T.C.
Trakya Üniversitesi
İpsala Meslek Yüksekokulu
Elektronik ve Otomasyon Bölümü

ÖLÇME TEKNİĞİ

Ders Sorumlusu:
Aydın GÜLLÜ
Öğretim Görevlisi

İçindekiler Tablosu

ÖLÇME VE ÖNEMİ 1
ULUSLARARASI SİSTEMİN TEMEL BİRİMLER 3
AST VE ÜST KATLAR 9
ÖLÇME TERİMLERİ 11
OKUNABİLİRLİK 11
HASSASİYET 12
DOĞRULUK 12
KESİNLİK 12
KALİBRASYON 13
HATA 13
STANDART 14
LİNEERLİK 14
ÖLÇME SİSTEMLERİ VE GENELLEŞTİRMELERİ 15
DİRENÇ OKUMA VE ÖLÇME 17
LCR METRE 19
ÖLÇÜ ALETLERİNİN SINIFLANDIRILMASI 22
ÖLÇME HATALARI 24
GERİLİM ÖLÇMEK 28
DİRENÇ ÖLÇMEK 32
AVO METRELER 36
DİYOT VE DİYOR ÖLÇÜMÜ 40

İçindekiler Tablosu

BOYUTSAL VE ŞEKİLSE ÖLÇME 54
CETVELLER 55
KUMPASLAR 58
MİKROMETRELER 78
OSİLASKOP KULLANIMI 98
FONKSİYON TUŞLARI VE İŞLEVİ 98
ÖLÇME ÖNCESİ AYAR 109
OSİLASKOP KULLANILMASI 110
İŞARET ÜRETİCİLERİ 112
KAYNAKLAR 121

ÖLÇME VE ÖNEMİ

İnsanoğlu, var olduğundan bu yana çevresinde gördüğü, duyduğu her olayı anlamaya çalışmıştır. Bilim adamları bu tür olayları gözlemleyerek, olaya yada olaylara neden olan değişkenleri araştırmışlardır. Bu gözlemlerin ve araştırmaların merkezinde hep ölçme olmuştur. Bilimsel çalışmalar ölçme ile anlam kazanır. Ölçülemeyen büyüklükler tanımlanamaz, kontrol edilemez.

Ölçme, güvenli bir yaşam demektir:

Kullandığımız elektrik enerjisinin değerini ve bu enerjinin özelliklerini bilmesek bu kadar rahat ve güven içinde kullanmazdık. Kullandığımız gerilimin yalıtılması ve iletkenden geçen akımın meydana getireceği ısınma tehlike yaratacak mı? gibi soruların yanıtları konunun uzmanları tarafından biliniyor. Bu bilgiler ışığında elektrik iç tesisat yönetmeliği hazırlanmıştır. Eğer evimiz de kullandığımız elektrik tesisatı elektrik iç tesisat yönetmeliğine uygun yapılmışsa içimiz rahat bir şekilde elektrik enerjisini kullanabiliriz.

Ülkemizin bir deprem kuşağında olduğu gerçeğini biliyoruz. Evlerimizin ve iş yerlerimizin sağlamlığından emin olmadığımız için hepimiz tedirgin oluyoruz. Oysa binalarımızın ve iş yerlerimizin sağlamlık testini yapıp ve bu testin sonuçlarını bilmiş olsaydık daha doğru kararlar verebilirdik. Binamızı güçlendirecek tedbirler alınmalı mı? Alınan tedbirler ne ölçüde istenileni karşılar? gibi sorular hepimizi düşündürüyor.

İnsanların depreme karşı güvenliği, depremi önceden algılayıp insanları uyaran bir alarm sistemi kurulur ve bu alarm sisteminin iş yapacağından emin olduğumuz zaman sağlanabilir.

İşte buradaki temel sorun ölçme ile ilgilidir. Depremi önceden belirlemek için hangi değişkenlerin ölçülmesi ve ne tür ölçme araçları kullanılacak, nerelerde ve ne tür ölçmeler yapılacak gibi soruların yanıtlanması gerekmektedir.

Ölçme , verimlilik ve kalitedir:

Kalite bilinci, ölçmenin sonucu ortaya çıkmış bir anlayıştır. Ölçme ve kıyaslama olmadan bir ürünün kalitesi hakkında karar vermek olanaksızdır. Kalite kavramının geçtiği proseslerin her aşamasında ölçme , karar verme ve uygulama işlemleri birbirini takip eder. Üretmek istediğimiz ürünün ölçülerini bildiğimiz takdirde amaca en uygun ürünü üretiriz . Deneme yanılma yöntemleri kullanarak yapılan üretimler

gerçek ihtiyacı ne ölçü de karşılayabilir. Ölçme ve değerlendirme ile en ekonomik çözüme en kısa zamanda ulaşmak mümkündür.

Ölçme, bizleri kargaşa ortamından kurtarır.

Gündelik yaşantımızda yaptığımız alış-verişleri düşünecek olursak , her alış-verişin içinde bir ölçme bulunduğunu görürüz. Bakkaldan aldığımız ürünler ve ona ödediğimiz paralar ölçme sayesinde bu kadar düzen içinde olabiliyor. Yalnızca yerel düzeyde değil uluslar arası düzeylerdeki alış-verişler düşünülecek olursa ölçü sisteminin ne kadar büyük sorunları çözmüş olduğunun farkına varırız.

Ölçme, sağlıklı ve mutlu yaşamamızı sağlar. Çevremizi saran mikroplardan korunmak, türlü hastalıkların tedavisi için geliştirilen formülleri düşündüğümüz zaman, nerdeyse ölçmesiz bir yaşamın mümkün olmadığını anlıyoruz.

Bu gün dünyamızda standartlardan bahsediliyor ve herhangi bir standart belgesi taşımayan ürünler ve hizmetler kabul görmüyor. Bu standartların gelişmesi de , ölçeklendirme de ölçme sayesinde oluyor.

Okulumuz Mersin Meslek Yüksekokulu ISO2001 kalite belgesine sahip ilk resmi okul olmaktan gurur duymaktadır. Bu kalite belgesi ile hangi işi ne şekilde ve ne zaman yapacağınızı belirleyerek, belirttiğinizi yapacağınızı ifade ediyorsunuz. Eğitim ve öğretim hizmetleri her yıl daha iyiye gideceği kesindir.

Ölçme : Her hangi bir büyüklüğün kendi cinsinden tanımlı bir birimle karşılaştırma işlemidir.

Ancak, ölçmenin yapılması için, ölçülmek istenen bir büyüklük , o büyüklükle ilgili tanımlanmış bir standart birim ve o standarda uygun bir ölçme cihazının bulunması gerekir.

Örneğin ölçülmek istenen büyüklük bir çuval patatesin miktarı ise , kütle birimi ilgili bir standart ve o standarda uygun yapılmış bir tartı cihazının olması gerekir. Kütle birimi kg ve tartı aleti de kantar olarak bilinmektedir. Bir çuval patates denildiğinde , patatesin miktarı yeterince açık değildir. Burada miktar, çuvalın büyüklüğüne ve doluluk oranıyla değişebilmektedir. 50 kilogram patates denildiğinde çuvaldaki patatesin ağırlığı net bir şekilde belirtilmiş olup çuvalın büyüklüğü veya doluluğu ile artık yorum yapmaya gerek kalmaz.

Her meslek dalının içinde ölçme işlemi vardır. Elektrik-elektronik alanındaki ölçmeler pozitif bilimin bir dalı olan fizik biliminin içinde yer alır. Elektrik-elektronik alanındaki ölçme uygulamaları Elektrik Mühendisliği adı altında yürütülmektedir.

Elektrik Mühendisliğinin ilk gözlemsel deneyi için “ sürtünme ile elektriklenme olayı “ örnek verilebilir. Statik elektrik yükü ve elektrostatik alan kavramı C.A.Coulomb tarafından ifade edilen “Coulomb Kanunu " ile açıklanmaktadır.

Elektrik yükleri arasındaki itme ve çekme kuvvetlerinin ölçülmesine ait deney olarak kabul edilir.

Kantitatif (nicelik) ölçmeyi ilk olarak elektrik devresine uygulayan bilim adamı G.S. Ohm olarak bilinir. 1827 yılında yaptığı açıklamada " bir direncin uçlarına uygulanan elektrik kuvveti veya basıncı sonucunda bu dirençten geçecek elektrik akımı , direncin büyüklüğü ile ters orantılıdır " şeklindedir. (Daha sonra bu ifade Ohm Kanunu olarak kabul edildi.)

O günlerde elektrik kuvveti veya basıncı ,elektrik akımı ve direnç tanımlanmamış olduklarından bir dirençten geçen akımın büyüklüğü basit bir ölçü aleti olan Tangent Galvanometresi ile ölçülüyordu. Tangent Galvanometresi , bir bobin ve üzerinde bir göstergeden ibaretti.

Elektrik alanında yapılan çalışmaların artması sonucunda bu alandaki deneyleri de arttırmıştır. Deneyler arasında bilgi transferinin ortaya çıkması üzerine bu transferin , ancak önceden tanımı yapılmış birimler üzerine olabileceği düşünülmüş ve birim (unit) kavramı üzerinde durularak ölçmenin tanımı yapılmıştır. Buna göre ölçme: Ölçülecek büyüklükte , daha önceden tanımı yapılan bir birimin tekrarlanma sayısıdır.

1861 yılında İngiltere de İngiliz Bilimsel Gelişmeler Birliği (British Assosiation for the Advancement of Science) tarafından ilk direnç standardı tespit edilmiştir. Bu birlik Maxvell , Joule , Lord Kelvin ve Wheatstone gibi devrinin en ünlü bilim adamlarını içine alan bir topluluktu.

1864 yılında İngiliz Bilimsel Gelişmeler Birliğinin tavsiyeleri üzerine ilgili direnç standardı imal edilmiştir. Bu standart , bobin şeklinde sarılmış platin-gümüş alaşımlı iletkenlerden oluşan ve parafin içinde saklanan direnç standardı idi. Direncin ve parafinin havadan etkilenmemesi için bir kutu içine yerleştirilmiştir. Bu tipten olan dirençler halen laboratuarlarda kullanılmaktadır ve hassasiyetleri çok yüksektir.

1893 – 1908 yıllarında kabul edilen Uluslararası Sistem (SI) (System of Internatıonal) yeni birimlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur.

1946 yılında Ampere'nin "Ağırlıklar ve Ölçüler " konferansında önerdiği MKSA mutlak sistemi 1 Ocak 1948 yılında kabul edilerek , SI'dan MKSA'ya geçildi. Uluslar arası Sistem (SI) ve MKSA mutlak sistemi arasında yapılan direnç , endüktans ve kapasitans standartları arasında %0,05 ve gerilim standardında ise %0,033 'lük bir fark bulunmaktadır.

Örneğin

1 Ohm(SI) = 1,000495 Ohm (abs)

; abs = Absulute = MKSA birim sistemi

1 Volt (SI) = 1,000330 V. (abs)

1 Amp. (SI) = 0,999835 A. (abs)

1 Henry (SI) = 1,000495 h. (abs)

Elektrik Mühendisliği alanında bu dört sistem kullanılıyor ise de fizik alanında yeterli olmadığından bilinmesinde fayda görülen iki ayrı birim , ölçme sistemine 1967 yılında eklenmiştir. Bunlar Kelvin (K)ve Kandela'dır (Cd). Gerçekte Ölçme sisteminin adı , MKSAKCd 'dır. (Metre –Kg – Sn – Amper – Kelvin – Candela)

ULUSLAR ARASI SİSTEMİN TEMEL BİRİMLERİ

Uluslar arası sistemin temel birimleri, türetilmiş birimleri ve yardımcı birimleri vardır. Temel birimler; Metre –Kg – Sn – Amper – Kelvin – Candela' dır. Bu temel birimlerin tanımları aşağıdaki gibidir.

Metre : Kripton 86 atomunun 2p1 ve 5d5 enerji seviyeleri arasındaki geçişe ait ışımanın (radyasyonun) dalga boyunun 1.650.763,73 katına eşit olan uzunluktur. Veya kabaca

Işık hızının , 1 / 300.000.000 saniyede aldığı mesafedir.

Kg : Kütle birimidir. Kg 'nin uluslar arası prototipine eşittir.

Saniye : Sezyum 153 atomunun temel denge halinde iken iki ince yapı seviyesi arasındaki geçişe ait ışıma periyodunun 9.192.631.770 katına eşit olan zamandır.

Amper : Boşluğa yerleştirilmiş ihmal edilebilir dairesel kesitli , aralarında 1 m. Uzaklık bulunan paralel , doğrusal sonsuz uzunluktaki iki iletkenden geçirilen ve bu iletkenler arasında metre başına $2* 10^{-7}$ Newton' luk kuvvet doğuran doğru akım şiddetidir.

Kelvin: Termodinamik sıcaklık birimidir. Suyun üçlü noktasının (katı , sıvı , gaz) termodinamik sıcaklığının 1/273,16 'sına eşittir.

Candela : (Cd) , 101.325 Newton /m^2 basınç altında donma sıcaklığındaki platinin 1/600.000 m^2 ' lik alanının bu yüzeye dik doğrultudaki ışık şiddetidir.

ULUSLAR ARASI SİSTEMİN YARDIMCI VE TÜREV BİRİMLERİ

YARDIMCI BİRİMLER

1- Düzlemsel Açı : Birimi radyan sembolü ise rad.

2- Katı açı : Birimi steradyan sembolü sr.

TÜREV BİRİMLER

Türev birimler, temel birim sistemi üzerinde tanımlanmış birimlerdir.

Büyüklük	Birim	Sembol
Alan	metre-kare	m^2
Hacim	metre-küp	m^3
Frekans	Hertz	Hz
Yoğunluk	metre-küp başına kg	Kg/m^3
Hız	saniye başına metre	m/s
Açısal hız	saniye başına radyan	rad/s
İvme	Saniye-kare başına m	m/s^2
Açısal ivme	saniye kare başına radyan	rad/s^2
Kuvvet	Newton	N (Kgm/s^2)
İş	Joule	J
Güç	Watt	W
Elektrik yükü	Culomb	C - (A/s)
EMK	Volt	V
Elektrik Alan Şiddeti	metre başına volt	V/m
Direnç	Ohm	W - (V/A)
Kapasitans	Farad	F - (As/V)
Magnetik Flüx	Weber	We – (V.s)
Endüktans	Henri	h -(V.s/A)
Magnetik Flüx Yoğunluğu	Tesla	T – $Weber/m^2$
Magnetik Alan Şiddeti	metre başına amper	A/m
Işık akısı	Lümen	Lm
Aydınlatma şiddeti	lüks	Lm/m^2

BAZI TANIMLAR

Newton : 1 kg büyüklüğündeki bir kütleye $1m/s^2$ 'lik ivme kazandıran kuvvettir.

Joule : 1 Newton 'luk kuvvetin 1 m. Mesafeye gitmesi için yapılan iştir.

Watt : Saniyede 1 Joule 'lük iş yapan güçtür.

Farad : 1 Culomb 'luk elektrik yükü ile şarj edildiğinde plakaları arasında 1 V 'luk bir gerilim meydana getiren kondansatörün kapasitesidir.

Henri : Devre akımının bir saniyedeki 1 amperlik değişmesi ile uçlarında 1 Volt 'luk emk meydana getiren bobinin endüktansıdır.

Manyetik Akı (Magnetik Flüx) : Bir sarımlık bir bobinin uçları arasında bulunan 1 V 'luk emk 'ti bir saniyede lineer olarak sıfıra getiren manyetik akıdır.

Sonuç olarak ; elektrik devrelerinde düzgün ve güvenilir bir çalışmayı sağlamak amacıyla kullanılan büyüklüklerin ölçülerek bilinmesi gerekmektedir. Bunlar ; akım şiddeti , gerilim , direnç , güç , frekans , elektrik işi vb. Bu büyüklükleri ölçmeye yarayan ölçü aletlerine ihtiyaç vardır.

Elektriksel ve elektroniksel ölçmelerde değişik tipte ölçü aletleri kullanılır. Bu ölçü aletlerini değişik kategorilerde sınıflandırabiliriz.

Ölçü aletlerinin çalışmasına bakıldığı zaman karşımıza yapılarına göre mekaniksel , elektriksel ,elektroniksel,sayısal sistemlere göre çalışan ölçü aletleri çıkmaktadır. Bu ölçü aletlerinin sıralanışı cihazların gelişme yönünü , karmaşıklığını , duyarlılığını , güvenirliğini ve doğrululuk derecesini de göstermektedir. Ancak bu cihazları kullanan kişinin sahip olması gereken bilgi düzeyi için tam tersini söylemek gerekir. Mekaniksel ölçü aletini kullanmak için o konuda daha çok bilgi ve titizlik gerekirken sayısal olarak çalışan ölçü aletinin kullanılmasında daha az bilgi ve titizlik yeterlidir.

Ölçülecek büyüklükler de 3 grupta toplanabilir.

Aktif Büyüklükler:Bunlar; akım, gerilim ve bunların çarpımından oluşan güç, enerji, elektrik yükü gibi skaler büyüklüklerdir. "Devre büyüklükleri" olarak adlandırılırlar. Manyetik alan, elektrik alanı gibi büyüklüklerde "Alan büyüklükleri" adını alır.

Yan Büyüklükler: Aktif büyüklüklerin periyotları, frekansları, dalga uzunlukları, faz farkları gibi büyüklüklerdir.

Pasif büyüklükler: İki aktif büyüklüğün oranı olarak tanımlanabilir. Bunlar devre parametrelerinin adını alan;

Direnç= Gerilim/Akım,
Kapasite= Elektrik akısı/Gerilim...
gibi büyüklüklerdir.

Bu büyüklükleri ölçen aletleri de bu metotla gruplandırmamız mümkündür. Birinci gruptaki çalışma ilkesi dinamik kanunlarına dayanır. hareketli parçaları vardır. Çoğunlukla ölçülecek büyüklüğü bir açıyla çeviren döner göstergeli ölçü aletleri grubuna girerler. Örnek: Analog avometre, vatmetre gibi... İkinci gruptaki ölçü aletlerini;· Elektronik Ölçü Aletleri, Sayısal Ölçü Aletleri, Ölçme Köprüleri şeklinde gruplarda toplayabiliriz

Gelişen teknolojik bilgiler ışığında elektriksel olmayan bazı büyüklükleri, elektriksel forma dönüştüren dönüştürücü elemanlar (sensor ve transducer) yardımıyla elektriksel olarak ölçmek mümkün olabilmektedir. Ya da bir öncekine göre daha üst özellikleri olan ölçü aletleri geliştirilmektedir. Böylece elektronik ölçü aletleri mekanik ve elektriksel ölçü aletlerinin yerlerini almaktadır.

Yeni ölçü aletlerinin, en azından gösterge kısımları sayısal yapılmaya çalışılmaktadır. Sayısal göstergeli ölçü aletlerinde okuma hatası ortadan kaldırılmaktadır.

Sayısal ölçü aletlerinin çalışmasını algılayabilmek için transducer olarak adlandırılan dönüştürücüleri, yükselteçleri , analog / sayısal dönüştürücüleri ve kod çözücüleri bilmek gerekmektedir. Sayısal ölçü aletleri sinyal işleme tekniği ile çalışmaktadır. Ölçülmek istenen bir büyüklük, elektriksel sinyale dönüştürülür ve bu sinyal üzerinde işlemler yapılarak ölçme işlemi gerçekleştirilir.

Ölçmenin mantığını anlamak için çalışması daha kolay açıklanabilen mekaniksel ve elektriksel ölçü aletleri anlatılacaktır.

Elektrik – elektronikte çok kullanılan birimler ve katları

Akım şiddeti, birimi amper (A), sembolü (I)'dır.

Üst katı	Birimi	Ast katları	
Kilo amper (KA)	Amper (A)	Mili amper (mA)	Mikro amper (mA)
1.10^{-3}	1	1.10^{3}	1.10^{6}

Gerilim, birimi volt (V), sembolü (U veya V)'dir.

Üst katı	Birimi	Ast katları	
Kilo volt (KV)	Volt (V)	Mili volt (mV)	Mikro volt (mV)
1.10^{-3}	1	1.10^{3}	1.10^{6}

Direnç, birimi Ohm (W), sembolü (R)'dir

Üst katı		Birimi	Ast katları
Mega ohm (MW)	Kilo ohm (KW)	Ohm (W)	Mili ohm (mW)
1.10^{-6}	1.10^{-3}	1	1.10^{3}

Güç, birimi Vat (W), sembolü (P)'dir

Üst katı		Birimi	Ast katları
Mega vat (MW)	Kilo vat (KW)	Vat (W)	Mili vat (mW)
1.10^{-6}	1.10^{-3}	1	1.10^{3}

Temel Fiziksel Nicelik	Birimin Adı	Birimin Sembolü
Uzunluk	Metre	m
Kütle	Kilogram	kg
Zaman	Saniye	s
Sıcaklık	Kelvin	K
Elektrik Akımı	Amper	A
Işık Şiddeti	Kandela	Cd
Madde Miktarı	Mol	mol

Temel Birimler Tablosu

Türetilmiş Fiziksel Nicelik	Birimin Adı	Birimin Sembolü	Birimin Tanımı
Hız	Metre/saniye	m/s	ms^{-1}
İvme	Metre/saniye kare	m/s^2	ms^{-2}
Kuvvet	Newton	N	$kgms^{2}$
İş	Joule	J	kgm^2s^{-2}
Güç	Watt	W	kgm^2s^{2}
Yoğunluk	Kilogram/metreküp	kg/m^3	kgm^{-3}
Basınç	Newton/metrekare	N/m^2	$kgm^{-1}s^{-2}$

Türetilmiş Birimlerden Bazıları

10'un kuvveti	Önek	Sembol	10'un kuvveti	Önek	Sembol
10^{18}	Eksa	E	10^{-1}	Desi	d
10^{15}	Peta	P	10^{-2}	Santi	c
10^{12}	Tera	T	10^{-3}	Mili	m
10^{9}	Giga	G	10^{-6}	Mikro	μ
10^{6}	Mega	M	10^{-9}	Nano	n
10^{3}	Kilo	k	10^{-12}	Piko	p
10^{2}	Hekto	h	10^{-15}	Femto	f
10^{1}	Deka	Da	10^{-18}	Atto	a

Ast ve Üst Katlar Tablosu

BOYUT ANALİZİ

Fizik mekanik veya mühendislikte boyut analizi son derece önemlidir. Aksi taktirde büyüklüğün nicelik yönünden tanımlanmasını tam olarak yapmayız. Örneğin 125 sayısının bir sayı skalasında anlamı vardır. Ancak hızı 125 olan bir cisim denildiğinde bir şey anlaşılmaz. Daha anlaşılır hale getirebilmek için 125 sayısında sonraki birimi de söylememiz gerekir. Hız için 125 m/sn veya 125 km/saat gibi bir birim bize o cismin hızı hakkında çok daha anlaşılır bir bilgi verir. Uzunluk, kütle, zaman temel terimleri için L, M ve T sembolleri ile gösterilmek istenirse

$V = L / T$ olur.

Bir alanı göstermek istersek

Alan = L^2 (uzunluğun karesi = L xL = L^2) olur.

Fizikteki sabit ivmeli bir cismin yer değiştirmesi ve hızlanmasını ele alalım;

$X = ½\, a\, t^2$ formülüyle bu cismin aldığı yol bulunur.

a= ivmelenme yani konum değiştirme oranıdır. Buna göre Boyut analizi yaparsak;

$X = ½$ L (uzunluk) T^2 (zaman) olur. Buradan;

$X = ½$ L olur. ½ sabit bir oransal sayı olduğuna göre X=L olur.

Burada X'in birimi uzunluk (L) bulunur.

Boyut analizinin (Serway ve Halliday'de kullanıldığı gibi) daha genel bir yaklaşımı için;

$X \alpha a^n t^m$ gibi bir ifade kullanılır.

Burada x, a ve t'nın kombinasyonu ile ortaya çıkmış bir değerdir. α bir oransal katsayı a ve t değişkenler; n ve m ise belirlenmesi zorunlu üstel değerlerdir.

Daha genel bir yazımla yukarıdaki ifade

$X = \alpha a^n t^m$ olmalıdır.

Çünkü X, a ve t'nin bir kombinasyonudur. Bu ifade sadece eşitliğin sağ ve sol tarafları aynı birimlerden oluşursa doğrudur. Eşitliğin sol tarafı uzunluk (x=yer değiştirme) olduğuna göre sağ tarafta işlem sonucu uzunluk olmalıdır.

Yani $[a^n t^m] = L = LT^0$

Bu durumda uzunluk formülünün şekli;

$L = \alpha a^n t^m$ olur.

L=yol
α=oransal katsayı
a=ivme
t=zamandır

Birimsel denklem tekrar yazılırsa; $L=\alpha\,(L)^n\,T^m$ olur.

İvmenin birimi L/T^2 ve zamanın birimi T olduğu için,

$(L/T^2)^n\,T^m = L^1$

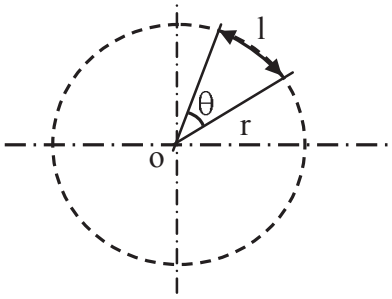
$L^n\,T^{m-2n} = L^1$ olur.

L ve Tnin üstlerinin her iki tarafta da aynı olma zorunluluğundan dolayı birimlerin dengesi de

m-2n = 0 ve m = 2 durumunda olmalıdır.

Dolayısıyla her iki taraftaki T'lerin üstü eşitlenerek m-2n=0 olur ve n=1, m=2 bulunur. Çoğu kez bazı mühendislik formüllerinin elde edilişi hakkında zorluklar ile karşılaşılabilir. Boyut analiz bize bu formüllerin nerelerden geldiği hakkında da bilgi sağlar.

Açısal hızın birimi nedir?



Şekil 1.11 Radyanın şematik gösterimi

$\theta = \frac{\ell}{r}$ *radyan* θ

1 *radyan* demek: $\ell = r = 1$ demektir.

$\theta = 1 radyan \Rightarrow \theta = \frac{\ell}{r} = \frac{\ell}{1} \times 1 radyan$

Açısal hızın birimi *rad/sn* dir.

Bir çemberin çevresi kaç radyandır?

Çemberin çevresi: $2\pi r$ dir

$\theta_{çember} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi$ *radyan* dır. $\theta_{çember} = 2\pi$ *radyan.*

ÖLÇME TERİMLERİ

Okunabilirlik

Okunacak olan ölçme aletinin skalasının özelliğini gösteren bir terimdir. Bir mihengirin veya cetvelin 150 mm'lık bir skalası 50 mm'lık skalaya göre daha büyüktür. 0 ile 150 mm arasında skalası olan bir ölçme aletinin okunabilirliği 150 mm'dir. Aynı alet 100 ile 150 mm 'lik bir skalaya sahip ise okunabilirlik 150-100 =50 mm'dir.

Hassasiyet (Duyarlılık-Sensivity);

Ölçüm aletinin ölçüm noktaları arasındaki küçük bir değişimi sonucu okunabilecek en küçük değerdir. Örneğin 2/100 kumpas için okunabilecek en küçük değer 0,02 mm'dir. Eğer ölçüm sonuçları bir yazıcı üzerinden alınan bir cihaz için hassasiyeti değerlendirecek olursak, cihazın ölçüm yapan kısmının bir birim hareket etmesi durumunda okunan değere hassasiyet denir. Örneğin bir çekme deneyi makinesinde kuvvetölçer 10 ton ölçebiliyor ve bu değer bir yazıcıda 15 cm yüksekliğinde bir skalada gösteriliyorsa kuvvetölçerin yazıcıdan çıktığı hassasiyeti 15 cm/ 10 ton = 1,5 cm / ton olur.

Doğruluk (Accuracy)

Tamlık-Kesinlik (precision)

: Doğruluk ve tamlığın resimsel ifadesi

Doğruluk (Accuracy);

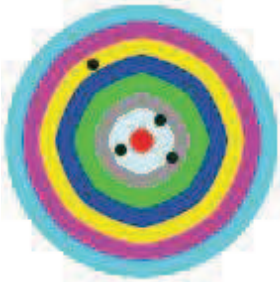
Çevresel faktörler nedeniyle cihazın veya ölçme aletinin ölçtüğü değer ile gerçek ölçü arasındaki fark olabilir. Buna cihazın ölçme doğruluğu denir. Doğruluk genel olarak cihazın bilinen bir büyüklüğünün (standart skalasının) yüzde miktarı olarak verilir. 100 mm'lik ölçme kapasitesi olan bir cihaz için ölçme doğruluğu %1 denildiğinde 1 mm hata yapabileceği anlaşılır.

Tamlık (Kesinlik - precision);

Ölçme aletinin ölçme sonucu ortaya koyduğu tamlıktır. Bir cihazın doğruluğu %5 olabilir.

Doğru ve Tam

Hatalı tamlık

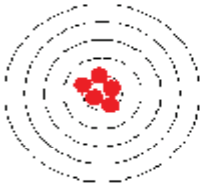


Hatalı doğruluk

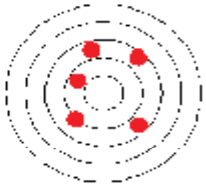
Doğruluk ve tamlık örnekleri

Ancak ölçmelerde %3'lük bir tamlık elde edilebilir. Bir örnekle açıklamak gerekirse 100 + %5 tamlıktaki bir basınç ölçümünde doğruluk 95 ile 105 atmosfer arasında değişebilir. Ancak aynı basınç ölçüm cihazı ile 5 ölçüm yapılmış ve 97, 98, 100, 98 ve 99 atmosfer değerleri bulunmuş ise bu cihazın o ölçme için tamlığı (100–97) / 97 = 3 / 97 olarak bulunur.

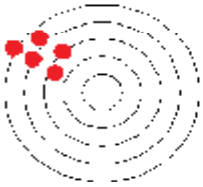
Aşağıdaki resimleri yorumlayınız?



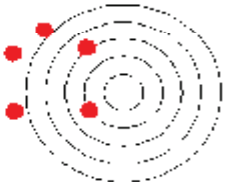
Hatasız ve Kesin



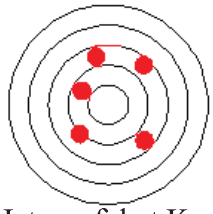
Hatasız ve Kesin değil



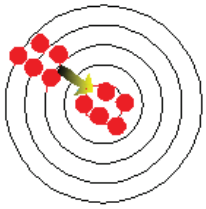
Hatalı fakat Kesin



Hatalı ve Kesin değil



Hatasız fakat Kesin değil



Hatalı fakat Kesin

: Hata ve kesinlik üzerine örnekler

Kalibrasyon

Bir ölçme aletinin doğruluğunun bilinen bazı değerler veya doğruluk ile kıyaslayarak cihazın doğru ölçmesine yardımcı olmaktır. Örneğin; mikrometrelerin kalibrasyonu Johnson mastarları ile yapılır ve mikrometrenin ölçüm tamburu ayarlanarak daha iyi bir ölçüm yapması sağlanır.

Hata

Hedeflenen ölçümden sapma miktarıdır. Diğer bir deyimle doğruluktan ayrılma miktarına denir. Ölçüm araçlarından kaynaklanabileceği gibi, ölçümü yapan kişiden veya ölçüm yapılan ortamdan kaynaklanabilir. Değerlendirilebilmesi daha az hata ve daha yüksek doğruluk açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle ilerideki konularda hata analizi ile hesaplanması şeklinde tekrar incelenecektir.

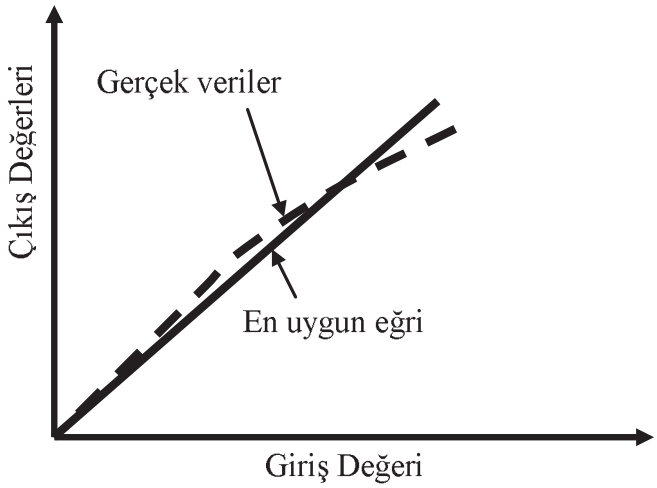
Standart

Bir ölçümün tüm dünyada her yerde aynı büyüklükte olması ve yapılan ölçüm ve deneylerin kıyaslanabilmesi için büyüklük standartlarına ihtiyaç vardır. Standartlar uzunluk, ağırlık, zaman, sıcaklık ve elektrik v.b. büyüklükleri için belirlenir. Ayrıca dünyada kullanılan değişik ölçüm sistemleri vardır. Bu sistemlerde standartlar yardımıyla birbirine çevrilebilirler. Örneğin İngiliz uzunluk birimi İnch ile metrik uzunluk birimi arasındaki çevrim;

1 Inch = 2,54cm =25,4mm

veya,

1 Metre = 39,37 Inch



(b) Doğruluk Hatası

Lineerlik ve doğruluktan sapma

Lineerlik

Birçok sensor genel olarak lineer giriş ve çıkışa sahiptir. Bu ölçüm sonuçlarının basitçe yorumlanması ve herhangi bir formülsel değişime ihtiyaç duymamak açısından önemlidir. Bir sensordaki input/output doğrusallık formülü;
$y\,\mathrm{L}(x) = a0 + a1x$ tarafından verilir.

Bu formüle göre hareket edebilen bir sensör çoğunlukla doğrusal olarak kabul edilir ve kalbrasyonu sade a1 eğimine ve a0 giriş değerinin büyüklüğüne göre belirtilir. Bu tip sensörler için doğrusal giriş / çıkış çizgisinden maksimum sapma miktarları belirtilmelidir. Bu sapma miktarı ayrıca aşağıdaki formülden hesaplanabilir:

$$e\mathrm{L}(x) = y(x) - y\mathrm{L}(x)$$

Bu özellik genel olarak tam skalanın %de hata miktarı olarak verilir.

ÖLÇME SİSTEMLERİ VE GENELLEŞTİRİLMELERİ

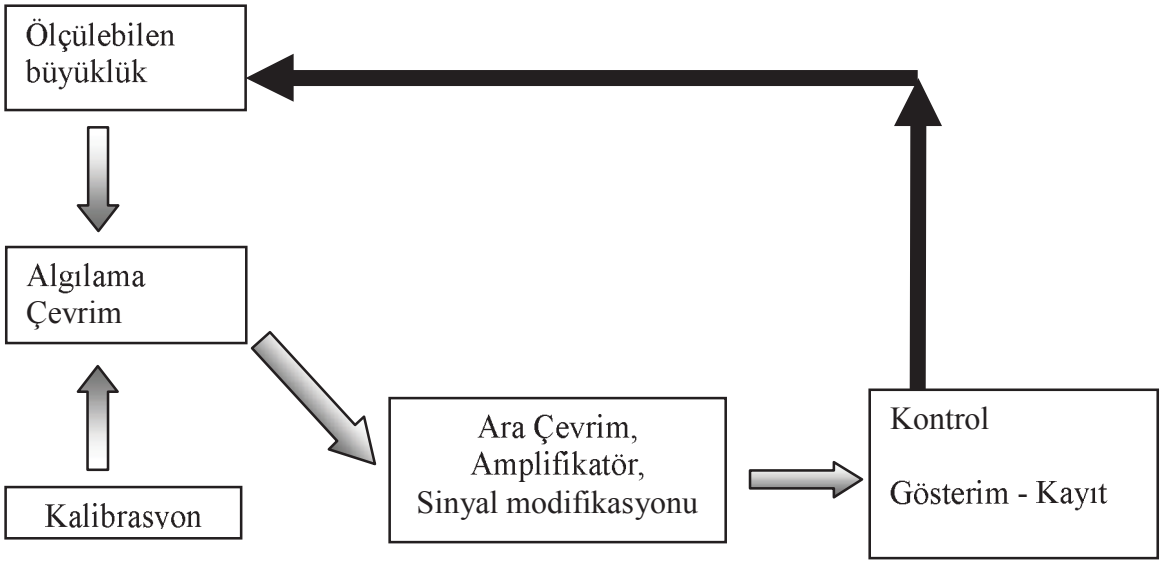
Gelişen teknolojiye bağlı olarak ölçme olgusu tek bir araç veya alet ile yapılan basit ölçmeden birden fazla araç ve yazılımın bir araya gelmesi ile ortaya çıkan sistemler haline dönüşmüştür. Ölçme araçları kendisinden beklenen ölçmeyi yapmanın yanında bunları değişik formatlara çevirme, sakamla veya ekranlarda farklı yapılarda gösterimini gerçekleştirecek alt sistem veya araçlara sahiptirler. Bu nedenle bir ölçme kontrol aracı en basit anlamda 3 kısımda incelenebilir. Bunlar:

1. Algılama-çevrim kısmı; Bu basamakta bir algılayıcı fiziksel değişimi algılar ve onu uygun bir mekanik veya elektrik sinyal çevrimi ile daha uygun bir şekle getirir. Ölçüm bir mesafe ise iki nokta arasındaki uzaklık, bir ağırlık ise kütlesi ile yerçekimi kuvvetinin çarpımı sonuç olarak bu kısımda elde edilir. Bu kısım temel fiziksel büyüklüklerin algılandı, algılanan büyüklüklerin bilinen bir sinyale çevrildiği kısımdır. Algılanan büyüklük algılandığı şekliyle bize bir şey iade etmeyebilir ancak ilk çevrimden sonra anlamlı hale gelir.

2. Amplifikasyon, ara çevrim kısmı; Bu kısımda ölçme aletinden alınan sinyaller bir amplifikatör yardımıyla veya filtreleme gibi işlemlerde daha kullanıma uygun hale getirilir. Bu hali bizim veya ölçümü alarak kullanacak kısımın daha rahat anlayacağı büyüklük halindedir. Bazı hallede algılama çevrimde elde dilen sinyallerin belirli bir skalada ifade edilmesi, büyütülmesi, ekran, garfik oluşturma gibi yardımcı araçların kullanımına hazır hale getirilmesi bu aşamada yapılır.

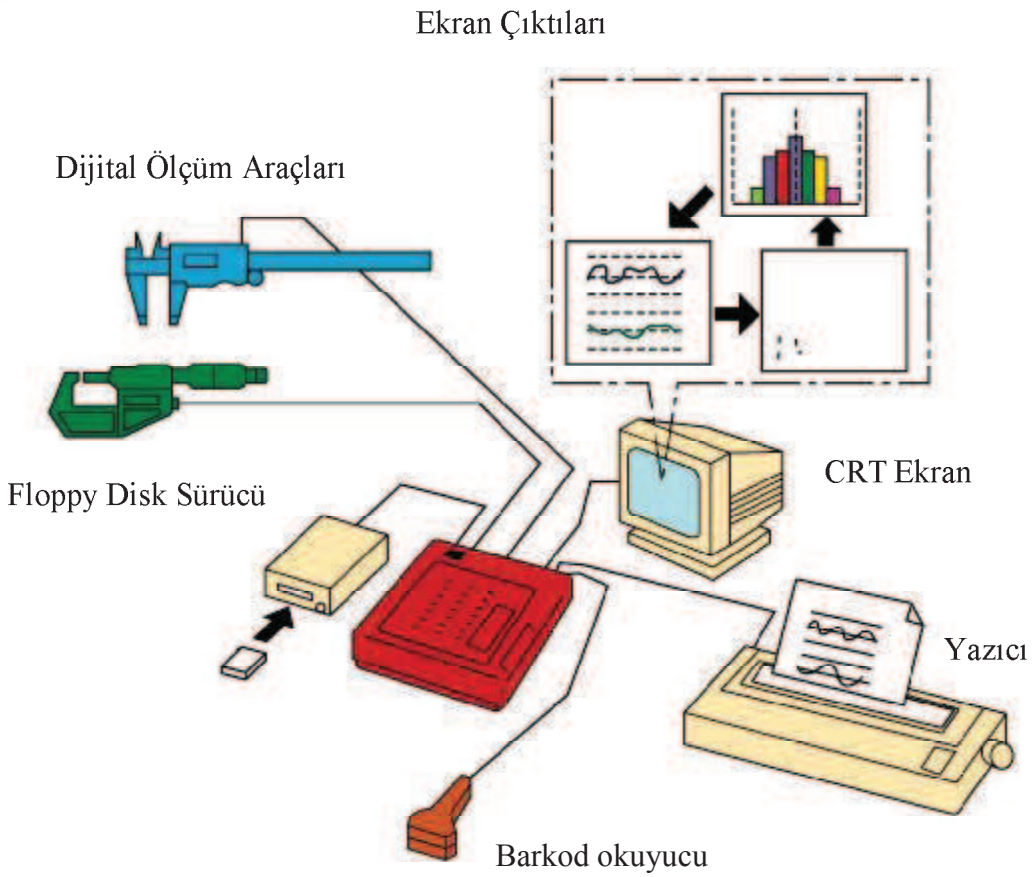
3. Sonuç-çıktı kısmı: Algılanan ve uygun hale getirilen sinyal veya sonuçların bir görsel cihaz yardımıyla kayıt edilmesidir. Dataların bize anlam ifade eden hale getirilmesi, saklanması, yardımcı kullanıcıların ihtiyaç duyduğu hale getirilmesi bu aşamada olur. Örneğin deformasyon teli ile yapılan şekil değişikliklerinin ölçülmesi bize birim şekil değiştirme hakkında bir bilgi sağlar ancak o şekil değiştimeyi oluşturan gerilmenin büyüklüğü hakkında hiçbir bilgi vermez. Oysaki şekil değişimini oluşturan kuvvet bir gerilmeye neden olur ve gerilme sonucu şekil değişimi olur. Ancak gerilmeyi direk ölçen araçlar son derece ender bulunan büyük sistemlerdir. Ancak şekil değiştirmeyi ölçen sistemimizin ekran veya depolam kısmının önüne elastik modülünden de yararlanarak şekil değişimi ile gerilme arasındaki ilişkiyi veren bir formülde son değişim yapılırsa, gerilme bilgisine ulaşılır.

Örnek olarak bir basınç ölçme sensörünün çalışmasını 3 kısım altında inceleyelim Sisteme verilen basınç nedeniyle basınç sensörü basıncı algılar. Algıladığı basınç değişimi sonucu basınç sensöründen çıkan voltajda değişim meydana gelir. Uygun bir amplifikatör devamlı olarak sensörden gelen voltajı algılar ve bunları kayıt cihazının anlayacağı büyüklüklere çevirir ve kayıt cihazına gönderir. Kayıt cihazında aldığı sinyalleri yazıcı üzerinden eğriler veya rakamlar halinde gösterir.



Tablo 1.15: Genel ölçme sisteminin şematik gösteri

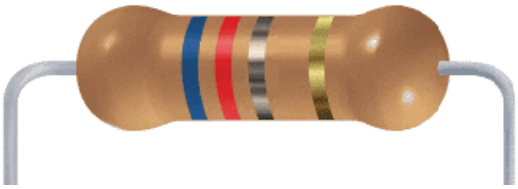
(a)



Bir ölçme sisteminin parçaları

DİRENÇLER:

Elektronik devrelerde pasif eleman olarak adlandırılan elemanlar gerilim bölücü veya akım sınırlayıcı olarak çok kullanılırlar. Uygulamada çeşitli tip dirençler kullanılmaktadır.



Yarı iletken malzemelerden yapılmış dirençlerin, direnç değerleri üzerindeki renk bandları ile kodlanır, veya bazen direkt olarak değerleri de yazılır. Dirençlerin üzerinde bazen dört renk bazen 5 renk bandı bulunur. 5 renk bandlı dirençler daha hassastırlar.Bu renklerin anlamları ve değerleri aşağıdaki tabloda belirtilmiştir.

4 RENK BANDLI DİRENÇLER					
RENKLER		1.RAKAM	2.RAKAM	ÇARPAN	Tolerans
	SİYAH	0	0	1	%1
	KAHVE	1	1	10	%2
	KIRMIZI	2	2	100	
	TURUNCU	3	3	1000	
	SARI	4	4	10000	
	YEŞİL	5	5	100000	
	MAVİ	6	6	1000000	
	MOR	7	7	10000000	
	GRİ	8	8	100000000	
	BEYAZ	9	9	1000000000	

	ALTIN			0,1	5%
	GÜMÜŞ			0,01	10%
	RENKSİZ				20%

Örnek :

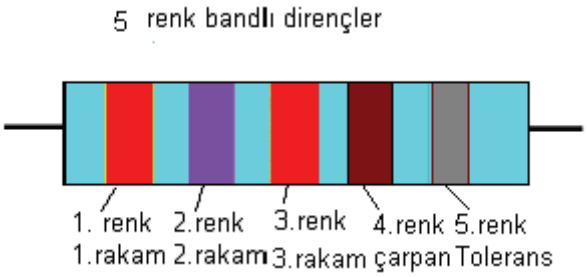
şekildeki direncin değeri kaç ohm'dur

1.renk sarı 4

2.renk mor 7 1.renk + 2.renk * 3.renk ± tolereans

3.renk siyah 0 4 + 7 * 10^0 ± %5

4.renk altın %5 47 Ohm ±%5



5 RENK BANDLI DİRENÇLER						
RENKLER		1.RAKAM	2.RAKAM	3.RAKAM	ÇARPAN	Tolerans
	SİYAH	0	0	0	1	
	KAHVE	1	1	1	10	1%
	KIRMIZI	2	2	2	100	2%
	TURUNCU	3	3	3	1000	
	SARI	4	4	4	10000	
	YEŞİL	5	5	5	100000	
	MAVİ	6	6	6	1000000	
	MOR	7	7	7	10000000	
	GRİ	8	8	8	100000000	
	BEYAZ	9	9	9	1000000000	
	ALTIN				0,1	5%
	GÜMÜŞ				0,01	10%
	RENKSİZ					20%

Örnek

Renkler : Kırmızı 2, mor 7, siyah 0, kırmızı çarpan 100, ve kırmızı %2 = 27000 R %2

= 27K %2

Örnek

LCR METRELER

LCR metrler, endüktans (L) , Kapasitans (C) ve direnç (R) ölçen birleşik bir cihazdır. Bu cihazlar direnci mili ohm mertebesinden mega ohm mertebesine kadar çok hassas olarak ölçebilen ölçü aletleridir. İçerisinde birkaç KHz frekansında çalışan bir osilatör vardır. Bu osilatörde elde edilen sinyal, ölçülmek istenen büyüklüğe uygulanmaktadır.

LCR metrelerin analog olanları olduğu gibi sayısal olanları da vardır. Son zamanlarda diğer ölçü aletlerinde olduğu gibi sayısal LCR metreler tercih edilmektedir. Kullanılması, oldukça kolaydır.

Direnç ölçmek:

Direnci cihazın uçlarına bağlayınız.

Ölçü aletinin komütatörünü direnç kademlerinden birine getiriniz.

Cihaz değer göstermiyorsa seçtiğiniz direnç kademesini büyütünüz.

Sayısal göstergeden direnç değerini okuyunuz.

Bobinin endüktansını ölçmek için

Bobini cihazın belirtilen uçlarına bağlayınız.

Cihazın komütatörünü (L) kademelerinden birine getiriniz.

Göstergeden bobinin endüktansını okuyunuz.

Bir kondansatörün kapasitansını ölçmek için

Kondansatörü cihazın belirtilen uçlarına bağlayınız.

Cihazın komütatörünü (C) kademelerinden birine getiriniz.

Göstergeden kondansatörün kapasitesini okuyunuz.

Çeşitli tip sayısal LCR metreler

ÖLÇÜ ALETLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

ÖLÇTÜĞÜ DEĞERİ GÖSTERME ŞEKLİNE GÖRE ÖLÇÜ ALETLERİ ÜÇE AYRILIR.

1) Direkt gösteren ölçü aletleri : bu tip ölçü aletleri ölçülen büyüklüğün , ölçme anındaki değerini gösterir. Göstergeli ölçü aletleri (ampermetre , voltmetre , ohmmetre vb.) , ışık izli ölçü aletleri gibi (osiloskop) ve sayısal göstergeli olanları vardır.

2) Yazıcı (kayıt edici) ölçü aletleri ; Ölçülen değeri koordinatlarını çizer. Grafik çiziciler gibi aletler.

3) Toplayan yada entegre edici ölçü aletleri ; Ölçülen büyüklüğün o andaki değerini değil toplamını gösterir.Elektrik sayaçları, su sayaçları gibi aletlerdir.

ÇALIŞMA İLKELERİNE GÖRE SINIFLANDIRMA

1) Elektromanyetik ölçü aletleri
2) Döner bobinli ölçü aletleri
3) Döner mıknatıslı ölçü aletleri
4) Elektrodinamik ölçü aletleri
5) Termik ölçü aletleri
6) Elektrostatik ölçü aletleri
7) Endüksiyon ölçü aletleri
8) Sayısal ölçü aletleri

İleri ki konularda çalışma ilkesine göre ölçü aletlerini tekrar ele alacağız.

DOĞRULUK DERECESİNE GÖRE:

Teknik bir elemanın çok iyi bilmesi gerekir ki hiçbir ölçü aleti gerçek değeri tam olarak ölçemez, mutlaka hata payı vardır. Ancak her ölçü aleti aynı miktarda hata yapmaz. Ölçmenin tanımı " Ölçülecek büyüklük içinde , daha önceden tanımı yapılmış bir büyüklüğün içinde kaç tane olduğunun araştırılma işlemidir." Örneğin bir üretecin iki ucu arasında kaç tane 1 volt birimi var gibi. Ölçme sonunda bulunan sayılar gerçek değere tam eşit olmayan , fakat çok uzak da olmayan değerlerdir. Elde edilen değerin gerçek değere yakınlığı hassasiyeti gösterir.

Pratikte her yapılan ölçmede büyük hassasiyet aranmaz, çünkü hassasiyeti çok yüksek olan ölçü aletleri çok pahalıdır. Aletler kullanılma yerlerinin özelliklerine veya hassasiyetlerine göre ölçü aletleri iki sınıfa ayrılır.

1) Birinci sınıf ölçü aletleri
2) İkinci sınıf ölçü aletleri

Birinci sınıf ölçü aletleri , gerçek değere daha yakın ölçme yaparlar. Doğruluk dereceleri ve hassasiyetleri yüksektir. Pahalı cihazlar olduklarından test ayar merkezlerinde kalibrasyon amaçlı olarak kullanılırlar. Birinci sınıf ölçü aletlerinin hassasiyetleri milyon da bir , milyonda beş gibi hassasiyetlere sahiptirler.

İkinci sınıf ölçü aletleri , doğruluk derecesi birinci sınıfa nazaran daha düşük , diğer bir deyişle yaptığı hata daha büyük olan cihazlardır. Fiyatları daha ucuz olduklarından bu cihazlar iş yerlerinde , işletmelerde , evlerde ve gündelik yaşamımızda yaptığımız ölçmelerde kullanılırlar. Hata oranları %1 ile %5 arasında olan cihazlardır.

Kalibrasyon : Belirlenmiş koşullar altında, ölçme sisteminin veya ölçme sisteminin gösterdiği değerler veya maddi ölçüt ile gösterilen değerlerle, ölçülen büyüklüğün bunlara karşılık geldiği bilinen değerleri arasındaki ilişkiyi belirleyen işlemler dizisine KALİBRASYON denilir

Daha basit bir ifadeyle; Doğruluk derecesi bilinen bir cihazla diğer bir cihazın ayarının yapılması işlemidir. Bütün ölçü aletlerinin belirli aralıklarla kalibrasyonu yapılmalıdır. Kalibrasyonu yapılmamış bir ölçü aletinin doğru ölçtüğünden emin olamayız.

Elektrik sayaçları ayar istasyonlarında abonenin sayacı ile Laboratuarda bulunan TEDAŞ tarafından doğuluk derecesi bilinen bir sayaçtan aynı miktarda elektrik enerjisi geçirilerek ayarlanır.

Doğruluk: Ölçülen değerin gerçek değere ne kadar yakın olduğunu gösterir. Ölçmedeki en büyük parametredir. Doğruluğu ifade etmek üzere mutlak hata, bağıl hata ve bağıl doğruluk tanımları kullanılır.

Hassasiyet veya Duyarlılık: Ölçü aletinin en küçük skala taksimatı aralığı ile bu aralıkta okunan değer ile ilgili bir parametredir. Örneğin, elimizde iki tip metre olsun. Birincisi mm bölmeli diğeri ise cm bölmeli olduğunu düşünelim. Bunlarla yapılacak ölçmelerde birincisinin daha hassas olduğunu söyleyebiliriz. Çünkü birincisinde en küçük skala aralığı mm 'yi gösterirken diğerinde cm 'yi göstermektedir. O halde hassasiyet; ölçü aletinin girişine uygulanan işaret ile bunun çıkışta oluşturduğu bağıntıyı ifade eder.

Birden fazla giriş olması halinde bir değişken dışındakiler sabit tutulur. Bu giriş değiştirilerek çıkıştaki değişiklik ölçülür. Çıkış değişikliğinin giriş değişikliğine oranı duyarlılık eğrisinin eğimini verir. Ölçü aletinin duyarlılığı çeşitli dış ve iç etkilerle bozulabilir. Duyarlılık eğimi sabit iken çıkışta oluşabilecek herhangi bir değişiklik sıfır kayma oluşturur. Bu kayma pozitif veya negatif yönde olabilir. Eğer duyarlılık eğrisinin eğimi değişirse duyarlılık kayması meydana gelir. Doğal olarak da kaymaya bağlı hata oluşur. Ölçü aletleri için daha küçük kademelerin daha duyarlı olduğunu söyleyebiliriz. Yani bir ampermetrenin 1A'lik kademesi 10 A' lik kademesinden daha duyarlıdır.

Voltmetrenin duyarlılığı OHM/VOLT şeklindedir. OHM/VOLT oranı yüksek olan bir voltmetre daha duyarlıdır. Voltmetrenin duyarlılığı ile kademenin çarpımı giriş direncini verir. Duyarlılığı 100.000 OHM/VOLT olan bir voltmetrenin 0,1 kademesindeki giriş direnci 10KOHm olacaktır. Voltmetre devreye paralel bağlandığından giriş direnci büyük olması halinde devreye olan etkisi az olur. Ampermetre devreye seri bağlandığından, bunun iç direnci mümkün olduğu kadar küçük olması gerekir.

Tutarlılık(Prezisyon): Art arda yapılan ölçmelerin kendi aralarındaki tutarlılığı ve tekrar edilebilmeleri yada birbirlerine yakınlığı olarak tanımlanır ve tesadüfi hatalara bağlıdır.

Rezolasyon : Ölçülen nicelikte meydana gelen ve aletin cevap verebileceği en küçük değişme olarak adlandırılır.

Ayrılık : Ardı ardına yapılan iki ölçme sonucu arasındaki fark olarak tanımlanır.

ÖLÇME HATALARI

Daha önce her yapılan ölçme de mutlaka hata vardır demiştik. Bu hataların bir kısmı cihazdan kaynaklanan hatalardır. Bir kısmı ise ölçme yapan kişilerden kaynaklanan hatalar olarak ele alınır. Bunlar; Cihazı kullanan kişi hataları, ölçme de kullanılan yöntem hataları, cihazın yapım hatası ve seçilen kademelerden kaynaklanan bağıl hatalar olarak ifade edilebilir. Ölçü aletlerinin yapımında kullanılan metotlar ve malzemeler cihazların hassasiyetlerini belirler. İyi bir ölçme yapabilmek için hassasiyeti yüksek olan bir

cihaz kullanmak yetmez, aynı zaman da ölçme işlemini yapan kişinin bilgisi , titizliği, psikolojik davranışları da önemlidir. Ölçme yapılan ortamın sıcaklığı, nemi, gibi dış fiziksel koşullarda ölçme sonucuna etki yapar.

Yapılacak bu hatalar , genel olarak iki hata türünün toplamı olarak karşımıza çıkar.

1) Sebepleri önceden belli olup hesaplanabilecek türden olan kaçınılmaz hatalardır. Kısaca buna yapım hataları diyebiliriz. Her imal edilen cihaz tam referans standartlarında değildir. O halde bir yapım hatasına sahiptir. Ayrıca bir cihazın imal tarihi ile kullanıldığı tarih arasında zaman aşımı da meydana gelmişse , o cihazda bir ihtiyarlama , yani hassasiyetinde bir bozulma olacağı düşünülmelidir. Bu nedenle bu tipten cihazların Milli Test Laboratuarlarında belirli zaman aralıkları ile kalibre edilmelidir.

2) Sebebi , deneyi yapan kişiye ve ortama bağlı olan hatalardır. Deneyi yapanın psikolojik ve fiziksel yorgunluğu ve hatta dikkatsizliği sonucunda ortaya çıkan hatalardır. Analog göstergeli ölçü aletlerinde oluşabilecek okuma hataları da bu türden hatalardır. Sayısal göstergeli ölçü aletleri okuma hatasını ortadan kaldırmaktadır. Deneyi yapanın kullandığı cihazı iyi tanımaması veya ölçmede kullandığı metodun inceliklerini yeterince bilmemesinden kaynaklanan analitik hatalar da vardır. Ayrıca deney süresince ortam sıcaklığının değişmesinin ve dış manyetik alanlarında deney sonuçları üzerinde etkili olacağı da unutulmamalıdır.

ÖLÇME HATASI : Okunan değer ile gerçek değer arasındaki farka denir. Bir ölçü aletinin ölçmede yaptığı hata üç şekilde ifade edilir.

1- Mutlak Hata : (Dm)

Aletten okunan değer ile , aletin gerçek göstermesi gereken değer arasındaki farktır.

A1 = Okunan değer

A2 = Gerçek değer

$\Delta m = A1 - A2$ Bu değer (+) veya (-) olabilir.

2- Bağıl Hata : (Db)

Mutlak hatanın , ölçülmesi istenen değere oranının yüzde ifadesidir.

$\Delta b = \frac{\Delta m}{A2}.100$ formülü ile hesaplanır. Uygulama da bu hata önemlidir. A2 değeri 1. Sınıf ölçü aletleri ile önceden tespit edilir. Bağıl hatanın küçük olması için ölçülecek olan büyüklüğe uygun kademe seçilmelidir. Örneğin 15 volt'lu bir gerilimi 1000 volt kademesinde ölçerseniz çok hata yaparsınız. Aynı gerilimi 30 volt'lu bir ölçü aleti ile daha doğru ölçersiniz.

3-Konstrüksiyon (İmalat) Hatası : (H)

Mutlak hatanın , alet kadranındaki son değere (Xmax) bölünmesi ile bulunur. Yani $H = \frac{(A1 - A2)}{X\ \max} = \frac{\Delta m}{X\ \max}$

Pratikte bu değer yüzde cinsinden ifade edildiğinden

$\pm\%H = \frac{\Delta m}{X\max}.100$ şeklinde hesaplanır. İmalatçılar , Konstrüksiyon hatalarına göre ölçü aletlerini 7 sınıfa ayırmışlardır.

VDE standardına göre bunlar :

Elektrikli ölçü aletlerinin hassasiyetleri sınıfı VDE 0410							
	Hassas Aletler			İşletme aletleri			
İşareti	E		F	G		H	
sınıfı	0,1	0,2	0,5	1	1,5	2,5	5
Gösterme Hatası	±%0,1	±%0,2	±%0,5	±%1	±%1,5	±%2,5	±%5

Elimizdeki alet 0,1 sınıfı bir alet ise , bu aletin yapacağı hata kadranındaki en büyük değere göre gösterme hatası en çok ±%0,1 olacağı anlaşılmalıdır.

Örnek 1 :

Ölçme sınırı 500 Volt olan bir voltmetrenin ölçme sınıfı 1,5 'tir. Bu cihazla ölçme yapıldığında ne kadar hata yapılır?

H = ±%1,5 , Xmax = 500 Volt verildiğine göre

Dm = ±H * Xmax = 0,015 * 500 = 7,5 volt.

Cihaz da okunan değer , gerçek değerden ±7,5 Volt farklı olacaktır

Örnek 2 :

20 volt olduğunu tahmin ettiğimiz bir gerilimi,

a) hata sınıfı %1 olan 250 voltluk bir voltmetre ile ölçersek

b) hata sınıfı %2.5 olan 30 volt'luk bir voltre ile ölçersek yapılan bağıl hata ne olur hesaplayınız.

c) Sizce hangi ölçme daha uygun? Neden?

Çözüm:

$$\Delta b = \frac{\Delta m}{A2} = \frac{\Delta m}{A2}.\frac{X\max}{X\max} \qquad H = \frac{\Delta m}{X\max}$$ olduğundan

$$\Delta b = H.\frac{X\max}{A2}$$ yazılır.

a) $$\Delta b = H.\frac{X\max}{A2} = \pm\frac{1}{100}.\frac{250}{20} = 0{,}125$$ = %12,5 hata olur.

b) $$\Delta b = H.\frac{X\max}{A2} = \pm\frac{2{,}5}{100}.\frac{30}{20} = 0{,}0225 = \%3{,}75$$ hata olur.

c) a şıkkındaki ölçmede hata oranı daha büyük olduğu açıktır. Buna göre b şıkkındaki ölçü aleti tercih edilir.

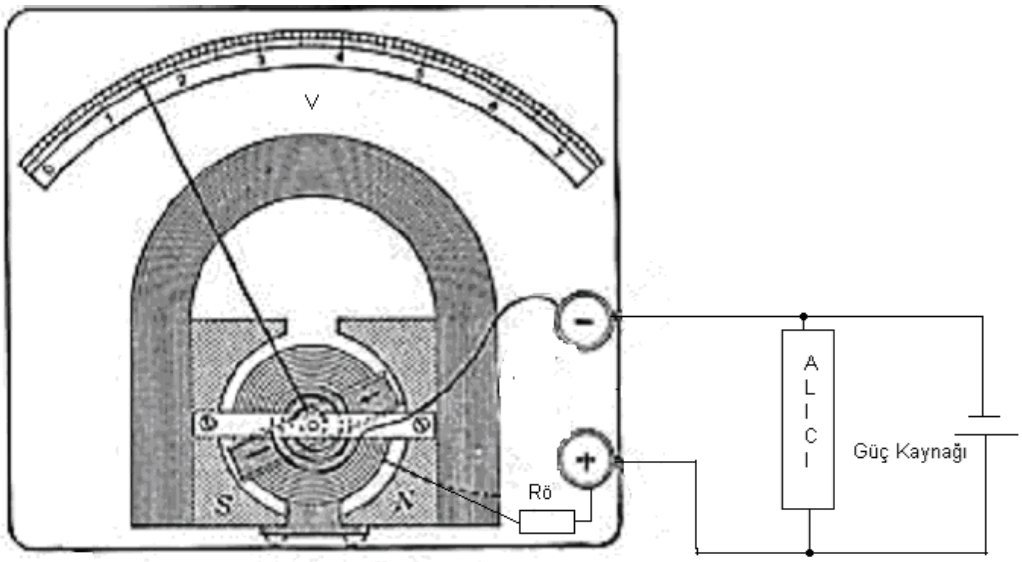
Burada esas anlatılmak istenen nokta şudur. Ölçmek istediğiniz büyüklüğün değerine göre, uygun kademeli ölçü aleti seçiniz. Bir ölçmede hatayı azaltmanın diğer yolu ise ölçü aletinde uygun kademe kullanmaktır. Kullandığınız ölçü aletinde ölçeceğiniz değer daima kademenin orta değerini geçmelidir. Ölçü aleti en az hatayı son skala taksimatında yapar.

ELEKTRİK DEVRELERİNDE GERİLİM ÖLÇMEK

Gerilim, iki nokta arasındaki elektriksel seviye ya da potansiyel farkıdır. Gerilimi direkt olarak ölçen alet voltmetredir. Voltmetreler yine bir galvanometre ve galvanometre seri bağlı ön dirençlerden oluşur.

Bir alıcının veya bir elektrik devresindeki bir elemanın üzerindeki gerilimi ölçmek için, voltmetre gerilimi ölçülmek istenen noktalara paralel bağlanmalıdır. Paralel kollardaki gerilim birbirine eşittir. Voltmetre üzerindeki gerilim, voltmetreye paralel olan eleman üzerinde de olacaktır.

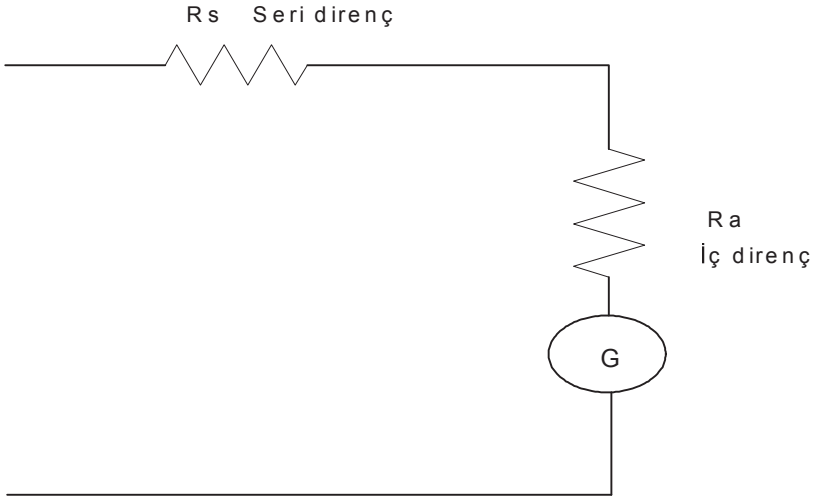
Voltmetre, devreye paralel bağlandığına göre, bağlandığı devrede eşdeğer direnci değiştirmemelidir. Paralel bağlandığı devrenin eşdeğer direncini değiştirmemesi için iç direncinin sonsuz olması gerekir. Uygulamada sonsuz direnç açık devre anlamındadır. Ancak galvanometrenin çalışması için üzerinden az da olsa bir akım akması gerekir. İç direnci sonsuz olmaz ama oldukça büyük olur. Bir voltmetrenin iç direnci ne kadar büyük ise hassasiyeti o derece yüksektir.



Şekil 3.15 Galvanometrenin voltmetre olarak kullanılması

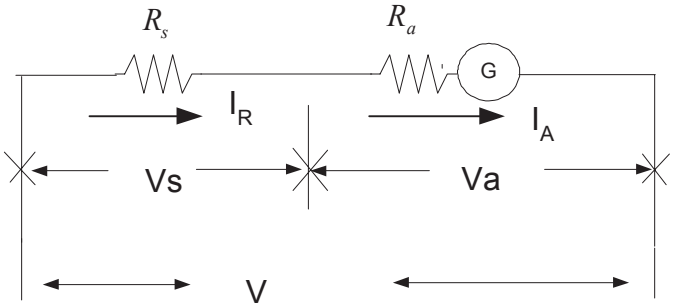
Normalde bir galvanometre ile mV mertebesinde bir gerilim ölçülebilir. Daha büyük gerilim ölçmek için galvanometre voltmetre olarak dizayn edilmelidir. Bunun için galvanometreye seri dirençler eklenmelidir.

Şekil' 3.15 de bir galvanometrenin voltmetreye olarak dizayn edilişi görülmektedir. Seri direnç kademeli olarak yapıldığında elde edilen voltmetre de kademeli olur.



Şekil :3.16 Bir galvanometrenin voltmetre olarak kullanılması

Galvanometreye eklenecek seri direncin değerini hesaplamak için gerekli denklem aşağıdaki şekilde bulunur.



Şekil 3.17

$I_R = I_A$ Seri bağlı elemanlardan aynı akım geçer.

$I_R = Ia$ ise $\frac{Vs}{Rs} = \frac{Va}{Ra}$ yazılır. $V = Vs + Va$ ise $Vs = V - Va$ yazılır.

$Rs = \frac{Vs.Ra}{Va}$ buradan Vs yerine $Vs = V - Va$ yazılırsa,

$Rs = Ra\left(\frac{V - Va}{Va} \right)$ $Rs = Ra.\left(\frac{V}{Va} - \frac{Va}{Va} \right)$ $n = \frac{V}{Va}$ yazılırsa

$\rightarrow Rs = Ra(n-1)$ bulunur. Bir galvanometreyi voltmetre haline getirmek için bağlanacak seri direncin değeri $Rs = Ra(n-1)$ formülü kullanılarak hesaplanır.

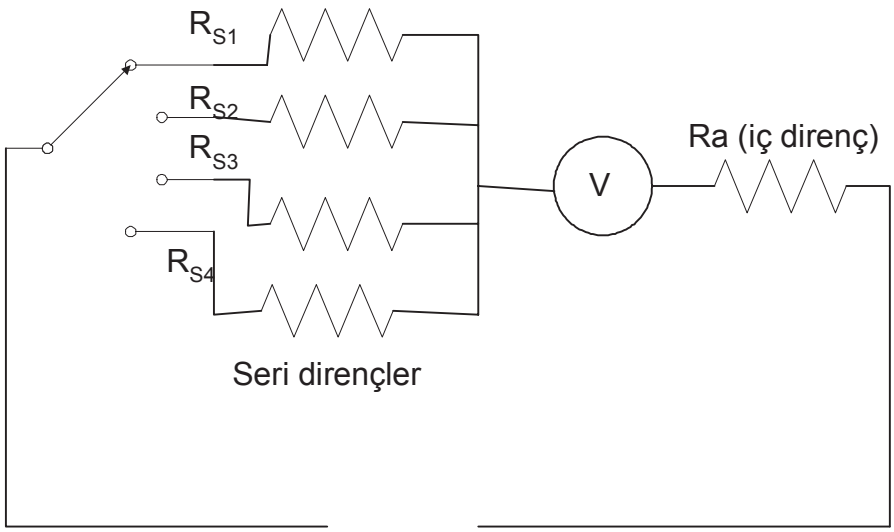
Bu denklemde

Ra = Galvanometrenin iç direnci (W)

V = Ölçülecek gerilim (V)

Rs = Seri direnç (W)

n = Voltmetrenin genişletilme oranı



DENEYİN ADI: Elektrik devrelerinde gerilim ölçmek

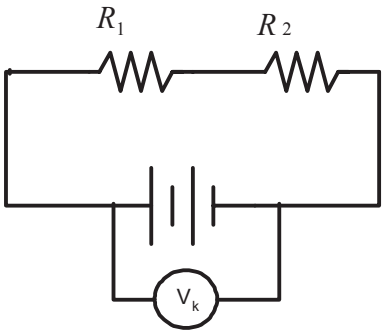
DENEYİN AMACI: Voltmetrelerin kullanılması ve bir devrede gerilim ölçmesini öğrenmek

DENEYDE KULLANILACAK ELEMANLAR

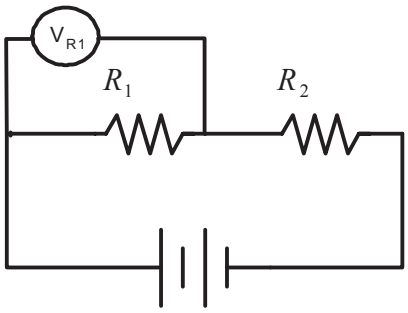
1) Çeşitli değerlerde dirençler (100 , 220 , 270 ohm gibi)
2) 3 adet Voltmetre
3) Güç kaynağı (0...12 Volt d.c.)

DENEYİN YAPILIŞI

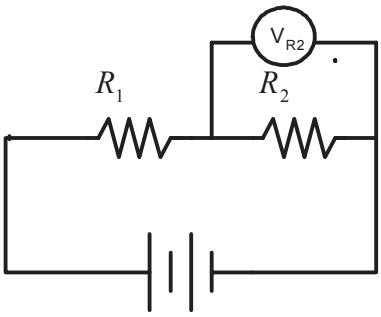
1 – Şekil a daki bağlantıyı kurunuz. (100 ve 220 ohm'luk direncleri seri bağlayınız.). Kaynak gerilimini ölçmek için voltmetreyi kaynağa paralel bağlayınız.



a



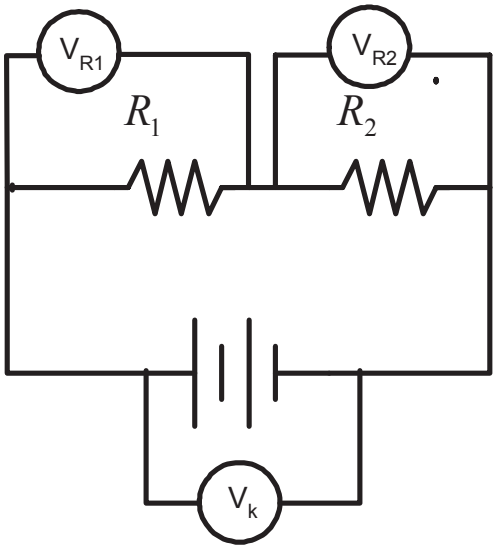
b



c

2- R1 direnci üzerindeki gerilimi ölçmek için voltmetreyi R1 direncine paralel (şekil b) bağlayınız. R2 direnci üzerindeki gerilimi ölçmek için voltmetreyi R2 direncine paralel bağlayınız. Şekil (c)

3 – Bu defa R1 , R2 ve kaynak gerilimlerini ölçmek için voltmetreleri aşağıdaki gibi bağlayınız, üzerindeki gerilim değerlerini ölçünüz.



$U_{(k)}$	$V_{(R1)}$	$V_{(R2)}$

Şekil 3.20

4 - R1 ve R2 dirençlerinin değerlerini değiştirerek ölçmeler yapınız.

DİRENÇ ÖLÇMEK

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa direnç denir. Sembolü R harfi, birimi W (ohm) ‘dur.

MW	KW	**W**	mW
1.10^{-6}	1.10^{-3}	1	1.10^{3}

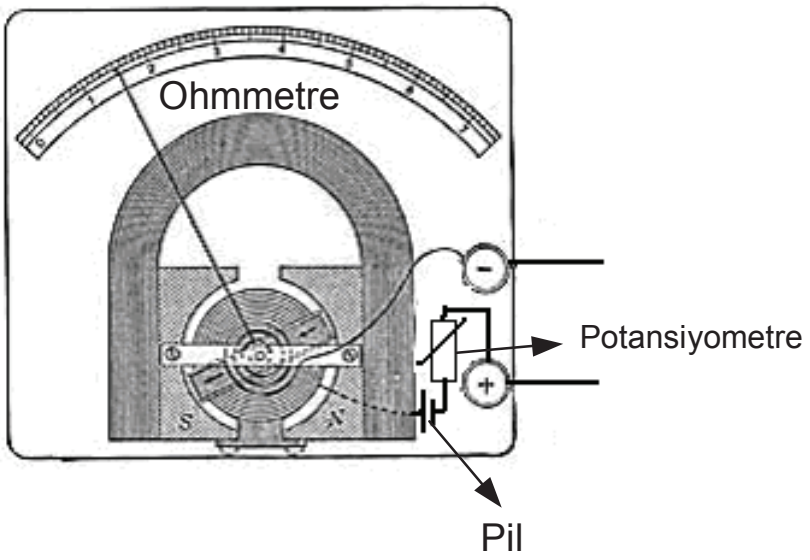
MW , KW Çoğunlukla zayıf akım devrelerinde, W ve mW kuvvetli akım devrelerinde kullanılır.

Direnç ölçmek için bir çok yöntem vardır. Direnci direkt olarak ölçen ölçü aletlerine Ohmmetre denir. Yapılarına ve çalışma şekline göre çeşitli Ohmmetreler vardır. Bunlardan bir kısmı burada anlatılacaktır.

1) Seri ohmmetre
2) Paralel Ohmmetre
3) Wheatstone (Veston) köprüsü
4) Thomson (Tomson) köprüsü
5) LCR metreler
6) Endirekt metod olarak adlandırılan Ampermetre – Voltmetre metodu ile de direnç ölçmek mümkündür.

SERİ OHMMETRELER

Galvanometreye seri bir potansiyometre ve bir pil eklenerek Ohmmetre olarak düzenlenir. Seri Ohmmetreler de ölçülecek direnç galvanometre bobinine seri olarak bağlanır. Ohmmetre uçları açık iken galvanometreden hiç akım akmaz, dolayısıyla gösterge sapmaz. Bu durumda Ohmmetre uçları açıktır. Açık devrenin anlamı sonsuz direnç olduğundan skalanın en soluna sonsuz (¥) işareti konur. Seri Ohmmetrelerde skalanın solunda sonsuz (¥) işareti, sağında ise sıfır olur.

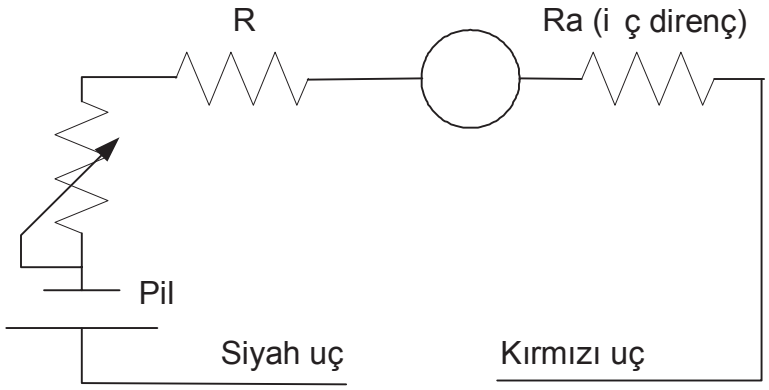


Galvanometrenin Ohmmetre olarak kullanılması

Ohmmetre uçlarına bir direnç bağlanırsa , pil devresini tamamlayacak ve devreden bir akım geçirecektir. Bu akım galvanometreden de geçtiği için göstergenin sapmasını sağlayacaktır.

Bu durumda gösterge skalanın sonuna kadar sapmalıdır. Skalanın en sağında ssıfır (0) değeri yazılıdır. Potansiyometre ile göstergenin tam sıfırın üzerinde duracak şekilde durması sağlanır.

Değeri bizim için belli olan standart dirençler ölçülerek göstergenin saptığı yerler işaretlenerek skala taksimatlandırılır.

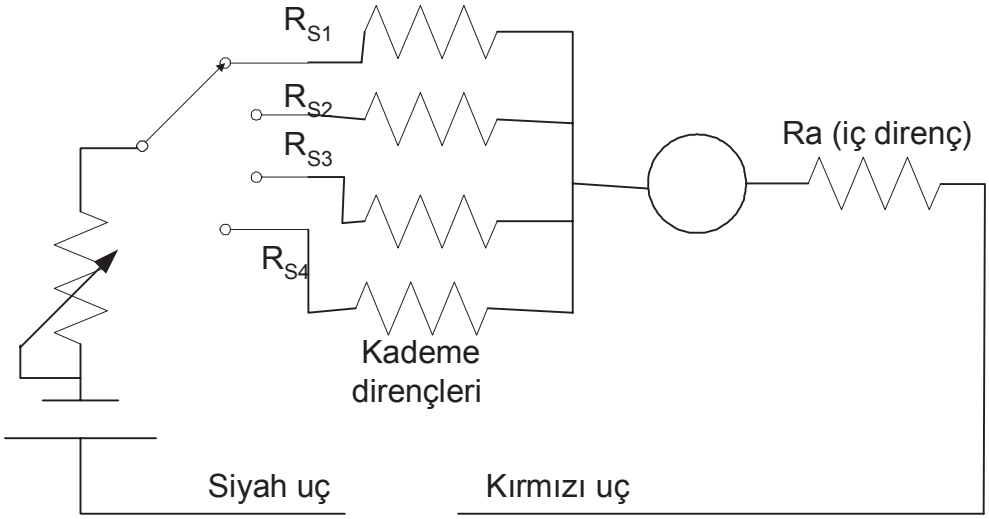


seri Ohmmetre

Ohmmetrelerde de seri bağlı dirençler kademelendirilerek çok kademeli ohmmetreler elde edilir.

Not:

Avometreler, Ohmmetre olarak kullanıldığında siyah uçta neden (+) voltaj olduğunu prensip şemaya bakıp anlayınız.



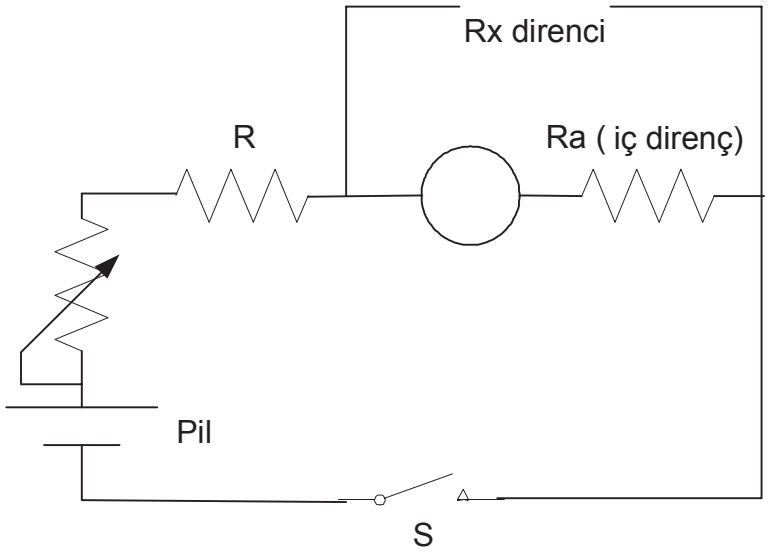
Kademeli Ohmmetre

Seri Ohmmetreler çok hassas değildirler. Devrenin direncini kabaca ölçmemizi sağlar. Eğer daha hassas ölçme yapmak istiyorsak direnç köprüleri kullanmak gerekir.

PARALEL OHMMETRELER

Paralel Ohmmetreler,seri tip ohmmetrelere nazaran daha hassas ölçme yapabilirler. Bu tip ohmmetrelerde ölçülmek istenen direnç galvanometre bobinine paralel bağlanır.

Ayrıca cihazın üzerinde bir de buton bulunur. Normalde açık olan bu butona ölçme yapacağımız zaman basmalıyız. Bu butonun kullanma nedeni ise, ohmmetre uçları açık iken galvanometre bobininden akım geçmektedir. Yani pil devresinden akım çekilmektedir. Pilin ekonomik kullanımı için pil ile bobin arasına bir buton bağlanmıştır.

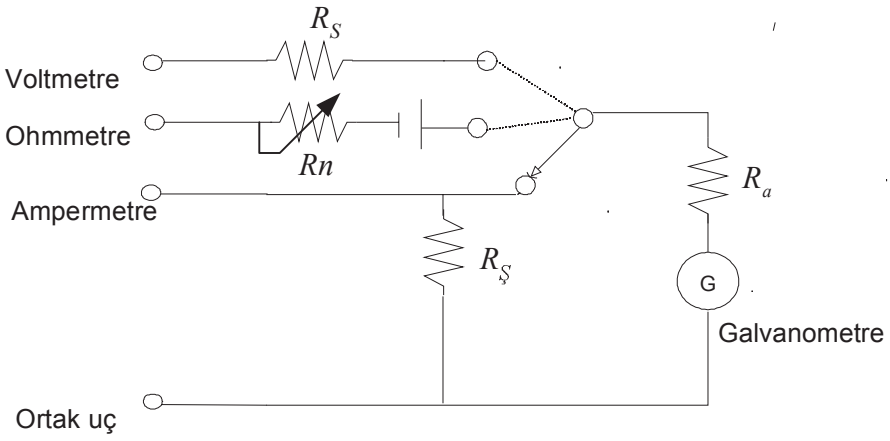


Paralel tip ohmmetre

AVOMETRELER

AVOmetre çok amaçlı birleşik bir cihazdır. Aynı galvanometre hem akım, hem gerilim ve hem de direnç ölçümü için dizayn edilmiştir. Bu üç birimin dışında da ölçüm yapabilecek türleri mevcuttur. Şu anda biz yalnızca bu üç büyüklük üzerinde duracağız.

Fazla ayrıntıya girilmeden bir analog AVOmetrenin prensip olarak elektriksel bağlantı şeması şekil -8 2.21 'deki gibi gösterilebilir. Galvanometre ampermetre olarak kullanılacağı zaman, Rp direnci ile birlikte çalışıyor. Voltmetre olarak kullanılacağı zaman Rs direnci devreye girer. Ohmmetre olarak kullanılacağı zaman ise devreye pil ve seri olarak bir potansiyometre girer. Şekil 2.21 'de bir analog AVOmetrenin elektriksel bağlantı şeması görülmektedir. Şekil 2.22 ise de çeşitli tip sayısal AVOmetre görülmektedir.



Bir analog AVOmetre prensip şeması

Şekil 3.26 Çeşitli tip analog AVOmetreler

Analog AVOmetrelerin kullanılması: Analog cihazların elektromekanik bir takım parçaları olduğundan bu ölçü aletleri ile yapılan ölçümlerde ekstra dikkat ve bilgi gerekir. Bunun için ölçü aletinin nasıl kullanılacağına dikkat ediniz. Dik mi kullanacaksınız, yatık olarak mı kullanılacak bunlar üzerindeki işaretlerden anlaşılır.

1) Akım ölçmek için, ölçmek istediğiniz akımın a.c veya d.c durumuna göre ölçü aletinde akım ölçen kademeleri inceleyiniz.

2) Ölçmek istediğiniz akımın büyüklüğünü tahmini olarak bilmiyorsanız en büyük kademeyi seçmeniz önerilir.

3) Akım ölçülecek devreye cihazı seri bağlayınız

4) Devreye enerji uygulayınız.

5) Değer okumada hassasiyeti yakalamak için yeterli sapma sağlanmadı ise kademe değiştirmeniz gerekebilir. Ancak, ampermetreler de kademe değiştirirken devrenin enerjisi kesilmelidir.

Gerilim ölçmek için,

1) Ölçü aletini hangi tür gerilim ölçecekseniz (a.c veya d.c) o gerilim kademesine alınız. Ölçülecek değer bilinmiyorsa en büyük kademeden başlayınız.

2) Gerilim ölçmek istediğiniz noktalar arasına paralel bağlayınız.

3) Değer okumak için uygun kademeyi seçiniz. (Voltmetreler de gerilim altında iken kademe değiştirilebilirsiniz.)

Direnç ölçmek:

1) Ölçü aletini direnç kademesine alınız.

2) Cihazın uçlarını birbirine değdirerek sıfır ayarı yapınız. Sıfır ayarı her kademe değiştiği zaman tekrar yapılmalıdır.

3) Direnci cihaz uçlarına bağlayınız. Ve direnç değerini okuyunuz.

Çeşitli tip AVOmetreler

AVOMETRELERİN KULLANIMI

Sayısal Avometrelerin kullanımı: bu tip ölçü aletleri elektriksel büyüklükleri analog/sayıal dönüştürücüler aracılığıyla ölçtüklerinden içlerinde mekanik parçaları yoktur. İçindeki elektronik elemanların çalışması için genellikle 9Volt'luk pil kullanılır. İster akım, gerilim ister direnç ölçünüz, mutlaka pil olmalıdır.

Avometreyi çalıştırınız. (Üzerindeki sayısal segmentlerin çalıştığına dikkat ediniz ve pil eski ise "low batary" yazar. Doğru ölçme yapmak için pil eski olmamalıdır.

1- Akım ölçmek için

Ölçme yapacağınız akımın cinsine göre seçici anahtarı a.c. veya d.c. konumuna alınız.

Bağlantı uçlarını ölçeceğiniz akıma göre ölçü aletine takınız. (Siyah uç daima COM yazılan sokete takılacaktır, kırmızı ise 2 Amper'e kadar, 2A yazan sokete, 2Amper ile 10 Ampere kadar 10Amper yazan sokete takılacaktır.

Ölçmek istediğiniz alıcıya seri bağlayınız ve enerji uygulayınız.

Ölçeceğiniz akımı bilmiyorsanız en yüksek kademeden başlamak uygundur.

Bazı sayısal Avometreler de otomatik kademe seçme işlemi vardır. Uyguladığınız büyüklüğe göre otomatik olarak en uygun kademe seçilir. Bazılarında ise otomatik değildir. Bizim seçmemiz gerekir. Ampermetre olarak kullanırken akım altında kademe değiştirmeyiniz. Önce enerjiyi kesiniz daha sonra kademeyi değiştiriniz.

2- Gerilim ölçmek için

Ölçeceğiniz gerilim türüne göre seçici anahtarı a.c. veya d.c. konumuna alınız.

Ölçeceğiniz gerilimi bilmiyorsanız en yüksek kademeden başlamak uygundur.

Voltmetre olarak kullandığınız zaman d.c ölçüyorsanız, kırmızı uç daima (+) polariteli noktaya gelecek şekilde tutunuz. Aksi halde cihaz (-) değer gösterir.

Daha hassas okuma için uygun kademeyi seçiniz, ve değeri okuyunuz.

3 Direnç Ölçmek

Ölçü aletinin komütatörünü direnç kademelerinden birine getiriniz.

Direnci ölçü aletinin uçlarına tutturunuz ve ölçünüz.

Değer okuyamıyorsanız kademeyi büyültünüz.

DENEYİN ADI : Diyotların Sağlamlık Testleri

DENEYİN AMACI: Bir diyodu sağlamlık testini avometre kullanarak yapılması

DENEYDE KULLANILACAK CİHAZLAR VE MALZEMELER

1) Analog AVOmetre
2) Değişik tiplerde diyotlar

DİYOTLAR :

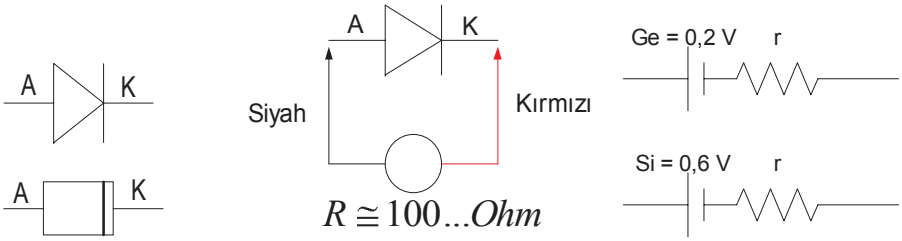
Elektrik akımını bir yönde geçiren PN geçidinden oluşan elemanlardır. Alternatif akımın doğrultulmasında kullanılırlar. Ayrıca doğru akımda elektrik akımını tek yönlü geçişini engellemek gibi kullanım alanları vardır.

Sağlamlık testleri analog avometrelerle ve sayısal avometrelerle kolaylıkla yapılırlar. Sayısal Ohmmetrenin diyot işareti bulunan kademede diyot testinin yapılması önerilir. Kullandığınız Avometre analog ise X10 kademesi kullanılması tavsiye edilir.

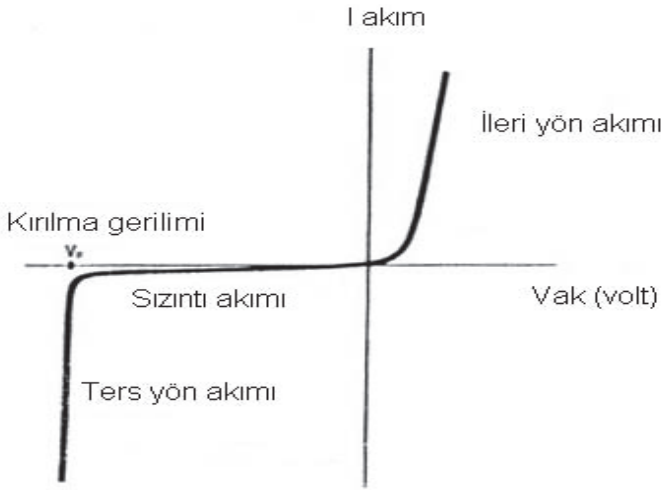
Avometre, OHMMETRE konumunda iken kırmızı ucunda (-) , siyah ucunda ise (+) voltaj bulunur. Aşağıdaki ölçümler buna göre düzenlenmiştir. Sağlam bir diyodun elektriksel davranışı düz polarmada direnç sıfır olmayıp 50 ... 100 ohm civarında bir direnci olabilir. Ters polarmada ise bu direnç mega ohm'lar mertbesindedir.

Düz polarma durumundaki elektriksel davranışı

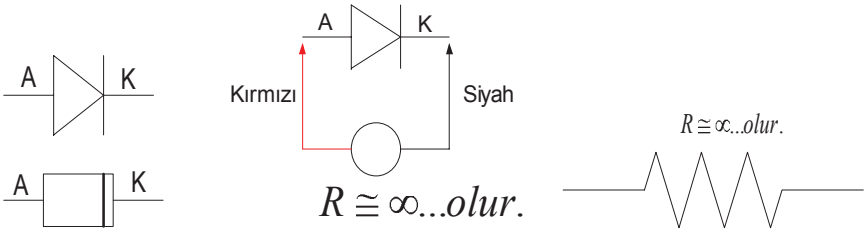
Diyot



Diyot karakteristiği



Ters polarma durumundaki elektriksel davranışı



Her iki yönde iletken olan ve yine her iki yönde yalıtkan olan diyotlar bozuktur.

DENEYİN ADI : Transistörlerin Statik Testi

DENEYİN AMACI : Transistörlerin Ohmmetre ile sağlamlık kontrolünün yapılması ve transistörün tipini , bağlantı uçlarının tespitinin öğrenilmesi

DENEYDE KULLANILACAK CİHAZLAR VE MALAZEMELER

1) Analog AVOmetre
2) Değişik tiplerde transistörler

TEORİK BİLGİ : Transistörler üç yarı iletken tabakadan yada iki PN geçişinden oluşan elemanlardır. PNP ve NPN olmak üzere iki tipi vardır. Transistörler elektroniğin en temel elemanıdır.

Transistörler , genel olarak iki amaçla kullanılır.

1) Anahtar olarak
2) Yükselteç olarak

Anahtar olarak kullanıldığında , iki çalışma noktasında çalıştırılır. Ya tam iletken ya da tam kesimde olmalıdır.

Yükselteç olarak çalıştırıldığında ise çalışma noktalarının her hangi bir yerinde olabilir. Yükseltilmek istenen sinyal transistörün çalışma noktasını değiştirerek kollektör – emiter arasındaki düşen gerilimde bir dalgalanma meydana getirir. Bu dalgalanma giriş sinyalinin frekansına eşit olduğundan , aynı bilgiyi içermektedir. Giriş sinyalinin genliğinden daha yüksek bir genlikte dalgalanma meydana getirildiğinde giriş sinyali yükseltilmiş olur.

Transistörler çok değişik gövde yapılarına sahiptir. Küçük güçlü transistörler , küçük plastik gövdelere , güçlü transistörler ise metal gövdelere yerleştirilir.

Transistörler gövde yapılarına göre çok çeşitlilik gösterir. Bunun yanında aynı gövde tipine sahip bir çok transistör de bulunmaktadır. Aynı gövde tipine sahip olsalar bile elektriksel davranışları farklıdır.

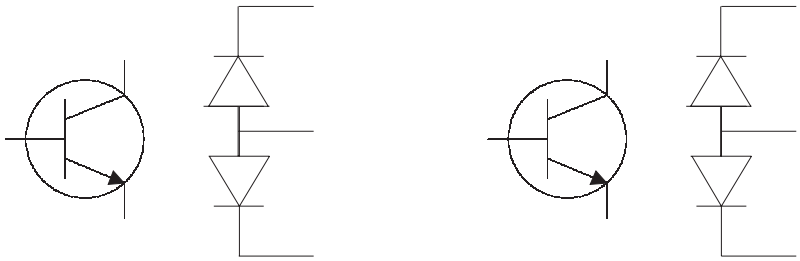
Transistörlerin statik testleri sonucunda

1) Bozuk olup olmadığı anlaşılır. Ancak tam sağlam olduğu söylenebilmesi için dinamik testinin de yapılması gerekir.

2) Transistör bozuk değilse , tipi belirlenebilir. (NPN veya PNP olduğu)

3) Beyz ucu bulunabilir. Diğer uçlarda bulunabilir fakat çok güvenilir bir yöntem değildir. Emiter ve Kollektör uçları için transistör katoloğuna bakılması gerekir.

Sağlam bir transistörün statik testinin sonucunda ölçülen dirençler aşağıdaki tablo daki gibi olmalıdır. Burada direnç değerleri iki katagoride düşünülmüştür. Ölçü aleti sapıyorsa küçük direnç , sapmıyorsa büyük direnç kabul edilmiştir.



Tipi	R_{B-E}	R_{B-C}	R_{E-B}	R_{E-C}	R_{C-B}	R_{C-E}
NPN	Küçük	Küçük	Büyük	Büyük	Büyük	Büyük
PNP	Büyük	Büyük	Küçük	Büyük	Küçük	Büyük

DENEYİN YAPILMASI

1) Sağlam olduğu bilinen bir transistör alınız.

2) Bacaklarını 1 – 2 – 3 şeklinde numaralandırınız.

3) AVOmetrenizin varsa diyot işaretli kademesine getiriniz. Yoksa X100 kademesine getrininiz , ve transistör bacakları arasındaki direnç değerlerini ölçünüz ve aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Tipi	R_{1-2}	R_{1-3}	R_{2-1}	R_{2-3}	R_{3-1}	R_{3-2}

4) Yaptığınız ölçümler sonucunda transistörün beyz ucunu bulunuz.

5) Beyz ucuna göre transistörün tipini belirleyiniz.

3.7 AMPERMETRE – VOLTMETRE METODU İLE DİRENÇ ÖLÇMEK

Direnç ölçme yöntemlerinde biri de endirekt metod olan ampermetre- voltmetre metodudur. Ohm Kanunundan yararlanarak bir alıcıdan geçen akım ve üzerinde düşen gerilim belli ise direnç hesaplanabilir. $R = \frac{U}{I}$

Hassas bir ölçme yapabilmek amacıyla, ampermetrenin ve voltmetrenin bağlandığı yerlere dikkat edilmelidir. Ölçeceğimiz direncin değerine göre ampermetrenin yeri voltmetreden önce veya sonra olmalıdır. Küçük direnç ölçümünde ampermetre önce bağlanmalıdır, voltmetre ise sonra bağlanmalıdır. Büyük direnç ölçümünde ise ampermetre sonra bağlanmalıdır.

Daha önceki konumuzda , ampermetrenin iç direncinin idealde sıfır ohm, voltmetrenin iç direncinin ise idealde sonsuz ohm olması gerektiğini belirtmiştik. Ancak, ideal ölçülerde bir ölçü aleti olamayacağını biliyoruz. Ampermetrenin küçük de olsa bir iç direnci vardır, Voltmetrenin de iç direnci sonsuz değildir.

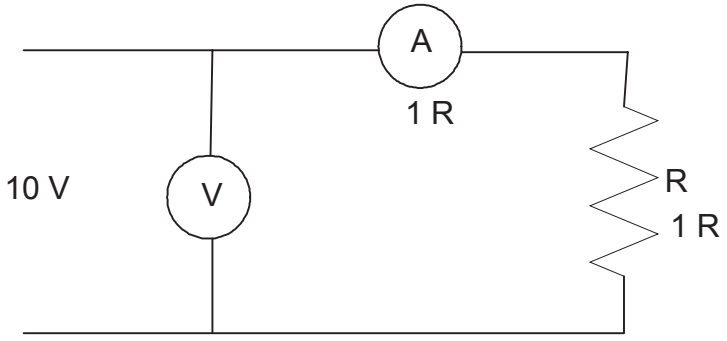
KÜÇÜK DEĞERLİ DİRENÇLERİN ÖLÇÜMÜ

Konunun kolay anlaşılması için bir alıcı, ampermetre ve bir de voltmetreden oluşan basit bir elektrik devresi üzerinde anlatılacaktır.

Örneğin iç direnci 1 W olan bir ampermetre ve iç direnci 100 KW olan bir voltmetremiz olsun. Direnci 1 W olarak bilinen bir alıcının direncini, ampermetre – voltmetre metodu ile ölçersek şu değerleri elde etmek mümkündür. Her iki ölçmedeki sonucu gerçek değer ile karşılaştırınız.

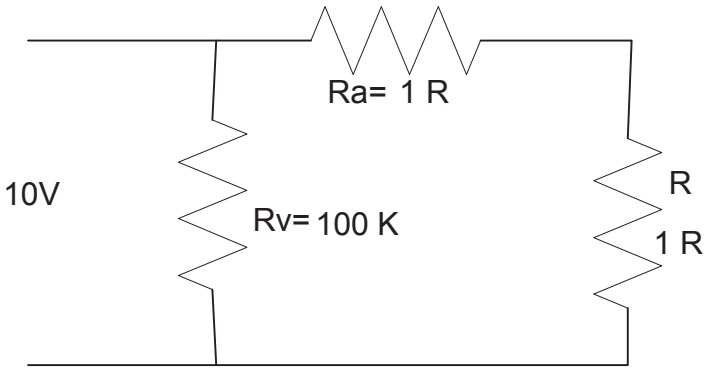
a) Deneyin bağlantısında, ampermetreyi voltmetreden sonra bağlayalım. Devreye 10 volt uygulayalım.

Direnç değerinin 1 W olması için voltmetre 10 voltu, ampermetrenin de 1 amperi göstermesi gerekir.



R= Ohm anlamındadır.

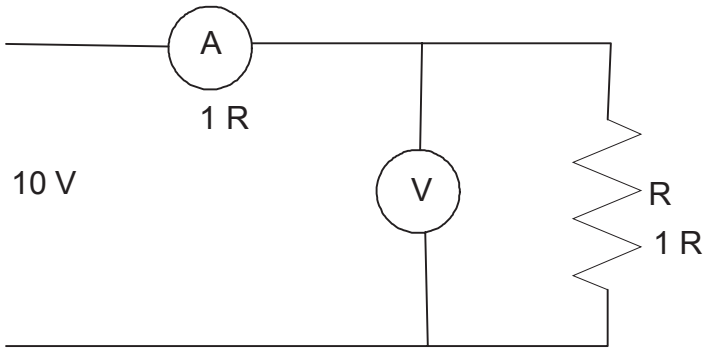
Bu devrede, voltmetre 10 voltu gösterir ama ampermetre 5 amperi gösterir. Çünkü ampermetrenin iç direnci ile alıcının direnci birbirlerine seri bağlı ve eşdeğer direnç 2W değerinde olduğu için alıcının çekeceği akımı düşürmüştür. Devrenin eşdeğeri şekil deki gibi olur.



$$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{5} = 2$$ W.

Görüldüğü gibi 1W olması gereken direnç değeri 2W olarak hesaplanmıştır. Hata oranı %100 değerindedir.

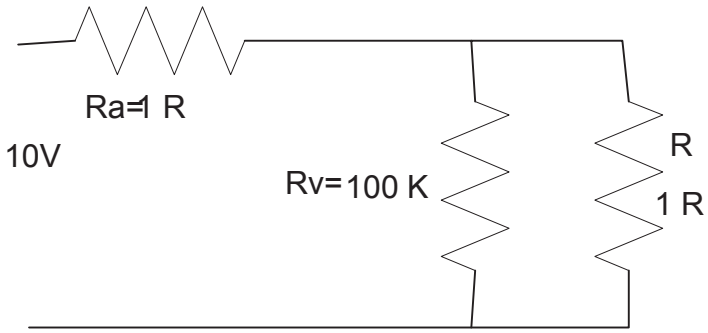
Aynı deneyi , ampermetreyi öne alarak yapalım.



R= Ohm anlamındadır.

Bu devrede ampermetre 5 Amperi, voltmetre ise 5 volt gösterecektir. $R = \frac{U}{I} = \frac{5}{5} = 1$ ohm olarak hesaplanır. Bu bağlantının gerçek değere çok yaklaştığı ve hata oranının ihmal edilebilir düzeyde olduğu açıktır.

Devrenin eş değeri şekil deki gibi olacaktır.



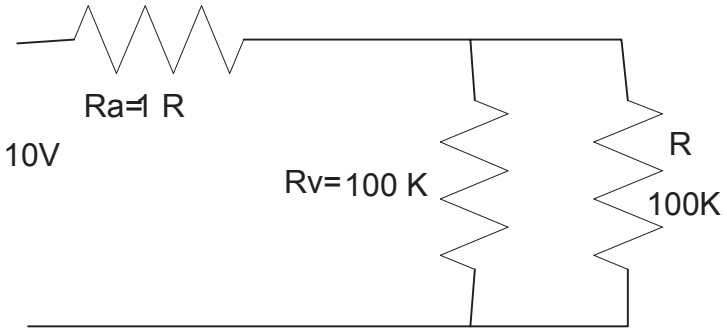
Bu devrede 100 K 'lık direnç ile 1 'luk birenç paralel bağlıdır. Paralel dirençlerin eşdeğeri küçük olan dirençten biraz daha küçük olacaktır. Hesaplayacak olursak,

$\text{Re}\,ş = \frac{100000.1}{100000+1} = \frac{100000}{100001} \cong 1$ ohm olacaktır. Toplam direnç ise 2 ohm'dur. Devreden geçen akım 5 amper olur. Ampermetrenin gösterdiği 5 amperin 1/100000 'de biri voltmetreden geçer. Voltmetreden geçen akımın miktarı dirnçten geçen akımın miktarının yanında ihmal edilebilir durumdadır.

O halde ampermetre – voltmetre metodu ile direnç ölçerken, küçük değerli direç ölçümlerinde ampermetre önce bağlanmalıdır.

BÜYÜK DEĞERLİ DİRENÇLERİN ÖLÇÜMÜ

Direnç değeri 100 KW olarak bilinen bir direncin ampermetre – voltmetre metodu ile değerinin bulunması



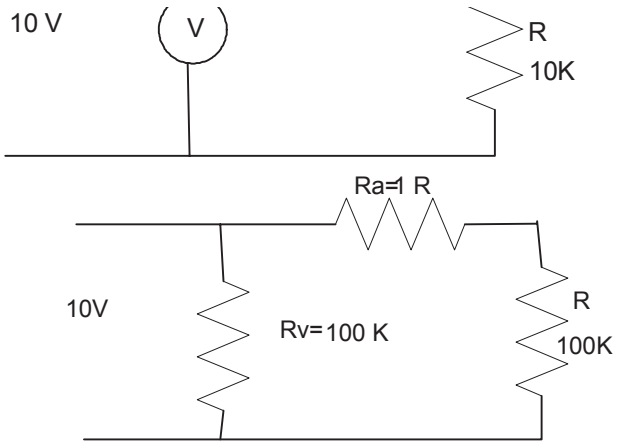
Ampermetrenin göstereceği değer

$$I = \frac{U}{\text{Re}\,ş} = \frac{10}{1 + \frac{100000.100000}{100000 + 100000}} = \frac{10}{1 + 5000} = \frac{10}{5001} = 0{,}002\,Amper$$

Voltmetre 10 voltu gösterir. Bu durumda alıcının direncini hesaplayacak olursak

$$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{0{,}002} = 5000$$ W bulunur.

10000 W çıkması gereken değer 5000 W bulunmuştur. Hata çok büyük, bu hata kabul edilemez büyüklüktedir. Şimdi ampermetreyi sonra bağlayarak tekrar ölçüm yapalım.



Bu bağlantıda eşdeğer direnç Reş = 100000 Ohm kabul edilebilir. Çünkü ampermetrenin iç direnci 1 Ohm'dur. O halde ampermetreden okunan değer

$$I = \frac{10}{100000+1} = 0{,}0001$$ Amper.

Voltmetreden okunan değer 10 V ve bu gerilimin tamamı direnç üzerinde kabul edilir.

$$R = \frac{U}{I} = \frac{10}{0{,}0001} = 100000$$ Ohm olarak bulunur. Bu değer gerçek değere oldukça yakındır. Hata miktarı ihmal edilebilecek kadar azdır.

Sonuç olarak, büyük değerli dirençleri ampermetre – voltmetre metodu ile ölçerken ampermetre sonra bağlanmalıdır.

Analog ölçü aletleri bağlandıkları devrelerde iç dirençlerinden dolayı değişiklik yaparlar. Bazı durumlarda yöntem hatası da, bu değişim miktarını arttırır.

Elektronik ölçü aletleriyle yapılacak ölçme işlemleri daha doğru sonuç verir.

Şekillerde elektronik ampermetre ve voltmetre görülmektedir. Bilgisayar teknolojisi ile yapıldıkları için programlanabilmektedir. İçerisinde bir bilgisayarın beyni özelliğinde olan mikroişlemci vardır. Ölçme işleminin yanısıra gerekli bazı bilgileri belleğinde saklayabilme özelliklerine sahiptir. Bu tip cihazların kullanımı ve özellikleri aşağıda açıklanacaktır.

Elektronik ampermetreler

EPM-3: (Elektronik Ampermetre) herhangi bir hattan geçen AC akımın hassas bir şekilde ölçümü için geliştirilmiştir. Bütünüyle elektronik yapıda olan EPM-3, en çok elektrik panolarında kullanılmakla birlikte, 0- 5A aralığında ölçüm yapılmak istenilen her uygulama için de akım çevirme oranı .. / 5A olan akım trafosu ile kullanılabilir. Ölçme (1-2) ve besleme (3-4) girişleri, EPM-3'ün arka panelinde yer almakta ve dijital göstergesi de ön panelinde bulunmaktadır.

EPM-4S: (Universal Elektronik Ampermetre) yapı olarak EPM-3 ile aynı olan EPM-4S 'de akım çevirme oranı kullanıcı tarafından dip switch yardımı ile ayarlanabilmektedir. Akım çevirme oranı 5A/5A ile 1500A/5A arasında istenilen değerde ayarlanabilir.

- EPM-4C, herhangi bir hattan geçen AC akımın RMS değerini hassas bir şekilde ölçmek ve kontrol etmek için kullanılır
- Mikroişlemcili tasarım
- 1A'den 9999A'e kadar programlanabilir akım trafosu oranları
- Ayarlanabilir *Set Point* ve gecikme zamanı
- Max. peak ve Max. ortalama *Demand* saklama özelliği
- Seçilebilir *Latch Fonksiyonu*
- *Ani açma Fonksiyonu*
- Açma sayısının görülmesi
- Kontak durumunun ayarlanabilmesi
- Sınıfı 1
- Mevcut Ölçüler: 72x72mm ve 96x96mm

Teknik Bilgi

İşletme Gerlimi(Un) : 110VAC, 220VAC, 400VAC
İşletme Aralığı : (0.9 - 1.1)xUn
İşletme Frekansı : 50/60Hz
Sınıfı : 1±1dijit
[(%20-%100) x tam skala]
Çıkış Kontağı : 6A 1250VA
Ani Açma : 1.5 x Setpoint
Histeresiz : Tam Skala x %2
Çalışma Sıcaklığı : -5°C; +50°C
Display : Kırmızı LED Display
Koruma Sınıfı : IP 20 (Ön Panelden IP 30)

1-) Set Point : Cihaz üzerinden setpoint ayarında ayarlanan akım değerinden daha büyük bir akım akarsa ayarlanan gecikme süresi sonunda çıkış rölesi çekerek uyarı sinyali verir. Akım değeri ayarlanan akım değerinin 1.5 katını geçerse sürenin dolmasını beklemeden çıkış rölesi ani olarak çeker.Süre dolmadan akım değeri düşerse cihaz bir sonraki arıza akımına kadar normal çalışmasına devam eder.

2-) Demand : Cihaz üzerinden geçen max. peak ve max. ortalama (0 hariç) değerleri kaydeder. Kullanıcı istediğinde bu değerleri rahatça görebilir veya silebilir. Kaydedilen değerler cihazın beslemesi kesildiğinde kaybolmaz besleme tekrar geldiğinde kaldığı yerden demandları kaydetmeye devam eder.

3-) Latch Fonksiyonu : Ayar değerinin üstünde çeken çıkış rölesinin çalışma şeklini belirler. Latch konumu “0” veya “1” olarak seçilebilir.

“0” Durumunda:Akım ayarlanmış değerin altına düştüğünde çıkış rölesi bırakır.
“1” Durumunda:Akım ayarlanmış değerin altına düşse bile çıkış rölesi çekili kalmaya devam eder, ancak set tuşuna basarak bırakması sağlanır.

4-) Ani Açma Fonksiyonu : Akım, ayarlanan değerin 1.5 katını geçtiğinde, çıkış rölesi gecikmesiz olarak çalışmaz.

“1” Durumunda: Ani açma fonksiyonu çalışır.

5-) Çıkış Kontağının Durumu: Çıkış kontağı normalde kapalı veya normalde açık olarak seçilebilir.

“0” Durumunda: Çıkış kontağı normal konumda açık olarak çalışır.
“1” Durumunda: Çıkış kontağı normal konumda kapalı olarak çalışır

Elektronik Voltmetreler

EVM-3: (Elektronik Voltmetre) herhangi iki nokta arasındaki AC gerilimin hassas bir şekilde ölçümü için geliştirilmiştir. Bütünüyle elektronik yapıda olan EVM-3, en çok elektrik panolarında kullanılmakla birlikte 0- 500V aralığında ölçüm yapılmak istenilen her uygulama için de kullanılabilir. Ölçme (1-2) ve besleme (3-4) girişleri, EVM-3'ün arka panelinde yer almakta ve dijital göstergesi de ön panelinde bulunmaktadır.

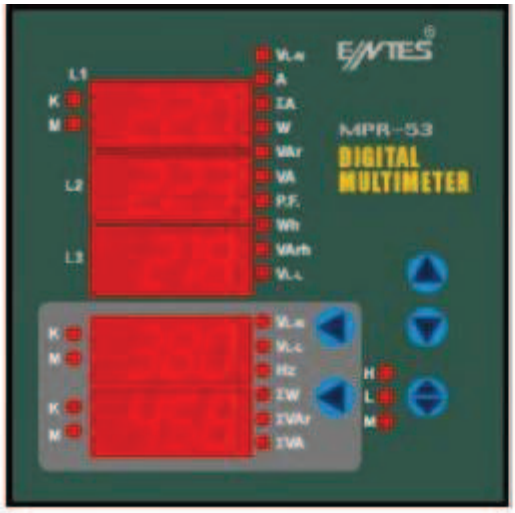
EVM-3S: (Seçilebilir Elektronik Voltmetre) Yapı olarak EVM-3 ile aynı olan EVM-3S üç fazlı sistemlerde gerilim ölçmek amacıyla geliştirilmiştir. Ön panelinde yer alan düğme (komütatör) yardımıyla faz-faz arası (R-S, R-T, S-T) ve faz-nötr (R-Mp, S-Mp, T-Mp) gerilimler seçilerek okunabilir. Ayrıca ön panelinde yer alan LED'ler yardımıyla (R, S, T) fazlarının kesilmesi izlenebilir. Fazlar varsa LED'ler yanık durumdadır. Hangi faz yoksa (kesikse) o faz ile ilgili LED söner. Cihazın beslenmesi "R" fazından yapılmaktadır ve "R" fazı kesildiğinde cihaz üzerindeki bütün display ve LED'ler söner.

- EVM-3C, herhangi iki nokta arasındaki AC gerilimin RMS değerini hassas bir şekilde ölçmek ve kontrol etmek için tasarlanmıştır
- Mikroişlemcili tasarım
- Ayarlanabilir *Set Point* ve gecikme zamanı
- Max. peak ve Max. ortalama *Demand* saklama özelliği
- Seçilebilir *Latch Fonksiyonu*
- *Ani açma Fonksiyonu*
- Açma sayısının görülmesi
- Kontak durumunun ayarlanabilmesi
- Sınıfı1
- Mevcut Ölçüler: 72x72mm ve 96x96mm

Teknik Bilgi

İşletme Gerlimi(Un)	*: 110VAC, 220VAC, 400VAC*
İşletme Aralığı	*: (0.9 - 1.1)xUn*
İşletme Frekansı	*: 50/60Hz*
Sınıfı	*: 1±1dijit [(%20-%100) x tam skala]*
Çıkış Kontağı	*: 6A 1250VA*
Ani Açma	*: 1.5 x Setpoint*
Histeresiz	*: Tam Skala x %2*
Çalışma Sıcaklığı	*: -5°C; +50°C*
Display	*: Kırmızı LED Display*
Koruma Sınıfı	*: IP 20 (Ön Panelden IP 30)*
Boyutlar	*: Tip PR 13 veya PR-18*

Elektronik Multimetreler



- MPR-53, 3 Fazlı bir elektrik şebekesine ait tüm parametreleri ölçmek için tasarlanmıştır
- Programlanabilir akım ve gerilim trafosu oranları
- 3 Farklı bağlantı modeli
- Farklı gerilim girişi seçenekleri
- Max. ve Min. Demand saklama özelliği
- RS485 MODBUS bağlantısı
- Mikroişlemcili tasarım
- Mevcut ölçüleri: 96x96mm

- EPR-03, 3 Fazlı şebekeden çekilen Aktif, Reaktif ve Sanal gücü ölçmek için tasarlanmıştır
- Programlanabilir akım ve gerilim trafosu oranları
- 3 Farklı bağlantı modeli
- Farklı gerilim girişi seçenekleri
- Max. ve Min. Demand saklama özelliği
- Mikroişlemcili tasarım
- Mevcut ölçüleri: 96x96mm

ECR-3

- **Elektronik Cosø-metre, şebekeden çekilen enerjinin güç faktörünün ölçümü için geliştirilmiştir**
- **ECR-3 işletme yükünün indüktif veya kapasitif olduğunu, ön panelde yer alan iki led yardımıyla gösterir**
- **ECR-3, RG-A serisi reaktif güç kontrol röleleri ile birlikte kullanılabilir**
- **Mikroişlemcili tasarım**
- **Mevcut ölçüleri: 144x144mm, 96x96mm ve 72x72mm**

EFC-3

- **EFC-3 10Hz-90Hz arası frekansları doğrudan işletme gerilimine paralel bağlanarak ölçer**
- **Mikroişlemcili tasarım**
- **Mevcut ölçüleri: 140x140mm, 96x96mm ve 72x72mm**

BOYUTSAL VE ŞEKİLSEL ÖLÇME

KUMPASLAR VE MİKROMETRELER

Endüstriyel uygulamaların büyük bir bölümünü boyut ve sekil ölçmeleri kapsamaktadır. Özellikle imalat sanayinde boyutsal ve şekilsel ölçmenin önemi büyüktür. Boyutsal ve şekilsel ölçmenin temelinde ölçülen parçaya ait boyut veya seklin bilinen bir uzunluklarla direk karsılaştırılması bulunmaktadır. Boyutsal ve şekilsel ölçmede kullanılan temel araçlar arasında Şerit metreler, Cetveller, Katlanabilir metreler, Açıölçerler, Kumpaslar, Mikro-metre veya pasa-metreler, Mastarlar, Komparatörler sayılabilir. Bu araçlar olcumu yapılacak parçalar ile direk temas ile olcum yapan araçlardır. Direk temas ile olcumun yanında temassız ölçme yapabilen optik, akustik, x-ışınları ile çalışabilen ölçme araçları da mevcuttur.

Yukarıdaki tablo imalatta ölçme ve kontrol araçları için sadece bir fikir vermek için hazırlanmıştır. İmalatın çeşidine ve üzerinde çalışılan konuya göre, ölçme kontrol aletlerinin sınıflandırılması çok değişiktir.

İmalat işlemlerinde ve makine parçalarının kontrolünde kullanılan ölçme, kontrol araçları mm ve askatlarında ölçme yapabilecek hassasiyette imal edilirler. Büyük çoğunluğu 0.01 mm hassasiyet civarında çalışırlar. İmalatta kullanılan en temel ölçme aletlerinin başında kumpas adı verilen ölçme aleti gelir. Bu önemli ölçme aletinin kullanım ve ölçüm sistemi aşağıda belirtildiği gibidir.

İmalatta Ölçme ve Kontrol Araçları (İsmail Binici'den)

Ölçme araçları

Sabit
—Cetvel
—Açı mastarları
—Şerit metre

Hareketli
—Kumpas
—Mikrometre
—Komparatör
—Açı gönyeleri
—Pasametre

Kontrol araçları

—Çatal mastar
—Tampon mastar
—Gönyeler
—Vida mastarları
—Radyus mastarları
—Diş tarakları

Ölçme-kontrol yardımcı araçları

—Johnson mastarları
—Mikrometre mastarları

CETVELLER

Değişik kullanım amaçları için yapılırlar. Ölçmede kullanılanlar oldukça kaba ölçüleri almak için kullanılır. Kullanma yerlerine göre şu gruplar altında incelenebilirler.

1- Makine imal tekniğinde kullanılan cetveller
2- Teknik resim çiziminde ölçü almada kullanılan cetveller
3- Arazi ve inşaat işlerinde kullanılan cetveller
4- Optik cihazlarda kullanılan çizgi taksimatlı araçlar
5- Normal ticari hayatta kullanılan metreler
6- Özel ölçmelerde kullanılan ölçekler.

Bu cetvellerden yalnız makine imal tekniğinde kullanılanlarından söz edeceğiz.

İş yerlerinde "Atölyelerde" Kullanılan cetveller

İmalat atölyelerinde kullanılan cetveller iki grupta incelenir.

Taksimatlı cetveller

Üzeri milimetrik bölüntü ile bölümlenmiştir, iki kalite olarak imal edilirler.

Birinci kalite cetveller

DIN 866/1 ile ölçü ve özellikleri belirlenmiştir. Nominal ölçüye göre müsaade edilen farklar. $\pm(0{,}02+\frac{L}{50000})$ mm ile sınırlanmıştır. Çizgi kalınlıkları ise 70 ile 100µm olmaldır. Çizelge 4'de ölçü boylarına göre müsaade edilen ölçü farkları görülmektedir.

İkinci kalite cetveller

DIN 866/II 'ye göre ölçü ve özellikleri tespit edilmiştir. Nominal ölçüye göre müsaade edilen farklar, $\pm(0{,}05+\frac{L}{20000})$ mm dir. Çizgi kalınlıkları 100 ile 150µm dir. **Şekil-2.1** I. ve II. kalite cetvellerin bölümlenmelerinin durumu görülmektedir.

Tablo 2.1 Cetvellerin kesit ölçüleri tablosu

Cetvel boyu mm	Normal cetvel (Kesit ölçüleri) mm	Atölye Cetvelleri (Kesit ölçüleri) 1. Kalite mm	2. Kalite mm
500'e kadar	10x50	8x40	6.30
1000	12.60	10.50	8.40
1500	14x70	12x60	10.50
2000	15x80	14.70	12.60
2500	16x100	15.80	14.70
3000	18x120	16x100	15.80
4000	20x140	18.120	16.100
5000	... -	20x140	18x120

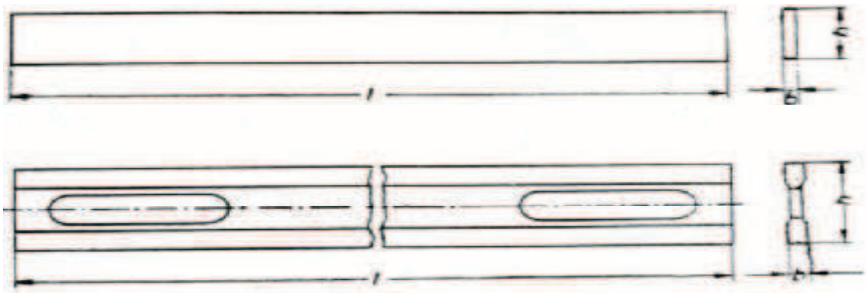
Taksimatlı cetvel çeşitleri

Taksimatsız cetveller

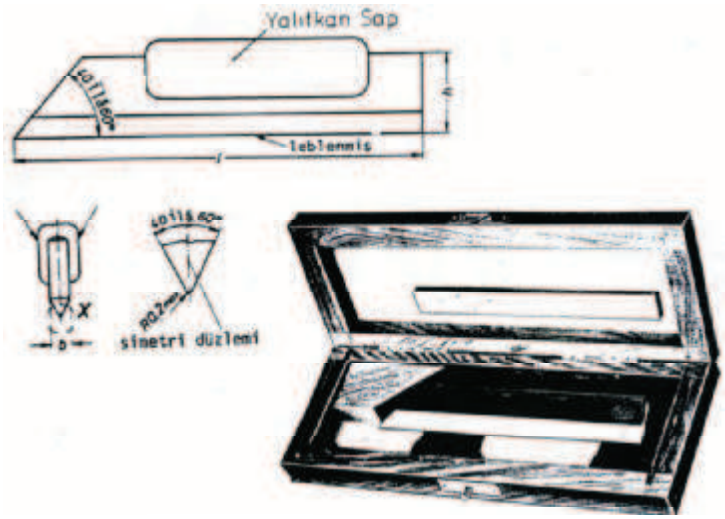
Bu cetveller iki amaç için kullanılırlar.
a) Mesnet ve ayar gönyesi olarak kullanılan cetveller: Bu tür cetveller DIN 864/0, DIN 864/1, DIN 864/2, DIN 864/3 normu ile ölçü ve özellikleri tespit edilmiştir. Taksimatsız cetveller Şekil–16 da gösterilmiştir.
b) Yüzey düzgünlüğünü kontrol için kullanılan cetvellere (Kıl gönyeler): Çeşitli boyutlarda ve tiplerde olabilirler. (Şekil–2.2) Sertleşebilen malzemeden yapılırlar, keskin kenarları R 0,2 mm maksimum radüslenmiştir. Ağzın düzlemsizlik toleransı $t = 2 + \frac{L}{250} \mu m$ ile hesaplanır. Çizelge 2 'de boylara göre düzlemsizlikler belirlenmiştir. Bu cetvellerin temel ölçüler de çizelgede verilmiştir. En önemli yeri olan keskin kenarı tolerans içinde düzgün ve kenarın sertliği de=56 HRC olarak imal edilmiştir.

Tablo 2.2 Kalitelerine göre kesit ölçüleri tablosu

Cetvel Boyu	Kalitelere Göre Kesit Ölçüleri					
	h	b	h	b	h	b
500 e kadar	50	10	40	8	30	6
750	50	10	45	9	35	7
1000	60	12	50	10	40	8
1500	70	14	60	12	50	10
2000	80	15	70	14	60	12
2500	100	16	80	15	70	14
3000	120	18	100	16	80	15
4000	140	20	120	18	100	16
5000	-	-	140	20	120	18



Şekil 2.2: Kıl Cetvel boyutları



Kıl Cetvel takımı

Tablo 2.3 Kıl cetvellerin temel ölçüleri			
Kıl Cetvelleri Temel ölçüleri (Ölçüler mm Olarak)			
l	h	b	t
+- 2	min	min	
75 100	20	5	2 2
150 200	25	5	3
300 400	30	8	3 4
500	40	10	4
750	50	12	5

KUMPASLAR

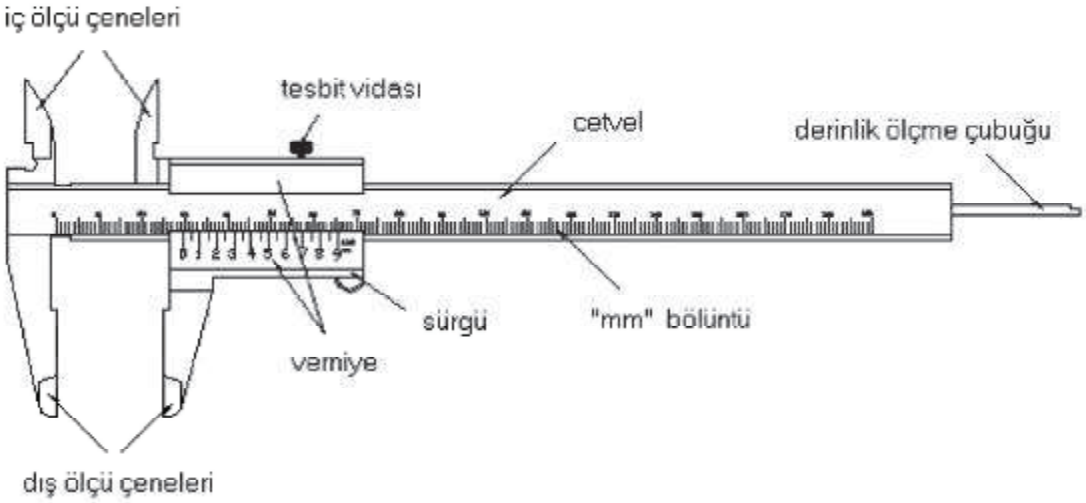
Sürgülü Kumpaslar

Sürgülü kumpaslar çizgi taksimatlı, ölçülecek boyutlara göre ayarlanabilir bir ölçü aracıdır. Sürgülü kumpaslar milimetrik, çizgi bölüntülü ve genellikle 0,05 mm hassasiyetli olurlar. Geliştirilmiş kumpaslarla zamandan tasarruf sağlamak amacıyla aynı zamanda markalama işlemleri yapılmaktadır. Markalama işlemi yapılırken ölçme çenelerine çizecek dokundurulmaz.

Alman normu DIN 862 esas alınarak yapılırlar. Bu norm 2000 mm ye kadar ölçme kapasitelidir 10 eşit bölümlü (1/10 verniyeli) 9 veya 19 mm boylu verniyeli, 20 bölümlü (1/20 verniyeli) 19 veya 39 mm boylu verniyeli, sürgülü kumpasları kapsamaktadır. 50 bölümlü (1/50) verniyeli, sürgülü kumpaslarda vardır. Fakat bugün artık pek kullanılmamaktadır ve bu standardın dışındadır.

Sürgülü kumpasların bölümleri

Kumpaslar dış, iç ve derinlik boyutlarının ölçümünü sağlayabilecek nitelikte ölçü aletleridir. Sürgülü kumpaslar iki ana bölümden oluşur. Bunlardan biri üzerinde mm ve in (inç) bölüntüleri bulunan cetvel bölümü, diğeri üzerinde verniye bölüntüleri bulunan sürgü (hareketli çene) bölümüdür.



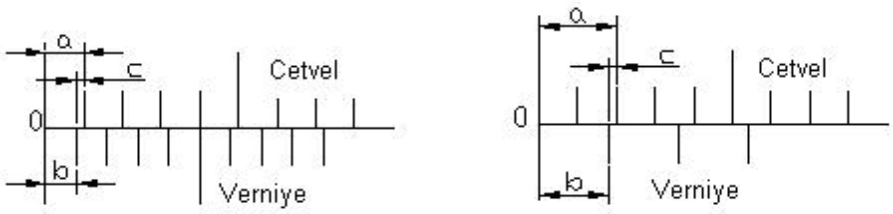
Verniye bölüntülü kumpas

Kumpaslar ölçme alanlarına göre gruplanırlar. Bu kumpaslar çeşitli büyüklüklerde yapılmaktadırlar. Ölçme alanları standart olup aşağıdaki gibidir:

0 – 120 ; 0 – 135 ; 0 – 160 ; 0 – 200 ; 0 – 250 ; 0 – 300;
0 – 500 ; 0 – 750 ; 0 – 1000; 750 – 1000 ; 1000 – 2000 (mm)

Sürgülü kumpaslarda hassasiyet

Hassasiyet cetvel üzerinde bir veya daha fazla bölüntü ile verniye bölüntüsü arasındaki farktır. Normal verniye bölüntüsü ve genişletilmiş verniye bölüntüsü şekilde görülmektedir.



Kumpas verniyer bölüntüsü

c = hassasiyet
a = cetvel üzerindeki bölüntüler
b = verniye bölüntüsü
c = a – b olur.

İş yeri ve atölyelerde en çok 0,05 mm ve 1/128 in hassasiyetindeki kumpaslar kullanılır. Diğer hassasiyetteki verniyeli kumpaslara ender rastlanır. Bir kumpasın veya herhangi bir aracın verniye bölüntüsü şu şekilde yapılır.

Örnek: 0,04 mm hassasiyetinde normal verniyeli bir kumpas yapılmak isteniyor. Verniye bölüntüsünü bulunuz.

Cevap: c = a – b 0,07 = 1 – b $\Rightarrow$ b = 96/100 = 24/25

Yani cetvel üzerindeki 24 mm 'lik bir ölçü verniye üzerinde 25 eşit parçaya bölünerek verniye bölüntüsü yapılır "a" normal verniyeli kumpaslarda bir birim genişletilmiş verniyeli kumpaslarda iki birim alınır.

Sürgülü kumpas çeşitleri

Kumpaslar kullanım yeri ve özelliklerine göre değişik tip ve boyutlarda yapılmışlardır.

Sürgülü kumpaslar

Okuma sistemlerine göre
a - Verniye bölüntülü kumpas
b - Saatli kumpas
c - Dijital kumpas

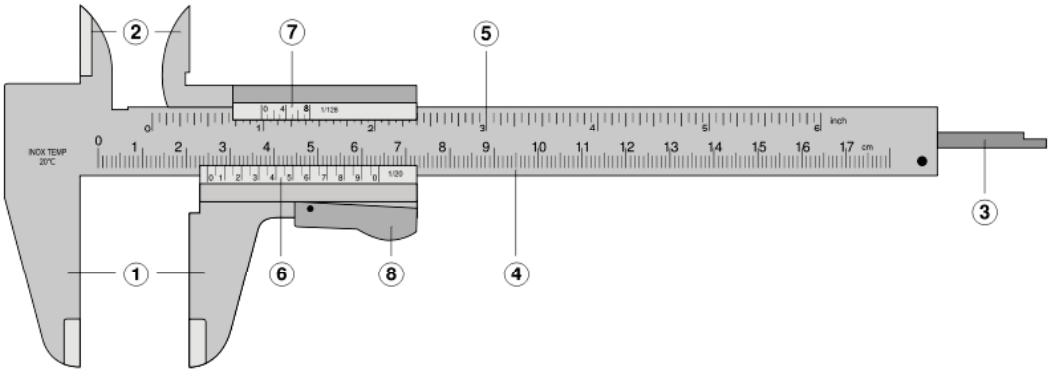
Kullanım yerlerine göre
a - Normal (İç çap,dış çap, derinlik)
b - Modül kumpasları
c - Özel kumpaslar
- Çizecek uçlu kumpaslar
- Mafsal çeneli kumpaslar

d - Üniversal başlı kumpaslar
e - Eksenler arası ölçmede
f - Derinlik Kumpasları
g - Çekme paylı kumpaslar

Okuma Sistemlerine Göre Kumpaslar

Verniye bölüntülü kumpaslar

Gövde üzerinde verniye bölüntülü sürgüsü bulunan ölçü aletleridir. Verniye bölüntüsü kumpasın hassasiyetini belirler. Bu hassasiyetler metrik 0,1 – 0,05 ve 0,02 mm arasında inç bölüntülü kumpaslarda ise 1/64″ , 1/128″ ve 1/1000″ arasında değişmektedir. Cetvel üzerindeki çizgi ile verniye üzerindeki çizginin çakışması ile değer okunur.



: Verniye bölüntülü kumpas

Metrik Verniye Bölüntülü Kumpaslar

1/10 (0,1 mm) Hassasiyetindeki Verniye Bölüntülü Kumpaslar

1/10 mm normal verniye bölüntüsü kumpaslarda, cetvel üzerindeki 9 mm ‘lik kısım sürgü üzerinde 10 eşit parçaya bölünerek elde edilmiştir. Bu işlem şu şekilde yapılmaktadır.

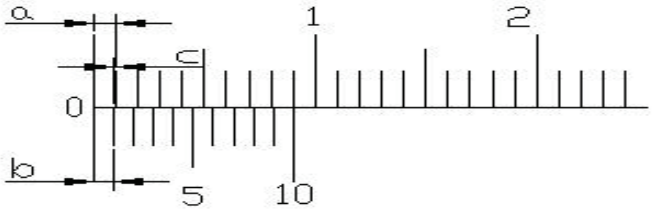
c = a – b

0,1 = 1 – b ;

b = 9/10 mm

a = 1 mm

$$\frac{\text{cetvel üzerindeki bölüntü sayısı}}{\text{sürgü üzerindeki bölüntü sayısı}} = \frac{9}{10}, \Rightarrow 0{,}9 \text{ mm}$$



Verniye bölüntüsü (1/10 Hassasiyeti)

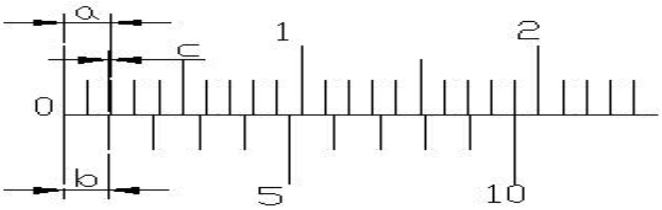
Demek ki sürgü üzerindeki iki çizgi arası 0,9 mm dir. Cetvel üzerindeki iki çizgi arası 1 mm olduğundan cetvel üzerindeki birinci çizgiyle sürgü üzerindeki birinci çizgi arası 1 – 0,9 = 0,1 mm’dir. Böylece okuma hassasiyeti 1 / 10 veya 0,1 mm olarak bulunur. Verniye bölüntüsü 1 / 10 mm olan kumpaslarda cetvel üzerindeki birinci çizgi karşılaştırıldığında, kumpas 0,1 mm’yi ölçer.

Bu kumpaslar genişletilmiş verniyeli olarak da yapılmaktadır. Normal verniyeli olanlarda cetvel üzerindeki 9 mm’lik kısım 10 eşit parçaya bölünmekteydi. Genişletilmiş verniyeli olanlarda ise cetvel üzerindeki 19 mm’lik bölüm verniye üzerinde 10 eşit parçaya

bölünmüştür. Buradaki amaç okuma esmasındaki kişisel hataları azaltmak ve duyarlığı artırmaktır. Genişletilmiş verniyede hangi çizginin çakıştığı kolayca görülmektedir.

Burada;
a = 2 birim alınır
c = a – b
0,1 = 2 – b ;
b = 19/10

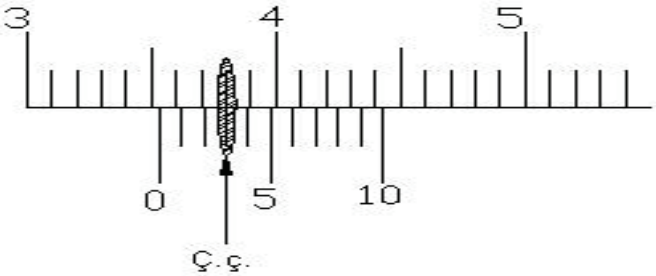
$$\frac{\text{cetvel üzerindeki bölüntü sayısı}}{\text{sürgü üzerindeki bölüntü sayısı}} = \frac{19}{10} = \text{——}, \Rightarrow 1{,}9 \text{ mm}$$



:Genişletilmiş Verniye bölüntüsü (1/10 hassasiyeti)

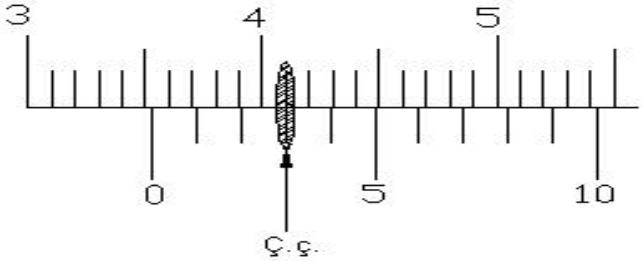
Örnek: 35,3 mm ölçüsünü normal ve genişletilmiş verniye bölüntülü kumpasta şekil üzerinde gösteriniz, çakışan cetvel çizgisini (Çç) hesaplayınız.

Cevap: Normal verniyede;



: 35.3 mm'nin Normal Verniyede Gösterilişi

Çç = ölçü + k . b
Çç = 35,3 + 3. 0,9 = 38 mm ye denk gelen çizgi çakışmıştır,
Genişletilmiş verniyede;

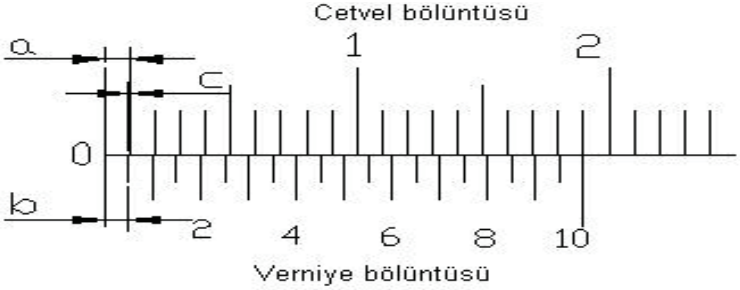


35.3 mm'nin Genişletilmiş Verniyede Gösterilişi

Çç = ölçü + ondalık sayı x b
Çç = 35,3 + 3 . 1,9 = 41 mm (ye denk gelen çizgi çakışmıştır)

1/20 (0,05 mm) Hassasiyetindeki Verniye Bölüntülü Kumpaslar

1/20 verniye bölüntülü kumpaslarda, cetvel üzerindeki 19 mm' lik kısım sürgü üzerinde 20 eşit parçaya bölünerek elde edilmiştir. Bu işlem aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.



: Verniye bölüntüsü (1/20 Hassasiyeti)

c = a – b cetvel üzerindeki bölüntü sayısı 19

0,05 = 1 – b ; ——— = ——— , ⇒ 0.95 mm

b = 19/20 mm sürgü üzerindeki bölüntü sayısı 20

= 0,95 mm bulunur

Böylece sürgü üzerindeki iki çizgi arasındaki uzaklık 0,95 mm 'dir. Cetvel üzerindeki iki çizgi arası 1 mm olduğundan cetvel üzerindeki birinci çizgiyle sürgü üzerindeki birinci çizgi arası 1 – 0,95 = 0,05 mm dir. Böylece okuma hassasiyeti 1 / 20 (veya 0,05) mm olarak bulunur. Verniye bölüntüsü 1 / 20 mm olan kumpaslarda cetvel üzerindeki birinci çizgi karşılaştırıldığında, kumpas 0,05 mm yi ölçer.

Bu kumpaslar genişletilmiş verniyeli olarak da yapılmaktadır ve daha yaygın kullanılırlar. Normal verniyeli olanlarında verniye üzerindeki 19, genişletilmiş verniyeli olanlarında 39 bölüntü vardır.

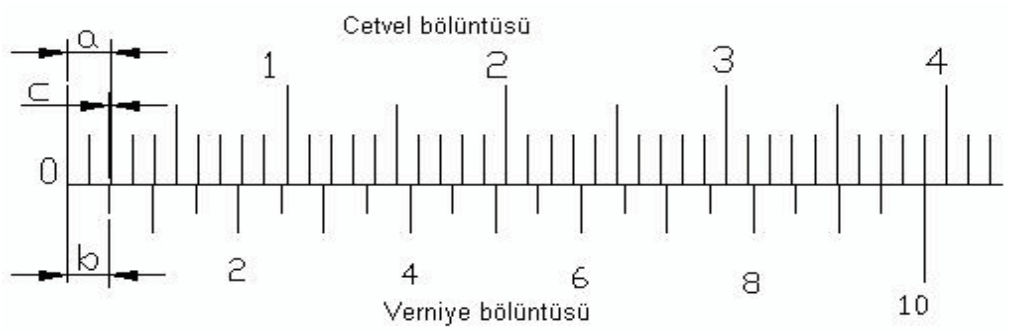
c = a – b cetvel üzerindeki bölüntü sayısı 39

0,05 = 2 – b ; ——— = ——— , ⇒ 1.95 mm

b = 39/20 mm sürgü üzerindeki bölüntü sayısı 20

= 1,95 mm bulunur.

Burada sürgü üzerindeki iki çizgi arası uzaklık 1,95 mm dir. Cetvel üzerindeki ikinci çizgi ile birinci çizgi arası 2 – 1,95 = 0,05 mm olur. Bu da kumpasın 0,05 (1/20) mm okuma hassasiyetini verir.

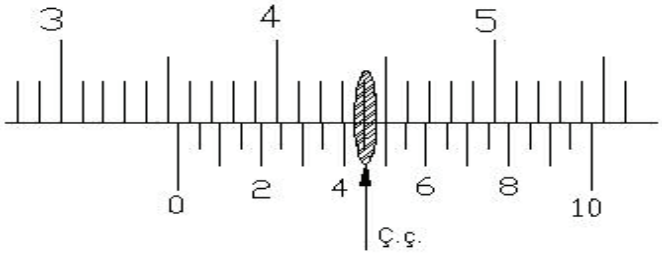


Genişletilmiş verniye bölüntüsü (1/20 hassasiyeti)

Örnek: 35,45 mm ölçüsünü normal ve genişletilmiş verniye bölüntülü kumpasta şekil üzerinde gösteriniz, çakışan cetvel çizgisini (Çç) hesaplayınız.

Cevap:

Normal verniyede:

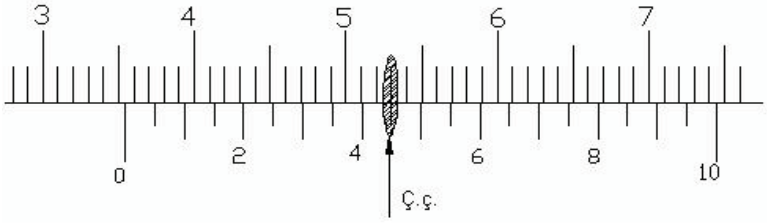


35.45 mm'nin Normal Verniyede Gösterilişi

Çç = ölçü + k . b

Çç = 35,45 + 9. 0,95 = 44 mm (ye denk gelen çizgi çakışmıştır)

Genişletilmiş verniyede;



35.45 mm'nin Genişletilmiş Verniyede Gösterilişi

Çç = ölçü + ondalık sayı x b Çç = 35,45 + 9 x 1,95 = 53 mm (ye denk gelen çizgi çakışmıştır)

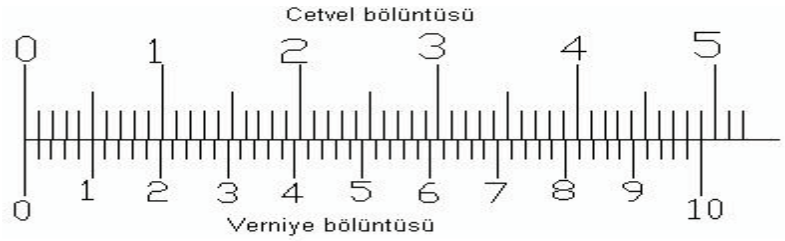
1/50 (0,02 mm) Hassasiyetindeki Kumpaslar

Bu kumpaslarda okuma zorluğu nedeniyle artık verniyeli olarak yapılmamaktadır. Ya ibreli ya da dijital olarak üretilmektedirler. Bunların yerine 0,01 mm hassasiyetinde ibreli veya dijital kumpaslar yapılmaktadır.

1/50 mm hassasiyetindeki kumpasların yapımı cetvel üzerindeki 49 mm lik kısım sürgü üzerinde 50 eşit parçaya bölünmüş ve kumpasın okuma hassasiyeti 1/50 (0,02) mm bulunmuştur.

c = a – b
0,02 = 1 – b ;
b = 49/50 mm
b = 0,98 mm bulunur.

$$\frac{\text{cetvel üzerindeki bölüntü sayısı}}{\text{sürgü üzerindeki bölüntü sayısı}} = \frac{49}{50}, \Rightarrow 0.98 \text{ mm}$$



Verniye Bölüntüsü (1/50 Hassasiyetinde)

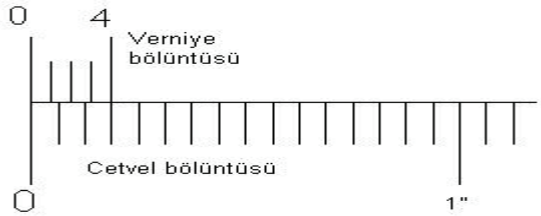
Parmak verniye bölüntülü kumpaslar

1/64'' Hassasiyetindeki kumpaslar

İngiliz ölçü sisteminde kumpas verniyeleri 1/64, 1/128”, 1/1000” in hassasiyetine göre yapılırlar. Ancak 1/120 ve 1/1000 in hassasiyetinde olanları daha çok üretilmekte ve kullanılmaktadırlar. 1/64 ve 1/128 in hassasiyetindeki kumpasların cetvel bölüntüleri, 1 in uzunluk 16 eşit parçaya, 1/1000 in hassasiyetindeki kumpasların cetvel bölüntüleri ise 1 in uzunluk 40 eşit parçaya bölünerek oluşturulmuştur.

Kumpaslar hem metrik hem inç bölüntülü olarak aynı anda kullanılabilecek şekilde yapılırlar. Yani cetvel üzerinde metrik ve inç bölüntüsü, sürgü üzerinde de metrik ve inç verniye bölüntüsü bulunmaktadır. Ölçü sistemine göre bu kumpaslarla arzu edilen ölçü metrik veya inç olarak okunabilmektedir.

1/64” verniye bölüntülü iç çap diş çap ve derinlik kumpaslarında, cetvel üzerindeki 3/16 “ uzunluğu sürgü üzerinde 4 eşit parçaya bölünmüştür.



Verniye Bölüntüsü (1/64” Hassasiyetinde)

$$\frac{\text{Cetvel üzerindeki bölüntü sayısı}}{\text{Sürgü üzerindeki bölüntü sayısı}} = \frac{3/16}{4}, \text{inç}$$

$= 3/64''$ bulunur.

Sürgü üzerindeki iki çizgi arası 3/64 dir. Cetvel üzerindeki birinci çizgi ile sürgü üzerindeki birinci çizgi arası 1/16 – 3/64 = 1/64 olarak bulunur bu da kumpasın okuma hassasiyetini verir.

1/64 verniye bölüntülü kumpaslarda cetvel üzerindeki birinci çizgi ile sürgü üzerindeki birinci çizgi karşılaştırıldığında, kumpasın çeneleri arasındaki uzaklık 1/64 dir. Sürgüyü sağa doğru kaydırıp sırasıyla sürgü üzerindeki ikinci çizgi ile cetvel üzerindeki ikinci çizgi karşılaştırıldığında, kumpasın çeneleri arasındaki uzaklık 2/64 veya 1/32 3. Çizgiler karşılaştırıldığında 3/64 ve 4. Çizgiler karşılaştırıldığında 4/64 veya 1/16 değeri okunur.

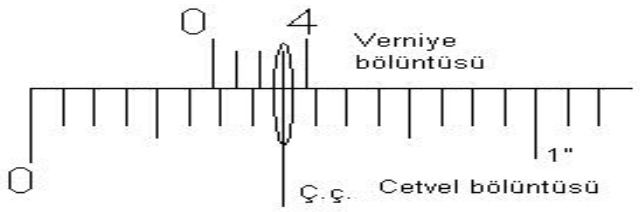
Örnek: 1/64″hassasiyetindeki bir kumpas verniye şeması çizerek; 23/64 ölçüsünü gösteriniz, verniye bölüntüsünü bulunuz, Çç yi hesaplayınız,

Cevap: Paydaki sayı paydadakinin son rakamına bölünür

a) 23 | 4 → Cetvel bölüntüsü
5
b) – 20 → Çakışan verniye çizgisi
b 3
1

$b = \frac{3}{4} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{16}$ → Cetvel bölüntüsü, Verniye bölüntüsü

(cetvel üzerindeki 3 bölüntü ölünmüştür
c) Çç = ölçü + k x b (l gi sayısı)
Çç = 23/64 + 3 . 3/64 = 32/64 = 8/16 (Cetvelin 8. çizgisi çakışır.)



: 8/16” gösterilişi

1/128'' Hassasiyetindeki Kumpaslar

Bu tür verniye ile ölçüm yapan sürmeli kumpasların gövdeleri 1/16 aralıkla bölümlenmiştir. 1/128 verniye bölüntülü kumpaslarda cetvel üzerindeki 7/16 uzunluğu sürgü üzerinde 8 eşit parçaya bölünmüştür

$$\frac{\text{Cetvel üzerindeki bölüntü sayısı}}{\text{Sürgü üzerindeki bölüntü sayısı}} = \frac{7/16}{8}\text{, parmak}$$

= 7/128 bulunur.

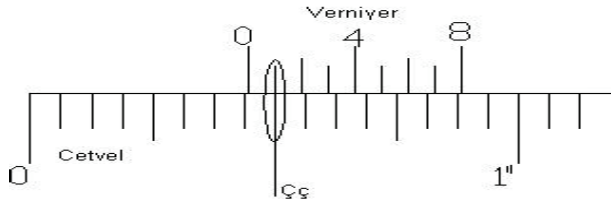
Böylece sürgü üzerindeki iki çizgi arasındaki uzaklık 7/128 olur. Cetvel üzerindeki birinci (1/16) çizgi ile sürgü üzerindeki birinci çizgi arasındaki mesafe;
1/16 – 7/128 = 1/128 olarak bulunur. Buda kumpasın okuma hassasiyetini verir.

Örnek : 1/128 hassasiyetindeki bir kumpasta :
57/128 ölçüsünü gösteriniz. A) Verniye bölüntüsünü bulunuz. B) Çç ’yi hesaplayınız.

Cevap :

a) 57 | 8
− 56 | 7 → Cetvel bölüntüsü

01 → Verniye üzerindeki çakışan çizgi (k)



Çakışan çizginin verniyedeki gösterilişi

b) c = a – b

1/128″ = 1/16 ″– b ⇒ b = 1/16″ – 1/128″ = 7/128″ =1/16″ x 7/8″ in.

(Cetvel üzerindeki 7 bölüntü, verniyede 8 ’e bölünmüştür.)

c) Çç = Ölçü + k.b (k = Verniye üzerindeki çakışan çizgi)

Çç = 57/128 + 1. 7/128 = 64/128 = 8/16″in.

(Cetvel üzerindeki 8. çizgi verniye üzerindeki 1. çizgi ile çakışır.)

1/1000'' Hassasiyetindeki kumpaslar

En çok kullanılan inç sistemli kumpaslardır.1/1000 verniye bölüntülü kumpaslarda cetvel üzerindeki bir inç (parmak) uzunluklar (1) 40 ar eşit parçaya bölünmüş ve eşit aralıklı 1/40 aralıklı uzunluklar bulunmuştur. Daha sonra cetvel üzerindeki 1/40 uzunluklardan 49 u yani 49/40 uzunluğu sürgü üzerinde 25 eşit parçaya bölünmüştür

$$\frac{\text{Cetvel üzerindeki bölüntü sayısı}}{\text{Sürgü üzerindeki bölüntü sayısı}} = \frac{49/40}{25}\text{, inç}$$

= 49/1000 bulunur.

Sürgü üzerindeki iki çizgi arası 49/1000 olduğuna göre cetvel üzerindeki ikinci çizgi (2/40) ile sürgü üzerindeki birinci çizgi arasındaki mesafe 2/40 - 49/1000 = 1/1000 olarak bulunur. Buda inç(parmak) kumpasın 1/1000 okuma hassasiyetini verir.

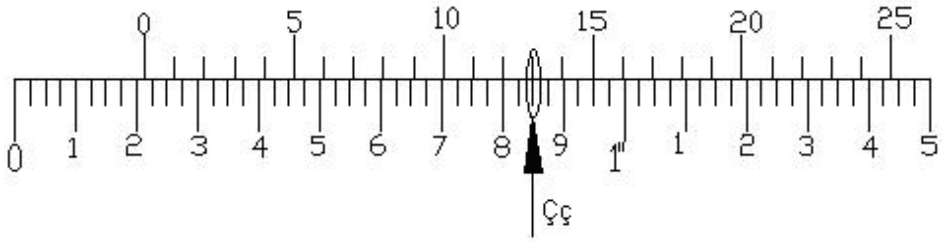
Örnek: 1/1000 hassasiyetinde bir kumpasta:

a -- 213/1000 in ölçüsünü gösteriniz.
b – Verniye bölüntüsünü bulunuz.
c – Çç ‘yi hesaplayınız.

Cevap:

a-) 213 | 25
− 200 | 8 → Cetvel bölüntüsü

013 → Verniye üzerindeki çakışan çizgi (k)



Verniyede 25 bölüntü

$$\frac{1}{1000} = \frac{2}{40} - b \quad ; \quad b = \frac{49}{1000} = \frac{1}{40} \cdot \frac{49}{25}$$

b -) c = a – b

c -) Çç = ölçü + k x b

Çç = 213/1000 + 13 . 49/1000 = 850/1000 = 34/40″

(Cetvel üzerinde 34. çizgi, verniye üzerindeki13. çizgi ile çakışır.)

Ölçü saatli kumpaslar

Normal kumpaslarda verniye bölüntüsü yerine ölçü saati yerleştirilerek yapılmış kumpaslardır. bu kumpaslar DIN 862'ye göre imal edilir. Kumpas gövdesi üzerine yerleştirilmiş kramiyer dişli ölçü saatiyle irtibatlandırılmıştır. Ölçü saati içerisindeki düz dişli, kramiyer dişliden aldığı hareketi ibreye iletir.

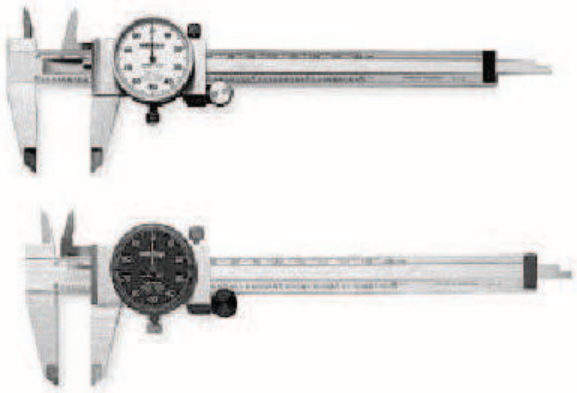
Kramiyerin adımı 0,5 mm ise düz dişlinin de çevresinde 20 diş varsa düz dişliye bağlı ibrenin bir tur dönmesi için sürgü 10 mm hareket edecektir. Yani kramiyer dişlisinden 20 diş ilerlemesi ile 20 dişi olan düz dişli bir tur yapmış olacaktır. Kramiyerin 20 dişi ise adımı 0,5 mm olduğuna göre;

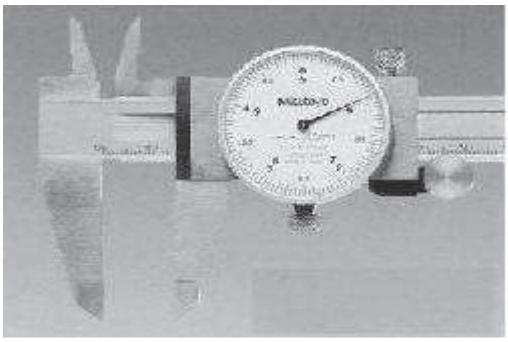
20 x 0,5 = 10 mm olacaktır.

Kadran üzerinde ise 360 yi 10 eşit parçaya bölersek ibrenin her iki çizgi arası dönmesi için sürgünün 1 mm ilerlemesi yani kramiyardan iki diş geçmesi gerekecektir. Kumpasın okuma tamlığı 0,1 mm olması isteniyorsa 360/10 = 36 'lik kısım 1 mm yi ifade eder. 0,1 mm 'lik ilerlemede ise 36/10 = 3,6 ile ibrenin dönmesini ifade eder.

Bu tip kumpaslarda tam sayı değeri sürgü ucundan, verniye bölüntüsü ise ölçü saati üzerinden okunur. Ölçü saatinin okuma hassasiyeti 0,02 – 0,05 mm ve 5/1000 " - 1/1000 arasındadır.

Örneğin 15,45 mm'lik ölçü 0,05 mm hassasiyetindeki ölçü değeridir. Bu ölçünün virgülden önceki tam sayı değeri cetvel üzerinden, virgülden sonraki değer ise ölçü saati üzerinden okunur.





: Saatli (kompratör) kumpas

Dijital kumpaslar

Bu tür kumpaslar yapı bakımından diğer kumpaslardan farkı yoktur. Yalnızca ölçüyü bir ekran üzerine yazarak gösterirler. Elektrik enerjisi ile çalışır. Hem metrik hem de İngiliz ölçü sistemine göre ölçme yaparlar. Metrik sistemde 1/100 mm İngiliz ölçü sisteminde 1/1000 gösterirler.

Gövde içine yerleştirilmiş kramiyer ve dişlisi üzerindeki orijinal kapsamlı entegre devresi (LSI) ve elektronik beyin, kumpasla ölçülen değerleri dijital olarak ekran üzerinde gösterir. Elektrik akımı, gövdesine yerleştirilen pillerle sağlanır. Ölçü değerleri ekran üzerinde okunaklı ve büyük rakamlarla yazıldığı için ölçme hatası ortadan kaldırılmış, zihinsel yorulma ve zaman kaybı en aza indirilmiştir.

Kumpas üzerinde genellikle dijital gösterge ekranı, açma kapama butonu, parmak – mm butonu, sıfırlama butonu bekletme butonu ve bazı tip kumpaslarda okunan değerleri küçük yazdırma cihazlarında yazdırmak için bağlantı kısmı bulunur.

Dijital kumpas

Bazı kumpaslarda bir buton iki amaçla kullanılmaktadır örneğin açma kapama butonu aynı zamanda sıfırlama butonu olarak görev yapabilir. bu tip kumpaslarda kapama işlemi belirli bir süre geçtikten sonra kendi kendine otomatik olarak gerçekleşir. Kumpaslarda ölçme işlemi yaparken, önce ölçülecek yüzeyler ve kumpas çeneleri temizlenir. Açma butonuna basılıp kumpas çeneleri kapatılır ve sıfırlama butonuna basılarak ekran üzerindeki okuma değeri sıfırlanır. Bundan sonra kumpasla dış çap, iç çap, derinlik ve kademe boyutları ölçülebilir.

Herhangi bir ölçme değerinde bekletme butonuna basılırsa, bu değer ekrana yazılmış olarak sabit kalır. Çeneler açılsa veya kapansa dahi okunan değer ekranda aynen kalır. Gezer çene hareket ettirilerek belirli bir ölçüye getirildikten sonra bekletme butonuna tekrar basılırsa, ekrandaki eski değer silinir ve yerine çenenin hareket miktarı ile eski değer toplanmış olarak veya çıkarılmış olarak ekranda yeni değer yazılır. Ekran üzerindeki değerleri sabitleştirme işlemi, bilhassa gösterge üzerindeki rakamların rahat okunamadığı ve ölçme yeri engelli olduğu zamanlarda çok yararlıdır.

Verilen bir ölçme değerinde sıfırlama butonuna basılırsa gösterge üzerindeki değerler 0,00 mm veya 0,000 inç olarak ayarlanır. Böylece, mukayeseli ölçme yapmak mümkün olur.

Parmak mm butonuna basıldığı zaman gösterge üzerindeki değer milimetre ise parmak'a, parmak ise milimetreye dönüşür. Bazı kumpaslarda ölçülen değerler küçük yazdırma cihazıyla kâğıt üzerine yazdırılır.

Dijital Kumpasları Kullanırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

1. Kumpas dikkatli olarak kullanılmalı ve darbelerden korunmalı kullanıldıktan sonra kabına konulmalı.
2. Kumpas üzerindeki butonlara yavaşça basılmalı.
3. Kramiyer dişli temiz tutulmalı. Dişler arasına girecek yabancı maddeler, hareketi zorlaştırır ve ölçme hassasiyetine etki eder.
4. Kumpas yağdan tozdan ve rutubetten uzak tutulmalı. Kirlenmiş kumpaslar kuru yumuşak bezle silinmelidir. Alkol benzin ve diğer uçucu sıvılar temizleme aracı olarak kullanılmamalı.
5. Pillerin ömrü yaklaşık 12 ay kadardır. Pillerin ömrü bitince değiştirilmeli
6. Kumpaslar doğrudan etki eden güneş ışığından, yüksek ısıdan ve aşırı rutubetten korunmalı.
7. Kumpaslar uzun süre çalıştırılmayacaksa, piller çıkartılmalıdır aksi halde alet bozulabilir.

Kullanım Yerlerine Göre Kumpaslar

Modül Kumpasları

Modül kumpasları, dişli çarkların dişli genişliği ve diş üstü yüksekliğinin kontrolünde veya ölçülmesinde kullanılır. Modül kumpaslarında birbirine dik iki tane cetvel vardır. (**Şekil**1.21) 1 nolu cetvel üzerinde diş üstü yüksekliğini ayarlamak için verniye bölüntülü sürgü 2 ve 5 nolu cetvel üzerinde de diş genişliğini ölçmeye yarayan verniye bölüntülü sürgü (4) hareket ettirilebilir konumdadır. Ayarlama işlemi yapılmadan önce (3) nolu sürgü dili ölçülmesi gereken diş genişliğine uygun diş üstü yüksekliğine göre (2) nolu verniye bölüntüsünden ayarlanır ve tespit cıvatasıyla sabitleştirilir. Daha sonra (5) nolu cetvel üzerindeki sürgü çenesi diş yanağına dokununcaya kadar sola doğru kaydırılır ve ölçü alınınca sürgü sabitleştirilir sonra (4) nolu verniye bölüntüsünden diş genişliği doğrudan okunur. Düz dişlinin ölçülebilmesi için iki ölçü göz önüne alınmalıdır

1 - Diş Üstü Yüksekliği: Diş genişliğinin tam bölüm dairesi çapı üzerinden ölçümünü sağlayan bir değerdir diş adedi ve modülüne göre hesaplanır

2 - Diş Genişliği: Düz dişlinin bölüm dairesi çapındaki et kalınlığıdır. Dişlinin diş sayısı ve modülüne göre hesaplanır.

Diş yüksekliği ve diş genişliği, açılacak dişlinin modülüne göre cetvellerden seçilir. Eğer modüle göre düzenlenmiş cetveller yoksa doğrudan aşağıdaki formüllerle diş üstü yüksekliği ve diş genişliği hesaplanır.

$h1 = R . (1-\cos\alpha\theta),$ mm

$h2 = m,$ mm

$Dt = m.z = 2.R,$ mm

$h = h1 + h2 \Rightarrow h = R.(1 - \cos\theta) + m$

$h = m.z / 2 . (1 – \cos 90/z) + m,$ mm .....[1]

$s = Dt.\sin 90/z$

$s = m.z.\sin 90/z,$ mm.....[2]

Dt = Bölüm dairesi çapı, mm

s = Bölüm dairesi üzerinde diş genişliği, mm

h1 = Diş genişliği kiriş yayı yüksekliği, mm

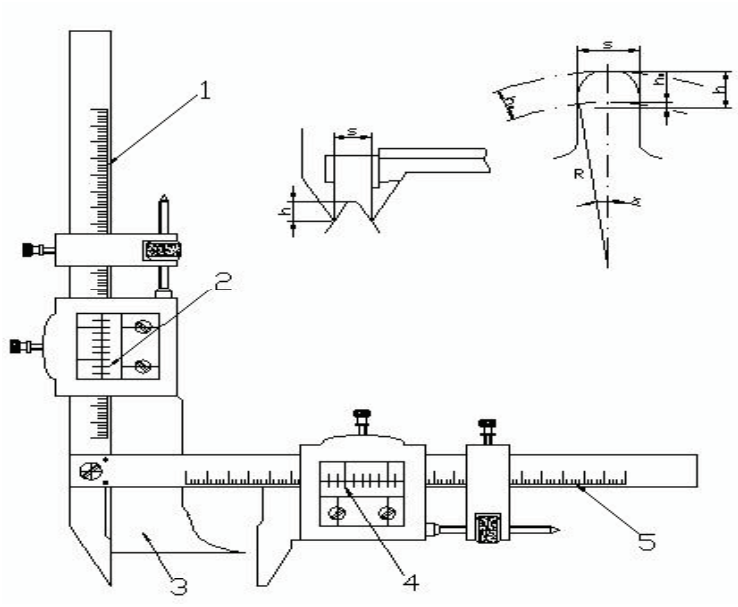
h2 = Diş üstü yüksekliği, mm

h = Diş genişliği kirişinden diş üstü teğeti arasındaki yüksekliği, mm

z = Diş sayısı

m = Modül, mm

R = Bölüm dairesi yarıçapı, mm



: Modül kumpası

Örnek: Diş sayısı 30 olan bir düz dişlinin modülü 5 mm'dir. Bu dişlinin diş genişliği ve yüksekliği aşağıdaki şekilde bulunur.

[1] nolu formülden $h = m.z/2 (1 – \cos 90/z) + m$ yerine yazılır.

$h = 5.30/2 (1 – \cos 90/30) + 5$

$h = 5,10$ mm bulunur.

[2] nolu formülden $s = m.z.\sin 90/z$ yerine yazılır.

$s = 5.30.\sin 90/30$

$s = 7,85$ mm bulunur.

Bu uygulama, adımı ve kavrama açısı aynı olan dişlilerde yapılmaktadır. Modül kumpasları ölçme kapasitelerine göre iki gruba ayrılır;

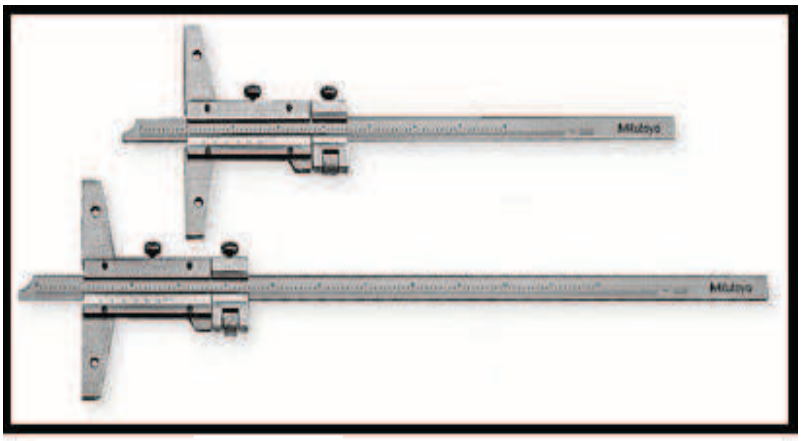
1 modülden 18 modüle kadar olan kumpaslar,
5 modülden 36 modüle kadar olan kumpaslar.

Modül kumpaslarının ölçme hassasiyetleri 1/50 (0,02) mm 'dir. Ancak, bu kumpasların ölçü çeneleri kısa zamanda aşınır ve sağlıklı ölçü okunamaz. Bu nedenle, modül kumpaslarındaki hatası teorik olarak ± 0,05 mm arasında değişmektedir.

Derinlik Kumpasları

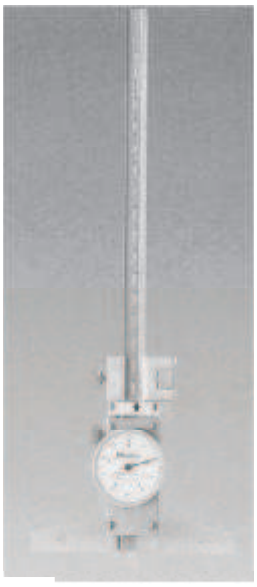
Bu tip kumpaslarla kademeli kanal, delik vb parçaların derinlikleri ölçülür. Ayrıca, düzgün boyutsal uzunluk, genişlik ve yüksekliklerde ölçülür veya kontrol edilir. Bu kumpaslarla ölçme veya kontrol işlemi yapılırken esas bölüntü cetveli hareketli, verniye bölüntülü sürgü ise sabittir. Ancak, bu işlem sabit bir kural değildir ve cetvel sabit sürgü köprüsü hareketli olarak da ölçme veya kontrol işlemi yapılır.

Derinlik kumpaslarının okuma hassasiyeti metrik sisteme göre 1/10, 1/20 ve 1/50 mm veya parmak sisteme göre 1/64, 1/128 ve 1/1000 dir.

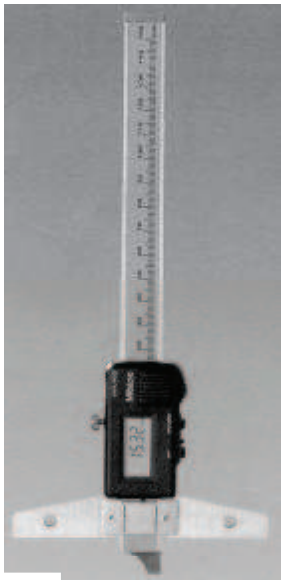


Derinlik kumpası

Derinlik kumpasları verniye bölüntülü yapıldıkları gibi saatli ve dijital olarak ta yapılırlar.



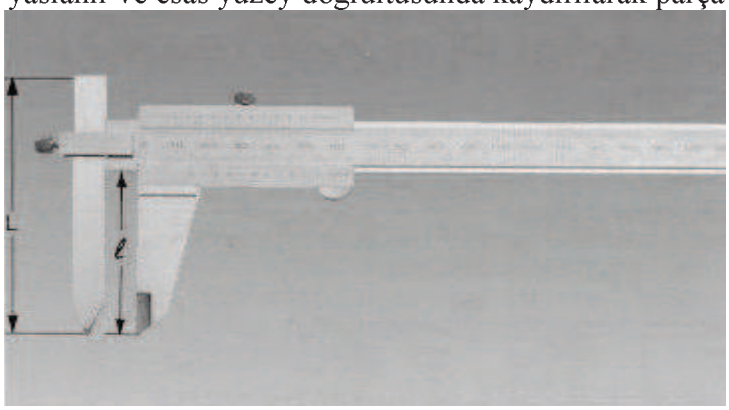
Saatli derinlik kumpaı



:Dijital Derinlik kumpası

Çizecek Uçlu Kumpaslar

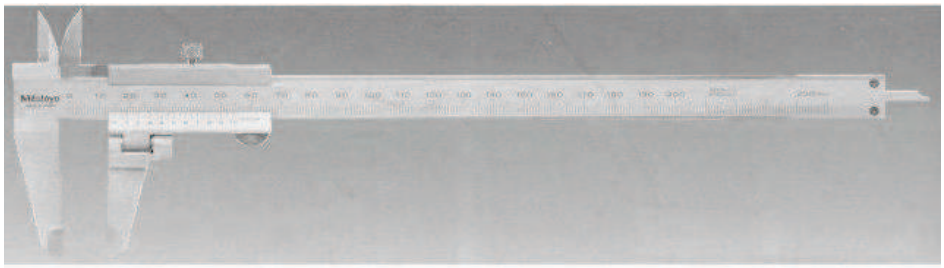
Genel olarak markalama işlemlerinde kullanılır. Bu kumpaslarda cetvelin ucuna bir çizecek tespit edilir cetvel çubuk şeklinde olup üzerinde verniye bölüntülü sürgü hareket etmektedir. Kumpas, istenilen ölçüye ayarlandıktan sonra sürgünün dayama yüzeyi parçanın esas yüzeyine yaslanır ve esas yüzey doğrultusunda kaydırılarak parça üzerine ölçü aktarılır.



Çizecek Uçlu Kumpaslar

Mafsal Çeneli Kumpaslar

Mafsal çeneli kumpaslarda, sürgü üzerindeki çene mafsal bağlantılıdır. Mafsallı çene, ekseni etrafında 180° dönebilmektedir. Kumpas bu açı içersindeki değişik konumlu iç ve dış çap ölçme, ölçü aktarma veya benzeri ölçme ve kontrol işlemlerinde kullanılır. Bu kumpasların ölçü okuma hassasiyeti 0,1 – 0,05 mm arasında değişmektedir.



: Mafsal Çeneli Kumpaslar

Çekme Paylı Kumpaslar

Model yapımında kullanılan kumpaslar, malzemenin çekme payına göre özel olarak yapılmıştır. Çekme payı cetvel bölüntülerine ilave edilerek yapılan bu tip kumpaslara çekme paylı kumpaslar denir. Bu kumpasların cetvel ve verniye bölüntüleri prensip olarak normal kumpaslardaki bölüntü esasının aynıdır. Ancak bu bölüntüler, her ölçü için yüzde olarak belirlenen çekme miktarının normal ölçüye ilave edilmesiyle yapılmıştır. Örneğin % 2 çekme paylı bir kumpasın cetvel bölüntüsünde 102 mm'lik mesafe 100 eşit parçaya bölünmüştür. Buda model yapımcılarının ölçme işlemlerini kolaylaştırmaktadır.

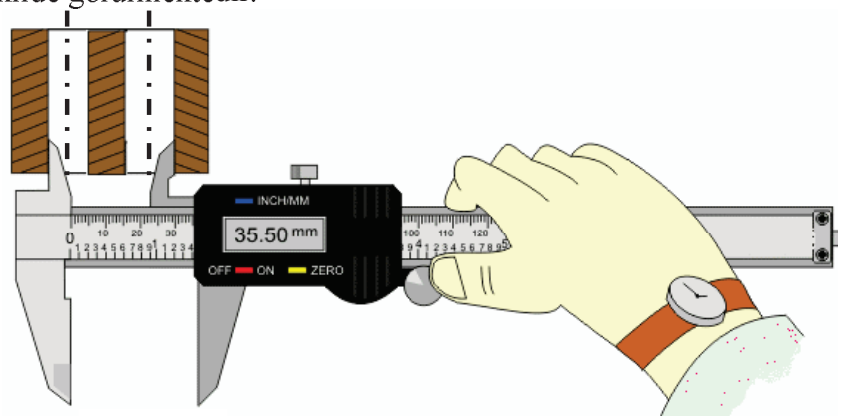
Genellikle bu kumpaslarda %1, %1,5, %1,2 ve %2 mm çekme paylı milimetrik bölüntüler bulunur ve bir kumpasın cetvel bölüntüsünden en az iki değişik çekme payı değerini okumak mümkündür.

Üniversal Başlı Kumpaslar

Üniversal başlı kumpaslarda, sürgü üzerindeki çene sabit, cetvel ucundaki çene ise 360 dönebilir şekilde yapılmıştır. Bu tip kumpaslar bu özelliğinden dolayı, 360 içerisinde ve değişik konumdaki iç ve dış çap ölçme işlemlerinde kullanılır. Bu kumpasların ölçü okuma hassasiyeti 0,1 – 0,02 mm arasında değişmektedir.

Merkezler Arası (Eksenler Arası) Kumpaslar

Bu kumpasın cetveli üzerinde hareket edebilen iki çenesi vardır ve delik eksenleri arasındaki mesafe doğrudan okunur. Ölçü okuma hassasiyetleri 0,1 – 0,02 mm arasında değişmektedir. Aşağıdaki şekilde görülmektedir.

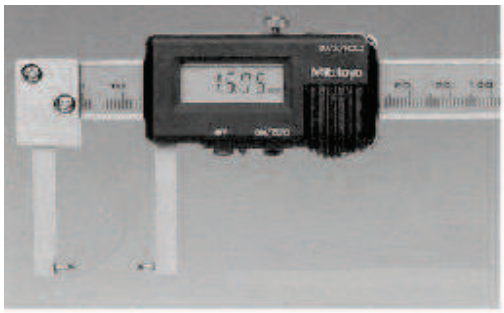


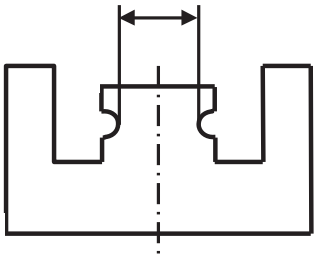
: Delikler arası (Eksenler arası) Kumpas

Pergel Uçlu Kumpaslar

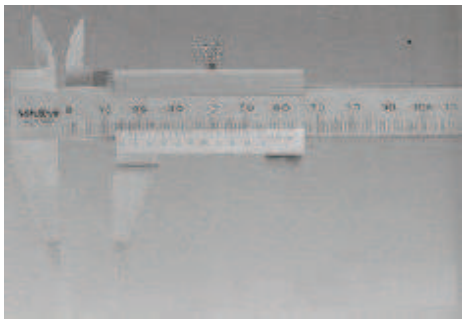
Genellikle çember çizme, ölçü aktarma, eşit aralıklı bölme ve benzeri işlemlerde kullanılır. Bu kumpasların ölçü okuma hassasiyetleri 0,1 – 0,05 mm arsındadır.

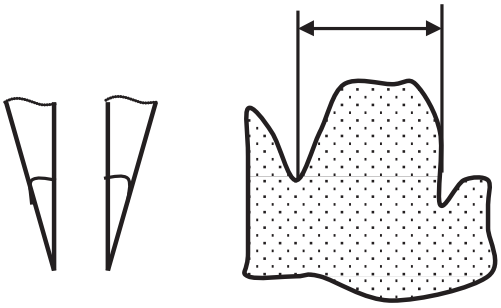
Özel amaçlı Kumpas Çeşitleri



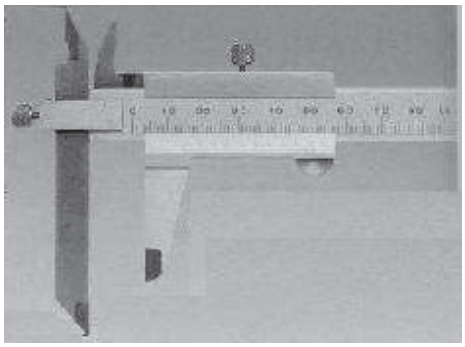


Delik içerisindeki faturalı kısımları ölçmede kullanılan kumpas modeli

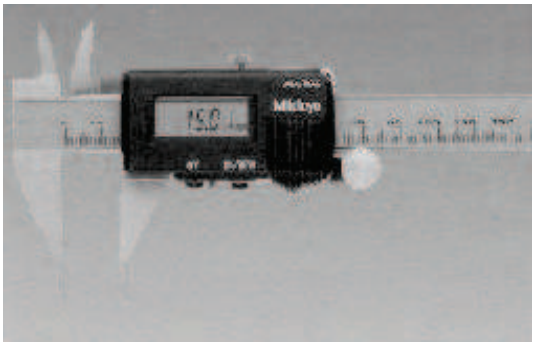


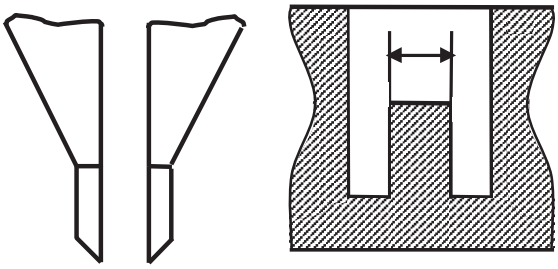


Kanal yüzeyinden oluk içi ölçüm yapan sivri uçlu kumpas modeli

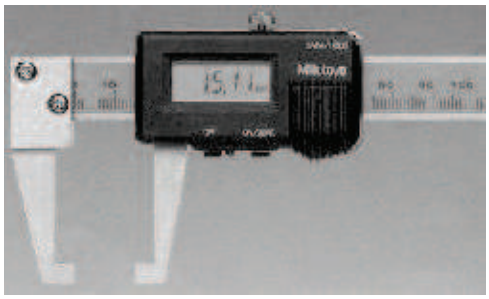


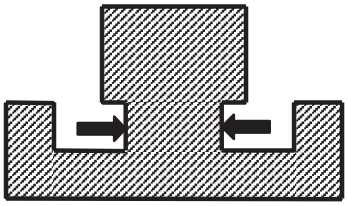
Ayarlanabilir çeneli kumpas modeli



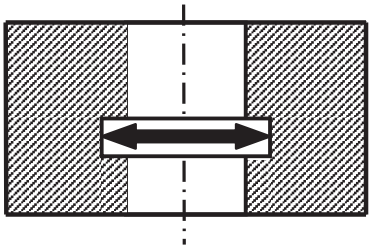


Fatura içindeki çıkıntıları ölçmede kullanılan kumpas modeli

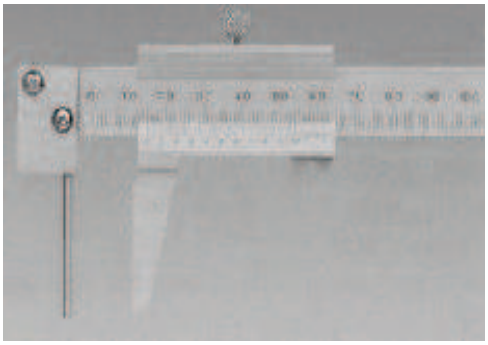


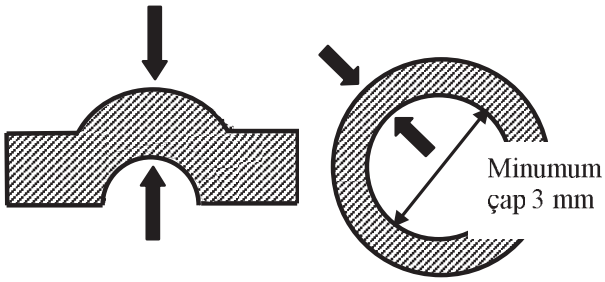


: İç açı çeneli kumpas modeli

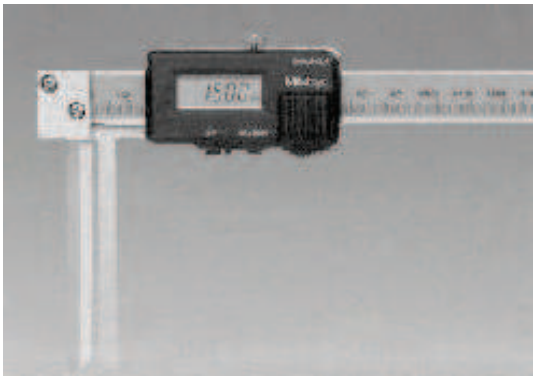


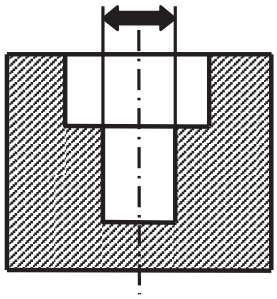
Şekil 2.34: Dış açı çeneli kumpas modeli





Şekil 2.35: İçi boş silindirik parçaların et kalınlıklarının ölçülmesinde kullanılan kumpas modeli





İç ölçümlerde kullanılan uzun çeneli kumpas modeli

Kumpaslarda Konstrüksiyonel Üretim Esasları

Düzgünlük için $L_3 = \frac{L_2}{L_3}$ ölçülerinin kontrol edilmesi gereklidir.

Ölçme kolları: Bunların uzunluğunun en büyük değeri olarak alınır. Burada ;
l_3 = Ölçme kolu uzunluğu,
l_2 = Ölçme alanı,
Ölçme kolu uzunluğu 300 mm'den daha büyük alınmaz.
Ölçme kolları, ölçme yüzeyleri birbirine paralel ve ana taksimatı içeren kol sevk yüzeylerine dik olmalıdır.
Ölçme yüzeyleri düz imal edildiği gibi, ölçme kolları uç kısımları dış ölçüler için keskin ağızlı ve iç ölçüler içinden keskin ağızlı veya yuvarlatılmış formda yapılır.

Sürgü kolu: Ana taksimat koludur. Bu kol sürgünün son taksimata ayarlanmasında yataklık görevi yapacak kadar uzun olmalıdır.
Sürgü: Sürgünün yataklanma boyu (l4) en az 3xb (b= sürgü genişliği) kadar olmalıdır. Ayrıca sürgüye ilave olarak hassas ayarlama ve derinlik ölçme tertibatlarını içerir.
Taksimatlar: Ana taksimatlarda en küçük aralık 1mm'dir. Gerek sürgü kolunda ve sürgüdeki taksimatlar düz eşit genişlikte, keskin kenarlı ve sevk yüzeylerine dik olmalıdır.
Verniyelerin müsaade edilen boyları:
1/10 'luk verniye için 9 veya 19 mm
1/20 'lik verniye için 19 veya 39 mm'dir.
Gerek ana taksimat, gerekse verniye taksimatlarında çizgi kalınlıkları 200 µm yi aşmamalıdır.
Ölçme yüzeylerinde sertlik: Ölçme kolları ağızlarında ve derinlik ölçme dili ucunda (ölçme için kullanılacak ölçme yüzeylerinde) sertlik HV = (650 75) kp/mm^2 olmalıdır.

Kumpaslarda Müsaade Edilebilen Farklılıklar

Gösterge için (okunacak ölçme boyu) müsaade edilecek fark ± (50 + 0,1. l1) µm formülünden hesap edilerek **Tablo** 2.1 'de belirtilmiştir. Ana ve verniye çizgi kalınlıklarındaki farklar 40 µm'dir. Ölçme yüzeylerinin düzleminde müsaade edilen fark 100 mm ölçme kolu boyunda 10 µm olabilir. Ölçme yüzeylerinin paralelliğinde 100 mm ölçme kolu boyunda 20 µm olabilir. Ölçme kolları uçlarında iç ölçmeler için yapılmış yuvarlatmalarda toplam genişlikte müsaade edilen fark öngörülen "a" değerinden +30 µm olabilir.

Kumpaslarda boyutlarına göre müsaade edilen farklılıklar

Ölçme boyu (l1) mm	Müsaade edilen fark ±µm
0	50
100	60
200	70
300	80
400	90
500	100
600	110
700	120
800	130
900	140
1000	150
1100	160
1200	170
1300	180
1400	190
1500	200
1600	210
1700	220
1800	230
1900	240
2000	250

Kumpaslarda Kalibrasyon Kontrolü

Ölçme kolları: Kumpasta gösterge hataları, ölçü kolları ağızları arasına ölçü lokmaları konmak suretiyle saptanır. Ancak bu değer, ölçü kolları, ölçme yüzeyleri, düzlemsizlik ve paralellik hatalarını da içerir. Ölçme, ölçme kolu boyunda üç farklı yerde tekrarlanır. Sürgü hareketinde imkân nispetinde daima eşit ölçme kuvveti sağlanmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca ölçme alanı içersinde dağılmış farklı ölçülerle muayeneler yapılmalıdır. (Ancak bu farklı ölçüleri ve verniyenin farklı çizgilerinin saptanmasında kullanılabilir şekilde seçilmelidir.)

Dış ölçüler için olan keskin ağızlı ölçme ağızları açı lokmalar ile kontrol edilmelidir. İç ölçüler için olan keskin ağızlı ölçme ağızlı ölçme ağızları özel mastarla (halka delik mastar) kontrol edilmelidir. Ölçme ağızlarında iç ölçüler için yuvarlatılmış ağızlar toplam genişliği mastar veya mikrometre ile kontrol edilmelidir.

Ölçme yüzeyleri paralelliği: Ölçme yüzeylerinin paralelliği, ağızların belli bir aralıkta ayar edilmiş durumunda, ölçü lokmaları veya mastarlar ile kontrol edilir. Her iki ölçme yüzeyinin karşılıklı durumları, sıkıştırma vidasının (veya bağlama tertibatının) sıkılması ile değişmemelidir. Işık sızmasına göre ayarlanmış ölçme yüzeylerinin, sıkıştırma vidası veya bağlama tertibatları sıkılması ile ışık huzmesinin değişip değişmediği saptanarak, ölçme yüzeylerinin karşılıklı durumları üzerinde karar verilebilir.

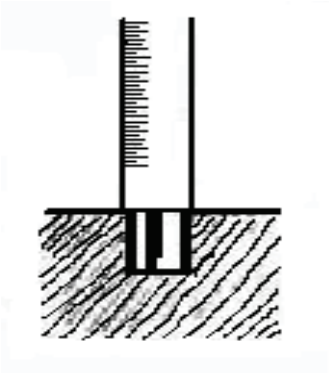
Ölçme yüzeyleri düzlüğü: Kıl cetvelleri, ölçü lokmaları ve ölçme malafaları ile kontrol edilir.
Ölçme kalınlıkları: Optik yolla saptanır.

Kumpaslarda Ölçme Yöntemleri

Genel olarak normal kumpaslarla iç çap dış çap kanal derinlik fatura gibi kısımları ölçmek mümkündür, bunlar şekillerle aşağıda gösterilmiştir. Ayrıca ölçme işlem yapılırken dikkat edilmesi gereken kurallar da aşağıda açıklanmıştır.

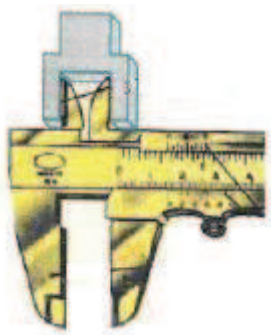
Şekil 2.37:

Kumpasın sabit ağzı sol el ile ölçülerek yüzeye bastırılır. Sürgü sağ el ile çekilir ve ayarlanır. Tespit vidası sıkıştırılır ve kumpas yavaşça çıkarılır.



Şekil 2.38:

Normal kumpasların derinlik ölçme çubukları ile parçalardaki muhtelif derinlikler ölçülebilir. Burada dikkat edilmesi gereken nokta kumpasın paçaya dik tutulmasıdır. Aksi takdirde ölçme hatalı yapılır.



Şekil 2.39:

Normal kumpasların iç ölçü çeneleri ile parçaların iç çapları, kanal genişliği, v.b. kısımları ölçülebilir. Burada önemli olan çenelerin ölçülecek yüzeye paralel olarak uygulanmasıdır.

Kumpaslarda Hatalı Ölçme

Ölçme alanı içinde olması gereken değerle kumpasta okunan değer arasındaki farktır; örneğin olması gereken ölçü 10 mm (sabit ölçek), okunan değer 9,9, hata 0,1 gibi. Bu farklar kumpasta her boyut için kontrol sonucu saptanabilir.
Bu toplam hata çizgi taksimat aralıkları, hareket yatakları, ölçme yüzeyleri hatalarından oluşur.
Kumpasla ölçmede oluşabilecek hatalar;

a) Kumpasın yanlış tutulması ile.
b) Yuvarlak parçaların ölçülmesinde kumpasın parçaya temas noktalarının yanlış alınmasıyla.
c) Ölçen kişinin, ölçü aletini yanlış tutması, parçayı yanlış tutması ve ölçüyü yanlış okuması gibi nedenlerden oluşan kişisel hatalar.
d) Ölçme yüzeylerinin paralel olmamasından.
e) Ölçülen parçanın yüzeylerinin temiz olamamasından.
f) Ana taksimat ve verniye taksimatlarının standartlara uygun olmamasından.
g) Işık etkilerinden.
h) Yatak boşluklarından.

MİKROMETRELER

Giriş

Dış, iç ve derinlik ölçmelerinde, vida, dişli çark gibi makine elemanlarının çeşitli ölçülerini saptamada ve özel işlere ait uzunlukların ölçülmesinde kullanılan vidalı ölçme ve kontrol araçlarıdır. Bu aletin diğer adı da mucidinin adı olan Palmer' dir. Mikrometreler imal edilen parçaların büyük bir hassasiyetle ölçülebilmesi amacıyla kullanılırlar. Bu ölçü aletleri, mekanik kumandalı vida somun sistemine göre çalıştıkları için, diğer çizgi bölüntülü ölçü aletlerine oranla ölçü okuma hassasiyetleri daha fazladır. Çünkü vida somun sistemine göre

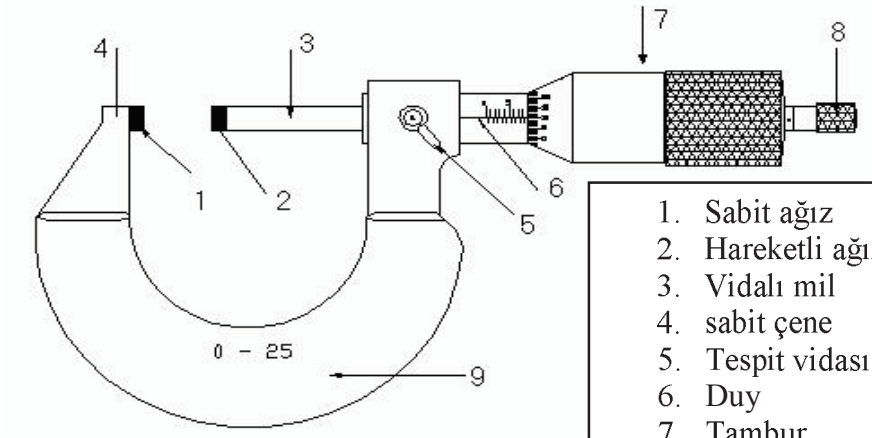
ilerleme hareketi yapan vidalı milin bir devirdeki ilerleme miktarı, vida adımına göre ayarlanabilir.

Bazı mikrometrelerin sapı gövdesiyle yekpare yapılmıştır bazı mikrometrelerde ise gövde ve sap kısmı ayrı olarak yapılmış ve sap gövdeye sıkı olarak takılmıştır. Ayrıca örs sökülüp takılacak şekilde örs çenesine tespit edilmiştir.

Mikrometrelerin Kısımları ve Çalışma Prensipleri

Mikrometreler aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi başlıca iki kısımdan meydana gelmiştir aletin gövde (9) kısmı yarım çember veya U şeklindedir. Gövde kısmına bağlı bir duy (6) kısmı bulunmaktadır. Duy üzerinde mm veya yarım mm olarak ölçmede kullanılan bölmeler vardır. Duy üzerine geçmiş bir tambur (7) duy üzerinde dönerek ilerler. Tambur 50 veya 100 eşit kısma bölünmüştür. Tambura bağlı bir vida duy içinde hareket ederek, ölçülecek cismi sıkıştırır.

Ölçme esnasında sabit ağız (1) hareketsiz olmasına rağmen, zaman zaman kalibrasyon için sıfıra ayar vidası yardımıyla bir miktar oynatılabilir. Bu vida sürtünme kuvvetiyle esas vidayı hareket ettirir. Ölçülecek parça ağızlar arasında sıkışınca, sürtünerek esas vida üzerinde kayar ve parçanın daha büyük bir kuvvetle sıkılmasını önler(8).



1. Sabit ağız
2. Hareketli ağız
3. Vidalı mil
4. sabit çene
5. Tespit vidası
6. Duy
7. Tambur
8. Cırcır (sürtünmeli hareket vidası)
9. Gövde

Şekil 2.40: Mikrometrenin kısımları

Mikrometrelerin ölçme alanları ve kapasiteleri

Mikrometrenin ölçebileceği en büyük ölçü ile en küçük ölçü arasındaki farka ölçme alanı denir. Bu alan milimetrik mikrometreler için 25 mm ‘dir.

Mikrometrelerin üzerinde ölçebileceği en küçük ve en büyük ölçüler yazılıdır. Bir mikrometrenin ölçebileceği en büyük ölçü, kendisinden sonra gelen mikrometrenin ölçebileceği en küçük ölçünün aynıdır.

Ölçme kapasiteleri aşağıda gösterilmiştir.

0 –25 mm
25 –50 mm
50 –75 mm
475 –500 mm

Mikrometrelerde Hassasiyet

Milimetrik ve inç bölüntülü olurlar. Metrik bölüntülü olanlar 0,01 ve 0,001 mm hassasiyetinde, inç bölüntülü olanlarsa 0,001″ hassasiyetinde üretilmektedir. Hassasiyet vidalı milin adımlarına bağlı olarak değişmektedir. Metrik bölüntülü mikrometrenin hareket vidaları 1 mm veya 0,5 mm adımlıdır vidaları 0,5 mm olan tamburları 50 eşit kısma 1 mm olanların ise 100 eşit kısma bölünmüştür. Her iki durumda da mikrometre 0,01 mm hassasiyetle okuma yapar. Pratikte en çok 0,5 mm adımlı olanlar kullanılır. Tambur tam bir devir yaptığında tamburun duy bölmelerine paralel ağzı duy üzerinde 0,5 mm yol alır. Milimetre ve yarım milimetreleri tamburun ağzı gösterir. Tambur 50 eşit kısma bölündüğünden her bir kısım 0,5 mm ‘nin 50 ‘de birini yani 0,01 mm yi gösterir. İnç hassasiyetindeki mikrometrelerde ise milin adımı 1/40″ tir.
Hassasiyet vidalı sistemlerde şu basit formülle ifade edilir;

$$h = \frac{P}{n}$$

h = hassasiyet

P = Vida adımı

n = tambur bölüntü savısı

Örnek: 0,025 mm hassasiyetinde, vida adımı 0,5 mm olan özel bir mikrometre yapılacaktır tambur bölüntü sayısını bulunuz.
Cevap :

$$h = \frac{P}{n} \quad \Rightarrow \quad \frac{25}{1000} = \frac{0,5}{n} \; ; \quad n = 20 \text{ tambur böl.}$$

Mikrometrelerin Sınıflandırılması

Mikrometreler kullanma yeri ve özelliklerine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır bunlar okuma sistemlerine ve kullanma yerlerine göre ikiye ayrılırlar.

Mikrometreler

Okuma sistemlerine göre

a - Verniyer bölüntülü
b - Ölçü saatli mikrometreler
c - Dijital mikrometreler

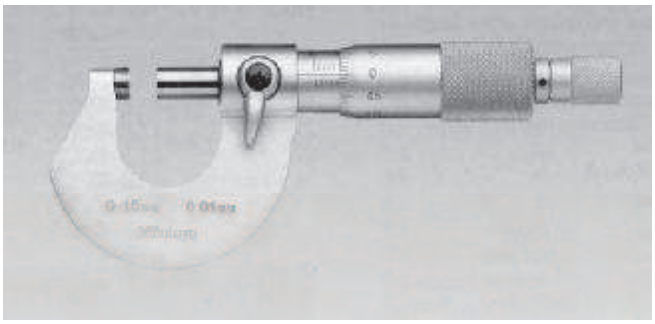
Kullanım yerlerine göre

a - Normal (İç çap,dış çap)
b - derinlik mikrometreleri
c - Modül mikrometreleri
d - Vida mikrometreleri
e - Özel mikrometreler
- Mikrometre başlığı
- Sehpalı mikrometreler

Okuma Sistemlerine Göre Mikrometreler

Verniye Bölüntülü Mikrometreler

Verniye bölüntülü mikrometreler metrik veya inç bölüntülü olurlar. Verniye bölüntülü mikrometrelerle iç çap, dış çap belli boyutlardaki kalınlık, genişlik ve uzunluklar, delik çapları vb. kısımlar ölçülebilmektedir. Bu tip mikrometrelerin okuma sistemleri tambur üzerine yazılmış rakamlarla belirtilir. Aşağıda verniye bölüntülü mikrometre şekli görülmektedir.



Verniye bölüntülü mikrometre

Metrik Verniye Bölüntülü Mikrometreler

Metrik bölüntülü mikrometrelerde vidalı mil ve somununa 0,5 mm adımlı vida açılmıştır. Böylece vidalı mil, somunu içerisinde bir devir yaptığı zaman 0,5 mm lik yol alır. Verniye bölüntülü tambur çevresinde 50 eşit parçaya bölünmüş ve (0) dan (50) ye kadar beşer beşer numaralandırılmıştır. Tamburun bir devrinde vidalı mil 0,5 mm ilerlediğine göre (0,5) veya vida adımı, tambur çevresindeki bölüntü sayısına bölündüğünde mikrometrenin okuma hassasiyeti bulunmuş olur.

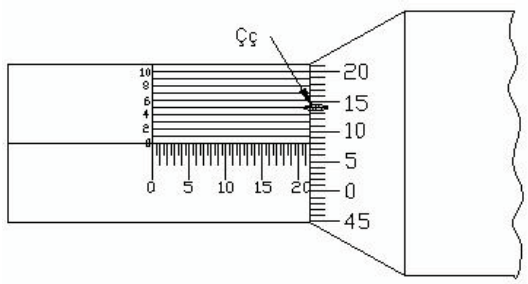
Örnek: 0,5 mm adımlı ve 50 verniye bölüntülü mikrometrenin okuma hassasiyeti

$$h = \frac{P}{n} \qquad h = \frac{05}{50} \; ; \quad c = 0{,}01 \text{ mm olarak bulunur.}$$

Kovan üzerine eksen doğrultusun
çizilmiştir. Böylece, birer ve yar
yüzdelik sayılarda tambur üzerir
mikrometre ile 0,001 mm ve 0,002 mm yı okumak mumkundur. Bu mikrometrelerin milimetrik bölüntülü kovanının çevresine eksenine paralel bir diğer bölüntü yapılmıştır. Bu da milimetrik bölüntülü kovanın verniye bölüntüsüdür. Bu işlem için tambur üzerindeki 9 çizgiyi karşılayan mesafe kovan üzerinde 5 veya 10 eşit parçaya bölünmüştür. Buda 0,01 mm nin 5 veya 10 eşit parçaya bölünmesi demektir.

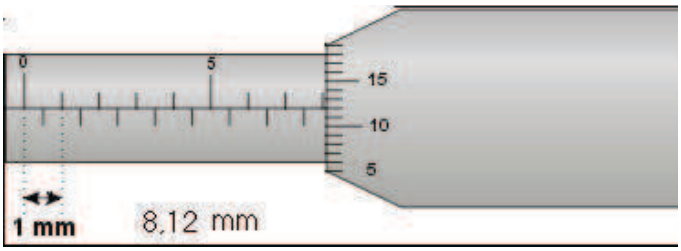
Örnek: Verniye bölüntülü, 0,001 mm hassasiyetindeki bir mikrometre ile 21,585 mm ölçüsünü gösteriniz.

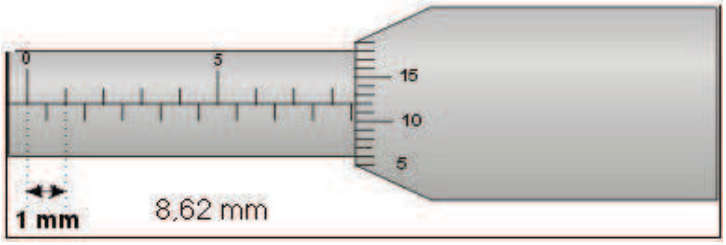
Cevap:

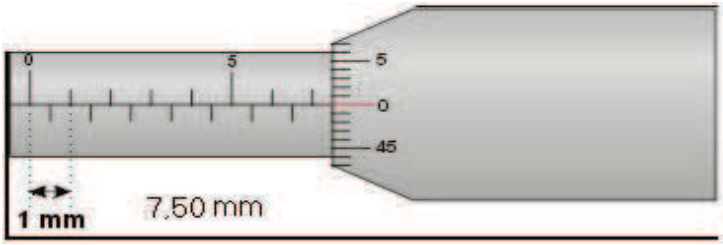


Bölüntü :	Ölçü:
Kovan	21,5 mm
Tambur	0,08 mm
Verniyer	0,005 mm
Toplam	21,585 mm

Mikrometreyle ilgili birkaç örnek







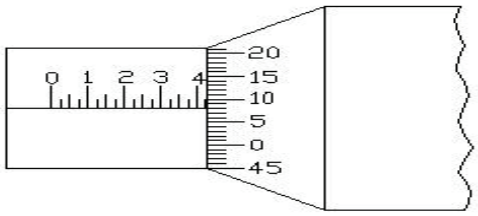
Mikrometreyle ilgili örnekler

Parmak (inç) Verniye Bölüntülü Mikrometreler

İnç bölüntülü mikrometrelerde, vidalı mil ve somuna parmakta 40 diş açılmıştır. Vidalı mil bir tam devir yaptığı zaman 1/40″ ileri veya geriye doğrusal hareket eder. Ayrıca verniye bölüntülü tambur çevresi de 25 eşit parçaya bölünmüştür. Böylece mikrometrenin okuma hassasiyeti;

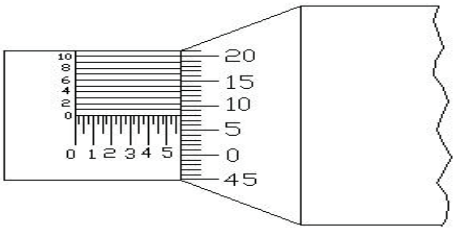
$$h = \frac{P}{n} = \frac{1/140''}{25} = 1/1000'' \quad bulunur$$

İnç bölüntülü mikrometre kovanı üzerine ekseni doğrultusunda 0,025” aralıklarda bölüntü yapılmış ve sıfırdan itibaren her dört çizgide bir numaralandırılmıştır. Sıfırdan itibaren dördüncü çizgi 0,025” x 4 = 0,1” sekizinci çizgi 0,025″ x 8 = 0,2″. ve kırkıncı çizgi 0,025″ x 40 = 1″ ölçüsünü göstermektedir. Böylece kovan üzerinden 0,025″ ve 0,1″ tambur üzerinden de 0,025/25 = 0,001″ ölçüleri okunur. **Şekil** 2.42’de 1/1000″ verniye bölüntüsü görülmektedir.



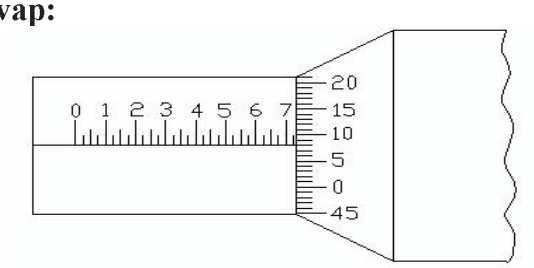
1/1000″ Hassasiyetindeki verniye bölüntülü mikrometre

Metrik bölüntülü mikrometrelerde olduğu gibi inç bölüntülü mikrometrenin kovanı üzerinde çevresel olarak tambur üzerindeki 9 çizgiyi karşılayan mesafe 10 eşit parçaya bölündüğünde, mikrometrenin okuma hassasiyeti 1/10000” olur.
1/1000″ : 10 = (1/1000″) x (1/10) = 1/10000″ dir. Aşağıdaki **Şekil** 2.44’de 1/10000″ gösterilmektedir.



: 1/10000” Hassasiyetindeki verniye bölüntülü mikrometre

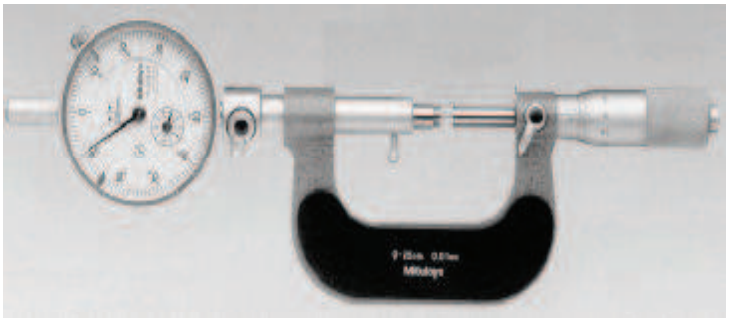
Örnek: 1/1000″ hassasiyetindeki bir mikrometre ile 0,733″ ölçüsünü gösteriniz.
Cevap:



Bölüntü :	Ölçü:
Kovan	0,700”
Kovan	0,025”
Tambur	0,008”
Toplam	0,733”

Ölçü Saatli Mikrometreler

Ölçü saatli mikrometreler, iç ve diş çap olmak üzere iki gruba ayrılır. Normal iç ve diş çap mikrometrelerine 0,001 mm veya 0,0001″ hassasiyetli ölçü saati yerleştirilmiştir. Milimetrik bölüntülü olanlarında yüzde okuma hassasiyeti, mikrometrenin verniye bölüntüsünden ve 0,001 mm okuma hassasiyeti de ölçü saatinden okunur. İnç bölüntülü olanlarında, 0,001″ okuma hassasiyeti mikrometrenin verniye bölüntüsünden ve 0,0001″ okuma hassasiyeti de ölçü saatinden okunur.



Ölçü saatli mikrometre

Dijital Mikrometreler

Hızlı teknolojik gelişme, mikrometre gibi küçük ölçü aletlerinin de elektronik sistemli olarak yapılmasını sağlar. **Şekil** 4.8 de, ölçme hassasiyeti 0,001 mm ve 0,0001″ (inç) olan dijital göstergeli bir dış çap mikrometresi görülmektedir. Dijital gösterge üzerinde görülen rakamlar likit kristalli elemanlardan oluşur ve beş hanelidir. Tambur, vidalı mil ve gösterge arasındaki bağıntı, pillerden gelen zayıf akımla çalışan kapsamlı entegre devresi (LSI) bulunan bir elektronik beyinle sağlanır.

Mikrometre üzerindeki bölüntülerle klasik metotla ölçme yapılabilir. Fakat dijital gösterge, klasik okuma anındaki zihinsel yorulmayı ve ölçme zaman kaybını tamamen ortadan kaldırmıştır. Ölçme hataları yapılmadığı için hassas ölçü almak mümkündür.

Mikrometre üzerinde elektronik sistemle ilgili olarak bir dijital gösterge ve dört adet elektrik butonu bulunmaktadır.

Dijital gösterge: Üzerinde beş haneli rakamlar yazdırılan bir ekrandır.

Açma - kapama butonu: (ON/OFF)- Aletin elektronik sistemini çalıştırmak ve durdurmak için kullanılır.

İnç-mm butonu: Ölçülen değerin milimetrik ve inç olarak ekranda gösterilmesini sağlar. Bazı mikrometrelerde yalnız inç veya mm ölçülebilir.

Sıfırlama butonu: ölçülen değerleri veya alarm göstergesi olan (88.888) rakamlarını sıfıra dönüştürür.

Bekletme butonu: Bir ölçü alındıktan sonra bu butona birinci defa basılınca, ekran üzerindeki okunan ölçü değeri sabitleşir. Mikrometre açılsa veya kapansa dahi ilk okunan bu değer ekranda aynen kalır. Butona tekrar basıldığında, ilk okunan değer kaybolur ve onun yerinen mikrometrenin sıfır noktasından itibaren son ölçme noktasına kadar olan ölçme değeri ekranda görünür. Bu buton, kademeli parçaların ölçülmesinde veya alınan ilk ölçü değerini, mikrometre iş parçasından dışarı aldıktan sonra okumak için kullanılır.

Şekil4.8'deki mikrometrenin ölçme sahası (0-25) mm'dir. Kovan üzerindeki bölüntüler birer milimetreyi gösterir. Tambur üzerinde 50 bölüntü vardır. Vidalı milin adımı vida adımı 0,5 mm dir. Cırcır, (6-9) N luk bir ölçme baskı kuvveti sağlar.

Dijital mikrometre

Mikrometre ölçü milinin iş parçasına temas ettirilmesi bakımından klasik mikrometre ile elektronik dijital mikrometre arasında bir fark yoktur. Önce mikrometre ölçme işlemi için hazırlanır. Bunun için, örs ve ölçü milinin alın yüzeyleri güderi, yumuşak bez veya kâğıt mendille temizlenir. (ON) butonu çalıştırılır. Cırcır döndürülerek ölçü miliyle örs temas ettirilir ve ölçme baskısı sağlanır. Bu durumda cırcıra 3 veya 4 tam devir yaptırılır. Sıfırlama butonuna basılarak sıfır (0) durumu kontrol edilir. Eğer gösterge üzerindeki sıfır ile tambur üzerindeki sıfırlar tutmuyorsa, mikrometrenin tambur üzerindeki sıfırlaması bildiğimiz usulde ayarlanır.

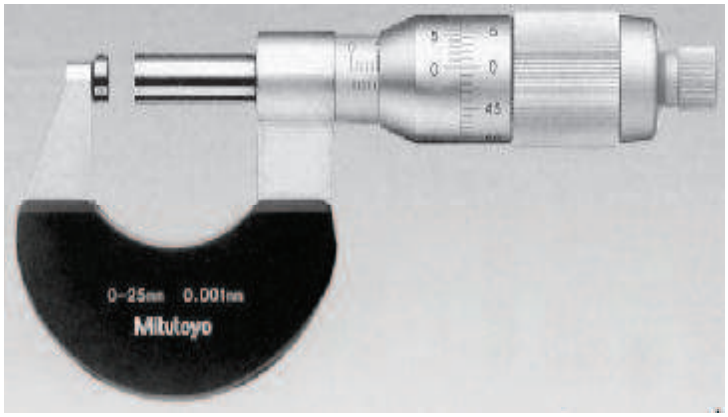
Mikrometre hazırlandıktan sonra cırcır ile ölçme baskısı sabit tutularak iş parçası ölçülür. Dijital gösterge üzerindeki değerler okunur.

Mikrometreyi kullanırken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir;
1. Mikrometre darbelerden korunmalı,
2. Mikrometre su, yağ ve sprey içinde kullanılmamalı,
3. Mikrometre uzun zaman kullanılmayacaksa, pilleri çıkartılmalı,
4. Temizleme amacıyla tiner ve benzin gibi uçucu çözücüler kullanılmamalı,
5. İyi bir ölçme için iş parçasının ısısı ile mikrometrenin ısısı arasında fark olmamalıdır. Ani ısı değişimi ve yüksek ısı mikrometreye zarar verir,
6. Mikrometrenin günlük kullanımı bitince ölçü mili ve örs temizlenmeli ve ölçü mili açık konumda tutulmalı,
7. Pillerin (AM–5 Alkalin- Manganez pil) ömrü yaklaşık 500 çalışma saatidir. Pillerin ömrü bitince ekranda (88.888) alarm işareti görünür. Görüntü kararır veya rakamlar iyi hareket etmez. Bu durumda pilleri değiştirmek gerekir.

Kullanım Yerlerine Göre Mikrometreler

Dış Çap Mikrometresi

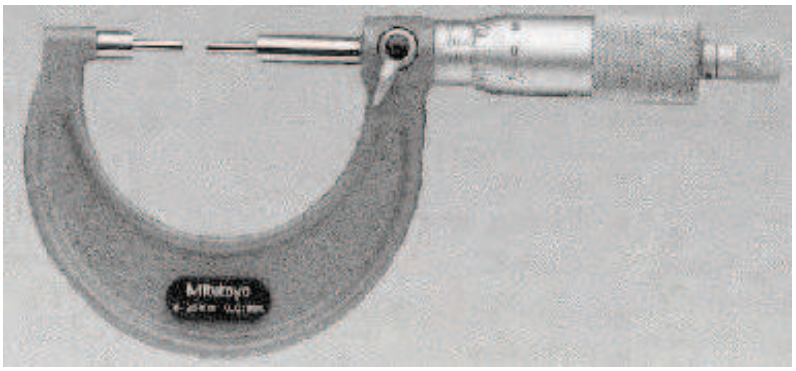
Dış çap mikrometreleri 0,01, 0,002 ve0,001 mm ölçü tamlığı istenilen diş çapların parça genişliklerinin ölçülmesinde ve ölçü aktarma ve kontrolünde kullanılır. Dış çap mikrometreleri, ölçme kapasitelerine göre sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırma 300 mm çapa kadar 25' er mm 300 mm den sonra 100' er mm büyüyerek mikrometreler yapılmıştır ve her mikrometrenin üzerine ölçme kapasitesi yazılmıştır.



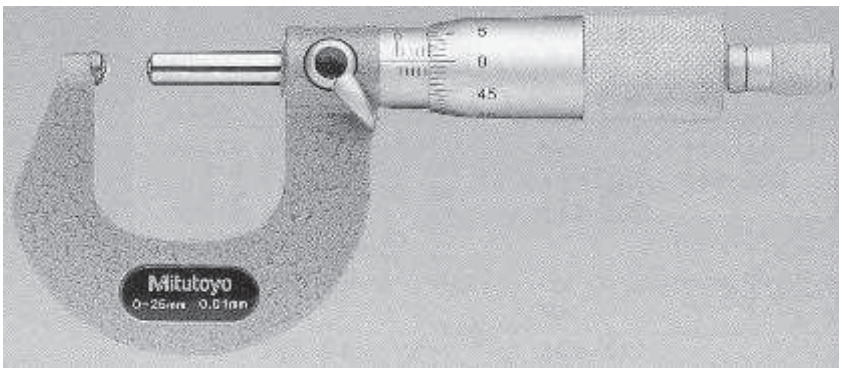
Dış çap mikrometresi

Dış çap mikrometreleri dış çap ve kalınlıkların ölçülmesinde veya kontrol edilmesinde kanal derinliklerinin, boru et kalınlıklarının, saç levha kalınlıklarının vb. ölçü kontrollerinde kullanılır Kanal derinliklerinin kendinden kamalı millerin çapları ve kama kanalı açılmış millerde kama kanalı derinliğinin ölçülmesinde veya kontrol edilmesinde kademeli mikrometreler kullanılır (**Şekil** 2.48)

Borular veya içi boş silindirik parçaların kalınlıklarının düz örslü mikrometrelerde doğru olarak ölçülmesi mümkün değildir. Bu gibi yerlerde boru et kalınlığı mikrometreleri kullanılır. (**Şekil** 2.49). Kademeli mikrometre ve boru et kalınlığı mikrometresi aşağıda görülmektedir.



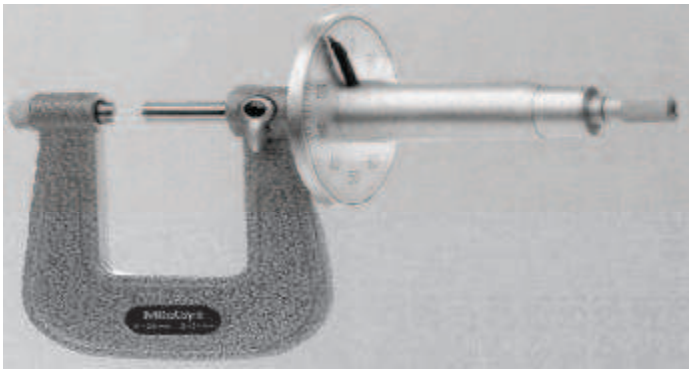
Kademeli mikrometre



: Boru mikrometresi

Disk Tamburlu Mikrometreler

Saç malzeme kalınlıklarının ölçülmesinde veya kontrol edilmesinde disk tamburlu mikrometreler kullanılır. Çünkü saç levhanın ölçülmesi veya kontrol edilmesi ancak düşey konumlu okuma hassasiyeti olan mikrometrelerde mümkündür aksi halde ölçü tamlığı sağlanamaz. (**Şekil** 2.50)

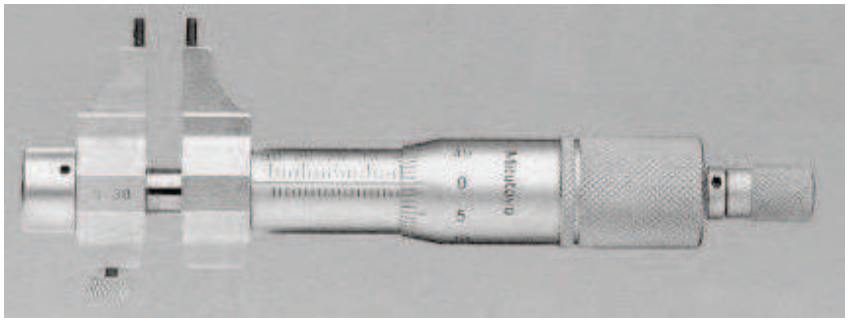


Disk tamburlu mikrometre

Tablo 2.2 Dış çap mikrometrelerinin kapasiteleri			
Sıra no	Ölçme kapasitesi (mm)	Müsaade edilen hata (μm)	Ölçme yüzeylerinde müsaade edilen paralellik sapma (μm)
1	0-25	4	2
2	25-50	4	2,5
3	50-75	4	2,5
4	75-100	4	3
5	100-125	4	3
6	125-150	5	4
7	150-175	5	4
8	175 - 200	5	4
9	200 - 225	6	6
10	300-400	8	8
11	400 - 500	8	10

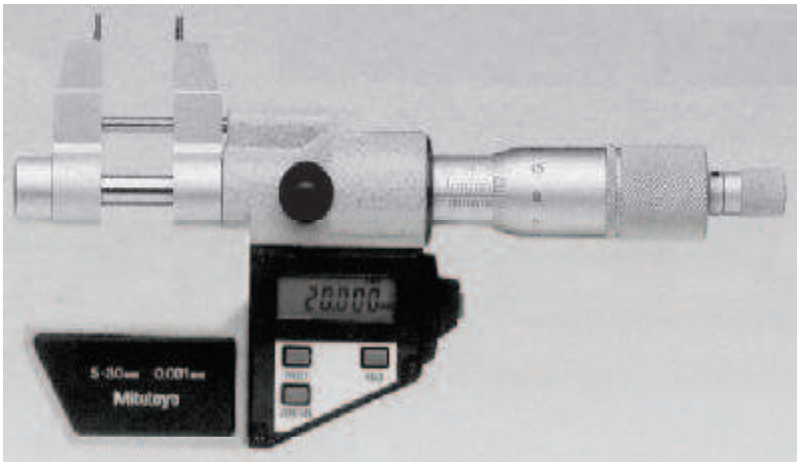
İç Çap Mikrometreleri

İç çapların ve kanal derinliklerinin ölçülmesinde veya kontrol edilmesinde kullanılır. Ayrıca iç çap mikrometreleriyle ölçü aktarma işlemi de yapılmaktadır. İç çap mikrometreleri, kullanma yeri ve özelliklerine göre değişik biçim ve boyutlarda yapılmışlardır. Küçük delik çaplarının (5 – 25 mm) ölçülmesinde kumpas tipi iç çap mikrometreleri kullanılır. Bu tip mikrometrelerin okuma hassasiyetleri 0,01 mm dir.
25 mm den büyük delik çapları için uzatma çubuklu delik mikrometreleri kullanılır. Bu tip mikrometrelerin kapasiteleri çubuk boyuma bağlı olarak değişir. Bu tip saplı iç çap mikrometrelerinin ölçme kapasiteleri 25 mm den başlamak üzere (25 – 50) , (50 – 75)_ve (225 – 250)mm arasında değişmektedir.



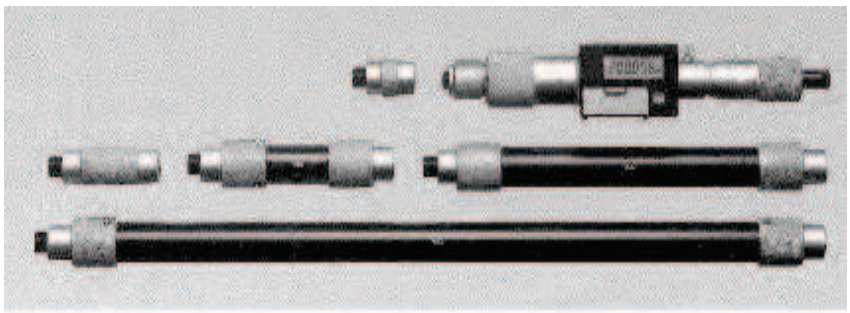
İç çap mikrometresi

Kumpas Tipi Mikrometre



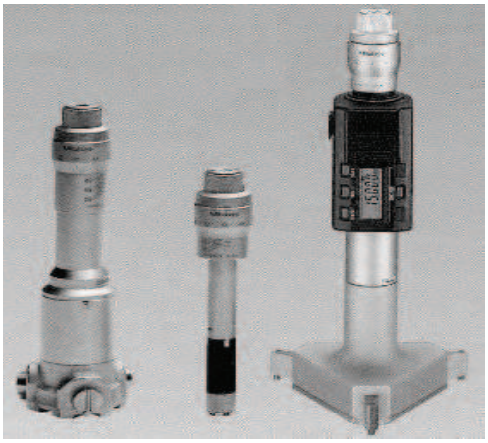
Kumpas tipi iç çap mikrometresi

Daha büyük delik çapları ve kanal genişliklerinin ölçülmesinde veya kontrol edilmesinde aralarında 50'şer ve 100'er mm uzunluk farkı bulunan uzatma çubuklu tüp biçimindeki delik mikrometreleri kullanılır. Bu mikrometre başlığının ölçme hatası artı eksi 0,003 mm dir. Ancak bu hata, ölçü aleti ve parçanın sıcaklığı operatörün bilgi beceri ve ölçü aletini kullanma konumuna göre değişir.



: Uzatma çubuklu iç çap mikrometresi

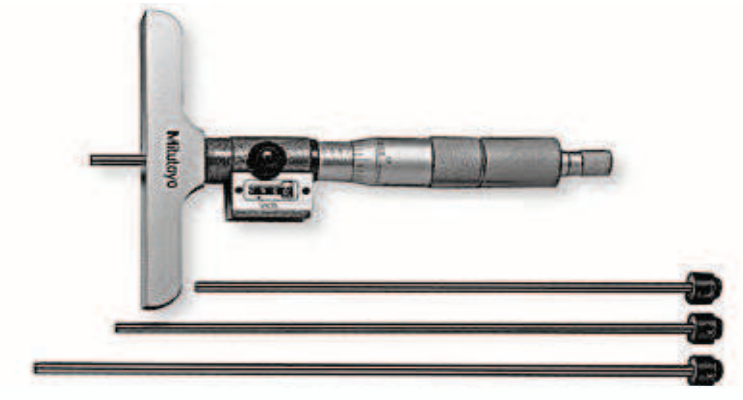
Genellikle iç çapı 11 mm den 100 mm 'ye veya 0,5" den 4" e kadar olan deliklerin ölçülmesinde veya kontrol edilmesinde üç ayaklı mikrometreler kullanılır. Üçayaklı mikrometrenin ölçü okuma hassasiyeti 0,005 mm dir. Ölçü mili adımı 0,5 mm olup mikrometre tamburu 100 eşit parçaya bölünmüş ve böylece mikrometre hassasiyeti 0,005 mm olarak (0,5 : 100 = 0,005) bulunmuş olur.



Üç ayaklı iç çap mikrometresi

Derinlik Mikrometresi

Derinlik mikrometreleri genellikle kanal ve delik derinlikleriyle kademe yüksekliklerinin ölçülmesinde veya kontrol edilmesinde kullanılır. Derinlik mikrometreleri 3 ana parçadan oluşmaktadır. Bu ana parçalar (1) verniye bölüntülü tambur, (2) milimetrik bölüntülü kovanı bulunan köprü ve (3) değişebilen ölçü milidir.
Derinlik mikrometrelerinin ölçme kapasiteleri (0 – 25) , (25 – 50) , (50 – 75) , (75 – 100) mm dir. Mikrometrelerin topla ölçü okuma hassasiyeti 0,01 mm dir.
Derinlik mikrometrelerinde ölçü mili verniye bölüntülü tambur içerisine sökülüp takılabilir şekilde monte edilmiştir. Ölçme veya kontrolü yapılacak delik, kanal veya kademe derinliklerine göre ölçü milleri değişir veya blok mastarlar kullanılır.

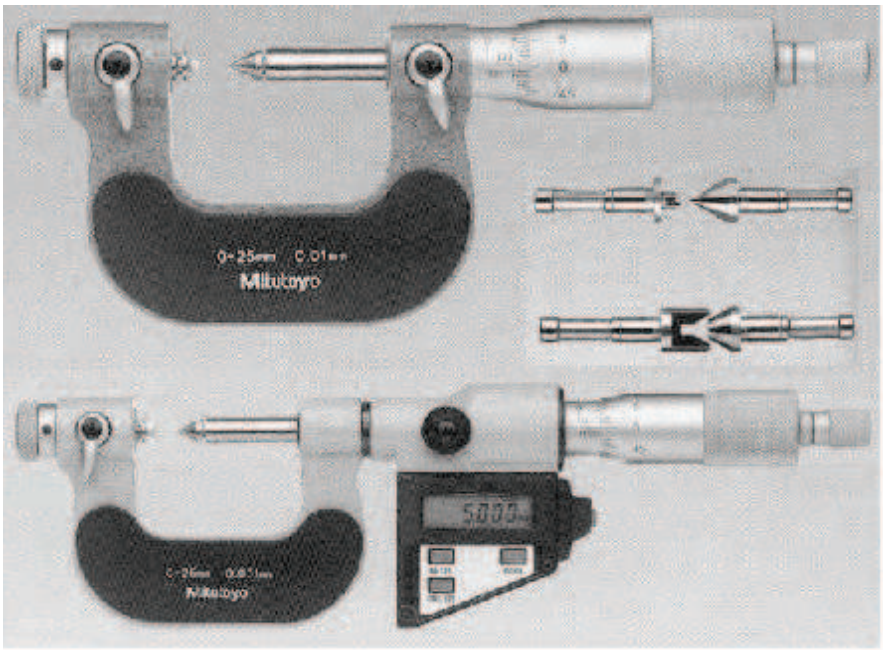


: Derinlik mikrometresi

Vida Mikrometreleri

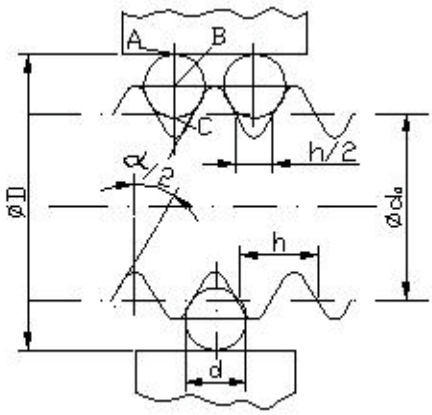
Vida mikrometreleri çevresine helisel kanal açılmış miller üzerindeki vida bölüm dairesi çapını, vida diş dibi çapını, diş derinliğini ölçmede kullanılan ölçü ve kontrol aletidir. Diş profiline göre değişebilen örs çapları yuvasına tatlı sıkı geçecek şekilde 0,01 –0,06 mm düşük yapılır. Vidalı mil ucuna takılan örsün mil ucuna giren kısmı hafifçe konikleştirilmiştir. Ölçümü yapılacak vida profiline ve adımına uygun olarak seçilen örsler, vidalı mil ucuna ve sabit çeneye takılır. Daha sonra vida mastarına göre mikrometre ayarlanır bundan sonra kontrolü yapılacak vidanın diş dibi veya bölüm dairesi çapı ölçülür.

Metrik sistemli vida mikrometrelerinde kullanılacak örs takımı adımı 0,4 mm den 6 mm ye kadar 60° lik açıda yapılmıştır. İnch sistemli mikrometrelerde kullanılacak örs takımı 55° lik açıda ve parmaktaki diş sayısı 28 den 3 e kadar olan vidalara göre yapılmışlardır metrikler için 8 takım inç ler için 6 takım örs vardır. Vida mikrometrelerinin okuma hassasiyeti 0,01 mm veya 1/1000” dir ve toplam okuma hatası 0,1 – 0,2 mm arsında değişmektedir.



Vida mikrometresi

Vida bölüm dairesi çapı ölçülerinin daha hassas olarak kontrol edilebilmesi için üç tel metodu olarak bilinen değiştirilebilen telli örsler kullanılır. Örslerden birine vida adımına göre iki tel, karşılık örs takımına tek tel takılmıştır bu örs takımları vida adımına göre seçilir ve mikrometrenin örs çenelerine takılır. Bu örsler takıldıkları yuva içerisinde salgısız ve boşluksuz olarak dönerler. Üç tel metoduyla yapılan ölçme ve kontrol işleminde vida adımı helis açısı ve tel çapına göre hazırlanmış cetvellerden yararlanılır. Ölçme işlemi yapıldıktan sonra okunan ölçüye göre vidanın bölüm dairesi çapı doğrudan çizelgeden okunur. Bunun için düzenlenmiş çizelgeler yoksa tel çapına göre vida bölüm dairesi çapı aşağıdaki formülle bulunur.



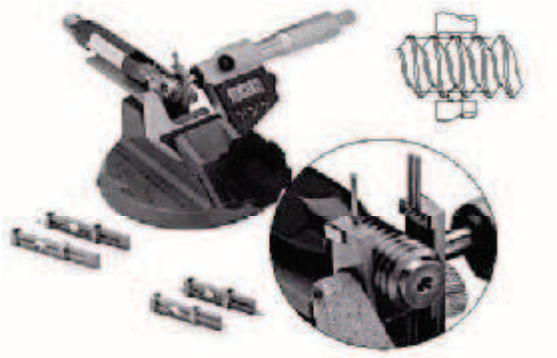
d = tel çapı, mm

h = vida adımı , mm

d_0 = vida bölüm dairesi çapı , mm

α = vida açısı (°)

Vida bölüm dairesi çapı



İç tel vida mikrometresi

Modül Mikrometresi

Modül mikrometreleri dişli çark bölüm dairesi üzerinde bulunan belirli sayıdaki dişlilere ait teğet uzunluğunu ölçerek, dişlerin adımının kontrol edilmesinde kullanılır.
Birbirine paralel olan iki diş yanakları arasında kalan diş sayısı yaklaşık z' = Z/9 formülü ile bulunur. Kavrama açısı 20° olan standart düz dişlilerdeki temel dairesi üzerinde hesaplanarak bulunan teğet uzunluğu (ı), ölçülerek elde edilen teğet uzunluğuna eşitse dişlinin adımı hatasızdır. Eğer artı veya eksi yönde fark varsa, dişlinin adımı hatalıdır.

$l = m\,[1{,}47606\,(2z'-1) + 0{,}01401,z]$, mm....

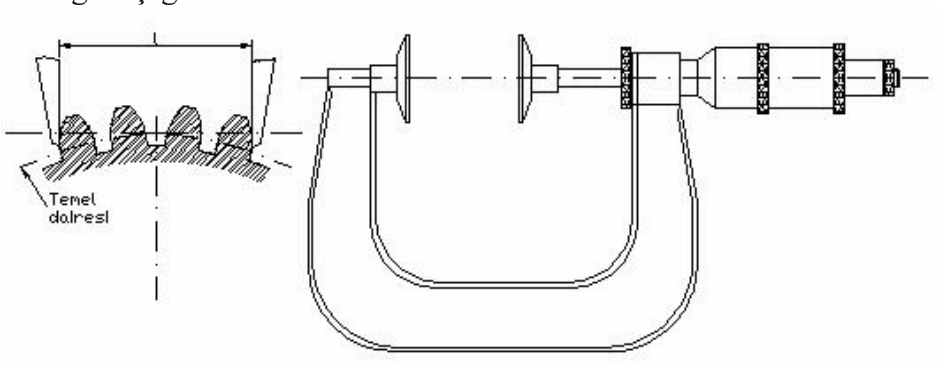
l = temel dairesi teğet uzunluğu, mm

m = modül, mm

Z = dişli çark diş sayısı z' = temel dairesi teğet uzunluğuna esas diş sayısı

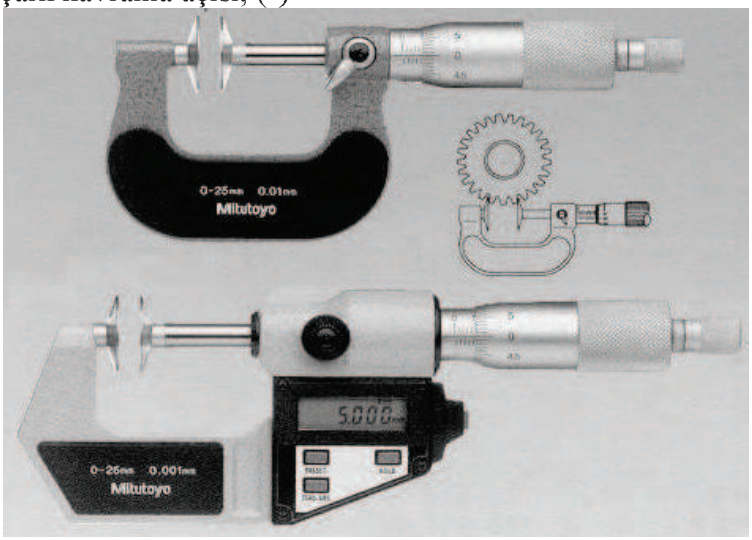
Modül mikrometreleri ayrıca bilinmeyen dişli çark modülünün belirlenmesinde kullanılır. Bunun için önce temel dairesi üzerindeki (z') sayıda belirlenen dişlere ait teğet uzunluğu,

sonra (z'-1) sayıdaki dişlere ait teğet uzunluğu ölçülür. İki teğet uzunluğu farkı dişli adımı (t0) alınır ve bu değer aşağıdaki formülle bulunur.



Modül mikrometresi

to = l – l1 , mm.....
m = t0 / π . cosα (mm)
t0 = dişlinin temel dairesi adımı, mm
z' = Temel dairesi teğet uzunluğu üzerindeki ölçülen diş sayısı
l = (z') sayıdaki dişlere ait uzunluğu , mm
l1 = (z'- 1) sayıdaki dişlere ait teğet uzunluğu , mm
α = dişli çark kavrama açısı, (°)



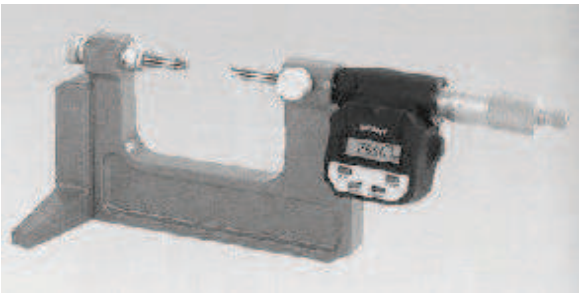
Disk örslü modül mikrometresi

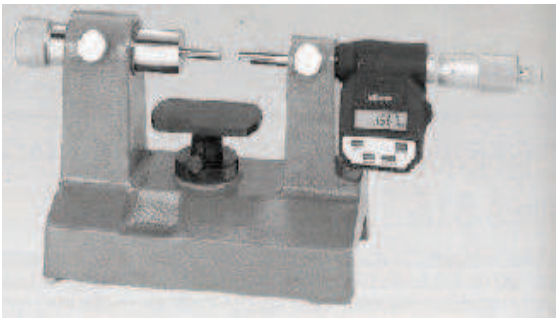
Özel Mikrometreler

Özel mikrometreler belirli amaçlar için kullanılması gereken ölçü veya kontrol araçlarıdır. Bunların ölçü okuma hassasiyeti 0,01 – 0,001 mm arasında değişmektedir. En çok kullanılan özel mikrometrelerden bazıları;

Sehpalı Mikrometre

Genellikle sık sık taşınmayan ölçü aletlerindendir. Mikrometre gövdesi sehpalı olarak yapılmış ve masa veya tahta üzerine monte edilmiştir. Ölçü tamlığı 0,002 mm dir çap, genişlik ve kalınlık ölçüsü veya kontrolünde kullanılır.





: Sehpalı mikrometre

Mastar Mikrometresi

Bu tip mikrometreler genellikle ayarlanabilen mastarlar olarak kullanılmaktadır. Ölçü hassasiyeti 0,01 mm olan iki adet mikrometre başlığı gövde üzerine monte edilmiştir. Çapı, genişliği veya kalınlığı ölçülecek parçanın alt ve üst ölçü sınırlarına göre mikrometreler ayarlanır. Üstteki mikrometre en büyük ölçüye alttaki mikrometrede en küçük ölçüye ayarlanır ve tespit kolları yardımıyla mikrometreler sabitleştirilir.

Mastar mikrometresi

Mikrometre Başlığı

Bu mikrometrelerin gövdesi yoktur. Ölçü mili (vidalı mil) , milimetrik bölüntülü kovan ve verniyer bölüntülü tambur olmak üzere üç ana parçası vardır. Genellikle hassas ayarlanabilen dayama olarak takım tezgâhlarındaki çalışan elemanların ayarında kullanılır. Örneğin torna tezgahı sportları, alet bileme tezgahı hareketli tablaları ve benzeri yerlerdeki ölçü tamlığı istenen hareket sınırlamalarında ölçü aleti olarak kullanılır.

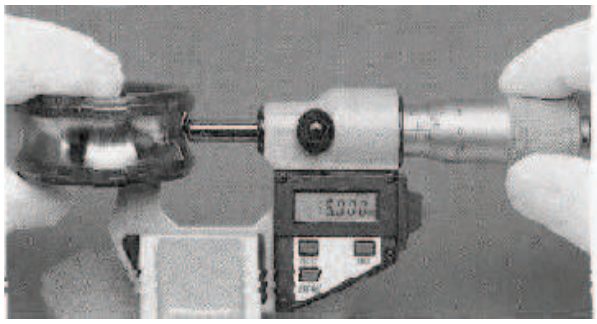
Mikrometre başlığı

Üniversal Yükseklik Mikrometreleri

Genellikle yükseklik ölçme ölçü aktarma ve standart ölçü aletlerinin ayarlanmasında kullanılır. Düşey bir gövde üzerinde milimetrik cetvel bölüntüsü ve standart blok mastarı bulunan aletin tepesinde numaratörlü ve 0,002 mm hassas verniye bölüntülü bir mikrometre vardır.
Gövde üzerindeki cetvel 5 mm ve 10 mm eşit aralıklarla bölüntülendirilmiş ve her 10 mm de bir numaralandırılmıştır. Ayrıca cetvel bölüntülü gövde içerisine kalınlığı 10 mm olan bir blok mastarı yerleştirilmiştir. Böylece, 10,20,.....200 mm ve daha yukarı ölçüleri aletin gövdesi üzerindeki cetvel bölüntüsünden , 0 la 10 mm arası ve yüzde ölçüleri aletin numaratöründen ve 0,002 mm de verniye bölüntülü mikrometreden okunur.

Boru Mikrometreleri

Ölçülecek iş parçasının şekline göre mikrometre seçilir. **Şekil** 2.64'de görüldüğü gibi çeneler arasına alınarak ölçme gerçekleştirilir.



Boru mikrometresi ile ölçme yöntemi

Mikrometrelerde Müsaade Edilen Ölçü Farklılıkları

Mikrometrelerde müsaade edilen toplam hata aşağıdaki formülden hesaplanır ve yuvarlatılır.
Birinci kalite mikrometrelerde bu değer

$$f1 = (4+ L/100)\ \mu m$$

İkinci kalite mikrometrelerde

$$f2 = (10+ L / 50)\ \mu m \text{ olabilir.}$$

Burada L taksimatlardan mm olarak okunan değerdir.

Mikrometreler Hakkında Özel Bilgiler

Ölçme mili: Genellikle sertleştirilmiş, taşlanmış ve parlatılmıştır. Dolayısı ile teknik yönden, tamlık bakımından yüzey kabalıkları yok edilmiştir. Vida profili hatasızdır. Yani karşı somun kovanı ile tam olarak uyarlık sağlar ve uzun zaman aralığı için gerekli ömrü ve ölçme hassasiyetini korur. Hatve genellikle metriklerde 0,5 mm ve inç ölçülerde 1 inçte 40 ağıza göre yapılır. Genellikle iki veya üç kalite olarak imal edilirler.

Somun kovanı: Ömür ve ölçme hassasiyetini uzatmak için uygun bronz malzemelerinden seçilir.

Ölçme yüzeyleri: Taşlanmış ve leblenmiştir, bu nedenle örs ve hareket mili ölçme yüzeyleri birbirine paralel açısal olarak tam ve ağırlık eksenleri birbiri üzerinde bulunur (çakışır), yüzeylerin bu durumda ömrünü artırmak için sertleştirmeden ayrı olarak ya yüzeyler krome edilir veya sert metalden yapılır.

Taksimatlar: Genellikle kontrast ve tam görünebilir çizgi rakamlı olmalıdır. Gerek ana taksimat ve gerekse tamburdaki taksimatlar mat halde dağlanır, ancak bu suretle ışık yansıması kısmen yok olur, okumada kolaylık sağlanır göz yorulması önemli ölçüde önlenir. Aynı nedenlerden bazı mikrometrelerde ana ve tambur taksimatlarının tamamı krome edilir.

Hassas Ayar İçin Friksiyon Tertibatı: Bunun için genellikle spiral yay sistemi kullanılır ve ölçme esnasında friksiyon miline eşit bir basınç mümkün olur. Geri dönme de yay aynı şekilde herhangi bir zorluk çıkartmaz, bunların tespit vidaları konstrüksiyonlara göre değişik şekilde olur. Ölçme basıncının ayarı pek tabii belli bir ölçüde ölçü yapan şahsa bağlıdır (tertibat için cırcır vidası adı da kullanılır).

Tespit Tertibatı: Ölçülen değerde herhangi bir ayar bozulmasına engel olmak için birçok mikrometrelerde, öngörülen bir sıkıştırma tertibatıdır. Genellikle bunlar eksantrik bir mil ve bunu hareket ettiren koldan veya bir tırtıl somunundan ibarettir. Kol hareketi ile eksantrik mil ölçme milini bloke eder ve herhangi bir ayar kaçıklığına engel olur. Yeniden yapılacak ölçmelerde blokaj mutlak suretle ortadan kaldırılmalıdır.

Ayarlama: Genellikle mikrometrelerin örs kısma ve ölçme yüzeyleri arasındaki paralellik ve düzlük değişmez halde olmalıdır. Çabuk sıfıra ayar önemli bir özelliktir. Boşluk ve Ölü Noktalar: Milin, içinde hareket ettiği vidalı kovan üç yarıklıdır, ucundaki konik bir somunla belli bir ölçüde ayarlama yapılabilir. Çalışma sonucu vidalarda meydana gelecek aşınmalarla doğan boşluklar, bu konik somunun özel anahtarlarla sıkıştırılması sureti ile yok edilir.

Mikrometre İle Ölçmede Dikkat Edilecek Hususlar

Norm Sıcaklığı: ISO'ya göre +20° (68F°) dır. Cihazların doğrulukları, tamlıkları bu sıcaklıkta ancak geçerlidir.

Ölçme sıcaklığı: Ölçme sırasında gerek mikrometrenin gerekse ölçülen parçanın sıcaklıklarının birbirine eşit ve normal şartlar altında 20°C de olması gerekir. Dökme demir ve çeliklerde vb. de uzama katsayısından dolayı bu durum çok önemlidir. (farklı boylar oluşacağından)

Okuma Kademesi: Metrik mikrometrelerde genellikle vida hatveleri 0,5 mm ve tambur taksimatı da 50 dir. Buna göre tamburdaki iki çizgi arası açıklığı 0,01 mm dir. İnç ölçülü mikrometrelerde genellikle 1 inç'te 40 ağız vardır ve tambur kısmı 25 taksimatlıdır, buna göre tamburun iki çizgisi arasındaki okunabilecek boy 0,001 inç'tir.

Mikrometrelerle tolerans ölçülmesi: Seri ve kitle imalatında birçok hallerde sınır mastarlarının kullanılması ekonomik bir durum yaratmaz. Bundan dolayı tolerans göstergeli mikrometreler kullanılır.

Ölçme Tamlığı: Mikrometrelerle ölçmelerde tamlık, genellikle aşağıdaki özelliğe bağlıdır.

a) Mikrometrenin garanti edilen tamlık değeri
b) Mikrometre, kutusunun içerindeki kontrol ölçekleri tamlığı,
c) Ölçme sıcaklığı,
d) Ölçme basıncı,
e) Okuma hataları,
f) Aşınma.

Mikrometrelerde genellikle ısı etkilerini yok etmek için plastik tutucular kullanılır.

Mikrometrik Tertibatı: Tambur 50 veya 100 kısma bölünmüştür. 1000'le bölünmüş tamburda ana taksimatın 1/100'ü doğrudan doğruya okunur. (burada 0,5 mm (½) taksimat söz konusu değildir). Genellikle endüstride 0,5 (1/2) mm hatveli ölçme mili ve 50 taksimatlı tamburlu mikrometreler kullanılır. Bu halde tambur çapı 14 mm olduğuna göre, tambur üzerindeki çizgi taksimatları arası (14 x 3,14) / 50 = 0,88mm dir.

Tamburda 100 taksimat olduğunda çizgi 0.44 mm'dir. Bu çizgi aralıkları çok az olduğundan iyi bir okuma tamlığı sağlanması için ancak tambur artırılması gereklidir.

Mikrometrelerin Sıfır Ayarı

Zamanla hassasiyetleri bozulan mikrometrelerin sıfır ayarları yapılmalıdır. 0 – 25 mm ölçme kapasiteli olan mikrometreler kapatılarak, sıfırı gösterecek şekilde ayarlandıktan sonra sıfır ayar vidası hareket ettirilerek sabit ağzın hareketli ağız ile tatlı bir şekilde teması sağlanır 0 – 25 mm'lik mikrometrelerin dışındaki mikrometrelerde ağızlar birbiri ile temas etmemesi nedeniyle kutularının içinde bulunan özel mastarlara göre ayarlanır. Önce tamburla vidalı milin ilişkisi kesilir. Mastar ölçme çeneleri arasına konur ve tambur sıfırlanarak sabitleştirilir. Sonra cırcırla sıkılarak tekrar sıfırlama kontrolü yapılır. Vidalı milde boşluk varsa, konik somun sıkılarak giderilir.

Mikrometrelerde Hatalı Ölçme Nedenleri

1. Temiz işlenmemiş, çapaklı parçalardan,
2. Şahsi hatalardan, ölçme yapanların dikkatsizliği, yetersizliği ve mikrometreye de uyarlık durumundan
3. Farklı ölçme basıncından,
4. Parça ölçü aletlerindeki sıcaklık farkından,
   a) Ortam sıcaklığı
   b) Parça sıcaklığı
   c) mikrometrenin elde ısınması (askıda, izolatör, tutma yeri bulunmaması halinde)
5. Parça ölçü ekseni, ölçme yüzeyleri, ölçü eksenlerinde tam çıkışmaması hallerinde meydana gelir.
6. Birde mikrometrenin kendisinden dolayı kaynaklanan ölçmede oluşan hatalar vardır bunlar ise
7. Vida adımının hatalı oluşu.
   — Ölçme yüzeylerinin düzlemsel olmayışı.
   — Ölçme yüzeylerinin paralel olmayışı.
   — İş parçasının ve ölçme yüzeylerinin kirli, yağlı oluşu
   — Ölçme kuvvetinin etkisi (Yaklaşık 2 N olmalı)
   — Ölçme aracı ve iş parçasının 20 °C sıcaklıkta olmaması
   — Okuma hatası (Bölüntülere yanlış açıdan bakma, yanlış okuma)
   — Ölçmede baskı hatalarından kurtulmak için ibreli mikrometreler yapılmıştır.

PASAMETRE (TOLERANS MİKROMETRESİ)

Pasametre, diğer adıyla tolerans mikrometresi olarak piyasada bulunabilirler. Adından da anlaşılacağı gibi sabit ve seri olarak ölçülen bir ölçüyü ölçme işine yarar.

Endüstriyel kullanım alanları

1. Pasametreler, imal edilen parçaların büyük bir hassasiyetle ölçülebilmesi amacıyla kullanılır.
2. Seri parça yapımına uygun olduğundan har alanda kullanılabilir
3. İnşaat sektöründa binanın digger kolonları ve kirişleri, beton içindeki demirin ne kadar ve ne aralıklarla oldugunu gösteren pasametreler kullanılır

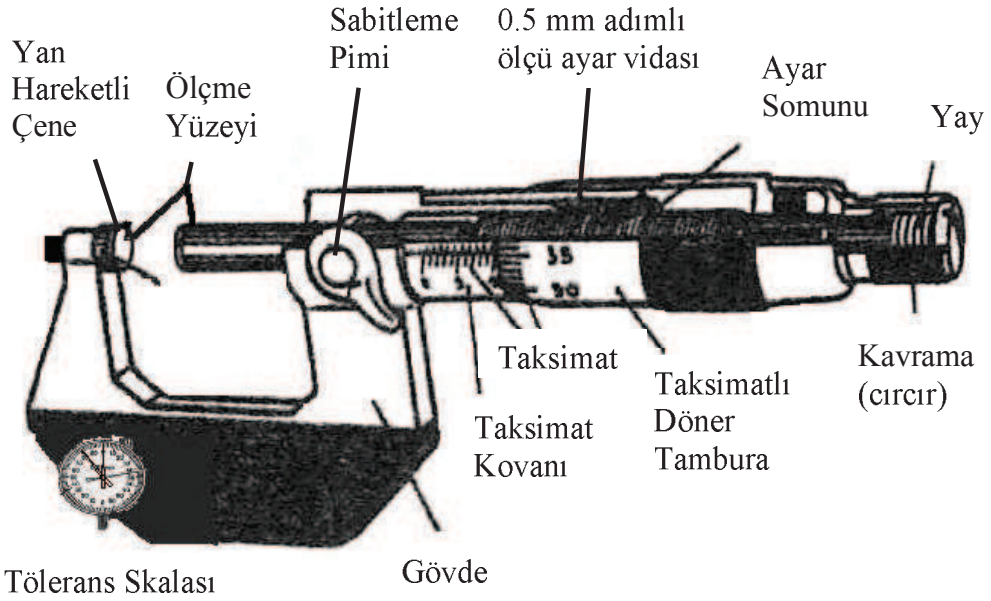
Genel olarak üç kısımda incelersek;

a. Mikrometre Kısmı: 1 mm veya 0,5 mm adımı olan bir vida üzerinde hareket eden ve üzeri 25 veya 50 bölüntüye ayrılmış tambur adı verilen bir yüzük yardımıyla ölçme yapılır.

b. Tolerans Skalası: Tolerans skalası adından da anlaşılacağı gibi toleransları belli bir ölçme yapmamızı sağlar. Üç ucu vardır iki tanesi tolerans değerlerinin max. ve min. noktalarını belirlemeye yarar üçüncüsü ise mikro metre kısmına bağlıdır.

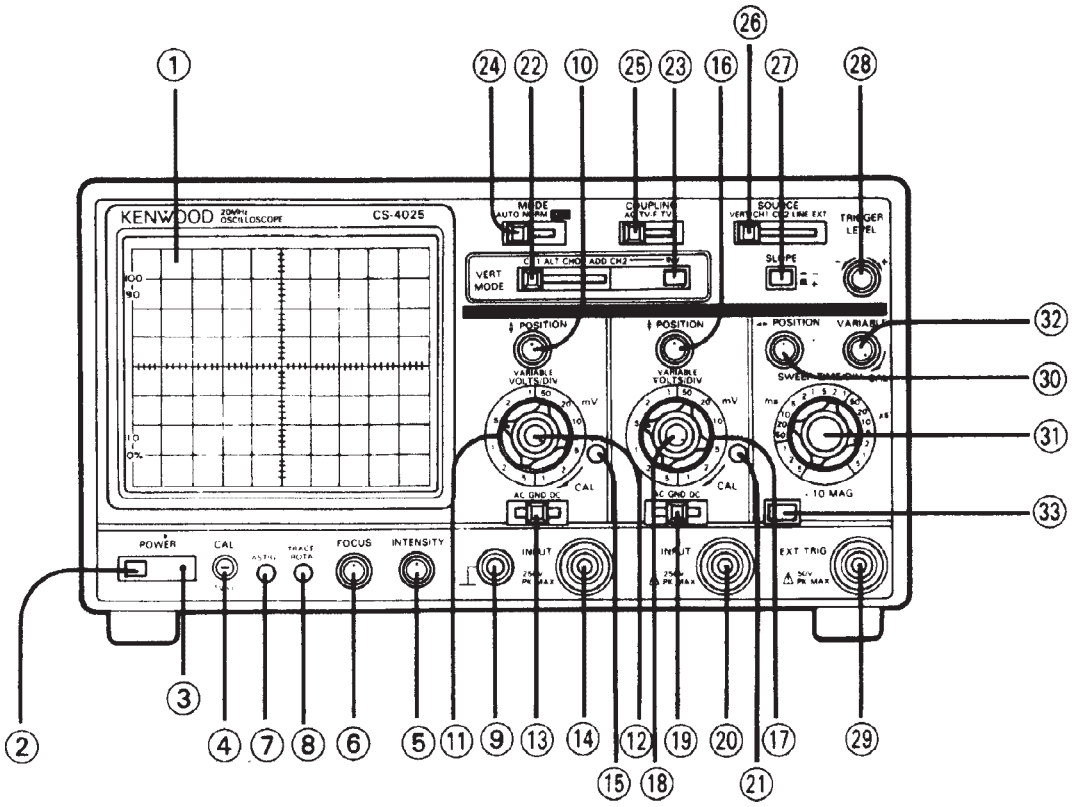
c. Yarı Oynar Çene: Seri ölçüm yapıldığından mikrometre kısmında ölçü ayarlanıp sabitleme kısmında ölçü sabitlenir. Biz yeni bir ölçü yapacağımız zaman mikrometre kısmını oynatmak yerine diğer çene yani yarı oynar çeneyi bir miktar geri çekerek ölçüyü bozmadan bu kısım yeni ölçüm yapabilmemize olanak verir.

Genel olarak çalışmasını anlatacak olursak şu örnekle açıklayalım; araçlarının motorları için silindir gömleği üretilen bölümde kalite kontrol kısmında yürüyen bantta yeni üretilmiş ve bütün işlemleri tamamlanmış silindir gömleklerinin dış çap kontrolü yapılacak mikro metre kısmından ölçü girildi 70 mm ve sabitlendi tolerans skalasından da max. ve min. çap değerleri girildi ve 70,005–69,995 pasametre bir standa sabitlenmiş vaziyette iken silindir gömleği alınır. Yarı oynar çene geri getirilir gömlek çeneler arasına düzgün bir şekilde yerleştirilip tolerans skalasına bakılır eğer mikrometre kısmına bağlı ibre tolerans miktarları içinde ise yeni ölçme işine geçilir. Eğer ibre max. veya min. ölçülerinin dışında ise o silindir gömleği diğerlerinde başka bir yere ayrılır.



Şekil 1.65: Pasametrenin şematik resmi

OSİLASKOP KULLANIM KLAVUZU



Şekil-1.1 CS4025 MODEL KENWOOD Marka Osilaskop'un Ön Panel Görüntüsü

1. FONKSİYON TUŞLARI VE İŞLEVLERİ

Bu Bölümde; KENWOOD Marka CS4025 Model Çift Işınlı Osilaskop'un özelliklerini ve kullanımını inceleyeceğiz. Şekil-1.1'de Bu osilaskop'un Ön paneli Görülmektedir. Ön Panel dikkate alınarak osilaskop'un fonksiyon tuşları ve elemanları numaralandırılmıştır. Bunların işlevleri aşağıda sırayla anlatılmıştır.

1. KATOD IŞINLI TÜP (CATHODE RAY TUBE=CRT):

Osilaskop'un görüntü ekranıdır. Enine ve boyuna olmak üzere 1cm'lik aralıklarla ölçümlendirilmiştir. Ölçmelerde okuma hatası vermeyecek şekilde ölçümlendirilen ekranın, aynı zaman da yükselme zamanını ölçmek içim % skalası da vardır.

2. AÇMA/KAPAMA ANAHTARI (POWER SWITCH ON/OFF)

Osilaskop'u çalıştırmak için gerekli güç anahtarıdır. Puş-Buton şeklindedir. Basıldığında osilaskoba besleme gerilimi uygulanır.

3. PLOT LAMBA (PLOT LAMB)

Açma/Kapama anahtarına basılıp osilaskoba güç uygulandığında yanar. Bu lambayla osilakobun çalıştığını anlarız.

4. CAL TERMİNALİ (CAL TERMINAL)

Osilaskopla doğru ölçme yapabilmek için kullanılan kalibrasyon terminalidir. Bu terminalle aynı zamanda ölçme problarının ayarı da yapılır. Bu terminalden Kalibrasyon amacıyla 1KHz frekansa sahip $1V_{P-P}$ değere sahip bir işaret alınır.

5. PARLAKLIK KONTROLÜ (INTENSİTY/PULL SCALE ILLIUM CONTROL)

Osilaskop ekranının parlaklığını ayarlamada kullanılır. İki jonksiyona sahiptir. Düğme kendinize doğru çekildiğinde ekran harici bir ışık kaynağı ile aydınlatılır.

6. ODAKLAMA KONTROLÜ (FOCUS KONTROL)

Bu düğme, ekrandaki görüntünün odaklamasını sağlar.

7. ASTİGMANT KONTROL (ASTIG CONTROL)

Ekranda mümkün olan en iyi görüntünün elde edilmesi için odaklama ile birlikte bu ayarında bir tornavida kullanılarak yapılması gerekir. Bu ayarlama işlemi sadece osilaskobun ilk kullanımında yapılır. Her zaman yapılmaz.

8. YATAY EĞİM AYARI (TRACE ROTA CONTROL)

Yatay izin, eğiminin ayarlanmasında kullanılır. İzin eğimi çeşitli etkenlerden (yerin manyetik etkisi gibi) dolayı değişebilir. Bu yüzden ekranın yatay ekseni ile izin tam paralel olmasının sağlanması için tornavida ile ayarlanır.

9. GND TERMİNALİ (GND TERMINAL)

Osilaskop diğer bir takım cihazlarla birlikte kullanıldığın da ortak topraklanmanın ayarlanması için kullanılan bir giriş terminaldir.

10. ô POZİSYON KONTROL (POSITION CONTROL)

Ekranda KANAL-1 (CH1)'de görülen dalga şeklinin dikey konumunun ayarı için kullanılır. X-Y modunda ise, Y ekseni için eksen pozisyonunun ayarlanmasında kullanılır.

11. VOLT/KARE AYARI (VOLT/DIV CONTROL)

KANAL-1'deki dikey eksen zayıflatıcısı ile dikey eksenin duyarlılığının ayarlanmasında kullanılır. 1, 2 ve 5'lik adımlarla ayarlanabilir. Komütatör üzerindeki küçük bir potansiyometre ile yatay duyarlılığın kalibrasyonu yapılır. Pot'un konumu doğru bir ölçme için en sağda olmalıdır. X-Y modunda ise Y ekseni için bir zayıflatıcı kontrolü olarak görev yapar.

12. VARYABIL KONTROL (VARIABLE CONTROL)

Yatay eksen duyarlılığının ince ayarı için kullanılır. VOLT/DIV sahası içinde sürekli değiştirilebilir bir ayarı mümkün kılar. Bu düğme, en sağa (CAL konumuna) alındığında zayıflatıcı kalibre edilmiş olur. X-Y modunda, Y ekseni için ince ayar kontrolü olarak görev yapar.

13. AC-GND-DC ANAHTARI (AC-GND-DC SWITCH)

KANAL-1 (CH1) girişine uygulanan sinyalin seçimi için kullanılır. Üç adet ayrı konuma Sahiptir.

AC:

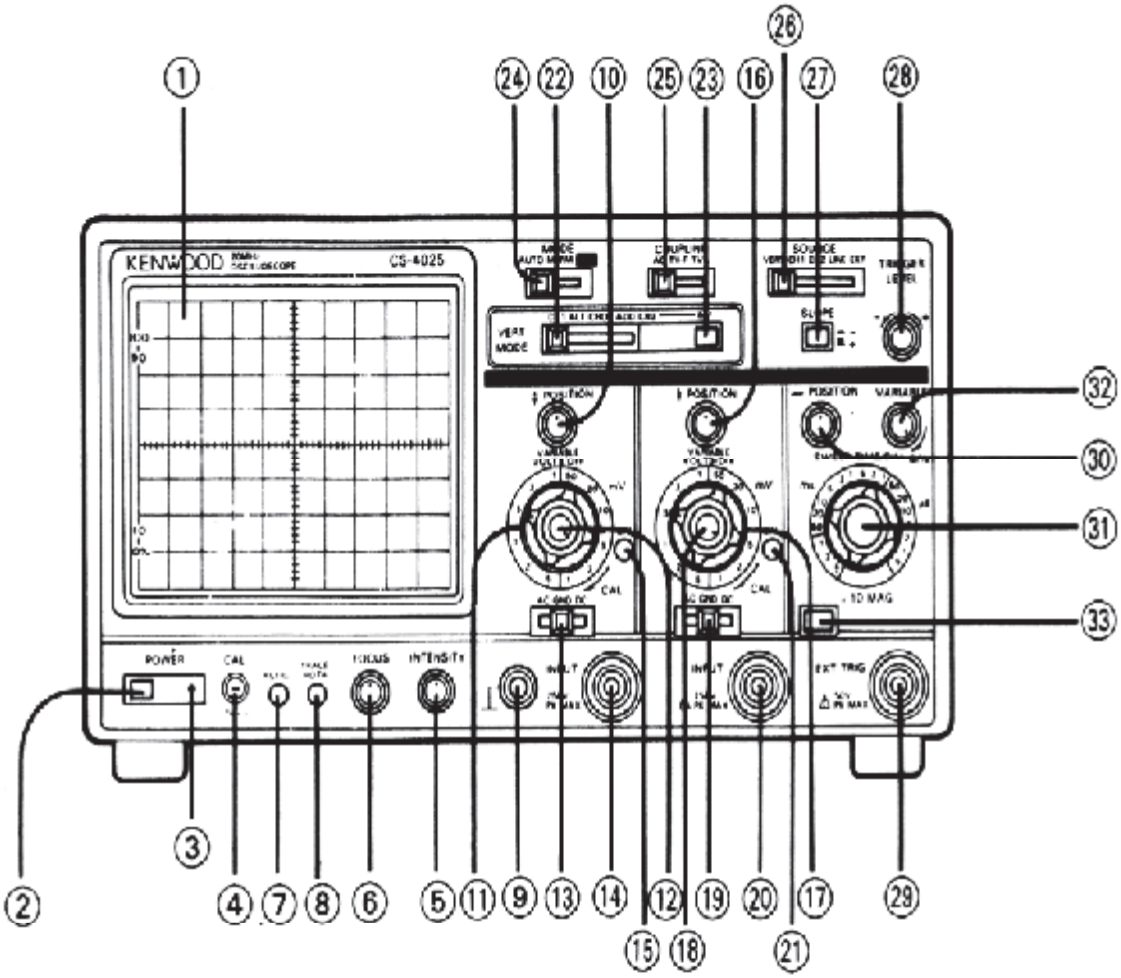
Bu konumda; Giriş sinyali kapasitif kuplajlı olacağın-dan DC bileşenler atılacaktır. 1/1 prob ya da koaksiyel kablo kullanıldığın da, -3dB zayıflatma noktası 10Hz veya daha aşağısı olacaktır. 10/1 prob kullanıldığında bu nokta 1Hz veya daha aşağısı olacaktır.

GND:

Bu konumda; dikey yükselteç girişi topraklanır ve toprak potansiyeli kontrol edilebilir. Girişin toprağa göre direnci 1M ohm olduğundan giriş sinyali topraklanmaz. Bu mod'da osilaskop içindeki ilgili bir devre GND-AC anahtarlama geçişlerinde oluşacak ani değişimleri önler.

DC:

Bu konumda; giriş sinyali direkt olarak girişe uygulanır. Bu konumda, hem AC hem de DC sinyaller birlikte izlenir. Bu kontrol; X-Y modunda, Y ekseni girişi olarak görev yapar.



14. GİRİŞ JAKI (INPUT JACK)

KANAL-1 (CH1) ya da yatay eksen girişidir. X-Y modunda ise Y ekseni girişi olarak kullanılır.

15. BALANS KONTROL (BAL CONTROL)

KANAL-1 (CH1), balans kontrolü için kullanılır. Osilaskop' un üretimi sırasında ayarlanmasına rağmen oda sıcaklığın da çeşitli bozulmalar oluşabilir. Bu durumda; bir tornavida kullanılarak bu ayar yapılmalıdır. Ayar sonucun da VOLT/DIV kontrolü yapılırken izin yukarı ya da aşağıya kayması önlenir.

16. ô POZİSYON KONTROL (POSITION CONTROL)

KANAL-2 (CH2)'deki sinyalin dikey (aşağı-yukarı) kontrolü için kullanılır.

NOT: *Bu kontrol X-Y Modunda kullanılırsa iz yatay yönde bir miktar hareket edebilir. Bu normal bir durumdur ve herhangi bir ayara gerek yoktur.*

17. VOLT/KARE KONTROL (VOLT/DIV CONTROL)

KANAL-2 (CH2)'nin düşey zayıflatıcısıdır. KANAL-1'deki VOLT/DIV ile işlevleri benzerlik gösterir. X-Y modunda ise, X ekseni zayıflatıcısı olarak görev yapar.

18. VARYABIL KONTROL (VARIABLE CONTROL)

KANAL-2'nin düşey duyarlılığının ince ayarı için kullanılır. KANAL-1'deki varyabıl kontrol ile aynı görevi yapar. X-Y modunda ise, X ekseni zayıflatıcısı olarak görev yapar.

19. AC-GND-DC ANAHTARI (AC-GND-DC SWITCH)

KANAL-2 (CH2) girişine uygulanan sinyalin seçimi için kullanılır. KANAL-1'deki gibi çalışır. X-Y modunda ise, X ekseni zayıflatıcısı olarak görev yapar.

20. GİRİŞ JAKI (INPUT JACK)

KANAL-2 (CH1) ya da dikey eksen girişidir. X-Y modun da ise X ekseni girişi olarak kullanılır.

21. BALANS KONTROL (BAL CONTROL)

KANAL-2 (CH2)'nin, DC balansının ayarı için kullanılır. KANAL-1'in balans kontrolü ile aynı özellikleri gösterir.

22. DÜŞEY MOD SEÇME ANAHTARI (VERTICAL MODE SELECTOR SWITCH)

Dikey eksen çalışma modunun seçimi için kullanılır. Aşağıda belirtilen konumlara sahiptir.

CH1: Ekranda CH1 Giriş Sinyali gözlenir

ALT: KANAL-1 ve KANAL-2 giriş sinyalleri arasında taramaya uygun olarak anahtarlama yapar ve bunları ekranda gösterir.

CHOP: Taramaya bağlı kalmaksızın yaklaşık 250 KHz'lik bir frekansta KANAL-1 ve KANAL-2 giriş sinyallerinin ekranda görünmesini sağlar.

ADD: KANAL-1 ve KANAL-2 giriş sinyallerinin toplamını gösterir. KANAL-2, INV'e alındığında KANAL-1 ve KANAL-2 giriş Sinyallerinin farkı ekranda görülür.

23. INV ANAHTARI (INV SWITCH)

Bu anahtara basıldığında KANAL-1 giriş sinyalinin polaritesini terslenir.

24. MOD SEÇME ANAHTARI (MOD SELECT SWITCH)

Tetiklemeli modlarının seçiminde kullanılır. Aşağıda belirtilen konumlara sahiptir.

AUTO:

Tarama bir tetikleme sinyali ile yapılır. Bu tetikleme sinyali yoksa bile ekranda görüntü olur.

NORM:

Tarama bir tetikleme sinyali ile yapılır. Uygun tetikleme sinyali yoksa ekranda görüntü olmaz.

X-Y :

Düşey Mod ayarları ihmal edilir. X ekseni olarak KANAL-1, Y-Ekseni olarak da KANAL-2 kullanılır.

25. KUPLAJ SEÇME ANAHTARI (COUPLING SELECTOR SWITCH)

Tetikleme kuplajı seçimi için kullanılır. Aşağıda belirtilen konumlara sahiptir.

AC: Tetikleme sinyali, tetikleme devresine kapasitif olarak kuple edilir. DC akım bileşenleri atılır. Normal sinyal ölçümleri için AC kuplaj kullanılır.

TV-F: Birleşik video sinyalinin düşey senkronizasyon pals'leri seçilir ve tetikleme devresine kuplajlanır.

TV-L: Birleşik video sinyali yatay senkronizasyon palsleri seçilir ve tetikleme devresine kuplajlanır.

26. KAYNAK SEÇME ANAHTARI (SOURCE SELECTOR SWITCH)

Tetikleme sinyal kaynağının seçimi için kullanılır. Aşağıda belirtilen konumlara sahiptir.

VERT: Tetikleme sinyal kaynağı düşey mod için seçilir. Düşey (vertical) mod seçme anahtarı; KANAL-1, ALT, CHOP veya ADD konumunda olduğunda KANAL-1 giriş sinyali, tetikleme sinyal kaynağı olarak kullanılır.

CH1: KANAL-1 giriş sinyali, tetikleme sinyal kaynağı olarak kullanılır.

CH2: KANAL-2 giriş sinyali, tetikleme sinyal kaynağı olarak kullanılır.

LINE: Ticari olarak kullanılan güç kaynaklarından alınan dalga formu, tetikleme sinyal kaynağı olarak kullanılır.

27. SLOP ANAHTARI (SLOPE SWITCH)

Tetikleyici tarama sinyalinin SLOP polaritesinin seçiminde kullanılır. Bu anahtara basılmadığında, Sinyal kaynağının yükselen kenarında tetikleme işlemi yapılır. Basılı ise, tetikleme işlemi sinyalin düşme anında yapılır.

28. TETİKLEME SEVİYE KONTROLÜ (TRİGGER LEVEL CONTROL)

KANAL-2 dikey eksen giriş jakıdır. X-Y modunda, X ekseni giriş jakı olarak kullanılır.

29. HARİCİ TETİKLEME SİNYAL GİRİŞ JAKI

(Extra Trigger Input Jack) Harici tetikleme için sinyal girişi olarak kullanılır. SOURCE (KAYNAK) anahtarı EXT konumuna ayarlandığında bu terminaldeki sinyal, tetikleme sinyali olarak kabul edilir.

30. × Ø POZİSYON KONTROLÜ (POSITION KONTROL)

Ekrandaki sinyalin Yatay pozisyonda (sağa-sola) kaydırıl-ması için kullanılır.

31. SWEEP TIME/DIV KONTROL

Tarama zamanının ayarı için kullanılır. Bu ayar 0.5µs/DIV ile 0.05s/DIV arasında 19 adımda yapılabilir. VARIABLE CONTROL düğmesi, CAL konumuna ayarlandığın da tarama değerleri kalibre edilmiş olur.

32. VARIABLE CONTROL

Bu bir ince ayar kontrolüdür. Konrol işlemi, sürekli tarama zaman ayarı SWEEP TIME/DIV sahası içerisinde yapılabilir. Tarama zamanı CAL pozisyonuna alınarak kompanze edilir (düzeltilir).

33. XMAG ANAHTARI

Bu anahtar, görüntüyü ekranın merkezinden sağa ve sola X10 katsayısı kadar büyültmek için kullanılır. Şekil-1.2'de KENWOOD CS-4025 Model Osilaskop'un arka panel görüntüsü verilmiştir. Arka panelde bulunan elemanların işlevleri ise aşağıda anlatılmıştır.

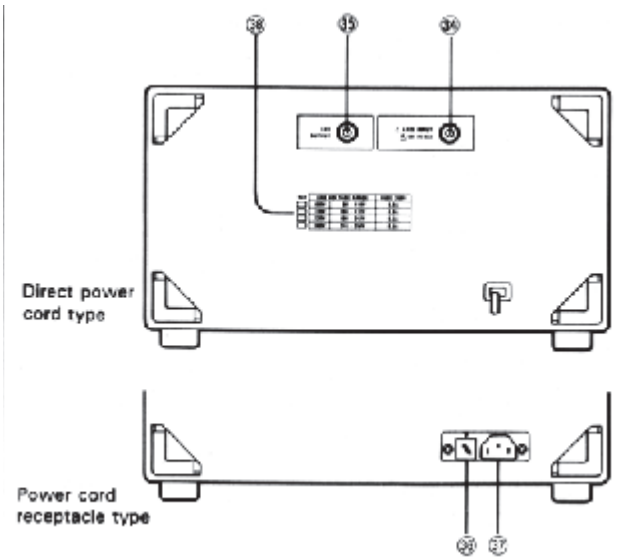
34. Z EKSENİ GİRİŞ JAKI (Z AXIS INPUT JACK)

CRT'nin elektron ışık yoğunluğunun modülasyonu için giriş jakıdır. Pozitif bir gerilim bu yoğunluğu azaltır. TTL seviyesinde yoğunluk modülasyonu mümkündür.

35. CH1 (KANAL-1) ÇIKIŞ JAKI

KANAL-1 Düşey çıkış terminalidir. Çıkış AC kuplajlı olarak alınır. Frekans ölçümleri yapılmak istendiğinde frekans sayıcı cihaz buraya bağlanabilir.

Frekans ölçmek amacıyla bir sayıcı kullanıldığında gürültü karışımı nedeni ile doğru ölçümler elde edilmeyebilir. Bu durum oluştuğunda KANAL-1'in VOLT/DIV anahtarını başka bir konuma alınız veya VARIABLE CONTROL'ün konumunu değiştiriniz.



Osilaskop'un arka panel görüntüsü

36. SİGORTA YUVASI, GERİLİM SEÇME ANAHTARI

Osilaskobun besleme gerilimini ayarlamada kullanılır. 120V/60Hz ve 220V/50Hz olmak üzere iki konumu vardır. Bu ayar değiştirilmemelidir.220V için 500mA'lik sigorta kullanılır.

37. BESLEME GERİLİMİ GİRİŞİ

Osilaskop'un besleme gerilimi için 220V/50Hz'lik giriştir.

38. GÜÇ KAYNAĞI ETİKETİ

Bu etikette osilaskop'un besleme gerilimi, akımı ve frekansı ile ilgili çeşitli bilgiler verilmiştir.

2. ÖLÇME ÖNCESİNDE AYARLAR

Osilaskobu en uygun performansta çalıştırmak için ölçme öncesinde bir takım ayarların yapılması gerekmektedir. Bu ayarlarla ilgili bir takım temel işlem teknikleri ve uygulamaları aşağıda açıklanmıştır.

1. Osilaskop'un kontrol (ön) panelindeki ilgili kısımları aşağıdaki gibi ayarlayınız.

MODE ..... AUTO

COUPLING ..... AC

SOURCE ..... VERT

VERT MODE..... CH1

(INV:OFF)

SLOPE..... +

TRIGGER LEVEL..... SAAT 12 GİBİ

CH1 (Y); CH2 (X)

ô POSITION..... SAAT 12 GİBİ

VARIABLE..... CAL

VOLTS/DIV..... 5 V/DIV

AC-GND-DC..... GND

HORIZONTAL

× Ø POSITION..... SAAT 12 GİBİ

VARIABLE..... CAL

SWEPP TIME/DIV..... 2 ms/DIV

X10 MAG..... OFF

2) Gerilim seçme anahtarını kontrol ettikten sonra GÜÇ (POWER) anahtarını açınız. Plot lambası yanar ve 10-15 saniye içinde ekranda iz görünür. INTENSITY CONTROL anahtarını kullanarak ekrandaki izin parlaklığını ayarlayınız.

3) FOCUS, ASTIG ve TRACE ROTA kontrollerini yapınız.

4) İz Yukarı ve Aşağıya doğru kayıyorsa BAL CONTROL pot'unu kullanarak ayarlayınız. VERTICAL CONTROL modunu CH2'ye alınız ve aynı ayarı CH2 içinde yapınız.

5) Her bir kanalın giriş problarını takınız. AC-GND-DC kontrolünü DC'ye ve VERTICAL MOD kontrolünü de CH2'ye alınız. CH1 probunu CAL terminaline bağlayınız. CH1'in VOLTS/DIV ayarını 20V/DIV konumuna alınız. Pozisyon kontrol düğmelerini kullanarak, ekranda dalga formunu tam olarak görünüz. şekil-1.3'ü ve prob kullanım bilgilerinden yaralanarak prob'un kompanzasyon ayarını yapınız.

6) VERTICAL MOD anahtarını CH2'ye alarak aynı işlemleri bu kanal içinde tekrarlayınız. Bu işlem sırasında her bir kanal için kullanılan problar ölçme süresince aynı kalmalıdır. Çünkü her iki kanal arasında oldukça küçük kapasite değişiklikleri vardır. Bu nedenle probların karıştırılması durumunda kompanzasyon ayarları değişmiş olur.

7) VERTICAL MOD anahtarını CH1'e alınız. Her bir kanaldaki AC-GND-DC anahtarını AC'ye VOLT/DIV kontrolünüde 5V/DIV konumuna ayarlayınız. Pozisyon kontrol düğmelerini ise saat 12 yönünü gösterecek şekilde ayarlayınız.

3. OSİLASKOP'UN KULLANILMASI

3.1 TEK KANAL KULLANIMI

Yukarıda anlatılan osilaskop'un ilk kalibrasyon ayarlarını yaptıktan sonra CH1 kanalına bir sinyal giriniz. VOLT/DIV anahtarını giriş gerilimi değerine göre ayarlayarak sinyalin ekranda tam görünmesini sağlayınız. Gerekirse pozisyon kontrol düğmelerini kullanınız.

Daha sonra, SWEEP/TIME düğmesi ile sinyalin genişliğini kolay okuma yapacak şekilde ayarlayınız. Eğer ekrandaki görüntü sabit durmuyorsa, TRIGGER LEVEL düğmesini kullanarak görüntüyü sabitleyin.

Gerekiyorsa girilen sinyalin türüne bağlı olarak iyi bir görüntü elde etmek için SLOPE düğmesini de kullanabilirsiniz.

Eğer düşük frekanslı sinyalleri ölçmek istiyorsanız. MODE kontrol anahtarını NORM konumuna alarak, TRIGGER LEVEL düğmesinden tetikleme seviyesini ekranda görüntüyü sabitleyene kadar ayarlayınız. Eğer ekranda video sinyallerini gözlemlemek istiyorsanız, COUPLING kontrol düğmesini TV-F veya TV-L konumlarına ayarlamalısınız.

3.2 ÇİFT KANAL KULLANIMI

Osilaskop'un VERT MODE anahtarını CH2'ye getirirseniz, bu durumda CH2 girişine girilen sinyalleri yukarıda anlatıldığı gibi ölçebilirsiniz.

VERT MODE anahtarını, ALT veya CHOP konumuna getirirseniz CH1 ve CH2'den girilen sinyalleri ekranda aynı anda görebilirsiniz. Ölçme şekli yukarıda anlatılanla aynıdır.

3.3 TETİKLEME KAYNAĞI SEÇİMİ

SOURCE Anahtarını hangi konuma getirirseniz, o kanal girişi tetikleme sinyali olarak kullanılır. Örneğin CH1'e getirirseniz KANAL-1'den girdiğiniz sinyal tetikleme sinyali olarak kullanılır.
SOURCE anahtarını EXT konumuna aldığınızda Osilaskobun EXT girişinden bir tetikleme sinyali vermeniz gerekir. Çünkü tetikleme kaynağı olarak bu giriş kullanılacaktır. Bazı özel sinyallerin ölçümünde bu giriş sıklıkla kullanılmaktadır.

Tetikleme sinyali olarak şebeke gerilimini kullanmak istiyorsanız bu durumda SOURCE anahtarını LINE konumuna getirmeniz gerekmektedir.

3.4 X-Y KULLANIMI

Cihazı X-Y osilaskobu olarak kullanmak istiyorsanız MODE anahtarını X-Y konumuna getirmelisiniz. Bu durum da CH1 ve CH2 ile tanımlanan kanallar; X ve Y kanalları olmuş olur.

İŞARET ÜRETEÇLERİ (FUNCTİON GENERATORS)

Bu bölümde; elektronik cihazların imalat, tasarım ve test aşamalarında sıkça kullanılan işaret üreteçleri hakkında ayrıntılı bilgi verilecek ve kullanımları anlatılacaktır.

Günümüz de bir çok firma işaret üreteci üretmektedir. Her firmanın ürettiği işaret üreteci model ve tip olarak farklılıklar gösterse de temel işlevleri birbirleri ile benzerlik gösterir.

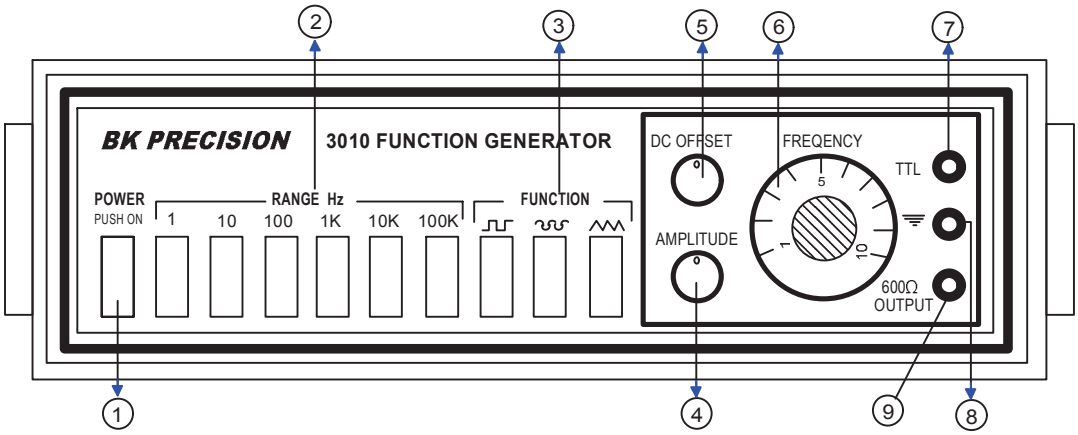
Bu bölümde laboratuarlarımız da kullandığımız veya kullanacağımız iki ayrı model işaret üreteci ayrıntıları ile tanıtılacaktır.

Tanıtacağımız işaret üreteçleri; BK PRECION firması tarafından üretilmiş BK3010 VE BK3020 model işaret üreteçleridir.

1. BK 3010 MODEL İŞARET ÜRETECİ

1.1 FONKSİYON TUŞLARI VE İŞLEVLERİ

BK Precision firmasının üretimi 3010 model işaret üretecinin ön görünümü şekil-2.1'de verilmiştir. Bu ön görünüş dikkate alınarak işaret üreteci üzerinde bulunan fonksiyon tuşları ve düğmelerin işlevleri ayrıntılarıyla anlatılacaktır.



BK PRECON Marka 3010 model işaret üretecinin ön görünüş

1. AÇMA/KAPAMA ANAHTARI (POWER ON/OFF SWITCH)

İşaret üretecinin çalıştırmak için gerekli güç anahtarıdır. Anahtara basıldığında işaret üretecine enerji uygulanarak çalışmaya hazır hale gelir. Bu anahtara tekrar basıldığında enerji kesilir ve işaret üreteci kapatılır.

2. FREKANS SAHASI SEÇİCİSİ (FREQUENCY RANGE SELECTOR)

İşaret üretecinin çıkış işaretinin frekans sahasını belirlemede kullanılır. 10'luk adımlar şeklinde (1, 10, 100, 1K, 10K, 100K) kademeleri vardır. Çıkış işaretinin frekansı; bu kademeler ve frekans ayar potu (6) ile birlikte belirlenir.

Örnek:

Saha seçici butonu 100K konumunda, frekans ayar potu ise 10 konumuna alındığında çıkış işaretinin frekansı;

Frekans saha seçicisi x Frekans ayar potu

Konumu'na eşit olur. Dolayısıyla çıkış işaretinin frekansı 1000KHz veya 1MHz olur.

3. FONKSİYON SEÇİCİ (FUNCTİON SELECTOR)

İşaret üretecinin 600Ω'luk çıkışında elde edilecek işaretin dalga biçimini belirlemede kullanılır. Sinus, üçgen ve kare dalga olmak üzere üç ayrı seçeneği vardır. Butonlara basılarak bu seçeneklerden istenilen biri aktif hale getirilir.

4. GENLİK KONTROLÜ (AMPLITUDE CONTROL)

İşaret üretecinin 600Ω'luk çıkışından elde edilecek işaretin genliğini ayarlamada kullanılır. Ayar sahası maksimum 0 ile ± 10V arasındadır. Dolayısıyla işaret üreteci çıkışından tepeden tepeye maksimum Vt-t=20V'luk bir işaret elde edilebilir.

İşaret üretecinin TTL çıkışının genliği kontrol edilemez standart 5V'dur.

5. DC DENGE (DC OFFSET)

İşaret üretecinin 600Ω'luk çıkışından alınan işarete pozitif veya negatif DC seviyeler ilave etmede kullanılır. Bu seviye değeri; ± 5V arasında ayarlanabilir. Genlik kontrolü düğmesi ile yapılan genlik ayarlamaları DC DENGE ayarından bağımsızdır.

6. FREKANS AYAR POTU (FREQUNCY DIAL)

Çıkış işaretinin frekans değerini belirlemede kullanılır. Ayarlama frekans sahası komütatörü ile birlikte kullanılır. İşaret üretecinin 600Ω ve TTL çıkışlarının frekanslarını ayarlamada etkindir. Kullanıcıya referans olması için üzerinde bir miktar ölçülendirilme yapılmıştır.

7. TTL ÇIKIŞI (TTL OUTPUT JACK)

Bu çıkıştan TTL tümdevreler için TTL uyumlu kare dalga işaret alınır. Bu işaretin frekansı; Frekans ayar potu ve frekans saha seçici komütatörü ile birlikte ayarlanabilir. Tepe değeri 5V olan bir gerilime sahiptir. Bu gerilim değeri sabittir. Ayarlanamaz.

8. ŞASE (GND JACK)

İşaret üretecinin TTL ve 600Ω çıkışlarının referans (toprak=şase) çıkışıdır.

9. 600Ω ÇIKIŞI (600Ω OUTPUT JACK)

İşaret üretecinin DC offset ve fonksiyon seçici anahtarı ile seçilen ve gerekli frekans değerleri ayarlanabilen çıkış ucudur.

10. VCO GİRİŞİ (VCO INPUT JACK)

Bu giriş işaret üretecinin arka panelindedir. Çıkış işaretinin frekansını değiştirmek için dışarıdan harici bir gerilim uygulanabilmesini mümkün kılar. Frekans değişimi gerilimle orantılıdır. (VCO= Voltaj Kontrollü Osilatör)

1.2 GENEL KULLANIM

1.2.1 Frekans, Dalga biçimi ve genlik ayarı

İşaret üreteci; sinüs, testere dişi ve kare dalga elde etmek amacıyla tasarlanmış bir cihazdır. Üreteç çıkışından alınan sinyalin; dalga biçimi, genliği, frekansı ve DC ofset denge ayarı kullanıcı tarafından ayarlanabilir.

Bu bölümde işaret üretecinin nasıl kullanılacağı ve gerekli ayarlamaların nasıl yapılacağı ayrıntılı olarak açıklanacaktır.

Örnek olarak işaret üretecinin 600Ω'luk çıkışından 20KHz'lik bir kare dalga işaret almak için aşağıdaki işlemler yapılmalıdır.

1) İşaret üretecinin besleme fişini şehir şebekesine takınız. 1 nolu Güç (POWER) anahtarına basınız ve üreteci çalışmaya hazır hale getiriniz.

2) Frekans saha seçici komütatörünü (2 nolu komütatör) kullanarak çıkış işaretinin frekans değerinin kaba ayarını belirleyiniz. Örneğin; çıkış işaretinin frekans değerinin 20KHz olmasını istiyorsanız, 10K komütatörüne basınız.

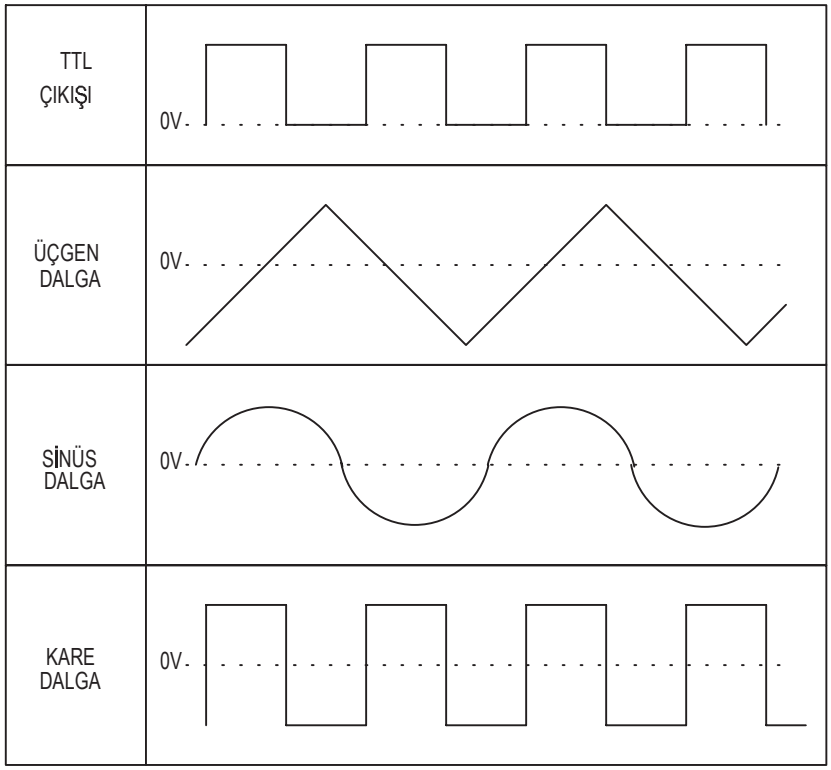
3) Daha sonra frekans ince ayar potunu (6 nolu pot) 2 konumuna alınız. Böylece çıkış işaretinin frekansı;10Kx2=20KHz olur.

4) Çıkış işaretinin dalga biçimini belirlemek için fonksiyon seçici komütatörleri (3 nolu Function komütartörleri) kullanılır. Örneğin kare dalga için; üzerinde kare dalga işareti bulunan komütatöre, sinüs dalga için üzerinde sinüs işareti bulunan komütatöre basınızbasınız.

5) İşaret üreteci çıkışından alınacak işaretin genliğini belirlemek için genlik kontrolü (4 nolu amplitude control) potundan yararlanılır. İşaretin genliğini bu potu kullanarak istediğiniz değere ayarlayınız. Ayar sahası 0 ile 20Vt-t değerleri arasındadır.

6) İşaret üretecinin çıkışından alınacak işaretin DC seviyesi DC Offset potu ile ayarlanır. Bu potla çıkıştan alacağınız işarete DC seviyeler ekleyebilirsiniz. Alacağınız işaret de DC seviye istemiyorsanız bu pot orta konumda olmalıdır (0V).Bu potla çıkıştan alacağınız işarete DC seviyeler ekleyebilirsiniz.

İşaret üretecinin çıkışından alabileceğiniz dalga biçimleri şekil-2.2'de ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu dalga biçimlerini dikkatlice inceleyiniz.

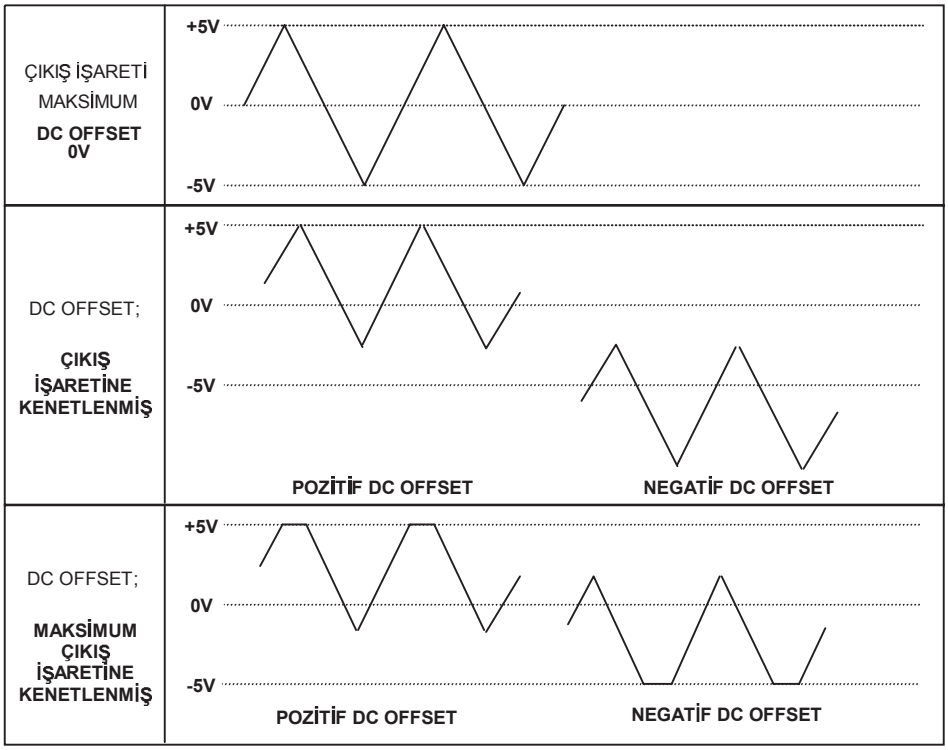


? İşaret üretecinin çıkış dalga biçimleri

1.2.1 DC Denge Ayarı

İşaret üretecinin 600Ω'luk çıkışından alınan işaretin DC seviyesi ayarlanabilmektedir. Ayar işlemi DC Offset düğmesi (5 nolu düğme) ile yapılmaktadır. İşaretin DC seviyesinin ayarı şekil-2.3 üzerinde ayrıntılı olarak gösterilmiştir.

DC seviye ayarı; işaret üretecinin TTL çıkışından, frekans ve genlik ayarından bağımsızdır. 600Ω çıkışından alınan işaretlerin DC seviye ayarında kullanılmaktadır.

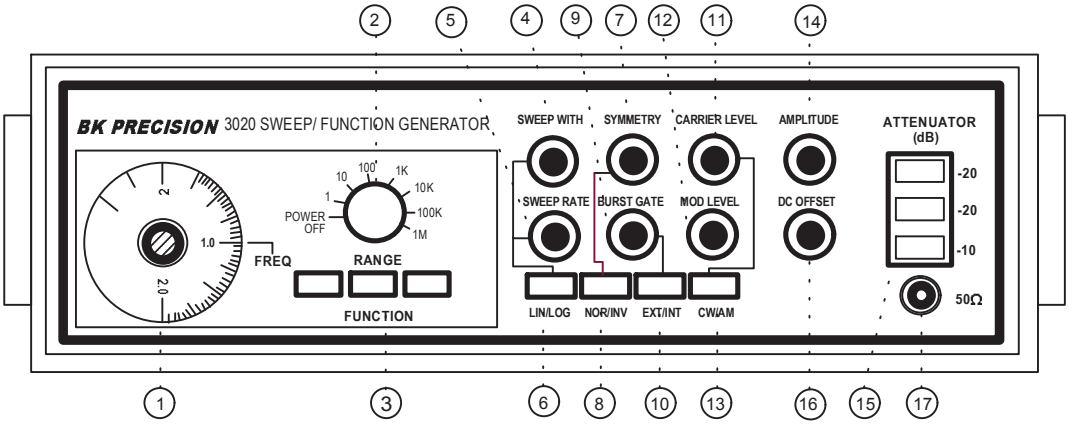


İşaret üretecinin çıkış dalga biçimlerinin DC seviye ayarı

2. BK 3020 MODEL İŞARET ÜRETECİ

2.1 FONKSİYON TUŞLARI VE İŞLEVLERİ

Bu bölümde BK PRECION firmasının üretmiş olduğu 3020 model taramalı işaret üretecini (Sweep Function Generator) tanıtacağız.
Tanıtılacak olan 3020 model işaret üretecinin ön görünüşü şekil-2.3'de görülmektedir. İşaret üretecinin üzerinde bulunan buton ve düğmeler numaralandırılmıştır. İşaret üretecinin işlevleri bu numaralandırılma dikkate alınarak anlatılacaktır.



BK PRECSION 3020 Model İşaret üretecinin ön görünüşü

1. FREKANS AYARI (FREQUENCY DIAL)

İşaret üretecinin çıkış işaretinin frekans değerini belirlemede veya ayarlamada kullanılır. İşaret üretecinin çıkış frekansı 2 nolu komütatörle birlikte ayarlanır.

2. FREKANS SAHASI AYARI (FREQUENCY RANGE)

Çıkış işaretinin frekans sahasını belirlemede kullanılır. 10'luk adımlar şeklinde (1, 10, 100, 1K, 10K, 100K) kademeleri vardır. Çıkış işaretinin frekansı; bu kademeler ve frekans ayar potu (1) ile birlikte belirlenir. Ayrıca; işaret üretecinin güç anahtarı da bu komütatör üzerindedir.

Örnek:

Frekans sahası ayar butonu 100K konumunda, frekans ayar potu ise 10 konumuna alındığında çıkış işaretinin frekansı;

Frekans saha seçicisi x Frekans ayar potu

Konumu'na eşit olur.

Dolayısıyla çıkış işaretinin frekansı 1000KHz veya 1MHz olur.

3. FONKSİYON ANAHTARI (FUNCTİON SWITCH)

İşaret üretecinin çıkış dalga biçimini seçmede kullanılır. Sinus, üçgen ve kare dalga olmak üzere üç ayrı seçeneği vardır.

4. TARAMA GENİŞLİĞİ KONTROLÜ (SWEEP WITH CONTROL)

Dahili tarama üreteci için on/off anahtarı bulunur. Anahtar on yapıldığında; taramanın genliğini ayarlar. Anahtar off yapıldığında; VGG VGG in giriş jakından bir tarama genliği uygulanmadığı durumda tarama üretilmez.

5. TARAMA ORANI KONTROLÜ (SWEEP RATE CONTROL)

Burst (resim sinyallerinde) kapısı tekrarlama oranını ve dahili tarama üretecinin tarama oranını ayarlamada kullanılır.

6. LIN/LOG ANAHTARI (LIN/LOG SWITCH)

Dahili üreteçten Doğrusal (lineer) veya logaritmik tarama seçiminde kullanılır.

7. SİMETRİ KONTROL (SYMMETRY CONTROL)

İşaret üretecinin çıkış işaretinin simetrikliğini 1:1 ile 1:40 oranları arasında ayarlar.

8. NORMAL/TERSLEME KONTROLÜ (NOR/INV CONTROL)

Çıkış işaretinin normal veya terslenmiş olarak alınmasını sağlar.

9. BURST KAPISI KONTROLÜ (BURST GATE CONTROL)

Burst kapısı tarama duty saykıllarını %5 ile %90 arasında ayarlar.

10. HARİCİ/DAHİLİ ANAHRAR (EXT/INT SWITCH)

Harici ve dahili burst kapısını seçer. EXT konumu sonrasında çıkış elde edilir ve harici burst kapısı uygulanmaz.

11. TAŞIYICI SEVİYESİ KONTROLÜ (CARRIER LEVEL CONTROL)

AM modunda taşıyıcı sinyalin seviyesini ayarlar.

12. MOD SEVİYESİ KONTROLÜ (MOD LEVEL CONTROL)

Genlik modülasyonunun (AM) modülasyon yüzdesini ayarlar.

13. CW/AM ANAHTARI (CW/AM SWITCH)

Sürekli veya genlik modülasyonunda (AM) çalışılmasını sağlar.

14. GENLİK KONTROLÜ (AMPLITUDE CONTROL)

Zayıflatıcı (attanuator) butonları ile zayıflatma oranları seçilmesine ilaveten 0 ile 20dB arasında çıkış işaretinin genlik seviyesini ayarlar.

15. ZAYIFLATICI (ATTANUATOR)

Çıkış işaretinin seviyesini 10dB'lik adımlarla 0-40dB arasında ayarlar.

16. DC SEVİYE KONTROLÜ (DC OFFSET CONTROL)

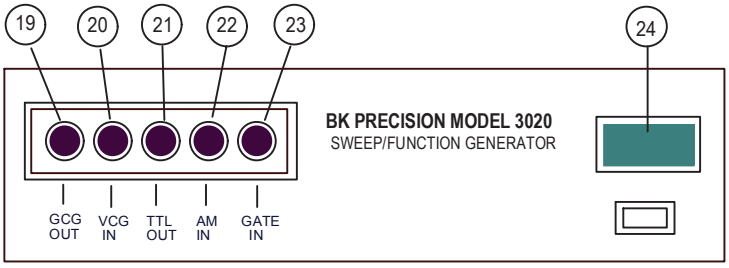
Çıkış işaretine pozitif veya negatif DC seviyeler ilave etmeye yarar.

17. 50'LUK ÇIKIŞ JAKI (50Ω OUTPUT JACK)

İşaret üretecinin çıkış işareti bu jak'tan alınır. Çıkış empedansı 50Ω'dur.

18. GCV GİRİŞ JAKI (GCV INPUT JACK)

Üreteç kontrol gerilimi çıkış jakıdır. Frekansla doğru orantılıdır.



BK PRECSION 3020 Model İşaret üretecinin arkadan görüntüsü

19. VCG GİRİŞ JAKI (VCG INPUT JACK)

Gerilim kontrollü üreteç girişi. Harici taramayı veya frekans kontrolünü mümkün kılar. Harici bir gerilim uygulandığında "SWEEP WITH" butonu "off" konumunda olmalıdır.

20. TTL ÇIKIŞ JAKI (TTL OUTPUT JACK)

Çıkış, sabit TTL seviyesindedir.

21. AM GİRİŞ JAKI (AM INPUT JACK)

Genlik modülasyonu (AM) için giriş jakıdır.

22. GİRİŞ KAPISI JAKI (GATE IN JACK)

İşaret üretecinin harici burst kapısı giriş jakıdır.

23. BESLEME GERİLİMİ GİRİŞİ

İşaret üretecinin 220V/50Hz besleme gerilimi giriş jakıdır.

Bu Ders Notu;

Mersin Üniversitesi Uzaktan eğitim “Ölçme Tekniği ve Güvenliği” ders notlarını hazırlayan Sayın İlyas KAPLAN ve Mehmet YILMAZ’ın ,

“Ölçme Tekniği” isimli kitabı bulunan Sayın Prof. Dr. Nihat Akkuş,

“Ölçme Tekniği” ders notlarını yazan Sayın Dr. Hilmi KUŞÇU’nun

Ders notları, İnternet Kaynakları, Kitapları Derlenerek Hazırlanmıştır…