



Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Teknoloji Fakültesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü

DEVRE ANALİZİ-II DERSİ LABORATUVARI

DENEY 3

AC RL, RC ve RLC DEVRELERİNDE GÜÇ ve KOMPANZASYON

DENEY 4

AC DEVRELERDE MAKSİMUM GÜÇ AKTARIMI

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. İlâveten 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.

1. DENEYİN AMACI

Bu deneyin amacı, pasif elemanların (direnç, bobin ve kondansatör) alternatif akımlarda güç hesabını yapmaktır.

Kullanılan Alet ve Malzemeler

1. AC Güç kaynağı
2. Osiloskop
3. Direnç: 1 Ω ve 1 k Ω
4. Kondansatör: 1 mF ve 10 μ F
5. Bobin: 1 mH

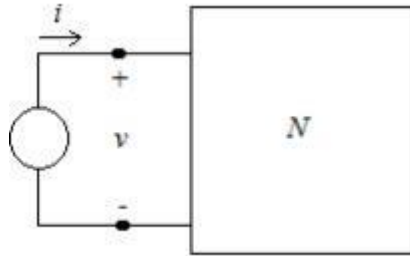
2. DENEYLE İLGİLİ TEORİK BİLGİLER

2.1. Zaman-Tanım Bölgesinde Güç

İki-uçlu bir N devresine giren ani güç

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \quad (1)$$

ile tanımlanır. Burada $v(t)$ ve $i(t)$ sırasıyla uç gerilimi ve aktarımıdır. Eğer p pozitif ise, devreye enerji aktarılır. Eğer p negatif ise, enerji devreden kaynağa geri döner.



Şekil 1: İki-Uçlu Bir N Devresi

2.2. Sinüzoidal Sürekli Durumda Güç

Bir $Z = Z \angle \theta$ empedansının uçları arasına uygulanan bir $v = V_m \cdot \cos(\omega t)$ sinüzoidal gerilimi $i = I_m \cdot \cos(\omega t - \theta)$ akımının akmasına neden olur. t anında empedansa aktarılan güç (**ani güç**) aşağıdaki biçimde ifade edilir:

$$p = \frac{V_m I_m}{2} \cos(\theta_v - \theta_i) + \frac{V_m I_m}{2} \cos(\theta_v - \theta_i) \cos(2\omega t) - \frac{V_m I_m}{2} \sin(\theta_v - \theta_i) \sin(2\omega t)$$

$$p = P + P \cos(2\omega t) - Q \sin(2\omega t)$$

2.3. Ortalama veya Gerçek Güç

Bir periyot boyunca yüke giren net veya ortalama güç $P_{ort} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} p(t)$, gerçek güç olarak tanımlanır. Sinüsoidal fonksiyonunun bir periyot üzerindeki ortalama değeri sıfır olduğundan, üstteki eşitlikten;

$$P_{ort} = \frac{V_m I_m}{2} \cos(\theta_v - \theta_i)$$

elde edilir. Eğer $Z = R + jX$ ise $\cos(\theta_v - \theta_i) = R/|Z|$ olur ve P_{ort} aşağıdaki biçimde ifade edilir:

$$P_{ort} = \frac{V_m I_m}{2} \frac{R}{|Z|}$$

Ortalama güç, faydaya dönüşen (ışık, ısı gibi), elektriksel olmayan güçtür. Bu güç akım ve gerilim ile bunların arasındaki faz açısına (θ) bağlıdır. Sabit V_{eff} ve I_{eff} değerleri için $\theta = 0$ 'da P 'nin değeri maksimumdur. Bu durum yük saf direnç (rezistif) olduğu zaman oluşur. Saf sanal bir yük (endüktif veya kapasitif) için $\theta = \pm 90$ derece olduğundan $P_{ort} = 0$ olur. P_{ort} 'un V_{eff} ve I_{eff} 'e oranına **güç katsayısı (power factor, pf)** adı verilir. Oran $\cos(\theta_v - \theta_i)$ olarak bulunur.

2.4. Reaktif Güç

Eğer bir pasif devrede endüktanslar, kondansatörler veya her ikisini birden içeriyorsa bir devir boyunca devreye giren enerjinin bir kısmı depo edilir ve daha sonra kaynağa geri döner. Enerji dönüşü süresi boyunca güç negatiftir. Bu dönüşümde yer alan güce reaktif güç adı verilir. Reaktif güç, endüktif yük üzerinde harcanmaz, sadece depo edilir ve tekrar kaynağa gönderilir. Dolayısıyla, kaynakla endüktif yük arasında sürekli olarak reaktif güç alışverişi yapılır. Bu durum ise, sistemdeki iletkenlerden geçen akımın artmasına sebep olur, güç sistemlerinin performansını düşürür. Reaktif güç Q ile gösterilir ve

$$Q = \frac{V_m I_m}{2} \sin(\theta_v - \theta_i)$$

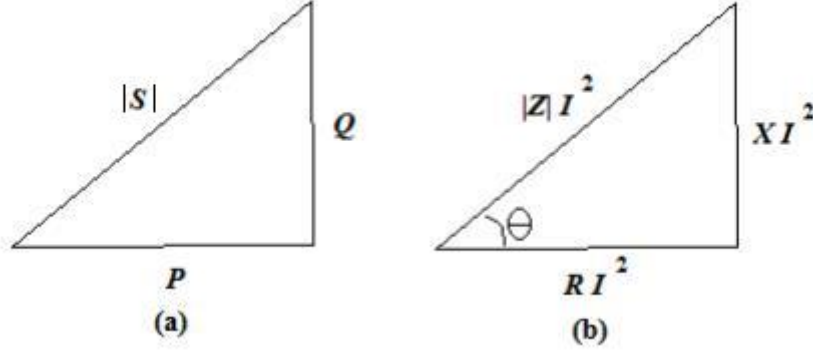
ile ifade edilir. Reaktif gücün birimi volt-amper reaktif (VAR)'tir.

2.5. Karmaşık Güç, Görünür Güç ve Güç Üçgeni

Gücün iki bileşeni P ve Q farklı özelliklere sahiptirler ve birlikte toplanmazlar. Buna rağmen karmaşık güç (S) adı verilen ve $S = P + jQ$ bağıntısı ile tanımlanan bir vektör büyüklük yardımıyla uygun bir şekilde bir araya getirilebilirler. $|S| = \sqrt{P^2 + Q^2}$ genliğine **görünür güç** adı verilir ve birimi volt-amper (VA) dir.

$S = P + jQ$ denkleminde $S = \frac{1}{2} \mathbf{VI}^*$ eşitliği elde edilebilir. İkinci eşitlikte \mathbf{V} ve \mathbf{I}^* gerilim fazörü ve akım fazörünün karmaşık eşleniğidir.

$|S|$, P ve Q skalar büyüklükleri geometrik olarak Şekil-2 (a)'daki gibi bir dik üçgenin (buna güç üçgeni adı verilir) sırasıyla hipotenüsü, yatay kenarı ve düşey kenarı olarak gösterilebilir. Güç üçgeni Şekil-2 (b)'de gösterildiği gibi basitçe akımın karesi çarpanı ile ölçeklendirilmiş Z empedansı üçgenidir.



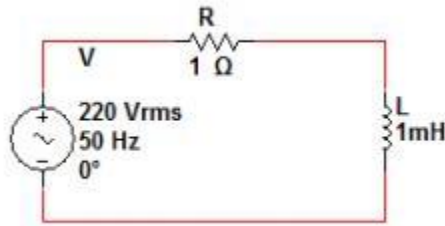
Şekil 2: Güç Üçgeni

2.6. Güç Katsayısı İyileştirilmesi

Sanayi kuruluşlarına sağlanan elektrik enerjisi, konutlar ve küçük ticari kuruluşlardaki gibi tek fazlı değil, üç fazlıdır. Büyük tüketicilerin, güç üçgenlerindeki dik bileşeni küçültmeleri kendileri açısından çok yararlı olup, buna güç katsayısı iyileştirmesi adı verilir. Çok sayıda motorun bulunmasından dolayı endüstriyel kuruluşlarda büyük endüktif bileşen vardır. Yükler ya saf dirençten (birim güç katsayısı) ya da direnç ve endüktif reaktanstan (geri güç katsayısı) oluşur. Güç katsayısını iyileştirmek için, üç fazlı kondansatör grupları, ana trasformatörün önünde veya arkasında sisteme bağlanır. Böylece, yük ve kondansatör gruplarının birleşimi, enerji ve sistemden, birim güç katsayısına yakın bir katsayıya çeker.

3. DENEYİN YAPILIŞI

3.1. RL Devresi



Şekil 3: RL Devresi

3.1.1. Şekil 3'teki devreyi kurunuz.

3.1.2. Devrenin direnç üzerinden geçen akım ve gerilimini ölçünüz.

3.1.3. Devrede bobin üzerindeki akım ve gerilimi ölçünüz.

3.1.4. Devrenin ürettiği ve tükettiği ortalama gücü hesaplayınız.

3.1.5. Devrenin reaktif gücünü ve görünür gücünü hesaplayınız.

3.1.6. Devrenin güç katsayısını hesaplayınız.

3.1.7. Devrede direnç ve bobin üzerindeki sinyali osiloskop ekranında gözlemleyerek milimetrik kâğıda çiziniz.

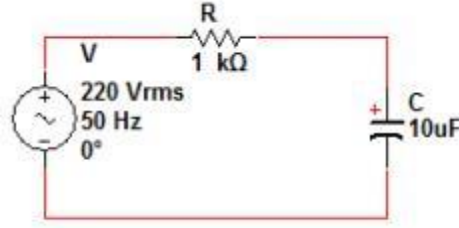
Çizelge 2

$I_R(V_R)$	$I_L(V_L)$	Güç Katsayısı ($\cos\phi$)	Ortalama Güç, Reaktif Güç Görünür Güç
Teorik	Teorik	Teorik	Teorik

Çizelge 3

R (Değişken)	L (Değişken)	$\cos\phi$	Ortalama Güç	Reaktif Güç	Görünür Güç
Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem
1	1				
1	2				
1	3				
1	4				
1	5				
1	5				
2	5				
3	5				
4	5				
5	5				

3.2. RC Devresi



Şekil 4: RC Devresi

3.2.1. Şekil 4'teki devreyi kurunuz.

3.2.2. Devrenin direnç üzerinden geçen akım ve gerilimini ölçünüz.

3.2.3. Devrede kapasitör üzerindeki akım ve gerilimi ölçünüz.

3.2.4. Devrenin ürettiği ve tükettiği ortalama gücü hesaplayınız.

3.2.5. Devrenin reaktif gücünü ve görünür gücünü hesaplayınız.

3.2.6. Devrenin güç katsayısını hesaplayınız.

3.2.7. Devrede direnç ve kapasitör üzerindeki sinyali osiloskop ekranında gözlemleyerek milimetrik kâğıda çizin.

Çizelge 4

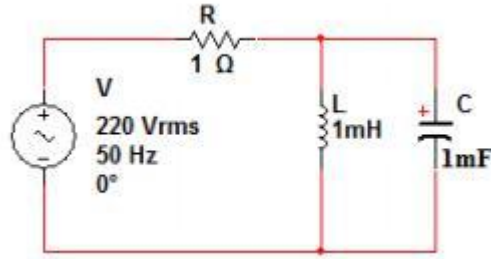
$I_R(V_R)$	$I_C(V_C)$	Güç Katsayısı ($\cos\phi$)	Ortalama Güç, Reaktif Güç Görünür Güç
Teorik	Teorik	Teorik	Teorik

Çizelge 5

R (Değişken)	C (Değişken)	$\cos\phi$	Ortalama Güç	Reaktif Güç	Görünür Güç
Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem
1	1				
1	2				

1	3				
1	4				
1	5				
1	5				
2	5				
3	5				
4	5				
5	5				

3.3. Kompanzasyon Devresi



Şekil 5: Kompanzasyon Devresi

3.3.1. Şekil 5'teki devreyi kurunuz.

3.3.2. Devrenin direnç üzerinden geçen akım ve gerilimini ölçünüz.

3.3.3. Devrede kapasitör ve bobin üzerindeki akım ve gerilimi ölçünüz.

3.3.4. Devrenin ürettiği ve tükettiği ortalama gücü hesaplayınız.

3.3.5. Devrenin reaktif gücünü ve görünür gücünü hesaplayınız.

3.3.6. Devrenin güç katsayısını hesaplayınız ve Şekil 3'teki devreyle karşılaştırınız, nelerin değiştiğini sebepleriyle birlikte açıklayınız.

3.3.7. Devrede direnç, bobin ve kapasitör üzerindeki sinyali osiloskop ekranında gözlemleyerek milimetrik kâğıda çizin.

Çizelge 6

R (Değişken)	L (Değişken)	C (Değişken)	cosφ	Ortalama Güç	Reaktif Güç	Görünür Güç
Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem	Gözlem
1	1	1				
1	1	2				
1	1	3				
1	1	4				
1	1	5				
3	1	5				
3	2	5				
3	3	5				
3	4	5				
3	5	5				

4. RAPORDA İSTENENLER

4.1. Deney sonuçlarını tablo halinde gösteriniz.

4.2. Deneyde yapmış olduğunuz bütün devreler için sanal güç, aktif güç ve görünür gücünü hesaplayarak, aralarındaki ilişkiyi gösteriniz.

4.3. Deney sırasında milimetrik kâğıda çizmiş olduğunuz grafikleri rapora ekleyiniz.

4.4. Kompanzasyon devresinde kullanılan kapasitör ne amaçla kullanılır açıklayınız.

4.5. 1 ve 2. Devreler için deneyde yaptığınız ölçümlerden yararlanarak L ve C değerlerini hesaplayınız.

4.6. Güç katsayının, L ve C'nin değişiminden nasıl etkilendiğini nedenleriyle birlikte açıklayınız.

AC Maksimum Güç Aktarımı

Amaç

Bu deneyde amaç alternatif akım devrelerinde yüke maksimum güç aktarımını incelemektir. Yüke ait direnç ve reaktif komponentlerin değerleri değiştirilerek yüke ait güç üzerindeki etkileri keşfedilecek ve maksimum güç transferi için gereken değerler saptanacaktır

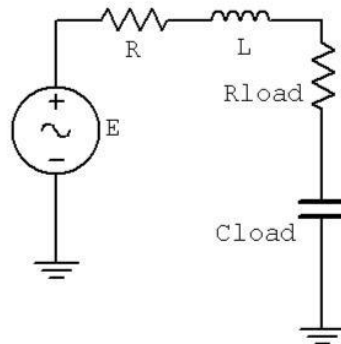
Teorik Bilgi

Doğru akım devrelerinde maksimum güç transferinin, yüke ait direncin kaynağın iç direncine eşitlenmesi ile sağlandığı bilinmektedir. Alternatif akım devrelerinde ise durum farklıdır. Bu tür devrelerde yüke ait empedansın kaynak empedansının sanal eşleniğine eşitlenmesi gerekmektedir. Yani sanal kısım kaynak empedansının ters işaretlisi olmak durumundadır. Böylece kaynağa ve yüke ait sanal kısımlar birbirini götürecek geriye yalnızca gerçek direnç değerleri kalacaktır ki bu durum doğru akım devrelerindeki gibidir. Yük üzerinde harcanan gerçek gücü hesaplarken yük üzerine düşen gerilimin karmaşık olduğu unutulmamalıdır. Bu gerilimin yalnızca gerçek olan kısmı direnç üzerine düşmektedir ve sadece direnç güç harcamaktadır.

Malzemeler

- (1) Sinyal Üreteci
- (1) Osiloskop
- (1) 10 mH
- (1) 1k ohm
- (1) 50 ohm
- (1) 1 μ F
- (1) 47 nF
- (1) 33 nF
- (1) 22 nF
- (1) 10 nF

Deney Şeması



Şekil 1

Deneyin Yapılışı

1. Şekil 1’de görülen devreyi $R=1k$ ohm ve $L=10$ mH olacak şekilde kurunuz. Yüke ait direnç ve kondansatör olmadan devreyi tamamlayınız. Deneyin öğretim elemanının empedans metreyi nasıl kullanacağını göstermesini bekleyiniz. Bu aşamadan sonra AC kaynağı çıkarıp yerine 50 ohm’luk bir direnç takarak, 10 kHz’lik frekans için devrenin empedansını ölçünüz. Bu değeri kullanarak açığı hesaplayıp Tablo 1’e yazınız. Teorik bilgide anlatılan bilgiler ışığında maksimum güç transferinde kullanılması gereken yük empedansını bulup Tablo 1’e aktarınız. Bu aşamadan sonra yüke ait direnci ve kondansatör değerlerini hesaplayınız ve Tablo 1’e kaydediniz. Aynı zamanda direnç değerini Tablo 2’deki ilk direnç değeri kısmına kopyalayınız.

R_{load} direncinin test edilmesi

2. 50 ohm’luk direnci üreteçle değiştiriniz. Tablo 1’de elde ettiğiniz R_{load} direnç değerini devrede uygulayınız. Aynı işlemi C_{load} kondansatörü için tekrar ediniz. Üretecin genliğini 10 Volt tepe değerine sahip olacak şekilde değiştiriniz. Üretecin frekansını 10 kHz’e ayarlayınız.
3. Yük geriliminin büyüklüğünü ölçünüz ve Tablo 2’ye yazınız. Aynı zamanda teorik olarak yük gerilimini ve ölçülen yük gerilimine bağlı yükün gücünü hesaplayarak Tablo 2’ye yazınız. Diğer direnç değerleri için bu basamakları tekrar ediniz.

Testing C_{load}

4. Değerleri ilk durumda hesaplanan değerlere getiriniz. C_{load} için Tablo 3’te yer alan ilk değeri kullanınız. Aynı adımı diğer değerler için tekrar edip gerekli değerleri Tablo 3’te yer alan yerlere kaydediniz.

Veri Tabloları

Z_{kaynak}	
Z_{load}	
R_{load}	
C_{load}	

Tablo 1

Değişken olarak R_{load}

R_{load}	V_{load} Teorik	V_{load} Ölç	P_{load} Ölç
100			
400			
600			
800			
1.2 k			
1.8 k			
3 k			
10 k			

Tablo 2

Değişken olarak C_{load}

C_{load}	V_{load} Teorik	V_{load} Ölç	P_{load} Ölç
1 nF			
3.3 nF			
10 nF			
33 nF			
47 nF			
.1 μ F			

Tablo 3