

4.1 Sığaçlar

Çeşitli sığaçlar

Şekil 4.1 Günümüz teknolojik uygulamalarında kullanılan sığaçlardan bir kâçı.

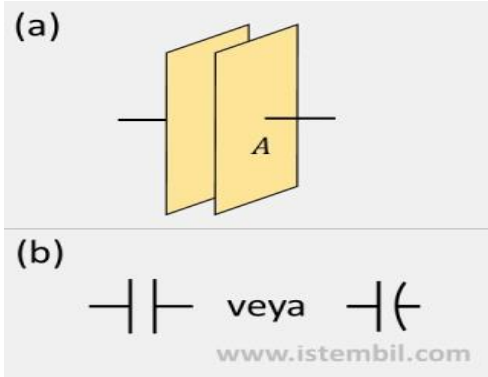
Sığaç², üzerinde elektrik yükü (ve enerjisi) depolayabilen iki adet birbirinden boşluk veya yalıtkan bir malzemeyle ayrılmış iki iletken yüzeyden oluşan bir cihazdır. Şekil 4.1'de bir kaç çeşidi gösterilen sığaç, en basit haliyle, birbirine

paralel iki tane iletken plakadan oluşur. Sığaç "doldurulduğunda" iki iletken büyüklüğü Q olan eşit ancak zıt işaretli yükler taşır. Bu Q yükü, iki iletken arasındaki potansiyel farkı V ile doğru orantılıdır. Bu orantı sabitine sığa adı verilir.

$$Q = CV$$

(4.1)

Burada C sığacımızın sığasıdır ve birimi C/V yada Farad (F) dır.



Şekil 4.2 (a) Paralel plakalı sığaç ve (b) Devre şemalarında kullanılan sığaç sembolleri

Şekil 4.2'de paralel plakalı basit sığaç ve devre şemalarında kullanılan sığaç sembolleri gösteriliyor. Sığaçların çalışma prensibi kısaca şu şekilde özetlenebilir. Terminalleri arasındaki potansiyel farkı V olan bir pil³, bir sığaca bağlandığında, pilden sığaca aralarındaki potansiyel farkından dolayı yük transferi olur. Bu transfer, sığacın plakaları arasındaki potansiyel farkı pilin potansiyel farkına eşitlenene kadar devam eder. Bu potansiyel farkında plakalar üzerindeki Q yükünün büyüklüğü sığacın sığası ile doğru orantılıdır.

4.2 Sığanın Analitik Olarak Belirlenmesi

Bir sığacın sığası deneysel olarak belirlenebileceği gibi, basit durumlarda Denklem 4.1 kullanılarak da belirlenebilir. Bunun için izlenmesi gereken prosedür aşağıdaki gibidir;

- 1 Öncelikle sığasını belirlemek istediğimiz sığacı oluşturan iletkenlere Q ve $-Q$ yüklerini yerleştiririz.
- 2 Artık Q 'yu biliyoruz. Yapmamız gereken şey, bu yüklü iletkenler arasındaki potansiyel farkını hesaplamak olacak. Ancak bunun için elektrik alana ihtiyacımız var. Gauss Yasasından veya Coulomb Yasasından E 'yi hesaplamak ikinci adımımız olacak.
- 3 İletkenler arası elektrik alanı, E , kullanarak plakalar arası potansiyel farkı, ΔV hesaplanabilir:

$$V = \Delta V = V_b - V_a = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

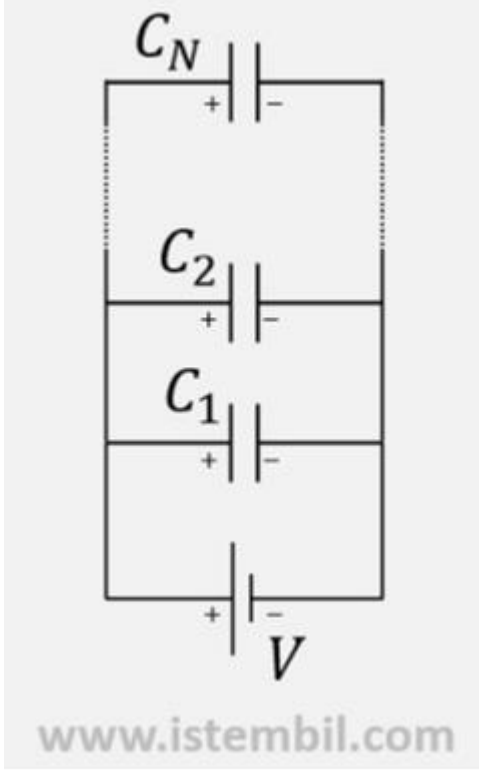
Sığa, C , her zaman pozitif bir nicelik. Burada V 'yi pozitif yüklü plakanın (iletkenin) potansiyeli olarak tanımlamamız lazım ki, ΔV pozitif olsun. Böylece Q/V pozitif olacaktır.

- 4 Son adımda ise artık Q biliniyor, V biliniyor. Tek yapmamız gereken, Denklem 4.1'i kullanmak ve C 'yi bulmak olacaktır.

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

4.3 Seri ve Paralel Bağlı Sığaçlar

4.3.1 Paralel Bağlı Sığaçlar



Şekil 4.3 Paralel bağlı sığaçlar

Sığaçlar (N tane) Şekil 4.3'te gösterildiği gibi **paralel** olarak bağlandıklarında eşdeğer sığa

$$C_{es} = C_1 + C_2 + \dots + C_N \quad (4.2)$$

ile verilir.

Denk. 4.2 Nereden Geliyor? Sığaçlar pile bağlandığı andan itibaren pil ile sığaçların plakaları arasında yük alışverişi olacaktır. Bu alışveriş sığaçlar üzerindeki potansiyel farkı pilin terminalleri arasındaki potansiyel farkına eşit olana kadar devam edecektir (**Hatırlatma:** pozitif yükler yüksek potansiyelden alçak potansiyele doğru hareket ederler). Şimdi sığaçların pozitif yüklü plakalarını ve pilin pozitif terminalini düşünelim. Pilin "+" terminalinden çıkan toplam yük sığaçlara sığalarına göre dağılacak ($Q = CV$), ve sığaçların pozitif plakalarında toplanan yük, pilden çıkan toplam yüke eşit olacaktır.

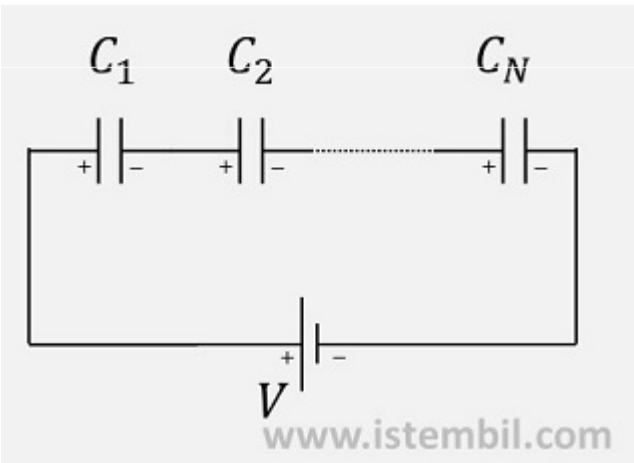
$$Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_N$$

Eğer N sığacı tek bir sığaç (C_{es}) ile değiştirirsek, pilden çıkan toplam yük $Q = C_{es} V$ olacaktır. Bu durumda yukarıdaki denklem;

$$C_{es} V = C_1 V + C_2 V + \dots + C_N V$$

denkleminde dönüşecektir. Her iki taraftan da V 'ler sadeleştirildiğinde de **Denk 4.2**'nin elde edildiği görülür.

4.3.2 Seri Bağlı Sığaçlar



Şekil 4.4 Seri bağlı sığaçlar

Sığaçlar (N tane) Şekil 4.4'te gösterildiği gibi **seri** bağlandıklarında ise, devrenin eş sığası:

$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_N} \quad (4.3)$$

ile verilir.

Denk. 4.3 Nereden Geliyor? Sığaçlar seri bağlandığında hepsinin üzerindeki yükün aynı olduğunu ve pilin elektrik potansiyeli sığalarına ters orantılı şekilde paylaştıklarını görebilirsenez bu sorunun cevabını vermek o kadar da zor olmayacaktır. **Bizler bunu problem setinde bir soru olarak çözmeden önce sizler cevabı bulabilir misiniz?**

Genellikle devreler yalnızca seri veya yalnızca paralel bağlı sığaçlardan oluşmaz ve biraz daha karmaşıktır. Bu devrelerde birbirleriyle seri ve paralel bağlı sığaçlardan oluşan alt kısımlar olabilir. Bu durumlarda, önce hangi sığaçların hangileri ile paralel ve seri bağlı olduğuna karar verilmeli ve devre adım adım sade bir hale dönüştürülmelidir.

4.4 Depolanan Elektrik Enerjisi

Elektrik potansiyel enerjisinden bahsederken sonsuz uzaklıklardan bir kaç yükü bir araya getirdiğimizde bu yüklerin oluşturduğu sistemin bir elektrik potansiyel enerjisi kazandığını söylemiştik. Kazanılan bu potansiyel enerji, dışarıdan bu yükleri bir araya getirmek için yapılan işe eşitti (Bakınız: [Bölüm 3](#) ve [Problem 3.2](#)). Aynı yaklaşımla, bir sığaç Q yükü ile yüklendiğinde, sığaın bir potansiyel enerji kazandığı söylenir. Buradaki fark, yükleri sonsuzdan getiriyor, bir plakadan diğer plakaya götürüyoruz. İlk başta nötr olan plakalar, yük transferiyle birlikte $+Q$ ve $-Q$ yükleri ile yüklenirler ve aralarında V potansiyel farkı oluşur. Bu durumda sığaçta depolanan elektrik enerjisi

$$U = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}C V^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} \quad (4.4)$$

ile verilir.

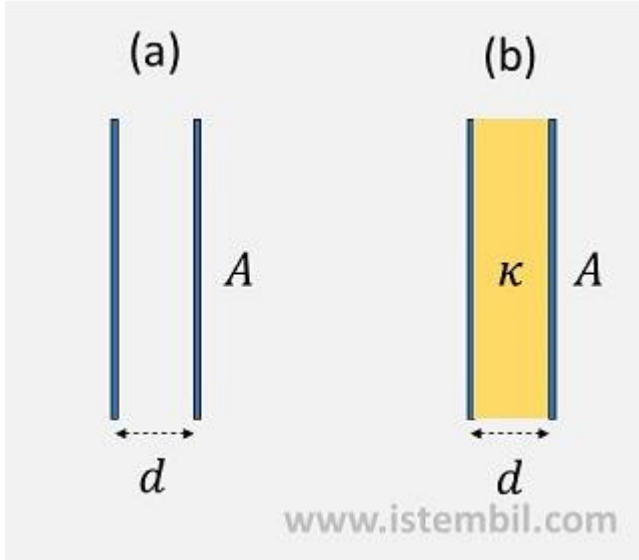
NOT: Burada işi sığacı yükleyen pil yapacaktır.

Bu enerjinin aslında plakalar arasındaki elektrik alanda depolandığı düşünülebilir. Boş uzayda \vec{E} elektrik alanı olan bir bölgede enerji yoğunluğu (birim hacim başına düşen enerji)

$$u = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \quad (4.5)$$

ile bulunur.

4.5 Dielektrik Malzemeler



Şekil 4.5 Birbiri ile eş (a) boş ve (b) dielektrik malzeme ile dolu sığaçlar. Boş sığaç C sığasına sahipken, içi dolu sığaın sığası $C = \kappa C$ 'dır.

Eğer bir sığaın plakaları arası kağıt veya plastik gibi yalıtkan bir malzeme ile doldurulursa, sığaın arttığı gözlemlenir. Ne kadar arttığı bu araya konan ve **dielektrik** olarak adlandırılan bu malzemenin cinsine göre değişiklik gösterir. Eğer bir sığaın sığası içi boş iken C_0 ise, dielektrik malzeme ile doldurulduğunda sığası

$$C = \kappa C_0 \quad (4.6)$$

olur. κ dielektrik sabitidir ve malzemeden malzemeye değişir. Hava için hemen hemen 1 iken, cam için 5, Strontiyum titan için 300'dür. Böylece boyutları ile oynamadan bir sığaın sığasını 300 kat artırabilmek mümkündür. **Şekil 4.5**'te gösterilen paralel plaka sığaın sığası dielektrik malzeme ile dolduruluktan sonra:

$$C = \kappa C_0 = \kappa \epsilon_0 \frac{A}{d} \epsilon \quad (4.7)$$

olacaktır. Burada $\epsilon = \kappa \epsilon_0$ plakalar arasına yerleştirilen malzemenin elektriksel geçirgenliğidir.

İç dielektrik malzeme ile dolu bir sığaın plakaları arasındaki enerji yoğunluğu ise:

$$u = \frac{1}{2} \kappa \epsilon_0 E^2 = \frac{1}{2} \epsilon E^2 \quad (4.8)$$