

## Deney 7: RC Devrelerin Doğal Tepkisi

**Hedef:** RC Devrelerin sönümlenmesini izlemek, osiloskop ve sinyal jeneratörünün kullanımını öğrenmek.

### Gerekli Malzemeler:

- ❖ Sinyal jeneratörü, osiloskop
- ❖  $1k\Omega$ ,  $2.2k\Omega$  direnç ve  $10\mu F$  kapasitör

**Ön Bilgi:** DC devrelerde kapasitörler elektrik alanlarında gerilim depolar ve devrenin enerjisi kesildiğinde depoladıkları gerilimi devre üzerinde boşaltarak sönümlenirler. Bu hareketi görmek için çok hızlı bir şekilde anahtarlama yapılabilir ancak, daha kolay bir yol olan kare dalga uygulanarak sönümlenme osiloskop yardımıyla izlenebilir.

**Kare Dalga:** Durumu bir frekansa bağlı olarak değişen bir anahtarlama sinyalidir. İki durumu vardır.  $0V$  ve  $V_m$  genliği. Aşağıda genliği  $5V$  olan bir kare dalga gösterilmiştir.



Bir kare dalganın frekansını belirlemek için periyodunu bilmek gerekir. Bir sinyal için periyot kendini tekrarladığı en kısa zaman aralığıdır. İkili durum söz konusu olduğu için iki tepe veya iki alçak nokta arasındaki zaman kare dalganın periyodu demektir. Periyodu bulduktan sonra frekans aşağıdaki denklem yardımıyla bulunur;

$$f = \frac{1}{t} \quad (7.1)$$

Örneğin iki tepe arasındaki geçen zaman  $50mS$  olsun. Bu durumda bu kare dalganın frekansı;

$$f = \frac{1}{50mS} = 20Hz$$

**Kapasitör:** İki iletken plaka arasına bir dielektrik ortam konularak oluşturulan ve elektrik alanlarında gerilim depolamaya yarayan devre elemanıdır. Kapasitör üzerinden akan akım;

$$i_c = C \cdot \frac{dv}{dt} \quad (7.2)$$

Burada;  $v$  : Kapasitör üzerindeki gerilim(Volt),

$C$  : Kapasite değeri(Farad)

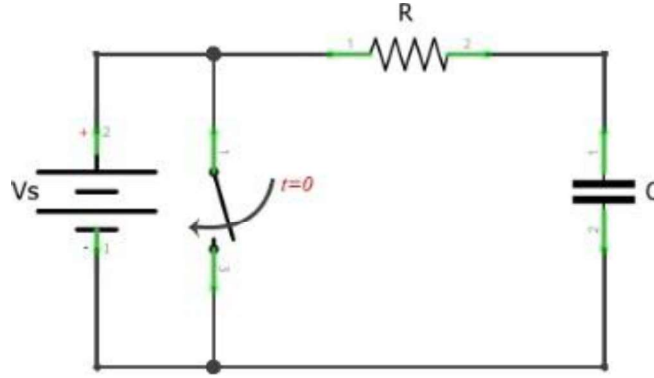
$t$  : Zaman(s)

Kapasitör üzerinde düşen gerilim;

$$v(t) = \frac{1}{C} \cdot \int_{-\infty}^t i_c(t) dt \quad (7.3)$$

ile verilir.

**RC Devrelerinin Doğal Tepkisi:** Sadece kaynak, direnç ve kapasitör içeren birinci dereceden devrelere RC devreler denir. Doğal tepki denmesinin sebebi kapasitör şarj olduktan sonra bir anahtar yardımıyla kaynak devreden bağımsız hale getirilip devrede sadece RC elemanlarının kalması ve kapasitörün bir kaynak gibi davranarak direnç üzerinden sönümlenmesi denebilir. Bir RC devresinin analizini beraber yapalım;



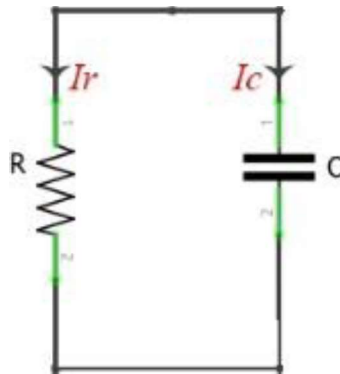
Şekil 7.1

Devre uzun süre çalıştıktan sonra  $t=0$  anında anahtar kapatılıyor. Devre uzun süre çalıştığı için kapasitör açık devre gibi davranacaktır. Yani anahtar kapatılmadan hemen önce  $t = 0^-$  anında kapasitör açık devre olacaktır. Direnç üzerinden akım geçmediği için gerilim düşümü olmayacaktır. Bu sebeple kapasitörün üzerine düşen gerilim kaynağa eşit olacaktır. Yani;

$$v(0^-) = V_s \quad (7.4)$$

olacaktır.

Anahtar açıldıktan sonra gerilim kaynağı kısa devre olacaktır ve devre aşağıdaki gibi olacaktır;



Şekil 7.2

Kirchhoff Akım Kanunu gereği;

$$I_r + I_c = 0 \quad (7.5)$$

Kapasite için 7.2 denklemini 7.5'te yerine yazarsak;

$$\frac{V}{R} + C \cdot \frac{dv}{dt} = 0 \quad (7.6)$$

düzenlersek;

$$\frac{dv}{v} = -\frac{1}{RC} \cdot dt \quad (7.7)$$

Her iki tarafın integrali alınırsa;

$$\int \frac{dv}{v} = \int -\frac{1}{RC} dt \quad (7.8)$$

$$\ln|v - v_0| = -\frac{t}{RC} \quad (7.9)$$

$$v(t) = V_0 \cdot e^{-t/RC} \quad (7.10)$$

$\tau = RC$  zaman sabiti olarak bilinir.

$$v(t) = V_0 \cdot e^{-t/\tau} \quad (7.11)$$

Burada  $V_0$  anahtar kapatıldığı andaki kapasite gerilimi yani  $V_0 = v(0)$ . Kapasite gerilimi anlık değişmediği için;

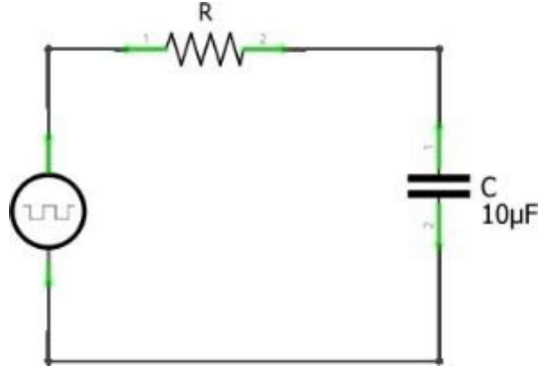
$$v(0^-) = v(0^+) = v(0) \quad (7.12)$$

Şekil 7.2'deki devre için  $v(0) = V_s$  olduğundan

$$v(t) = V_s \cdot e^{-t/\tau} \quad (7.13)$$

Bir RC devresinde kapasitenin direnç üzerinde sönmelenmesi için  $t = 5\tau$  süre geçmesi gerekir.

### Ön Hazırlık Soruları:



Şekil 7.3

Şekil 7.3'teki devre için sırayla  $R = 1k\Omega$  ve  $R = 2.2k\Omega$  direnç değerlerini seçerek ve kare dalgaının frekansını 1kHz'e ayarlayarak aşağıdaki soruları hesaplayınız.

- ❖  $v(t) = ?$
- ❖ Zaman sabiti  $\tau$ 'yu bulunuz.

### Deneyin Yapılışı:

- ❖ Şekil 7.3'teki devreyi breadboarda kurunuz.
- ❖ Sinyal jeneratörünü kare dalga moduna alarak frekansı 1kHz seçiniz.
- ❖ Osiloskopun kalibrasyonunu yapınız.
- ❖ Kapasitenin gerilimini osiloskop yardımıyla ölçünüz ve sönümlemeyi gözlemlemeye çalışınız. Elde ettiğiniz sönümlemeyi milimetrik kağıda çiziniz.
- ❖  $R = 1\Omega$  ve  $R = 2.2k\Omega$  için deneyi ayrı ayrı tekrarlayınız.
- ❖ Direnç değeri büyüdükçe devrede hangi değişimler oluyor?