarrow V_x = \frac{Q_x}{C_x} = \frac{12,19 \cdot 10^{-6}}{1,47 \cdot 10^{-6}} = 8,3V$$

$$V_x = V_2 = V_3 = 8,3V$$



## Deney Aşamaları:

### Deney Şeması:



1. Yukarıda belirtilen devreyi breadboarda kurarak ölçme işlemleri sonucu  $C_{eş}$  değerlerini tespit ediniz.
2. Yukarıda belirtilen devrelerde  $C_{eş}$  değerlerini işlemler yaparak hesaplayınız.
3. Hesaplama ve ölçüm sonuçlarını karşılaştırınız ve yorumlayınız.
4. Her bir devre için kondansatör üzerinde bulunan gerilim ve akım değerlerini ölçme yöntemiyle tespit ediniz.

### Sorular:

1. Kutuplu kondansatörlerin diğer kondansatörlerden farkı nedir?
2. Kondansatörün DC ve AC gerilim altında nasıl çalışmaktadır.
3. Kapasitif reaktans nedir ve neye göre değişir?
4. Süper kondansatör nedir? Özellikleri nelerdir?