



DEVRE TEORİSİ VE ÖLÇME

LABORATUVARI - II

DENEY 2.1. : R-L Devrelerinin Analizi

1.Genel Teorik Bilgiler

Alternatif akım devrelerinde; direnç, bobin veya kondansatörler saf ve tek olarak bulunmayabilirler. Çoğu kez biri veya birkaçı birlikte bulunurlar. Ayrıca direnç, bobin veya kondansatörlerin ikisi veya daha fazlası birbiriyle seri veya paralel olarak da bağlanırlar. Birden fazla cinsteki elemanın (direnç, bobin, kondansatör) seri veya paralel bağlanması ile oluşturulan alternatif akım devresinin yerine geçebilecek aynı özellikleri verebilen tek bir eşdeğer dirence " empedans " denir. Empedans Z harfi ile gösterilir ve birimi ohm' dur.

1.1. İndüktör (Bobin)

- İndüktör, genel olarak iletken bir telin sargı biçimine getirilmesi ile elde edilir.
- İndüktörler üzerine sarıldıkları çekirdeğin türüne göre sınıflandırılırlar.
- Hava çekirdekli veya manyetik olmayan malzemeye sarılı indüktörler genel olarak radyolarda, televizyonlarda ve filtre devrelerinde kullanılır.
- Demir çekirdekli indüktörler güç devrelerinde ve filtre devrelerinde kullanılır.
- Ferrit çekirdekli indüktörler ise yüksek frekans uygulamalarında tercih edilir.
- Akım taşıyan bir tel manyetik alan oluşturur.
- Değişken bu manyetik alan bir gerilim oluşturur. Bu gerilim manyetik alanı oluşturan akımın değişim hızı ile orantılıdır.

O halde, indüktörün gerilimi aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$v_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$$

- Bu formüle göre indüktör üzerindeki gerilim, indüktör akımının değişimine bağlıdır.
- Burada L, indüktans olarak adlandırılır ve birimi "Henry [H]"dir.
- Henry aynı zamanda V.s/A'e eşittir.
- r_L bobin iç direnci olmak üzere L değeri aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

$$L = \frac{1}{2\pi f} \sqrt{\left(\frac{V_{RMS}}{I_{RMS}}\right)^2 - (r_L)^2}$$

- İndüktör akımı aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$i_L(t) = 1/L \int_{-\infty}^t V(x) dx$$

- İndüktörün güç eşitliği aşağıdaki gibidir.

$$P_L(t) = i_L(t) \cdot V_L(t) = i_L(t) L \left(\frac{di_L(t)}{dt} \right)$$

- Güç, enerjinin zamana göre değişimi olduğundan indüktörde depolanan enerji aşağıdaki gibidir.

$$W_L(t) = \frac{1}{2} L i_L^2(t)$$

- Seri bağlı n adet indüktörün eşdeğeri aşağıdaki gibidir.

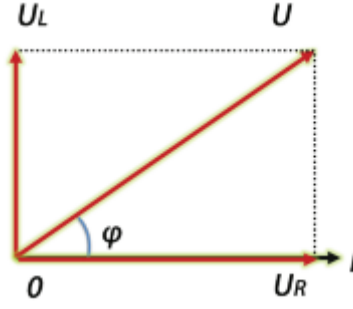
$$L_{eş} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$

- Paralel bağlı n adet indüktörün eşdeğeri ise aşağıdaki gibidir.

$$1/L_{eş} = 1/L_1 + 1/L_2 + \dots + 1/L_n$$

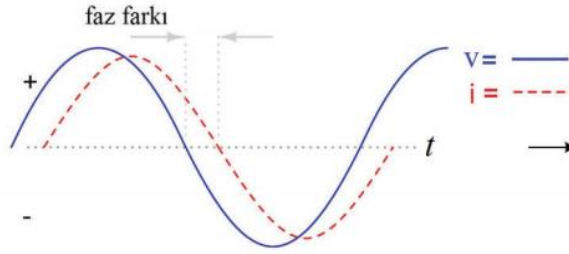
1.2. R-L Devresi Fazör Diyagramı

Şekil 1'de verilen fazör diyagramı, devrede direnç ve bobin elemanlarının seri olduğu durum için alınmıştır. Bu seri devrede devre akımı, bütün devre elemanlardan geçmektedir. Devre gerilimi ise direnç ve bobin uçlarında düşen gerilimlerin vektörel toplamına eşittir. Bu vektörel değerler, bir vektör sistemiyle de gösterilebilir. Vektörün çizimine ortak değer olan akımla başlanır. Direnç uçlarında düşen gerilim (U_R) akımla aynı fazda ve bobine düşen gerilim (U_L) akımdan 90° ileri fazdadır. Şekil 1'de görüldüğü gibi U_R ile U_L vektörel olarak toplanırsa devre gerilimi (U) bulunur. U gerilimi ile I devre akımı arasında ϕ faz farkı vardır ve gerilim bu açı kadar akımdan, ileri fazdadır. Bu açığa devrenin " faz açısı " denir.



Şekil 1. RL devresi için fazör diyagramı

Seri R-L devresinde direnç ve bobin elemanları AC gerilim kaynağı ile seri bağlanır. Toplam gerilim, direnç ve bobin gerilimleri toplamına eşittir, toplam akım ise hem direnç hem de bobin üzerinden geçer. Direnç akımı ve gerilimi arasında faz farkı yoktur. **Bobin gerilimi, bobin akımından 90° ilerdedir.**



Şekil 2. Seri RL devresinde akım ve gerilim arasındaki faz farkı

Şekil 1 'deki diyagramdan,

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$$

Bu formülde V_L bobin uçlarına düşen gerilim olup,

$$V_R = I \cdot R, \quad V_L = I \cdot X_L$$

V ise devrenin toplam gerilimi olup, U_R ile U_L 'nin vektörel toplamı olduğundan,

$$U = I \cdot Z$$

$$I \cdot Z = \sqrt{(I \cdot R)^2 + (I \cdot X_L)^2}$$

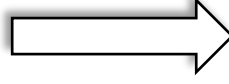
Sonuç olarak devrenin empedansı aşağıdaki gibi olur.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

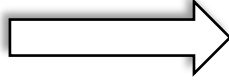
İndüktans empedansı ise aşağıdaki gibidir.

$$Z_L = X_L = \omega \cdot L = j2\pi fL$$

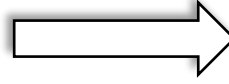
1.3. Bobin Çeşitleri



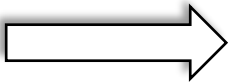
Aksiyel (direnç tipi) indüktör



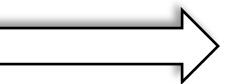
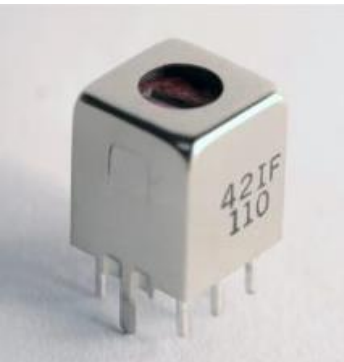
Radial (kapasitör tipi) indüktör



SMD (yüzey montaj) tipi indüktörler



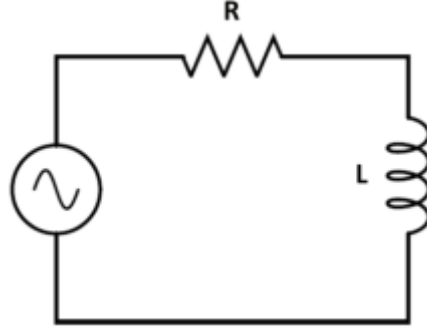
Toroid tipi indüktör



Ayarlanabilir tip indüktörler genellikle radyo devrelerinde kullanılır.

2. Hazırlık Çalışması

- 1) Şekil 1'de verilen devrenin Proteus programını kullanarak simülasyonunu yapınız ve osiloskop görüntüsüyle birlikte görüntüsünü alınız. ($R=5\ \text{ohm}$, $L=10\ \text{mH}$, $10V_{\text{RMS}}$, $50\ \text{Hz}$)



- 2) İndüktansı $2\ \text{H}$ olan bobinin $50\ \text{Hz}$ frekanslı AC gerilimdeki reaktansını (empedansını) hesaplayınız.
- 3) $250\ \text{mH}$ 'lik bir bobinin $10\ \text{MHz}$ 'deki reaktansını hesaplayınız.
- 4) İndüktansları $0,5\ \text{H}$ ve $100\ \text{mH}$ olan iki bobin seri bağlandıktan sonra $100\ \text{V}$ $50\ \text{Hz}$ 'li bir emk uygulanırsa
- Eşdeğer indüktansı bulunuz.
 - Devre akımını bulunuz.
 - Bobin uçlarındaki gerilimi bulunuz.
- 5) Seri bağlı iki bobine üçüncü bobin paralel bağlanmıştır. $L_1=0,2\ \text{mH}$, $L_2=1\ \text{H}$, $L_3=0,4\ \text{mH}$, $f=200\ \text{Hz}$, $V=120\ \text{V}$ ise;
- Devre akımını bulunuz.
 - Kol akımlarını bulunuz.
 - Bobinlerin üzerindeki gerilimleri bulunuz.

2.2. Deney için Gerekli Malzemeler

- Sayısal Multimetre
- Osiloskop
- Sinyal Jeneratörü
- 2 adet $220\ \Omega$ Direnç
- 1 adet $100\ \text{mH}$ bobin (kondansatör tipli bobin)
- Devre Tahtası (Breadboard)
- Bağlantı kabloları

3. Deneyin Yapılışı

- Şekil 1' de verilen devreyi board üzerine kurunuz.
- İndüktansın iç direncini ölçünüz.
- $R=220\Omega$ ve $L=100\text{mH}$ olarak belirlenmiştir. Deneyde kullanılacak ölçü aletlerini açınız.
- Sinyal jeneratörünüzü 1KHz ve $V_{PP}= 12\text{V}$ sinüzoidal işaret üretecek şekilde ayarlayınız.
- Devre akımını ve bobin üzerinde düşen gerilimi ölçerek formül yardımıyla bobin değerini hesaplayınız.
- Uygulanan gerilimin frekans değerini aşağıda verilen tabloya göre değiştirerek aynı işlemleri tekrarlayınız.
- Ölçtüğünüz akım ve gerilim değerleri ile tabloyu doldurunuz.
- Z_L 'nin frekansa bağlı grafiğini çiziniz.

Freq(Hz)	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
I_L (mA)										
V_L (V)										
Z_L (ohm)										

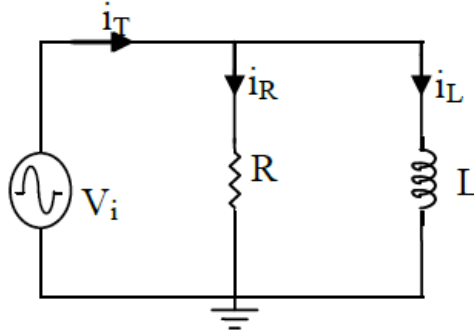
4. Deney Raporu

- ✓ Deneyin amacını ve çıkarılan sonucu özetleyiniz.
- ✓ Elde ettiğiniz sonuçları tabloyla birlikte yazınız.
- ✓ Çizdiğiniz grafiği rapora ekleyiniz.

DENEY 2.2. : Paralel R-L Devrelerinin AC Analizi

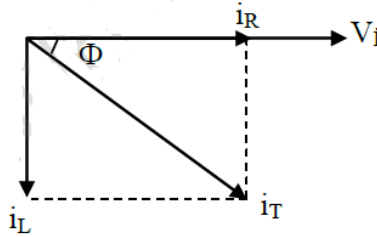
1.Genel Teorik Bilgiler

Direnç ile bobinin paralel bağlanarak oluşturdukları devrelere paralel R-L devreleri denir. Bir paralel R-L devresi Şekil 1'de verilmiştir. Bu devrede bütün paralel devrelerde olduğu gibi R ve L elemanları üzerindeki gerilim aynıdır. Ancak paralel kollardaki akımlar farklıdır.



Şekil 1

Aşağıdaki şekilde devreye ilişkin vektör diyagramı verilmiştir. Burada giriş gerilimi referans olarak alınmış, i_R akımı aynı yönde bir vektörle gösterilmiştir. i_L akımı, V_i geriliminden 90° 'lik faz açısı ile geride olduğundan 90° 'lik açıyla geride gösterilmiştir.



Şekil 2

i_L ve i_R akımlarının vektörel toplamı i_T akımını vermektedir. i_T akımının giriş gerilimi ile arasındaki açı toplam akımın faz açısıdır (Φ). Devre endüktif olduğu için Φ açısı negatiftir.

i_T akımının genlik ve fazı vektör diyagramını kullanarak şu şekilde bulunabilir.

$$|i_T| = \sqrt{|i_L|^2 + |i_R|^2} \quad \Phi = \tan^{-1} \frac{|i_L|}{|i_R|}$$

i_L ve i_R akımlarının genliği ise R ve X_L değerleri bilindiğine gore kolayca bulunabilir.

$$i_R = \frac{|V_i|}{R} \quad i_L = \frac{|V_i|}{2\pi fL}$$

2. Hazırlık alışması

- 1) Şekil 1’de verilen devrede $R=220$ ohm, $L=25$ mH, $V=16$ V_{RMS} , 150 Hz olarak verilmiştir. Bu devrenin ana kol akımını, direncin üzerinden geçen akımı ve bobin üzerinden geçen akımı bulunuz.
- 2) Endüktansın reaktansını hesaplayınız.
- 3) Devrenin toplam reaktansını hesaplayınız.
- 4) Bu devreye indüktansları 0,8mH ve 0,4 mH olan iki bobin paralel bağlandıktan sonra 100V 250Hz’lik bir emk uygulanırsa
 - a) Eşdeğer indüktansı bulunuz.
 - b) Devre akımını bulunuz.
 - c) Her bir elemanın uçlarındaki gerilimi bulunuz.

3. Deney için Gerekli Malzemeler

- Sayısal Multimetre
- Osiloskop
- Sinyal Jeneratoru
- 1 adet 2 k Ω Direnç
- 1 adet 100 mH bobin (kondansator tipli bobin)
- Devre Tahtası (Breadboard)
- Bağlantı kabloları

4. Deneyin Yapılışı

- Şekil 1’ de verilen devreyi board üzerine kurunuz.
- $R=2$ k Ω ve $L=100$ mH olarak belirlenmiştir. Deneyde kullanılacak l aletlerini açınız.
- Sinyal jeneratorünüzu 1,2 kHz ve $V_{PP}= 6V$ sinüzoidal işaret üretecek Şekilde ayarlayınız ve V_i girişine uygulayınız.
- Multimetreyi AC gerilim lmek üzere uygun konuma getiriniz. i_T , i_R , i_L akımlarını lp not ediniz.

- Multimetreyle AC gerilim ölçmek üzere uygun konuma getirerek V_i gerilimini ölçünüz ve not ediniz.
- Ölçtüğünüz akım ve gerilim değerlerine göre devrenin vektör diyagramını çizin.
- Sinyal jeneratörünün frekansını 900 Hz, 1 kHz, 1.2 kHz, 1.5 kHz ve 2 kHz olarak sırayla değiştirip her bir frekans değeri için Φ açısını hesaplayıp not ediniz.

4. Deney Raporu

- ✓ Deneyin amacını ve çıkarılan sonucu özetleyiniz.
- ✓ Elde ettiğiniz sonuçları düzenli bir şekilde yazınız.
- ✓ Çizdiğiniz vektör diyagramı yardımıyla Φ açısını bulunuz.
- ✓ Φ açısı frekansla nasıl değişir, açıklayınız.
- ✓ Φ açısının frekansa göre değişim grafiğini çizin.