

SİSTEM KESTİRİMİ

Deneyin Amacı

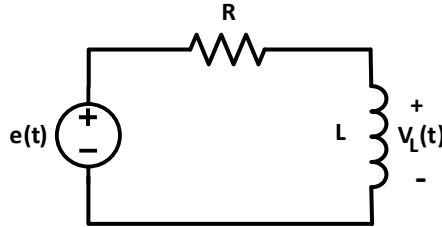
- Devre elemanlarının değerini devrenin geçici durum analizinden bulma
- Sistemin bode diyagramını deneysel olarak elde etme
- Bode diyagramından transfer fonksiyonu bulma
- Devre elemanlarının değerini transfer fonksiyonundan bulma

Kullanılacak Malzemeler

- Bilgisayar
- Sinyal Üretici
- Direnç (R), Endüktans (L), Kapasite (C) devre elemanları
- Osiloskop
- Digital Avometre

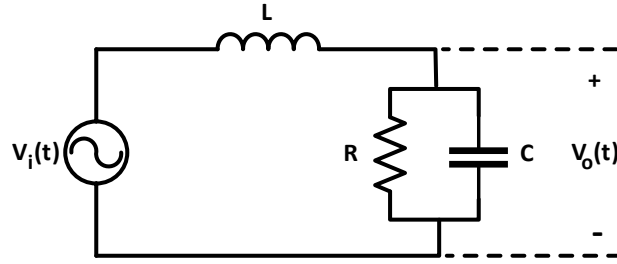
Hazırlık Soruları

1. Bode diyagramları nedir? Ne amaçla kullanılır? Açıklayınız.
2. Şekil 1'deki RL devresini $R=12\ \Omega$, $L=9\text{ mH}$ ve $E=12\text{ Volt}$ olacak şekilde Proteus'da oluşturarak simülasyonunu gerçekleştiriniz ve osiloskop kullanarak bobinin gerilimindeki değişimi gözlemleyiniz. R ve L'yi teorik olarak bularak gerçek değerleriyle karşılaştırınız.



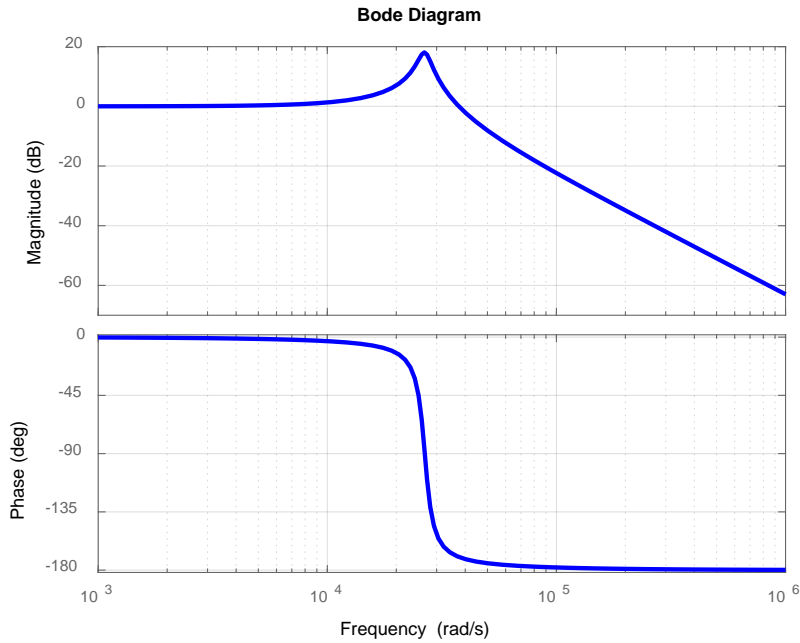
Şekil 1. RL devresi

3. Seri bir RLC devresinde çıkışı direnç üzerinden alarak transfer fonksiyonunu bulunuz. Bulduğunuz transfer fonksiyonunda $R=2\text{ k}\Omega$, $L=30\text{ mH}$ ve $C=100\ \mu\text{F}$ olarak MATLAB'de bode diyagramlarını çizdiriniz. Bu diyagramlardan sistemin transfer fonksiyonunu bulunuz ve devreyi çözerek bulduğunuz transfer fonksiyonu ile karşılaştırınız. Her bir aşamayı açıklayınız.
4. a) Seri bir RLC devresinde çıkışı kondansatör üzerinden alarak transfer fonksiyonunu bulunuz.
b) Şekil 2'deki paralel alçak geçiren filtre devresinin transfer fonksiyonunu bulunuz.



Şekil 2. Paralel alçak geçiren filtre devresi

c) Şekil 3'de verilen genlik ve faz diyagramlarını kullanarak sistemin transfer fonksiyonu bulunuz.



1. Devre elemanlarının değerini devrenin geçici durum analizinden bulma

1.1. Giriş

Bu deneyde Şekil 1'deki RL devresinin geçici durum analizi yapılarak devredeki R ve L elemanlarının değeri bulunacaktır.

Bu devrenin durum denklemi eşitlik (1)'deki gibidir. Bu diferansiyel denklem çözüldüğünde elde edilen devrenin akım bağıntısı ise eşitlik (2)'de verilmiştir.

$$IR + L \frac{dI}{dt} - E = 0 \quad (1)$$

$$I = \frac{E}{R} (1 - e^{-t(R/L)}) = \frac{E}{R} (1 - e^{-t/\tau}) \quad (2)$$

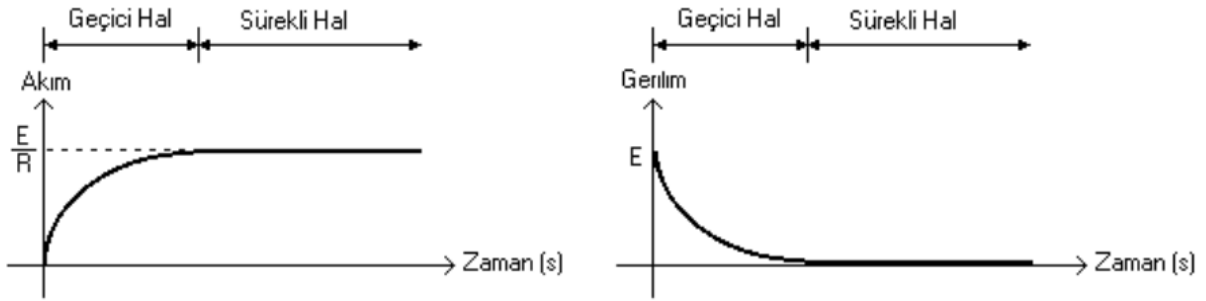
$\tau = L/R$ (Zaman sabiti: Bobin akımının maximum değerinin %63.2'ye ulaşması için yada bobin başlangıç geriliminin % 36.8'i kadar azalması için geçen zaman)

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{E}{R} (1 - e^{-t(R/L)}) = \frac{E}{R} \quad (3)$$

Bobinde endüklenen gerilim değeri;

$$V_L = L \frac{dI}{dt} = E e^{-t/\tau} \quad (4)$$

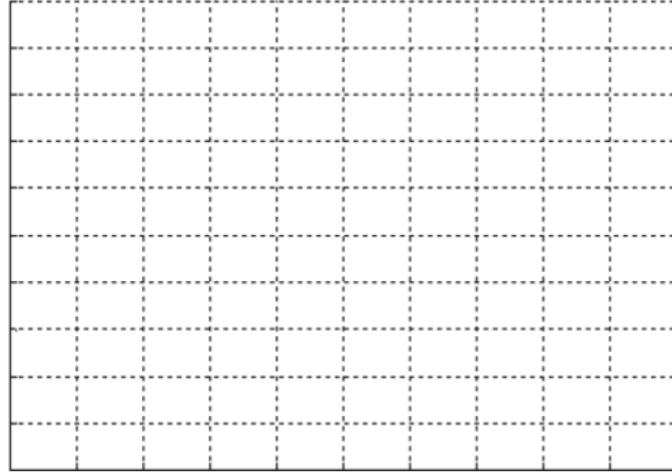
Bobinden akan akım ve bobinin gerilimi Şekil 4'te gösterildiği gibidir.



Şekil 4. Bobinden akan akım ve bobinin gerilimi

1.2. Deneyin Yapılışı

1. Şekil 1'deki devreyi kurunuz.
2. Sinyal jeneratöründen devreye giriş gerilimi olarak 10V, 500 Hz bir kare dalga uygulayınız.
3. Devreden geçen akımı ampermetre ile ölçerek R'nin değerini bulunuz.
4. Osiloskop kullanarak bobinin gerilimindeki değişimi gözlemleyiniz ve gözlemlenen dalga şeklini Şekil 5'e çiziniz.
5. Osiloskop üzerinden dalga şeklinin zaman sabitini belirleyiniz ve Şekil 5'te göstererek açıklayınız.
6. 5. aşamada bulunan zaman sabitini kullanarak L'nin değerini bulunuz.

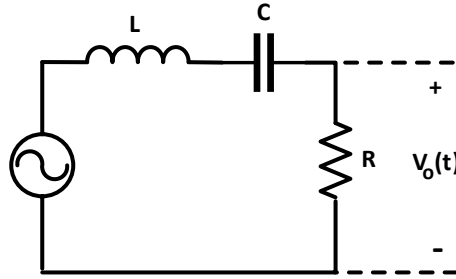


Şekil 5. Bobin gerilimindeki değişim

2. Devre elemanlarının değerini transfer fonksiyonundan bulma

2.2. Giriş

Bu deneyde Şekil 6'daki seri RLC devresinin bode diyagramı ve transfer fonksiyonundan faydalanarak devredeki R, L ve C elemanlarının değeri bulunacaktır.



Şekil 6. Seri RLC devresi

Şekil 6'daki devrenin transfer fonksiyonu aşağıdaki gibi bulunur.

$$V_i = L \frac{dI(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int I(t) dt + RI(t) \quad (5)$$

$$V_o = RI(t)$$

Eşitlik (5) ve (6)'nın laplace dönüşümü alınırsa eşitlik (7) ve (8) elde edilir.

$$V_i(s) = (Ls + \frac{1}{Cs} + R)I(s) \quad (7)$$

$$V_o(s) = RI(s) \quad (8)$$

$$T(s) = G(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)} = \frac{R}{(R + Ls + \frac{1}{Cs})} \quad (9)$$

Bode diyagramları için transfer fonksiyonu $j\omega$ uzayına dönüştürülür.

$$G(j\omega) = \frac{R}{(R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C})} = \frac{R}{R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})} \quad (10)$$

$j\omega$ uzayındaki transfer fonksiyonun kazanç ve faz fonksiyonları eşitlik (11) ve (12)'deki gibi elde edilir.

$$M(\omega) = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}} \quad (11)$$

$$\theta(\omega) = -\tan^{-1} \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} \quad (12)$$

Sinüzoidal giriş voltajının ω frekansı 0'dan ∞ 'a kadar değiştirilerek kazanç ve faz fonksiyonu karakteristiği elde edilir. Örneğin;

$$M(\omega) = 0 \quad \text{için} \quad \omega = 0, \text{ ve } \infty$$

$$M(\omega) = 1 \quad \text{için} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\theta(\omega) = 90^\circ \quad \text{için} \quad \omega = 0$$

$$\theta(\omega) = 0^\circ \quad \text{için} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$\theta(\omega) = -90^\circ \quad \text{için} \quad \omega = \infty$$

(Kazanç değerlerini dB cinsinden hesaplayınız, $M(\text{dB}) = 20 \log M$)

2.3. Transfer Fonksiyonunun Bode Diyagramından Belirlenmesi

Bir sisteme değişken frekanslı bir sinüzoidal sinyal uygulanıp çıkış genlik ve fazı gözlemlenerek bode diyagramı çizilebilir. Sistem transfer fonksiyonu, asimptotları çizimlere uyarlayarak ve bunun sonucunda hangi formda bir transfer fonksiyonun gözlenen sonucu verdiğini belirleyerek elde edilebilir.

1. Asimptotlar, eğimlerinin ± 20 dB/decade olmak zorunda olduğu göz önüne alınarak, genlik çizimi üzerine çizilir. Gradyanın $+20$ dB/decade olduğu zaman için, asimptotları yerleştirirken, gerçek çizim, asimptotların köşelerinin yaklaşık 3 dB içinde olmalıdır.
2. Düşük frekanslarda genlik çiziminin gradyanını inceleyin.
 - (a) Eğer sıfır ise, bu çizim, s veya $1/s$ terimi içermeyen Tip 0 sistem içindir. Eğer çizgi x dB'de yataysa, transfer fonksiyonu $20\log K = x$ olmak üzere, bir K kazancına sahiptir.
 - (b) Eğer gradyan -20 dB/decade ise sistem, K/s formunda bir transfer fonksiyonuna sahiptir. Gerektiğinde uzatılarak, asimptotun 0 dB çizgisiyle kesiştiği frekansın sayısal olarak K'ya eşit olduğu görülür. Aynı zamanda, gerektiğinde uzatılarak, asimptotun $\omega=1$ için $20\log K$ büyüklüğüne sahip olduğu görülür.
 - (c) Eğer gradyan -40 dB/decade ise sistem, K/s^2 formunda bir transfer fonksiyonuna sahiptir. Gerektiğinde uzatılarak, asimptotun 0 dB çizgisiyle kesiştiği frekansın sayısal olarak \sqrt{K} 'ya eşit olduğu görülür. Aynı zamanda, gerektiğinde uzatılarak, asimptotun $\omega=1$ için $20\log K$ büyüklüğüne sahip olduğu görülür.
3. Genlik çiziminin gradyanının değiştiği frekansları belirleyin.
 - (a) Eğer gradyan, bir ω_1 frekansında -20 dB/decade değişmiş ise, transfer fonksiyonunda $1/(1 + s/\omega_1)$ faktörü vardır.
 - (b) Eğer gradyan, bir ω_2 frekansında $+20$ dB/decade değişmiş ise, transfer fonksiyonunda $(1 + s/\omega_2)$ faktörü vardır.
 - (c) Eğer gradyan, bir ω_3 frekansında -40 dB/decade değişmiş ise, transfer fonksiyonunda $1/(s^2 + 2\zeta\omega_3 s + \omega_3^2)$ faktörü vardır.
 - (d) Eğer gradyan, bir ω_4 frekansında $+40$ dB/decade değişmiş ise, transfer fonksiyonunda $(s^2 + 2\zeta\omega_4 s + \omega_4^2)$ faktörü vardır.
4. Faz çizimi, genlik çiziminden elde edilen sonuçları kontrol etmek için kullanılabilir.

2.4. MATLAB'de Bode Diagramının Çizdirilmesi

Transfer fonksiyonu bilinen bir sistemin bode diyagramı aşağıdaki komut satırları kullanılarak MATLAB'de kolayca çizdirilebilir.

H = tf (pay, payda);

bode (H)

2.5. Deneyin Yapılışı

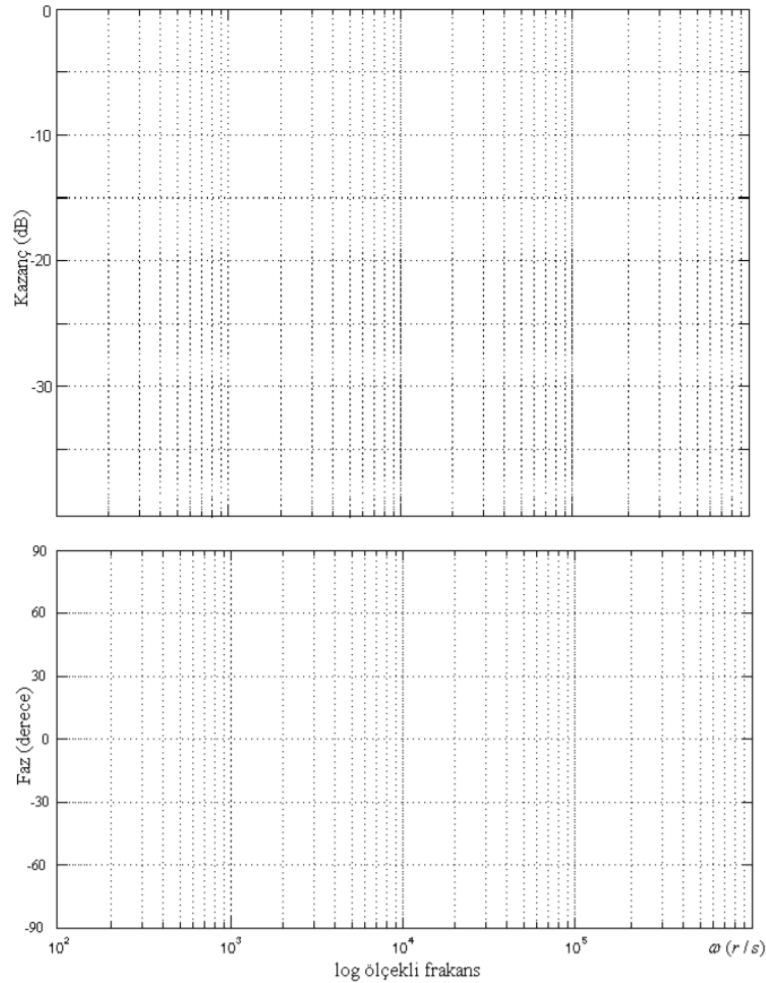
Uygulama 1

1. Şekil 6'daki devreyi kurunuz.
2. Girişten frekansları çizelge 1'deki gibi olan farklı sinüsler uygulayarak kazancı ve giriş çıkış arasındaki faz farkını ölçünüz ve çizelge 1'e kaydediniz.
3. Kazancı dB cinsinden hesaplayınız ve çizelge 1'e kaydediniz.

Çizelge 1. Frekans Değişimine Göre Kazanç ve Faz Değişimi

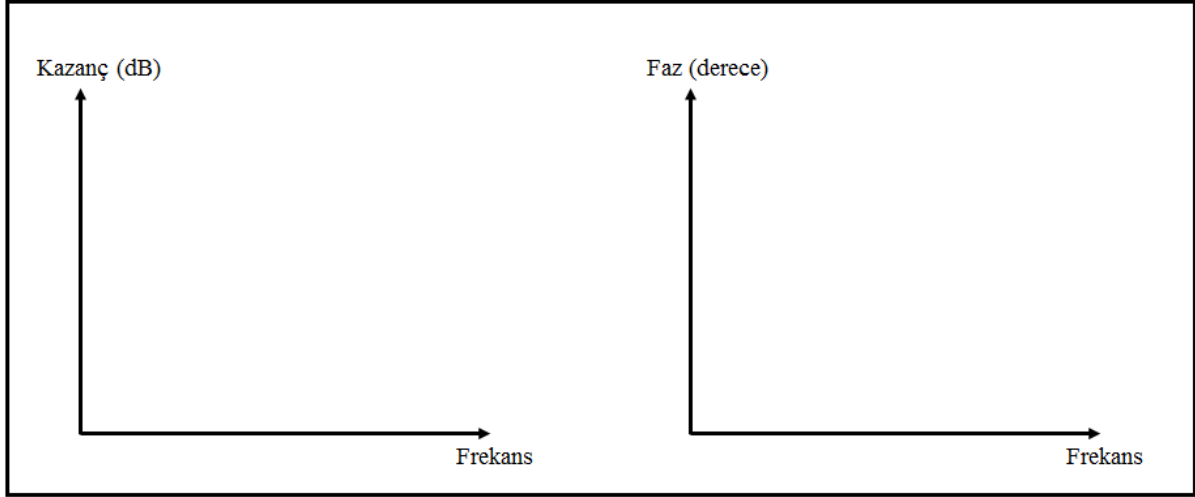
$\omega=2\pi f$ (rad/s)	10^2	10^3	4×10^3	10^4	2.7×10^4	4×10^4	10^5	4×10^5	10^6
f									
M(ω)									
M(ω)(dB)									
$\theta(\omega)$									

4. Çizelge 1'deki deneysel sonuçları kullanarak bode diyagramlarını (M (ω) kazancını ve $\theta(\omega)$ fazını) Şekil 7'ye çiziniz.



Şekil 7. Bode diyagramları

5. Sistemin transfer fonksiyonunu Şekil 7’teki bode diyagramlarını kullanarak elde ediniz.
6. Elde ettiğiniz transfer fonksiyonuna göre devrenin R, L, C parametrelerini belirleyiniz.
7. Elde ettiğiniz transfer fonksiyonuna göre MATLAB’de bode diyagramlarını çizdirerek Şekil 8’e çiziniz ve deneysel olarak elde edilen bode diyagramıyla karşılaştırınız.



Şekil 8. Bode diyagramları

Uygulama 2

1. Seri bir RLC devresinde çıkışı kondansatör üzerinden alarak devreyi kurunuz.
2. Geri kalan adımları uygulama 1’deki gibi tekrarlayınız.
3. Sonuçlarınızı tutanağınıza kaydediniz.

Uygulama 3

1. Şekil 2’de verilen devreyi kurunuz.
2. Geri kalan adımları uygulama 1’deki gibi tekrarlayınız.
3. Sonuçlarınızı tutanağınıza kaydediniz.