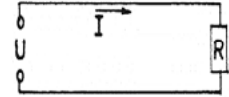


1. Elektrikle ilgili önemli kanunlar, formüller ve örnekler

Ohm kanunu

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

R Direnç V Volt A Amper
U Gerilim I Akım Ω ohm



Elektrikte güç

$$P = U \cdot I \quad I = \frac{P}{U} \quad U = \frac{P}{I} \quad U = I \cdot R \quad I = \frac{U}{R} \quad P = \frac{U^2}{R} \quad P = I^2 \cdot R$$

P Güç W Watt

Örnek 1: Direnci 48,4 Ω olan bir ısıtıcıdan 1000 W lık güç elde edilebilmesi için tatbik edilmesi gereken gerilim kaç voltur.

$$U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{48,4 \cdot 1000} = 220 \text{ V.}$$

Örnek 2: 24 Volt'la çalışan bir rölenin ön direnci 1000 Ω olduğuna göre geçen akım şiddetini ve gücünü hesaplayınız.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24}{1000} = 0,024 \text{ A} \quad P = U \cdot I = 0,024 \cdot 24 = 0,576 \text{ W}$$

Elektrikte iş

$$W = P \cdot t \quad P = \frac{W}{t} \quad t = \frac{W}{P} \quad 1 \text{ Newtonmetre (Nm)} = 1 \text{Ws}$$

W İş P Güç t Zaman W Watt Ws Watt saniye
kW kilowatt s Saniye h saat kWh kilowatt saat

Örnek 1: 1200W gücünde bir ütünün yarım saatte kullandığı enerji nedir? $W = P \cdot t = 1200 \cdot 0,5 = 600 \text{ Wh} = 0,6 \text{ kWh.}$

Örnek 2: 75 Wattlık lamba ne kadar zamanda 1500 Wh lik enerji kullanır? $t = \frac{W}{P} = \frac{1500}{75} = 20 \text{ saat}$

Örnek 3: 6saatte 0,600kWh enerji kullanan televizyonun gücü nedir? $P = \frac{W}{t} = \frac{0,600}{6} = 0,10 \text{ kW} = 100 \text{ W}$

İletkenlik direnci ve iletkenlik

$$G = \frac{1}{R} \text{ iletkenlik, } R = \frac{\rho \cdot L}{S} \text{ iletken direnci, } S = \frac{\rho \cdot L}{R} \text{ iletken kesiti, } \rho = \frac{R \cdot S}{L} \text{ iletken öz direnci, } L = \frac{R \cdot S}{\rho} \text{ iletken uzunluğu}$$

$$K = \frac{1}{\rho} \text{ iletken öziletkenliği, } R = \frac{L}{K \cdot S} \text{ iletken direnci, } S = \frac{L}{K \cdot R} \text{ iletken kesiti, } K = \frac{L}{R \cdot S} \text{ Öz iletkenlik, } L = R \cdot S \cdot K \text{ iletken uzunluğu}$$

ρ Öz direnç $\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$ Ohm milimetre kare/metre K Öz iletkenlik $\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2}$ Metre/Ohm milimetrekare G İletkenlik S Simens
S İletken kesiti mm^2 Milimetre kare L Uzunluk m Metre R Direnç Ω Ohm k Ω Kilohm mS Milisimens

Örnek 1: 6 mm çapında 1000 m uzunluğundaki bakır telin direnci nedir? $R = \frac{\rho \cdot L}{S} = \frac{\rho \cdot L}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{4 \cdot \rho \cdot L}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,0178 \cdot 1000}{6^2 \cdot 3,14} R = 0,629 \Omega$

Örnek 2: 100 m uzunluğunda bakır iletkenli bir hattın direnci 1,5 Ω olduğuna göre kullanılacak iletkenin kesiti nedir?

Hat uzunluğu: 100 m İletken uzunluğu: 2.100 = 200 m $S = \frac{\rho \cdot L}{R} = \frac{0,0178 \cdot 2 \cdot 100}{1,5} = \frac{3,56}{1,5} = 2,37 \text{ mm}^2 S = 4 \text{ mm}^2$ seçilir.

Direnç sıcaklıkla değişimi

$$\Delta R = R_{20} \cdot \Delta t \cdot \alpha_{20} \quad \text{ısınmış direnç } R_t = R_{20} + \Delta R \quad \text{sıcaklığın üst değeri } t = t_{20} + \Delta t \quad \text{sıcaklık farkı } \Delta t = \frac{\Delta R}{R_{20} \cdot \alpha_{20}}$$

ΔR Direnç değişimi Ω Ohm R_t t sıcaklığındaki direnç Ω Ohm Δt Isı değişimi $^{\circ}\text{C}$ Santigrad

R_{20} 20°C deki direnç Ω Ohm t Sıcaklık $^{\circ}\text{C}$ Santigrad α_{20} 20°C deki ısı sabitesi $1/^{\circ}\text{C}$ Bir/Santigrad

Örnek 1: Oda sıcaklığındaki (20°C) bir transformatörün sargı (Cu) direnci $R_{20} = 18 \Omega$ dur. Uzun zaman işletmede çalışan bu transformatörün sargı direnci $20,8 \Omega$ olarak ölçülmüştür. Transformatörün çalışma sıcaklığı nedir?

$$\alpha_{20} = 0,004 \text{ cetvelden} \quad \Delta t = \frac{\Delta R}{R_{20} \cdot \alpha_{20}} = \frac{20,8 - 18}{18 \cdot 0,004} = \frac{2,8}{0,072} = 38,8^{\circ}\text{C} \quad t = t_{20} + \Delta t = 20 + 38,8^{\circ} = 58,8^{\circ}\text{C}$$

Örnek 2: Alüminyum iletkenli bir hattın $\alpha_{20} = 0,004$ cetvelden $\Delta t = t - t_{20} = 85 - 20 = 65^{\circ}\text{C}$

20°C deki direnci 36Ω dur. Bu hattın 95°C deki direnci nedir?

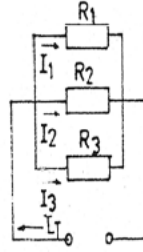
$$\Delta R = R_{20} \cdot \Delta t \cdot \alpha_{20} = 36 \cdot 65 \cdot 0,004 = 9,36 \Omega \quad R_t = R_{20} + \Delta R = 36 + 9,36 = 45,36 \Omega$$

Kirşof kanunu

1. Akımlar kanunu
(paralel bağlama)

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

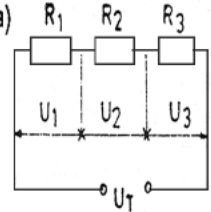
$$I_1 R_1 = I_2 R_2 = I_3 R_3 = \dots = I_n R_n$$



2. Gerilimler kanunu (seribağlama)

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

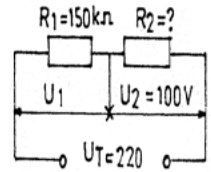
$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} = \frac{U_3}{R_3} = \dots = \frac{U_n}{R_n}$$



Örnek: 220V gerilim tatbik edilen seri bağlanmış iki dirençten $R_1 = 150 \text{ k}\Omega$, R_2 direnci üzerinde düşen gerilim $U_2 = 100\text{V}$ olursa R_2 direnci kaç Ω olur?

$$U_T = U_1 + U_2 \quad U_1 = U_T - U_2 = 220 - 100 = 120 \text{ V}$$

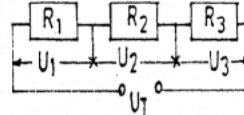
$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} \quad R_2 = \frac{R_1 \cdot U_2}{U_1} = \frac{150 \cdot 10^3 \cdot 100}{120} = 125000 \Omega$$



Dirençlerin seri bağlanması

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Gerilim formülü $U_T = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$



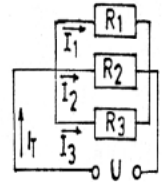
Dirençlerin paralel bağlanması

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n \quad \text{Akım formülü}$$

$$G_T = G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n \quad \text{İletkenlik formülü}$$

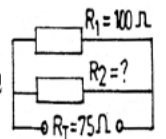
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad \text{Direnç formülü}$$

Paralel bağlı iki direnç için, $R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ $R_1 = \frac{R_2 \cdot R_T}{R_2 - R_T}$ $R_2 = \frac{R_1 \cdot R_T}{R_1 - R_T}$



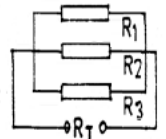
Örnek 1: Paralel bağlı iki dirençten $R_1 = 100 \Omega$ dur. Toplam direnç 75Ω olursa R_2 direnci kaç Ω olur.

$$R_2 = \frac{R_1 \cdot R_T}{R_1 - R_T} = \frac{100 \cdot 75}{100 - 75} = \frac{7500}{25} = 300 \Omega \quad R_2 = 300 \Omega$$



Örnek 2: Paralel bağlı üç dirençten $R_1 = 25 \Omega$ $R_2 = 16 \Omega$ $R_3 = 6 \Omega$ olursa toplam direnç kaç Ω olur.

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \quad \frac{1}{R_T} = \frac{1}{25} + \frac{1}{16} + \frac{1}{6} \quad \frac{1}{R_T} = \frac{48}{1200} + \frac{75}{1200} + \frac{200}{1200} \quad \frac{1}{R_T} = \frac{323}{1200} \quad R_T = \frac{1200}{323} = 3,7 \Omega$$



Elektrik akımının ısı etkisi

$$1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J} = 4186 \text{ Ws} \quad \text{kWs} = \frac{1}{4,186} \text{ kcal} = 0,239 \text{ kcal} = 1 \text{ kJ} \quad 1 \text{ kWh} = 3600 \cdot 0,239 = 860 \text{ kcal} = 3,6 \text{ MJ} \quad 1 \text{ kWh} = 860 \text{ kcal}$$

$$Q = W_{\text{kwh}} \cdot 860 \quad 1 \text{ kcal} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ kWh} \quad P_{\text{kw}} = \frac{Q \cdot 60}{860 \cdot t} \quad t_2 = t_1 + \frac{W \cdot 860}{c \cdot m} \quad W = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{860} \quad \text{Elektrik işi} \quad P_{\text{kw}} = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \cdot 60}{860 \cdot t} \quad \text{Elektrik gücü}$$

$$t_2 = t_1 + \frac{P_{\text{kw}} \cdot t \cdot 860}{c \cdot m \cdot 60} \quad t = \frac{c \cdot m \cdot (t_2 - t_1) \cdot 60}{860 \cdot P_{\text{kw}}} \quad Q \text{ Isı miktarı} \quad P \text{ Güç} \quad \text{kcal kilokalori} \quad \text{kW kilowatt}$$

2. İletgen elemanların elektriksel özellikleri

Madde	Özgül ağırlık kg/dm ³	Özdirenç (ρ) Ω mm ² /m	Öziletkenlik (K) m/Ω.mm ²	Isı sabitesi (α) 10 ⁻³ /°C
Alüminyum	2,7	0,028... 0,03	36..... 33	4
Kurşun	11,4	0,21	4,8	4
Bronz	8,7	0,17	6	0,5
Kromnikel	8,3	1,05..... 1,1	0,95..... 0,91	1,4
Dinamo sacı	7,8	0,27..... 0,67	3,7..... 1,5	—
Demir	7,85	0,09..... 0,15	11..... 6,7	4,5..... 6,5
Altın	19,3	0,023	43,5	4,0
Grafit	1,9	6..... 15	0,16..... 0,07	- 0,2 - 1
Vasıflı çelik	8,7	0,08	12,5	—
Karbon	2	6..... 100	0,16..... 0,01	- 0,2 - 0,8
Konstantan	8,9	0,5	2	- 0,003... + 0,003
Bakır	8,9	0,0170.. 0,0178	59..... 57	4
Manganin	8,4	0,43	2,3	- 0,01.... + 0,01
Pirinç	8,5	0,07..... 0,09	14..... 11	1,5
Alpaka	8,6	0,3	3,3	0,3
Nikel	8,8	0,13	7,7	3,6
Nikelin	8,9	0,43	2,3	0,13
Platin	21,4	0,11	9	3,8
Cıva	13,6	0,94	1,06	1,0
Gümüş	10,5	0,016.... 0,017	63..... 59	3,8
Bizmut	9,8	1,1..... 1,4	0,9..... 0,7	4
Çinko	7,1	0,063	16	3,7
Kalay	7,3	0,11	9,1	4,5

(*) Tablo verileri + 20°C ortam sıcaklığı içindir.

3. Motorlarda sigorta, termik röle ve yol verici seçimi için pratik tablolar

ÜÇ FAZLI MOTORLARDA ANMA AKIMINA GÖRE SİGORTA SEÇİMİ (DIN 42673)													
Bağlantı şekillerine göre en küçük gecikmeli (Trage) sigorta buşonu seçimi.													
Direkt yol vermede : Yol alma akımı: $6 I_n > 5 \text{ san.}$													
Yıldız Üçgen yol vermede: Yol alma akımı: $2 I_n > 15 \text{ san.}$													
Motor Anma Gücü		Cos ϕ	% VERİM	220 V			380 V			500 V			İrtibat Kablosu NYY NYCY mm ²
				Motor Anma Akımı A	Direkt A	Y/ Δ A	Motor Anma Akımı A	Direkt A	Y/ Δ A	Motor Anma Akımı A	Direkt A	Y/ Δ A	
kW	PS												
0,25	0,34	0,7	62	1,4	4	2	0,8	2	2	0,6	2	2	4x2,5
0,37	0,5	0,72	64	2,1	4	2	1,6	4	2	0,9	2	2	4x2,5
0,55	0,75	0,75	69	2,7	4	4	1,6	4	2	1,2	4	4	4x2,5
0,75	1	0,8	74	3,4	6	4	2	4	4	1,5	4	4	4x2,5
1,1	1,5	0,8	77	4,4	6	6	2,6	4	4	2	4	4	4x2,5
1,5	2	0,83	78	6	16	10	3,5	6	4	2,6	4	4	4x2,5
2,2	3	0,84	81	8,7	20	16	5	10	6	3,7	10	6	4x2,5
3	4	0,84	81	11,5	20	16	6,6	16	10	5	10	10	4x2,5
4	5,4	0,84	82	14,7	25	20	8,5	20	16	6,4	16	10	4x2,5
5,5	7,5	0,85	83	19,8	35	25	11,5	25	20	8,5	20	16	4x2,5
7,5	10	0,86	85	26,5	50	35	15,5	35	25	11,5	25	20	4x4
11	15	0,86	87	39	63	50	22,5	35	35	17	35	25	4x6
15	20	0,86	87	52	80	63	30	50	35	22,5	35	35	4x10
18,5	25	0,86	88	62	100	80	36	63	50	27	50	35	4x16
22	30	0,87	89	74	100	80	43	63	50	32	63	50	4x16
30	40	0,87	90	98	125	100	57	80	63	43	63	50	3x25+16
37	50	0,87	90	124	200	160	72	100	80	54	80	63	3x35+16
45	60	0,88	91	147	225	200	85	125	100	64	100	80	3x50+25
55	75	0,88	91	180	250	225	104	160	125	78	125	100	3x70+35
75	100	0,88	91	246	350	250	142	200	160	108	160	125	3x95+50
90	125	0,88	92	—	—	—	169	225	200	127	200	160	—
110	150	0,88	92	—	—	—	204	250	225	154	225	200	—
132	180	0,88	92	—	—	—	243	300	250	182	250	225	—

4. Kablo kesit hesaplaması ve kesit seçim tabloları

AVRUPA IEC 292 STANDART'A GÖRE SİNCAP KAFESLİ 380 V 1500 veya 3000 DEVİRLİ ASENKRON MOTORLAR İÇİN YOL VERİCİLERİN SEÇİM CETVELİ																
										Doğrudan beseme: tk(5 Saniye)			Yıldız-üçgen besleme: Maksimum yol verme: (1) (2) Sıklığı (Saatte) : 30 12 Süresi tk (Saniye) : 30 20			
380 V Trifaze				Kısadevre koruma			Kumanda Kontaktör A (AC3)	Aşırı yük	Termik röle Ayar sahası	Bakır kablo kesidi mm ²	Kumanda			Aşırı yük	Bakır kablo kesidi mm ²	
Güç		Güç Fak. İn		Seksiyoner Manyetik Şalter	Sigorta						Kontaktörler A(AC3)					Termik röle Ayar sahası
KW	HP	CosØ	A		an	gl					Hal 1NA	Üçgen 1 NK	Yıldız 1 NK			
				0.4	0.25	2	9	0.10-0.16	1.5							
0.06	1/12	0.39	0.23	0.4	0.5	2	9	0.16-0.25	1.5							
0.09	1/8	0.44	0.31	0.4	1	2	9	0.25-0.40	1.5							
0.12	1/6	0.47	0.38	0.4	1	2	9	0.25-0.40	1.5							
0.18	1/4	0.49	0.55	0.63	1	2	9	0.40-0.63	1.5							
0.25	1/3	0.48	0.79	1	2	4	9	0.63-1.00	1.5							
0.37	1/2	0.54	1.03	1.6	2	4	9	1.00-1.60	1.5							
0.55	3/4	0.52	1.60	1.6	2	4	9	1.60-2.50	1.5							
0.75	1	0.56	2.00	2.5	4	6	9	1.60-2.50	1.5							
1.10	1.5	0.64	2.60	4	6	10	9	2.50-4.00	1.5							
1.50	2	0.65	3.50	4	6	10	9	2.50-4.00	1.5	9	9	9	1.50-2.50	1.5		
2.20	3	0.66	5.00	6	8	16	9	4.00-6.00	1.5	9	9	9	2.50-4.00	1.5		
3.00	4	0.69	6.60	8	12	20	9	5.50-8.00	1.5	9	9	9	2.50-4.00	1.5		
3.70	5	0.73	7.70	8	12	20	9	5.50-8.00	2.5	9	9	9	4.00-6.00	1.5		
4.00	5.5	0.71	8.50	10	12	20	9	7.00-10.0	2.5	9	9	9	4.00-6.00	1.5		
5.50	7.5	0.72	11.5	13	16	25	12	10.0-13.0	4	9	9	9	5.50-8.00	2.5		
7.50	10	0.73	15.5	18	20	32	16	13.0-18.0	6	12	12	9	7.00-10.0	4		
11.0	15	0.75	22.0	25	25	50	25	8.0-25.0	10	12	12	9	10.0-13.0	6		
15.0	20	0.75	30.0	50	40	63	32	23.0-32.0	16	16	16	9	13.0-18.0	10		
18.5	25	0.75	37.0	50	40	80	40	30.0-40.0	25	16	16	9	18.0-25.0	16		
22.0	30	0.75	44.0	50	63	100	50	38.0-50.0	25	32	32	16	23.0-32.0	25		
30.0	40	0.75	60.0	100	63	100	63	57.0-66.0	35	50	40	25	30.0-40.0	25		
37.0	50	0.78	72.0	100	80	125	80	63.0-80.0	50	50	40	25	38.0-50.0	35		
45.0	60	0.80	85.0	100	80	125	145	75.0-105	50	50	50	40	48.0-57.0	50		
55.0	75	0.79	105	125	100	160	145	95.0-125	70	50	50	40	57.0-66.0	50		
75.0	100	0.82	138	160	160	250	145	100-160	95	80	80	50	63.0-80.0	70		
90.0	125	0.80	170	250	200	315	185	125-200	120	145	145	80	75.0-105	95		
110	150	0.81	205	250	250	400	265	200-315	120	145	145	80	100-160	95		
132	180	0.81	245	250	315	500	265	200-315		185	185	145	100-160	120		
160	220	0.81	300	500	315	500	400	250-400		185	185	145	125-200	120		
200	270	0.82	370	500	500	800	400	315-500		265	265	185	200-315			
220	300	0.81	408	500	500	800	500	315-500		265	265	185	200-315			
250	340	0.82	460	500	500	800	500	400-630		400	400	265	200-315			
315	430	0.81	584		630	800	630	400-630		400	400	265	250-400			
335	450	0.82	620		630	800	630	500-800		500	500	265	250-400			
400	545	0.85	710		800	1000	780	500-800		500	500	400	315-500			
500	680	0.84	900		1000	1250		630-1000		630	630	400	400-630			