

**DENEY NO** : 1

**DENEYİN ADI** : Kirchhoff Akım/Gerilim Yasaları ve Düğüm Gerilimleri Yöntemi

**DENEYİN AMACI** : Kirchhoff akım/gerilim yasalarının ve düğüm gerilimleri yöntemi ile hesaplanan devre akım ve gerilimlerinin doğruluğunun kanıtlanması

### DENEYDEN HAKKINDA TEORİK BİLGİ:

#### DENEYDEN ÖNCE YAPILACAKLAR:

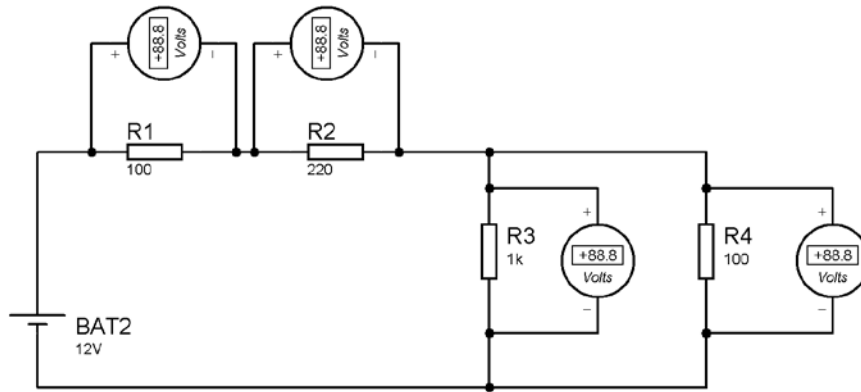
Deneyin yapılışı kısmında verilen devreler için istenen hesaplamaları yapınız.

#### DENEYDE KULLANILACAK ELEMANLAR:

1. Direnç: 2x100  $\Omega$ , 220  $\Omega$ , 330  $\Omega$ , 1 k $\Omega$
2. AVometre

#### DENEYİN YAPILIŞI:

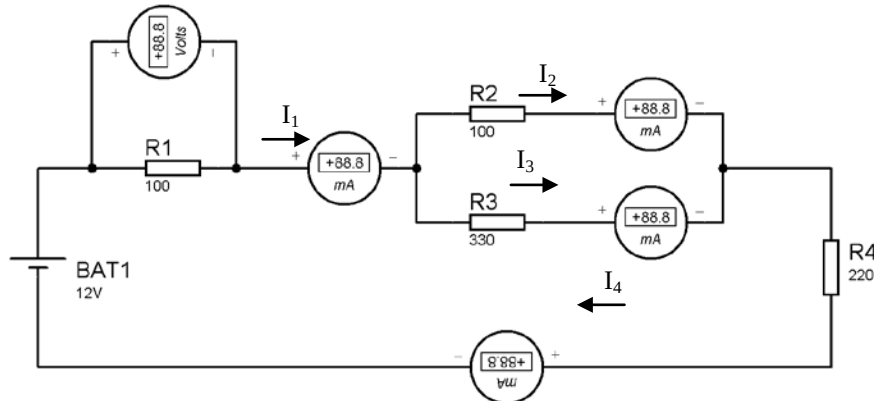
1. Aşağıdaki devreyi ölçü aletleri olmadan kurunuz. Daha sonra AVometrenizi gerilim ölçebileceğiniz şekilde ayarlayıp tek tek şekilde gösterilen gerilimleri ölçüp aşağıdaki tabloya yazınız.



|                   | $V_{R1}$ | $V_{R2}$ | $V_{R3}$ | $V_{R4}$ |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Hesaplanan</b> |          |          |          |          |
| <b>Ölçülen</b>    |          |          |          |          |

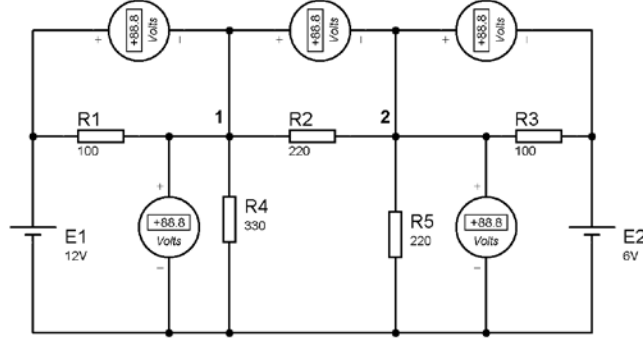
**NOT:** AVometreniz akım ölçmek için ayarlandığında **KESİNLİKLE GERİLİM ÖLÇMEYİNİZ**. AVometreniz hasar görür. Deney sonunda AVometrenizle akım ve gerilim ölçümü gösterilmiştir. Lütfen gerekli özeni gösteriniz.

2. Aşağıdaki devreyi ölçü aletleri olmadan kurunuz. Daha sonra AVometrenizi akım ölçebileceğiniz şekilde ayarlayıp tek tek şekilde gösterilen akımları ölçüp aşağıdaki tabloya yazınız.



|                   | $I_1$ | $V_{R1}$ | $I_2$ | $I_3$ | $I_4$ |
|-------------------|-------|----------|-------|-------|-------|
| <b>Hesaplanan</b> |       |          |       |       |       |
| <b>Ölçülen</b>    |       |          |       |       |       |

3. Aşağıdaki devreyi ölçü aletleri olmadan kurunuz. Daha sonra AVOMETRENİZİ gerilim ölçebileceğiniz şekilde ayarlayıp tek tek şekilde gösterilen gerilimleri ölçüp aşağıdaki tabloya yazınız.

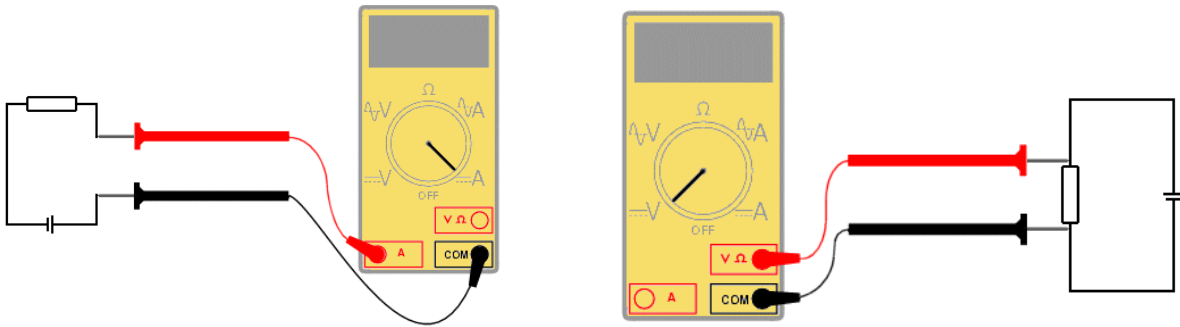


|                   | $V_{R1}$ | $V_{R2}$ | $V_{R3}$ | $V_1 (V_{R4})$ | $V_2 (V_{R5})$ |
|-------------------|----------|----------|----------|----------------|----------------|
| <b>Ölçülen</b>    |          |          |          |                |                |
| <b>Hesaplanan</b> |          |          |          |                |                |

4. Ölçülen gerilim değerlerinden devre akımlarını bulunuz. Hesap yolu ile bulduğunuz devre akımları ile karşılaştırınız.

|                   | $I_{R1}$ | $I_{R2}$ | $I_{R3}$ | $I_{R4}$ | $I_{R5}$ |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Ölçülen</b>    |          |          |          |          |          |
| <b>Hesaplanan</b> |          |          |          |          |          |

AVOMETREYLE akım ve gerilim ölçümü:



**DENEY NO** : 2

**DENEYİN ADI** : Çevre akımları yöntemi ve Thevenin Teorimi

**DENEYİN AMACI** : Çevre akımları yönteminde hesaplanan çevre akımları ve dal akımları arasında ilişkilerin ve Thevenin eşdeğer devresinin pratik olarak kanıtlanması

### DENEYDEN HAKKINDA TEORİK BİLGİ:

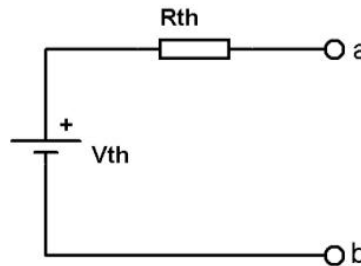
**Çevre akımları yöntemi** (Ağ akımları yöntemi, Loop current method, Mesh current method) elektrik devrelerinin analizi için kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. Devrede bulunan göz sayısı kadar çevre ve her çevre için bir çevre akımı belirlenir. Daha sonra Kirchhoff'un gerilimler kanunundan yararlanarak her çevre için bir denklem yazılır. Dolayısıyla bilinmeyen çevre akımı kadar denkleme sahip oluruz. Bu denklemlerin çözümü ile çevre akımları, bulunan çevre akımlarından yararlanarak da devrede ki dal akımları, dal akımları kullanılarak da devre elemanlarının gerilimleri hesaplanır. Hesaplamalar sonucunda negatif çıkan değerler seçilen çevre yönünün veya dal akımının ters seçildiği anlamına gelir. Devre çözümünde seçilen çevre ve çevre akımları tamamen çözüm yapan kişinin tercihine kalmıştır. Fakat çevrelere ait Kirchhoff'un gerilim denklemleri yazılırken akım kaynakları üzerindeki gerilim bilinmediği için akım kaynaklarının üzerindeki gerilimi ifade eden başka bir bilinmeyi denklemlere eklemek gerekir. Bu sonradan eklenen bilinmeyi yok etmek için de iki çevre denklemini kullanılır. Bu da denklem sayımızın bir eksilmesine neden olur. Dolayısıyla bilinmeyen sayısını da azaltmamız gerekir. Bunun için de akım kaynağı üzerinden geçen çevre akımları arasında ki ilişkiden yararlanarak bilinmeyen bir çevre akımını diğeri cinsinden yazarak bilinmeyen sayısını bir azaltabiliriz.

**Thevenin teoremi (Thévenin's theorem)** doğrusal bir elektrik devresini temsil etmek için kullanılır. Devreyi bize gerekli olan iki ucundan değerlendirmek ve basitleştirmek istersek Thevenin eşdeğer devresini bulmamız gerekir. Thevenin eşdeğer devresi doğrusal bir devreyi bir gerilim kaynağı ile ona seri bağlı bir direnç ile ifade eder (Şekil 1). Dolayısıyla istediğimiz iki terminal arasına bağlanan elemanın değişimine göre devrenin o terminallerinden akan akımı ve eleman üzerinde oluşacak gerilimi kolaylıkla bulabiliriz. Değişen her eleman için bütün devre analiz tekniklerini tekrarlamak yerine bir kere eşdeğer devrenin bulunmasıyla eleman değişimi için gerekli hesaplamalar kolayca yapılabilir. Thevenin Eşdeğer Devresini elde etmek için iki nicelik ölçülmelidir/hesaplanmalıdır.

#### *Thevenin eşdeğer direnci*

Devrede bağımlı kaynaklar yoksa gerilim kaynakları kısa devre, akım kaynakları açık devre yapılarak terminaller arasında direncin hesaplanmasıyla bulunur.

Devrede bağımlı kaynaklar varsa gerilim kaynakları kısa devre, akım kaynakları açık devre yapıp terminaller arasına bir test akım ( $I_T$ ) veya gerilim kaynağı ( $V_T$ ) bağlanır. Akım kaynağı bağlandı ise terminaller arasındaki gerilim, gerilim kaynağı bağlandı ise terminaller arasındaki akım herhangi bir devre çözüm tekniği ile bulunup eşdeğer direnç ohm kanunundan hesaplanır ( $R_{th} = V_T / I_T$ ). Thevenin eşdeğer gerilimi çevre akımları, düğüm gerilimleri gibi devre analiz yöntemleri ile hesaplanabilir.



Şekil 1. Thevenin eşdeğer devresi

Devre fiziksel olarak elimizde ise Thevenin eşdeğeri bulunacak terminaller arasındaki açık devre gerilimi ( $V_{AD}$ ) ve kısa devre akımı ( $I_{KD}$ ) ölçülüp  $R_{th}=V_{AD}/I_{KD}$  hesabı ile eşdeğer direnç bulunabilir. Thevenin gerilimi ise  $V_{th}=V_{AD}$ 'dir.

### DENEYDEN ÖNCE YAPILACAKLAR:

1. Deneyin yapılışı madde 1'de verilen devre için gerekli hesaplamaları yapıp aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

| Çevre akımları yöntemi için hesaplamalar |          |          |          |          |       |       |       |       |
|------------------------------------------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|
| $V_{R1}$                                 | $V_{R2}$ | $V_{R3}$ | $V_{R4}$ | $V_{R5}$ |       |       |       |       |
|                                          |          |          |          |          |       |       |       |       |
| $I_{ç1}$                                 | $I_{ç2}$ | $I_{ç3}$ | $I_1$    | $I_2$    | $I_3$ | $I_4$ | $I_5$ | $I_6$ |
|                                          |          |          |          |          |       |       |       |       |

2. Deneyin yapılışı madde 6'da verilen devre için Thevenin eşdeğer gerilimini ( $V_{th}$ ), direncini ( $R_{th}$ ),  $I_{R3}$  akımını ve  $V_{AB}$  gerilimini hesaplayınız.

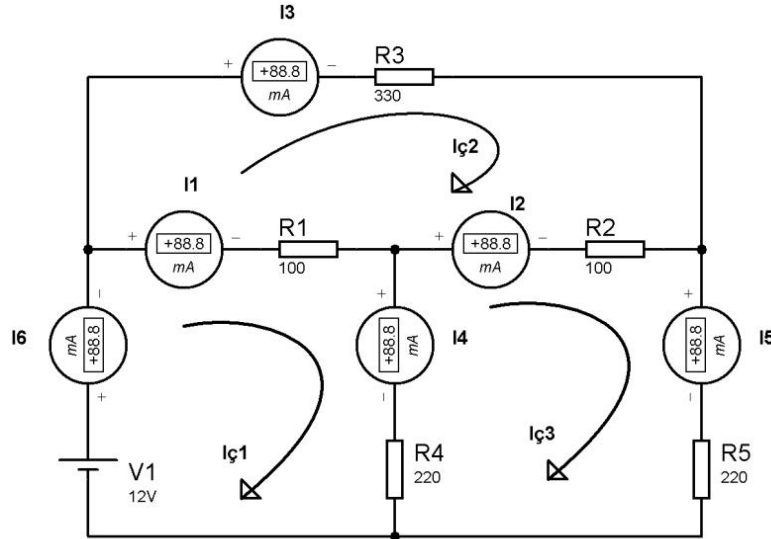
| Thevenin Teorimi için hesaplamalar |          |          |          |
|------------------------------------|----------|----------|----------|
| $V_{th}$                           | $R_{th}$ | $I_{R3}$ | $V_{AB}$ |
|                                    |          |          |          |

### DENEYDE KULLANILACAK ELEMANLAR:

1. DC güç kaynağı, AVÖmetre
2. Direnç: 100  $\Omega$ , 220  $\Omega$ , 330  $\Omega$ , 470  $\Omega$ , 1 k $\Omega$ , potansiyometre

### DENEYİN YAPILIŞI:

1. Aşağıdaki devreyi ölçü aletleri olmadan kurunuz. Gerilim kaynağının değerini +12V'a ayarlayınız ve devreye enerji veriniz.



2. Dirençler üzerine düşen gerilimleri ölçüp aşağıdaki tabloya yazınız. Ohm kanunu kullanarak dal akımlarını hesaplayınız.

|                        | $V_{R1}$ | $V_{R2}$ | $V_{R3}$ | $V_{R4}$ | $V_{R5}$ |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ölçülen                |          |          |          |          |          |
| $I=V/R$                | $I_1$    | $I_2$    | $I_3$    | $I_4$    | $I_5$    |
| Ölçümlerden Hesaplanan |          |          |          |          |          |

3

3. AVOMetrenizi **akım ölçebileceğiniz şekilde ayarlayıp**  $I_3$ ,  $I_5$  ve  $I_6$  dal akımlarını ölçüp aşağıdaki tabloya yazınız.

|         | $I_3$ | $I_5$ | $I_6$ |
|---------|-------|-------|-------|
| Ölçülen |       |       |       |

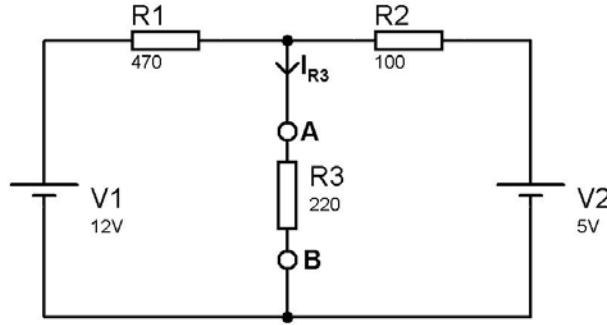
4. 3. adımda ölçtüğünüz dal akımı değerlerini kullanarak  $I_{\zeta 1}$ ,  $I_{\zeta 2}$  ve  $I_{\zeta 3}$  çevre akımlarını bulup ölçümlerden hesaplanan satırına yazınız.

|                        | $I_{\zeta 1}$ | $I_{\zeta 2}$ | $I_{\zeta 3}$ |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Ölçümlerden hesaplanan |               |               |               |

5. 4. adımda bulduğunuz çevre akımlarını kullanarak  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_4$  dal akımlarını hesaplayıp ölçümlerden hesaplanan satırına yazınız. Daha sonra bu akımları devre üzerinden ölçerek ölçülen satırına yazınız.

|                        | $I_1$ | $I_2$ | $I_4$ |
|------------------------|-------|-------|-------|
| Ölçümlerden Hesaplanan |       |       |       |
| Ölçülen                |       |       |       |

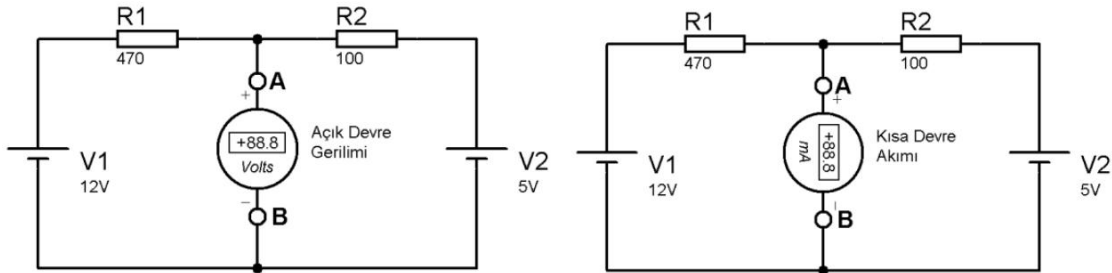
6. Aşağıdaki devreyi kurunuz. DC güç kaynağından 12V ve 5V değerine ayarlayıp devreye enerji veriniz.



7. AVOMETRE yardımıyla  $I_{R3}$  akımını ve  $V_{AB}$  gerilimini ölçüp kayıt ediniz.  $R3$  direncini  $330\Omega$  direnç ile değiştirip ölçümleri tekrarlayınız.

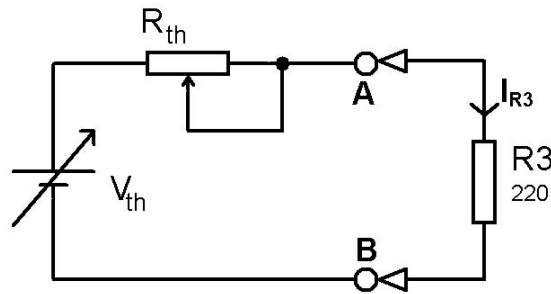
|                            | $I_{R3}$ | $V_{AB}$ |
|----------------------------|----------|----------|
| Ölçülen ( $R3=220\Omega$ ) |          |          |
| Ölçülen ( $R3=330\Omega$ ) |          |          |

8. Thevenin eşdeğerini fiziksel devreden yapılan ölçümlerle bulabilmek için A-B arası açık devre geriliminin ( $V_{AD}$ ) ve A-B arası kısa devre ( $I_{KD}$ ) akımının aşağıdaki gibi ölçülmesi gerekmektedir. Bunun için R3 direncini çıkarıp **a)** A-B arası açık devre gerilimini ( $V_{AD}$ ) ölçünüz. **b)** A-B arasını kısa devre edip A-B arasından geçen kısa devre akımını ( $I_{KD}$ ) ölçünüz.



|                | $V_{AD}=V_{th}$ | $I_{KD}$ | $R_{th}= V_{AD} / I_{KD}$ |
|----------------|-----------------|----------|---------------------------|
| <b>Ölçülen</b> |                 |          |                           |

9. Devrenizi sökünüz. Bulduğumuz Thevenin eşdeğer gerilim ve direnci test etmek için Thevenin eşdeğer devresini kurup A-B terminalleri arasına 220  $\Omega$  ve 330  $\Omega$  dirençlerini bağlayıp akım ve gerilim değerlerini tekrar ölçeceğiz. Bunun için önceki adımda bulduğunuz  $R_{th}$  değerini potansiyometre kullanarak ayarlayınız. Güç kaynağınızı önceki adımda bulduğunuz  $V_{th}$  gerilimine ayarlayınız ve aşağıdaki devreyi kurup  $I_{R3}$  akımını ve  $V_{AB}$  gerilimini ölçünüz. R3 direncini değiştirip ölçümleri tekrarlayınız.



|                            | $I_{R3}$ | $V_{AB}$ |
|----------------------------|----------|----------|
| Ölçülen ( $R3=220\Omega$ ) |          |          |
| Ölçülen ( $R3=330\Omega$ ) |          |          |

### SORULAR (Raporda cevaplanacaktır)

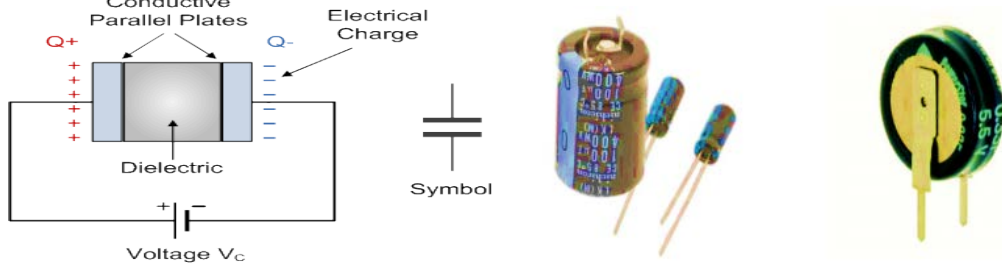
- Madde 2'de ölçüm sonuçları kullanılarak hesaplanan akımlar ile Madde 3 te ölçülen akımlar arasında neden fark vardır?
- Madde 3'de ölçtüğümüz dal akımları ile çevre akımları arasındaki ilişki nedir?
- R1, R2 ve R3 dirençleri üzerinden geçen akım ile R4 ve R5 üzerinden geçen akım arasındaki fark nedir ?
- Fiziksel olarak çevre akımı var mıdır?
- Thevenin eşdeğer devresinin pratik olarak nerelerde kullanıldığını araştırınız.

**DENEY NO** : 3

**DENEYİN ADI** : KONDANSATÖR ŞARJ-DEŞARJ DENEYİ

**DENEYİN AMACI** : Farklı değerlerdeki kondansatörlerin şarj deşarj sürelerinin değişiminin incelenmesi ve şarj deşarj eğrilerinin elde edilmesi.

**DENEYDEN HAKKINDA TEORİK BİLGİ:** İki iletken paralel plaka arasına yalıtkan bir madde konulursa kondansatör oluşur. Kondansatörü oluşturan bu iki iletken plaka arasına sabit bir V gerilimi uygulanırsa oluşan elektrik alan sonucu kondansatör plakasındaki elektronlar kaynağın pozitif tarafına doğru çekilir. Elektronların bu alanı dengelemek amacıyla çekilmesi yük akışıdır. Belirli bir süre sonra iki plaka arasında alanı dengeleyen Q yükü birikir. Biriken Q yükünün uygulanan V gerilimine oranı kondansatörün “sığası” ya da “kapasitesi” olarak adlandırılır ve aşağıdaki formülle ifade edilir.



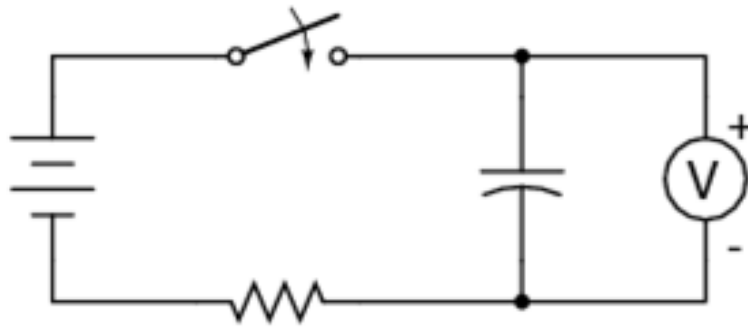
$$C=Q/V$$

Q: Biriken yük miktarı (Coulomb)

V: Uygulanan gerilim (Volt)

C: Sığa ya da kapasite (Farad)

Şekil 1 deki devrede anahtar ok yönünde kapatıldığında, kondansatörün üst ucu (+), alt ucu da (-) olarak yüklenir. Devrede ilk anda kondansatör kısa devre gibi davranır ve devreden akan akım maksimumdur. Belli bir zaman sonra kondansatör doldukça uçlarındaki gerilim yükselir ve nihayet gerilim kaynağına eşit olur. Bu anda devreden akım geçmez ve kondansatör açık devre gibi davranır. Bu duruma kondansatörün şarjı denir. Daha sonra anahtar tekrar ilk konumuna alınarak gerilim kaynağı devreden çıkarıldığında ise levhalardaki yük, direnç üzerinden boşalarak sıfıra ulaşır. Bu duruma kondansatörün deşarjı denir. Kondansatörde şarj ve deşarj akımları birbirinin tersi yöndedir. İlgili formüller altta verilmiştir.



Şekil-1

$$U_c = U_0 (1 - e^{-t/T})$$

Kondansatörün şarj sırasında depolanan gerilim

$$U_c = U_0 (e^{-t/T})$$

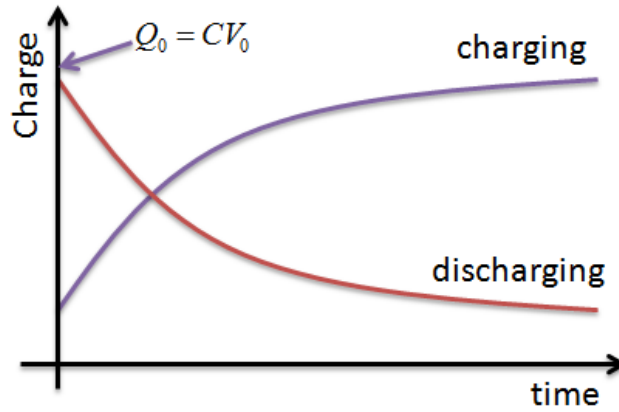
Kondansatörün deşarj sırasında boşalan gerilim

$$T = R \cdot C$$

Kondansatörün şarj/deşarj zaman sabitesi

U<sub>c</sub> : Kondansatörde depolanan gerilim (V)  
U<sub>0</sub> : Devreye uygulanan DC gerilim (V)  
T : Zaman Sabitesi (sn)  
R : Direnç (ohm)  
C: Kapasitans (F)

Enerji depo edebilen elemanların yaklaşık % 63' lük kısmı şarj ya dadeşarj olurken geçen süreye **zaman sabiti** denir ve  $\tau$  ile (Okunuşu: „To“) gösterilir. Yaklaşık  $5\tau$  saniye sonunda kapasitörün tamamen şarj veyadeşarj olduğu söylenebilir( Bu süre sonunda %99.3'ten daha fazla gerilim yükselişi/düşüşü gözlenir.). Bir kondansatörün şarj vedeşarj olması durumunda üzerindeki biriken veya boşalan yükün zamana göre değişimini gösteren eğri Şekil 2' de gösterilmiştir.



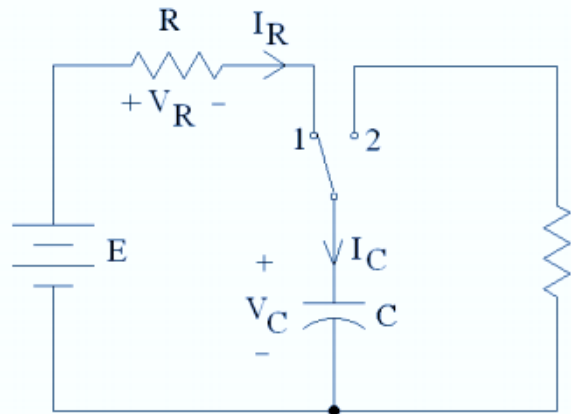
Şekil-2

#### DENEYDEN ÖNCE YAPILACAKLAR:

1. Kondansatörlerin yapısı hakkında bilgi toplayarak kullanım ve uygulama alanlarını araştırınız?
2. Kondansatörlerin şarj/deşarj olmaları hangi parametrelere bağlıdır, zaman sabiti size neyi ifade etmektedir?

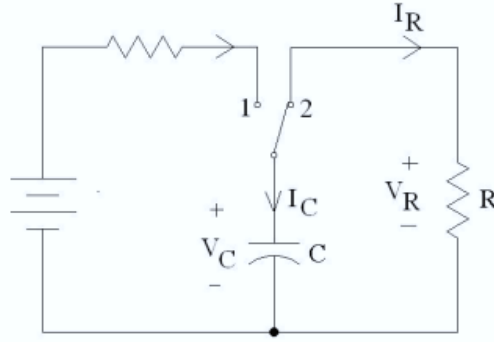
#### DENEYDE KULLANILACAK ELEMANLAR:

1. DC güç kaynağı
2. Direnç: 10 k $\Omega$ , 22 k $\Omega$
3. Kondansatör: 470 uF, 330 uF
4. AVÖmetre, Kronometre, Bağlantı kablosu



Şekil-3





Şekil-4

### DENEYİN YAPILIŞI:

- 1- Şekil 3' teki devreyi kurarak ( $R=10\text{ k}\Omega$  ,  $C=470\text{ uF}$ ) güç kaynağından 9V gerilim alınız ve anahtarı 1 konumuna getiriniz. Anahtarı 1 konumuna aldığınız anda kronometreyi başlatarak her 5 saniyede bir kondansatör üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 1' e kaydediniz.
- 2- Kondansatörün zaman sabitini hesaplayarak kaç saniyede şarj olacağını bulunuz?
- 3- Kronometreyi sıfırladıktan sonra Şekil 4' teki devrede olduğu gibi anahtarı 1 konumundan 2 konumuna getiriniz. Anahtarı 2 konumuna aldığınız anda kronometreyi yeniden başlatarak her 5 saniyede bir kondansatör üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 1' e kaydediniz.
- 4- Kondansatörün zaman sabitini hesaplayarak kaç saniyededeşarj olacağını bulunuz?
- 5- Dolma ve boşalma sırasındaki kapasitör üzerindeki geriliminin zamanla değişimini osiloskop ekranında gözlemleyiniz?

| Anahtar 1<br>konumundayken (Şarj) |             | Anahtar 2<br>konumundayken (Deşarj) |             |
|-----------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| Zaman (s)                         | Gerilim (V) | Zaman (s)                           | Gerilim (V) |
| 0                                 |             | 0                                   |             |
| 5                                 |             | 5                                   |             |
| 10                                |             | 10                                  |             |
| 15                                |             | 15                                  |             |
| 20                                |             | 20                                  |             |
| 25                                |             | 25                                  |             |
| 30                                |             | 30                                  |             |
| 35                                |             | 35                                  |             |

Tablo-1

- 6- Şekil 3'teki devrede 470 uF olan kondansatörün yerine 330 uF kondansatör bağlayınız ( $R=10\text{ k}\Omega$  ,  $C=330\text{ uF}$ ). Anahtar 1 konumuna geldiğinde kronometreyi başlatarak her 4 saniyede bir kondansatör üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 2'deki şarj kısmına kaydediniz.
- 7- Şekil 4' teki devrede olduğu gibi anahtarı 1 konumundan 2 konumuna getiriniz. Anahtarı 2 konumuna aldığınız anda kronometreyi yeniden başlatarak her 4 saniyede bir kondansatör üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 2'dekideşarj kısmına kaydediniz.

| Anahtar 1<br>konumundayken (Şarj) |             | Anahtar 2<br>konumundayken (Deşarj) |             |
|-----------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| Zaman (s)                         | Gerilim (V) | Zaman (s)                           | Gerilim (V) |
| 0                                 |             | 0                                   |             |
| 4                                 |             | 4                                   |             |
| 8                                 |             | 8                                   |             |
| 12                                |             | 12                                  |             |
| 16                                |             | 16                                  |             |
| 20                                |             | 20                                  |             |

Tablo-2

**8-** Şekil 3'teki devreyi  $R=22\text{ k}\Omega$  ,  $C =330\text{ uF}$  olacak şekilde tekrar kurunuz. Anahtar 1 konumunda iken kronometreyi başlatarak her 7.5 saniyede bir kondansatör üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 3'teki şarj kısmına kaydediniz.

**9-** Şekil 4' teki devrede olduğu gibi anahtarı 1 konumundan 2 konumuna getiriniz. Anahtarı 2 konumuna aldığınız anda kronometreyi yeniden başlatarak her 7.5 saniyede bir kondansatör üzerindeki gerilimi ölçerek Tablo 3'tekideşarj kısmına kaydediniz.

| Anahtar 1<br>konumundayken (Şarj) |             | Anahtar 2<br>konumundayken (Deşarj) |             |
|-----------------------------------|-------------|-------------------------------------|-------------|
| Zaman (s)                         | Gerilim (V) | Zaman (s)                           | Gerilim (V) |
| 0                                 |             | 0                                   |             |
| 7.5                               |             | 7.5                                 |             |
| 15                                |             | 15                                  |             |
| 22.5                              |             | 22.5                                |             |
| 30                                |             | 30                                  |             |
| 37.5                              |             | 37.5                                |             |
| 45                                |             | 45                                  |             |

Tablo-3

**SORULAR:**

**1.** Dolma ve boşalma sırasındaki kapasitör geriliminin zamanla değişimini her üç devre için de grafiksel olarak kâğıda ölçekli şekilde çiziniz. Çizdiğiniz grafikler ile Şekil 2' de verilen şarj/deşarj eğrilerinin birbirine yakın olduğunu fark ettiniz mi?

**2.** Tablo 1, 2 ve 3'teki verilerin yardımıyla çizdiğiniz grafiklerden zaman sabitini elde ederek deneyde hesapladığınız değerlerle karşılaştırınız.