

GEÇİCİ OLAYLARIN İNCELENMESİ

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

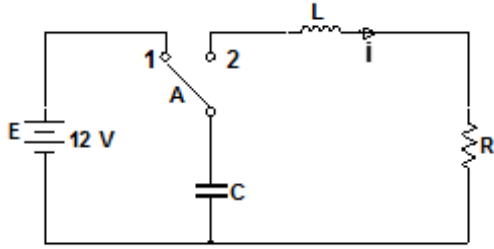
1. Geçici olay ve Sürekli olay nedir? Kısaca açıklayınız.
2. Kondansatör ve Endüktans elemanlarına ait akım gerilim bağıntılarını belirleyiniz.
3. Bir kondansatörün bir direnç üzerinden dolarken ve boşalırken uçlarındaki gerilimin zamana bağlı değişimine ait denklemleri grafikleriyle birlikte belirleyiniz.
4. İkinci dereceden sabit katsayılı homojen diferansiyel denklemlerin çözüm aşamalarını anlatınız.
5. E gerilimiyle dolu olan bir kondansatörün birbirine seri bağlı R ve L üzerinden boşalırken uçlarındaki gerilimin zamanla değişimini inceleyiniz.
6. Breadbord (Devre tahtası) özelliklerini inceleyiniz ve bir breadboard üzerinde elektrik devresinin nasıl kurulacağı hakkında bilgi edininiz.

NOT: Hazırlık çalışmalarını rapor halinde hazırlayarak (rapor kapağı ile birlikte) deneylere geliniz. Hazırlık raporu olmayanlar deneylere alınmayacaktır.

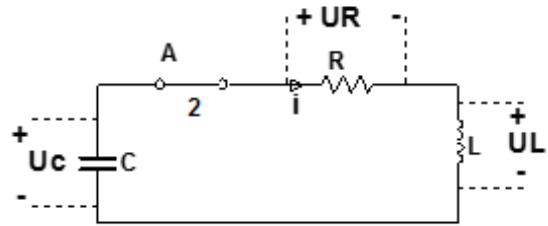
AÇIKLAMALAR

Sistemlerin bir sürekli durumdan ikinci bir sürekli duruma geçerken gösterdikleri davranışlara geçici olaylar denilmektedir. Bu deneyde R, L ve C elemanlarından oluşan bir elektriksel devrenin göstereceği geçici olaylar incelenecektir.

Şekil 1’deki devrede birinci sürekli durumda anahtar 1 konumundadır ve bu durumda C kondansatörü E gerilimiyle doldurulmaktadır. Bu nedenle $i=0$, $U_C=E$, $U_R=0$ ve $U_L=0$ dir.



Şekil 1



Şekil 2

İkinci sürekli duruma A anahtarı 2 konumuna alındıktan belirli bir süre sonra varılmaktadır. Bu durumda $i=0$, $U_C=0$, $U_R=0$ ve $U_L=0$ olacaktır, yani ilk durumda E gerilimine kadar dolan kondansatör anahtar 2 konumuna alındıktan sonra kondansatör R ve L üzerinden tamamen boşalacak ve ikinci sürekli duruma ulaşılabilecektir. Şimdi bu iki sürekli durum arasında oluşan geçici olayları inceleyelim. Anahtar 2 konumuna alındığında Şekil 2’deki devre oluşacaktır. Bu devrede U_C gerilimini elde etmek için yazılan bir çevre denklemini (1) ve (2) denklemlerini elde edebiliriz;

$$U_R + U_L - U_C = 0 \quad (1)$$

$$R \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = 0 \quad (2)$$

(1) ve (2) denklemleri kullanılarak sistemde dolaşan akımın ve devre elemanları uçlarındaki gerilimlerin zamana göre değişimini bulabiliriz. Örneğin kondansatörün uçlarındaki gerilim değişimini belirleyelim.

Kondansatörün gerilimi ile akımı arasındaki bağıntı:

$$i = -C \frac{du_C}{dt} \quad (3)$$

kullanılarak, i akım ifadesini (2) eşitliğinde yerine yazarsak;

$$RC \frac{du_C}{dt} + LC \frac{d^2 u_C}{dt^2} + u_C = 0 \quad (4)$$

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \cdot \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC} u_C = 0 \quad (5)$$

(4) ve (5) denklemleri elde edilir. Denklemin katsayılarını $D=R/L$ (D sönüm sabiti) ve $w_0^2 = 1/LC$ (w_0 devrenin öz frekansı) ile gösterirsek kondansatör geriliminin değişimini belirleyen diferansiyel denklem

$$\frac{d^2 u_C}{dt^2} + D \frac{du_C}{dt} + w_0^2 u_C = 0 \quad (6)$$

olarak bulunur.

Bilindiği gibi bu tür denklemlerin çözümü için öncelikle çözülecek olan diferansiyel denklemin karakteristik denklemi yazılmalıdır. (6) denkleme ait karakteristik denklem (7) de verilmektedir:

$$p^2 + D \cdot p + w_0^2 = 0 \quad (7)$$

eşitliğinden, (7) nolu denklemin köklerini:

$$p_{1,2} = -\frac{D}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{D^2}{4} - w_0^2\right)} \quad (8)$$

olarak bulunur. (8) denkleminde elde edilen köklerin değerine bağlı olarak kondansatör

boşalırken uçlarındaki gerilimin ani değeri (9) denkleminde verilmektedir.

$$U_C(t) = k_1 \cdot e^{p_1 t} + k_2 \cdot e^{p_2 t} \quad (9)$$

k_1 ve k_2 sabiteleri devrenin başlangıç durumunu belirlemektedir. Anahtar 1 konumundayken C kondansatörü, E gerilimi ile doldurulmuştur. O halde anahtar 2 konumuna alındığı anda ($t=0$) kondansatör gerilimi;

$$U_C(0) = E = k_1 + k_2 \quad (10)$$

olacaktır. Devreden geçen akım ise;

$$i = -C \frac{du_C}{dt} = -C(k_1 p_1 e^{p_1 t} + k_2 p_2 e^{p_2 t}) \quad (11)$$

olarak bulunur. Anahtar kapandığı anda bobin etkisinden dolayı akım sıçrama yapamayacağından

$$i(0) = 0 = k_1 \cdot p_1 + k_2 \cdot p_2 \quad (12)$$

bağıntısı bulunur. (10) ve (12) nolu bağıntılar kullanılarak k_1 ve k_2 sabitleri :

$$k_1 = E \frac{p_2}{p_2 - p_1} \quad \text{ve} \quad k_2 = -E \frac{p_1}{p_2 - p_1} \quad (13)$$

olarak bulunur. (9) nolu denklemle belirtilen geçici olayda gerilimin değişimi köklerin değerlerine göre üç ayrı durum göstermektedir.

1. Titreşimsiz Durum

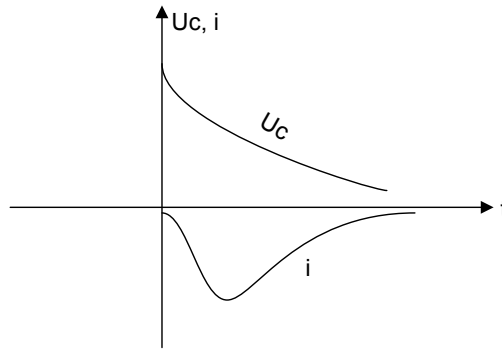
(8) denkleminde $\frac{D^2}{4} > w_0^2$ durumu oluştuğunda p_1 ve p_2 köklerinin ikisi birden gerçeldir ve ikisi birden negatiftir.

Kondansatör geriliminin ve akımının zamanla değişimi :

$$U_C(t) = \frac{E \cdot p_1 \cdot p_2}{p_1 - p_2} (e^{p_1 t} + e^{p_2 t}) \quad (14)$$

$$I_C(t) = -C \frac{du_C}{dt} = -\frac{C \cdot E \cdot p_1 \cdot p_2}{p_2 - p_1} (e^{p_1 t} - e^{p_2 t}) \quad (15)$$

(14) ve (15) denklemlerinde p_1 ve p_2 negatif olduğundan dolayı kondansatörün uçlarındaki gerilim üssel bir şekilde azalmaktadır. Akımın ve gerilimin değişimi Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3

2. Titreşimli Durum

$\frac{D^2}{4} < w_0^2$ olduğunda kökler karmaşıktır.

$$p_{1,2} = -\frac{D}{2} \pm j\sqrt{w_0^2 - \frac{D^2}{4}} = -\frac{D}{2} \pm jw_1 \quad (16)$$

Bu köklere değerlerine göre gerilim değişimi:

$$U_C(t) = e^{-(D/2)t} (k_1 \cos(w_1 t) + k_2 \sin(w_1 t)) \quad (17)$$

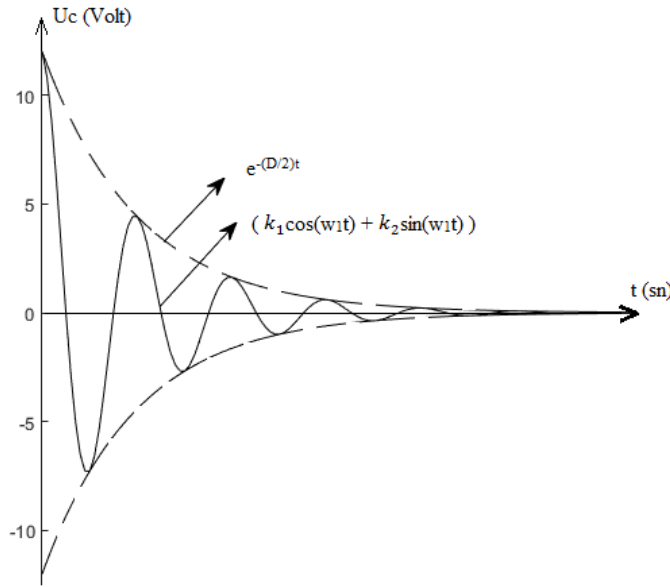
elde edilir. Devreden geçen akım ise:

$$i(t) = A_1 \cos w_0 t \cdot e^{-(D/2)t} - A_2 \sin w_0 t \cdot e^{-(D/2)t} \quad (18)$$

olarak bulunur. (18) denkleminde;

$$A_1 = c_2 \cdot w_0 \cdot c_1 \cdot \frac{D}{2} \quad \text{ve} \quad A_2 = c_1 \cdot w_0 \cdot c_2 \cdot \frac{D}{2} \quad (19)$$

şeklindedir. Şekil 4'te görüldüğü gibi U_C 'nin değişimi genliği zarfı ($e^{-(D/2)t}$) işareti olacak şekilde üssel bir fonksiyonla ($e^{-(D/2)t}$) azalan bir sinüs titreşimidir.



Şekil 4

Gerilimin genel değişimi (17) nolu eşitlikle verilmiştir. Oluşan titreşimin frekansı devrenin öz frekansı w_0 dan küçüktür. Devrede sönümü belirleyen direnç ne kadar küçük olursa w_0 ile w_1 arasındaki fark da o kadar azalır. Devrenin direnci sıfır olsaydı geçici olay bitmeyen bir sinüs titreşimi olacaktı.

3. Titreşimin Sınır Durumu

$\frac{D^2}{4} = w_0^2$ olması durumunda $p_1 = p_2 = -D/2$ olacaktır. Bu durumda gerilim değişimi;

$$U_C(t) = k_1 \cdot e^{pt} + k_2 \cdot t e^{pt} \quad (20)$$

şeklinde bulmaktayız. Kökler birbirlerine eşit oldukları bu durumda başlangıç şartlarının kullanılmasıyla $k_1 = E$ ve $k_2 = E \cdot (D/2)$ olarak elde edilir ve gerilim değişimi;

$$U_C(t) = E \left(1 + \frac{D}{2} t \right) \cdot e^{-(D/2)t} \quad (21)$$

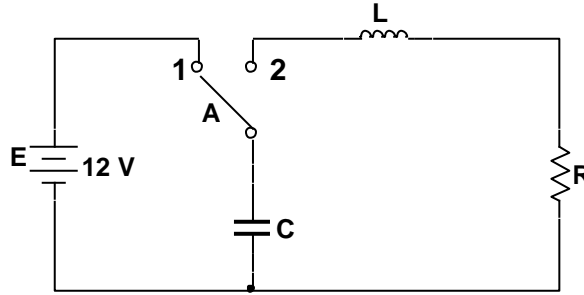
olarak elde edilmektedir.

DENEYİN YAPILIŞI:

Deneyde Kullanılan Malzemeler

- DC kaynak
- Anahtarlama için zaman rölesi
- 10 μ F ve 100 μ F Kondansatör
- 90 mH Endüktans
- Ayarlanabilir direnç kutusu
- Osiloskop
- Bağlantı kabloları

Şekil 5 te verilen devreyi kurunuz.



Şekil 5

Devredeki A anahtarı 1 konumuna getirilerek C kondansatörü E gerilimi ile doldurulmakta ve anahtarın 2 konumuna getirilmesiyle oluşturulan devrede geçici bir olay yaratılmaktadır. U_C geriliminin değişimi osiloskopta incelenecektir. Röle sürekli olarak çalıştığı için osiloskopta duran bir şekil elde edilir.

Deney 1. Devrede U_C geriliminin değişimini osiloskop yardımıyla $R=0, 50, 100, 150, 190, 300, 1500, \infty \Omega$ değerleri için sırasıyla deney raporunda bulunan grafiklere çizin. Osiloskop yardımıyla geçici olayın süresini (kondansatörün boşalma süresini) ölçünüz ve bu değerleri deney sonuçları bölümünde bulunan tablolara yazınız. Gördüğünüz değişiklikleri kuramsal bilgilerle bağdaştırmaya çalışınız.

Deney 2. Devrede kullanılan elemanların değerleri $L=90$ mH ve $C=10$ μ F olarak verilmiştir. Titreşimin sınır durumu için gerekli kritik direnç değerini hesaplayınız. Bu değerde oluşan U_C gerilim değişimini deney raporunda bulunan grafiklere çizin.

Deney 3. Devreden L'yi çıkartınız. Osiloskop yardımıyla U_C geriliminin değişimini $R=0, 300, 500 \Omega$ değerleri deney raporunda bulunan grafiklere çizin. Her direnç değeri için geçici olayın süresini ölçünüz ve tabloya kaydediniz.

ÖNEMLİ NOT

Deneylerin düzgün bir şekilde yapılabilmesi için hazırlık sorularının yapılması ve yöntemlerin teorik kısmının iyi bilinmesi gerekmektedir.