

**T.C.
MILLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**ALTERNATİF AKIM TEORİSİ
522EE0026**

Ankara, 2011

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ – 1	3
1. OSİLASKOBUN TANITILMASI	3
1.1. Osilaskoplar	3
1.1.1. Tanıtılması	4
1.1.2. Yapısı ve Çalışması	4
1.1.3. Osiloskopların Kalibrasyonu ve Ölçümlerin Yapılması	6
1.2. Sinüsoidal Dalga	7
1.2.1. Faz, Periyot, Frekans, Saykıl	8
1.2.2. Alternatif Akım Büyüklükleri	10
1.2.3. Alternatif Akım Devrelerinde Güç	11
UYGULAMA FAALİYETİ	13
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	15
ÖĞRENME FAALİYETİ - 2	16
2. ÜÇGEN ve KARE DALGA SİNYALLERİ	16
2.1. Osiloskopla, Kare Dalga Şekillerinin Ortalama ve Etkin Değerlerinin Hesaplanması	16
2.2. Osiloskopla Üçgen Dalga Şekillerinin Ortalama ve Etkin Değerlerinin Hesabı	17
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
ÖĞRENME FAALİYETİ - 3	21
3. SERİ R-L-C DEVRELERİ	21
3.1. Alternatif Akım Seri Devreleri	23
3.2. Saf Bobin Devresi	23
3.3. Gerçek Bobin Devresi	23
3.4. Bobin ve Direncin Seri Bağlanması (Seri RL-R Devresi)	25
3.5. Direnç ve Kondansatörün Seri Bağlanması (R-C)	26
3.6. Direnç, Bobin ve Kondansatörün Seri Bağlanması (R-L-C)	27
3.7. Seri Devrede Rezonans	29
UYGULAMA FAALİYETİ	30
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ - 4	34
4. PARALEL R-L-C DEVRELERİ	34
4.1. Direnç - Bobin Paralel devresi (R-L)	34
4.2. Direnç - Kondansatör Paralel Devresi (R-C)	36
4.3. Direnç-Bobin-Kondansatör Paralel Devresi (R-L-C)	37
UYGULAMA FAALİYETİ	40
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	42
ÖĞRENME FAALİYETİ - 5	43
5. SERİ-PARALEL (KARIŞIK) DEVRELER	43
UYGULAMA FAALİYETİ	46
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	48
MODÜL DEĞERLENDİRME	50
CEVAP ANAHTARLARI	51
KAYNAKÇA	53

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0026
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Uçak Gövde-Motor / Uçak Elektronik
MODÜLÜN ADI	Alternatif Akım Teorisi
MODÜLÜN TANIMI	Alternatif akım devrelerinde elektriki büyüklükleri, hatasız ve tekniğine uygun olarak ölçme becerisi kazandıran öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖNKOŞUL	DC Motor ve Generatör modülünü başarmış olmak
YETERLİK	AC devrelerde elektriki büyüklükleri ölçmek
MODÜLÜN AMACI	<p>Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında, alternatif akım devrelerinde, elektriki büyüklükleri, hatasız ve tekniğine uygun olarak ölçebileceksiniz.</p> <p>Amaçlar</p> <ol style="list-style-type: none">1. Osiloskopa; sinüsoidal dalganın faz, periyot ve frekansını tekniğine uygun olarak ölçüp ani-ortalama-etkin değer hesaplamalarını ve ölçmeleri hatasız olarak yapabileceksiniz.2. Üçgen ve kare dalga büyüklüklerini hatasız olarak hesaplayabileceksiniz.3. Seri R-L-C devrelerde; empedans, faz açısı, güç faktörü ve akım hesaplamalarını hatasız olarak yapabileceksiniz.4. Paralel R-L-C devrelerde; empedans, faz açısı, güç faktörü ve akım hesaplamalarını hatasız olarak yapabileceksiniz.5. Seri-paralel R-L-C devrelerde; empedans, faz açısı, güç faktörü ve akım hesaplamalarını hatasız olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	<p>Ortam: Sınıf ve laboratuvar</p> <p>Donanım: Analog veya dijital osiloskop, sinyal jeneratörü, bir fazlı ve üç fazlı asenkron motorlar, transformatör, ampermetre, voltmetre, kosinüsifmetre, dirençler, bobinler ve kondansatörler</p>
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Uçak bakım meslek dalı içerisinde uçak-gövde motor teknisyenliği ve uçak elektronik teknisyenliği önemli bir yere sahiptir. Mesleğin temeli olan bazı bilgileri bu faaliyette öğreneceksiniz. Bu faaliyette kazandığımız bilgiler sizi, meslek alanında bir basamak daha yukarıya taşıyacaktır.

Osiloskopların yapısını, çalışmasını, ölçümlerin yapılmasını ve alternatif akıma ait çeşitli değerleri ve temel bilgilerini öğreneceksiniz. Temel devre elemanları olan bobin-direnç- kondansatörlerin alternatif akım devresinde çeşitli bağlantılarını ve akım, gerilim, güç faktörü gibi çeşitli özelliklerini ölçüp hesaplayarak konuları en güzel şekilde öğreneceksiniz

Yapacağınız ölçmelerde, deneylerde ve hesaplamalarda güvenliğe, malzemeleri korumaya, tertip ve düzene vereceğiniz önem, sizi hayatınız boyunca etkileyecek olan güzel davranışlardır.

Sınıf ve laboratuvar durumuna göre ölçme ve hesaplamaları, gruplar hâlinde yapmanız gerekebilir. Bu durumda ekip çalışması yapacak kişilerin; yardımlaşma, paylaşma, saygılı olma gibi güzel davranışları kazanmaları, bugününü ve geleceğini etkileyecektir. Bu değerlere eksiksiz sahip olmak gerekmektedir.

Unutulmamalıdır ki başarının yolu mesleği sevmekten geçer. Mesleğinizde başarılı olduğunuzda toplum içinde çok değer göreceksiniz ve mesleki kariyeriniz yükselecektir. Böylece geleceğiniz aydınlık olacaktır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

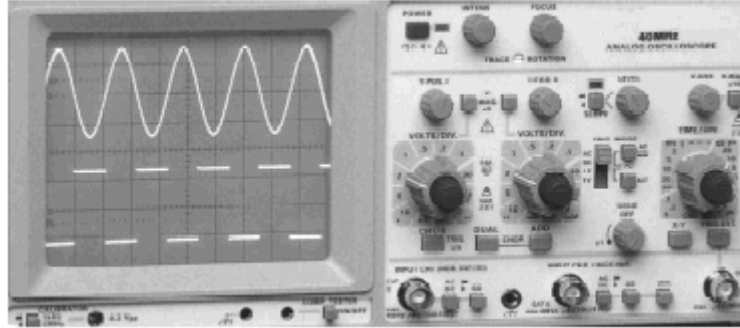
Uygun ortam sağlandığında osilaskopu tanıyacak, kullanımını öğrenecek, osilaskopla; faz, periyot ve frekansı tekniğine uygun olarak ölçüp ani- ortalama- etkin değer hesaplamalarını ve ölçmeleri hatasız olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

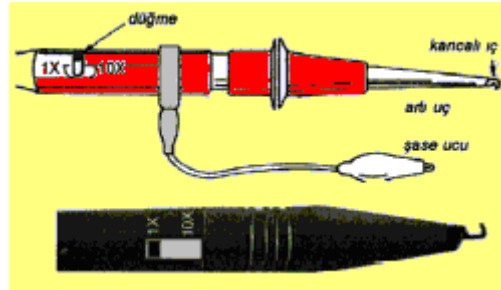
- Çevrenizdeki iş yerlerinde bulabileceğiniz değişik analog ve dijital osilaskopları inceleyerek ölçümler yapınız ve bir rapor hâlinde sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. OSİLASKOBUN TANITILMASI

1.1. Osilaskoplar



Resim 1.1: Çift Işınlı Analog Osilaskobun Görünüşü



Resim 1.2: Osiloskop Probu

1.1.1. Tanıtılması

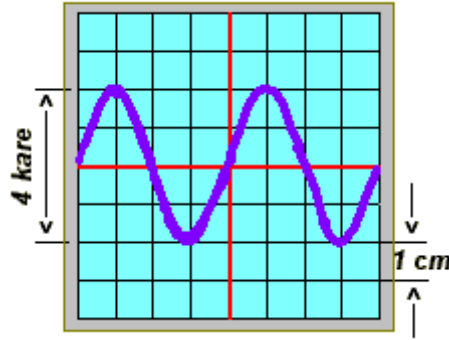
Osiloskoplar, gözle görülemeyen elektrik sinyallerinin, katot ışınli lambalar yardımıyla ölçülmesi ve gözlenmesini sağlayan çok yönlü elektronik cihazlardır.

Osiloskopta iki boyutlu görüntü elde edilir. Ölçümler daha çok sinyalin zamana göre değişimini ölçmek amacı ile yapılır.

1.1.2. Yapısı ve Çalışması

Katot ışınli tüpte üretilen elektronlar, osilaskobun ekranına gönderilir. Ekrandaki flüoresan maddeye çarpan bu elektronlar, yüzlerce noktadan oluşan bir ışık şeklinde ekranda görünür. Bu elektronlar, elektronik devreler ve saptırma levhalarıyla kontrol edilip yönlendirilerek osiloskop ekranında anlamlı eğrilere dönüşür. Böylece ölçülmek istenen sinyal, osilaskobun girişine uyguladığında, ekranda o sinyalin şekli (eğrisi) oluşur. Bu eğriler, tekniğine uygun olarak ölçülüp değerlendirilir.

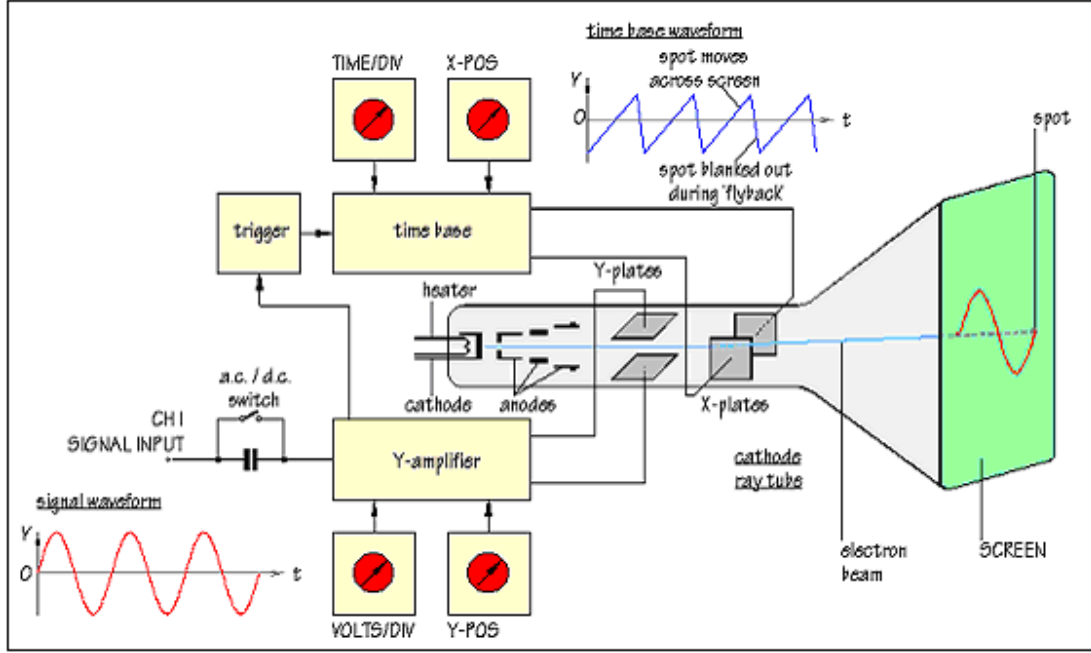
Şekil 1.3'te görüldüğü gibi osiloskop ekranı; yatay ve dikey çizgilerle karelere bölünüp ölçümlendirilmiştir. Yatay ve dikey aralıklar 1'er cm genişliğindedir.



Şekil 1.3: Osiloskop ekranı ve eğrinin görünüşü

Osiloskoplar başlıca şu bölümlerden oluşur:

- Katot ışınli tüp (CRT) ve ekran
- Tetikleme devresi
- Yatay saptırma sistemi
- Zayıflatıcılar
- Dikey saptırma sistemi
- Çeşitli besleme devreleri
- Tarama osilatörü
- Seçici anahtar ve çeşitli potansiyometreler



Şekil 1.4: Osilaskobun blok şeması

Osiloskoplarda kullanılan anahtar ve ayarlama düğmeleri; kazanç (Volt / Division), zamanlama (Time/ Division), odaklayıcı (Focus), variable, Ext, Level, Calibratör, Y-Pos İvert, CH1, Ground, DC-AC-GD seçici, CH I, CH II de balans düzeltici anahtardır. Osiloskopların markalarına göre değişik tip ve özellikte farklı ayar düğmeleri de olabileceğinden kataloglarını inceleyip ona göre ölçüm yapmak gerekir.

Günümüzde kullanılan osiloskop çeşitleri şunlardır:

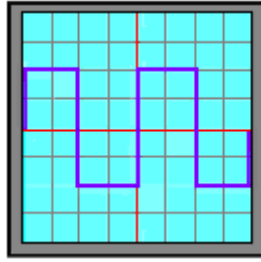
- Tek kanallı osiloskop
- Çift kanallı osiloskop
- Örnekleme osiloskop
- Hafızalı osiloskoplar

Tek kanallı osiloskopta sadece bir sinyal ölçülebilirken çift kanallıda aynı anda iki sinyal ölçülebilmektedir. Örneklemede, Giga Hertz (GHz) seviyesindeki yüksek frekanslı sinyaller ölçülebilmektedir. Hafızalı osiloskopta ise ekrandaki görüntülerin uzun süreli saklanması mümkün olmaktadır.

Ölçülecek büyüklükleri, osiloskop girişine uygulamak için koaksiyel kablolu probalar kullanılır. Bu probalar değişik özelliklerde yapılmışlardır. Bunlardan; X1 probu düşük sinyalleri, X10 probu orta sinyalleri, X100 probu ise büyük sinyalleri osilaskoba uygulayıp ölçülebilmek için kullanılmaktadır. Şekil 1.2’de X1 probu görülmektedir.

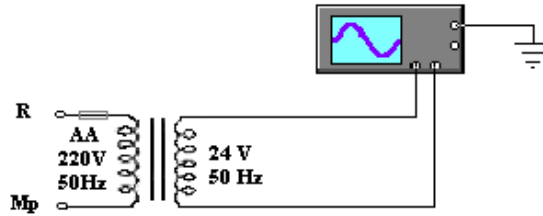
1.1.3. Osiloskopların Kalibrasyonu ve Ölçümlerin Yapılması

Osiloskop ile herhangi bir ölçüm yapılmadan önce mutlaka kalibrasyon ayarı yapılmalıdır. Çünkü kalibrasyon ayarı olmadan, yapılan ölçümler yanlış sonuçlar verecektir. Kalibrasyon için osiloskopta üretilen 2 voltluk kare dalga sinyalinden yararlanır. Önce Volt/Div komütatörünün 0,5 volt kademesi, Time/Div komütatörünün 0,2 sn. kademesi seçilir. Prop ucu, kare dalga sinyal ucuna dokundurulur. Şekil 1.5'te görüldüğü gibi; ekranda iki kare genişliğinde ve iki kare yüksekliğinde, kare dalga görüntüsünün oluşması gerekir. Bu durumda kalibrasyonun doğru yapılmış olduğu anlaşılır. Ancak bundan sonra, ölçülmek istenen büyüklükler, prop uçlarıyla osiloskoba uygulanır. Ekranda görülen eğriler ölçülüp değerlendirilerek gerekli hesaplamalar yapılır.



Şekil 1.5: Kalibrasyon Yapıldığında Ekrandaki Eğrinin Görünüşü

Osiloskop ile alternatif gerilimin büyüklüğünü ve frekansını ölçebiliriz. Bunun için Şekil 1.6'daki bağlantı yapılır. Ekranda eğrilerin kapladıkları kare sayıları ölçülür, ayar kademe çarpanları belirlenir. Bu değerler, formüllerdeki yerlerine konarak gerekli hesaplamalar yapılır. Hesaplamayı birer örnekle açıklayalım.



Şekil 1.6: Osiloskop ile gerilim ve frekansın ölçülmesi

Örnek

Osiloskop probu X1 kademesinde, volt / div 10 volt kademesindeyken sinyalin ekranda dikey olarak kapladığı alan 6,8 karedir. Buna göre gerilimin tepeden tepeye ölçülen değerini ve bu gerilimin maksimum değerini bulalım.

Çözüm

$$V_{TT} = ? \quad V_T = ?$$

$$V_{TT} = \text{Prop kademesi} \times \text{düşey kare sayısı} \times \text{volt/div kademe değeri}$$

$$V_{TT} = 1 \cdot 6,8 \cdot 10 = 68 \text{ volt} \quad V_T (V_{\max}) = \frac{V_{TT}}{2} = \frac{68}{2} = 34 \text{ volt bulunur.}$$

Örnek

Time/div komütatörü 10 msn. konumundayken osilaskoba uygulanan gerilimin bir periyodu ekranda yatay olarak 5 kareyi kaplamaktadır. Bu sinyalin frekansını bulunuz (Frekans ölçümünde prop çarpanı katsayısı kullanılmaz.).

Çözüm

İlk önce bir periyot için geçen süre (T) bulunur.

$T = \text{Yatay kare sayısı} \cdot \text{Time/div kademe sayısı}$

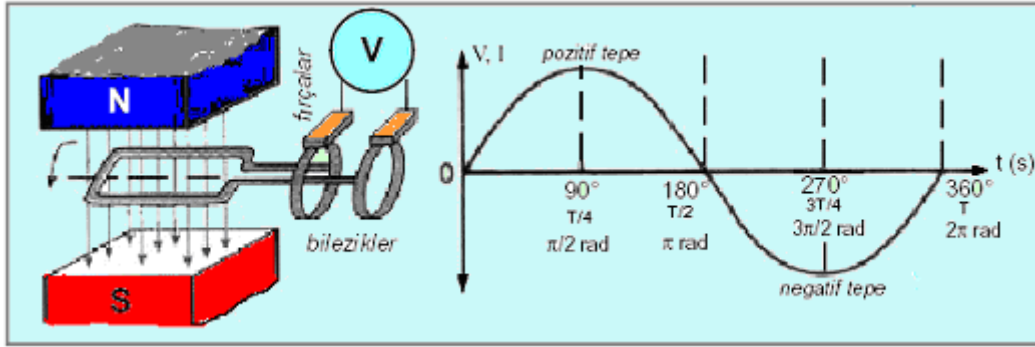
$T = 5 \cdot 10 = 50 \text{ msn.} = 0,05 \text{ sn.}$ (1 sn. = 1000 msn.)

Frekans, periyodun tersi olduğundan $\rightarrow F = \frac{1}{T}$ dir. $\rightarrow F = \frac{1}{0,05} = 20 \text{ Hz}$

bulunur.

1.2. Sinüsoidal Dalga

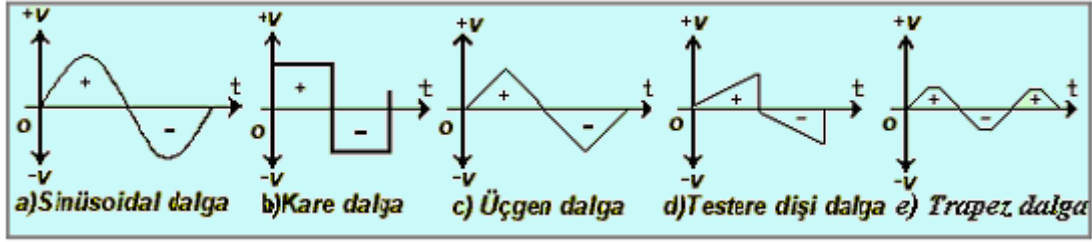
Zamana göre yönü ve şiddeti (değeri) değişen gerilime alternatif gerilim (AC) denir. Aynı şekilde akıma da alternatif akım (AA) denir. Bu gerilim Şekil 1.7'de görüldüğü gibi, elektrik santrallerindeki üç fazlı alternatörlerde (AC jeneratörlerinde) üretilir, oradan da alıcılara kadar gönderilir. Ev ve iş yerlerinde kullanılan elektrik enerjisi alternatif gerilimlidir. Bu gerilimin voltajını voltmetre ile akım şiddetini de ampermetre ile ölçebiliriz. Evlerde kullandığımız AC gerilimin voltmetre ile ölçtüğümüz faz-nötr arasındaki faz gerilim değeri $U_F = 220$ voltur. Sanayide kullanılan üç fazlı gerilimin R-S-T fazları arasında ölçülen gerilim değeri ise $U_H = 380$ voltur. Buna fazlar arası gerilim veya hat gerilimi de denir.



Şekil 1.7: Bir Fazlı Alternatör Ve Üretilen Gerilimin Sinüsoidal Eğrisinin Görünüşü

Bu alternatif gerilim ve akımlar, Şekil 1.8'de görüldüğü gibi sinüsoidal dalga görünümündedir.

Dalga formlarının Şekil 1.8 b-c-d-e'de görüldüğü gibi başka çeşitleri de vardır. Bunlar görünüşlerine uygun olarak kare dalga, üçgen dalga, testere dişi dalga veya trapez dalga olarak isimlendirilir.



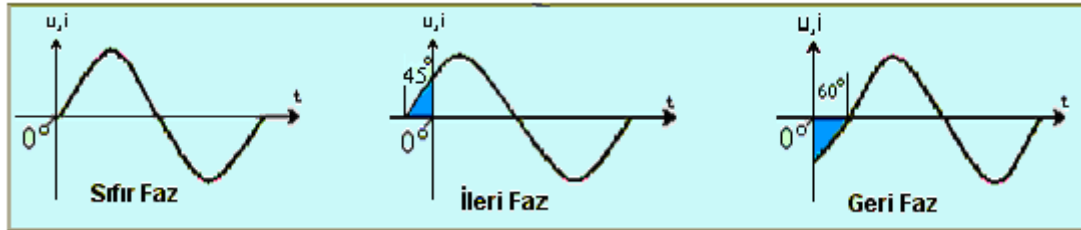
Şekil 1. 8: Çeşitli dalga şekillerinin osiloskopta görünüşü

Bu dalgalar, sinyal jeneratörü ve osilatör devreleri yardımıyla düşük gerilimli sinyaller şeklinde üretilir. Bu sinyaller birçok elektronik cihazların çalıştırılmasında, haberleşme alanında, endüstriyel elektronikte vb.de sistemlerin kontrolü ve çalıştırılmasında kullanılır.

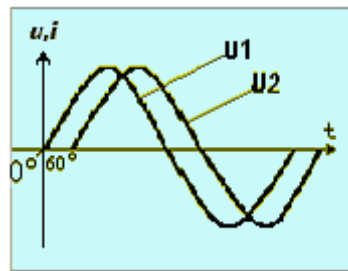
1.2.1 Faz, Periyot, Frekans, Saykıl

Faz ve faz farkı

Faz; sinüzoidal eğrinin veya herhangi bir dalganın başlangıç (0°) noktasına göre durumudur. Şekil 1.9'da görüldüğü gibi eğrinin başlangıç noktası 0° ise sıfır faz adını alır. İleriden başlıyorsa ileri faz, geriden başlıyorsa geri faz olarak değerlendirilir. Örneğin 60° ileriden başlayan eğriye 60° ileri faz eğrisi, 60° geriden başlıyorsa 60° geri faz eğrisi denir.



Şekil 1.9: Çeşitli Faz Şekillerinin Osiloskopta Görünüşleri



Şekil 1.10: 60° faz farklı eğrilerin görünüşleri

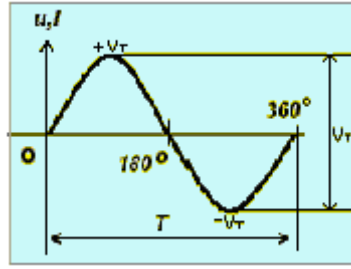
İki eğri aynı anda da değerlendirilebilir. Eğrilerin sıfır veya maksimum noktalarından bakılır, aralarındaki açı ölçülerek bulunur. Bu açıya faz farkı denir. Bu açıya göre değerlendirilir. Örneğin; 60° faz farklı eğriler diye söylenir. Şekil 1.10'da 60° faz farklı gerilimlerin eğrileri görülmektedir.

Saykıl

Sinüzoidal bir eğrinin sıfırdan başlayıp pozitif alternans ve negatif alternansı yaptıktan sonra tekrar başlangıç noktasına gelinceye kadar almış olduğu yola denir.

Periyot

Bir sinüzoidal dalganın oluşması için geçen süre olup birimi saniyedir. 'T' harfiyle gösterilir. Bir sinüzoidal dalganın, 360°lik bir açıyı tamamlaması için geçen süreye 1 periyot denir (Şekil 1.11).



Şekil 1.11: Bir Periyodun Osiloskopta Görünüşü

Frekans

Dalganın bir saniyedeki periyot sayısıdır. Birimi hertz olup kısaca Hz harfleriyle gösterilir.

Frekansın katları; kilo hertz (KHz) , mega hertz (MHz) ve giga hertz (GHz)dir.

Şebeke geriliminin frekansı; Türkiye ve Avrupa'da 50 Hz, ABD'de 60 Hz'dir. Frekans ve periyot, birbirinin tersidir.

$$\text{Yani } F = \frac{1}{T} \text{ Hz. veya } T = \frac{1}{F} \text{ sn.dir.}$$

➤ Örnek Problem:

Frekansı 50 Hz olan elektrik şebekesinde, bir periyodun oluşabilmesi için geçen süreyi bulunuz.

➤ Çözüm:

$$T = \frac{1}{F} \Rightarrow T = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ sn. veya } 0,02 \cdot 1000 = 20 \text{ msn. (milisaniye)}$$

Bir periyodun oluşması için geçen sürenin 0,02 sn. veya 20 msn. olduğu bulunur.

Dalga Boyu

Bir (1) dalganın, metre cinsinden kapladığı mesafeye dalga boyu denir. λ (lamda) harfiyle gösterilir. Birimi metredir. Elektrik akımı saniyede 300.000.000 metre yol almaktadır. Bir saniyede ise F kadar dalga meydana gelir. Buna göre bir dalganın boyu;

$$\lambda = \frac{300000000}{F} \text{ veya } \Rightarrow \frac{3 \cdot 10^8}{F} = \dots \text{ mt formülüyle bulunur.}$$

➤ **Örnek problem:**

Frekansı 27 MHz olan bir FM vericisi yayınının dalga boyu mesafesini bulunuz.

➤ **Çözüm:**

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8}{F} = \frac{3 \cdot 10^8}{27^6} = 11,11 \text{ mt. olarak bulunur.}$$

1.2.2. Alternatif Akım Büyüklükleri

➤ **Tepe değeri-maksimum değer**

Alternatif gerilim veya alternatif akımın sıfırdan başlayıp maksimum değerini aldığı noktadır. **E_T-E_{max}** ve **I_T – I_{max}** harfleriyle gösterilir. Birimi; gerilim için volt, akım için amperdir.

➤ **Tepeden tepeye değer**

Dalga formunun, pozitif tepe değeri ile negatif tepe değeri arasındaki uzaklık değeri, tepeden tepeye değerdir. **E_{TT} - I_{TT}** harfleriyle gösterilir. Birim; gerilim için volt, akım için amperdir (Şekil 1.11).

➤ **Ani değer**

Gerilimin veya akımın herhangi bir andaki değeridir. **E-i** harfleriyle ile gösterilir. Gerilim veya akımda sonsuz sayıda ani değerler bulunur. Birimi volt ve amperdir. Ani gerilim ve ani akım değerleri aşağıdaki formüllerle hesaplanır.

$$e = E_{\max} \cdot \sin\alpha = \text{volt} \quad \text{Ve} \quad i = I_{\max} \cdot \sin\alpha = \text{amper}$$

α Açısının değeri; gerilim veya akım eğrisinin, başlangıç noktasına göre aldığı açı değeridir.

Örnek problem:

Frekansı 50 Hz olan bir şebekenin maksimum gerilim değeri 200 v ise, $\alpha=30^\circ$ iken gerilimin ani değerini hesaplayınız. $\sin 30^\circ = 0,5$

Çözüm:

$$e = E_{\max} \cdot \sin\alpha = 200 \cdot \sin 30^\circ = 200 \cdot 0,5 = 100 \text{ volt bulunur.}$$

➤ **Ortalama değer**

Bir alternansta 0° den 180° ye kadar geçen süre içerisinde çok sayıda ani değerler alınır. Bu değerlerin toplamının aritmetik ortalaması, ortalama değeri verir. Birimi; volt ve amperdir. Şu formüllerle bulunur:

$$E_{or} = E_{\max} \cdot 0,636 \quad \text{ve} \quad I_{or} = I_{\max} \cdot 0,636$$

➤ **Etkin değer**

Ani değerlerin karelerinin, aritmetik ortalamasının kareköküne eşittir. Bu değerlere, efektif veya efikans değerler de denir. Etkin değer; U_{et} , E_{et} , I_{et} harfleriyle veya kısaca; U , E , I harfleriyle gösterilir. Aşağıdaki formüllerle bulunur.

$$(E) E_{et} = E_{max} \cdot 0,707 \text{ volt} \quad (I) I_{et} = I_{max} \cdot 0,707 \text{ amper}$$

Örnek problem:

Maksimum değeri 100 volt olan alternatif gerilimin ortalama ve etkin değerlerini bulunuz.

$$E_{or} = E_{max} \cdot 0,636 = 100 \cdot 0,636 = 63,6 \text{ V} \quad E_{et} = E_{max} \cdot 0,707 = 100 \cdot 0,707 = 70,7 \text{ V}$$

Örnek problem:

Etkin değeri 21 A olan A.A'nın ortalama ve maksimum değerlerini bulunuz.

$$I_{max} = \frac{I_{et}}{0,707} = \frac{21}{0,707} = 29,7 \text{ A} \Rightarrow I_m = 29,7 \text{ A}$$

$$I_{or} = I_{max} \cdot 0,636 = 29,7 \cdot 0,636 = 18,9 \text{ A} \text{ bulunur.}$$

Gerilim ve akımın etkin değerleri; analog veya dijital voltmetre ve ampermetre ile ölçülür. Ayrıca gerilim ve akımın; etkin, ani, tepe ve tepeden tepeye değerlerini osiloskopa da ölçmek mümkündür. Bunun için Şekil 1.6'daki bağlantı yapılır. Osiloskobun ekranındaki periyodun, dikeyde kapladığı kare sayıları ölçülüp formülde yerlerine konularak gerekli hesaplamalar yapılır.

Örnek problem:

V/div komütatörü 10 volt kademesindeyken X10 probuyla yapılan ölçümde, osiloskop ekranında, bir alternansın yüksekliği 3,1 kare olduğu ölçülmüştür. Buna göre ölçülen gerilimin; E_{max} , E_{or} , E_{et} değerlerini bulunuz.

Çözüm:

$$E_{max} = \text{Kare sayısı} \times \text{prop çarpanı} \times \text{V/div kademesi}$$

$$E_{max} = 3,1 \cdot 10 \cdot 10 = 310 \text{ volt}$$

$$E_{or} = E_{max} \cdot 0,636 = 310 \cdot 0,636 = 197,2 \text{ volt olur.}$$

$$(E) E_{et} = E_{max} \cdot 0,707 = 310 \cdot 0,707 = 220 \text{ volt olarak bulunur.}$$

1.2.3. Alternatif Akım Devrelerinde Güç

A.C elektrik devrelerinde üç çeşit güç vardır. Bunlar; zahiri, aktif ve reaktif güçlerdir. Bir alıcının gücü; watmetre ile direkt ölçülebildiği gibi ampermetre-voltmetre-cosfimetre ile de indirekt olarak da ölçülebilir. Endirekt ölçümde; ölçü aletlerinin gösterdikleri gerilim ve akımın etkin değerleri ve cosfimetrenin değerleri, ilgili formüllerde yerlerine konularak güç hesaplamaları yapılır. Tüm elektrik devrelerinin güç ölçümlerinde benzer formüller kullanılır. İleride incelenecek olan; seri, paralel ve karışık devre konularında güç hesaplamaları yapılmak istenirse yine aynı formüller kullanılır.

➤ **Zahirî güç (görünen güç)**

Devre gerilimiyle devre akımının çarpımına eşittir. Birimi volt-amper olup kısaca **VA** ile gösterilir. Şu formülle bulunur: $S = U \cdot I = \text{VA}$

➤ **Aktif güç**

Devre gerilimi ve akımı ile bunlar arasındaki açının kosinüsünün (güç katsayısı) çarpımlarına eşittir. Birimi watt olup kısaca **W** harfiyle gösterilir. Aktif güç şu formülle bulunur:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = W$$

➤ **Reaktif güç (kör güç)**

Devre gerilimi ve akımının etkin değerleri ile bunlar arasındaki açının sinüsünün çarpımlarına eşittir. Birimi volt-amper-reaktif olup kısaca **VAR** ile gösterilir. Reaktif güç şu formülle bulunur:

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = \text{VAR}$$

Örnek problem:

Etkin değeri 100 volt olan bir AC elektrik şebekesinde çalışan alıcı, devreden 10 A akım çekmektedir. Güç katsayısı 0,8 olan bu alıcının zahirî, aktif ve reaktif güçlerini bulunuz.

Çözüm:

$$U = 100V, I = 10A, \cos \varphi = 0,8 \text{ --- } \sin \varphi = 0,6 \quad P_Z = ? - P_A = ? - P_R = ?$$

$$S = U \cdot I = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ VA}$$

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,8 = 800 \text{ W}$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 100 \cdot 10 \cdot 0,6 = 600 \text{ VAR}$$

Örnek problem:

220 volt 50 Hz'lik elektrik şebekesinde çalışan bir elektrikli ısıtıcı, şebekeden 5 amper akım çekmektedir. Bu ısıtıcının güçlerini bulunuz.

Çözüm:

Elektrikli ısıtıcılar omik alıcılar olduğu için akımla gerilimin arasındaki açı 0° 'dir. $\cos 0^\circ = 1$ ve $\sin 0^\circ = 0$ olduğundan, hesaplamalar şu şekilde yapılır:

$$S = U \cdot I = 220 \cdot 5 = 1100 \text{ VA}$$

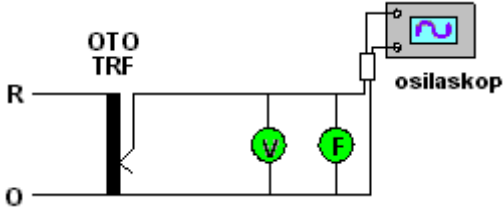
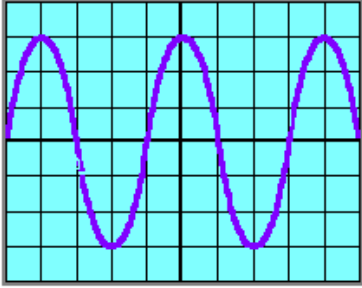
$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 220 \cdot 5 \cdot 1 = 1100 \text{ W}$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi = 220 \cdot 5 \cdot 0 = 0 \text{ VAR}$$

Not: Omik alıcılarda reaktif güç bulunmaz

UYGULAMA FAALİYETİ

Osiloskop ile alternatif gerilimin maksimum, etkin, ortalama değerlerini ve frekansını ölçünüz.

İşlem Basamakları	Öneriler
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Şekildeki bağlantıyı uygun ölçü aletleri ile kurunuz. Ölçü aletlerinin ölçme alanlarına dikkat ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devreye enerji uygulayarak osiloskop üzerinde gerekli ayarları ve kalibrasyonu yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Osiloskop ayarları için osiloskop konusunu tekrar inceleyiniz. ➤ İnten, focus, volts/cm, time/cm düğmelerinin görevlerini tekrar ediniz.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çıkış gerilimini ayarlayarak; ➤ Volts/cm, time/cm düğmelerini ayarlayıp sinüs eğrisini ekranda görünüz. ➤ Alternansın yüksekliğinin kaç kare olduğunu ölçünüz ve kaydediniz. ➤ Volt/cm, time/cm ve prob kademe değerlerini kaydediniz. 	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bir alternansın yüksekliği 3 kare, ➤ bir periyodun yatayda kapladığı alan ➤ 10 kare ölçülmüştür. ➤ Gerekli hesaplamaları yapınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Osiloskop değerleri; volt/cm = 5 V Time/cm = 2 msn. kademeleriyle X 10' luk prop kullanılmıştır. $U_{max} = \text{Max. değer yüksekliği} \times \text{volt/cm kademe değeri} \times \text{prop çarpanı}$ $U_{max} = 3.5.10 = 150 \text{ V}$ $U_{et} = 0,707 . U_{max}$ $U_{et} = 0.707.150 = 106.05 \text{ V}$ $T = \text{Time/cm kademe değeri} \times \text{periyod genişliği}$ $T = 2.10 = 20 \text{ msn.} = 0.02 \text{ sn.}$ $F = \frac{1}{T} = 1/0,02 = 50 \text{ Hz. bulunur.}$

➤ Giriş geriliminin değerini, oto trafosuyla değiştirerek ölçümleri tekrarlayınız.	➤
------------------------------------------------------------------------------------	---

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Uygulamada kullanacağınız elektriksel güce uygun ölçü alatlerini seçebildiniz mi?		
2	Osiloskop kalibrasyonunu yaptınız mı?		
3	Deney bağlantısını uygun şekilde yaptınız mı?		
4	Ekranında sinus eğrisini yakaladınız mı?		
5	Ölçtüğünüz yatay ve dikey kare sayılarına göre gerilim ve frekans hesaplarını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Osiloskop aşağıdaki işlemlerden hangisi için kullanılmaz?
A) Akım ölçümünde
B) Gerilim ölçümünde
C) Faz farkının ölçülmesinde
D) Frekansın ölçülmesinde
- Osiloskopla gerilimi hatasız olarak ölçebilmek için ilk yapılması gereken işlem aşağıdakilerden hangisidir?
A) Alıcıların gücünü uygun seçmek
B) Ölçülecek gerilimi uygun seçmek
C) Osilaskobun kalibrasyonunu yapmak
D) Osilaskobu çalıştırmadan önce komütatör konumlarını iyi ayarlamak
- Osiloskopla frekans ölçerken ekrandaki görüntünün hangi değeri gereklidir?
A) Eğrinin dikey ekseninde kapladığı kare sayısı
B) Bir saykılın yatay ekseninde kapladığı kare sayısı
C) Ekranda oluşan dalga sayısının az veya çokluğu
D) Eğrinin ekrandaki incelik ve kalınlığı
- Osilaskobun volt/div komütatörü 2 kademesindeyken $X 10^1$ luk propla yapılan ölçümde, yarım dalganın ekrandaki yüksekliği 5 kare ölçülmüştür. Buna göre, ölçülen gerilimin en yüksek değeri kaç voltur?
A) 5 volt
B) 10 volt
C) 50 volt
D) 100 volt
- Osiloskop ekranında bir dalga (bir periyot) yatay ekseninde 4 kare kaplamaktadır. $X10^1$ luk propla yapılan bu ölçümede, time/div 0,5 milisaniye (msn.) kademesinde olduğuna göre gerilimin frekansı kaç Hz bulunur?
A) 20 Hz
B) 100 Hz
C) 500 Hz
D) 1000 Hz
- Maksimum değeri 200 volt olan A.C'nin etkin değeri kaç voltur?
A) 141,4 volt
B) 127,2 volt
C) 100 volt
D) 175,4 volt
- Ortalama değeri 100 volt olan A.C'nin maksimum değeri kaç voltur?
A) 63,6 volt
B) 70,7 volt
C) 141,4 volt
D) 157,2 volt
- Etkin değeri 220 volt, $f = 50$ Hz olan şebekede çalışan endüktif bir alıcı, devreden 5A akım çekmektedir. $\cos\phi = 0,8$ ve $\sin\phi = 0,6$ olduğuna göre bu alıcının aktif gücü kaç wattır?
A) 1100 W
B) 880 W
C) 660 W
D) 250 W

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

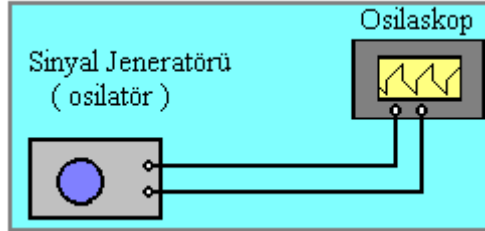
Uygun ortam sağlandığında üçgen ve kare dalga büyüklüklerini hatasız olarak hesaplayabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizdeki iş yerlerinde günlük hayatta kullanılan elektronik ürünlerinden değişik analog ve dijital sinyaller hakkında bilgi toplayıp bir rapor hazırlayınız. Bu raporu sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. ÜÇGEN VE KARE DALGA SİNYALLERİ

Günlük hayatta kullanılan elektronik ürünlerinden birçoğunun (bilgisayarlar, hesap makineleri, dijital ölçü aletleri, sayıcılar, zamanlayıcılar, osiloskoplar, televizyonlar, telsizler, radarlar, motor sürücü devreleri vb.) çalışması için değişik formdaki sinyallere ihtiyaç vardır. Bu sinyaller çoğunlukla üçgen ve kare dalga şeklindedir ve elektronik devrelerin çalışmasını sağlar. Sinyallerin elde edildiği elektronik düzeneklere osilatör veya sinyal jeneratörü denir. Bu sinyallerin frekanslarını; frekansmetreler veya osiloskopa ölçebiliriz.



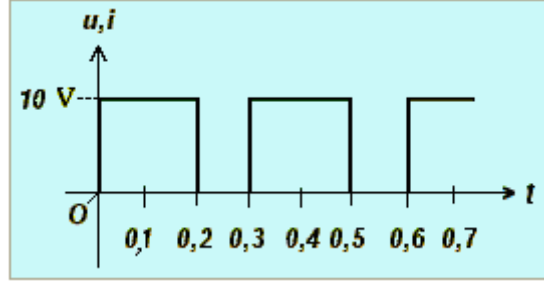
Şekil 2.1: Osilatörde Üretilen Sinyallerin Osiloskopa Ölçülmesi

2.1. Osiloskopa, Kare Dalga Şekillerinin Ortalama ve Etkin Değerlerinin Hesaplanması

Bunun için Şekil 2.1'deki bağlantı yapılır. Sinyal jeneratörü kare dalga moduna getirilerek üretilen sinyaller osilaskoba uygulanır. Ekranda ölçülen değerler, ilgili formüllerde yerlerine konarak istenen değerler hesaplanır. Bununla ilgili bir örnek yapalım.

Örnek:

Osiloskopta, Şekil 2.2'deki gibi görülen kare dalga sinyallerinin ortalama ve etkin gerilim değerlerini bulunuz.



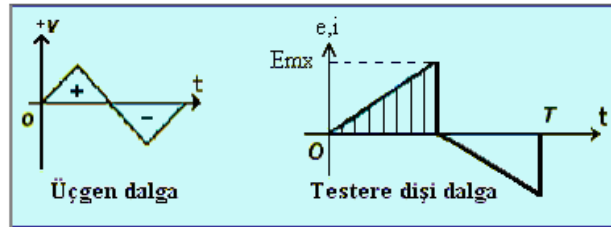
Şekil 2.2: Problem Kare Dalganın Osiloskoptaki Şekli

$$\text{Ortalama değer} = \frac{\text{Alan}}{\text{Periyot}} \Rightarrow \mathbf{E_{or}} = \frac{\text{Alan}}{\text{Periyot}} \quad \mathbf{E_{or}} = \frac{10 \cdot 0,2}{0,3} = 6,66 \text{ volt}$$

$$\text{Etkin değer} = \sqrt{\frac{\text{yatay.yap.alan}}{\text{Tamperiyot}}}$$

$$\mathbf{E_{et}} = \sqrt{\frac{(10^2 \cdot 0,2) + (0^2 \cdot 0,1)}{0,3}} = \sqrt{\frac{20}{0,3}} = \sqrt{66,6} = \mathbf{E_{et}} = 8,2 \text{ volt}$$

2.2. Osiloskopta Üçgen Dalga Şekillerinin Ortalama ve Etkin Değerlerinin Hesabı



Şekil 2.3: Üçgen ve testere dişi dalga şekilleri

Üçgen ve testere dişi dalga şekillerinin ortalama değerlerinin bulunmasında şu formülden faydalanılır.

$$\text{Ortalama değer: } \mathbf{E_{or}} = 0,5 \cdot \mathbf{E_{max}} = \text{volt}$$

Örnek problem:

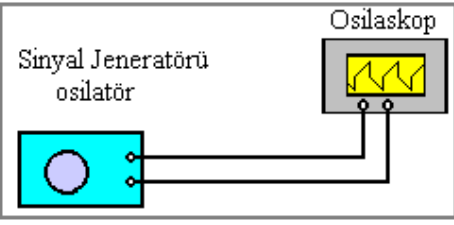
E_{max} değeri 100 milivolt olan testere dişi sinyalin ortalama değerini bulunuz.

Çözüm:

$$E_{or} = 0,5 \cdot E_{max} = 0,5 \cdot 100 = 50 \text{ milivolt (mv) bulunur}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

Osiloskop ile üçgen ve kare dalga sinyallerinin büyüklüklerini ve frekanslarını ölçünüz

İşlem Basamakları	Öneriler
	<ul style="list-style-type: none">➤ Osilatör ve osiloskobun etiketlerini inceleyerek çalışma gerilimlerinin şebekeye uygunluğunu kontrol ediniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Osiloskop üzerinde gerekli ayarları yapınız.➤ Sinyal jeneratörünün ayarlarını yapınız.➤ Osilatör ve osiloskoba enerji uygulayıp çalıştırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Osiloskop ayarları için osiloskop konusunu tekrar inceleyiniz.➤ İnten, focus, volts/cm, time/cm düğmelerinin görevlerini tekrar ediniz.➤ Sinyal jeneratörünün çalışması ve ayarlanmasını öğretmeninizden öğreniniz.➤ Osiloskobun kalibrasyon ayarını yapınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Sinyal jeneratöründe üretilen sinyali, uygun prop ile osiloskoba uygulayınız ve ekranda eğriyi görünüz.➤ Volt/cm, time/cm ve prop kademe değerlerini kaydediniz.➤ Alternansın yüksekliğinin kaç kare olduğunu ölçüp kaydediniz.➤ Sinyallerin bir periyodunun yatayda kapladığı kare sayısını ölçüp kaydediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Osiloskopa gerilim ve frekans ölçmek için gerekli olan formülleri tekrar gözden geçirin.➤ Bu değerlerle sinyalin gerilimi ölçülür.➤ Bu değerlerle sinyalin frekansı ölçülür.
<ul style="list-style-type: none">➤ Gerekli hesaplamaları yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bu faaliyetteki örnek çözümleri tekrar inceleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Çıkış frekanslarının değerlerini değiştirerek ölçümleri tekrarlayınız.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uygulamada kullanacağınız elektriksel güce uygun ölçü alatlerini ve sinyal jeneratörünü seçebildiniz mi?		
2. Osiloskop ve sinyal jeneratörünün ayarlarını yaptınız mı?		
3. Deney bağlantısını uygun şekilde yaptınız mı?		
4. Ekranda üçgen ve kare dalga eğrilerini yakaladınız mı?		
5. Ölçtüğünüz yatay ve dikey kare sayılarına göre gerilim ve frekans hesaplarını yaptınız mı?		

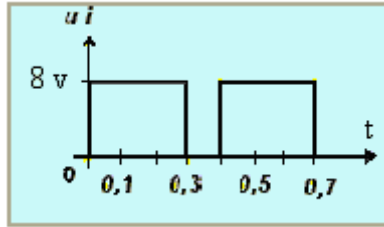
DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

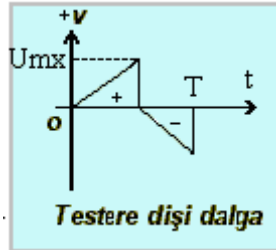
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Sinyal gerilimi üreten elektronik cihazın adı nedir?
A) Osiloskop B) Osilatör C) Bobin-direnç D) Kondansatör-direnç
2. Kare ve üçgen dalga sinyalleri nerelerde kullanılır?
A) Motor sürücü devreleri
B) Hesap makineleri
C) Sayıcılar-zamanlayıcılar
D) Hepsi doğru
3. Osiloskopta, şekildeki gibi ölçülen kare dalga şeklinin etkin değeri kaç voltur?



- A) 2,2 volt B) 3,6 volt C) 5 volt D) 8 volt
4. Osiloskopta şekilde görülen, testere dişi dalga şeklinin maksimum değeri 20 milivolt olduğuna göre ortalama değeri kaç voltur?



- A) 5 mv B) 8 mv C) 10 mv D) 15 mv

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Gerekli ortam sağlandığında seri R-L-C devrelerde; empedans, faz açısı, güç faktörü, akım ve güç hesaplamalarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

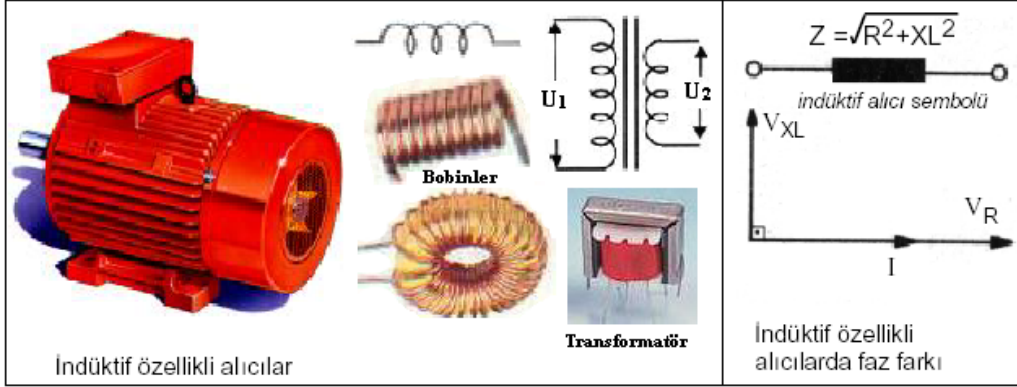
- Omik - endüktif ve kapasitif devre elemanlarının, seri bağlı olduğu değişik alıcıların; akım, gerilim ve direnç değerlerini, güç katsayılarını inceleyip değerlendirmeler yapınız. Değişik değerdeki direnç-bobin ve kondansatörleri seri bağlayarak akım, gerilim ve güç katsayılarını hesaplayıp vektörlerini çıkartınız.

3. SERİ R-L-C DEVRELERİ

Alternatif akım devreleri, alternatif gerilim kaynaklarıyla beslenen devrelerdir. Bu devreler, temel devre elemanları olan; direnç, bobin ve kondansatörden oluşur (Şekil 3.1, 3.2 ve 3.3). Bu devre elemanları; seri, paralel veya karışık olmak üzere üç değişik şekilde bağlanabilir. Her bağlantı şeklinin özellikleri farklı olup alternatif akıma karşı farklı tepkiler verirler.

Farklı cinsteki bu R, L, C devre elemanlarının; seri, paralel veya karışık şekilde bağlanmasıyla oluşturulan devrede farklı bir eş değer direnç oluşur. Farklı elemanların toplam dirençlerinin yerine geçebilecek, bu eş değer dirence '**empedans**' denilir. Empedans Z harfiyle gösterilir ve birimi **ohm** (Ω)dur. Bu yeni duruma göre A.A devrelerinde **Ohm Kanunu** :

$$Z = \frac{U}{I} \quad \text{olur.}$$



Resim 3.1: İndüktif Özellikli Alıcılar (Bobin Sembolü Ve Vektörlerle Gösterilmesi)



Resim 3.2: Omik Özellikli Alıcılar (Rezistörler) Sembolü Ve Vektörlerle Gösterilmesi



Resim 3.3: Kapasitif Özellikli Alıcılar (Kondansatör) Sembolü Ve Vektörlerle Gösterilmesi

3.1. Alternatif Akım Seri Devreleri

A.A kaynağı ile direnç, bobin ve kondansatör temel devre elemanlarından farklı ikisinin veya üçünün seri bağlı olduğu devrelere seri devreler denir.

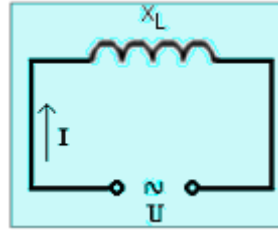
Seri bağlı devrelerde; bütün elemanlardan aynı I akımı geçer. Elemanlar üzerinde düşen gerilimlerin vektörel toplamı, devreye uygulanan U gerilimine eşittir

3.2. Saf Bobin Devresi

Sadece indüktif direnci olan, omik direnci sıfır kabul edilen bobine saf bobin veya ideal bobin devresi denilir (Şekil 3.4). Saf bobin devresi hesaplamalarında, bobinin sadece **indüktif** direnci kullanılır.

İndüktif direnç; bobinlerin alternatif akıma karşı gösterdikleri direnç olup X_L ile gösterilir, birimi ohmdur. Şu formülle bulunur: $X_L = 2\pi FL = \Omega$

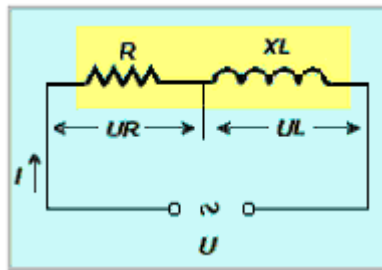
F: Gerilimin frekansı (Hz) ve L = Bobinin indüktansı (henri)



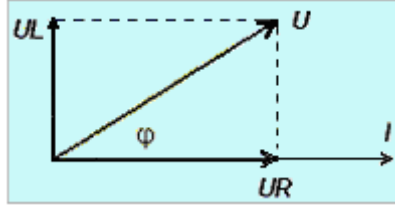
Şekil 3.4: İdeal- saf bobin devresi

3.3. Gerçek Bobin Devresi

İletkenlerin-tellerin bir iç dirençleri olduğu gibi bobinin de bir direnci vardır. Buna omik direnç denir ve R harfiyle gösterilir. Bu direnç sıfır kabul edilmez ve hesaplamalarda mutlaka değerlendirmeye alınması gerekir. Ayrıca bobinin X_L indüktif direnci zaten vardır. İşte; indüktif direncinin yanında, omik direnci de var kabul edilen böyle bir bobine, gerçek bobin devresi adı verilir. Bobinin; omik ve indüktif dirençlerinin (indüktif reaktanslarının) birbirine seri bağlı olduğu kabul edilir (Şekil 3.5). Hesaplamalar buna göre yapılır.



Şekil 3.5: Gerçek Bobin Devresi



Şekil 3.6: Gerçek Bobin Devresinin Vektör Diyagramı

Alternatif akım devrelerinde de kolay hesaplamalar yapabilmek için devrenin vektör diyagramını çizmek gerekir.

Devredeki R direncinden geçen I akımıyla, bu direnç üzerinde düşen U_R gerilimi aynı fazlıdır. Devredeki X_L bobini üzerinde düşen U_L gerilimi, içinden geçen I akımından 90° ileridedir.

Her iki elemandan geçen akım aynı olduğu için I akım vektörü referans alınıp yatay eksen üzerinde çizilir. Gerilimler de akıma göre çizilerek seri bobin-direnç devresinin vektör diyagramı oluşturulur (Şekil 3.6). Vektör diyagramına göre; yatayda U_R gerilimi ile dikeydeki U_L geriliminin bileşkesi U devre gerilimini verir. U Devre gerilimi ile I devre akımı arasında, ϕ kadar bir açı vardır. Bu açının kosinüsüne devrenin **güç katsayısı** veya **güç faktörü** denir. Şekil 3.6'daki vektör diyagramından faydalanılarak şu formüller yazılabilir:

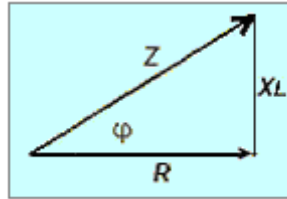
Direnç üzerinde düşen gerilim: $U_R = I \cdot R$. volt

Bobin üzerinde düşen gerilim: $U_L = I \cdot X_L$ volt

Devre gerilimi: $U^2 = U_R^2 + U_L^2 \Rightarrow U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$ ve $U = I \cdot Z$

Devre empedansı: $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ $\cos \phi = \frac{U_R}{U}$

Şekil 3.7'deki vektör diyagramına empedans üçgeni adı verilir. Bu üçgende; yatayda direnç, dikeyde ise bobinin indüktif direnci bulunur. Bu iki vektörün bileşkesi devre empedansını oluşturur. Görüldüğü gibi empedans üçgeninde de ϕ açısı değişmemektedir. ϕ açısının değeri, şu formülle bulunur: $\cos \phi = \frac{R}{Z}$

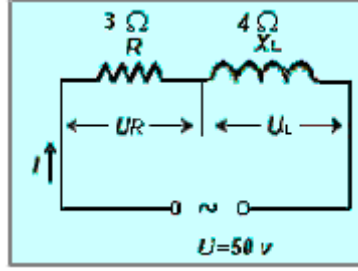


ŞEKİL 3.7: Empedans Üçgeni

Örnek Problem:

Şekil 3.8'deki gibi bağlanmış olan seri devrede istenenleri bulunuz.

Z, I, UR, UL, Cosφ , φ = ?



Şekil 3.8: R-L Seri Devresi (Direnc - Bobin Bağlantısı)

Çözüm :

$$\text{Devre empedansı : } Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \Omega$$

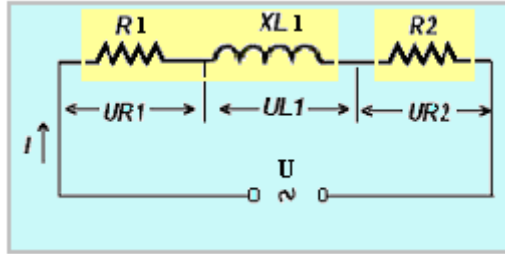
$$\text{Devre akımı : } I = \frac{U}{Z} = \frac{50}{5} = 10 \text{ A}$$

Direnç ve bobin üzerinde düşen gerilimler: $U_R = I.R = 10.3 = 30 \text{ V}$ $U_L = I.X_L = 10.4 = 40 \text{ V}$

$$\text{Faz açısı: } \cos\phi = \frac{U_R}{U} = \frac{30}{50} = 0,6 \quad \phi = 53,1^\circ \text{ bulunur.}$$

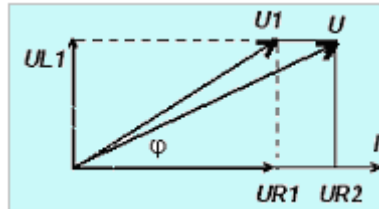
3.4. Bobin ve Direncin Seri Bağlanması (Seri RL-R Devresi)

Şekil 3.9’da görüldüğü gibi R1, XL1 gerçek bobinin dirençleri olup ayrıca R2 direnci bu bobine seri bağlanmıştır.



Şekil 3.9: Geçek Bobin ve Direncin Seri Bağlantısı (Seri RL – R)

Devrenin vektör diyagramı Şekil 3.10’deki gibi çizilir. Yine U devre gerilimi ile I devre akımı arasındaki φ açısının kosinüsü, devrenin güç katsayısıdır.



Şekil 3.10: Seri R-L-R Devresinin Vektör Diyagramı

Şekil 3.9 ve Şekil 3.10'a göre şu formüller yazılabilir:

Devrenin toplam direnci: $R=R_1+R_2$

Devrenin toplam indüktif direnci: $X_L=X_{L1}$

Devrenin toplam indüktansı: $L=L_1$

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

Devrenin gerilimi: $U_R=U_{R1}+ U_{R2}$ $U_L=U_{L1}$ $U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$

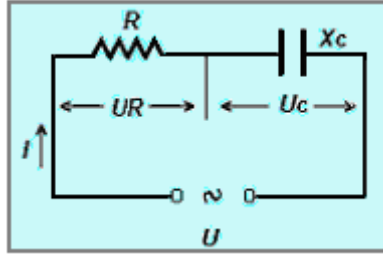
Devrenin akımı: $I = \frac{U}{Z} = \dots A$

Güç katsayısı: $\cos\phi = \frac{U_R}{U}$

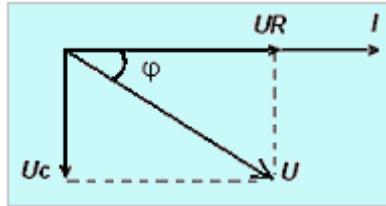
3.5. Direnç ve Kondansatörün Seri Bağlanması (R-C)

Direnç ile kondansatörün birbirleriyle seri bağlı olduğu devredir (Şekil 3.11). Kondansatör; doğru akıma karşı sonsuz direnç gösterirken kapasitesinin değerine ve alternatif gerilimin frekansına bağlı olarak belli bir direnç gösterir. Bu dirence, kapasitif direnç denir, X_c harfleriyle gösterilir ve birimi ohmdur. Şu formülle bulunur:

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \Omega. \quad f = \text{Frekans (Hz)} \quad C = \text{Kondansatörün kapasitesi (Farad)}$$



Şekil 3.11: Seri R-C devresi



Şekil 3.12: Seri R-C devresinin vektör diyagramı

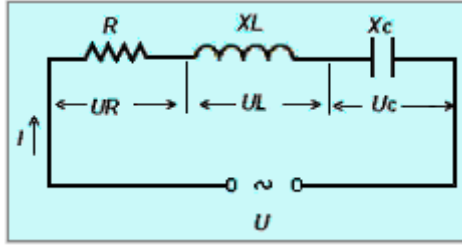
Devrenin vektör diyagramı çizilirken devre akımı referans alınır. Kondansatör üzerinde düşen U_c gerilimi, devre akımından 90° geride olarak çizilir (Şekil 3.12). Bu vektörden şu formüller yazılabilir:

$$\text{Devre gerilimi } U = \sqrt{U_R^2 + U_C^2} \quad Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \text{Cos}\varphi = \frac{U_R}{U} \quad \text{veya}$$

$$\text{Cos}\varphi = \frac{R}{Z} \quad I = \frac{U}{Z} = \text{amper}$$

3.6. Direnç, Bobin ve Kondansatörün Seri Bağlanması (R-L-C)

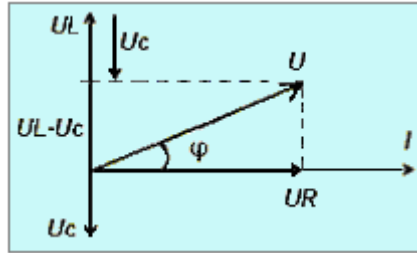
Bu bağlantıda; omik-indüktif-kapasitif olmak üzere üç ayrı eleman birbiriyle seri olarak bağlanmıştır. Böyle devrelerde $X_L > X_C$ veya $X_L < X_C$ durumuna göre farklı hesaplamalar yapılır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13: Seri R-L-C devresi

Şekil 3.13'teki gibi bağlanmış R-L-C seri devresinde her üç elemandan da aynı I akımı geçer. Vektör diyagramı çizilirken; U_L bobin gerilimi 90° ileri fazda, U_C kondansatör gerilimi 90° geri fazda, U_R direnç gerilimi ise I akımıyla aynı fazda çizilir. Bu durumda U_L ile U_C arasında 180° faz farkı vardır. Böyle devrelerde X_L ile X_C kıyaslanır, hangisinin değeri büyükse vektör ona göre çizilir.

- **$X_L > X_C$ için vektörlerin çizimi** X_L, X_C 'den daha büyük olduğu için uçlarında düşen U_L gerilimi, U_C geriliminden daha büyük olacaktır. Bu durumda vektör Şekil 3.14'teki gibi çizilir. Formüller aşağıdaki gibi olur.

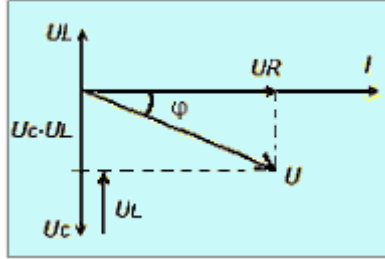


Şekil 3.14: Seri R-L-C Devresinin Vektör Diyagramı $X_L > X_C$

$$\text{Devre gerilimi: } U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} \quad \text{Devre empedansı: } Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

➤ $X_C > X_L$ için vektörlerin çizimi

X_C, X_L 'den daha büyük olduğu için uçlarında düşen U_C gerilimi de U_L geriliminden daha büyük olacaktır. Bu durumda vektör Şekil 3.15'teki gibi çizilir. Formüller de aşağıdaki gibi olur.

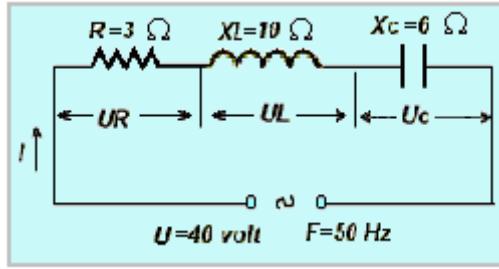


Şekil 3.15: Seri R-L-C devresinin vektör diyagramı $X_C > X_L$ durumu

Devre gerilimi: $U = \sqrt{U_R^2 + (U_C - U_L)^2}$ Devrenin empedansı: $Z = \sqrt{R^2 + (X_C - X_L)^2}$

Örnek Problem:

Şekil 3.16'daki gibi bağlanmış olan devrede bilinmeyenleri bulunuz.



Şekil 3.16: Seri R-L-C devresi

Çözüm:

Devre empedansı: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{3^2 + (10 - 6)^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \Omega$

Devre akımı: $I = \frac{U}{Z} = \frac{40}{5} = 8 \text{ A}$

Devre gerilimleri: $U_R = I.R = 8.3 = 24 \text{ V}$ $U_L = I \cdot X_L = 8.10 = 80 \text{ V}$ $U_C = I.X_C = 8.6 = 48 \text{ V}$

$U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{24^2 + (80 - 48)^2} \Rightarrow U = 40 \text{ V}$

$\cos \varphi = \frac{U_R}{U} = \frac{24}{40} = 0,6$ $\varphi = 53,1^\circ$

3.7. Seri Devrede Rezonans

Seri A.A devresinde X_L ile X_C 'nin eşit olduğu duruma seri rezonans veya gerilimler rezonansı denir. X_L ile X_C 'yi etkileyen devre unsuru ise frekanstır. Frekans arttıkça X_L artar, X_C azalır. Frekans azaldıkça X_L azalır, X_C artar. İşte öyle bir frekans vardır ki X_L ile X_C birbirine eşit olsun. Bu frekansa rezonans frekansı adı verilir. F_0 harfiyle gösterilir, birimi Hz'dir.

$$\text{Rezonans frekansı: } F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \text{Hz} \quad \text{formülüyle bulunur.}$$

Formülde: L = indüktans (henry) C =kapasite (Farat) cinsinden yerlerine konacaktır.

Örnek problem:

0,2 milihenry olan bobin ile buna seri bağlı 100 mikrofıratlık kondansatörün rezonansa getirecek olan rezonans frekansını bulunuz.

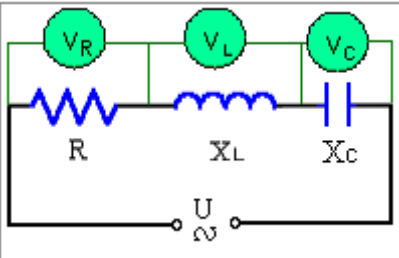
$$L = 0,2 \text{ mH} \Rightarrow L = 0,0002 \text{ henry} \quad C = 100 \text{ } \mu\text{f} \Rightarrow C = 100 \cdot 10^{-6} \text{ farad}$$

Çözüm:

$$F_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2,314\sqrt{0,0002 \cdot 0,0001}} = F_0 = 1126 \text{ Hz olur.}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

RL devrelerde akım, gerilim, empedans değerlerini hesaplayarak deney sonuçları ile karşılaştırınız.

İşlem Basamakları	Öneriler												
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ R= 40 ohm, XL=60 ohm , XC= 20 ohm U= 110 volt F= 50 Hz ➤ Ölçü aletlerinin ölçme sınırlarına dikkat ediniz. 												
<ul style="list-style-type: none"> ➤ R-L-C seri devresi 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bu devre ile ilgili bilgileri tekrar ediniz. 												
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aşağıda verilen değerleri hesaplayınız. ➤ Devrenin empedansı (Z) ➤ Devrenin akımı (I) ➤ Her bir eleman üzerinde düşen gerilim değerlerini ($U_R - U_L - U_C$) 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Devre gerilimi: U $= \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$ ➤ Devre empedansı: $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ $I = \frac{U}{Z}$ 												
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yukarıda verilen devreyi deney seti üzerinde kurunuz ve devreye enerji veriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bağlantıları kontrol ediniz. Doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz. 												
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aşağıda verilen değerleri ölçü aletleri ile ölçünüz. ➤ Devre akımı (I) ➤ R direnci üzerinde düşen gerilim ➤ Bobin üzerinde düşen gerilim 	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ölçülen değer</th> <th>Hesaplanan değer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(I)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(UR)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(UL)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ölçülen değer	Hesaplanan değer	(I)			(UR)			(UL)		
	Ölçülen değer	Hesaplanan değer											
(I)													
(UR)													
(UL)													
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçü aletleri ile ölçtüğünüz değerleri yaptığımız hesaplamalar ile karşılaştırınız. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Karşılaştırma sırasında ortaya çıkabilecek küçük farklar ölçme hatalarından kaynaklanabilir. 												
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çıkan sonuçları öğretmeniniz ile birlikte değerlendiriniz. 													

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uygulamada kullanacağınız elektriksel güce uygun ölçü alatlerini seçebildiniz mi?		
2. Omik, endüktif, kapasitif dirençleri ölçtünüz mü?		
3. R-L-C devre elemanları üzerinde düşen gerilimleri ölçtünüz mü?		
4. Devre akımını ölçtünüz mü?		
5. Ölçülen değerler ile hesaplama sonucu bulunan değerleri karşılaştırıp doğruluklarını kontrol ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Seri bobin-direnç (R-L) bağlantısı için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
A) Devreden tek bir akım geçer.
B) Devrede tek bir gerilim vardır.
C) Bobinden geçen akım, bobin geriliminden en çok 90° geridedir.
D) Dirençten geçen akım, direnç gerilimiyle aynı fazdadır.
2. Seri bağlı direnç-kondansatör (R-C) bağlantısı için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?
A) Vektör çizilirken devre gerilimi referans alınır.
B) Devre akımı, devre geriliminde 90° ileridedir.
C) Direnç ve kondansatörden geçen akım aynıdır.
D) Devre kapasitif özellik gösterir.
3. Seri devrede endüktif direncin kapasitif dirence eşit duruma gelmesine ne ad verilir?
A) Rezonans frekansı
B) Güç katsayısı
C) Seri rezonans
D) Self bobin devresi
4. Gerçek bobin için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
A) Bobinin omik direnci, bobine paralel bağlıymış gibi düşünülür.
B) Devrenin toplam direncine (empedansa), omik direncin etkisi olmaz.
C) Bobinin omik direnci bobinden geçen akımı etkilemez.
D) Bobinin omik direnci, bobine seri bağlı olarak değerlendirilir.
5. Bobinlerin alternatif akıma karşı gösterdikleri direnç aşağıdakilerden hangisidir?
A) İndüktif direnç
B) Gerilim frekansı
C) Omik
D) Saf bobin
6. Kapasitesi 1000 mikrofara olan kondansatöre 12 volt 50 Hz gerilim uygulanmıştır. Kondansatörün kapasitif direnç değeri (X_c) aşağıdakilerden hangisidir?
A) 3,18 ohm
B) 3,55 ohm
C) 5,33 ohm
D) 4,22 ohm
7. Endüktif direnci 40Ω olan bir bobine, 30Ω 'luk omik direnç seri bağlanarak devreye 100 volt, 50 Hz gerilim uygulanmıştır. Buna göre devre empedans değeri (Z) aşağıdakilerden hangisidir?
A) 20 ohm
B) 35 ohm
C) 50 ohm
D) 4,5 ohm
8. Kapasitif direnci 6Ω olan kondansatöre, 8Ω 'luk omik direnç seri bağlanarak devreye 30 volt, 50 Hz gerilim uygulanmıştır. Buna göre; devre empedans değeri (Z) aşağıdakilerden hangisidir?
A) 15 ohm
B) 10 ohm
C) 25 ohm
D) 45 ohm

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

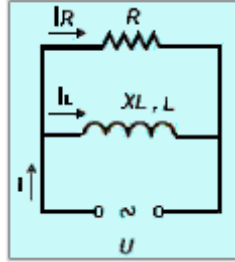
Gerekli ortam sağlandığında paralel R-L-C devrelerde; empedans, faz açısı, güç faktörü ve akım hesaplarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

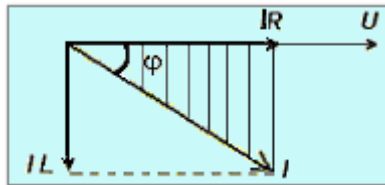
- Omik-endüktif ve kapasitif devre elemanlarının paralel bağlı olduğu alıcıları nelerdir? Akım, gerilim ve direnç değerlerini, güç katsayılarını inceleyip değerlendirmeler yapınız.
- Değişik değerlerdeki direnç-bobin ve kondansatörleri paralel bağlayarak akım, gerilim, empedans ve güç katsayılarını hesaplayıp vektörlerini çıkarınız.
- Yapmış olduğunuz incelemeleri bir rapor hâline getirip sınıf veya atölye ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. PARALEL R-L-C DEVRELERİ

4.1. Direnç - Bobin Paralel devresi (R-L)



Şekil 4.1: Paralel R-L Devresi



Şekil 4.2: Paralel R-L Devresi Vektör Diyagramı

Omik bir dirençle, saf bir bobinin paralel bağlandığı devreye R-L devresi denir (Şekil 4.1). Saf bobin yerine, gerçek bobin bağlandığı varsayılırsa bu durumda; bobinin iç direncini de bobine seri bağlınmış gibi düşünmemiz gerekirdi. O zaman devre; seri-paralel (karışık devre) adını alırdı. Bu konu ileride ayrıca anlatılacaktır.

Bu devrede, iki elemanın da uçlarındaki gerilim devre gerilimine eşittir. Devre akımı ise direnç ve bobinden geçen akımların vektörel toplamına eşittir. Vektörlerin çizimine; ortak değer olan gerilim vektörü referans alınarak başlanır. Dirençten geçen I_R akımı, devreye uygulanan U gerilimiyle aynı fazdadır. Bobinden geçen I_L akımı, U geriliminden 90° geri fazdadır. I akımı ile U gerilimi arasında φ açısı kadar faz farkı vardır. Şekil 4.2’de görüldüğü gibi akım, gerilimden φ açısı kadar geridedir.

Şekil 4.2’deki vektör diyagramından, Pisagor Teoremi’ne göre şu formüller çıkartılabilir:

$$\text{Devre akımı: } I = \sqrt{I_R^2 + I_L^2} \quad \text{veya} \quad I = \frac{U}{Z} \quad \text{Dirençten geçen akım: } I_R = \frac{U}{R}$$

$$\text{Bobinden geçen akım: } I_L = \frac{U}{X_L}$$

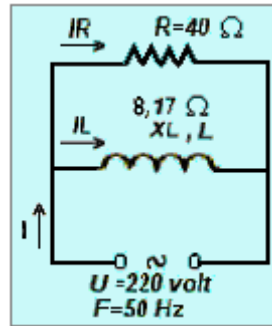
$$\text{Devre empedansı: } \frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L}\right)^2} \quad \Rightarrow \quad Z = \frac{R \cdot X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \Omega$$

$$\text{Veya } Z = \frac{U}{I} = \Omega \quad \cos \varphi = \frac{Z}{R} \quad \text{veya} \quad \cos \varphi = \frac{I_R}{I}$$

Örnek problem:

40 Ω ’luk omik direnç ile indüktif direnci 8,17 Ω olan bobin birbiriyle paralel bağlanıp uçlarına 220 V, 50 Hz’lik bir gerilim uygulanmıştır. Buna göre istenenleri bulunuz.

$Z, I, I_L, I_R, \cos \varphi = ?$



Şekil 4.3: Paralel R-L Devresi

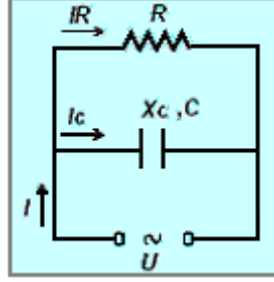
Çözüm

$$\text{Empedans: } Z = \frac{R \cdot X_L}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{40 \cdot 8,17}{\sqrt{40^2 + 8,17^2}} = 8 \Omega$$

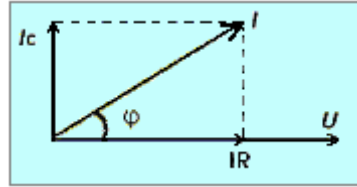
$$I = \frac{U}{Z} = \frac{220}{8} = 27,5 \text{ A} \quad I_R = \frac{U}{R} = \frac{220}{40} = 5,5 \text{ A} \quad I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{220}{8,17} = 27 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = \frac{Z}{R} = \frac{8}{40} = 0,2 \quad \varphi = 78,46^\circ$$

4.2. Direnç - Kondansatör Paralel Devresi (R-C)



Şekil 4.4: Paralel R-C Devresi



Şekil 4.5: Paralel R-C Devresinin Vektör Diyagramı

Şekil 4.4'te, bir direnç ile bir kondansatörün paralel bağlanarak oluşturduğu A.A akım devresi görülmektedir. Bu devrede U gerilimi, bütün paralel devrelerde olduğu gibi hem direnç hem de kondansatör uçlarına aynen uygulanır. Yani bobin ve kondansatör uçlarındaki gerilim devre gerilimine eşittir. I Akımı ise direnç ve kondansatörden geçen akımların vektörel toplamına eşittir. Vektör çizimine ortak büyüklük olan gerilim referans alınarak başlanır.

Devre gerilimi U'ya göre; IR aynı fazda, Ic ise 90° ileri fazdadır. IR ile Ic'nin vektörel toplamı devre akımını (I) verir. I ile U arasında φ kadar faz farkı vardır. I, U'dan φ açısı kadar ileridedir (Şekil 4.5).

$$\text{Devre akımı: } I = \frac{U}{Z} \quad \text{veya} \quad I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2}$$

$$\text{Devre empedansı: } Z = \frac{U}{I} \quad \text{veya} \quad Z = \frac{R \cdot X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = \dots \Omega$$

$$\text{Dirençten geçen akım: } I_R = \frac{U}{R}$$

Bobinden geçen akım: $I_C = \frac{U}{X_C}$

Devrenin faz açısı: $\cos \varphi = \frac{Z}{R}$ $\sin \varphi = \frac{Z}{X_C}$

Örnek problem:

80 Ω 'luk omik dirençle 100 Ω 'luk kapasitif direnci olan kondansatör paralel bağlanıp uçlarına 220 V, 50 Hz'lik bir gerilim uygulanmıştır. Buna göre istenenleri bulunuz.

I_R - I_C - I - Z - $\cos \varphi = ?$

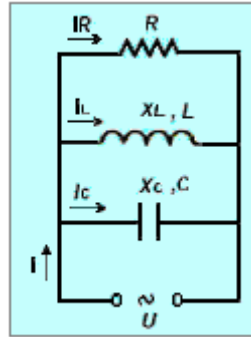
Çözüm:

$I_R = \frac{U}{R} = \frac{220}{80} = 2,75 \text{ A}$ $I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{220}{100} = 2,2 \text{ A}$

$I = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} = \sqrt{2,75^2 + 2,2^2} = 3,52 \text{ A}$ $Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{3,52} = 62,5 \text{ } \Omega$

$\cos \varphi = \frac{Z}{R} = \frac{62,5}{80} = 0,78$

4.3. Direnç-Bobin-Kondansatör Paralel Devresi (R-L-C)

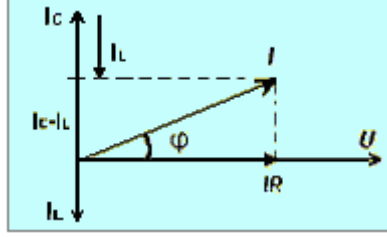


Şekil 4.6: Paralel R-L-C devresi

Şekil 4.6'da direnç, bobin ve kondansatörün paralel bağlanmasıyla oluşan devre görülmektedir. Bu devreye U gerilimi uygulandığında; gerilimle I_R aynı fazda, $I_L = 90^\circ$ geri fazda, $I_C = 90^\circ$ ileri fazdadır. Bu üç akımın vektörel toplamı devre akımı I 'yi verir. Bu devrelerde üç değişik durumla karşılaşılır. Bunlar; $X_L > X_C$, $X_L < X_C$ ve $X_L = X_C$ durumlarıdır. Bunları ayrı ayrı inceleyelim.

- **$X_L > X_C$ durumu:** Bu durumda X_L , X_C 'den büyüktür. Bu nedenle kondansatörden geçen I_C akımı, bobinden geçen I_L akımından daha büyük

olacaktır. Bu durumu vektör diyagramıyla Şekil 4.7'deki gibi gösterebiliriz. Vektörlerde de görüldüğü gibi devre akımı, devre geriliminden ileride olduğu için devre kapasitif özellik göstermektedir. Formüller şöyle yazılabilir:



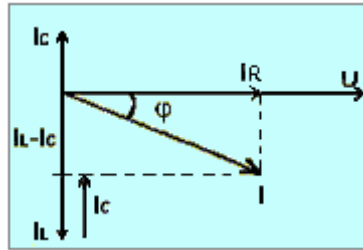
Şekil 4.7: Paralel R-L-C devresi vektör diyagramı $X_L > X_C$

Devre akımı: $I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$

Devre empedansı: $Z = \frac{U}{I}$ veya $Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} = \Omega$

Devrenin faz açısı: $\cos \varphi = \frac{I_R}{I} = \frac{Z}{R}$ formülleriyle bulunur.

$X_L < X_C$ durumu: Bu durumda X_L , X_C 'den küçüktür. Bu nedenle bobinden geçen akım kondansatörden geçen akımdan daha büyüktür. Bu durumu, vektör diyagramıyla Şekil 4.8'deki gibi gösterebiliriz. Vektörlerde de görüldüğü gibi devre akımı, devre geriliminden geridedir ve devre indüktif özellik göstermektedir. Formüller şöyle yazılabilir:



Şekil 4.8: Paralel R-L-C Devresi Vektör Diyagramı. $X_L < X_C$.

Bu durumda devre akımı: $I = \frac{U}{Z}$ veya $I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$

Devre empedansı: $Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{X_C} - \frac{1}{X_L}\right)^2} = \Omega$ veya $Z = \frac{U}{I} = \Omega$

Devrenin faz açısı: $\cos \varphi = \frac{I_R}{I}$ veya $\cos \varphi = \frac{Z}{R}$ formülleriyle bulunur.

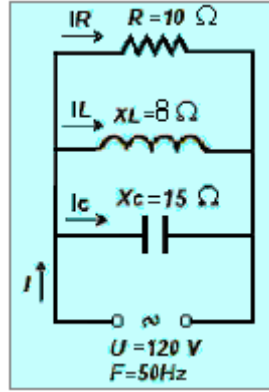
- **$X_L = X_C$ durumu:** İndüktif reaktans ile kapasitif reaktansın birbirine eşit olduğu özel bir durumdur. Seri rezonans olayında olduğu gibi bu durumda da $I_L = I_C$ olduğundan bu devrelere tank devresi de denilir. I_L ile I_C 'nin vektörel toplamı sıfır olur. Devre akımı $I=I_R$ olur. Devrenin faz açısı $\text{Cos}\varphi = 0$ 'dır. Burada da X_L 'yi X_C 'ye eşit duruma getiren unsur yine frekanstır. Bu frekansa rezonans frekansı denir. Seri devrelerde olduğu gibi rezonans frekansı şu formülle bulunur: $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \dots \text{ Hz}$.

Seri veya paralel devrelerde rezonans olayının olabilmesi için devrede mutlaka bobin ve kondansatörün ikisinin bir arada bulunması gerekir.

Paralel R-L-C devreleri için örnek problem çözümü

Örnek problem:

10 Ω 'luk omik direnç, 8 Ω 'luk indüktif reaktans ve 15 Ω 'luk kapasitif reaktans, Şekil 4.9'daki gibi paralel bağlanıp uçlarına 120 V, 50 Hz'lik gerilim uygulanmıştır. Buna göre devrede istenenleri bulunuz. I_R , I_L , I_C , I , $\text{Cos}\varphi$, $Z = ?$



Şekil 4.9: Paralel R-L-C Devresi

Çözüm:

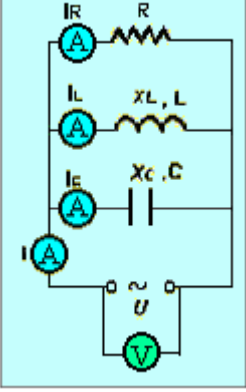
$$I_R = \frac{U}{R} = \frac{120}{10} = 12 \text{ A}, \quad I_L = \frac{U}{X_L} = \frac{120}{8} = 15 \text{ A}, \quad I_C = \frac{U}{X_C} = \frac{120}{15} = 8 \text{ A}$$

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2} = \sqrt{12^2 + (15 - 8)^2} = \sqrt{193} = 13,9 \text{ A}$$

$$Z = \frac{U}{I} = \frac{120}{13,9} = 8,63 \text{ } \Omega \quad \text{Cos}\varphi = \frac{Z}{R} = \frac{8,63}{10} = 0,863$$

UYGULAMA FAALİYETİ

RLC devrelerde akım gerilim empedans değerlerini hesaplayıp deney sonuçları ile karşılaştırmamız.

İşlem Basamakları	Öneriler															
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ R=30 ohm L= 0,3 henry C= 50 mikrofara U= 110 volt F=50 Hz ➤ Ölçü aletlerinin ölçme alanlarına dikkat ediniz. 															
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Şekildeki devre ile ilgili bilgilerinizi tekrar ediniz. Devreyi kurunuz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bağlantıların doğru olduğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz. 															
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aşağıda verilen değerleri hesaplayınız. <ul style="list-style-type: none"> ○ Kondansatörün kapasitif reaktansı (X_C) ○ Bobinin endüktif reaktansı (X_L) ○ Devrenin empedansı (Z) ○ Devrenin akımı (I) ○ Her bir koldan geçen akımı ($I_R-I_L-I_C$) 	$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$ $X_C = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$ $I = \frac{U}{Z}$ $Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$															
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aşağıda verilen değerleri ölçü aletleri ile ölçünüz. <ul style="list-style-type: none"> ○ Devre akımı (I) ○ R direncinden geçen akımı ○ Bobinden geçen akımı ○ Kondansatörden geçen akımı 	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ölçülen değer</th> <th>Hesaplanan değer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(I)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(I_R)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(I_L)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(I_C)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ölçülen değer	Hesaplanan değer	(I)			(I _R)			(I _L)			(I _C)		
	Ölçülen değer	Hesaplanan değer														
(I)																
(I _R)																
(I _L)																
(I _C)																
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçü aletleri ile ölçtüğünüz değerleri yaptığımız hesaplamalar ile karşılaştırmamız 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Karşılaştırma sırasında ortaya çıkabilecek küçük farklar ölçme hatalarından kaynaklanabilir. 															
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çıkan sonuçları öğretmeniniz ile birlikte değerlendiriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 															

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uygulamada kullanacağınız elektriksel güce uygun ölçü alatlerini seçebildiniz mi?		
2. R-Xl-Xc değerlerini ölçtünüz mü?		
3. Deney bağlantısını uygun şekilde yaptınız mı?		
4. Paralel kollardan geçen akımları ve kaynaktan çekilen akımı ölçtünüz mü?		
5. Ölçtüğünüz değerleri, hesaplama yöntemiyle bulduğunuz değerler ile karşılaştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- Aşağıdakilerden hangisi paralel R-L devresi için yanlıştır?
 - Devre gerilimi, hem bobin hem direnç uçlarında aynı değerdedir.
 - Devre akımı, bobinden ve dirençten aynı şiddette geçer.
 - Bobin içinden geçen akım, devre geriliminden 90° geridedir.
 - Dirençten geçen akım, devre gerilimiyle aynı fazdadır.
- Aşağıdakilerden hangisi R-C paralel devresi için söylenemez?
 - Devre kolayca rezonansa gelebilir.
 - Kondansatörden geçen akım, devre geriliminden 90° ileridedir.
 - Devrenin empedansı, direncin değerinden küçüktür.
 - Devre akımı, kollardan geçen akımların karelerinin toplamının kareköküne eşittir.
- R-L-C paralel devreleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - XL veya XC'nin büyüklüğüne göre devre vektörünün çizimi değişir.
 - XL veya XC'nin büyüklüğüne göre devre endüktif veya kapasitif özellik gösterir.
 - Devre rezonansa gelebilir.
 - Hepsi doğru
- Paralel R-L-C devresinde bobin saf olmayıp bobinin iç direnci var kabul edilirse aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - Devre, seri devre özelliği gösterir.
 - Devre, paralel devre olma özelliğini kaybetmez.
 - Devre, seri-paralel (karışık devre) şeklini alır.
 - Devrenin toplam empedansı bulunamaz.
- Endüktif direnci 20Ω olan bir bobin, 10Ω 'luk omik dirençle paralel bağlanıp uçlarına 24 volt 50 Hz gerilim uygulanmıştır. Buna göre devre empedansı (Z) değeri aşağıdakilerden hangisidir?
 - 8,94 ohm
 - 1 ohm
 - 1,2 ohm
 - 1000 ohm
- Endüktif direnci 20Ω olan bir bobin, 10Ω 'luk omik dirençle paralel bağlanıp uçlarına 24 volt 50 Hz gerilim uygulanmıştır. Buna göre devre akım (I) değeri aşağıdakilerden hangisidir?
 - 112 A
 - 2,68 A
 - 1,2 A
 - 6 A

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-5

AMAÇ

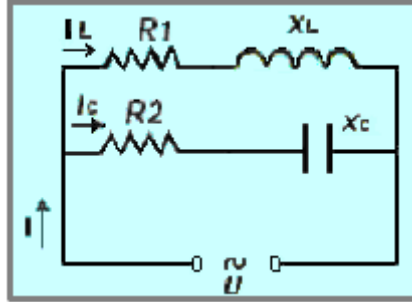
Gerekli ortam sağlandığında seri-paralel (karışık) R-L-C devrelerde; empedans, faz açısı, güç faktörü ve akım hesaplarını hatasız olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

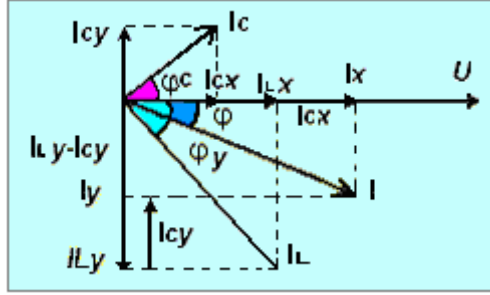
- Seri-paralel dirençlerin bulunduğu alıcıları bularak inceleyiniz. Dirençlerini, akım, gerilim ve güç katsayılarını hesaplayarak vektörlerini çıkarınız.

5. SERİ-PARALEL (KARIŞIK) DEVRELER

Birbirleriyle hem seri hem de paralel olarak (karışık) bağlanmış olan R-L-C devre elemanlarından oluşan devrelere, seri-paralel (karışık) devreler denir. Bir fazlı kondansatörlü motorlar, birçok elektronik devreler ve cihazlar, karışık devrelere örnek olarak verilebilir. Bu devrelerin çözümünde, her bağımsız seri veya paralel devrenin çözümü yapılarak akımı, gerilimi ve faz açısı bulunur. Bulunan değerler, bir vektör diyagramında vektörel olarak toplanarak devrenin; akımı, gerilimi, güç katsayıları, empedansları ve güçleri hesaplanır. Ayrıca devrede elemanların uçlarına voltmetre, ampermetre ve osiloskop bağlayarak devrenin çeşitli değerleri ölçülebilir.



Şekil 5.1: Seri-paralel devreler

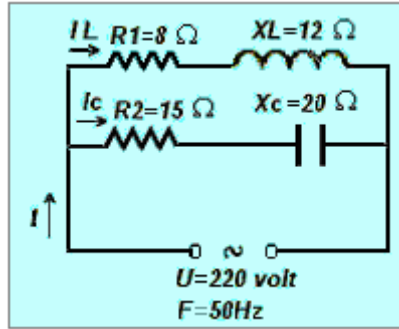


Şekil 5.2: Seri-paralel devrenin vektör diyagramı

Örnek Problem:

Şekil 5.3'teki gibi bağlanmış karışık devrede istenenleri bulunuz.

- A) Kol akımlarını
- B) Kol akımları ile devre gerilimi arasındaki faz açılarını
- C) Devre akımını
- D) Devrenin faz açısını



Şekil 5.3: Karışık R-L-C devresi

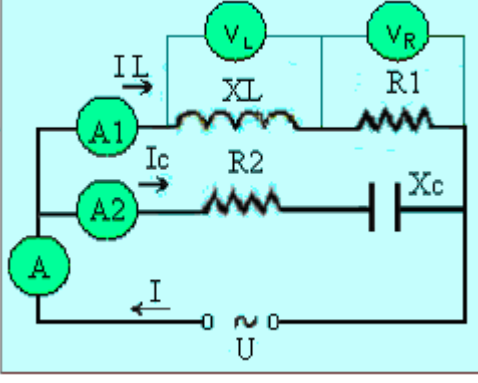
Çözüm:

$$A) I_L = \frac{U}{\sqrt{R_1^2 + X_L^2}} = \frac{220}{\sqrt{8^2 + 12^2}} = \frac{220}{\sqrt{208}} = 15,25 \text{ A}$$

$$I_C = \frac{U}{\sqrt{R_2^2 + X_C^2}} = \frac{220}{\sqrt{15^2 + 20^2}} = 8,8 \text{ A}$$

UYGULAMA FAALİYETİ

RLC devrelerde akım gerilim empedans değerlerini hesaplayıp deney sonuçları ile karşılaştırınız.

İşlem Basamakları	Öneriler																		
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ $R_1 = 30 \Omega$ -- $R_2 = 60 \Omega$ -- ➤ $X_L = 40 \Omega$ -- $X_C = 80 \Omega$ ➤ $U = 220 \text{ Volt}$ -- $F = 50 \text{ Hz}$ ➤ Ölçü aletlerinin ölçme alanlarına dikkat ediniz. 																		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aşağıda verilen değerleri hesaplayınız. <ul style="list-style-type: none"> ○ Devrenin empedansını $Z=?$ ○ Devre akımı $I=?$ ○ I_L ve I_C akımlarını $=?$ ○ U_L ve U_R gerilimlerini $=?$ 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Karışık devre ile ilgili bilgileri tekrar ediniz. 																		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Yukarıda verilen devreyi kurunuz ve devreye enerji veriniz. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Bağlantıları kontrol ediniz. ➤ Doğruluğundan emin olduktan sonra devreye enerji veriniz. 																		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Aşağıda verilen değerleri ölçü aletleri ile ölçünüz. <ul style="list-style-type: none"> ○ Devre akımı (I) ○ Birinci kol akımını (I_L) ○ İkinci kol akımını (I_C) ○ U_L ve U_R gerilimlerini 	<table border="1" data-bbox="829 1131 1324 1400"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ölçülen değer</th> <th>Hesaplanan değer</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>(I)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(I_L)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(I_C)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(U_L)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>(U_R)</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Ölçülen değer	Hesaplanan değer	(I)			(I_L)			(I_C)			(U_L)			(U_R)		
	Ölçülen değer	Hesaplanan değer																	
(I)																			
(I_L)																			
(I_C)																			
(U_L)																			
(U_R)																			
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ölçü aletleri ile ölçtüğünüz değerleri yaptığımız hesaplamalar ile karşılaştırınız 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Karşılaştırma sırasında ortaya çıkabilecek küçük farklar ölçme hatalarından kaynaklanabilir. 																		
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Çıkan sonuçları öğretmeniniz ile birlikte değerlendiriniz. 																			

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

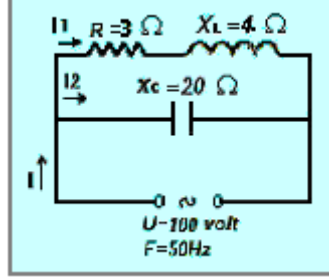
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Uygulamada kullanacağınız elektriksel güce uygun ölçü aletlerini seçebildiniz mi?		
2. Devre elemanlarının değerlerini ölçtünüz mü?		
3. Deney bağlantısını uygun şekilde yaptınız mı?		
4. Ölçü aletlerinden aldığınız ölçme sonuçlarını kaydettiniz mi?		
5. Ölçme ve hesaplama sonuçlarını karşılaştırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

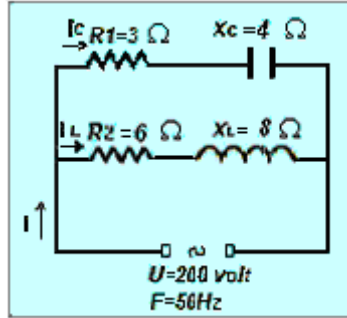
Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.



Karışık R-L-C Devresi

İlk üç soruyu yukarıdaki şekle göre cevaplayınız.

- Şekildeki devrede verilen değerlere göre I_1 ve I_2 kol akımları sırasıyla kaç amperdir?
A) 10-10 B) 20-5 C) 5-20 D) 20-20
- Şekildeki devrede verilen değerlere göre kaynaktan çekilen I devre akımı kaç amperdir?
A) 8,15 B) 12,5 C) 16,3 D) 8,15
- Şekildeki devrede verilen ve 1 ve 2. sorularda bulduğunuz değerlere göre devrenin empedansı kaç ohm'dur?
A) 6,13 B) 12,26 C) 24,52 D) 3,39



Karışık R-L-C devresi

4, 5 ve 6. soruyu yukarıdaki şekle göre cevaplayınız.

- Şekildeki devrede verilen değerlere göre I_1 ve I_2 kol akımları sırasıyla kaç amperdir?
A) 40-40 B) 20-40 C) 25-20 D) 40-20
- Şekildeki devrede verilen değerlere göre kaynaktan çekilen I devre akımı kaç amperdir?
A) 18,15 B) 22,3 C) 4,46 D) 44,6
- Şekildeki devrede verilen ve 4 ve 5. sorularda bulduğunuz değerlere göre devrenin empedansı kaç ohm'dur?
A) 6,13 B) 4,48 C) 3,14 D) 5

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Osiloskop ile gerilim ölçümünde aşağıdakilerden hangisi önemlidir?
A) Yatay kare sayısı
B) Dikey kare sayısı
C) Peryot
D) Saykıl sayısı
2. Osiloskop ile frekans ölçümünde aşağıdakilerden hangisi önemlidir?
A) Yatay kare sayısı
B) Dikey kare sayısı
C) V/div kademesi
D) Ekrandaki saykıl sayısı
3. 3. R-L-C seri devrelerde vektör çizilirken aşağıdakilerden hangisi referans olarak alınır?
A) Kaynaktan çekilen akım
B) Kaynak gerilimi
C) Empedans
D) Güç katsayısı
4. 4.R-L seri devre için aşağıda söylenenlerden hangisi yanlıştır?
A) Devre endüktif özellik gösterir.
B) Devrede tek akım vardır.
C) Devre empedansı dirençten küçüktür.
D) Güç katsayısı frekansa bağlıdır.
5. 5.R-L-C paralel devre için aşağıda söylenenlerden hangisi yanlıştır?
A) Devre akımı kol akımlarının toplamına eşit değildir.
B) Devrede birden çok akım vardır.
C) Devre empedansı frekansa da bağlıdır.
D) Devre akımı her zaman için direnç akımından büyüktür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	C
3	B
4	D
5	C
6	A
7	D
8	B

ÖĞRENME FAALİYETİ 2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	A
4	C

ÖĞRENME FAALİYETİ 3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	C
4	D
5	A
6	A
7	C
8	B
9	D

ÖĞRENME FAALİYETİ 4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	D
4	C
5	A
6	B

ÖĞRENME FAALİYETİ 5'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	A
4	D
5	D
6	B

MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	A
3	A
4	C
5	D

KAYNAKÇA

- MARTI İ. Baha, M. Emin GÜVEN, **Elektroteknik**, Cilt: 2, MEB, İstanbul, 1995.
- OKUMUŞ M. Tuncer, Ahmet GÜMÜŞOLUK, **Alternatif Akım Devre Analizi**, Maki Yayınları, Kahramanmaraş, 2003.
- ALACACI Mahmut, **Elektrik Elektronik Ölçme Tekniđi ve İş Güvenliđi Kitabı**, Color Ofset, İskenderun, 2003.