



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

FEN EDEBİYAT FAKÜLTESİ

Matematik Bölümü

TBFİZ 118 Fizik II Lab.(Elektrik)

KONDANSATÖRÜN BİR DİRENÇ
ÜZERİNDEN DOLUP BOŞALMASI

4.HAFTA

DENEYİN AMACI

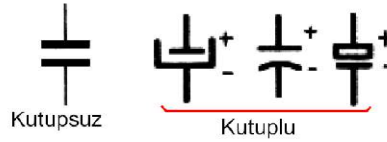
Yüksüz bir kondansatörün bir direnç üzerinden yüklenmesi ve boşaltılması, bu işlemler sırasında devrenin potansiyel şiddetinin zamanla değişiminin incelenerek grafiğinin çizilmesi ve bu grafiğin üstel bir fonksiyon grafiği olduğunu doğrulamak ve devrenin zaman sabiti τ 'nın hesaplanması amaçlanmaktadır.

DENEYDE KULLANILAN ARAÇLAR

DC güç kaynağı, voltmetre, 2200 ve 1500 μF lık 2 adet kondansatör, kronometre

TEORİK BİLGİ

Enerji, bir elektrik alanda potansiyel enerji olarak depolanabilir ve kondansatör bu enerjiyi depolamakta kullanılan bir ayardır. Kondansatörün yük depolama yeteneği, kapasitans ya da sığa denilen fiziksel bir nicelik olarak tanımlanır. Şekil 3.1 de kutuplu ve kutupsuz kondansatör sembolleri gösterilmiştir. Elektrolitik ve tantal tip kondansatörlerde (+) ve (-) uçlar belirtilmiştir. Yani bunlar kutupludur. O nedenle bu elemanlar sadece DC ile çalışan devrelerde kullanılırlar. Kutupsuz (polaritesiz) tip kondansatörler ise DC ve AC ile çalışabilirler.



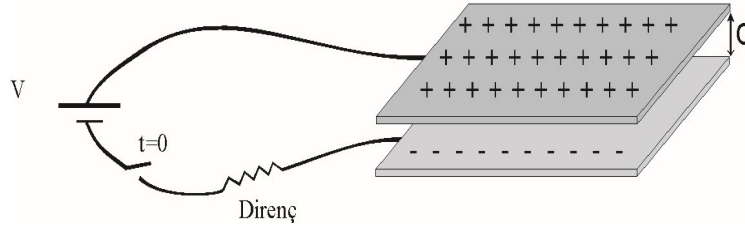
Şekil 3.1. Kutupsuz (polaritesiz) ve kutuplu (polariteli) kondansatör sembolleri

Elektronikte kondansatör bir yalıtkan ile ayrılmış iki iletken levhadır. Yalıtkan malzeme olarak seramik, plastik ve cam gibi yapılardır. Aslında kondansatörler genellikle bu yalıtkan malzemelere göre adlandırılmaktadırlar. (seramik kondansatör, tantal kondansatör, polyester kondansatör, mika kondansatör veya elektrolitik kondansatör gibi). Paralel levha kondansatörler (Şekil 3.2), her birinin alanı A olan iki iletken levhanın paralel olarak birbirinden d kadar uzağa yerleştirilmesiyle oluşturulur. Böyle bir kondansatörün sığası;

$$C = \epsilon K \frac{A}{d} \quad 3.1$$

formülü ile hesaplanır. Burada C: Sığa (Farad), A: her bir levhanın alanı (m^2), d: izolasyon (dielektrik) kalınlığı (m), ϵ : iki levha arasındaki bölgenin elektrik alan

geçirgenliği (F/m), K : dielektrik sabitidir. Farad çok büyük bir sığa birimidir. Pratikte pek çok aygıtın sığası, mikrofara (1 μ F=10⁻⁶ F), nanofara (1nF=10⁻⁹ F) ve pikofara (1pF=10⁻¹² F) gibi değerler alır.

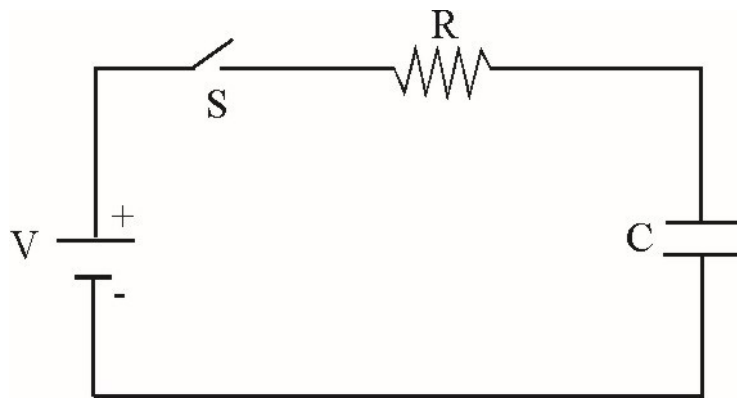


Şekil 3.2. Paralel levha kondansatör

Şekil 3.3’deki gibi kondansatör devreye bağlandıktan sonra şarj olmaya başlar ve toplanan bu şarj kondansatör uçları arasında voltaj farkı oluşturur. Kondansatörün uçları arasına ΔV kadar gerilim uygulandığı anda plakalar birbirine eşit fakat zıt yükle (+Q, -Q) yüklenmiş olur. Kondansatörün sığası (C), iletkenlerden biri üzerindeki yükün büyüklüğünün, bunlar arasındaki potansiyel farkının büyüklüğüne oranı olarak tanımlanır:

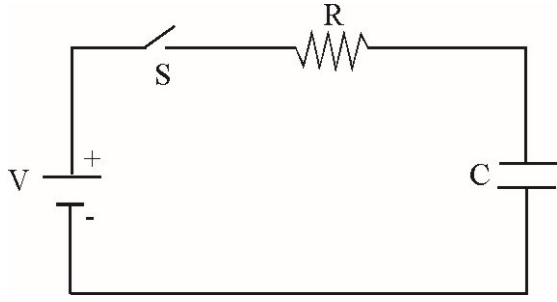
$$C = \frac{Q}{\Delta V} \quad 3.2$$

burada; Q: Kondansatördeki yük miktarı (Coulomb), V: uçları arasındaki gerilim farkı (volt), C: sığa (fara) dır.

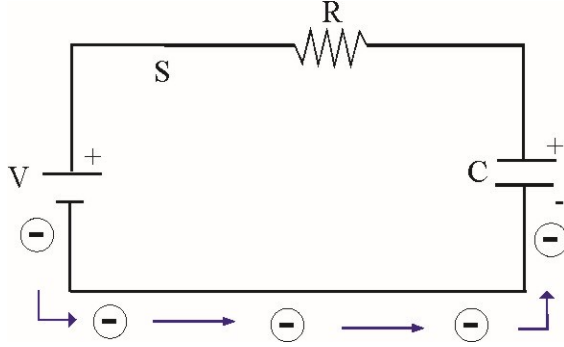


Şekil 3.3. Kondansatör ve direnç devre elemanlarından oluşan devre

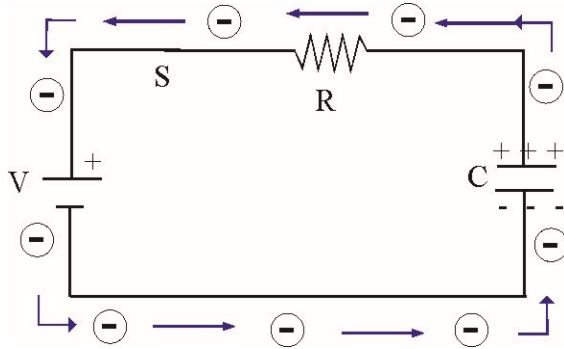
Devrede anahtar kapatılır kapatılmaz, kondansatör Q yükü ile dolmaz, bu maksimum Q yük miktarına ulaşması biraz zaman alır. Bu durumu su doldurduğumuz bir kap olarak düşünebiliriz. Bu durum şematik olarak aşağıda verilmektedir.



Anahtar açıkken; kondansatörümüz boş, aynı şekilde su kabımızda boş.

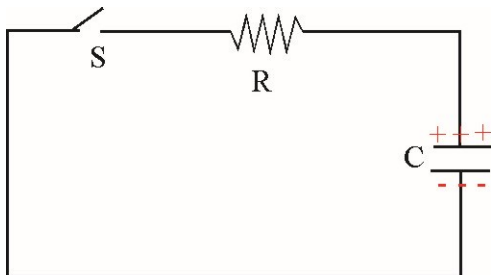


Anahtarı kapattığımız anda aynı suyu açtığımızda kabın dolmaya başlaması gibi devre üzerinde elektronlar akmaya başlar.

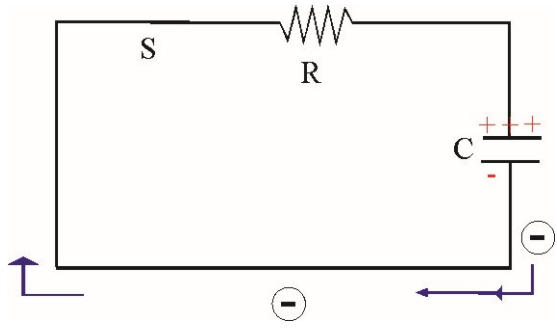


Kondansatörün plakası üzerinde bu elektronlar birikmeye başlar. Aynı zamanda buraya gelip biriken her bir elektron nötr olan karşı plakada bir elektronu iter ve elektrik akımı bu şekilde devreyi tamamlar. Bunun sonucunda üreteçten çıkan bir elektron kondansatörün plakasına gelince karşı plakadan ittiği elektron devreyi tamamlar ve böylece karşı plaka da + yüklenmiş olur. Her bir elektrona karşılık bir + yük karşı plakada kaldığı için plakalar, eşit ama zıt yüklerle yüklenmiş olur.

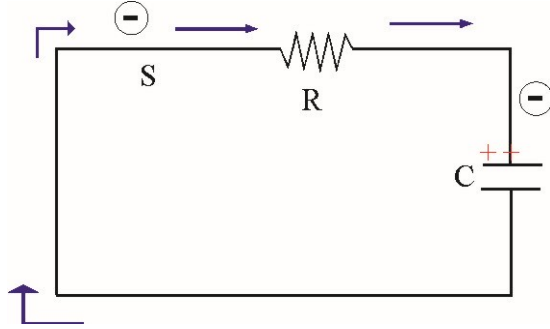
Şekil 3.3'deki gibi bir devrede anahtar kapatılır kapatılmaz, Q yükü ile dolu olan kondansatör hemen boşalmaz. Boşalması biraz zaman alır. Bu durumu su doldurduğumuz bir kabın dibindeki bir musluğu açtığımızda suyun boşalması olarak düşünebiliriz. Bu durum şematik olarak aşağıda verilmektedir.



Yüklü kapasitörümüzü su dolu kap olarak düşünebiliriz.



Devre anahtarı kapatılır kapatılmaz kondansatörün üzerindeki – yükler, + yüklü plakaya doğru harekete geçer. Burada devredeki akım şiddetini yandaki kaptan su boşalma hızı ile ilişkilendirebiliriz

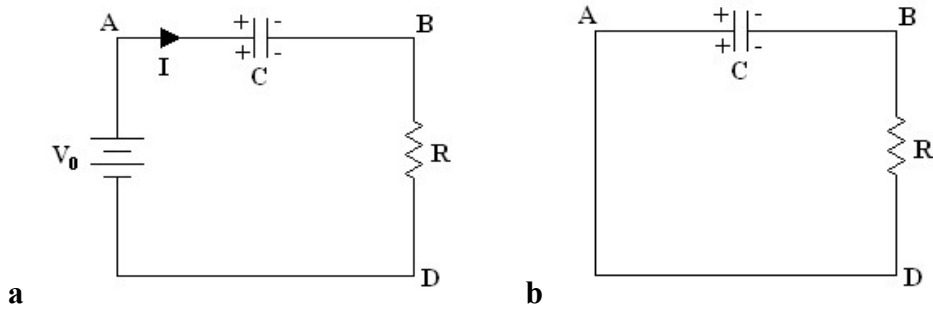


Yani kaptan su miktarı fazlayken aşağıdaki musluktan su hızlı ve daha uzağa akar. Su seviyesi azaldıkça hızıda azalır. Devredeki I da aynı şekilde kapasitör doluyken yüksektir ve boşaldıkça azalır.

Sığası C olan bir kondansatör Şekil 3.3'de görüldüğü gibi sabit bir V_0 gerilimi altında doldurulurken kondansatör üzerindeki V gerilimi zıt bir EMK gibi davranacağından, Kirchhoff yasalarına göre

$$V_0 - V - IR = 0 \quad 3.3$$

yazılabilir. Burada V_0 üreticinin sabit EMK'sı, V kondansatörün uçları arasındaki potansiyel farktır.



Şekil 3.4. Kondansatörün dolması (a) ve boşalmasına (b) ait devreler

Kondansatörün yüklenmesi sırasında potansiyel fark ve akım şiddetlerinin değişimi denklem 3.4 ve 3.5 ile belirlenir.

$$V_{ab} = V_0 \left(1 - e^{-t/(RC)} \right) \quad 3.4$$

$$I = I_0 e^{-t/(RC)} \quad 3.5$$

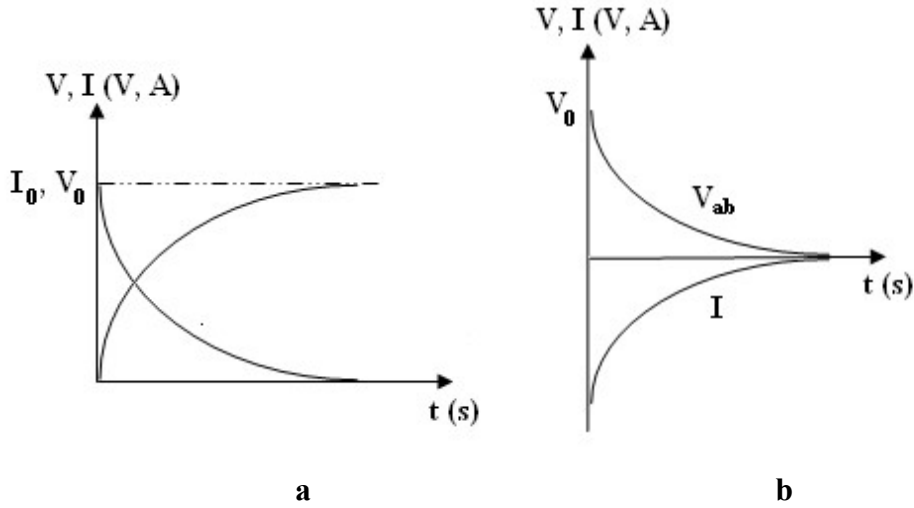
Kondansatörün dolması sırasında V_{ab} ve I 'nin zamana göre değişim eğrileri Şekil 3.5a'da verilmiştir.

Kondansatörün bir direnç üzerinden boşalmasına ait potansiyel ve akım şiddetleri;

$$V_{ab} = V_0 e^{-t/(RC)} \quad 3.6$$

$$I = I_0 e^{-t/(RC)} \quad 3.7$$

Kondansatörün bir direnç üzerinden boşalması sırasında V_{ab} ve I 'nin zamana göre değişim grafikleri Şekil 3.5b'de gösterilmektedir.

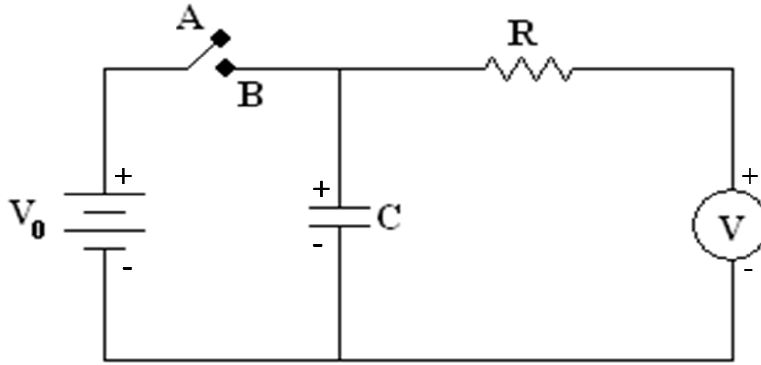


Şekil 3.5 Kondansatörün dolma ve boşalma durumundaki akım-gerilim karakteristikleri

Zamana bağlı olarak üstel bir şekilde küçülen niceliklerde, değişme hızını belirtmek üzere zaman sabiti kavramı tanımlanır. Üstel olarak değişen niceliğin herhangi bir andaki değerinin e 'de birine düşmesi için gereken zamana **zaman sabiti** denir ve τ ile gösterilir. Örneğin denklem 3.7'den $t = RC$ seçilirse; $V_{ab} = V_0 / e$ bulunur. O halde R ve C nin değerleri bilindiğinde $\tau = RC$ bağlantısından zaman sabiti bulunur.

DENEYİN YAPILIŞI

A)



Şekil 3.6 Deneyde kurulacak olan devrenin şematik gösterimi

1. Kondansatörün pozitif ve negatif uçlarını göz önüne alarak Şekil 3.5'deki devreyi kurun (R direncinin görevini voltmetrorenin iç direnci karşılamaktadır. Ek bir direnç kullanılmayacaktır). Anahtar kapalı konumdayken güç kaynağını açtığınızda kondansatör dolmaya başlayacaktır.
2. Kondansatörü doldurduğunuzda voltmetroren okuduğunuz V_0 değerini kaydediniz. V_0/e yani $\left(V_0/2.72\right)$ değerini hesaplayın.
3. Güç kaynağını kapattığınız anda kronometreyi çalıştırın ve voltmetroren gerilimin düştüğünü gözleyin. Gerilim $\left(V_0/2.72\right)$ değerine düştüğü anda kronometreyi durdurarak geçen süreyi okuyunuz. Bu süre size zaman sabiti τ 'yu verecektir.
4. Bu ölçümü 10 kez tekrarlayarak ortalama zaman sabitini hesaplayınız. Bulduğunuz bu ortalama τ_{den} değeri ile τ_{teo} değerini karşılaştırın. τ 'nın hesaplanan değerini bulurken voltmetrorenin iç direncini de hesaba katınız.

Tablo 3.1

$V_0 = \dots\dots\dots$		$V_0/2.72 = \dots\dots\dots$								
t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{ort}

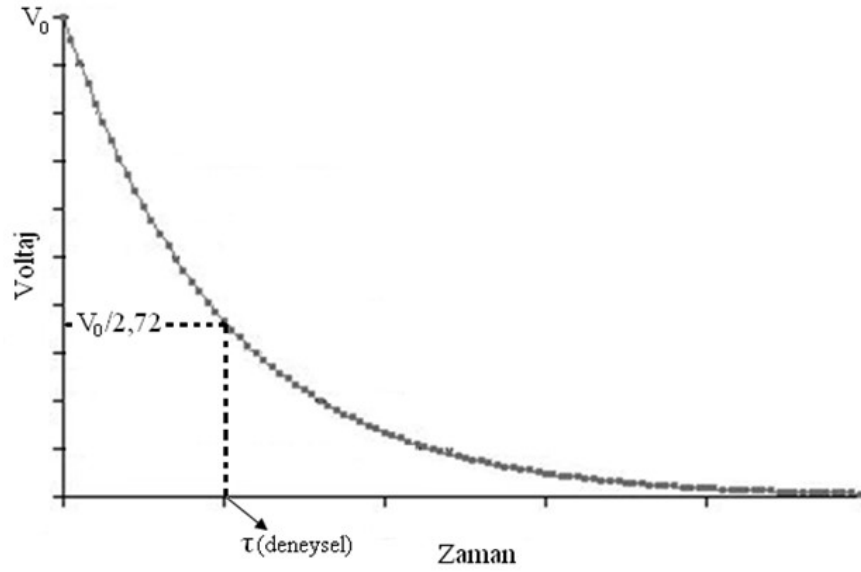
B)

1. Kondansatör için uygun potansiyel değerleri seçin. V_0 potansiyelinin seçilen her bir potansiyel değerine düşme zamanını ölçerek tablo 3.2'ye kaydedin. Bu bilgilerden yararlanarak voltaja karşılık zaman grafiğini çizin (Şekil 3.7).
2. V-t grafiğinde, V ekseninde $V_0/2,72$ değerini belirleyin ve grafik üzerinde bu değere karşı gelen zaman değerini bulun. Bu değer size zaman sabitini verecektir (Şekil 3.6).
3. Ayrıca Şekil 3.8'deki grafiği çizerek bu grafiğin eğiminden τ 'yu bulun ve teorik değeri ile karşılaştırınız (Zaman sabitinin değeri grafikten $\tau = -0.43/m$ eşitliği kullanarak hesaplanır).

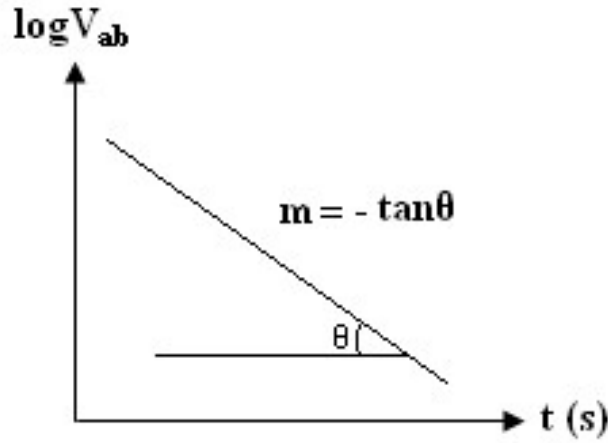
Yaptığınız işlemleri diğer kondansatör için tekrarlayınız.

Tablo 3.2

V_{ab}	$\log V_{ab}$	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_{ort}
$V_1 = \dots\dots$	$\log V_1 = \dots\dots$						
$V_2 = \dots\dots$	$\log V_2 = \dots\dots$						
$V_3 = \dots\dots$	$\log V_3 = \dots\dots$						
$V_4 = \dots\dots$	$\log V_4 = \dots\dots$						
$V_5 = \dots\dots$	$\log V_5 = \dots\dots$						
$V_6 = \dots\dots$	$\log V_6 = \dots\dots$						
$V_7 = \dots\dots$	$\log V_7 = \dots\dots$						
$V_8 = \dots\dots$	$\log V_8 = \dots\dots$						



Şekil 3.7



Şekil 3.8

SORULAR

1. RC çarpımının zaman boyutunda olduğunu gösterin.
2. Şekil 3.5’de A anahtarı kapatılınca kondansatör niçin hızla doluyor da boşalması yavaş oluyor?
3. Kondansatörün boşalma zamanını ayarlama imkanımız var mıdır? Nasıl?
4. Seri ve paralel bağlı kondansatörler için eşdeğer sığa ifadelerini türetin.
5. Yaptığınız deneyi göz önüne alarak, sığanın değişimi ile zaman sabiti arasında nasıl bir ilişki vardır. Açıklayınız.