

**T.C.**  
**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ**  
**TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ**  
**BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**BMT104**  
**ELEKTRONİK DEVRELER DERSİ**  
**LABORATUVAR UYGULAMALARI**

**CİHAZLARIN TANITIMI ve SİNYALLER**

**Doç. Dr. İbrahim YÜCEDAĞ**  
**Arş. Gör. Sümeyye BAYRAKDAR**  
**Arş. Gör. M. Enes BAYRAKDAR**

**2015-2016**

## BMT104 ELEKTRONİK DEVRELER DERSİ LABORATUVARINDA KULLANILAN CİHAZLARIN TANITIMI

### AVOMETRE

Ampermetre, Voltmetre ve Ohmmetre olarak kullanılabilen aynı zamanda diyot ve transistör testi yapılabilen bir ölçü aletidir.

#### **Avometrenin Voltmetre olarak kullanılması (Gerilim Ölçümü):**

Devreye bağlanmadan önce, avometre gerilim kademesine alınır ve tahmini değerin daha üstündeki bir gerilim kademesine alınır. Avometre devrede gerilim ölçümü yapılacak iki nokta arasına paralel bağlanır. Hassas bir ölçüm için kademe azaltılarak gerçek değer tam olarak okunur.

#### **Avometrenin Ampermetre olarak kullanılması (Akım Ölçümü):**

Devreye bağlanmadan önce, avometre akım kademesine alınır ve tahmini gerilimin daha üstündeki bir kademeye alınır. Avometre devreye seri bağlanır. Hassas ölçüm için kademe en uygun kademeye getirilir.

#### **Avometre ile Direnç Ölçümü:**

Direnç devreye bağlı değilken direnç konumuna alınarak ölçüm yapılır.

#### **Avometre ile Diyot Testi:**

Avometre direnç kademesine alınır. Diyotun çizgi bulunan ucuna(katot) avometrenin siyah(-) ucu, diğer ucuna anot(+) bağlanarak diyot ileri yönde (avometrenin pili ile) öngerilimlenmiş olur. Bu durumda küçük bir direnç değeri okunur. Eğer tam ters bağlantıda da yüksek bir direnç değeri okunuyorsa diyot sağlamdır.

### OSİLOSKOP

Periyodik ve periyodik olmayan elektriksel işaretleri ölçmeye yarayan bir cihazdır. Osiloskop ile AC ve DC akım, periyot, frekans, genlik, faz farkı ölçülebilir. Ekranı doğru büyük bir kinetik enerji ile çarpan elektronların kinetik enerjileri ışık enerjisine dönüşür. Saptırma plakalarına herhangi bir gerilim uygulanmadığında elektron demeti ekranın tam ortasında bir nokta çıkar. Yatay ve düşey saptırma levhalarına uygulanan gerilimle elektronlar x-y hareketinde bulunur. Bir osiloskopta aşağıdaki fonksiyonlar bulunur:

Intensity(Parlaklık): Ekrandaki çizginin parlaklığını ayarlar.

Focus(Odaklama): Ekrandaki çizginin uygun incelik ve görünürde olmasını sağlar.

Horizontal and Vertical Position(Yatay ve Düşey Pozisyon): Tarama çizgilerinin yatay ve düşey doğrultudaki pozisyonları değiştirilir.

Volt/Div: İç içe girmiş iki düğme vardır. Kalibre edilmiş voltaj VARIABLE saat yönüne çevrildiğinde görünür. 10 kalibre edilmiş aralıkta 5mV/DIV'dan 20 V/DIV'e kadar seçilebilir.

Time/Div: İ ie girmiş iki dğme vardır. Ortadaki variable isimli dğme ile her kademedede srekli ayar yapılabilir. Saat dnuŐ ynuende tamamen evrildiğinde kilitlenir. Bu durumda time/div kademe dğmesi gerek tarama hızını gosterir.

Elektrik olumlerinde kullanılan temel olu cihazlarından en onemlisi olan osiloskop, ampermetre, voltmetre vs. gibi diğer olu cihazlarından ok daha fazla bilgiyi tek baŐına bize verir. Orneğin bir voltmetre ile olum yaptığımız zaman sadece sinyal voltajının KOK (rms) değerini olebiliriz. Sinyalin frekansı, fazı, Şekli, gürültü bileŐeni, ac-dc bileŐeni hakkında ayrıntılı bilgi alamayız. Ancak bir osiloskopta bu bilgileri ve daha fazlasını elde ederiz. Olu duyarlılığı, geniŐ frekans aralığında alıŐması ve sinyalin canlı grafiğini gostermesi en onemli ozelliği ve uŐunluđleridir.

Osiloskop, elektrik deđiŐkenlerin ve parametrelerin fonksiyonlarını bir ekran uzerinde izen elektronik bir aygıttır. Ekranda gorulen Şekil, gerilimin zamana gure deđiŐim grafiğidir, yani sinyalin voltajıdır.

### **Sinyalin osiloskoba bağlanması**

Herhangi bir sinyali gozlemek iin sinyal osiloskoba on paneldeki BNC konnektoruenden bağlanır. Bu bağlantı normal bir kabloyla yapılabilir. Ancak boyle bir kablo evreden gelen gürültü sinyallerini de giřiŐe uygular. Dolayısıyla biz ekranda uygulanan sinyal yanında evredeki parazit sinyalleri de gozleriz. Bazen bu gürültü sinyalleri, gozlenecek sinyalleri bastırabilirler. Normal bir kablo tıpkı bir anten gibi davranır. Őebeke sinyali yakın radyo istasyonlarının sinyali gibi eŐitli gürültüleri giřiŐe uygular.

Gürültüleri onleminin en iyi yolu, osiloskop iin hazırlanmış ozel bir prob kullanmaktır. Bu proplar, ularına ozel tutucular, giřiŐinde RC suzgeler olan ve ozel koaksiyel kablodan yapılmıŐ, gürültüyü onleyici ozellikteki proplardır.

### **Osiloskopla yapılan olümler**

Kullanacağımız osiloskoplar, ekranda olulu olarak zamana gure deđiŐen voltaj grafiğini gosterirler. Ancak bu grafikten pek ok olümü kolaylıkla yapabiliriz.

Osiloskopla yapılan olümler

- 1-Doğrudan yapılan olümler
- 2- Dolaylı yapılan olümler

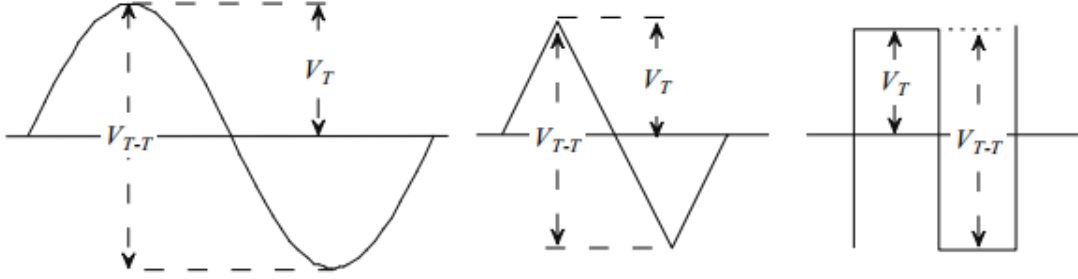
olmak uzure ikiye ayrılır. Őimdi sırasıyla bu olümlerin nasıl yapılacağını gorem.

#### **1-Doğrudan yapılan olümler**

Bir osiloskopla doğrudan yapılan olümler voltaj ve zamandır (periyot). Osiloskopta en ok kullanılan periyodik sinyaller, sinüs dalga, ugen dalga ve kare dalgadır. Her u dalga Şekli; tepe değer (genlik), tepeden tepeye genlik, periyot (veya frekans) ve faz parametrelerine sahiptir. Bu dalga Şekilleri tamamen periyodiktir. Şekil 1'de bu dalga Şekilleri ve parametreleri gosterilmiŐtir. Bu parametreler diŐında dalga Şekilleri, KOK veya rms değerlerinde belirtilir. Sinüzoidal dalga iin bu değer,

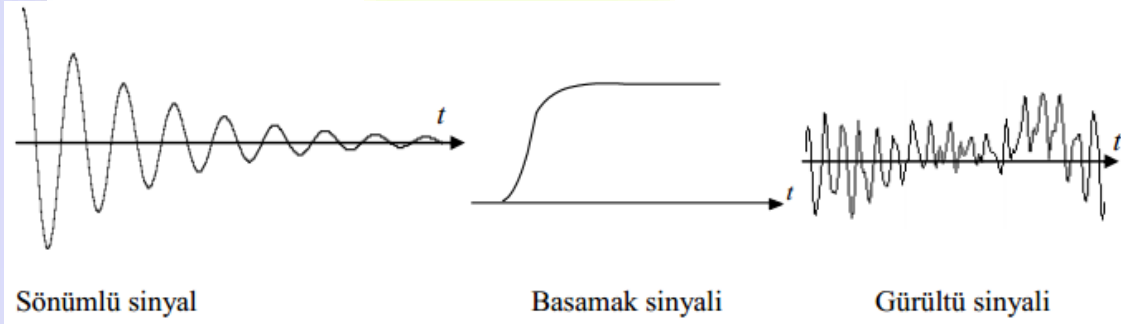
$$V_{KOK} = \frac{V_T}{\sqrt{2}} = 0.707 \times V_T \text{ veya } V_{KOK} = \frac{V_{T-T}}{2\sqrt{2}} = 0.3535 \times V_{T-T}$$

olarak bulunur. Bu ifadelerle  $V_T$  voltajın tepe değeri (genliği) ve  $V_{T-T}$  'de tepeden tepeye genlik olarak kullanılmaktadır. Bazı kaynaklarda bu ifadeler  $V_p$  ve  $V_{p-p}$  olarak da verilir.

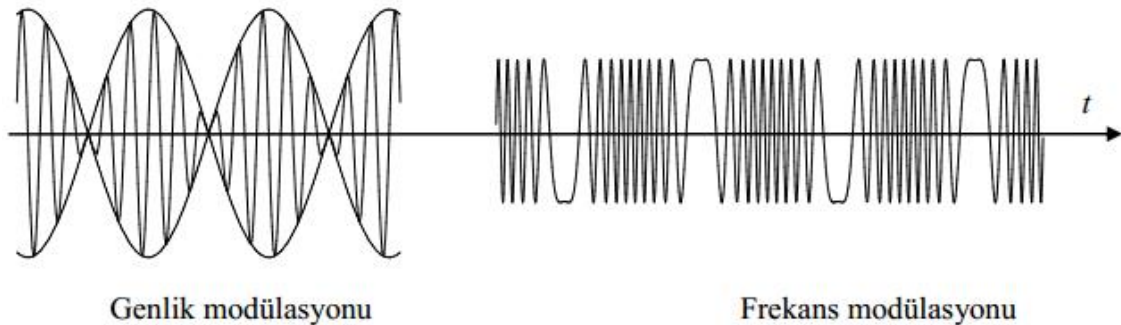
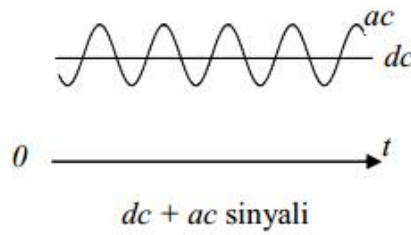


Şekil 1. Periyodik Dalga Şekilleri

Bu sinyallerin dışında gözlenebilecek diğer periyodik olan veya olmayan dalga şekillerinin bazıları Şekil 2'de gösterilmiştir. Bunlar sırasıyla sönümlü sinüs dalga, basamak ve gürültü sinyalleridir. Bunların dışında Şekil 3'te dc+ac bileşik sinyali, genlik ve frekans modülasyonu da gösterilmiştir.



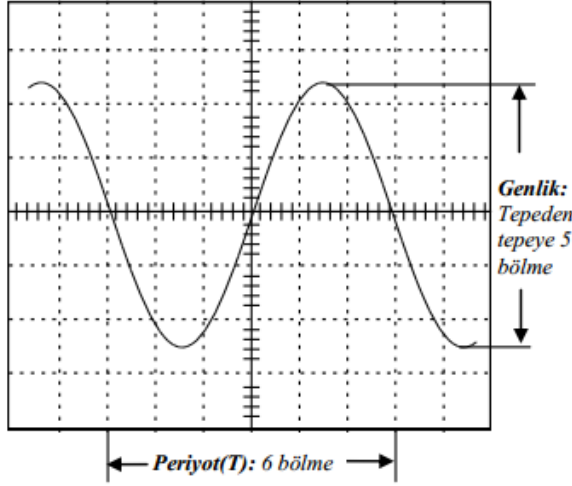
Şekil 2.



Şekil 3.

### Voltaj Ölçümü:

Şekil 4'te verilen sinüs dalgayı göz önüne alarak voltaj ölçümünün nasıl yapıldığına bakalım. Önce sinüs dalgaının en büyük ve en küçük değerlerinin doldurduğu aralık sayılır. Sonra **Volt/Div** seçici düğmesinin gösterdiği rakam, bununla çarpılarak sinüs dalgaının tepeden tepeye volt değeri bulunur. Ancak burada dikkat edilecek diğer bir husus prob zayıflatmasıdır. Prob zayıflatması 1 veya 10 olarak seçilebilir. Eğer zayıflatma 1 ise sonuç değişmez. Eğer zayıflatma 10 ise, bulunan sonuç 10 ile çarpılmalıdır.



$$\text{Volt/Div} = 2\text{V}$$

$$\text{Time/Div} = 0.2\text{ms}$$

$$\text{Prob zayıflatması} = 1$$

$$V_{T-T} = 5 \text{ bölme} \times 2\text{V} = 10\text{V}$$

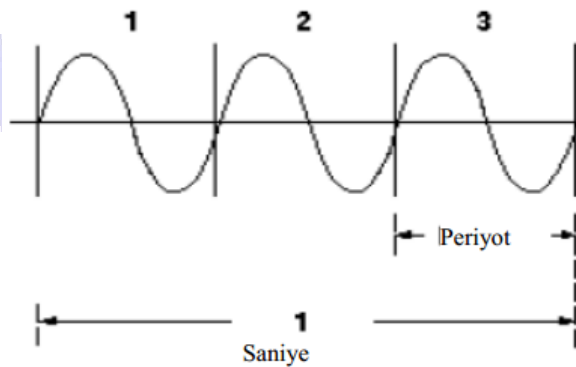
$$\text{Periyot} = T = 6 \text{ bölme} \times 0.2\text{ms} = 1.2\text{ms}$$

Şekil 4. Osiloskopa Voltaj Ölçümü

### Frekans ve Periyot ölçümü:

Bir sinyal tekrarlanıyorsa, bir frekansı ve bir de periyodu vardır. Frekans Hertz (Hz) biriminde ifade edilir ve bir saniyedeki tekrarlanan sinyal sayısına eşittir. Periyot da sinyalin kendini tekrarlamaya başlamadan önce bir tam dalgaının oluşması için geçen süredir. Periyot ve frekans birbirinin tersidir ( $f = 1/T$ ).

Periyot ölçümü, voltaj ölçümü ile hemen hemen aynı şekilde yapılır. Önce yatay eksen üzerinde sinyalin tam bir salınımının doldurduğu aralıklar (bölmeler) sayılır. Bu sayım Time/Div seçici düğmesinin gösterdiği rakamla çarpılarak sinyalin periyodu bulunur. Periyodun tersi alınarak frekans elde edilir (Şekil 4 ve 5'e bakınız).



Şekil 5.

*NOT: En hassas ölçüm, sinyalin ekranı doldurmasıyla, elde edilir. Bunun için Volt/DIV ve Time/Div seçicileri ile oynayarak, sinyalin ekrana sığan en büyük görüntüsü elde edilir.*

## 2-Dolaylı Ölçümler

Voltaj ölçümüne bağlı; akım, direnç ve güç ölçümleri ile zaman ölçümüne bağlı; frekans ve faz ölçümleri bizim kullanacağımız dolaylı ölçümlerdir. Hassasiyet bakımından biz genellikle alternatif sinyallerin tepeden tepeye değerlerini ölçeriz. Tepe değeri (genlik) bunun yarısıdır. KOK değeri ise sinüs dalgaları için,

$$V_{KOK} = \frac{V_T}{\sqrt{2}} \text{ veya } V_{KOK} = \frac{V_{T-T}}{2\sqrt{2}}$$

olarak verilir.

### Akım, Direnç ve Güç Ölçümü

Osiloskopla akım ölçümü için değeri bilinen bir direnç kullanmak gereklidir. Direnç uçlarındaki gerilim düşmesi osiloskopla ölçülerek akım,

$$\text{Akım} = \text{Volt} / \text{Direnç}, I=V/R$$

ifadesinden bulunur. Güç ölçümü yapmak için, yukarıda anlatıldığı şekilde direnç yada akım değerleri ölçüldükten sonra, voltajın da ölçülmesiyle güç;

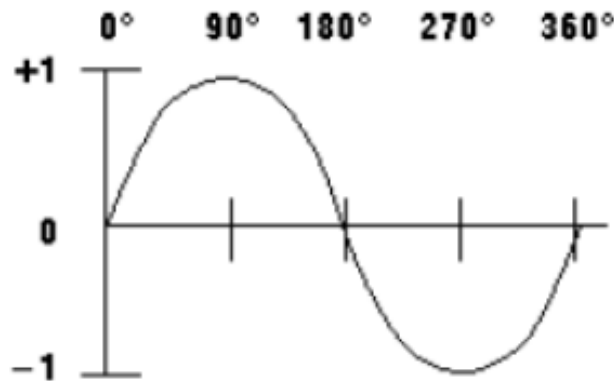
$$\text{Güç} = \text{Volt} \times \text{Akım} = (\text{Volt})^2 / \text{Direnç}$$

$$P = V \times I = V^2 / R$$

ifadesinden hesaplanır.

### Faz Ölçümü

Faz kayması benzer iki sinyal arasındaki zaman farkını ifade eder. Sinüzoidal dalgalar dairesel harekete bağlı olduğundan faz farkını çok iyi gösterirler. Bir sinüs dalgasının bir tam salınımı tam bir daireye karşılık gelir. Bu da 360° demektir. Dolayısıyla bir sinüs dalgasının faz açısı, derece kullanarak temsil edilebilir. Şekil 6, bir tam sinüs salınımının 360° lik bir devri nasıl tamamladığını gösterir.



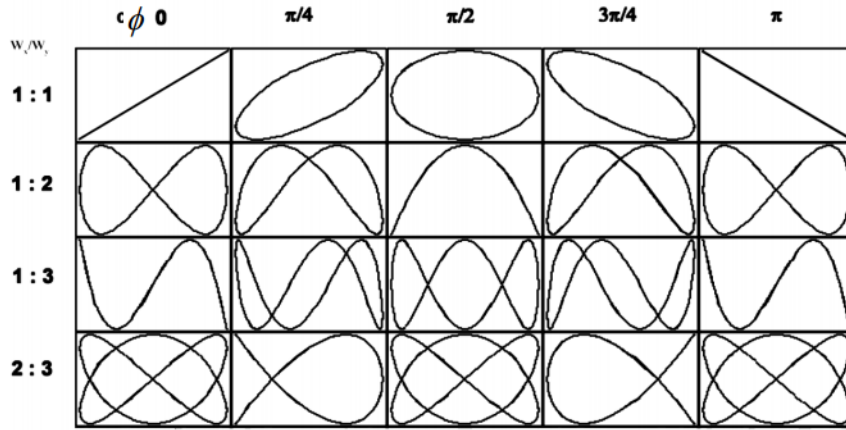
Şekil 6. Tam bir sinüs dalga

Faz ölçümü, biraz daha karmaşıktır ve iki ayrı yoldan yapılabilir. En çok kullanılan metot **X-Y** ölçümü yöntemi, ya da **lissajous** şekli yöntemidir. Lissajous şekli, iki ayrı periyodik sinyalin vektörel toplamıdır. Örneğin, x ekseninde bir sinüzoidal, y ekseninde de ayrı bir sinüzoidal sinyal bulunsun. Bunların aralarındaki faz farkı  $\phi$ , frekansları  $W_1, W_2$  genlikleri  $x_0$  ve  $y_0$  olmak üzere, bu iki sinyalin vektörel toplamı,

$$V = (x_0 \sin W_1 t) i + (y_0 \sin(W_2 t + \phi)) j$$

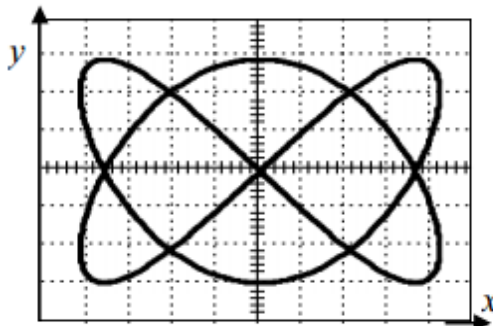
olacaktır.

Yukarıda verdiğimiz denklem,  $\phi$  faz farkının aldığı değerlere ve frekans oranlarına göre Şekil 7’de verilen referans şekillerinden birine uyar. Bu referans şekillere bakılarak X-Y işlemiyle gözlediğimiz şekillerin frekans ve faz ilişkisini ölçebiliriz. Bunun yanında frekans ve faz ölçümü için aşağıda vereceğimiz ifadeler, oldukça büyük önem taşırlar.



Şekil 7. X-Y işlemi ile elde edilen şekillere örnekler

X-Y işlemiyle (Lissajous şekliyle) frekans ölçümü için eksenlerden birine frekansı bilinen bir sinyal uygulanır. Diğer eksene de frekansı bilinmeyen sinyal uygulanır. Ekranda gözlenen kapalı eğrinin dış kenarlarına x ve y eksenleri çizilir. Kapalı eğrinin her iki eksene teğet noktası sayılır ve  $f_x \times n_x = f_y \times n_y$  orantısı kullanılarak bilinmeyen frekans bulunur. İfadede  $f_x$  ve  $f_y$ , x ve y eksenlerine uygulanan sinyallerin frekanslarıdır.  $n_x$  ve  $n_y$ , sayılan x ve y eksenlerine teğet nokta sayılarıdır. Şekil 8’de verilen örneğe bakınız.



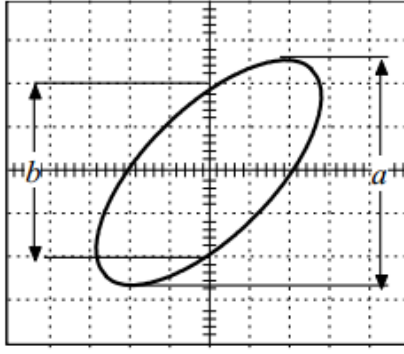
$$n_x = 3, n_y = 2, f_x = 50 \text{ Hz.}$$

$$f_y = \frac{f_x \times n_x}{n_y}$$

$$f_y = 75 \text{ Hz}$$

Şekil 8. X-Y işlemi ile frekans ölçümü

Değişik frekans ve faz ilişkileri için, Şekil 7’de görülen LISSAJOUS yöntemi ile sadece frekansları aynı olan sinyallerin faz farkları bulunabilir. Şekil 9 örneğine bakınız.

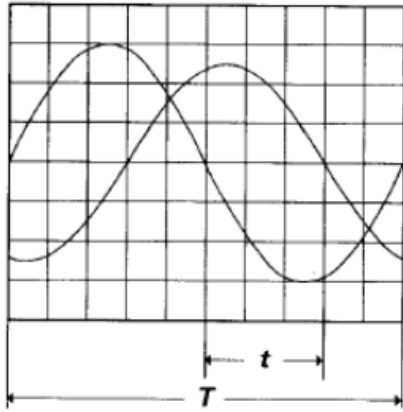


$$\sin \phi = \frac{b}{a}$$

$$\phi = \sin^{-1} \frac{b}{a} \text{ (Faz açısı)}$$

**Şekil 9.** Aynı frekansa sahip iki sinyalin faz farkının ölçülmesi

Faz farkı ölçümünde diğer bir yöntem ÇİFT İZ yöntemidir. Osiloskopta her iki sinyali ekranda aynı anda görüntüleyerek yapılan ölçümdür. Temel ilke frekansları aynı iki sinyal arasındaki zaman farkının ölçümüne dayanır. Şekil 10 frekansları aynı benzer iki sinüs dalgasını gösterir. Burada T, sinüs dalgasının periyodudur. t ise her iki sinyalin sıfır geçiş noktaları arasındaki zaman farkıdır. Bu zaman farkı osiloskoptan ölçülerek derece cinsinden faz farkı  $\phi = \frac{t}{T} 360^\circ$  bağıntısından bulunur.



*Yanda görülen sinüs dalgaları arasındaki faz farkı aşağıdaki gibi bulunur.*

$$\text{Time/div} = 1\text{ms}$$

$$t = 3 \times 1\text{ms}, T = 10 \times 1\text{ms}$$

$$\phi = \frac{t}{T} 360^\circ = \frac{3}{10} \times 360^\circ = 108^\circ$$

**Şekil 10.** Çift iz yöntemi ile faz farkının ölçülmesi