YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ

BAŞKALE MYO

ELEKTRİK ve ENERJİ BÖLÜMÜ

ELEKTRİK PROGRAMI

MYELK103

ÖLÇME TEKNİĞİ

Öğr. Gör. M. Kemalettin TORAMAN

VAN

2016

İÇİNDEKİLER

1. HAFTA 1
1- ÖLÇME 1
1.1. Tanımı 1
1.2. Birim 1
1.3. Birimlerinin Ast ve Üst Katları 1
1.4. Rakamların üstel gösterilmesi 5
2. UZUNLUK ÖLÇÜMÜ 6
2.1. Uzunluk Birimlerinin Alt ve Üst Katları 6
2.2. Diğer Uzunluk Birimleri 8
2.3. Ekran Ölçüleri 8
2.4. Işık Yıl 8
2.5. Uzunluk Ölçü Aletleri 9
2.5.1. Arazi Tipi Şerit Metre: 9
2.5.2. Sentil: 9
2.5.3. Komparatör: 9
2.5.4. Kaplama Kalınlığı Ölçüm Cihazı: 9
2.5.5. Mihengir: 10
2.5.6. Lazer Metre: 10
2.5.7. Ölçmede kullanılan diğer aletler 10
2. HAFTA 11
3. AĞIRLIK ÖLÇÜMÜ 11
3.1. Kütle 11
3.2. Ağırlık 11
3.3. Uzunluk Birimlerinin Alt ve Üst Katları 11
3.4. Ağırlık Ölçü Aletleri 12
3.4.1 Mekanik Teraziler 12

3.4.2 Elektronik Teraziler 12
3.4.2.1 Market Tartıları 13
3.4.3. Endüstriyel amaçlı tartılar 13
a) Laboratuvar terazileri 13
b) Hassas teraziler 13
c) Sayıcı (Sayım) teraziler 13
3.4.4. Basküller 14
3.4.5. Kantar 14
3.4.6. Medikal Tartılar 14
a) Diyaliz Baskülü 14
c) Otomatik boy ölçerli baskül 14
d) Manuel boy ölçerli baskül 14
4. ALAN 15
4.1. Alan Birimi 15
4.2. Alan Hesapları 16
4.2.1 Karenin Alanı 16
4.2.2. Dikdörtgenin Alanı 16
4.2.3. Üçgenin Alanı 16
4.2.4. Yamuğun Alanı 16
4.2.5. Dairenin Alanı 17
4.2.6. Kürenin Alanı 17
4.2.7. Küpün Alanı 17
4.2.8. Silindirin Alanı 17
5. HACİM ÖLÇÜMÜ 18
5.1. Hacim Birimi Alt ve Üst Katları 18
5.2. Hacim Hesapları 19
5.2.1 Küpün Hacmi 19
5.2.2 Prizmanın Hacmi 19

5.2.3 Silindirin Hacmi 19
5.2.4 Kürenin Hacmi 19
6. LİTRE 20
6.1. Litre Birimi Alt ve Üst Katları 20
7. AKIŞKANLAR 21
7.1. Akışkanın Tanımı 21
7.2. Akışkanların Özellikleri 21
7.2.1. Sıvılar 21
7.2.2. Gazlar 21
7.3. Yoğunluğun (Özkütlenin) Tanımı 21
7.4. Özgül Ağırlık 22
7.5 Viskozite (Akıcılık) 22
3. HAFTA 23
8. BASINÇ 23
8.1. Basın ve Basınç Kuvveti 23
8.2. Sıvı Basıncı 24
8.3. Basınç Birimleri 24
8.3.1. Atmosfer Basıncı (atm) 24
8.4. Basıncın Ölçülmesi 26
9. SICAKLIK ve ISI 27
9.1. Tanımı 27
9.2. Sıcaklık Birimleri 27
9.3. Sıcaklık Birimlerinin Birbirine Dönüşümü 28
9.4. Sıcaklık Biriminin Ölçülmesi 28
9.4.1. Termometre 28
9.4.1.1. Hasta termometresi 29
9.4.2 Yapıları bakımından Termometre Çeşitleri 29
9.4.2.1. Cıvalı Termometre 29

9.4.2.2. Alkollü Termometre 29
9.4.2.3. Metal Termometre 30
9.4.2.4. İnfrared Termometre 30
9.4.3. Pirometreler 30
10. EĞİM 31
10.1. Tanımı 31
10.2. Eğim Açısının Ölçülmesi 31
10.3. Dijital Eğimölçerlerin özellikleri 31
10.4. Eğimin Hesaplanması 31
10.5. Eğim Ölçü Aletleri Kullanımı 32
10.5.1 Su Terazileri 32
11. ÖLÇEK 33
11.1. Ölçek Hesapları 33
4. HAFTA 35
12. KESİT ve ÇAP 35
12.1. Kesit 35
12.2. Çap 35
12.3. Kesit ve Çap Hesapları 35
12.4. Çap Ölçme 36
12.4.1. Kumpas 36
12.4.1.1. Analog Kumpasın Okunması 37
12.4.1.2. Dijital Kumpasın Okunması: 38
12.4.2. Mikrometre 39
12.4.2.1. Analog Mikrometre ile ölçme 39
12.4.2.2. Dijital Mikrometre ile ölçme 41
13. HIZ VE DEVİR ÖLÇÜMÜ 42
13.1. Hız 42
13.1.1. Hız Ölçü Aletleri 43

13.2. Devir 44
13.2.1. Devir Ölçü Aletleri 44
13.2.1.1. Motorun miline doğrudan temas ederek 44
13.2.1.2. Motorun miline takojeneratörü takarak ürettiği gerilime göre 44
13.2.1.3. Motorun miline optik ışık göndererek 44
13.2.2. Devir Ölçü Aletlerinin Kullanımı 45
13.3.Devir Hesaplama 45
14. IŞIK 46
14.1. Işık 47
14.2. Işığı Etkileyen Faktörler 48
14.2.1. Işık Şiddeti 48
14.2.2. Işık Akısı 48
14.2.2.1. Lümen 49
14.2.3. Aydınlanma Şiddeti 49
14.3. Fotometri 49
14.4. Işık Seviyesini Ölçme Lüxmetre 50
14.4.1. Lüksmetre ile ölçüm yaparken dikkat edilecek hususlar 50
5. HAFTA 51
15. SES 51
15.1. Sesin Fiziksel Özellikleri 51
15.1.1 Ses Şiddeti (Yoğunluk) 51
15.1.2 Ses Basıncı 52
15.1.3. Ses Seviye Ölçü Aletleri 52
16. ÖLÇÜ ALETLERİ ve BİRİMLER 54
16.1. Ölçme 54
16.2. Analog Ölçü Aletlerinin Ortak Özellikleri 54
16.2.1. Çalıştırma (saptırma) Kuvveti 54
16.2.2. Kontrol Kuvveti 54

16.2.3. Amortisman Kuvveti 55
16.3. Analog Ölçü Aletlerinin Mekanik Kısımları 56
16.3.1. Daimî Mıknatıslar 56
16.3.2. Kadran (Skala) Taksimatları Ve İbreler 56
16.3.3. Sıfır Ayar Vidası ve Kalibrasyon (İnce Ayar) 57
16.4. Dijital Ölçü Aletleri 58
17. ÖLÇÜ ALETLERİNE AİT TERİMLER 59
17.1. Doğruluk Derecesi 59
17.2. Hassasiyet (Duyarlılık) 59
17.3. Ölçme Alanı 59
17.4. Ölçme Sınırı 59
17.5. Ölçü Aletinin Enerji Sarfiyatı 60
17.6. Giriş Empedansı 60
17.7. Ölçü aletinin kullanılmasında şunlara dikkat edilmelidir 60
17.8. Ölçü Aletlerinde Kullanılan Semboller 61
17.9. Gösterme şekline göre ölçü aletleri sembolleri 62
17.10. Kullanım yerine göre Ölçü aletleri: 63
17.10.1. Taşınabilir ölçü aletleri 63
17.10.2. Pano tipi ölçü aletleri 63
17.10.3. Masa tipi ölçü aletleri 63
6. HAFTA 64
18. ÖLÇME HATALARI 64
18.1. Hatalar üç grupta incelenir 64
a) Kişiden Kaynaklanan Hatalar 64
b) Cihazdan kaynaklanan hatalar 64
c) Dış Kaynaklı Hatalar 65
19. ÖLÇME HATALARININ HESAPLANMASI 66
19.1. Aritmetik Ortalama 66

19.2. Ortalama sapma 66
19.3. Standart sapma 66
20. BİRİMLER VE DÖNÜŞÜMLERİ 68
20.1. Gerilim Volt (V) 68
20.2. Akım Amper (A) 68
20.3. Direnç ohm (Ω) 68
20.4. Güç Watt (W) 68
20.5. Endüktans Henry (H) 68
20.6. Kapasite Farad (F) 69
20.7. Frekans Hertz (Hz) 69
20.8. Elektriksel büyüklükler ve ölçen aletler 69
20.9. Elektriksel Birimlerin Ast Ve Üst Katları 69
7. HAFTA 72
21. FİZİKSEL BİRİMLER 72
21.1. Uzunluk: Metre (m) 72
21.2. Kütle: Kilogram (g) 72
21.3. Sıcaklık: Santigrat (°C) 72
21.4. Işık Şiddeti: Candela (cd) 72
22. ALT VE ÜST KATLAR 74
23. TEMEL ELEKTRİKSEL ÖLÇÜMLER 75
23.1. DİRENÇ ÖLÇME 75
23.2. Sabit Dirençler 76
23.3. Ayarlı Dirençler 76
23.4. Direnç Renk Kodları 78
23.5. Dirençlerin okunması şöyle yapılır 79
23.6. Ampermetre -Voltmetre Yardımı İle Direnç Ölçmek 81
23.7. Whetstone Köprüsünün Köprüsü İle Direnç Ölçmek 81
23.8. OHMMetre ile Direnç Ölçme 82

23.9. Multimetre İle Direnç Ölçmek 83
23.9.1. Analog multimetrelerle direnç ölçme 83
23.9.2. Dijital multimetrelerle direnç ölçme 83
8. HAFTA 84
24. BOBİN ÖLÇÜMÜ 84
24.1. Endüktansı Etkileyen Faktörler 86
24.2. Endüktans Değerinin Ölçülmesi 87
25. KONDANSATÖR ÖLÇÜMÜ 88
25.1. Kapasite Değerinin Okunması 89
25.2. Kondansatör Değerinin Ölçülmesi 91
26. AMPERMETRE ve AKIM ÖLÇME 92
26.1. Ampermetre 92
26.2. Akım Ölçme 93
26.2.1. Akım Çeşitleri 93
26.2.1.1. Doğru Akım (DC- Direct Current) 93
26.2.1.2. Alternatif Akım (AC - Alternating Current) 93
26.2.2. Akım ölçerken dikkat edilmesi gereken kurallar 94
26.3. Pens Ampermetreler 95
26.3.1. Pens Ampermetre İle Akım Ölçmek 96
26.4. Multimetre İle Akım Ölçmek 97
26.5. Ampermetrenin Ölçme Alanının Genişletilmesi 98
9. HAFTA 100
27. VOLTMETRE ve GERİLİM ÖLÇME 100
27.1. Voltmetre 100
27.2. Gerilim Ölçme 101
27.3. Gerilim ölçerken dikkat edilmesi gereken kurallar 101
27.4. Multimetre İle Akım Ölçmek 101
27.5. Voltmetrenin Ölçme Alanının Genişletilmesi 102

28. MULTİMETRE 103
28.1. Multimetre ile ölçme yaparken dikkat edilmesi gerekenler 104
28.2. Dijital multimetrelerle yarı iletken nasıl ölçülür 105
29. FREKANSMETRE ve FREKANS ÖLÇME 106
29.1. Frekansın Tanımı 106
29.1.1. Saykıl 106
29.1.2. Alternans 107
29.1.3. Periyot 107
29.1.4. Frekans 107
29.2. Frekansmetre 108
11. HAFTA 109
30. OSİLOSKOP İLE ÖLÇME 109
30.1. Osiloskobun Kullanımı 111
30.2. Test Sinyal Geriliminin ve Frekansının Ölçülmesi Ve Kalibrasyon 114
30.3. Osiloskop İle Alternatif ve Doğru Gerilimin Ölçülmesi 114
30.4. Osiloskop İle Frekansın Ölçülmesi 114
30.5. Osiloskop İle Faz Farkı Ölçümü 118
31. SİNYAL JENERATÖRLERİ 119
31.1. Sinyal Jeneratörü Tuşları 119
31.2. Sinyal Jeneratörünü Ayarlama 120
12. HAFTA 121
32. ÖLÇÜ TRAFOLARI 121
32.1. Akım Trafosu 121
32.1.1. Akım Trafolarının Yapısı 121
32.1.2. Akım Trafolarının Çalışma Prensibi 122
32.1.3. Akım Trafolarının Devreye Bağlanması 122
32.1.4. Primer Ve Sekonder Sargılarına Göre Akım Trafo Çeşitleri 123
A- Tek Primer ve Tek Sekonderli Akım Trafosu 123

B- Tek Primer Çift Sekonderli Akım Trafosu 124
C- Çift Primer ve Tek Sekonderli Akım Trafosu 124
32.1.5. Akım Trafolarının Sekonder Uçlarının Boşta Kalmasının Sakıncaları 125
32.1.6. Akım Trafosunun Sekonder Sargısının Topraklanması 125
32.2. Gerilim Trafosu 126
32.2.1. Gerilim Trafolarının Yapısı 126
32.2.2. Akım Trafolarının Çalışma Prensibi 126
32.2.3. Çeşitleri 126
32.2.4. Gerilim Trafolarının Devreye Bağlanma Şekli 127
32.2.5. Gerilim Trafolarının Uçlarına Sigorta Takılması 127
32.2.6. Gerilim Trafosunun Sekonder Sargısının Topraklanması 127
33. WATTMETRE ve GÜÇ ÖLÇME 129
33.1. Güç Ölçümü 129
33.2. DC Devrelerinde Güç Ölçme 129
33.2.1. DC Devrelerinde Ampermetre-Voltmetre Metodu İle Güç Ölçme 129
33.2.2. DC Devrelerinde Wattmetre İle Güç Ölçme 130
33.3. AC Devrelerinde Wattmetre İle Güç Ölçme 131
33.3.1. Bir Fazlı Devrede; 131
33.3.2. Üç Fazlı Devrede; 132
33.4. Üç fazlı Wattmetre bağlantısı 133
13. HAFTA 134
34. COSφMETRE ve GÜÇ KATSAYISI ÖLÇÜMÜ 134
34.1. Ampermetre, Voltmetre ve Wattmetre Yardımı İle Güç Katsayısı Ölçme 134
34.1.1. Bir Fazlı Devrelerde 134
34.1.2. Üç Fazlı Dengeli Devrelerde 134
35. REAKTİF GÜÇ ÖLÇÜMÜ ve VARMETRE 137
36. SENKRONOSKOPLAR 138
37. İŞ ve ENERJİ ÖLÇÜMÜ 139

37.1. Elektrik Sayaçları 139
37.2. Dijital Sayaçlar 140
37.2.1. Dijital Sayaçların Özellikleri ve Üstünlükleri 143
37.3. Mühürleme Koşulları 144
37.3. Reaktif Sayaçlar 144
14. HAFTA 147
38. Enerji Tüketim Bedeli 147
39. SAYAÇLARIN DEVREYE BAĞLANMASI 149
39.1. Direkt Bağlama 149
39.2. Akım Ölçü Transformatörü İle Bağlama 150
39.3. Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörü İle Bağlama 153
40. GÜÇ DÖNÜŞÜMLERİ 155
KAYNAKLAR 156

1. HAFTA

1- ÖLÇME

1.1. Tanımı

Bir büyüklüğü kendi cinsinden olan büyüklüğün birimi ile karşılaştırmaya ÖLÇME denir.

Örneğin;

* Bir kütlenin ağırlığını ölçmek için, kütle kilogram ağırlıkla karşılaştırılır.

* İki nokta arasındaki mesafeyi ölçmek için, uzunluk birimi olan metre kullanılır.

* Elektrik akımını ölçmek için, akım ölçen ampermetre kullanılır.

1.2. Birim

Her fiziksel büyüklüğün bir birimi vardır ve her büyüklüğün birimi birbirinden farklıdır. Ölçme yapılırken, ölçümü yapılan değerin yanına birimi de yazılır, 3m, 12Kg, 8A, 220V gibi. Burada rakamlar yapılan ölçümün değeri, harfler ise yapılan ölçümün birimleridir. Büyüklüklerin ölçülmesinde uluslararası standart haline getirilen **birimler sistemi** (SI) kullanılır.

Her ölçümün bir birimi ve o birimi ölçen bir ölçü aleti vardır. Bu değerler bütününe **fiziksel büyüklük** denir. Fiziksel büyüklükleri şu örnekler verebiliriz:

Uzunluk,	Ağırlık,	Alan,	Hacim,
Akışkanlar,	Sıcaklık,	Eğim,	İş,
Enerji,	Güç,	Kesit,	Çap,
Hız,	Devir,	Işık,	Ses gibi.

1.3. Birimlerinin Ast ve Üst Katları

Birimlerin alt ve üst katları vardır. Bunlar birbirlerine dönüştürülebilirler. Birimler aşağı inildikçe katsayı ile çarpılır, yukarı çıkıldıkça katsayıya bölünür. Bu birimler tek başlarına kullanılmazlar.

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Tera	T	10^{12}	1.000.000.000.000
Giga	G	10^{9}	1.000.000.000
Mega	M	10^{6}	1.000.000
Kilo	k	10^{3}	1000
Temel Birim			
Mili	m	10^{-3}	0,001
Mikro	µ	10^{-6}	0,000001
Nano	n	10^{-9}	0,000000001
Piko	p	10^{-12}	0,000000000001

x1000 ↓ ↑ ÷1000

Üst Katlar

Alt Katlar

Biner biner artan veya azalan temel birimin ast ve üst katları

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
hekto	h	10^{2}	100
deka	da	10^{1}	10
Temel Birim			
desi	d	10^{-1}	0,1
santi	c	10^{-2}	0,01

x10 ↓ ↑ ÷10

Onar onar artan veya azalan temel birimin ast ve üst katları

Sorular

1 k = ... m

23 M = ... µ

245 m = ... µ

82,54 G = ... k

32,4 µ = ... p

0,012 T = ... m

0,24 m = ... n

1 k = ... M

56 m = ... k

45,3 n = ... µ

2.147 m = ... k

1.876,14 p = ... m

Çözümler

1 k = 1.000.000 m

23 M = 23.000.000.000.000 µ

245 m = 245.000 µ

82,54 G = 82.540.000 k

32,4 µ = 32.400.000 p

0,012 T = 12.000.000.000.000 m

0,24 m = 240.000 n

1 k = 0,001 M

56 m = 0,000056 k

45,3 n = 0,0453 µ

2.147 m = 0,002147 k

1.876,14 p = 0,00000187614 m

570,004 µ = ...M	570,004 µ = 0,00000000570004 M
1 da = ... d	1 da = 100 d
12,5 h = ... da	12,5 h = 125 da
87,05 h = ... c	87,05 h = 870.500 c
23 c = ... d	23 c = 2,3 d
8.543,06 d = ... h	8.543,06 d = 8,54306 h

																							T
																				G	0	0	0
																			M	0	0	0	0
																	K	0	0	0	0	0	0
															X	0	0	0	0	0	0	0	0
													m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
												µ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
											n	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
										p	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Biner biner artan veya azalan temel birimin ast ve üst katları

				h
			da	0
		X	0	0
	d	0	0	0
c	0	0	0	0

Onar onar artan veya azalan temel birimin ast ve üst katları

Birim dönüşümleri için pratik olması amacıyla üstteki grafik de kullanılabilir. Dönüştürülen birimler bir çizgi ile çakıştırılır. Çakışan satırdaki sıfır sayısı sayılır. Sayılan sıfır sayısıyla; aşağı için çarpılır, yukarı için bölünür.

Örnekler:

			µ
n	0	0	0

0,0125 µ = ...nano

0,0125 µ = 0,0125 x 1.000 = 12,5 nano

821,02 n =.....µ

821,02 n = 821,02 ÷ 1.000 = 0,82102 µ

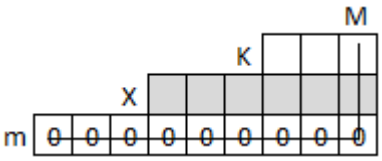
						K
			X			
m	0	0	0	0	0	0

1k =.....mili

1k = 1 x 1.000.000 = 1.000.000 mili

10.000 mili = ...k

10.000 mili = 10.000 ÷ 1.000.000 = 0,01 K

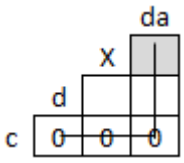


12,03 M = ...mili

1 M = 12,03 x 1.000.000.000 = 12.030.000.000 mili

15.200.000.000 mili =.....M

15.200.000.000 mili = 15.200.000.000 ÷ 1.000.000.000 = 15,2 M

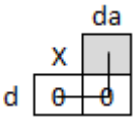


12,32 da =.....c

12,32 da = 12,32 x 1.000 =1.2320 c

15 c =.....da

15 c = 15 ÷ 1.000 =0,015 da



1 da =.....d

1 da = 1 x 100 = 100 d

120 d =.....da

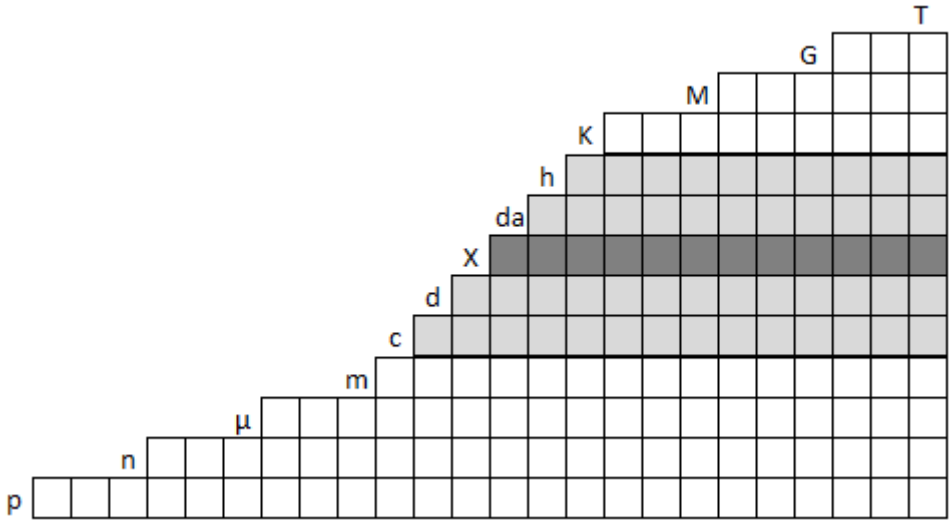
120 d = 120 ÷ 100 = 1,2 d

0,56 d =.....c

0,56 d = 0,56 x 10 = 5,6 mili

8 c =.....d

8 c = 8 ÷ 10 = 0,8 d



Biner biner ve onar onar artan veya azalan temel birimin ast ve üst katları

Örnekler:

18 k	= 18 x 100.000	= 1.800.000 c
38,045 da	= 38,045 x 10.000	= 380450 mili
24000 μ	= 2400 ÷ 10.000	= 0,24 c
0,054 c	= 0,054 ÷ 1.000	= 0,000054 da

1.4. Rakamların üstel gösterilmesi

1.800.000 =	18.10^{5}
38.045.00 =	$38.045.10^{2}$
1.000.000 =	10^{6}
23.000.000.000.000 =	23.10^{12}
82.540.000 =	$82.540.10^{4}$
32.400.000 =	324.10^{5}
12.000.000.000.000 =	12.10^{12}
240.000 =	24.10^{4}
0,001 =	10^{-3}
0,000056 =	56.10^{-6}
0,002147 =	$2.147.10^{-6}$
0,00000187614 =	$187.614.10^{-11}$

1.5. Üstel İşlemler

$10^{3}.10^{4}$ =	10^{7}
$10^{-3}.10^{4}$ =	10^{1}
$10^{-3}.10^{-4}$ =	10^{-7}
$(4.10^{3}).(12.10^{4})$ =	48.10^{7}
$(2.10^{-3}).(8.10^{4})$ =	16.10^{1}
$(6.10^{-3}).(7.10^{-4})$ =	42.10^{-7}

$$\frac{25.10^{3}}{5.10^{-4}} = 5.10^{3}.10^{4} = 5.10^{7}$$

$$\frac{12.10^{-3}}{4.10^{-4}} = 3.10^{-3}.10^{4} = 30$$

$$\frac{28.10^{-1}}{14.10^{2}} = 2.10^{-1}.10^{-2} = 2.10^{-3} = 0{,}002$$

$$\frac{25.10^{3}.4.10^{-5}.2.10^{2}}{50.10^{-7}.200.10^{2}.4.10^{3}} = \frac{200}{40000.10^{-2}} = \frac{200}{400} = \frac{1}{2}$$

2. UZUNLUK ÖLÇÜMÜ

İki nokta arasındaki mesafeye uzunluk denir. Uzunluk ölçüsü temel birimi **metredir** (m). Metre uluslararası bir kuruluş olan Sisteme International d'Unites (**SI**) (Uluslararası Birim Sistemi) tarafından tanımlanmıştır. Uzunluk birimi metrenin yanında dünyada başka uzunluk birimleri de kullanılmaktadır.

2.1. Uzunluk Birimlerinin Alt ve Üst Katları

Uzunluk ölçüm birimlerinin çevrilmesi için; yukarıya doğru her adımda 10 ile bölünür, aşağıya doğru her adımda 10 ile çarpılır. Mikro, Nano ve Pikoda ise 1.000 ile çarpılır veya bölünür. Mega, Giga ve Tera birimleri çok büyük olduğundan uzunluk ölçüm birimlerinde kullanılmaz.

Aşağı doğru atılan her adımda;

* Sıfır eklenir. 312 x 100 = 31200
* Virgül varsa virgül sağa kaydırılır. 312,562 x 100 = 31256,2
* Virgül biterse sağa sıfır eklenir. 312.562 x 100000 = 31256200

Yukarı doğru atılan her adımda;

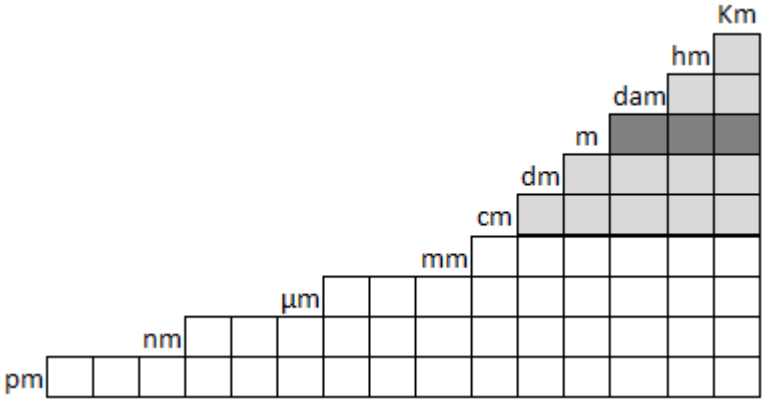
* Sıfır silinir. 31200 ÷ 100 = 312
* Virgül varsa virgül sola kaydırılır. 312,562 ÷ 100 = 3,12562
* Virgül biterse sola sıfır eklenir. 312,562 ÷ 100000 = 0,00312562

Virgüller sol tarafta hiçbir zaman boşta kalmamalı (,120 olmaz 0,120 olur) bu yüzden virgül sol tarafta boşa geldiği zaman hemen önüne sıfır eklenmeli. Sağ tarafta virgül boşa geldiği zaman ise virgül silinir ve her adımda sıfır eklenmeye başlanır(126, olamaz 126 olur).

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Kilometre	km	10^3 m	1.000 m
Hektometre	hm	10^2 m	100 m
Dekametre	dam	10^1 m	10 m
Metre	m		
Desimetre	dm	10^{-1} m	0,1 m
Santimetre	cm	10^{-2} m	0,01 m
Milimetre	mm	10^{-3} m	0,001 m
Mikrometre	**µm**	**10^{-6} m**	**0,000001 m**
Nanometre	**nm**	**10^{-9} m**	**0,000000001 m**
Pikometre	**pm**	**10^{-12} m**	**0,000000000001 m**

x ↓ ↑ ÷

Tablo 4. Uzunluk birimlerinin alt ve üst karşılıkları



Uzunluk birimlerinin alt ve üst karşılıklarının grafik gösterimi

Sorular	**Çözümler**
1 km = ... m	1 km = 1.000 m
1 km = ... mm	1 km = 1.000.000 mm
23 cm = ... µm	23 cm = 230.000 µm
245 mm = ... µm	245 mm = 245.000 µm
82,54 km = ...dam	82,54 km = 8.254 dam
32,4 µm = ... pm	32,4 µm = 32.400.000 pm
0,012 m = ... nm	0,012 m = 12.000.000 nm
0,24 mm = ... nm	0,24 mm = 240.000 nm
1 m = ... km	**1 m = 0,001 km**
56 mm = ... km	56 mm = 0,000056 km
45,3 nm = ... µm	45,3 nm = 0,0453 µm
2.147 mm = ... km	2.147 mm = 0,002147 km
1.876,14 pm = ...cm	1.876,14 pm = 0,000000187614 cm
570,004 µm = ... m	570,004 µm = 0,000570004 m
1 dam = ... dm	1 dam = 100 dm
12,5 hm = ...dam	12,5 hm = 125 dam
87,05 hm = ...cm	87,05 hm = 870.500 cm
23 cm = ... dm	23 cm = 2,3 dm
8.543,06 dm = ... hm	8.543,06 dm = 8,54306 hm
0,0012 µm = ...cm	0,0012 µm = 12 cm

2.2. Diğer Uzunluk Birimleri

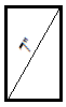
Dünyada farklı meslekler, farklı sektörler başka uzunluk birimleri kullanırlar. Denizciler deniz mili kullanır. Bilgisayar sektöründe bir monitörün büyüklüğü, cep telefonlarının ekranlarının büyüklüğü, tabletlerin ekranlarının büyüklüğü inç ile ifade edilir.

Çok kullanılan inç ABD, Kanada ve Birleşik Krallık'ta yaygın olarak kullanılır. 2,54 cm uzunluğundaki uzunluk ölçüsü birimidir. (") işareti ile ifade edilir. Alan hesaplamalarında inç kare, hacim hesaplamalarında ise inç küp adını alır. ABD ve İngiltere'de kişilerin boy uzunlukları foot ve inç cinsinde ifade edilirken, Kanada'da sürücü ehliyeti gibi resmi belgelerde kişilerin boy uzunlukları metrik ölçülerle gösterilir.

UZUNLUK	METRE KARŞILIĞI	
1 inç (parmak)	2,54 cm	
1 foot (ayak)	30,48 cm	12 inç
1 yarda	91,44 cm	3 foot
1 kara mili	1609 m	
1 deniz mili	1852 m	

Tablo 1. Değişik uzunluk birimlerinin metre karşılıkları

2.3. Ekran Ölçüleri



Cep telefonu ekranları, bilgisayar monitörleri, tablet ekranları, TV ekranlarının ölçüleri genellikle inç (") olarak verilir. Bu ölçü ekranların köşeden köşeye olan mesafeleridir.

Örnekler

7 inç olan bir cep telefonu ekranı kaç cm dir?	7" =	7 x 2,54 =	17,78 cm
10,1 inç olan tabletin ekranı kaç cm dir?	10,1"=	10,1 x 2,54 =	25,65 cm
55 inç olan bir TV nin ekranı kaç cm dir?	55" =	55 x 2,54 =	140 cm
19 inç olan bir bilgisayar monitörü kaç cm dir?	19" =	19 x 2,54 =	48,26 cm
14cm olan bir cep telefonu ekranı kaç inç dir?	14 cm =	14 ÷ 2,54 =	5,5"
81,28cm olan bir TV nin ekranı kaç inç dir?	81,28 cm =	81,28 ÷ 2,54 =	32"
30,48cm olan bir tabletin ekranı kaç inç dir?	30,48 cm =	30,48 ÷ 2,54 =	12"
53,34cm olan bir bilgisayar monitörü kaç inç dir?	53,34 cm =	53,34 ÷ 2,54 =	21"

2.4. Işık Yıl

Işık yılı, zaman değil mesafe ölçüsüdür. Işığın "bir yılda" aldığı yoldur. Genellikle yıldızlar arası mesafeleri ölçmekte kullanılır. Yaklaşık 9.5 trilyon km mesafeyi ifade eder.

2.5. Uzunluk Ölçü Aletleri

Uzunluk ölçüsü temel birimi metredir ve kullanılan ölçü aletinin ismi de metredir. Kullanılan yere göre metrenin tipi değişir. Bir terzinin kullandığı metre ile bir marangozun kullandığı metre aynı değildir.

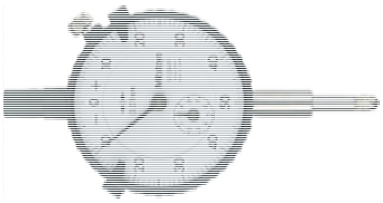
Çelik Metre

Ahşap Kırma Metre

2.5.1. Arazi Tipi Şerit Metre: Bu metreler büyük uzunlukları ölçmek için kullanılırlar. Bırakıldığında yaylı sistem sayesinde toplanabilir. Milimetrik taksimatlı ve korozyona dayanıklı özel polyesterler ile kaplanırlar. Arazi koşullarına azami mukavemet ve dayanıklılık sağlarlar. Bunlar 10 metre, 20 metre ve 50 metrelik boylarda bulunur.

2.5.2. Sentil: Çeşitli ölçüde, çelik yaprak ve tellerden yapılmıştır. Yaprakların her biri; belirli bir aralığı, teller ise delik çaplarını ölçmeye yarar. Yaprak ve tel üzerindeki sayılar, sentil kalınlığını gösterir.

2.5.3. Komparatör: Ölçme, kontrol ve karşılaştırma amacı ile kullanılır. Ölçü milinin aşağı - yukarı hareketi ölçü saat ibresinin dönmesini sağlar. Büyük ibrenin, iki çizgi arasındaki hareketi 0,01 mm'dir. Küçük ibre ise, ibrenin kaç tur döndüğünü gösterir. Büyük ibrenin bir turu, 1 mm'dir.

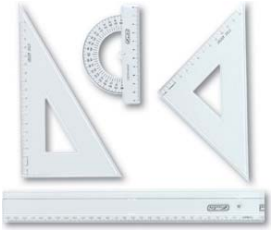


2.5.4. Kaplama Kalınlığı Ölçüm Cihazı: Demir, alüminyum, pirinç, çelik gibi malzemelerinizin üzerindeki boya, kauçuk ve bakır üzerindeki krom kaplamanın kalınlıklarını hassas ve güvenilir bir şekilde ölçer. USB kablosu ve yazılımı ile birlikte bilgisayara bilgiler aktarılabilir. 0 ile 1250 mikron arası hassas ölçüm yapabilir, 400 ölçümlük hafızası vardır.

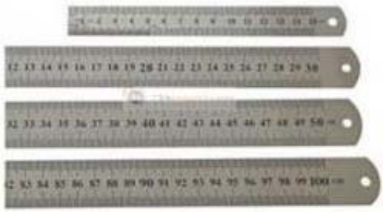
2.5.5. Mihengir: Yükseklik ölçüsü alırken üzerinde sabit kumpası olan mm cinsinde hassas ölçülerin alınmasını sağlayan ve parçayı işaretleme yapabilen ölçüm cihazıdır. Markalama ve kontrol aleti olarak işlem görür. Pleyt (düz, pürüzsüz hassas plaka) yüzeylerde kullanılır. Mihengirin üzerindeki elmas ile çizim işlemi yapılır. Mihengir düz işaretleme yapar, bu sebepten ötürü işaretlenen parçalar bükme makinesi, makas gibi aletlerle şekillendirilirler. Parçaların yükseklik ölçümlerinde de çok kullanılır.

2.5.6. Lazer Metre: Lazer ışını ile mesafe ölçer. Odaklanan ışınlar, lazer metre tarafından yayılır. Lazer metre ışık ışınlarının kaynağa tekrar yansıması için gerekli zamanı hesaplar. Elde edilen sonuçlar ile mesafe oldukça hassas bir şekilde ölçülür. Diğer alternatiflerden çok daha hassas ölçme yapar.

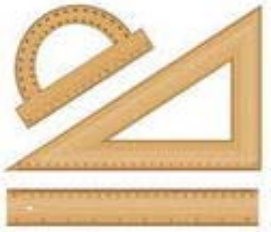
2.5.7. Ölçmede kullanılan diğer aletler



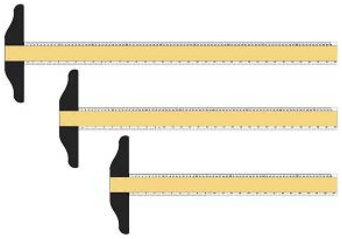
Cetvel ve gönye



Çelik Cetvel



Ahşap Cetvel ve gönye



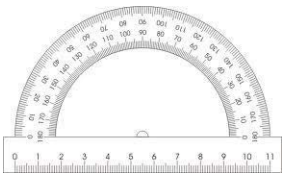
T cetveli

Mezura

Çelik Gönye

Pergel

Tekerlekli Metre



İletki veya Açı Ölçer

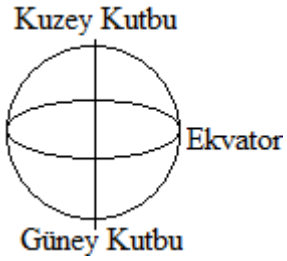
2. HAFTA

3. AĞIRLIK ÖLÇÜMÜ

Ağırlık ve kütle birbirleri yerine kullanılıyor olsa da birbirlerinde farklı kavramlardır.

3.1. Kütle: Bir cismin, bulunduğu yere, basınca, sıcaklığa ve yerçekimine bağlı olmayan, değişmeyen madde miktarına *kütle* denir ve birimi *gramdır*. Kütle bir cismin sahip olduğu madde miktarıdır ve bir maddenin durgun kütlesi değişmez.

3.2. Ağırlık: Bir cismi etkileyen yerçekimi kuvvetine denir. Bir cismin yerçekimi alanından ne kadar etkilendiğini ölçer. Ağırlık denilen kuvvet, kütleye ve ona etki eden yerçekimine bağlıdır. Bir cismin ağırlığı yükseğe çıkıldıkça azalır, kutuplara gidildikçe artar, ekvatora gidildikçe azalır, bu fark 70kglık bir insan için 1.5 kg civarındadır, ancak bu değişim ihmal edilebilir olarak kabul edilmiş ve ağırlık yerine kütle birimleri kullanılmaktadır.



Ağırlık cismin kütlesi ile o cisme etki eden yer çekiminin çarpımına eşittir. Ağırlık birimi; MKS (M Kg Sn) sistemine göre *Newton* (N), CGS (Cm g Sn) sistemine göre ise *dyne*'dir.

Ağırlık = Kütle x Yer çekimi

G = m.g (Newton) g = 9,81 N

Örnek 1: Kütlesi 34 Kg olan cismin dünyadaki ağırlığı ne kadardır?

Çözüm 1: G = m . g = G = 34 . 9,81= 333,54 N

Örnek 2: Kütlesi 120 g olan bir cismin ağırlığı ne kadardır?

Çözüm 1: 120 g = 0,12 Kg G = m . g = G = 0,12 . 9,81= 1,17 N

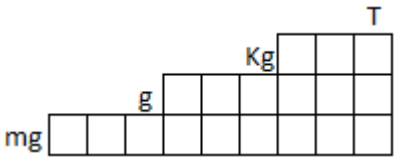
Örnek 2: Ağırlığı 90 N olan bir cismin kütlesi ne kadardır?

Çözüm 1: G = m . g = 90 = m . 9,81 m=90 ÷ 9,81 = 9,17 Kg

3.3. Uzunluk Birimlerinin Alt ve Üst Katları

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Ton	T	10^6 g	1.000.000 g
Kilogram	kg	10^3 g	1.000 g
gram	g		
Miligram	mg	10^{-3} g	0,001 g

x ↓ ↑ ÷



Sorular	Çözümler		
1 kg =.....g	1 kg =	1.10^3 g =	1.000 g
1 kg =.....mg	1 kg =	1.10^6 mg =	1.000.000 mg
32 g =.....mg	32 g =	32.10^3 mg =	32.000 mg
425 T =.....kg	425 T =	425.10^3 kg =	425.000 kg
28,45 g =.....mg	28,45 g =	28,45.103 mg =	28.450 mg
23 g =.....kg	23 g =	23.10^{-3} kg =	0,023 kg
320 mg =.....kg	320 mg =	320.10^{-6} kg =	0,000320 kg
0,42 kg =..... T	0,42 kg =	$0,42.10^{-3}$ T =	0,00042 T
5.020 mg =.....g	5.020 mg =	5020.10^{-3} mg =	5,02 mg
300 kg =..... T	300 kg =	300.10^{-3} T =	0,3 T

3.4. Ağırlık Ölçü Aletleri

Ağırlık ölçmek için en çok kullanılan ölçü aleti **terazidir**. Mekanik ve elektronik olmak üzere iki çeşidi vardır ve mekanik olanlar artık yerlerini elektronik olan cihazlara bırakıyorlar.

3.4.1 Mekanik Teraziler

Eşit Kollu Terazi *El Terazisi* *İbreli Terazi* *Mekanik Terazi*

3.4.2 Elektronik Teraziler

Elektronik teraziler daha doğru ölçüm yapmalarından, ölçülen maddenin fiyatını ve tutarını göstermelerinden ve daha çabuk sonuç vermelerinden dolayı daha çok kullanılır.

3.4.2.1 Market Tartıları

a) Barkotlu sistem terazileri: Bu teraziler bilgisayar bağlantılı olarak çalışabilirler. Ürünlerin isimleri, fiyatları, özellikleri gibi değerleri hafızasına direk veya bilgisayar aracılığı ile teraziye gönderilebilir. Barkotlu etiket çıktısı alınabilir. Barkotlu okuma sistemi ile bu barkotlar okunabilir. Ayrıca bu teraziler günlük, haftalık ve aylık satılan ürünlerin raporunu verebilir.

b) Fiyat hesaplamalı teraziler: Çok sayıda hafızaları vardır ve bu hafızalarına ürünler ve fiyatları kaydedilir. Ürün tartarken ilgili hafızaya basarak tartımın daha hızlı yapılması sağlanır ve ürünün tutarını gösterir. Bu terazileri manavlar, marketler tercih eder.

c) Tartım terazileri: Bu teraziler ile sadece tartım yapılabilir. Fiyat, tutar, hafıza, barkod, gibi özellikleri yoktur.

3.4.3. Endüstriyel amaçlı tartılar

a) Laboratuvar terazileri: Terazi çok hassas olduğu ve ortamdaki hava akımlarından etkilenebileceği için üstünde cam koruması vardır. Laboratuvar, Analiz, Kimya, Gıda gibi çok çok hassas ölçümlerin yapıldığı yerde kullanılır. Gramın onbinde birini gösterir. 300-600 gr ölçme kapasiteleri vardır. 0,01-0,001-0,0001 gr gibi hassasiyete sahiptirler.

b) Hassas teraziler: Gramın on binde birini gösterir. 0.000001 gr'a kadar olan değişimleri gösterebilir. Dengesi bozulabileceğinden yerinden oynatılmamalıdırlar. Genellikle 1 gramı bile çok değerli olan kimyasal maddelerin ve mücevheratın tartımında kullanılır. Kuyumcularda, eczanelerde, laboratuvarlarda, ilaç ve kimya sanayinde kullanılır.

c) Sayıcı (Sayım) teraziler: Tartım yapar, parça (adet) sayısını bulur. Terazi üzerine konulan numuneyi tartarak birim ağırlığı hesaplayan ve sonrasında üzerine âdeti bilinmeyen sayıda ürün konulduğunda (aynı ağırlıkta) üzerine konan ürünün âdetini ekranında bildiren terazilerdir. Terazi üzerinde ağırlık, birim ağırlık ve sayım miktarı görülür.

3.4.4. Basküller: Büyük ağırlıkları tartmaya yarayan aletlere denir. Bir kütleyi çok daha küçük bir kütle yardımıyla karşılaştırır.

Tartım Baskülü

Çengel Baskül

Mekanik Baskül

Transpalet Baskül

Dijital Baskül

Mekanik Baskül

Hayvan Baskülü

3.4.5. Kantar: Daha büyük ağırlıkları tartmaya yarayan aletlere denir. Ağır cisimleri tartmak için kullanılan tek kollu terazidir. Kantar, ağır olması, dengesinin çabuk bozulmasından dolayı terazi yerine kullanılamaz.

Mekanik Kantar

Dijital Kantar

Tır Kantarı

Çengel Kantar

Hayvan Kantarı

Vinç Kantar

3.4.6. Medikal Tartılar:

a) Diyaliz Baskülü: Diyaliz hastalarının ağırlığını ölçmek için kullanılan basküllerdir. Hasta tekerlekli sandalyede iken sandalye ile basküle çıkar ve sandalyeden kaldırılmadan ağırlıkları ölçer. Baskül dara olarak tekerlekli sandalyeyi düşer.

b) Bebek tartım terazisi: Bebeklerin kilolarını ölçmek için kullanılan terazilerdir.

c) Otomatik boy ölçerli baskül: Tartılırken otomatik olarak boyu da ölçer.

d) Manuel boy ölçerli baskül: Tartılan kişinin manuel olarak boyunu da ölçebilen basküllerdir.

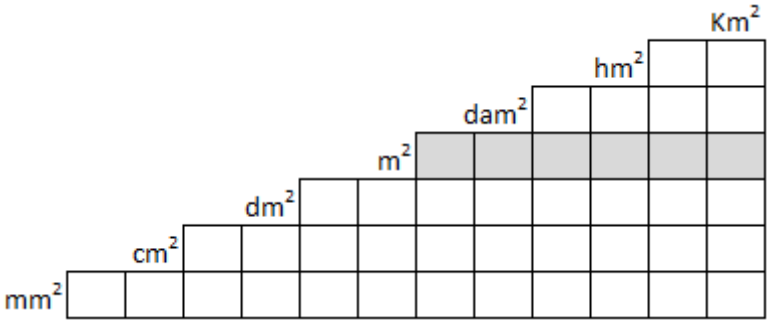
4. ALAN

4.1. Alan Birimi

Kapalı bir geometrik cismin kenarları içerisinde kalan yüzeye alan denir. Sembolü A, birimi metrekare (m^2) dir. Metrekare kenarı 1 metre olan karenin alanıdır. Alan ölçü birimi metrekare 100'er 100'er büyür ve küçülür.

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Kilometre kare	km^2	10^6 m^2	1.000.000 m^2
Hektometre kare	hm^2	10^4 m^2	10.000 m^2
Dekametre kare	dam^2	10^2 m^2	100 m^2
Metrekare	m^2		
Desimetre kare	dm^2	10^{-2} m^2	0,01 m^2
Santimetre kare	cm^2	10^{-4} m^2	0,0001 m^2
Milimetre kare	mm^2	10^{-6} m^2	0,000001 m^2

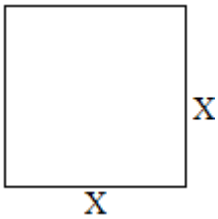
x ↓ ↑ ÷



Sorular	Çözümler		
1 km^2 = ... m^2	1 km^2 =	1.10^6 m^2 =	1.000.000 m^2
1 km^2 = ... hm^2	1 km^2 =	1.10^2 hm^2 =	100 hm^2
25 m^2 = ... cm^2	25 m^2 =	25.10^4 cm^2 =	250.000 cm^2
0,05 hm^2 = ... dm^2	0,05 hm^2 =	$0,05.10^6$ dm^2 =	50.000 dm^2
12,35 dam^2 = ... m^2	12,35 dam^2 =	$12,35.10^2$ m^2 =	1.235 m^2
76 dm^2 = ... m^2	76 dm^2 =	76.10^{-2} m^2 =	0,76 m^2
1200 mm^2 = ... m^2	1200 mm^2 =	1200.10^{-6} m^2 =	0,0012 m^2
0,87 hm^2 = ... km^2	0,87 hm^2 =	$0,87.10^{-2}$ km^2 =	0,0087 km^2
8.000 m^2 = ... km^2	8.000 m^2 =	$8.000.10^{-6}$ km^2 =	0,008 km^2
600 cm^2 = ... dm^2	600 cm^2 =	600.10^{-2} dm^2 =	6 dm^2

4.2. Alan Hesapları

4.2.1 Karenin Alanı: Karenin alanı iki kenarının çarpımına eşittir. **$A = X^2$** formülü ile hesaplanır.



$A = X^2$

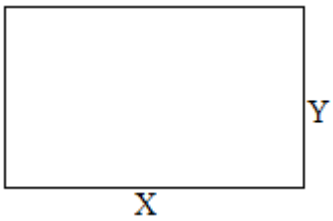
Örnek 1: Bir kenarı 60 cm olan bir tahtanın alanı kac cm^2 dir?

Çözüm 1: $A = 60^2 = 3600\ cm^2$

Örnek 2: Bir kenarı 120 cm olan bir masanın alanını m^2 cinsinden bulunuz.

Çözüm 2: 120 cm = 1,2m ise $A=1,2^2 = 1,44\ m^2$

4.2.2. Dikdörtgenin Alanı: Dikdörtgenin alanı kısa kenar ve uzun kenarın çarpımına eşittir. **A = X.Y** formülü ile hesaplanır.



A = X.Y

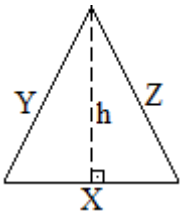
Örnek 1: Uzunluğu 20 m, genişliği 50 m olan bir arsanın alanını bulunuz?

Çözüm 1: A = X.Y $A = 20.30 = 600\ m^2$

Örnek 2: Eni 220 cm ve boyu 5.2 m olan bir tarlanın alanını hesaplayınız.

Çözüm 2: 220 cm = 2,2 m ise $A = 2,2.5,2 = 11,44\ m^2$

4.2.3. Üçgenin Alanı: Üçgenin alanı, taban ile yüksekliğin çarpımının ikiye bölümüne eşittir.



$\boldsymbol{A = \frac{X.h}{2}}$

Üçgenin alanı $\boldsymbol{A = \frac{X.h}{2}}$ formülü ile hesaplanır.

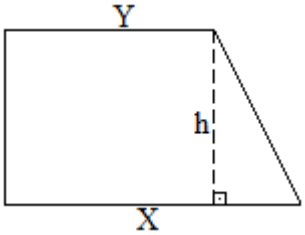
Örnek 1: Tabanı 12 dm, yüksekliği 50 dm olan bir üçgenin alanını bulunuz?

Çözüm 1: $A = \frac{X.h}{2}$ $A = \frac{12\ .\ 50}{2} = 300\ dm^2$

Örnek 2: Bir üçgenin yüksekliği 2 Km ve tabanı 24 km ise bu üçgenin alanı kaç km^2 dir?

Çözüm 2: $A = \frac{X\ .\ h}{2}$ $A = \frac{2\ .\ 24}{2} = 24\ km^2$

4.2.4. Yamuğun Alanı: Yamuğun alanı, alt taban ile üst tabanın toplamının ikiye bölündükten sonra yükseklik ile çarpımına eşittir. $\boldsymbol{A = \frac{(X+Y)}{2}.h}$ formülü ile bulunur.



$\boldsymbol{A = \frac{(X+Y)}{2}.h}$

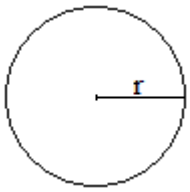
Örnek 1: Alt tabanı 3 mm, üst tabanı 15 mm ve yüksekliği 5 mm olan yamuk şeklindeki bir kâğıdın alanını bulunuz?

Çözüm 1: $A = \frac{(X+Y)}{2}.h$ $A = \frac{(3+15)}{2}.5 = 45\ mm^2$

Örnek 2: Bir yamuğun h = 3 cm X = 6,8 cm ve Y = 5,2 m ise alanı =?

Çözüm 2: $A = \frac{(X+Y)}{2}.h$ $A = \frac{(6,8+5,2)}{2}3 = 18\ m^2$

4.2.5. Dairenin Alanı: Dairenin alanı, dairenin yarıçapının karesinin π (3,14) ile çarpımına eşittir.



$A = \pi . r^2$ formülü ile hesaplanır. Dairenin çevresi **$Ç = 2 . \pi . r$** dir.

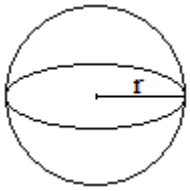
Örnek 1: Yarıçapı 20 mm olan bir dairenin alanını bulunuz.

Çözüm 1: $A = \pi . r^2$ $A = 3,14 . 20^2 = 1.256\ mm^2$

Örnek 2: Çapı 8 dm olan bir dairenin alanı kaç dm^2 dir?

$A = \pi . r^2$ Çözüm 2: $A = \pi . r^2$ R = 8 ise r = 4 olur. $A = 3,14 . 4^2 = 50,24\ dm^2$

4.2.6. Kürenin Alanı: Kürenin alanı, dairenin alanının dört katına eşittir. **$A = 4. \pi . r^2$** formülü ile hesaplanır.



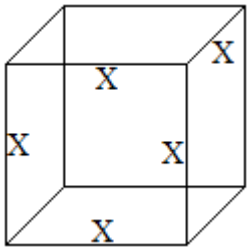
Örnek 1: Yarıçapı 5 cm olan küre şeklindeki bir cismin alanını bulunuz.

Çözüm 1: $A = 4. \pi . r^2$ $A = 4 . 3,14 . 5^2 = 314\ cm^2$

$A = 4.\pi . r^2$ Örnek 1: Yarıçapı 5 m olan küre şeklindeki bir cismin alanını bulunuz.

Çözüm 1: $A = 4. \pi . r^2$ $A = 4 . 3,14 . 5^2 = 314\ m^2$

4.2.7. Küpün Alanı: Küpün alanı, bir kenarının karesinin 6 katına eşittir. **$A = 6 . X^2$** formülü ile hesaplanır.



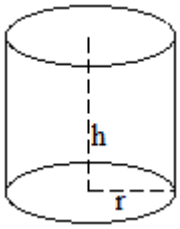
Örnek 1: Bir kenarı 9 dm olan küp şeklindeki bir kutunun alanı ne kadardır?

Çözüm 1: $A = 6 . X^2$ $A = 6 . 9^2 = 486\ dm^2$

Örnek 2: Bir kenarı 80 cm olan küpün alanı kaç m^2 dir?

$A = 6.X^2$ Çözüm 2: $A = 6 . X^2$ $A = 6 . 80^2 = 38.400\ cm^2 = 3,84\ m^2$

4.2.8. Silindirin Alanı: Silindirin alanı, 2 tane alt ve üst taban alanları ile yanal alanın toplanmasıyla bulunur.



Taban alan = $2.\pi.r^2$

Yanal alan = $2.\pi.r.h$

$A = (2.\pi.r^2) + (2.\pi.r.h)$ formülü ile hesaplanır.

Örnek 1: Yarıçapı 24 mm, yüksekliği 32 mm olan bir silindirin alanı kaç dm2 dir?

Çözüm 1: $A = (2.\pi.r^2) + (2.\pi.r.h)$ $A = (2.3,14.12^2) + (2.3,14.12.32) = 3.315,84\ mm^2$

Örnek 2: Çapı 1600cm, yüksekliği 150m olan silindir şeklindeki bir binanın kapsadığı alanı dam^2 cinsinden bulunuz?

Çözüm 2: Yarıçap r = 1600÷2= 800 cm = 8 m

$A = (2.\pi.r^2) + (2.\pi.r.h)$ $A = (2.3,14.8^2) + (2.3,14.8.150) = 7.937,92\ m^2 = 79,37\ dam^2$

5. HACİM ÖLÇÜMÜ

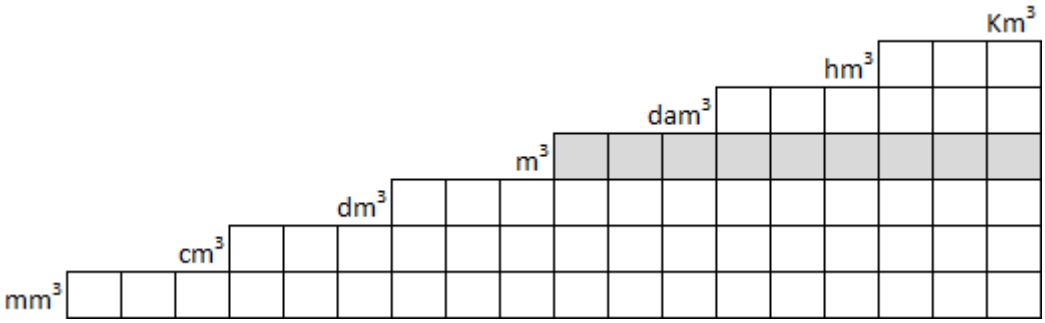
5.1. Hacim Birimi Alt ve Üst Katları

Cisimlerin boşlukta kapladığı yerdir V ile gösterilir, birimi metreküp dür (m^3). 1 Kenarı 1 metre olan bir küpün hacmi 1 m^3 tür. Hacim birimi 1.000'er 1.000'er büyür ve küçülür.

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Kilometre küp	km^3	10^9 m^3	1.000.000.000 m^3
Hektometre küp	hm^3	10^6 m^3	1.000.000 m^3
Dekametre küp	dam^3	10^3 m^3	1.000 m^3
Metreküp	m^3		
Desimetre küp	dm^3	10^{-3} m^3	0,001 m^3
Santimetre küp	cm^3	10^{-6} m^3	0,000001 m^3
Milimetre küp	mm^3	10^{-9} m^3	0,000000001 m^3

x ↓ ↑ ÷

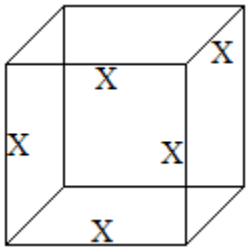
Tablo 5. Hacim birimlerinin birbirine dönüştürme tablosu



Sorular	Çözümler		
1 km^3 = ... m^3	1 km^3 =	1.10^9 m^3 =	1.000.000.000 m^3
1 km^3 = ... hm^3	1 km^3 =	1.10^3 hm^3 =	1.000 hm^3
25 m^3 =..... cm^3	25 m^3 =	25.10^6 cm^3 =	25.000.000 cm^3
0,05 hm^3 =..... dm^3	0,05 hm^3 =	$0,05.10^9$ dm^3 =	50.000.000 dm^3
12,35 dam^3 =..... m^3	12,35 dam^3=	$12,35.10^3$ m^3 =	12.350 m^3
76 dm^3 =..... m^3	76 dm^3 =	76.10^{-3} m^3 =	0,076 m^3
1200 mm^3 =..... m^3	1200 mm^3 =	1200.10^{-9} m^3 =	0,0000012 m^3
0,87 hm^3 =..... km^3	0,87 hm^3 =	$0,87.10^{-3}$ km^3 =	0,00087 km^3
8.000 m^3 =..... km^3	8.000 m^3 =	$8.000.10^{-9}$ km^3 =	0,000008 km^3
600 cm^3 =..... dm^3	600 cm^3 =	600.10^{-3} dm^3 =	0,6 dm^3

5.2. Hacim Hesapları

5.2.1 Küpün Hacmi: Bir kenarının küpü alınarak bulunur. **V = X³** formülü ile hesaplanır.



Örnek 1: Bir kenarı 11 m olan küp şeklindeki bir binanın hacmi ne kadardır?

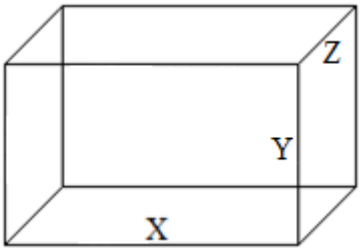
Çözüm 1: $V = X^3$ $A = 11^3 = 1331\ m^3$

Örnek 2: Bir kenarı 20 cm olan küpün alanı kaç dm^3 dir?

Çözüm 2: $V = X^3$ $A = 20^3 = 8.000\ m^3 = 8\ dm^3$

$V = X^3$

5.2.2 Prizmanın Hacmi: Eni, boyu ve yüksekliği çarpılarak bulunur **V = X.Y.Z** formülü ile hesaplanır.



Örnek 1: Eni 40 cm, boyu 90 cm ve derinliği 25 cm olan bir prizmanın hacmini bulunuz?

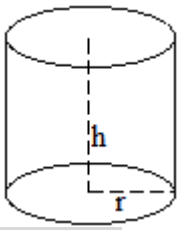
Çözüm 1: V = X.Y.Z $V = 40.90.25 = 90.000\ cm^3 = 90\ dm^3$

V = X.Y.Z

Örnek 2: Taban alanı 125 cm^2 ve yüksekliği 150 cm olan prizma şeklindeki bir dolabım hacmini bulunuz?

Çözüm 2: V = X.Y.Z $V = 125.150 = 18.750\ cm^3 = 18,75\ dm^3$

5.2.3 Silindirin Hacmi: Silindirin hacmi; taban alanı ile yüksekliğin çarpımıyla bulunur. **$V = \pi.r^2.h$** formülü ile bulunur.



Örnek 1: Taban yarıçapı 12 cm ve yüksekliği 5 cm olan silindir şeklindeki bir cismin hacmini hesaplayınız?

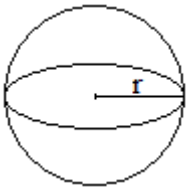
Çözüm 1: $V = \pi.r^2.h$ $V = 3,14.12^2.5 = 2.260,8\ cm^3$

$V = \pi.r^2.h$

Örnek 2: Taban alanı 28 m^2 ve yüksekliği 3 m olan silindir şeklindeki bir cismin hacmini hesaplayınız?

Çözüm 2: $V = \pi.r^2.h$ $V = 28.3 = 48\ m^3$

5.2.4 Kürenin Hacmi: Bütün noktaları merkezden aynı uzaklıkta bulunan bir yüzeyle sınırlı cisim.



Kürenin yarıçapı r olmak üzere, $V = \frac{4}{3}.\pi.r^3$ Formülü ile hesaplanır.

Örnek 1: Bir kavanozun yarıçapı 8 cm ise kaç cm^3 su alır?

Çözüm 1: $V = \frac{4}{3}.3,14.8^3 = 2.143,57\ cm^3$

$$\boldsymbol{V = \frac{4}{3}.\pi.r^3}$$

6. LİTRE

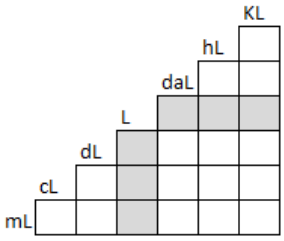
6.1. Litre Birimi Alt ve Üst Katları

Litre bir Hacim ölçüsü birimidir. Tüm sıvı maddelerin miktarını ölçmede kullanılır. 1 litre 1 desimetre küp'e eşittir. **1L =1dm³**

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Kilolitre	kl	10^3 l	1.000l l
Hektolitre	hl	10^2 l	100l l
Dekalitre	dal	10^1 l	10 l
Litre	L (1 dm^3)		
Desilitre	dl	10^{-1} l	0,1l
Santilitre	cl	10^{-2} l	0,001l
Mililitre	ml	10^{-3} l	0,0001l

x ↓ ÷ ↑

Tablo 5. Hacim birimlerinin birbirine dönüştürme tablosu



Sorular	Çözümler		
2 kl = ...L	2 kl =	2.10^3 L =	2.000 L
3 kl = ...hl	3 kl =	3.10^1 hl =	30 hl
24 L =..... cl	24 L =	24.10^2 cl =	2.400 cl
0,06 hl =.....dl	0,06 hl =	$0,06.10^3$ dl =	60 dl
1,53 dal =.....L	1,53 dal =	$1,53.10^1$ L =	15,3 L
89 dl =.....L	89 dl =	89.10^{-1} L =	8,9 L
34.000 ml =.....L	34.000 ml =	$34.000.10^{-3}$ L =	34 L
0,69 hl =.....kl	0,69 hl =	$0,69.10^{-1}$ kl =	0,069 kl
90.000 L =.....kl	90.000 L =	$90.000.10^{-3}$ kl =	90 kl
7.000 cl =.....dl	7.000 cl =	$7.000.10^{-1}$ dl =	700 dl

Örnek 1: Küre şeklindeki bir kavanozun yarıçapı 8 cm ise ne kadar su alır?

Çözüm 1: $V = \frac{4}{3}.3,14.8^3 = 2.143,57\ cm^3 = 2,14\ L$

7. AKIŞKANLAR

7.1. Akışkanın Tanımı

Genel olarak maddesel cisimler doğada; katı, sıvı ve gaz halinde bulunurlar. Sıvı ve gaz halinde bulunan maddeler akışkandır ve bunların davranışlarını inceleyen bilime akışkanlar mekaniği adı verilir. Akışkanlar mekaniği; statik, dinamik, kinematik bölümlerinden meydana gelir.

Akışkan maddede moleküller birbiri üzerinde kayarlar. Su, cıva, yağ gibi maddeler akışkandır. Maddelerin akışkanlık özellikleri birbirlerinden farklıdır örneğin, yağın akışkanlığı suyun akışkanlığından daha azdır.

7.2. Akışkanların Özellikleri

7.2.1. Sıvılar:

a) Belli bir şekli yoktur.

b) Konuldukları kabın şeklini alırlar.

c) Bir ağırlıkları vardır.

d) Bulundukları kaba bir kuvvet uygularlar.

e) Üzerlerine uygulanan basıncı aynen iletirler.

f) Sıkıştırılamazlar

7.2.2. Gazlar:

a) Belli bir şekli yoktur.

b) Belli hacimleri yoktur.

c) Bulundukları ortama yayılırlar.

d) Molekülleri sürekli hareket halinde ve birbirlerine çarparlar.

e) Sıkıştırılabilirler.

7.3. Yoğunluğun (Özkütlenin) Tanımı

Bir maddenin birim hacminin (1 cm^3) kütlesine *yoğunluk* veya *özkütle* denir. Kütle ve özkütle, yer çekiminden bağımsızdır. Yoğunluk, maddelerin ayırt edici bir özelliğidir. Örneğin, suyun yoğunluğu l g/cm^3, demirin yoğunluğu 7,8 g/cm^3' tür.

Yoğunluk (Özkütle) ile gösterilir. Kütlesi m, hacmi V olan bir maddenin d yoğunluğu

$$d = \frac{m}{V} \qquad (g/cm^3)$$

d: Yoğunluk (Özkütle) (g/cm^3)

m: Maddenin kütlesi (g)

V: Maddenin hacmi (cm^3)

Örnek 1: Kütlesi 12 g, hacmi 4 cm^3 olan cismin yoğunluğu ne kadardır?

Çözüm 1: d = m / V d = 12 / 4 = **3** g/cm^3

Örnek 2: Özkütlesi 1 g/cm^3 olan 0,5 cm^3 hacmindeki suyun kütlesi ne kadar olur?

Çözüm 2: d = m / V 1 = m / 0,5 = m = 1 / 0,5 = **2** g

7.4. Özgül Ağırlık

Bir maddenin birim hacminin (1 cm^3) ağırlığına o maddenin *özgül ağırlığı* (*öz ağırlık*) denir. Örneğin 1 cm^3 suyun ağırlığı 1 g olduğundan suyun özgül ağırlığı 1'dir denebilir. Özgül ağırlık ρ (Ro) simgesi ile gösterilir, birimi (N/m^3) veya ($gr\text{-}f/cm^3$) olarak kullanılabilir.

$$\rho = \frac{G}{V} \quad (N/m^3)$$

ρ = Özgül ağırlık (N/m^3) ($gr\text{-}f/cm^3$)

G = Ağırlık (N)

V: Maddenin hacmi (m3)

şağıda bazı maddelerin özgül ağırlıkları verilmiştir.

MADDE	ÖZGÜL AĞIRLIK ρ ($gr\text{-}f/cm^3$)
Hava	0,0013
Zeytinyağı	0,9
Su	1
Alüminyum	2,7
Bakır	8,9
Gümüş	10,5

Bazı maddelerin özgül ağırlıkları

7.5 Viskozite (Akıcılık)

Vanası olan bir kap içerisini bir sıvı ile dolduralım. Vanayı açtığımızda sıvı akmaya başlar. İşte sıvıların bir boğazdan akabilmesine o sıvının akıcılık derecesi yani ***viskozitesi*** denir. Bir litrelik herhangi bir sıvı madde, vana açıldığında 20 sn'de akıyorsa aynı miktarda başka bir sıvı da 10 sn'de akıyorsa bu ikinci sıvının akışkanlığı daha yüksektir. Akışkanlığı iyi olan sıvıların viskozitesi düşük, akışkanlığı kötü olan sıvıların viskozitesi ise yüksektir.

3. HAFTA

8. BASINÇ

8.1. Basın ve Basınç Kuvveti

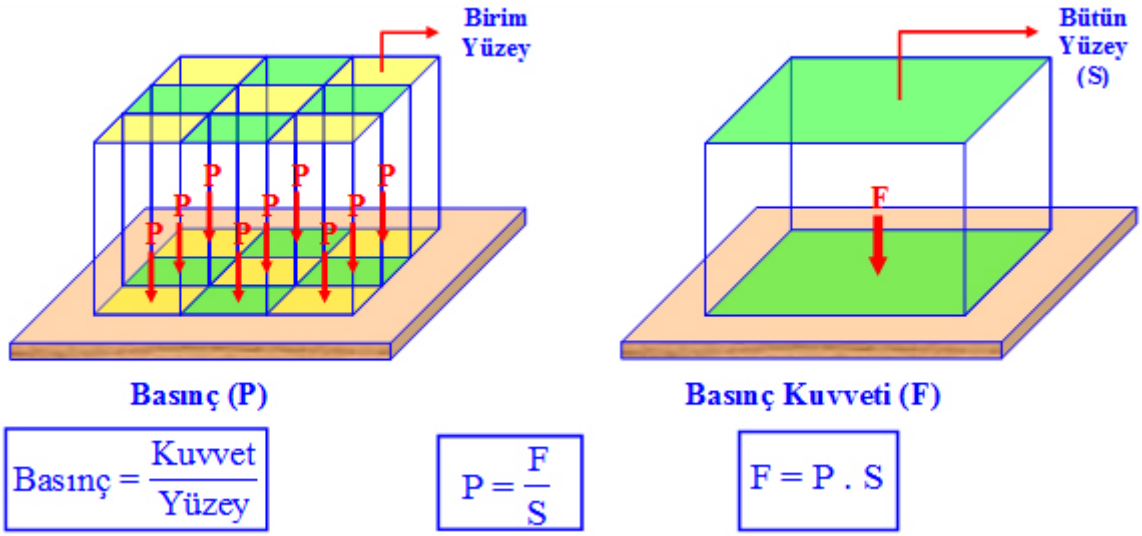
Katı, sıvı ve gazlar ağırlıklarından dolayı bulundukları yüzeye bir kuvvet uygularlar. Uygulanan kuvvetin kaynağı ne olursa olsun birim yüzeye dik olarak etki eden kuvvete *basınç*, bütün yüzeye dik olarak etki eden kuvvete ise *Basınç kuvveti* denir. Basınç P ile gösterilir birimi Pascal (Pa), Basınç Kuvveti F ile gösterilir birimi Newton (N) dur. Bir S yüzeyine bir F kuvveti dik olarak etki ediyorsa P basıncı formülü aşağıdaki gibidir.

$$P = \frac{F}{S}$$

P: Basınç (Pa) (N/m^2)

F: Kuvvet (N)

S: Alan (m^2)



Kuvvet	Yüzey	Basınç	
Newton (N)	m^2	Pascal (Pa)	N/m^2
Dyne (dyn)	cm^2	Bar	dyn/cm^2

1 bar = 100.000 Pa

Örnek 1: 12 m^2 yüzeye 6 N'luk kuvvet uygulayan cismin basıncı ne kadar olur?

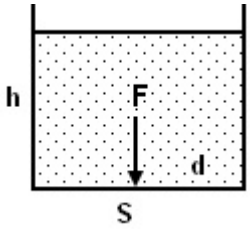
Çözüm 1: P = F / S P = 6 / 12 = 0,5 Pa

Örnek 1: 48 dyn'lik kuvvet 8 cm^2 bir yüzeye uygulanıyorsa cismin basıncı ne kadar olur?

Çözüm 1: P = F / S P = 48 / 8 = 6 bar

8.2. Sıvı Basıncı

Sıvıların belli bir şekli yoktur ve akışkan maddelerdir. Hem sıvı hem de gazlar akışkandırlar, içinde bulundukları kabın seklini alırlar. Sıvılar katılardan farklı olarak, bulundukları kabın taban ve yan yüzeylerine yani dokundukları her noktaya basınç uygularlar.



Taban alanı S olan bir kabın içinde h yüksekliğinde bir sıvı olsun, bu sıvı ağırlığı nedeniyle kabın tabanına ve değdiği tüm yüzeye bir basınç uygular. Bu sıvının herhangi bir noktaya yaptığı basınç; Sıvının özgül ağırlığı (ρ) ve yüksekliği (h) ile doğru orantılıdır. Sıvının basıncı kabın şekline ve sıvı miktarına bağlı değildir.

$$P=h.d.g$$

P: Sıvı Basıncı (Pa)

h: Derinlik (m)

d: Yoğunluk (Öz Kütle) gr/cm^3

g: Yerçekimi ivmesi (ms^2)

8.3. Basınç Birimleri

En çok kullanılan basınç birimleri;

- bar
- psi (Per square inç) (1 inç kare başına düşen basınç)
- Paskal
- atm

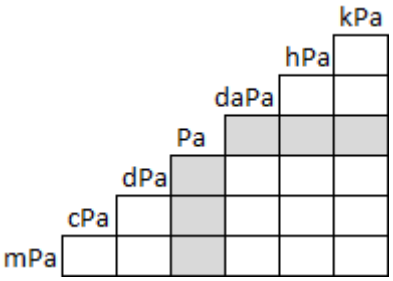
8.3.1. Atmosfer Basıncı (atm): Atmosfer basıncı meteorolojide kullanılır ve ağırlığından dolayı yere uyguladığı kuvvettir. Deniz seviyesindeki atmosfer basıncı 1 atm'dir. 1 L havanın ağırlığı sadece 1,29 g'dır.

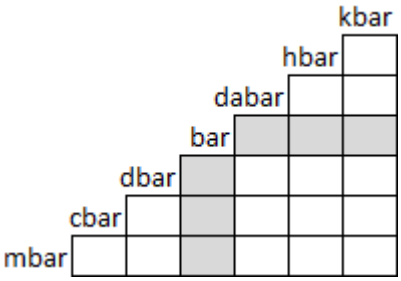
1 atm = 1,01325 bar olduğu halde 1 atm = 1 bar kabul edilir.

	atm - bar	Pa	psi
1 atm - 1 bar	1	100.000	14,69

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Kilo Pascal	kPa	10^3 Pa	1.000
Hekto Pascal	hPa	10^2 Pa	100
Deka Pascal	daPa	10^1 Pa	10
Pascal	Pa		
Desi Pascal	dPa	10^{-1} Pa	0,1
Santi Pascal	cPa	10^{-2} Pa	0,01
Mili Pascal	mPa	10^{-3} Pa	0,001

x ↓ ↑ ÷





Sorular	**Çözümler**		
2 kPa = ...Pa	2 kPa =	2.10^3 Pa =	2.000 Pa
3 kPa = ...hPa	3 kPa =	3.10^1 hPa =	30 hPa
24 Pa =.....cPa	24 Pa =	24.10^2 cPa =	2.400 cPa
0,06 hPa =.....dPa	0,06 hPa =	$0{,}06.10^3$ dPa =	60 dPa
1,53 daPa =.....Pa	1,53 daPa =	$1{,}53.10^1$ Pa =	15,3 Pa
89 dPa =.....Pa	89 dPa =	89.10^{-1} Pa =	8,9 Pa
34.000 mPa =.....Pa	34.000 mPa =	$34.000.10^{-3}$ Pa =	34 Pa
0,69 hPa =.....kPa	0,69 hPa =	$0{,}69.10^{-1}$ kPa =	0,069 kPa
90.000 Pa =.....kPa	90.000 Pa =	$90.000.10^{-3}$ kPa =	90 kPa
7.000 cPa =.....dPa	7.000 cPa =	$7.000.10^{-1}$ dPa =	700 dPa

Örnek 1: 250 mbar kaç kPa yapar?

Çözüm 1: 250 mbar = 250.10^{-3} bar = 0,25 bar

0,25.100.000 = 25.000 pa

25.000 pa = $25.000.10^{-3}$ kPa = **25 kPa**

Örnek 2: 24,6 atm kaç bar eder?

Çözüm 2: 24,6 atm = 24,6 atm

Örnek 3: 40.000 Pa kaç mbar eder?

Çözüm 3: 40.000/100.000 = 0,4 bar

Örnek 4: 20 psi kaç bar eder

Çözüm 4: 20/14,69 = 1,36 bar

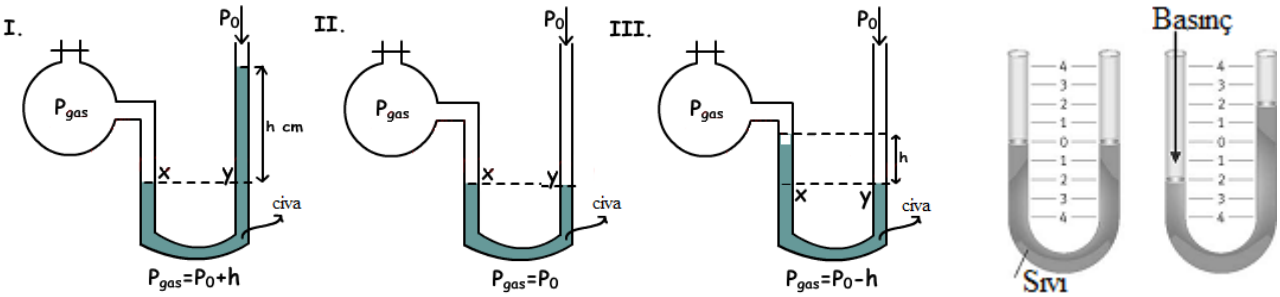
Örnek 5: 84,5 pa kaç psi eder?

Çözüm 5: 84,5.14,69/100000 = 0,0124 psi

8.4. Basıncın Ölçülmesi

Gaz veya sıvı akışkanların basıncını ölçmek için *Manometre* kullanılır. U tipi ve bourdan borulu manometreler en çok kullanılan Manometre çeşididirler.

U tipi Manometrede tüp içinde civa vardır. Basınç olmadığında tüp içindeki civa dengededir ve ölçü aleti sıfırı gösterir. Basınç olduğunda civa basınç kadar aşağı doğru hareket ederek basınç miktarını gösterir.



Bar ölçen *Bar ölçen dijital* *bar ve psi ölçen* *kPa ölçen* *psi ölçen* *atm ölçen*

Manometreler.

9. SICAKLIK ve ISI

9.1. Tanımı

Isı ve sıcaklık birbirinden farklı şeylerdir. Isı bir enerji çeşididir, sıcaklık bir ölçü birimidir. Maddeyi oluşturan atom ve moleküller sürekli hareket halindedir. Isı enerjisi, atom ve moleküllerin hareketlerinden dolayı oluşur. Sıcaklık termometre ile ölçülür. Elektrik enerjisi, ışık enerjisi, güneş enerjisi gibi ısı da bir enerji çeşididir. Isı akışı sıcaktan soğuğa doğru olur.

	ISI	SICAKLIK
	Toplam Kinetik Enerji	Ortalama Kinetik Enerji
Sembolü	Q	T
Nedir	Enerji	Ölçü Birimi
Birimi	J veya Cal	ºC, ºF, ºK, ºR
Ölçü Aleti	-	Termometre

9.2. Sıcaklık Birimleri

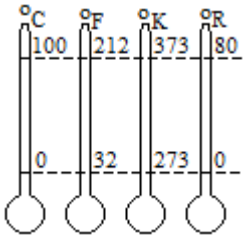
Dört farklı sıcaklık birimi kullanılır.

ºC (Santigrat derecesi) (Celsius): En çok kullanılan sıcaklık birimidir. Celsius ismi İsveçli bilim adamı astronom Anders Celsius'tan gelmektedir. Bu ölçüde suyun donma noktası 0ºC, kaynama noktası ise 100ºC kabul edilmiştir.

ºF (Fahrenheit): 1724 yılında Alman fizikçi Daniel Gabriel Fahrenheit tarafından bulunan bir sıcaklık ölçüm birimidir. Almanya, İngiltere ve Amerika gibi bazı devletler bu dereceyi kullanırlar. Bu ölçüde suyun donma noktası 32ºF, kaynama noktası ise 212ºF kabul edilmiştir.

ºK (Kelvin): Bu birimi İskoçyalı fizikçi Lord Kelvin geliştirmiştir. Genellikle ilim çevrelerince kullanılır. Kelvin, teorik olarak erişilebilecek en düşük sıcaklık olan - 273 °C'yi mutlak 0 noktası kabul etmiştir. Bu ölçüde suyun donma noktası 273ºK, kaynama noktası ise 373ºK kabul edilmiştir.

ºR (Reomür): İsmi Fransız fizikçisi Reomür'ün adından gelmektedir. Bu ölçüde suyun donma noktası 0ºR, kaynama noktası ise 80ºR kabul edilmiştir. Günümüzde kullanılmamaktadır.



Termometre birimleri arasındaki bağlantı

9.3. Sıcaklık Birimlerinin Birbirine Dönüşümü: Yukarıda Anlatılan dört ölçü birimlerinin birbirine dönüşümü aşağıdaki eşitlikle yapılabilir.

$$\frac{C}{100} = \frac{R}{80} = \frac{F-32}{180} = \frac{K-273}{100}$$

Örnekler

1-) 320ºK kaç ºC yapar?

$\frac{C}{100} = \frac{K-273}{100}$ Formülünde C = K – 273 bulunur. Buradan C = 320 – 273 = 47 ºC bulunur

2-) 30 ºC Kaç ºF yapar.

$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180}$ Formülünde $\frac{30}{100} = \frac{F-32}{180} \rightarrow F = \frac{30.180}{100} + 32 = 86°F$

3) 23 ºF Kaç ºC yapar.

$\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180}$ Formülünde $\frac{C}{100} = \frac{23-32}{180} \rightarrow C = \frac{100.(23-32)}{180} = -5°C$

Sorular	**Çözümler**	
275 ºK = ...ºC	275 ºK =	2ºC
20 ºC = ... ºF	20 ºC =	68ºF
42 ºR =.....ºC	42 ºR =	52,5ºC
72 ºF =.....ºC	72 ºF =	22,22ºC
46 ºC =..... ºF	46 ºC =	114,8ºF
90 ºF =.....ºC	90 ºF =	32,22ºC
400 ºK =..... ºC	400 ºK =	127ºC
200 ºF =..... ºK	200 ºF =	366,33ºK
120 ºC =..... ºK	120 ºC =	393ºK
348 ºK =..... ºF	348 ºK =	167ºF

9.4. Sıcaklık Biriminin Ölçülmesi

9.4.1. Termometre

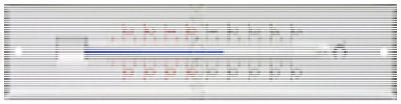
Düşük sıcaklıklar termometre ile ölçülür. Termometreler, sıcaklık değişimiyle sıvıların hacim değiştirmesi mantığına göre çalışır. Termometreler suyun donma noktasıyla kaynama noktası arasına kalibre edilir.

Celsius termometresinde suyun donma noktası 0, kaynama noktası 100 gösterecek şekilde imal edilir, 100 eşit aralığı bölünür ve her aralık 1ºC yi gösterir.

Fahrenheit termometresinde suyun donma noktası 32, kaynama noktası 212 gösterecek şekilde imal edilir, 180 eşit aralığı bölünür ve her aralık 1ºF yi gösterir.

Kullanıldıkları yerlere göre duvar termometresi, laboratuvar termometresi ve hasta termometresi gibi isimler alırlar.

Gıda Term.


Duvar Term.

Dijital oda Term.

Laboratuvar Term.

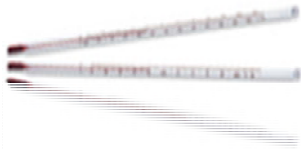
9.4.1.1. Hasta termometresi

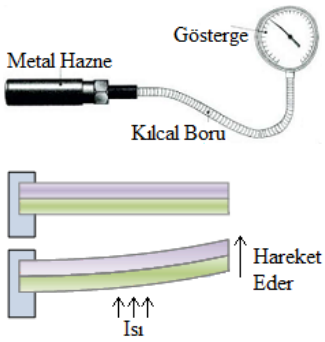
Cıvalı termometredir. Vücut sıcaklığını ölçer. 35ºC ile 42 ºC arasındaki sıcaklıkları 1/10 hassasiyetle ölçer. Termometre koltuk altına konularak vücut sıcaklığı ölçülür. Yeni bir ölçme için termometre vücut sıcaklığını ölçtükten sonra sapından tutularak sallanır.

9.4.2 Yapıları bakımından Termometre Çeşitleri: 3 çeşit termometre vardır. Bunlar;

1. Cıvalı Termometre
2. Alkollü Termometre
3. Metal Termometre
4. İnfrared Termometre

9.4.2.1. Cıvalı Termometre: En fazla kullanılan termometrelerdir. Termometrenin ucunda civa vardır. Civa ısınınca genleşir ve ısı değerini gösterir. Cıva -39ºC de donar, 357ºC de kaynar. Cıvalı termometreler ile bu aralıklardaki sıcaklıkları ölçebiliriz. Bu arlıkların altındaki ve üstündeki sıcaklıkları cıvalı termometre ile ölçemeyiz.


9.4.2.2. Alkollü Termometre: Alkol soğuğa en dayanıklı sıvı maddelerden biridir. Donma sıcaklığı çok düşük olan alkollü termometreler sıcaklığın az olduğu yerlerde tercih edilir. Alkol -115ºC donar, 78ºC de kaynar. Kutuplarda bu termometreler kullanılabilir.



9.4.2.3. Metal Termometre: Bu termometrelerle 1600 ºC ye kadar olan yüksek sıcaklıklar ölçülebilir. Fabrikalarda, fırınlarda kullanılırlar. Bu termometreler bi-metal elemandan yapılırlar. Bi-metal eleman uzama katsayısı farklı iki metalin birleştirilmesiyle oluşan bir elemandır. Bi-metalden yapılmış olan helezon şeklindeki yay sıcaklığı algılar ve uzama farkından dolayı eğilen metal bir değer gösterir.

9.4.2.4. İnfrared Termometre: Sıcaklığı uzaktan, dokunmadan ve kızılötesi ışık ile ölçerler. Madde üzerindeki sıcaklığı temas etmeden ölçmek için kullanılırlar ve sadece madde yüzey sıcaklığını ölçerler. Cam arkasından ve parlak yüzeylerde sıcaklık ölçümü yapamazlar. Yaygın olarak kullanılırlar. Kızılötesi, Lazer, Temassız termometreler olarak da adlandırılırlar. Ulaşılması zor olan ya da tehlikeli olan yerlerde; elektrik hatları, yüksek ısılara sahip fırınlar, ısıtma soğutma sistemleri gibi yerlerde kullanılırlar. Bunlarla yüksek gerilim hattının sıcaklığı yerden ölçülebilir.

9.4.3. Pirometreler:

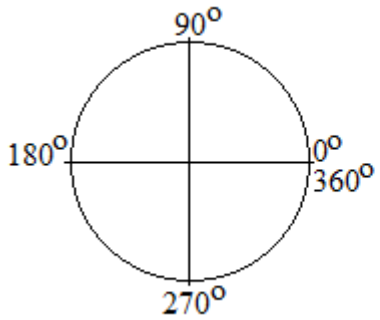
Endüstride yüksek dereceli sanayi fırınlarının içerisine termometre konulamayacağı için, sıcaklıkları ölçmek için pirometreler kullanılır. Bu ölçü aletinin, sıcaklığı algılayan kısmı fırının içinde, ölçme yapan kısmı ise fırının dışındadır. Sıcaklığı algılayan kısım termokupl elemanlıdır. Pirometreler sıcaklık ile mV seviyesinde elektrik üreterek ısı ölçümü yapar.

10. EĞİM

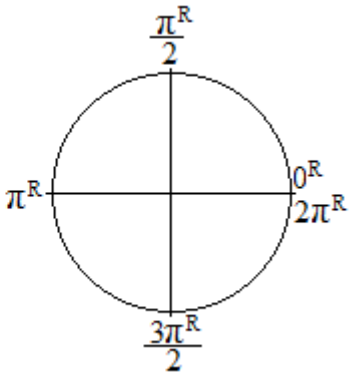
10.1. Tanımı

Eğim bir cismin yatay düzlemle yaptığı açıdır. Açı birimi olarak derece kullanılmaktadır. 1 Derece, bir çemberin 360 da biridir. Açının SI'daki birimi radyan (rad) dır.

Radyan; bir çemberde uzunluğu yarıçapa eşit ($2\pi r = r$) yayın merkezle yaptığı açıdır. $360^o = 2\pi^R$ dır.



Derece cinsinden açılar



Radyan cinsinden açılar

10.2. Eğim Açısının Ölçülmesi

Bir eğimin açısı, iletki (açıölçer) veya dijital açıölçerler (Klinometre) ile ölçülür.

İletki (Açıölçer)

Dijital Klinometre

Lazerli Eğimölçer

Dijital eğimölçer su terazisi

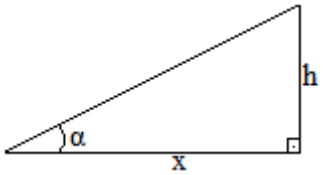
10.3. Dijital Eğimölçerlerin özellikleri:

1. Açıları derece (°) cinsinden ve eğimleri % cinsinden ölçerler.
2. 0° ve 90° de sesli sinyal verirler.
3. Ölçüm sonuçlarını hafızaya alabilirler.
4. Kolay okunabilir ekranları vardır.
5. Sağlam ve kullanışlıdır.
6. Su terazisi olarak da kullanılabilir.

10.4. Eğimin Hesaplanması:

Eğim, dikey uzunluğun yatay uzunluğa oranına denir. Karşı kenar uzunluğunun komşu kenar uzunluğuna bölünmesi de eğimi verir. Eğimli yollar, yürüyen merdivenler eğime birer örnektir. Eğim

m harfi ile gösterilir. %m (yüzde) hesaplanırken 100 ile, %0m (binde) olarak hesaplanırken 1000 ile çarpılır.



$$m = \frac{Dikey\ uzunluk}{yatay\ Uzunluk} = \frac{boy}{en} \rightarrow m = \frac{h}{x}$$

$$\%m = \frac{Dikey\ uzunluk}{yatay\ Uzunluk}.100 = \frac{boy}{en}.100 \rightarrow \%m\frac{h}{x}.100$$

Örnekler:

1-) Dikey uzunluğu 3m, yatay uzunluğu 10m olan arazinin eğimi kaçtır?

$$m = \frac{h}{x} = \frac{3}{10} = 0{,}3$$

2-) Bir otomobilin gittiği yolun dikey uzunluğu 2m, yatay uzunluğu 4m ise bu yolun eğimi % kaçtır?

$$\%m = \frac{h}{x}.100 = \frac{2}{4}.100 = \%50$$

3-) A B arasındaki uzaklık 1/400.000 ölçekli haritada 4 cm gösterilmiştir. Aralarındaki yükseklik farkı 1.000 m olduğuna göre, A-B arasındaki eğim binde kaçtır?

$$\frac{1}{400.000} = \frac{4}{x} \qquad x = 4.400\ 000 = 1.600.000\text{cm} = 16\ \text{km}$$ Gerçek uzunluk.

$$\%0\text{m} = \frac{\text{h}}{\text{x}}.1\ 000 = \frac{1\text{km}}{16\text{km}}.1\ 000 = 0{,}0625.1\ 000 = 62{,}5$$ Eğim Binde **62,5** bulunur**.**

10.5. Eğim Ölçü Aletleri Kullanımı

10.5.1 Su Terazileri

Eski tip analog ve günümüzde çok kullanılan dijital tip olarak iki çeşidi vardır. Su terazisi yüzeylerin ve cisimlerin eğim durumunu belirlemek için kullanılır. Örneğin, çamaşır makinesinin, kurutma makinesinin kurulumunda eğimin sıfır olması gerekir. Bu gibi yerlerde cihazın tam anlamıyla düz olması için su terazileri kullanılır. Su terazisi düzlemin üzerine konulur. Su terazisi üzerinde bulunan cam içindeki sıvıda bulunan havanın 0 noktasında olması düzlemin eğimsizligini gösterir. Dijital su terazileri ile eğim ölçme işlemi de aynı şekilde yapılır.

11. ÖLÇEK

Birçok mühendislik alanında kullanılan ölçekler, gerekli harita, plan veya projenin kâğıt üzerine aktarılmasında kullanılır. Bir yerin harita, plan veya projesini yapabilmek için o yer küçültülerek bir düzlem üzerine çizilir. Çünkü haritası planı veya projesi çizilecek yerin büyüklüğünde bir kâğıt kullanmak imkânsızdır. Bunun için çizilecek yer eşit oranlarda küçültülerek çizilir. Bu küçültme işlemine ölçek denir. Ölçek küçültme oranıdır. Harita, plan veya projelerin hepsinde ölçek bulunur.

$$\text{Ölçek} = \frac{\text{Proje üzerindeki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

1/50 - 1/100 veya 1: 300.000 Şeklinde yazılan ölçeklere kesir ölçeği denir. Bu ölçekte payı 1 olan kesir sayıları kullanılır. Proje üzerindeki 1 cm'lik uzaklığın gerçekte ne kadar olduğu paydada yazılır.

Örneğin, bir projede "Ölçek: 1/100" olsun. Bu ölçekte gerçek uzunluklar 100 kez küçültülerek projede gösterilir. 100 cm'lik gerçek mesafe, projede 1 cm'lik uzunlukla gösterilmiş demektir. Ölçek kullanılarak iki yer arasındaki gerçek uzaklık hesaplanır.

Projelerde kullanılan ölçekler şu şekildedir: 1/50, 1/100, 1/200, 1/500, 1/1000 gibi.

11.1. Ölçek Hesapları:

$$\text{Ölçek} = \frac{\text{Proje üzerindeki uzunluk}}{\text{Gerçek uzunluk}}$$

Ölçek, payı 1 olan kesirdir $\frac{1}{50}, \frac{1}{100}, \frac{1}{200}, \frac{1}{500}$ gibi.

Örnekler:

1-) Bir evin 8m uzunluğundaki salonu evin projesinde 16 cm olarak gösterilmişse bu projenin ölçeşi nedir?

Gerçek uzunluk, 8m = 800 cm dir. Bu uzunluk planda 16 cm olarak gösterilmiştir.

$$\frac{16}{800} = \mathbf{\frac{1}{50}}$$

2-) 50 m genişliğindeki bir bahçenin 1/500 ölçekli projedeki genişliği kaç cm dir?

Gerçek genişlik, 50m = 5.000 cm projedeki genişlik,

$$\frac{1}{500} = \frac{x}{5.000} \qquad x = \frac{5.000}{500} = \mathbf{10cm}$$

3-) İki nokta arasındaki uzaklık 1/1.000 ölçekli bir projede 3cm olarak gösterilmiş ise bu iki nokta arasındaki gerçek uzunluk kaç metredir?

$$\frac{1}{1.000} = \frac{3}{x} \qquad x = \frac{1000.3}{1} = 3.000\text{cm} = \mathbf{30m}$$

4-) 1/1.500.000 ölçekli Türkiye haritasında, Van ile Kayseri arası cetvelle ölçüldüğünde 50 cm geliyorsa bu iki ilin kuş uçuşu uzaklığı kaç km‘dir?

$$\frac{1}{1.500.000} = \frac{50}{x} \qquad x = \frac{1500000.50}{1} = 75.000.000\text{cm} = \mathbf{750\ km}$$

5-) 1/200 ölçekli bir projede uzunluğu 5cm olarak gösterilen bir banyonun gerçek uzunluğu nedir?

$$\frac{1}{200} = \frac{5}{x} \qquad x = \frac{200x5}{1} = 1000\text{cm} = \mathbf{10m}$$

6-) Gerçekte boyutları 800 m olan arazinin 1/2.000 ölçekli projedeki boyutları nedir?

$$\frac{1}{2.000} = \frac{x}{80.000} \qquad x = \frac{80.000}{2.000} = \mathbf{40cm}$$

7-) 1/1.500.000 ölçekli bir haritada iki il arasındaki uzaklık 12cm‘dir. Buna göre bu iki il arasındaki gerçek uzaklık ne kadardır?

$$\frac{1}{1.500.000} = \frac{12}{x} \qquad x = \frac{1\ 500\ 000.12}{1} = 18.000.000\text{cm} = \mathbf{180km}$$

8-) Aralarındaki uzaklık 40 km olan iki ilçenin 1/400.000 ölçekli bir haritada aralarındaki mesafe kaç cm‘dir?

$$\frac{1}{400.000} = \frac{x}{40km} \qquad x = \frac{40km}{400.000} = 0{,}0001\text{km} = \mathbf{10cm}$$

9-) İki şehir arasındaki gerçek uzaklık 30 km, haritadaki uzaklık ise 15cm‘dir. Buna göre haritanın ölçeği nedir?

$$\frac{1}{x} = \frac{15}{3.000.000} \qquad x = \frac{3.000.000}{15} = 200.000 \text{ olur yani ölçek } \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{200.000}} \text{dir}$$

10-) Ana kolon hattının uzunluğu 1/50 ölçekli projede 8cm ise gerçek uzunluğu nedir?

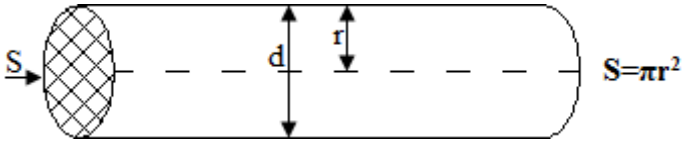
$$\frac{1}{50} = \frac{8}{x} \qquad x = 8.50 = 400\text{cm} = \mathbf{4m}$$

4. HAFTA

12. KESİT ve ÇAP

12.1. Kesit

Kesit, bir cisim kesildiğinde ortaya çıkan yüzeyine denir. Bir iletkenin kesiti, iletkenin uç tarafındaki dairesel yüzeyin alanıdır. Kesiti S harfi ile gösterilir birimi mm^2 dir. Kesit dairenin alan formülü ile $S = \pi \cdot r^2$ ile hesaplanır.

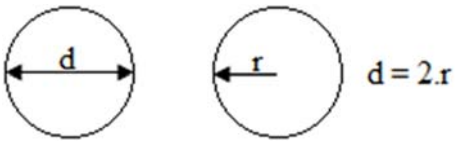


İletkenin Kesiti

12.2. Çap

Çap, dairenin merkezinden geçen doğrunun daireyi kestiği noktalar arası mesafeye denir "d" ile gösterilir, birimi uzunluk birimidir iletkenlerde mm kullanılır.

Kesit ve çap farklı kavramlardır. Kesit alanı ifade ederken (mm^2), çap uzunluğu (mm) ifade eder. İki yarıçapın (r) toplamı çapı (d) verir, d=2r.



12.3. Kesit ve Çap Hesapları

Kesit → $S = \pi r^2$

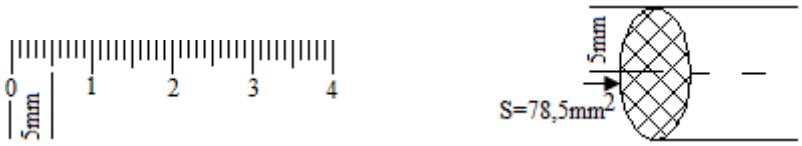
Yarıçap → $r = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$

Standart iletken Kesitleri
$0,5 mm^2$
$0,75 mm^2$
$1,5 mm^2$
$2,5 mm^2$
$4 mm^2$
$6 mm^2$
$10 mm^2$
$16 mm^2$
$25 mm^2$
$35 mm^2$
$50 mm^2$
$70 mm^2$
$95 mm^2$
$120 mm^2$
$150 mm^2$
$185 mm^2$
$240 mm^2$
$300 mm^2$

Örnekler:

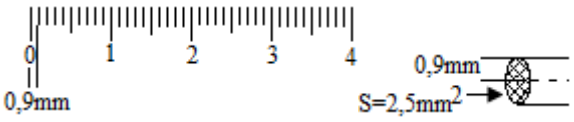
1-) Yarıçapı 5 mm olan bir iletkenin kesitini hesaplayınız.

$S = \pi r^2$ → $S = 3,14.5^2 =$ **78,5 mm²** dir



2-) Çapı 1,8 mm olan bir iletkenin kesitini hesaplayınız.

$S = \pi r^2$ → $S = 3,14.0,9^2 =$ **2,5 mm²** lik kablo demektir



3-) Yarıçapı 1.5 mm olan bir iletkenin kesitini hesaplayınız.

$S = \pi r^2 \quad \rightarrow \quad S = 3{,}14.1{,}5^2 =$ **7 mm²** dir

4-) Kesiti 2,5 mm² olan bir iletkenin yarıçapı kaç mm'dir?

Yarıçap $\rightarrow r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{2{,}5}{3{,}14}} = \mathbf{0{,}9\ mm}$

5-) Kesiti 300 mm² olan bir iletkenin yarıçapı kaç mm'dir?

Yarıçap $\rightarrow r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{300}{3{,}14}} = \mathbf{9{,}77\ mm}$

3-) Yarıçapı 1 cm olan bir iletkenin kesitini hesaplayınız.

$S = \pi r^2 \quad \rightarrow \quad S = 3{,}14.10^2 = 314$ mm² dir

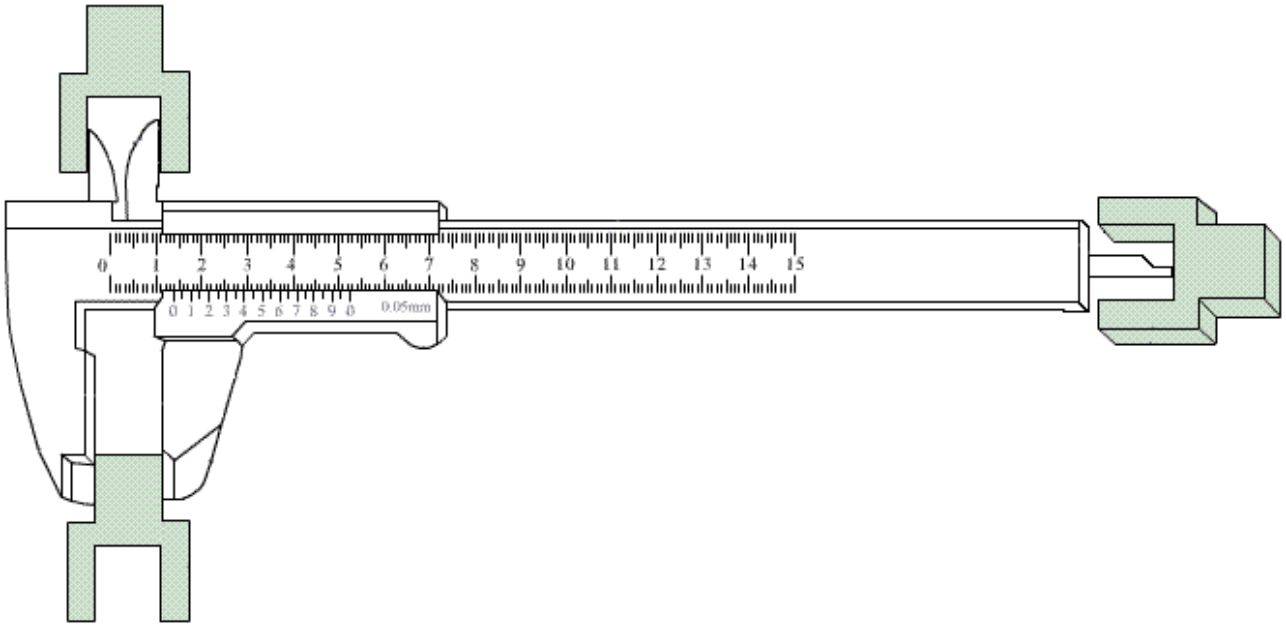
4-) Yarıçapı 2,5 mm olan bir iletkenin çapı kaç mm'dir?

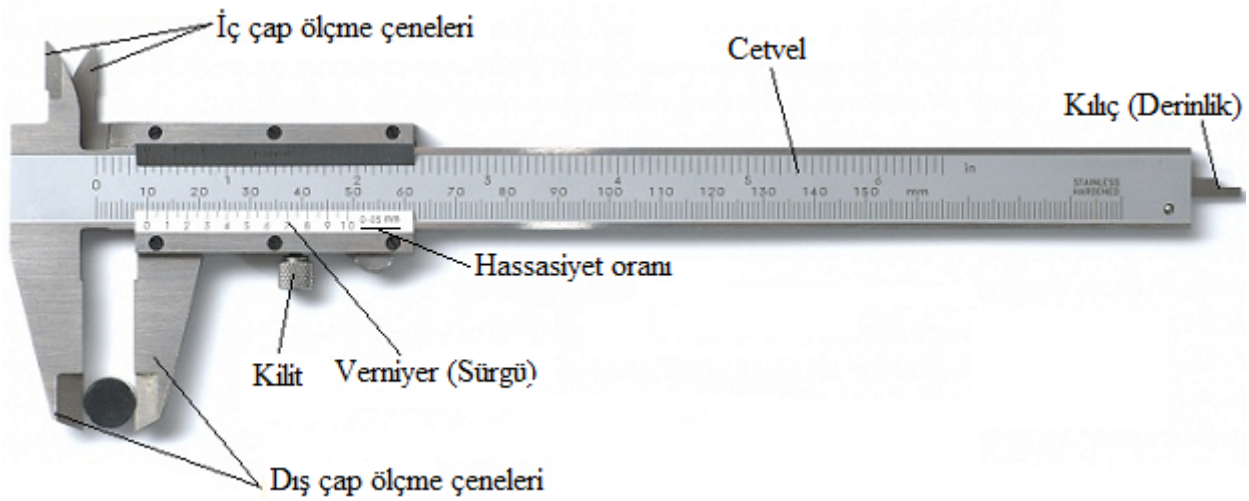
Çap $\rightarrow$ d = 2.r = "2.2,5 = **5 mm**

12.4. Çap Ölçme

Çap ölçen aletler **kumpas** ve **mikrometre** olmak üzere iki çeşittir. Mikrometre kumpastan daha hassastır.

12.4.1. Kumpas



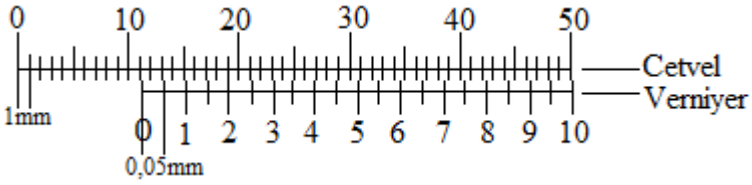


Uzunluk ölçülerini, iç çap, dış çap, derinlik ve kanal gibi mesafeleri ölçmede kullanılırlar. Dijital ve mekanik olmak üzere iki modelli vardır. Dijital kumpaslarda, değer ekranda yazdığından okunması kolaydır. Mekanik modellerde ise okumanın nasıl olacağını bilmek gerekir.

12.4.1.1. Analog Kumpasın Okunması:

Cetvel üzerindeki iki küçük çizgi aralığı l mm'dir.

Verniyer üzerindeki iki küçük çizgi aralığı 0,05 mm'dir.

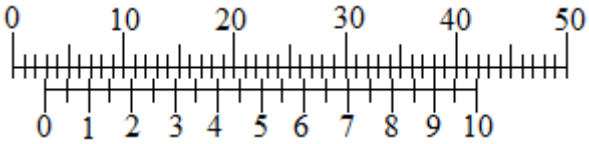


Kumpastaki aralık değerleri

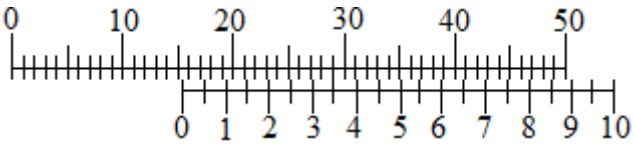
Kumpası okurken, verniyer üzerindeki "0" çizgisinin, cetvel üzerinden ilk olarak hangi sayıyı geçtiğine bakılır (11). Bu sayı "A"olsun. Sonrasında ise verniyer üzerinde çizgilerden hangisi cetvel üzerindeki çizgi ile çakışıyorsa o değer bulunur (2), o değer de "B" olsun. ölçü "A,B" 'dir. Yani kumpasın cetveli üzerindeki değer tam kısmı, verniyer üzerindeki değer ise ondalık kısmı ifade eder.

Örnekler:

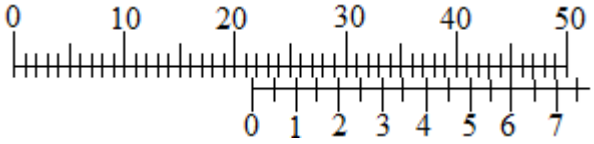
1-) Yukarıdaki şekilde A=11, B=2 → ölçü=A,B = 11,20 mm

2-) 

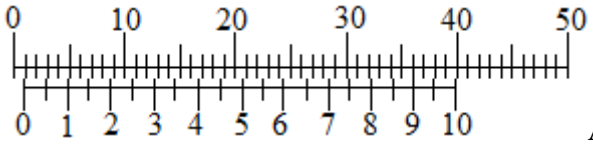
A=2, B=9 → ölçü=A,B = 2,90 mm

3-) 

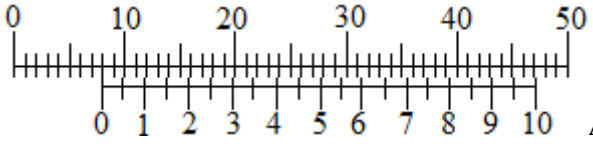
A=15, B=35 → ölçü=A,B = 15,35 mm

4-) 

A=21, B=6 → ölçü=A,B = 21,60 mm

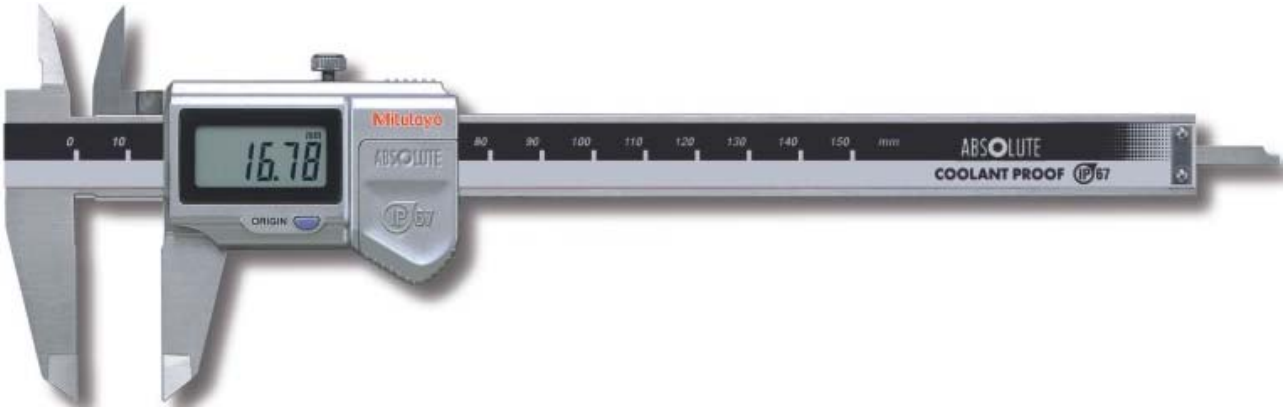
4-) 

A=0, B=9 → ölçü=A,B = 0,90 mm

5-) 

A=8, B=0 → ölçü=A,B = 8 mm

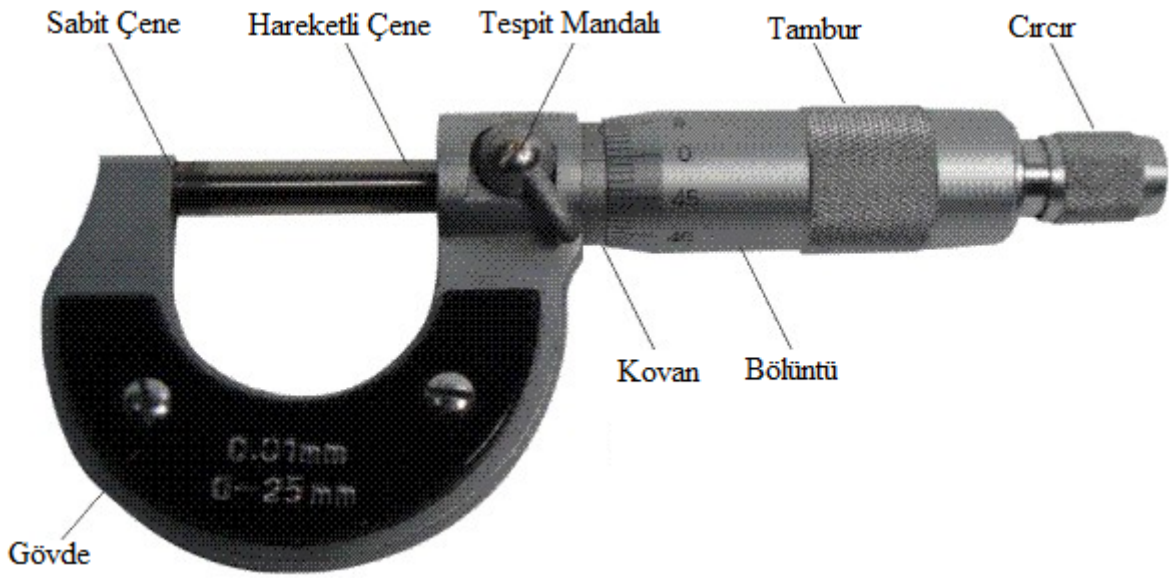
12.4.1.2. Dijital Kumpasın Okunması:



Dijital Kumpas üzerinde dijital gösterge, açma-kapama butonu, inç-mm butonu, sıfırlama butonu, bekletme butonu bulunur. Açma butonuna (ON) basılıp kumpas çeneleri kapatılır ve sıfırlama butonuna basılarak ekran üzerindeki okuma değeri sıfırlanır. Ölçme işlemi bundan sonra yapılmalıdır.

Mikrometre ile milimetrenin yüzde biri bazen de yapılışına göre milimetrenin binde biri mertebesinde ölçüm yapılabilir. Dönen bir vida sistemine göre çalışır. Uzunluğu, kesiti ya da çapı ölçülecek cisim vida milinin ucu (hareketli uç) ile gövdesinin ucu (sabit uç) arasına sıkıştırılarak ölçüm yapılır.

12.4.2. Mikrometre



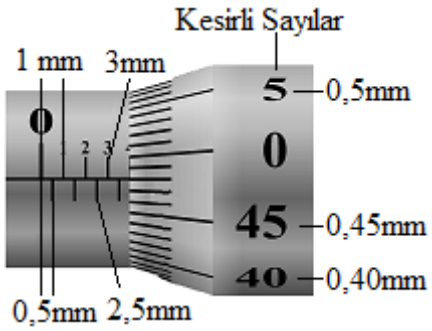
Mikrometreler analog ve dijital olmak üzere iki çeşittir. Kumpaslara göre okuma hassasiyetleri daha fazladır. Milimetrenin binde birini ölçebilecek hassasiyettedir. Mikrometreler zamanla kullanıldıkça hassasiyetlerini kaybedebilirler. Yapılan ölçümün tam olması için *sıfırlama mastarlarıyla* sıfırlanması gerekmektedir.

12.4.2.1. Analog Mikrometre ile ölçme

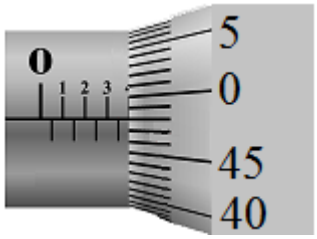
Mikrometre ile ölçüm yaparken tamburla boşluklar alındıktan sonra sıkma işlemi cırcırdan yapılmalıdır. Mikrometrenin milimetredir. Alttaki çizgiler ise yarım milimetreyi ifade eder.

Sabit kovanı üzerinde yazan rakamlar ölçünün tam kısmıdır (A=3,5) (mm).

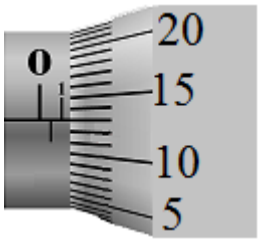
Bölüntü üzerinde yazan rakamlar ölçünün kesirli kısmıdır (B=0,48) (mm).



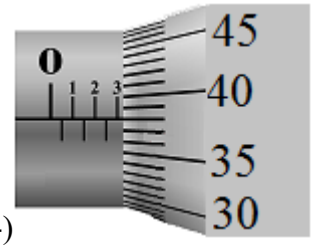
Örnekler:

1-) 

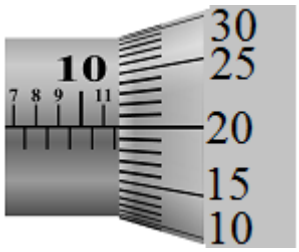
A=3,5 B=0,48 → ölçü = A+B= 3,5 + 0,48 = 3,98 mm

2-) 

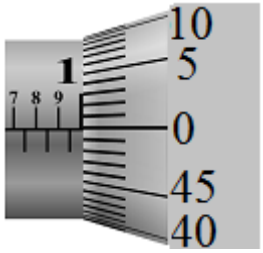
A=1 B=0,13 → ölçü = A+B= 1 + 0,13 = 1,13 mm

3-) 

A=3 B=0,38 → ölçü = A+B= 3 + 0,38 = 3,38 mm

4-) 

A=11,5 B=0,20 → ölçü = A+B= 11,5 + 0,20 = 11,70 mm

5-) 

A=10 B=0 → ölçü = A+B= 10 + 0 = 10 mm

12.4.2.2. Dijital Mikrometre ile ölçme

Dijital mikrometrelerde ölçü değeri dijital gösterge okunur. Bu mikrometre ile klasik metotla ölçüm de yapılabilir. Dijital gösterge klasik okumadaki zihinsel yorulmayı ve ölçme zaman kaybını ortadan kaldırır. Dijital mikrometre üzerinde çeşitli butonlar bulunur. Bu butonlar; açma-kapama (ON/OFF), İnç-mm, sıfırlama ve bekletme butonlarıdır.

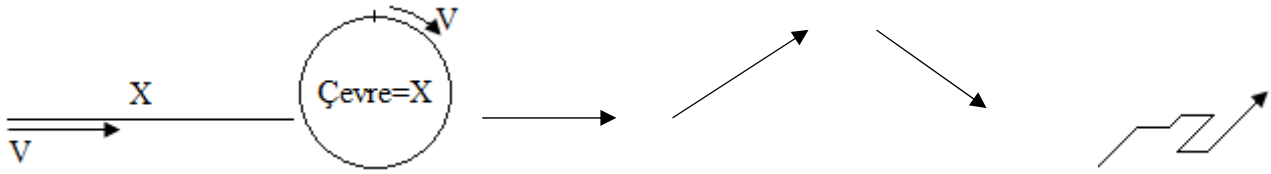
13. HIZ VE DEVİR ÖLÇÜMÜ

13.1. Hız

Yolun (X) zamana (t) oranına hız denir V harfi ile gösterilir. $V = \frac{X}{t}\ (km/h)$.

- Yol doğrusal ise hız çizgisel
- Dairesel ise açısal olur.
- Cismin herhangi bir andaki hızına ani hız
- Yol boyundaki hızların ortalamasına da ortalama hız adı verilir.
- Hız, vektörel bir büyüklüktür ve yönü ve şiddeti ile ifade edilir.

- Cismin hızı sabit olabilir
- Cismin hızı değişken olabilir
  - Düzgün değişen (sabit ivmeli)
    - Artan hız
    - Azalan Hız
  - Gelişi güzel değişen hız



Çizgisel Hız *Dairesel Hız* *Sabit Hız* *Düzgün Değişen* *Düzgün*

Değişen *Gelişi Güzel*

Artan Hız Azalan Hız Artan Hz

Örnekler:

1-) Bir araç 120 km lik yolu 2 saatte alıyorsa bu aracın hızı ne kadardır?

$$V = \frac{X}{t} = \frac{120}{2} = 60\ km/h$$

2-) Van İstanbul arası 1.600 km'dir. Van İstanbul arası uçağın saatteki hızı 800 km/h ise uçak van'dan İstanbul'a kaç saatte gider?

$$V = \frac{X}{t} \rightarrow \quad 800 = \frac{1.637}{t} \rightarrow \quad t = \frac{1.600}{800} = 2\ saatte$$

3-) Hızı 180 km/h olan bir aracın saniyedeki hızını bulunuz.

180 km = 180.000 m'dir.

1 saat = 60 dakikadır.

60 dk = 60 x 60 = 3.600 saniye yapar.

$$\frac{180\ \text{km}}{\text{h}} = \frac{180.000\ \text{m}}{3.600\ \text{sn}} = 50\ \text{m/sn}$$

13.1.1. Hız Ölçü Aletleri

- Meteorolojide havanın hızı **anemometre** ile ölçülür.
- Bir aracın hızı **takometre** diğer adı **kilometre saati** ile ölçülür.
- Taşıtların hızları **radar** denilen aletle ölçülür.
- Elektrik motorunun dönme hızı **takometre** ya da **turmetre** ile ölçülür.

Anemometre

Takometre

Kilometre saati

13.2. Devir

Dönen cisimlerin birim zamanda yaptığı tur sayısına devir denir "n" ile gösterilir birimi devir/dakika (d/dk), (min^{-1}) veya RPM dir. RPM (Revolution Per Minutes - dakika başına devir) anlamındadır.

13.2.1. Devir Ölçü Aletleri

Elektrik motorunun dönme hızı **takometre** ya da **turmetre** ile ölçülür. Turmetrelerin analog ve dijital olmak üzere iki çeşidi vardır. Takometrenin diğer adı takojeneratörü'dür.

Dijital Turmetre

Analog Turmetre

Turmetreler devir sayılarını üç değişik yöntemle ölçerler:

1. Motorun miline doğrudan temas ederek
2. Motorun miline takojeneratörü takarak ürettiği gerilime göre
3. Motorun miline optik ışık göndererek.

13.2.1.1. Motorun miline doğrudan temas ederek: Turmetrenin uç kısmında bulunan lastik parça, motorun dönen miline temas ettirilerek dönüş hızı ölçülür.

13.2.1.2. Motorun miline takojeneratörü takarak ürettiği gerilime göre: Devri ölçülecek makinenin miline takojeneratörü bağlanır. Takojeneratörünün ürettiği gerilimin değeri ve frekansı kullanılarak devir ölçümü yapılmış olur. Bu turmetreler daha çok motor devrinin kontrol edilmesi gereken otomasyon işlerinde tercih edilir.

13.2.1.3. Motorun miline optik ışık göndererek: Makinenin dönen kısmına temas etmeden devir sayılarını ölçerler. Uygulamada çok tercih edilirler. Motor miline yapıştırılan beyaz bir şeride turmetre ile bir ışın gönderilir. Mile gönderilen ışınlar, mil döndükçe beyaz şeride çarpar ve geri yansır. Yansıyan ışın sayısına göre devir sayısı ölçülür.

13.2.2. Devir Ölçü Aletlerinin Kullanımı

Mekanik takometre ile ölçüm yapmak için takometrenin ucu motor milinin ucuna temas ettirilir. Bu teması sağladıktan sonra ekranda devri gösterir.

Optik takometreler ise makine miline temas etmeden, mile ışık göndererek ölçüm yaparlar. Makine mili üzerine ışığı geri yansıtan fosforlu bir şerit yapıştırılır. Turmetre mile doğru tutularak ışık gönderilir ve devir ekrandan okunur.

13.3.Devir Hesaplama

Asenkron motorlarda devir sayısı $n = \frac{60.f}{p}$ formülü ile hesaplanır. Bu formülde görüldüğü gibi devir sayısı (n), frekansa (f) ve çift kutup sayısına (p) bağlı olduğu görülür. Motorun kutup sayısını değiştiremeyiz. Öyleyse motor devrini ayarlamak için değiştirebileceğimiz tek şey frekanstır. Frekans, frekans konverteri ile değiştirilerek istenilen devir elde edilebilir.

Dijital Turmetre

Mekanik Turmetre

2p	p	devir
2	1	3.000
4	2	1.500
6	3	1.000
8	4	750
10	5	600

Kutup sayısın a göre devir.

Örnekler:

1-) 2 kutuplu bir ASM un devir sayısı kaçtır?

$$n = \frac{60.f}{p} = \frac{60.50}{1} = 3.000 \text{ d/dk}$$

2-) 4 kutuplu bir ASM un 1.200 d/dk hız ile dönebilmesi için frekansın kaç olması gerekir?

$$n = \frac{60.f}{p} \quad \rightarrow \quad 1.200 = \frac{60.f}{1} \quad \rightarrow \quad f = \frac{1.200}{60} = 20 \text{ Hz}$$

3-) Bir ASM un devri milinden turmetre ile 1.450 d/dk olarak okunmuştur. Frekans 50 Hz. Bu ASM kaç kutupludur?

$$n = \frac{60.f}{p} \quad \rightarrow \quad 1500 = \frac{60.50}{p} \quad \rightarrow \quad p = \frac{60.50}{1500} = 2 \quad \rightarrow p = 2 \; ise \; 2p = 4 \; kutupludur$$

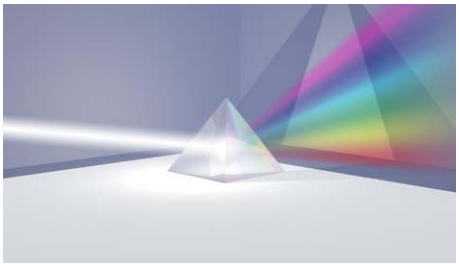
4-) 6 kutuplu bir ASM un devir sayısı kaçtır?

$$n = \frac{60.f}{p} = \frac{60.50}{3} = 1.000 \text{ d/dk}$$

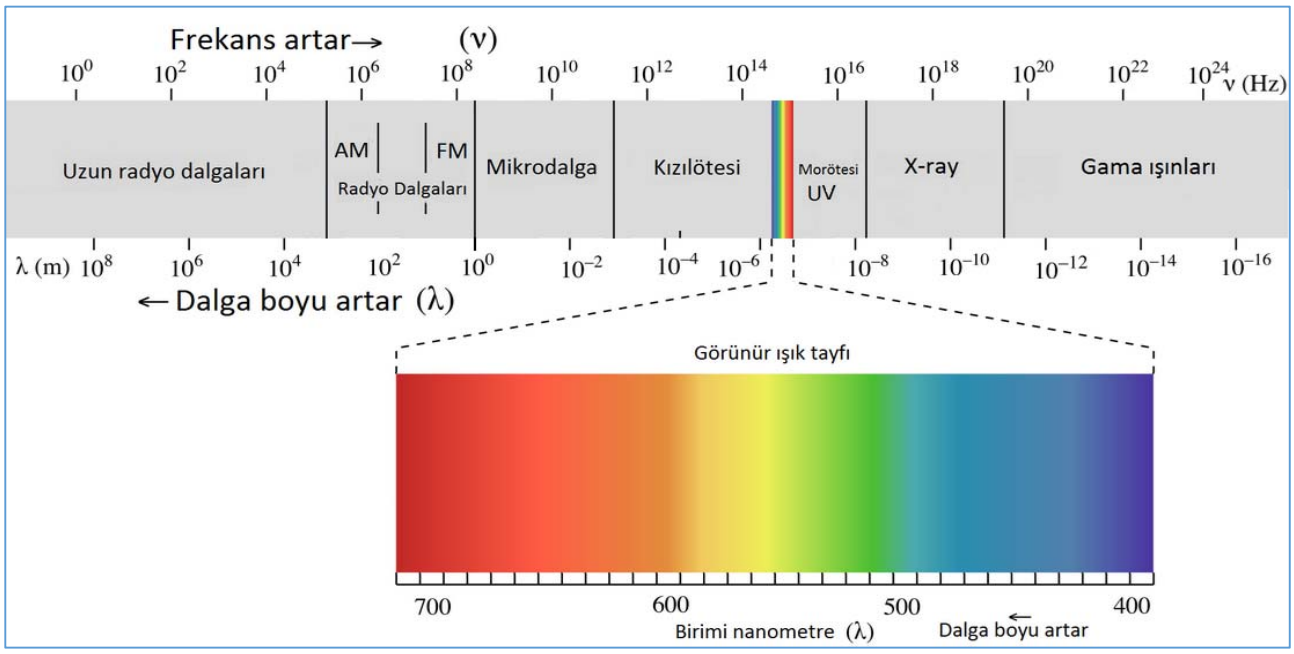
14. IŞIK

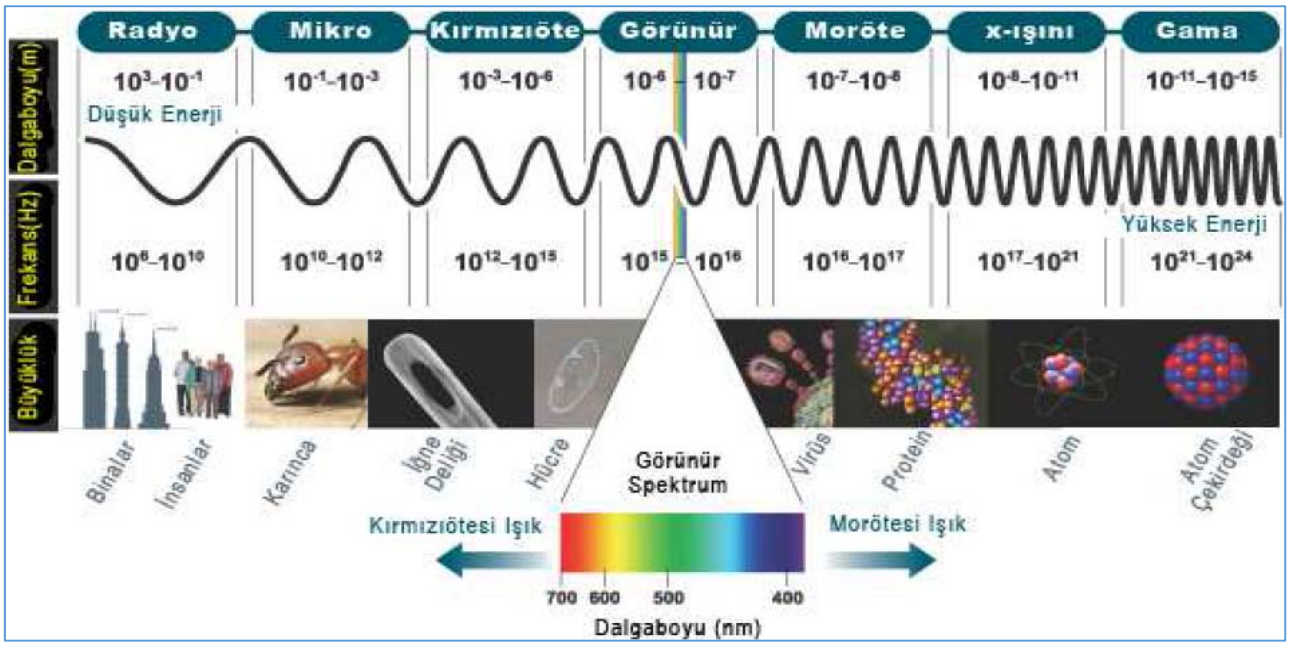
Doğrusal dalgalar halinde yayılan elektromanyetik dalgalara ve cisimleri görmemizi sağlayan enerjiye ışık denir. 380 - 750 nm arası dalga boyları gözle görülebilir. Dalga boyu uzunluklarına göre büyükten küçüğe doğru şöyle sıralanır:

- Radyo
- Mikrodalgalar
- Milimetre altı
- Uzak kızılötesi
- Yakın kızılötesi

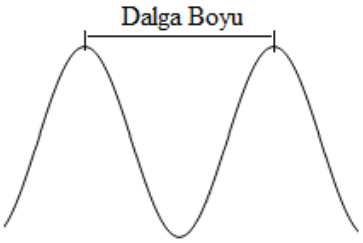


- Görünür dalgalar
- Morötesi
- Yumuşak x ışınları
- Sert x ışınları
- Gamma ışınları.





Radyo dalgaları, televizyon dalgaları ve mikro dalgalar elektromanyetik dalga tipleridir. Sadece birbirinden dalga boyu olarak farklıdır. *Dalga boyu*, iki dalganın tepeleri arasındaki uzaklıktır.



Elektromanyetik dalgalar, çok uzun dalga boylarına sahip radyo dalgalarından, atomun boyutundan daha küçük olan kısa dalga boyuna sahip gamma ışınlarına kadar değişmektedir. Elektromanyetik dalgalar, *dalga boylarına, frekans ve enerjilerine* göre tanımlanmaktadır.

Sesin yayılması için havaya ihtiyaç duyar. Elektromanyetik dalgalar, yayılmaları için herhangi bir ortama ihtiyaç duymazlar bu nedenle ses dalgalarından faklıdır. Elektromanyetik dalgalar, hava, cam ve katı materyaller içinden geçebilirler ayrıca herhangi bir madde içermeyen bos uzayda da yayılabilirler.

Işık görülebilir, fakat radyo dalgaları, X ışınları gibi öteki elektromanyetik ışık türleri gözle görülemez. Işığın ve elektromanyetik dalgaların üç özelliği vardır:

- **Frekans**: İnsan gözü bu özelliği renk olarak algılar ve dalga boyu ile ters orantılıdır.
- **Şiddet**: İnsan gözü tarafından parlaklık olarak algılanır, genlik olarak da geçer.
- **Polarite**: Normal şartlarda insan gözü tarafından algılanmaz, titreşim açısıdır.

Cisimler, ışık kaynağından çıkan ışınların yansıması sonucu bize görünürler. Işık bizim görebilmemizin ana nedenidir.

14.1. Işık

Foton denilen yüksüz atom-altı parçacıklardan oluşur. Fotonlar da dalga özelliği gösterirler bundan dolayı dalga boyları ve frekansları vardır.

Işık ışınları fotonların ilerlerken aldıkları yoldur. Fotonlar kaynaklarından çıktıktan sonra önlerinde hiçbir engel yoksa düz doğrultuda ve hiç sapmadan yayılırlar. Herhangi bir cisme çarpınca da cismin şeffaf olup olmamasına göre kırılırlar veya yansırlar.

Işık üreten maddelere ışık kaynağı denir. Kendiliğinden ışık yayan maddeler doğal ışık kaynakları, insanlar tarafından yapılanlar ise yapay ışık kaynaklarıdır.

Işık Kaynakları	
Doğal ışık kaynakları	Yapay ışık kaynakları
Güneş	Ampul
Yıldızlar	Gaz lambası
Şimşek	Mum
Yıldırım	Fener
Ateş böceği	Meşale

Maddeler ışığı geçirme durumlarına göre üçe ayrılır.

Saydam Maddeler: Işığın tamamını geçiren maddelere denir. Örneğin; hava, cam, naylon.

Yarı Saydam Madde: Işığın bir kısmını geçiren bir kısmını geçirmeyen maddelere denir. Örneğin; yağlı kâğıt, buzlu cam, kaynak gözlükleri, bulut.

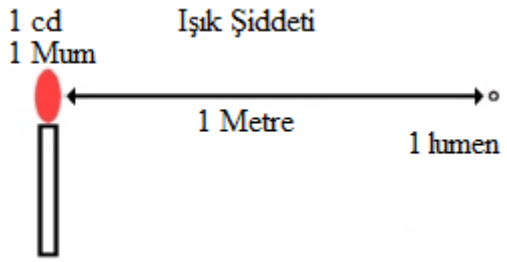
Saydam Olmayan (Opak) Madde: Gelen ışığı hiç geçirmeyen maddelere denir. Örneğin; taş, tahta, karton, duvar.

Işık saniyede 300 bin kilometre hızla, dalgalar halinde yol alır. Güneş en önemli ışık kaynağıdır. Güneş ışığı olmadan dünyada hiçbir canlı yaşayamaz. Dünyayı ısıtan, besinlerin üretilmesini, solumamız için gerekli havayı sağlayan Güneş ışığıdır.

14.2. Işığı Etkileyen Faktörler

14.2.1. Işık Şiddeti

Bir kaynağından birim zamanda yaydığı ışık enerjisidir, I ile gösterilir, birimi mum veya **candela** (cd) dır. *Fotometri* ile ölçülür. Kaynaktan çıkan foton sayısı arttığında kaynağın ışık şiddeti de artar. Işığın şiddeti yayılan foton sayısı ile doğru orantılıdır. Örneğin I=20 cd.

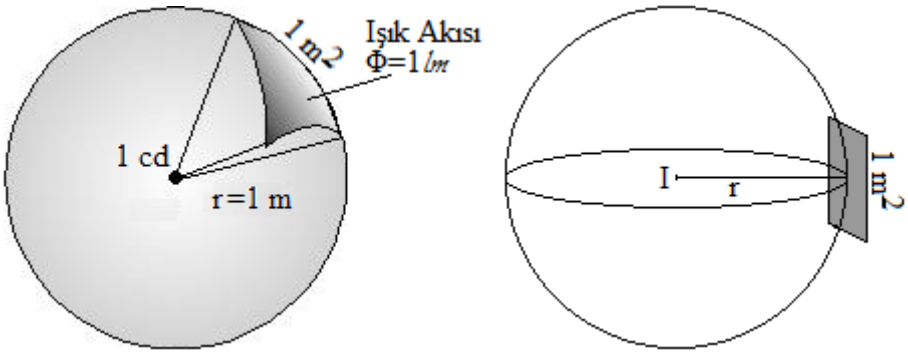


14.2.2. Işık Akısı

Bir yüzeye birim zamanda dik olarak düşen ışık ışınlarının miktarıdır. Kaynaktan çıkan ışık miktarı, toplam tanecik sayısıdır. (Φ) (Fi) ile gösterilir, birimi lümen (lm)dir, Örneğin Φ = 100 lm.

$$\Phi = 4.\pi.I$$

14.2.2.1. Lümen: Şiddeti 1cd olan ışık kaynağının, 1m yarıçaplı kürenin 1m^2 lik yüzeyine dik olarak gönderdiği ışık miktarı (akı) 1 lümendir.



Işık Akısı

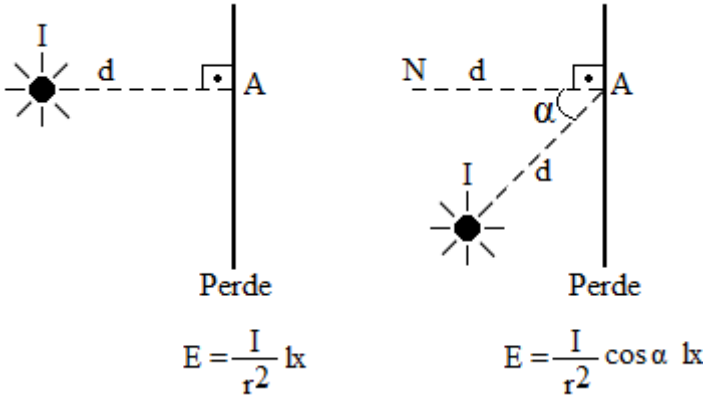
14.2.3. Aydınlanma Şiddeti

Birim yüzeye düşen ışık akısına denir, E ile gösterilir, birimi Lüx (lx) dür. Lüxmetre ile ölçülür.

Lüx: 1 m yarıçaplı küre merkezinde bulunan 1 cd şiddetindeki kaynağın 1 m^2 lik küre yüzeyine yaptığı aydınlanma şiddetidir.

Işık ***dik*** *olarak gelirse aydınlanma şiddeti* $E = \frac{I}{r^2}\ lx$

Işık ***açısal*** *olarak gelirse aydınlanma şiddeti* $E = \frac{I}{r^2} cos\alpha\ lx$



14.3. Fotometri: Bir ışık kaynağının ışık kaynağının ışık şiddetini ölçmek için kullanılır. Bu ölçme işlemi sırasında ışık şiddeti belli olan bir kaynaktan yararlanılır.

Örnek 1. Işık şiddeti 2.000 cd olan bir kaynaktan, 4 metre uzaklıktaki bir yüzeye dik olarak ışık gönderildiğinde yüzeydeki aydınlatma şiddeti kaç lüx'tür?

$$E = \frac{I}{r^2} = \frac{2.000}{4^2} = 125\ lx$$

Örnek 2. Işık şiddeti 10.000 cd olan bir kaynaktan, 5 metre uzaklıktaki bir yüzeye 30º lik bir açı ile ışık gönderildiğinde yüzeydeki aydınlatma şiddeti kaç lüx'tür?

$$E = \frac{I}{r^2}.cos\alpha = \frac{10.000}{5^2}.cos60 = 200\ lx$$

14.4. Işık Seviyesini Ölçme Lüxmetre

Aydınlık şiddeti birimi lüx'tür ve lüksmetre denilen ölçü aletleri ile ölçülür.

Lüxmetre

14.4.1. Lüksmetre ile ölçüm yaparken dikkat edilecek hususlar:

- Lüksmetre, ışığın geliş açısına dik tutulmalıdır.
- Ölçme yapan kişi fotoseli gölgede bırakmamalıdır.
- Ölçme yapanın elbisesi açık renkli ise, ışığın yansıma yapmasını önlemek için fotoselden mümkün olduğu kadar uzak durmalıdır.
- Geniş bir yerin aydınlatma şiddeti ölçülecekse, ölçüm yapılan yerin değişik noktalarından ölçümler yapılıp ortalaması alınır.

Lambaların Karşılaştırılması			
100W	77W	23W	20W
Akkor Lamba	Halojen Lamba	Floresan Lamba	Led Lamba
1.600 lümen	1.600 lümen	1.600 lümen	1.600 lümen
750 saat	1.000 saat	10.000 saat	20.000 saat
600krş	2.8 TL	4 TL	21 TL

5. HAFTA

15. SES

Ses kulağın duyabildiği titreşimlerdir. İnsan 20 Hz ile 20 kHz arasındaki sesleri duyabilir. İnsanların konuşma sesi 500 Hz ile 2 kHz arasında değişir. Ses kaynakları temelde iki gruba ayrılır, doğal ses kaynakları ve yapay ses kaynakları. İnsan gırtlağında bulunan ses telleri, akciğerlerden gelen hava ile titreşerek ses çıkmasını sağlar. Bos uzayda ses dalgalarını taşıyacak her hangi bir molekül bulunmadığı için ses yayılamaz. Sesin yayılması için havanın olması gerekir. Ses hava molekülleri üzerinde dalgalar halinde yayılır. Ses havada 340 m/s yol alır. İnsan kulağının duyamayacağı sesleri bazı hayvanlar duyabilir.

15.1. Sesin Fiziksel Özellikleri

15.1.1 Ses Şiddeti (Yoğunluk)

Sesin kulak tarafından az veya çok duyulması sesin şiddetini belirler ve birimi desibeldir (dB). Hafif sesler kulağa az, kuvvetli sesler kulağa yüksek şiddette gelmektedir. Desibel insanın işitebildiği en küçük ses şiddetidir. 85 dB'den yüksek ses şiddeti insan için zararlıdır. Uzun süre yüksek sese maruz kalmak duyma bozukluğuna yol açar. Sesin şiddetini artırmak için amplifikatör (amfi) veya megafon kullanılır. İşitme güçlüğü çekenler işitme cihazı kullanırlar. Bu cihazlar, seslerin şiddetini artırarak kişilerin daha iyi duymasını sağlar.

90 dB	95 dB	100 dB	105 dB	110 dB	115 dB	140 dB ve üzeri
8 saat	4saat	2saat	1saat	30 dakika	15 dakika	İzin yok

Gürültüye izin verilen maksimum maruz kalma süresi

Ortalama Ses Düzeyi dB (SPL	Örnek	Pa (Pascal)
0 dB	İnsan kulağının duyabildiği en düşük ses şiddeti	0,00002 Pa
20 dB	Fısıltı ile konuşma, kütüphane ortamı	0,0002 Pa
60 dB	Normal konuşma, daktilo, dikiş makinesi vb. sesler	0,02 Pa
80 dB	Kamyon sesi veya çim biçme makinası sesi (max. 8 saat)	0,2 Pa
100 dB	Asfalt delme makinesi, demir testeresi, havalı delici (max 2 saat)	2 Pa
120 dB	Rock konseri, yüksek sesli müzik, oto kornası (max. l5 dakika)	20 Pa
130 dB	Jet uçağı sesi (gürültü ağrı yaratır ve geçici sağırlık oluşturur)	200 Pa

Örnek Ses Seviyeleri

0,00002 Pascal = 0 dB SPL (Sound pressure level) = Duyma eşiği (Threshold of hear)

15.1.2 Ses Basıncı

Ses dalgaları, ses basınç değeriyle nitelendirilirler. Ses basınç değerinin tepe değeri ve efektif değeri vardır. Ses basıncı P ile gösterilir ve birimi Pascal (Pa) (N/m^2) dır. Ses şiddeti ile ses basıncı arasında karesel bir bağıntı vardır ve ses basıncı 2 kat artırılırsa ses şiddeti 4 kat artmaktadır.

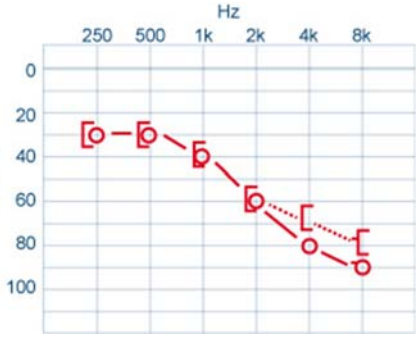
Ses basınç seviyesi, (dB) desibel ile gösterilir, simgesi SPL(Sound Pressure Level)'dir. Ses her frekansta aynı hızda gider, ses hızı frekansa bağlı olarak değişmez. Alçak frekanslı sesler bir engele çarptıkları zaman engeli aşar ve geçerler, yüksek frekanslı sesler ise engeli aşamayarak geri dönerler.

Pratikte ses şiddeti seviyesi ile ses basınç seviyesi aynı kabul edilir. Ses kaynağının yaydığı ses gücüne akustik güç denir, birimi Watt'dır (W). Akustik güç seviyesi, ses basınç seviyesinden 0,5 dB daha küçüktür. Ses dalgasının birim zamandaki titreşim sayısına Frekans denir, birimi Hertz'dir (Hz).

15.1.3. Ses Seviye Ölçü Aletleri

Ses seviyesi *desibelmetre* ile ölçülür. Max 130 dB'e kadar ses seviyesini ölçebilirler. İşitme engellilerin işitme kaybı, derecesi ise odyometre denilen aletlerle ölçülür. Odyometre ile elde edilen ölçüm sonuçlan işitme eğrileri olarak kaydedilir. Yatay ve dikey eksenlerden oluşan grafikteki bu eğriye odyogram denir. Odyogram üzerindeki dikey eksen Hz cinsinden frekansı, yatay eksen ise dB cinsinden sesin şiddetini gösterir. Aşağıda odyometre resmi görülmektedir.

Desibelmetreler



Odyometre odası *Odyometre* *Odyogram*

Şimdiye kadar işlenen fiziksel büyüklükler ve birimleri aşağıdaki tabloda toplu olarak gösterilebilir.

Fiziksel Nicelik	**Sembol**	**Birim**	**Formül**
Uzunluk	L	m (metre)	
Alan	A	m^2	A=x.y
Kesit	S	m^2	$S=\pi.r^2$
Hacim	V	m^3	V=x.y.z
Kütle	m	g (gram)	
Özkütle (Yoğunluk)	d	g/cm^3	d=m/V
Ağırlık	G	Newton	G=m.g
Özgül Ağırlık	ρ	N/m^3	ρ =G/V
Zaman	t	s (saniye)	
Sıcaklık	T	^oC	
Eğim	m	-	m=h/x
Hız	V	km/h	V=X/t
Devir	n	d/dk	N=60.f/p
İvme	a	m/s^2	
Debi	Q	m^3/s	
Kuvvet	F	N	
Basınç	P	N/m^2	P=F/S
Enerji	E	kg. m	
Işık Şiddeti	I	cd	
Işık Akısı	Φ	Lümen	Φ=4.π.I
Aydınlanma Şiddeti	E	Lüx	$E=I/r^2\cos\alpha$
Ses	P	dB	

Temel SI birimleri

16. ÖLÇÜ ALETLERİ ve BİRİMLER

16.1. Ölçme

Bir büyüklüğü kendi cinsinden olan büyüklüğün birimi ile karşılaştırmaya ÖLÇME denir. Ölçü aletlerini genel olarak analog ve dijital olarak ikiye ayırabiliriz.

16.2. Analog Ölçü Aletlerinin Ortak Özellikleri

Tüm elektrik ölçü aletlerinin çalışma prensipleri farklıdır, fakat bazı ortak tarafları vardır.

Analog ölçü aleti

16.2.1. Çalıştırma (saptırma) Kuvveti

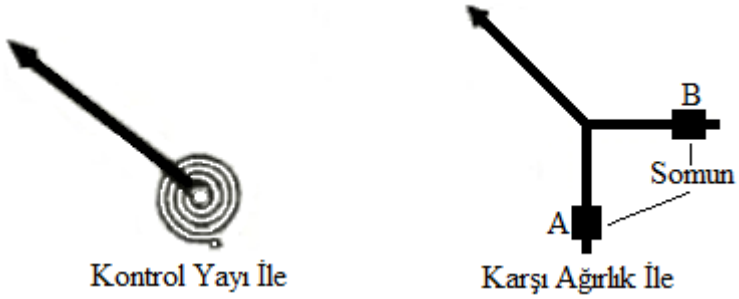
Bir ölçü aleti ölçme işlemine başladığında, ibre bulunduğu noktadan ileriye doğru ilk hareketini yapar. İlk hareketi gerçekleştiren bu kuvvete ***çalıştırma kuvveti (moment***i) denir. Yani çalıştırma kuvveti, ibreyi kadran taksimatı üzerinde hareket ettiren güçtür.

İlk hareketi yapan ibre

Kadran taksimatı

16.2.2. Kontrol Kuvveti

Bir ölçü aleti ölçme işlemine başladığında, çalıştırma kuvvetine karşı koyan bir kuvvet bulunmazsa, ibre sona kadar sapar. Bu nedenle, kontrol kuvveti denilen bir kuvvetle çalışma kuvveti sınırlandırılır. Ölçme işlemimde, çalıştırma ve kontrol kuvvetinin birbirine denk olması halinde ibre bir değer üzerinde durur. Kontrol kuvveti yay ile ve karşı ağırlıklar ile olmak üzere iki kısma ayrılır.

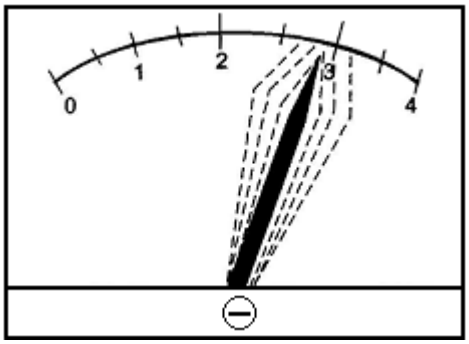


Karşı koyma kuvvetinin sağlanması

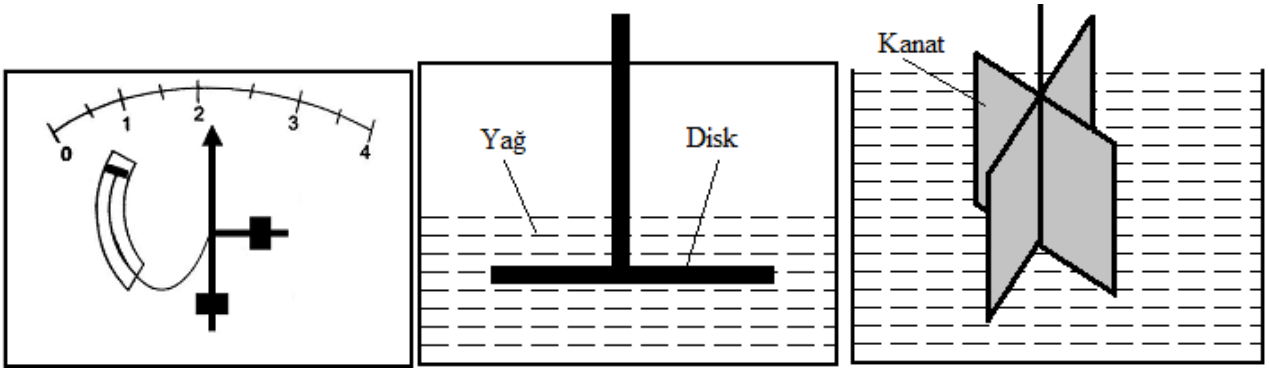
16.2.3. Amortisman Kuvveti

İbrenin birden karşıya çarpmasını ve salınım yapmasını önleyen düzenektir. Amortisman kuvveti üç sistem ile sağlanır.

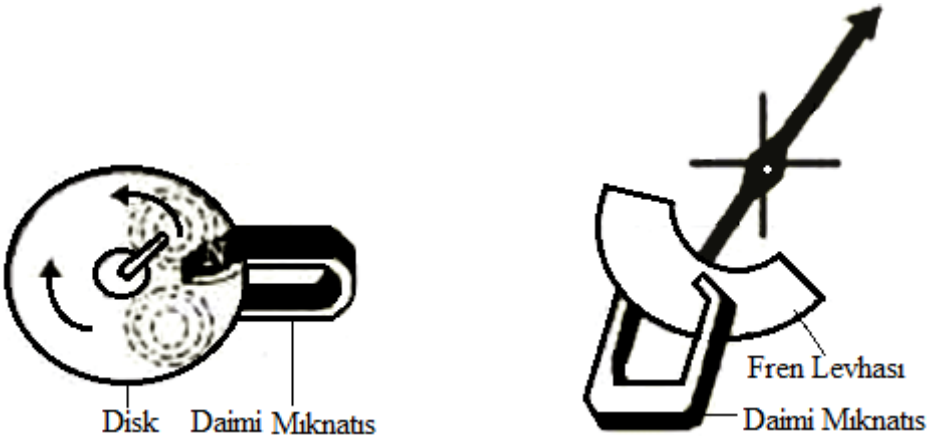
- Hava amortisman
- Sıvı amortisman
- Elektromanyetik amortisman



İbrenin titreşim yapması



Havalı amortisman, Dik ve kanatlı tip sıvılı amortisman



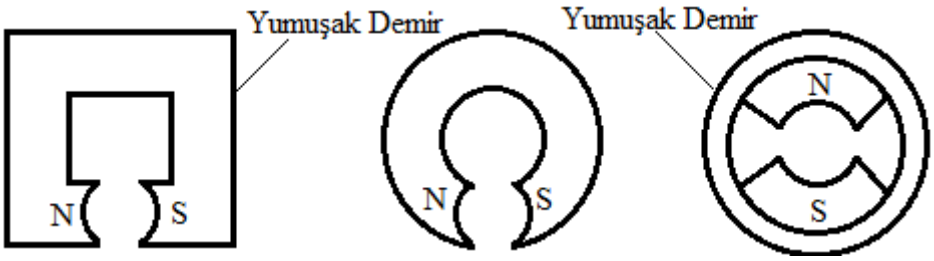
Elektromanyetik Amortisman

16.3. Analog Ölçü Aletlerinin Mekanik Kısımları

- Daimî mıknatıslar,
- İbreler,
- Kadran taksimatı

16.3.1. Daimî Mıknatıslar

Ölçü aletlerinde kullanılan mıknatıslar çok yer kaplamakta ve ağırlık yapmaktadır. Bundan dolayı mıknatısların küçük ebatta ve hafif olması gerekir. Daimî mıknatıs yapımında genellikle Volframlı çelikler, Kobaltlı çelikler, Alüminyum nikelli çelikler (çok kuvvetli olur) kullanılır.



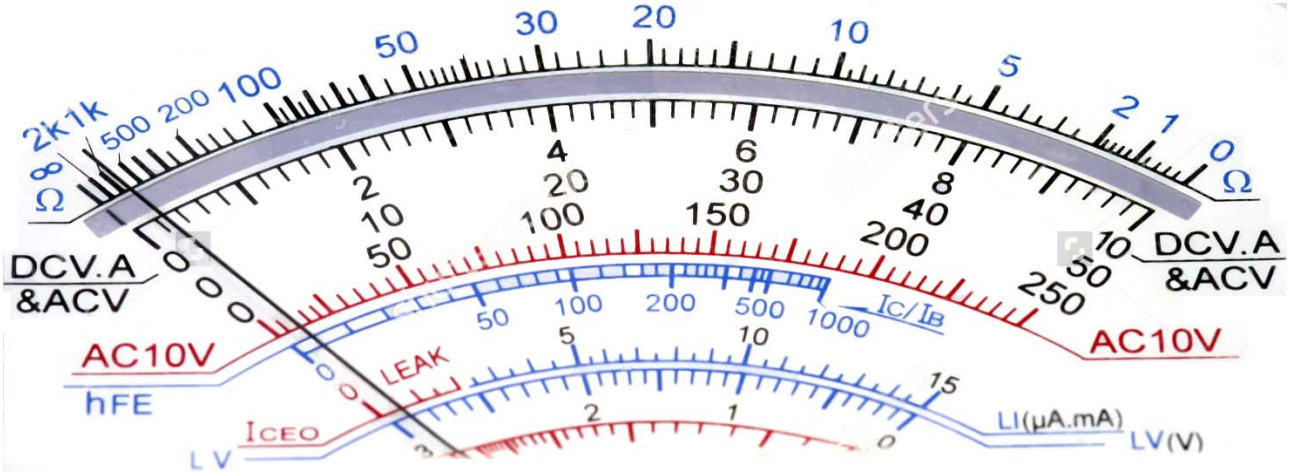
Şekil 5. Ölçü aletlerinde kullanılan daimî mıknatıs tipleri

16.3.2. Kadran (Skala) Taksimatları Ve İbreler

Ölçü aletlerinde ölçülen büyüklüğü ibre ve kadran taksimatı belirler. Kadran levhaları genellikle parlak alüminyumdan yapılır, beyaz boya ile boyanır ve üzeri taksimatlandırılır. Okuma hatasını azaltmak için, taksimat çizgilerinin altına ve üstüne şerit şeklinde ayna konulur. Bazı ölçü aletlerinde kadran tek taksimatlandırma yapılırken, bazılarında çoklu taksimatlandırma yapılır. Her taksimatın ifade ettiği değerlerin sembolleri yanlarına çizilmiştir, buna göre ölçme ve okuma yapılır.

Tekli kadran taksimatı

İbre



Çoklu kadran taksimatı

16.3.3. Sıfır Ayar Vidası ve Kalibrasyon (İnce Ayar)

Bazen ibre tam sıfır noktasında durmaz, böyle bir durumda ayar vidası bir tornavida ile çevrilerek ibre sıfır noktasına getirilir. Analog ölçü aletleri ölçme yapmadan önce mutlaka sıfır ayarı yapılmalıdır.

Sıfır ayar vidası

16.4. Dijital Ölçü Aletleri

Dijital ölçü aletleriyle yapılan ölçümler çok daha kolay ve okuma hatası yapılmaz. Dijital ölçü aletleri ekranları üzerinde hem ölçtüğü değeri (100, 220, 380 gibi) hem de birimi (mV, V, KV gibi) ayrıntılı olarak gösterir.

Dijital ölçü aletleri tek bir birimi ölçen aletler olarak da, kombine olarak birçok birimi ölçebilen aletler olarak da üretilebilirler. Yani sadece ampermetre, voltmetre, wattmetre olarak da ürettirilebilirler. Ampermetre, voltmetre, frekansmetre, diyot kontrol, kapasitemetre, sıcaklık, transistor gibi birçok büyüklüğü ölçebilen (multimetre) olarak da üretilebilirler.

Normal multimetrelerde, ölçülecek değere göre kademe anahtarı ayarlanırken, gelişmiş multimetrelerde (Auto range özellikli) kademe seçimi otomatik olarak yapılır.

Dijital Voltmetre

Dijital Ampermetre

Dijital Multimetre

Normal Multimetre

Gelişmiş Multimetre

17. ÖLÇÜ ALETLERİNE AİT TERİMLER

17.1. Doğruluk Derecesi

Doğruluk ölçülen değerin gerçek değere ne kadar yakın olduğudur. Ölçü aletinin yapabileceği en büyük hata alet üzerinde % olarak belirtir, buna bağıl hata denir. Örneğin ölçme alanı 0-500 V olan bir voltmetrenin bağıl hatası % ± 1 ise 500 V ölçerken yapacağı mutlak hata 0,01x500V= ± 5V olur. Yani gerçekte 500 V olan bir değeri, ölçü aleti 495 ile 505 arasında bir değer olarak gösterebilir. Ölçü aletleri, doğruluk derecesine göre 0,1 - 0,2 - 0,5 – 1 - 1,5 - 2,5 sınıflarına ayrılır.

Doğruluk Derecesi 2,5 olan voltmetre

17.2. Hassasiyet (Duyarlılık)

Ölçü aletlerinde ölçülen büyüklüğün çok küçük **değişimlerinin** algılanmasıdır. Örneğin 120,26 voltu ölçen bir voltmetre 120,2 voltu ölçen voltmetreden daha hassastır.

17.3. Ölçme Alanı

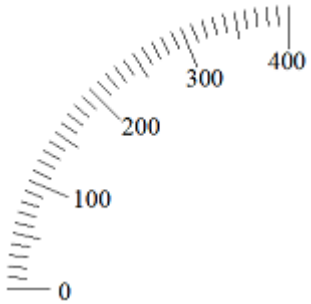
Bir ölçü aletinin kadran taksimatının gösterdiği ilk değer ile son değer arasındaki kalan kısım ölçü aletinin ölçme alanını verir. Örneğin bir voltmetrenin kadran taksimatının başlangıcında sıfır (0) sonunda 400 yazılı ise bu voltmetrenin ölçme alanı (0-400 V) olarak ifa e edilir.

17.4. Ölçme Sınırı

Bir ölçü aletinin kadran taksimatının gösterdiği en son değere denir. Örneğin 0-400 V ölçme alanlı bir voltmetrenin ölçme sınırı 1000 V'tur.

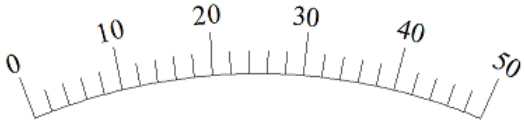
Ölçme Alanı = 0 - 5

Ölçme sınırı=5



Ölçme Alanı = 0 – 400

Ölçme sınırı=400



Ölçme Alanı = 0 – 50

Ölçme sınırı=50

17.5. Ölçü Aletinin Enerji Sarfiyatı

Analog ölçü aletlerinde ölçme yapıldığında ($I^2.R$) kadar bir enerji harcanır. Dijital ölçü aletlerinde ise gerekli enerji içerisindeki pil tarafından karşılanır.

17.6. Giriş Empedansı

Ölçü aletleri devreye seri veya paralel bağlandıklarında devreye yükleme etkisi yaparlar. Giriş empedansı Ω/V olarak ve 1V gerilime karşılık gelen direnç şeklinde verilir. Bu değer kademe değeriyle çarpılarak ilgili kademedeki giriş empedansı bulunur. Örneğin; giriş empedansı 10 kΩ / V olan bir voltmetrenin 250 V kademesindeki toplam giriş empedansı 250x10 kΩ = 2.500 kΩ.

Devreye paralel olarak bağlanan ölçü aletlerinde (Voltmetre) giriş empedansı mümkün olduğunca **küçük** olmalıdır.

Devreye seri olarak bağlanan ölçü aletlerinde ise (Ampermetrede) giriş empedansı mümkün olduğunca **büyük** olmalıdır.

17.7. Ölçü aletinin kullanılmasında şunlara dikkat edilmelidir:

1. Ne ölçüleceği iyi bilinmelidir.
2. Ölçümün hangi tür akımda (AC-DC) yapılacağı bilinmelidir.
3. Ölçülecek birimin değerine göre ölçme alanı, ölçme sınıfı uygun alet seçilmelidir.
4. Analog ölçü aletlerinde sıfır ayarının yapılmış olması gereklidir.
5. Ölçü aleti uygun kademeye getirilmelidir.
6. Aletin cinsine göre seri veya paralel bağlandığı kontrol edilmelidir.
7. Analog ölçü aletinde değerin, kadran taksimatında okunan değer ile kademe anahtarı değerinin çarpılmasıyla bulunduğuna dikkat edilmelidir.
8. Dijital ölçü aletlerde değer, birimi ile birlikte ekranda dijital olarak görünür.

17.8. Ölçü Aletlerinde Kullanılan Semboller

1		Döner bobinli ölçü aleti	20		Döner demirli ölçü aleti
2		Termo elemanlı döner bobinli ölçü aleti	21	1,5 / 2	Alet doğru akımda %1,5 Alternatif akımda %2 hatalı ölçme yapar
3		Doğrultuculu döner bobinli ölçü aleti	22		Alet demir örtülü
4		Döner mıknatıslı ölçü aleti	23		Alternatif akım için
5		Çapraz mıknatıslı ölçü aleti	24		Doğru akım için
6		Demirsiz elektrodinamik ölçü aleti	25		Doğru ve alternatif akım için
7		Demirli elektrodinamik ölçü aleti	26	3 1E	Üç iletkenli sistem için bir ölçü elemanı
8		Demirsiz elektrodinamik çapraz bobinli ölçü aleti	27	3N 1E	Dört iletkenli sistem için bir ölçü elemanı
9		Demirli elektrodinamik çapraz bobinli ölçü aleti	28	3N 3E	Dört iletkenli dengesiz yüklü sistem için üç ölçü elemanı
10		Termik ölçü aleti	29		Aletin muayene gerilimi 500V
11		Elektrostatik ölçü aleti	30	0	Aletin yalıtkanlık deneyi yapılmamış
12		Yumuşak demirli ölçü aleti	31	2	Aletin yalıtkanlık deneyi 2kV ile yapılmış ölçü aleti
13		Çapraz bobinli ölçü aleti	32		Alet dik olarak kullanılacak
14		İndüksiyon ölçü aleti	33		Alet yatay olarak kullanılacak
15		İndüksiyon tipi çapraz bobinli ölçü aleti	34	60°	Alet eğik olarak kullanılacak
16		Bimetalli ölçü aleti	35		Yalıtkanlık deney gerilimi
17		Endirek ısıtılmış termo eleman	36		Sıfır ayar tertibatı
18		Titreşimli ölçü aleti	37	!	Çalışma talimatına uyunuz
19		Termo eleman	38		Doğrultucu

Ölçü aletlerinde kullanılan semboller

17.9. Gösterme şekline göre ölçü aletleri sembolleri

GÖSTERME ŞEKLİNE GÖRE ÖLÇÜ ALETLERİ SEMBOLLERİ					
	SEMBOL	ANLAMI		SEMBOL	ANLAMI
1		Göstergeli ölçü aleti	14	mV	milivoltmetre
2		Yazıcı ölçü aleti	15	V ~	D.C. ve A.C. voltmetresi
3		Sayıcı ölçü aleti	16	Ω	Ohmmetre
4		Gerilim bobini ile ölçer	17	A.V Ω	Avometre
5		Akım bobini ile ölçer	18	F	Frekansmetre
6		Uç çıkartılmış alet	19	n	Turmetre (Takometre)
7		Göstergesi bir yönlü ölçü aleti	20	Lx	Lüksmetre
8		Göstergesi ortada iki yönlü ölçü aleti	21	Cosα	Cosünüsfimetre
9		Sayıcı (numaralı) ölçü aleti	22	W	Yazıcı Wattmetre
10		Kaydedici ölçü aleti	23	kWh	Elektrik sayacı
11		Noktalayıcı ölçü aleti	24	kVarh	KiloVar saat metre
12	A	Ampermetre	25	U(t)	Osiloskop
13	V	Voltmetre	26	t°	Termometre

Gösterme şekline göre ölçü aletleri sembolleri

17.10. Kullanım yerine göre Ölçü aletleri:

1. Taşınabilir ölçü aletleri
2. Pano tipi ölçü aletleri
3. Masa tipi ölçü aletleri

17.10.1. Taşınabilir ölçü aletleri

Bu tür ölçü aletleri, sabit bir yere monte edilmeyen ve portatif olarak her yere taşınabilen ölçü aletleridir. İşletmelerde, atölye ve laboratuvar gibi yerlerde kullanılabilirler.

Taşınabilir ölçü aletleri

17.10.2. Pano tipi ölçü aletleri

Pano ve tablo üzerinde bulunan ölçü aletleridir, dik çalışacak şekilde monte edilirler. Fabrika, atölye gibi yerlerdeki pano ve tablolarda, elektriksel değerlerin sık sık kontrol edilmesi gereken yerlerde kullanılırlar.

Pano tipi ölçü aletleri

17.10.3. Masa tipi ölçü aletleri

Laboratuvarlarda ölçme yapmak amacıyla kullanılırlar. Ebatları büyüktür, çok fonksiyonludurlar. Bu tür ölçü aletler 220V AC gerilim ile beslenirler.

Masa tipi ölçü aletleri

6. HAFTA

18. ÖLÇME HATALARI

Ölçülen değer ile gerçek değer arasındaki farka **hata** denir. Ölçme işlemi ne kadar dikkatli yapılırsa yapılsın, hatasız bir ölçme yapmak mümkün değildir. Fakat yapılan hata bilinirse ölçmenin bir anlamı olur.

18.1. Hatalar üç grupta incelenir:

a) Kişiden kaynaklanan hatalar
b) Cihazdan kaynaklanan hatalar
c) Dış kaynaklı hatalar

a) Kişiden Kaynaklanan Hatalar

Bu hata analog ölçü aletlerinde olur. Yanlış okuma, yanlış skala seçimi, cihaz ayarının yanlış yapılması, yanlış bağlantı ve hesaplamaların yanlış yapılması hatalara sebebiyet verir. Dijital ölçü ölçümlerde okuma hatası çok azdır.

Analog ölçü aletlerinde okuma hata oranını düşürmek için;

- Aletin kadranına dik olarak bakmalı, ibrenin aynadaki görüntüsü görünmeyecek şekilde okumalı
- Alet duruş işaretine göre doğru şekilde (dik, yatık, eğik) kullanılmalı
- Ölçme sarsıntılı yerlerde yapılmamalı
- Uygun kademeye göre ölçme yapılmalı

b) Cihazdan kaynaklanan hatalar

Bu hatalar, tekrar tekrar ölçüldüğünde her defasında aynı değeri veren sabit olan ve değişmeyen hatalardır. Bu hataya ölçü aletinin ölçme hatası da denir. Bu hataların sebepleri şunlardır;

- İmalat sırasında cihazın yapım hatası
- Ayar ve kalibrasyon hatası
- Sıfır ayarı
- Skalanın lineer (eşit aralıklı) olmamasından kaynaklı hata
- Aletin eskimesi
- Sürtünmeden kaynaklı hata
- Cevap zamanı hatası: Ölçülen değerin hızlı değişmesi ve cihazın bu değişimi takip edememesinden kaynaklı hata. Bu hata aletinin mekanik kısımlarından kaynaklanır.
- Yükleme hatası: Ölçü aleti devreye bağlandığında ölçülen değere etki eder.

- İmalat sırasında cihazın yapım hatası: Cihazın yapımından kaynaklanan hatalardır. Yapım hatasına göre ölçü aletleri 7 sınıftır. Bunlar;
-

ELEKTRİK ÖLÇÜ ALETLERİNDE HATA SINIFLARI							
	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

Tablo 4. Ölçü aletlerinde hata sınıfları

1,5	Alet doğru akımda %1,5 hatalı ölçme yapar

Bir ölçü aletinin yapabileceği en büyük hata, imalatçı firma tarafından kadran taksimatı üzerinde yukarıdaki gibi belirtilir.

c) Dış Kaynaklı Hatalar

Yüksek sıcaklık, rutubet, gürültü, karanlık ortam, elektrik ve manyetik alan gibi etkilerin kaynaklanan hatalardır.

19. ÖLÇME HATALARININ HESAPLANMASI

Herhangi bir büyüklük ölçülürken değişik iç ve dış etkenlerin altında kalınmaktadır. Bu etkenlerin dolayı kaynaklanan hataların analizi istatistik yöntemlerle yapılır. İstatistik analizde şu yöntemler kullanılır.

1. Aritmetik ortalama
2. Ortalama sapma
3. Standart sapma

19.1. Aritmetik Ortalama

Elde edilen tüm ölçümlerin toplamının, yapılan ölçüm sayısına bölünmesidir.

$$X_0 = \frac{X_1 + X_2 + \dots\dots\dots\dots X_n}{n}$$

19.2. Ortalama sapma

Elde edilen her bir değer ile ortalama değer arasındaki fark alınarak bulunur. Ortalama sapmaların aritmetik ortalaması sıfırdır.

$$D_1 = X_1 - X_0, \quad D_2 = X_2 - X_0, \quad D_n = X_n - X_0$$

19.3. Standart sapma

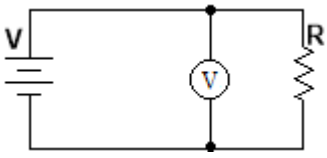
Elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ortalama sapmadan daha iyidir.

$$S = \sqrt{\frac{D_1^2 + D_2^2 + \dots\dots\dots + D_n^2}{n}}$$

$$\%S = \frac{S}{X_0}.100$$

Şeklinde hesaplanır. Standart sapma, ortalama değerin civarındaki değişimin miktarını yüzde olarak gösterir. Veri sayısı n<20 olduğunda daha doğru sonuç elde etmek için n yerine n-1 konur. Sonucun % 10'dan küçük olması gerçek ortalamaya yakındır anlamındadır.

Örnek 1:



Yandaki devre direnç üzerinde düşen gerilim dört defa ayrı ayrı ölçüldüğünde 220V, 222V, 218V, 216V değerleri ölçülmüştür. Bu büyüklükler için;

a) Aritmetik ortalamayı

b) Her bir değerin ortalama sapmasını

c) Ortalama sapmaların aritmetik ortalamasını

d) Standart sapmanın yüzdesini (%S) hesaplayınız.

Çözüm:

$$a)\ X_0 = \frac{X_1 + X_2 + \dots\dots\dots\dots X_n}{n} = \frac{220 + 222 + 218 + 216}{4} = \mathbf{219V}$$

$$b)\ D_1 = 220 - 219 = \mathbf{1},\ D_2 = 222 - 219 = \mathbf{3}, D_3 = 218 - 219 = \mathbf{-1}, D_4 = 216 - 219 = \mathbf{-3}$$

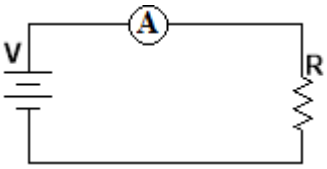
$$c)\ D_0 = \frac{D_1 + D_2 + \dots\dots\dots\dots D_n}{n} = \frac{1 + 3 + (-1) + (-3)}{4} = \mathbf{0}$$

$$d)\ \%S = \sqrt{\frac{D_1^2 + D_2^2 + \dots\dots\dots + D_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{1^2 + 3^2 + (-1)^2 + (-3)^2}{4 - 1}} = 2{,}58V$$

$$\%S = \frac{S}{X_0}.100 = \frac{2{,}58}{219}.100 = \%1{,}17$$

Bulunan bu değer ortalama değerin yüzde onundan (%10.219=21,9) küçük olduğundan bulunan standart sapma değeri (%1,17) gerçek değere yakındır.

Örnek 2:



Yandaki devreden geçen akım dört defa ayrı ayrı ölçüldüğünde 22A, 18A, 14, 12A değerleri ölçülmüştür. Bu büyüklükler için;

a) Aritmetik ortalamayı

b) Her bir değerin ortalama sapmasını

c) Standart sapmanın yüzdesini (%S) hesaplayınız.

Çözüm:

$$a)\ X_0 = \frac{X_1 + X_2 + \dots\dots\dots\dots X_n}{n} = \frac{22 + 18 + 14 + 12}{4} = \mathbf{16,5A}$$

$$b)\ D_1 = 22 - 16{,}5 = \mathbf{5,5},\ D_2 = 12 - 16{,}5 = \mathbf{1,5},$$

$$D_3 = 5 - 16{,}5 = \mathbf{-2,5}, D_4 = 10 - 16{,}5 = \mathbf{-4,5}$$

$$c)\ \%S = \sqrt{\frac{D_1^2 + D_2^2 + \dots\dots\dots + D_n^2}{n}} = \sqrt{\frac{5{,}5^2 + 1{,}5^2 + (-2{,}5)^2 + (-4{,}5)^2}{4 - 1}} = 4{,}43A$$

$$\%S = \frac{S}{X_0}.100 = \frac{4{,}43}{16{,}5}.100 = \%26{,}87$$

Bulunan bu değer ortalama değerin yüzde onundan (%10.16,5=1,65) büyük olduğundan bulunan standart sapma değeri (%26,87) **gerçek değere uzaktır**. Zaten ölçülen değerlere bakıldığında birbirlerinden çok uzak olduğu ve kararsız olduğu görülür. Böyle bir ölçme çok hatalı bir ölçmedir.

20. BİRİMLER VE DÖNÜŞÜMLERİ

20.1. Gerilim Volt (V)

Bir üretecin ürettiği elektrik yüklerinin bir noktadan diğer bir noktaya gitmesini sağlayan **kuvvete** gerilim veya potansiyel fark denir. Gerilim U,V ile gösterilir, birimi volttur, V ile gösterilir.

U=220V, V=380V

$$U=I.R$$

20.2. Akım Amper (A)

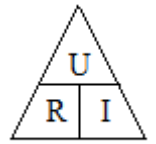
Birim sürede bir noktadan geçen elektrik yüklerinin miktarıdır. Akım I ile gösterilir, birimi amperdir, A ile gösterilir. Akımın yönü, gerilim kaynağının pozitif ucundan çıkıp, negatif ucuna doğru gittiği kabul edilir. I=12A, i=0,5A

$$I = \frac{U}{R}$$

20.3. Direnç ohm (Ω)

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa direnç denir, R ile gösterilir, birimi ohm'dur, Omega (Ω) ile gösterilir. R=330Ω, R=4,5kΩ

$$R = \frac{U}{I}$$



ohm üçgeni

20.4. Güç Watt (W)

Birim zamanda yapılan işe güç denir. Elektrik devresinde akım ile gerilimin çarpımına eşittir, P (Power) ile gösterilir, birimi watt'tır, W ile gösterilir.

$$P=U.I$$

20.5. Endüktans Henry (H)

Bir devredeki akımın değişimlerine karşı koyan ve manyetik enerji depolayan elemanlara endüktans denir, L ile gösterilir birimi Henry'dir, H ile gösterilir. Endüktans elemanı bobinlerdir

Bobinler

20.6. Kapasite Farad (F)

Bir kondansatörde biriken yük miktarına kapasite denir, birimi Faraddır, F ile gösterilir. Farad çok büyük bir birim olduğundan genellikle ast katları olan µF, nF ve pF kullanılır.

Kondansatörler

20.7. Frekans Hertz (Hz)

Bir saniyede oluşan saykıl (periyot) sayısına frekans denir, F ile gösterilir, birimi Hertzdir, Hz ile gösterilir.

20.8. Elektriksel büyüklükler ve ölçen aletler

Elektriksel Büyüklük	İşareti	Birimi	Birim İşareti	Ölçü Aleti
Akım	I	Amper	A	Ampermetre
Gerilim	V	Volt	V	Voltmetre
Direnç	R	Ohm	Ω	Ohmmetre
Aktif güç	P	Watt	W	Wattmetre
Reaktif güç	Q	Var	Var	Varmetre
Elektrik	E	kilowatt-saat	Kwh	Sayaç
Frekans	f	Hertz	Hz	Frekansmetre
Güç faktörü	cosφ			Cosφmetre
Faz farkı	φ	Derece	o	Fazmetre

Tablo 5. Bazı elektriksel büyüklükler ve ölçen aletler

20.9. Elektriksel Birimlerin Ast Ve Üst Katları

Elektriksel birimler dönüştürülürken 1000'er 1000'er büyür, 1000'er 1000'er küçülür. Aşağı doğru inerken çarpılır. Yukarı doğru çıkarken bölünür.

x1000 ↓ ↑ ÷1000

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Mega Volt	MV	10^6 V	1.000.000
Kilo Volt	kV	10^3 V	1000
Volt	V		
Mili Volt	mV	10^{-3} V	0,001
Mikro Volt	µV	10^{-6} V	0,000001

20 kV = ...V	20 kV	=	20.10^3 V=	20.000 V
5 kV = ...mV	5 kV	=	5.10^6 mV=	5000000 mV
12 MV =.....V	12 MV	=	12.10^6 V=	12000000 V
0,05 mV =..... µV	0,05 mV	=	$0,05.10^3$ µV=	50 µV
2,35 V =.....mV	2,35 V	=	$2,35.10^3$ mV=	2.350 mV
98 µV =.....V	98 µV	=	98.10^{-6} V=	0,000098 V
23.000 mV =.....V	23.000 mV	=	$23.000.10^{-3}$ V=	23 V
0,73 V =.....kV	0,73 V	=	$0,73.10^{-3}$ kV=	0,00073 kV
30.000 kV =..... MV	30.000 kV	=	$30.000.10^{-3}$ MV=	30 MV
2.000 V =..... MV	2.000 V	=	$2.000.10^{-6}$ MV=	0,002 MV

x1000 ↓ ↑ ÷1000

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Mega Amper	MA	10^6 A	1.000.000
Kilo Amper	kA	10^3 A	1000
Amper	A		
Mili Amper	mA	10^{-3} A	0,001
Mikro Amper	µA	10^{-6} A	0,000001

30 kA = ...A	30 kA	=	30.10^3 A=	30.000 A
6 kA = ...mA	6 kA	=	6.10^6 mA=	6.000.000 mA
15 MA =.....A	15 MA	=	15.10^6 A=	15.000.000 A
0,06 mA =..... µA	0,06 mA	=	$0,06.10^3$ µA=	60 µA
3,35 A =.....mA	3,35 A	=	$3,35.10^3$ mA=	3.350 mA
78 µA =.....A	78 µA	=	78.10^{-6} A=	0,000078 A
21.000 mA =.....A	21.000 mA	=	$21.000.10^{-3}$ A=	23 A
0,64 A =.....kA	0,64 A	=	$0,64.10^{-3}$ kA=	0,00073 kA
15.000 kA =..... MA	15.000 kA	=	$15.000.10^{-3}$ MA=	15 MA
7.000 A =..... MA	7.000 A	=	$7.000.10^{-6}$ MA=	0,007 MA

x1000 ↓ ↑ ÷1000

Birim	Sembolü	Üslü İfΩdesi	Büyüklüğü
Mega Ohm	MΩ	10^6 Ω	1.000.000
Kilo Ohm	kΩ	10^3 Ω	1000
Ohm	Ω		
Mili Ohm	mΩ	10^{-3} Ω	0,001
Mikro Ohm	μΩ	10^{-6} Ω	0,000001

60 kΩ = ...Ω	60 kΩ =	60.10^3 Ω=	60.000 Ω
7 kΩ = ...mΩ	7 kΩ =	7.10^6 mΩ=	7.000.000 mΩ
13 MΩ =.....Ω	13 MΩ =	13.10^6 Ω=	13.000.000 Ω
0,09 mΩ =..... μΩ	0,09 mΩ =	$0,09.10^3$ μΩ=	90 μΩ
3,67 Ω =.....mΩ	3,67 Ω =	$3,67.10^3$ mΩ=	3.670 mΩ
85 μΩ =.....Ω	85 μΩ =	85.10^{-6} Ω=	0,000085 Ω
17.000 mΩ =.....Ω	17.000 mΩ =	$17.000.10^{-3}$ Ω=	17 Ω
0,39 Ω =.....kΩ	0,39 Ω =	$0,39.10^{-3}$ kΩ=	0,00039 kΩ
83.000 kΩ =..... MΩ	83.000 kΩ =	$83.000.10^{-3}$ MΩ=	83 MΩ
9.000 Ω =..... MΩ	9.000 Ω =	9000.10^{-6} MΩ=	0,009 MΩ

x1000 ↓ ↑ ÷1000

Birim	Sembolü	Üslü İfWdesi	Büyüklüğü
Mega Watt	MW	10^6 W	1.000.000
Kilo Watt	kW	10^3 W	1000
Watt	W		
Mili Watt	mW	10^{-3} W	0,001

20 kW = ...W	20 kW =	20.10^3 W=	20.000 W
5 kW = ...mW	5 kW =	5.10^6 mW=	5000000 mW
12 MW =.....W	12 MW =	12.10^6 W=	12000000 W
0,05 kW =.....W	0,05 kW =	$0,05.10^3$ W=	50 W
2,35 W =.....mW	2,35 W =	$2,35.10^3$ mW=	2.350 mW
98 mW =.....kW	98 mW =	98.10^{-6} kW=	0,000098 kW
23.000 mW =.....W	23.000 mW =	$23.000.10^{-3}$ W=	23 W
0,73 W =.....kW	0,73 W =	$0,73.10^{-3}$ kW=	0,00073 kW
30.000 kW =..... MW	30.000 kW =	$30.000.10^{-3}$ MW=	30 MW
2.000 W =..... MW	2.000 W =	$2.000.10^{-6}$ MW=	0,002 MW

7. HAFTA

21. FİZİKSEL BİRİMLER

21.1. Uzunluk: Metre (m)

Belirli iki nokta arasındaki mesafedir, L ile gösterilir, birimi metredir, m ile gösterilir.

21.2. Kütle: Kilogram (g)

Yer çekimine bağlı olmayan, zamana ve yere göre değişmeyen madde miktarıdır, m ile gösterilir, birimi gramdır, g ile gösterilir.

21.3. Sıcaklık: Santigrat (°C)

Bir maddedeki tanecik başına düşen ortalama kinetik enerjinin bir ölçüsüdür, T ile gösterilir, birimi Santigrat derecedir**,** ºC ile gösterilir.

21.4. Işık Şiddeti: Candela (cd)

Işık kaynağı çeşitli yönlere doğru ışınım yayar, görülebilen bu ışınıma ışık şiddeti denir, I ile gösterilir, birimi kandeladır, cd ile gösterilir.

Çok çeşitli fiziksel büyüklükler olmasına rağmen, bunlardan yedi tanesi temel birim olarak kabul edilmiştir. Diğer büyüklükler ise temel birimler cinsinden ifade edilirler. Aşağıda Uluslararası Sistem'in kabul ettiği yedi temel birim verilmiştir.

TEMEL BİRİMLER				
Sıra	**Büyüklük**	**Sembol**	**Birim**	**Kısa Yazılısı**
1	Uzunluk	L	Metre	m
2	Kütle	m	Gram	g
3	Zaman	t	Saniye	sn
4	Sıcaklık	T	ºC	oC
5	Işık Şiddeti	I	Kandela	cd
6	Madde miktarı	n	Mol	mol
7	Elektrik Akımı	I	Amper	A

Uluslararası Sistem'in kabul ettiği yedi temel birim.

Temel birimlerin çarpımı veya bölümüyle elde edilen yeni birimlere türetilmiş birimler denir. Aşağıda çok kullanılan bazı türetilmiş mekanik ve elektriksel büyüklükler verilmiştir.

BÜYÜKLÜK	BİRİM ADI	SEMBOL	AÇIKLAMA
Alan	Metrekare		$m.m = m^z$
İvme	Metre/s^2		
Kuvvet	Newton	N	Kütle.ivme
İş, enerji, ısı miktarı	Joule	J	Newton.m
Güç, ısı akışı	Watt	W	Joule/s
Elektrik yükü	Coulomb	C	Amper.s
Gerilim, e.m.k., potansiyel fark	Volt	V	Joule/coulomb
Elektrik alan şiddeti			Volt/metre
Magnetomotor kuvvet	Amper		
Elektriksel direnç	Ohm	Ω	V/A
Elektriksel kapasite	Farad	F	Coulomb/V
Elektriksel self	Henry	H	V.s/A
Manyetik akı	Weber	Wb	Volt.s
Manyetik akı yoğunluğu	Tesla	T	Wb/m^2
Manyetik alan şiddeti			Amper/metre
Aydınlık (ışık akışı)	Lümen	Lm	
Parlaklık			Candela/m^2
Aydınlatma şiddeti	Lüx	Lx	Lümen/m^2
Frekans	Hertz	Hz	1/peryot
Açısal frekans veya hız	Radyan/s		1/açısal peryot

Not: Isı enerjisi ile elektrik enerjisi arasında Q (kalori) = $0{,}239.I^2.R.t$ (joule) bağıntısı vardır.

Bu formülde;

Q= ısı enerjisi (kalori) I= akım (amper) R= direnç (Ω) t = zaman (saniye)

22. ALT VE ÜST KATLAR

Temel veya türetilmiş birimlerin alt ve üst katları vardır. Bunlar aşağıda tablo halinde verilmiştir.

BİRİM	ÇARPAN	SEMBOL
Exa	10^{18}	E
Peta	10^{15}	P
Tera	10^{12}	T
Giga	10^{9}	G
Mega	10^{6}	M
Kilo	10^{3}	k
mili	10^{-3}	m
mikro	10^{-6}	µ
nano	10^{-9}	n
piko	10^{-12}	p
femto	10^{-15}	f
atto	10^{-18}	a

SI ölçü birimlerinde kullanılan önekler

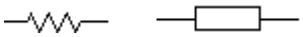
Örnekler:

1 k =	.....m	1 k =	1.000.000 m
23 M =	.....µ	23 M =	23.000.000.000.000 µ
245 m =	.....µ	245 m =	245.000 µ
82,54 G =	..... k	82,54 G =	82.540.000 k
32,4 µ =	..... p	32,4 µ =	32.400.000 p
0,012 T =	.....m	0,012 T =	12.000.000.000.000 m
0,24 m =	..... n	0,24 m =	240.000 n
1 k =	.....M	1 k =	0,001 M
56 m =	..... k	56 m =	0,000056 k
45,3 n =	.....µ	45,3 n =	0,0453 µ
2.147 m =	..... k	2.147 m =	0,002147 k
1.876,14 p =	.....m	1.876,14 p =	0,00000187614 m
570,004 µ =	.....M	570,004 µ =	0,00000000570004 M

23. TEMEL ELEKTRİKSEL ÖLÇÜMLER

23.1. DİRENÇ ÖLÇME

Direnç elektrikte çok önemlidir. Hem elektronikte kullanılan gerçek anlamda dirençler vardır, hem de bütün alıcıların bir iç direnci vardır. O halde tüm elektrikli alıcılarla ilgili hesaplarda mutlaka direnç kullanılır. Direnç ohmmetre ile veya ohmmetre kademesinde ölçülür.



Sabit direnç sembolü

Elektrik akımına karşı gösterilen zorluğa **direnç** denir, R ile gösterilir, birimi ohm'dur, ve Ω (omega) ile gösterilir. Direncin karşıtı iletkenliktir, G ile gösterilir, birimi Siemens'tir.

$$R = \frac{U}{I} \qquad G = \frac{1}{R}$$

Dirençler AC ve DC devrelerde devrenin akımını sınırlandırmak, gerilimini bölmek ve yük teşkil etmek amacıyla kullanılırlar. Ayrıca ısı, ışık ve gerilime bağlı olan dirençlerde vardır. Bunlar;

- Isı etkisiyle direnç değeri değişen termistörler (PTC, NTC)
- Işık etkisiyle direnç değeri değişen foto dirençler (LDR)
- Gerilimle direnç değeri değişen varistörler (VDR)

Sabit dirençlerin omajları sabittir, ayarlanmaz. Akımları arttıkça güçleri dolayısıyla boyutları da artacaktır.

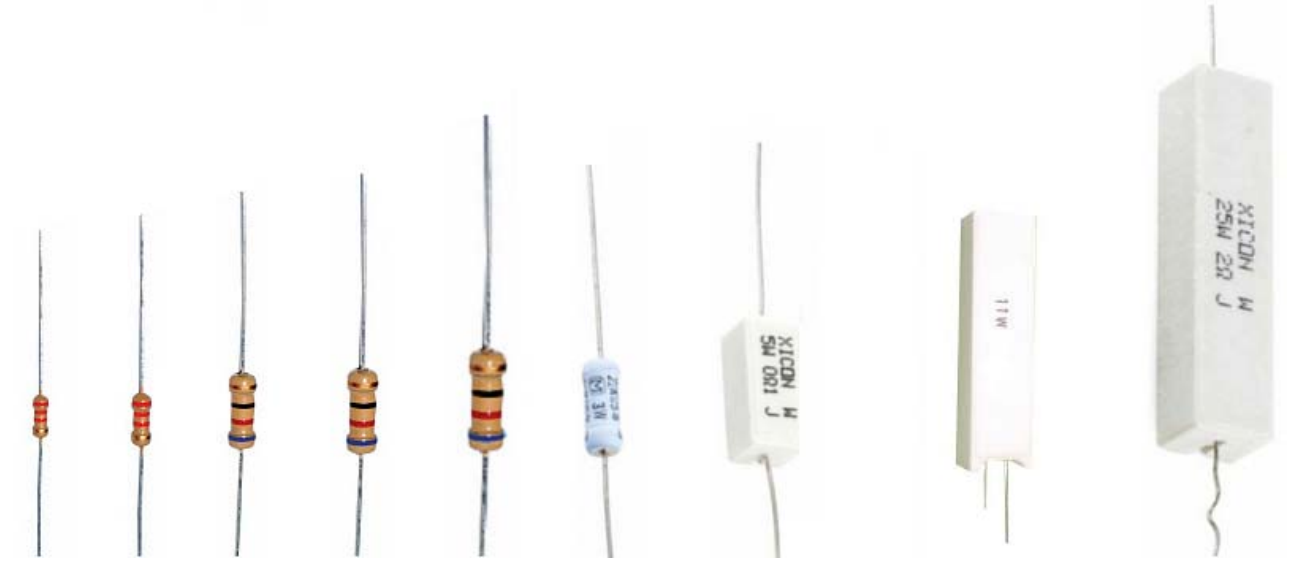
R1=100 Ω 1/4W $P = I^2.R \rightarrow \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{1/4}{100}} = 0{,}05\ A = \mathbf{50}\ mA$

R2=100 Ω 2W $P = I^2.R \rightarrow \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{2}{100}} = 0{,}14\ A = \mathbf{140}\ mA$

R3=100 Ω 5W $P = I^2.R \rightarrow \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{5}{100}} = 0{,}22\ A = \mathbf{220}\ mA$

Görüldüğü gibi üç direncin de değeri aydı (100 Ω) fakat güçleri farklı. Bir direncin gücü arttıkça üzerinden geçebilecek akım da artar ve daha büyük alıcılar bağlanabilir.

Dirençlerin güç değerine göre ebatları büyüktür. Üzerinden fazla akım geçecek dirençlerin bu akıma dayanacak güçte ve büyüklükte olması gerekir ki, direnç fazla ısınıp bozulmasın. Standart direnç güçleri:1/6W, 1/4W, 1/2W, 1W, 2W, 3W, 5W, 7W, 11W, 25W.



1/6W 1/4W 1/2W 1W 2W 3W 5W 11W 25W

23.2. Sabit Dirençler

Değeri değiştirilemeyen dirençlerdir. Sabit dirençler iki şekilde imal edilirler:

- Direncin değeri rakamla üzerine yazılır.

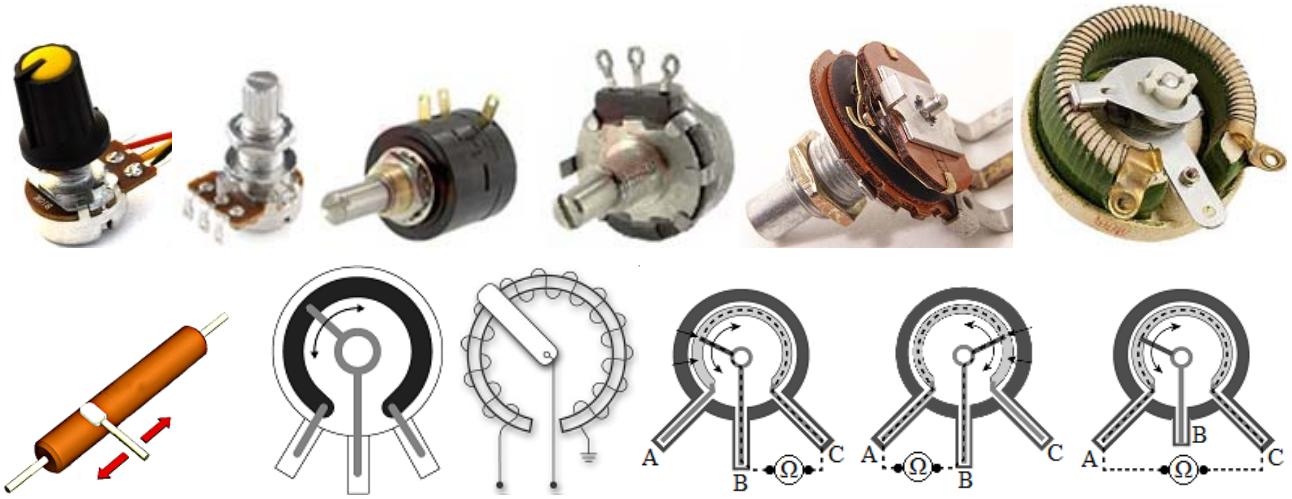
10 Ω	→	10 Ω	1k	→	1 kΩ
3Ω3	→	3,3 Ω	2k7	→	2.7 kΩ
Ω47	→	0,47 Ω	M22	→	22 MΩ

- Direncin değeri standart renklerle üzerinde ifade edilir.

23.3. Ayarlı Dirençler

Üç uçlu ayarlı dirençlerdir. Orta uç direnç içindeki karbon üzerinde gezinebilen bir fırçaya bağlıdır ve direncin değeri sıfırdan maksimuma kadar ayarlanabilir. Ayarlı dirençlerin de güçlü olarak imal edilenleri vardır. Direnç değerinin ayarlanması gereken yerlerde kullanılırlar. İki türde imal edilirler.

- El ile ayarlanan Potansiyometreler
- İnce uçlu tornavida ile ayarlanan Trimpotlar



Çeşitli potansiyometreler (Pot)

Çeşitli reostalar

Sürgülü dirençler

Çeşitli trimpotlar

Potansiyometre ve trimpotlar direnç değerinin tamamını sıfırdan başlayarak maksimuma kadar ayarlarlar. Direnç değerinin sık sık ayarlanması gereken yerlerde potansiyometre, pek ayar yapılmayacak yerlerde ise trimpot kullanılır. Potansiyometrenin ayar ucu cihazın dışında olmasına rağmen, trimpotun cihazın içinde bulunur.

Dirençler ölçme tekniğinde üç grupta incelenir.

- Küçük değerli 0 Ω ile 1 Ω arasında. Hassas dirençlerdir.
- Orta değerli 1 Ω ile 100.000 Ω arasında.
- Yüksek değerli 100.000 Ω dan büyük.

23.4. Direnç Renk Kodları

Elektronik devrelerde dirençlerin üzerine, direnç değerlerini belirleyici renk kodlan işlenmiştir.

Dirençler 4 renkli olarak imal edildikleri gibi nadiren de olsa 5 renkli olanları da vardır. Beş renkli olan dirençler hassas dirençlerdir.

RENK	DEĞERİ	ÇARPAN	TOLERANS
Siyah	0		-
Kahverengi	1	10^1	F ± %1
Kırmızı	2	10^2	G ± %2
Turuncu	3	10^3	
Sarı	4	10^4	
Yeşil	5	10^5	± %0,5
Mavi	6	10^6	± %0,25
Mor	7	10^7	± %0,1
Gri	8	10^8	± %0,05
Beyaz	9	10^9	
Altın	-	0,1	J ± %5
Gümüş	-	0,01	K ± %10
Yok (renksiz)	-	-	M ± %20

Direnç renk kodları tablosu

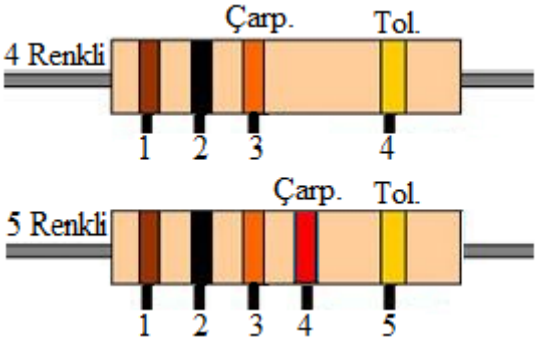
Renklerin sırasını unutmamak için pratik olarak şu cümle kullanılabilir.

SOKAKTA SAYAMAM GİBİ, AMA GÖRÜRÜM.

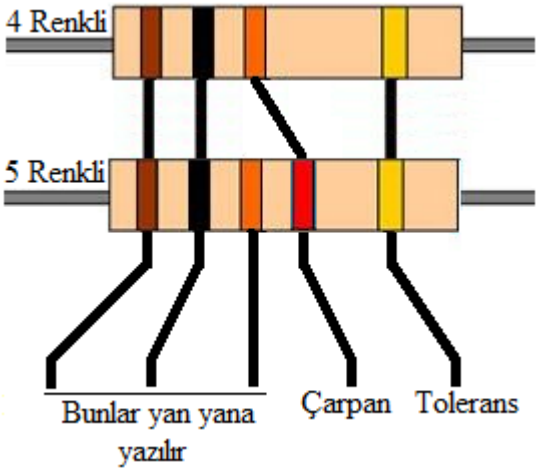
23.5. Dirençlerin okunması şöyle yapılır

Renk şeritlerinden dördüncü olanı (genelde gümüş ve altın rengi) en sonda olacak şekilde sağ tarafta tutulur. En son renk tolerans, hemen yanındaki renk çarpan olur, diğerleri yan yana yazılır. Başka bir değişle;

- 4 renkli direnç için: 1.renk ile 2.renk değerleri yan yana yazılır, 3. Renk değeri kadar 0 (sıfır) yazılır, 4. Renk ise toleransı belirtir. İlk 2 tanesi yan yana yazılır.
- 5 renkli direnç için: 1.renk, 2.renk ve 3.renk değerleri yan yana yazılır, 4. renk değeri kadar 0 (sıfır) yazılır, 5. renk ise toleransı belirtir. İlk 3 tanesi yan yana yazılır.



Direnç renk sıralaması



Direnç değerinin hesaplanması

Örnekler: 4. Renkli:

Turuncu	3
Turuncu	3
Kahverengi	1
Yok (renksiz)	%20
R= 330 Ω %20	

Kahverengi	1
Sarı	4
Turuncu	
Altın	%5
R= 14 kΩ %5	

Kahverengi	1
Siyah	0
Gümüş	0,01
Gümüş	%10
R= 0,1 Ω %10	

Kahverengi	1
Siyah	0
Altın	0,1
Gümüş	%10
R= 1 Ω %10	

Sarı	4
Mor	7
Kırmızı	2
Kırmızı	%2
R= 4,7 kΩ %2	

Kahverengi	1
Siyah	0
Kırmızı	2
Gümüş	%10
R= 1 kΩ %10	

Kırmızı	2
Kırmızı	2
Yeşil	5
Yeşil	%0,5
R= 2M2 %0,5	

Kırmızı	2
Kırmızı	2
Kırmızı	2
Kırmızı	%2
R= 2,2 kΩ %2	

Örnekler: 5. Renkli:

Mor	7
Gri	8
Mavi	6
Siyah	0
Yok (renksiz)	%20
R= 786 Ω %20	

Beyaz	9
Gri	8
Mor	7
Sarı	4
Altın	%5
R= 9M87 %5	

Turuncu	3
Gri	8
Kırmızı	2
Kahverengi	1
Gümüş	%10
R= 3k82 Ω %10	

Sarı	4
Mor	7
Gri	8
Sarı	4
Gümüş	%10
R= 4M78 %10	

Örnekler: Direnç değerlerinden renkleri bulma:

R= 220 Ω
Kırmızı
Kırmızı
Kahverengi

R= 3M3
Turuncu
Turuncu
Yeşil

R= 1k2
Kahverengi
Kırmızı
Kırmızı

R= 360 Ω
Turuncu
Mavi
Kahverengi

R= 57 Ω
Yeşil
Mor
Siyah

R= 90R
Beyaz
Siyah
Siyah

R= k6
Mavi
Siyah
Gümüş

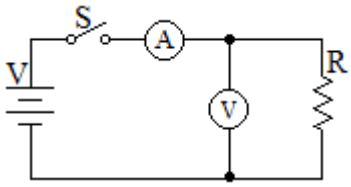
R= M32
Turuncu
Kırmızı
Sarı

R= 82R
Gri
Kırmızı
Siyah

R= k1
Kahverengi
Siyah
Kahverengi

23.6. Ampermetre -Voltmetre Yardımı İle Direnç Ölçmek

Devreye bir ampermetre ve bir de voltmetre bağlanır ve direncin değeri ohm kanununa göre hesap edilerek bulunur. Direncin değeri ohm kanununa göre;

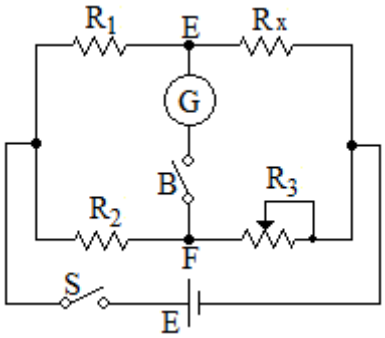


$$R = \frac{U}{I}$$

Örnek 1-) U = 12V, I = 2A ise R = U/I → R = 12/2 → R = 6Ω

Örnek 2-) U = 220V, I = 0,5mA ise R = U/I → R = 220/0,5.10^{-3} → R = 440.000Ω = 440k

23.7. Whetstone Köprüsünün Köprüsü İle Direnç Ölçmek



Bu sistem genellikle yüksek hassasiyette direnç ölçümünün gerekli olduğu yerlerde kullanılmaktadır. Bu sistemde bilinen bir dirençle bilinmeyen bir direnç karşılaştırılır.

Whetstone köprüsü

- Değeri belli olan R1 ve R2 dirençleri
- Her ayarda değeri okunabilen R3 direnci
- Değeri öğrenilecek olan Rx direnci,
- Devrenin çalışması için gerekli batarya
- Galvanometreden Meydana gelmiştir.

S ve B butonu kapatıldığında galvanometre sağa veya sola doğru sapar. Sapmanın önlenmesi, ibrenin sıfır noktasına (ortaya) gelmesi için R3 direnç değeri değiştirilir. Böylece galvanometre dengeye getirilmiş olur. R1 ile Rx direnci ve R2 ile R3 birbirine seri olarak bağlanmıştır. R1 ile R2 dirençleri aynı değerdeki dirençlerdir. Seri kol akımları birbirine eşittir. R1=R2 olduğundan, R3 de ayarlanarak Rx'e eşit olduğunda galvanometreden geçen akım (Iy = 0) olur.

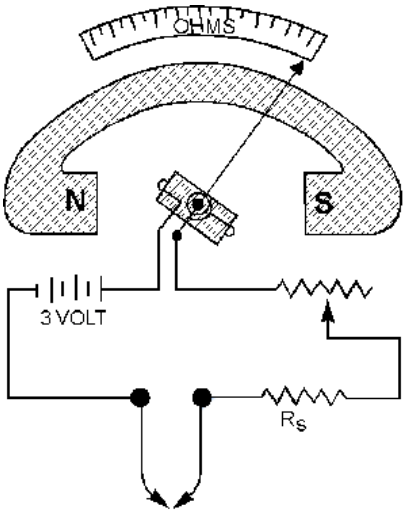
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_X}{R_3} \qquad \rightarrow \qquad \boldsymbol{R_X} = \frac{R_1 . R_3}{R_2}$$

Whetstone köprüsü üzerinde pil için uçlar, galvanometre için uçlar ve ölçülecek direnç (Rx) için iki uç dışarıya çıkarılmıştır.

23.8. OHMMetre ile Direnç Ölçme

Sadece direnç ölçen ölçü aletlerine ohmmetre denir. Ohmmetreler, kısa devre, açık devre kontrollerinde, cihaz arızalarında ve herhangi bir elemanın (cihazın) direncinin ölçülmesinde kullanılır. Genellikle ohmmetre kadranının sağ tarafında sıfır (0) rakamı, sol tarafında ise ∞ (sonsuz) rakamı yazılıdır. Skala taksimatı sol tarafında sık, sağ tarafa doğru gittikçe seyrekleşir.

Ohmmetre ile ölçmede poplardan ikisine birden el değdirilmez. Değerse vücut direncinden dolayı yanlış sonuç okunur. Kesinlikle ohmmetre ile enerji altında direnç ölçümü yapılmaz. Aksi taktirde ölçülen devre ve ölçü aleti hasar görür.



Ohmmetre prensip şeması

Ohmmetre kadran taksimatı

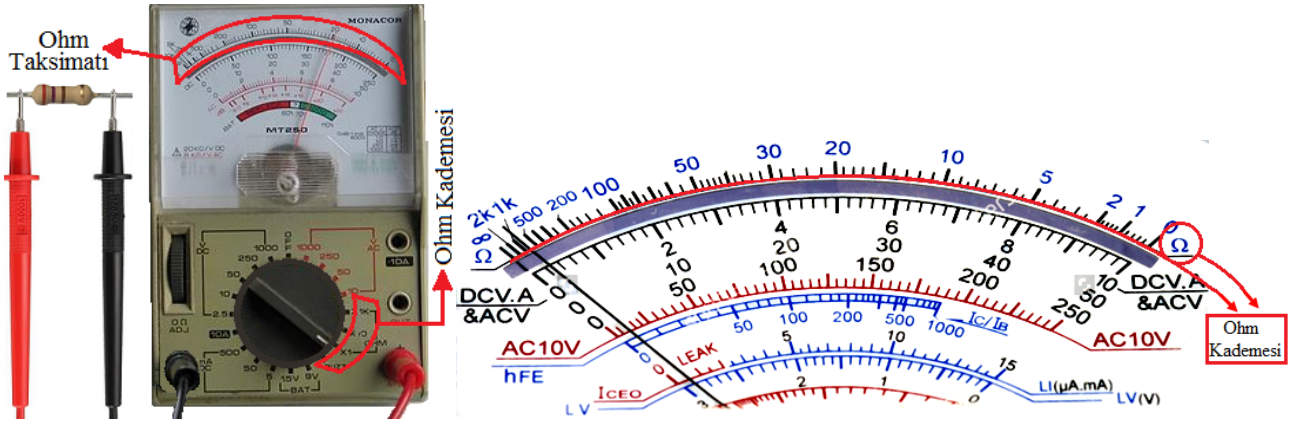
Ohmmetre.

23.9. Multimetre İle Direnç Ölçmek

23.9.1. Analog multimetrelerle direnç ölçme

1. Devrede enerji varken asla direnç ölçümü yapılmaz
2. Buzzer kademesi direncin sağlamlık kontrolünü sesli olarak yapmak için kullanılır
3. Direncin diğer devre elemanlarına bağlantısı olmamalıdır
4. Alet ohm kademesine alınır
5. Kırmızı prop Ω simgesinin olduğu sokete, siyah prop ise (COM) soketine takılır.
6. Ölçmeye başlamadan önce prop uçları birleştirilip sıfır ayarı yapılır
7. Ölçmeye en büyük kademeden başlanır ve gittikçe kademe düşürülür
8. Kademe anahtarının konumu ile skaladaki değer çarpılarak ölçülen büyüklük tespit edilir

Örneğin X10 kademesinde iken skaladan okunan değer 50Ω ise ölçtüğümüz direncin değeri 50.10=500 Ω'dur.



23.9.2. Dijital multimetrelerle direnç ölçme

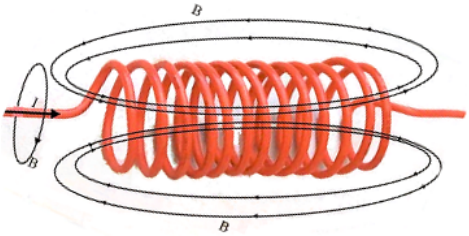
1. Multimetre ohm kademesine alınır
2. Kırmızı prop Ω simgesinin olduğu sokete, siyah prop ise (COM) soketine takılır.
3. Ölçmeye en büyük kademeden başlanır ve gittikçe kademe düşürülür
4. Auto range özellikli ölçü aletleri kullanırsak kademe küçültme ve büyültme işlemlerini yapmaya gerek kalmaz

8. HAFTA
24. BOBİN ÖLÇÜMÜ

İzoleli bir iletken telin yan yana ve üst üste sarılmasıyla elde edilen devre elemanlarına bobin veya self adı verilir. Bobinlerin elektrik akımının değişimine karşı gösterdikleri tepkiye endüktans denir, L ile gösterilir, birimi Henry (H)' dir. Henry büyük bir birim olduğundan genellikle mH veya µH kullanılır.

Bobin nüve, makara veya karkas adı verilen yalıtkan bir cisim üzerine sarılır. Makaranın çevresinde bir kez sarılarak elde edilen halkaya sipir, tur veya sarım adı verilir.

Çeşitli makara, nüve, karkaslar



Bobinin etrafında manyetik alan oluşumu

Birim	Sembolü	Üslü İHadesi	Büyüklüğü
Henry	H		
Mili Henry	mH	10^{-3} H	0,001
Mikro Henry	µH	10^{-6} H	0,000001

x1000 ↓ ↑ ÷1000

Örnekler

2 H = ...mH	2 H =	2.10^{3} mH=	2.000 mH=
4 H = ... µH	4 H =	4.10^{6} µH=	4.000.000 µH=
40 mH =..... µH	40 mH =	40.10^{3} µH=	40.000 µH=
0,8 mH =..... µH	0,8 mH =	$0,8.10^{3}$ µH=	800 µH=
4,2 H =.....mH	4,2 H =	$4,2.10^{3}$ mH=	420 mH=
65 µH =.....H	65 µH =	65.10^{-6} H=	0,000065 H=
3.500 mH =.....H	3.500 mH =	3500.10^{-3} H=	3,5 H=
2.000 µH =.....mH	2.000 µH =	2000.10^{-3} mH=	2 mH=
514.000 mH =.....H	514.000 mH =	514000.10^{-3} H=	514 H=
380.000 µH =.....H	380.000 µH =	380000.10^{-6} H=	0,38 H=

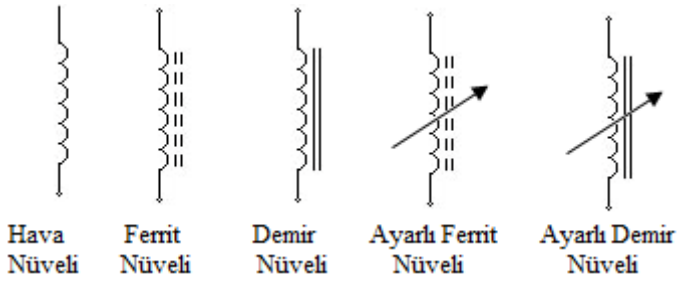
Bir iletken dan akım geçtiğinde iletken etrafında manyetik alan oluşur. İletken ince yapılıp yan yana sarılırsa bobin elde edilir ve bu bobine gerilim uygulandığında bobin etrafında manyetik alan oluşumu artar. Bobinin sipir sayısı ne kadar artarsa manyetik alanda o kadar artacaktır.

Yapısına göre bobin çeşitleri şunlardır:

1. Sabit bobinler
2. Ayarlı bobinler

Kullanılan nüve cinsine bobin çeşitleri şunlardır:

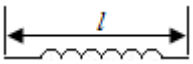
1. Hava nüveli bobin: Nüvesiz bobinlerdir.
2. Ferit nüveli bobin: Demir, nikel, kobalt, bakır karışımından elde edilen ferrit nüve kullanılarak yapılan bobin.
3. Demir nüveli: Birer yüzleri silislenmiş saçların paket edilip nüve olarak kullanıldığı bobinlerdir.



24.1. Endüktansı Etkileyen Faktörler

Düz bir iletkende endüktans etkisi çok az olduğundan iletken yan yana sarılarak bobin şekline getirilir. Nüve üzerine sarılmış bobinde ise endüktans değeri çok büyüktür. Bobin endüktansını etkileyen faktörler şunlardır:

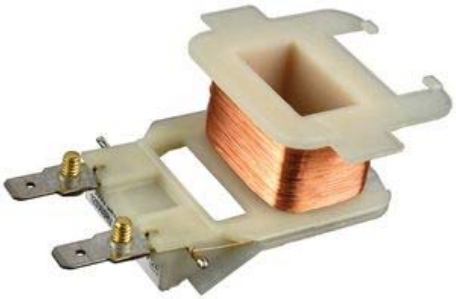
$$L = \frac{1{,}26.N^2.M.S}{10^2.l} \quad (\mu H)$$



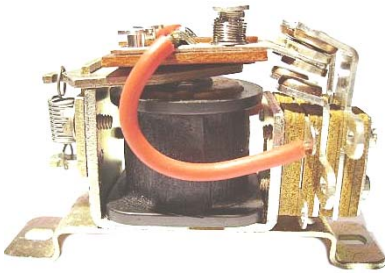
- Bobinin sipir sayısı (N) artarsa endüktans artar.
- Bobinin nüve kesiti (S) (cm^2) artarsa endüktans artar.
- Nüvenin manyetik geçirgenliği (M) (Henry/metre) artarsa endüktans artar.
- Bobinin boyu (*l*) (cm) artarsa endüktans azalır.
- Bobinin endüktansı L (µH)

Örnek: Nüve kesit alanı S = 4 cm^2 olan bir karkas üzerine N-200 sipirlik bir bobin sarılmıştır. Bobinin uzunluğu t = 2 cm olduğuna göre endüktansı ne olur?

$$L = \frac{1{,}26.500^2.1.4}{10^2.8} = \frac{1.260.000}{800} = 1.575\ \mu H$$



Kontaktör Bobini



Röle

Troidal bobini

Transformatör

Oto trafosu

3 fazlı trafo

Yukarıda çeşitli amaçlar için kullanılan bobinler görülüyor. Bobinler elektrik enerjisini manyetik alan olarak saklarlar.

24.2. Endüktans Değerinin Ölçülmesi

Endüktans, LCR metre veya endüktans ölçme özelliğine sahip multimetreler ile ölçülür.

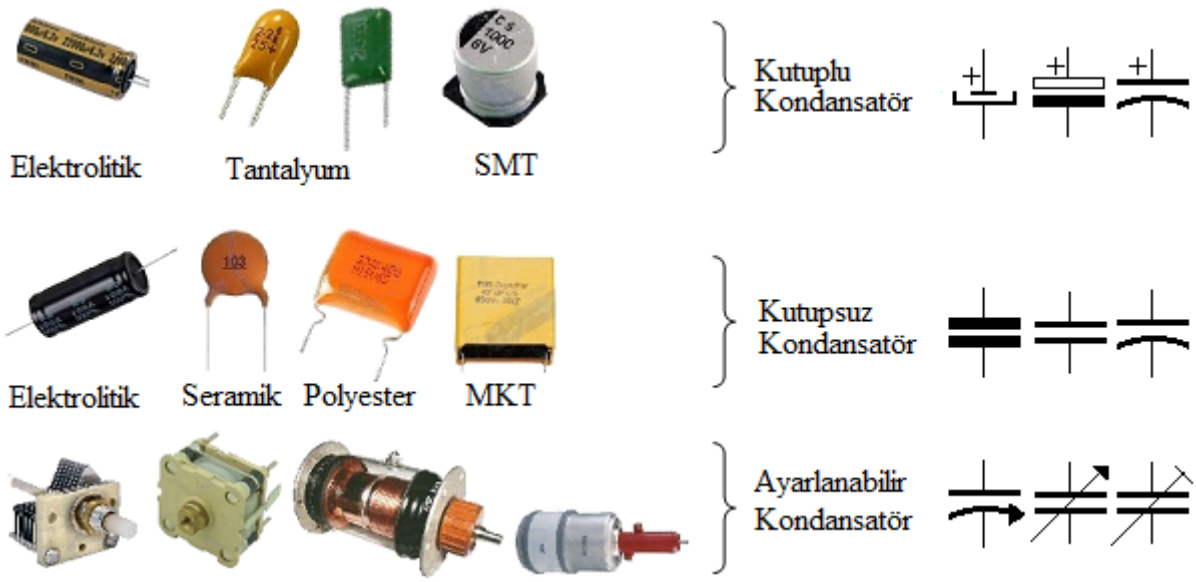
1. Multimetre L kademesine alınır
2. Kırmızı prop L simgesinin olduğu sokete, siyah prop ise (COM) soketine takılır.
3. Ölçmeye en büyük kademeden başlanır ve gittikçe kademe düşürülür
4. Auto range özellikli ölçü aletleri kullanırsak kademe küçültme ve büyültme işlemlerini yapmaya gerek kalmaz

LCRmetre

25. KONDANSATÖR ÖLÇÜMÜ

İki iletken levha arasına yalıtkan bir madde konularak elde edilen elektronik devre elemanına kondansatör denir, C harfi ile gösterilir birimi Farad'dır, F ile gösterilir. Farad büyük bir birim olduğundan genellikle µF, nF ve pF birimleri kullanılır. Kondansatörde kullanılan iletkene levhalara plaka, yalıtkan levhaya ise di-elektrik denir.

Çeşitli Kondansatörler



Kondansatör Çeşitleri ve Sembolleri

Birim	Sembolü	Üslü İfadesi	Büyüklüğü
Farad	F		
Mili Farad	mF	10^{-3} F	0,001
Mikro Farad	µF	10^{-6} F	0,000001
Nano Farad	nF	10^{-9} F	0,000000001
Piko Farad	pF	10^{-12} F	0,000000000001

x1000 ↓ ↑ **÷1000**

Örnekler

12 F = ... mF	12 F =	12.10^{3} mF=	12.000 mF=
54 F = ... µF	54 F =	54.10^{6} µF=	54.000.000 µF=
400 mF =..... nF	400 mF =	400.10^{6} nF=	400.000.000 nF=
0,8 mF =..... µF	0,8 mF =	$0,8.10^{3}$ µF=	800 µF=
4,21 F =..... mF	4,21 F =	$4,21.10^{3}$ mF=	421 mF=
654 µF =..... F	654 µF =	654.10^{-6} F=	0,000654 F=
13.500 mF =..... F	13.500 mF =	13500.10^{-3} F=	13,5 F=
1.000 pF =..... nF	1.000 pF =	1000.10^{-3} nF=	1 nF=
40.000 nF =..... µF	40.000 nF =	40000.10^{-3} µF=	40 µF=
8.000 µF =..... F	8.000 µF =	8000.10^{-6} F=	0,008 F=

25.1. Kapasite Değerinin Okunması

Kondansatörün iki önemli değeri vardır, bunlar kapasitesi ve çalışma gerilimidir. Özellikle seramik ve mikalı kondansatörlerde değeri rakamla ifade edilir. Üç rakamlı olanlarda ilk iki rakam sayı, üçüncü rakam ise çarpandır. Çıkan değer ise piko farad'dır. Bazılarında çalışma gerilimleri de belirtilmektedir. 100 n 63V gibi.

10pF

10.000pF = 10nF

100.000pf=100nF

1.000.000pF=1µF

1.500pF=1,5nF

2.600pF=2,6nF

47pF

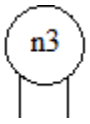
220pF

n veya p’nin olduğu yere virgül bırakılır.

8,2nF

5,6pF

0,22pF



0,3nF

Hiçbir harf yazılı değilse değeri pF’tır.

22pF

8pF

33pF

24pF

Nokta ile başlayan değerlerde noktanın olduğu yere virgül bırakılır, birimi pF'dır.

0,33pF

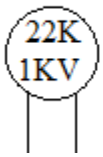
0,47pF

0,22pF

0,4pF

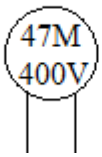
Harflere göre tolerans değerleri şunlardır:

H: % 2,5 J:% 5 K:% 10 M: %20



22pF %10

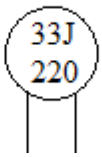
1.000V



47pF %20

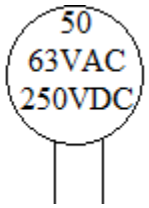
400V

250V DC



33pF %5

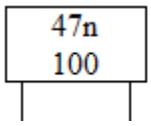
220V



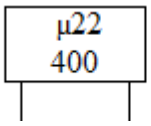
50pF

63V AC

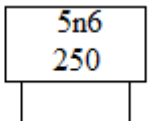
Plâstik film kondansatör üzerinde değerleri ve voltajları yazılıdır. Değeri üzerinde yazmayan kondansatörler µF cinsindedir.



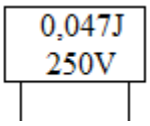
47nF 100V



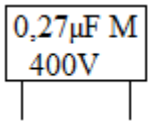
0,22µF 400V



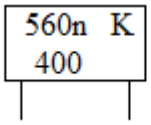
5,6nF 250V



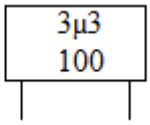
0,047µF %5 250V



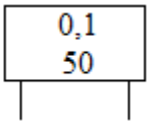
0,27µF %20 400V



560nF %10 400V



3,3µF 100V



0,1µF 50V

25.2. Kondansatör Değerinin Ölçülmesi

Kondansatör, LCR metre veya kondansatör ölçme özelliğine sahip multimetreler ile ölçülür.

1. Multimetre C kademesine alınır
2. Kırmızı prop C simgesinin olduğu sokete, siyah prop ise (COM) soketine takılır.
3. Ölçmeye en büyük kademeden başlanır ve gittikçe kademe düşürülür
4. Auto range özellikli ölçü aletleri kullanırsak kademe küçültme ve büyültme işlemlerini yapmaya gerek kalmaz

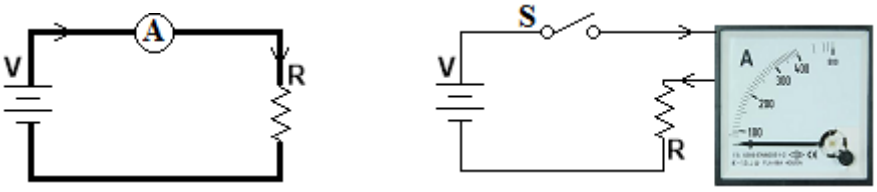
Analog ohmmetre ile kondansatör ölçmek için elektrolitik kondansatör uçları analog ohmmetre uçlarına bağlandığında ibre hızlıca sağa doğru sapıp geri eski haline yavaş yavaş geliyorsa kondansatör sağlamdır.

Küçük kapasiteli (0,47pF ve daha aşağı) kondansatörler ohmmetre ile ölçüldüğünde ibrenin sapmaması gerekir.

26. AMPERMETRE ve AKIM ÖLÇME

26.1. Ampermetre

Akım ölçmeye yarayan ölçü aletlere ampermetre denir. Devreye **seri** olarak bağlanırlar, devre akımını ölçerler. Alıcı üzerinden geçen akımın aynısının ampermetre üzerinden de geçmesi gerekir. Bu nedenle devreye seri olarak bağlanırlar. Devreye bağlandığında devrenin akım ve gerilim değerlerini etkilememelidirler. Bu nedenle ampermetrenin iç direncinin çok küçük olması gerekir. İç direnci çok küçük olduğundan akım rahatlıkla çeker, dolayısıyla devreyi etkilemezler.



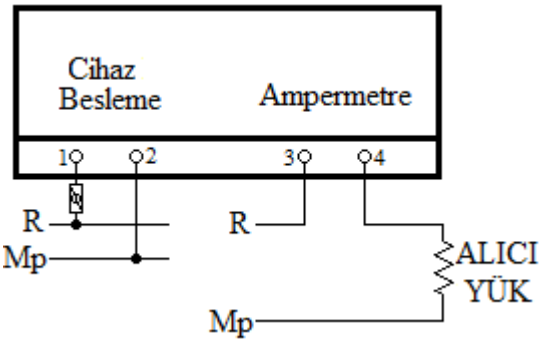
Ampermetrenin seri bağlanması

İç direncinin çok küçük olması için bobini kalın telden ve az sipirli olarak sarılır. Ampermetreler devreye yanlışlıkla paralel olarak bağlanırsa, iç direnci çok küçük olduğundan tüm akımın içinden geçeceğinden kısa devre olur içindeki sigorta yanar, aletin bobini zarar görür, devredeki iletkenlerde zarar görebilir, şebeke sigortası da atar. Yani ampermetrenin paralel bağlanması çok tehlikelidir. Özetlersek:

1. Akım ölçer, seri bağlanır
2. Ölçtüğü gerilimin büyüklüğüne göre isim alırlar (mikro voltmetre, mili voltmetre, voltmetre, kilo voltmetre gibi.)
3. İç direnci çok küçüktür
4. Bobini kalın telden, az sipirli yapılır
5. Yanlışlıkla paralel bağlanırsa alet yanar, sigorta atar.
6. DC gerilimlerde devreye bağlarken uçlarına dikkat edilmelidir
7. Devreye bağlamadan önce kademe anahtarına çok dikkat edilmeli
8. Akım ölçme işlemi, alıcıların normal çalışıp çalışmadığının kontrolü için ve çok fazlı devrelerin dengeli olup olmadığının kontrolü amacıyla yapılır.

Analog Ampermetre

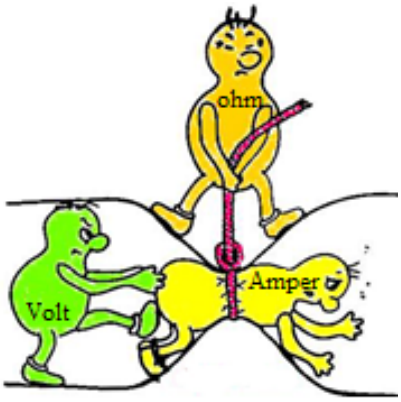
Dijital Ampermetre

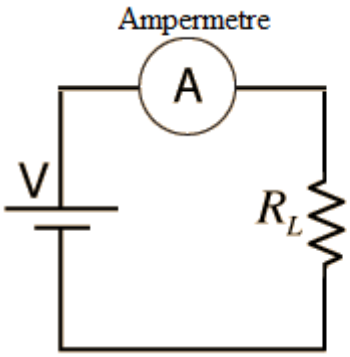


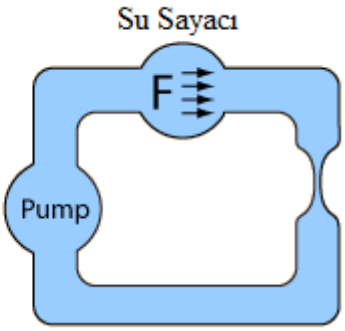
Dijital Ampermetre bağlantısı

26.2. Akım Ölçme

Bir iletkende birim zamanda geçen elektron miktarına elektrik akımı denir, I ile gösterilir, birimi amperdir (A), ampermetre ile ölçülür ve ampermetre devreye seri olarak bağlanırlar.



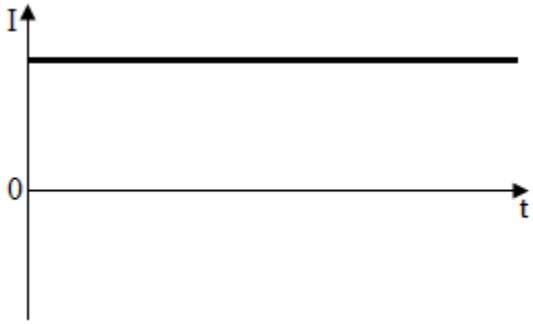




26.2.1. Akım Çeşitleri

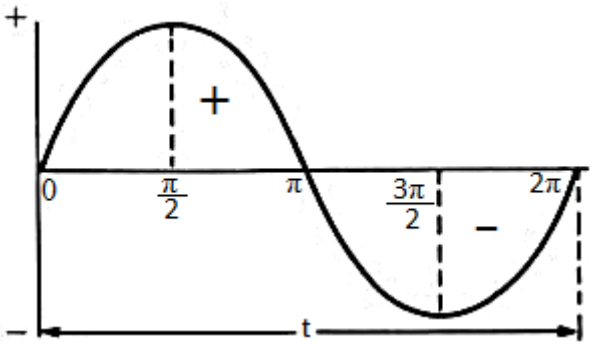
26.2.1.1. Doğru Akım (DC- Direct Current)

Yönü ve şiddeti zamana göre değişmeyen akıma denir. Doğru akımın üretilmesi ve iletilmesi zor olduğundan çok fazla kullanılmamaktadır. Aküler, piller, bataryalar, DC dinamoları, örnek olarak verilebilir.



Doğru akım grafiği

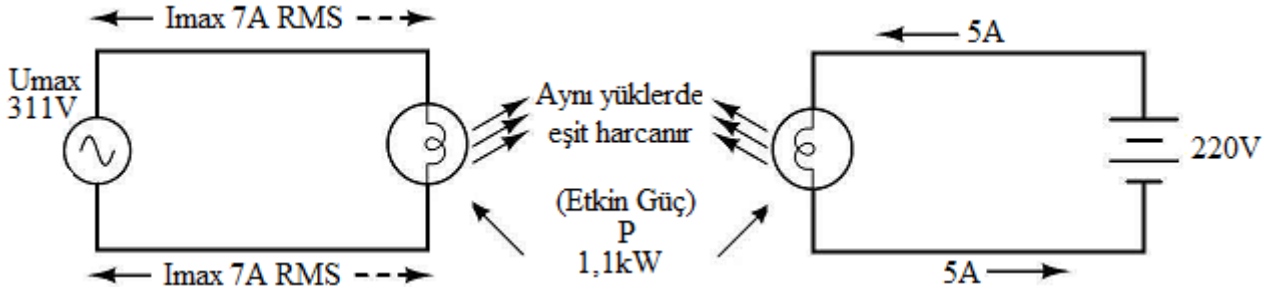
26.2.1.2. Alternatif Akım (AC - Alternating Current)



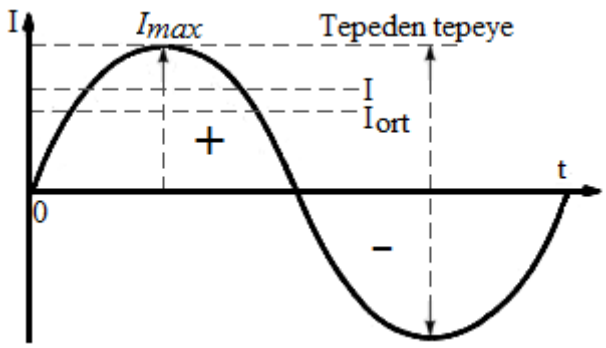
Alternatif Akım

Yönü ve şiddeti zamana göre değişen akıma denir. Alternatif akımın bazı değerleri vardır.

1. Ani değer: Akım veya gerilimin herhangi bir andaki değerine denir, "*i*" ve "*u*" ile gösterilir.
2. Maksimum değer: Akım veya gerilimin aldığı en büyük değere denir, I_m" ve "U_m" ile gösterilir. Alternatif akım eğrisinde akım veya
3. Tepeden tepeye değer: Akım veya gerilimin aldığı en büyük değer ile en küçük değer arasındaki farktır.
4. Ortalama değer: Akım veya gerilimin bir saykılda aldığı değerlerin ortalamasıdır. I_{ort} ve U_{ort} ile gösterilir. *Ior* = 0,636.Im, *Uort* = 0,636.Um ile bulunur.
5. Etkin değer: Doğru akımın yaptığı işe eşit iş yapan alternatif akım değerine. *I,* ve *U* ile gösterilir. *I* = 0,707.Im, *U* = 0,707.Um ile bulunur. En çok kullanılan değerdir. Ölçü aletleri alternatif akımın etkin değerini ölçer. Etkin değer "RMS" şeklinde de ifade edilir.



Alternatif Akımın Etkin Değeri



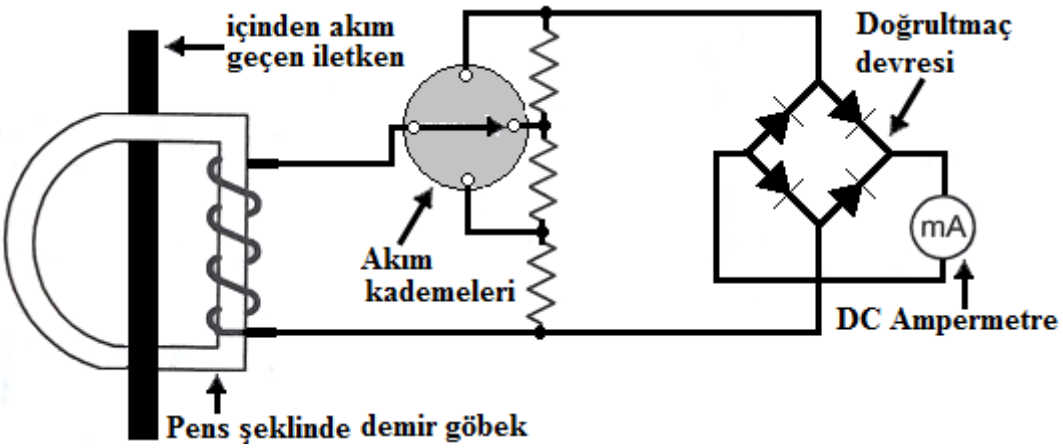
Alternatif Akımın Etkin, Ortalama, Maksimum ve Tepeden tepeye değerleri

26.2.2. Akım ölçerken dikkat edilmesi gereken kurallar

- Ölçü aletinin AC veya DC ampermetresi olmasına dikkat edilmelidir.
- Ölçeceğiniz akım değeri, seçtiğiniz ampermetrenin ölçme alanının altında fakat ona yakın bir değer olmalıdır.
- Ampermetre mutlaka devreye seri olarak bağlanmalı.
- DC ölçmelerde ibre ters saparsa veya ekranda (-) yazarsa, enerji kesildikten sonra ampermetre uçları yer değiştirilmelidir.

26.3. Pens Ampermetreler

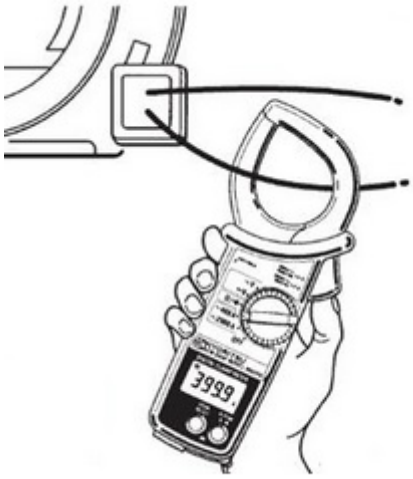
Pens ismi penseye benzer çalıştığı için pense isminden gelir. Akım ölçme işleminde diğer aletlere göre daha pratiktir. Pens ampermetreler veya pens avometreler analog veya dijital olmak üzere iki çeşittir. Pens ampermetrelerde, ampermetre ve akım trafosu aynı gövde içerisinde birleştirilerek yapılmıştır. Akım trafosu pens gibi açılıp kapanacak şekilde yapıldığından, akımı ölçülecek iletken kesilmeden pens içerisine alınır. İletken primer sargı, pens sekonder sargı görevi görür. İletken etrafında oluşan manyetik alan pens şeklindeki nüveyi etkileyerek akım geçmesini sağlar.



Pens ampermetrenin prensip şeması.

Pens içerisine tek kablo alınmalıdır. Eğer pens içine birden fazla iletken alınırsa;

- İletkenlerden geçen akımlar aynı yönde ise pens akımlar toplamını gösterir
- İletkenlerden geçen akımlar zıt yönde ise pens akımlar farkını gösterir
- İletkenlerden geçen akımlar zıt yönde ve aynı değerde ise değer göstermez



Doğru ölçme

Yanlış ölçme

26.3.1. Pens Ampermetre İle Akım Ölçmek

Analog veya dijital olmak üzere iki çeşidi var. Aşağıda pens ampermetre resimleri görülmektedir.

Analog pensampermetre

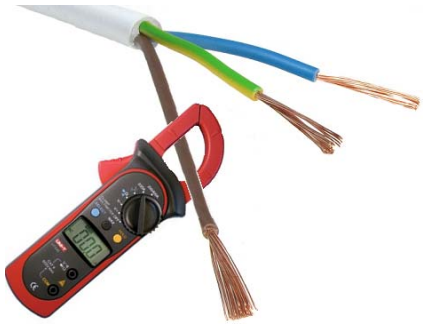
Dijital pensampermetre

Pensampermetre

Aletin pens ucu sadece akım ölçmek için kullanılır. Pensampermetre ile akım ölçerken;

- Komütatör en yüksek kademeye alınır.
- Tek iletken pens içerisine alınır.
- Ölçülen değer küçük ise, kademe anahtarı uygun değere kadar küçültülür.
- Ölçülen değer çok küçük olduğundan dolayı alet değer göstermiyorsa, kablo pense etrafına iki kez sarılır, gerçek değer okunan değerin yarısıdır.
- HOLD düğmesine basılarak ölçülen değerin ekranda sabitlenmesi sağlanabilir.

Pensampermetreler ile gerilim, akım, direnç ve diğer büyüklüklerin ölçülmesi diğer ölçü aletlerinde olduğu gibi proplarla yapılır.



26.4. Multimetre İle Akım Ölçmek

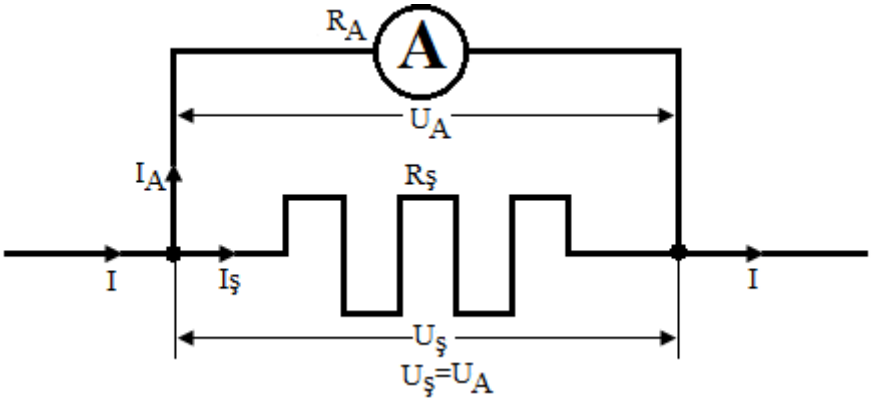
Multimetreler gösterme şekline göre analog dijital multimetre olarak sınıflandırılırlar.

Multimetrelerde şu hususlara dikkat etmek gerekir:

- Komütatör ölçülecek akımın cinsine göre ayarlanmalı (AC, DC gibi).
- Ölçülecek büyüklük multimetrenin ölçme sınırından büyük olmamalıdır.
- Ölçülecek büyüklüğün değerini tahmin edemiyorsak kademe anahtarı en yüksek değere getirilmelidir.
- En doğru ölçme için, kademe anahtarı ölçülecek büyüklüğe en yakın büyük olan kademeye getirilmelidir. (4.3A ölçüyorsak 4,3 den büyük en yakın kademe)
- Devreye mutlaka seri bağlanmalı.
- Kırmızı prop A simgesinin olduğu sokete, siyah prop ise (COM) soketine takılır.
- DC ölçmelerinde ibre ters saparsa veya ekranda (-) yazarsa uçlar ters çevrilmelidir.
- Yüksek değerli akım ölçümü yapılırken (10A) kırmızı prop 10A soketine siyah prop COM soketine bağlanmalıdır.
- Ölçme işlemi bitince cihaz off kademesine alınmalı (analog multimetreler kullanılmadığı zaman ohmmetre kademesinde bırakılmamalıdır. Aksi halde pil harcanacağından pilin ömrü azalmış olur).

26.5. Ampermetrenin Ölçme Alanının Genişletilmesi

Ölçmek istediğimiz akım değeri ampermetrenin ölçme alanının altında ise ampermetreye küçük değerli paralel (şönt) bir direnç bağlayarak ölçme alanı genişletilebilir. Termik, elektro dinamik ve özellikle döner bobinli ölçü aletleri ancak mili amper değerindeki akımları ölçebilecek şekilde yapılırlar. Bu aletlerle büyük akımların ölçülmesi için içlerinde şönt dirençler bulunur. Ölçü aleti devreye bağlandığında akımın büyük bir kısmı (Iş) şönt direnç üzerinden geçer. Şönt direnç ile aletin bobini paralel bağlı olduğu için her ikisinin de gerilim değeri aynıdır (U_A=$U_Ş$). Bu gerilim şönt dirençten geçen akımla doğru orantılı olduğundan, şönt dirençten geçen akım değiştiğinde gerilimde değişecektir ve ibre bu değeri gösterecektir. Yani aslında şöntün gerilimi ölçülüp, kadran amper diye ölçeklendirilmiştir.



Ampermetreye bağlanan şönt direnç

$$R_ş = \frac{R_A}{n-1} \qquad n = \frac{I}{I_A}$$

I = Ölçülmesi istenen yeni akım (A)

IA = Ampermetrenin ölçtüğü akım değeri (A)

Iş = Şönt dirençten geçen akım (A)

Rş = Şönt direncin değeri (Ω)

R_A = Ampermetrenin iç direnci (Ω)

Uş = Şönt direnç üzerinde düşen gerilim (V)

U_A = Ampermetre üzerinde düşen gerilim (V)

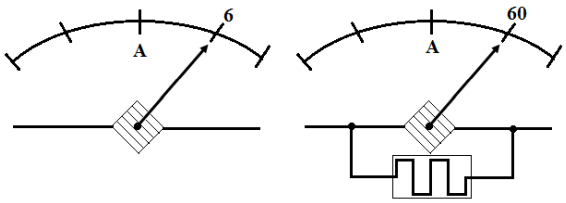
n = Dönüştürme oranı

R_A = Ampermetrenin iç direncidir. Değeri aletin üzerinde yazılır.

Örneğin 10 amperlik bir ampermetre ile 100 amper ölçülmek istenirse alete bir şönt direnç bağlanır.

$$n = \frac{I}{I_A} = \frac{100}{10} = 10$$

Dönüştürme oranı 10 olduğundan, ölçme esnasında ibre 6 rakamı üzerinde duruyorsa bu durumda ölçülen değer 60 amperdir. Şönt takıldıktan sonra kadran taksimatında 6A yazan yere artık 60A yazmak gerekecektir. Bu şönt bağlandığı zaman okunan değer 10 kat artmış olur. Yani n sayısı, kadran taksimatını yeni baştan düzenleyen bir katsayıdır.



Ampermetreye şönt bağlama

Örnek: İç direnci 0,06 Ω olan 25 amperlik ampermetre ile 500 amperlik devrenin akımını ölçebilmek için;

a) Dönüştürme oranını
b) Şönt direnç değerini
c) Ölçme anında ölçü aletinin ibresi 12 rakamını gösteriyorsa ölçülen akım değerini bulunuz.

Çözüm:

a) $n = \frac{I}{I_A} = \frac{500}{25} = 20$

b) $R_ş = \frac{R_A}{n-1} = \frac{0,06}{20-1} = 0,00315\Omega = 3,15m\Omega$

c) $I = I_A.n = 12.20 = 240A$ ölçülmüş olur.

Şönt dirençler 50 ampere kadar genellikle aletin içerisinde üretilirler. Daha yüksek akımları ölçmek için şönt aletin dışında bulunur. Çünkü ölçülecek akım yükseldikçe bağlanacak şönt direnç ampermetre kutusuna sığmaz ve şönt direncin meydana getirdiği ısı alete etki yapar.

Şönt dirençler

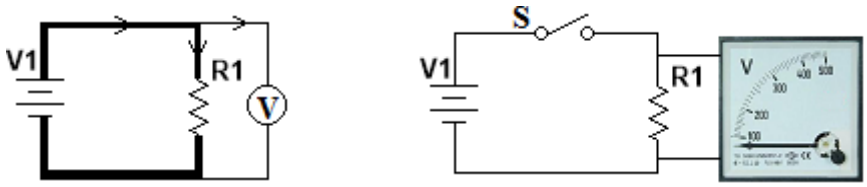
NOT: Evdeki elektrik tesisatında, herhangi bir anahtarın iki ucunu Ampermetreye takarak lambaların akımını ölçebiliriz

9. HAFTA

27. VOLTMETRE ve GERİLİM ÖLÇME

27.1. Voltmetre

Gerilim ölçmeye yarayan ölçü aletlerine voltmetre denir. Devreye **paralel** olarak bağlanırlar, devre gerilimini ölçerler. Devreye bağlandığında devrenin akım ve gerilim değerlerini etkilememelidirler. Bu nedenle voltmetrenin iç direncinin çok yüksek olması gerekir. İç direnci çok yüksek olduğundan çok az akım çeker, dolayısıyla devreyi etkilemezler.



Voltmetrenin paralel bağlanması

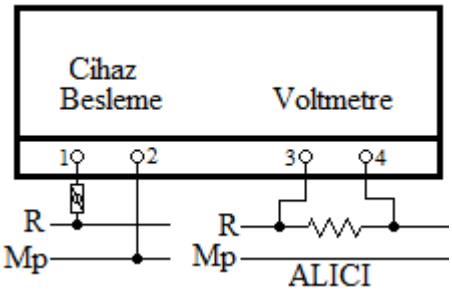
İç direncinin çok fazla olması için bobini ince telden ve çok sipirli olarak sarılır. Voltmetreler devreye yanlışlıkla seri olarak bağlanırsa, iç direnci çok yüksek olduğundan gerilimin büyük bir kısmını üzerinde düşürür, küçük bir kısmı ise alıcı üzerinde düşer, dolayısıyla alıcı çalışmaz.

Özetlersek:

1. Gerilim ölçer
2. Devreye paralele bağlanır
3. Ölçtüğü gerilimin büyüklüğüne göre isim alırlar (mikro voltmetre, mili voltmetre, voltmetre, kilo voltmetre gibi.)
4. İç direnci çok büyüktür
5. Bobini ince telden, çok sipirli yapılır
6. Yanlışlıkla seri bağlanırsa alıcı çalışmaz
7. DC gerilimlerde devreye bağlarken uçlarına dikkat edilmelidir
8. Devreye bağlamadan önce kademe anahtarına çok dikkat edilmeli

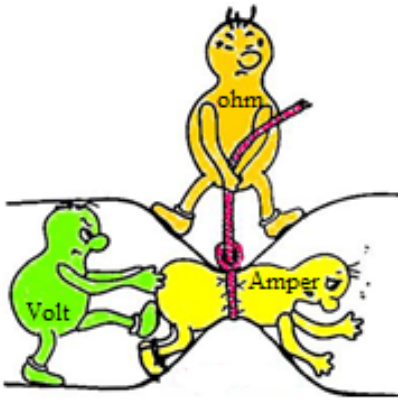
Analog Voltmetre

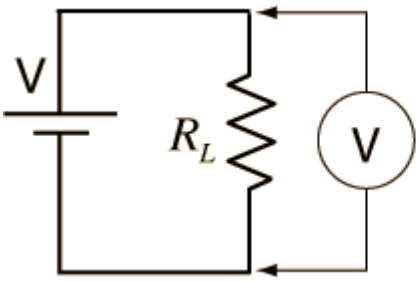
Dijital Voltmetre

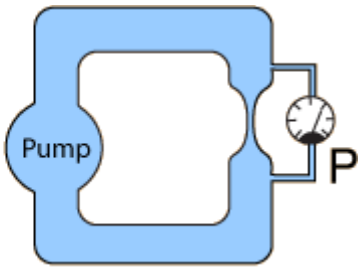


Dijital Voltmetre Bağlantısı

27.2. Gerilim Ölçme







Bir elektrik devresinde akımın geçişini sağlayan kuvvet olup iki nokta arasındaki potansiyel fark da denilmektedir, U,V ile gösterilir, birimi volttur (V). Voltmetre ile ölçülür, voltmetre devreye paralel bağlanır.

27.3. Gerilim ölçerken dikkat edilmesi gereken kurallar

- Ölçü aletinin AC veya DC voltmetresi olmasına dikkat edilmelidir.
- Ölçeceğiniz gerilim değeri, seçtiğiniz voltmetrenin ölçme alanının altında fakat ona yakın bir değer olmalıdır.
- Voltmetre mutlaka devreye paralel olarak bağlanmalı.
- DC ölçmelerde ibre ters saparsa veya ekranda (-) yazarsa, enerji kesildikten sonra ampermetre uçları yer değiştirilmelidir.

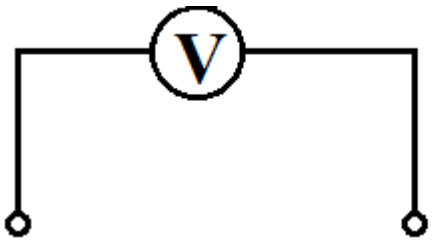
27.4. Multimetre İle Akım Ölçmek

Multimetrelerde şu hususlara dikkat etmek gerekir:

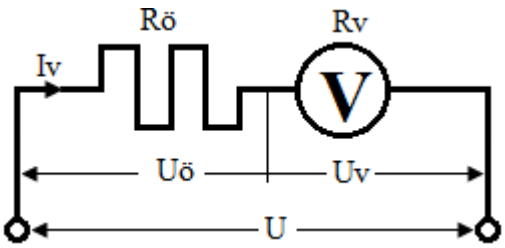
- Komütatör ölçülecek akımın cinsine göre ayarlanmalı (AC, DC gibi).
- Ölçülecek büyüklük multimetrenin ölçme sınırından büyük olmamalıdır.
- Ölçülecek büyüklüğün değerini tahmin edemiyorsak kademe anahtarı en yüksek değere getirilmelidir.
- En doğru ölçme için, kademe anahtarı ölçülecek büyüklüğe en yakın büyük olan kademeye getirilmelidir. (220V ölçüyorsak 220 den büyük en yakın kademe)
- Devreye mutlaka paralel bağlanmalı.
- Kırmızı prop V simgesinin olduğu sokete, siyah prop ise (COM) soketine takılır.
- DC ölçmelerinde ibre ters saparsa veya ekranda (-) yazarsa uçlar ters çevrilmelidir.
- Ölçme işlemi bitince cihaz off kademesine alınmalı

27.5. Voltmetrenin Ölçme Alanının Genişletilmesi

Ölçmek istediğimiz gerilim değeri voltmetrenin ölçme alanının altında ise voltmetreye yüksek değerli seri (ön) direnç bağlayarak ölçme alanı genişletilebilir. Termik, elektro dinamik ve özellikle döner bobinli ölçü aletleri ancak mili volt değerindeki akımları ölçebilecek şekilde yapılırlar. Bu aletlerle büyük gerilimlerin ölçülmesi için içlerinde ön dirençler bulunur. Ölçü aleti devreye bağlandığında gerilimin büyük bir kısmı (Rö) ön direnç üzerinde düşer. Ön direnç ile aletin bobini seri bağlı olduğu için her ikisinin de akım değeri aynıdır (Ia=Iö). Bu akım ön dirençten düşen gerilimle doğru orantılı olduğundan, ön dirençten düşen gerilim değiştiğinde akımda değişecektir ve ibre bu değeri gösterecektir. Yani aslında ön direncin akımı ölçülüp, kadran volt diye ölçeklendirilmiştir.



Ön direnç takılmadan önce



Ön direnç takıldıktan sonra

$$R_{ö} = R_v.(n-1) \qquad n = \frac{U}{U_v}$$

U = Devreye uygulanan gerilim (V)

Uö = Ön dirençte düşen gerilim (V)

Uv = Voltmetrenin gösterdiği gerilim (V)

Rv = Voltmetrenin iç direnci (Ω)

Rö = Ön direncin değeri (Ω)

Iv = Ön direnç ve aletten geçen akım (A)

Örnek: İç direnci 40 kΩ olan 100 voltluk voltmetre ile 1,5kV gerilimi ölçebilmek için;

a) Dönüştürme oranını
b) Voltmetreye bağlanacak ön direncin değerini
c) Ölçme anında ölçü aletinin ibresi 60 rakamını gösteriyorsa ölçülen gerilim değerini bulunuz.

Çözüm:

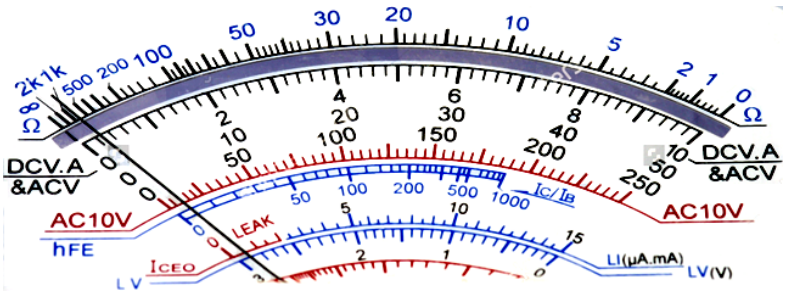
a) $n = \frac{U}{U_v} = \frac{1500}{100} = \mathbf{15}$ b) $R_{ö} = R_v.(n-1) = 40000.(15-1) = \mathbf{560k\Omega}$ c) U=60.15=**900V**

Ön dirençler 1.000 volta kadar voltmetrenin içerisinde üretilirler. Daha yüksek gerilimleri ölçmek için ön direnç aletin dışında bulunur.

28. MULTİMETRE

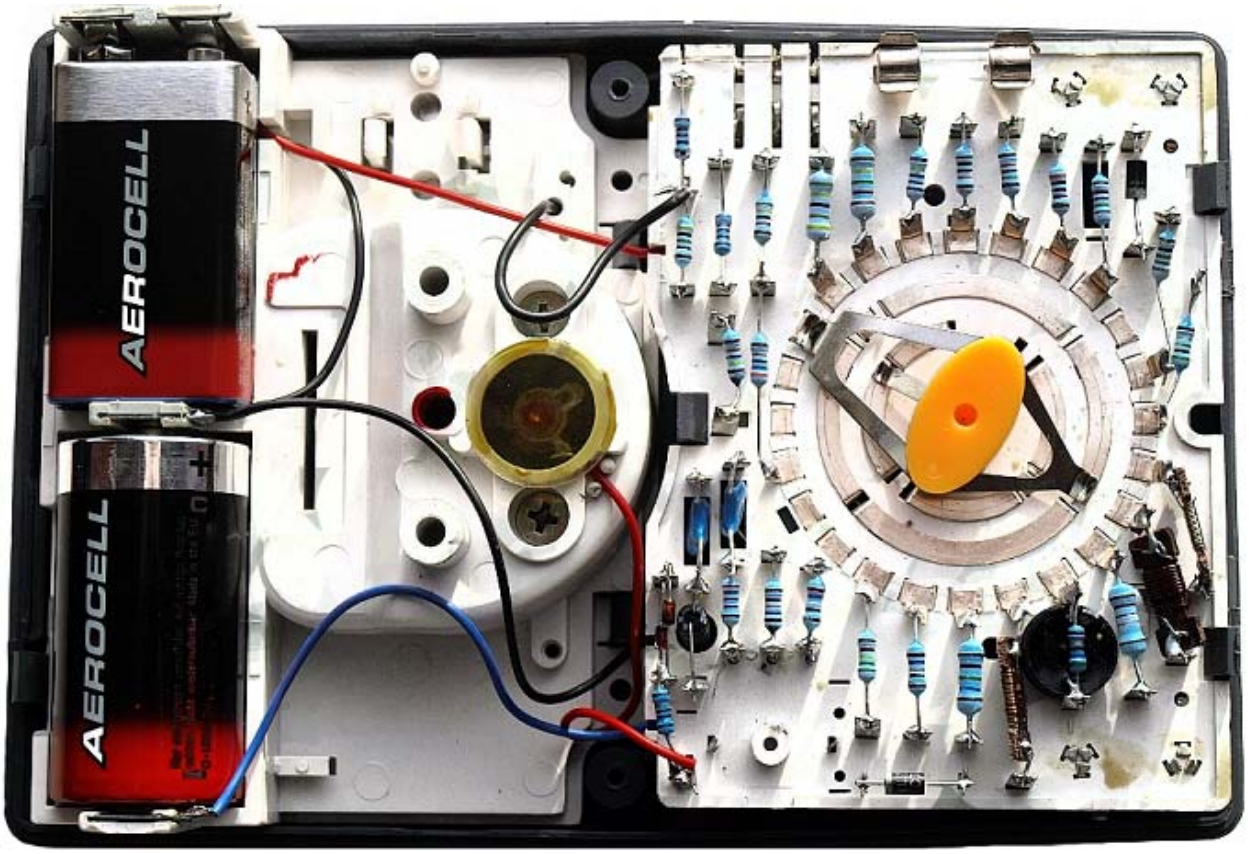
Gerilim, akım, direnç, kondansatör (kapasite), bobin (endüktans) , sıcaklık, transistor, diyot, frekans, ses basıncı, buzzer (sesli ikaz), gibi birimlerin tümünü tek bir cihazla ölçen aletlere multimetre denir. Sadece amper, gerilim ve direnç ölçen aletlere AVO metre denir. Kadran (skala) taksimatı da ölçtüğü bütün büyüklükleri gösterecek şekilde bölümlendirilir. Multimetrelerde iki tane prop bulunur, siyah prop daima COM soketine, kırmızı prop sağ kırmızı sokete takılır. Yalnız 10 A den daha büyük ölçüm yapılacaksa kırmızı prop sol kırmızı sokete takılır.

AVO metre



Multimetre skala taksimatı

Multimetre

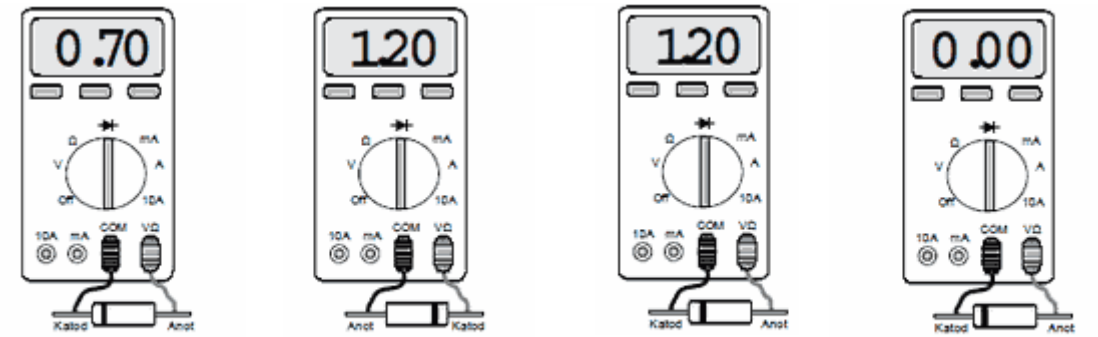


28.1. Multimetre ile ölçme yaparken dikkat edilmesi gerekenler:

1. Komütatör ölçülecek birimin cinsine göre ayarlanmalı (AC, DC gibi).
2. Ölçülecek değer multimetrenin ölçme sınırından büyük olmamalıdır.
3. Ölçülecek büyüklüğün değerini bilmiyorsak kademe anahtarı en yüksek değere getirilmelidir.
4. En doğru ölçme için, kademe anahtarı ölçülecek değere en yakın büyük olan kademeye getirilmelidir. 250 V kademesinde 12V gösteriyorsa 20 V kademesinde 12,7 V gösterir.
5. Ölçülecek birimin cinsine göre cihaz bağlanmalıdır (ampermetre seri, voltmetre paralel gibi).
6. Direnç vb. ölçümlerde enerji altında ölçüm yapılmamalıdır.
7. DC ölçme yapılırken ibre ters saparsa uçlar ters çevrilmelidir.
8. Yüksek değerli akım ölçümü yapılırken (10-20A) kırmızı prop yüksek akım soketine bağlanmalıdır.
9. Ölçme işlemi bitince cihaz off kademesine alınıp kapatılmalıdır, aksi halde pil harcanacağından pilin ömrü azalmış olur.

28.2. Dijital multimetrelerle yarı iletken nasıl ölçülür?

1. Komütatör anahtarı, “ ” (Buzzer) kademesine alınır.
2. Diyot ölçmelerinde ölçü alet bir yönde 500-600 civarında, diğer yönde değer göstermiyorsa diyot sağlamdır.
3. Cihaz 500’ den çok küçük bir değer gösterip (100 gibi) sesli olarak ikaz veriyorsa diyot kısa devredir.



a) İleri yönde polarma Diyot sağlam

b) Ters yönde polarma Diyot sağlam

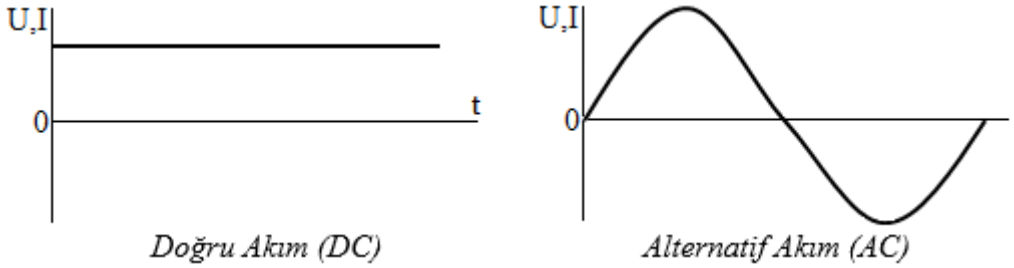
c) İleri yönde polarma Diyot bozuk (açık devre)

d) İleri yönde polarma Diyot bozuk (kısa devre)

29. FREKANSMETRE ve FREKANS ÖLÇME

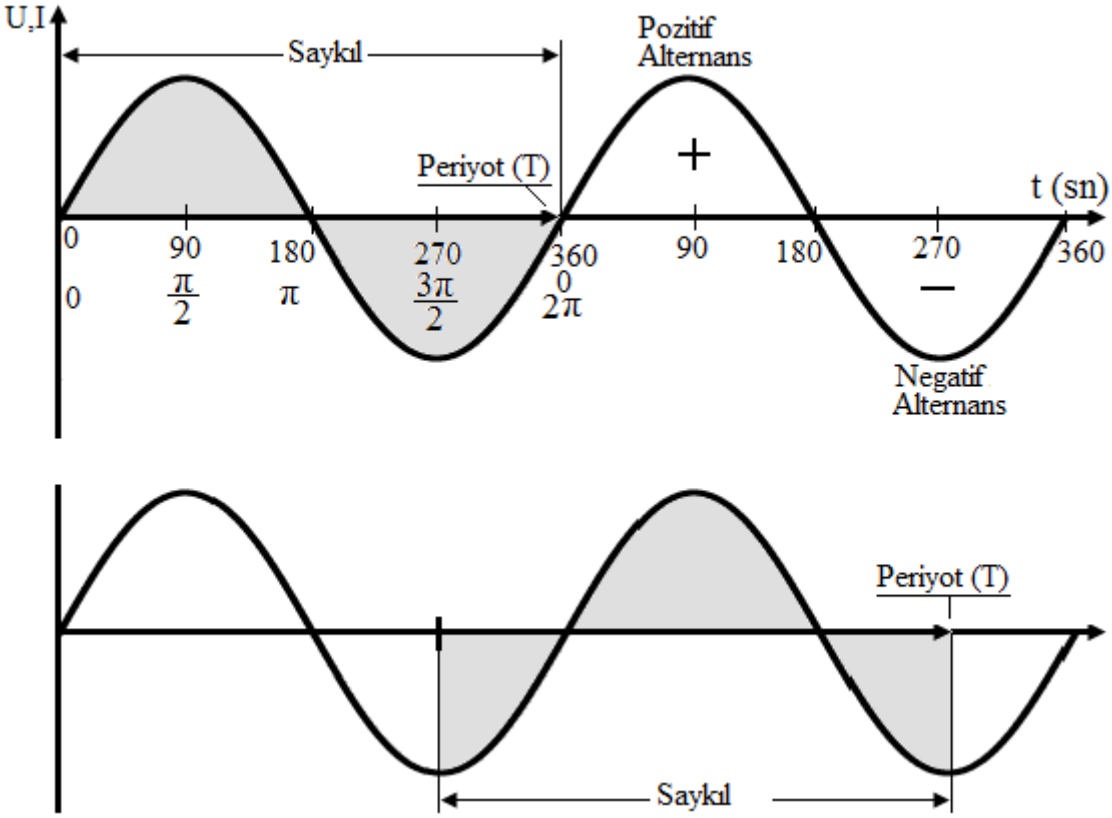
29.1. Frekansın Tanımı

Zamana göre yönü ve şiddeti değişen akıma alternatif akım denir. En çok kullanılan dalga biçimi sinüs dalgasıdır. DC de yön ve şiddette bir değişme olmadığı için frekans yoktur.



29.1.1. Saykıl

Alternatörün bir tur dönmesiyle meydana gelen dalga şeklidir. Tekrarlanan dalga şeklidir. Bir saykıl gerçekleştikten sonra sinyal kendini tekrarlamaya başlar. Bir saykılı tespit edebilmek için, başlangıç açısından 360 derece ileri ya da geri gidilir. Başlangıç ve bitiş noktaları arasında kalan dalga bir saykılı gösterir.



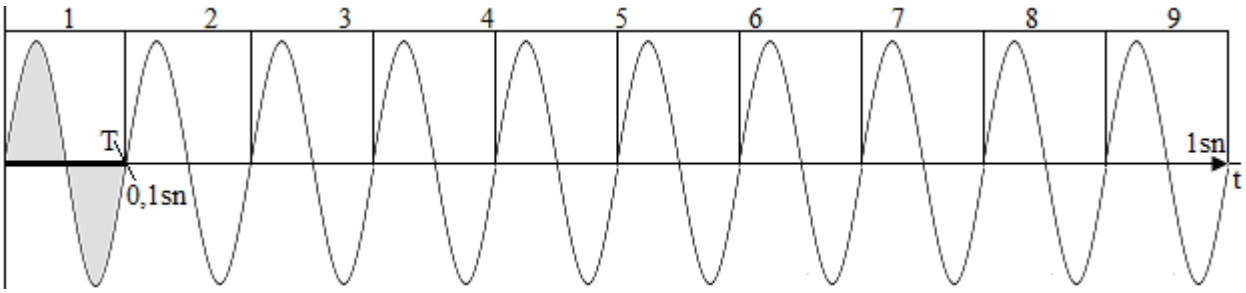
Alternatif Akım

29.1.2. Alternans

Bir sinüs sinyalinde sinyalin x ekseninin üzerinde kalan kısmı pozitif (+) alternans, altında kalan kısmı ise negatif (-) alternans olarak adlandırılır.

29.1.3. Periyot

Bir saykılın gerçekleşmesi için geçen süreye periyot denir, T ile gösterilir, birimi saniye (sn) dir. Aşağıdaki şekilde bir saykılın oluşması için geçen süre yani periyot (T) 0,1sn dir.



Periyot ve Frekans

29.1.4. Frekans

Sinüs sinyalinin bir saniyede tekrarlanan saykıl sayısına veya 1 saniyedeki periyota Frekans denir, F ile gösterilir, birimi Hertz (Hz) dir. Frekans periyodun matematiksel tersi olarak ifade edilir.

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

Örnek: Periyodu 0,02 sn olan bir sinyalin frekansını hesaplayınız.

Çözüm:

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}02} = 50Hz1$

Örnek: Periyodu 40 µs olan bir sinyalin frekansını hesaplayınız.

Çözüm:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{40.10^{-6}} = 25.000Hz = 25kHz$$

Örnek: Frekansı 96,5 Hz olan bir sinyalin periyodunu hesaplayınız.

Çözüm:

$$f = \frac{1}{T} = T = \frac{1}{F} = \frac{1}{96{,}5} = 0{,}0103sn = 10{,}3msn$$

Ülkemizde ve Avrupa ülkelerinde frekans 50Hz, ABD'de ise 60Hz'dir. Alternatif akımın frekansı, alternatörün devir sayısına ve kutup sayısına bağlıdır.

$$n = \frac{60.f}{p} devir\ formülünden \qquad f = \frac{n.p}{60}$$

Frekansta meydana gelecek değişiklik şunlara neden olur:

- Bobinlerin endüktif reaktanslarının
- Kondansatörlerin kapasitif reaktanslarının
- Alternatif akım motorlarının devir sayılarının değişmesine neden olur.

29.2. Frekansmetre

Doğru akımda gerilimin yönü ve şiddeti değişmediğinden frekans olmaz. Alternatif akımda ise gerilimin yönü ve şiddeti değiştiğinden frekans vardır. Şehir şebekemizin frekansı 50 Hz'dir. Dolasıyla alternatif akımda kullanılan bütün cihazlar 50 Hz frekansta çalışacak şekilde imal edilirler. Bundan dolayı frekansın daima takip edilip sabit tutulması gerekir.

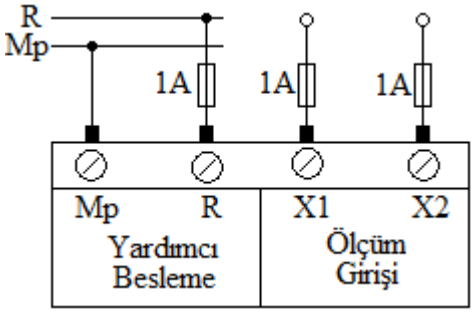
Alternatif akım devrelerinde frekans ölçen aletlere frekansmetre denilir. Devreye paralel bağlanırlar. Frekansmetre çeşitleri şunlardır:

- Dilli frekansmetre
- Analog frekansmetre
- Dijital frekansmetre

Dilli frekansmetre

Analog frekansmetre

Dijital frekansmetre



Dijital Frekansmetrenin bağlantı Şeması

11. HAFTA
30. OSİLOSKOP İLE ÖLÇME

Osiloskop elektrik sinyallerinin dalga şekillerini gösteren bir cihazdır. Osiloskop sinyalin maksimum değerini görüntüler. Osiloskop ile şunlar ölçülebilir:

1. AC-DC sinyallerinin gerilim değerlerini
2. Değişen elektrik büyüklüklerinin dalga biçimlerini
3. Devreden geçen akımı
4. Faz farkını
5. Frekansı
6. Diyot, transistor gibi yarı iletken elemanların karakteristiklerini
7. Kondansatörün şarj ve deşarj eğrilerini
8. Histerisiz eğrilerini ölçebilir.

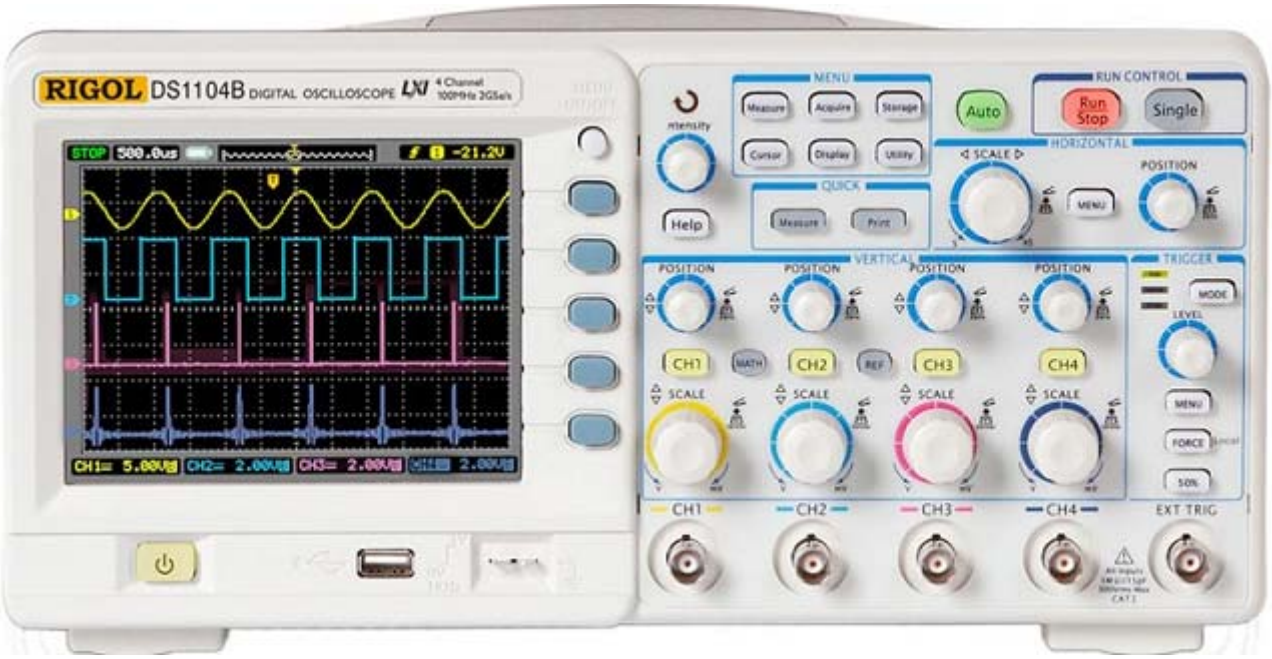
Osiloskop, elektronik cihaz imal edilen yerlerde ve elektronik cihaz tamiratı yapılan yerlerde ve laboratuvarlarda kullanılırlar. Fakat pahalı olması nedeni ile çok kullanılmamaktadır. Osiloskop ile bir elektronik devre kartları üzerindeki arıza çok daha çabuk bulunabilir. Çünkü devre üzerindeki her kat sıra ile ayrı ayrı ölçülerek arızalı kat daha çabuk bulunur.

Analog ve dijital olmak üzere iki çeşit osiloskop vardır. Genelde iki kanaldan ölçme yapabilen bu cihazların daha fazla kanala sahip olan modelleri de üretilmektedir.

Renkli dijital osiloskoplarda üretilmektedir. Böyle osiloskoplarda, ölçülen büyüklükler renkli olarak izlenebilmekte, hafızaya alınabilmekte ve bilgisayara kaydedilebilmektedir.

Osiloskop Probu

Analog Osiloskop

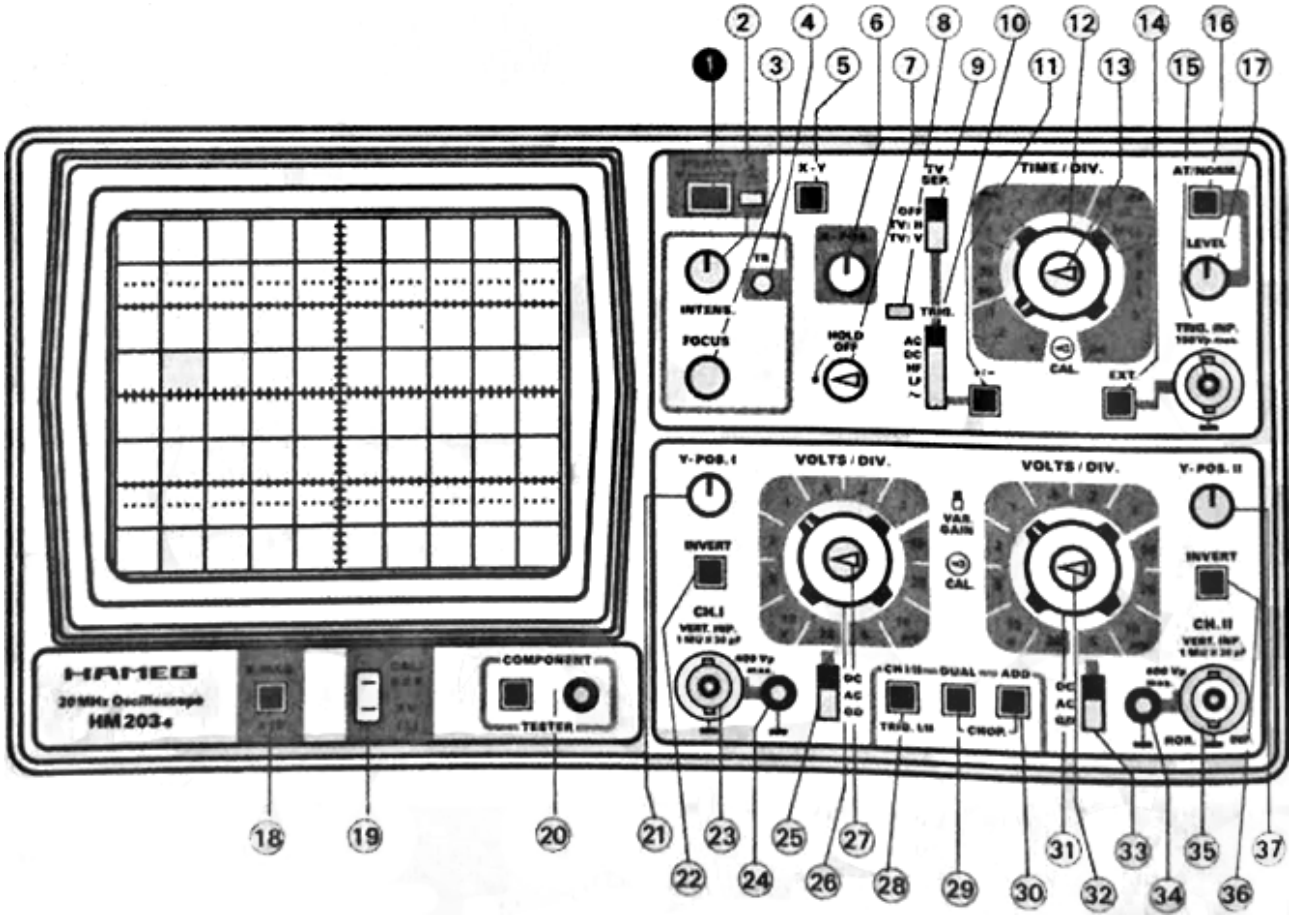


Dijital Osiloskop

30.1. Osiloskobun Kullanımı

Test sinyali osiloskobun test terminalinden alınır. Genellikle 1 kHz frekanslı ve 0,2-2V gerilime sahip bir osilatör sinyalidir. Kondansatör, direnç, diyot ve transistor gibi elektronik elemanların sağlamlık kontrolünde kullanılacağı gibi haricî sinyal jeneratörünün olmadığı durumlarda bu sinyal kullanılabilir.

Osiloskopla ölçme yapabilmek için komütatör, anahtar ve bağlantı uçlarının görevlerini ve bunların fonksiyonlarını bilmek gerekir. Bunları sırası ile açıklayalım:



1. **POWER** on/off: Osiloskobu açar veya kapatır.
2. **INTENS**: Ekrandaki ışıklı çizginin parlaklığını ayarlar.
3. **FOCUS**: Ekrandaki ışıklı izin net görünmesini ayarlar.
4. **TR**: Trace rotation. Yataylığı bozulan izin, tornavida ile ayarını sağlar.
5. **X-Y**: X-Y için seçim işlemi yapar. Yatay tarama durur. X sinyali kanal II girişinden uygulanır.
6. **X-POS**: Ekrandaki görüntüyü sağa sola hareket ettirir.

7. **HOLD-OFF**: Tarama arasındaki zamanı tutma işlemini kontrol eder. Normal pozisyon nokta olan yerdir.
8. **TRİG**: Eğer tarama tetiklenmişse yanar.
9. **TV SEP**: TV senkron ayırıcı.
   a. **OFF** = Normal işlem
   b. **TV: H** = Hat veya yatay frekans TV: V = Dikey frekans veya çerçeve
10. **TRİG. AC-DC-HF-LF**: Tetiklemeyi seçer.
11. **+/-** Push buton anahtar: Tetikleme sinyalinin eğimini seçer. + yükselen kenar, - düşen kenardır.
12. **TIME / DIV**: Yatay tarama hızını seçer. 0,5 ps/cm'den 0,2 s/cm' e kadar ayarlanabilir.
13. **Variable:** Yatay tarama hızını ayarlayan komütatörün ortasındaki kırmızı potansiyometre süpürme hızını 2,5 kere daha artırır. Normal ölçmelerde bu düğme tam sağa getirilmelidir.
14. **EXT**: Düğme basılı değil: İçten tetikleme Düğme basılı: Dıştan tetikleme TRİG INPUT 'tan tetikleme sinyali.
15. **TRİG. INP**: Eğer EXT butonu basılı ise, dıştan tetikleme işareti için giriş.
16. **AT/NORM**: Düğme basık değil = Otomatik tetikleme, giriş işareti yokken iz görülebilir. Düğme basılı = Normal tetikleme, (LEVEL 17 ayarıyla) işaret yokken iz görülemez.
17. **LEVEL**: Eğer AT/NORM düğmesi basılı ise, tetikleme noktasını ayarlamak için kullanılır.
18. **X-MAG. X10**: X yönünde 10/1 oranında genişletme yapar.
19. **CALİBRATÖR** 0,2V-2V (Kalibrasyon sinyali 0,2-2V): Proplar için kalibre edici çıkış soketleri 10/1 = 0,2 Vtt 100/1 = 2Vtt kare dalga verir.
20. **COMPONENT TESTER** (Devre elemanı test etme): Düğme basılı = CT çalışma durumunda. İki terminal arasında ölçme yapılır. Eleman uçları bu çıkış jakı ile toprak arasında iken test yapılır.
21. **Y- POS. I:** I. Kanalda ekrandaki görüntüyü yukarı aşağı hareket ettirir.
22. **İNVERT** (CH I): I. Kanalın görüntüsünü ters çevirir. ADD düğmesi ile birlikte iken cebirsel toplama yapar.
23. **CH. I** (BNC konnektör): Kanal I sinyal girişi. Giriş empedansı 1 M£2, 30pF.
24. **Ground:** Ayrı toprak jakı
25. **DC-AC-GD** (Kaymalı anahtar): CH I düşey kuvvetlendiricin giriş kuplajını seçer.
   a. DC = Giriş işaretinin tüm bileşenlerini geçirir.
   b. AC= İşaret kapasitif kuplajlıdır. (DC bloke edilir.)
   c. GD= İşaret ayrılır, kuvvetlendirici girişi topraklanır.

26. **VOLTS/DIV** (Dönen anahtar): I. Kanalda sinyalin genliğinin değiştirilmesinde kullanılır. Aynı zamanda ekrandaki her bir dikey karenin kaç volt olduğunu belirler.
27. **VAR. GAİN** (Merkez potans): VOLTS/DIV. Anahtarının kalibre edilmiş ayarları arasında sürekli değişken kazanç 2,5/1 oranında duyarlılığı arttırır. Cal potansı saatin tersi yönünde tam çevrili olmalıdır.
28. **CH** I/II-TRIG. I/II (Push buton anahtar) : Düğme basılı değil: Sadece CH I ve CH I'de içten tetikleme.
    a. Düğme basılı: Sadece CH II ve CH II' de içten tetikleme.
    b. DUAL ve ADD modunda: Düğme içten tetikleme işaretini seçer.
29. **DUAL** (İkili): Düğme basılı değil: Yalnız 1 kanal gösterir.
    a. Düğme basılı: Değişimli modda CH I ve CH II' yi birlikte gösterir.
    b. **DUAL ve ADD** düğmeleri basılı: Kesme modunda CH I ve CH II
30. **ADD** (Ekle) : Yalnız ADD düğmesi basılı: İNVERT düğmesi ile birlikte cebirsel toplama yapar.
31. **VOLTS/DIV** (Dönen anahtar): II. Kanalda sinyal genliğinin değiştirilmesinde kullanılır. Aynı zamanda ekrandaki her bir dikey karenin kaç volt olduğunu belirler.
32. **VAR. GAİN** (Merkezi potans): VOLTS/DIV. Anahtarının kalibre edilmiş ayarları arasında sürekli değişken kazanç 2,5/1 oranında duyarlılığı arttırır. Cal potansı saatin tersi yönünde tam çevrili olmalıdır.
33. **DC-AC-GD** (Kayan anahtar): CH II düşey kuvvetlendiricin giriş kuplajını seçer.
    a. DC = Giriş işaretinin tüm bileşenlerini geçirir.
    b. AC= İşaret kapasitif kuplajlıdır. (DC bloke edilir.)
    c. GD= İşaret ayrılır, kuvvetlendirici girişi topraklanır.
34. **Ground:** Ayrı toprak jakı.
35. **CH. II** (BNC konnektör): Kanal II sinyal girişi. Giriş empedansı 1 MΩ, 30pF.
36. **İNVERT** (CH II): II. Kanalın görüntüsünü ters çevirir. ADD düğmesi ile birlikte iken cebirsel toplama yapar. X-Y modunda çalışmaz.
37. **Y.POS** II: İkinci kanalda ekrandaki görüntüyü yukarı aşağı hareket ettirir. X-Y modunda çalışmaz.

30.2. Test Sinyal Geriliminin ve Frekansının Ölçülmesi Ve Kalibrasyon

Osiloskoba güç vermeden önce aşağıdaki işlemlerin yapılması gereklidir.

1. Bütün anahtarların basılmamış durumda olmaları kontrol edilir
2. Oklu dört değişken kontrolü yani;
    a. TIME/DIV
    b. CH. I
    c. CH. II
    d. HOLD OFF

    Kontrolleri saatin ters yönünde sonuna kadar çevirip kalibreli konuma getirilir.
3. Bütün kontrol düğmeleri skalalarının orta noktalarına getirilir.
4. TV SEP. Anahtarı ile x alanındaki TRIG anahtarı en yukarı pozisyona getirilir.
5. y alanındaki CH. I ve CH. II' ye ait olan DC-AC-GD giriş kuplajı anahtarları GD durumuna getirilir.
6. Osiloskoba enerji verdikten 10 sn sonra Y-POS. I ve X-POS. Kontrolleri kullanılarak çizgi ortalanır.
7. INTENS. (yoğunluk) ve FOCUS kontrolleri ile orta bir parlaklık ve çizgi keskinliği elde edilene kadar ayar yapılır.

Eğer ekranda tek bir nokta belirirse CRT'nin fosforu zarar görebileceğinden, yoğunluk hemen azaltıp, X-Y düğmesinin basılmamış durumda olması kontrol edilir.

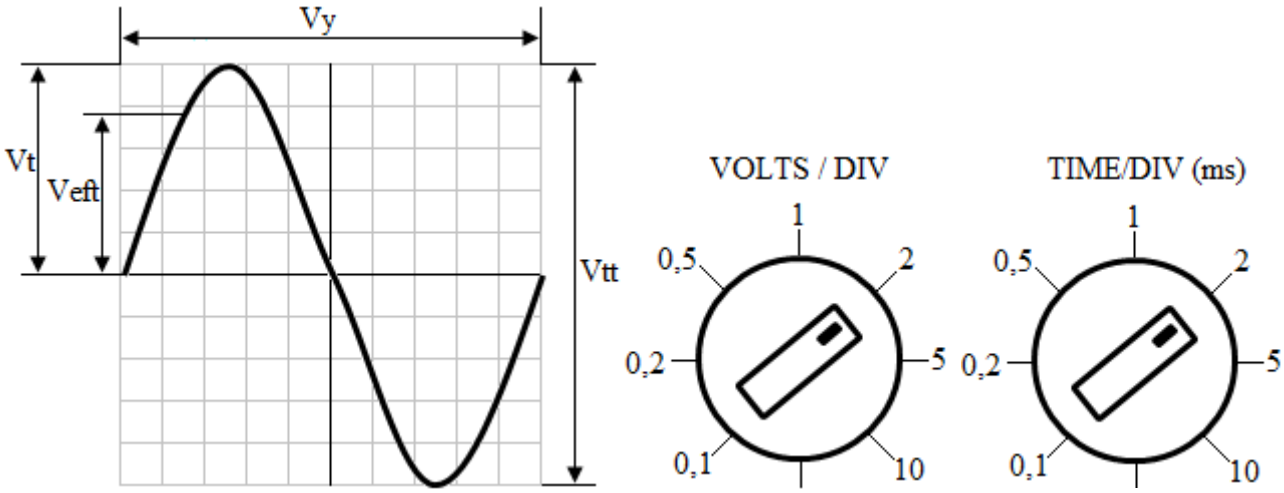
Tarama belirgin değilse, bütün düğme ve anahtarların, özellikle AT/NORM. Düğmesinin basılı olması, doğru pozisyonda olup olmadıkları kontrol edilir.

30.3. Osiloskop İle Alternatif ve Doğru Gerilimin Ölçülmesi

Osiloskop ile sinyaller maksimum 400V'a kadar ölçülebilir. Gerilim ölçülmeden önce kalibrasyon yapılmalı. Kalibrasyon için osiloskobun ön panelinde bulunan 2 voltluk kare sinyali kullanılır. Osiloskop ölçmelerindeki işaret büyüklükleri için maksimum gerilim (Vt) değeri kullanılır. Osiloskop ekranında görülen sinüzoidal bir dalga şeklinin efektif değerini bulmak için mevcut dalganın bulunan değeri 0,707 ile çarpılması gerekir. **Dikey kare sayısı, VOLT/DIV, Prop çarpılır.**

30.4. Osiloskop İle Frekansın Ölçülmesi

TIME/DIV. anahtarının üzerindeki zaman katsayısı ms/cm olarak belirtilmiştir, bu katsayı kullanıldığında 10^{-3} ile çarpılarak sn birimine dönüştürülmesi gerekir. **Yatay kare sayısı, TIME/DIV ve Prop çarpılır.**



Bir sinüs eğrisinin gerilim ve frekans değerini hesaplama

- Vt = Tepe değeri, dikey kare sayısı
- Vy = Yatay kare sayısı
- Veff = Efektif değer
- Vtt = Tepeden tepeye değeri
- Vvd = VOLT / DIV
- Vtd = TIME / DIV (milisaniye)
- P = Prop katsayısı

Gerilimin Ölçülmesi:

$$U = Komütatör\ x\ dikine\ kare\ sayısı\ x\ Prop\ çarpanı$$

$$U = Vt.Vvd.P$$

Frekansın Ölçülmesi:

$$F = \frac{1}{Karesayısı\ x\ TIME/DIV.10^{-3}\ x\ Prop\ çarpanı}$$

$$F = \frac{1}{Vy.Vtd.P}$$

Örnek 1:

Yukarıdaki AC sinüs dalga şeklinin gerilimini ve frekansını bulunuz.

Vvd = VOLTS/DIV = 2V/cm

Vtd = TIME / DIV = 10 kare = 10 ms = 10.10^{-3} sn

Vt = 5 kare

Vy = P = verilmediği için 1 (ya da yoktur)

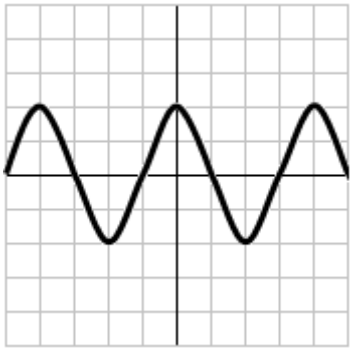
Umax = Vt . Vvd . P = 5.2.1= **10V**

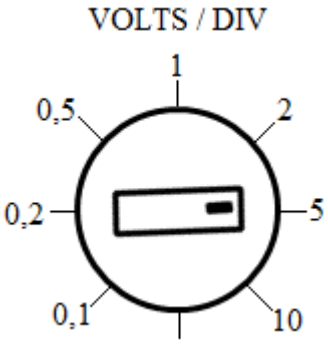
Not: Osiloskop ile gerilimin maksimum değeri bulunur. Yukarıdaki gibi bir gerilimi voltmetre ile ölçersek 7,07V okunur. Çünkü;

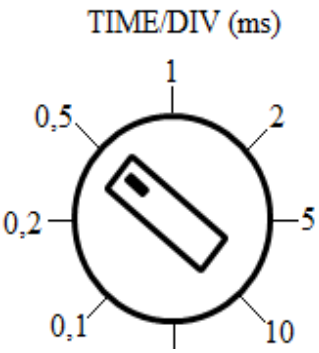
U = Umax.0,707 = 10.0,707 = **7,07V**

$$F = \frac{1}{Vy.Vtd.P} = \frac{1}{10.(2.10^{-3}).1} = 50Hz$$

Örnek 2:







Vt = 2 kare

Vvd = 5 V/cm

Vtd = 0,5ms

Vy = 4 kare

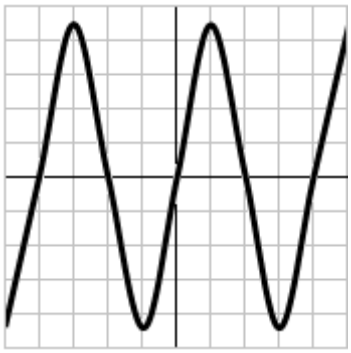
P = x10

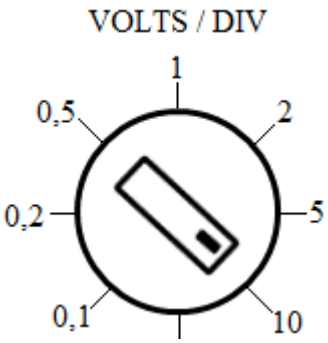
Çözüm:

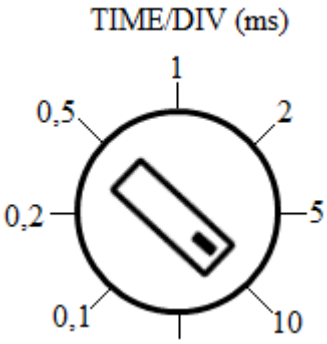
U = Vt.Vvd.P = 5.2.10 = 100V

$$F = \frac{1}{Vy.Vtd.P} = \frac{1}{4.(0{,}5.10^{-3}).10} = 50Hz$$

Örnek 3:







Vvd = 10 V/cm

Vtd = 10 ms

Vt = 4,4 Kare

Vy = 4 Kare

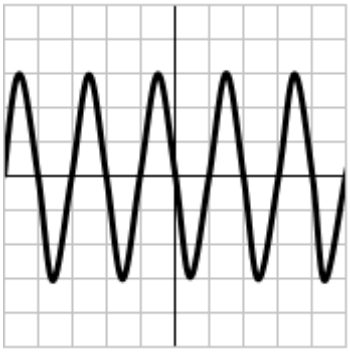
P = x10

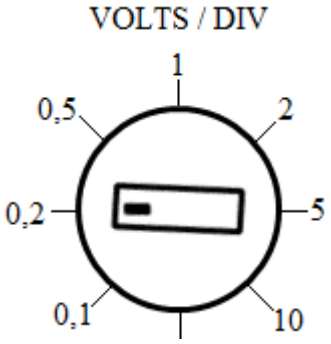
Çözüm:

U = Vt.Vvd.P = 5.4,4.10 = 220V

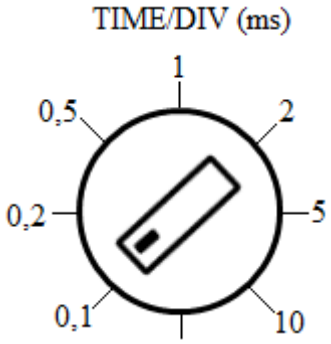
$$F = \frac{1}{Vy.Vtd.P} = \frac{1}{4.(10.10^{-3}).10} = 2{,}5Hz$$

Örnek 4:





Vvd = 0,2 V/cm



Vtd = 0,1 ms

Vt = 3 Kare

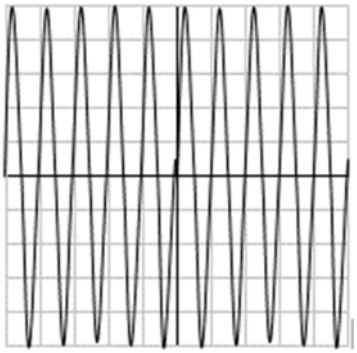
Vy = 2 Kare

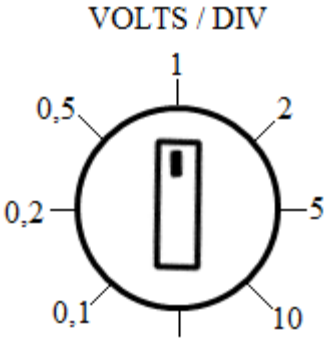
Çözüm:

U = Vt.Vvd.P = 3.0,2 = 0,6V

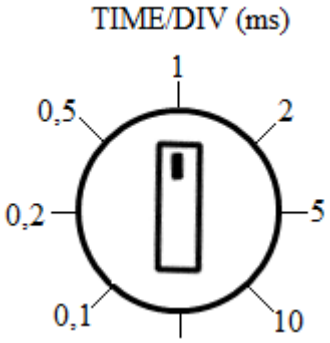
$$F = \frac{1}{Vy.Vtd.P} = \frac{1}{2.(0{,}1.10^{-3})} = 5.000Hz = 5kHz$$

Örnek 5:





Vvd = 1 V/cm



Vtd = 1 ms

Vt = 5 Kare

Vy = 1 Kare

Çözüm:

U = Vt.Vvd.P = 5.1 = 5V

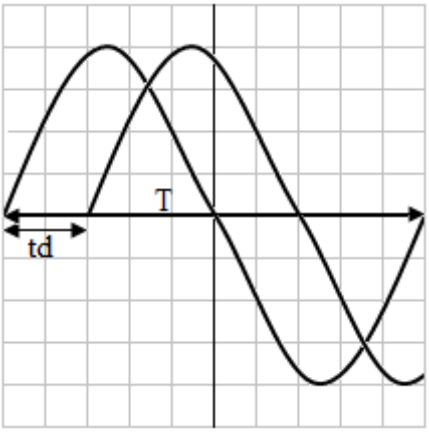
$$F = \frac{1}{Vy.Vtd.P} = \frac{1}{1.(1.10^{-3})} = 1.000Hz = 1kHz$$

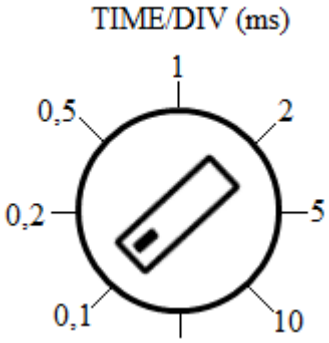
30.5. Osiloskop İle Faz Farkı Ölçümü

İki kanallı osiloskop kullanarak faz farkı ölçümü yapılabilir. Faz farkı ölçülecek işaretin biri A kanalına, diğeri B kanalına uygulanır. Bu iki işaretin periyodu (T) ve aralarındaki gecikmeden (td) bulunarak faz farkı hesaplanır.

$$\theta = 360.\frac{td}{T}$$

Örnek 1:



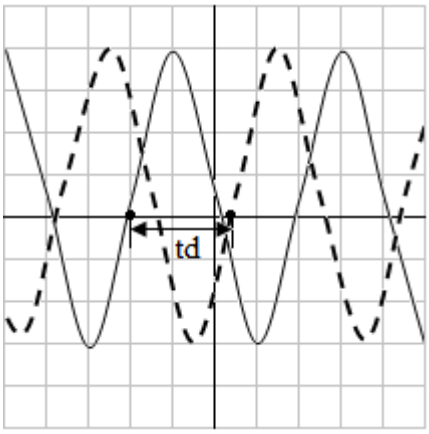


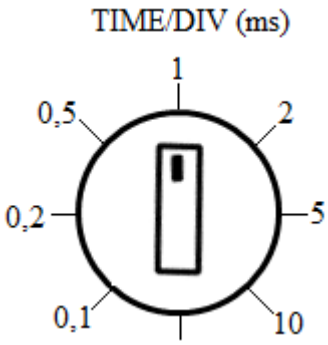
Td = 2

Vtd = 0,1 ms

$$\theta = 360.\frac{td}{T} = 360.\frac{4.10^{-3}}{0{,}1.10^{-3}} = 40^o$$

Örnek 2:





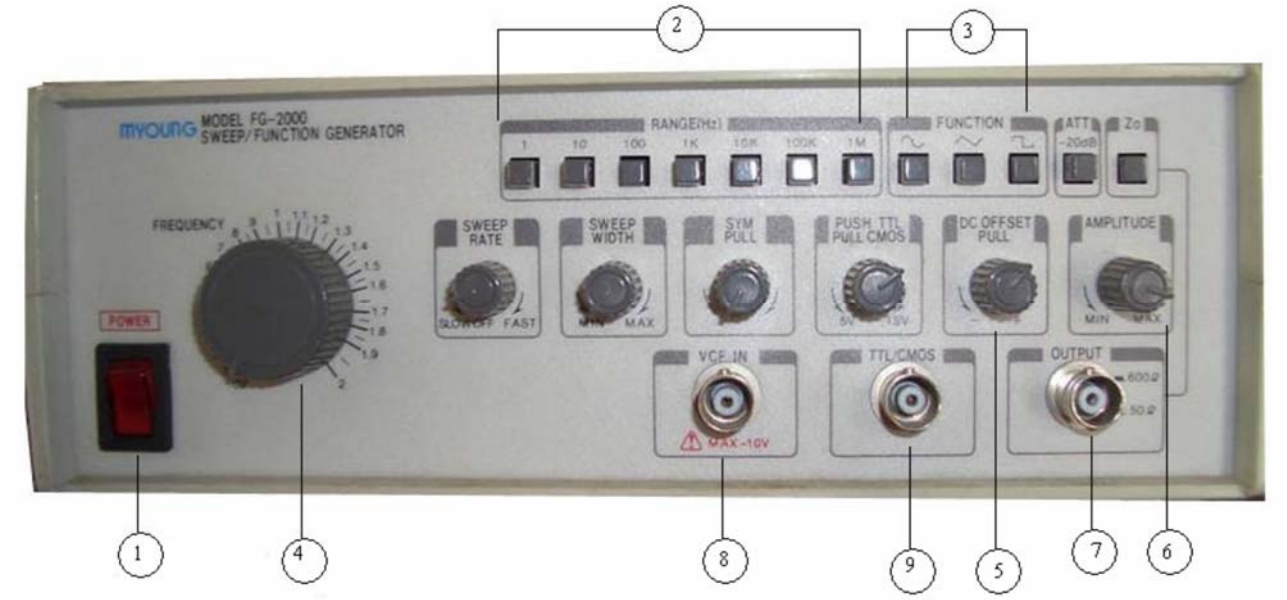
Td = 2,5

Vtd = 1 ms

$$\theta = 360.\frac{td}{T} = 360.\frac{2.10^{-3}}{1.10^{-3}} = 2^o$$

31. SİNYAL JENERATÖRLERİ

Sinüs, üçgen ya da kare dalga sinyal çıkışı veren, deney amaçlı kullanılan, çıkış frekansı ve genliği ayarlanabilen laboratuvar cihazlarına sinyal jeneratörü denir. Genellikle cihazların testinde ve onarımında kullanılır. Sinyal kaynağı olarak kullanılır.



Sinyal jeneratörü

31.1. Sinyal Jeneratörü Tuşları

1. **POWER:** Cihazın açma kapama tuşu.
2. **Frekans Aralığı Tuşları:** Çarpım tuşlarıdır. Bu tuşlardan birine basılarak seçilen değer ile frekans düğmesinin gösterdiği değerin çarpımı çıkış frekansını belirler.
3. **Fonksiyon Tuşları:** Sinüs, üçgen, kare dalga seçimi.
4. **Frekans Ayar Düğmesi:** İstenilen frekansa en yakın frekans kademesine basıldıktan sonra gerekli olan ara değerler bu düğme ayarlanarak bulunur. Bu düğmenin gösterdiği değer ile frekans kademesinin gösterdiği değer çarpılarak frekans değeri bulunur.
5. **DC Offset:** Bu düğme üretilen sinyalde DC bileşen istenmiyorsa kullanılır.
6. **Amplitude:** Çıkış sinyalinin tepeden tepeye genliğini ayarlar.
7. **Output:** Sinyal jeneratörünün tüm fonksiyonları için çıkış terminalidir. Açık devre konumunda 20 VP-P çıkış verir. Çıkış empedans değeri 50 Ohm' dur.
8. **Input Vcf:** Harici frekans kontrolü için sinyal girişi
9. **TTL/CMOS:** TTL/CMOS entegreler için çıkış terminali.

31.2. Sinyal Jeneratörünü Ayarlama

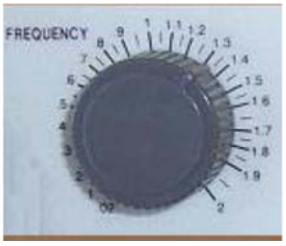
Fonksiyon tuşları yardımıyla sinyal çeşidi seçilir. Sinüs, kare veya üçgen dalga. Hangisini kullanacak isek ona göre seçim yaparız.

Fonksiyon tuşları

Frekans aralığı tuşları yardımıyla kullanacağımız sinyalin frekansını ayarlarız. Kullanacağız sinyalin frekansına en yakın değerdeki tuşa basarız.

Frekans aralığı tuşları

Frekans aralığı tuşlarındaki ayarladığımız frekans ile frekans kadranının gösterdiği değerin çarpımı bize sinyalin frekansını verir. İstediğimiz frekanstaki sinyali bu kadrandan ayarlayarak elde ederiz.



Frekans Kadranı

Amplitude yardımıyla sinyalin genliğini ayarlarız. İstenilen genlikte ve istenilen frekansta sinyal ayarlandıktan sonra Output çıkışından prop yardımıyla istenilen devrede kullanılır.

Amplitude

12. HAFTA

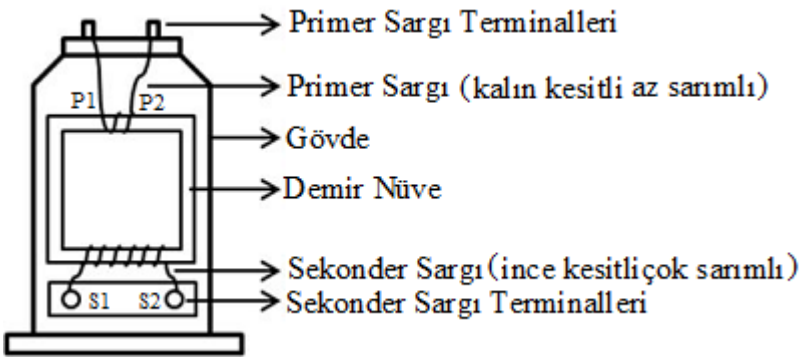
32. ÖLÇÜ TRAFOLARI

32.1. Akım Trafosu

Primer akımını dönüştürme oranına göre küçülterek sekonder elemanlarına aktaran transformatördür. Ölçü ve koruma cihazlarının yüksek gerilim sisteminden yalıtımını da sağlarlar.

Akım trafosu elemanları şunlardır:

- Primer sargı
- Sekonder sargı
- Manyetik nüve
- Yalıtım malzemesi

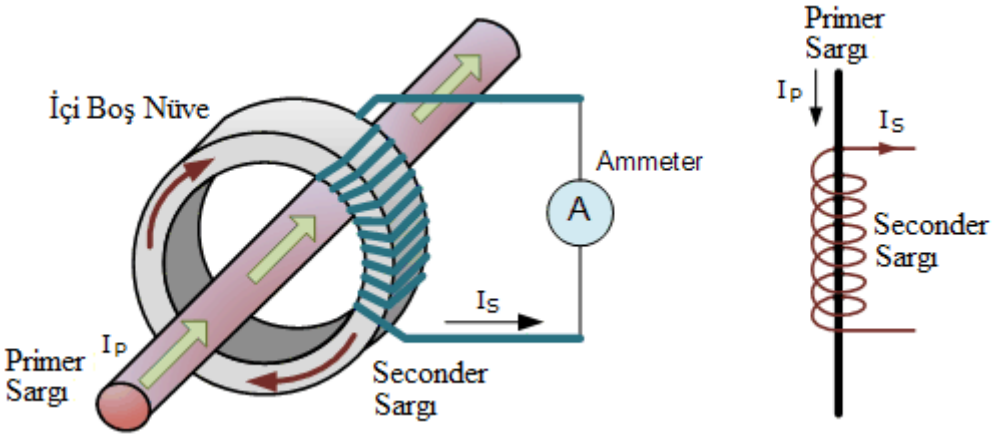


Akım trafosunun yapısı

Akım Trafosu

32.1.1. Akım Trafolarının Yapısı

Akım trafoları; paketlenmiş ince silisli saçlardan yapılan manyetik nüve üzerine sarılmış primer, sekonder sargılar ve yalıtkan malzemeden oluşur. Primer sargılar **kalın kesitli az sarımlı**, sekonder sargılar ise **ince kesitli çok sarımlı** olarak imal edilirler. Akım trafosunun primer uçları P1-P2, sekonder uçları ise S1-S2 olarak isimlendirilir.



Akım Trafosunun yapısı ve çalışması

32.1.2. Akım Trafolarının Çalışma Prensibi

Primer sargıdan geçen akım nüvede değişken bir manyetik akı meydana getirir. Manyetik akı etkisiyle sekonder sargıda aynı frekansta bir gerilim indüklenir. İndüklenen bu gerilim sekonder sargı devresine bağlı olan ölçü ve koruma cihazlarını besler.

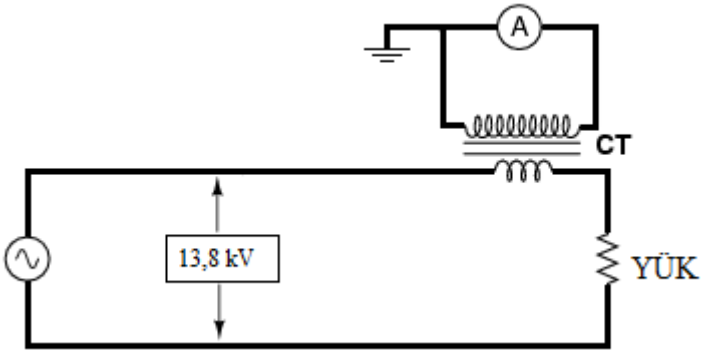
Barasız Akım Trafosu

Baralı Akım Trafosu

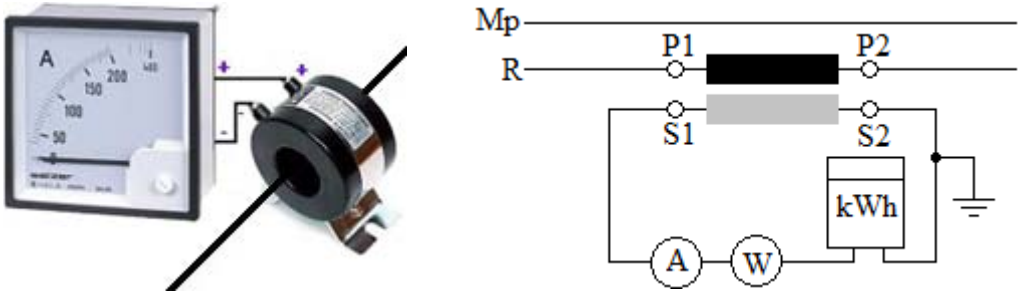
Ayrılabilir Akım Trafosu

32.1.3. Akım Trafolarının Devreye Bağlanması

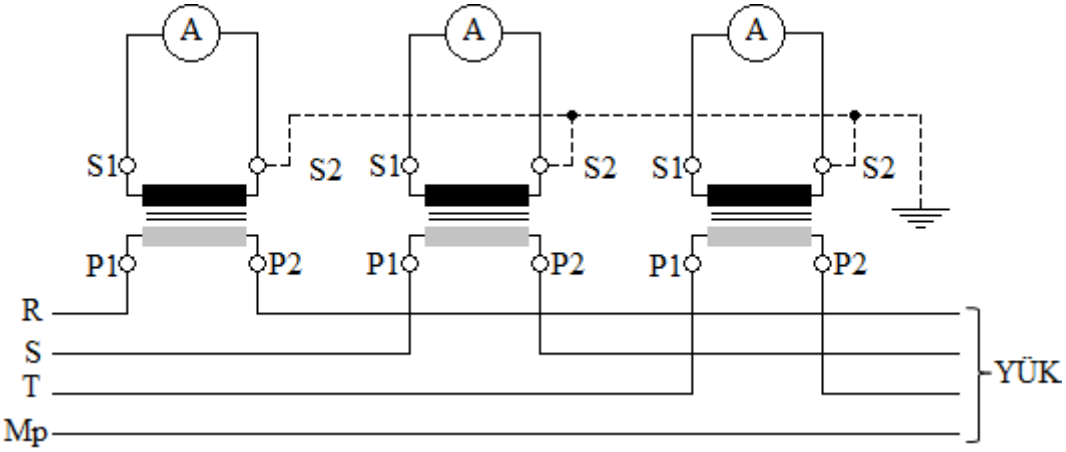
Akım trafolarının primer sargısı şebekeye seri olarak bağlanır. Ölçü ve koruma cihazlarının akım devreleri de sekonder sargıya seri olarak bağlanır. Sekonder sargının polarite olmayan ucu güvenlik açısından mutlaka topraklanmalıdır.



Akım trafosunun devreye bağlantısı



Akım Trafosunun devreye bağlantısı

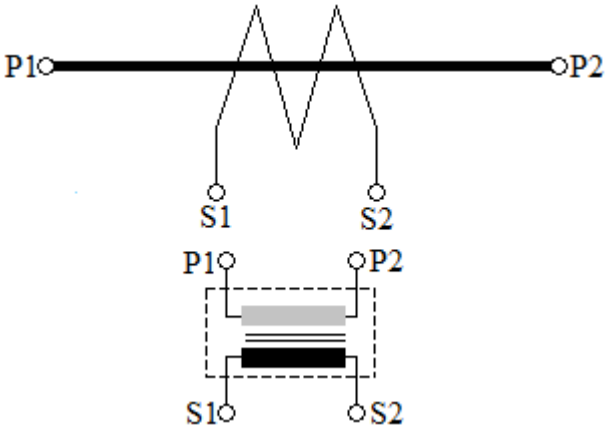


Üç fazlı devrelerde ampermetrelerin akım trafoları ile bağlanması

32.1.4. Primer Ve Sekonder Sargılarına Göre Akım Trafo Çeşitleri

A- Tek Primer ve Tek Sekonderli Akım Trafosu

Tek dönüştürme oranına sahiptirler 100/5A). Sadece ölçü devrelerinde ya da sadece koruma devrelerinde kullanılabilirler.

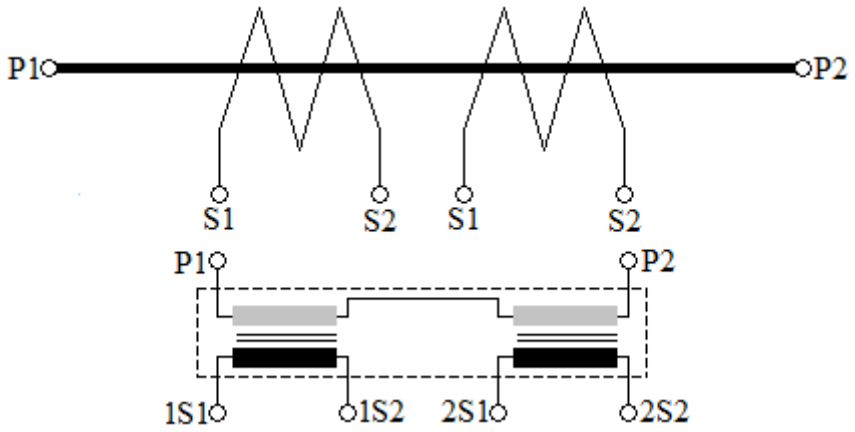


Tek primer ve tek sekonderli akım trafosu

B- Tek Primer Çift Sekonderli Akım Trafosu

Tek primer anma akımı mevcut olup, iki ayrı sekonder sargısı bulunur. İki ayrı sekonder anma akımı ile ifade edilirler. (100/5-5A). Birinci sekonder sargı ölçü devresi, ikinci sekonder sargı ise koruma devrelerinde kullanılır. Sargılar iki ayrı nüve üzerine sarılmıştır.

Bazı özel durumlarda ihtiyaç duyulması halinde iki ayrı ölçü devresi ve bir koruma devresi için üç sekonderli akım trafoları da kullanılmaktadır. Örnek, 100/ 5-5-5 A gibi

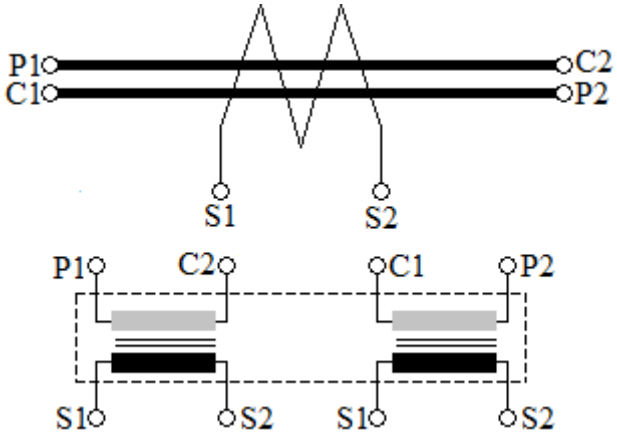


Tek primer ve çit sekonderli akım trafosu

C- Çift Primer ve Tek Sekonderli Akım Trafosu

Çift primer sargıya sahip olup, bu sargıları kendi aralarında seri veya paralel bağlamak suretiyle iki ayrı Primer akım değerinde kullanmak mümkündür. Etiketinde iki ayrı primer akım değeri belirtilir. Tesisin veya yükün durumuna göre her iki akım değerinden birisi seçilir. Örnek, 200-400 / 5 A gibi.

İhtiyaç duyulması halinde çift primer ve çift sekonderli akım trafoları da kullanılmaktadır. Örneğin 200-400 / 5-5 A gibi



Çift primer ve tek sekonderli akım trafosu

32.1.5. Akım Trafolarının Sekonder Uçlarının Boşta Kalmasının Sakıncaları

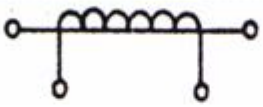
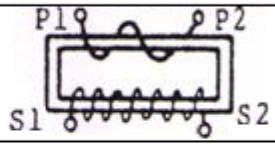
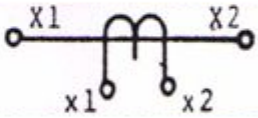
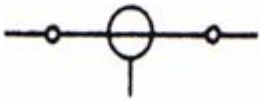
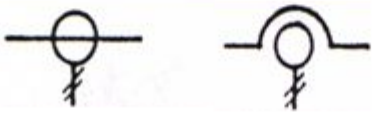
Sekonder sargı uçları herhangi bir nedenle açık kalırsa, sekonder sargıda kapalı devre oluşmaz ve akım geçmez. Dolayısıyla, sekonder akımının meydana getirdiği zıt emk ortadan kalkar ve trafosu nüvesindeki manyetik akı önemli ölçüde artar. Bunun neticesinde:

- Transformatörün nüvesi ısınır.
- Sargılar ısınır ve sargı izolasyonu bozulur.
- Sekonder uçlarında aşırı gerilim indüklenir ve çalışan personel için hayati tehlike oluşturur.
- Transformatör hasar görür.

32.1.6. Akım Trafosunun Sekonder Sargısının Topraklanması

Primer sargı ile sekonder sargı arasında bir kısa devre oluşursa, primer gerilimi, sekondere bağlı olan ölçü ve koruma cihazlarına uygulanır. Bu durum ise, ölçü ve koruma cihazlarının izolasyonlarının bozulmasına ve çalışan personel için hayati tehlike oluşmasına neden olur. Bu nedenle polarite olmayan sekonder ucun mutlaka topraklanması gerekir.

Sekonder ucu topraklanmış bir akım trafosunda oluşacak herhangi bir arızada, arıza akımı topraklanan sekonder uçtan devresini tamamlayacağından, ölçü cihazları ve çalışanlar için herhangi bir tehlikeli oluşturmaz.

ÜLKE		Tekhat Şeması	Prensip Şeması
TÜRK	TEDAŞ		
	TSE		
AMERİKAN			
FRANSIZ			
ALMAN (DIN)			

Akım trafolarının sembolleri

32.2. Gerilim Trafosu

Primer gerilimini dönüştürme oranına göre küçülterek sekonder elemanlarına aktaran transformatördür. Aynı zamanda ölçü ve koruma cihazlarının yüksek gerilim sisteminden yalıtımını da sağlar.

Gerilim trafosu elemanları şunlardır:

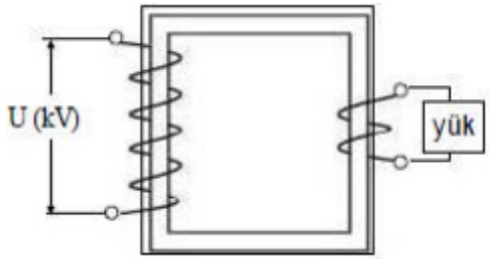
- Primer sargı
- Sekonder sargı
- Manyetik nüve
- Yalıtım malzemesi

32.2.1. Gerilim Trafolarının Yapısı

Gerilim trafoları; paketlenmiş ince silisli saçlardan yapılan manyetik nüve üzerine sarılmış primer, sekonder sargılar ve yalıtkan malzemeden oluşur. Primer sargılar **ince kesitli çok sarımlı**, sekonder sargılar ise **kalın kesitli az sarımlı** olarak imal edilirler.

32.2.2. Akım Trafolarının Çalışma Prensibi

Primer sargıdan geçen akım nüvede değişken bir manyetik akı meydana getirir. Manyetik akı etkisiyle sekonder sargıda aynı frekansta bir gerilim indüklenir. İndüklenen bu gerilim sekonder sargı devresine bağlı olan ölçü ve koruma cihazlarını besler.



Gerilim trafosu

32.2.3. Çeşitleri

İzolasyon Durumuna Göre

- Yağlı tip (Harici Tip)
- Kuru tip (Dahili tip)

Bağlantı Şekline Göre

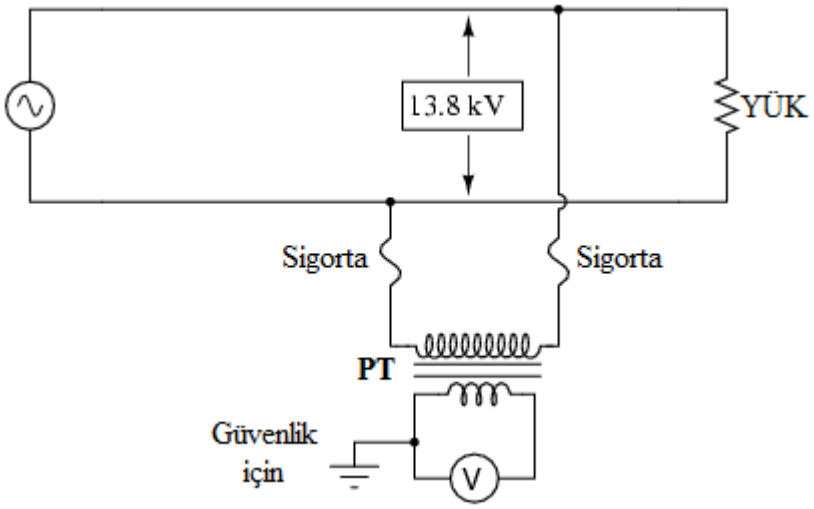
- Faz - toprak arası
- Faz - faz arası

Kullanım Yerine Göre

- Dahili tip
- Harici tip

32.2.4. Gerilim Trafolarının Devreye Bağlanma Şekli

Gerilim trafolarında primer sargı şebekeye paralel olarak bağlanır. Sekonder sargı uçlarına ise ölçü ve koruma cihazlarının gerilim bobinleri yine paralel olarak bağlanır.



Gerilim trafosunun devreye bağlantısı

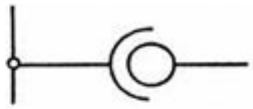
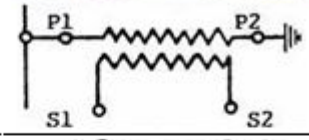
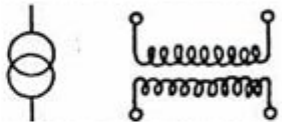
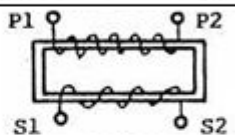
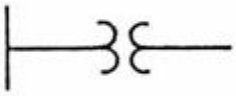
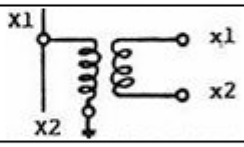
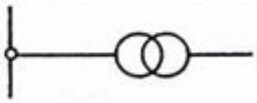
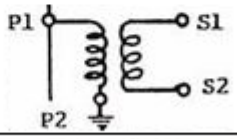
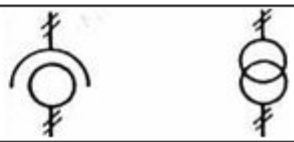
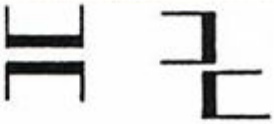
32.2.5. Gerilim Trafolarının Uçlarına Sigorta Takılması

Gerilim trafosu sargılarında veya sekondere bağlı ölçü ve koruma cihazlarında meydana gelebilecek arızalara karşı hem gerilim trafosunu korumak hem de gerilim trafosunun bağlı olduğu yüksek gerilim sisteminin bu arızadan etkilenmesini önlemek amacı ile Primer ve sekonder uçları birer sigorta ile devreye bağlanırlar. Ancak dağıtım tesislerindeki sayaç gerilim trafosu sekonder devresine sigorta konulmaz.

32.2.6. Gerilim Trafosunun Sekonder Sargısının Topraklanması

Primer sargı ile sekonder sargı arasında bir kısa devre oluşursa, primer gerilimi, sekondere bağlı olan ölçü ve koruma cihazlarına uygulanır. Bu durum ise, ölçü ve koruma cihazlarının izolasyonlarının bozulmasına ve çalışan personel için hayati tehlike oluşmasına neden olur. Bu nedenle polarite olmayan sekonder ucun mutlaka topraklanması gerekir.

Sekonder ucu topraklanmış bir akım trafosunda oluşacak herhangi bir arızada, arıza akımı topraklanan sekonder uçtan devresini tamamlayacağından, ölçü cihazları ve çalışanlar için herhangi bir tehlikeli oluşturmaz.

ÜLKE		Tekhat Şeması	Prensip Şeması
TÜRK	TEDAŞ		
	TSE		
AMERİKAN			
FRANSIZ			
ALMAN (DIN)			

Gerilim trafolarının sembolleri

33. WATTMETRE ve GÜÇ ÖLÇME

33.1. Güç Ölçümü

Elektrikli bir cihaza elektrik enerjisi uygulandığında ısı, ışık, hareket gibi bir iş elde edilir. İş yapabilmek için şebekeden güç çekilir. Elektrikli cihazların birim zamanda harcadığı enerji miktarına **güç** denir, P ile gösterilir, birimi Watt'tır (W). Güç akım ve gerilimle doğru orantılıdır.

DC develerinde sadece omik direnç söz konusu iken, Alternatif akımda devrelerinde omik dirençlerin çektikleri güç **aktif**, bobin ve kondansatörlerin çektikleri güç **reaktiftir**. Bundan dolayı AC ve DC devrelerinde güç farklı şekillerde bulunur.

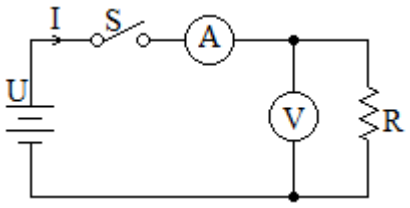
33.2. DC Devrelerinde Güç Ölçme

DC devrelerinde güç iki şekilde ölçülür:

A. Ampermetre-Voltmetre metodu ile güç ölçmek.
B. Wattmetre ile güç ölçmek.

33.2.1. DC Devrelerinde Ampermetre-Voltmetre Metodu İle Güç Ölçme

Devrede ampermetre ve voltmetrenin gösterdiği değerlerin çarpımı gücü verir.



DC devrelerinde Ampermetre ve Voltmetre metodu ile güç ölçme

$$P = U.I$$

Ayrıca ohm kanunu uygulanarak

$$P = I^2.R \qquad P = \frac{U^2}{R}$$

Formülleri de kullanılır.

Örnek: 110V DC gerilimle çalışan bir alıcı devreden 6 A akım çektiğine göre alıcının gücü=?

Çözüm: P=U.I P=110.6= 660 W

Örnek: Direnci 40Ω olan, DC gerilim ile çalışan bir röle 0,2 A akım çektiğine göre rölenin gücünü hesaplayınız.

Çözüm: $P = I^2.R \quad \rightarrow \quad P = 0{,}2^2.40 = 1{,}6\ W$

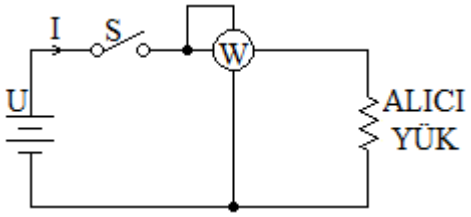
Örnek: Gücü 22W olan bir DC motorun iç direnci 3 kΩ ise çektiği akım ne kadardır?

Çözüm: $P = I^2.R \quad \rightarrow \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} \rightarrow P = \sqrt{\frac{22}{3.000}} = 0{,}085W = 85mW$

Örnek: Gücü 22W olan bir DC motorun iç direnci 3 kΩ ise çektiği akım ne kadardır?

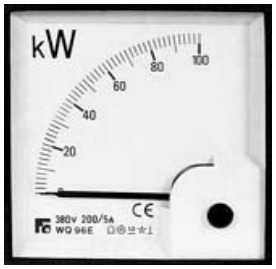
Çözüm: $P = I^2.R \quad \rightarrow \quad I = \sqrt{\frac{P}{R}} \rightarrow P = \sqrt{\frac{22}{3.000}} = 0{,}085W = 85mW$

33.2.2. DC Devrelerinde Wattmetre İle Güç Ölçme



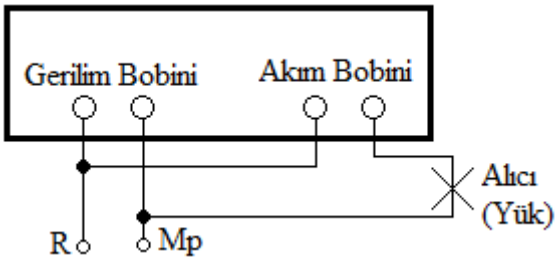
DC devrelerinde Wattmetre ile ölçme

Güç ölçen aletlere wattmetre denir. Wattmetre doğrudan alıcının gücünü gösterir. DC devrelerinde güç P=U.I formülüyle bulunur. Yani güç ölçümünde hem akımın hem de gerilimin ölçülmesi gerektiğinden wattmetreler akım ve gerilim bobinden meydana gelmiştir. Akım bobini devreye seri bağlanır, gerilim bobini devreye paralel bağlanır.



Analog Wattmetre

Dijital Wattmetre



Wattmetrenin devreye bağlantısı

33.3. AC Devrelerinde Wattmetre İle Güç Ölçme

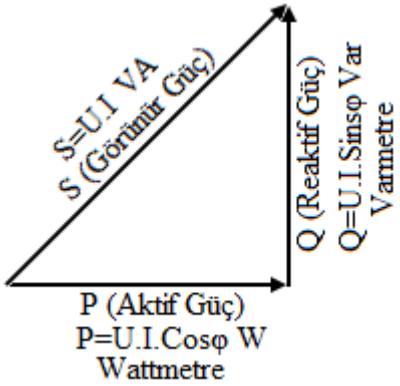
AC devrelerde sadece aktif güç değil başka güçler de söz konusudur. Bunlar;

33.3.1. Bir Fazlı Devrede;

$P = U.I.cos\varphi$	(Aktif güç)	W (wattmetre)
$Q = U.I.Sin\varphi$	(Reaktif güç)	Var (Varmetre)
$S = U.I$	$(Görünür\ Güç)(Kör\ Güç)$	VA

Aktif gücün görünür güce oranı güç faktörünü verir. Güç faktörü cosφ ile gösterilir değeri 0 ile 1 arasındadır.

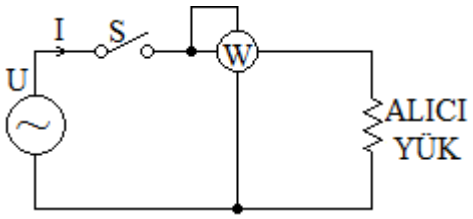
$$Cos\varphi = \frac{P}{S}$$



Güç Üçgeni

AC devrelerinde eğer devre omik ise (lâmba, ütü gibi) akım ile gerilim arasında faz farkı yoktur. Omik devrelerde güç P=U.I

Alternatif akım devrelerinde, wattmetre; ampermetre, voltmetre ve fazmetreye karşılıktır. AC devrelerde wattmetrelerle güç ölçülürken akım ve gerilim bobinlerinden geçen akım aynı polaritede (yönde) değilse ibre ters sapar. Bu durumda akım veya gerilim bobinlerinin uçlardan biri yer değiştirilmelidir.



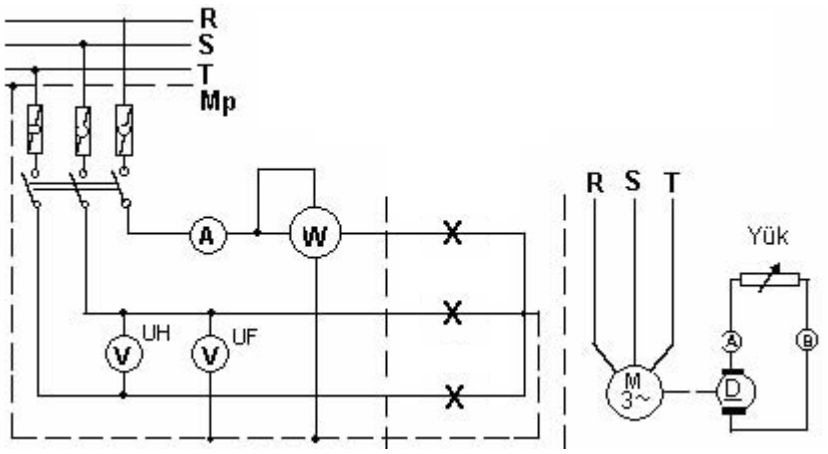
1 fazlı AC devrelerinde wattmetre ile ölçme

33.3.2. Üç Fazlı Devrede;

Üç fazlı devreler dengeli 3 fazlı ve dengesiz 3 fazlı devreler olmak üzere iki kısma ayrılır. Dengeli olması demek üç fazdan çekilen akımın eşit olması demektir.

1. **Üç fazlı dengeli sistemlerde** her fazdan çekilen güç aynı olduğundan, bir fazlı wattmetre üç fazlı alıcının fazlarından herhangi birine bir fazlı devrelerdeki gibi bağlanır. Üç fazlı dengeli sistemlerde bir wattmetre ile ölçme yapılıyorsa ölçülen değer üçle çarpılarak toplam güç bulunur.

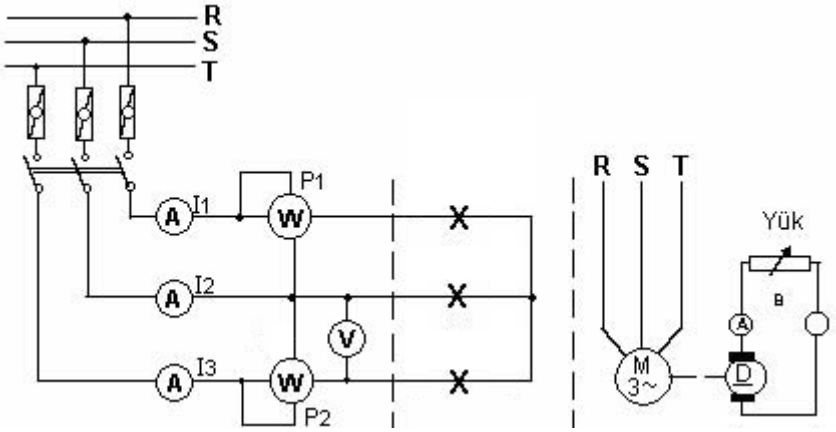
$$P=3.P_1$$



1 fazlı Wattmetre bağlantısı $P=3.P_1$

2. **Üç fazlı dengeli yüklü sistemlerde** iki wattmetre ile ölçme yapılacaksa Aron bağlantı yapılıp iki wattmetrenin ölçtüğü değer toplanarak toplam çekilen güç bulunur. Bağlanacak wattmetrelerin gerilim bobinleri 380 Voltluk olmalıdır.

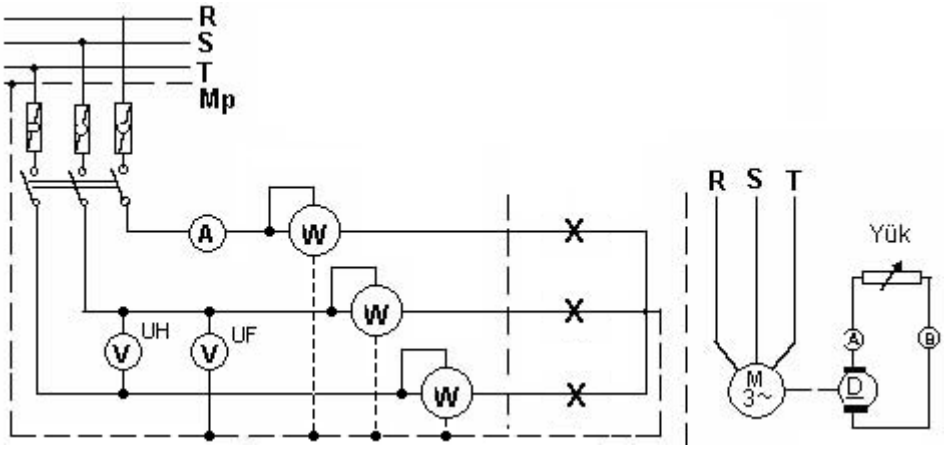
$\cos\varphi<0{,}5$ ise $P=P1-P2$ $\cos\varphi>0{,}5$ ise $P=P1+P2$



Aron bağlı Wattmetre bağlantısı $P=P_1+P_2$ ($\cos\alpha>0.5$)

3. **Üç fazlı dengesiz devrelerde** güç ölçme yönteminde bir fazlı üç adet wattmetre ile veya üç fazlı wattmetre ile ölçme yapılabilir. Üç wattmetre metodu bağlantı zorluğu ve üç adet wattmetre ihtiyacı nedeniyle çok kullanışlı değildir.

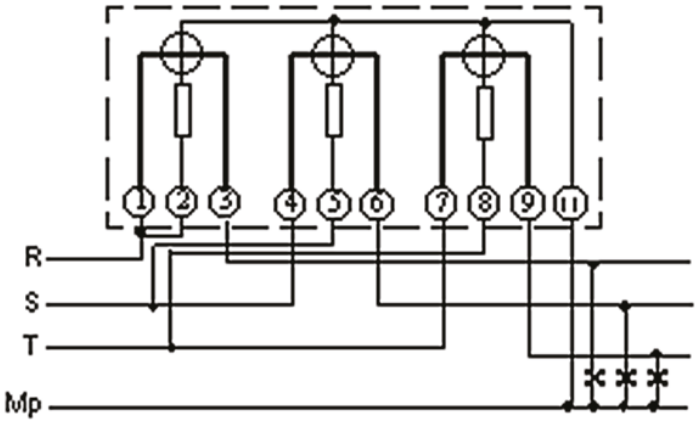
P=P1+ P2 +P3



3 fazlı Wattmetre bağlantısı $P=P_1+ P_2 +P_3$

33.4. Üç fazlı Wattmetre bağlantısı

Üç wattmetre ile güç ölçme, bağlantı zorluğu ve üç wattmetre ihtiyacı nedeni ile kullanışlı bir yöntem değildir, daha maliyetlidir. Bunun yerine üç fazlı wattmetreler kullanılır. Üç fazlı wattmetrelerin üç akım bobini, ayrı ayrı birer fazlara bağlanır, gerilim bobinleri ise birer uçları kendi faz girişlerine diğer uçları da birleştirip nötr hattına bağlanır.



Üç fazlı wattmetre bağlantısı

Üç fazlı wattmetre

13. HAFTA

34. COSφMETRE ve GÜÇ KATSAYISI ÖLÇÜMÜ

Alternatif akım devrelerinde, devre endüktif veya kapasitif ise akım ile gerilim arasında faz farkı vardır. Bu fark açı ile gösterilip bu açının cosinüsüne güç katsayısı veya güç faktörü denir. İşletmelerde aktif enerji dışında harcanan reaktif enerji de sayaçlar aracılığı ile ölçülüp ücreti TEDAŞ tarafından alınmaktadır. Reaktif güç faydalanılmayan güç olup bu gücün azaltılması mümkündür. Güç kaybının önlenmesi için öncelikle güç faktörünün ölçülmesi gerekir. Güç katsayısı direkt veya endirekt ölçülebilir. Direkt ölçen aletlere Cosφmetre denir.

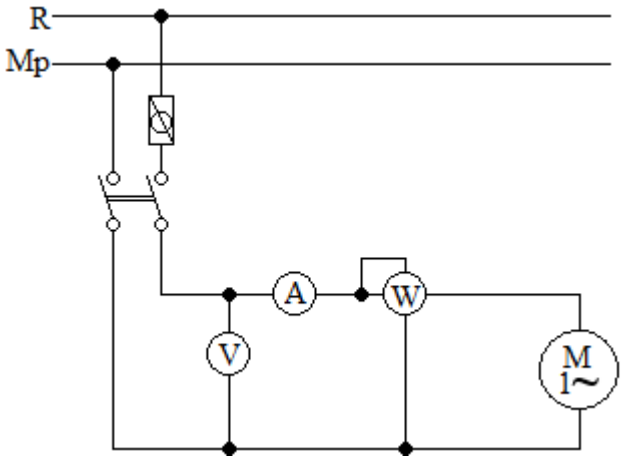
Güç faktörü iki yöntem ile ölçülür:

1. Ampermetre, voltmetre ve wattmetre yardımıyla güç katsayısı ölçme,
2. Cosφmetre ile güç katsayısı ölçmek.

34.1. Ampermetre, Voltmetre ve Wattmetre Yardımı İle Güç Katsayısı Ölçme

34.1.1. Bir Fazlı Devrelerde

Burada alınan değerler aşağıdaki formülde yerine konursa Cosφ bulunabilir.



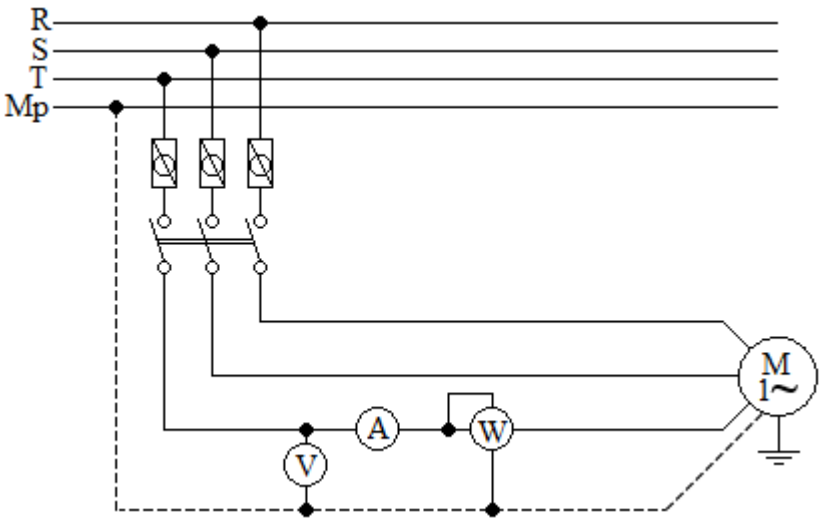
1 fazlı devrelerde ampermetre, voltmetre ve wattmetre metodu ile cosφ ölçmek

$$\boldsymbol{Cos\varphi = \frac{P}{U.I}}$$

34.1.2. Üç Fazlı Dengeli Devrelerde

Aşağıdaki ölçü aletlerinde okunan değerler formüllerde yerine konularak Cosφ bulunur.

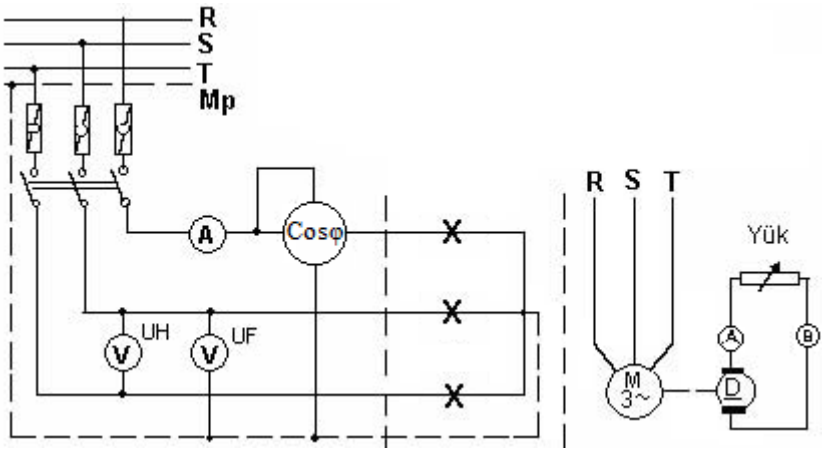
$$\boldsymbol{Cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{3}.U.I}}$$



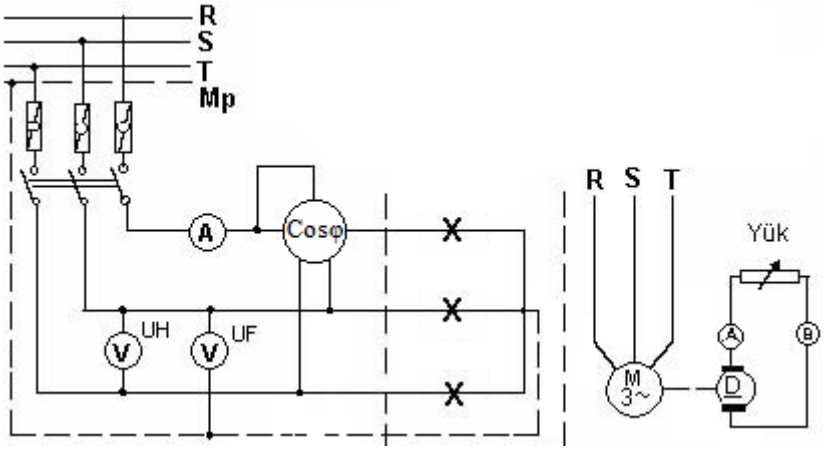
3 fazlı dengeli devrelerde ampermetre, voltmetre ve wattmetre metodu ile cosφ ölçmek

34.2. Cosinüsfimetre İle Güç Katsayısı Ölçme

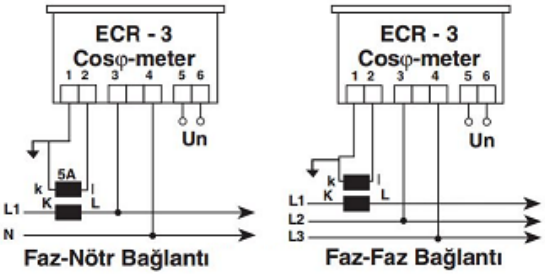
Daha önceki anlatılan yöntem ile Cosφ değerinin ölçülmesi işletmelerde tercih edilen bir yöntem değildir. Cosφ değerinin doğrudan ölçülebilmesi gerekir. Bu amaçla yapılan cihazlara **fazmetre** veya **Cosφmetre** adı verilir. Akım bobini seri, gerilim bobini paralel bağlanır. Bir ve üç fazlı olarak imal edilirler.



Bir fazlı Cosφmetrenin devreye bağlanması



Üç fazlı Cosφmetrenin devreye bağlanması

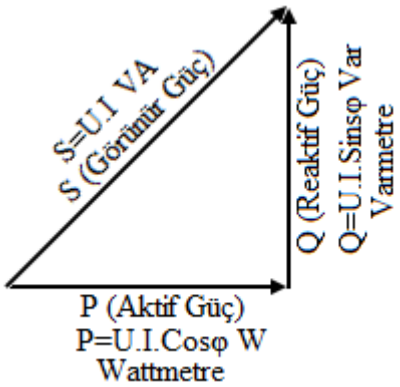


Analog Cosφmetre *Dijital Cosφmetre.* *Cosφmetre bağlantısı*

Bir fazlı ve üç fazlı dijital Cosφmetrenin bağlantı şemasında görüldüğü gibi işletmeye uygun bir akım trafosuyla şebekeye bağlanmalıdır. Bağlantı yapılırken, Cosφmetrenin besleme geriliminin akım trafosunun bağlandığı aynı fazdan alınmasına çok dikkat edilmelidir (Un: Besleme gerilimidir).

35. REAKTİF GÜÇ ÖLÇÜMÜ ve VARMETRE

Alternatif akım devrelerinde endüktif (bobin) ve kapasitif (kondansatör) alıcı olmaları durumumda devrede reaktif güç (kör güç = iş yapmayan güç) oluşmaktadır. Bu gücü ölçen aletlere varmetre denir. Wattmetrelerin içinde küçük bir değişiklik yaparak varmetre yapılmaktadır. Bir ve üç fazlı devrelerde reaktif güç ölçmek için varmetreler aynen wattmetreler gibi devreye bağlanır. 3~ dengeli bir sistemde; 1 hattın reaktif gücü ölçülüp üç ile çarpımından toplam kör güç bulunabilir.

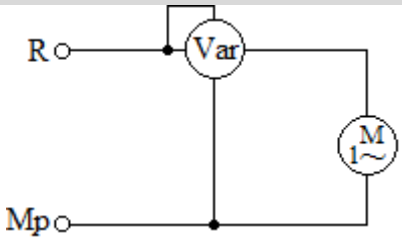


1~ devrede;

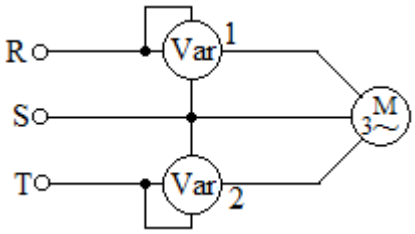
$P = U.I.cos\varphi$	(Aktif güç)	W (wattmetre)
$Q = U.I.Sin\varphi$	(Reaktif güç)	Var (Varmetre)

3~ devrede;

$P = \sqrt{3}.U.I.cos\varphi$	W (wattmetre)
$Q = \sqrt{3}.U.I.Sin\varphi$	Var (Varmetre)



1~ derede Varmetre bağlantısı



3~ devrede Varmetre bağlantısı

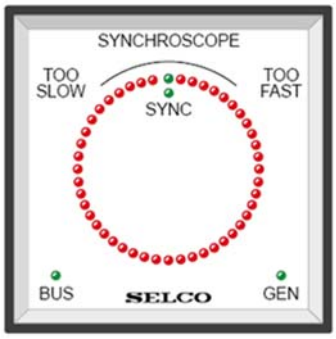
Dijital ve analog Varmetreler

36. SENKRONOSKOPLAR

Elektrik santrallerinde üretilen enerjileri ortak kullanabilmek için alternatörler birbirlerine paralel bağlanarak devreye girer ve çıkarlar. Yani birçok alternatör şebeke yükünü birlikte yüklenirler. Bağlandıkları sistemin adı enterkonnekte sistemidir. Alternatörlerin paralel bağlanması için şu şartların yerine gelmesi gerekir:

3. Alternatörlerin gerilimleri birbirine eşit olmalıdır.
4. Alternatörlerin frekansları birbirine eşit olmalıdır.
5. Alternatörlerin gerilimleri arasında faz farkı olmamalıdır.
6. Alternatörlerin Faz sıraları (senkronizm anı) aynı olmalıdır.

Senkronizm anı senkronoskop cihazları ile belirlenir. Senkronoskoplar, iki alternatörün gerilimleri arasındaki faz farkının aynı olmasını saptarlar.



Çeşitli Senkronoskoplar

Senkronoskop kadranının üst orta noktasında bir işaret çizgisi ve bunun hemen altında birbirine zıt iki ok vardır. Sol tarafı gösteren okun üzerinde yavaş (slow), sağ tarafı gösteren okun üzerinde hızlı (fast) yazılıdır. İbre üst orta noktadaki işareti gösterene kadar paralel bağlanacak alternatörün devrinin ayarlanması gerekir. Çünkü alternatörün dönmesi üretilen frekansı etkiler. Yani senkronoskop, hem gerilimlerin aynı fazda olup olmadıklarını hem de iki alternatör arasındaki frekans farkını gösterir.

37. İŞ ve ENERJİ ÖLÇÜMÜ

Elektrik enerjisinin zaman içerisinde harcanması işi oluşturur, W ile gösterilir Elektrik sayaçları ile ölçülür. Elektrik sayaçları harcanan elektrik enerjisini kWh (kilowatt saat) olarak ölçerler.

$$W = P.t$$

37.1. Elektrik Sayaçları

Alternatif akım devrelerinde, üretilen veya tüketilen elektrik enerjisinin miktarını ölçen cihazlara denir. Elektrik enerjisi Watt-saat (Wh) olarak belirtilir. Pratikte daha çok kWh veya MWh kullanılır. Elektrik sayacı bir tarafından wattmetre gibi devrenin gücünü ölçerken diğer tarafından zaman içinde değişen bu güçlerin zamanla çarpımlarını toplayıp kWh veya MWh olarak kaydeder. Kısacası elektrik sayacı şunları yapar;

- Gücü ölçüyor
- Güç ile zamanı çarpıyor
- Verileri topluyor

Elektrik sayaçları bir ve üç fazlı olmak üzere iki şekilde imal edilirler. Şebekeden alıcıların omik, endüktif ve kapasitif durumuna göre aktif gücün yanı sıra reaktif güç de çekilir.

P =	U.I.Cosφ	kW (Aktif güç)
Q =	U.I.Sinφ	kVar (Reaktif güç)
Aktif Tüketim =	P.h	Kilowatt saat (kWh)
Reaktif Tüketim =	Q.h	Kilovar saat (kVarh)

Elektrik sayaçları çalışma sistemine göre;

1. Mekanik (İndüksiyon) sayaçlar
2. Elektronik (Dijital) sayaçlar

Olarak iki çeşit imal edilirler. Elektronik sayaçlarda ölçülen iş dijital ekrandan okunur.

Mekanik (İndüksiyon) Sayaçları *Dijital Sayaç*

Günümüzde dijital elektrik sayaçlarını kullanma zorunluluğu vardır. Dijital sayaçlar günün farklı saatlerinde farklı ücretlendirme yapabilme özelliklerine de sahiptirler.

İmalat şekli ve bağlantılarına göre elektrik sayaçları;

1. Bir fazlı (Monofaze) sayaçlar
2. Üç fazlı (Trifaze) sayaçlar

Ölçülecek enerjinin cinsine göre sayaç çeşitleri;

1. Aktif enerji sayaçları
2. Reaktif enerji sayaçları
3. Aktif ve reaktif enerjiyi birlikte ölçen (kombi) sayaçlar

Monofaze Aktif Sayaç

Trifaze Aktif Sayaç

Kombi Sayaç

37.2. Dijital Sayaçlar

Dijital sayaçlar akım ve gerilim bilgilerini elektronik devreler yardımı ile değerlendirip, mikro kontrol ünitesi ile tüketilen enerji değerlerini hesaplar. Sayaç ekranından tüketim büyüklükleri, sayaç etiket bilgileri, tüketimlerle ilgili tarih, saat, tarife bilgileri ve sayaca dışarıdan yapılan müdahaleler de izlenebilir. Dijital sayaçlar bu bilgileri saklayan ve istenildiğinde geçmişe yönelik bilgilerin alınabilmesini sağlayan, silinmeyen bir hafıza ünitesine (EEPROM) sahiptirler.

Dijital sayaçların gelişmiş (kombi) modellerinde aşağıdaki parametreleri okumak ve kayıt altına almak tek bir cihaz ile mümkündür.

- Aktif (kWh),
- Endüktif reaktif (kVarh),
- Kapasitif reaktif (kVarh),

- Görünür güç (kVA),
- Anlık güç (demant-kW),
- Akım (A),
- Gerilim (V),
- Çift yönlü enerji (alınan, satılan)

Dijital sayaçların önemli bir özelliği de sayaç ön yüzünde bulunan "Optik Port" ünitesi yardımı ile anlık ve geçmişe yönelik tüm bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılabilmesidir. Ayrıca, endeksör cihazları ile sayaçtaki tüketim bilgileri anında faturaya dönüştürülmektedir. Bununla birlikte, sayaca uygun donanımlar tesis edilerek data hatlarıyla veya GSM şebekesi ile tüm bu bilgilere uzaktan erişmek de mümkündür.

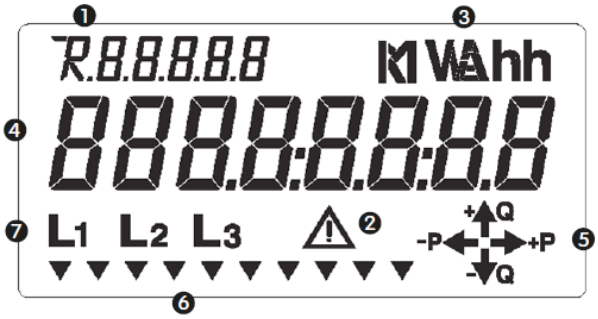
Sayacın çalışması mekanik sayaçlarda diskin dönmesiyle, Dijital sayaçlarda ise impuls led'i yardımıyla (ışıklı) izlenir.

	OBİS KODU	**TARİFE (SEMBOL)**	**DEĞER FORMATI**	**BİRİM FORMATI**	**AÇIKLAMA**
1	0.0.0		12345678		Sayaç seri no
2	0.9.1		11:00:30	Saat.Dak.San.	Gerçek saat göstergesi
3	0.9.2		4.11.2010	Yıl-Ay-Gün	Gerçek Tarih Bilgisi
4	1.6.0	P	12.345.678	kW	Ay içindeki max demant
5	1.8.0	T	12.345.678	kWh	Toplam Aktif Enerji
6	1.8.1	T1	12.345.678	kWh	T1 (Gündüz tarifesindeki toplam enerji)
7	1.8.2	T2	12.345.678	kWh	T2 (Puant tarifesindeki toplam enerji)
8	1.8.3	T3	12.345.678	kWh	T3 (Gece tarifesindeki toplam enerji)
9	1.8.4	T4	12.345.678	kWh	T4 (Yedek tarife)
10	5.8.0	Ri	12.345.678	kVArh	Toplam Endüktif Reaktif Enerji
11	8.8.0	Rc	12.345.678	kVArh	Toplam Kapasitif Reaktif Enerji

Dijital elektrik sayacı ekranında görülen etiket ve tüketim bilgileri

Üç Zamanlı Tarife Saatleri			
Zaman Dilimi	**Gündüz T1** **1.8.1**	**Puant T2** **1.8.2**	**Gece T3** **1.8.3**
Saatler	06:00-17:00	17:00-22:00	22:00-06:00
Birim Enerji Bedeli	**Normal**	**Pahalı**	**İndirimli**
Enerji kWh Fiyatı	0,40 TL	0,62 TL	0,25 TL
	analog sayaçların aynı fiyata	analog sayaçların 1,5 katı	analog sayaçların yarısı fiyatına

Tarife zaman dilimleri ve ücretleri



1 Tanımlayıcı
2 Hata / uyarı sembolü
3 ölçülen değerin birimi
4 ölçülen değer
5 Enerji yön göstergesi
6 Durum göstergeleri
7 Faz göstergesi

Bir dijital sayaç ekran özellikleri

	Sistem pili zayıf uyarısı
	Zaman saati pili zayıf uyarısı
	Zaman saati hatası uyarısı
1	Üst kapak açıldı uyarısı
2	Klemens kapağı açıldı uyarısı
L1 L2 L3	Faz gerilimi göstergesi (kesik olan faz ekranda görülmez.)
T1 T2 T3 T4	Aktif tarifeyi belirtir. (sayaç o an hangi tarifede çalışıyorsa, o tarife ekranda görülür.)
Ri	İndüktif reaktif tüketim
Rc	Kapasitif reaktif tüketim
+Q -P +P -Q	Enerji yönü kadranı

Elektronik Sayaç LCD Ekran Bilgi ve Uyarı Mesajları

37.2.1. Dijital Sayaçların Özellikleri ve Üstünlükleri

Dijital sayaçlar aşağıda belirtilen bazı üstün özelliklere ve avantajlara sahiptirler.

1. Hassas ölçme,
2. Kalıcı hafıza,
3. Optik okuma ve haberleşme,
4. Müdahaleleri algılama ve kaydetme,
5. Kaçak kullanıma elverişli olmaması,
6. Enerjisiz durumda okuma,
7. Ters akım bağlantısında doğru ölçüm,
8. Geriye dönük bilgi kaydı,
9. Bağlantı hatası ihbarları (Kombilerde),
10. Faz kesilme ve faz sırası yanlışlığı algılaması (Kombilerde),
11. Çok tarifeli ölçüm fonksiyonları,
12. Aktif, Endüktif reaktif ve Kapasitif reaktif ölçümlerinin tek bir sayaçtan yapılabilmesi (Kombilerde),

13. Sayaç iç arızalarında kodlu ve uyarılı mesaj (Pil zayıflaması, gerçek zaman saati bozulması vb.),
14. Çift yönlü enerji ölçümü (Alınan ve satılan enerji bazı modellerde),

Alçak gerilim şebekelerinde, alıcıların gücünün yüksek olmadığı ev gibi yerlerde sayaçlar devreye doğrudan doğruya bağlanırlar. Direkt olarak bağlanan sayaçlar 1 fazlı devrelerde 220 volt, üç fazlı devrelerde 380 voltta çalışacak şekilde yapılırlar.

Monofaze sayaç akım değerleri **:** 10 (40)-20 (60)- 20 (80) amper.

Trifaze sayaç akım değerleri **:** 10 (30)-20 (60)-30 (75) amper kullanılmaktadır.

Ancak bundan daha büyük akım ve gerilim değerleri için ise 3x../5A dediğimiz akım trafolu veya hem akım, hem de gerilim trafolu sayaçlar kullanılır.

37.3. Mühürleme Koşulları

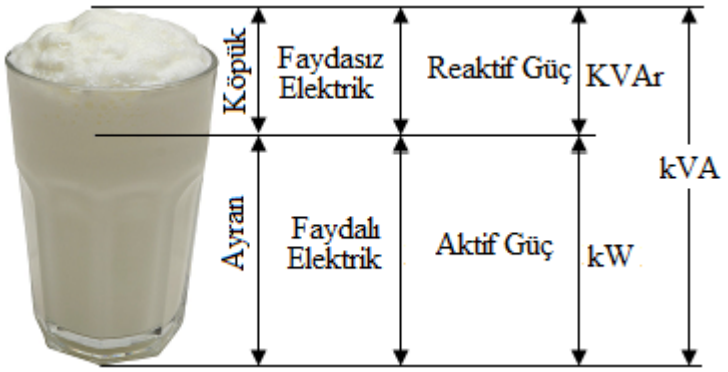
Sayaç enerji satışına esas tüketim tespit araçları olduklarından mutlaka mühürlenmelidirler. Sayaç devrelerinde mühürlenecek bölümler ve araçlar şunlardır;

1. Sayaç klemens kapağı,
2. Sayaç ön kapak (Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Mühürü),
3. Sayaç panosu kapağı,
4. Akım ve gerilim trafoları klemens kapakları,
5. YG ölçü hücresi kapısı,
6. Gerilim trafosu ayırıcı kolu,
7. Gerilim trafosu sigortaları,

Mühürleme yapıldıktan sonra mutlaka mühürleme tutanağı (protokolü) tanzim edilmeli ve müşteri temsilcisi ile en az iki yetkili tarafından imzalanmalıdır.

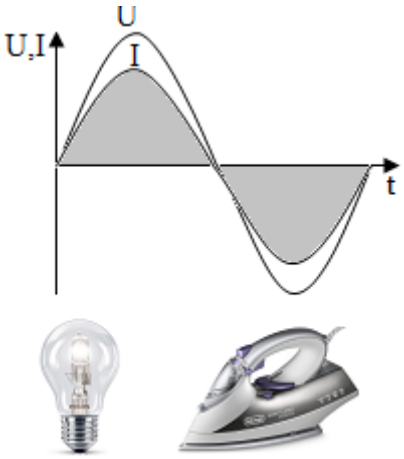
37.3. Reaktif Sayaçlar

Şebekeye bağlı bir alıcı, eğer bir motor, bir trafo veya bir flüoresan lamba ise, bunlar hem iş yapmak için aktif bir akım, hem de manyetik alanlarının temini için, şebekeden reaktif bir akım çekerler. Sadece motorda manyetik alan doğurmaya yarayan, iş yapmayan reaktif akım, havai hatta trafoda, tablo, şalterler ve kabloda lüzumsuz yere kayıplara sebebiyet vermektedir.

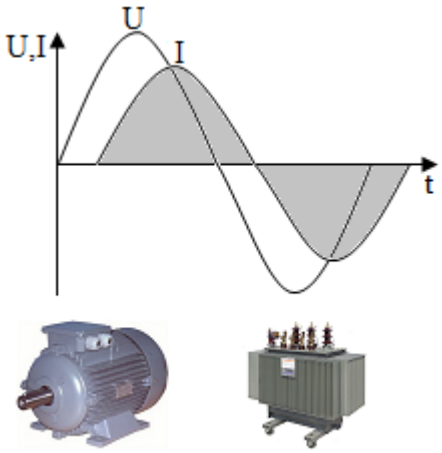


Reaktif enerji

Örnek olarak köpüklü ayranda köpük faydalı bir enerji olmadığı için reaktif enerjiye, aranın kendisi ise faydalı olduğundan aktif enerjiye örnek gösterilebilir.



Sadece Aktif Güç Çeken Alıcı



Aktif ve Reaktif Güç Çeken Alıcı

Santralde üretilen bir enerji, aktif ve reaktif akım olarak bütün alıcılara kadar beraberce akarlar. Önemli ölçüde gerilim düşmesine ve güç kaybına neden olarak, enerji iletim hatlarını ve transformatörleri boş yere yükleyen reaktif gücün önlenmesi gerekmektedir.

Reaktif akımın santralden alıcıya kadar taşınması sırasında büyük ekonomik kayıp yaşanmaktadır. İşte bu reaktif enerjinin santralden sağlanması yerine, motora en yakın bir yerden kondansatör sistemiyle temin edilmesi sayesinde, santralden motora kadar mevcut bütün tesisler, bu reaktif akımın taşınmasından ve yükünden arınmış olacaktır.

Reaktif enerjinin kompanze edilmesi (karşılanması) ülke ekonomisi için kaçınılmazdır.

Örnek olarak: 10 kW'lık bir elektrikli *ısıtma* cihazını alternatif akımla beslersek, sistemden sinüzoidal olarak gerilimle eş zamanlı olarak akım da çekilecektir. Burada yük *omik* olduğu için sistemin çektiği akım gerilimle *aynı fazda* olacaktır.

Isıtıcı yerine bir elektrik *motoru* bağlarsak gerilimle akım aynı fazda olmayacak akım biraz daha geriden gelecektir. Bu durumda reaktif sayaç da enerji ölçecektir. Bu yüzden, endüktif (motor) yükle şebekeden güç çekiyorsanız, dağıtım şirketi sizden reaktif güç bedeli talep edecektir.

Reaktif güç değerinin, aktif gücün %20'e kadar herhangi bir cezası yok. %20'sinden sonrakine ise reaktif ceza uygulanır. Endüktif yüke paralel olarak kondansatör grupları kullanılarak faz kayması kompanze edilirse reaktif güç bedeli ödemeye gerek kalmayacaktır.

Aşağıdaki kullanıcıların kompanzasyon panosu yaptırmalarına gerek yoktur:

- Mesken aboneleri
- Tek fazla beslenen aboneler
- Bağlantı gücü 15 kW'a (dahil) kadar olan aboneler

Reaktif enerji tarifesi; yukarıda belirtilenler dışında kalan ve tek veya çift terimli tarifeden elektrik enerjisi alan abonelere aşağıdaki belirtilen şartlar dâhilinde uygulanır:

- 15 kW sonrası için endüktif
- 45 kW sonrası için kapasitif sayaç kullanımı zorunludur.

Yapılmadığı durumda % 90 reaktif kullandığı varsayılarak elektrik fatura bedeline ilave edilir.

Enerjisi TEDAŞ'a ait trafodan beslenen işletmelerde:

Endüktif tüketim oranı = Endüktif / Aktif x100 %33 den sonrası cezalı.

Kapasitif tüketim oranı = Kapasitif / Aktif x100 %20 den sonrası cezalı.

Kendisine ait yüksek gerilim trafosu olan işletmelerde.

Endüktif tüketim oranı = Endüktif / Aktif x100 %20 den sonrası cezalı.

Kapasitif tüketim oranı = Kapasitif / Aktif x100 %15 den sonrası cezalı

Bu oranı aşan işletmeler cezalı duruma düşerler. Ev ve küçük işyerlerinde çalıştırılan endüktif özellikteki alıcılar reaktif enerji çekerler fakat bu güç çok küçük olduğundan böyle aboneler için reaktif enerji sayacı istenmez. Bu nedenle reaktif sayaçlar sadece 3 fazlı olarak yapılırlar.

14. HAFTA

38. Enerji Tüketim Bedeli

Sayaç endeks tüketim kodları;

T (1.8.0) : Toplam aktif güç

Ri (5.8.0) : Endüktif reaktif güç

Rc (8.8.0) : kapasitif reaktif güç

Faturalandırmada bir önceki faturaya göre farkı alınır. En son okunan endeks değerlerinden bir önceki endeks değerleri çıkarılır. Akım trafosu varsa onun oranıyla ve elektrik birim fiyatıyla çarpılır. Reaktif tüketim oranı %20'yi, kapasitif tüketim oranı %15'i geçerse cezaya girilmiş olur. Eğer her ikisi birden cezaya girerse, bedeli en yüksek olan reaktif cezanın bedeli ödenir (endüktif ya da kapasitiften sadece birinin). Cezaya girilirse tüketilen miktarın ücreti ödenir.

Aktif Tutar = harcanan endeks x Akım trafosu oranı x aktif enerji birim fiyatı

Endüktif tüketim oranı = Endüktif / Aktif x100 %20 den sonrası ödenir

Kapasitif tüketim oranı = Kapasitif / Aktif x100 %15 den sonrası ödenir

Örnek 1.

Eylül ayı endeks değerleri:	Ekim ayı endeks değerleri:
T = 1.000 kW	T = 1.100 kW
Ri = 40 kVAr	Ri = 55 kVAr
Rc = 45 kVAr	Rc = 57 kVAr

Akım trafosu 100/5 (20), aktif güç birim fiyatı =0,21 TL ise; reaktif güç birim fiyatı = 0,11 TL

Çözüm 1.

Aktif güç tüketimi = 1.100-1.000 = 100 kW

Endüktif güç tüketimi = 55 – 40 = 15 kVAr

Kapasitif güç tüketimi = 57 – 45 = 12 kVAr

Endüktif tüketim oranı = 15 / 100 x 100 = %15 < %20 olduğundan ödenmez

Kapasitif tüketim oranı = 12 / 100 x 100 = %12 < %15 olduğundan ödenmez

Aktif Tutar = 100.20.0,21 = **420TL + KDV**

Örnek 2.

Eylül ayı endeks değerleri:	Ekim ayı endeks değerleri:
T = 1.000 kW	T = 1.050 kW
Ri = 100 kVAr	Ri = 115 kVAr
Rc = 90 kVAr	Rc = 95 kVAr

Akım trafosu 200/5 (40), aktif güç birim fiyatı =0,21 TL ise; reaktif güç birim fiyatı = 0,11 TL

Çözüm 2.

Aktif güç tüketimi	= 1.050-1.000	= 50 kW
Endüktif güç tüketimi	= 115 – 100	= 15 kVAr
Kapasitif güç tüketimi	= 95 – 90	= 5 kVAr
Endüktif tüketim oranı	= 15 / 50 x 100	= %30 > %20 olduğundan ödenir
Kapasitif tüketim oranı	= 5 / 50 x 100	= %10 < %15 olduğundan ödenmez
Aktif Tutar	= 50.40.0,21	= 420 TL + KDV
Reaktif Tutar	= 15.40.0,11	= 66 TL + KDV
Toplam tutar	= 420 + 66	**= 486 TL + KDV**

Örnek 3.

Eylül ayı endeks değerleri:	Ekim ayı endeks değerleri:
T = 1.000 kW	T = 1.050 kW
Ri = 100 kVAr	Ri = 115 kVAr
Rc = 90 kVAr	Rc = 110 kVAr

Akım trafosu 200/5 (40), aktif güç birim fiyatı =0,21 TL ise; reaktif güç birim fiyatı = 0,11 TL

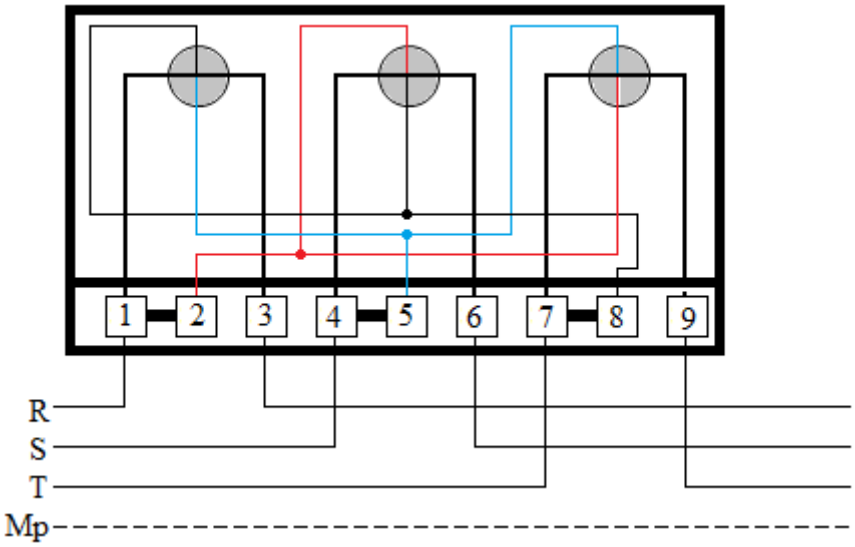
Çözüm 3.

Aktif güç tüketimi	= 1.050-1.000	= 50 kW	
Endüktif güç tüketimi	= 115 – 100	= 15 kVAr	
Kapasitif güç tüketimi	= 110 – 90	= 20 kVAr	
Endüktif tüketim oranı	= 15 / 50 x 100	= %30 > %20 olduğundan ödenir	
Kapasitif tüketim oranı	= 20 / 50 x 100	= %40 > %15 olduğundan ödenir	
Aktif Tutar	= 50.40.0,21	= 420 TL + KDV	
Reaktif Tutar	= 15.40.0,11	= ~~66 TL + KDV~~	Büyük olan ödenir.
Kapasitif Tutar	= 20.40.0,11	= 88 TL + KDV	
Toplam tutar	= 420 + 88	**= 508 TL + KDV**	

39. SAYAÇLARIN DEVREYE BAĞLANMASI

Sayaçların bağlanması üç şekilde yapılır:

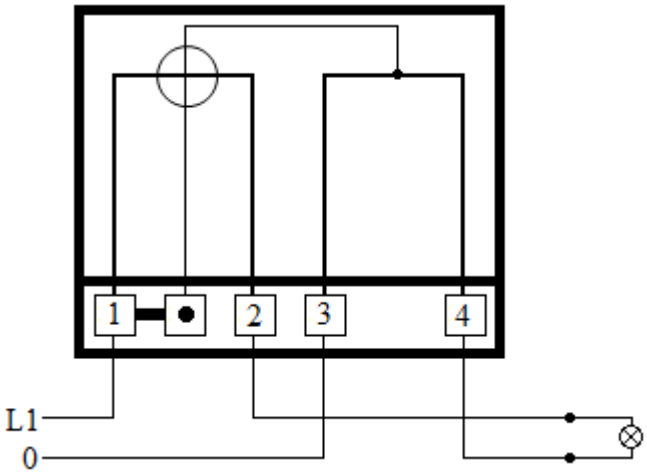
1. Direkt bağlama
2. Akım ölçü transformatörü ile bağlama
3. Akım ve gerilim ölçü transformatörü ile bağlama



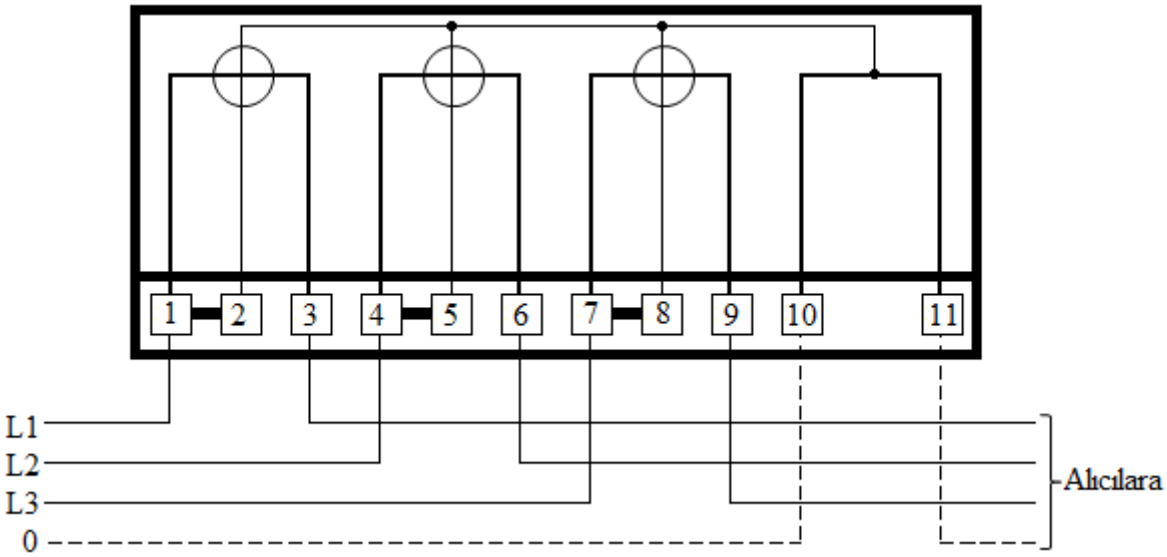
Reaktif sayacın iç bağlantısı

39.1. Direkt Bağlama

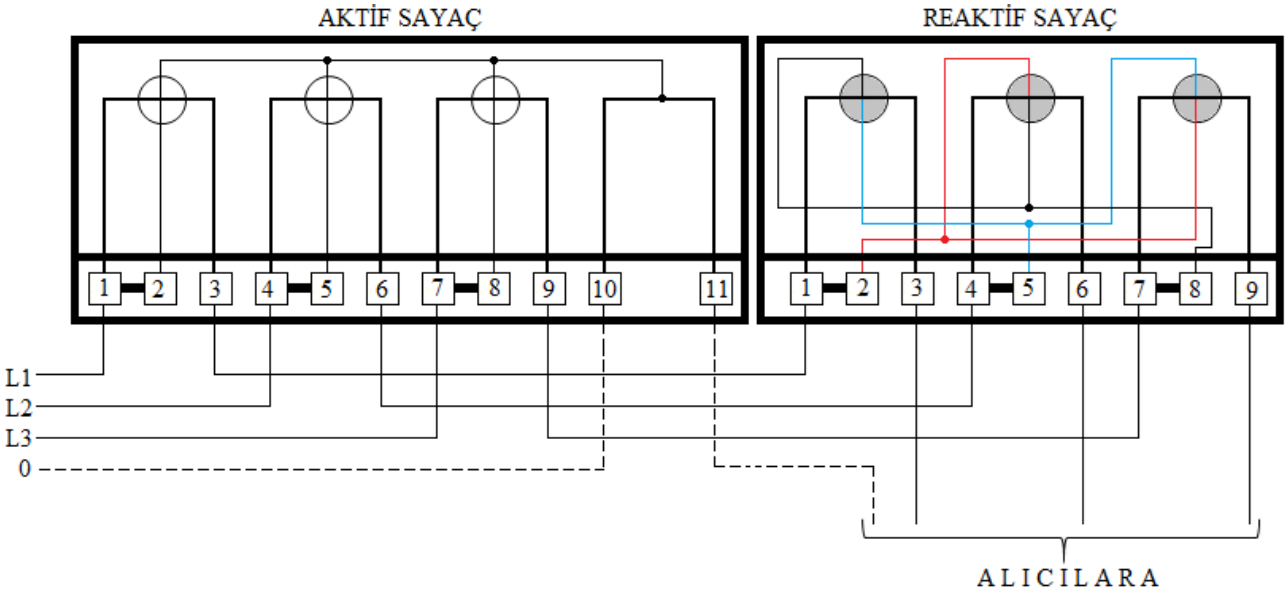
Alçak gerilim şebekelerinde, alıcıların gücünün yüksek olmadığı ev gibi yerlerde sayaçlar devreye doğrudan doğruya bağlanırlar. Direkt olarak bağlanan sayaçlar 1 fazlı devrelerde 220 volt, üç fazlı devrelerde 380 voltta çalışacak şekilde yapılırlar.



Monofaze sayaç bağlantısı



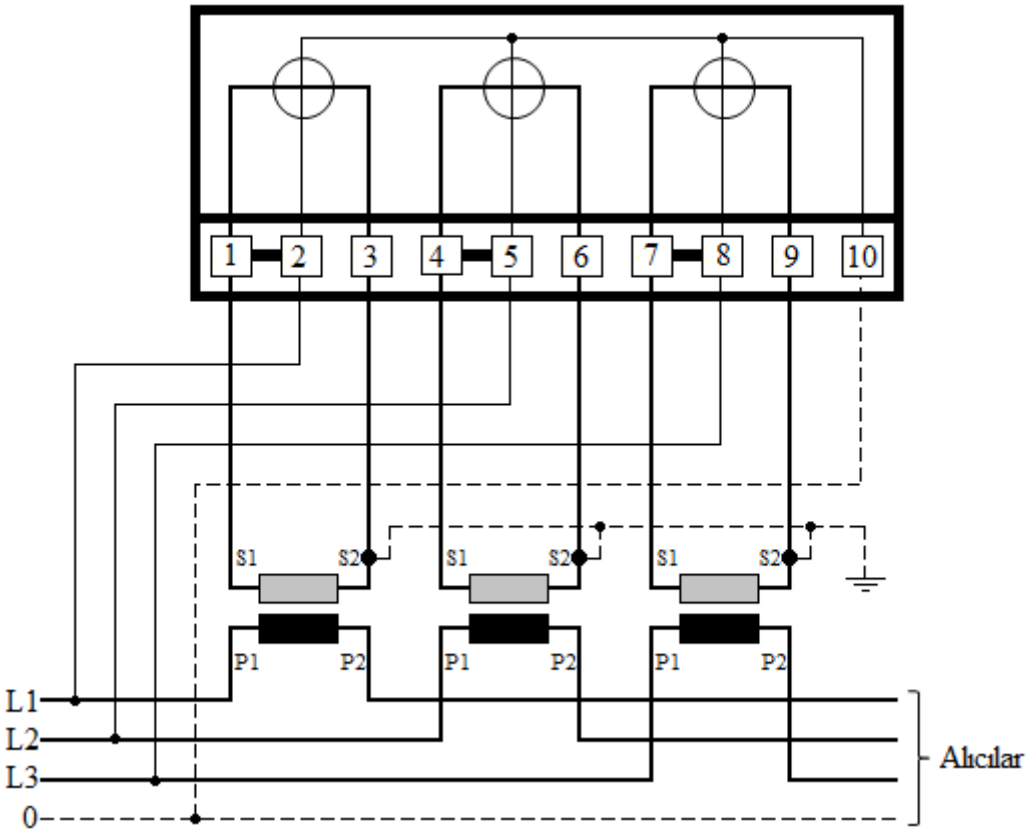
*Trifaze **aktif** sayaç bağlantısı*



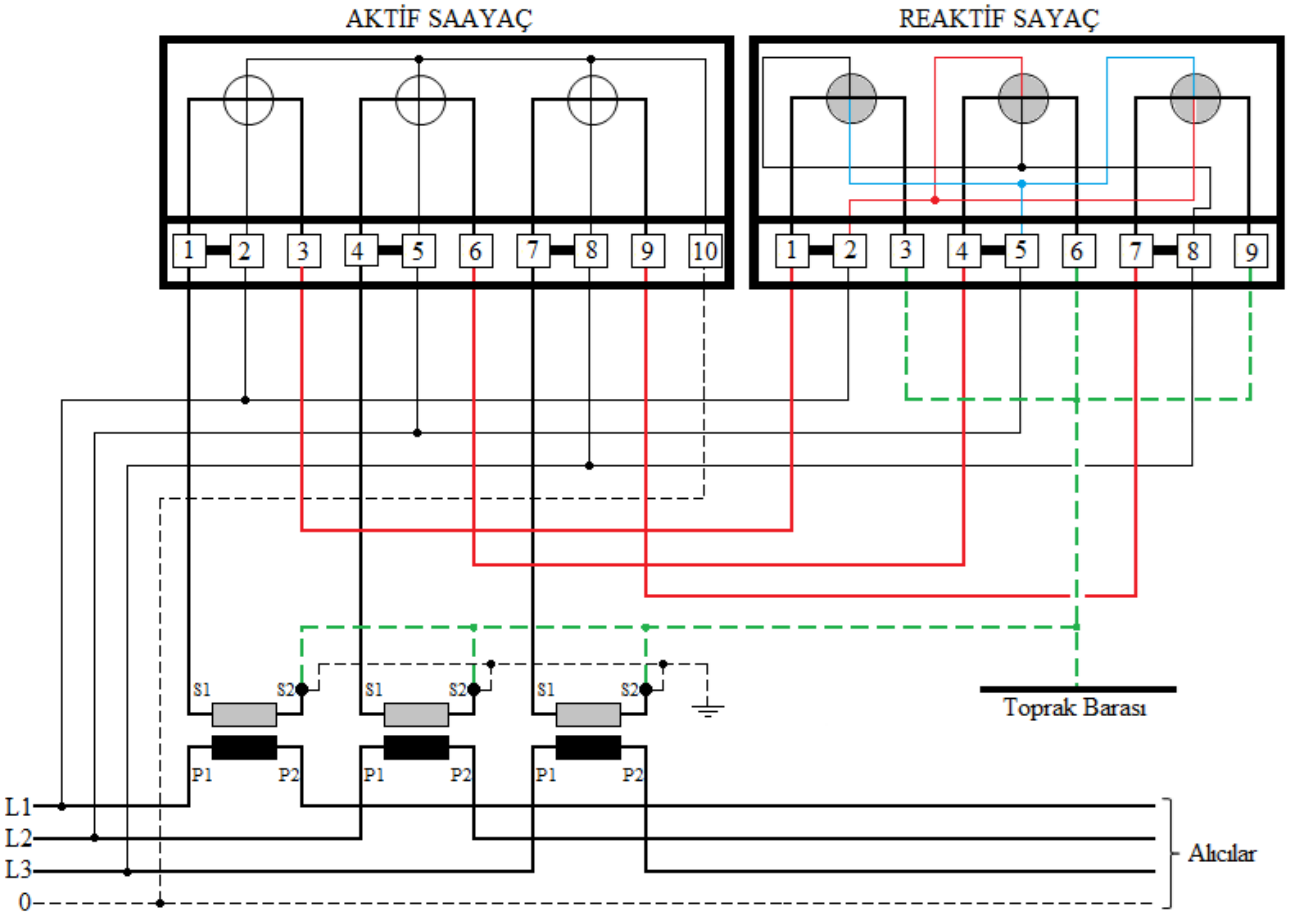
*Trifaze **aktif** ve **reaktif** sayaç bağlantısı*

39.2. Akım Ölçü Transformatörü İle Bağlama

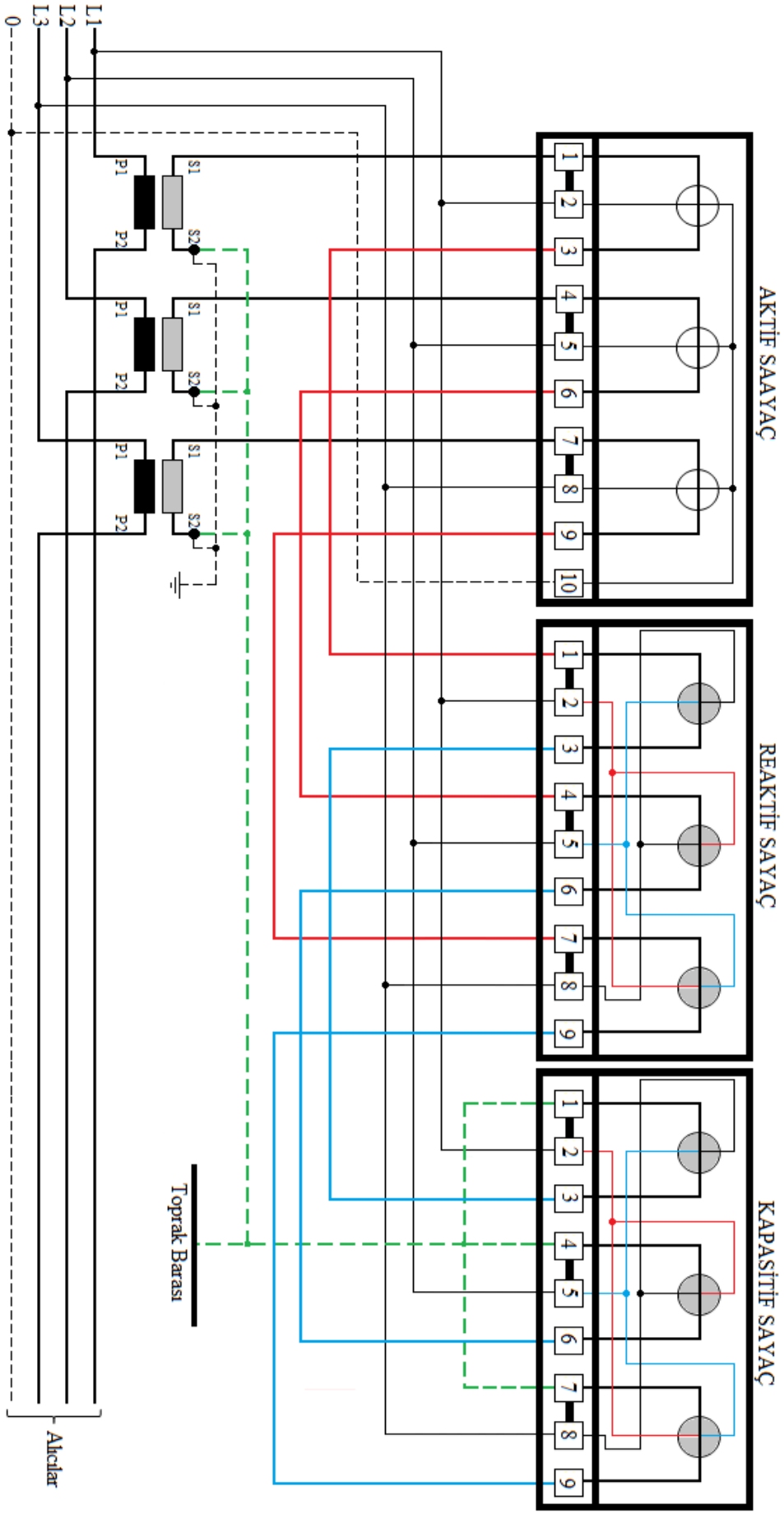
Bazı fabrika ve atölyelerde alıcıların çektikleri akımın büyük olduğu yerlerde akım trafosu kullanılır. Böyle yerlerde gerilim bobini devreye direkt olarak bağlanır. Akım trafosunun sekonder kısmı 5 A'lik yapılır.



Trifaze akım trafolu sayaç bağlantısı

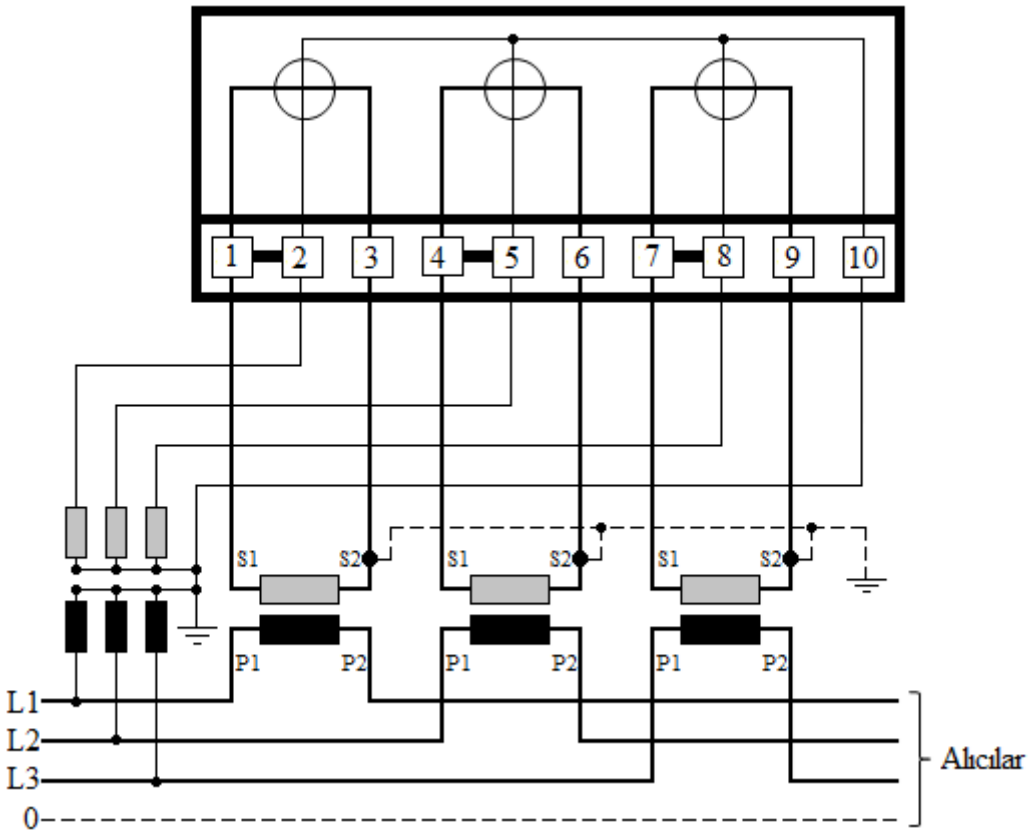


*Trifaze akım trafolu **aktif** ve **reaktif** sayaç bağlantısı*

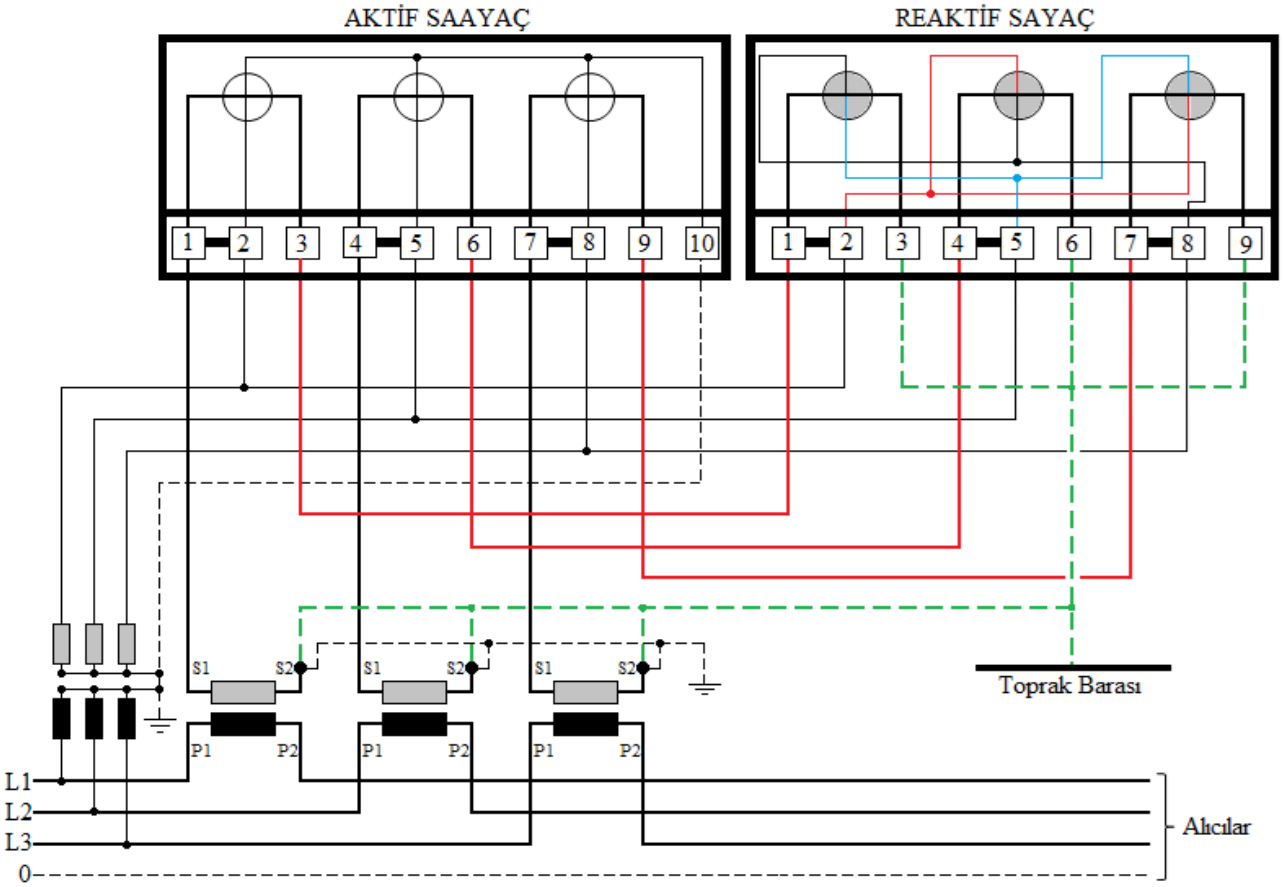


*Trifaze akım trafolu **aktif**, **reaktif** ve kapasitif sayaç bağlantısı*

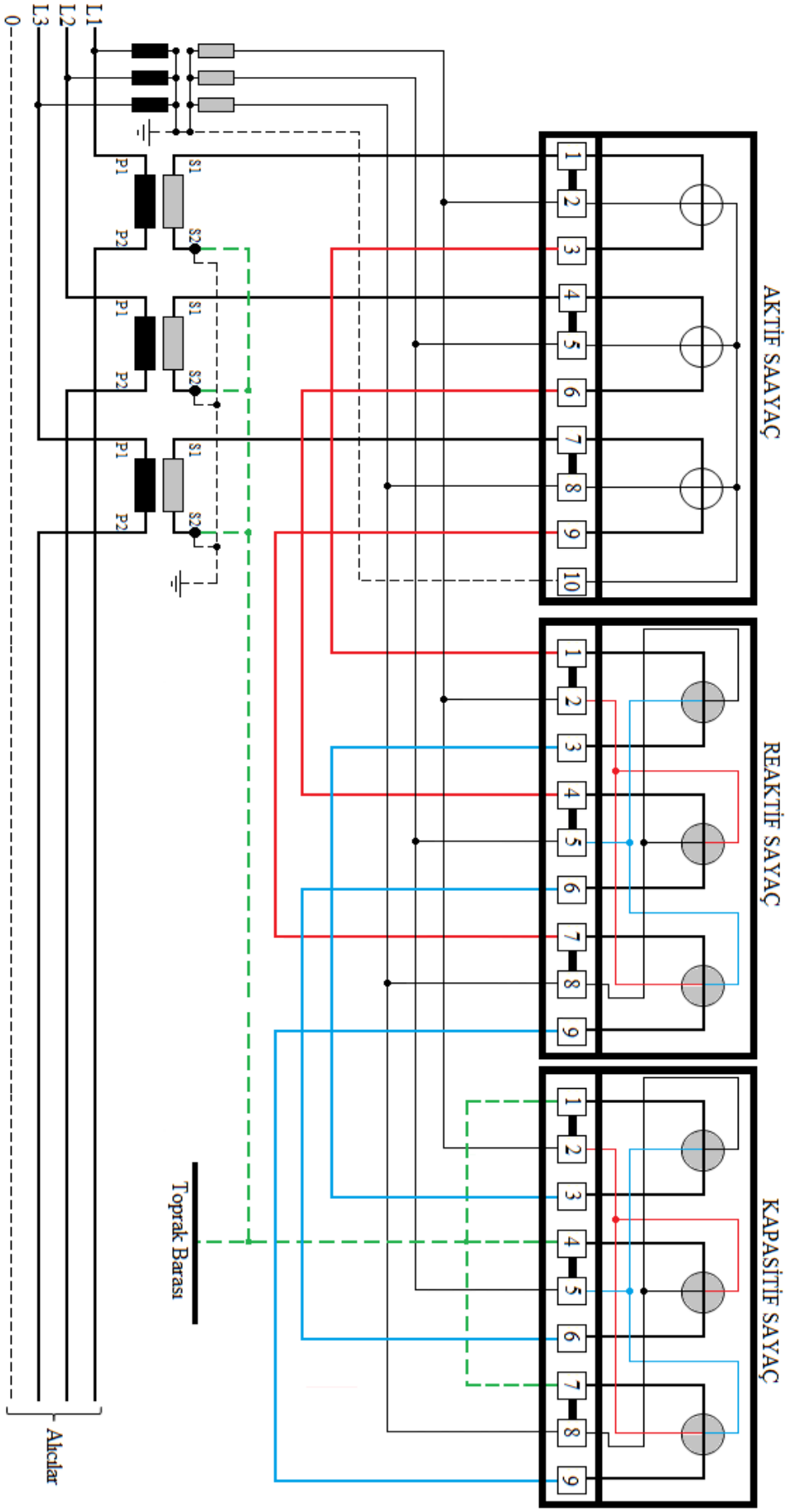
39.3. Akım ve Gerilim Ölçü Transformatörü İle Bağlama



Trifaze akım ve gerilim trafolu sayaç bağlantısı



*Trifaze akım ve gerilim trafolu **aktif** ve **reaktif** sayaç bağlantısı*



*Trifaze akım trafolu **aktif**, **reaktif** ve kapasitif sayaç bağlantısı*

40. GÜÇ DÖNÜŞÜMLERİ

	Watt	kW	HP	mkp/s	WE/h
Watt	1	10^{-3}	$1,36.10^{-3}$	0,102	0,86
kW	10^{-3}	1	1,36	102	860
HP	736	0,736	1	75	631
mkp/s	9,81	$9,81.10^{-3}$	$1,36.10^{-3}$	1	0,86
WE/h	1,16	$1,16.10^{-3}$	$1,58.10^{-3}$	0,188	1

KAYNAKLAR

1. Nacar, M. Ölçme Tekniği. Ankara Ofset Matbaacılık. Ankara: 2012
2. Nacar, M. Tesisata Giriş Elektrik. Ankara Ofset Matbaacılık. Ankara: 2014
3. Nacar, M. Elektrik Şebeke ve Tesisleri. Color Ofset Matbaacılık. İskenderun: 2010
4. Nacar, M. Elektrik-Elektronik Ölçmeleri ve İş Güvenliği. Color Ofset, İskenderun:2003
5. Nacar, M., **Temel Elektronik**, Halim Ofset, K. Maraş 1998.
6. Nacar, M., **Teknik ve Meslek Resim** I, Halim Ofset, K. Maraş 1999.
7. Anasız, K., **Elektrik Ölçü aletleri ve Elektriksel Ölçmeler**, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul 1986.
8. Bayram, H., **Temel Elektronik**, Özkan Matbaacılık, Ankara 1998.
9. Dinler, A., Candan, N., **Atölye ve Laboratuvar Cilt I ve II**. Elif Ofset, İstanbul 1997.
10. Nayman, M., **Laboratuvar 1**, Özkan Matbaacılık, Ankara, 1997.
11. Pastacı, H., **Elektrik ve Elektronik Ölçmeleri**, Nesil Matbaacılık, İstanbul 2003
12. Soydal, O., **Ölçme Tekniği ve Lâboratuvarı**, ABC Matbaacılık, Ankara 2000.
13. Tekin, E., Bereket, M., **Elektrik Elektronik ve Ölçme Uygulama Kitabı**, Kanyılmaz Matbaası, İzmir 2011.