

Ön Çalışma Raporu

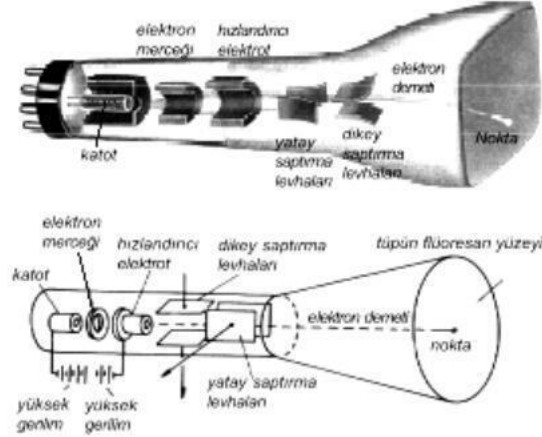
- **Raporu Hazırlayan**



- **Deneyin Adı** : Osiloskop ve Sinyal Jeneratörlerinin İncelenmesi
- **Deneyin Amacı** : Osiloskop ve Sinyal Jeneratörlerinin İncelenmesi
- **Teorik Bilgiler** :

Osiloskobun İç Yapısı Nasıldır?

Girişine uygulanan elektriksel işareti genlik ve zaman bilgisi verecek şekilde ekranında grafiksel olarak görüntüleyen ölçü aletlerine osiloskop denir. Osiloskopta (CRT Catot-Ray-Tube) Katot Işını Tüpü (KIT) denilen, özel yapılmış bir vakum tüpündeki yüksek hızlı (10^7 m/s mertebesinde) elektron demetinden faydalanılır. Tipik bir KIT' nün parçaları Şekil 1' de verilmiştir. Tungsten bir flaman vasıtasıyla ısıtılan katot termoiyonik ışınma yapar. Katotun neşrettiği elektronlara çeşitli elektrik alanlar uygulanmak suretiyle, elektronlar (katot ve anot arasında) hızlandırılırlar. Neticede bir noktada toplanıp odaklanırlar. Yine bu elektron demeti uygulanan elektrik alanlar vasıtasıyla inceleme ve sınırlandırma gibi işlemlere tabi tutulurlar.

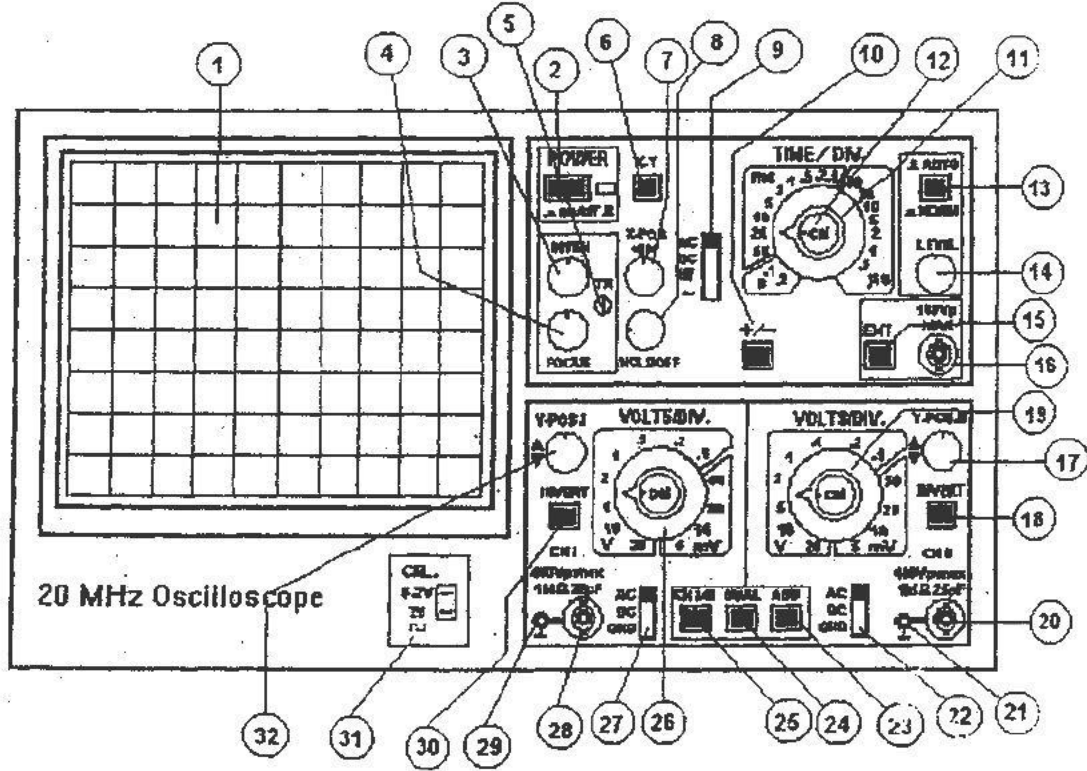


Şekil 1 Katot Işın Tüpünün Yapısı

Elektronlar havası boşaltılmış cam tüp içerisinde serbestçe hareket ederler ve tüpün sonundaki fosfor esansla kaplı ekrana çarparak küçük ve parlak bir leke olarak görülürler. Şekilde gösterilen düşey ve yatay sapıtıcı levhalar adı verilen iki çift elektrota tatbik edilen farklı potansiyellerle elektronlar yolundan saptırılır. Genellikle osiloskoplarda elektronun yörüngesinin levha çifti arasında kalan kısmı 2 cm, toplama yolu ise 30 cm kadardır. Bu nedenden dolayı, bir elektronun sapıtıcı levhalar arasından geçme süresi 2×10^{-9} s ve toplam yolu kat etme süresi ise 3×10^{-8} s veya 30 ns (nanosaniye) kadardır. O halde, alet gerilim değişimine çabucak intibak eder ve 100 MHz yakınlarındaki frekans değerlerine kadar ölçüm alınabilir. Bu da normal bir ölçü aletinin hareketli kısmından 10^7 kat kadar daha hızlıdır. Bunun neticesinde, bu alet çok hızlı değişen gerilimlerin ölçülmesinde kullanılabilir. Ölçü yapılacak bir $V(t)$ gerilimi doğrudan doğruya veya elektronik bir amplifikatör vasıtasıyla, düşey sapıtıcı levhalara uygulanırken, yatay sapıtıcı levhalara da zamanla düzgün bir biçimde artan gerilim uygulanır. Bu taktirde elektronun düşey sapması $V(t)$ ile yatay sapması da t ile (zamanla) orantılı olur. Böylece ışıklı nokta t ' nin fonksiyonu olan bir V grafiği çizer.

Düşey ve yatay saptırıcıların her birinde elektron demetinin yeterli derecede büyük sapmalar vermesi için ve ayrıca ekrandaki görüntünün değerinin istenilen biçimde değiştirilebilmesi için, değişken kazançlı amplifikatörlerle gerilimler yükseltilir. Ayrıca bütün görüntüleri yukarı-aşağı, sağa-sola hareket ettirecek kumanda düğmeleri vardır. Aynı zamanda istenilen görüntünün bir kısmı ekran üzerinde daha hassas ölçümler için büyütülebilirler.

Osiloskobun İncelenmesi



Bir osiloskop ile ölçme yapabilmek için, osiloskop ön panelinde bulunan düğme, anahtar, komütatör ve bağlantı uçlarının görevlerini ve kullanım biçimlerini bilmek gerekmektedir.

1. **Ekran:** Sinyal ve işaretlerin görüldüğü ortam.
2. **POWER:** (on / off): Osiloskobu açar ve kapatır. Anahtarın yanında LED var ise bu LED'in ışık vermesi açık olduğunu durumu gösterir.
3. **INTEN:** Ekrandaki izin parlaklığını ayarlar.
4. **FOCUS:** Ekrandaki izin net olarak elde edilmesi için odaklama yapar.
5. **TR:** Yatay gösterge çizgisi ile tarama çizgisini hizalamak için yerin manyetik alanını kompanse eder.
6. **X-Y:** X-Y çalışmayı seçer, taramayı durdurur. X işareti yoksa fosfor yanar.
7. **X-POS:** Ekrandaki izin yatay konumunu kontrol eder.
8. **HOLDOFF:** Taramalar arasındaki gecikme zamanını kontrol eder.
9. **TRIG. (AC-DC-HF-~):** Tetikleme seçici.
AC: 10 Hz' den 20 MHz'e kadar;
DC: DC ' den 20 MHz' e kadar.
HF: 1,5 kHz1 den 40 MHz'e kadar.
~ : içten hat tetikleme.
10. **+/- :** Tetikleme işareti eğimini seçer.
+ : Yükselen kenar. - : Düşen kenar.
11. **TIME/DIV.:** Zamanı 0,5 ms/cm ile 0,2 s/cm aralığında seçer.
12. **Cal:** Zaman aralığını 2,5 :1 oranında artırır.
13. **AUTO/NORM:** Düğme basılı değilken otomatik, tetiklemedir, bu durumda giriş işareti yokken ekranda bir iz görülebilir. Düğme basılı iken normal tetiklemedir, bu durumda (LEVEL (14) ayarı ile) giriş işareti yoksa ekranda iz görülmez.

- 14. LEVEL:** Eğer AUTO/NORM düğmesi basılı ise yani normal tetikleme ise tetikleme noktasını seçer.
- 15. EXT:** İçten veya dıştan tetikleme durumlarını seçer. Düğme basılı ise dıştan tetikleme, basılı değil ise içten tetikleme.
- 16.** 15 nolu düğme ile dıştan tetikleme durumu seçildiğinde, dıştan tetikleme işareti girişi.
- 17. Y-POS. II:** Ekrandaki CH. II. görüntüsünün düşey konumunu kontrol eder, yani görüntüyü aşağı veya yukarı doğru kaydırır.
- 18. INVERT:** Ekrandaki CH II görüntüsünün tersini elde eder, ayrıca ADD düğmesi (23) düğmesi ile cebirsel toplama yapar.
- 19. VOLTS/DIV.:** CH II giriş zayıflatıcısı, giriş duyarlılığını 5 mV/cm den 20 V/cm arasında seçer.
- 20. CH. II.:** CH. II. kanalı işaret girişi.
- 21.** Toprak jakı.
- 22. AC-DC-GND:** CH. II. kanalı düşey kuvvetlendiricisinin giriş kuplajını seçer.
AC: Kapasitif kuplajdır. DC işaretlerini geçirmez bloke eder.
DC: Giriş işaretinin tüm bileşenlerini geçirir.
GND: İşaret ayrılır, kuvvetlendirici girişi topraklanır.
- 23. ADD:** INVERT (18) düğmesi ile beraber cebirsel toplama yapar.
- 24. DUAL:** Düğme basılı değilken yalnızca bir kanalı çalışır, basılı iken iki kanal (CH. I. ve CH. II.) birlikte çalışır ve ekranda bir birinden bağımsız iki işaret oluşur.
- 25. CH. I / II:** Düğme basılı değilken yalnız CH. I/ kanalı kullanılır, basılı iken yalnız CH. II. kanalı kullanılır. DUAL (24) düğmesi ise iki kanalı birlikte çalıştırır.
- 26. VOLTS/DIV.:** CH I giriş zayıflatıcısı, giriş duyarlılığını 5 mV/cm den 20 V/cm arasında seçer.
- 27. AC-DC-GND:** CH. I. kanalı düşey kuvvetlendiricisinin giriş kuplajını seçer.
AC: Kapasitif kuplajdır. DC işaretlerini geçirmez bloke eder.
DC: Giriş işaretinin tüm bileşenlerini geçirir.
GND: işaret ayrılır, kuvvetlendirici girişi topraklanır.
- 28. CH. I.:** CH. I. kanalı işaret girişi.
- 29.** Toprak jakı.
- 30. INVERT:** Ekrandaki GH I görüntüsünün tersini elde eder, ayrıca ADD düğmesi (23) düğmesi ile cebirsel toplama yapar.
- 31. CAL.:** Probları kalibre etmek için kare dalga sinyal çıkışı.
- 32.Y-POS. I:** Ekrandaki CH. I. görüntüsünün düşey konumunu kontrol eder, yani görüntüyü aşağı veya yukarı doğru kaydırır.

PROB:

Osilaskoplarda genel olarak iki tip prob kullanılır. Bunlar:

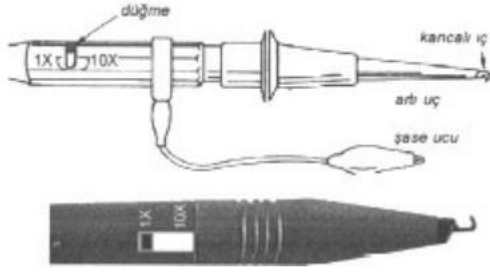
- 1- **1:1 'lik Prob:** İşareti olduğu gibi iletir.
- 2- **10:1 'lik Prob:** İşaretin genliğini 10 kere zayıflatarak iletir.

Zayıflatıcı prob kullanılmasının çeşitli nedenleri vardır. Bunlardan en önemli iki tanesi aşağıdaki gibi açıklanabilir:

1. Osilaskop girişine zayıflatıcısız sinyal uygulandığında ölçülebilecek maksimum gerilimin genliği yetersiz seviyede kalacaktır. Örneğin KENWOOD osiloskobunun zayıflatıcısız olarak ölçülebileceği en yüksek kademe 1 cm = 50 V' tur. Dikey doğrultu da ekranın uzunluğu 8 cm olduğuna göre, ölçülebilecek en büyük işaret $8 \times 50 = 400$ V değerinde olacaktır.

Örneğin 500V değerinde bir gerilim zayıflatıcısız prob ile ölçülemez, ekran dışına taşar. Halbuki 10 kere zayıflatmaya sahip prob kullanılırsa o zaman osiloskop girişine 50 V uygulanmış gibi olur. Ekranda gözlenen gerilim şeklinin tepe değerini 10 ile çarparak gerçek değeri bulunur.

2. Bu tür problemlerin bir diğer kullanılma nedeni de, osiloskobun zayıflatıcı prob üzerinden bir devreye bağlandığında o devreyi daha az yüklemesidir. Zayıflatıcı problemlerin kullanımları bir takım avantajlar

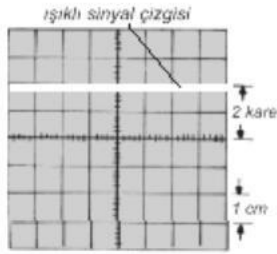


sağlamakla birlikte, kullanımında bazı noktalara dikkat etmek zorunluluğu vardır. Her şeyden önce, prob ile osiloskop girişinin bazı elektriksel özellikleri bakımından (empedans) birbirlerine uyum sağlamaları gerekir. Bunu temin etmek için, hemen hemen tüm osiloskoplarda, özel test ucu konulmuştur. Burada 1 KHz'lik frekans altında 500 mV tepe değerli bir kare dalga mevcuttur.

Giriş sinyalini zayıflatma özelliği olan prob

Osiloskop İle DC Ve AC Gerilimin Ölçülmesi

DC Gerilim Ölçme

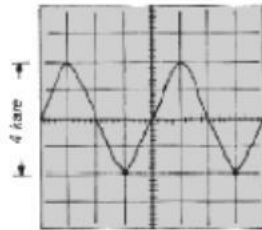


AC-GND-DC anahtarı DC konumuna alınır. Ölçümde kullanılan probun zayıflatma özelliği varsa bu işlemi yapan anahtar x1 konumuna getirilir. Volts/div. komütatörünün değeri değiştirilerek DC sinyalin ekranda görünmesi sağlanır. Sinyalin dikey ekseninde X noktasından yukarıya doğru kapladığı kare sayısı belirlenir. Kare sayısı volts/div. komütatörünün gösterdiği değer ile çarpılıp sonuç bulunur.

Örnek: DC sinyalin dikey ekseninde bulunduğu nokta X ekseninden 2 kare yukarıdadır. Volts/div. komütatörü ise x2 V konumundadır. Girişe uygulanan DC gerilimin değerini bulunuz.

Çözüm: $U = (\text{volts/div}) \times \text{kare sayısı} = 2 \times 2 = 4 \text{ V}$ Not: Eğer Osiloskobun probunun zayıflatma komütatörü x10 konumunda duruyorsa bulunan değer 10 ile çarpılır. Yani bu durumda giriş gerilimi 40 V olur.

AC Gerilim Ölçmek



AC-GND-DC anahtarı AC konumuna alınır. Ölçümde kullanılan probun zayıflatma özelliği varsa bu işlemi yapan anahtar x1 konumuna getirilir. Volts/div. komütatörünün değeri değiştirilerek AC sinyalin ekranda görünmesi sağlanır. Sinyalin dikey ekseninde kapladığı kare sayısı belirlenir. Kare sayısı volts/div. komütatörünün gösterdiği değer ile çarpılıp 2'ye bölünerek gerilimin maksimum (tepe) değeri bulunur.

Örnek: AC sinyal dikey ekseninde 4 karelik bir alan kaplamıştır. Volts/div. komütatörü ise x5 volt konumundadır. Girişe uygulanan AC gerilimin maksimum, etkin ve ortalama değerini bulunuz.

Çözüm :

$$\text{Maksimum değer } (U_{\text{maks}}) = [(\text{volt/div}) \times \text{kare sayısı}] / 2 = (5 \times 4) / 2 = 20 / 2 = 10 \text{ V}$$

$$\text{Etkin değer } (U_{\text{et}}) = U_{\text{maks}} \cdot 0,707 = 10 \cdot 0,707 = 7,07 \text{ V}$$

$$\text{Ortalama değer } (U_{\text{ort}}) = U_{\text{maks}} \cdot 0,636 = 10 \cdot 0,636 = 6,36 \text{ V}$$

Eğer osilaskobun probunun zayıflatma komütatörü x10 konumunda duruyorsa bulunan değerler 10 ile çarpılır. Uygulamada en çok etkin değer kullanılır. Örneğin konutlardaki prizlerde yapılan ölçümde bulunan 220 voltluk gerilim değeri eve gelen enerjinin etkin değeridir. 220 V 'luk gerilimin maksimum değeri ise $U_{maks} = 220 / 0,707 = 310,2$ V tur.

Osilaskop İle Peryot – Frekans Ölçümü

Haberleşme cihazlarının çeşitli devrelerinde, bilgisayar ve endüstriyel kontrol cihazlarında ölçme ve zamanlamalar arasındaki ilişkiyi gözleme büyük öneme sahip test yöntemleridir. Bu bakımdan osiloskoplarla frekans ve periyot ölçme tekniği bu gibi cihazlarda cihazdan cihaza tam olarak yararlanabilme açısından çok önemlidir. Periyodik bir işaretin osiloskopta frekans veya periyodunun ölçülebilmesi için, osiloskop önce işaret uygulanmaya hazırlanmalıdır. İşaret uygulandıktan sonra ekranda rahat izlenebilir bir görüntü elde edecek şekilde VOLT/DIV ve TIME/DIV anahtarı konumlandırılmalıdır. Giriş kuplaj tipi AC olarak seçilmeli ve işaretin ölçeklendirilmiş yatay eksen etrafında simetrik durumda görüntülenmesi sağlanmalıdır. Yatay POSITION düğmesi vasıtasıyla, işaretin başlangıç noktalarından biri, dikey çizgilerden birinci veya ikincisinin ölçekli yatay eksen kestiği nokta ile çakıştırılmalı ve buradan itibaren periyodun bitim noktasına kadar kaç cm mesafe olduğu yatay eksen üzerindeki ölçeklerden ölçülmelidir. İşaretin periyodu kare sayısı cinsinden ölçüldükten sonra, bu sırada TIME/DIV komütatörünün bulunduğu konum belirtilmeli ve ikisi çarpılmalıdır.

Örneğin, ekran üzerinde bir periyodunun kapladığı uzunluk 4 kare olan (TIME/DIV komütatörü 0,1 ms iken) bir işaretin periyodu;

$$T = 4 \times (0,1) = 0,4 \text{ ms olur.}$$

Bilindiği gibi frekans ile periyot arasında, $f = 1/T$ bağıntısı vardır. T bilindiğinde, f kolayca hesaplanır. Verilen örnekte $T = 0,4$ ms bulunmuştu. Bu işaretin frekansı, $f = 1/T$ $f = 1 / 0,4 \times 10^{-3} = 2500 \text{ Hz} = 2,5 \text{ KHz}$ olarak kolayca hesaplanır.

Osilaskop İle Faz Ölçümü

Faz ölçü metotlarından en pratiği, iki kanallı osiloskop kullanarak yapılan faz ölçümüdür. Şekil-2'de gösterildiği gibi, faz farkı ölçülecek olan işaretlerden biri, Osilaskobun bir kanalına, diğeri de diğer kanalına uygulanır. Bu iki işaret arasındaki gecikme (t_d) ve periyot (T) ile ölçülerek faz farkı hesaplanır. Derece olarak faz farkı,

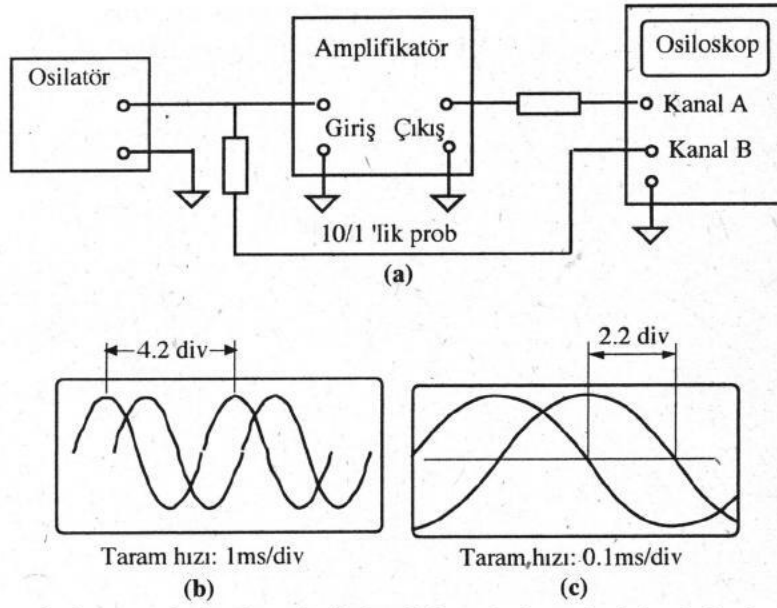
$$\theta = 360 \frac{t_d}{T}$$

bağıntısından hesaplanır. Ekranda ölçülen değerlerden,

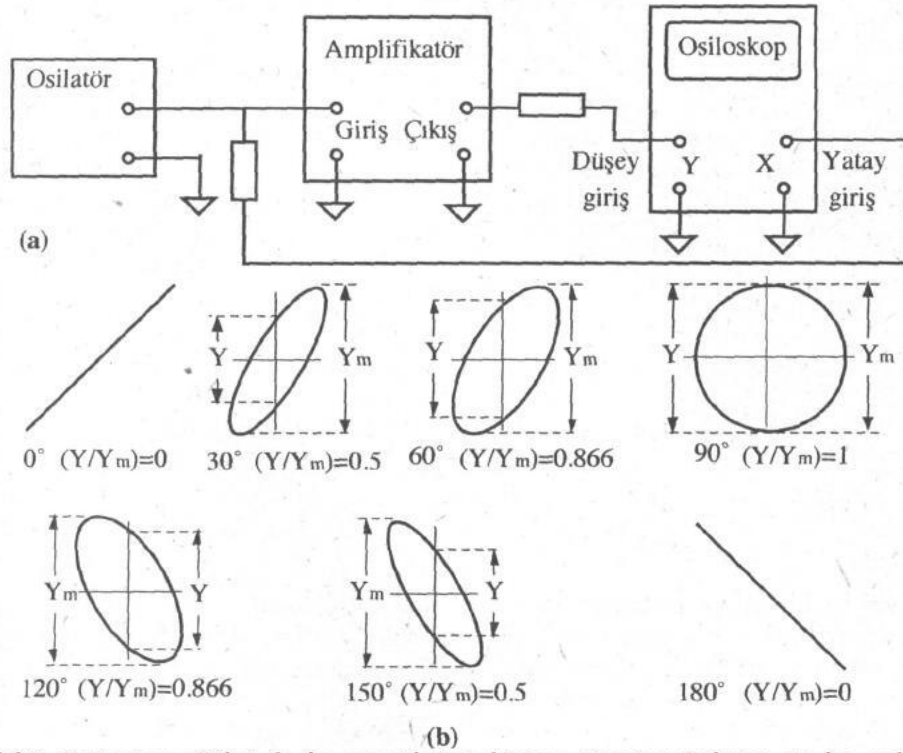
$$T = (4.2\text{div}) \times (1 \text{ ms/div}) = 4.2 \times 10^{-3} \text{ s}$$

$$t_d = (2.2\text{div}) \times (100\text{ns/div}) = 220 \times 10^{-6} \text{ s}$$

$$\theta = 360 \times (220 \times 10^{-6}) / (4.2 \times 10^{-3}) = 18.86^\circ \text{ olarak bulunur.}$$



Şekil-2 a) Faz farkı veya faz kayması ölçülen devre. b) İki kanallı bir osiloskopta faz farkı ölçülecek olan iki işaretin ekranda görünüşü. c) Tarama hızı artırılmış durumdaki dalga şekli.



Şekil-3 a) Lissajous eğrileri ile faz açısı ölçümü, b) Bazı Lissajous eğrilerine ait faz açıları.

Faz açısının ölçümünde kullanılan ikinci yöntem ise; Lissajous eğrileridir. Şekil-3'te Lissajous metodu ile faz ölçümüne ait devre ile birkaç değişik faz farkı için ekrandaki dalga şekilleri gösterilmiştir. Faz farkı ölçülecek olan işaretlerden biri Osiloskobun yatay girişine, diğeri ise düşey girişine uygulanır. Kazançlar ayarlanarak ekranda uygun ve kararlı bir şekil elde edilir.

Ekrandaki eğrinin maksimum değerleri (Y_m) ile düşey eksenin simetrik olarak kesiştiği noktalar arasındaki mesafeler ölçülür.

$$\theta = \sin^{-1} \frac{Y}{Y_m}$$

Bağıntısından faz açısı hesaplanır. Şekil-3.a' daki amplifikatörün giriş ve çıkış işaretleri arasındaki faz farkı devre içindeki R, C ve L elemanlarından kaynaklanmaktadır. Amplifikatör yerine, basit bir RC devresi üzerinde de faz farkı ölçümü yapılabilir. Bu yöntem ile 1°'ye kadar küçük faz farkları ölçülebilir. 90°'ye yakın açılar ölçümü zordur. Çünkü şekil bir daireye yaklaşır. Osilaskobun yatay ve düşey bağlantı kabloları ve problarından kaynaklanan faz kayması hatası da olabilir. Böyle bir hatanın olup olmadığını anlamak için yatay ve düşey girişlere aynı frekansta bir sinüs işareti verilir. Ekranda tam 45°'lik eğik bir doğrunun görünmesi gerekir. Elips şeklinde kapalı bir eğri varsa bağlantı kablolarından dolayı bir faz kayması vardır. Bu faz kayması ölçülerek toplam değerden çıkartılır. Kaliteli osilaskoplarda böyle bir kayma olmaz.

Osilaskop İle Güç Ölçümü

Uçlarındaki gerilim belli olan bir R direnci üzerinde harcanan güç,

$$P = [V_{tt} / 2.828]^2 / R$$

bağıntısı ile hesaplanır. Buradaki V_{tt} gerilimi, sinüzoidal işaretin tepeden tepeye değeridir. Mesela; 50 Ω ' luk bir yük direncine bir RF işaret kaynağı bağlanmış ve osilaskop yardımı ile tepeden tepeye 0.2 V' luk bir gerilim ölçülmüş ise yük direncinde,

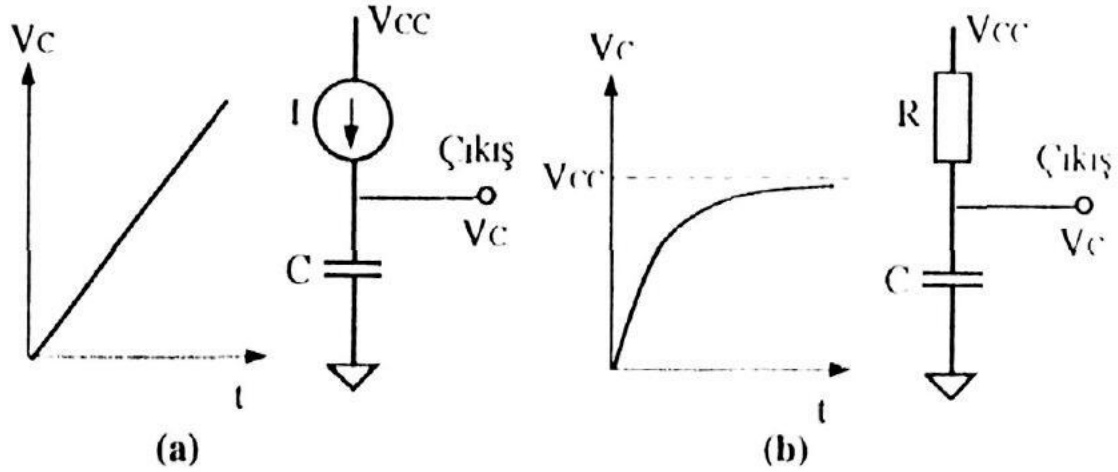
$$P = [(0.2)/2.828]^2 / 50 = 0.1 \text{ mW değerinde bir güç kaybı olur.}$$

FONKSİYON JENERATÖRLERİ

Basit bir fonksiyon jeneratörü; Hz mertebesinde 2MHz'e kadar sinüs, kare, üçgen ve testere dişi işaretler üretir. Daha gelişmiş fonksiyon jeneratörlerinde bu dalgalara ilave olarak genlik, frekans, faz ve darbe genişlik modülasyonlu işaretler de üretilmekte ve gerilim kontrollü osilatör (VCO) de içermektedir. Çok değişik dalga şekilleri üreten fonksiyon jeneratörleri birçok uygulamada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Ses frekans (AF) ve radyo frekans (RF) jeneratörleri ile temel olarak sinüzoidal işaret üretilir. Fonksiyon jeneratöründe ise temel işaret üçgen dalgadır. Diğer bütün dalga şekilleri üçgen dalgadan elde edilmektedir.

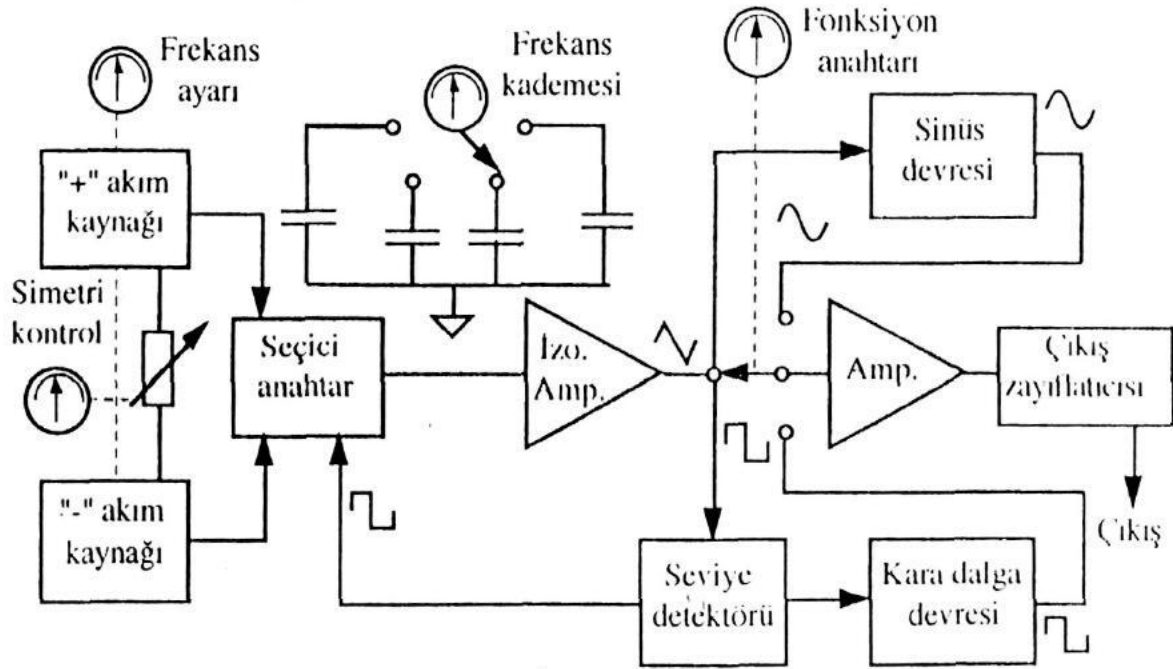
Bilindiği gibi bir direnç üzerinden bir gerilim kaynağı ile şarj olan bir kapasitenin uçlarındaki gerilim üstel bir şekilde artar. Hâlbuki $V=Q/C = It/C$ bağıntısı gereğince; bir sabit akım kaynağı (I) ile şarj olan bir kapasitenin (C) uçlarındaki gerilim (V) zamanla (t) lineer bir şekilde artar. Gerilimin artma eğimini değiştirmek için akımın yönünü değiştirmek gerekir. Şarj hızı ise şarj akımı ile doğru ve kapasite değeri ile ters orantılıdır.



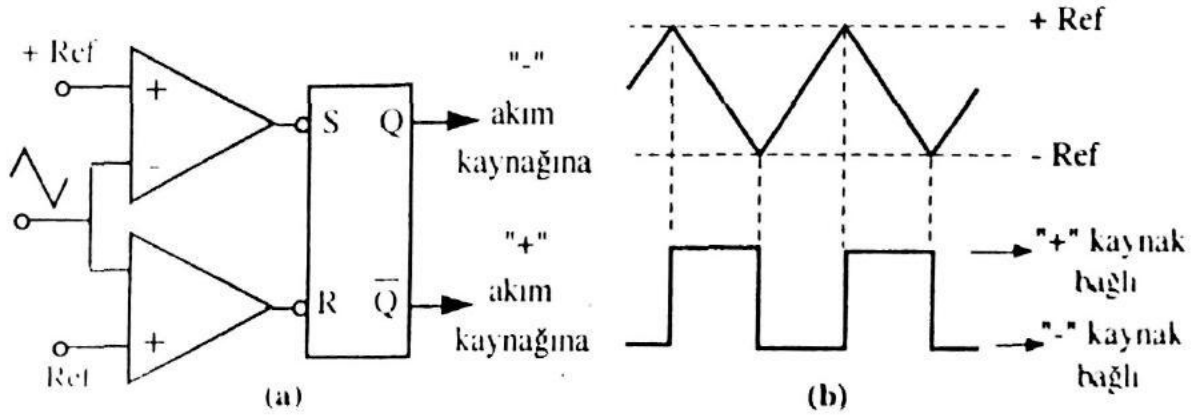
Şekil-4 Kapasitenin a) sabit akım kaynağı üzerinden b) bir direnç üzerinden şarj olması.

Şekil-5 'de temel bir fonksiyon jeneratörünün blok diyagramı gösterilmiştir. Burada; üçgen dalga bir kapasitenin sabit bir akım kaynağı ile şarj ve deşarj olması sonucunda elde edilmektedir. Önce kapasite belli bir maksimum noktaya ulaşınca kadar şarj olur. Daha sonra bir anahtar devresi ile kapasiteye ters yönde bir sabit akım kaynağı bağlanır. Kapasite önce deşarj ve daha sonra negatif yönde belli bir maksimum noktaya ulaşınca kadar şarj olur.

Şekil-6' da gösterildiği gibi alt ve üst sınırlar sabittir. Eğimin artması ile maksimum ve minimum değerlere daha hızlı ulaşılacağını ve tekrarlanma frekansının daha yüksek olacağını gösterir. Pratikte frekans değişimi; kapasite değeri ve şarj akımı ile kontrol edilir. Kapasite uçlarında oluşan üçgen dalga işaret bir izolasyon amplifikatörü üzerinden geçirilerek yükleme etkisi azaltılır. İzolasyon amplifikatörün çıkışı, sinüs, kare dalga ve seviye detektörü devrelerine verilir.



Şekil- 5 Temel fonksiyon jeneratörünün blok diyagramı

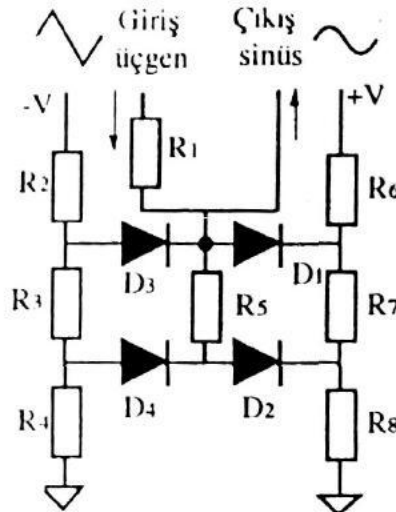


Şekil-6 Seviye detektörü ve akım kaynağının anahtarlanması. a) Lojik devre, b) Dalga şekilleri.

Şekil-7' de gösterilen dalga şekillendirici özel bir devre olup, üçgen dalga işareti az distorsiyonlu sinüs dalgaya dönüştürmektedir. Burada kullanılan lineer olmayan diyot elemanları ile oluşan lineer olmayan gerilim bölücü sayesinde üçgen dalga bozularak yaklaşık bir sinüs işareti oluşturulur. Giriş işareti yok iken bütün diyotlar tıkamada olacağından giriş ve çıkışın toprak bağlantısı yoktur. Girişteki üçgen dalga artmaya başlayınca, ilk olarak D_2 diyotu iletime girer ve R_1 , R_5 , R_8 dirençleri seri bağlanır. Bu durumda çıkış işaretinin genlik artışı yavaşlar.

Daha sonra D_1 diyotu iletime girerek R_5 ve R_7 dirençleri paralel konuma gelerek çıkış biraz daha zayıflar. Giriş işareti sıfır seviyesinin altına geçince devrenin diğer tarafındaki diyot ve dirençler üçgen dalganın negatif yarısı sinüs şekline dönüşür. İlave diyot ve dirençler ile daha iyi bir sinüs elde edilebilir.

Kare dalga devresi ise iki kararlı bir devre olup, akım kaynakları için belirlenen seviyelerde konum değişikliği olur. Bu şekilde elde edilen kare dalga, üçgen dalga frekansı ile aynıdır Dalga seçici anahtar ile arzu edilen dalga çıkış amplifikatörüne ve buradan da çıkış zayıflatıcısına verilir.



Şekil-7 Diyotlu üçgen-sinüs dalga şekillendirici.

Bu katlarda genlik ayarı yapılabildiği gibi DC seviye kontrolü da yapılabilir. Bu şekilde $\pm 3V$ 'luk bir sinüs işaretine $+1 V$ 'luk bir DC gerilim ilave edilmiş ise çıkıştaki dalgalanma $+4V$ ve $-2V$ arasında

olur. Çıkış amplifikatör ve zayıflatıcısının bant genişliğinin fazla ve kazanç eğrisinin düz olması gerekir. Üretilcek işaretler alçak frekanslı ise kazanç eğrisi DC 'den başlamalıdır. Elde edilecek maksimum frekansın 10 katı kadar bir bant genişliğine sahip olmalıdır. Mesela maksimum 4MHz'lik bir işareti için amplifikatör ve zayıflatıcının üst kesim frekansı 40MHz olmalıdır. Böylece işaretin 10. harmoniğine kadar olan frekanslar da aynı oranda kuvvetlendirilir. İşaretin bozulmaması için tüm harmoniklerinin aynı oranda kuvvetlendirilmesi gerekir.

Sonuçlar:

Neler öğrendik?

- Osiloskobun ne olduğunu,
- Osiloskobun İç Yapısını,
- Osiloskobun nasıl çalıştığını,
- Osiloskop kullanımını,
- Osiloskopla nasıl ölçüm yapıldığını.
- Sinyal Jeneratörünün İç Yapısını
- Sinyal Jeneratörünün Nasıl Çalıştığını öğrendik.

Kaynaklar:

- Atatürk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, Elektrik ve Manyetizma Laboratuvar Deneyleri,2005.
- Temel Elektronik Laboratuvarı, Bilgi Ve İşlem Yaprakları, Süleyman Arslan, Turhan Özkan,1997.
- Elginkan Vakfı, Geliştirme Ve Uyum Kursları, Temel Elektronik,2004.
- Mersin Üniversitesi Mersin M.Y. O. Endüstriyel Elektronik Bölümü, Elektronik Ölçme Tekniği ve Güvenlik Ders Notları.
- Elektrik Ve Elektronik Ölçme, Prof. Dr. Halit Pastacı,YTÜ 2000
- <http://www.eproje.com/modules.php?name=News&file=article&sid=231>