

Deney 4: Osiloskop ve Sinyal Jeneratörü

Amaç:

- ✓ Osiloskop ve Sinyal Jeneratörünü kullanabilmek

Araç ve Malzeme:

- ✓ Sinyal Jeneratörü
- ✓ Osiloskop

Teori:

A. Teori

Laboratuvar ortamında çalışırken; Dc devrelerde kaynak olarak "dc güç kaynağı" ve ölçü aleti olarak "multimetre" kullanılırken, ac devrelerde ise kaynak olarak "sinyal üretici" ve ölçü aleti olarak "osiloskop" kullanılır. Ac cihazlar ile çalışmak, dc cihazlara göre biraz daha karmaşıktır ve kullanımı dikkat ister.

- Sinyal Üretici (Fonksiyon Jeneratörü):

Sinyal üretici, üç temel ac işaret olan "sinüs biçimli", "kare dalga" ve "üçgen dalga" şeklinde voltaj üreten ac güç kaynağıdır. Bir ac voltaj işaretini ifade etmek için iki temel nicelik vardır: genlik (E_m) ve periyot (T) (veya frekans (f)).

Şekil 1a'da görülen sinüs biçimli bir voltaj işareti

$$e = E_m \sin \omega t = E_m \sin \frac{2\pi}{T} t$$

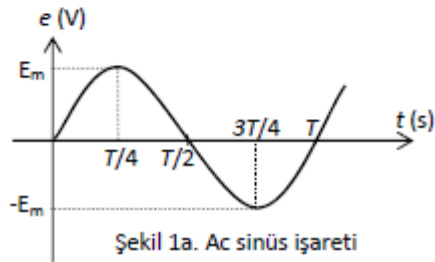
olarak tanımlanırken, Şekil 1b'de görülen kare dalga tipindeki bir voltaj işareti

$$e = \begin{cases} E_m & ; 0 < t < T/2 \\ -E_m & ; T/2 < t < T \end{cases}$$

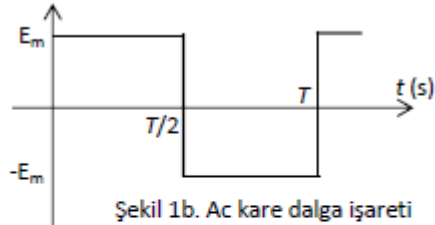
olarak ve Şekil 1c'de görülen üçgen dalga tipindeki bir voltaj işareti ise

$$e = \begin{cases} Xt & ; 0 < t < T/4 \\ 0.5X(T-2t) & ; T/4 < t < 3T/4 \\ X(t-T) & ; 3T/4 < t < T \end{cases} \quad \left(X = 4 \frac{E_m}{T} \right)$$

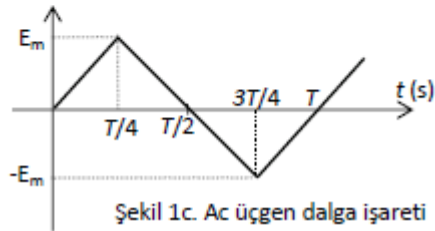
şeklinde tanımlanır.



Şekil 1a. Ac sinüs işareti



Şekil 1b. Ac kare dalga işareti



Şekil 1c. Ac üçgen dalga işareti

- Osiloskop:

Dc işaretler zamanla değişmeyen ve sabit bir genliğe sahip olduklarından, bu işaretleri ölçerken işaretin zaman içindeki değişimini görmeye gerek duyulmaz ve bu nedenle dc elektrik devrelerinde ölçü aleti olarak yalnızca multimetre kullanımı yeterlidir. Bununla birlikte sinüs biçimli, kare dalga, üçgen dalga vb gibi değişik şekiller alabilen ac işaretlerin genliği zamanla değiştiğinden, çoğu zaman işaretin dalga şeklini görmeye ihtiyaç duyulur. İşte, ac elektrik sinyallerinin dalga şekillerini, yarı genliklerini, frekanslarını ve faz ilişkilerini ekran üzerinde gösteren ölçü aletlerine Osiloskop denir.

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 sapıtılarak ekran üzerine çarptırılması 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.

– LABORATUVARIMIZDAKİ SİNYAL ÜRETECİ VE OSİLOSKOP İLE TANIŞMA:

Şekil 1’de Elektrik-Devre Laboratuvarında bulunan deney masalarından birinin genel görüntüsü verilmiştir. Bu masada bulunan cihazlardan ikisi olan sinyal üretici ve osiloskop ile ilk defa bu dönem tanışacağız.



Şekil 1 –Devre Analizi Laboratuvarındaki bir deney masası’nın genel görünümü.

Dc devreler -devrenin her tarafında dc işaret ve cihazların kullanıldığı devreler olarak tanımlandığı için-, Elektrik Devre Laboratuvarı I’de, dc devrelerin bu özelliğinden dolayı yalnızca dc cihazları kullandık. Bununla birlikte ac devreler ise devrenin yalnızca bir kısmında ac işaret ve cihazların kullanımının yeterli olduğu devrelerdir. Yani, ac devreler tamamen ac işaret ve cihazlardan oluşabileceği gibi, hem ac hem de dc işaret ve cihazların beraberce kullanıldığı devreler de olabilir. Bu nedenle, Elektrik Devre Laboratuvarı II’de ağırlıklı olarak ac cihazlar olan sinyal üretici ve osiloskop kullanılacak, bununla birlikte bu cihazların yanında bazı deneylerde karma olarak dc cihazlarda kullanılacaktır.

Aşağıda, ikinci dönem sıkça kullanılacak olan ac cihazların tanıtımı ve kullanım şekilleri verilmektedir.

– SİNYAL ÜRETECİNİN KULLANILMASI:

Şekil 2’de Elektrik Devre Laboratuvarında kullanılan ESCORT marka sinyal üretici görülmektedir. Dikkat edilirse, sinyal üreticinin üzerinde çok sayıda tuş, düğme ve çıkış ucu bulunmaktadır. Bununla birlikte, bunlardan bir kısmı sürekli olarak kullanılmakta ve kalan kısmı ise yalnızca özel durumlarda kullanılmaktadır. Bu nedenle, yalnızca sürekli olarak

kullanılan ve bu dönem bize lazım olacak temel kısımlar tanıtılacaktır. Buna göre Şekil 2 üzerinde kare içine alınan bu kısımlar şu şekilde tanımlanır:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| 1 - Sinyal üretici açma-kapama tuşu, | 4 - Sinyal tipi seçim tuşları, |
| 2 - Frekans ayar düğmesi, | 5 - Genlik ayar düğmesi, |
| 3 - Frekans sahası seçim tuşları, | 6 - Voltaj çıkış ucu. |



Şekil 2 –Elektrik Devre Laboratuvarında kullanılan sinyal üretici.

Sinyal üretici, laboratuvar uygulamalarında AC güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Sinyal üretici ile istenilen bir ac voltaj işaretini elde etmek için yapılması gereken üç temel işlem bulunmaktadır: 1. İşaret tipinin seçilmesi, 2. İşaretin frekansının ayarlanması, 3. İşaretin genliğinin ayarlanması.

1. *İşaret tipinin seçilmesi:* Sinyal üretici sinüs, üçgen ve kare dalga tipinde ac voltaj işareti üretir. İşaret tipinin seçimi için 4 nolu tuş takımı kullanılır.

2. *İşaretin frekansının ayarlanması:* İşaret tipi seçildikten sonra -daha önce de anlatıldığı gibi- bir ac işaretin iki temel özelliği olan “periyot/frekans” ve “genliğinin” üreteç üzerinde ayarlanması gerekir. Sinyal üreteçleri daha çok frekans ayarı yapılacak şekilde üretilirler.

Çünkü piyasada kullanılan ac sistemlerde, daha çok “frekans” özelliği kullanılmaktadır. Zaten frekans ile periyot arasındaki ilişki de çok basittir ($f=1/T$).

İşaretin frekansı ayarlanırken 3 nolu “frekans sahası seçim (RANGE) tuşları” ile 2 nolu “frekans ayar (FREQUENCY) düğmesi” kullanılır. Bu işlem sırasında önce range tuşları ile ayarlanmak istenen frekans değerine uygun frekans sahası seçilir. (Bir frekans sahası seçildiğinde, frekans ayar düğmesi en sola alındığında ekranda sahanın minimum frekans değeri, en sağa alındığında ise ekranda sahanın maksimum frekans değeri görülür.) Daha sonra frekans ayar düğmesi sağa sola çevrilerek istenen frekans değeri hassas bir şekilde ayarlanır.

Sinyal üretici bize sekiz farklı frekans sahasında çalışmanıza olanak sağlar. Bu sahalardan şunlardır:

Saha no	Sahanın minimum değeri	Sahanın maximum değeri
1. Saha	7 mHz	1 Hz
2. Saha	70 mHz	10 Hz
3. Saha	700 mHz	100 Hz
4. Saha	6 Hz	1.12 kHz
5. Saha	55 Hz	11.7 kHz
6. Saha	550 Hz	117 kHz
7. Saha	6 kHz	1.17 MHz
8. Saha	64 kHz	11 MHz

Bu şekilde farklı saha kullanımının en önemli sebebi, arzu edilen frekans değerinin hassas bir şekilde ayarlanmasını sağlamaktır. Eğer tek bir sahada çalışılıyorsa arzu edilen hassaslığın elde edilmesi mümkün olmayacaktı. Örneğin 50 Hz ayarlamak istediğimizde, önce 50 Hz’in hangi sahalardan içinde bulunduğu bakarız. Yukarıdaki tablodan yalnızca üçüncü ve dördüncü sahalardan 50Hz’in seçilebileceği görülmektedir. Her zaman bu sahalardan en küçüğünü seçmek en hassas ayarı bize sağlayacaktır. O halde 50 Hz için, önce üç nolu saha seçilir. Bu sahayı seçmek için alt alta bulunan iki tane saha tuşundan faydalanılır. Yukarıdaki tuşa her basıldığında sahanın numarası küçülür. Aşağıdaki saha tuşuna her basıldığında ise sahanın numarası sürekli olarak büyür. Frekans ayar düğmesi en sola çevrilerek ekranda görülen minimum frekans değerine bakılarak hangi sahada bulunduğumuzu kolayca anlayabiliriz. Son olarak, üçüncü saha seçildikten sonra, frekans ayar düğmesi -ekrana bakılarak- istenen frekans değerine ayarlanır.

3. *İşaretin genliğinin ayarlanması:* İşaret tipi ve işaretin frekansı seçildikten sonra ayarlanması gereken son nicelik işaretin genliğidir. Bunun için 5 nolu “genlik (AMPLITUDE) ayar düğmesi”nden faydalanılır. Genlik düğmesi sola çevrildiğinde minimum voltaj değeri (yaklaşık 0V), sağa çevrildiğinde ise maksimum voltaj değeri (yaklaşık 18V) elde edilir.

Sinyal üreticinin üzerindeki ekranda yalnızca frekans değeri görülmektedir. Bu nedenle genlik ayarı için bu ekrandan yararlanmamız mümkün değildir. Genlik bilgisini ayarlamak için sinyal üretici osiloskoba bağlanır. Bunun için sinyal üretici kablosunun bir ucu (yuvarlak olanı) üzerinde "OUTPUT" yazan 6 nolu çıkışa diğer ucu (kırmızı ve siyah uçları olan) ise osiloskoba bağlanır. Voltaj işareti osiloskop ekranında görüldükten sonra 5 nolu genlik ayar düğmesi sağa sola doğru çevrilerek genlik ayarlaması yapılır.

ÖZET: Sinyal üreticiden istenilen ac voltajın üretilmesi için şu üç adımı uygulayınız:

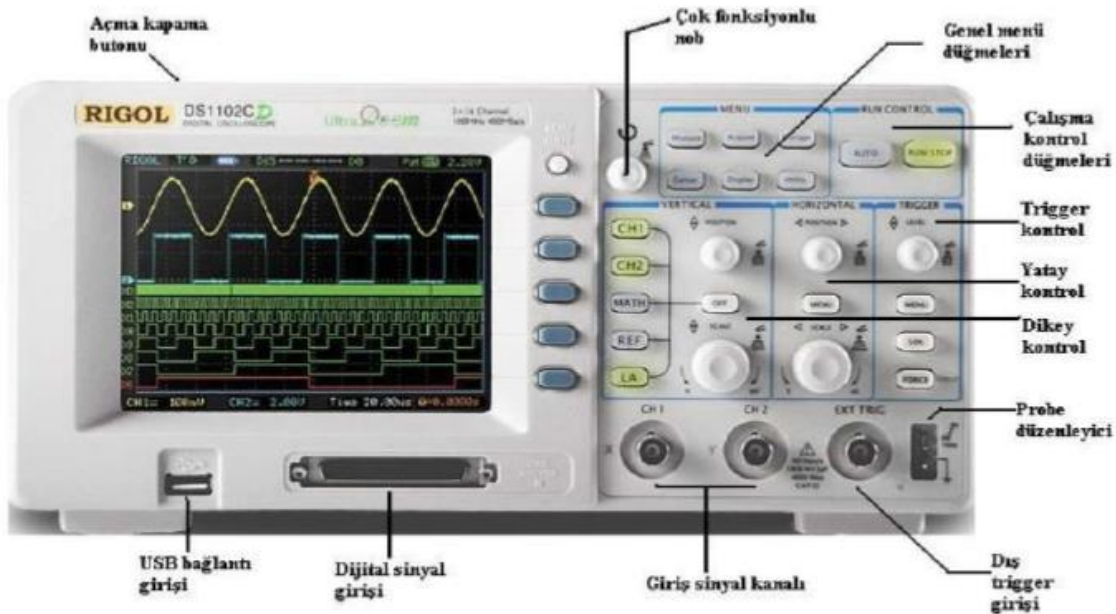
1. Ac işaret tipinin seçilmesi: 4 nolu tuş takımı kullanılır.
2. İşaretin frekansının ayarlanması: Frekans ayarı 3 nolu frekans sahası seçim tuşları ve 2 nolu frekans ayar düğmesi ile gerçekleştirilir. Önce en uygun saha seçimi yapılır, daha sonra frekans ayar düğmesi ile istenilen frekans değeri hassas bir şekilde ayarlanır.
3. İşaretin genliğinin ayarlanması: Genlik ayarı, 5 nolu genlik ayar düğmesi ile gerçekleştirilir. Bunun için, -sinyal üretici kablosu kullanılarak- üreticinin 6 nolu çıkışı ile osiloskop birbirine bağlanmalıdır.

Not: Sinyal üretici üzerinde bulunan diğer düğmeler her zaman en solda bulunmalıdır. Böyle olmadığı takdirde arzu edilenden farklı işaretler elde edilebilir. Aynı şekilde diğer tuşlarında basılı şekilde olmamasına dikkat edilmelidir.

Not: İşaret genliğinin, sinyal üretici ile osiloskobun birbirine bağlanması sonucu ayarlandığını -yukarıda- öğrendik. Ancak bazı durumlarda, ayarlanan genliğin üreteç devreye bağlandıktan sonra düştüğü görülmektedir. Örneğin sinyal üretici-osiloskop ikilisi kullanılarak 2V ayarladığımızı düşünelim. Ayar işleminden sonra üreticinin uçlarını devreye bağladığımızda, üreteç uçlarındaki voltajın 2V'un altına düştüğü görülebilmektedir. Ac devrelerde sıkça karşılaşılan bu durumu önlemek için seçilecek yol, sinyal üretici devreye bağlandıktan sonra işaret genliğini ayarlamaktır.

- OSİLOSKOBUN KULLANILMASI

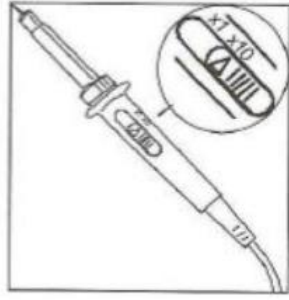
Osiloskobun temel işlevlerini gösteren resim aşağıda verilmiştir.



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



Kompanze

Prob, CH1'e takılır. Diğer ucu yandaki gibi osiloskop üzerindeki kare dalga üreticine 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 işlemten sonra hatasız bir ölçüm yapmak mümkündür. X1 tipi problemlerin bu işleme ihtiyacı yoktur.

Osiloskopla Gerilim Ölçülmesi

Ekrandaki sinyalin genliği düşey ekseninde ölçülür. Genlik, ilk önce ekran üzerindeki kareler cinsinden belirlenir. Daha sonra VOLTS/DIV giriş zayıflatıcısı komutatorünün üzerindeki sinyalin gösterdiği değer ile kare sayısı çarpılarak gerilimin gerçek değeri belirlenir. Eğer zayıflatıcı (X10 veya X100) bir prob kullanılıyorsa zayıflatma katsayısı da hesaba katılmalıdır. Osiloskobun hassasiyeti VOLTS/DIV komutatorünü saat yönünde çevirerek artırılır.

Osiloskopla Frekans Ölçülmesi

Modern osiloskoplarda frekans yerine periyot ölçülmektedir. Periyot ölçümleri yatay ekseninde yapılır. Dalga şeklinin bir periyodunun X eksenindeki uzunluğu kareler sayılarak belirlenir. Daha sonra TIMEBASE komutatorünün 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 sinyalde 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 (horisontal 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 dişinin kendiliğinden başlatılması.
- Intern: Testere dişinin ekranda gösterilen sinyalin kendisi tarafından tetiklenmesi.
- Extern: Testere dişinin 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 dişinin, 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 ile gerilim, frekans ve periyot ölçümleri ve temel tanımlamalar:

Periyot : Bir sinüs sinyalinin geçiş süresidir.

Frekans: Bir saniyede tekrarlanan sinüs sayısıdır. Periyodun tersidir.

Alternatif akımın maksimum değeri: Bir sinüs içinde akım şiddetinin veya gerilimin eriştiği en büyük değerdir. Etkin (rms) akım şiddeti veya gerilimin $\sqrt{2}$ ile çarpımıdır.

Anlık akım veya gerilim: Akım şiddetinin veya gerilimin her hangi bir anda aldığı değerdir. AC'da akım ve gerilim (1) ve (2) denkleminde ki gibi gösterilir.

$$V = V_0 \sin (\omega t + \phi)$$

burada ϕ faz açısı, $\omega t = 2\pi f$ (birimi rad/sn) ve t = zaman (birimi saniye) şeklindedir.

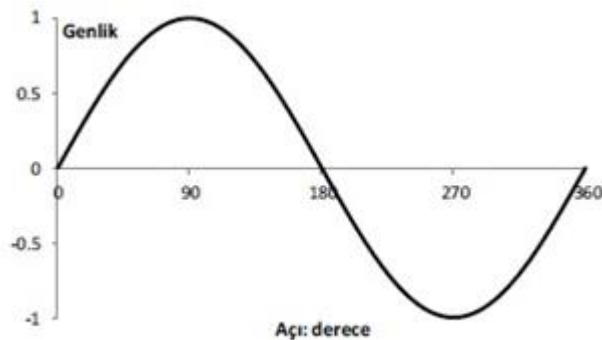
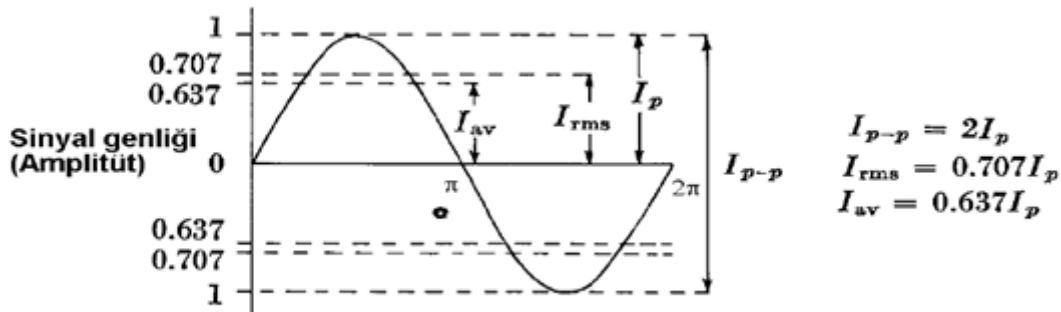
$$I = I_{\max} \sin \omega t = I_0 \sin \omega t$$

Etkin (RMS) akım şiddeti: Aynı dirençten aynı sürede geçen doğru akımın meydana getirdiği ısıya eşit ısı açığa çıkartan alternatif akım şiddetidir.

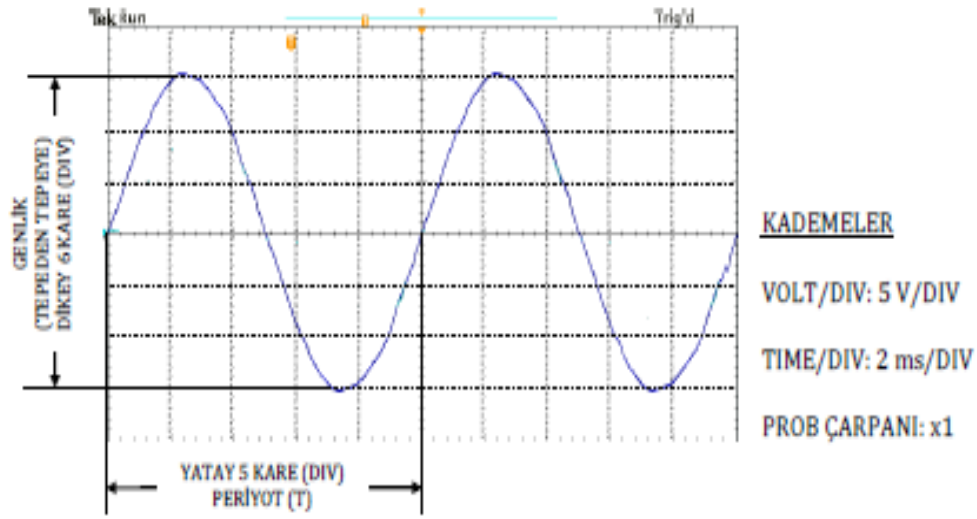
Etkin (RMS) gerilim: Bir direncin iki ucuna uygulanan doğru akım gerilimi ile aynı iki uca aynı süre uygulandığında aynı ısı etkisini meydana getiren alternatif akım gerilimidir. Bu, bir multimetrenin ölçtüğü değerdir.

Alternatif gerilimin ortalama değeri: Bir sinüs esnasında gerilimin aldığı tüm anlık değerlerin ortalamasıdır.

Alternatif akımın ortalama değeri: Bir sinüs esnasında akım şiddetinin aldığı anlık değerlerin ortalamasıdır. Şekil 1 bir AC sinyalin ortalama, etkin ve tepe değerlerini göstermektedir.



Osiloskop ile gerilim ölçümü için osiloskop ekranından elde edilen grafik kullanılmıştır. Buna göre gerilim ölçümü için ilk önce sinyalin tepeden tepeye kaç kareden oluştuğu belirlenmelidir. Daha sonra osiloskobun volt/div kademesi değeri tespit edilmelidir. Bunlar elde edildikten sonra gerilimin tepeden tepeye genliği hesaplanabilir.



$$V = (\text{Dikey kare sayısı}) \times (\text{Volt/Div kademesi değeri}) \times (\text{Prob çarpanı})$$

Burada (sinyalin tepeden tepeye genliği ve maksimum genlik değeri aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V_{TT} = (6 \text{ Div}) \times (5) \times (1) = 30 \text{ Volt}$$

$$V_M = V_{TT}/2$$

$$V_M = 30/2 = 15 \text{ Volt}$$

Gerilimin RMS değeri ise aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$V_{RMS} = V_M \times 0.707$$

$$V_{RMS} = 15 \times 0.70$$

$$V_{RMS} = 10.6 \text{ volt}$$

AC sinyalin frekans ve peryot değeri şu şekilde hesaplanır;

$$T = (\text{Yatay kare sayısı}) \times (\text{Time/Div kademesi})$$

$$T = 5 \times 2 \text{ ms} = 10 \text{ ms}$$

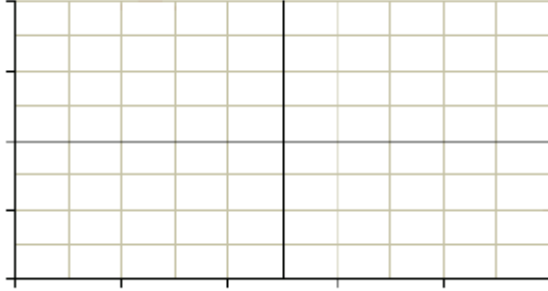
$$f = 1/T$$

$$f = 1/10 \text{ ms} = 100 \text{ Hz olarak hesaplanır.}$$

Deney Aşamaları:

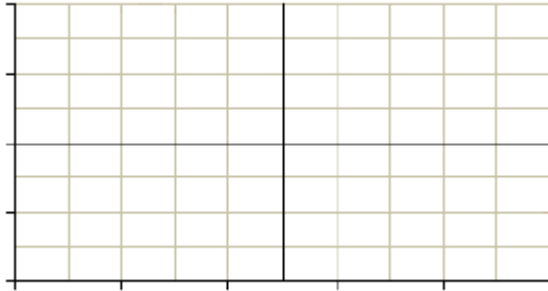
Deney:

1. $V_{pp} = 5V$, $f = 1kHz$ olan sinüsoidal, üçgen ve kare dalga sinyalleri üretiniz.
2. Ürettiğiniz sinyalleri osiloskoptan gözlemleyerek aşağıya volt/div ve time/div değerlerini belirterek çiziniz.



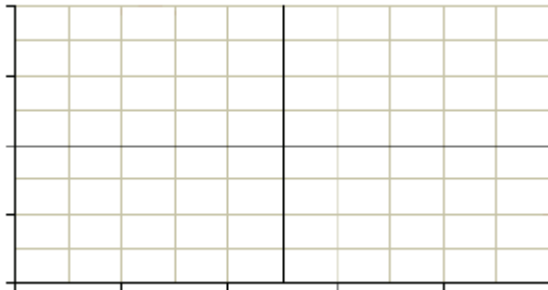
Volts/div=.....

Time/div=.....



Volts/div=.....

Time/div=.....



Volts/div=.....

Time/div=.....