



ELK222 TEMEL ELEKTRİK LABORATUARI-II

KATOT IŞINLI OSİLOSKOP (Cathode Ray Oscilloscope, CRO)

Deneye Hazırlık Soruları

1. Osiloskop nasıl çalışır, kalibrasyon nedir(yatay, düşey)?
2. Osiloskobun yapısında hangi devreler vardır?
3. [Wehnelt](#) silindiri veya elektron tabancası nedir?
4. Tetikleme ve senkronizasyona neden gerek vardır, nasıl yapılır?
5. Tek ışınlı bir osiloskopta atlamalı ve kıyımlı çalışma ile ekrandaki iki işaret aynı anda nasıl gözlenir?
6. Tek kanallı bir osiloskopta Lissajous eğrileriyle faz farkı ve frekans nasıl ölçülür?
7. [Wehnelt](#) silindiri üzerinden ışın modülasyonu nasıl yapılır?
8. Geciktirmeli (delayed) çalışma nedir, nasıl gerçekleştirilir?
9. Osiloskopta bir transistörün karakteristikleri nasıl incelenebilir? Araştırmız.
10. Osiloskopta incelediğiniz elektriksel büyüklük hangisidir? Osiloskopta akım ölçülebilir mi? Nasıl ölçülür?

A. Osiloskobun Çalışması

A.1. Deneyin Amacı

Zamanla hızlı değişen elektriksel büyüklükleri izlemek için kütlesi çok küçük bir eleman olan elektrona ihtiyaç vardır. Elektronun ataletinin küçük olmasından faydalanarak çalışan ve elektriksel işaretlerin ani değerini gösteren elektronik cihazlara "osiloskop" denir. Elektronun bir çok alanında kullanılmak üzere yapılmış genel maksatlı osiloskoplar olduğu gibi, özel maksatlar için yapılmış osiloskoplar da vardır. Genellikle D.C.'den frekansı 50-100 hatta 200 MHz'e kadar olan işaretleri incelemek için yapılırlar. Bir çok işareti aynı anda ekranda gösterebilirler. Görüntüyü kısa veya uzun bir süre ekranda tutabilirler. Böyle osiloskoplara "hafızalı osiloskop" denir ve görüntüyü saklayarak saatlerce gözlenebilmesini sağlarlar. Osiloskoplarda faz farkı, frekans ve güç gibi elektriksel büyüklükler ölçülebildiği gibi, bir eğri izleyici gibi kullanarak mesela bir transistörün giriş-çıkış akım ve gerilim karakteristikleri de izlenebilir.

Deneyde kullanacağınız osiloskop çift kanallı, atlamalı (ALTERNATE) ve kıyımlı (CHOPPED) çalışma, ışın modülasyonu (z- modülasyonu), geciktirmeli çalışma (delayed) özellikleri olan bir osiloskoptur.

A.1.1. Gerekli Malzemeler: İki kanallı osiloskop, 2 adet osilatör, faz kaydırıcı devre.

A.2. Deneyin Yapılışı

1. ON/OFF açma-kapama (Power) anahtarını ON konumuna getirerek Katot Işınlı Osiloskobu (CRO) çalıştırın gösterge (indicator) lambası yanacaktır.
2. Flamanın ısınması için bir süre bekleyin. Işık (intensity), odaklama (focusing)e aydınlatma (illumination) potansiyometreleri ile elektron akışını artırarak elektron ışınını odaklayın ve ekranı aydınlatın.

DİKKAT!!

Elektron ışınını benek şeklinde ekran üzerinde bir noktada tutmayın. Elektron ışınının aynı noktaya uzun süre çarpması fosfor ekranı aşındırır ve ekranın o noktasının siyah kalmasına sebep olur.

TIME/DİV komütatörünü elektron ışınını düz bir çizgi şeklinde elde edecek şekilde sağa doğru çevirin. Ekranda normalde her bir kanal için düz bir çizgi (elektron ışını) göreceksiniz. x-position ve y-position potansiyometreleri ile bu ışınların yatay ve düşey olarak saptırıldıklarını gözleyin. Yatay ve düşey saptırma levhalarına uygulanan gerilim polaritesi ve değerine göre elektron ışınları sağa-sola ve aşağı-yukarı saptırılabilir.



ELK222 TEMEL ELEKTRİK LABORATUARI-II

3. Kanallardan birine (**CH1** veya **CH2**), bir osilatörden $f = 1\text{kHz}$ 'lik sinüzoidal bir işaret uygulayın. Bu işareti **VOLT/DIV** komütatörü ile (düşey işaret bölücüsü) ekrana sıgacak şekilde ekranda gözleyin. Genliğini (U_{max}) ve periyodunu ölçün uyguladığınız frekansla kontrol edin. Ölçme anında kalibrasyon ayarlarına dikkat ediniz!

A.2.1. Tetiklemeli Çalışma Şekilleri

TIME/DIV komütatörüyle uyguladığımız işaretin bir kaç periyodunu, bir periyodunu veya bir tam periyodun bir kısmını ekranda elde edebileceğinizi görün. Bu durumda tetikleme "**AUTO**" konumundadır ve görüntü ekranda durur şekildedir, osiloskop dahili (**Internal**, kısaca **INT**) çalışma konumundadır. (Diğer çalışma konumları **LINE**, **SYNC** ve **EXT**'dir. Bunları osiloskop üzerinde gözleyin.)

Tetikleme otomatik konumda iken tetikleme darbeleri işaretin sıfır geçişlerinden elde edilir. Bu nedenle görüntü ekranın sol tarafında sıfır değerinden başlar. Tetikleme **INT+** 'da ise görüntü sıfırdan pozitif geçişinden başlar. **INT-** 'de ise sıfırdan negatif geçişinden başlar. **Bütün bunlar tetikleme seviyesi (trigger level) kilitli (locked) durumda iken geçerlidir. Tetikleme seviyesi "kilitli" durumdan çıkarılırsa INT+ ve INT- durumlarında negatif maksimumdan pozitif maksimum değerine kadar ISO derece ve pozitif maksimumdan negatif maksimuma kadar 180 derecelik bir aralıkta tetiklemevi istediğiniz noktadan başlatabilirsiniz.** (Bu aralıklarınilkinde sinüzoidal işaretin eğimi pozitif ikincisinde ise negatiftir. Sebebini düşünün). Gözlediğiniz dalga şekillerini çizin.

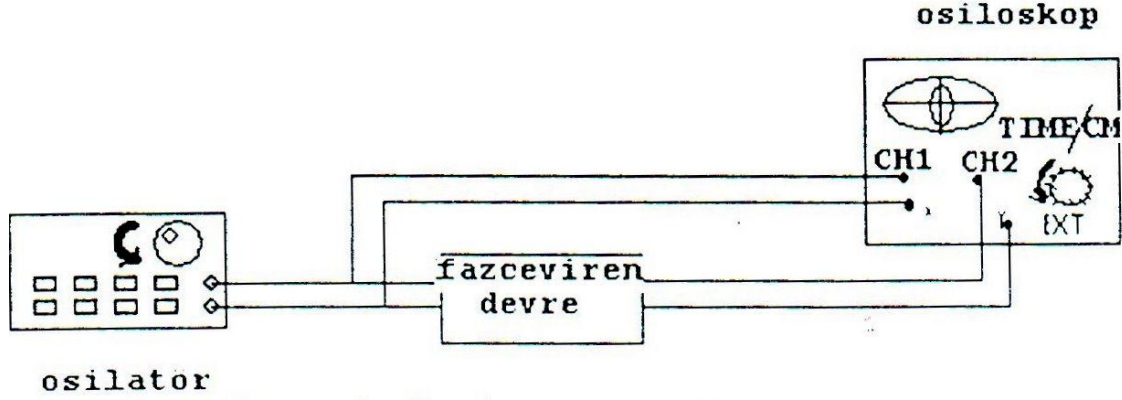
A.2.2. Atlamalı ve Kıymımlı Çalışma Şekilleri

Kullandığımız osiloskop "**atlamalı**" ve "**kıymımlı**" çalışma özelliğine sahiptir. Osiloskobu "**kıymımlı**" (chopped) çalışma konumuna getirin. Osiloskoba fonksiyon generatöründen aynı frekanslı bir sinüs ve bir kare dalga işareti uygulayın. Generatörün frekansının artırarak ekranda her iki işareti de kesikli çizgiler şeklinde elde etmeye çalışın. Süpürme periyodunu küçülterek (**TIME/DIV** komütatörünü sağa doğru çevirerek) ve **INTENSITY** (Işık şiddeti) potansiyometresiyle bunu gerçekleştirin. Gözlediğiniz şekli ölçekli olarak çizin. Gözlediğiniz şekillerdeki kesintilerin sebebini açıklayın. Osiloskobu **atlamalı (alternate)** çalışma moduna alın. İşaretlerin frekansını 10 Hertz'ler mertebesine kadar indirin. Tabi bunun için süpürmenin periyodunu artırın (**TIME/DIV** komütatörünü sola doğru çevirerek). Bu durumda iki işareten önce birinin bir veya birkaç tam periyodunun taranıp sonra diğer kanala geçerek diğer işaretin tarandığını dolayısıyla işaretlerin birbirini atlamalı şekilde takip ederek tarandığını gözleyeceksiniz. Bunun sebebini açıklayın. Gözlediğiniz dalga şekillerini çizin. Osiloskobu "**kıymımlı**" çalışma moduna getirirseniz iki işareti de aynı anda ekranda görebilirsiniz veya atlamalı modda frekansını artırırsanız iki işareti de ekranda aynı anda görebilirsiniz.

A.2.3. Osiloskopta Lissajous Eğrileri ile Faz Farkı Ölçülmesi

Osilatörden aldığımız işareti verilen faz çevirici bir devreden geçirerek osiloskobun diğer kanalına uygulayın (mesela: Osilatörden aldığımız işareti faz çeviren devrenin girişinden doğrudan kanalların birine, fazı dönmüş olanı da diğer kanala uygulayın). Bu iki işaret arasındaki faz farkını (frekansların aynı olduğuna dikkat edin) ölçün. İşaretlerin genliklerini ve faz farklarını ölçekli olarak çizin. Aynı devreyi değiştirmeden Osiloskobu **Harici (EXT)** çalışma konumuna alın (**TIME/DIV**) komütatörünü sola doğru en son konuma çevirerek). Bu durumda Lissajous eğrileri ile faz farkı ölçülmesi mümkün olur.

ELK222 TEMEL ELEKTRİK LABORATUARI-II

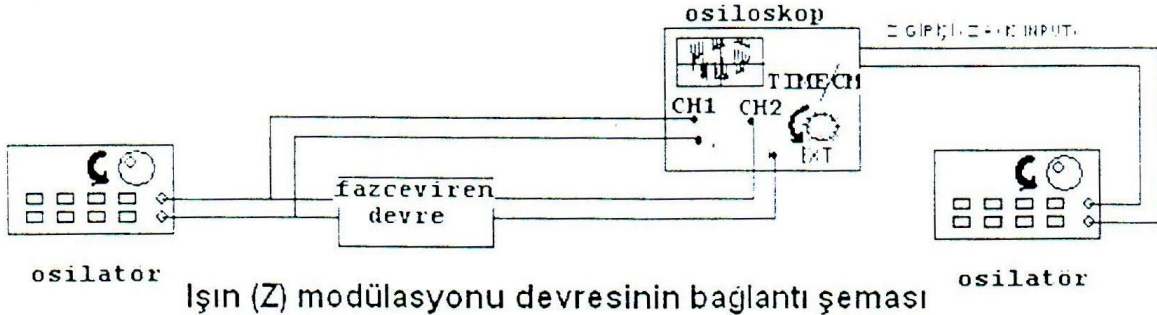


Deneyin Bağlantı Şeması

Faz farkı ($p = 0$, $0 < p < 90$ ve $p = 90$ için ekranda görmemiz gereken şekiller neler olmalıdır. Bu şekillerin özelliklerine göre faz farkı nasıl hesaplanır. Hesaplayın ve bir önceki ölçmeyle karşılaştırın.

A.2.4. Işın (veya Z) Modülasyonu

Işın modülasyonu veya Z modülasyonu için A.2.3. şıktaki devreyi bozmadan (osiloskop harici **EXT** çalışma konumunda ve uygulanan işaretlerin faz farkı $0 < q < 90$ iken diğer bir osilatörden bir işaret alıp osiloskobun arka panelinde bulunan **Z-AXIS INPUT** girişine uygulayın.



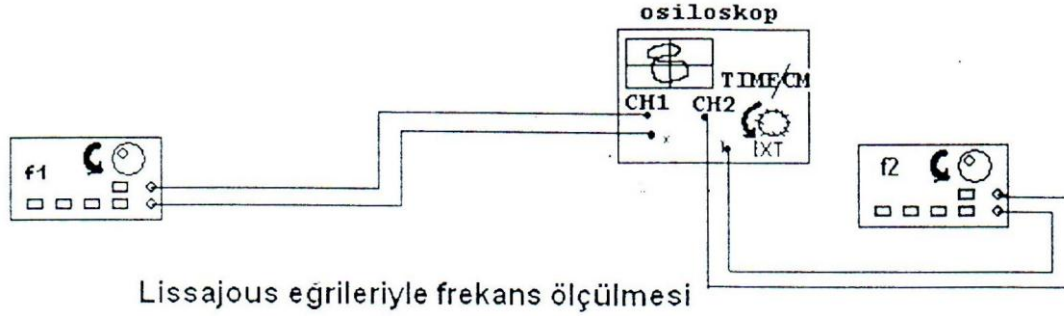
Bu işaretin genliğini artırarak daha önce A. 2. 3. şıktaki elde ettiğimiz şekilde (elips) ne gibi değişiklikler meydana getirmesi gerektiğini (nasıl modülasyon yaptığımızı) düşünün. Ekranda bunları gözleyin. Frekansı değiştirerek elipste meydana gelen kesikli çizgi sayısını gözleyin. Bu sayı ile, uygulanan işaretlerin frekansları arasındaki oranı inceleyin. Üç boyutlu bu görüntünün şeklini çizin. Buraya niçin Z girişi dendiğini ve bu girişin osiloskop tüpünün hangi elemanları arasındaki gerilimi değiştirdiğini düşünün.

A.2.5. Osiloskopta Lissajous Eğrileri ile Frekans Ölçülmesi

Osiloskopta Lissajous Eğrileriyle bilinmeyen bir frekansı ölçmek için düşey giriş kanallarından biri A.2.4. şıktaki olduğu gibi kalarak, aynı frekanslı iki işaretten diğerini çıkarın, bunun yerine Z- girişine uyguladığınız işareti bu ikinci düşey girişe (ikinci kanala) uygulayın. Farklı bu iki işaretten birinin frekansını biliniyor (değişken) diğerini de bilinmeyen frekans olarak kabul edin.

Önemli Not : Osiloskop harici (**EXT**) çalışma konumuna alındığında **CH1 X**, **CH2** ise **Y** girişi diye adlandırılır. Buna göre **CH1**'e uygulanan işaretin frekansı f_x , **CH2**'ye uygulanan işaretin frekansı f_y 'dir. Ekranda duran bir doğru, bir elips, bir daire veya frekansların oranına göre birbirini kesen kapalı bir eğri takımı elde edinceye kadar bilinen frekansı değiştirin. Böyle bir eğri takımı elde edildiğinde

ELK222 TEMEL ELEKTRİK LABORATUARI-II



Lissajous eğrileriyle frekans ölçülmesi

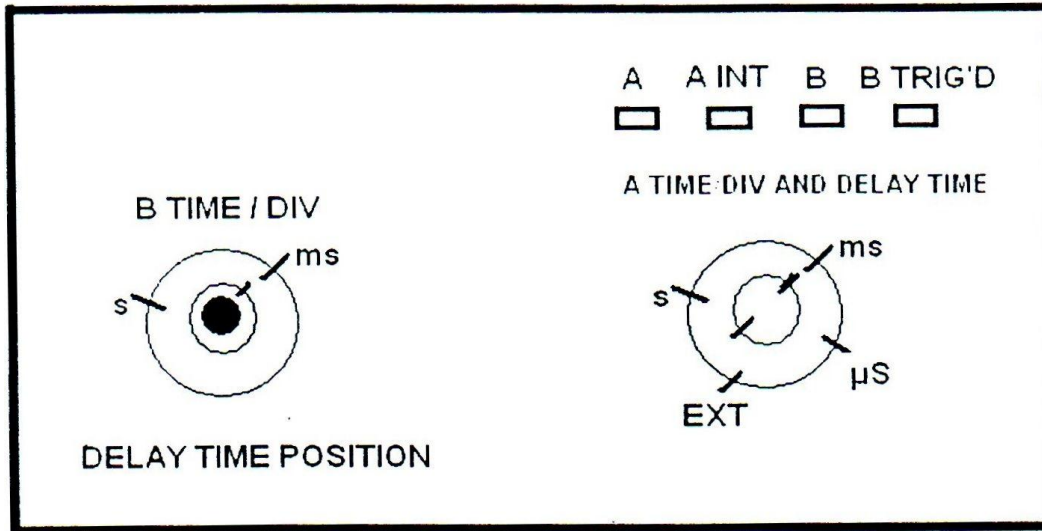
n_x = kapalı eğrinin x- eksenini kestiği noktaların sayısı

n_y = aynı eğrinin y-eksenini kestiği noktaların sayısı olmak üzere

Frekanslar ve bu sayılar arasındaki $(f_x / f_y) = (n_y / n_x)$ oranından bilinmeyen frekansı hesaplayın. Değişik frekanslar için bunu deneyin ve bilinmeyen frekansı bulun. Ekranda gördüğünüz Lissajous şekillerini çizin.

A.2.6. Geciktirmeli (Delayed) Çalışmanın İncelenmesi

İki zamanlama kullanılarak esas işaretin seçilen küçük bir kısmının genişletilmiş olarak gösterilmesi osiloskobun önemli özelliklerindedir. Buna geciktirmeli süpürmeli çalışma denir. Ana ve geciktirmeli (**DELAYED**) süpürme devreleri birbirine benzer iki ünitedir.



Geciktirmeli (Delayed) Çalışma için Osiloskobun Ön-Panel görüntüsü

A butonu basılı iken normal ana süpürme devrededir. A INT butonuna basılınca B TIME/DIV (DELAY TIME POSITION) devreye girer. Ortadaki siyah potansiyometreyi sağdan sola doğru değiştirerek ana süpürme işaretinin aydınlatılan (daha koyu ışık şiddetinde) kısmının seçilişini gözleyin. Dıştaki kademeli komutator ile ana süpürmenin istediğiniz kısmının süpürme periyodunu seçin. Bu süre, ana süpürmenin daha geniş olarak incelemek istediğimiz

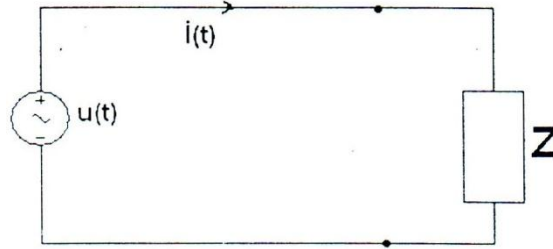
ELK222 TEMEL ELEKTRİK LABORATUARI-II

kısımdır. B butonuna bastığımızda ekranda gözlediğimiz şekil ana süpürme işaretinin seçilen kısmının bütün ekrana sığdırılan genişletilmiş

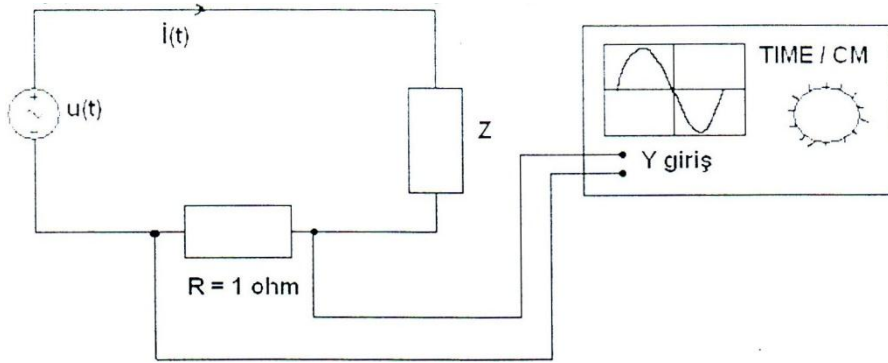
şeklidir. Osiloskoba bir kare dalga işareti uygulayın. Geciktirmeli süpürme şeklinde seçilen kısmı, yukarıda anlatıldığı gibi, ekranda daha geniş olarak gözleyin ve şekillerini çizin.

A.2.7. Osiloskopta Akım Ölçülmesi

Şekildeki gibi devrede $i(t)$ akımı $i(t) = u(t) / z$ bağıntısından bulunur



Osiloskop girişlerine uygulanan işaretler gerilimdir (dolayısıyla paralel bağlanırlar). Devreden akan akım ise devreye seri bağlanacak bir ampermetre ile ölçülebilir. Osiloskopta akımın ölçülebilmesi için devreye Z empedansına (direncine) göre çok küçük olan mesela 1Ω 'luk bir direnç seri bağlanır. Bağlanan bu direncin devre akımını değiştirmemesi gerekir. Öte yandan bu direncin değerinin 1Ω seçilmesinin bir diğer nedeni de $1 \text{ (A)} = u(\text{V}) / 1 \Omega$ bağıntısından 1Ω 'luk direncin uçlarındaki gerilim aynı zamanda içinden geçen akıma değer olarak eşittir. Şekildeki gibi bu ikinci direncin (1Ω 'luk direnç) içinden geçen akım (devrenin akımı) uçlarındaki gerilime eşittir.



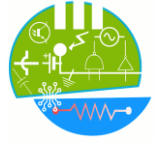
O halde devrenin akımı yerine bu gerilim osiloskobun girişine uygulanırsa ekranda görülecek şekil devrenin akımının aynısı olacaktır. Bir osilatör kullanarak şekildeki devreyi kurun ve osiloskopta gözlediğiniz şekli çizin, genliği ölçün.

B. Sonuç Raporunda İstenenler

1. Atlamalı ve kıyımlı çalışma biçimlerini açıklayın?
2. Osiloskopta Lissajous Eğrileriyle faz farkının ölçülmesini açıklayın, sonuçları verin ve yorumlayın?
3. Osiloskopta Lissajous Eğrileriyle frekans ölçülmesini açıklayın, sonuçları verin?
4. Geciktirmeli çalışmanın önemini açıklayın?
5. Osiloskopta akım ölçülmesine ilişkin devreyi vererek yorumlayın?



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Mühendislik Fakültesi
Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü



ELK222 TEMEL ELEKTRİK LABORATUARI-II

C. Faydalanabilecek Kaynaklar

1. "Ölçme Tekniği" S. Akpınar-R.Yazıcı. K.T.Ü. yayını
2. "Elektrik Ölçme Laboratuvarı Deneyleri" Prof.Dr. A. Dalfes İ.T.Ü. yayını