

DENEY 6 :

SERİ RL VE RC DEVRELERİNİN GEÇİCİ HAL ANALİZİ

Amaç: Akım ve gerilim depolayan bobin ve kondansatör elemanlarının doğru akım ve kare dalgaya karşı zaman domeni davranışlarının incelenmesi

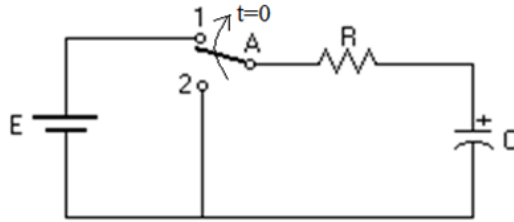
Kullanılacak cihaz ve devre elemanları:

1. Dirençler :2,2 kΩ
2. Bobinler :47mH
3. Kondansatörler :150 μF
4. Osiloskop
5. Osilatör (Sinyal Jeneratörü)

Teorik Bilgi:

1 RC Devresinin Açma-Kapama Davranışı

1.1 RC Devresinde anahtarı 2 konumundan 1 konumuna açma anındaki analizi



Şekil 1

Şekil 1 deki RC devresinde $t=0$ anında A anahtarı 1 konumuna alınır ve devreden I akımının akışı sağlanır. Bu durumda saat ibreleri yönü pozitif yön seçilerek aşağıdaki çevre denklemini yazabiliriz.

$$-E + V_C + V_R = 0$$

$$i(t) = C \frac{dV_C}{dt}$$

$$V_C + R \cdot i(t) = E$$

$$V_C + RC \frac{dV_C}{dt} = E$$

$$\frac{dV_C}{dt} = -\frac{1}{RC} V_C + \frac{1}{RC} E \quad (1)$$

Bu differansiyel denklemin çözümü ile kondansatör üzerinde düşen gerilim hesaplanır. (1) differansiyel denklemi çözüldüğünde

$$V_C = E.(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (2)$$

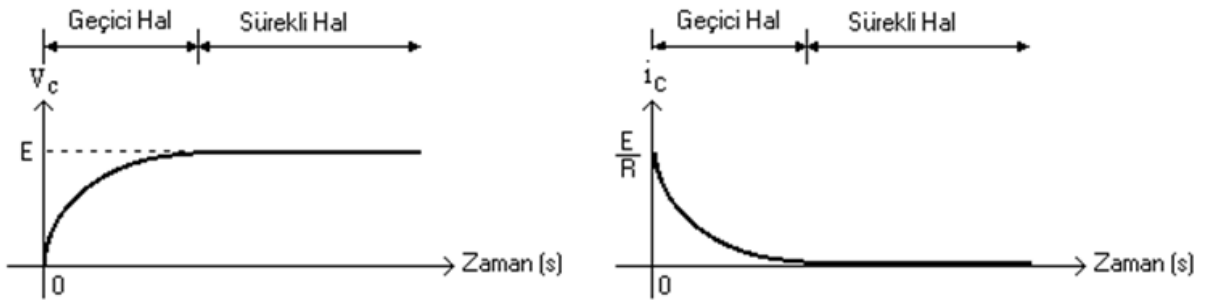
elde edilir.

Burada τ zaman sabitidir ve değeri seri RC devresi için $\tau = R.C$ ile hesaplanır. R'nin birimi ohm ve C'nin birimi farad alındığında τ 'nın birimi saniye olur. Anahtar 1 konumunda iken kondansatörden geçen akım ise

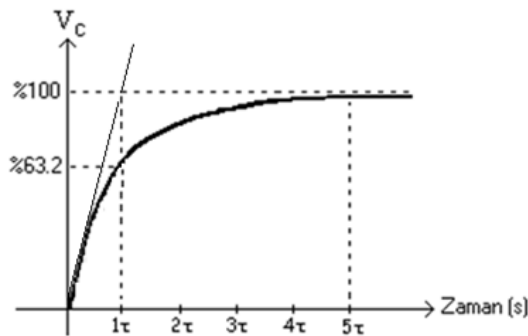
$$I_C = \frac{E}{R} e^{-t/RC} \quad (3)$$

olarak elde edilir. Seri RC devresine $t=0$ anından itibaren E genlikli DC gerilimin uygulandığına elde ettiğimiz (2) ve (3) eşitliklerine ilişkin kondansatör gerilimi ve akımının zaman göre değişimi şekil 2 deki gibi olacaktır. $V_C = E.(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = E.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

denkleminin çözümünde $t \rightarrow \infty$ 'a gittikçe $e^{-\frac{t}{\tau}}$ bileşeni SIFIR'a gider. Dolayısıyla kondansatörün gerilimi maksimum değeri olan E değerine ulaşır yani kondansatör E kaynak gerilimine şarj olur. Şekil 3 de kondansatör geriliminin geçici hal davranışı tekrar verilmiştir. Şekildende görüldüğü gibi $t = \tau$ anında V_C , maksimum değer %63'üne ulaşır. Devre zaman sabitinin 5 katı süresinden sonra ise **geçici hal** durumu ihmal edilerek **sürekli hal** durumu incelenmeye başlanır. Sürekli hal devrede $t \rightarrow \infty$ 'a giderken incelenir.



Şekil 2



Şekil 3

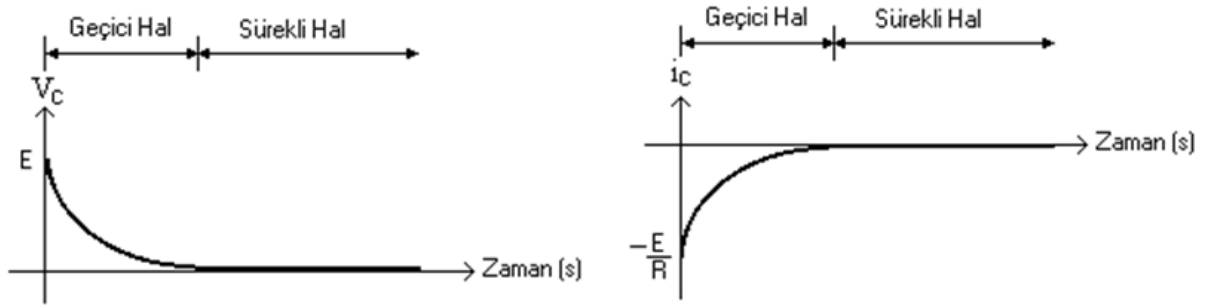
1.2 RC Devresinde anahtarı 1 konumundan 2 konumuna kapama anındaki analizi

Şekil 1'deki RC devresinde belli bir süre sonra anahtar tekrar 2 konumuna alındıktan sonra kondansatör üzerinde depolana enerji direnç üzerinde harcanacaktır. Bu boşalmaya ilişkin kondansatör gerilimi ifadesi çevre denkleminde kolayca yazılan aşağıdaki diferansiyel denklemin çözümünden elde edilir. Şekil 4'de anahtarın $t=0$ anında 1 konumundan 2 konumuna kapatılması durumunda V_C gerilim ve I_C akımının zamana göre değişim eğrileri verilmiştir.

$$\frac{dV_C}{dt} + \frac{1}{RC} V_C = 0$$

$$V_C = E e^{-t/RC}$$

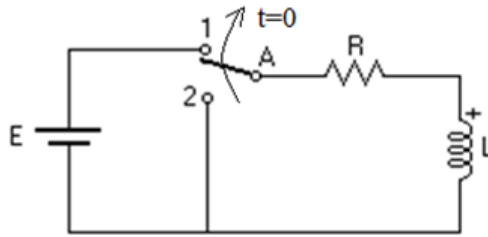
$$I_C = -\frac{E}{R} e^{-t/RC}$$



Şekil 4

2. RL Devresinin Açma-Kapama Davranışı

2.1 RL Devresinde anahtarı 2 konumundan 1 konumuna açma anındaki analizi



Şekil 5

Şekil 5 deki RL devresinde $t=0$ anında A anahtarı 2 konumundan 1 konumuna alınarak RL devresine E gerilimi uygulanır. Bu durumda saat ibreleri yönü referans yön seçilerek yazılacak olan çevre denkleminde aşağıdaki eşitlik yazılabilir.

$$R + L \cdot \frac{di}{dt} - E = 0 \quad (4)$$

Bu diferansiyel denklemin çözümünden devreden geçen akım hesaplanır:

$$I_L = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t.R}{L}}) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad (5)$$

burada τ zaman sabiti olarak adlandırılır ve seri RL devresi için değeri $\tau = L/R$ dir. L bobini (endüktans) üzerindeki gerilim ise

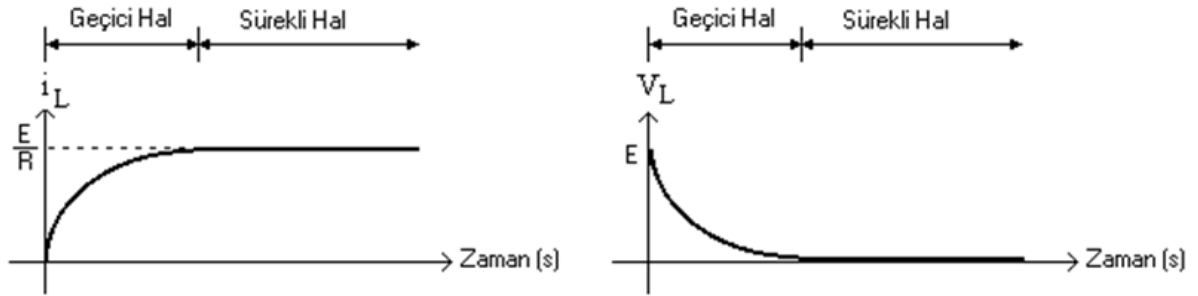
$$V_L = L \frac{di}{dt} = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad (6)$$

olarak elde edilir.

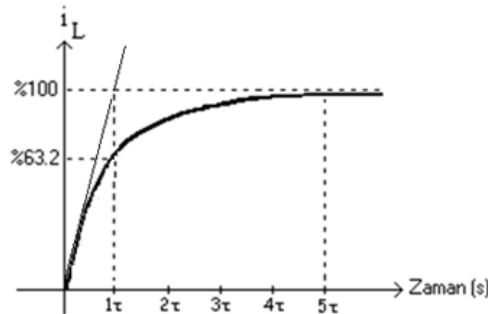
Seri RL devresine $t=0$ anından itibaren E genlikli DC gerilimin uygulandığına elde ettiğimiz (5) ve (6) eşitliklerine ilişkin endüktans akımı ve geriliminin zaman göre değişimi şekil 6 deki gibi olacaktır.

$$I_L = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t.R}{L}}) = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \text{eşitliğinde } t \rightarrow \infty \text{ 'a gittikçe bobin akımının } e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ bileşeni}$$

SIFIR'a gider. Dolayısıyla akım maksimum değeri olan E/R değerine ulaşır. Şekil 7 da bobin akımının geçici hal davranışı tekrar verilmiştir. Şekildende görüldüğü gibi $t = \tau$ anında i_L , E/R maksimum değerinin %63'üne ulaşır. Devre zaman sabitinin 5 katı süresinden sonra ise **geçici hal** durumu ihmal edilerek **sürekli hal** durumu incelenmeye başlanır. Sürekli hal devrede $t \rightarrow \infty$ 'a giderken incelenir.



Şekil 6



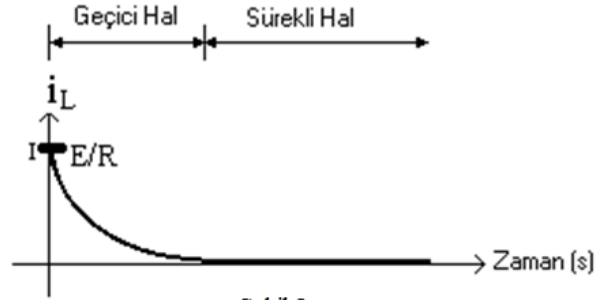
Şekil 7

2.2 RL Devresinde anahtar 1 konumundan 2 konumuna kapama anındaki analizi

RL devresinde belli bir zaman sonra anahtar 2 tekrar konumuna getirilirse, yani gerilim kaynağı devreden çıkarılırsa, bobin üzerinde depolanan enerji RC devresinde olduğu gibi direnç üzerinde boşalır.

$$I_L = \frac{E}{R} e^{-t.(R/L)} \quad (7)$$

Şekil 8, anahtarın $t=0$ anında tekrar 2 konumuna alındığında akımın değişimini göstermektedir.

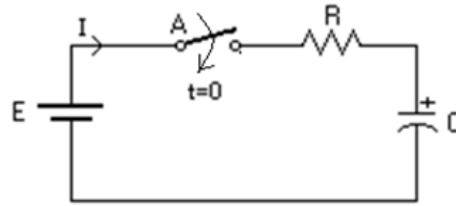


Şekil 8

Ön Çalışma :

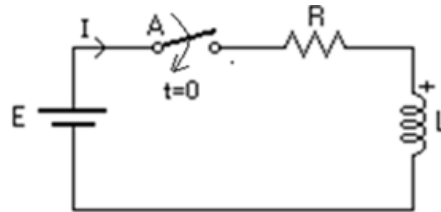
1. Bobin ve kondansatör uç akım ve gerilim denklemlerini yazınız.

2. Aşağıdaki devrede $E=10V$, $R=2.2k\ \Omega$ ve $C=150\ \mu F$ olmak üzere deney föyünün teorik bilgi kısmından da yararlanarak zaman sabitini bulunuz. A anahtarı kapatıldığı $t=0$ anından itibaren kondansatörden akan akımın ve kondansatör geriliminin zaman göre ifadelerini hesaplayınız. Ölçekli olarak çiziniz.



Şekil 9

3. Aşağıdaki devrede $E=10V$, $R=2.2k\ \Omega$ ve $L=47mH$ olmak üzere deney föyünün teorik bilgi kısmından da yararlanarak zaman sabitini bulunuz. A anahtarı kapatıldığı $t=0$ anından itibaren bobinden akan akımın ve bobin geriliminin zaman göre ifadelerini hesaplayınız. Ölçekli olarak çiziniz.

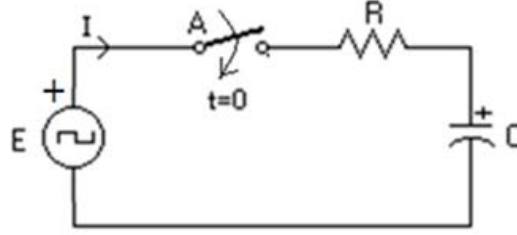


Şekil 10

Deneyin Yapılışı :

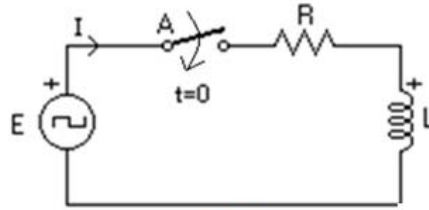
Osiloskopta devrenin DC cevabını (geçici durum analizini) görmek zor olduğundan deneyde kare dalga kullanılacaktır. Kare dalga ile anahtarı 1 konumu ile 2 konumu arasında anahtarlama işlemi periyodik olarak gerçekleştirilecektir. Deneyde sinyal jeneratörü ile frekansı ve genliğini kendimizin belirleyebileceği bir kare dalga girişi için devrenin cevabını inceleyebiliriz.

1. Şekil 11'deki devreyi kurunuz ($E=10V$, $R=2.2k\Omega$ ve $C=150\mu F$.)



Şekil 11

2. Osilatörü istediğiniz bir frekans ve genliğe ayarlayınız.
3. Devredeki kondansatör ve direnç elemanı üzerindeki gerilimleri osiloskop yardımıyla gözlemleyiniz. Osiloskop ekranında gözlemlediğiniz kare dalganın, kondansatör ve direnç elemanları üzerindeki gerilimlerin değişimlerini deney raporundaki Ekran 1'e ölçekli olarak üst üste çiziniz.
4. Değişik direnç ve kondansatör değeri için adım 3'ü tekrarlayınız. Sonuçları deney raporundaki Ekran 2'de ölçekli olarak üst üste çiziniz.
5. Şekil 12'deki devreyi kurunuz. ($E=10V$, $R=2.2k\Omega$ ve $L=47mH$)



Şekil 12

6. Osilatörü istediğiniz bir frekans ve genliğe ayarlayınız
7. Devredeki Endüktans ve Direnç elemanı üzerindeki gerilimleri osiloskop yardımıyla gözlemleyiniz. Osiloskop ekranında gözlemlediğiniz kare dalga, Endüktans ve Direnç elemanları üzerindeki gerilim değişimlerini deney raporundaki Ekran 3'de ölçekli olarak üst üste çiziniz.

DENEY RAPORU

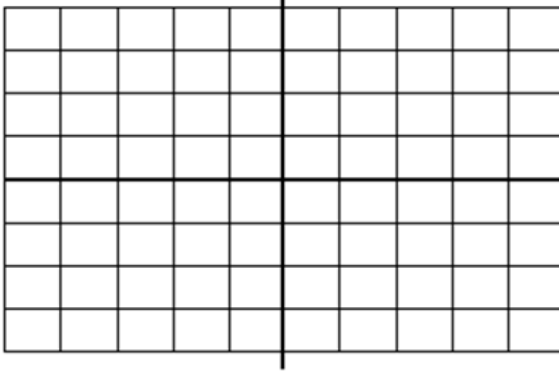
Tarih:

Deney No :
Deneyin adı : Seri RL ve RC devrelerinin geçici hal analizi
Grup No: :
Öğrencilerin isimleri :

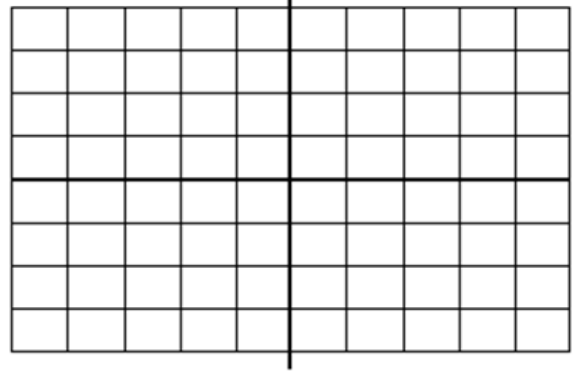
Deney Asistanının Adı :
İmzası :

Deney Sonuçları :

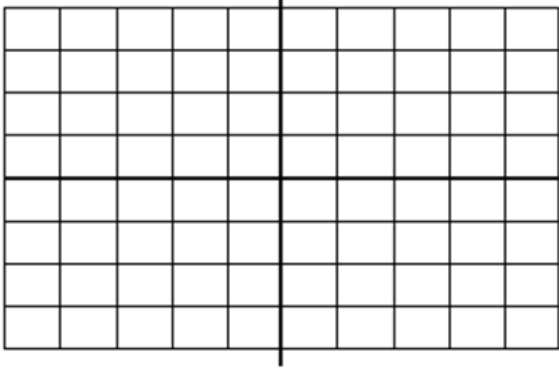
Ekran 1



Ekran 2



Ekran 3



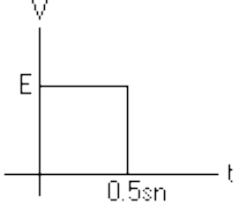
Sonuçların Yorumlanması:

- 1) Ön çalışmanın 2. adımında hesaplayarak çizdiğiniz kondansatörün çıkış gerilimi ile Ekran 1 deki deneysel olarak elde ettiğiniz çıkış gerilimini karşılaştırınız.
- 2) Ön çalışmanın 3. adımında hesaplayarak çizdiğiniz bobin çıkış gerilimi ile Ekran 3 deki deneysel olarak elde ettiğiniz çıkış gerilimini karşılaştırınız.
- 3) Ekran 2 deki giriş gerilimi ile çıkış gerilimi arasındaki faz farklarını yorumlayınız.

Görüşler:

SORULAR

1. Şekil 1'deki devrede $R=10k\Omega$, $C=100\mu F$ olmak üzere devreye $0.5sn$ 'lik bir darbe uygulanıyor. $3sn$ sonra $V_C=1V$ olduğuna göre E ne olmalıdır, hesaplayınız.



2. Şekil 5'deki devrede $R=10k\Omega$, $L=100mH$ ve $E=10V$ olmak üzere bobinden akan akımın eğrisini ölçekli olarak çiziniz. (Not: Deney föyündeki teorik bilgi kısmından yararlanılacak).