**TÜRK STANDARDI TASARISI**

**TS EN 50628**

Aralık 2016

ICS 29.260.20

**Yeraltı madenlerinde elektrik tesisatlarının kurulumu**

*Erection of electrical installations in underground mines*

*Construction des installations électriques dans les mines souterraines*

*Errichten elektrischer Anlagen im Bergbau unter Tage*

Mütalaa Sayfası

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| tse35 |  | | |
| TÜRK STANDARDLARI ENSTİTÜSÜ | Türk Standardı | |
|  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  |  | | |
|  | ICS | | |
|  |  | | |
|  | **Yeraltı madenlerinde elektrik tesisatlarının kurulumu** | | |
|  | Erection of electrical installations in underground mines | | |
|  | Construction des installations électriques dans les mines souterraines | | |
|  | Errichten elektrischer Anlagen im Bergbau unter Tage | | |
|  |  | |  |
|  |  | |  |
|  |  | |  |
|  |  | |  |
|  |  | | |

C:\Users\Oğuzhan\Desktop\Adsız kopya.png TELİF HAKKI KORUMALI DOKÜMAN

© Türk Standardları Enstitüsü

Tüm hakları saklıdır. Aksi belirtilmedikçe bu yayının herhangi bir bölümü veya tamamı, TSE'nin yazılı izni olmaksızın fotokopi ve mikrofilm dâhil, elektronik ya da mekanik herhangi bir yolla çoğaltılamaz ya da kopyalanamaz.

**TSE Standard Hazırlama Merkezi Başkanlığı**

Necatibey Caddesi No: 112

06100 Bakanlıklar \* ANKARA

**Tel:** + 90 312 416 68 30

**Faks:** + 90 312 416 64 39

**E-posta:** [dokumansatis@tse.org.tr](mailto:dokumansatis@tse.org.tr)

**Web:** [www.tse.org.tr](http://www.tse.org.tr)

Millî önsöz

Bu standart; kaynağı standardı olan Türk standardının Elektrik İhtisas Kurulu'na bağlı TK-03: Elektrik Teknik Komitesi tarafından hazırlanan Türkçe tercümesidir.

resmî dillerinde yayımlanan diğer standart metinleri ile aynı geçerliliğe sahiptir.

Bu standartta kullanılan bazı kelime veya ifadeler patent haklarına konu olabilir. Böyle bir patent hakkının belirlenmesi durumunda TSE sorumlu tutulamaz.

|  |  |
| --- | --- |
| AVRUPA STANDARDI  EUROPEAN STANDARD  NORME EUROPÉENNE  EUROPÄISCHE NORM | **EN 50628**  Temmuz 2016 |

ICS 29.260.20

Türkçe Sürümü

**Yeraltı madenlerinde elektrik tesisatlarının kurulumu**

**Erection of electrical installations in underground mines**

|  |  |
| --- | --- |
| Construction des installations électriques dans les mines souterraines | Errichten elektrischer Anlagen im Bergbau unter Tage |

Bu Avrupa Standardı CENELEC tarafından 23 Mayıs 2016 tarihinde onaylanmıştır. CENELEC üyeleri, bu Avrupa Standardı’na hiçbir değişiklik yapmaksızın ulusal standart statüsü veren koşulları öngören CEN/CENELEC İç Tüzüğü’ne uymak zorundadır.

Bu tür ulusal standartlarla ilgili güncel listeler ve bibliyografik atıflar, CEN-CENELEC Yönetim Merkezi’ne veya herhangi bir CENELEC üyesine başvurarak elde edilebilir.

Bu Avrupa Standardı, üç resmi dilde (İngilizce, Fransızca, Almanca) yayımlanmıştır. Bir CENELEC üyesinin sorumluluğunda kendi diline çeviri yoluyla elde edilen ve CEN-CENELEC Yönetim Merkezi’ne bildirilen başka bir dildeki bir sürüm, bu standardın resmi sürümleri ile aynı statüdedir.

CENELEC üyeleri, Almanya, Avusturya, Belçika, Birleşik Krallık, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Hırvatistan, Hollanda, İrlanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İtalya, İzlanda, Kıbrıs, Letonya, Litvanya, Lüksemburg, Macaristan, Makedonya, Malta, Norveç, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovakya, Slovenya, Türkiye ve Yunanistan’ın ulusal elektroteknik komiteleridir.

CENELEC

AVRUPA ELEKTROTEKNİK STANDARDİZASYON KOMİTESİ

EUROPEAN COMMITTEE FOR ELEKTROTECHNICAL STANDARDIZATION

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION ELECTROTECHNIQUE

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR ELEKTROTECHNISCHE NORMUNG

**CEN/CENELEC Yönetim Merkezi: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüksel**

|  |  |
| --- | --- |
| © 2016 CENELEC - Her şekilde kullanım hakkı dünya çapında CENELEC Üye Ülkelerine aittir. |  |

Ref. No. EN 50628:2016 E

İçindekiler

Avrupa önsözü 5

Giriş 6

1 Kapsam 8

2 Bağlayıcı atıflar 9

3 Terimler ve tanımlar 10

4 Genel 22

4.1 Genel gereklilikler 22

4.2 İlk muayene 23

4.3 Personelin yetkinliği 23

4.4 Dokümantasyon 24

5 Elektrik ve elektrostatik yüklenmeye karşı koruma araçları 24

6 Odalar ve konumlar 24

6.1 Elektrik servis odaları 24

6.2 Kapalı elektrik servis odaları 24

6.3 Diğer odalar 25

7 Yangının yayılmasına karşı koruma 25

7.1 Genel gereklilikler 25

8 Yalıtım, yalıtım direnci ve kontrolü 25

8.1 Yalıtım 25

8.2 Yalıtım direnci değeri 26

8.3 Yalıtım direnci kontrolü 26

9 İşaret levhaları, etiketler, bağlantı şemaları, yazılar 26

9.1 Genel gereklilikler 26

10 Anma gerilimleri 27

10.1 Genel gereklilikler 27

10.2 Gerilim aralıkları 27

11 Elektrik çarpmasına karşı koruma 28

11.1 Temel koruma gereklilikleri 28

11.2 Arıza koruması için gereklilikler 29

12 IT Sistemlerinde koruma 29

12.1 Genel 29

12.2 IT sistemlerinde toprak arıza tespiti 30

12.3 IT sisteminin tasarımı 30

12.4 Yalıtım izleme 31

12.5 Koruyucu iletken 32

12.6 IT sistemlerindeki elektriksel koruma düzenleri 34

12.7 Bir koruma düzeni tarafından izlenen kabloların tasarımı 36

13 TN sistemlerinde koruma 38

13.1 Kaçak akım düzeni (RCD) bulunan TN-S sistemleri 38

13.2 Kaçak akım düzenleri (RCD) olmayan TN-S Sistemi 38

14 Diğer koruma araçları 39

15 Kendinden güvenlikli olmayan kablolar üzerindeki mekanik etkinin neden olduğu tehlikeye karşı yapılan koruma 39

15.1 Genel gereklilikler 39

15.2 Seyyar elektrikli donanımı besleyen kablolar 39

15.3 Madencilik faaliyeti alanlarında veya tünel açma alanlarında tünel açma arnından 50 m uzağa kadar olan kablolar 40

16 Kendinden güvenlikli elektrik sistemleri 40

16.1 Seçim için genel gereklilikler 40

16.2 Açıklayıcı sistem dokümanı 41

16.3 Kurulum 41

16.4 Kendinden güvenlikli ve kendinden güvenlikli olmayan devrelerin ayrılması 41

16.5 Kendinden güvenlikli farklı devrelerin ayrılması 42

16.6 Topraklama 42

16.7 Kendinden güvenlikli sistemler için kablo 42

17 Transformatörlerin montajı 42

18 Transformatör merkezleri 43

19 Her bir anahtarlama düzenindeki bağlantı kesme düzenleri 43

20 Anahtarlama düzenleri 43

21 Bağlaştırıcılar ve konnektörler 43

21.1 Bağlaştırıcılar ve konnektörlerin kullanımına ilişkin genel gereklilikler 43

21.2 Bağlaştırıcıların kullanıldığı ilave gereklilikler 43

22 Armatürler ve aydınlatma tesisatı 44

23 Kablolar 45

23.1 Kabloların tasarımı 45

23.2 İletken malzemeleri 45

23.3 Akım taşıma kapasitesi 45

23.4 Kaplamalar ve dış koruyucu kapaklar 45

23.5 Tek kabloda farklı devreler 46

23.6 Kabloların döşenmesi 46

23.7 Salmastra, sonlandırma veya sökme 47

23.8 Yalıtılmamış iletkenlerin döşenmesi 48

23.9 Tek damarlı kablo kullanımı için ilave gereklilikler 48

24 Elektrikli donanımın veya tesisatın aşırı akıma karşı korunması 49

24.1 Aşırı akım koruma düzenleri 49

24.2 Aşırı yük koruması 49

24.3 Kısa devre koruması 50

24.4 Asgari kısa devre akımı 50

25 Kısa devre akımlarının hesaplanması 51

26 Üretim alanlarında ve tünel alanlarında anma gerilimi 1 kV'tan 6,6 kV'a kadar olan sistemler ve donanımlar için ilave gereklilikler 51

26.1 Genel gereklilikler 51

26.2 Anahtarlama düzenleri 51

26.3 Üretim alanlarında ve tünel açma alanlarında gerilimsiz kablonun yalıtım direnci deneyi 52

26.4 Gerilimli sistemlerin yalıtım izlemesi 52

26.5 IT sistemlerinde toprak arıza koruması 52

26.6 Gerilimli olmayan sistemlerin izlenmesi 53

26.7 Elektrikli donanımın kablolarını beslemek için elektriksel koruma düzenleri 53

26.8 Kablo tasarımı 53

27 Kablo girişi seçimi için ilave gereklilikler 54

Ek A (bilgi için) Dokümanlar 55

Ek B (bağlayıcı) Boş alanla ilgili çizelgeler ve şekiller 56

Ek C (bilgi için) Galvanik olarak ayrılmış sisteme ait örnek (üretim alanlarında veya tünel açma alanlarında) 59

Ek D (bilgi için) Hesaplama örneği (12.3.6’ya göre) 63

Ek E (bilgi için) Yeraltı çalışma alanlarına uygun kablolar için çizelge 67

Ek F (bilgi için) Yeraltı çalışma alanlarına uygun kabloların akım taşıma kapasitesine ait çizelge 74

Kaynaklar 77

Avrupa önsözü

Bu doküman (EN 50628:2016), CLC/TC 31 “Potansiyel olarak patlayıcı ortamlar için elektrikli cihazlar” Teknik Komitesi tarafından hazırlanmıştır.

Aşağıdaki tarihler ilgili eylemler için tayin edilmiştir:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| * özdeş ulusal standart olarak veya bu standardın onaylanmasıyla EN’nin ulusal düzeyde uygulamaya koyulması gereken son tarih | (yayın tarihi) | 23.05.2017 |
| * EN ile çelişen ulusal standartların iptal edilmesinin son tarihi | (iptal tarihi) | 23.05.2020 |

Bu doküman, EN 60079 standart serisinde verilen belirli koruma tipleri için Avrupa Standartları ile birlikte kullanılmalıdır.

Bu doküman ayrıca EN 1127-2 ile birlikte kullanılacaktır.

Bu dokümanın bazı unsurlarının patent haklarının konusu olabileceği olasılığına dikkat edilmelidir. Bu tür patent haklarının herhangi birinin veya tamamının belirlenmesinden CENELEC [ve/veya CEN] sorumlu tutulmamalıdır.

Giriş

Patlayıcı ortam oluşma ihtimali olan yeraltı çalışma alanlarına elektrikli donanımlar tesis edileceği zaman, elektrik tesisatının normal çalışmasında veya arıza şartları altında kömür gazının tutuşmasını önlemek için koruyucu önlemler uygulanır.

Maden ocakları çıkarılan mineral/malzemeye ve çalışma ortamlarında kömür gazının olup olmamasına bağlı olarak gazlı veya gazsız olabilir. Tüm kömür madenlerini gazlı madenler olarak değerlendirmek olağan bir uygulamadır. Bununla birlikte kömür olmayan madenler örneğin, maden çıkarma sürecinden etkilenebilecek petrol yatakları veya işlenmemiş kömür damarlarının yakınında bulunan maden mineralleri/malzemeleri ise veya alevlenebilir gaz patlamalarına duyarlı ise kömür gazının oluşumuna da duyarlı olabilir.

Yeraltı çalışma alanlarında kömür gazı madencilik tehlikelerinin en önemlilerden biri olduğu için tüm elektrikli donanım parçalarının bu tehlikeye göre seçilmesi gerekir. Kömür gazı dışında başka önemli patlayıcı ortamlar varsa, bu patlayıcı ortamlardan meydana gelen tehlikenin dikkate alınması gerekir.

2014/34/EU sayılı Direktif potansiyel olarak patlayıcı ortam tanımını yanıcı tozun yanı sıra kömür gazını da içerecek şekilde genişletmektedir. Kapsamlı araştırma[[1]](#footnote-1) kömür tozu/hava karışımının asgari tutuşma enerjisinin (MIE) bir kömür gazı/hava karışımından birkaç yüz kat daha yüksek olduğunu ve kömür tozu parçacıkları için azami deneysel güvenli aralığın (MESG) kömür gazı için olanın iki katından fazla olduğunu göstermiştir. Bu nedenle kömür gazı/hava karışımlarında kullanılmak üzere tasarlanmış, inşa edilmiş ve bakımı yapılmış donanım, koruyucu sistemler ve bileşenlerin kömür tozu/hava karışımlarında kullanım için de uygun olduğunu kabul etmek mantıklıdır.

Grup II’den farklı olarak Grup I endüstrisinde neredeyse tüm yeraltı çalışma alanlarının, patlayıcı bir ortamın meydana gelme olasılığının bulunduğu yerlerde değerlendirilmesi ve buna göre tehlikeli alanlar olarak sınıflandırılması gerektiği kabul edilecektir. Bu tür bir yeraltı çalışma alanında maruz kalma derecesi yerel parametrelere değil de zaman parametrelerine bağlı olduğundan bu çalışma alanları için bir bölge sınıflandırması yapmak mümkün değildir. 2014/34/AB ATEX Direktifi uyarınca tesis edilmiş donanımın maruziyeti maden havasındaki normal olarak kabul edilebilir kömür gazı derişiminden (tehlike durum 2; M2 donanımı yeterli) yüksek metan derişimine (tehlike durum 1; M1 donanımı gerekli, M2 donanımının enerjisi kesilecek) değişebilir ve tersi de geçerlidir.

Kömür madeninin bulunduğu alanlar, ulusal düzenlemelere göre tehlikesiz olabilir. Bu tür alanlarda, risk değerlendirmesine ve ulusal yönetmeliklerin gerektirdiği özel yerel kurallara tabi olarak ATEX onaylı olmayan donanım kullanılabilir.

Gazsız madenlerde, yeraltı çalışma alanlarında belirli bölgelerde patlayıcı ortamların oluşması mümkündür. Bu durumlarda ulusal yönetmelikler geçerli olacaktır.

Ortamın, kömür gazına ilave olarak, önemli oranlarda kömür gazından başka alevlenebilir gazlar içerebileceği madenlerde, tesis edilmiş Grup I donanımı, başka önemli alevlenebilir gazlara karşılık gelen Grup II'nin alt bölümü ile de uyumludur.

Herhangi bir yeraltı çalışma alanında, boyutundan bağımsız olarak, elektrikli donanımla ilgili olanlar dışında çok sayıda tutuşma kaynağı olabilir. Diğer olası tutuşma kaynaklarına karşı güvenliği sağlamak için önlemler gerekli olacaktır, ancak bu konudaki kılavuzluk bu standardın kapsamı dışındadır.

Yeraltı madencilik faaliyetleri, elektrik tesisatında ve ayrıca kömür gazından kaynaklanan başka özel sorunlara neden olur. İklimin tetiklediği zorlu çevre şartları örneğin – sıcaklık ve nem,– derinlikten kaynaklanan kaya basıncı, yeraltı çalışmalarının geometrik boyutları, maden çıkarma sürecinin kendisi ve diğer benzer şartlar yeraltı madenlerindeki elektrik tesisatı için özel şartnameler gerektirir.

# Kapsam

Bu Avrupa Standardı, yeni elektrik tesisatlarının montajı için güvenlik gerekliliklerini belirtir.

Bu Avrupa Standardı, elektrik tesisatı gereklilikleriyle ilgili olarak HD 60364 serisi ve EN 61936 serisi gibi diğer ilgili uyumlaştırılmış standartları tamamlayıcı niteliktedir.

Bu Avrupa Standardı ayrıca, uygun elektrikli donanımın yapılışı, deneye tabi tutulması ve işaretleme gereklilikleri için EN 60079-0 ve ilgili standartlara atıfta bulunur.

EN 60079-14, patlayıcı ortamlarda elektrik tesisatlarının tasarımı, seçimi ve montajı için özel gereklilikleri verir.

NOT EN 60079-14, kömür gazı dışında patlayıcı gaz ortamlarının oluşabileceği madenlerdeki elektrik tesisatlarına ve madenlerin yüzey tesisatlarındaki elektrik tesisatlarına uygulanabilir.

Bu Avrupa Standardı:

a) madenlerin yeraltı çalışmalarındaki elektrik tesisatı;

b) yeraltı çalışma sürecinin bir bölümü olması nedeniyle, işlevsel ve güvenlikle ilgili konularda yeraltı çalışmalarıyla doğrudan bağlantılı olan elektrik tesisatları ve yer üstü elektrik tesisatının bölümleri:

Bunlar özellikle aşağıda verilmiştir:

* yeraltı çalışmalarının güç dağıtımına ilişkin güvenlik ve izleme düzenleri,
* kaldırma ve eğimli taşıma tesislerinin iletişim sistemi,
* yeraltı çalışmalarının bir bölümü olan yer üstü tesisatının kendinden güvenlikli elektrik tesisatları,
* işlevsel güvenlikle ilgili artan gereksinimleri karşılamaları halinde uzaktan kumanda sistemleri,
* yeraltı havalandırmasından gelen kömür gazı nedeniyle tehlike altında olan havalandırma sistemlerinin ve yer üstü şaft mahfazalarının elektrik tesisatı ve elektrik donanımı,

• kömür gazı tahliye sistemleri;

c) yetkili ulusal makamlardan talep edilmesi halinde, madencilik dışındaki yeraltı çalışma alanlarındaki elektrik tesisatı

için geçerlidir:

Madencilik otoritesinin ulusal düzenlemeleri etkilenmemelidir.

Bu standart, Madde 10'da belirtilen tüm gerilimlerdeki tesisatlar için geçerlidir.

Her iki sütunun üzerindeki gereklilikler, tüm yeraltı çalışmaları için geçerlidir.

|  |  |
| --- | --- |
| **Gazlı madenler**  Sol sütundaki gereklilikler, kömür madenciliği endüstrisindeki kömür gazı nedeniyle tehlikeye girmesi muhtemel olan yeraltı çalışmaları için gereklilikler. | **Gazsız madenler**  Sağ sütundaki gereklilikler, kömür madenciliği endüstrisinin, kömür gazı nedeniyle tehlikeye girmesi muhtemel olmayan yeraltı çalışmaları ve kömür dışı madencilik endüstrisinin yeraltı çalışmaları için gereklilikler. |

# Bağlayıcı atıflar

Aşağıdaki dokümanlara, tamamen veya kısmen bu dokümanda atıfta bulunulur ve bunlar, bu dokümanın uygulanması için zorunludur. Tarihli referanslar için, yalnızca alıntı yapılmış baskı geçerlidir. Tarihli olmayan referanslar için, atıf yapılan belgenin son baskısı (tüm tadiller dâhil) geçerlidir.

HD 631.1 S2, *Electric cables - Accessories - Material characterisation - Part 1: Fingerprinting and type tests for resinous compounds*

EN 50303, *Group I, Category M1 equipment intended to remain functional in atmospheres endangered by firedamp and/or coal dust*

EN 50393, *Test methods and requirements for accessories for use on distribution cables of rated voltage 0,6/1,0 (1,2) kV*

EN 60038, *CENELEC standard voltages (IEC 60038)*

EN 60079-0, *Explosive atmospheres - Part 0: Equipment - General requirements (IEC 60079-0)*

EN 60079-1, *Explosive atmospheres - Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures "d" (IEC 60079-1)*

EN 60079-7:2007, *Explosive atmospheres - Part 7: Equipment protection by increased safety "e" (IEC 60079-7:2006)*

EN 60079-10-1, *Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres (IEC 60079-10-1)*

EN 60079-10-2, *Explosive atmospheres - Part 10-2: Classification of areas - Explosive dust atmospheres (IEC 60079-10-2)*

EN 60079-11:2012, *Explosive atmospheres - Part 11: Equipment protection by intrinsic safety "i" (IEC 60079-11:2011)*

EN 60079-14, *Explosive atmospheres - Part 14: Electrical installations design, selection and erection (IEC 60079-14)*

EN 60079-25, *Explosive atmospheres - Part 25: Intrinsically safe electrical systems (IEC 60079-25)*

EN 60204-1, *Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements (IEC 60204-1)*

EN 60296, *Fluids for electrotechnical applications - Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear (IEC 60296)*

EN 60309-1, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 1: General requirements (IEC 60309-1)*

EN 60332-1-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-2: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable - Procedure for 1 kW pre-mixed flame (IEC 60332-1-2)*

HD 60364-4-41:2007, *Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock (IEC 60364-4-41:2005)*

EN 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) (IEC 60529)*

EN 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements and tests (IEC 60664-1)*

EN 60836, *Specifications for unused silicone insulating liquids for electrotechnical purposes (IEC 60836)*

EN 60865-1, *Short-circuit currents - Calculation of effects - Part 1: Definitions and calculation methods (IEC 60865-1)*

EN 60909, *(all parts), Short-circuit currents in three-phase a.c systems (IEC 60909 series)*

EN 61099, *Insulating liquids - Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes (IEC 61099)*

EN 61557-6, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 6: Effectiveness of residual current devices (RCD) in TT, TN and IT systems (IEC 61557-6)*

EN 61557-8, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems (IEC 61557-8)*

EN 61557-15, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 15: Functional safety requirements for insulation monitoring devices in IT systems and equipment for insulation fault location in IT systems (IEC 61557-15)*

# Terimler ve tanımlar

Bu standardın amaçları doğrultusunda, aşağıdaki terimler ve tanımlar geçerlidir.

## 

## madencilik operasyonu / galeri sürme

3.1.1

madencilik operasyonu

a) uzun ayak madenciliği durumunda: bağlantılı işleri içeren arın

Kayda ait not 1: Bağlantılı çalışmalar, arın girişinin her iki tarafında 10 m'ye kadardır. Arın girişi, arın ile çatı desteğinin tamamlanmış en son sırası arasındaki alandır.

b) diğer madencilik yöntemlerinde: bağlantılı çalışmaları içeren üretim alanı

Kayda ait not 2: Bağlantılı çalışmalar, çalışma arnına 10 m'ye kadardır.

Kayda ait not 3: Daha büyük madencilik faaliyet alanlarının olması durumunda (örneğin, tuz endüstrisi), madencilik otoritesi karar verecektir.

3.1.2

galeri sürme

galeri arnından 50 m'ye kadar olan mesafelerde galeri sürme faaliyetlerinin yapıldığı yeraltı çalışmalarının bölümleri

## 

## elektrik tesisatı

3.2.1

elektrik güç dağıtımı

elektrik enerjisinin üretimi, dönüştürülmesi, depolanması, iletimi, dağıtımı veya kullanımı gibi amaçlar için, ısı ve ışık üretimi için veya elektrokimyasal işlemler için kullanılan donanım bölümlerini barındıran tüm elektrik tesisatı

3.2.2

anahtarlama düzeni

Esas olarak elektrik enerjisinin üretim, iletim, dağıtım ve dönüştürülmesiyle bağlantılı olarak kullanılması amaçlanan anahtarlama elemanlarını ve bu elemanların kontrol, ölçme, koruma ve ayar donanımlarıyla birleşimini, ayrıca ilgili ara bağlantılar, yardımcı donanımlar, mahfazalar ve destek yapılara sahip bu elemanlara ve donanımlara ait panoları kapsayan genel bir terim.

[KAYNAK: IEV 441-11-02]

3.2.3

elektriksel girişim

kapasitif, endüktif veya omik direncin kuplajına bağlı olarak bir elektrik güç tesisatının bir iletişim sistemi üzerindeki veya farklı iletişim sistemleri arasındaki etkisi

3.2.4

elektrik tesisatı montajı

bir elektrik tesisatının yeni kurulumu, yeniden tasarımı, genişletilmesi, değiştirilmesi veya yeniden yapılandırılması

Kayda ait not 1: Elektrikli donanımın benzeriyle değiştirilmesi veya elektrik tesisatının azaltılması işlemi, elektrik parametrelerini önemli ölçüde değiştirmeyecekse, bu işlem yeniden tasarım değildir.

3.2.5

elektrostatik topraklama

elektrostatik olarak topraklanmış, başka bir ifadeyle toprağa karşı kaçak direnci belirli bir değerden büyük olmayan elektrikli donanım

Kayda ait not 1: Toprağa karşı kaçak direnç 106 Ω'dan büyük olmamalı veya kapasite 100 pF'tan küçük veya eşitse, 108 Ω'dan büyük olmamalıdır.

3.2.6

kendinden güvenlikli elektrik sistemleri ve elektrik güç tesisatları alanında potansiyel eşitleme

elektrik güç tesisatlarının farklı koruyucu iletkenleri ve kendinden güvenlikli elektrik sistemlerinin açıkta kalan iletken bölümleri arasındaki potansiyel farkların ortadan kaldırılması

3.2.7

koruyucu kuşaklama iletken

koruyucu eşpotansiyel kuşaklama için sağlanan koruma iletkeni

[KAYNAK: IEV 826-13-24]

3.2.8

iletişim sistemi

uzaktan kumanda bilgileri (örneğin, ölçüm değerleri, mesajlar veya talimatlar) dahil olmak üzere mesajların ve/veya bilgilerin (örneğin, konuşma, melodiler, resimler veya karakterler) iletilmesi ve işlenmesi için kurulan tesisat

Kayda ait not 1: Bir iletişim sistemi, yayın donanımı, kablosuz veya kablosuz olmayan iletim yolu, alıcı terminal düzenleri ve tedarik donanımından oluşur.

3.2.9

ilk muayene

tüm elektrikli cihaz, sistem ve tesisatların hizmete alınmadan önce muayenesi

[KAYNAK: IEV 426-14-06]

## 

## elektrikli donanım

3.3.1

elektrikli donanım

elektrik enerjisinin üretimi, dönüştürülmesi, iletimi, dağıtımı veya bundan faydalanılması amacıyla kullanılan donanımlar (örneğin, elektrik makineleri, transformatörler, anahtarlama ve kontrol düzenleri, ölçme aletleri, koruma düzenleri, kablaj sistemleri, akımla beslenen donanımlar vb.).

[KAYNAK: IEV 826-16-01]

3.3.2

seyyar elektrikli donanım

Çalışması sırasında taşınan veya besleme kaynağına bağlı iken bir yerden başka bir yere kolaylıkla taşınabilen elektrik donanımı

[KAYNAK: IEV 826-16-04]

3.3.3

akımla beslenen donanım

elektrik enerjisini ışık, ısı ve mekanik enerji gibi başka bir enerji biçimine dönüştürmesi amaçlanan elektrik donanımı

[KAYNAK: IEV 826-16-02]

3.3.4

elde tutulan donanım

normal kullanımı sırasında elde tutulması amaçlanan elektrik donanımı

[KAYNAK: IEV 826-16-05]

3.3.5

anahtar

bağlantı uçları arasındaki elektrik bağlantılarını değiştirmesi amaçlanan düzen

[KAYNAK: IEV 151-12-22]

3.3.6

anahtarlama düzeni ve kontrol düzeni

koruma, kontrol, ayırma ve anahtarlama fonksiyonlarından birini veya daha fazlasını gerçekleştirmesi için bir elektrik devresine bağlanması amaçlanan elektrik donanımı

Kayda ait not 1: Bu terimin Fransızcası ve İngilizcesi çoğu durumda birbirine eşdeğer olarak kabul edilebilir. Ancak Fransızca terim İngilizce terimden daha kapsamlı olup, örneğin, bağlantı düzenleri, fiş ve prizler ve benzerlerini kapsar. İngilizcede bu düzenler yardımcı donanımlar olarak bilinir.

[KAYNAK: IEV 826-16-03]

3.3.7

uzaktan kumandalı anahtarlama düzeni

örneğin, mekanik, elektrik, elektro-optik, pnömatik, akustik veya termal veya manyetik bir şekilde ve manuel olarak yapmanın imkansız olduğu yerlerde harici bir etki ile bir veya daha fazla elektrik devresini açması veya kapatması amaçlanan anahtarlama düzeni

3.3.8

dönüştürücü

bir elektrik akımı tipini doğadaki başka farklı bir tipe, gerilime ve/veya frekansa dönüştüren statik veya döner donanım grubu

[KAYNAK: IEV 811-19-01]

## 

## kendinden güvenlik

3.4.1

kendinden güvenlikli elektrik sistemi

patlayıcı bir ortamda kullanılması amaçlanan devrelerin veya devre bölümlerinin kendinden güvenlikli devreler olduğu, açıklayıcı bir sistem dokümanında açıklanan, elektrikli cihazın birbirine bağlı elemanları takımı

[KAYNAK: IEV 426-11-08]

3.4.2

kendinden güvenlikli devre

normal çalışma ve belirtilen arıza şartları dahil olmak üzere, EN 60079-11'de belirtilen şartlarda üretilen herhangi bir kıvılcım veya herhangi bir ısıl etkinin, belirli bir patlayıcı gaz ortamının tutuşmasına neden olamadığı devre

[KAYNAK: IEV 426-11-01]

3.4.3

kendinden güvenlikli elektrikli cihaz

tüm devrelerin kendinden güvenlikli devreler olduğu elektrikli cihaz

[KAYNAK: IEV 426-11-02]

3.4.4

ilgili cihaz

hem kendinden güvenlikli devreler hem de kendinden güvenlikli olmayan devreler içeren ve kendinden güvenlikli olmayan devrelerin kendinden güvenlikli devreleri olumsuz etkileyemeyecek şekilde yapılan elektrikli cihaz

Kayda ait not 1: İlgili cihaz aşağıdakilerden biri olabilir:

a) uygun gaz ortamında kullanım için EN 60079-0'da listelenen başka bir koruma tipine sahip elektrikli cihazlar veya

b) bu şekilde korunmayan ve bu nedenle patlayıcı gaz ortamında kullanılmaması gereken elektrikli cihazlar.

[KAYNAK: IEV 426-11-03]

3.4.5

yardımcı donanım

ana düzenin veya cihazın bir bölümünü oluşturmayan ancak çalışmaları için ihtiyaç duyulan ve bunları destekleyen veya özel karakteristiklerine katkıda bulunan düzen

[KAYNAK: IEV 151-11-24]

## 

## topraklama

3.5.1

topraklama sistemi

donanımı veya bir sistemi ayrı ayrı veya birlikte topraklamak için gerekli olan bağlantıların ve düzenlerin düzenlenmesi

[KAYNAK: IEV 604-04-02]

3.5.2

(güç) sistem topraklaması

elektrik güç sistemindeki bir noktanın veya noktaların fonksiyonel topraklaması ve koruma topraklaması

[KAYNAK: IEV 826-13-11]

3.5.3

topraklamak

bir sistemde veya bir tesisatta veya bir donanımda verilen bir nokta ile yerel toprak arasında bir elektrik bağlantısı yapma

Kayda ait not 1: Yerel toprağa yapılan bağlantı:

• istemli olarak veya

• istemsiz olarak veya kazara ve

• kalıcı veya geçici

yapılabilir.

[KAYNAK: IEV 826-13-03]

3.5.4

topraksız açıkta kalan iletken bölüm

toprağa veya diğer toprakla kuşaklanmış elektrikli donanıma herhangi bir bağlantısı olmayan açıkta kalan iletken bölüm

3.5.5

toprak arızası

gerilimli bir iletken ile toprak arasında kazara iletken bir yolun meydana gelmesi

[KAYNAK: IEV 826-14-13 değiştirilmiş]

3.5.6

toprak arıza akımı

yalıtım arızası nedeniyle toprağa akan akım

[KAYNAK: IEV 442-01-23]

3.5.7

çift toprak arızası

ortak bir kaynaktan kaynaklanan bir veya birkaç devrede aynı anda iki farklı yerde meydana gelen toprak yalıtım arızaları

[KAYNAK: IEV 604-02-22]

3.5.8

çift toprak arıza akımı

çift toprak arızası durumunda akım

3.5.9

artık toprak akımı

kompanzasyondan sonra arıza noktasındaki toprak akımı

3.5.10

arıza akımı

bir yalıtım arızası sonucunda oluşan bir arıza noktasından geçen akım

[KAYNAK: IEV 826-11-11]

3.5.11

kaçak akım

normal çalışma şartları altında, istenmeyen iletken bir yoldan geçen elektrik akımı

[KAYNAK: IEV 826-11-20]

3.5.12

fonksiyonel topraklama

elektriksel güvenlik dışındaki amaçlar için bir sistem, bir tesisat veya bir donanım içerisindeki bir noktanın veya noktaların topraklanması

[KAYNAK: IEV 826-13-10]

3.5.13

yalıtım arızası

bir elektrik tesisatının veya bir donanımın yalıtımında toprağa dirençli bir yol oluşturabilecek kusur

Kayda ait not 1: Yalıtım arızası, bir hat iletkeninden tek bir arıza olarak veya tüm hat iletkenlerinden simetrik bir arıza olarak görünebilir.

[KAYNAK: IEV 604-02-02, değiştirilmiş]

3.5.14

yalıtım izleme düzeni

IMD

ölçüm yönteminden bağımsız olarak, topraklanmamış IT sistemlerinin toprak yalıtım direncini devamlı olarak izleyen düzen

3.5.15

toprak arızası kilitleme düzeni

yalıtım arızası var olduğu sürece yeniden başlatmayı engellemek için gerilimli olmayan bir sistemin yalıtım direncini izleyen elektrikli düzen

3.5.16

(elektrikli donanımın) açıktaki iletken bölüm

dokunulabilen ve normalde gerilimli olmayan, ancak temel yalıtımın delinmesiyle gerilimli hale gelebilen, donanıma ait iletken bölüm

[KAYNAK: IEV 826-12-10]

3.5.17

çerçeveye karşı arıza

bir arıza nedeniyle açıkta kalan iletken bölümler ile elektrikli donanımın gerilimli bölümleri arasındaki ara bağlantı

3.5.18

kısa devre

iki veya daha fazla sayıdaki iletken bölüm arasında kazara veya bilerek yapılan, bu iletken bölümler arasındaki elektrik potansiyeli farkının sıfır veya sıfıra yakın bir değerde olmasına neden olan iletken yol

[KAYNAK: IEV 826-14-10]

3.5.19

çerçeveye karşı toplam arıza, kısa devre veya toprak arızası

arıza noktasındaki direnç neredeyse sıfırdır

## 

## kablaj

3.6.1

bükülgen kablo

seyyar elektrikli donanımı besleyen kablo

3.6.2

sabit kablo

örneğin, galeri duvarı, galeri desteği, borular, platformlar veya makinelerin yapısal bölümlerine uygun şekilde sabitlenen sabit elektrikli donanımı besleyen kablo

3.6.3

sabit olmayan kablo

• sıklıkla hareket ettirilen,

• madencilik veya maden çıkarma sürecinin bir bölümü olarak taşınan

özelliklere sahip elektrikli donanımı besleyen kablo.

## 

## iletkenler

3.7.1

hat iletkeni

normal çalışmada enerjili olan ve elektrik enerjisinin iletimine veya dağıtımına katkıda bulunan, ancak bir nötr veya orta nokta iletkeni olmayan iletken

[KAYNAK: IEV 826-14-09]

3.7.2

nötr iletkeni

elektriksel olarak nötr noktasına bağlanan ve elektrik enerjisinin dağıtımına katkıda bulunan iletken

[KAYNAK: IEV 826-14-07]

3.7.3

koruma iletkeni

elektrik çarpmasına karşı koruma gibi güvenlik amaçları için sağlanan iletken

[KAYNAK: IEV 826-13-22]

3.7.4

PEN iletkeni

bir koruyucu topraklama iletkeni ve bir nötr iletkeninin her ikisinin de işlevlerini yerine getiren iletken

[KAYNAK: IEV 826-13-25]

## 

## anahtarlama

3.8.1

açma

koruma düzenlerinin manuel veya otomatik kontrolü ile bir devre kesicinin açılması

Kayda ait not 1: Bir şebeke elemanının (hat, transformatör) açması ifadesi aslında ilgili devre kesicilerin açılması anlamına gelir.

[KAYNAK: IEV 604-02-31]

3.8.2

bağlantı kesilmesi

bir devreyi gerilimsiz hale getirmek (tüm hatların açılması)

3.8.3

izolasyon

bir elektrikli donanımın veya devrenin, toprakla kuşaklanmamış tüm hatlardan genel olarak ayrılması

## 

## elektrik çarpmasına karşı koruma

3.9.1

gerilimli bölüm

nötr iletkeni dâhil ancak genel bir kabule göre PEN iletkeni, PEM iletkeni veya PEL iletkeni hariç olmak üzere normal çalışmada enerjilendirilmesi amaçlanan iletken veya iletken bölüm

Kayda ait not 1: Bu kavram bir elektrik çarpma riskinin mutlaka olacağı anlamına gelmez

[KAYNAK: IEV 826-12-08]

3.9.2

temel koruma

arıza olmadığında elektrik çarpmasına karşı koruma

Kayda ait not 1: Alçak gerilim tesisatı, sistemleri ve donanımlarında temel koruma genellikle doğrudan temasa karşı korumaya karşılık gelir.

[KAYNAK: IEV 826-12-05]

3.9.3

arıza koruması

tek bir arıza durumunda elektrik çarpmasına karşı koruma

Kayda ait Not 1: Alçak gerilim tesisatı, sistemleri ve donanımlarında arıza koruması, genellikle dolaylı temasa karşı korumaya karşılık gelir ve esas olarak temel yalıtımın arızalanmasıyla ilgilidir.

[KAYNAK: IEV 826-12-06]

3.9.4

temel koruma

temel koruma sağlayan tehlikeli gerilimli bölümlere ait yalıtım

Kayda ait Not 1: Bu kavram münhasıran işlevsel amaçlar için kullanılan yalıtıma uygulanmaz.

[KAYNAK: IEV 826-12-14]

3.9.5

koruma sınıfı II olan donanımı kullanarak veya eşdeğer yalıtım ile koruma

temel yalıtımın arızalanması durumunda tehlikeli bir durum oluşmayacak şekilde

• temel yalıtıma ilave yalıtım yapılarak veya

• temel yalıtımın güçlendirilmesiyle

alınan güvenlik önlemi

3.9.6

çok düşük gerilim

ELV

IEC 60449’da belirtilen band I’e ait ilgili gerilim sınırını aşmayan gerilim

[KAYNAK: IEV 826-12-30]

3.9.7

SELV sistemi

aşağıdaki şartlar altında gerilimin, çok düşük gerilim değerini aşamadığı elektrik sistemi:

- normal şartlar altında ve

- başka elektrik devrelerindeki toprak arızaları dâhil basit arıza şartları altında.

Kayda ait Not 1: SELV, güvenli çok düşük gerilimin kısaltmasıdır.

[KAYNAK: IEV 826-12-31]

3.9.8

PELV sistemi

aşağıdaki şartlar altında gerilimin, çok düşük gerilim değerini aşamadığı elektrik sistemi:

- normal şartlar altında ve

- başka elektrik devrelerindeki toprak arızaları dışındaki basit arıza şartları altında.

Kayda ait Not 1: PELV, korumalı çok düşük gerilimin kısaltmasıdır.

[KAYNAK: IEV 826-12-32]

3.9.9

IT sistemi

1 000 V'a kadar anma gerilime sahip sistemler ve güvenlik önlemlerinin aşağıdaki gibi karakterize edildiği 1 000 V'un üzerindeki sistemlerdir:

• gerilimli iletkenler ile toprağa kuşaklanmış bölümler arasında doğrudan bağlantı yoktur; açıkta kalan tüm iletken bölümler, koruyucu iletken aracılığıyla toprağa kuşaklanmıştır;

• koruyucu iletken tüm gerilim seviyelerinde yeraltına alınır ve topraklama sistemine bağlanır – 12.3.3’e bakılmalıdır;

• kablo içindeki koruyucu iletkenin yerleşimi ve kesiti, yalnızca çok yüksek temas gerilimi nedeniyle değil, belirli tanımlanmış gerekliliklere tabidir; alev ve patlamaya karşı koruma gereklilikleri de dikkate alınır;

• galvanik olarak ayrılmış her sistem, bir yalıtım arızasını göstermek ve açtırma yapmak için bir yalıtım izleme düzeni ile donatılmıştır

3.9.10

TN sistemi

TN sisteminin bir noktası doğrudan toprağa bağlanır

Kayda ait not 1: Elektrik tesisatının açıkta kalan iletken bölümleri bu noktaya koruyucu iletken ile bağlanmıştır.

Kayda ait not 2: Koruyucu iletken ve nötr iletken düzenine bağlı olarak üç çeşit TN-Sistemi mevcuttur:

• TN-S sistemi: tüm sistemde ayrı bir koruyucu iletken kullanılır;

• TN-C-S sistemi: sistemin bir bölümünde nötr ve koruyucu iletkenin işlevi yalnızca bir iletkende birleştirilir;

• TN-C sistemi: tüm sistemde nötr ve koruyucu iletkenin işlevi sadece bir iletkende birleştirilir.

## 

## gerilimler

3.10.1

çalışma gerilimi

sistemdeki belirli bir anda ve belirli bir noktada normal şartlar altında gerilimin değeri

Kayda ait not 1: Bu değer beklenebilir, tahmin edilebilir veya ölçülebilir.

[KAYNAK: IEV 601-01-22]

3.10.2

dokunma gerilimi

bir insan veya bir hayvan tarafından aynı anda dokunulan iletken bölümler arasındaki gerilim

Kayda ait not 1: Yukarıda belirtilen iletken bölümlerle elektriksel temas halinde bulunan bir insan veya hayvanın empedansı etkin dokunma geriliminin değerini önemli ölçüde etkileyebilir.

[KAYNAK: IEV 826-11-05]

3.10.3

(bir elektrik tesisatının) anma gerilimi

elektrik tesisatının veya bir bölümünün gösterildiği ve tanıtıldığı gerilim değeri

[KAYNAK: IEV 826-11-01]

3.10.4

arıza gerilimi

verilen bir arıza noktası ile referans toprak arasında bir yalıtım arızası sonucu meydana gelen gerilim

[KAYNAK: IEV 826-11-02]

## 

## elektrik devreleri

3.11.1

(bir elektrik tesisatının) (elektrik) devresi

aşırı akımlara karşı aynı koruma düzeni/düzenleri tarafından korunan, elektrik tesisatına ait elektrik donanımı grubu

[KAYNAK: IEV 826-14-01]

3.11.2

ana elektrik devresi

elektrik enerjisinin üretimi, dönüştürülmesi, dağıtımının anahtarlanması veya kullanılması gibi amaçlarla kullanılan elemanların bulunduğu elektrik devreleri

3.11.3

yardımcı elektrik devreleri

ilave fonksiyonlara sahip elektrik devreleri; örneğin, uzak devreler (komut başlatma kilitleme), elektrik güç tesisatlarında sinyal ve ölçüm devreleri

[KAYNAK: IEV 826-11-01]

3.11.4

uzak devreler

haberleşme sisteminde kontrol-, sinyal- ve ölçüm devreleri

## 

## aşırı akım

beyan değeri aşan elektrik akımı

Kayda ait not 1: İletkenler için beyan akımı, akım taşıma kapasitesine eşit olarak kabul edilir.

[KAYNAK: IEV 826-11-14]

3.12.1

(bir elektrik devresinin) aşırı yük akımı

bir kısa devre veya bir toprak arızasından kaynaklanmayan, bir elektrik devresinde meydana gelen aşırı akım

[KAYNAK: IEV 826-11-15]

3.12.2

kısa devre akımı

verilen bir kısa devredeki elektrik akımı

[KAYNAK: IEV 826-11-16]

## 

aşırı akım düzeni

ayarlanmış veya seçilmiş değerin üzerine çıktığında akımı otomatik olarak kesecek donanım veya düzen

3.13.1

aşırı yük akım düzeni

elektrikli donanımı aşırı yüklenmeden kaynaklanan ısınmaya karşı koruyan düzen

3.13.2

kısa devre akım düzeni

kısa devre akımları algılandığında belirli ve tanımlanmış bir sürede hızlı ve otomatik olarak devreyi açtıracak düzen

3.13.3

tekrar kapama kilidi

sistemde arıza olması durumunda elektrikli donanımın yeniden başlatılmasını engelleyecek düzen

Kayda ait not 1: Kilit, kasıtlı manuel müdahale ile etkisiz hale getirilebilir.

# Genel

## Genel gereklilikler

### Elektrik tesisatlarının montajı için yalnızca gerekli standartlara uygun ve kullanım amacına yönelik geçerli bir sertifikanın bulunduğu elektrikli donanım kullanılmalıdır.

## Kömür madenciliği endüstrisindeki kömür gazı veya kömür dışı madencilik endüstrisindeki diğer patlayıcı ortamlar nedeniyle potansiyel olarak patlayıcı ortamlar olması durumunda, elektrikli donanımın ATEX – 2014/34/AB – Direktifi uyarınca bir uygunluk beyanı veya uygunluk onayı olmalıdır.

|  |  |
| --- | --- |
| Kablolar ve yardımcı donanımları için sertifika gerekli değildir. Bunun yanı sıra, EN 60079–11’e göre basit düzen için de bir sertifika gerekli değildir. |  |
| Elektrik tesisatları, havadaki kömür gazı derişiminin ulusal mevzuatta belirtilen azami değeri aşması durumunda enerjisi kesilebilecek şekilde kurulmalıdır. Enerjinin kesilmesi aşağıdakiler için gerekli değildir:  • koruma seviyesi “ia” olan kendinden güvenlikli sistemler;  • M1 kategorisindeki elektrikli donanım. Harici devrelere (giriş ve/veya çıkış) sahip kendinden güvenlikli donanım olması durumunda, bunlar Grup I koruma seviyesi “ia” ile uyumlu olmalıdır. |  |

### Yalnızca öngörülebilir elektriksel, mekanik ve olumsuz veya tehlikeli çevresel etkilere (örneğin, su, toz, kimyasal etki, elektrik ve manyetik alanlar) dayanabilen bu tür elektrikli donanımlar kullanılmalıdır.

NOT Gerekli giriş koruması seviyesi EN 60529'da açıklanmıştır.

### Elektrikli donanım ve elektrik tesisatı, elektriksel kısa devrelere dayanacak şekilde kurulmalıdır.

### Kısa devre, elektrikli donanımın kendisinde meydana gelmedikçe, elektrikli donanım, kurulum yerinde oluşabilecek azami kısa devre akımına dayanmalıdır.

### Akım sınırlama düzenlerinin ve özellikle sigortaların, hat iletkenleri üzerindeki anahtarlama düzenine takıldığı durumlarda, kısa devreye dayanma yeteneği, tesis edilen yerde en kötü durum senaryosunda meydana gelebilecek sürme akımına bağlı olduğundan, dikkatli bir şekilde değerlendirme yapılmalıdır.

### Elektrik tesisatının kısa devreye yeteri kadar dayanma yeteneği belirlenmelidir. Bu yeteneğin hesaplanmasında EN 60865-1 kullanılmalıdır.

### Bu gereklilikleri yerine getirmek için, elektrikli donanımın bulunduğu yerdeki elektrik tesisatlarında kısa devre akımları bu standarttaki Madde 25’e göre hesaplanmalıdır.

### Elektrik tesisatları, güvenli erişim sağlanabilecek ve elektrikli donanımı güvenli bir yerden çalıştırabilecek şekilde monte edilmelidir.

### Elektrikli donanım, çalışma sırasında üretilen dağılım ısısının yeterince yayılabileceği şekilde monte edilmelidir.

|  |  |
| --- | --- |
| Standartlara göre yalnızca en düşük darbe enerjisiyle deneye tabi tutulan ve bu nedenle EN 60079-0'a göre “X” ile işaretlenen elektrikli donanım, yalnızca sertifika ve imalatçı talimatına göre monte edilmeli, kullanılmalı ve bakımı yapılmalıdır.İletişim donanımı, patlayıcı ortamlar tarafından tehlike altında olan veya olması muhtemel alanlarda kurulmasa bile EN 60079 serisine uygun olmalıdır.Kaldırma tesislerinin sinyal tesisatları için kullanılan iletişim donanımı, yer üstünde kaldırma odasının içine kurulmadığı sürece EN 60079 serisine uygun olmalıdır. | İletişim donanımı, kaldırma odaları içinde yer üstüne tesis edilenler dışında mekanik zorlamaya, neme ve korozyona dayanacak şekilde uygun olmalıdır. Bunlar EN 60332–1-2'ye göre alev geciktirici tipte olmalı ve aşağıdaki gereklilikleri yerine getirmelidir: • en az IP54 giriş koruması  • EN 60664–1’e göre yalıtım koordinasyonu. |

## İlk muayene

### Donanım, dokümanlarına uygun olarak tesis edilmelidir. İlk muayenede, seçilen koruma tipinin ve tesisatının uygun olduğu kontrol edilmelidir. Bu ilk muayene devreye alma işleminden önce yapılmalı ve tesisatın uygun bir durumda olmasını sağlamak için her yeni veya değiştirilmiş elektrik tesisatında kaydedilmelidir.

### Ayrıntılı muayeneler, ulusal yönetmeliklere ve imalatçının dokümantasyon ve kullanım kılavuzlarında verilen tavsiyelere uygun olmalıdır.

NOT Grup II donanım için muayene prosedürleri hakkında faydalı bilgiler EN 60079-17'de verilmiştir.

## Personelin yetkinliği

### Yeraltı çalışma alanlarında elektrik tesisatının montajı sadece yetkili kişiler tarafından yapılmalıdır. Yetkin bir kişi, yeterli teknik bilgiye, ilgili pratik becerilere ve görev için deneyime sahiptir ve tehlikeyi önlemek için bunu güvenli bir şekilde üstlenebilir.

### Teknik bilgi, temel tesisat gerekliliklerinin karmaşıklığına bağlı olarak değişebilir. Bu nedenle sadece yetkili kişilerin kurulumu yapmaya yetkili olması sağlanmalıdır.

NOT “Mesleki eğitim”, “profesyonel deneyim” ve “mesleki faaliyetler” ulusal üye devletlere tabidir.

### Yeraltı çalışma alanlarında çalışanlar, kendi meslekleriyle ilgili madencilik faaliyetleri hakkında yeterli bilgiye sahip olmalıdır. Kömür gazının tehlikeye sokabileceği yeraltı çalışma alanlarında veya tehlikeli yerlerde çalışan kişiler gerekli beceriye sahip olmalıdır.

## Dokümantasyon

### Herhangi bir tesisatın, ilgili yönetmelik ve standart sertifikalarının yanı sıra bu standarda ve tesisatın yapıldığı tesise özgü diğer gerekliliklere uygun olduğundan emin olunması gerekir. Bu sonuca ulaşmak amacıyla her tesisat için bir doğrulama dosyası hazırlanmalı ve bu dosya tesiste tutulmalı veya başka bir yerde saklanmalıdır. İkinci durumda, mülk sahibi veya maliklerinin kim olduğunu ve bu bilgilerin nerede saklandığını gösteren bir doküman, gerektiğinde kopyalarının alınabilmesi için binada bırakılır.

### Asgari olarak aşağıdaki belgeler gereklidir:

• Kullanılan elektrikli donanımın talimat ve bakım kılavuzları;

• Kendinden güvenlikli bir sistemin dokümantasyonu;

• Tüm tesisatın genel bakış şeması**.**

### Bu dokümanlara erişim her zaman sağlanmalıdır.

NOT 1 Her ülkede mevzuat tarafından kabul edilen yöntemler, dokümanların yasal olarak kabul edilme şeklini değiştirir.

NOT 2 Dokümantasyon için önerilen diğer gereklilikler Ek A'da listelenmiştir.

# Elektrik ve elektrostatik yüklenmeye karşı koruma araçları

Kömür gazının tehlike oluşturduğu yeraltı çalışma alanlarında, elektrik tesisatları, elektrikli donanımların elektrostatik boşalması ortamı tutuşturmayacak şekilde kurulmalıdır. Bu husus, bu elektrikli donanımın açıkta kalan iletken bölümlerinin en azından toprağa elektrostatik olarak kuşaklanması durumunda karşılanır.

|  |  |
| --- | --- |
| 1 kV anma geriliminin üzerindeki sistemlerde havadan döşenen kabloların şarj görünümünü sağlamak için koruyucu iletken, zırh ve diğer topraklamalı iletken bölümler arasındaki bağlantılar güvenli ve bağlantı noktalarında yaklaşık sıfır Ohm olmalıdır. |  |

# Odalar ve konumlar

## Elektrik servis odaları

Büyük ölçüde elektrik tesisatının kurulması ve çalıştırılması için kullanılan odalar, kapı, zincir veya benzeri bariyerlerle kasıtsız olarak girişe karşı sınırlandırılmalıdır.

NOT Bu odalar şunlar olabilir: pompa odaları, kaldırma odaları, anahtarlama odaları, elektrik atölyeleri.

## Kapalı elektrik servis odaları

Sadece elektrik tesisatının kurulacağı ve çalıştırılacağı odalar anahtarla kilitlenebilir olmalıdır. Kapılar sadece dışarıya açılmalıdır.

Kilitleme düzenleri, yetkisiz erişimin mümkün olmadığı ancak içerideki kişilerin her an odadan çıkabileceği şekilde tasarlanmalıdır.

## Diğer odalar

|  |  |
| --- | --- |
|  | Tehlikeli alanlar belirtilmelidir. Gösterge amacıyla, gaz ortamlarından kaynaklanan tehlikeler olması durumunda EN 60079–10–1 veya toz ortamlarından kaynaklanan tehlikeler olması durumunda EN 60079–10–2 uygulanmalıdır. Tesisatlar için EN 60079-14 uygulanmalıdır. |

# Yangının yayılmasına karşı koruma

## Genel gereklilikler

### Isıtıcılar, rezistans düzenleri ve elektrikli makineler, elektrik tesisatından kaynaklanan yangın tehlikesi olmaması için ısıdan dolayı tehlikeye girebilecek nesnelerden uzağa kurulmalıdır.

### Kömür madenciliği için geçerli olacaklar:

Anma gerilimi 1 kV'un üzerinde ve toprak arıza akımı 10 A'dan fazla olan bir yeraltı IT sistemi olması durumunda, bir toprak arıza nötrleştirme düzeni elektrik dağıtım şebekesinin bir bölümü olmalıdır.

Toprak arıza akımı 100 A'dan düşükse ve sistemin arızalı bölümü derhal devre dışı bırakılırsa, bir toprak arıza nötrleştirme düzeni gerekli değildir, seçici algılama durumunda 1,5 s'lik bir gecikme süresine izin verilir.

NOT Bu durumda kömür madenciliği sadece taşkömürü anlamına gelmez.

#### Toprak arızası nötrleştirme düzeni, toprak arıza akımını 10 A ile sınırlandırmalıdır.

#### Toprak arızası nötrleştirme düzeninin ayarı otomatik olarak yapılmalıdır.

#### Basit bir mükemmel toprak arızasının sistemin arızalı bölümünün gecikmesiz olarak devre dışı bırakılmasına yol açtığı sistemlerde daha büyük bir toprak arıza akımına izin verilir; seçici algılama durumunda aşağıdaki süreler geçerli olmalıdır:

|  |  |
| --- | --- |
| Toprak arıza akımı | Kesme süresi (azami) |
| 10 A ila 20 A | 3 s |
| 20 A ila 50 A | 1,5 s |

Azami 10 A'lik bir toprak arıza akımı durumunda, bu standardın 12.2'sine göre kesme süresi 6 s olabilir.

### Kabloların örtüsü ve dış koruyucu kaplamaları alev geciktirici olmalıdır. İletkenlerin yalıtkan kaplamasının alev geciktirici olmayan termoplastik sentetik malzemeden olduğu kablolarda, iletkenlerin dış kaplaması ile örtü arasında metalik bir ekran, bir zırh veya alev geciktirici metalik olmayan bir sargı olmalıdır. Bu, elektrik olmayan iletkenler için geçerli değildir; örneğin, optik fiberler.

EN 60332-1-2’ye uyumlu kablolar alev geciktiricidir.

# Yalıtım, yalıtım direnci ve kontrolü

## Yalıtım

### Malzeme ve tasarım açısından yalıtım, yeraltı çalışmalarında zorlamaya dayanmalıdır. Bu durum, bu standardın Ek E'sinde listelenen kablo kullanılarak onaylanmıştır.

### HD 631.1 S2'ye uygun dökme reçine kablo ekleri kullanılmalıdır.

### Yeraltı çalışma alanlarında madeni yağ kullanılıyorsa, bu yağ EN 60296'ya, elektrik amaçlı silikon sıvılar EN 60836'ya ve elektrik amaçlı sentetik organik ester EN 61099'a uygun olmalıdır.

NOT Üye devletler, bu tür yağla doldurulmuş donanımın yeraltı çalışmalarında kullanılmasını yasaklayabilir.

## Yalıtım direnci değeri

Kendinden güvenlikli bir elektrik tesisatı dışında bir elektrik tesisatının yalıtım direncinin değeri aşağıdaki gibi olmalıdır:

### Sistemlerin yüksüz bölümlerinde yalıtım direnci ölçülmelidir. Beyan gerilimde her 1 000 m'de ortaya çıkan kaçak akım 1 mA'yı geçmemelidir. Yalıtım direncinin hesaplanması için aşağıdaki formül uygulanmalıdır:

R = 1 000 \* U : l

Burada:

R = Ω cinsinden direnç

U = V cinsinden gerilim

l = km cinsinden kablo uzunluğu

1 000 = km/A cinsinden hesaplama faktörü

Kablo uzunluğunun 1 km'den az olması durumunda 1 km ile ilgili kriterler uygulanmalıdır.

### IT sistemini kullanarak, yük dahil bir sistem için yalıtım direnci, anma gerilim V başına en az 50 Ω olmalıdır.

## Yalıtım direnci kontrolü

Bir tesisatı ilk kez kullanmadan önce tesisatın devreye alma işlemlerinin yapılması gerekir. Devreye alma, gözle muayeneyi ve yalıtım direncinin bu standardın Madde 8.2.1'ine uygun olarak ölçülmesini içermelidir.

### Aşağıdakiler ölçülmelidir:

a) faz iletkeni – faz iletkeni,

b) her faz iletkeni – koruma iletkeni ve zırhı,

c) TN sistemi içinde ilave olarak,

1) her faz iletkeni – nötr iletkeni,

2) ayrılmış nötr iletken - koruma iletkeni ve zırh.

Bu standardın 12.4 maddesine göre mevcut yalıtım izleme düzenleri ölçme işleminden önce sistemden ayrılmalıdır.

### Ölçme için doğru gerilim kullanılmalıdır.

Ölçüm değerleri, imalatçı kılavuzlarına uygun olmalıdır.

### Yalıtım direncinin aşağıdaki durumlarda ölçülmesine gerek yoktur:

• kendinden güvenlikli elektrik tesisatları,

• iletişim sistemleri,

• yardımcı elektrik devreleri.

# İşaret levhaları, etiketler, bağlantı şemaları, yazılar

## Genel gereklilikler

### Elektrik işletme yerlerinin veya kapalı elektrik işletme yerlerinin girişlerine, yetkisiz erişimin yasak olduğunu belirten levhalar konulmalıdır.

### Elektrik işletme yerlerinin veya kapalı elektrik işletme yerlerinin girişlerine, bu mahallerdeki potansiyel olarak ölümcül bir gerilim veya ölüm tehlikesi hakkında insanları bilgilendirmek için levhalar yerleştirilmelidir.

NOT EN ISO 7010, doğru işareti kullanarak bilgi verebilir.

### Genel bakış diyagramları veya benzer türde tanımlama yöntemleri, tüm elektrik tesisatı konumlarında mevcut olmalıdır. Tesisatlarda yapılan değişimler ve ilaveler derhal işaretlenmelidir.

### Kutular ve ilgili kapaklar, aralarında değişimden kaçınmak için açık bir şekilde işaretlenmelidir.

### Elektrik tesisatlarında, ne tür bir yükün besleneceğini bildiren açık işaretler bulunmalıdır.

#### Hücre tasarımlı anahtarlama düzenlerinin işaretleri, hücre kapısı açık ve kapalıyken görünür olmalıdır.

#### Anahtarlama düzeninin arkasına erişimin mevcut olduğu durumlarda yanlış tanımlama olasılığını önlemek için, devrenin görevi anahtarlama düzeninin arkasında da gösterilmelidir.

#### Besleme güç kablosunun kesiti ile ilgili bilgiler de etikette bulunmalıdır.

#### Görev etiketleri, sigortaların beyan akımının yanı sıra aşırı yük ayarlarının ayrıntılarını da sağlamalıdır.

### Anahtarlama düzenlerinin besleme kablosu, her bir ek noktasında açık bir şekilde işaretlenmelidir. Tesisat konumunda, besleme kablolarının besleme noktası tanımlanabilir olmalıdır.

### İşaret levhaları ve etiketler her zaman okunabilir olmalıdır.

# Anma gerilimleri

## Genel gereklilikler

Sistemlerin azami anma gerilimleri aşağıda verilmiştir:

### 

|  |  |
| --- | --- |
| 11 kV | 33 kV |

Anma gerilimi dağıtım şebekesi için tek göstergedir. Elektrikli donanım ve elektrik kablosu tesis edilecekse, azami gerilim UMax da dikkate alınmalıdır. EN 60038'e bakılmalıdır.

### Üretim alanlarında veya tünellerde 6,6 kV

### 

• bir üretim alanının önüne yönlendirilmiş,

• diğer çalışmaların başladığı yerlerde ki çalışma alanlarında serilmiş

kablolar olması durumunda:

|  |  |
| --- | --- |
| 11 kV | 33 kV |

## Gerilim aralıkları

Aşağıdaki donanım ve tesisatlar için aşağıdaki anma gerilimleri aşılmamalıdır:

### Elektrikli aletler, el lambaları, aydınlatma tesisatları için 400 V a.a anma gerilimi. Besleme sisteminden transformatör ile galvanik olarak ayrılan aydınlatma tesisatlarındaki lambalar için 1 000 V anma besleme gerilimine izin verilir.

### Haberleşme sistemleri için 230 V a.a veya 250 V d.a.

### Yardımcı elektrik devreleri için 230 V a.a veya 250 V d.a.

### Sabit olmayan hatlar içindeki yardımcı elektrik devreleri için 50 V a.a veya 120 V d.a.

# Elektrik çarpmasına karşı koruma

## Temel koruma gereklilikleri

### Gerilimli bölümlerin temel yalıtımıyla koruma

Gerilimli bölümler tamamen yalıtımla kaplanmalıdır ve bu yalıtım tahribatla çıkarılabilir.

NOT 1 Yalıtımın, gerilimli bölümlerle temasının önlemesi amaçlanmıştır.

NOT 2 Donanımın yalıtımı, elektrikli donanım için ilgili standarda uygundur.

### Bariyerler veya mahfazalarla koruma

**11.1.2.1** Gerilimli bölümler, belirli lamba tutucular veya sigortalar gibi bölümlerin değiştirilmesi sırasında daha büyük açıklıkların meydana geldiği durumlar haricinde, EN 60529'a göre en az IP2X koruma derecesi sağlayan mahfazaların içinde veya bariyerlerin arkasında olmalıdır:

• kişilerin yanlışlıkla gerilimli bölümlere dokunmasını önlemek için uygun önlemler alınmalı ve

• kişilerin, açıklıktan gerilimli bölümlere dokunulabileceğini ve kasıtlı olarak dokunulmaması gerektiğini bilmeleri sağlanmalı ve

• açıklık, düzgün çalışma ve bir bölümün değiştirilmesi için gereklilikler ile tutarlı olacak kadar küçük olmalıdır.

**11.1.2.2** Bariyerler ve mahfazalar, ilgili dış etkiler dikkate alınarak, normal hizmetin bilinen şartlarında gerekli koruma derecelerini ve gerilimli bölümlerden uygun şekilde ayrılmayı sağlamak için yerine sıkıca sabitlenmeli ve yeterli kararlılığa ve dayanıklılığa sahip olmalıdır.

**11.1.2.3** Bariyerlerin kaldırılması veya mahfazaların açılması veya mahfazaların bölümlerinin çıkarılması gerekli olduğunda, bu sadece:

• özel bir anahtar veya özel bir alet kullanarak veya

• bariyerlerin veya mahfazaların koruma sağladığı gerilimli bölümlerin beslemesinin kesilmesinden sonra, beslemenin geri verilmesi ancak bariyerlerin veya mahfazaların değiştirilmesi veya yeniden kapatılmasından sonra mümkün olabilir veya

• en az IP4X koruma derecesi sağlayan bir ara bariyerin, bu ara bariyeri çıkarmak için bir alet veya anahtar kullanarak gerilimli bölümlerle teması önlediği durumlarda.

**11.1.2.4** Bir bariyerin arkasına veya bir mahfazaya, enerjisi kesildikten sonra tehlikeli elektrik yüklerini tutabilecek donanım elemanları tesis edilirse, bir uyarı etiketi gereklidir.

### Engellerden korunma ve erişilemeyecek yere yerleştirme

**11.1.3.1**

|  |  |
| --- | --- |
| Engellerle korunmaya ve erişilemeyecek yerlere yerleştirilmesine izin verilmez. |  |

**11.1.3.2**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Aşağıdakiler gereklidir:  Engellere ve erişilemeyecek yerlere yerleştirmeye ilişkin koruyucu önlemler yalnızca temel koruma sağlar. Yalnızca, uzman veya eğitimli kişiler tarafından kontrol edilen veya denetlenen arıza koruması olan veya olmayan tesisatlardaki uygulamalar içindir.  NOT Engeller, gerilimli bölümlerle kasıtsız olarak teması önlemeyi amaçlar, ancak engelin kasıtlı olarak aşılmasıyla kasıtlı teması engellemez.  Engeller, bir anahtar veya alet kullanılmadan kaldırılabilir, ancak kasıtsız olarak kaldırılmasını önlemek için emniyete alınmalıdır. |

## Arıza koruması için gereklilikler

İstisnasız olarak aşağıdaki önlemlerden biri geçerlidir:

**11.2.1** Madde 12’ye göre IT sistemlerinde koruma veya

**11.2.2** EN 61557-6 ve bu standardın 13.1 maddesine göre bir toprak arıza akımı algılama düzeni (RCD) ile TN sistemlerinde koruma veya

**11.2.3**  Bu standardın 14. maddesine uygun olarak koruma sınıfı II veya eşdeğeri bir yalıtıma sahip donanım kullanarak koruma veya

**11.2.4**  Bu standardın 14. maddesine uygun olarak alçak gerilim kullanarak koruma.

# IT Sistemlerinde koruma

## Genel

IT Sistemlerinde aşağıdaki izleme düzenleri ve koruyucu düzenler kullanılabilir:

• Yalıtım izleme düzenleri (IMD);

• Artık akım izleme düzenleri (RCM);

• EN 61557-9'a göre yalıtım arızası tespit sistemleri (IFLS);

• Aşırı akım koruma düzenleri;

• Artık akım koruma düzenleri (RCD).

mevcut bir nötr noktası olması durumunda:

• Nötr noktası akımı izleme düzeni.

bir denetim iletkeni olması durumunda:

• Koruma iletkeni izleme düzeni.

## IT sistemlerinde toprak arıza tespiti

|  |  |
| --- | --- |
| **12.2.1** IS olmayan sistemler, tam bir dirençsiz toprak arızası durumunda sistemin arızalı bölümünün otomatik olarak açılmasını sağlayacak şekilde kurulmalıdır,  • Anma gerilimi 1 kV'tan yüksek olan sistemlerde gecikmesiz, 7.1.2'ye göre daha kısa bir açma süresi gerekmedikçe, seçici açma durumunda 6 s içinde;  • IS olmayan ancak 1 000 V'tan düşük sistemlerde 1,5 s içinde.  **12.2.2**  Sistemin en azından arızalı bölümü için yeniden başlatma, toprak arızası olduğu sürece önlenmelidir.  **12.2.3** Maden ocağı sargı sistemlerinde, sistemlerin genel güvenliğinden ödün verilmemişse, toprak arızası tespitini takiben açma, bir sargı çevriminin tamamlanmasına kadar ertelenebilir. | Bir IT sistemi kullanılıyorsa, ilk yalıtım arızasını belirtmek için bir IMD sağlanmalıdır. |

## IT sisteminin tasarımı

**12.3.1** Bir IT sistemi her türlü anma gerilim için uygundur.

**12.3.2**  IT sistemlerinde gerilimli bölümler topraktan yalıtılmalı veya yeterince yüksek empedansla toprağa bağlanmalıdır. Bu bağlantı, sistemin nötr noktasında veya orta noktasında veya yapay bir nötr noktasında yapılabilir.

**12.3.3**  Açıkta kalan tüm iletken bölümler, uygun bir noktada toprağa bağlı olan sürekli bir koruyucu iletkene bağlanmalıdır. Normal hizmet şartları altında koruyucu iletken kesintiye uğramamalıdır; aşırı akım düzenlerine izin verilmez.

**12.3.4**  Transformatörün nötr noktası ile koruyucu iletken arasında aşırı gerilim düzenlerine izin verilmez (örneğin, aşırı gerilim koruyucu).

**12.3.5**  Aşağıdaki düzenler, ölçme amaçları için gerilimli bölümler ve koruyucu iletken arasına bağlanabilir:

a) Toprak kaçağı izleme için elektriksel empedanslar; örneğin tüm sistemlerde bu standardın 12.2 maddesinin gerekliliklerini yerine getirmek için. Anma gerilimi 1 kV'tan fazla olan sistemlerde kömür madenciliğinde empedans, toprak kaçak akımı 10 A'dan fazla olmayacak şekilde boyutlandırılmalıdır. c) bendine göre bu durum toprak akımı nötrleştirme düzenlerine sahip sistemler için geçerli değildir. Anma gerilimi 1000 V'a kadar olan sistemlerde empedans değeri 15 kΩ'dan az olmamalıdır.

b) Ölçme düzenleri veya yalıtım izleme düzenleri veya anma gerilim V başına en az 250 Ω olan ancak anma gerilimi 1 000 V'tan fazla olmayan sistemde en az 15 kΩ olan dahili bir a.a. dirence sahip toprak arızası açtırma düzenleri .

c) Anma gerilimleri 1 kV'un üzerinde olan sistemlerde:

toprak akımı nötrleştirme düzenleri, aşırı gerilimlerin sınırlandırılması için özel düzenler ve tek kutuplu yalıtımlı gerilim transformatörleri.

**12.3.6** Tesisat, sistemde oluşan toprak arıza akımının neden olduğu arıza gerilimi 50 V a.a.'yı geçmeyecek şekilde kurulmalıdır. Bu, ölçülerek veya hesaplanarak sağlanmalıdır. Ek D'ye göre hesaplama yapmak yeterlidir. Anma gerilimi 1 kV'un üzerinde ve toplam kablo uzunluğu 10 km'ye kadar olan dağıtım şebekelerinde ve anma gerilimi 1 000 V'a kadar olan dağıtım şebekelerinde hesaplama yapılmasına gerek yoktur.

**12.3.7** Toprak arızası açma düzenleri olmayan dağıtım şebekelerinde çift toprak arızaları dikkate alınmalıdır. Dağıtım şebekelerinde 1 000 V'a kadar açma süreleri HD 60364-4-41'in gerekliliklerini karşılamalıdır.

|  |  |
| --- | --- |
| **12.3.8** | Bir toprak arızası durumunda herhangi bir tehlikeli temas gerilimi olmayacağı garanti edilirse – örneğin, kuru şartlar nedeniyle tuz madenlerinde - arıza geriliminin 50 V a.a'yı aşmasına izin verilir. Temas geriliminin 12.3.6'da belirtilen arıza gerilimi sınırını aşabileceği bu özel durumlarda, potansiyel eşitleme araçları bulunmalıdır. |

## Yalıtım izleme

**12.4.1** Kendinden güvenlikli sistemler hariç her türlü sistemde toprağa karşı yalıtım direncini ölçmek için bir yalıtım izleme düzeni (IMD) kurulmalıdır.

**12.4.2**  Yalıtım izlemesi, 12.4.2.1 - 12.4.6'nın gerekliliklerini karşılamalıdır.

**12.4.2.1** Toprak kaçağı/yalıtım izlemesinin bulunduğu tüm sistemlerde, izlenen sistemin yalıtım direncindeki düşüş, anma gerilimi V başına 50 Ω'dan az olmalıdır.

**12.4.2.2** Durum göstergesi, yerel olarak ve görünür şekilde veya sürekli olarak insan bulunan bir yere uzaktan veya her iki şekilde sağlanmalıdır.

|  |  |
| --- | --- |
| **12.4.2.2.1** İzlenen sistemin yalıtım direncinin anma geriliminin V başına 20 Ω'dan daha az olması durumunda, arızalı şebeke en geç 1,5 saniye içinde açtırılmalıdır.  **12.4.2.2.2** Bu durumda izlenen şebekenin diğer bölümü (transformatör ile bir sonraki anahtarlama düzeni arasındaki) 1,5 s'den fazla olmayan zaman gecikmesi ile açtırılmalıdır.  **12.4.2.2.3** İzlenen şebekenin yalıtım direnci, şebekenin anma geriliminin her V’u başına 25 Ω'dan azsa, devreye alma kilitlenmelidir. |  |

**12.4.3** Yalıtım izleme düzenlerinin eşik ve açma değerlerini yalnızca yetkili ve uzman kabul edilenlerin ayarlamasına izin verilmelidir.

NOT Yeterlilik için 4.3'e bakılmalıdır.

**12.4.4** Eşik değerleri, herhangi bir dönüştürme faktörü olmaksızın entegre bir ölçekte doğrudan tanınabilir olmalıdır.

**12.4.5**  IMD, IMD'nin yerleşik olduğu donanımın dışından işlevini kontrol eden entegre bir deney düzenine sahip olmalıdır. EN 61557-15'e uygun ve fonksiyonel güvenlikle ilgili otomatik bir deney rutini kullanılarak SIL1 veya daha yüksek seviyeleri karşılayan bir IMD'nin kullanıldığı durumlarda böyle bir deney düzenine ihtiyaç yoktur.

**12.4.6** Anma gerilimi en fazla 1 000 V olan sistemlerde EN 61557-8'e uygun bir yalıtım izleme düzeni kullanılmalıdır.

**12.4.7** Müdahale edilen yalıtım izleme düzeninin ölçme gerilimi en fazla 100 V olmalıdır.

|  |  |
| --- | --- |
| Toprak arızası açma düzenlerinin ölçme devreleri kendinden güvenlikli olmalıdır. |  |

## Koruyucu iletken

**12.5.1** Kabloların içindeki koruyucu iletkenler aşağıdaki gibi düzenlenmelidir:

**12.5.1.1** faz iletkenleri ile burulmuş yalıtılmış bir iletken olarak veya

**12.5.1.2** boşluklarda eşit olarak dağılmış yalıtılmış bir iletken olarak,

**12.5.1.3** faz iletkenlerinin yalıtımı etrafında eşit olarak dağılmış yalıtılmamış eşmerkezli iletken olarak veya

**12.5.1.4** faz iletkenlerinin yalıtımı metalik olmayan bir iletken malzeme ile kaplanmışsa, boşluklarda eşit olarak dağılmış yalıtılmamış bir iletken olarak veya

**12.5.1.5** merkez hattına eşmerkezli olarak iç ve dış kaplama arasında yalıtılmamış bir iletken olarak.

**12.5.2** Taşkömürü madenciliğinde, 20 kVA'dan fazla bir akım jeneratöründen beslenen 230 V'tan fazla anma gerilimine sahip elektrik güç tesislerinde koruyucu iletkenler 12.5.1.3, 12.5.1.4 veya 12.5.1.5'e göre döşenmelidir. Anma gerilimi 6,6 kV'tan fazla olan sistemlerde sadece 12.5.1.3 veya 12.5.1.4'e göre döşenen koruyucu iletkenlere izin verilir.

Madencilik faaliyetlerinde veya tünel açma alanlarında bu standardın 15. maddesinin gereklilikleri uygulanmalıdır.

**12.5.3** Koruyucu iletkenin yalıtımı yeşil/sarı olarak işaretlenmelidir.

Yeşil/sarı işaretlemeye aşağıdakiler için de izin verilir:

• Koruma fonksiyonlu kuşaklama iletkenleri,

• Koruma fonksiyonlu topraklama iletkenleri.

Diğer iletkenler için bu tür işaretlemeye izin verilmez.

**12.5.4** Kabloların koruyucu iletkeni, donanımın içindeki özel işaretli bağlantı uçlarına bağlanmalıdır (aşağıdaki şekillere bakılmalıdır).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| **a) Patlamaya dayanıklı versiyon** | **b) Patlamaya dayanıklı olmayan versiyon** | **c) Kablo girişi** |

**Açıklama**

1 metalik kapak ve/veya zırh

2 “e” koruma tipine sahip mahfaza

3 koruyucu iletken

4 “d” koruma tipine sahip mahfaza

5 koruyucu iletken bağlantı ucu, yalıtımsız

6 koruyucu iletken bağlantı ucu

7 koruyucu iletken konfigürasyonu

**Şekil 1 - Düzenlerin koruyucu iletkene kabloların içinden veya dışından bağlanmasına ilişkin örnekler (Soldan sağa: Patlamaya dayanıklı versiyon, Patlamaya dayanıklı olmayan versiyon, Kablo girişi)**

**12.5.5** Elektrik güç tesisatlarının kablosunun içindeki koruyucu iletkenin kesiti en az aşağıdaki değerlerde olmalıdır:

**Çizelge 1 - Kablo içindeki koruyucu iletkenin kesiti**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Faz iletkeninin kesiti**  **mm2** | **Koruyucu iletkenin kesiti**  **mm2** | **Faz iletkeninin kesiti**  **mm2** | **Koruyucu iletkenin kesiti**  **mm2** |
| 0,75 | 0,75 | 25 | 16 |
| 1,0 | 1,0 | 35 | 16 |
| 1,5 | 1,5 | 50 | 25 |
| 2,5 | 2,5 | 70 | 35 |
| 4,0 | 4,0 | 95 | 50 |
| 6,0 | 6,0 | 120 | 70 |
| 10,0 | 10,0 | 150 | 70 |
| 16,0 | 16,0 | 185 | 95 |

**12.5.6** Faz iletkeni ile koruyucu iletkenin kesit oranı sadece aynı malzeme için geçerlidir. Farklı malzemeler kullanılıyorsa, faz iletkeni ile koruyucu iletkenin kesit oranı en azından aynı olmalıdır.

**12.5.7** Birden fazla akım devresi için sadece bir koruyucu iletken varsa, koruyucu iletkenin kesiti daha büyük faz iletkeninin kesitine uygun olmalıdır (bk. Çizelge 1).

**12.5.8** Haberleşme sistemlerinin kablolarında kesit, işletme şartlarında en azından en büyük gerilimli iletken ile aynı boyutta olmalıdır.

**12.5.9** 7.1.2 maddesinin 2. cümlesine göre hızlı bağlantı kesmeli IT sistemleri için, koruyucu iletkenin kesiti aşağıdaki çizelgedeki gibi olabilir:

**Çizelge 2 - Hızlı bağlantı kesme durumunda kablo içindeki koruyucu iletkenin kesiti**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Faz iletkeninin kesiti**  **[mm2 ]** | **Koruyucu iletkenin kesiti**  **[mm2 ]** | **Faz iletkeninin kesiti**  **[mm2 ]** | **Koruyucu iletkenin kesiti**  **[mm2 ]** |
| 0,75 | 0,75 | 25 | 16 |
| 1,0 | 1,0 | 35 | 16 |
| 1,5 | 1,5 | 50 | 25 |
| 2,5 | 2,5 | 70 | 25 |
| 4,0 | 4,0 | 95 | 25 |
| 6,0 | 6,0 | 120 | 35 |
| 10,0 | 10,0 | 150 | 35 |
| 16,0 | 16,0 | 185 | 35 |

## IT sistemlerindeki elektriksel koruma düzenleri

Sadece kablonun arızaları ve tasarımıyla bağlantılı verimlilikler ve bir tip deney raporu ile gösterilmişse elektriksel koruma düzenleri kullanılmalıdır. Bu rapor kullanıcı için mevcut olmalıdır.

NOT Bu standart kapsamındaki bir koruma düzeni, ATEX Direktifine göre bir güvenlik düzeni değildir.

**12.6.1** Elektriksel koruma düzenleri, kablonun tüm uzunluğunu korumalı ve bir arıza durumunda bir anahtarlama düzeni ile bağlantılı olarak kablonun beslemesini kesmelidir.

Elektriksel koruma düzenleri, sistemin arızalı bölümünü devre dışı bıraktıktan sonra yeniden başlatmayı önlemelidir. Ayrıca, elektriksel koruma düzenleri, çalışan bir elektriksel koruma düzeni olmadan kabloya enerji verilmesi imkansız olacak şekilde, koruma kablosunun başlangıcına monte edilen anahtarlama düzeni ile elektriksel olarak bağlanmalıdır.

**12.6.2** Elektriksel koruma düzenleri, anma gerilimine bağlı olarak en az aşağıdaki düzenleri içermelidir:

**12.6.2.1** Anma gerilimi 230 V'a kadar olan sistemlerde, kablonun enerjilenmesini ve aşağıdaki durumlarda enerjisinin kesilmesini önleyen düzenler:

• Denetim iletkeni/koruma iletkeni kısa devresi,

• Denetim iletkeninin veya koruma iletkeninin kopması,

• Gerilimli iletkende/koruma iletkeninde kısa devre.

• 1,5 s içinde bir yalıtım izleme düzeni tarafından kesilmediği sürece topraklama arızası.

**12.6.2.2** Dönüştürücüsüz 230 V ila 1 000 V arası anma gerilimli sistemlerde, aşağıdaki durumlarda kablonun enerjilenmesini ve enerjinin kesilmesini önleyen düzenler:

• Denetim iletkeni/koruma iletkeni kısa devresi,

• Denetim iletkeninin veya koruma iletkeninin kopması,

• Gerilimli iletkende/koruma iletkeninde kısa devre.

|  |  |
| --- | --- |
| • Toprak arızası, yalıtım direnci anma geriliminin V başına 20 Ω değerinin altına düşerse veya dirençli olmayan toprak arızası durumunda, elektriksel koruma düzeni, sistemin en azından bu bölümünün beslemesini 1,5 s içinde kesmelidir. Bu, bir yalıtım izleme düzeni kullanılarak gerçekleştirilebilir.  • Tam bir toprak arızası durumunda sistemin bu bölümünün beslemesi 0,2 s içinde kesilmelidir. |  |

• Denetim iletkeni 12.7.2.1'e göre tek eşmerkezli ise, faz iletkeni/denetim iletkeninde kısa devre.

**12.6.2.3** Anma gerilimi 230 V'tan 1 000 V'a kadar olan ve dönüştürücülü sistemlerde, 12.6.2.2'deki her durumda kablonun enerjilenmesini ve enerjisinin kesilmesini önleyen düzenler.

|  |  |
| --- | --- |
| ancak yalıtım direnci, anma geriliminin her V'u başına 20 Ω değerinin altına düşerse, elektriksel koruma düzeni, sistemin en azından bu bölümünün beslemesini, veri toplamanın elverdiği kadar çabuk, ancak en geç 15 saniye içinde kesmelidir. |  |

**12.6.2.4** Anma gerilimi 230 V'tan 1 000 V'a kadar olan sistemlerde, toprak arızası açmasından sonra otomatik olarak yeniden başlatma önlenmelidir.

|  |  |
| --- | --- |
| Sistemin bu bölümü, yalnızca anma geriliminin V'u başına 25 Ω'dan fazla bir yalıtım direnci olması durumunda enerjilendirilmelidir. |  |

**12.6.2.5** Seyyar donanım için anma gerilimi 1 kV'tan fazla olan sistemlerde, aşağıdaki durumlarda enerji kesme düzenleri açma yapmalıdır:

• Denetim iletkeni/koruma iletkeni kısa devresi,

• Denetim iletkeninin veya koruma iletkeninin kopması,

• Gerilimli iletkende/koruma iletkeninde kısa devre.

|  |  |
| --- | --- |
| • Toprak arızası. Yalıtım direnci, anma geriliminin her V'u başına 50 Ω değerinin altına düşerse, elektriksel koruma düzeni, 1,5 s içinde sistemin en azından bu bölümünün beslemesini kesmelidir.  • Dirençsiz toprak arızası durumunda koruma düzeni 0,2 s içinde açma yapmalıdır.  • Toprak arızası açmasından sonra otomatik yeniden başlatma önlenmelidir. |  |

**12.6.2.6** Anma gerilimleri 1 kV'tan fazla olan üretim alanlarındaki elektrikli donanımı beslemek için sistemlerde, koruma düzenleri aşağıdaki durumlarda açtırma yapmalıdır:

• Denetim iletkeni/koruma iletkeni kısa devresi,

• Denetim iletkeninin veya koruma iletkeninin kopması,

• Gerilimli iletken/koruma iletkeninde kısa devre.

|  |  |
| --- | --- |
| • Toprak arızası. Yalıtım direnci, anma gerilimi V başına 20 Ω değerinin altına düşerse, elektriksel koruma düzeni, sistemin en azından bu bölümünün beslemesini 1,5 s içinde kesmelidir.  • Dirençsiz toprak arızalarında elektriksel koruma düzeni sistemin en az bu bölümünün beslemesini 0,2 s içerisinde kesmelidir.  • Koruma düzenin gereksiz açmalarını önlemek için en fazla 1 s gecikme süresine izin verilir. |  |

**12.6.3** Denetim devresi (denetim iletkeni/koruma iletkeni) için ayrıca aşağıdakiler geçerlidir:

**12.6.3.1** Bu devre, sistem gerilimli değilken bu devrede kablonun (3 x C10) verilen kapasitesi ile oluşacak en yüksek gerilimi, en düşük tutuşma geriliminden düşük olacak şekilde düzenlenmelidir:

|  |  |
| --- | --- |
| EN 60079–11:2012, Ek A, Şekil A.2'ye göre alt eğri. | EN 60079–11:2012, Ek A, Şekil A.3'e göre ilgili gazın eğrisi kullanılarak. |

NOT C10'un her bir ana damar ile PE arasındaki kapasite olması önerilir.

Bu gerekliliğe uygunluk, imalatçı veya akredite bir deney kuruluşu tarafından belirlenmelidir.

Ölçme devresinin endüktif kuplaj ve elektronik akım sınırlaması durumunda, tutuşmazlık EN 60079-11'e göre kıvılcım deney cihazı kullanılarak doğrulanmalıdır.

**12.6.3.2** Bağlantı düzenlemesi, özellikle bağlantılar aşırı çekme kuvvetine maruz kalıyorsa, denetim iletkeni son yapılacak ve önce kopacak şekilde yapılandırılmalıdır.

**12.6.3.3** Anma gerilimi 230 V'tan yüksek olan sistemlerdeki denetim devreleri içindeki anahtarlar, denetim devresini ayırmak için açma kontaklarına ve ayrıca denetimi ve koruyucu iletkeni kısaltmak için bir kapalı kontağa sahip olmalıdır. Uzaktan kumanda için butonlar, "KAPALI" konumundayken sabit bir konuma sahip olmalıdır.

**12.6.4** Bu koruma düzeninin devreye girmesi optik olarak gösterilmelidir.

**12.6.5** Koruma düzeninin çalışma güvenilirliği oluşturulmalıdır.

**12.6.6** Denetim devresi, uzaktan kontrol veya sinyalizasyon için kullanılıyorsa, koruyucu iletken izleme için deney donanımı gerekli değildir.

## Bir koruma düzeni tarafından izlenen kabloların tasarımı

**12.7.1** Bu standardın 23.1.1'ine uygun kablolar seçilmelidir.

**12.7.2** 12.6.1'e göre güvenlik gerekliliklerine ulaşmak için kabloların teknik gereklilikleri aşağıdaki gibi olmalıdır:

**12.7.2.1** Tek eşmerkezli tasarlanmış kablo:

a) Koruyucu iletken:

1) faz iletkenlerinin yalıtımının etrafına eşit olarak dağılmış yalıtılmamış eşmerkezli bir iletken olarak veya

2) faz iletkenlerinin yalıtımı metalik olmayan bir iletken malzeme ile kaplanmışsa, boşluklarda eşit olarak dağılmış yalıtılmamış bir iletken olarak.

b) Denetim iletkeni:

1) merkez hattına eşmerkezli olarak iç ve dış kaplama arasında metalik yalıtılmamış veya metalik olmayan iletken bir kaplama olarak veya

2) tek hat.

**12.7.2.2** Genel olarak eş merkezli tasarlanmış kablo:

a) Koruyucu iletken:

1) merkez hattına eşmerkezli olarak iç ve dış kaplama arasında yalıtılmamış iletken olarak.

b) Denetim iletkeni:

1) faz iletkenlerinin yalıtımının etrafına eşit olarak dağılmış yalıtılmamış eşmerkezli bir iletken olarak veya

2) tek hat, faz iletkenlerinin yalıtımı etrafındaki metalik yalıtılmamış veya metalik olmayan iletken kaplama koruyucu iletkene bağlanırsa.

**12.7.2.3** Anma gerilimi 1 kV'tan yüksek olan sistemlerde sadece 12.7.2.1'e göre tasarlanmış kabloya izin verilir.

|  |  |
| --- | --- |
| **12.7.3** | 12.7.2'den farklı olarak, aşağıdaki kabloların taşkömürünün dışındaki madencilikten kaynaklanan yangın tehlikeleri nedeniyle tehlike arz eden çalışmalarda kullanılmasına izin verilir.  • 12.5.1.3 veya 12.5.1.4'e göre tek eşmerkezli koruyucu iletkenli ve başka şekilde tasarlanmış bir denetim iletkenli 230 V'tan yüksek anma gerilimli bir sistemde,  • yine de tasarlanmış koruyucu ve denetim iletkenli, anma gerilimi en fazla 230 V olan bir sistemde.  Diğer çalışmalarda koruyucu ve denetim iletkeninin tasarımına ilişkin herhangi bir gereklilik yoktur. |

**12.7.4** Denetim devresinin iletkenleri, indüklenen gerilimin çalışma güvenilirliği üzerinde kötü bir etkisi olmayacak şekilde düzenlenmelidir.

**12.7.5** Metalik olmayan iletken kaplamaya sahip kabloda, boyuna iletkenliği iyileştirmek için gömülü metalik bir iletken bulunmalıdır.

# TN sistemlerinde koruma

## Kaçak akım düzeni (RCD) bulunan TN-S sistemleri

|  |  |
| --- | --- |
| TN-S sistemlerine izin verilmez. | TN-S sistemlerine yalnızca aşağıdaki gerekliliklerin karşılanması durumunda izin verilir:  **13.1.1** Nötr iletken ile koruyucu iletken arasındaki bölme, tüketici tesisatına bağlantı noktasından önce olmalıdır.  PEN iletkeni nötr iletkeni ile koruyucu iletkenin ayrılmasından sonra artık birbirine bağlanmamalıdır.  **13.1.2** Bağlantı noktasında koruyucu iletken toprağa sıkı bir şekilde bağlanmalıdır. 5 Ω topraklama direnci aşılmamalıdır.  **13.1.3** Çalışma alanlarını beslemeden önce, uygun bir anahtarlama düzeni ile birlikte bir artık akım düzeni (RCD) veya a.a./d.a.'ya duyarlı bir artık akım izleme düzeni (RCM) kurulmalıdır.  **13.1.4** Artık akım düzeni, azami 0,5 A beyan arıza akımına sahip olmalıdır.  **13.1.5** RCM'nin dönüştürücü beslemeli elektrikli sürücülerle birlikte kullanılması halinde, normal çalışmada meydana gelen kaçak akımlar dikkate alınmalıdır.  **13.1.6** Açıkta kalan tüm iletken bölümler, topraklamalı koruyucu iletkene bağlanmalıdır. Bu koruyucu iletkenin bağlantısı, çalışma sırasında kesilmemeli; aşırı akım düzenleri bulunmamalıdır.  **13.1.7** Koruyucu iletkenin yerleşimi ile ilgili olarak Madde 12.4 uygulanmalıdır.  **13.1.8** Koruyucu iletken hiçbir durumda çalışma akımını tutmamalıdır.  **13.1.9** Artık akım düzeni (RCD) veya a.a./d.a.'ya duyarlı artık akım izleme düzeninin (RCM) açması 0,2 s içinde olmalıdır. |

## Kaçak akım düzenleri (RCD) olmayan TN-S Sistemi

|  |  |
| --- | --- |
| TN-S sistemlerine izin verilmez. | Açıkta kalan tüm iletken bölümler, kendisi besleme sisteminin koruyucu iletkenine bağlanacak olan koruyucu iletkene bağlanmalıdır. Koruyucu iletken, 13.1.6, 13.1.7 ve 13.1.8'e göre döşenmelidir.  Daha fazla tesisat gereklilikleri HD 60364-4-41'den alınmalıdır. |

# Diğer koruma araçları

Aşağıdaki diğer koruma araçları uygulanabilir:

• Koruma sınıfı II veya eşdeğeri bir yalıtım donanımı kullanarak yapılan koruma;

• Alçak gerilim kullanarak yapılan koruma: SELV veya PELV.

İlgili tesisat gereklilikleri HD 60364-4-41'den alınmalıdır.

# Kendinden güvenlikli olmayan kablolar üzerindeki mekanik etkinin neden olduğu tehlikeye karşı yapılan koruma

## Genel gereklilikler

**15.1.1** Kablolar üzerinde mekanik etkinin neden olduğu etkilerden kaçınılmalıdır. Bu etkilerden kaçınmak için uygun tasarıma sahip 12.7'ye uygun kablolarla bağlantılı olarak 12.6'ya uygun elektriksel koruma düzenleri veya 15.1.2'ye göre özel mekanik koruma kullanılmalıdır.

NOT Örneğin, arın alanları ve tünel arınına 50 m'ye kadar olan alanlar kabloların mekanik zorlamadan etkilenebileceği alanlardır.

|  |  |
| --- | --- |
| **15.1.2** Kablolar için 15.1.3'e göre özel bir mekanik koruma yeterli olacaktır:  • bir üretim alanının önüne yönlendirilmiş veya  • diğer çalışma alanlarının serpildiği çalışma alanlarına döşenir. |  |

**15.1.3** Mekanik koruma düzenleri, donanımın kablo girişine mümkün olduğunca yakın olmalı ve kablo giriş tasarımının bir bölümünü oluşturmalıdır. Metalik hortumlar yasaktır. Kabloların, mekanik koruma nedeniyle herhangi bir hasar beklenmiyorsa (örneğin, dökme plakalar, kesit çelik, güçlendirilmiş hortum veya kablo koruma zinciri) özellikle mekanik olarak korunduğu kabul edilir – ayrıca, EN 60204-1'e bakılmalıdır.

## Seyyar elektrikli donanımı besleyen kablolar

**15.2.1** Seyyar elektrikli donanımı besleyen kablolar, 12.6'ya göre elektrik koruma düzenleri tarafından izlenmelidir.

**15.2.2** Madde 15.2.1 aşağıdaki kablolar için geçerli değildir:

|  |  |
| --- | --- |
| **15.2.2.1** | alçak gerilim devreleri için |
| **15.2.2.2** | Yeraltı IT sistemlerinde en fazla 230 V anma gerilimine ve dirençli olmayan bir toprak arızası durumunda ≤ 0,03 A toprak kaçak akımına sahip seyyar elektrikli donanımı besleyen.  Nem (ıslaklık) nedeniyle bir tehlike bekleniyorsa, yalnızca bir yük bağlanmalıdır. |
| **15.2.2.3** | Dirençsiz bir toprak arızası durumunda donanım ve besleme kablosunun enerjisi bir artık akım düzeni tarafından gecikmeden kesiliyorsa, TN-S sistemlerinde anma gerilimi en fazla 500 V olan seyyar elektrikli donanımı besleyen. |
| **15.2.2.4** | IT sistemlerinde en fazla 1 000 V anma gerilimine sahip seyyar elektrikli donanımı besleyen, dirençli olmayan bir toprak arızası durumunda donanımın ve besleme kablosunun enerjisini gecikmeden kesen herhangi bir düzen varsa veya toprak arızası ve koruma iletkeninin kopması durumunda temas gerilimini azaltmak için özel potansiyel eşitleme sistemi varsa. |
| **15.2.2.5** | bir toprak arızası veya şase arızası durumunda otomatik olarak ve gecikmeden enerjisi kesilen elle tutulan donanımı, kaynak makinelerini ve vulkanizasyon için kullanılan donanımı besleyen.  RCD, en fazla 0,1 s'lik bir açma süresi ile 0,03 A'dan fazla olmayan bir beyan arıza akımına sahip olmalıdır. |
| **15.2.3** | 15.2.2.3'e göre sistemin boyutundan dolayı RCD'nin açma değerine ulaşması sağlanmalıdır.  Bu, RCD'nin hat tarafındaki toprak arıza akımı RCD'nin açma değerine ulaşırsa, tüm anahtar şartlarında RCD'nin hat tarafında ve yük tarafında toprağa karşı en az 4:1'lik bir kapasite oranı ile elde edilebilir. Gerekirse ön sistemin sistem kapasitesi kondansatörler takılarak artırılacaktır. |

## Madencilik faaliyeti alanlarında veya tünel açma alanlarında tünel açma arnından 50 m uzağa kadar olan kablolar

|  |  |
| --- | --- |
| **15.3.1** Kablolar, Madde 12.6'ya uygun olarak bir elektriksel koruma düzeni ile izlenmelidir.  **15.3.2** 15.3.1'e rağmen  • 15.1.3'e göre özel bir mekanik koruma yeterli olacaktır  • Maden çıkarma ya da tünel açma sürecinin ardından donanımın beslemesi için tek eşmerkezli koruyucu iletken ile tasarlanmış kabloların sistematik olarak döşenmesi yeterlidir.  **15.3.3** Aydınlatma tesisatlarında, yine de bir elektriksel koruma düzeni sağlanmalıdır. |  |

# Kendinden güvenlikli elektrik sistemleri

## Seçim için genel gereklilikler

**16.1.1** Kendinden güvenlikli sistemler aşağıdakilerden oluşur:

• Madde 16.2'ye göre açıklayıcı sistem dokümanı dikkate alınarak birbirine bağlanabilen sertifikalı kendinden güvenlikli cihaz ve onaylı ilgili cihaz ve ayrıca

• sadece kendinden güvenlikli devreleri besleyen ve özel olarak işaretlenmiş mahfazaların dışında bulunan, Madde 16.7'ye göre tüm ilgili kablolar ve ayrıca

• EN 60079-11'e göre tüm basit cihazlar

**16.1.2** Kendinden güvenlikli sistemin tüm cihazları, piyasaya arz edilirken gerçek bir uygunluk beyanına sahip olmalıdır.

## Açıklayıcı sistem dokümanı

Kendinden güvenlikli elektrik sisteminin tamamı için tanımlayıcı bir sistem dokümantasyonu olmalıdır. Gereklilikler EN 60079-25'e uygun olmalıdır.

## Kurulum

**16.3.1** Kendinden güvenlikli elektrik sistemleri, sistemin kendi güvenliğini sağlamak için sadece, kablo dahil ne tür donanımların ne şekilde birbirine bağlanabileceğinin belirtildiği açıklayıcı sistem dokümanına göre kurulmalıdır. Bu doküman kullanıcı erişimine açık olmalıdır.

**16.3.2** Kendinden güvenlikli elektrik sistemleri sadece kendinden güvenlikli devrelerin tehlikeli bir temas gerilimi ve bir yangın tehlikesi yaratmayacağı şekilde tesis edilmelidir. İlgili cihazlar, besleme sisteminin arıza korumasına dahil edilmelidir.

**16.3.3** Kendinden güvenlikli elektrik sistemleri, elektriksel ve/veya manyetik alanlardan gereğinden fazla etkilenmeyecek şekilde tesis edilmelidir.

Bu durum aşağıdaki yollarla sağlanabilir:

a) etkilenebilecek devrelerde

1) etkilenen kablonun iletkenlerinin bükülmesi (manyetik alanlara karşı koruma),

2) toprak dengeli devrelerin iletken çiftinin bükülmesi (elektriksel ve manyetik alanlara karşı koruma),

3) topraklı ekran (elektrik ve galvanik etkilere karşı koruma).

b) Etki kaynağı olan devrelerde

1) iletkenlerin bükülmesi ve ekranlanması,

2) toprak dengeli devreler kullanarak.

c) Etkilenen ve etkileyen kablolar arasında yeterli bir mesafe bırakılması.

**16.3.4** Harici kendinden güvenlikli devrelerin bağlantısı için kullanılan fişler ve prizler, kendinden güvenlikli olmayan devrelerden ayrı ve bu devrelerle değiştirilemez olmalıdır.

## Kendinden güvenlikli ve kendinden güvenlikli olmayan devrelerin ayrılması

|  |  |
| --- | --- |
| **16.4.1** | Başka bir koruma tipinde tasarlanmayan ve kontrol kabinlerine veya buna eşit olarak monte edilen ilgili cihazların olması durumunda, aşağıdaki gereklilikler uygulanmalıdır:  Kendinden güvenlikli donanım ve ilgili cihazların dış devreleri için bağlantı uçları, montaj sırasında düzenlerin zarar görmeyeceği şekilde düzenlenmelidir. Kendinden güvenlikli devrelerin bağlantı uçları, bir yalıtım duvarı veya topraklanmış metalik bir duvar ile ayrılmadıkları sürece, kendinden güvenlikli olmayan devrelerin veya örtülü iletkenlerin bağlantı uçlarından en az 50 mm uzakta olmalıdır.  Böyle bir ayırıcı duvar kullanılıyorsa, bu duvar EN 60079–11 gerekliliklerini karşılamalıdır. |

**16.4.2** Kendinden güvenlikli her bir devrenin bağlantı uçları ve açıkta kalan iletken bölümleri ile topraklanmış metalik bölümler arasındaki yalıtma aralığı EN 60079-11'in ilgili bölümlerini karşılamalıdır.

**16.4.3** Kendinden güvenlikli devreler, kendinden güvenlikli olmayan devrelerle aynı kablo içinde olmamalıdır, aksi takdirde bir onaylanmış kuruluş tarafından belgelendirilmelidir.

Aynı durum demetlenmiş kablolar için de geçerlidir.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Kablo kanallarında, kabinlerde veya cihaz raflarında, kendinden güvenlikli devreler ve kendinden güvenlikli olmayan devreler, tek damarlı hatlar kullanıldığında, yalıtılmış bir levha ile güvenli bir şekilde ayrılmalıdır. Kendinden güvenlikli devreler için kılıflı veya hortumlu kablo kullanıldığında bu gerekli değildir. |

## Kendinden güvenlikli farklı devrelerin ayrılması

**16.5.1** Açıklayıcı sistem dokümanında başkaca belirtilmedikçe, kendinden güvenlikli devrelerin farklı güç kaynaklarıyla ara bağlantısına izin verilmez. Ara bağlantı gereklilikleri EN 60079-25'e uygun olmalıdır.

**16.5.2** Bir kablo içinde birden fazla kendinden güvenlikli devre varsa, kablo EN 60079-25’in gerekliliklerine uygun olmalıdır.

## Topraklama

**16.6.1** Kendinden güvenlikli devreler, işlevsel nedenlerle izin verildiği sertifikada belirtilmedikçe, topraklanmamış ve yalıtılmış olarak monte edilmelidir.

**16.6.2** Kendinden güvenlikli devrelere sahip kabloda topraklanmamış ekranlamalar veya topraklanmış metalik zırh varsa ve bunlar birden fazla noktada toprağa bağlanmışsa, bunlar kablonun dışındaki kuşaklama iletkenine bağlanmalıdır. Bu durumda, kendinden güvenlikli donanımın açıkta kalan iletken bölümleri, ekranlama veya metalik zırha bağlanmalıdır.

**16.6.2.1** Kuşaklama iletkeni, kesiti en az 16 mm2 olan tek damarlı bir bakır hat olmalıdır.

Kuşaklama iletkeni, kendinden güvenlikli sistemin tüm alanında mevcut olmalıdır.

**16.6.2.2** Bir elektrik güç sisteminin koruyucu iletkeni, kendinden güvenlikli sistemin tüm alanında mevcutsa, aynı anda bir kuşaklama iletkeni olabilir.

**16.6.2.3** Kuşaklama iletkeni tek damarlı yalıtımlı bir hat ise, yeşil-sarı olarak işaretlenmelidir.

**16.6.2.4** Kendinden güvenlikli devrelere sahip, potansiyelsiz olan kablo damarları ekrana veya kuşaklama iletkenine bağlanmamalıdır.

## Kendinden güvenlikli sistemler için kablo

EN 60079-25 ve EN 50303’ün gereklilikleri uygulanmalıdır.

# Transformatörlerin montajı

Transformatörler paralel bağlanabilir ve aşağıdaki durumlarda yalnızca bir aşırı yük koruma düzeni ile korunabilir:

• yalnız çalışamazlar,

• paralel bağlı sadece iki transformatör vardır,

• anma gücü, iletim oranı ve kısa devre gerilimi kabul edilebilir bir tolerans dahilindedir ve vektör grupları eşittir ve

• sekonder sargı tarafındaki kablonun uzunluğu aynıdır.

# Transformatör merkezleri

Transformatör merkezlerine işletme ve bakım amacıyla erişim kolay olmalıdır. Kaçış yolları her zaman muhafaza edilmelidir.

NOT Boyutlar Ek B'de listelenen değerlerden daha düşük değilse yukarıdakiler karşılanacaktır.

# Her bir anahtarlama düzenindeki bağlantı kesme düzenleri

Anahtarlama düzenleri, tüm faz iletkenlerini fiziksel olarak ayıracak araçlarla donatılmalıdır; anahtarlama durumu açıkça görülebilir olmalıdır. Bu durum aşağıdakiler için geçerli değildir:

|  |  |
| --- | --- |
| Kendinden güvenlikli sistemler | SELV seviyesinden daha düşük anma gerilime sahip sistemler. |

# Anahtarlama düzenleri

Yanlışlıkla tekrar kapamayı önlemek için yalnızca mandallı kısa devre korumasına sahip anahtarlama donanımı kullanılmalıdır.

# Bağlaştırıcılar ve konnektörler

## Bağlaştırıcılar ve konnektörlerin kullanımına ilişkin genel gereklilikler

**21.1.1**  Farklı görevler için fiş ve prizlerin kullanıldığı ve yanlış bağlantı nedeniyle tehlikenin ortaya çıkabileceği durumlarda, bu tehlikeyi önlemek için renk kodlaması, asma kilit veya anahtarlı fişler gibi yöntemler sağlanmalıdır.

**21.1.2** Açıkta kalan gerilimli bölümlerden kaynaklanan riskten kaçınmak için, fiş, soket ve bağlayıcı tasarımı ile birlikte kilitleme devreleri, tamamen monte edilmedikçe açıkta kalan kontak uçlarının gerilimli olmamasını sağlayacak şekilde düzenlenmelidir, bu durum kendinden güvenlikli devreler için geçerli değildir.

Bağlaşırıcılar, 21.2.4.2'ye göre kilitleme devresi dışındaki tüm devrelerin kontak bölümlerinin sadece gerilimsiz durumdayken bağlanabilmesi veya bağlantısının kesilebilmesi için elektriksel veya mekanik olarak kilitlenirse, bu konfigürasyondan farklı olmasına izin verilir. Konnektör olması durumunda, EN 60079-0'ın teknik gereklilikleri geçerli olacaktır.

**21.1.3** Fişlerin, prizlerin ve bağlaştırıcıların koruyucu bir iletken içerdiği durumlarda riski önlemek için tasarım, ilk önce koruyucu iletkenin bağlantısının yapılıp ve yine en son bağlantısının kesileceği şekilde yapılmalıdır.

## Bağlaştırıcıların kullanıldığı ilave gereklilikler

|  |  |
| --- | --- |
| **21.2.1** | Elektrikli donanımın ana güç kaynağı için yalnızca EN 60309–1'e uygun bağlaştırıcılar kullanılmalıdır. |

**21.2.2** Bağlaştırıcılar, yük altında bağlantının kesilmesini önleyecek şekilde kabloları tutan bir tasarıma sahip olmalıdır. Tasarım elektriksel kilitlemeyi veya bağlantının mekanik yollarla (örneğin, cıvatalı) sabitlenmesini içerebilir,

Bu durum, 21.2.4.2'ye göre kilitleme devreleri için geçerli değildir.

|  |  |
| --- | --- |
|  | EN 60309–1'e uygun bağlaştırıcının anahtarlama kapasitesinin yeterli olması sağlanırsa, cümle 1 uygulanmaz. |

**21.2.3** 21.2.1 ve 21.2.2'nin gereklilikleri, kendinden güvenlikli devrelerin bağlaştırıcıları için geçerli değildir

|  |  |
| --- | --- |
|  | ve aşağıdakilerin kullanımı sırasında anma gerilimi en fazla 230 V olan tesisatlar için geçerli değildir.  • yardımcı devrelerin bağlaştırıcıları,  • anma akımı en fazla 16 A a.a. veya 10 A d.a. olan yüklerin ve yük bir anahtarla donatılmışsa, anma akımı 16 A'dan fazla ancak en fazla 25 A'ya kadar olan yüklerin iletim yolundaki bağlaştırıcılar |

**21.2.4** Kilitleme devreleri kullanılarak 21.2.2'ye göre elektriksel kilitleme, aşağıdaki gereklilikleri karşılamalıdır:

**21.2.4.1** Bağlaştırıcılar, devreye enerji verilirken fiş çıkarılırsa, kilitleme devresi, faz bağlantıları kesilmeden önce besleme anahtarlama düzeninin açılmasına neden olacak şekilde bir kilitleme içeren tasarıma sahip olmalıdır.

Anahtarlama düzenindeki açma düzeni, devrede herhangi bir kopukluk meydana geldiğinde arızaya karşı emniyetli bir durum oluşacak şekilde kapalı devre konfigürasyonunda olmalıdır.

**21.2.4.2** Kilitleme devresi, işlevsel güvenlikle ilgili artan gerekliliklere sahip bir devre olmalı veya bu standardın 12.6 maddesine göre bir elektriksel koruma düzeninin denetim devresinin bir bölümü olmalıdır,

|  |  |
| --- | --- |
| Kilitleme devresi, EN 60079–11:2012, Ek A, Şekil A.2 alttaki eğriye göre kablonun verilen kapasitesi (3 x C10) ile oluşacak en yüksek gerilimin en düşük tutuşma geriliminden daha düşük olacağı şekilde tasarlanmalıdır.  NOT C10'un her bir ana damar ile PE arasındaki kapasite olması önerilir.  Bu gerekliliğe uygunluk, imalatçı veya akredite bir deney kuruluşu tarafından belirlenmelidir.  Ölçme devresinin endüktif kuplaj ve/veya elektronik akım sınırlaması durumunda, tutuşmazlık EN 60079-11'e göre kıvılcım deney cihazı kullanılarak doğrulanmalıdır. | veya kısa devre açısından izlenmelidir. Faz iletkeni ile kilitleme devresi arasında bağlantı olması durumunda verimlilik etkilenmemelidir. |

# Armatürler ve aydınlatma tesisatı

Taşkömürü madenciliği endüstrisinin tehlikesiz çalışma alanlarında kullanılan armatürler ve kablo bağlantısı için ilgili donanımlar da patlamaya karşı korumalı olmalıdır.

# Kablolar

## Kabloların tasarımı

**23.1.1** Elektrikli donanımın dışında sadece çevresel ve elektriksel gereklilikler dikkate alınarak uygun kablo tipleri kullanılmalıdır.

NOT Ek E'de, hangi tip kabloların uygun olduğu hakkında daha fazla bilgi verilmiştir.

Diğer tasarımlara, uygulama aralığı ve döşeme sistemi dikkate alınarak uygun tasarım gerekliliklerine benzer olmaları ve 23.4 maddesindeki gerekliliklere uygun olmaları şartıyla izin verilir. Çok düşük gerilim sistemlerinde veya koruyucu yalıtımlı donanımın besleme kablosu olarak koruyucu iletkensiz kablo tasarımlarına izin verilir.

**23.1.2** Diferansiyel koruma tesisatı devreleri için kablonun iletken yalıtımı, çalışma şartları altındaki azami gerilime göre seçilmelidir.

## İletken malzemeleri

**23.2.1** İletkenler için aşağıdaki malzemeler kullanılmalıdır:

|  |  |
| --- | --- |
| Bakır. | Bakır veya alüminyum. |

• ekranlamalar, koruyucu ve kuşaklama iletkeni, sadece çinko kaplı çelik şeritler için yalnızca çelik

• yalnızca radyo tesisatındaki dalga kılavuzları için diğer malzemeler

kullanılmalıdır.

**23.2.2** Kendinden güvenlikli sistemlerin kablolarındaki kablo malzemesi için EN 60079-25'e bakılmalıdır.

## Akım taşıma kapasitesi

**23.3.1** Çok damarlı veya tek damarlı kablolar, normal çalışmada veya kablonun yük tarafında bir kısa devre olması durumunda ısınmalarına izin vermeyecek şekilde, akım sınırlayıcı düzenlere göre boyutlandırılmalı veya korunmalıdır. Döşenen kabloların toplamı dikkate alınmalıdır.

NOT 1 HD 60364-5-52:2011, Ek B'de bilgi verilecektir.

NOT 2 EN 60865-1 geçerlidir.

NOT 3 Ek F'de daha fazla bilgi verilecektir.

## Kaplamalar ve dış koruyucu kapaklar

**23.4.1** Kabloların dış kaplamaları alev geciktirici ve düşük dumanlı olmalı ve çevre faktörlerine göre seçilmelidir.

**23.4.2** Kablo kılıfları veya dış koruyucu kılıflar sürekli ve kalıcı olarak renklendirilmelidir. Aşağıdaki renklerin kullanılması tavsiye edilir:

• anma gerilimi 1 kV'tan fazla olan sistemlerde kırmızı,

• anma gerilimi 1 000 V'a kadar olan sistemlerde sarı.

|  |  |
| --- | --- |
|  | • alternatif olarak anma gerilimi 1 000 V'a kadar olan sistemlerde kömür dışı madencilik endüstrisinde diğer renkler. |

• haberleşme sistemlerinde gri.

|  |  |
| --- | --- |
|  | • alternatif olarak kömür dışı madencilik endüstrisinde diğer renkler. |

• yalnızca kendinden güvenlikli devrelere sahip sistemlerde açık mavi.

NOT 1 Kendinden güvenlikli olması durumunda ayrıca EN 60079–25'e bakılmalıdır.

İş güvenliği açısından farklı gerilim seviyeleri için farklı renklerin kullanılması kesinlikle tavsiye edilir.

NOT 2 Ulusal yönetmelikler renkle ilgili tavsiyelerde bulunur.

Sadece fiber optik kablo kaplamaları tercihen turuncu renkte olmalıdır. Kırmızı, sarı, gri ve mavi renklere izin verilmez. İçinde ilave optik fiber bulunan kablolar bu maddenin 1. cümlesine göre renklendirilir.

**23.4.3** Kabloların kaplaması üzerinde, en azından aşağıdaki bilgilerle birlikte kalıcı olarak okunabilen bir işaret bulunmalıdır:

Eksiksiz tasarım tanımlaması, iletken sayısı, faz ve koruyucu iletkenin kesiti, gerekirse tek veya tam eşmerkezli olmak, üreticinin adı (kısa form) ve imalat yılı (kısa biçimi, örneğin “2014”).

## Tek kabloda farklı devreler

**23.5.1** Aynı kablo içerisinde sadece ana devrenin faz iletkenleri, koruyucu iletkenler ve herhangi bir yardımcı devre yer almalıdır.

**23.5.2** Çok damarlı kablolarda en fazla 2 ana devrenin faz iletkenleri ile ilgili yardımcı devrelerin iletkenleri birleştirilebilir.

**23.5.3** Farklı gerilimlere sahip devrelerin iletkenleri aynı kaplama içerisinden geçiyorsa, kablolar en yüksek işletme gerilimine göre tasarlanmalıdır.

23.1.2'nin gereklilikleri, diferansiyel koruma tesisatının devrelerine uygulanmalıdır.

## Kabloların döşenmesi

**23.6.1** Kablolar aşağıdaki şekilde döşennmelidir:

• bükülmeler veya izin verilmeyen döngüler oluşmayacak,

• aksi halde ezilmeyecek veya zarar görmeyecek ve

• her zaman muayene ve bakım için tüm uzunluk boyunca erişilebilir olacak,

• yeterince askıya alınmış olacak,

• asgari yarıçapın ötesinde bükülmeyecek.

**23.6.2** Aşağıdaki durumlarda kabloların erişilebilirliği gerekli değildir:

• özel bir mekanik koruma varsa,

• kablo, besleme pompaları için su altında döşenmiş ise,

• hareketlilik ve ısı tahliyesi sağlanmışsa kablo deliklerin içine serilir.

**23.6.3** Elektrik işletme yerlerinde ve kapalı elektrik işletme yerlerinde ve atölyelerde kablolar, her zaman erişilebilir olmaları sağlanırsa, kapalı kanallar içine döşenebilir.

**23.6.4** Duvarların içinden döşenen kablolar, örneğin, yangın koruması gibi koruma amaçları için, beton veya benzeri bir yapı içine gömülebilir

**23.6.5** En fazla 45 derece eğimli çalışma alanlarında kablolar en az 5 m'de bir askı ile asılmalıdır. Askıya alma, tesisat noktasındaki belirli şartlara bağlıdır.

1. cümle 23.6.2'ye uygun kablo ile ayrıca arkadan çekilir ve tambur kabloları için geçerli değildir.

**23.6.6** Eğimi 45°'den fazla olan çalışma alanlarında:

**23.6.6.1** Kablolar, asılıyken gerilme uzunluğuna göre en az güvenlik faktörü 3 ile kendi kendini desteklemeli ve gerilme uzunluğuna göre en az güvenlik faktörü 5 ile kendi kendini desteklemiyorsa, en az her 8 m'de bir sabitlenmelidir.

**23.6.6.2** Herhangi bir katener teli, zırhlama veya herhangi bir gerilmeyi azaltma tertibatı olmayan bakır iletkenli kablolar, uzunluğun serbestçe asılan bölümünün ağırlığı, montaj yerinde 20 N/mm2 lik tüm enine kesitle ilgili olarak daha yüksek bir gerilme yüküne neden olmayacak şekilde tasarlanmalıdır.

**23.6.6.3** Normal çalışma şartları altında vinçlerle sarılacak veya çözülecek kablolar, gerilme uzunluğuna bağlı olarak güvenlik faktörü en az 5 olan yapışkan düzenler dahil kendi kendini destekleyecektir. Yalnızca sarma veya çözme zorlamasına uygun ekstra ağır hizmet tipi kablo kullanılmalıdır; örneğin, NSSHöu veya NTS (bk. Ek E).

**23.6.6.4** Uzaktan kumanda için arkadan çekilen kablo olarak yalnızca çekme mukavemetini garanti eden haberleşme kabloları kullanılmalıdır.

|  |  |
| --- | --- |
| Bu arkadan çekilen kablolar yalnızca kendinden güvenlikli devreler içermelidir. |  |

**23.6.7** Asma ve montaj tertibatları, kablolara zarar vermeyecek şekilde tasarlanmalıdır.

## Salmastra, sonlandırma veya sökme

**23.7.1** Sadece salmastra, sonlandırma veya sökme için uygun yardımcı donanımlar kullanılmalıdır.

NOT Bunlar: örneğin, sızdırmazlık uçları, kablo girişleri, manşonlar, bağlantı ucu kutuları, ek bağlantı kutusu.

**23.7.2** Kablolar, bağlantı ucu kutusunun koruma tipinin devam etmesi için uygun yardımcı donanımlara yönlendirilmelidir.

**23.7.3** Elektrik güç tesisatının kablolarının zırhı, bağlantı ucu kutusunun ve kablo girişinin onayına bağlı olarak bağlantı ucu kutusunun ilgili koruyucu iletkenine bağlanmalıdır. Aynısı, toprak potansiyeli üzerindeyse metalik olmayan iletken kaplamalar için de geçerlidir.

Metalik olmayan iletkenlerin denetlenmesi durumunda bunlar topraksız olmalıdır.

**23.7.4** Anma gerilimi 6,6 kV'tan fazla olan sistemlerde, kısmi boşalmayı önlemek için bağlantı bölümlerinde önlemler alınmalıdır. Özel araçlar, kablonun tasarımına bağlıdır.

**23.7.5** Kablonun döşenme biçiminden kaynaklanan çekme veya burulma yükü meydana gelebilirse, giriş için tasarlanmış düzenler burulma koruması ve gerilmeyi azaltma araçları ile donatılmalıdır (örneğin, seyyar makineler için tedarik kablosu).

Yalnızca bir kendinden güvenlikli devreye sahip kablo olması durumunda bu tür araçlara gerek yoktur.

Her durumda, kablo imalatçısı tarafından verilen bükülme yarıçapına uyulmalıdır.

**23.7.6** Tüm iletkenler, uygun bağlantı uçlarına güvenli ve kalıcı olarak bağlanmalıdır.

Bu, kullanılmayan iletkenler için de geçerlidir. Kullanılmayan iletkenlerin uçlarına, özellikle bağlanacak bağlantı uçları yoksa, gerilimli bağlantı uçlarıyla temas edebilecekleri yerlere yalıtımlı kapaklar konulmalıdır. Ayrıca iletkenler, gerilimli bölümlerle arasında yeterli bir mesafe olacak şekilde demetlenmeli ve sabitlenmelidir.

**23.7.7** İletkenlerin bağlanması yalnızca gömülü bağlantı uçları veya yalıtılmış konnektörlerle yapılmalıdır. Bu, koruyucu iletken için de geçerlidir.

Bağlantısı kesilebilir bağlantı uçları her zaman erişilebilir durumda kalmalıdır.

NOT Sızdırmaz bağlantılar, ayrılabilir olarak kabul edilmez.

**23.7.8** Kabloların birleştirilmesi için kablo kitlerine de izin verilir. Bu kitler, EN 50393’ün gerekliliklerini karşılamalıdır.

Her türlü kablo kiti, alev alabilirlik ve elektrostatik ile ilgili gereklilikleri kablonun kendisi ile aynı şekilde karşılamalıdır.

**23.7.9** Bileşikler, özel ek bağlantılarda kullanılmalıdır. İmalatçının "nasıl yapılır" talimatı dikkate alınmalıdır.

**23.7.10** Bağlantı uçlarına bağlı olarak, imalatçının kılavuzuna göre sadece belirli bir kesit ve sayıda iletken bağlanmalıdır.

İletken bağlantı ucuna bağlandığında iletken kesiti küçültülmemelidir.

**23.7.11** Bağlantı ucunun tasarımına bağlı olarak, tüm iletken, doğru bir bağlantı garanti edilecek ve tellerin ayrılmasından kaçınılacak şekilde hazırlanmalıdır (örneğin, kablo pabuçları, damar kablo uçları veya diğer uygun teknikler kullanarak).

Kablonun donanıma bağlanmasından sonra tasarım onayına göre yalıtma aralığı ve sünme mesafesi değerleri düşürülmemelidir.

**23.7.12** Salmastra ve sonlandırma düzenlemeleri, kablonun mahfazadan çekilmesi durumunda, koruyucu iletkenin en son bağlantısı kesilecek şekilde koruma sağlamalıdır. Bu, gömme manşonlar içindeki bağlantılar için geçerli değildir.

**23.7.13** Bu standardın 12.6 maddesine göre elektriksel koruma düzeni bulunan donanımın besleme kablolarındaki denetim iletkeni (pilot), kablonun mahfazadan çekilmesi durumunda, öncelikli olarak bağlantısı kesilecek şekilde bağlantı uçlarına bağlanmalıdır. Bu, gömme manşonlar içindeki bağlantılar için geçerli değildir.

**23.7.14** 23.7.13 maddesine göre denetim iletkeni (pilot), tanımlanabilir bir amaç için işaretlenmelidir.

## Yalıtılmamış iletkenlerin döşenmesi

Amacından dolayı herhangi bir yalıtkan kaplama olmaksızın gerçekleştirilen yalıtılmamış iletkenler, aşağıdaki durumlarda döşenebilir:

• Koruyucu veya kuşaklama iletkenleri,

|  |  |
| --- | --- |
| • sertifika tarafından izin veriliyorsa, kendinden güvenlikli devrelerin özel uygulaması. | • herhangi bir iletken,  • dağıtım tesisatı içindeki baralar,  • tramvay hatları. |

## Tek damarlı kablo kullanımı için ilave gereklilikler

|  |  |
| --- | --- |
| **23.9.1** | Tek damarlı kablo, aynı devreyi besleyen yalnızca üç tek damar kullanılarak tek veya demet halinde döşenebilir. Bu tek damarlı kablo demeti sistemi, montaj sırasında tek bir çok damarlı kablo olarak kabul edilebilir.  Bu tür tek damarlar kullanılırken montaj malzemesinin ısınmasını önlemek için yalnızca kapalı demir halkaları olmayan montaj malzemesi kullanılmalıdır (örneğin, plastik kıskaçlar veya manyetik olmayan metal kıskaçlar veya benzeri) |
| **23.9.2** | Aynı a.a. veya üç fazlı sistemin tüm tek damarlı kabloları, kapalı çelik çerçeveler, çelik yapıların açıklıkları veya çelik borular yoluyla ortak olarak döşenmelidir. |
| **23.9.3** | Asimetrik kısa devre akımının etkisi nedeni ile tek damarlı kablo güvenli bir şekilde monte edilmelidir. |
| **23.9.4** | Bir kablonun ekranlamasının enine kesiti, bir çift toprak arızası durumunda ekranlamanın oluşan akımı, açma meydana gelene kadar ısıl zorlama olmadan taşıyabileceği şekilde boyutlandırılmalıdır. |
| **23.9.5** | Tek damarlı kablonun ekranları belirli aralıklarla birbirine bağlanmalıdır. Bu aralık, çift toprak arızasının neden olduğu izin verilmeyen yüksek temas gerilimine göre ayrı ayrı hesaplanmalıdır. |

# Elektrikli donanımın veya tesisatın aşırı akıma karşı korunması

## Aşırı akım koruma düzenleri

**24.1.1** Elektrikli donanım ve elektrik kabloları, aşırı akımdan kaynaklanan izin verilmeyen ısınma nedenlerine karşı ve aşırı akım koruma düzenleri ile kısa devre akımının etkisine karşı korunmalıdır.

**24.1.2** Farklı noktalardan çoklu besleme durumunda bile aşırı akım koruması sağlanmalıdır.

**24.1.3** IS seviyesinin üzerindeki tüm sistemlerde tüm faz iletkenleri için aşırı akım koruma düzenleri sağlanmalıdır.

**24.1.4** Haberleşme sistemlerinin topraklanmış devrelerinde, sadece topraklanmamış faz iletkeni bir aşırı akım koruma düzeni ile korunmalıdır.

|  |  |
| --- | --- |
| **24.1.5** | toprağa kuşaklanmış yardımcı devrelerde sadece topraklanmamış iletken bir aşırı akım koruma düzeni ile korunmalıdır. |

**24.1.6** Elektrik işletme yerleri veya kapalı elektrik işletme yerleri dışında paralel olan her kablo korunmalıdır.

Bununla birlikte, aynı şekilde yerleştirilmişlerse, aynı uzunluğa, aynı malzeme ve kesite sahiplerse, tek başlarına çalışamıyorlarsa ve kılavuz uçları yoksa iki paralel kablo için yalnızca bir aşırı akım koruma düzeni olabilir. Bu durum, transformatör ve güvenlik anahtarı ve/veya ilgili dağıtım tesisatı bağlantısı için kullanılıyorsa, anma gerilimi en fazla 1 000 V olan sistemlerde 2'den fazla kablo için de geçerlidir.

## Aşırı yük koruması

**24.2.1** Elektrikli donanım, aşırı yükten kaynaklanan izin verilmeyen ısınmaya karşı korunmalıdır.

**24.2.2** İlgili aşırı yük akım koruma düzenleri gerekli olmayabilir.

|  |  |
| --- | --- |
| **24.2.2.1** uygunluk belgesi, tip muayene belgesi veya tasarım onayı nedeniyle izin veriliyorsa. | donanımın yapısı veya kullanımı nedeniyle bir aşırı yük oluşmayacağından emin olunması veya aşırı yük koruması olmayan bir çalışmanın zararsız olması durumunda. Çok fazlı elektrikli donanımların bir veya birden fazla fazını kaybetmesi sonucu aşırı ısınmaya neden olmaması için gerekli tedbirler alınmalıdır. |

**24.2.2.2** eğimli taşıma veya kaldırma tesislerinin sinyal devreleri durumunda.

**24.2.3** Kablolar, toplam yüklerin toplam anma akımının toplamına göre kesit yeterliyse ve kablo aşırı yüklenmeyecek şekilde aşırı yüke karşı korunuyorsa, bir aşırı yük akım düzeni tarafından korunamayabilir.

**24.2.4** Aşırı akım açma düzenleri veya röleleri olan panolar aşırı yük koruma düzenleri olarak kullanılıyorsa, donanımın ve/veya korunacak kablonun anma akımına göre ayarlanmalıdır.

**24.2.5** Kablonun anma akımı, imalatçının veri föylerine göre akım taşıma kapasitesidir. Böyle bir bilgi mevcut değilse, bilgi için Ek F'ye bakılmalıdır.

Sigortalar aşırı yük koruması için kullanılıyorsa, sigortaların ilgili özelliklerinin ve anma akımının, izin verilen yük akımı dikkate alınarak donanımı ve/veya kabloyu koruyabilmesi sağlanmalıdır.

Bu, özel hesaplama programları veya sigorta imalatçısının özel veri föyleri kullanılarak yapılabilir.

**24.2.6** Aynı kesite sahip kablolar paralel bağlanırsa, aşırı yük koruma düzenleri, her bir kablonun izin verilen yükünün toplamına göre bir değere ayarlanabilir.

**24.2.7** Tek bir motorun kondansatörler tarafından doğrudan kompanzasyonu durumunda, aşırı yük koruması azalan akıma göre daha düşük ayarlanmaldır.

## Kısa devre koruması

**24.3.1** Elektrikli donanım ve/veya kablolar, aşırı akım koruma düzenleri (kısa devre akım koruma düzenleri) ile kısa devre etkilerine karşı korunmalıdır. Faza duyarlı kısa devre korumasının kullanılması tercih edilir.

**24.3.2** Korunması gereken şebekenin başlangıcında kısa devre akım koruma düzenleri ayarlanmalıdır.

**24.3.3** Transformatörlerin besleme tarafında kısa devre akım koruma düzenleri ayarlanmalıdır. Koruma aralığı, yük tarafına bağlanan bir sonraki kısa devre akım koruma düzenine kadar tüm kabloyu içeren transformatörlerin yük tarafını da içermelidir. 24.4.6'ya göre daha uzun açma süresi seçeneğinin kullanılması isteniyorsa, transformatörün yük tarafındaki sistem için kısa devre akım koruma düzenleri transformatöre mümkün olduğunca yakın yerleştirilmelidir.

Birkaç transformatörün ortak beslenmesi durumunda, her bir transformatörün kısa devre korumasının garanti edildiği sağlanırsa, ortak kabloda kısa devre akım koruma düzenleri ayarlanabilir.

**24.3.4** Kısa devre akım koruma düzenleri, asgari kısa devre akımı dikkate alınarak açma davranışına göre seçilmeli ve ayarlanmalıdır.

## Asgari kısa devre akımı

**24.4.1** IT sistemindeki asgari kısa devre akımı, kablo ucundaki metalik iki kutuplu kısa devre veya yükün etkisini artıran akımı hesaba katmadan korunması gereken bir çift toprak arızası durumunda beklenen en düşük kısa devre akımıdır. Çift toprak arızası, yalnızca bir toprak arızası açma düzeninin mevcut olmadığı durumlarda dikkate alınmalıdır. TN-S veya TN-C sistemlerindeki en düşük kısa devre akımı, tek kutuplu toprak arıza akımı olacaktır.

**24.4.2** En düşük kısa devre akımı Madde 25'e göre hesaplanmalı veya eşdeğer başka yollarla araştırılmalıdır.

NOT HD 60364-4-41:2007, 411.6'da 1 000 V'a kadar olan dağıtım şebekelerindeki hesaplama hakkında bilgi verilmiştir.

**24.4.3** Kısa devre akımı koruma düzenleri, belirlenen asgari kısa devre akımının sadece %80'ine ayarlanmalıdır. Bu, sigortalar için geçerli değildir.

**24.4.4** Kısa devre koruması için sigortalar kullanılıyorsa, sigortaların anma akımı, 24.4.5 gerekliliklerinin karşılanması için seçilecek asgari kısa devre akımına bağlıdır.

**24.4.5** Kısa devre akımı en az aşağıda belirtilen değerlerde olmalıdır:

|  |  |
| --- | --- |
| • Anma gerilimi 1 kV'tan fazla olan sistemde 0,2 s,  • Anma gerilimi en fazla 1 000 V olan sistemlerde 0,13 s,  • Sigortalarda 0,1 sn.  Düşük frekans aralığındaki akım dönüştürücülerin anahtarlanarak kesilmesi durumunda belirtilen süre içinde bunun yapılması mümkün değilse, bu frekans aralığı işletme amaçlı kullanılmamalı ve hemen geçilmelidir. | a) TN sistemlerinin açma süreleri durumunda HD 60364–4-41:2007, 411.3.2.2 ve 411.3.2.3 geçerli olmalıdır.  b) Diğer sistemlerde:  1) Kömür madenciliğinde ve kömür dışı madenciliğin yangın tehlikesi olan diğer çalışma alanlarında 1 s,  2) Diğer madencilik endüstrisinde 5 s. |

**24.4.6** Kademeli açma süreleriyle seçici kısa devre kesmesi durumunda, en kısa kesme süresinin belirtilen 24.4.5 değerlerini aşmaması şartıyla daha uzun bir toplam kesme süresine izin verilir:

|  |  |
| --- | --- |
| • Yük tarafında anma gerilimi en fazla 1 000 V olan transformatörlerin 24.3.3'e göre yük tarafı için 0,6 s,  • Anma gerilimi 1 kV'tan fazla olan sistemlerde 1,5 s. Kısa devre koruma düzenlerinin ayarlanması, bulunduğu yerlerde daha uzun bir zaman aralığı gerektirmedikçe, zaman aralığı 0,3 s'yi geçmemelidir. | • Kömür madenciliği ve diğer madencilik sektörlerinin yangın tehlikesi olan işlerinde 1,5 s,  • Diğer madencilik endüstrisinde 5 s. |

# Kısa devre akımlarının hesaplanması

EN 60909 serisi, simüle edilmiş şebeke kullanılması durumunda da kısa devre akımı hesaplanırken geçerli olmalıdır.

# Üretim alanlarında ve tünel alanlarında anma gerilimi 1 kV'tan 6,6 kV'a kadar olan sistemler ve donanımlar için ilave gereklilikler

## Genel gereklilikler

|  |  |
| --- | --- |
| **26.1.1** Üretim alanlarında ve tünel açma alanlarında anma gerilimi 1 kV'tan 6,6 kV'a kadar olan sistemler, yeraltındaki yüksek gerilim sisteminden galvanik olarak ayrılmalıdır.  NOT Üretim alanlarında ve tünel açma alanlarında galvanik olarak ayrılmış sistem örnekleri için Ek C'ye bakılmalıdır.  **26.1.2** Madde 7.1.2.1'e bakılmaksızın, galvanik olarak ayrılmış sistemlerin boyutu, toprak arıza akımı 5 A'i geçmeyecek şekilde sınırlandırılmalıdır. |  |

## Anahtarlama düzenleri

|  |  |
| --- | --- |
| **26.2.1** Sadece yük tarafındaki kabloların topraklama ve kısa devre anahtarları “d” veya “p” koruma tipi mahfazaların içinde olan anahtarlama düzenleri kullanılmalıdır.  **26.2.2** Yük tarafındaki kabloların topraklanması ve kısa devre yapmasına yönelik anahtarların faaliyeti, yalnızca koruma tipi sağlanmışsa gerçekleştirilmelidir. |  |

## Üretim alanlarında ve tünel açma alanlarında gerilimsiz kablonun yalıtım direnci deneyi

|  |  |
| --- | --- |
| **26.3.1** Üretim alanları ve tünel açma alanlarında döşenen kabloların yalıtım direncini ölçmek için yalıtım deney düzenleri entegre edilmelidir.  **26.3.2** Ölçme d.a. gerilimi ile yapılmalıdır. Ölçme gerilimi, en az sistemin anma gerilimine eşit olmalıdır.  Yalıtım deney düzenlerinin kısa devre akımı (azami yük akımı) 0,015 A'yı geçmemelidir.  **26.3.3** Deney çevrimi sırasındaki bir arıza, anahtarlama düzeninin kilitlenmesine neden olmalıdır.  **26.3.4** Yalıtım deney düzeninin kullanımı, çalıştırma talimatlarına göre düzenlenmelidir. Deney çevrimi devam ederken anahtarlama düzeninin açılması kilitlenecektir. |  |

## Gerilimli sistemlerin yalıtım izlemesi

|  |  |
| --- | --- |
| **26.4.1** Sistemin toprağa karşı yalıtım direnci, bir yalıtım izleme düzeni (IMD) tarafından sürekli olarak izlenmelidir.  **26.4.2** İzlenen sistemlerin yalıtım direncinin V anma gerilim başına 50 Ω'dan daha az azalması, tesisat yerinde kalıcı olarak görsel veya akustik bilgi ile gösterilmelidir. İnsanların sürekli çalıştığı bir yerde otomatik bilgi varsa bu tür bilgilere ihtiyaç yoktur.  Direnç V başına 40 Ω'dan az olduğunda izlenen sistemin gücü kapatılacaksa bu tür bir gösterge veya bilgiye gerek yoktur. |  |

## IT sistemlerinde toprak arıza koruması

12.2.1'e bakılmaksızın, galvanik olarak ayrılmış sistem için aşağıdaki gereklilikler geçerlidir:

|  |  |
| --- | --- |
| **26.5.1** Sistemin 26.4'e göre yalıtım izleme düzeni, sistemin anma gerilimi V başına ≤ 20 Ω'luk bir toprak arızasını kesinlikle tespit etmelidir. Devre dışı bırakma 1,5 s içinde olmalıdır.  **26.5.2** Sistemin yalıtım direnci anma gerilimi V başına ≤ 20 Ω olacaksa transformatörün hat tarafındaki güç anahtarı, sistemin transformatör ile yük tarafına bağlanan anahtarlama düzeni arasındaki bölümünün beslemesini belirli bir zaman gecikmesi içinde kesmelidir. Zaman gecikmesi 1,5 saniyeden fazla olmamalıdır. |  |

## Gerilimli olmayan sistemlerin izlenmesi

|  |  |
| --- | --- |
| **26.6.1** Bir sistemin gerilimsiz bölümlerinin topraklamaya karşı yalıtım direnci, bir kilitleme toprak arızası izleme düzeni ile izlenmelidir. Yalıtım arızası olduğu sürece bu devre tarafından yeniden başlatma engellenmelidir.  **26.6.2** Yeniden başlatma, yalnızca ilgili anahtarlama düzeninin manuel olarak sıfırlanmasından sonra mümkün olmalıdır.  **26.6.3** Bu devrenin toprağa karşı yalıtım değeri V başına ≥ 25 Ω olarak ayarlanmalıdır.  **26.6.4** Bu devre, Madde 12.4.7'nin gerekliliklerini karşılamalıdır. |  |

## Elektrikli donanımın kablolarını beslemek için elektriksel koruma düzenleri

|  |  |
| --- | --- |
| **26.7.1** Üretim alanlarında ve tünel açma alanlarında tüm elektrikli donanımın besleme kabloları, 12.6 maddesine göre bir elektriksel koruma düzeni ile izlenmelidir. |  |

**26.7.2** Madde 12.6.2.6'ya bakılmaksızın, enerji kesme ile ilgili olarak aşağıdakiler geçerlidir:

|  |  |
| --- | --- |
| **26.7.2.1** Yalıtım direnci değeri V anma gerilim başına 20 Ω'un altına düşerse, üretim alanlarındaki ve tünel açma alanlarındaki donanımın besleme kablosunun enerjisi 1,5 saniye içinde kesilmelidir. Bu, 26.4'e uygun olarak bir yalıtım izleme düzeni (IMD) ile yapılabilir.  **26.7.2.2** Dirençsiz bir toprak arızası durumunda, üretim alanlarındaki ve tünel açma alanlarındaki donanımın izlenen besleme kablosunun enerjisi 0,2 s içinde kesilmelidir (artık gerilime dayalı hızlı toprak arıza tespiti). Devrenin kapanmasından kaynaklanan arıza açmasını önlemek için, açma düzeninin sisteme bağlantısı 1 s gecikmeli olabilir. |  |

## Kablo tasarımı

|  |  |
| --- | --- |
| Yalnızca bu standardın Ek E'sine göre kablolar aşağıdaki kısıtlamalarla kullanılabilir:  • koruyucu iletken, Madde 12.5.1.3 veya 12.5.1.4'e uygun olmalıdır.  • denetim iletkeni, iç kılıfın etrafında iletken metalik bir kaplama olarak veya kablo ayrıca mekanik olarak korunuyorsa tek bir damar olarak tasarlanmalıdır. |  |

# Kablo girişi seçimi için ilave gereklilikler

Kabloların hiçbir IS kıvılcım kontağı içermeyen mahfazalara doğrudan girdiği durumlarda, patlama korumasını sürdürmek için dikkatli bir rakor seçimi gerekecektir. Kablo girişleri, EN 60079-0 ve EN 60079-1'e uygun olacak şekilde kablo dairesel ve kompakt olmalıdır.

1. (bilgi için)  
     
   Dokümanlar

Bir genel bakış diyagramı için aşağıdaki ayrıntılı bilgiler önerilir:

• Kullanılan elektrikli donanımın tipi, donanımın uygun talimat kılavuzlarına net bir referans olması için belirtilmelidir.

• Kullanılan kablo ve esnek kablonun dağıtım şebekesindeki yük ve öngörülebilir arıza nedeniyle uygun olduğundan emin olmak için kullanılan elektrik kablosunun ve esnek elektrik kablosunun tipi, uzunluğu ve kesiti belirtilmelidir.

• EN 60909 serisine göre hesaplanan ve bu standardın 24.4.3'üne uygun bir güvenlik faktörü ile çarpılan hangisinin daha düşük olduğuna bağlı olarak, her bir güç hattı için asgari olası kısa devre akımı veya muhtemel çift toprak arıza akımı uygun devre kesicinin yanına yazılmalıdır. Bu, devre kesici içindeki açma düzeninin doğru şekilde ayarlanabilmesini sağlamak için yapılır.

• Her bir güç hattının beyan ısıl akımı, uygun devre kesicinin yanına yazılmalıdır. Bu, aşırı yüklenmeyi önlemek amacıyla devre kesici içindeki açma düzeninin doğru şekilde ayarlanabilmesini sağlamak için yapılır.

• EN 60909 serisine göre hesaplanan her bir güç hattı için azami olası kısa devre akımı, elektrik kablosunun veya daha düşük kesitli esnek elektrik kablolarının bağlandığı her bağlantı noktasında yazılmalıdır. Bu, kısa devre akımı nedeniyle elektrik kablolarında veya elektriksel esnek kabloda ısıl zorlamayı önlemek için yapılır. Elektrikli donanımlara, özellikle ek bağlantı kutularına yönelik mekanik zorlamadan kaçınmak için de yardımcı olabilir.

• Anma ısıl akımın açma değeri ortam sıcaklığına bağlı olduğundan elektrikli donanımın kurulacağı çalışma alanlarındaki ortam sıcaklığının değeri, genel bakış diyagramında belirtilmelidir (bu standardın Ek F'sinin uygulanabilir tablosuna bakılmalıdır).

• Hat şeması, herhangi bir kilitleme devresini içermelidir.

• Hat şeması, herhangi bir yeni ilave veya değişiklikten sonra periyodik olarak güncellenmelidir.

• Hat şeması, bara bölümlerinin çalışma durumunu göstermeli ve kapalı devre ana besleme devrelerini veya paralel besleme devrelerini vurgulamalıdır.

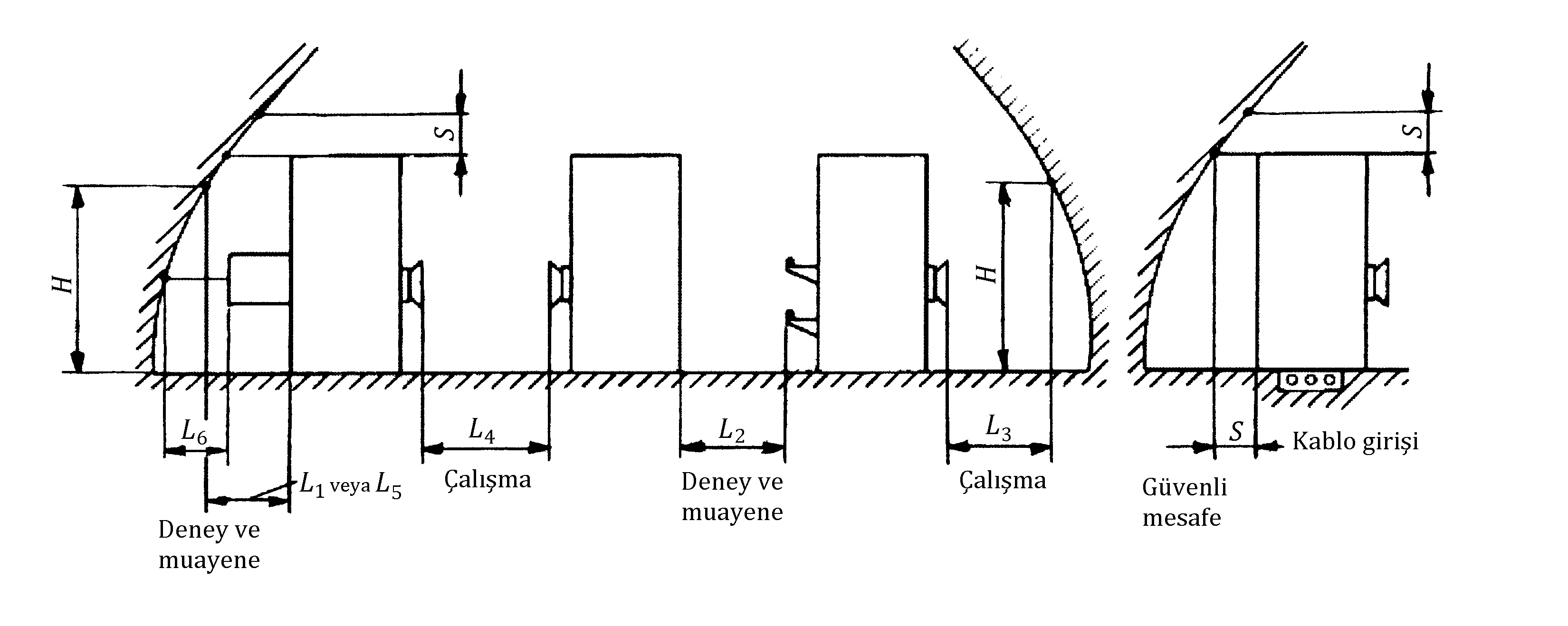
• Hat şeması, her bir anahtarlama düzeni noktasındaki azami simetrik arıza akımını göstermelidir.

|  |  |
| --- | --- |
| Kömür gazı durumunda otomatik olarak bağlantısı kesilen güç hatları için uygun devre kesici uygun şekilde işaretlenmelidir. |  |

1. (bağlayıcı)  
     
   Boş alanla ilgili çizelgeler ve şekiller

Çizelge B.1 - Transformatör merkezlerindeki anahtarlama düzenlerinin işletilmesi, denenmesi ve bakımı için Şekil B.1'e göre asgari boş alan boyutları

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Boş alanın amacı | Asgari boyut *L* ve S  **m** | | | | | | | Asgari yükseklik  ***H***  **m** |
| Mahfazalı elektrikli çalışma yerlerindeki açık anahtarlama düzenleri | | | aşağıda verilen yerlerdeki kapalı anahtarlama düzenleri | | | |
| mahfazalı elektrikli çalışma yerlerindeki | | Diğer çalışma yerleri | |
| Anma gerilimi | | | Anma gerilimi | | | |
| ≤ 1 000 V | > 1 kV | | > 230 V fakat ≤ 1 000 V | > 1 kV | > 230 V fakat ≤ 1 000 V | > 1 kV |
| Tek taraf | Çift taraf |
| İşletme | 1 | 1 (*L3*) | 1.2 (*L4*) | 0.6 | 1 (*L3*) | 0.6 | 1.5 (*L3*) | 1.8 |
| Deney ve Bakım | 0.8 | 0.8 (*L1*) | 1 (*L2*) | 0.6 | 0.8 (*L5*) |  | 0.8 (*L5*) |
| 0.6 (*L6*) | 0.6 (*L6*) | - |
| Güvenlik açıklığı | - | - | - | - | 0.4 (*S*) | - | 0.4 (*S*) | - |
| a Tek veya çift taraflı kurulum | | | | | | | | |



Şekil B.1 - Açık ve kapalı anahtarlama düzenlerinin boş alanı

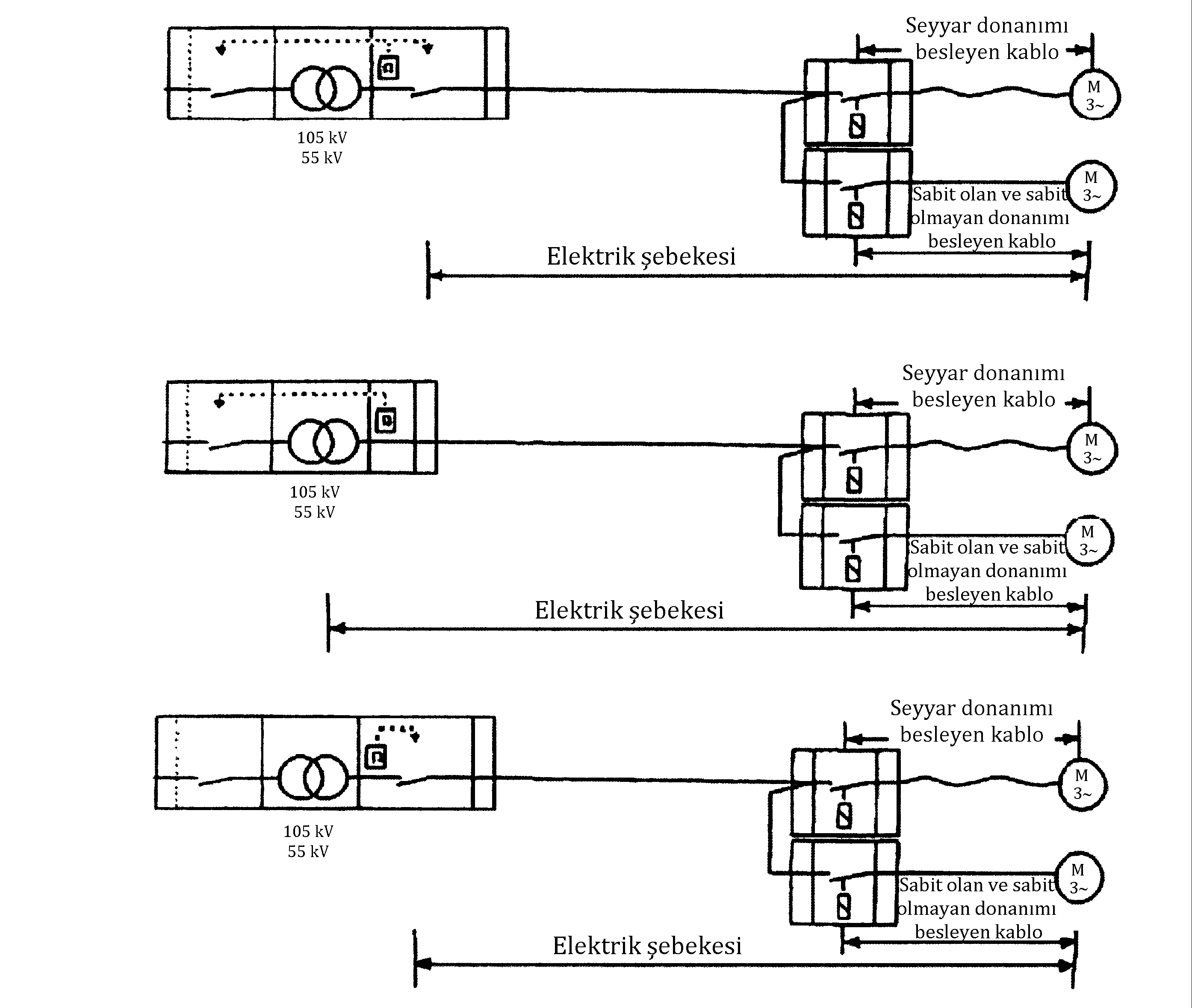
**Çizelge B.2 - Koruma için asgari açıklık ve asgari mesafeler**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| **Anma gerilimi**  **230 V**  **400 V**  **500 V**  **690 V** | **açıklık**  **5 mm**  **6 mm**  **8 mm**  **10 mm** | **Koruma mesafesi *A*\*)**  **Masif duvarlar ve hantal kapıların olması durumunda** | | **Koruma mesafesi *B*\*)**  **Aşağıda verilen azami ağ ölçüsüne sahip en az 1 800 mm’lik kafes veya kafes kapılarının olması durumunda** | | **Koruma mesafesi *C*a**  **Yüksekliği 1 800 mm'den az olan kafes ve kafes kapılarında, en az 1 000 mm yüksekliğinde korkuluklar ve koruma çıtalarının olması durumunda** | **Koruma yüksekliği *H*\*)**  **Yürünebilir alanların üzerinde** |
| **EN 60079-7:2007, Çizelge 1’den** | | **İletken olmayan** | **İletken ve topraklı** | **≤ 12 mm** | **≤ 50 mm** |
| **≤** |  |
| **kv** | **mm** | **mm** | **mm** | **mm** | **mm** | **mm** | **mm** |
| 1  3  6  10  20 | 14  60  90  120  220 | 14  60  90  120  220 | 14  90  90  120  220 | 200  200  200  200  220 | 200  400  400  400  400 | 200  500  500  500  500 | 2 500  2 500  2 500  2 500  2 500 |
| a Şekil B.2’ye bakılmalıdır. | | | | | | | | |

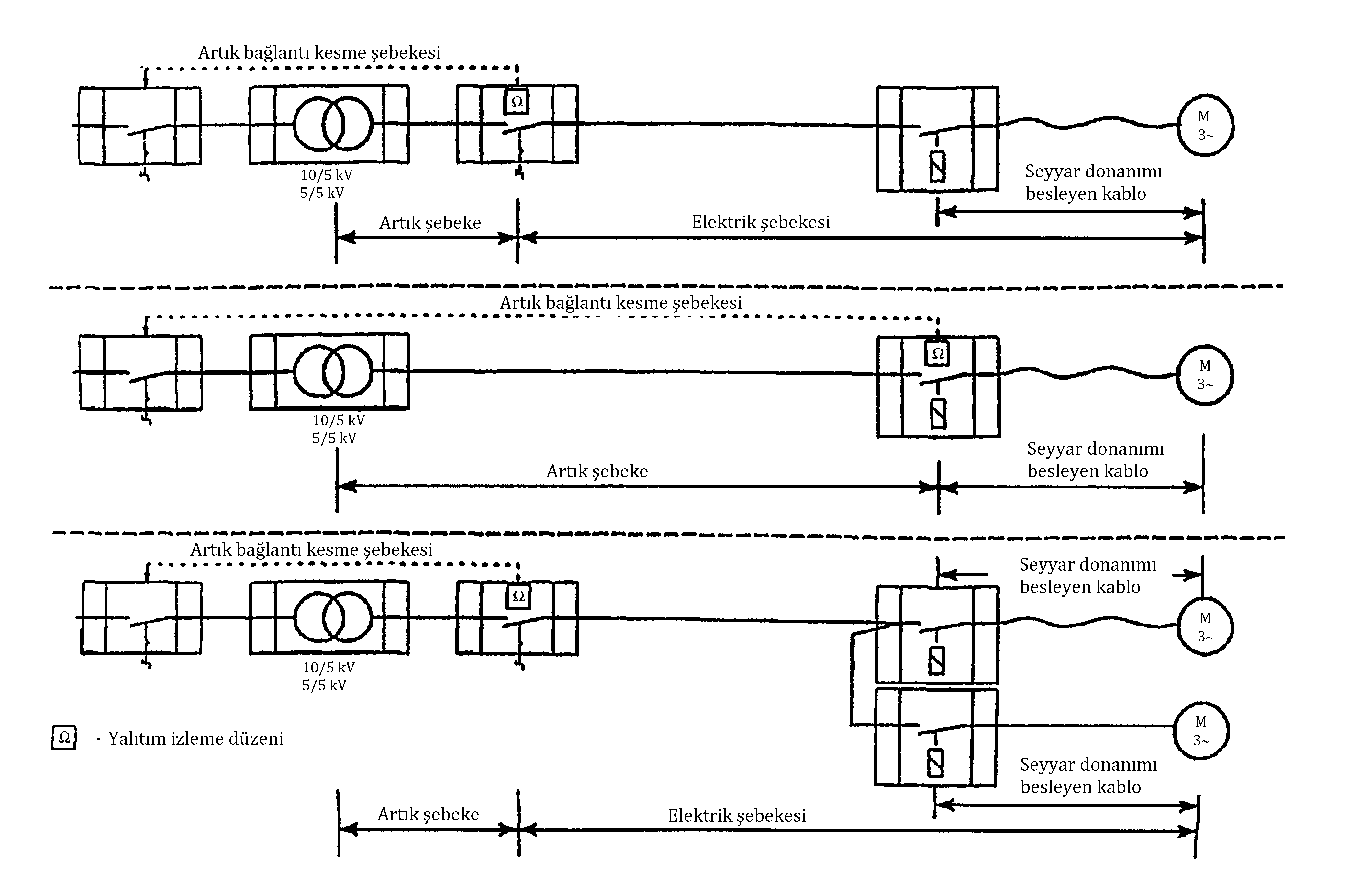
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | | |
| **a) Masif duvarlar ve hantal kapılar** | **b) Kafesler veya kafes kapıları** | **c) Korkuluklar, koruma şeritleri, zincirler veya halatlar** |

**Şekil B.2 - Koruma mesafeleri ve yüksekliği**

1. (bilgi için)  
     
   Galvanik olarak ayrılmış sisteme ait örnek (üretim alanlarında veya tünel açma alanlarında)



Şekil C. – Örnek 1



**Şekil C.2 – Örnek 2**

1. (bilgi için)  
     
   Hesaplama örneği (12.3.6’ya göre)
   1. Genel

Toprak arıza akımının neden olduğu en yüksek arıza gerilimi UF'nin hesaplanması.

* 1. Açıklayıcı bilgiler

*UF*  En yüksek arıza gerilimi V

*IeC*  Kapasitif toprak arıza akımı A

*IeL* Endüktif toprak arıza akımı A

*IeB* Toprak arıza akımının Wattles bileşeni A

*IeR* Toprak arıza akımının aktif bileşeni A

*I´e*  Uzunlukla ilgili toprak arıza akımı A/km

*UvB* Wattles akımının neden olduğu koruyucu iletkende hat gerilimi düşümü V

*UvR* Aktif akımın neden olduğu koruyucu iletkende hat gerilimi düşümü V

*IaR* Bir kablo kesitindeki akımın aritmetik medyan değeri A

*RPE* Koruyucu iletkenin omik direnci Ω

*L*  Kablo uzunluğu km

* 1. Gerekli sistem parametreleri

• Tüm sistemde kapasitif toprak arıza akımı, *IeC*

• Bant degausser'ın endüktif toprak arıza akımı, *IeL*

• Her bir kablonun uzunlukla ilgili toprak arıza akımı, *I´e*

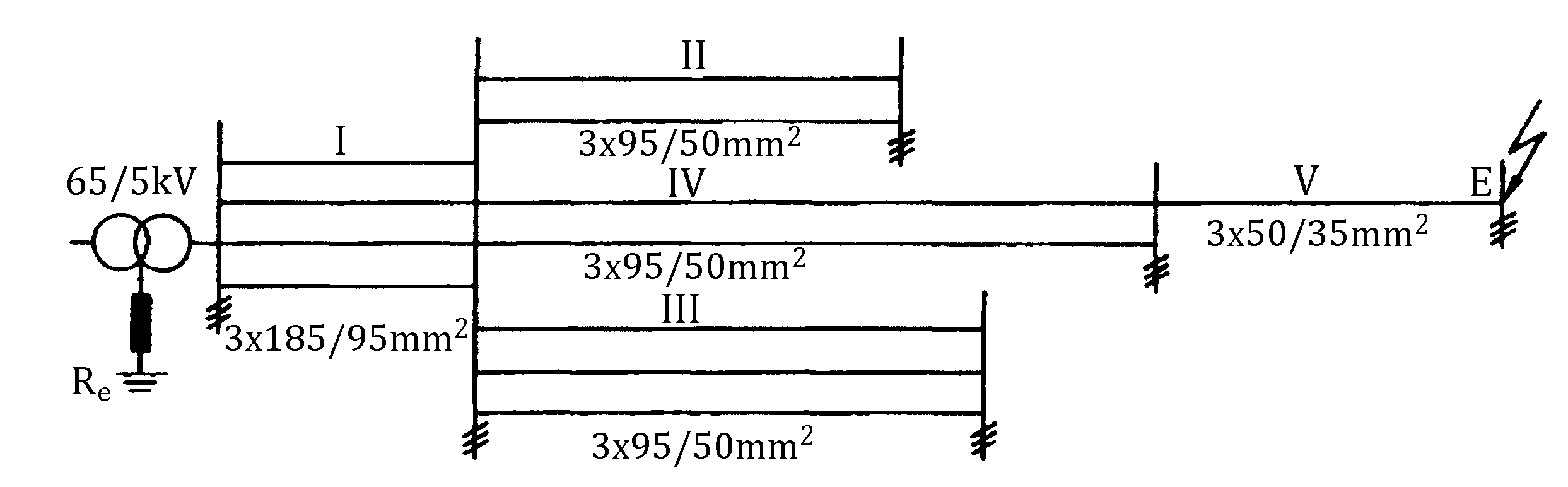
• Her bir kablonun koruyucu iletkeninin omik direnci, *RPE*

• Toprak arıza akımının aktif bileşeni, *IeR*

* 1. Sistemin referans noktalarının belirlenmesi

Bir toprak arızası durumunda, koruyucu iletkenin (*RE*) en büyük dirence sahip olduğu sistemin bu noktasında en yüksek arıza gerilimi (*UF*) meydana gelir.

Aşağıdaki 5 kV’luk sistemşn olması durumunda (bk. Şekil D.1) bu referans noktası (E noktası) kablo bölümünün sonunda olacaktır.



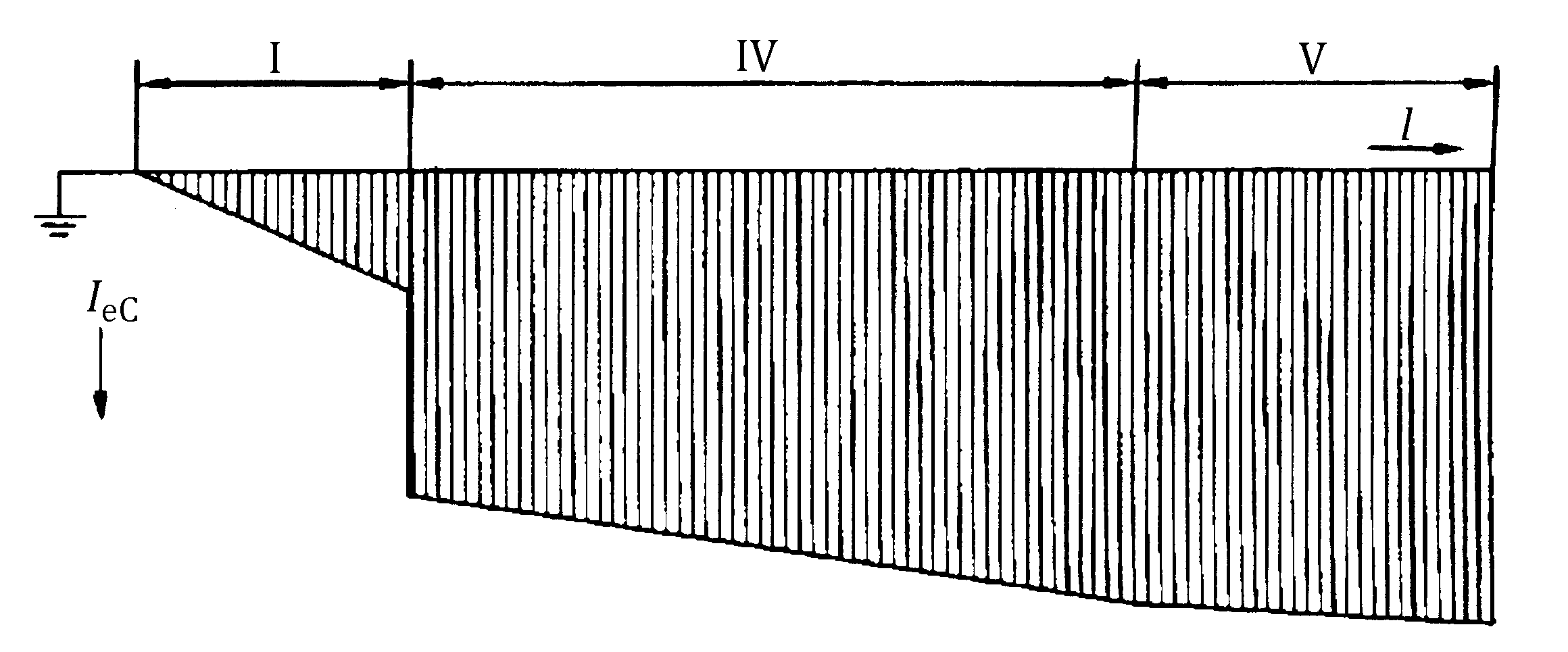
Şekil D.1

* 1. Kapasitif toprak arıza akımının hesaplanması ve bir şekilde gösterilmesi (bk. Şekil D.2)

Çizelge D.1'deki veriler kullanılır.

Çizelge D.1 – Kablo kesiti

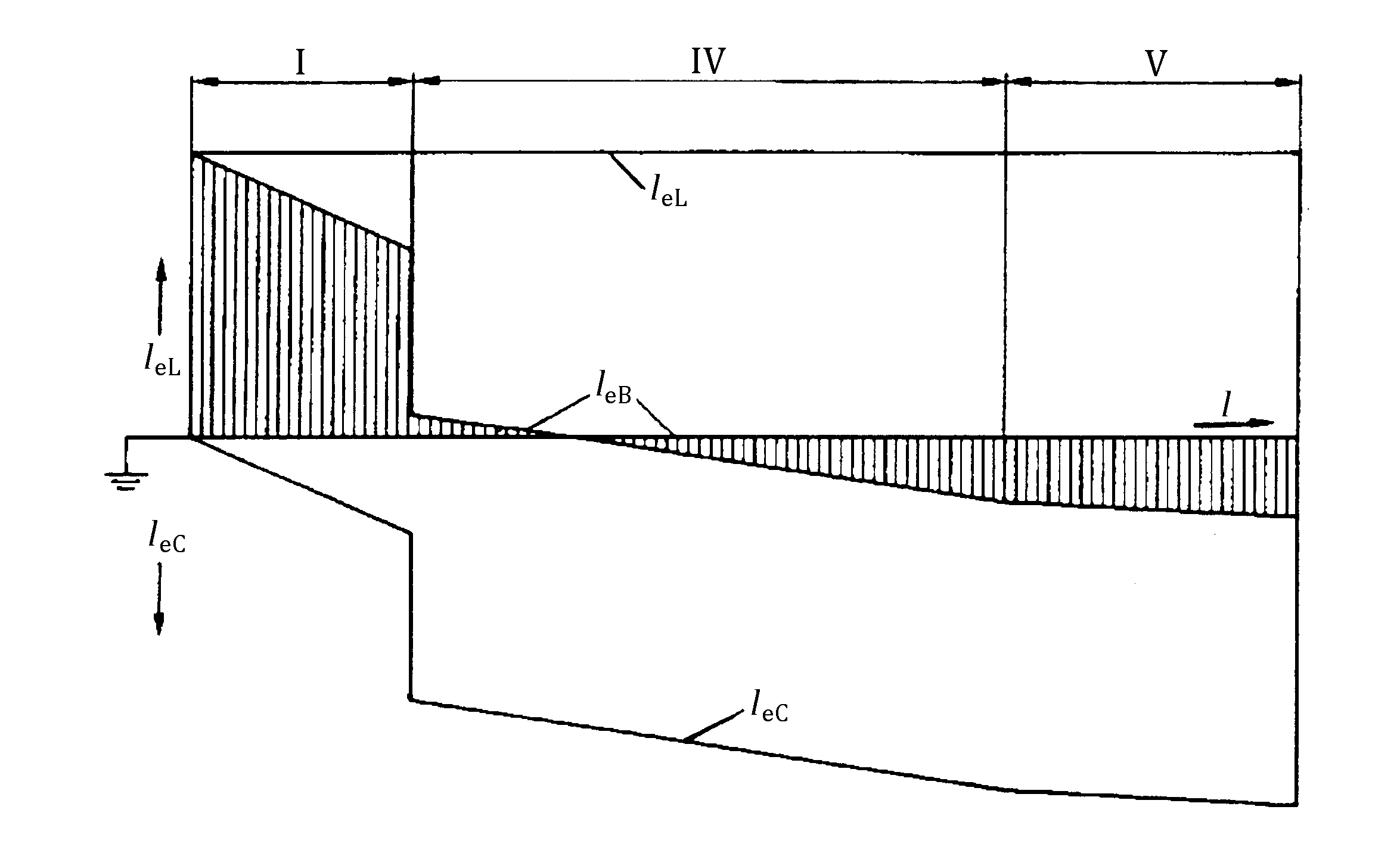
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I | 4 x 1,5 | km |  | 3 x | 185/95 | mm2 |  | *IeCI* | = | 6,84 A |
| II | 2 x 2,5 | km |  | 3 x | 95/50 | mm2 |  | *IeCII* | = | 4,05 A |
| III | 3 x 3 | km |  | 3 x | 95/50 | mm2 |  | *IeCIII* | = | 7,29 A |
| IV | 2 x 4 | km |  | 3 x | 95/50 | mm2 |  | *IeCIV* | = | 6,48 A |
| V | 1 x 2 | km |  | 3 x | 50/35 | mm2 |  | *IeCV* | = | 1,08 A |



Şekil D.2

* 1. Kapasitif ve endüktif toprak arıza akımının bindirilmesi IeL – IeC = IeB.

Seçilen örnekteki bant degausser, endüktif toprak arıza akımı *IeL* = 20 A’de kalacak şekilde ayarlanmıştır. Ortaya çıkan toprak arıza akımı (çizgili işaretli) koordinatlar ilave edilerek elde edilecektir. (bk. Şekil D.3)



Şekil D.3

* 1. Toprak arıza akımının wattles bileşeninin neden olduğu gerilim düşümünün hesaplanması

Toprak arıza akımının wattles bileşeninin neden olduğu gerilim düşümü *UvB*, kablo bölümündeki akımın aritmetik medyan değerinin ve koruyucu iletken *RPE*'nin direncinin çarpımıdır. Kablo kesiti içindeki koruyucu iletkenin tüm kesiti uygulanmalıdır.

Bir kablo kesitinin akım *Iar*'nin aritmetik ortalama değeri, kablonun başındaki ve sonundaki akımın ortalaması alınarak elde edilir.

Kablo kesiti I

Kablo kesiti IV

Kablo kesiti V

Toplam gerilim düşümü

* 1. Toprak arıza akımının aktif bileşeninin neden olduğu gerilim düşümünün hesaplanması

Toprak arıza akımının aktif bileşeni, esas olarak bant degausserinden kaynaklanır. Omik direnç ile kablonun güç kaybı ihmal edilebilir. Bu örnekte *IeR*'nin endüktif toprak arıza akımının %10'u olduğu kabul edilir.

* 1. Geometrik toplama ile elde edilen gerilim düşümü UF

(Kablonun wattles direnci ihmal edilmiştir.)

**Çizelge D.1 - Kablonun toprak kapasitesi için ortalama değer – 20 °C ortam sıcaklığı**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kesit** | **5 kVa** | | | | **10 kVb** | |
| **Koruyucu iletken**  **eşmerkezli** | | **Koruyucu iletken**  **Tek eşmerkezli** | | **Koruyucu iletken**  **Tek eşmerkezli** | |
| A  mm2 | A/km | µF/km | A/km | µF/km | A/km | µF/km |
| 16 | 0,33 | 0,12 | 0,81 | 0,30 | 1,09 | 0,20 |
| 25 | 0,41 | 0,15 | 1,09 | 0,40 | 1,09 | 0,20 |
| 35 | 0,49 | 0,18 | 1,22 | 0,45 | 1,20 | 0,22 |
| 50 | 0,54 | 0,20 | 1,49 | 0,55 | 1,31 | 0,24 |
| 70 | 0,68 | 0,25 | 1,63 | 0,60 | 1,52 | 0,28 |
| 95 | 0,81 | 0,30 | 1,77 | 0,65 | 1,69 | 0,31 |
| 120 | 0,92 | 0,34 | 1,90 | 0,70 | 1,80 | 0,33 |
| 150 | 1,03 | 0,38 | 2,04 | 0,75 | 1,96 | 0,36 |
| 185 | 1,14 | 0,42 | 2,17 | 0,80 | 2,12 | 0,39 |
| 240 | 1,30 | 0,48 | 2,44 | 0,90 | 2,39 | 0,44 |
| a Çekirdek yalıtım malzemesi PVC  b Çekirdek yalıtım malzemesi PE, VPE | | | | | | |

1. (bilgi için)  
     
   Yeraltı çalışma alanlarına uygun kablolar için çizelge

Aşağıdaki çizelge, bu standardın 23.1.1'ine atıfta bulunarak, yeraltı çalışma alanlarında farklı tür uygulamalara uygun kabloların bir listesi için örnek olarak okunmalıdır.

**Çizelge E.1 - Güç sistemleri için uygun kablolar**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Nu** | **Kablo tipi** | **Anma gerilimi**  ***U0/U*** | **Kapsam** | **Tesisat yöntemi** |
| 1 | Aşağıdaki özelliklere sahip IEC 60502–2'ye uygun kablo  – İç ve dış yarı iletken tabaka ile VPE (2X) yalıtımı  – Eşmerkezli koruyucu iletkenli çok damarlı kablolar için iletken iç kaplama  – Eşmerkezli iletken olarak düz bakırdan koruyucu iletken   * aşırı iletken iç kaplama (C) veya * münferit teller (CE) üzerinde eşit olarak dağıtılmış veya   – PVC (Y) iç kaplamasız veya  – galvanizli yassı (F) veya yuvarlak (R) çelik tellerin zırhı olmadan veya  – karşı sarmal galvanizli çelik bant olmadan  – PVC dış kılıf (Y) | 6,6/10 kV | kömür madenciliğinde  – zırhlı: tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır, ancak madencilik operasyonlarında ve uzun ayaklarda kullanılmaz  – zırhsız: sadece elektriksel veya kapalı elektriksel işletme alanlarında kullanılır  Kömür madenciliği dışında  – tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır, ancak madencilik operasyonlarında ve uzun ayaklarda kullanılmaz | sabit |
| 2 | Aşağıdaki özelliklere sahip kablo  – İç ve dış yarı iletken tabaka ile VPE (2X) yalıtımı  – Koruyucu iletken olarak dış yarı iletken tabaka (S) üzerinde bakır ekran  – PVC dış kılıf (Y) | 6,6/10 kV ve  12/20 kV | 50 kon'a kadar eğimli kömür madeni dışındaki madenlerde kullanılır, ancak madencilik operasyonlarında ve uzun ayaklarda kullanılmaz  Yönlendirme kablosu olarak sırasıyla üç tek damarlı kablo. | sabit |
| 3 | Çekme kablosu (IT sistemleri için endüktif simetrik koruyucu iletken) | 600/1 000 V | Tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır |  |
|  | – Kauçuk bileşiğinin yalıtımı veya  – merkezi beşik ayırıcı olmadan  – Düz bakırdan koruyucu iletken  - eşmerkezli iletken olarak uygulanır  • iç ve dış kılıf arasında (KON) veya  • dış iletkenin (/3E) tekli yalıtımına eşit olarak dağıtılmış veya  - yalıtımlı iletken veya iletken kauçuk (/3) ile kaplanmış iletken olarak aralıklarda eşit olarak dağıtılmış veya | 1,8/3 kV ve  3,6/6,6 kV |  |  |
| 6,6/10 kV | Tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır, ancak madencilik operasyonlarında ve uzun ayaklarda kullanılmaz |  |
|  | – dış iletkenin yalıtkanları boyunca iletken metaller (CE) veya iletken metalik olmayan (CGE) kılıf olmadan veya  – kontrol çekirdekleri olmadan (ST)  – kauçuk bileşiğinden iç kılıf veya  – galvanizli çelik tellerin (RL) yuvarlak örgülü tellerinin zırhsız olması  – kauçuk bileşiğinin dış kılıfı |  |  | yarı bükülgen  bükülgen |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Nu** | **Kablo tipi** | **Anma gerilimi**  ***U0/U*** | **Kapsam** | **Tesisat yöntemi** |
| 4 | Kauçuk kılıflı kablo aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır  − EPR/HEPR IEC 60502–1 yalıtımı veya  − merkezi beşik ayırıcı olmadan  − Koruyucu bakır iletken   * eşmerkezli iletken olarak   • iç ve dış kılıf arasında (KON) veya  • dış iletkenin (/3E) yalıtımlarına eşit olarak dağıtılmış veya  − yalıtımlı iletken veya iletken kauçuk (/3) ile kaplanmış iletken olarak aralıklarda eşit olarak dağıtılmış veya   * tek çekirdekli olarak (-J)   − örgülü damarlar üzerinde veya iç ve dış kılıf arasında iletken metal mahfaza (C) veya iletken metalik olmayan mahfaza (CG) ile  − dış iletkenlerin yalıtımı üzerinde iletken metal mahfaza (CE) veya iletken metalik olmayan mahfaza (CGE)  − Kontrol çekirdekleri olmadan (ST)  − iç kılıfsız  − Lastik ceket | 600/1 000 V | Tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır | sabit  yarı bükülgen  bükülgen |
| 5 | EN 50525-2-21'e uygun kauçuk kılıflı kablo  − İnce çok telli iletkenler (-F)  − Kauçuk yalıtım (R)  − tek koruyucu bakır iletken (G)  − iç lastik kılıfsız  − çapraz bağlı bileşik AG2'den oluşan dış kılıf | 450/750 V | Kömür gazı tehlikeye atılmayan madencilik çalışma alanlarında  1 000 V a.a.'ya kadar tüm maden işlerinde, sadece mahfazalarda | sabit  sabit değil  bükülgen |
| 6 | EN 50525-2-81'e göre kaynak kablosu  − ekstra ince çok telli iletken tipi: D veya E: H01N2-D veya E | 100/100 V | Kömür gazı tarafından tehlikeye atılmayan madencilik çalışma alanlarında | bükülgen |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Nu** | **Kablo tipi** | **Anma gerilimi**  ***U0/U*** | **Kapsam** | **Tesisat yöntemi** |
| 7 | PVC - iç kablolama için kılıfsız kablo. EN 50525-2-31'e göre tek damarlı kılıfsız kablolar H05V-  − som (-U) veya ince örgülü (-K) iletken  − PVC yalıtım (V) | 300/500 V | Yalnızca mahfazalarda | sabit |
| 8 | PVC - iç kablolama için kılıfsız kablo. EN 50525-2-31'e göre tek damarlı kılıfsız kablolar H07V-  − som (-U) veya ince örgülü (-K) iletken  − PVC yalıtım (V) | 450/750 V | Yalnızca 1 000 V’a kadar mahfazalarda | sabit |
| 9 | EN 50264-3'e göre çapraz bağlı elastomerik yalıtımlı tek damarlı kablolar, Çizelge 4  − ince örgülü iletken (F)  − kauçuk bileşik (HX) yalıtımı  − dış kılıf kauçuk bileşimi | 3,6/6,6 kV | Ayrı elektrik donanım odalarında (anahtarlama düzeni odası) | sabit |
| 10 | Ekranlı ve kontrollü madencilik kablosu  − EPR yalıtımına göre. IEC 60502–2'ye göre iç ve dış iletken katman;  − koruyucu bakır iletken, her iletken damar yalıtımı üzerinde eş merkezli iletkenlere eşit olarak ayrılmış  − pilot damarlar  − iletken yalıtımı üzerinde eşmerkezli izleme iletkeni  − EN 50363–1'e göre iç kılıf PVC  − kalaylı çelik örgü zırh  − dış kılıf PVC | 6,6/10 kV | Tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır, ancak madencilik operasyonlarında ve uzun ayaklarda kullanılmaz | Sabit olan ve sabit olmayan |

**Çizelge E.2 - Haberleşme sistemleri için uygun kablolar**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Nu** | **Kablo tipi** | **Aşağıdaki V gerilim değerlerine kadar beyan gerilimi** | **Kapsam** | **Tesisat yöntemi** |
| 1 | Madencilik kabloları aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır:  – yalıtımlı iletkenler veya  – çiftler veya  – damarlar ve çiftler  – EN 50290-2-23'e göre PE yalıtımı  – veya tek koruyucu iletken olmadan  – EN 50290-2-21'e göre PVC iç kılıf  – EN 50290-2-22'ye göre PVC ceket  – çelik spiral bağlayıcı şerit  – EN 50290-2-22'ye göre dış kılıf PVC, mavi veya gri | 375  225  375/225 | Tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır, ancak madencilik operasyonlarında ve uzun ayaklarda kullanılmaz | sabit |
| 2 | Madencilik kabloları aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır  – yalıtımlı iletkenler veya  – çiftler veya  – yalıtımlı iletkenler ve çiftler  – PE yalıtım EN 50290-2-23'e göre.  – veya tek koruyucu iletken olmadan  – PVC iç kılıf EN 50290-2-22'ye göre  – düz şekillendirilmiş kalaylı çelik tellerden oluşan çekme mukavemeti örgüsü  – PVC ceket EN 50290-2-22'ye göre, mavi veya gri | 375  225  375/225 | Tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır, ancak madencilik operasyonlarında ve uzun ayaklarda kullanılmaz | sabit |
| 3 | Veri sinyali ve kontrol kabloları aşağıdaki özelliklere sahip olmalıdır  – yalıtımlı iletkenler | 600 | Kömür madenciliği dışında tüm madencilik çalışma alanlarında kullanılır, ancak madencilik operasyonlarında ve uzun ayaklarda kullanılmaz | sabit |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Nu** | **Kablo tipi** | **Aşağıdaki V gerilim değerlerine kadar beyan gerilimi** | **Kapsam** | **Tesisat yöntemi** |
|  | – EN 50290-2-23'e göre PE yalıtımı  – veya tek koruyucu iletken olmadan  – EN 50290-2-22'ye göre PVC iç kılıf  – iç kılıf  – korozyona karşı korumalı çelik zırh şeridi  – dış kılıf EN 50290-2-22'ye göre, mavi, gri veya siyah |  |  |  |
| 4 | artan mekanik zorlama için örgülü iletkenlere sahip olan çekme mukavemeti optimize edilmiş kablolar  – çiftler  – EN 50290-2-21'e göre PVC yalıtımı  – veya tek koruyucu iletken olmadan  – EN 50290-2-22'ye göre PVC iç kılıf  – EN 50290-2-22'ye göre PVC kılıflı cam örgüsü sünmeyen, mavi veya gri | 375 | tüm madencilik çalışma alanlarında | sabit  sabit olmayan  bükülgen |
| 5 | artan mekanik zorlama için örgülü iletkenlere sahip olan çekme mukavemeti optimize edilmiş kablolar  – çiftler  – EN 50290-2-23'e göre PE yalıtımı  – veya koruyucu iletken olmadan  – çiftler boyunca bakır örgü ekran veya  – iç kılıf boyunca bakır örgü ekran veya | 375 | tüm madencilik çalışma alanlarında | sabit  sabit olmayan  bükülgen |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| **Nu** | **Kablo tipi** | **Aşağıdaki V gerilim değerlerine kadar beyan gerilimi** | **Kapsam** | **Tesisat yöntemi** |
|  | – EN 50290-2-22'ye göre PVC iç kılıf  – EN 50290-2-22'ye göre PVC ceketli cam örgüsü sünmeyen, mavi veya gri |  |  |  |
| 6 | daha yüksek mekanik performans için örgülü iletkenli zırhlı bükülgen kablolar  – çiftler  – EN 50290-2-23'e göre PE yalıtımı  – veya tek koruyucu iletken olmadan  – EN 50290-2-22'ye göre PVC iç kılıf  – mekanik koruma olarak düz şekillendirilmiş kalaylı çelik tel örgü  – EN 50290-2-22'ye göre PVC ceket, mavi veya gri | 375 | Tüm madencilik çalışma alanlarında, ancak şaftlarda ve sondaj deliklerinde asılı olmayan ve kendinden destekli kablo askıları için değil | sabit  sabit olmayan  bükülgen |
| 7 | EN 50288-1'e göre analog ve dijital haberleşme kontrolünde kullanılan diğer çok elemanlı kablolar |  | Kendinden güvenlikli tesisatlar için | sabit, uygulanabilirse bükülgen |
| 8 | EN 60794-1-1’e uygun fiber optik kablolar |  | Tüm madencilik çalışma alanlarında |  |
| 9 | iç kılıflı ve PVC kılıflı örgülü iletkenlere sahip çekme mukavemeti optimize edilmiş kablolar (L-YTY veya YYTII) | 375 | sınırsız | sabit,  bükülgen |
| 10 | EPR yalıtımlı ve ceketli ve kauçuk kılıflı çelik destek elemanlı esnek kontrol ve haberleşme kabloları | 600 | tüm madencilik çalışma alanlarında, 200 m'ye kadar desteksiz şaftlarda | bükülgen |

1. (bilgi için)  
     
   Yeraltı çalışma alanlarına uygun kabloların akım taşıma kapasitesine ait çizelge

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 6.1 | 6.2 | 7.1 | 7.2 | 8.1 | | 8.2 | 9 | 10 | 11 | |
| Kablo tipi | kauçuk kılıflı bükülgen kablolar, çekme kabloları | ekranlı PVC kılıflı bükülgen kablolar | PVC kılıflı bükülgen kablolar | Sabit tesisat için kablo | | | | | | | düz kauçuk kılıflı bükülgen kablolar | kauçuk kılıflı bükülgen kablolar | kaynak kabloları  d | PVC tek damarlı kablolar  b, c | özel kauçuk kılıflı bükülgen kablolar  c |
| Anma gerilimi  *U0/U*  kV | 0,6/1  1,8/2  3,6/6  6/10 | 3,6/6 | 0,3/0,5 | 0,6/1 | 3,6/6 | 3,6/6 | 5,8/10 | 6/10 | | | 0,3/0,5 | 0,45/0,75a | 0,1 | 0,45/0,75a | 3,6/6 |
| bakır iletkenin anma kesiti  mm2 | akım taşıma kapasitesi [A] | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,75  1,5  2,5  4  6  10  16  25  35 | 11  21  28  38  49  69  92  122  151 | 103  129 | 19  26  35  44  61  82  103  129 | 19  26  35  44  61  82  109  134 | 108  134 | 117  145 | 117  141 | 122  151 | 164 | 12  19  27  35  45  63  85  112  139 | | 19  27  35  45  63  85  112  139 | 137  187  235 | 15  21  28  36  49  66  87  108 | 44  60  80  105  129 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 6.1 | 6.2 | 7.1 | | 7.2 | 8.1 | | 8.2 | 9 | 10 | 11 | |
| Kablo tipi | kauçuk kılıflı bükülgen kablolar, çekme kabloları | ekranli PVC kılıflı bükülgen kablolar | PVC kılıflı bükülgen kablolar | Sabit tesisat için kablo | | | | | | | | düz kauçuk kılıflı bükülgen kablolar | kauçuk kılıflı bükülgen kablolar | kaynak kabloları  d | PVC tek damarlı kablolar  b, c | özel kauçuk kılıflı bükülgen kablolar  c |
| 50  70  95  120  150  185  240 | 188  233  280  328  376  429 | 157  201  244 |  | 163  207  250  289  332  380  447 | 161  202  247  284  324  371  438 | 172  216  264  307  351  402  474 | 169  210  257  296  336  384  451 | 188  233  280  328 | 195  243  296  340  388  443  523 | | | 174  214  258 | 174  214  258  302  346  395  468 | 299  376  455  538 | 131  166  201  233 | 162  200  238  281  319  366  431 |
| aşağıda verilenlerin dışındaki ortam sıcaklıkları için düzeltme katsayıları | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 ˚C | | | | | | | | | | | | | | | 40 ˚C | | | |
| 25 ˚C’a kadar | 1,04 | 1,04 | | | | 1,03 | 1,04 | | | | 1,05 | | | 1,03 | 1,22  3  1,08 | 1,32  1,26  1,12 | |
| 25 ˚C’tan büyük  28 ˚C’a kadar | 1,0 | | | | | | | | | | | | | |
| 28 ˚C’tan büyük  35 ˚C’a kadar | 0,91 | 0,91 | | | | 0,93 | 0,91 | | | | 0,88 | | | 0,93 |
| 35 ˚C’tan büyük  40 ˚C’a kadar | 0,85 | 0,85 | | | | 0,88 | 0,85 | | | | 0,79 | | | 0,88 | 1,0 | | |
| 40 ˚C’tan büyük  45 ˚C’a kadar | 0,77 | 0,77 | | | | 0,82 | 0,77 | | | | 0,68 | | | 0,82 | 0,91 | 0,87 | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5.1 | 5.2 | 6.1 | 6.2 | 7.1 | 7.2 | 8.1 | | 8.2 | 9 | 10 | 11 | |
| Kablo tipi | kauçuk kılıflı bükülgen kablolar, çekme kabloları | ekranli PVC kılıflı bükülgen kablolar | PVC kılıflı bükülgen kablolar | Sabit tesisat için kablo | | | | | | | düz kauçuk kılıflı bükülgen kablolar | kauçuk kılıflı bükülgen kablolar | kaynak kabloları  d | PVC tek damarlı kablolar  b, c | özel kauçuk kılıflı bükülgen kablolar  c |
| 40 ˚C’tan büyük  45 ˚C’a kadar | 0,77 | 0,77 | | | | 0,82 | 0,77 | | | 0,68 | | | 0,82 | 0,91 | 0,87 | |
| 45 ˚C’tan büyük  50 ˚C’a kadar | 0,69 | 0,69 | | | | 0,76 | 0,69 | | | 0,56 | | | 0,76 | 0,82 | 0,71 | |
| 50 ˚C’tan büyük  55 ˚C’a kadar | 0,60 | 0,65 | | | | 0,69 | 0,60 | | | 0,40 | | | 0,69 | 0,71 | 0,50 | |
| a 1 000 V a.a. ve 750 V d.a.'ya kadar olan mahfazalarda.  b Bir satır grubu için düzeltme katsayıları.  c Ortam sıcaklığı 40 ˚C.  d %60 ED, çevrim süresi 5 min. | | | | | | | | | | | | | | | | |

Kaynaklar

[1] EN 50264-3-1, *Railway applications - Railway rolling stock power and control cables having special fire performance - Part 3-1: Cables with crosslinked elastomeric insulation with reduced dimensions - Single core cables*

[2] EN 50288-1, *Multi-element metallic cables used in analogue and digital communication and control - Part 1: Generic specification*

[3] EN 50290-2-21, *Communication cables - Part 2-21: Common design rules and construction – PVC insulation compounds*

[4] EN 50290-2-22, *Communication cables - Part 2-22: Common design rules and construction – PVC sheathing compounds*

[5] EN 50290-2-23, *Communication cables - Common design rules and construction. Polyethylene insulation for multi-pair cables used in access telecommunication networks - Outdoor cables*

[6] EN 50363-1, *Insulating, sheathing and covering materials for low voltage energy cables - Part 1: Cross-linked elastomeric insulating compounds*

[7] EN 50525-1, *Electric cables - Low voltage energy cables of rated voltages up to and including 450/750 V (U0/U) - Part 1: General requirements*

[8] EN 50525-2-21, *Electric cables - Low voltage energy cables of rated voltages up to and including 450/750 V (Uo/U) - Part 2-21: Cables for general applications - Flexible cables with crosslinked elastomeric insulation*

[9] EN 50525-2-31, *Electric cables - Low voltage energy cables of rated voltages up to and including 450/750 V (U0/U) - Part 2-31: Cables for general applications - Single core non-sheathed cables with thermoplastic PVC insulation*

[10] EN 50525-2-81, *Electric cables - Low voltage energy cables of rated voltages up to and including 450/750 V (U0/U) - Part 2-81: Cables for general applications - Cables with crosslinked elastomeric covering for arc welding*

[11] EN 60332-2-1, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 2-1: Test for vertical flame propagation for a single small insulated wire or cable – Apparatus (IEC 60332-2-1)*

[12] EN 60332-2-2, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 2-2: Test for vertical flame propagation for a single small insulated wire or cable - Procedure for diffusion flame (IEC 60332-2-2)*

[13] EN 60332-1-1, *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions - Part 1-1: Test for vertical flame propagation for a single insulated wire or cable – Apparatus (IEC 60332-1-1)*

[14] HD 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations (IEC 60364, all parts)*

[15] HD 60364-5-52:2011, *Low-voltage electrical installations - Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment - Wiring systems (IEC 60364-5-52:2009, modified)*

[16] EN 60794-1-1, *Optical fibre cables - Part 1-1: Generic specification - General (IEC 60794-1-1)*

[17] EN 61557-9, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. - Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures - Part 9: Equipment for insulation fault location in IT systems*

[18] EN 61936 (all parts), *Power installations exceeding 1 kV a.c. (IEC 61936 series)*

[19] EN ISO 7010, *Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Registered safety signs (ISO 7010:2011)*

[20] IEC 60449, *Voltage bands for electrical installations of buildings*

[21] IEC 60502-1, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV (Um = 1,2 kV) and 3 kV (Um = 3,6 kV)*

[22] IEC 60502-2, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV (Um = 1,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV) - Part 2: Cables for rated voltages from 6 kV (Um = 7,2 kV) up to 30 kV (Um = 36 kV)*

[23] IEC, DB, Graphical symbols for diagrams

[24] Directive 2014/34/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to equipment and protective systems intended for use in potentially explosive atmospheres (recast)

1. Kömür tozu ve metan atmosferlerinde aleve dayanıklı muhafazaların kullanımına ilişkin araştırma, G. A. Lunn, SM/97/01. [↑](#footnote-ref-1)