



Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Teknoloji Fakültesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

DEVRE ANALİZİ-II DERSİ LABORATUVARI

DENEY 2

SERİ VE PARALEL REZONANS DEVRE UYGULAMALARI

Dersin Öğretim Üyeleri

Dr. Öğrt. Üyesi Tuna GÖKSU

Dr. Öğrt. Üyesi Ali ŞENTÜRK

Deneyi Yaptıran Öğretim Elemanları

Arş. Gör. Dr. Hatice AKMAN

Arş. Gör. Samet YALÇIN

Arş. Gör. Yusuf Erkan GÖRGÜLÜ

LABORATUVAR KURALLARI

1. Laboratuvar ortamında kendinin, arkadaşının, laboratuvarda ders işleyen veya yardımcı olan öğretim elemanın ve teknisyenlerin hayatını tehlikeye atacak şekilde şakalaşmak, alet ve cihazları kullanarak şaka yapmak ve benzeri davranışlar kesinlikle yasaktır.
2. Öğrenci deney sırasında öğretim elemanlarının ve laboratuvar sorumlusunun talimatlarını yerine getirmek ve sorularını cevaplamak zorundadır.
3. Laboratuvar kurallarına uymayanlar ortaya çıkan mali ve hukuki sorumlulukları üstlenmiş sayılırlar. İlaveten Üniversite Disiplin Yönetmeliğine göre cezalandırılırlar. Bu kişiler laboratuvar uygulamalarından da sıfır not alırlar.
4. Laboratuvarı düzenli olarak bırakmak herkesin sorumluluğudur. Gerekli bağlantı iletkenleri ve ölçü aletleri yerlerine konur, laboratuvardaki araç-gereç düzenli bırakılır.
5. Her grup, kendi raporunu hazırlayacak, diğer grupların raporları ile aynı olmayacaktır. Sonuçları aynı bile olsa, sunuş ve tartışmanın aynı olamayacağı açıktır.
6. Öğrenci deney föylerinin deney öncesi bilgiler kısmını çalışarak gelmek zorundadır.
7. Deney raporu titizlikle hazırlanmalı, defterden koparılmış sayfa olmamalıdır.
8. Raporunuzun kapak sayfası bilgileri tam olmalı, kapak sayfası imzalı olmalıdır. **İmzasız raporlar değerlendirilmez.**
9. Raporunuz kendi üretiminiz olan bilgiler içermeli, başka kaynaklardan alınmış yazıcı çıktısı veya diğer raporlardan ve föylerden alıntılar içermemelidir.
10. **Raporunuz zımbalanmalı, naylon poşet kullanılmamalıdır.**
11. Raporlar deneyin yapılışından bir sonraki haftada **ders saati içerisinde teslim edilmelidir.**
Zamanında teslim edilmeyen raporlar dikkate alınmaz.
12. **Deneye gelmeyen öğrencinin raporu geçersizdir.** Dolayısı ile yapmadığı deneylerin raporlarından da sıfır alır.
13. Her Öğrenci **ilan edilen gününde ve saatinde gelmelidir.**
14. Özel bir nedenden dolayı laboratuvar zamanı değişikliği yapmak isteyen öğrenciler ilan edilen laboratuvar zamanından önce laboratuvar sorumlusu öğretim elemanına bilgi vermesi gerekmektedir.
15. Laboratuvara **zamanında gelmeyen öğrenciler yok yazılır.**
16. **2 haftadan fazla devamsızlık yapan öğrenci dersten devamsızlık alır.**
17. Öğrenciler laboratuvara gelirken yapılacak olan deneyin raporunu hazırlayıp gelmesi gerekmektedir, uygulamayı tamamladıktan sonra sonuç kısmını yazıp raporunu teslim etmelidir. Raporunu getirmeyen öğrenci laboratuvara alınmaz.
18. Laboratuvar uygulamasında ve raporunu yazmasında en fazla 2 öğrenci grup çalışması yapılabilir.

SERİ VE PARALEL REZONANS DEVRE UYGULAMASI

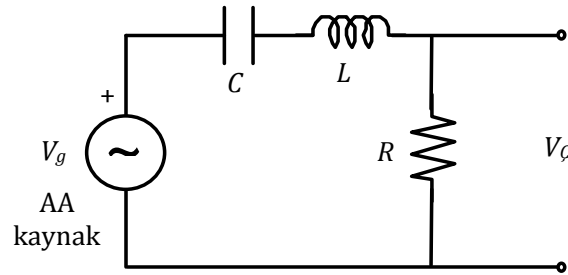
Amaç: Seri ve paralel rezonans devrelerini incelemek, devrelerin karakteristik parametrelerini ölçmek, rezonans eğrilerini elde etmek.

Gerekli Ekipmanlar: Dirençler (330Ω, 1kΩ, 100kΩ), Kondansatörler (0.1μF, 0.01μF), Bobinler (10mH, 100μH), Osiloskop, Sinyal Üretici, Dizilim Kartı, Muhtelif Sayıda Bağlantı Kablosu.

Teorik Bilgi:

A. Seri Rezonans Devresi

Şekil 1’de L ve C elemanlarının seri olarak bağlandığı seri rezonans devresi görülmektedir.



Şekil 1. Seri rezonans devresi

Bu devrede toplam empedans (1) eşitliği ile hesaplanır.

$$Z_T = R + j(X_L - X_C) \quad (1)$$

Bir f_0 frekans değeri için $(X_L - X_C)$ reaktif terimi sıfır olur ve devrenin toplam empedansı tamamen dirençsel olur. Bu durum **seri rezonans** olarak adlandırılır ve f_0 frekansına **seri rezonans frekansı** denir. Rezonans frekansı (2) eşitliği ile hesaplanır.

$$(X_L - X_C) = 0 \rightarrow X_L = X_C \rightarrow 2\pi f_0 L = \frac{1}{2\pi f_0 C} \rightarrow f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} \quad (2)$$

Rezonans frekansında (f_0) devrenin empedansı minimum ($Z_T=R$) olduğundan akım maksimum değerde ve gerilimle aynı fazda olur. Bobin ve kondansatördeki gerilimler $\pm 90^\circ$ faz farklıdır.

$$V_L = IX_L \angle +90^\circ \quad V_C = IX_C \angle -90^\circ \quad (3)$$

(3) eşitliğinden görüleceği gibi V_L ve V_C 'nin büyüklükleri aynı ama işaretleri zıt olduğundan toplamaları sıfır olur. Bu durumda devreden maksimum akım geçer.

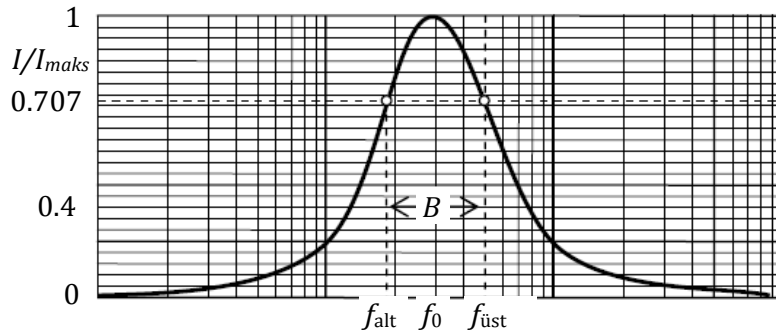
$$I_{maks} = \frac{V_C}{R} \quad (4)$$

Akımın en yüksek değerini aldığı bu frekansa **rezonans frekansı** denir. Seri rezonans devresinde akımın frekansla değişimi Şekil 2'de gösterilmektedir. Rezonans frekansının (f_0) altında ve üstünde gerilimin en yüksek değerinin 0.707'sine düştüğü frekanslar **alt kesim** ve **üst kesim frekansı** (f_{alt} , $f_{üst}$) olarak adlandırılır. Bu iki frekansın farkına rezonans devresinin **frekans bant genişliği** (B) denir.

$$B = f_{üst} - f_{alt} \quad (5)$$

Rezonans frekansının bant genişliğine oranı devrenin **kalite faktörü** (Q) olarak adlandırılır ve devrenin frekans seçiciliğini belirler.

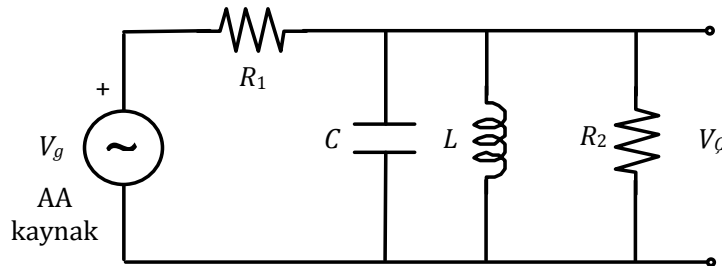
$$Q = \frac{f_0}{B} = \frac{2\pi f_0 L}{R} \quad (6)$$



Şekil 2. Seri rezonans devresinde akımın frekansla değişimi

B. Paralel Rezonans Devresi

Şekil 3'de L ve C elemanlarının paralel olarak bağlandığı paralel rezonans devresi görülmektedir.



Şekil 3. Paralel rezonans devresi

Bu devrede toplam paralel admitans (7) eşitliği ile hesaplanır.

$$Y_T = j\omega C + \frac{1}{j\omega L} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (7)$$

Bir f_0 frekans değeri için reaktif terim sıfır olur ve devrenin toplam empedansı tamamen dirençsel olur. Bu durum **paralel rezonans** olarak adlandırılır. Reaktif terimi sıfır yapan frekans değeri hesaplanırsa rezonans frekansı (8) eşitliği ile hesaplanır.

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (8)$$

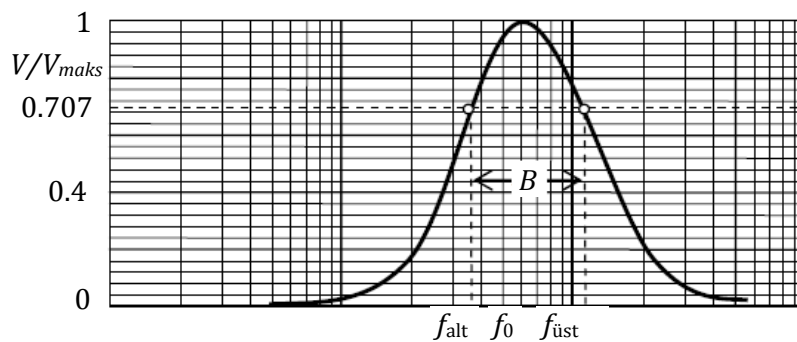
Bu frekansta LC kollarından geçen akımlar eşit değerde ve zıt fazlı olduğundan birbirini yok eder. Devre sadece R_1 ve R_2 direncinden ibaretmiş gibi davranır. Bu frekansta devrenin çıkış gerilimi (V_C) en yüksek değerini alır. Paralel rezonans devresinde gerilimin frekansla değişimi Şekil 4'de gösterilmektedir.

$$V_C = V_k \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad (9)$$

Paralel rezonans devresinin **frekans bant genişliği (B)** ve **kalite faktörü (Q)** aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$B = f_{üst} - f_{alt} \quad (10)$$

$$Q = \frac{f_0}{B} = 2\pi f_0 C R_p \quad R_p = R_1 // R_2 \quad (11)$$

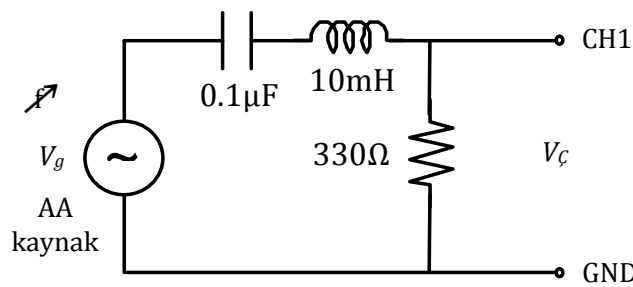


Şekil 4. Paralel rezonans devresinde gerilimin frekansla değişimi

Uygulama:

A. Seri Rezonans Deneyi

- 1) Şekil 5'deki devre kurulur.
- 2) Devrede kullanılan L ve C değerlerinden seri rezonans frekansı (f_0) hesaplanır ve Çizelge 1'e kaydedilir.
- 3) Sinyal üreticiden $5V_{pp}$ genlikli sinüzoidal işaret devreye uygulanır.
- 4) Sinyal üreticinin frekansı değiştirilerek R direncinin uçlarındaki gerilim osiloskop ile ölçülür. Çıkış geriliminin en büyük olduğu frekans değeri (**rezonans frekansı**, f_0) ve bu frekanstaki gerilim değeri (V_C) tespit edilir ve kaydedilir. Ölçülen ve hesaplanan f_0 değerlerinin aynı olup olmadığı karşılaştırılır.
- 5) Akımın değeri (4) eşitliği ile hesaplanır ve kaydedilir.
- 6) Bulunan rezonans frekansının altında ve üstünde gerilimin en yüksek değerinin 0.707'sine düştüğü frekansları yani **alt kesim** ve **üst kesim frekansları** (f_{alt} , $f_{üst}$) ölçülür ve kaydedilir.
- 7) Devrenin bant genişliği (B) hesaplanır ve kaydedilir.
- 8) Kalite faktörü (Q) hesaplanır ve kaydedilir.
- 9) Çizelge 2'de verilen frekans değerleri için direnç üzerindeki gerilimler ölçülerek kaydedilir. Akım değerleri (4) eşitliği ile hesaplanır ve kaydedilir.
- 10) Hesaplanan akım değerleri Şekil 6'daki grafik üzerinde işaretlenerek bu noktalardan geçen düzgün bir eğri çizilir.



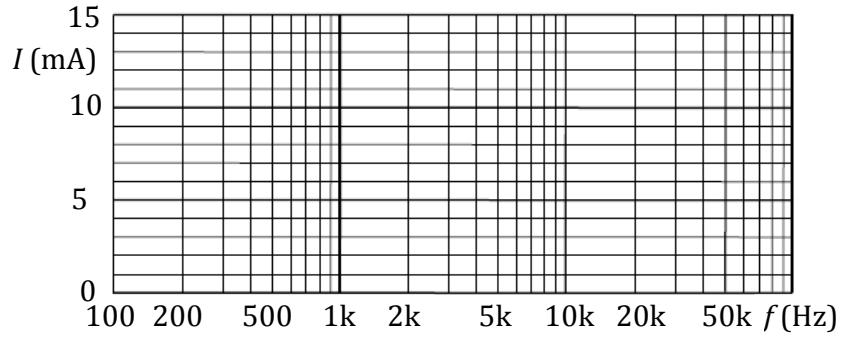
Şekil 5. Deneysel ölçümler için gerekli devre diyagramı

Çizelge 1. Teorik hesaplama ve ölçüm verileri

| Ölçülen Değerler | | | | Hesaplanan Değerler | | | |
|--------------------------------|------------|----------------|----------------|---------------------|-------------------------|----------|-----|
| V_{ζ} (V _{pp}) | f_0 (Hz) | f_{alt} (Hz) | $F_{üst}$ (Hz) | f_0 (Hz) | I (mA _{pp}) | B (Hz) | Q |
| | | | | | | | |

Çizelge 2. Seri rezonans devresinde akımın frekansla değişim ölçüm verileri

| f (Hz) | 100 | 1k | 2k | 5k | 10k | 20k | 50k | 100k |
|--------------------------------|-----|----|----|----|-----|-----|-----|------|
| V_{ζ} (V _{pp}) | | | | | | | | |
| I (mA _{pp}) | | | | | | | | |

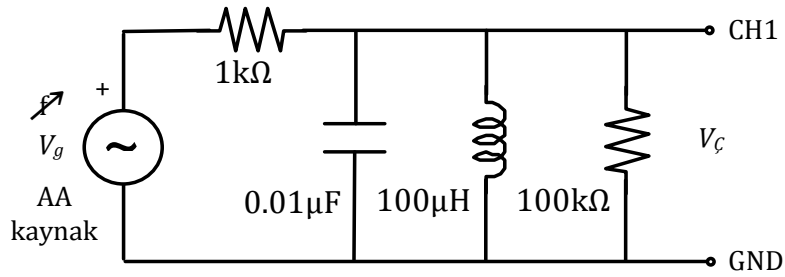


Şekil 6. Seri rezonans devresinde akımın frekansla değişim grafiği

B. Paralel Rezonans Deneyi

- 1) Şekil 7'deki devre kurulur.
- 2) Devrede kullanılan L ve C değerlerinden paralel rezonans frekansı (f_0) hesaplanır ve Çizelge 3'e kaydedilir.
- 3) Sinyal üreticiden 5V_{pp} genlikli sinüzoidal işaret devreye uygulanır.
- 4) Sinyal üreticinin frekansı değiştirilerek V_{ζ} gerilimi osiloskop ile ölçülür. Çıkış gerilimini en büyük yapan frekans (**rezonans frekansı**) ve bu frekanstaki gerilimin değeri tespit edilir ve kaydedilir. Ölçülen ve hesaplanan f_0 değerlerinin aynı olup olmadığı karşılaştırılır.

- 5) Bulunan rezonans frekansının altında ve üstünde gerilimin en yüksek değerinin 0.707'sine düştüğü frekansları yani **alt kesim** ve **üst kesim frekansları** (f_{alt} , $f_{üst}$) ölçülür ve kaydedilir.
- 6) Devrenin frekans bant genişliği (B) hesaplanır ve kaydedilir.
- 7) Kalite faktörü (Q) hesaplanır ve kaydedilir.
- 8) Çizelge 4'de verilen frekans değerleri için V_C gerilimleri ölçülerek kaydedilir.
- 9) Ölçülen değerler Şekil 8'deki grafik üzerinde işaretlenerek bu noktalardan geçen düzgün bir eğri çizilir.



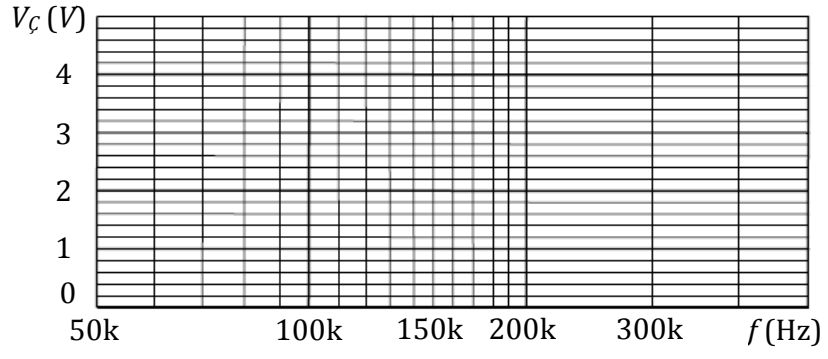
Şekil 7. Deneysel ölçümler için gerekli devre diyagramı

Çizelge 3. Teorik hesaplama ve ölçüm verileri

| Ölçülen Değerler | | | | Hesaplanan Değerler | | |
|--------------------------|------------|----------------|----------------|---------------------|----------|-----|
| V_C (V _{pp}) | f_0 (Hz) | f_{alt} (Hz) | $f_{üst}$ (Hz) | f_0 (Hz) | B (Hz) | Q |
| | | | | | | |

Çizelge 4. Paralel rezonans devresinde gerilimin frekansla değişim ölçüm verileri

| f (Hz) | 50k | 100k | 120k | 160k | 180k | 200k | 300k |
|--------------------------|-----|------|------|------|------|------|------|
| V_C (V _{pp}) | | | | | | | |



Şekil 8. Paralel rezonans devresinde gerilimin frekansla değişimi

Raporlama:

Her bir öğrenci deneyle ilgili teorik bilginin, deneysel sonuçların veri ve grafik olarak verildiği ve yorumlandığı kapak sayfası dâhil en az iki sayfa veya en fazla üç sayfadan oluşan bir raporu ders sorumlusuna bir sonraki laboratuvar dersinde teslim eder.