

DENEY 4: ALTERNATİF AKIM VE OSİLOSKOP

A. DENEYİN AMACI :

Bu deneyde, osiloskopun çalışma prensibinin, tetikleme ve senkronizasyonun nasıl yapıldığının ve osiloskop yardımıyla çeşitli büyüklüklerin (genlik, faz farkı ve frekans gibi) nasıl ölçülebileceğinin anlaşılması amaçlanmıştır.

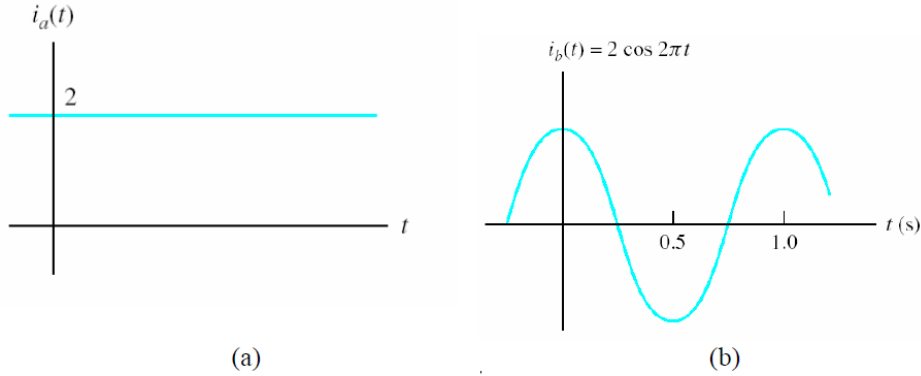
B. KULLANILACAK ARAÇ VE MALZEMELER :

- Osiloskop
- Fonksiyon üretici
- Multimetre
- DC Güç Kaynağı

C. DENEY İLE İLGİLİ ÖN BİLGİ:

Şekil 4.1 (a)'da gösterilen zamana göre değişmeyen işaretler DC işaretler olarak isimlendirilmiştir.

Şekil 4.1 (b)'de gösterilen zamana göre periyodik olarak değişen işaretler ise AC işaretler olarak isimlendirilir.



Şekil 4.1

AC işaretlerin temel büyüklükleri ve arasındaki genel ilişkiler ise Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1

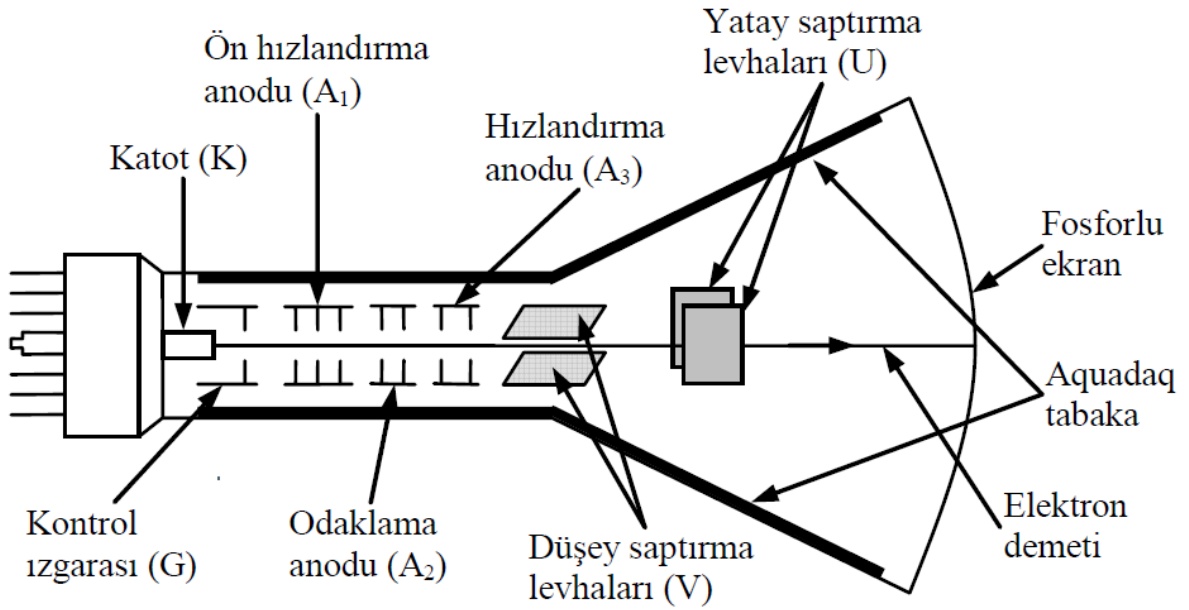
| | Dalga Formu | RMS Değeri | Ortalama Değeri | Dalga Form Faktörü | V_{tepe} / RMS |
|-------------------------|-------------|------------------------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Sinüsoidal Dalga | | $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$ | $\frac{2}{\pi} = 0.637$ | $\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$ | $\sqrt{2} = 1.414$ |
| Yarı Doğrultulmuş Dalga | | $\frac{1}{2} = 0.5$ | $\frac{1}{\pi} = 0.318$ | $\frac{\pi}{2} = 1.571$ | 2 |
| Tam Doğrultulmuş Dalga | | $\frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707$ | $\frac{2}{\pi} = 0.637$ | $\frac{\pi}{2\sqrt{2}} = 1.11$ | $\sqrt{2} = 1.414$ |
| Üçgen Dalga | | $\frac{1}{\sqrt{3}} = 0.577$ | $\frac{1}{2} = 0.5$ | $\frac{2}{\sqrt{3}} = 1.155$ | $\sqrt{3} = 1.732$ |
| Kare Dalga | | 1 | 1 | 1 | 1 |

Osiloskop Nedir?

İngilizce **ossillation** ve **scope** kelimelerinin birleşmesinden oluşan osiloskop, sinyallerin özelliklerini dalga formlarıyla birlikte görebilmemizi ve hesaplayabilmemizi sağlayan elektronik cihazdır.

Osiloskop, elektronikte en çok kullanılan ölçü aletlerinden biridir. X ve Y kanallarına uygulanan iki işaret arasındaki bağıntıyı bir ekranda görüntüler. Bu işaretlerin periyodik fonksiyonlar olması durumunda ve özel şartlar altında ekranda duran şekiller elde edilir. Böylece iki fonksiyon arasındaki zaman bağıntısı duran bir şekil üzerinde rahatça izlenebilir. Kısaca osiloskop, elektriksel işaretlerin ani değerini ve zamanla değişimini gösteren alet olarak tanımlanabilir.

Osiloskopun Yapısı



Şekil 4.2 Osiloskobun İç Yapısı

Katot ışınli tüp osiloskopun en önemli ünitesi olup, görüntünün oluşmasını sağlar. Tüp üç ana kısımdan oluşur:

1. Elektron tabancası ve odaklama-hızlandırma elemanları
2. Düşey ve yatay saptırma levhaları
3. Elektron ışını çarpınca parlayan fosforlu bir ekrana sahip vakumlu muhafaza

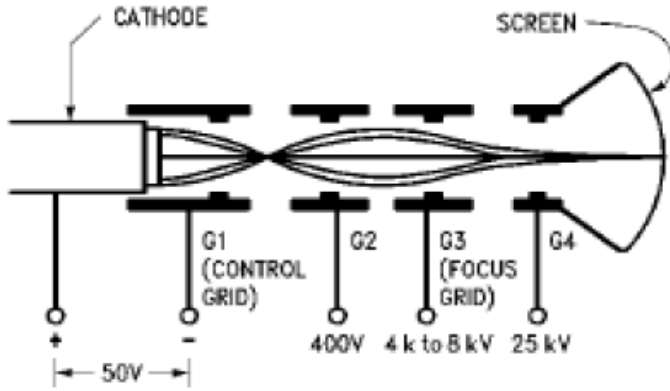
Katod ışınli tüpün yapısı Şekil 4.2’de görülmektedir.

Oksitli bir tabaka içeren katot, flaman tarafından ısıtılır. Bunun sonucunda katot yüzeyinden kopan elektronlar serbest duruma gelirler. Kontrol ızgarası, tüp içerisine yayılan elektron miktarını ayarlar. Daha sonra odaklama ve hızlandırma anotları elektronları odaklayarak ince bir demet haline getirip hızlandırırlar.

Yüksek hızlı bu ince elektron demeti iki ayrı saptırma levhaları arasından geçer. Birinci saptırma levhaları elektron demetini düşey doğrultuda aşağı-yukarı saptırırlar. Düşey saptırmanın yönünü, saptırma levhalarına uygulanan gerilimin polaritesi belirler. Sapma miktarını ise, aynı gerilimin genliği belirler.

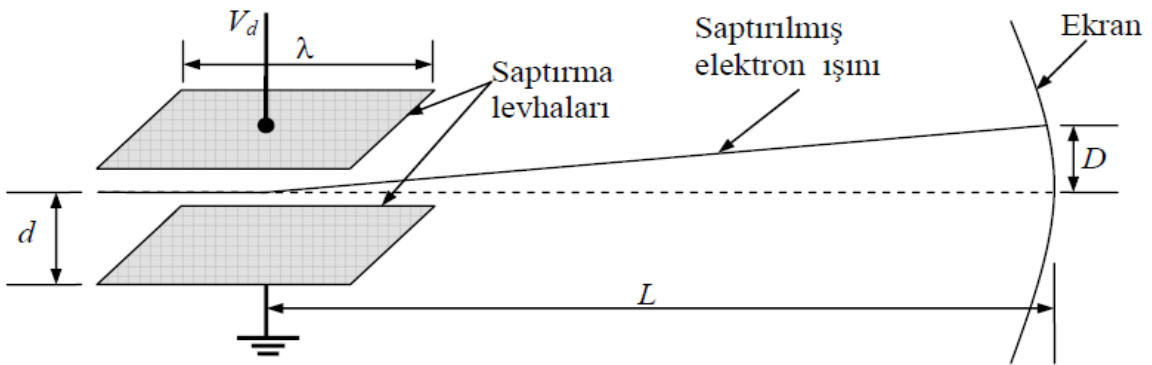
Elektron demeti daha sonra, yatay saptırma levhalarına uygulanan gerilimin polaritesine ve genliğine bağlı olarak sağa-sola saptırılır. Böylece, elektron demetinin fosforlu ekran üzerinde hangi noktaya düşeceği belirlenmiş olur. Fosforlu ekran üzerine düşen yüksek enerjili elektron demeti fosforun parlamasına neden olur. Görüntünün ekran üzerinde meydana gelmesi bu şekilde olur.

Nikelden yapılmış ve silindirik yapıya sahip katodun ucu oksit tabakasıyla kaplanmıştır. Tungsten veya tungsten alaşımından yapılmış olan flaman, üzerinden akım geçirildiğinde katodu dolaylı olarak ısıtır ve elektronların katot yüzeyindeki oksit tabakadan ayrılarak serbest kalmalarına sebep olur. Serbest kalan bu elektronlar ekrana doğru değişik açı ve hızlarda harekete başlarlar.



Şekil 4.3 Elektron demetinin ızgaralara uygun gerilimler uygulanarak hızlandırılması ve odaklanması

Elektron akışını kontrol etmek ve biraz da odaklama yapmak amacıyla, katodun önündeki kontrol ızgarası kullanılmaktadır. Kontrol ızgarasından geçen elektronlara, katoda göre 400 V pozitif potansiyele sahip ön-hızlandırma anodu yardımıyla, tüpün ekranına doğru bir ilk hız verilir. Odaklama anodu ve hızlandırma anodu yardımıyla elektron demeti, Şekil 4.3’de görüldüğü gibi ince bir ışın haline getirilir ve hızlandırılır. İki levha arasından geçen elektron ışını Şekil 4.4’te görülmektedir. Üst levhanın potansiyeli alt levhaya göre daha pozitif olduğunda elektron ışını yukarı doğru, tersi olduğunda ise elektron demeti aşağı doğru saptırılır. Şekil 4.4’teki saptırma levhalarına dışarıdan uygulanan gerilim, düşey doğrultuda saptırılmış bir işaret oluşturacağından, bu levhalara “düşey saptırma levhaları” adı verilmektedir.



Şekil 4.4

Saptırma miktarı aşağıdaki ifade ile verilir:

$$D = \frac{\lambda V_d L}{2dV_a}$$

Bu ifadede,

λ : Saptırma levhasının uzunluğunu

V_a : Hızlandırma gerilimini

L : Levhaların ortasından ekrana uzaklık

V_d : Saptırma gerilimi

d : Levhalar arası uzaklık

Yatay saptırma levhaları ise elektron ışını yatay olarak saptırmaya yararmaktadırlar. Buradaki mantık düşey saptırmada olduğu gibidir. Yatay saptırma levhaları, düşey saptırma levhalarına dik olarak yerleştirilmiştir. Düşey saptırma levhaları, ekrana yatay saptırma levhalarından daha uzak olduklarından, ölçülen işarete düşey duyarlılık yatay duyarlılıktan daha yüksektir.

Şu an piyasada genel olarak iki tür osiloskop bulunmaktadır:

1. Katot ışın tüplü osiloskop (Cathode Ray Tube Oscilloscope-CRTO):

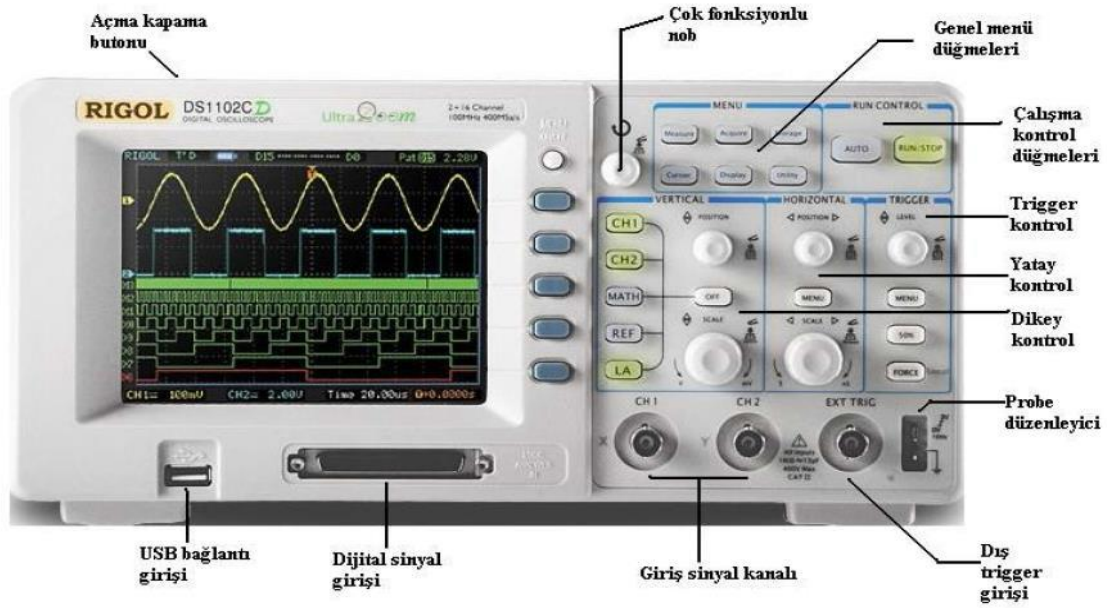
Ac işareti göstermek için yapısında bulunan katot ışın tüpü nedeniyle boyut olarak büyük yer kaplar ve ağırdır. Çalışma prensibi kısaca elektron demetinin saptırılarak ekran üzerine çarpıtılması sonucu işareti göstermek şeklindedir. Bu klasik tip osiloskoplar yerlerini yavaş yavaş dijital osiloskoplara bırakmaktadır.



2. Dijital osiloskop:

İşareti göstermek için dijital ekran kullandıklarından dolayı daha az yer kaplar ve hafiftir. Bazı şarjlı ve taşınabilir tipte olan dijital osiloskoplar özellikle sahada yapılan çalışmalar sırasında büyük avantaj sağlamaktadır. Ayrıca hafıza özelliği ve bir ara bağlantı kablosu ile işaret bilgilerini bilgisayara aktarma özellikleri gibi çok sayıda teknolojik avantajları vardır. Son zamanlarda, elde edilen işaret üzerinde çeşitli hesaplar yapılabilmesine olanak tanıyan yeni nesil osiloskoplar üretilmeye de başlanmıştır.



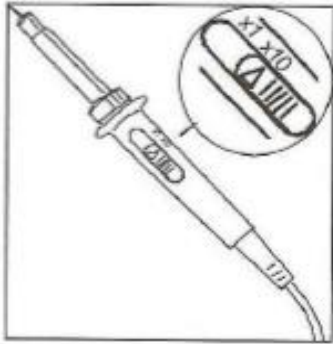


Şekil 4.5 Genel Bir Osiloskobun Görüntüsü ve Tuşların Fonksiyonu

Problar

Osiloskop çalıştırıldıktan sonra giriş sinyal kanalına bir prob takılır. Genellikle iki tür ölçme probu kullanılır. Bunlar sinyali zayıflatmayan X1 prob ile sinyali 10 defa zayıflatan X10 probtur. Bu ikinci tür prob ile çalışırken, probun ucunda 5 V'luk bir gerilim varsa, bu gerilim osiloskoba 0,5 V olarak ulaşır.

İşaretin büyüklüğü de ölçülecekse, bu durum göz önünde bulundurulmalıdır. Günümüzde bütün problemlerde BNC tipi konnektörler (fişler) kullanılmaktadır. Bu fişler yerlerine oturtulduktan sonra dış taraflarındaki hareketli kısım saat yönünde bir miktar çevrilerek kilitlenir. X10 veya X100 tipi bir prob kullanılmadan önce aşağıdaki şekilde *kompanze* (düzenleme) edilmelidir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6

Kompanze

Prob, CH1'e takılır. Diğer ucu yandaki gibi osiloskop üzerindeki kare dalga üreticisine bağlanır ve üzerindeki düğme X10 konumuna getirilir. CH1 tuşuna bir kere basıp çıkan menüden prob ayarı olarak "X10" seçilir. "AUTO" tuşuna bastıktan kısa bir süre sonra ekranda kare dalga görülmelidir. Eğer kare dalga görünmezse, prob üzerindeki vidayla ayarlama yapılır. Aynı işlemler CH2 için tekrarlanır. Bu işlemden sonra hatasız bir ölçüm yapmak mümkündür. X1 tipi problemlerin bu işleme ihtiyacı yoktur.

Osiloskopa Gerilim Ölçülmesi

Ekrandaki sinyalin genliği düşey ekseninde ölçülür. Genlik, ilk önce ekran üzerindeki kareler cinsinden belirlenir. Daha sonra VOLTS/DIV giriş zayıflatıcısı komutatörünün üzerindeki sinyalin gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak gerilimin gerçek değer belirlenir. Eğer zayıflatıcılı (X10 veya X100) bir prob kullanılıyorsa zayıflatma katsayısı da hesaba katılmalıdır.

Osiloskobun hassasiyeti VOLTS/DIV komutatörünü saat yönünde çevirerek arttırılır.

Osiloskopa Frekans Ölçülmesi

Modern osiloskoplarda frekans yerine periyot ölçülmektedir. Periyot ölçümleri yatay ekseninde yapılır. Dalga şeklinin bir periyodunun X eksenini yönündeki uzunluğu kareler sayılarak belirlenir. Daha sonra TIMEBASE komutatörünün gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak sinyalin periyodu belirlenir.

Kullanılan prob (X1, X10 veya X100) zaman ölçümlerini etkilemez.

Tetikleme (Trigger)

Bu düzen, ekranda gösterilecek sinyal cihaza geldikten ve en azından belirli bir büyüklüğe eriştikten sonra testere dışının başlatılmasını sağlar. Tetikleme ile testere dışının gerçekten başlaması arasında belirli bir süre geçer. Bu nedenle, düşey saptırma plakalarına uygulanacak sinyal bir miktar geciktirilir. Yoksa ışın harekete başlamadan önce Y-plaka çiftine ulaşan sinyaller gösterilemezdi. İşaret düşey saptırma plakalarına uygulanmadan önce zaten bir kuvvetlendiriciden geçirildiğinden, gecikme burada gerçekleşir. Gecikme süresi -cihaz tipine göre- 200 ns ile 500 ns arasındadır.

Dışarıdan Tetikleme

Bazı durumlarda, elektron ışınının ekranı taramaya başlamasını içeriden (internal), yani ekranda gösterilen sinyale bağımlı olarak tetiklemek yerine, ölçülen sinyalle herhangi bir ilişkisi bulunan başka bir sinyal yardımıyla tetiklemek yararlı olur. Bunun için osiloskopta bu tetikleme sinyalinin uygulanabileceği bir “external trigger” girişinin bulunması gerekir. Bu giriş, osiloskoplarını ileri düzeyde kullanabilen kişiler açısından önemlidir.

Temel Osiloskop Fonksiyonları

1. Dikey Pozisyon (vertical position)

Bu düğme yardımıyla ekrandaki şekil aşağıya veya yukarıya doğru kaydırılabilir. Bu fonksiyon YSHIFT olarak da adlandırılır.

2. Yatay Pozisyon (horizontal position)

Bu düğme ile ekrandaki şekil sağa veya sola doğru kaydırılabilir. Bu fonksiyon X-SHIFT olarak da adlandırılır.

3. Time/Div. (Time per Division)

Zaman bazı da denen anahtartır. Bu düğme ile yatay saptırma plakaları için yavaş veya hızlı testere dişi sinyallerin üretilmesi sağlanır. Kademeler ekran bölümü başına saniyenin kesirleri cinsinden kalibre edilmiştir. Böylece bir sinyalin süresi ölçülebilir.

Örneğin anahtar 50 μ s/bölüm kademesinde bulunuyorsa ve gösterilen darbe 3 bölüm genişliğinde ise, darbenin süresi 150 μ s'dir.

4. Volts/Div. (Volts per division)

Gösterilecek sinyale uygun olarak osiloskobun giriş duyarlılığının ayarlanması için kullanılan komütatördür. Aynı zamanda, bu anahtarın konumu ve ekrandaki sinyalin yüksekliğinden gerilim değeri de okunabilir.

5. Trigger

Bu isim altında birkaç fonksiyon toplanmıştır.

- **Auto:** Testere dışının kendiliğinden başlatılması.
- **Intern:** Testere dışının ekranda gösterilen sinyalin kendisi tarafından tetiklenmesi.
- **Extern:** Testere dışının osiloskoba dışarıdan uygulanan yabancı bir sinyalle tetiklenmesi.
- **Level:** İçeriden veya dışarıdan tetiklemede, tetikleme sinyalinin üretilebilmesi için tetikleyen sinyalin yükselmesi gereken seviye ayarı bu düğme ile yapılır.
- **(+/-):** Testere dışının, iç veya dış tetikleme sinyalinin pozitif ya da negatif kenarı ile başlatılmasını sağlar.

6. Ext. Trigger

Dış tetikleme sinyalinin bağlanması için priz. Tetikleme sinyalinin genellikle 1 V veya daha büyük olması istenir.

7. AC-0-DC

Ölçülecek sinyal için giriş tipini seçer.

- **AC:** Sadece alternatif gerilimler ölçülebilir. Eğer alternatif gerilim bir doğru gerilimin üzerine binmişse, bu doğru gerilim osiloskobun içine alınmaz.
- **0:** Giriş her türlü sinyale kapalıdır. Ekrandaki yatay çizgi bu durumda VERTICAL POSITION ile istenen yere getirilebilir.
- **DC:** Bu konumda doğru gerilimler ve alternatif gerilimler birlikte ölçülebilir.

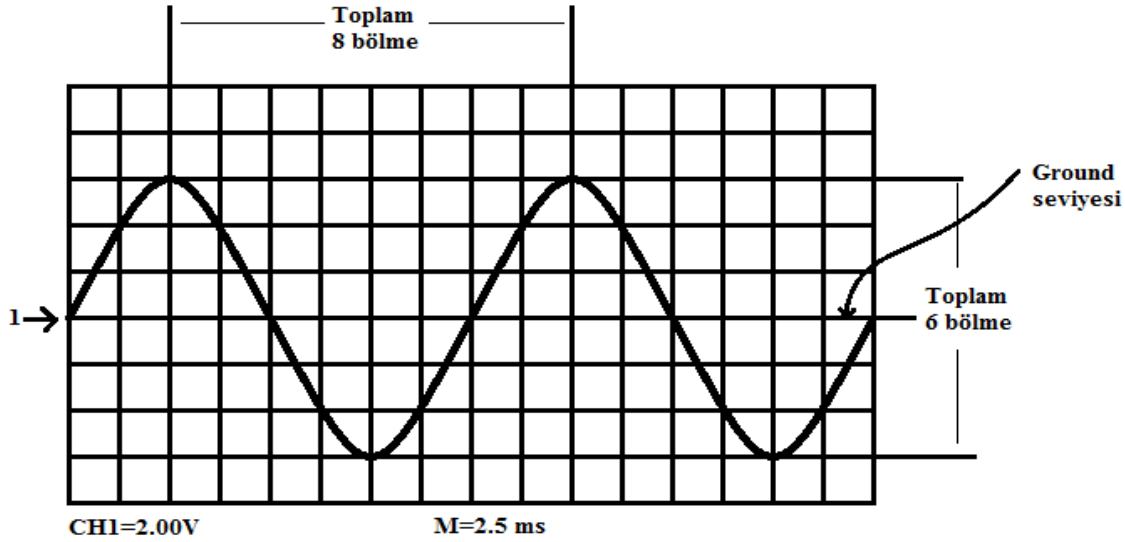
8. Vertical Input veya Y-Input: Düşey giriş.

9. Horizontal Input veya X-Input: Yatay giriş

Osiloskop İle AC Sinyalin V_{p-p} , V_p , Zaman Ve Frekans Değerlerinin Ölçülmesi:

Bir örnekle bu durumu inceleyelim.

Örnek: AC sinüs sinyal, dikey ekseninde 6 karelik bir alan kaplamıştır. Volts/div. değeri 2V, time/div 2.5 ms ise AC sinyalinin V_{p-p} , V_p , T ve f değerlerini bulunuz (Şekil-4.7).



Şekil-4.7: AC ekran görüntüsü

Çözüm :

AC sinyalinin dikey ekseninde kapladığı kare sayısı $\equiv A=6$

Volts/div. değeri $\equiv B=2\text{ V}$

volts/div. kademesi osiloskop ekranında gözükürken her bir karenin dikey ekseninin kaç volta denk geldiğinin ifadesidir. Osiloskop ekranında gördüğümüz sinyalin dikey ekseninde kapladığı kare sayısını, volts/div. (her bir karenin dikey ekseninin voltaj değeri) ile çarpımı sonucunda V_{p-p} değerine ulaşırız.

$$V_{p-p}=A \times B$$

$$V_{p-p}=6 \times 2 = 12\text{ Volt}$$

V_{p-p} ekranda gördüğümüz sinyalin maksimum noktası ile minimum noktası arasındaki gerilim değeridir. V_p ise sinyalin maksimum noktası ile ground seviyesi (ekranda 1 ile gösterilen yatay çizgi) arasındaki gerilim değeridir. Bu ise V_{p-p} değerinin yarısına eşittir.

$$V_p= V_{p-p} / 2$$

$$V_p= 12/2 = 6\text{ Volt}$$

AC sinyalinin iki tepe noktası arasındaki kare sayısı $\equiv C=8$

Time/div. değeri $\equiv D=2.5\text{ ms}$

time/div. kademesi osiloskop ekranında gözükürken her bir karenin yatay ekseninin kaç saniyeye denk geldiğinin ifadesidir. Osiloskop ekranında gördüğümüz sinyali iki tepe noktası arasındaki kare sayısını, time/div. (her bir karenin yatay ekseninin saniye değeri) ile çarpımı sonucunda periyot (T) değerine ulaşırız.

$$T=C \times D$$

$$T=8 \times 2.5 \times 10^{-3} = 20 \times 10^{-3}\text{ saniye} = 20\text{ ms}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

$$f = \frac{1}{20 \times 10^{-3}} = 500 \text{ Hz} .$$

Not-1: Bu işlemlerin hepsi dijital osiloskop ekranında görülebilir (bizim kullandığımız osiloskoplarda görülebilir). Ama analog osiloskoplarda görülemeyeceği için nasıl hesaplanacağı öğrenilmelidir.

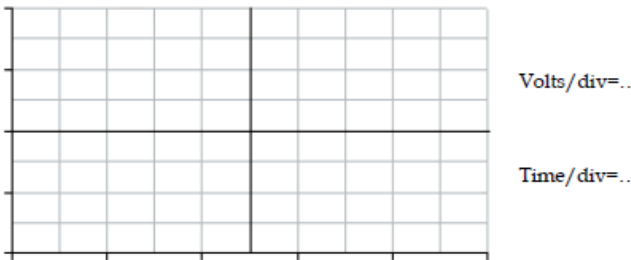
D. DENEY BASAMAKLARI:

1. Sinyal üreticiden 1V-2kHz'lik sinüs biçimli bir ac voltajın üretilmesi:

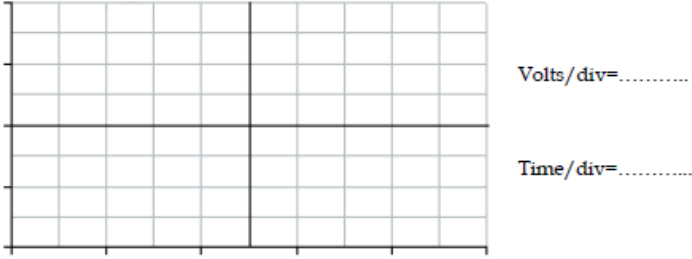
- Sinyal üreticini açınız. Tuşlar ve düğmeler için hızlıca genel bir kontrol yapınız.
- Frekans ayarı: Öncelikle 2kHz için uygun frekans sahasını belirleyerek range tuşlarıyla saha seçimini yapınız. Daha sonra frekans ayar düğmesi ile 2kHz'i hassas olarak ayarlayınız.
- Genlik ayarı: Osiloskobu açarak, netlik, parlaklık ve kalibrasyon ayarlarını kontrol ediniz. Sinyal üreticini osiloskobun CH1 kanalına bağlayınız. Kanal seçim anahtarının CH1'de bulunduğundan emin olunuz. CH1'in sıfır ayarını kontrol ediniz. 1V ayarlamak için yukarıda verilen Genlik=(kare sayısı)x(düşey çözünürlük değeri) formülünü göz önüne alınız. Bu formüle göre hangi düşey çözünürlük değerlerini kullanabileceğinizi düşününüz. Örneğin (1 kare)x(volts/div=1)=1V verir. Ancak daha hassas olarak (2 kare)x(volts/div=0.5)=1V durumunun daha uygun olacağını farkına varınız. O halde volt/div değerini 0.5'e ayarlayınız. Sinyal üreticindeki genlik (AMPLITUDE) ayar düğmesini kullanarak ekrandaki işaretin genliğinin tam 2 kare olmasını sağlayınız.
- Kontrol işlemi: Uygun volt/div ve time/div çözünürlükleri sağlayarak işaretin genliği ve frekansını ölçünüz. Sonuç başlangıçta istenen 1V-2kHz'i sağlamalıdır.

2. Aşağıda verilen ac voltaj işaretlerini deneysel olarak üretiniz. Altlarına ürettiğiniz işareti çiziniz

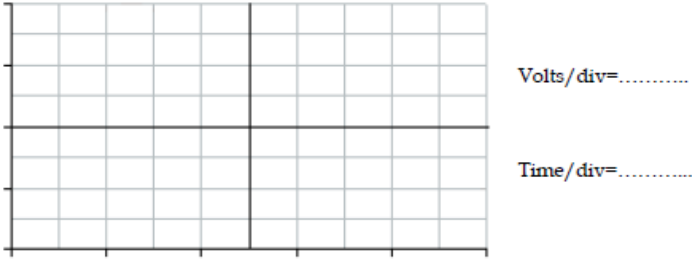
a) 0.5V-12kHz üçgen dalga:



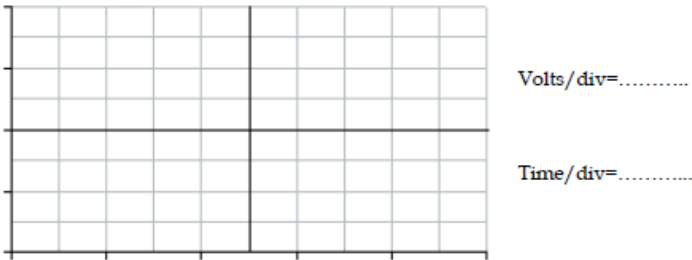
b) 0.65V-1.4kHz kare dalga:



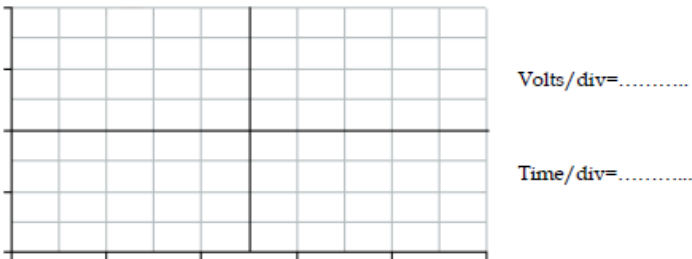
c) 1.1V-500Hz sinüs dalgası:



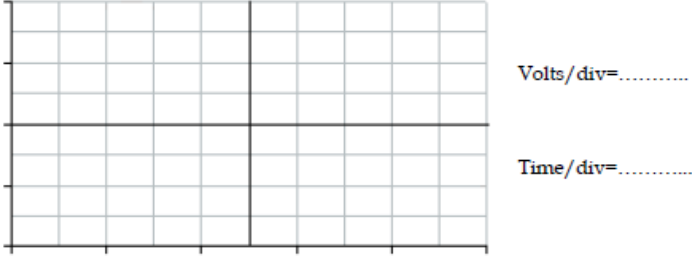
d) Bir kanalda 1V-1kHz sinüs dalgası ve diğer kanalda 1V-1kHz kare dalgayı üretiniz. Bu iki işareti osiloskopta toplatınız. (Bunun için her iki kanalın volt/div değerleri aynı olmalıdır):



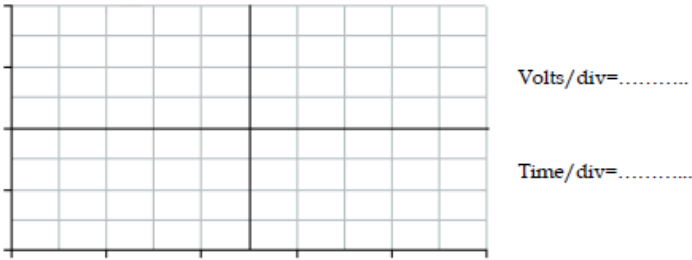
e) Bir kanalda 1V-5kHz üçgen dalga ve diğer kanalda 1V-1kHz kare dalgayı üretiniz. Bu iki işareti osiloskopta toplatınız (Bunun için her iki kanalın volt/div değerleri aynı olmalıdır):



f) 2.kanalda 1.5V-1.5kHz sinüs işaretini üretiniz. CH2'nin 9 nolu sinyal tersleyici tuşunu kullanarak, işarete nasıl bir değişim olduğunu gözleyiniz. Bu tuş CH2'deki işaret için nasıl bir matematiksel işlem sağlamaktadır?



Tersi:



E. DENEY İLE İLGİLİ ÇALIŞMA SORULARI:

1. Katot tüplü ve dijital osiloskoplarda ekran üzerinde görüntü nasıl oluşur?
2. Katot tüplü ve dijital osiloskopları kıyaslayarak birbirine göre olumlu ve olumsuz yönleri nelerdir?