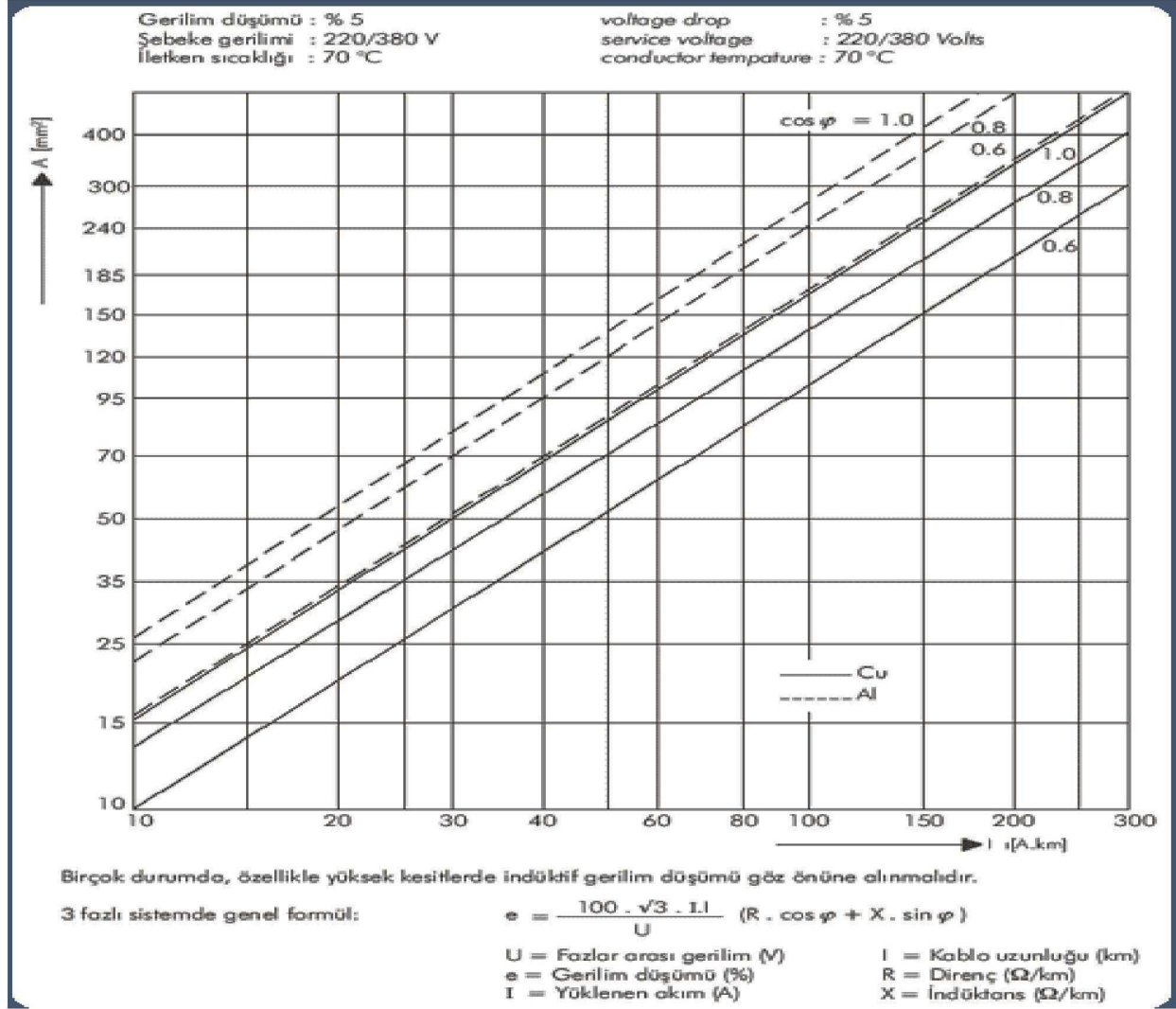




Alçak Gerilim Kablolarında Gerilim Düşümü Voltage Drop at Low Voltage Cables



In many cases, especially for large cross sections, the inductive voltage drop must be taken into consideration.

General formula for three phase systems:



Formüller - Formulas

Ohm Kanunu : Ohm Law	$R=U/I$	Güç (DC) : DC Power	$P=U.I$
Tek Fazlı Sistemde Güç : Single-phased power	$P=UI.\cos\phi$	Üç Fazlı Sistemde Güç : Three phased power	$P=\sqrt{3}.Y.I.\cos\phi$
Enerji (ısı) : Energy (heat)	$W=I^2.R.t$	Endüktif Reaktan : Inductive reactance	$X=2.(3.14).f.\alpha$
Hattın Direnci : Resistance of a line (Beslenme ve Dönüş) / Feeding and return	$R=(2.L)/(\chi.S)$	Verim : Efficiency	$\eta=P_{\text{output}}/P_{\text{input}}$

Gerilim Düşümleri / Voltage Drop	Akım belli ise / If current is known	Güç belli ise / If power is known
DC sistemlerde / In DC systems	$\Delta U=(2.I.L)/(\chi.S)$ (V) $\%e=(2.100.I.L)/(\chi.S.U)$	$\Delta U=(2.L.P)/(\chi.S.U)$ (V) $\%e=(2.100.L.P)/(\chi.S.U^2)$
Tek fazlı AC Sistemlerde / In single phased A.C systems	$\Delta U=(2.I.L.\cos\phi)/(\chi.S)$ (V) $\%e=(2.100.I.L.\cos\phi)/(\chi.S.U)$	$\Delta U=(2.L.P)/(\chi.S.U)$ (V) $\%e=(2.100.L.P)/(\chi.S.U^2)$
Üç fazlı AC Sistemlerde / In three phased A.C systems	$\Delta U=(\sqrt{3}.I.L.\cos\phi)/(\chi.S)$ (V) $\%e=(\sqrt{3}.100.I.L.\cos\phi)/(\chi.S.U)$	$\Delta U=(L.P)/(\chi.S.U)(V)$ $\%e=(100.L.P)/(\chi.S.U^2)$

U	Gerilim / Rated voltage	I	Akım / Current
R	Direnç / Resistance	η	Verim / Efficiency
t	Zaman (Saniye) / Time (in seconds)	S	Kesit (mm ²) / Cross section
L	Kablo uzunluğu (m) / Length of cable (m)	α	Kablonun induktansı / Inductive of cable
P	Güç (Watt) / Power (in Watt)	$\cos\phi$	Güç faktörü / Power in factor
χ	Geçirgenlik (Bakır için 58) / Conductivity for copper 58	W	Enerji (ısı) / Energy (heat)
U	Gerilim düşümü (V) / Voltage drop in V	X	Endüktif Reaktan / Inductive reactance
%e	Gerilim düşümü (%) / Voltage drop in .%	f	Hattın frekansı / Frequency of the line

FORMÜLLER

ALÇAK GERİLİM DEVRELERİNDE GERİLİM DÜŞÜMÜ

Bu formüller ile yapılacak G.Düşümü, yükün omik ve hat reaktansının ihmal edilecek kadar küçük olması halinde (Aydınlatma tesisat hatlarında olduğu gibi) kullanılabilir.

Bakır

3 FAZ 380 V.	$\varepsilon [\%] = \frac{100.I.P}{\chi.q.U^2} = \frac{10^5.I.P}{56.\chi.(380)^2} = 0,0124 \frac{I.P}{q}$
1 FAZ 220 V.	$\varepsilon [\%] = \frac{200.I.P}{\chi.q.V^2} = \frac{2.10^5.I.P}{56.\chi.(220)^2} = 0,074 \frac{I.P}{q}$

$\varepsilon [\%]$ = Gerilim Düşümü (yüzde) q : İletken kes (mm²)
 P : Aktif Güç (kW) χ : Özetkenlik (m/Ωmm²)
 U : Fazarası Gerilim (volt) χ (Cu) 56 m/Ωmm²
 l : Hat uzunluğu (metre) χ (Al) 35 m/Ωmm²

ALÇAK GERİLİM HAVAI HAT ŞEBEKESİ GERİLİM DÜŞÜMÜ

1 FAZLI HATLARDA : $\varepsilon [\%] = k_1.I.P + m_1.l.Q$ l : Uzaklık [Metre]
 2 FAZLI HATLARDA : $\varepsilon [\%] = k_2.I.P + m_2.l.Q$ P : Aktif Güç [Watt]
 3 FAZLI HATLARDA : $\varepsilon [\%] = k_3.I.P + m_3.l.Q$ Q : Reaktif Güç [Var]

$$k_1 = \frac{200}{\chi.q.V^2} \quad m_1 = \frac{200.\chi_o}{V^2} \quad \chi_1 : \text{özetkenlik} = \begin{cases} 35 \text{ m} / \Omega.\text{mm}^2 & (\text{Al}) \\ 56 \text{ m} / \Omega.\text{mm}^2 & (\text{Cu}) \end{cases}$$

$$k_2 = \frac{75}{\chi.q.V^2} \quad m_2 = \frac{75.\chi_o}{V^2} \quad q : \text{iletken kesidi} [\text{mm}^2]$$

$$k_3 = \frac{75}{\chi.q.U^2} \quad m_3 = \frac{100.\chi_o}{3V^2} \quad V : \text{Faz gerilimi} = 220 \text{ Volt}$$

$$U : \text{Fazarası gerilim} = 380 \text{ Volt}$$

Bakır İletkenler k ve m KATSAYILARI

q (mm2)	TEK FAZ $\times 10^{-7}$ k ₁	m ₁	İKİ FAZ $\times 10^{-7}$ k ₂	m ₂	ÜÇ FAZ $\times 10^{-7}$ k ₃	m ₃
10	73.8	14.9	27.7	5.9	12.37	2.55
16	46.4	14.34	17.3	5.4	7.78	2.45
25	30.4	13.74	11.2	5.08	5.1	2.37
35	21.4	13.36	8	4.86	3.58	2.28
50	14.9	12.93	5.6	4.65	2.49	2.21
70	11.2	12.4	4	4.46	1.88	2.11

Aleminyum İletkenler k ve m KATSAYILARI

ADI	TEK FAZ $\times 10^{-7}$ k ₁	m ₁	İKİ FAZ $\times 10^{-7}$ k ₂	m ₂	ÜÇ FAZ $\times 10^{-7}$ k ₃	m ₃
ROSE	55.8	14.1	2094	5.24	9.4	2.41
LILY	44.3	13.76	16.6	5.14	7.4	2.36
IRIS	35.1	13.5	13.15	5.02	5.87	2.31
PANSY	27.9	13.22	10.44	4.89	4.7	2.26
POPPY	22.1	12.9	6.56	4.8	3.7	2.21
ASTER	17.5	12.6	5.56	4.65	2.93	2.16
PHLOX	13.9	12.32	5.2	4.54	2.33	2.11
OXLIP	11	12	4.12	4.45	1.85	2.06

ORTA GERİLİM HAVA HAT ŞEBEKESİ GER. DÜŞ. VE GÜÇ KAYBI

MUTLAK GERİLİM DÜŞÜMÜ : $\Delta U = L.l.\sqrt{3} (R.Cos\phi + X.Sin\phi)$ [Volt]

$$\text{BAĞIL GERİLİM DÜŞÜMÜ} : \varepsilon [\%] = \frac{\Delta U}{U} \cdot \frac{100}{10^3} = \frac{L.S.(R.Cos\phi + X.Sin\phi)}{U^2} \cdot 10^1 = 10^{-4} K.S.L$$

$$\frac{R.Cos\phi + X.Sin\phi}{10U^2} = 10^{-4} .K$$

$$\text{GÜÇ KAYBI} : \Delta P = 3I^2.R.L = \frac{P^2.R.L}{U^2} = 10^{-6} C.P^2.L, \quad \frac{R}{U^2} = 10^{-6} C$$

$$\text{GÜÇ KAYBI} [\%] : \Delta P [\%] = \frac{\Delta P}{P} \cdot 100 = \frac{\Delta P}{S.Cos\phi} \cdot 100, \quad \Delta P [\%] < \%5 \text{ olmalıdır.}$$

St - Al İLETKENLER K ve C KATSAYILARI

İLETKEN ADI	35 KV K	C	15 KV K	C	6,3 KV K	C
Swallow	0.908	0.902	4.8	4.773	27.211	27.05
Raven	0.547	0.449	2.898	2.37	18.427	13.47
Pigeon	0.428	0.282	2.265	1.49	11.84	8.46

GEREKLİ KOMPAZASYON HESABI

1) Gerekli Kondansatör Gücü :

$$Q = P (Tg\Phi_1 - Tg\Phi_2) \quad Q : \text{Gerekli kondansatör Gücü (kVar)}$$

$$P : \text{Talep Güç (kW)}$$

$$\Phi_1 : \text{Arc.Cos}\Phi_1$$

$$\Phi_2 : \text{Arc.Cos}\Phi_2$$

2) Tr. Sabit Gurup Kondansatör Gücü :

$$Q_{st} = N_n \times I_o / 100 \quad N_n : \text{TR. Nominal Gücü (kVA)}$$

$$I_o : \text{TR.Boşta Akım (A)}$$

Hesaplanan değerin üstündeki standart değeri alınır.

3) Sabit Grup Rezonans Denetimi

$$Q = \frac{N_{tr}}{v \cdot u^2} \quad N_{tr} : \text{TR. Nominal Gücü}$$

$$Q_{st} : \text{TR. Sabit Grup}$$

$$v : \text{Harmonik sayısı}$$

$$u : \text{TR. \% Kısa devre}$$

$$v = \sqrt{\frac{N_{tr}}{Q_{st} \cdot u^2}}$$

Şebekede 5 ve 7. harmonikler etkilidir. Bu nedenle ilk formül, 5 ve 7. harmonikler için hesaplanarak öngörülen Qst ile farklı olması aranır. Yada öngörülen Qst kullanılarak hesaplanan harmonik sayısının 5 ve 7'den uzak olması aranır.

HAT DİRENÇ VE REAKTANSLAR

1) Direnç (Rezistans) :

$$R = \frac{l}{\chi.q} \quad \chi : \text{Özetkenlik (m / Ωmm}^2\text{)}$$

$$q : \text{Kesit (mm}^2\text{)}$$

2) Endüktif Reaktans :

$$X_L = L \cdot \omega \quad L : \text{Self Endüktans}$$

$$X_{L1} = l \cdot X_L \quad X_L : \text{Hat birim Endüktif Reaktansı (Ω / m)}$$

$$l : \text{Hat boyu (m)}$$

2) Kapasitif Reaktans :

$$X_C = \frac{1}{C \cdot \omega} \quad C : \text{Self Endüktans (μf/km)}$$

$$X_{C1} = l \cdot X_C \quad X_C : \text{Hat birim Kapasitif Reaktansı (Ω / m)}$$

$$l : \text{Hat boyu (m)}$$

3) Direncin sıcaklıkla değişimi :

$$\Gamma_{t2} = \Gamma_{t1} [1 + \alpha (t_2 - t_1)] \quad \Omega \quad \Gamma : \text{Özdirenç (Ωmm}^2\text{/m)}$$

$$\Gamma_{t2} = \frac{1}{\chi_{t2}} \quad \alpha : \text{Isı Direnç Katsayısı (Ω / °C)}$$

$$\chi_{t2} = \frac{\chi_{t1}}{1 + \alpha (t_2 - t_1)} \quad R_{t2} = \frac{l}{\chi_{t2}.q} \quad \chi : \text{Özetkenlik (m / Ωmm}^2\text{)}$$

$$\alpha = 0,00383 (\Omega / ^\circ C) \text{ Cu için}$$

$$\alpha = 0,00403 (\Omega / ^\circ C) \text{ Al için}$$

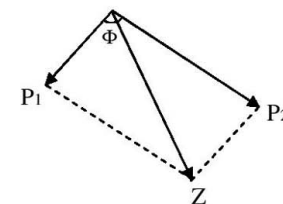
Sıcaklık ile direnç değişiminin "Özetkenlik (Özdirenç)" değişiminden olduğu kabul edilir. Boy ve kesit değişimleri ihmal edilir. Bu nedenle, herhangi bir t₂ sıcaklığındaki R₂ direncini hesaplamak için, "χ_{t2}" yi hesaplamak yeterli olacaktır.

Bir diğer yöntem : (T_o) direnci -0- (sıfır) yapan sıcaklık değerleri ile hesaplamaktır

$$R_{t2} = R_{t1} \left[\frac{T_o + t_2}{T_o + t_1} \right] \quad \text{Bakır için} \quad T_o = -241 ^\circ C$$

$$\text{Aleminyum için} \quad T_o = -228 ^\circ C$$

BİLEŞKE HESABI



$$Z = P_1^2 + P_2^2 + 2 \times P_1^2 \times P_2^2 \times \text{Cos}\Phi$$

$$P_1 = P_2 \text{ ise}$$

$$Z = 2P \text{ Cos } \frac{\Phi}{2}$$