

DENEY II

RC ZAMAN SABİTİ

Amaç

- Bir RC devresinde bir kondansatörün deşarj davranışını incelemek.
- Gerilimi zamanın bir fonksiyonu olarak ölçmek ve RC zaman sabitini belirlemek.
- Deneysel zaman sabitini teorik değer $\tau = RC$ ile karşılaştırmak.
- Üstel azalma verilerini çizme ve analiz etme pratiği yapmak.

Deney Malzemeleri

- DC güç kaynağı, dijital voltmetre veya multimetre, kondansatör, anahtar, kronometre veya zamanlayıcı, bağlantı kabloları, breadboard veya devre kartı

Teorik Bilgi

Bir RC devresi, bir direnç R , bir kondansatör C ve bir elektromotor kuvvet kaynağı ε 'den oluşur. Devrenin davranışı, kondansatörün anahtar aracılığıyla nasıl bağlandığına bağlıdır. Şekil 1'de gösterilen düzenekte, anahtar kondansatörün ya güç kaynağına bağlanmasını (A konumu) ya da ondan ayrılarak direnç üzerinden deşarj olmasını (B konumu) sağlar.

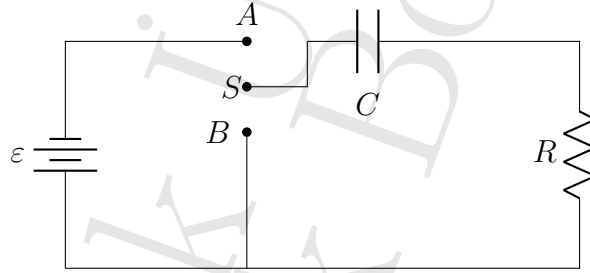


Figure 1: Anahtarın A konumunda şarjı veya B konumunda deşarjı seçtiği RC devresi.

Anahtar $t = 0$ anında A konumuna getirilirse, kondansatör direnç üzerinden şarj olmaya başlar. Başlangıçta kondansatör yüksüzdür, bu nedenle akım maksimum değeri $I_0 = \varepsilon/R$ 'dir. Kondansatör plakalarında yük biriktikçe, kondansatör üzerindeki gerilim artar ve kaynağa karşı koyar. Sonuç olarak akım zamanla üstel olarak azalırken, kondansatör üzerindeki yük maksimum değeri $C\varepsilon$ 'ye doğru artar. Yük ve akımın zamana bağlılığı şu şekilde verilir:

$$Q(t) = C\varepsilon (1 - e^{-t/RC}), \quad I(t) = \frac{\varepsilon}{R} e^{-t/RC}.$$

Yeterince uzun bir süre sonra kondansatör tamamen şarj olur ve devredeki akım sifıra yaklaşır. Anahtar daha sonra B konumuna getirilirse, güç kaynağı devreden çıkarılır ve kondansatör direnç üzerinden deşarj olur. Bu süreçte hem kondansatör üzerindeki yük hem de akım üstel olarak azalır:

$$Q(t) = Q_0 e^{-t/RC}, \quad I(t) = \frac{Q_0}{RC} e^{-t/RC}.$$

RC büyüklüğüne devrenin zaman sabiti denir ve kondansatörün ne kadar hızlı şarj veya deşarj olduğunu belirler. Birimi saniyedir ve devrede önemli değişimlerin gerçekleştiği karakteristik zaman

ölçeğini temsil eder. Örneğin, deşarj sırasında gerilim veya yük, RC süresi sonunda başlangıç değeri- nin yaklaşık %37'sine düşer.

Pratik ölçümlerde, kondansatör üzerindeki gerilim genellikle zamanın bir fonksiyonu olarak kaydedilir. Birçok laboratuvar düzeninde, ölçüm cihazının (voltmetre) iç direnci, kondansatörün deşarj olduğu etkin direnç olarak görev yapar. Bu durum Şekil 2'de gösterilmektedir.

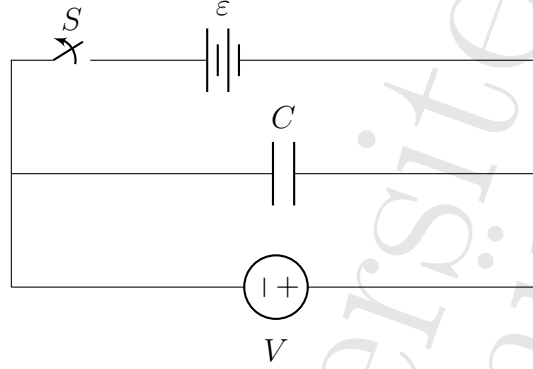


Figure 2: Voltmetrenin giriş direncinin deşarj direnci olarak davrandığı RC devresi.

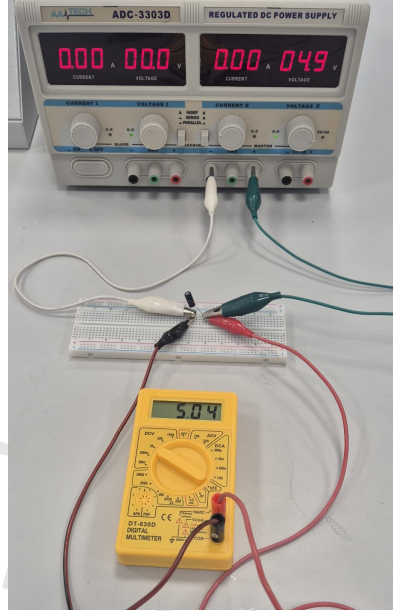


Figure 3: RC devresi deney düzeneđi.

Anahtar açıldığında, kondansatör etkin direnç R_v üzerinden deşarj olur ve kondansatör üzerindeki gerilim şu şekilde değişir:

$$V(t) = V_0 e^{-t/RC}.$$

Her iki tarafın doğal logaritması alındığında:

$$\ln V = \ln V_0 - \frac{t}{RC}.$$

Böylece $\ln V$ 'nin zamana karşı grafiği eğimi $-1/RC$ olan doğrusal bir grafik verir. Bu eğimden devrenin zaman sabiti deneysel olarak belirlenebilir. Direnç biliniyorsa kapasitans veya kapasitans biliniyorsa direnç hesaplanabilir.

Deneyin Yapılışı

1. Şekil 2'de gösterilen devreyi kondansatör, voltmetre, anahtar ve DC güç kaynağını kullanarak kurunuz. Güç uygulamadan önce devreyi öğretim elemanına kontrol ettiriniz. Voltmetrenin giriş direncini veri tablosuna R olarak kaydediniz.
2. Anahtarı kapatınız ve güç kaynağını kondansatör için belirlenen başlangıç gerilimi V_0 'a ayarlayınız. Bu başlangıç gerilimini veri tablosuna kaydediniz.
3. Anahtarı açınız ve aynı anda zamanlayıcıyı başlatınız. Deşarj başlar başlamaz, önceden belirlenmiş zaman aralıklarında kondansatör gerilimini kaydediniz. Referans olarak aşağıdaki zaman değerleri kullanılabilir:

$$t = 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140 \text{ s.}$$

Eğer öğretim elemanı tarafından farklı zaman aralıkları belirtilmişse, bu değerleri takip ediniz. Başlangıç gerilimi V_0 , anahtar açılmadan hemen önce ölçülmelidir. Bu değer $\ln(V_0/V)$ hesaplamasında kullanılacaktır. Aksi belirtilmedikçe, lineer regresyon hesabı yalnızca $t > 0$ olan deşarj verilerine uygulanmalıdır.

4. Her zaman değeri için ölçülen $V(t)$ gerilimini veri tablosuna giriniz.
5. Gerilim değerlerini kullanarak her ölçüm zamanı için

$$\ln\left(\frac{V_0}{V}\right)$$

hesaplayınız ve sonuçları tabloya kaydediniz.

6. Verilerle lineer regresyon hesabı yaparak en iyi fit doğrusunun eğimini belirleyiniz.
- 7.

$$\text{eğim} = \frac{1}{RC}$$

bağıntısını kullanarak zaman sabiti RC 'nin deneysel değerini hesaplayınız.

8. Ölçülen RC değeri ve bilinen R direncini kullanarak kondansatörün kapasitansını C hesaplayınız.

Grafikler

1. Ölçülen verileri kullanarak gerilimin V zamana t bağlı grafiğini çiziniz. t 'yi yatay eksene, V 'yi dikey eksene yerleştiriniz. Grafik üstel azalma davranışı göstermelidir.
2. Üstel azalma eğilimini göstermek için veri noktalarından düzgün bir eğri geçiriniz.
3. Hesaplanan değerleri kullanarak $\ln(V_0/V)$ 'nin zamana (t) bağlı grafiğini çiziniz. t 'yi yatay eksene, $\ln(V_0/V)$ 'yi dikey eksene yerleştiriniz.
4. $t - \ln(V_0/V)$ grafiği üzerine lineer regresyondan elde edilen doğruyu çiziniz.

Ölçüm Analizi: Deneysel veriler kullanılarak yapılan hesaplamaları ve ilgili formülleri gösteriniz.

Sonuç / Tartışma: Sonuçları özetleyiniz, fiziksel anlamlarını tartışınız ve teorik beklentilerle karşılaştırınız.

Karabük Üniversitesi
Fizik Bölümü

Hazırlayan

Prof. Dr. Necla ÇAKMAK

Dr. Öğr. Üyesi Ulvi KANBUR

Karabük Üniversitesi, Fizik Bölümü, 2026