

DENEY
6
KONDANSATÖRLERİN
ŞARJ VE DEŞARJ
EDİLMESİ



1. Amaç: Kondansatörü şarj ve deşarj ederken kronometre ile zaman tutup, akımın zamana göre grafiğini çizmek ve bu grafikten zaman sabitini bulmak.

2. Ön Hazırlık:

2.1. Giriş:

18 yüzyılda, durgun elektriğin özellikleri hakkında keşiflere başlayan bilim adamlarından Ewald von Kleist, yükleri metal bir şişede depolamayı başarmıştı. Fakat kondansatörün asıl gelişmesi Pieter van Musschenbroek' in çalışmaları sayesinde gerçekleşti. İçi ve dışı metalle kaplı cam bir şişenin bir kısmını suyla doldurdu ve ağzını hava geçmeyecek şekilde bir mantarla kapattı. Bir iletkeni mantardan geçirerek, iletkenin bir ucu suyun içinde diğer ucu ise şişe dışında kalacak şekilde yerleştirdi. İletkenin dışarıda kalan kısmına statik elektrik üretici temas ettiğinde şişede yük depolanabiliyor, iletken bir malzeme dokundurulduğunda ise yükler boşalabiliyordu. Depolanan yük miktarı ise cam şişenin kalınlığı ile ters orantılıydı. O zamanlar depolanan yük birimi *jar* (şişe) olarak kabul edilmişti. Daha sonraki yıllarda ise Benjamin Franklin, Alessandro Volta ve Nikola Tesla gibi ünlü bilim adamların incelediği kondansatör günümüzdeki şeklini aldı. Kapasite birimi ise *jar*' dan Michael Faraday' ın isminden harekete çıkarak *Farad* seçildi. Bu deneyde, zamanla devreden geçen akımın değiştiği devreler ve bir devre elemanı olan kondansatör üzerinde çalışacağız.

2.2. Teorik Kavramlar, Formüller ve Güncel Bilgiler:

Kondansatör, elektrik depolamaya yarayan pasif bir devre elemanıdır. Paralel levha kapasitörler, her birinin alanı A olan iki iletken levhanın paralel olarak birbirinden d kadar uzağa yerleştirilmesiyle oluşturulur. Böyle bir kapasitörün kapasitansı;

$$C = \epsilon \kappa \frac{A}{d} \quad (1)$$

formülü ile hesaplanır. Buradaki;

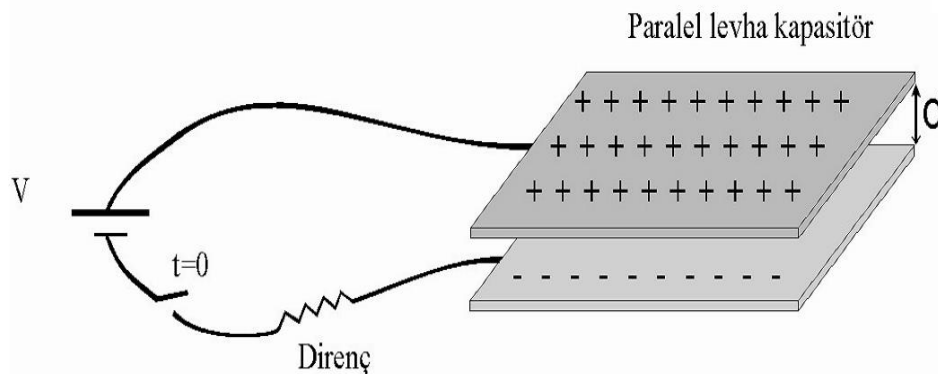
C : Kapasitans (Farad),

A : Her bir levhanın alanı (m^2),

d : Yalıtkan (dielektrik) kalınlığı (m),

ϵ : İki levha arasındaki bölgenin elektrik alan geçirgenliği (F/m),

κ (**kappa**): Dielektrik sabitidir.



Şekil 1. Paralel levhalı kapasitör ve dirençten oluşan basit elektrik devresi.

Kapasitör devreye bağlandıktan sonra şarj olmaya başlar ve toplanan bu şarj kondansatör uçları arasında voltaj farkı oluşturur.

Kondansatörü meydana getiren bir yalıtkanla (plastik, kağıt, hava...) ayrılmış iki iletken levhada eşit fakat zıt yükle yüklenir (+Q ve -Q). Kondansatörün şarj olurken maksimum taşıyabileceği bir Q yük miktarı vardır. Daha fazlasını taşıyamaz. Bu Q yükünün, kondansatörün uçları arasında oluşan voltaj farkına oranı bize kondansatörün kapasitansını verir.

$$C = \frac{Q}{V} \quad (2)$$

Burada;

Q: Kapasitördeki yük miktarı (coulomb),

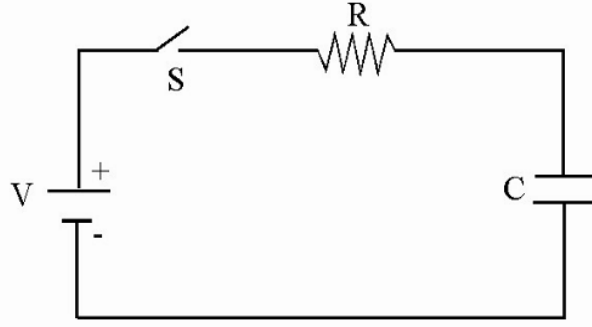
V: Uçları arasındaki gerilim farkı (volt),

C: Kapasitans (farad) dir.

	<p>Anahtarı kapattığımız anda, aynı suyu açtığımızda kabın dolmaya başlaması gibi, devre üzerinde elektronlar akmaya başlar.</p>
	<p>Kapasitörün plakası üzerinde bu elektronlar birikmeye başlar. Aynı zamanda buraya gelip biriken her bir elektron nötr olan karşı plakada bir elektronu iter ve elektrik akımı bu şekilde devreyi tamamlar. Bunun sonucunda üreteçten çıkan bir elektron kapasitörün plakasına gelince karşı plakadan ittiği elektron devreyi tamamlar ve böylece karşı plaka da + yüklenmiş olur. Herbir elektrona karşılık bir + yük karşı plakada kaldığı için plakalar, eşit ama zıt yüklerle yüklenmiş olur.</p>

Şekil 2. Kapasitörün şarj olma süreci.

Şimdi bu şarj devresini inceleyelim.



Şekil 3. Sarj devresi.

Yukarıdaki şekil, başta boş olan bir kondansatörün şarj devresini gösteren bir RC devresidir. Başlangıçta S anahtarı açıktır ve devreden akım geçmez. $t = 0$ anında anahtarı kapatırsak kondansatör q yüküyle dolmaya başlar ve $I(t)$, $q(t)$ ' nin ve kondansatörün uçları arasındaki voltaj farkının zamanla değiştiği gözlenir. Anahtarı kapattıktan sonra, herhangi bir t zamanında kirchhoff kapalı devre kanunu bize toplam voltajı verir.

$$q(t) = VC(1 - e^{-t/RC}) \quad (3)$$

$$I(t) = V/R e^{-t/RC} \quad (4)$$

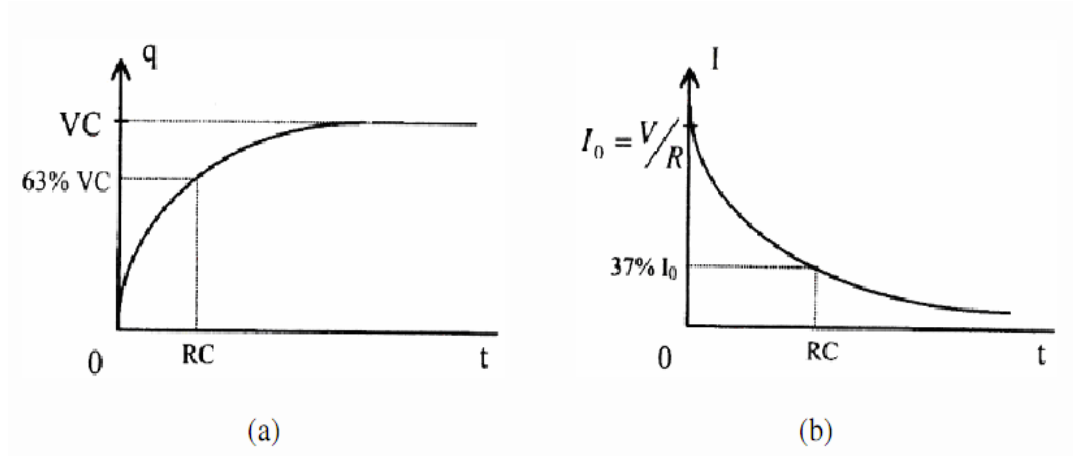
Soru: Kirchhoff kapalı devre kanununa göre toplam voltaj;

$$V_c(t) + V_R(t) = V$$

şeklinde verilir. Buradan yola çıkarak yukarıdaki denklemlerin nasıl elde edildiğini araştırarak yazınız.

Cevap:

Yukarıdaki $q(t)$ ve $I(t)$ denklemi bize q ve I ' nin herhangi bir anlık zamandaki davranışlarını verir. $t = 0$ anında $q(t) = 0$ ve $I(t) = V/R$ olur. $t = \infty$ anında $q(t)$ sabit bir değere ulaşacak ve $q(t = \infty) = VC$ olacaktır. Bu eşitliklerin grafikleri;



Şekil 4. Kapasitörün sarjı sırasındaki (a) yük-zaman ve (b) akım-zaman grafikleri

Şimdi deşarj olma işlemini inceleyelim.

	<p>Yüklü kapasitörü su dolu kap olarak düşünebiliriz.</p>
	<p>Devre anahtarı kapatılır kapatılmaz kondansatörün üzerindeki - yükler, + yüklü plakaya doğru harekete geçer. Burada devredeki akım şiddetini kaptan su boşalma hızı ile ilişkilendirebiliriz.</p>
	<p>Yani kaptaki su miktarı fazlayken aşağıdaki musluktan su hızlı ve daha uzağa akar. Su seviyesi azaldıkça hızı da azalır. Devredeki I da aynı şekilde kapasitör doluyken yüksektir ve boşaldıkça azalır.</p>

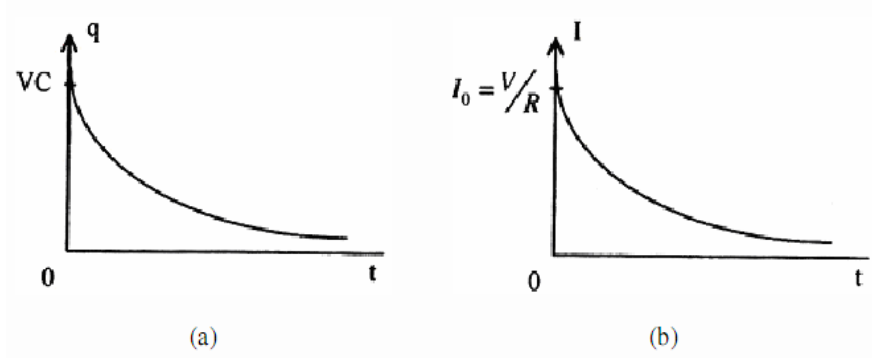
Şekil 5. Kapasitörün deşarj olma süreci.

RC devresi sarj olmuş ($q = VC$) bir kondansatörün deşarj olma devresidir. Yük ve akım zamanla azalacak ve $t = \infty$ anında sıfıra ulaşacaktır.

$$q(t) = q_0 e^{-t/RC} ; q_0 = VC \quad (5)$$

$$I(t) = -I_0 e^{-t/RC} ; I_0 = V/R \quad (6)$$

Yukarıdaki eşitliklerin grafikleri;



Şekil 6. Kapasitörün desarjı sırasındaki (a) yük-zaman ve (b) akım-zaman grafikleri

RC devrelerinin önemli bir özelliği de devrenin zaman sabitidir. $t = RC$ dersek;

$$I(t = RC) = V/R e^{-t/RC} = 0.37V/R = 0.37I_0 \quad (7)$$

$$q(t = RC) = VC(1 - e^{-t/RC}) = 0.63VC \quad (8)$$

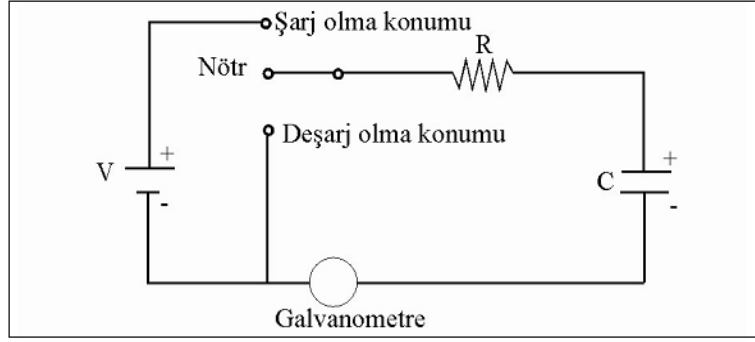
Soru: Kondansatörlerin devrelerde ne amaçlı kullanıldığını araştırarak yazınız.

Cevap:

3. Deneyde Kullanılacak Araç ve Gereçler:

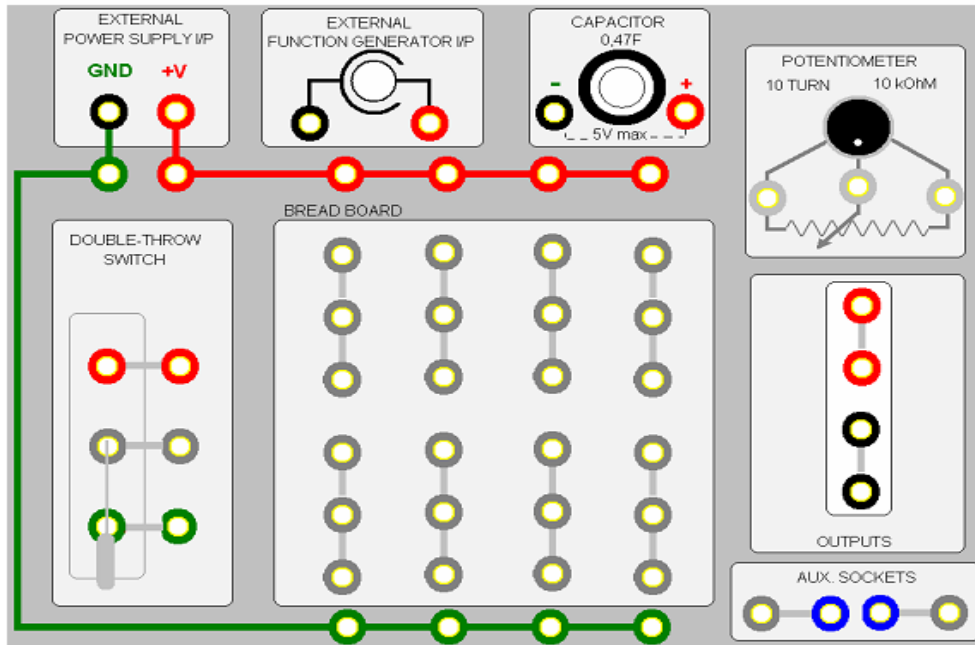
- DC güç kaynağı
- Kondansatör
- Direnç
- Galvanometre
- İki yönlü anahtar
- Bağlantı kabloları
- Kronometre

4. Deneyin Yapılışı:



Şekil 7. Deneyde kurulacak devre.

1. İlk olarak yukarıdaki devreyi, aşağıdaki resim üzerinde kalemle devre elemanları ve telleri çizerek oluşturunuz. Bu çizimi derse gelmeden önce incellerseniz deneyinizi hızlı bir şekilde yapabilirsiniz.

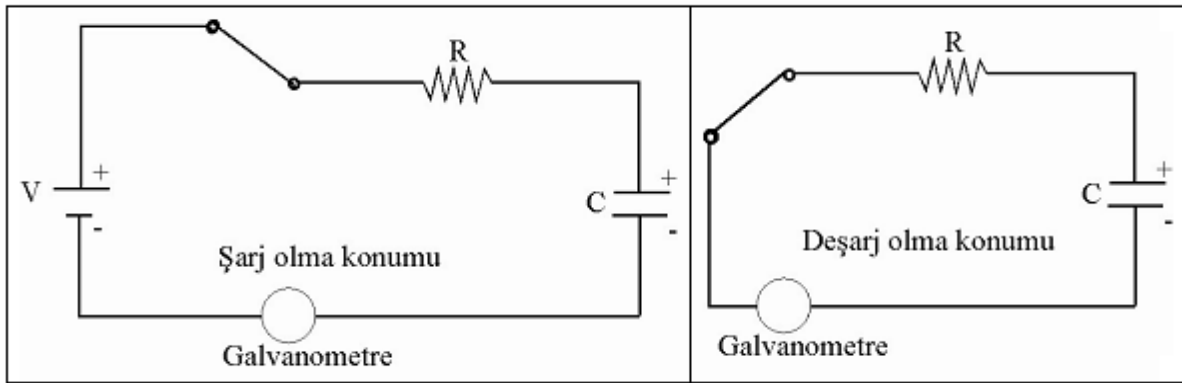


Şekil 8. Temel elektrik deney seti.

2. Resim üzerinde çizdiğiniz devreyi kurun. Bu deneyde kullanılacak kondansatörün elektrolit tipte olmasına dikkat edin (yani kutupları olan, pozitif ve negatif noktalarını göz önüne alarak) ve devrenize bağlayın. Güç kaynağınızı kapalı tutarak anahtarı nötr duruma getirin.
3. Anahtarı nötr konumunda tutarak güç kaynağınızı açın ve çıkış gerilimini de 4–5 Volta ayarlayın. Çıkış gerilimini ölçün ve kaydedin. Şimdi kondansatörün iki noktasını bir parça tel ile birleştirin, böylece bu iki nokta arasında kısa devre oluşturmuş oluruz. Aynı zamanda bunu yaparak devreden kondansatörü atarız. Devreden geçen akımı ölçün ve kaydedin. Elde ettiğiniz ölçüm, sabit mi yoksa değişken bir akım mı kontrol edin.
4. Kondansatörün uçları arasındaki gerilimi ölçebilmek için bir voltmetre bağlayın. Şimdi anahtarı nötr konumuna getirin ve ardından kondansatörün kutuplarına bağlı olan teli

kaldırın. Kronometreyi sıfırlayın. Anahtarı şarj etme konumuna getirerek aynı anda kronometreyi başlatın. $t = 0$ anında devredeki akımı ve voltmetredeki gerilimi ölçün ve kaydedin. Akımın düşmeye başlamasıyla; yani akımın her 2-3 mikro amperlik düşüşlerinde kronometreden alınan zaman değerlerine bağlı olarak akım ölçün ve kaydedin. Eş zamanlı voltmetrede okuduğunuz değerleri kaydedin. Devredeki akımın değerini 1 ya da 2 mikroamperlik düşüşlerin görülmesine kadar ölçümleri ve kayıtları almaya devam edin.

Not: Kondansatörden akım geçtiği zaman bir anda akım değeri sabit oluyorsa devreden geçen akım büyük olduğu için kondansatör hızlı doluyor demektir. Bu nedenle devreden geçen akımı küçülmek için direnç değerini arttırmanız gerekmektedir. Deney seti içinde bulunan farklı kondansatörleri ve farklı dirençleri kullanarak farklı τ zamanına sahip devreler oluşturabilirsiniz.



Şekil 9. Kapasitörün şarj ve deşarj olma durumu.

5. Şimdi yukarıdaki adımda (4. adımda) şarj ettiğimiz kondansatörü deşarj edeceğiz. Bunu yapmak için ilk olarak kronometreyi sıfırlayın ardından anahtarı deşarj konumuna getirerek aynı anda kronometreyi başlatın. $t = 0$ anında akımı ve voltajı ölçün ve kaydedin. Burada da akımın düşmeye başlamasıyla yukarıdaki adımda yaptıklarımızı tekrar edin ve verilerinizi kayıt edin.
6. 4. ve 5. adımda kaydettiğiniz verileri kullanarak şarj ve deşarj olan akımlar için I-t grafiklerini çizin. Aşağıda bulunan şekilde gösterildiği gibi zaman eksenlerini ortak seçerek aynı grafik üzerinde bu iki eğriyi çizin.
7. 6. adımda çizdiğiniz grafiklerden akımın ilk değerinin %37'si olan değere düştüğü zamanı bularak devrenin zaman sabitini elde edin. Bir de $t = RC$ formülünü kullanarak zaman sabitinin teorik değeri bulun ve grafikten bulduğumuz değerlerle karşılaştırın.
8. Aşağıdaki denklemi kullanarak kondansatörün tamamen şarj olduğu zaman depolanan yük miktarını hesaplayın. Bulduğunuz $t = \infty$ 'daki değeri $q(t = \infty) = VC$ yük değeriyle karşılaştırın.

$$q(t = RC) = VC(1 - e^{-t/RC}) \quad (9)$$

DERS NOTLARI

