

Handläggande organ

Svenska Elektriska Kommissionen, SEK

Fastställd

1998-10-20

Utgåva

2

Sida

1 (1+97+97)

Ingår i

SEK Översikt 44

Reg 436 04 11

© INNEHÅLLET I SVENSK STANDARD ÄR UPPHOVSRÄTTSLIGT SKYDDAT. SIS HAR COPYRIGHT PÅ SVENSK STANDARD. EFTERTRYCK UTAN TILLSTÅND ÄR FÖRBJUDET.

## Maskinsäkerhet - Maskiners elutrustning

*Safety of Machinery - Electrical equipment of machines*

Som svensk standard för maskiners elutrustning med avseende på säkerhet gäller europastandarden EN 60204-1:1997. Den svenska standarden innehåller både den officiella engelska och den svenska språkversionen av EN 60204-1:1997. Den svenska språkversionen har samma status som de officiella engelska, franska och tyska språkversionerna.

### Nationellt förord

Europastandarden EN 60204-1:1997

består av

- **europastandardens ikraftsättningsdokument**, utarbetat inom CENELEC
- **IEC 60204-1, Fourth edition, 1997 \*) - Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements**

utarbetad inom International Electrotechnical Commission, IEC.

SS-EN 60204-1, utgåva 1, 1993 gäller ej fr o m 2001-07-01. För användning tillsammans med SS-EN 60204-31, utgåva 1, 1999, gäller dock utgåva 1 av SS-EN 60204-1 så länge utgåva 1 av SS-EN 60204-31 gäller som svensk standard.

SS-EN 60204, utgåva 2, 1989 upphörde att gälla 1993-12-01. För användning tillsammans med SS-EN 60204-3-1, utgåva 1, 1991, gäller dock SS-EN 60204, utgåva 2, 1989 t o m 2002-05-31.

---

\*) Corrigendum, March 1998, till IEC 60204-1, är inarbetat i den engelska och den svenska språkversionen av europastandarden.

---

ICS 13.110

---

Standarder kan beställas hos SIS som även lämnar allmänna upplysningar om svensk och utländsk standard.  
Postadress: SIS, Box 6455, 113 82 STOCKHOLM  
Telefon: 08 - 610 30 00. Telefax: 08 - 30 77 57

Upplysningar om **sakinnehållet** i standarden lämnas av SEK.  
Telefon: 08 - 444 14 00. Telefax: 08 - 444 14 30

Prisgrupp V

Tryckt i februari 1999

EUROPEAN STANDARD

**EN 60204-1**

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

December 1997

ICS 13.110

Supersedes EN 60204-1:1992 and its corrigendum

Descriptors: Electrical equipment, machines, control and operation, requirements, testing, definitions, electrical safety requirements

English version

**Safety of machinery - Electrical equipment of machines**  
**Part 1: General requirements**  
(IEC 60204-1:1997)

Sécurité des machines - Equipement  
électrique des machines  
Partie 1: Règles générales  
(CEI 60204-1:1997)

Sicherheit von Maschinen - Elektrische  
Ausrüstung von Maschinen  
Teil 1: Allgemeine Anforderungen  
(IEC 60204-1:1997)

This European Standard was approved by CENELEC on 1997-10-01. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

**CENELEC**

European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

**Central Secretariat: rue de Stassart 35, B - 1050 Brussels**

© 1997 CENELEC - All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CENELEC members.

Ref. No. EN 60204-1:1997

Svensk språkversion

**Maskinsäkerhet - Maskiners elutrustning - Del 1 Allmänna fordringar**

**(IEC 60204-1:1997)**

Sécurité des machines -  
Equipement  
électrique des machines  
Partie 1: Règles générales  
(CEI 60204-1:1997)

Safety of machinery - Electrical  
equipment of machines Part 1:  
General requirements  
(IEC 60204-1:1997)

Sicherheit von Maschinen -  
Elektrische Ausrüstung von  
Maschinen  
Teil 1: Allgemeine  
Anforderungen  
(IEC 60204-1:1997)

Denna svenska standard utgör den svenska språkversionen av europastandarden EN 60204-1:1997. Den har översatts av SEK. Europastandarden antogs av CENELEC 1997-10-01. CENELEC-medlemmarna är förpliktigade att följa fordringarna i CEN/CENELECs Internal Regulations som anger på vilka villkor europastandarden i oförändrat skick skall ges status som nationell standard.

Aktuella förteckningar och bibliografiska referenser som upplyser om nationella standarder kan på begäran erhållas från CENELECs centralsekretariat eller från någon av CENELECs medlemmar.

Europastandarden finns i tre officiella versioner (engelsk, fransk och tysk). En version på något annat språk, översatt under ansvar av en CENELEC-medlem till sitt eget språk och anmäld till CENELECs centralsekretariat, har samma status som de officiella språkversionerna.

CENELECs medlemmar är nationalkommittéerna i Belgien, Danmark, Finland, Frankrike, Grekland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Nederländerna, Norge, Portugal, Spanien, Sverige, Schweiz, Storbritannien, Tjeckien, Tyskland och Österrike.

**CENELEC**

European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique  
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

**Central Secretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brussels**

## CONTENTS

	Page
Foreword	6
1 Scope	12
2 Normative references	13
3 Definitions	15
4 General requirements	19
4.1 General considerations	19
4.2 Selection of equipment	20
4.3 Electrical supply	20
4.4 Physical environment and operating conditions	21
4.5 Transportation and storage	23
4.6 Provisions for handling	23
4.7 Installation and operation	23
5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off	23
5.1 Incoming supply conductor terminations	23
5.2 Terminal for connection to the external protective earthing system	24
5.3 Supply disconnecting (isolating) device	24
5.4 Devices for switching off for prevention of unexpected start-up	26
5.5 Devices for disconnecting electrical equipment	27
5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection	27
6 Protection against electric shock	27
6.1 General	27
6.2 Protection against direct contact	27
6.3 Protection against indirect contact	29
6.4 Protection by the use of PELV	31
7 Protection of equipment	32
7.1 General	32
7.2 Overcurrent protection	32
7.3 Overload protection of motors	34
7.4 Abnormal temperature protection	34
7.5 Protection against supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration	35
7.6 Motor overspeed protection	35
7.7 Earth fault/residual current protection	35
7.8 Phase sequence protection	35
7.9 Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges	35

## Innehåll

	Sida
Förord	6
1 Omfattning	12
2 Normativa referenser	13
3 Definitioner	15
4 Allmänna fordringar	19
4.1 Allmänt	19
4.2 Val av utrustning	20
4.3 Elektrisk matning	20
4.4 Miljö- och driftförhållanden	21
4.5 Transport och förvaring	23
4.6 Åtgärder för hantering	23
4.7 Installation och drift	23
5 Anslutning av matande ledare och anordningar för frånskiljning och fränkoppling	23
5.1 Anslutning av matande ledare	23
5.2 Anslutningspunkt för förbindning till yttre skyddsjordssystem	24
5.3 Frånskiljare i kraftmatningskretsar	24
5.4 Anordningar för fränkoppling för att förhindra oväntad start	26
5.5 Anordningar för frånskiljning av elektrisk utrustning	27
5.6 Skydd mot obehörig, oavsiktlig och/eller felaktig tillkoppling	27
6 Skydd mot elchock	27
6.1 Allmänt	27
6.2 Skydd mot direkt beröring	27
6.3 Skydd mot indirekt beröring	29
6.4 Skydd genom användning av PELV	31
7 Skydd av utrustning	32
7.1 Allmänt	32
7.2 Överströmsskydd	32
7.3 Överlastskydd för motorer	34
7.4 Skydd mot onormal temperatur	34
7.5 Skydd vid bortfall av matningen eller spänningssänkning samt återkommande spänning	35
7.6 Rusningsskenor för motorer	35
7.7 Skydd vid jordfels- och läckströmmar	35
7.8 Fasföljdsskydd	35
7.9 Skydd mot åsk- och kopplingsöverspänningar	35

	Page	
8	Equipotential bonding	36
	8.1 General	36
	8.2 Protective bonding circuit	37
	8.3 Bonding for operational purposes	39
9	Control circuits and control functions	40
	9.1 Control circuits	40
	9.2 Control functions	40
	9.3 Protective interlocks	45
	9.4 Control functions in the event of failure	46
10	Operator interface and machine-mounted control devices	48
	10.1 General	48
	10.2 Push-buttons	49
	10.3 Indicator lights and displays	51
	10.4 Illuminated push-buttons	52
	10.5 Rotary control devices	52
	10.6 Start devices	52
	10.7 Devices for emergency stop	52
	10.8 Devices for emergency switching off	53
	10.9 Displays	53
11	Electronic equipment	53
	11.1 General	53
	11.2 Basic requirements	53
	11.3 Programmable equipment	54
12	Controlgear: location, mounting, and enclosures	54
	12.1 General requirements	54
	12.2 Location and mounting	55
	12.3 Degrees of protection	56
	12.4 Enclosures, doors and openings	56
	12.5 Access to controlgear	57
13	Conductors and cables	57
	13.1 General requirements	57
	13.2 Conductors	58
	13.3 Insulation	58
	13.4 Current-carrying capacity in normal service	59
	13.5 Conductor and cable voltage drop	60
	13.6 Minimum cross-sectional area	60
	13.7 Flexible cables	60
	13.8 Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies	61

	Sida	
8	Potentialutjämnning	36
8.1	Allmänt	36
8.2	Skyddsströmbana	37
8.3	Potentialutjämningsförbindning i funktionssyfte	39
9	Styrkretsar och styrfunktioner	40
9.1	Styrkretsar	40
9.2	Styrfunktioner	40
9.3	Skyddsförreglingar	45
9.4	Styrfunktioner i händelse av fel	46
10	Operatörsgränssnitt och maskinmonterade styrdon	48
10.1	Allmänt	48
10.2	Tryckknappar	49
10.3	Indikeringslampor och teckenfönster (displayer)	51
10.4	Lamptryckknappar	52
10.5	Vridmanövrerat styrdon	52
10.6	Startdon	52
10.7	Nödstoppsdon	52
10.8	Anordningar för nödbrytning	53
10.9	Visande anordningar	53
11	Elektronikutrustning	53
11.1	Allmänt	53
11.2	Grundläggande fordringar	53
11.3	Programmerbar utrustning	54
12	Styrutrustning: placering, montering och kapslingar	54
12.1	Allmänna fordringar	54
12.2	Placering och montering	55
12.3	Kapslingsklasser	56
12.4	Kapslingar, dörrar och öppningar	56
12.5	Åtkomst till styrutrustning	57
13	Ledare och kablar	57
13.1	Allmänna fordringar	57
13.2	Ledare	58
13.3	Isolering	58
13.4	Strömvärde vid normal drift	59
13.5	Spänningsfall i ledare och kablar	60
13.6	Minsta ledarearea	60
13.7	Flexibla kablar	60
13.8	Kontaktledningar, kontaktskenor och släpringsystem	61

	Page	
14	Wiring practices	63
	14.1 Connections and routing	63
	14.2 Identification of conductors	64
	14.3 Wiring inside enclosures	65
	14.4 Wiring outside enclosures	66
	14.5 Ducts, connection boxes and other boxes	68
15	Electric motors and associated equipment	70
	15.1 General requirements	70
	15.2 Motor enclosures	71
	15.3 Motor dimensions	71
	15.4 Motor mounting and compartments	71
	15.5 Criteria for motor selection	71
	15.6 Protective devices for mechanical brakes	72
16	Accessories and lighting	72
	16.1 Accessories	72
	16.2 Local lighting of the machine and equipment	72
17	Marking, warning signs and reference designations	73
	17.1 General	73
	17.2 Warning signs	73
	17.3 Functional identification	74
	17.4 Marking of control equipment	74
	17.5 Reference designations	74
18	Technical documentation	75
	18.1 General	75
	18.2 Information to be provided	75
	18.3 Requirements applicable to all documentation	75
	18.4 Basic information	76
	18.5 Installation diagram	76
	18.6 Block (system) diagrams and function diagrams	76
	18.7 Circuit diagrams	77
	18.8 Operating manual	77
	18.9 Maintenance manual	77
	18.10 Parts list	77
19	Testing and verification	78
	19.1 General	78
	19.2 Continuity of the protective bonding circuit	78
	19.3 Insulation resistance tests	79
	19.4 Voltage tests	79
	19.5 Protection against residual voltages	79
	19.6 Functional tests	79
	19.7 Retesting	79



	Sida	
14	Ledningsförläggning	63
14.1	Anslutningar och ledningsvägar	63
14.2	Identifiering av ledare	64
14.3	Ledningsförläggning inom kapslingar	65
14.4	Ledningsförläggning utanför kapslingar	66
14.5	Elkanaler, anslutningslådor och andra kapslingar	68
15	Elektriska motorer och tillhörande utrustning	70
15.1	Allmänna fordringar	70
15.2	Motorkapslingar	71
15.3	Motorstorlekar	71
15.4	Motormontering och motorutrymmen	71
15.5	Val av motorer	71
15.6	Skyddsanordningar och mekaniska bromsar	72
16	Tillbehör och belysning	72
16.1	Tillbehör	72
16.2	Maskin- och utrustningsbelysning	72
17	Märkning, varningsskyltar och referensbeteckningar	73
17.1	Allmänt	73
17.2	Varningsskyltar	73
17.3	Funktionsmärkning	74
17.4	Märkning av styrutrustningen	74
17.5	Referensbeteckningar	74
18	Teknisk dokumentation	75
18.1	Allmänt	75
18.2	Information som skall lämnas	75
18.3	Fordringar på all dokumentation	75
18.4	Grundläggande information	76
18.5	Installationsschema	76
18.6	Block- (översikts-) och funktionsscheman	76
18.7	Kretsscheman	77
18.8	Driftinstruktion	77
18.9	Underhållsinstruktion	77
18.10	Stycklistor	77
19	Provning och kontroll	78
19.1	Allmänt	78
19.2	Skyddsströmbanans kontinuitet	78
19.3	Provningar av isolationsresistans	79
19.4	Spänningsprovningar	79
19.5	Skydd mot spänningar från restladdningar	79
19.6	Funktionsprovningar	79
19.7	Omprovning	79

	Page	
Figures		
1	Block diagram of a typical manufacturing system	10
2	Block diagram of a typical machine	11
3	Example of equipotential bonding for electrical equipment of a machine	36
Tables		
1	Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor	24
2	Colour-coding for push-button actuators and their meanings	50
3	Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine	51
4	Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions	58
5	Current carrying capacity ( $I_z$ ) of PVC insulated copper conductors or cables under steady-state conditions in an ambient air temperature of +40 °C for different methods of installation	59
6	Minimum cross-sectional areas of copper conductors	60
7	Derating factors for cables wound on drums	61
8	Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables	67
9	Verification of continuity of the protective bonding circuit	78
Annexes		
A	Examples of machines covered by this part of IEC 60204	80
B	Inquiry form for the electrical equipment of machines	81
C	Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines	84
D	Explanation of emergency operation functions	89
E	Bibliography	90
ZA	Normative references to international publications with their corresponding European publications	91
Index		95

	Sida	
Figurer		
1	Blockschema för ett typiskt tillverkningsystem	10
2	Blockschema för en typisk maskin	11
3	Exempel på potentialutjämnning av en maskins elutrustning	36
Tabeller		
1	Minsta area hos yttre skyddsledare av koppar	24
2	Färg för tryckknappar och betydelse	50
3	Färger på indikeringslampor och betydelse med avseende på maskinens drifttillstånd	51
4	Maximal tillåten ledartemperatur i normal drift och vid kortslutning	58
5	Strömvärde ( $I_z$ ) hos PVC-isolerade kopparledare eller kablar i fortfarighetstillstånd vid en omgivningstemperatur +40°C för olika installationsmetoder	59
6	Minsta ledararea för kopparledare	60
7	Korrektionsfaktorer för kablar upprullade på trummor	61
8	Minsta tillåtna böjningsradie för tvingande styrning av flexibla kablar	67
9	Kontroll av skyddsströmbanans kontinuitet	78
Bilagor		
A	Exempel på maskiner som omfattas av denna del av IEC 60204	80
B	Frågeblankett för uppgifter om maskiners elutrustning	81
C	Belastningsförmåga och överströmsskydd för ledare och kablar i elutrustningen till en maskin	84
D	Förklaring till nödlägesfunktioner	89
E	Bibliografi	90
ZA	Normativa referenser	91
Index		95

## Foreword

The text of document 44/205/FDIS, future edition 4 of IEC 60204-1, prepared by IEC TC 44, Safety of machinery: Electrotechnical aspects, was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and was approved by CENELEC as EN 60204-1 on 1997-10-01.

This standard has been prepared under a mandate given to CEN/CENELEC by the European Commission and the European Free Trade Association and covers essential requirements of the following EC Directives:

- Low Voltage Directive (73/231/EEC);
- Machinery Directive (89/392/EEC).

This European Standard supersedes EN 60204-1:1992 and its corrigendum, December 1993. Significant technical differences have resulted from the amendments to the Machinery Safety Directive in 1991 covering mobility and lifting, and in 1993 covering safety components.

The following dates were fixed:

- latest date by which the EN has to be implemented  
at national level by publication of an identical  
national standard or by endorsement (dop) 1998-11-01
- latest date by which national standards conflicting  
with the EN have to be withdrawn (dow) 2001-07-01

NOTE: EN 60204-1:1985 remains applicable for use with EN 60204-3-1:1990.

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard.

Annexes designated "informative" are given for information only.

In this standard, annex ZA is normative and annexes A, B, C, D and E are informative.

Annex ZA has been added by CENELEC.

This standard has the status of a horizontal standard (type B in CEN) and may be used as a reference standard by technical committees in CEN and in CENELEC in the preparation of product family standards or dedicated product standards (type C in CEN as defined in EN 414:1992, 3. 1) for machines. The requirements of this standard can also be applied by the supplier of a machine for which no product family or dedicated product standard exists. Where a product family or dedicated product standard exists, its requirements take precedence over the requirements of this standard.

## Förord

Texten i dokument 44/205/FDIS, kommande utgåva 4 av IEC 60204-1, utarbetad av IEC Technical Committee 44, Safety of machinery: Electrotechnical aspects, har varit föremål för parallell röstning inom IEC och CENELEC och fastställdes av CENELEC som EN 60204-1 den 1 oktober 1997.

Denna standard har utarbetats under mandat som CEN och CENELEC erhållit från den Europeiska Kommissionen och från Efta och täcker de väsentliga säkerhetskraven i följande EG-direktiv:

- Lågspänningsdirektivet (73/231/EG)
- Maskindirektivet (89/392/EG)

Denna europeiska standard ersätter EN 60204-1:1992 och dess corrigendum från december 1993. Betydande förändringar av det tekniska innehållet har skett som en följd av de tillägg som 1991 gjordes till maskindirektivet, vad avser rörlighet och lyft och 1993 vad avser säkerhetskomponenter.

Följande datum fastställdes:

- senaste datum för överföring av EN till nationell nivå genom utgivning av en motsvarande nationell standard eller genom ikraftsättning (dop) 1998-11-01
- senaste datum för upphävande av motstridig nationell standard (dow) 2001-07-01

Bilagor betecknade "normativ" utgör del av standarden. Bilagor betecknade "informativ" innehåller enbart kompletterande upplysningar. I denna standard är bilaga ZA normativ och bilagorna A, B, C, D och E informativa. Bilaga ZA har utarbetats inom CENELEC.

Denna standard har status av horisontell standard (typ B i CEN) och kan användas som en referensstandard av tekniska kommittéer i CEN och CENELEC vid utarbetandet av produktfamiljestandarder eller produktstandarder (typ C i CEN, såsom angivits i EN 414:1992, avsnitt 3.1) för maskiner. Fordringarna i denna standard kan även tillämpas av leverantörer av sådana maskiner för vilka det inte finns någon produktfamiljestandard eller produktstandard, vilkas fordringar äger företräde framför fordringar i denna standard.

EN 60204-1 gives a large number of general requirements that may or may not be applicable to the electrical equipment of a particular machine. A simple reference without any qualification to the complete standard EN 60204-1 is therefore not sufficient. Choices need to be made to cover all requirements of EN 60204-1. A technical committee preparing a product family or a dedicated product standard (type C in CEN) and the supplier of a machine for which no product family or dedicated product standard exists, should use this standard;

- a) by reference; and
- b) by selection of the most appropriate option(s) from the requirements given in the relevant clauses; and
- c) by modification of certain clauses as necessary where the particular requirements for the equipment of the machine are adequately covered by other relevant standards,

providing the options selected and the modifications made do not adversely affect the level of protection required for that machine according to the risk assessment.

When applying the three principles a), b) and c) listed above, it is recommended that;

- reference be made to the relevant clauses and subclauses of this standard
  - 1) that are complied with, indicating where relevant the applicable option;
  - 2) that have been modified or extended for the specific machine or equipment requirements; and
- reference be made directly to the relevant standard, for the requirements for the electrical equipment that are adequately covered by that standard.

In all cases expertise is essential to be able to:

- perform the necessary risk assessment of the machine;
- read and understand all of the requirements of EN 60204-1;
- choose the applicable requirements from EN 60204-1 where alternatives are given;
- identify alternative or additional particular requirements that differ from or are not included in the requirements of EN 60204-1, and that are determined by the machine and its use; and
- specify precisely those particular requirements.

Figure 2 of EN 60204-1 is a block diagram of a typical machine and can be used as the starting point of this task. It indicates the clauses and subclauses dealing with particular requirements/equipment. However EN 60204-1 is a complex document and the use of the following table will give help in the finding of a required area in this standard and gives reference to other relevant standards.

EN 60204-1 anger ett stort antal allmänna fordringar som kan eller inte kan vara tillämpliga på den elektriska utrustningen hos en viss maskin. En enkel hänvisning till hela EN 60204-1 är därför inte tillräcklig. För att täcka alla fordringarna i EN 60204-1 måste ett val göras. En teknisk kommitté som utarbetar en produktfamiljestandard eller en produktstandard (typ C i CEN) och en leverantör av sådana maskiner för vilka det inte finns någon produktfamiljestandard eller produktstandard bör använda denna standard:

- a) genom hänvisning; och
- b) genom val av de mest lämpade alternativen bland de fordringar som ingår i de tillämpliga avsnitten; och
- c) genom erforderlig modifiering av vissa avsnitt, i de fall de särskilda fordringarna på maskinens utrustning i tillräcklig omfattning täcks av andra tillämpliga standarder,

förutsatt att de valda alternativen och de gjorda modifieringarna inte ogynnsamt påverkar den skyddsnivå som enligt riskbedömningen erfordras för maskinen ifråga.

När de tre principerna a), b) och c) ovan tillämpas, rekommenderas att:

- hänvisning görs till de tillämpliga avsnitten i denna standard
  - 1) som uppfylls
  - 2) som har ändrats eller utökats med avseende på fordringarna på den särskilda maskinen eller utrustningen; och
- hänvisning görs direkt till den tillämpliga standarden, för de fordringar på den elektriska utrustningen som på nöjaktigt vis omfattas av denna standard.

I samtliga fall erfordras expertis som kan:

- göra den nödvändiga riskbedömningen av maskinen
- läsa och förstå samtliga fordringar i EN 60204-1
- välja de tillämpliga fordringarna ur EN 60204-1 i de fall alternativ ges
- identifiera alternativ eller ytterligare särskilda fordringar som avviker från eller inte inkluderas i fordringarna i EN 60204-1 och som bestäms av maskinen och dess användning; och
- ange just dessa särskilda fordringar.

Figur 2 i EN 60204-1 är ett blockschema för en typisk maskin och kan användas som utgångspunkt för denna uppgift. I figuren anges de avsnitt som behandlar de olika fordringarna eller utrustningarna. EN 60204-1 är emellertid ett omfattande dokument och följande tabell kan vara till hjälp vid sökandet efter något särskilt område i standarden. Tabellen ger även hänvisningar till andra tillämpliga standarder.

<b>Clauses and subclauses of EN 60204-1 where action should be considered (shown by X) with respect to:</b>					
<b>a) selection from the measures given;</b>					
<b>b) additional requirements;</b>					
<b>c) different requirements;</b>					
<b>d) other standards that can be relevant</b>					
Subject	Clause or subclause	a)	b)	c)	d)*
Scope	1		X		EN 50014 to EN 50020
General requirements	4	X	X	X	EN 292, EN 1050
Supply disconnecting (isolating) device	5.3	X			
Excepted circuits	5.3.5	X		X	
Prevention of unexpected start up, isolation	5.4	X	X	X	EN 1037
	5.5				
	5.6				
Protection against electric shock	6	X			HD 384.4.41 S2
Emergency operations	9.2.5.4	X		X	EN 418, EN 1050, EN 954- 1, (IEC 61508)
Two-hand control	9.2.5.7	X	X		EN 474, EN 954-1
Cableless control	9.2.7	X	X	X	
Control functions in the event of failure	9.4	X	X	X	EN 1050, EN 954-1 (IEC 61508)
Position sensors	10.1.4	X	X	X	EN 1088, EN 954-1
Colours and markings of control devices, indicators	10.2. 10.3 & 10.4	X	X		EN 61310
Emergency stop devices	10.7	X	X		EN 418, EN 1050
Emergency switching off devices	10.8	X			
Electronic equipment	11	X		X	(IEC 61508)
Controlgear - protection against contamination, etc.	12.3. 10.1.3	X	X	X	
Identification of conductors	14.2	X	X		
Testing	19	X	X	X	
Additional user requirements	Annex B		X	X	

\* The standards listed under d) do not include those to which reference is made in the requirements of this standard.



Avsnitt i EN 60204-1 som fordrar åtgärd (visas med X i respektive kolumn) avseende:					
a) val bland angivna åtgärder					
b) ytterligare fordringar					
c) olika fordringar					
d) andra standarder som kan vara tillämpliga					
Ämne	Avsnitt	a)	b)	c)	d)*
Omfattning	1		X		EN 50014 till EN 50020
Allmänna fordringar	4	X	X	X	EN 292, EN 1050
Frånskiljare i kraftmatningskretsar	5.3	X			
Undantagna kretsar	5.3.5	X		X	
Förhindrande av oväntad start, frånskiljning	5.4 5.5 5.6	X	X	X	EN 1037
Skydd mot elchock	6	X			HD 384.4.41 S2
Nödåtgärder	9.2.5.4	X		X	EN 418, EN 1050, EN 954-1, (IEC 61508)
Tvåhandsmanövrering	9.2.5.7	X	X		EN 474, EN 954-1
Trådlösa styrningar	9.2.7	X	X	X	
Styrfunktioner i händelse av fel	9.4	X	X	X	EN 1050, EN 954-1, (IEC 61508)
Lägesgivare	10.1.4	X	X	X	EN 1088, EN 954-1
Färger och märkning på styrdon och indikatorer	10.2, 10.3 & 10.4	X	X		EN 61310
Nödstoppsdon	10.7	X	X		EN 418, EN 1050
Anordningar för nödbrytning	10.8	X			
Elektronikutrustning	11	X		X	(IEC 61508)
Styrutrustning, skydd mot förorening osv	12.3, 10.1.3	X	X	X	
Identifiering av ledare	14.2	X	X		
Provning	19	X	X	X	
Ytterligare användarfordringar	Bilaga B		X	X	
* Bland de standarder som listas under d) ingår inte de till vilka hänvisning görs i fordringarna i denna standard.					
Svenska anmärkningar					
- CENELEC HD 384 motsvaras i Sverige av Starkströmsföreskrifterna					
- IEC 61508 är under utarbetande					

### Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 60204-1:1997 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

In the official version, for annex E, Bibliography, the following notes have to be added for the standards indicated:

IEC 60228	NOTE: Harmonized, together with its supplement A: 1982, as HD 383 S2:1986 (modified).
IEC 60269-1	NOTE: Harmonized as EN 60269-1:1989 (not modified).
IEC 60364-3	NOTE: Harmonized as HD 384.3 S2:1995 (modified).
IEC 60439-1	NOTE: Harmonized, together with its corrigendum December 1993, as EN 60439-1:1994 (not modified).
IEC 60757	NOTE: Harmonized as HD 457 S 1: 1985 (not modified).
IEC 60870-5-1	NOTE: Harmonized as EN 60870-5-1:1993 (not modified).
IEC 60898	NOTE: IEC 60898:1987 + corrigendum May 1988 + A2:1990 + A3:1990 + corrigendum August 1990, are harmonized as EN 60898:1991 (modified).

### INTRODUCTION

This part of IEC 60204 provides requirements and recommendations relating to the electrical equipment of machines so as to promote:

- safety of persons and property;
- consistency of control response;
- ease of maintenance.

High performance is not to be obtained at the expense of the essential factors mentioned above.

An example of a possible application of these requirements is a group of machines used in the production of discrete parts where a failure in such production machines or manufacturing systems or cells can have serious economic consequences.

Figures 1 and 2 have been provided as an aid to the understanding of the inter-relationship of the various elements of a machine and its associated equipment. Figure 1 is an overall block diagram of a typical manufacturing system (a group of machines working together in a co-ordinated manner) and figure 2 is a block diagram of a typical machine and associated equipment showing the various elements of the electrical equipment addressed in this standard. Numbers in parentheses ( ) refer to clauses and subclauses in this standard. It is understood in figures 1 and 2 that all of the elements taken together including the safeguards, tooling/fixtures, software, and the documentation, constitute the machine, and that one or more machines working together with usually at least one level of supervisory control constitute a manufacturing cell or system.

## Ikraftsättningsmeddelande

Texten i den internationella standarden IEC 60204-1:1997 har av CENELEC fastställts som europastandard utan någon avvikelse.

I den officiella versionen skall följande anmärkningar läggas till i bilaga E, Bibliografi för angivna standarder.

IEC 60228	ANM - Harmoniserad, tillsammans med supplement A:1982, som HD 383 S2:1986 (ändrad)
IEC 60269-1	ANM - Harmoniserad som EN 60269-1:1989 (inte ändrad)
IEC 60364-3	ANM - Harmoniserad som HD 384.3 S2:1995 (ändrad)
IEC 60439-1	ANM - Harmoniserad, tillsammans med Corrigendum December 1993, som EN 60439-1:1994 (inte ändrad)
IEC 60757	ANM - Harmoniserad som HD 457 S1:1985 (inte ändrad)
IEC 60870-5-1	ANM - Harmoniserad som EN 60870-5-1:1993 (inte ändrad)
IEC 60898	ANM - IEC 60898:1987 + Corrigendum May 1988 + A2:1990 + A3:1990+ Corrigendum August 1990, är harmoniserade som EN 60898:1991 (ändrad)

## Inledning

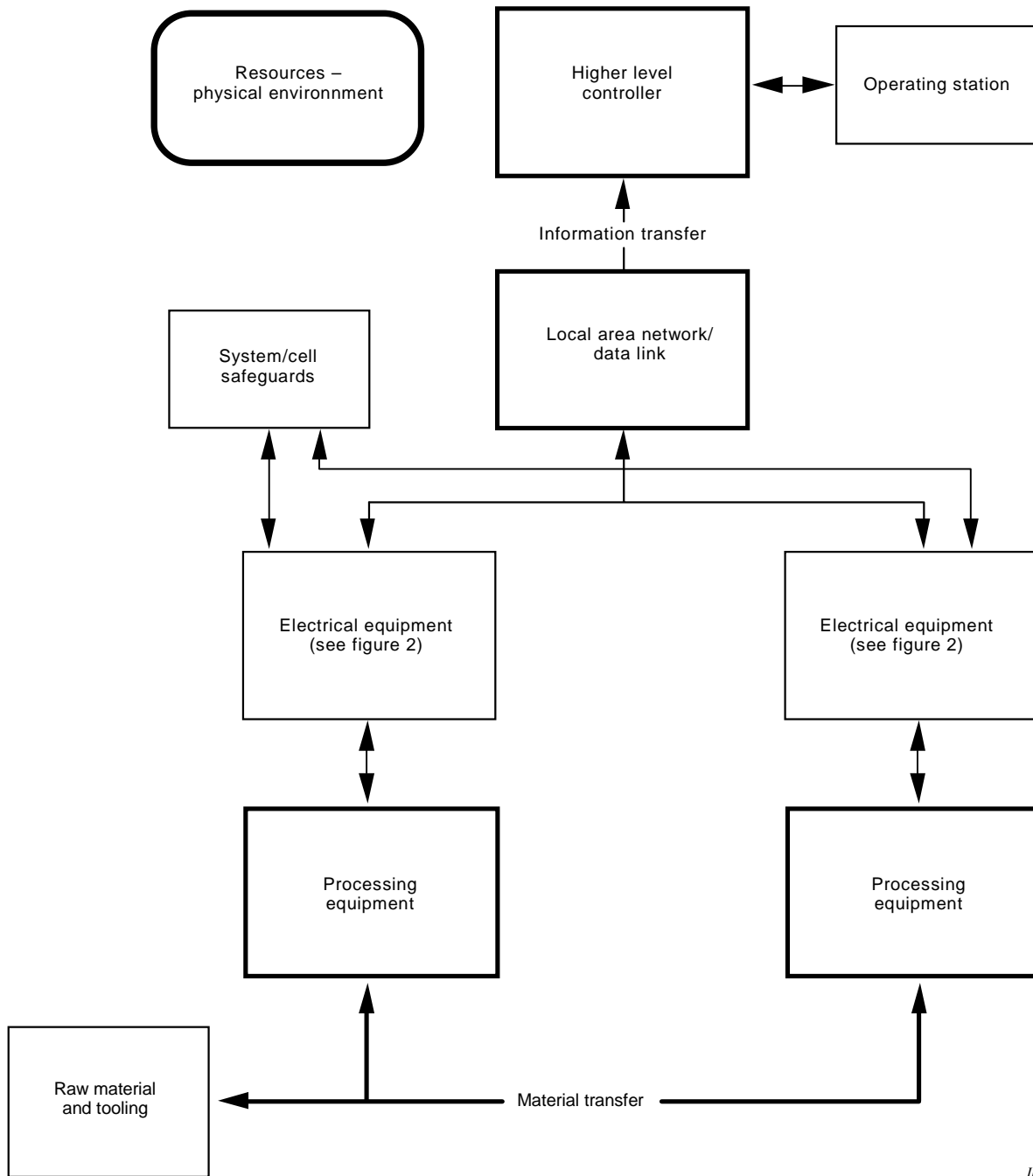
Denna del av EN 60204 anger fordringar och rekommendationer för maskiners elutrustning i avsikt att främja:

- säkerhet för person och egendom;
- enhetlighet i hur maskinen reagerar på kommandon;
- enkelhet vid underhåll.

Hög prestanda får inte uppnås på bekostnad av de ovan nämnda grundläggande faktorerna.

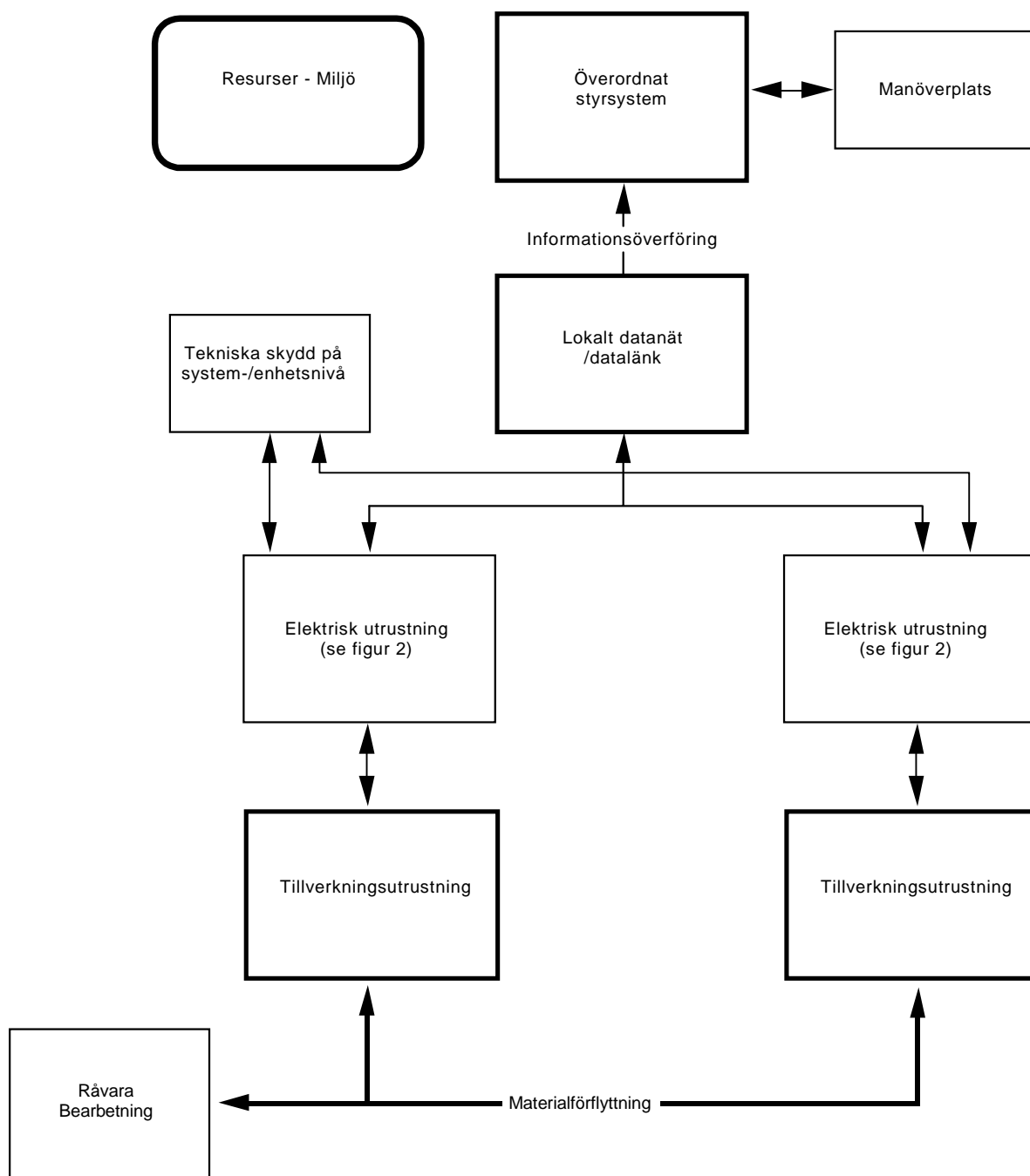
Exempel på en tänkbar tillämpning av dessa fordringar kan gälla en grupp maskiner som används i stycktillverkning där ett fel i sådana produktionsmaskiner eller tillverkningsystem eller celler kan få allvarliga ekonomiska konsekvenser.

Figurerna 1 och 2 har tagits med för att underlätta förståelsen av sambandet mellan de olika delarna av en maskin och till denna hörande utrustning. Figur 1 är ett översiktligt blockschema för ett typiskt tillverkningsystem (en grupp maskiner som arbetar tillsammans på ett samordnat vis) och figur 2 är ett blockschema för en typisk maskin med kringutrustning, som visar de olika delarna av den elutrustning som avses i denna standard. Siffrorna inom parentes ( ) hänvisar till avsnitt i standarden. Som framgår av figurerna 1 och 2 utgörs en maskin av alla element inklusive tekniska skydd, verktyg och fixturer, programvara och dokumentation. Vidare framgår att en eller flera maskiner som vanligtvis arbetar tillsammans med åtminstone en övergripande styrnivå utgör ett tillverkningsystem eller en tillverkningscell.



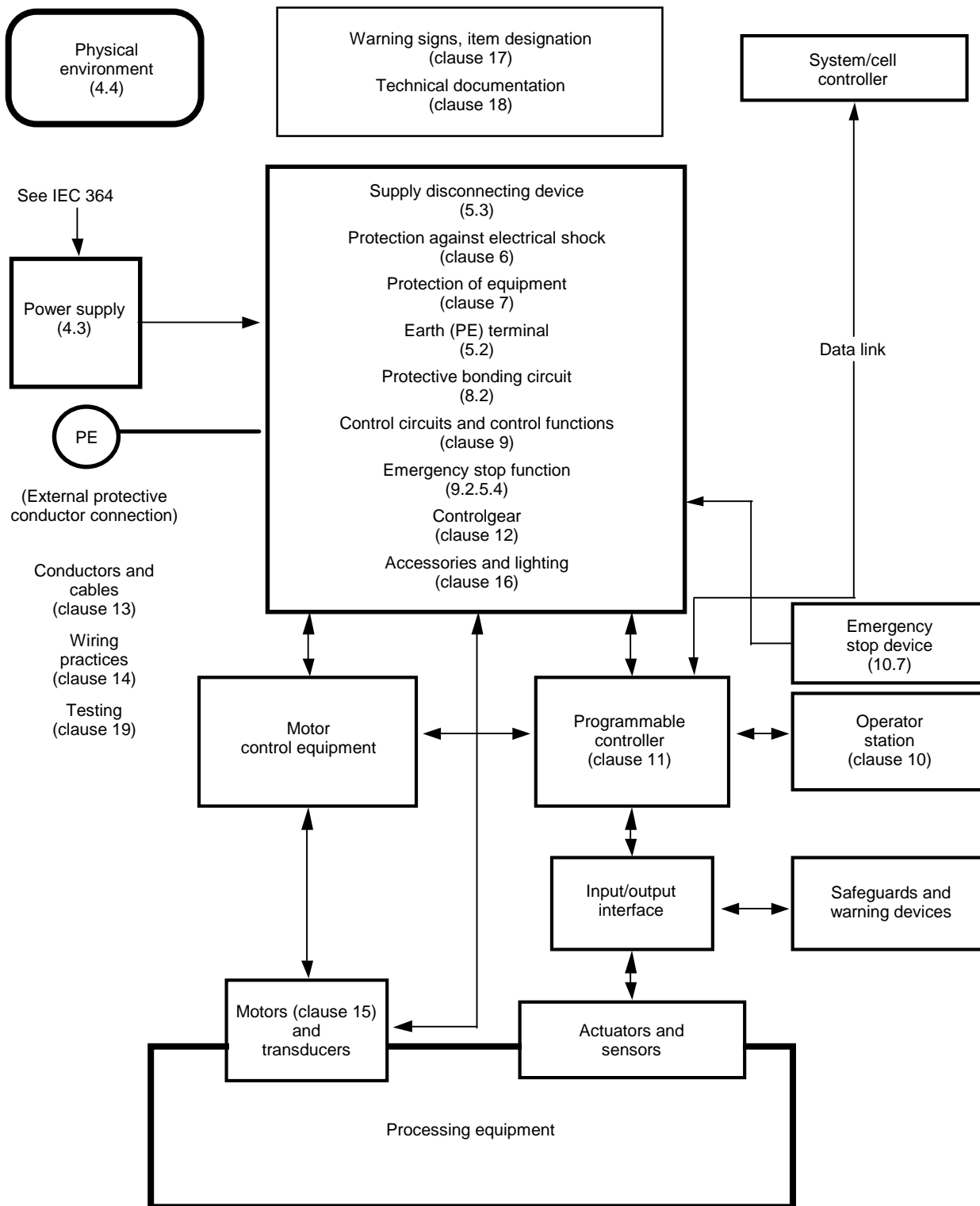
IEC 1233/97

Figure 1 – Block diagram of a typical manufacturing system



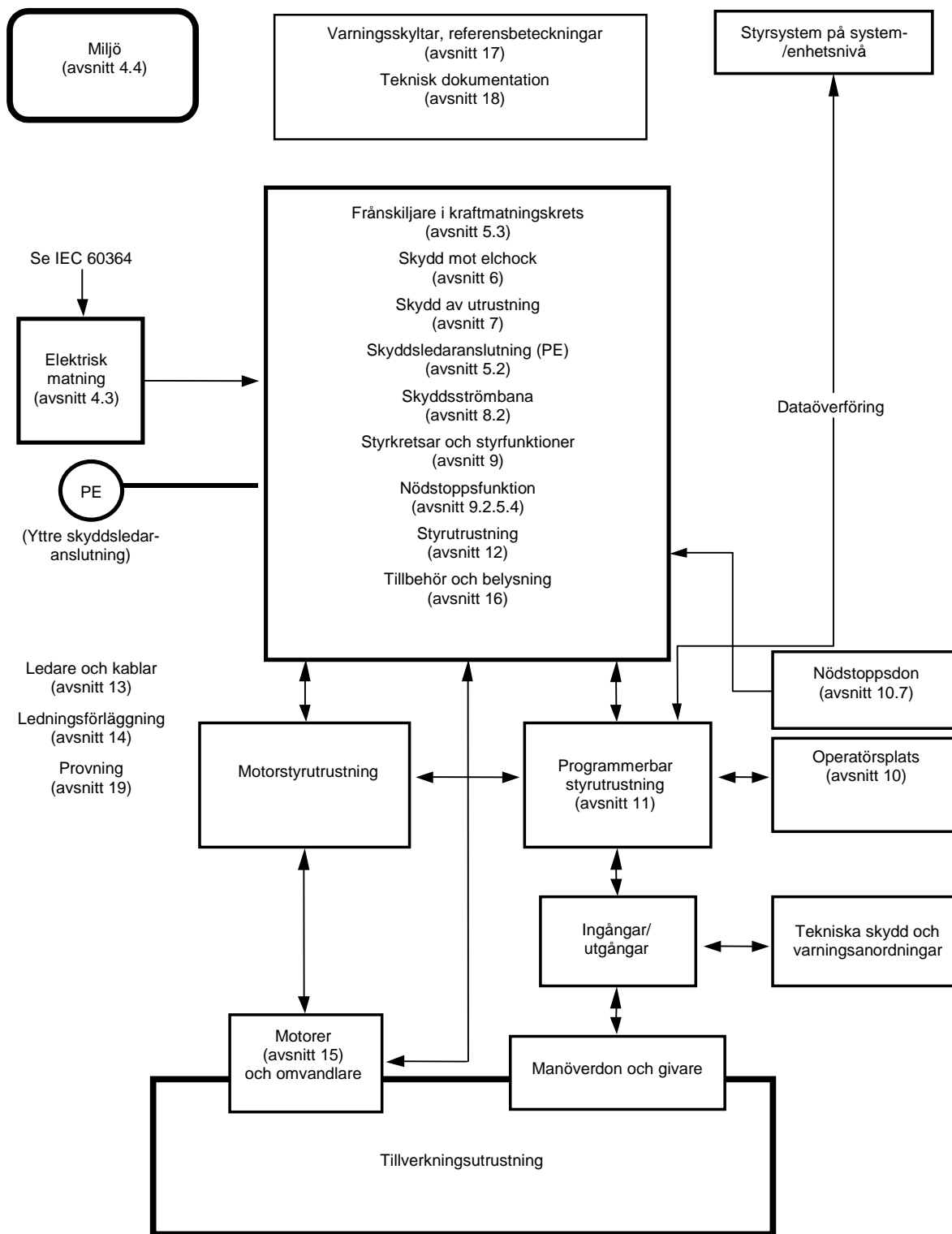
IEC 1 233/97

Figur 1 - Blockschema för ett typiskt tillverkningssystem



IEC 1 233/97

Figure 2 – Block diagram of a typical machine



IEC 1 233/97

Figur 2 - Blockschemata för en typisk maskin

## 1 Scope

This part of IEC 60204 applies to the application of electrical and electronic equipment and systems to machines not portable by hand while working, including a group of machines working together in a co-ordinated manner but excluding higher level systems aspects (i.e. communications between systems).

### NOTES

1 In this standard, the term *electrical* includes both electrical and electronic matters (i.e. *electrical equipment* means both the electrical and the electronic equipment).

2 In the context of this standard, the term *person* refers to any individual and includes those persons who are assigned and instructed by the user or his agent(s) in the use and care of the machine in question.

The equipment covered by this standard commences at the point of connection of the supply to the electrical equipment of the machine (see 5.1).

NOTE 3 –For the requirements for the electrical supply installation in buildings, see IEC 60364.

This part is applicable to the electrical equipment or parts of the electrical equipment that operate with nominal supply voltages not exceeding 1 000 V for alternating current and not exceeding 1 500 V for direct current, and with nominal frequencies not exceeding 200 Hz. For higher voltages or frequencies, special requirements may be needed.

This part is an application standard and is not intended to limit or inhibit technological advancement. It does not cover all the requirements (e.g. guarding, interlocking, or control) that are needed or required by other standards or regulations in order to safeguard persons from hazards other than electrical hazards. Each type of machine has unique requirements to be accommodated to provide adequate safety.

This part specifically includes, but is not limited to, the electrical equipment of machines as defined in 3.33 (annex A lists examples of machines whose electrical equipment may be covered by this standard).

Additional and special requirements can apply to the electrical equipment of machines that:

- are used in open air (i.e. outside buildings or other protective structures);
- use, process, or produce potentially explosive material (e.g. paint or sawdust);
- are used in potentially explosive and/or flammable atmospheres;
- have special risks when producing or using certain materials;
- are used in mines;
- are sewing machines, units, and systems (which are covered by IEC 60204-31);
- are hoisting machines (which are covered by 60204-32).

Power circuits where electrical energy is directly used as a working tool are excluded from this part of IEC 60204.



## 1 Omfattning

Denna del av IEC 60204 behandlar användning av elektriska och elektroniska utrustningar och system som tillhör maskiner. Den behandlar inte maskiner som är handhållna under arbetet, däremot behandlar den en grupp av maskiner som arbetar tillsammans på ett samordnat sätt. Standarden omfattar inte systemaspekter på högre nivåer (dvs kommunikation mellan system).

ANM 1 - I denna del avser termen *elektrisk* både elektriska och elektroniska begrepp (dvs med *elutrustning* menas både elektrisk och elektronisk utrustning).

ANM 2 - I denna del avser termen *person* vilken individ som helst och omfattar de personer som av användaren eller dennes ombud utsetts för och instruerats i användandet och skötseln av maskinen i fråga.

Den utrustning som standarden omfattar börjar i den punkt där elförsörjningen ansluts till maskinens elutrustning (se avsnitt 5.1).

ANM 3 - För fordringar på elförsörjning installerad i byggnad, se IEC 60364.

ANM till den svenska översättningen: IEC 60364 och HD 384 motsvaras i Sverige av Starkströmsföreskrifterna.

Denna del gäller elektrisk utrustning eller delar av den elektriska utrustningen med nominell matningsspänning som inte överskrider 1000 V växelspanning eller 1500 V likspanning och med nominell frekvens som inte överstiger 200 Hz. För högre spänningar eller frekvenser kan särskilda fordringar behövas.

Standarden är en tillämpningsstandard och är inte avsedd att begränsa eller förhindra tekniska framsteg. Den behandlar inte alla de fordringar (t ex skydd, förregling, styrning) som behövs eller fordras i andra standarder eller föreskrifter i avsikt att skydda personer från andra risker (potentiella faror) än elektriska. Varje slag av maskin har sina unika fordringar som skall uppfyllas för att tillräcklig säkerhet skall uppnås.

Standarden omfattar särskilt, men är inte begränsad till, maskiners elutrustning enligt definition i avsnitt 3.33 (bilaga A ger en lista med exempel på maskiner vilkas elutrustning kan omfattas av denna standard).

Ytterligare och särskilda fordringar kan gälla elutrustning som tillhör maskiner som:

- används i det fria (t ex utanför byggnader eller andra skyddande konstruktioner)
- använder, omvandlar eller producerar explosionsfarliga ämnen (t ex färg eller sågspån)
- används i explosionsfarlig och/eller lättantändlig atmosfär
- medför speciella risker vid framställning eller användning av vissa material
- används i gruvor
- används vid sömnad (symaskiner) eller är enheter och system för sömnad (för vilka IEC 60204-31 gäller)
- används som lyftanordningar (för vilka IEC 60204-32 gäller).

Kraftkretsar där elektrisk energi direkt används som verktyg är undantagna från denna del av IEC 60204.

## 2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60204. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60204 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid normative documents.

IEC 60034-1: 1996, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-5: 1991, *Rotating electrical machines – Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating electrical machines (IP code)*

IEC 60034-11: 1978, *Rotating electrical machines – Part 11: Built-in thermal protection – Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines*

IEC 60050(191): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60050(441): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear, and fuses*

IEC 60050(826): 1982, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of buildings*

IEC 60072-1: 1991, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1 080*

IEC 60072-2: 1990, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1 000 and flange numbers 1 180 to 2 360*

IEC 60073: 1996, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indication devices and actuators*

IEC 60076-5: 1976, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 60146-1-1: 1991, *General requirements and line commutated connectors – Part 1-1: Specifications of basic requirements*

IEC 60204-31: 1996, *Electrical equipment of industrial machines – Part 31: Particular requirements for sewing machines, units, and systems*

IEC 60309-1: 1988, *Plugs, socket-outlets, and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60332-1: 1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60364-4-41: 1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 60364-4-46: 1981, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 46: Isolation and switching*

IEC 60364-4-47: 1981, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 470: General – Section 471: Measures of protection against electric shock*

IEC 60364-4-473: 1977, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 473: Measures of protection against overcurrent*

## 2 Normativa referenser

Följande standarder innehåller bestämmelser som, genom referens i denna text, utgör bestämmelser i denna del av SS-EN 60204-1. För daterade referenser gäller inte senare tillägg eller reviderad utgåva av dessa standarder. De som träffar avtal baserade på denna standard uppmanas emellertid att undersöka möjligheten att använda senaste utgåva av nedanstående standarder. För odaterade referenser gäller den senaste utgåvan av det dokument som referensen gäller. Medlemmar av IEC och ISO för register över gällande internationell standard.

IEC 60034-1: 1996, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-5: 1991, *Rotating electrical machines – Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating electrical machines (IP code)*

IEC 60034-11: 1978, *Rotating electrical machines – Part 11: Built-in thermal protection – Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines*

IEC 60050(191): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 191: Dependability and quality of service*

IEC 60050(441): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear, and fuses*

IEC 60050(826): 1982, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 826: Electrical installations of buildings*

IEC 60072-1: 1991, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1 080*

IEC 60072-2: 1990, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1 000 and flange numbers 1 180 to 2 360*

IEC 60073: 1996, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indication devices and actuators*

IEC 60076-5: 1976, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 60146-1-1: 1991, *General requirements and line commutated connectors – Part 1-1: Specifications of basic requirements*

IEC 60204-31: 1996, *Electrical equipment of industrial machines – Part 31: Particular requirements for sewing machines, units, and systems*

IEC 60309-1: 1988, *Plugs, socket-outlets, and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60332-1: 1993, *Tests on electric cables under fire conditions – Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable*

IEC 60364-4-41: 1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 60364-4-46: 1981, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 46: Isolation and switching*

IEC 60364-4-47: 1981, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 470: General – Section 471: Measures of protection against electric shock*

IEC 60364-4-473: 1977, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 47: Application of protective measures for safety – Section 473: Measures of protection against overcurrent*

- IEC 60364-4-481: 1993, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 481: Choice of protective measures as a function of external influences – Section 481: Selection of measures for protection against electric shock in relation to external influences*
- IEC 60364-5-54: 1980, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors*
- IEC 60364-5-523: 1983, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 52: Wiring systems – Section 523: Current-carrying capacities*
- IEC 60364-6-61: 1986, *Electrical installations of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial verification as amended by Amendment 1 (1993)*
- IEC 60417: 1973, *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey, and compilation of the single sheets*
- IEC 60439-1: 1992, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*
- IEC 60445: 1988, *Identification of equipment terminals and terminations of certain designated conductors including general rules for an alphanumeric system*
- IEC 60446: 1989, *Identification of conductors by colours or numerals*
- IEC 60447: 1993, *Man-machine interface (MMI) – Actuating principles*
- IEC 60529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- IEC 60536: 1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*
- IEC 60621-3: 1979, *Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open-cast mines and quarries) – Part 3: General requirements for equipment and ancillaries*
- IEC 60664-1: 1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
- IEC 60742: 1983, *Isolating transformers and safety isolating transformers*
- IEC 60947-2: 1995, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit breakers*
- IEC 60947-3: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse combination units*
- IEC 60947-5-1: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5: Control circuit devices and switching elements – Section One: Electromechanical control circuit devices*
- IEC 60947-7-1: 1989, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7: Ancillary equipment – Section One: Terminal blocks for copper conductors*
- IEC 61082: *Preparation of documents used in electrotechnology*
- IEC 61131-1: 1992, *Programmable controllers – Part 1: General information*
- IEC 61131-2: 1992, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*
- IEC 61346-1: 1996, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules*
- ISO 3864: 1984, *Safety colours and safety signs*
- ISO 7000: 1989, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*
- ISO/TR 12100-1: 1992, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

- IEC 60364-4-481: 1993, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 481: Choice of protective measures as a function of external influences – Section 481: Selection of measures for protection against electric shock in relation to external influences*
- IEC 60364-5-54: 1980, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors*
- IEC 60364-5-523: 1983, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 52: Wiring systems – Section 523: Current-carrying capacities*
- IEC 60364-6-61: 1986, *Electrical installations of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial verification as amended by Amendment 1 (1993)*
- IEC 60417: 1973, *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey, and compilation of the single sheets*
- IEC 60439-1: 1992, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*
- IEC 60445: 1988, *Identification of equipment terminals and terminations of certain designated conductors including general rules for an alphanumeric system*
- IEC 60446: 1989, *Identification of conductors by colours or numerals*
- IEC 60447: 1993, *Man-machine interface (MMI) – Actuating principles*
- IEC 60529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- IEC 60536: 1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*
- IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*
- IEC 60621-3: 1979, *Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open-cast mines and quarries) – Part 3: General requirements for equipment and ancillaries*
- IEC 60664-1: 1992, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*
- IEC 60742: 1983, *Isolating transformers and safety isolating transformers*
- IEC 60947-2: 1995, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit breakers*
- IEC 60947-3: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse combination units*
- IEC 60947-5-1: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5: Control circuit devices and switching elements – Section One: Electromechanical control circuit devices*
- IEC 60947-7-1: 1989, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7: Ancillary equipment – Section One: Terminal blocks for copper conductors*
- IEC 61082: *Preparation of documents used in electrotechnology*
- IEC 61131-1: 1992, *Programmable controllers – Part 1: General information*
- IEC 61131-2: 1992, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*
- IEC 61346-1: 1996, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules*
- ISO 3864: 1984, *Safety colours and safety signs*
- ISO 7000: 1989, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*
- ISO/TR 12100-1: 1992, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

### 3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60204, the following definitions apply.

**3.1 actuator:** The part of the actuating system to which an external actuating force is applied. [IEV 441-15-22]

#### NOTES

- 1 The actuator may take the form of a handle, knob, push-button, roller, plunger, etc.
- 2 There are some actuating means that do not require an external actuating force but only an action.
- 3 See also 3.32.

**3.2 ambient temperature:** The temperature of the air or other medium where the equipment is to be used. [IEV 826-01-04]

**3.3 barrier:** A part providing protection against direct contact from any usual direction of access. [IEV 826-03-13]

**3.4 cable tray:** A cable support consisting of a continuous base and raised edges and no covering.

NOTE – A cable tray may be perforated or non-perforated.

[IEV 826-06-07]

**3.5 cable trunking system:** A system of closed enclosures comprising a base with a removable cover intended for the complete surrounding of insulated conductors, cables, cords and for the accommodation of other electrical equipment. [IEV 826-06-04, modified]

**3.6 concurrent:** Acting in conjunction; used to describe a situation wherein two or more control devices exist in an actuated condition at the same time (but not necessarily synchronously).

**3.7 conduit:** A part of a closed wiring system of circular or non-circular cross-section for insulated conductors and/or cables in electrical installations, allowing them to be drawn in and/or replaced.

NOTE – Conduits should be sufficiently close-jointed so that the insulated conductors and/or cables can only be drawn in and not inserted laterally.

[IEV 826-06-03]

**3.8 control circuit (of a machine):** A circuit used for the operational control of the machine and for protection of the power circuits.

**3.9 control device:** A device connected into the control circuit and used for controlling the operation of the machine (e.g. position sensor, manual control switch, relay, magnetically operated valve).

**3.10 controlgear:** A general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective, and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures, and supporting structures, intended in principle for the control of electrical energy consuming equipment. [IEV 441-11-03]

**3.11 controlled stop:** The stopping of machine motion by, for example, reducing the electrical command signal to zero once the stop signal has been recognized by the control but retaining electrical power to the machine actuators during the stopping process.

### 3 Definitioner

Vid tillämpning av denna standard gäller följande definitioner:

#### 3.1 manöverdon

del av manöversystem mot vilken en yttre påverkande kraft anbringas  
[IEV 441-15-22]

ANM 1 - Manöverdonet kan vara utfört som handtag, ratt, tryckknapp, rulle, kolv etc.

ANM 2 - Det finns manöveranordningar som inte fordrar yttre påverkan utan bara annan inverkan.

ANM 3 - Se även avsnitt 3.32: drivanordning.

#### 3.2 omgivningstemperatur

temperatur hos luft eller annat medium i vilket utrustning är avsedd att användas  
[IEV 826-01-04]

#### 3.3 skyddsskärm

del avsedd att ge skydd mot direkt beröring i normal åtkomlighetsriktning  
[IEV 826-03-13]

#### 3.4 kabelränna

stöd för kablar bestående av ett obrutet underlag med uppstående kanter men utan lock  
[IEV 826-06-07]

ANM - En kabelränna kan vara perforerad eller icke perforerad.

#### 3.5 kabelkanalsystem

system av slutna kapslingar bestående av ett underlag med borttagbar överdel avsett att fullständigt innesluta isolerade ledare, kablar och annan elutrustning  
[IEV 826-06-04]

#### 3.6 samtidig

handling i kombination; adjektiv som används för att beskriva en situation där två eller flera styrdon är aktiverade på samma gång (men inte nödvändigtvis synkront)

#### 3.7 installationsrör

del av slutet ledningssystem med cirkulärt eller icke-cirkulärt tvärsnitt avsett för isolerade ledare och/eller kablar i elektriska installationer och som möjliggör förläggning och utbyte genom idragning  
[IEV 826-06-03]

ANM - Installationsrör bör skarvas tillräckligt tätt mot varandra så att de isolerade ledarna och/eller kablarna endast kan dras in och inte införas från sidan.

#### 3.8 styrkrets (för maskin)

strömkrets avsedd för styrning av maskin och för skydd av kraftkrets

#### 3.9 styrdon

anordning som är inkopplad i styrkrets och som används för att styra driften av en maskin (t ex lägeskännande organ, manöverkopplare, relä, magnetventil)

#### 3.10 styrutrustning

allmän term, som omfattar elkopplare i kombination med tillhörande styr-, mät-, skydds-, och reglerutrustning samt även sammansättningar av sådana komponenter och utrustningar med tillhörande förbindningar, tillbehör, kapslingar och stativ, avsedda i princip för styrning av utrustning som förbrukar elektrisk energi  
[IEV 441-11-03]

#### 3.11 styrt stopp

stopp av maskinrörelse genom att t ex styrsignalen sätts till 0 (noll) då stoppsignalen har detekterats men med bibehållen elektrisk matning till drivanordningarna under stoppförloppet

3.12 **digital:** Operated by the use of discrete signals to represent data in the form of numbers or other characters.

3.13 **direct contact:** Contact of persons or livestock with live parts. [IEV 826-03-05]

3.14 **duct:** An enclosed channel designed expressly for holding and protecting electrical conductors, cables, and busbars.

NOTE – Conduits (see 3.7), cable trunking systems (see 3.5) and underfloor channels are types of duct.

3.15 **electrical operating area:** A room or location for electrical equipment to which access is intended to be restricted to skilled or instructed persons, by the opening of a door or the removal of a barrier without the use of a key or tool, and which is clearly marked by appropriate warning signs.

3.16 **electronic equipment:** That part of the electrical equipment containing circuitry mainly based on electronic devices and components.

3.17 **enclosed electrical operating area:** A room or location for electrical equipment to which access is intended to be restricted to skilled or instructed persons by the opening of a door or the removal of a barrier by the use of a key or tool and which is clearly marked by appropriate warning signs.

3.18 **enclosure:** A part providing protection of equipment against certain external influences and, in any direction, protection against direct contact. [IEV 826-03-12]

NOTE – The definition taken from the existing IEC 60529, 3.1):

- a) Enclosures provide protection of persons or livestock against access to hazardous parts;
- b) Barriers, shaped openings, or any other means suitable to prevent or limit the penetration of the specified test probes, whether attached to the enclosure or formed by the enclosed equipment, are considered as part of the enclosure, except where they can be removed without the use of a key or tool.

An enclosure may be:

- a cabinet or box, either mounted on the machine or separate from the machine;
- a compartment consisting of an enclosed space within the machine structure.

3.19 **equipment:** A general term including material, fittings, devices, appliances, fixtures, apparatus, and the like used as part of, or in connection with, an electrical installation.

3.20 **equipotential bonding:** Electrical connection putting various exposed conductive parts and extraneous conductive parts at a substantially equal potential. [IEV 826-04-09]

3.21 **exposed conductive part:** A conductive part of electrical equipment, which can be touched and which is not normally live, but which may become live under fault conditions.

NOTE – A conductive part of electrical equipment which can only become live under fault conditions through an exposed conductive part, is not considered to be an exposed conductive part.

[IEV 826-03-02]

3.22 **extraneous conductive part:** A conductive part not forming part of the electrical installation and liable to introduce a potential, generally the earth potential. [IEV 826-03-03]



**3.12 digital**

använder diskreta signaler för att representera data i form av siffror eller andra tecken

**3.13 direkt beröring**

personers eller husdjurs beröring med spänningsförande delar  
[IEV 826-03-05]

**3.14 elkanal**

sluten kanal speciellt avsedd att innehålla och skydda elektriska ledare, kablar och skenor

ANM - Installationsrör (se avsnitt 3.7), kabelkanalsystem (se avsnitt 3.5) och golvkanaler är olika typer av elkanaler.

**3.15 elutrymme**

utrymme för elektrisk utrustning avsett att vara tillgängligt endast för fackkunniga eller instruerade personer genom att man öppnar en dörr eller tar bort en skyddsskärm utan att använda en nyckel eller ett verktyg och som tydligt markerats med ändamålsenliga varningsskyltar

**3.16 elektronisk utrustning**

del av en elutrustning som innehåller kretsar huvudsakligen baserade på elektroniska anordningar och komponenter

**3.17 låst elutrymme**

utrymme för elektrisk utrustning avsett att vara tillgängligt endast för fackkunniga eller instruerade personer genom att man öppnar en dörr eller tar bort en skyddsskärm genom att använda en nyckel eller ett verktyg och som tydligt markerats med ändamålsenliga varningsskyltar

ANM till den svenska översättningen:

**driftrum** enl Starkströmsföreskrifterna jämföras med **låst elutrymme**

**3.18 kapsling**

del som skyddar utrustning mot viss yttre påverkan och mot direkt beröring i alla riktningar  
[IEV 826-03-12]

ANM - Denna definition som är hämtad från IEC fordrar följande förklaring med hänsyn till denna standards omfattning (se IEC 60529, avsnitt 3.1):

- a) kapsling skyddar personer och husdjur mot att komma åt farliga delar
- b) medel lämpliga för att förhindra eller begränsa inträngning av de specificerade provsonderna såsom skyddsskärmar, öppningars form och liknande, antingen de är monterade på kapslingen eller utgör del av den kapslade utrustningen, betraktas som del av kapslingen utom när de kan avlägsnas utan hjälp av nyckel eller verktyg

Kapsling kan utgöras av:

- skåp eller låda, antingen monterad på maskinen eller skild från maskinen
- slutet utrymme i maskinstommen.

**3.19 utrustning**

allmän term som omfattar materiel, tillbehör, anordningar, bruksföremål, hållare, apparater och liknande, använd som del av eller tillsammans med en elektrisk installation

**3.20 potentialutjämning**

elektrisk förbindning som ger olika utsatta delar och främmande ledande delar i huvudsak samma potential  
[IEV 826-04-09]

**3.21 utsatt del**

för beröring åtkomlig ledande del av elutrustningen som normalt inte är spänningsförande, men som under felförhållanden kan bli spänningsförande  
[IEV 826-03-02]

ANM - En ledande del som under felförhållanden endast kan bli spänningsförande genom en utsatt del anses inte vara en utsatt del.

**3.22 främmande ledande del**

en elektriskt ledande del som inte ingår i den elektriska installationen och som kan anta en potential, i allmänhet jordpotential  
[IEV 826-03-03]

**3.23 failure:** The termination of the ability of an item to perform a required function.

NOTES

- 1 After failure the item has a fault.
- 2 "Failure" is an event, as distinguished from "fault", which is a state.
- 3 This concept as defined does not apply to items consisting of software only. [IEV 191-04-01]
- 4 In practice the terms fault and failure are often used synonymously.

**3.24 fault:** The state of an item characterized by inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources.

NOTES

- 1 A fault is often the result of a failure of the item itself, but may exist without prior failure.
- 2 In English the term "fault" and its definition are identical with those given in IEV 191-05-01. In the field of machinery, the French term "défaut" and the German term "Fehler" are used rather than the terms "panne" and "Fehlzustand" that appear with this definition.

**3.25 guard:** Part of a machine specifically used to provide protection by means of a physical barrier. Depending on its construction, a guard may be called casing, cover, screen, door, enclosing guard, etc. [ISO/TR 12100-1, 3.22, modified]

**3.26 hazard:** A source of possible injury or damage to health. [ISO/TR 12100-1, 3.5, modified]

**3.27 indirect contact:** Contact of persons or livestock with exposed conductive parts which have become live under fault conditions. [IEV 826-03-06]

**3.28 (electrically) instructed person:** A person adequately advised or supervised by an electrically skilled person to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create. [IEV 826-09-02, modified]

**3.29 interlock (for safeguarding):** An arrangement that interconnects guard(s) or device(s) with the control system and/or all or part of the electrical energy distributed to the machine.

**3.30 limiting device:** A device which prevents a machine or a machine element from exceeding a designed limit (e.g. space limit, pressure limit). [ISO/TR 12100-1, 3.23.7]

**3.31 live part:** A conductor or conductive part intended to be energized in normal use, including a neutral conductor, but, by convention, not a PEN conductor.

NOTE – This term does not necessarily imply a risk of electric shock.

[IEV 826-03-01]

**3.32 machine actuator:** A power mechanism used to effect motion of the machine.

**3.33 machinery (machine):** An assembly of linked parts or components, at least one of which moves, with the appropriate machine actuators, control and power circuits, etc., joined together for a specific application, in particular for the processing, treatment, moving or packaging of a material.

*The term machinery also covers* an assembly of machines which, in order to achieve one and the same end, are arranged and controlled so that they function as an integral whole.

*Machinery also means* interchangeable equipment modifying the function of a machine, which is placed on the market (supplied) for the purpose of being assembled with a machine or a series of different machines, or with a tractor by the operator himself insofar as this equipment is not a spare part or tool.

**3.23 felfunktion**

upphörande av en anordnings förmåga att fungera på avsett vis  
[IEV 191-04-01]

ANM 1 - Efter en felfunktion har anordningen ett fel.

ANM 2 - Felfunktion är en händelse till skillnad från ett fel, som är ett tillstånd.

ANM 3 - Begreppet enligt denna definition är inte tillämpligt på enbart programvara.

ANM 4 - I praktiken används termerna fel och felfunktion oftast synonymt.

**3.24 fel**

tillstånd hos en anordning karaktäriserat av dess oförmåga att fungera på avsett vis, med undantag av oförmågan under förebyggande underhåll eller andra planerade åtgärder eller på grund av brist på yttre förutsättningar

ANM 1 - Ett fel är ofta följderna av en felfunktion hos anordningen själv, men kan förekomma utan föregående felfunktion.

ANM 2 - I engelskt språkbruk är termen "fel" och dess definition identisk med den som anges i IEV 191-05-01. Inom maskinområdet används oftare den franska termen "défaut" och den tyska termen "Fehler" i stället för termerna "panne" och "Fehlzustand" som denna definition anger.

**3.25 skydd**

del av maskin som särskilt används för att ge skydd i form av en fysisk skyddsskärm

Beroende på dess konstruktion kan ett skydd kallas hölje, kåpa, skärm, dörr, omslutande skydd etc.  
[ISO/TR 12100-1, 3.22, ändrad]

**3.26 risk (potentiell fara)**

källa till möjlig skada eller ohälsa  
[ISO/TR 12100-1, 3.5, ändrad]

**3.27 indirekt beröring**

persons eller husdjurs beröring med utsatta delar som blivit spänningsförande genom fel  
[IEV 826-03-06]

**3.28 instruerad person (elektriskt)**

person som är tillräckligt instruerad eller övervakad av en elektriskt fackkunnig person för att han eller hon skall kunna inse riskerna och undvika de faror som elektricitet kan medföra  
[IEV 826-09-02, ändrad]

**3.29 förregling (för att ge tekniskt skydd)**

arrangemang som sammankopplar skydd eller anordning(ar) med styrsystemet och/eller med hela eller delar av en maskins elektriska energitillförsel

**3.30 begränsningsanordning**

anordning som hindrar maskin eller maskinelement från att överskrida en bestämd gräns (t ex rörelsegräns, tryckgräns etc)  
[ISO/TR 12100-1, 3.23.7]

**3.31 spänningsförande del**

ledare eller ledande del avsedd att vara spänningssatt vid normal användning, inklusive neutralledare, men enligt vedertagen uppfattning inte PEN-ledare  
[IEV 826-03-01]

ANM - Termen innebär nödvändigtvis inte att risk för elchock föreligger.

**3.32 drivanordning**

kraftmekanism som används för att sätta en maskin i rörelse

**3.33 maskiner (maskin)**

en grupp inbördes förbundna delar eller komponenter, varav minst en rörlig, samt tillhörande drivanordningar, styr- och kraftkretsar m m, vilka förenats för ett särskilt ändamål, speciellt för bearbetning, behandling, förflyttning och förpackning av material

Termen maskiner gäller också en grupp maskiner som för ett gemensamt syfte ställs upp och styrs så att de fungerar som en enhet.

Med maskin avses också utbytbar utrustning som ändrar en maskins funktion och som släpps ut på marknaden (levereras) i syfte att av operatören själv sättas samman med en maskin eller serie av olika maskiner eller med en traktor, såvida denna utrustning inte är en reservdel eller ett verktyg.

3.34 **marking:** Signs or inscriptions for the identification of the type of a component or device attached by the manufacturer of the component or device.

3.35 **neutral conductor (symbol N):** A conductor connected to the neutral point of a system and capable of contributing to the transmission of electrical energy. [IEV 826-01-03]

3.36 **obstacle:** A part preventing unintentional direct contact, but not preventing direct contact by deliberate action. [IEV 826-03-14]

3.37 **overcurrent:** Any current exceeding the rated value. For conductors, the rated value is the current-carrying capacity. [IEV 826-05-06]

3.38 **overload (of a circuit):** The time/current relationship in a circuit which is in excess of the rated full load of the circuit when the circuit is not under a fault condition.

NOTE – *Overload* should not be used as a synonym for *overcurrent*.

3.39 **plug/socket combination:** A plug and socket-outlet, a cable coupler, or an appliance coupler, in accordance with IEC 60309-1.

3.40 **positive opening operation (of a contact element):** The achievement of contact separation as the direct result of a specified movement of the switch actuator through non-resilient members (e.g. not dependent upon springs). [IEC 60947-5-1, chapter 3, 2.2]

3.41 **power circuit:** A circuit used for supplying power from the supply network to units of equipment used for productive operation and to transformers supplying control circuits.

3.42 **protective bonding circuit:** The whole of the protective conductors and conductive parts used for protection against electric shock in the event of an insulation failure.

3.43 **protective conductor:** A conductor required by some measures for protection against electric shock for electrically connecting any of the following parts:

- exposed conductive parts;
- extraneous conductive parts;
- main earthing terminal.

[IEV 826-04-05, modified]

3.44 **redundancy:** The application of more than one device or system, or part of a device or system, with the objective of ensuring that in the event of one failing to perform its function another is available to perform that function.

3.45 **reference designation:** A distinctive code which serves to identify an item in a diagram, list, chart, and on the equipment.

3.46 **risk:** A combination of the probability and the degree of possible injury or damage to health in a hazardous situation. [ISO/TR 12100-1]

3.47 **safe working procedure:** A method of working that reduces risk.

3.48 **safeguard:** A guard or protective device used as a means to protect persons from a present or impending hazard.

3.49 **safeguarding:** Safety measures consisting of the use of specific means called safeguards to protect persons from hazards that cannot reasonably be removed or are not sufficiently limited by design.

**3.34 märkning**

skylt eller inskrift för att identifiera typ av komponent eller anordning, anbringad av komponentens eller anordningens tillverkare

**3.35 neutralledare (N)**

ledare som är ansluten till ett matningssystem neutralpunkt och med förmåga att bidra till överföring av elektrisk energi

[IEV 826-01-03]

**3.36 hinder**

del som hindrar oavsiktlig direkt beröring, men som inte hindrar avsiktlig direkt beröring

[IEV 826-03-14]

**3.37 överström**

ström som överskrider märkvärdet. För ledare utgörs märkvärdet av ledarens strömvärde

[IEV 826-05-06]

**3.38 överlast (i en krets)**

samband mellan ström och tid som överskrider märklasten för en krets när fel inte föreligger

ANM - Överlast bör inte förväxlas med överström.

**3.39 anslutningsdon**

stickpropp och uttag, skarvdon eller apparatanslutningsdon enligt IEC 60309-1

**3.40 tvångsbrytning, positiv öppning (av kontaktelement)**

brytning av kontakter som det direkta resultatet av en specifik rörelse hos ett kontaktmanöverdon genom positiv mekanisk koppling (tvångsstyrning) av icke-elastiska element (t ex inte beroende av fjädrar)

[IEC 60947-5-1, avsnitt 3, 2.2]

**3.41 kraftkrets**

krets avsedd att överföra elkraft från det matande nätet till olika delar av utrustning för arbetsoperationer, och till transformatorer för matning av styrkretsar

**3.42 skyddsströmbana**

alla skyddsledare och ledande delar som används för att ge skydd mot elchock i händelse av isolationsfel

**3.43 skyddsledare**

ledare som erfordras vid vissa skyddsåtgärder mot elchock och som används för elektrisk sammankoppling av följande delar:

- utsatta delar
- främmande ledande delar
- huvudanslutning för skyddsjordning

[IEV 826-04-05, ändrad]

**3.44 redundans**

användning av mer än en anordning eller mer än ett system eller delar därav i syfte att säkerställa att om en enhet upphör att fungera, en annan enhet skall vara tillgänglig för att fullgöra denna funktion

**3.45 referensbeteckning**

entydig kod som tjänar till att identifiera en del i ett schema, i en förteckning, i ett diagram och på utrustningen

**3.46 risk (sannolikhetsbegrepp)**

kombination av sannolikheten för och graden av möjlig skada eller ohälsa i en risksituation

[ISO/TR 12100-1]

**3.47 säker arbetsmetod**

arbetsmetod som minskar risker

**3.48 tekniskt skydd**

skydd eller skyddsanordning med funktion att skydda personer mot risker som föreligger eller är överhängande

**3.49 tekniska skyddsåtgärder**

skyddsåtgärder vidtagna med hjälp av speciella tekniska anordningar, kallade tekniska skydd, för att skydda personer mot risker som rimligen inte kan elimineras eller i tillfredsställande grad begränsas vid konstruktion

**3.50 servicing level:** Level on which persons normally stand when operating or maintaining the electrical equipment.

**3.51 short-circuit current:** An overcurrent resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit. [IEV 441-11-07]

**3.52 (electrically) skilled person:** A person with relevant education and experience to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create. [IEV 826-09-01, modified]

**3.53 supplier:** An entity (e.g. manufacturer, contractor, installer, integrator) who provides equipment or services associated with the machine.

NOTE – The user may also act in the capacity of a supplier to himself.

**3.54 switching device:** A device designed to make or break the current in one or more electric circuits. [IEV 441-14-01]

NOTE – A switching device may perform one or both of these actions.

**3.55 terminal:** A conductive part of a device provided for electrical connection to external circuits.

**3.56 uncontrolled stop:** The stopping of machine motion by removing power to the machine actuators, all brakes and/or other mechanical stopping devices being activated.

**3.57 user:** An entity who utilizes the machine and its associated electrical equipment.

## 4 General requirements

### 4.1 General considerations

This part of IEC 60204 is intended to apply to electrical equipment used with a wide variety of machines and with a group of machines working together in a co-ordinated manner.

The risks associated with the hazards relevant to the electrical equipment shall be assessed as part of the overall requirements for risk assessment of the machine. This will determine the acceptable level of risk, and the necessary protective measures for persons who can be exposed to those hazards, while still maintaining an acceptable level of performance of the machine and its equipment.

Hazards can result from, but are not limited to, the following causes:

- failures or faults in the electrical equipment resulting in the possibility of electric shock or electrical fire;
- failures or faults in control circuits (or components and devices associated with those circuits) resulting in the malfunctioning of the machine;
- disturbances or disruptions in power sources as well as failures or faults in the power circuits resulting in the malfunctioning of the machine;
- loss of continuity of circuits that depend upon sliding or rolling contacts, resulting in a failure of a safety function;
- electrical disturbances (e.g. electromagnetic, electrostatic or radio interference) either from outside the electrical equipment or internally generated;
- stored energy (either electrical or mechanical);
- audible noise at levels that cause health problems to persons.

Safety measures are a combination of the measures incorporated at the design stage and those measures required to be implemented by the user.

**3.50 betjäningsplan**

plan på vilket personer normalt står när de manövrerar eller utför underhållsarbete på elutrustning

**3.51 kortslutningsström**

överström som orsakas av kortslutning på grund av fel eller felaktig koppling i en elektrisk krets [IEV 441-11-07]

**3.52 (elektriskt) fackkunnig person**

person som har lämplig utbildning och erfarenhet för att han eller hon skall kunna inse riskerna och undvika de faror som elektricitet kan medföra [IEV 826-09-01, ändrad]

**3.53 leverantör**

företag eller annan juridisk person (t ex tillverkare, entreprenör, installatör, samordnare) som levererar utrustning eller utför maskinservice

ANM - En användare kan även fungera som leverantör till sig själv.

**3.54 elkopplare**

anordning avsedd att sluta eller bryta ström i en eller flera elektriska kretsar [IEV 441-14-01]

ANM - En elkopplare kan vara avsedd för antingen den ena eller båda funktionerna.

**3.55 anslutningspunkt, tag**

ledande del av en anordning avsedd för elektrisk anslutning till yttre kretsar.

ANM till den svenska översättningen:

Det engelska ordet "terminal" kan också översättas med ordet "plint".

**3.56 icke styrt stopp**

stopp av maskinrörelse genom avlägsnande av kraft till drivanordningarna, med alla bromsar och/eller andra mekaniska stoppanordningar aktiverade

**3.57 användare**

företag eller annan juridisk person som använder maskinen och elutrustningen till denna

**4 Allmänna fordringar****4.1 Allmänt**

Denna del av IEC 60204 är avsedd att gälla elutrustning för olika slag av maskiner eller grupper av maskiner som fungerar tillsammans på ett samordnat sätt.

De risker som hänger samman med de potentiella farorna som elutrustningen kan framkalla skall ingå i den totala riskbedömningen av maskinen i fråga. Detta bestämmer den risknivå som kan accepteras och vilka skyddsåtgärder som är nödvändiga för personer som utsätts för dessa potentiella faror, samtidigt som en acceptabel funktion bibehålls hos maskinen och dess utrustning.

Potentiella faror kan uppstå av, men begränsas inte till, följande orsaker:

- felfunktion eller fel hos elutrustningen som innebär fara för elchock eller elbrand
- felfunktion eller fel i styrkretsar (eller komponenter och anordningar som har samband med dessa kretsar) som leder till att maskinen fungerar felaktigt
- störningar eller avbrott i energikällor såväl som felfunktion eller fel i kraftkretsar med följd att maskinen fungerar felaktigt
- glapp i släp- eller rullkontakter vilket medför fel i säkerhetsfunktion
- elektriska störningar (t ex elektromagnetiska eller elektrostatiska störningar eller radiostörningar) endera från omgivningen eller alstrade i utrustningen
- lagrad energi (mekanisk eller elektrisk)
- buller med nivåer som orsakar hälsoproblem hos personer.

Skyddsåtgärder är en kombination av de åtgärder som vidtas på konstruktionsstadiet och de åtgärder som måste vidtas av användaren.

Design and development shall be the first consideration in the reduction of risks. Where this is not sufficient, safeguarding and safe working procedures shall be considered. Safeguarding includes the use of safeguards and awareness means.

The use of the inquiry form as shown in annex B of this part of IEC 60204 is recommended in order to facilitate an appropriate agreement between the user and the supplier(s) on basic conditions and additional user requirements related to the electrical equipment. Those additional requirements are to:

- provide additional features that are dependent on the type of machine (or group of machines) and the application;
- facilitate maintenance and repair; and
- advance the reliability and ease of operation.

#### 4.2 Selection of equipment

Electrical components and devices shall be suitable for their intended use and shall conform to relevant IEC standards where such exist.

#### 4.3 Electrical supply

##### 4.3.1 General

The electrical equipment shall be designed to operate correctly with the conditions of the supply:

- as specified in 4.3.2 or 4.3.3, or
- as otherwise specified by the user (see annex B), or
- as specified by the supplier in the case of a special source of supply such as an on-board generator.

##### 4.3.2 AC supplies

Voltage                                      Steady state voltage: 0,9 ... 1,1 of nominal voltage.

Frequency                                    0,99 ... 1,01 of nominal frequency continuously;  
0,98 ... 1,02 short time.

NOTE – The short time value may be specified by the user (see annex B).

Harmonics                                    Harmonic distortion not to exceed 10 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the second through to the fifth harmonic. An additional 2 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the sixth through to the 30th harmonic is permissible.

Voltage unbalance                        Neither the voltage of the negative sequence component nor the voltage of the zero sequence component in three-phase supplies shall exceed 2 % of the positive sequence component.

Voltage interruption                    Supply interrupted or at zero voltage for not more than 3 ms at any random time in the supply cycle. There shall be more than 1 s between successive interruptions.

Voltage dips                                Voltage dips shall not exceed 20 % of the peak voltage of the supply for more than one cycle. There shall be more than 1 s between successive dips.



Riskerna skall först och främst minskas genom åtgärder vid utveckling och konstruktion. När detta inte är tillräckligt skall tekniska skyddsåtgärder och säkra arbetsmetoder beaktas. Tekniska skyddsåtgärder omfattar användning av tekniska skydd och åtgärder för att påkalla uppmärksamhet.

Frågeblanketten som visas i bilaga B i denna del av IEC 60204 rekommenderas för att underlätta för användaren och leverantören(erna) att upprätta avtal om de grundläggande villkoren och om de ytterligare fordringar användaren ställer på elutrustningen. Dessa ytterligare fordringar skall:

- ange ytterligare egenskaper, beroende av typen av maskin (eller grupp av maskiner) och av tillämpningen
- underlätta reparation och underhåll
- förbättra tillförlitligheten och underlätta användningen.

## 4.2 Val av utrustning

Elektriska komponenter och anordningar skall vara lämpliga för sina avsedda användningsområden och skall överensstämma med tillämpliga IEC-standarder när sådana finns.

## 4.3 Elektrisk matning

### 4.3.1 Allmänt

Elutrustningen skall vara konstruerad för att fungera felfritt med egenskaper hos det matande nätet:

- som anges i 4.3.2 eller 4.3.3, eller
- som på annat sätt anges av användaren (se bilaga B), eller
- som anges av leverantören i de fall speciella matningskällor används, såsom en på maskinen monterad generator.

### 4.3.2 Växelspänningsmatning

Spänning: 0,9 ... 1,1 av nominell spänning i fortfarighetstillstånd.

Frekvens: 0,99 ... 1,01 av nominell frekvens varaktigt,  
0,98 ... 1,02 kortvarigt.

ANM - Korttidsvärdet kan anges av användaren (se bilaga B).

Övertoner: Övertonshalten, bestämd som summan av 2:a t o m 5:e övertonerna, får inte överstiga 10 % av spänningens totala effektivvärde. För summan av 6:e t o m 30:e deltonerna tillåts ytterligare 2 %.

Spänningsosymmetri: Varken spänningen hos minusföljdskomponenten eller hos nollföljdskomponenten vid 3-fasmatning får överstiga 2 % av plusföljdskomponenten.

Spänningsavbrott: Avbrott i matning eller nollspänning får inte vara längre än 3 ms vid godtyckligt läge inom en period av matningsspänningen. Det skall vara mer än 1 s mellan på varandra följande avbrott.

Kortvarig spänningssänkning: Kortvariga spänningssänkningar får inte överstiga 20 % av matningsspänningens toppvärde under mer än en period. Det skall vara mer än 1 s mellan på varandra följande spänningssänkningar.

#### 4.3.3 DC supplies

##### *From batteries:*

Voltage 0,85 ... 1,15 of nominal voltage;  
0,7 ... 1,2 of nominal voltage in the case of battery-operated vehicles.

Voltage interruption Not exceeding 5 ms.

##### *From converting equipment:*

Voltage 0,9 ... 1,1 of nominal voltage.

Voltage interruption Not exceeding 20 ms. There shall be more than 1 s between successive interruptions.

Ripple (peak-to-peak) Not exceeding 0,15 of nominal voltage.

NOTE – This is a variation to IEC Guide 106 to ensure proper operation of electronic equipment.

#### 4.3.3 On-board power supply

For special supply systems such as on-board generators, the limits given in 4.3.2 and 4.3.3 may be exceeded provided that the equipment is designed to operate correctly with those conditions.

### 4.4 Physical environment and operating conditions

#### 4.4.1 General

The electrical equipment shall be suitable for use in the physical environment and operating conditions specified in 4.4.2 to 4.4.8. When the physical environment or the operating conditions are outside those specified, an agreement may be needed between the supplier and the user (see annex B).

#### 4.4.2 Electromagnetic compatibility (EMC)

The equipment shall not generate electromagnetic disturbances above levels that are appropriate for its intended places of use. In addition, the equipment shall have an adequate level of immunity to electromagnetic disturbances so that it can operate correctly in its intended environment.

##### NOTES

1 European standards EN 50081 and EN 50082-2 give general EMC emission and immunity limits. Those requirements are also under consideration by IEC TC 77 and CISPR.

2 Product standards (e.g. IEC 60439-1) may give more specific EMC requirements.

Generated disturbances can be limited by:

- suppression at the source by using capacitors, inductors, diodes, Zener diodes, varistors or active devices, or a combination of those components; or
- screening of the equipment in a bonded electrically conductive enclosure to provide segregation from other equipment.

Undesirable effects of electrostatic discharge, radiated electromagnetic energy and mains borne disturbances shall be avoided, for example by the use of appropriate filters and time delays, a choice of certain power levels, and the use of suitable wiring types and practices.

### 4.3.3 Likspänningsmatning

Från batteri:

Spänning: 0,85 ... 1,15 av nominell spänning  
0,7 ... 1,2 av nominell spänning för batteridrivna fordon.

Spänningsavbrott: inte längre än 5 ms.

Från likriktare eller omformare:

Spänning: 0,9 ... 1,1 av nominell spänning.

Spänningsavbrott: inte längre än 20 ms. Det skall vara mer än 1 s mellan på varandra följande avbrott.

Rippel (topp till topp) får inte överstiga 0,15 av nominell spänning.

ANM - Detta är en avvikelse från IEC Guide 106 för att säkerställa riktig funktion hos elektronisk utrustning.

### 4.3.4 På maskin monterad kraftförsörjning

För speciella kraftförsörjningar, såsom på maskin monterade generatorer, kan gränserna som anges i avsnitten 4.3.2 och 4.3.3 överskridas under förutsättning att utrustningen är konstruerad för att fungera korrekt under dessa förhållanden.

## 4.4 Miljö- och driftförhållanden

### 4.4.1 Allmänt

Elutrustningen skall vara lämplig för användning i den miljö och under de driftförhållanden som anges i avsnitten 4.4.2 till 4.4.8. Om miljön eller driftförhållandena är andra än de angivna, kan ett avtal mellan leverantören och användaren vara nödvändigt (se bilaga B).

### 4.4.2 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

Utrustningen skall inte generera elektromagnetiska störningar som överskrider de nivåer som är lämpliga för dess avsedda användningsplats. Dessutom skall utrustningen ha en tillräcklig immunitet mot elektromagnetiska störningar så att den kan fungera korrekt i sin avsedda miljö.

ANM 1 - De europeiska standarderna EN 50081 och EN 50082-2 anger generella emissions- och immunitetsgränser för EMC. Dessa fordringar är under övervägande av IEC TC77 och CISPR.

ANM 2 - Produktstandarder (t ex IEC 60439-1) kan ange mer detaljerade EMC-fordringar.

Alstrade störningar kan begränsas genom:

- undertryckning vid källan med hjälp av kondensatorer, spolar, dioder, zenerdioder, varistorer eller aktiva element, eller en kombination av dessa; eller
- skärmning av utrustningen i ett sammanhängande elektriskt ledande hölje som avskiljer den från annan utrustning.

Oönskade effekter av elektrostatiska urladdningar, utstrålad elektromagnetisk energi och ledningsbundna störningar skall undvikas, t ex genom användning av lämpliga filter och fördröjningselement, val av effektnivå, lämpliga ledningstyper och ledningsdragning.

Measures that can be used to reduce the effects of disturbances on equipment include:

- connections of circuits to a reference potential: each circuit is connected to a terminal on a ground plane (chassis) (see figure 3) that is connected to earth using an insulated conductor of large cross-sectional area (e.g. a minimum area of 6 mm<sup>2</sup> of type class 6 in accordance with table C.4);
- interconnections of conductive structural parts of the equipment: conductive structural parts are connected to a common point using conductors of large cross-sectional area that are as short as is possible. Conductive parts connected to the equipment enclosure via sliding contacts or hinges are also connected to that enclosure using large section braided conductors (see also 8.3.3 and figure 3);
- wiring practices: using electrostatic screens, electromagnetic shields, twisted conductors, and cable orientation (i.e. crossing cable runs at as near to 90° as is practicable), or running the conductors parallel to and as close as is practicable to the ground-plane, to minimize the disturbances from power cables to low level control wiring;
- separation of equipment: separating and/or shielding sensitive equipment (e.g. units working with pulses and/or at low signal levels) from switching equipment (e.g. electromagnetic relays, thyristors); separating low level signal wiring from control and power cables.

#### 4.4.3 *Ambient air temperature*

Electrical equipment shall be capable of operating correctly in the intended ambient air temperature. The minimum requirement for all electrical equipment is correct operation between air temperatures of +5 °C and +40 °C. For very hot environments (e.g. hot climates, steel mills, paper mills) and for cold environments, extra requirements may be necessary (see annex B).

#### 4.4.4 *Humidity*

The electrical equipment shall be capable of operating correctly when the relative humidity does not exceed 50 % at a maximum temperature of +40 °C. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures (e.g. 90 % at 20 °C).

Harmful effects of occasional condensation shall be avoided by proper design of the equipment or, where necessary, by proper additional measures (e.g. built-in heaters, air conditioners, drain holes).

#### 4.4.5 *Altitude*

Electrical equipment shall be capable of operating correctly at altitudes up to 1 000 m above mean sea level.

#### 4.4.6 *Contaminants*

Electrical equipment shall be adequately protected against the ingress of solid bodies and liquids (see 12.3).

Consideration should be given to the suitability of the electrical equipment where contaminants (e.g. dust, acids, corrosive gases, salt) are present in the physical environment in which the electrical equipment is to be installed (see annex B).

#### 4.4.7 *Ionizing and non-ionizing radiation*

When equipment is subject to radiation (e.g. microwave, ultraviolet, lasers, X-rays), additional measures shall be taken to avoid malfunctioning of the equipment and accelerated deterioration of the insulation. A special agreement may be necessary between the supplier and the user (see annex B).

Åtgärder som kan användas för att reducera inverkan av störningar på utrustning inbegriper:

- anslutning av kretsar till en referenspotential: varje krets förbinds till en jordplansanslutning (chassi), (se figur 3) som är förbunden med jord genom en isolerad ledare med stor ledararea (t ex en ledare enligt tabell C4, klass 6, med en minimiarea av 6 mm<sup>2</sup>)
- sammankoppling av utrustningens ledande konstruktionsdelar: ledande konstruktionsdelar förbinds till en gemensam punkt genom ledare med stor ledararea som är så kort som möjligt. Ledande delar förbundna med utrustningens kapsling genom släpkontakter eller gångjärn förbinds även med kapslingen genom flätade ledare med stor tvärsnittsarea (se även avsnitt 8.3.3 och figur 3)
- ledningsdragnings: genom elektrostatiske och elektromagnetiska avskärmning, användning av tvinnade ledare och lämplig orientering (dvs kabelstråk bör korsas varandra i en vinkel så nära 90° som möjligt) eller genom att dra ledningarna längs med och så nära jordplanet som är praktiskt möjligt, för att minimera störningar från kraftkablar till styrledningar med låg signalnivå; samt
- separering av utrustningar: känslig utrustning (t ex enheter som arbetar med pulser och/eller vid låga signalnivåer) placeras separat och/eller skärmas från kopplingsutrustning (t ex elektromagnetiska reläer eller tyristorer). Ledningar med låga signalnivåer placeras åtskilda från styr- och kraftkablar.

#### 4.4.3 Omgivningstemperatur

Elutrustning skall fungera felfritt vid avsedd omgivningstemperatur. Minimifordringen för all elutrustning är korrekt funktion vid en omgivningstemperatur mellan +5°C och +40°C. Vid mycket höga omgivningstemperaturer (t ex varmt klimat, stålverk och pappersbruk) och låga omgivningstemperaturer kan ytterligare fordringar vara nödvändiga (se bilaga B).

#### 4.4.4 Fuktighet

Elutrustningen skall fungera felfritt vid en relativ fuktighet som inte överstiger 50% vid en maximal temperatur av + 40°C. Högre relativa fuktigheter kan tillåtas vid lägre temperaturer (t ex 90% vid 20°C).

Skadlig verkan av tillfällig kondens skall undvikas genom lämplig konstruktion av utrustningen eller, om nödvändigt, genom lämpliga ytterligare åtgärder (t ex inbyggda värmeelement, luftkonditionering eller dräneringshåll).

#### 4.4.5 Höjd över havet

Elutrustning skall fungera felfritt upp till en höjd av 1000 m över havet.

#### 4.4.6 Föroreningar

Elutrustning skall vara tillräckligt skyddad mot inträngning av fasta föremål och vätskor (se avsnitt 12.3).

Hänsyn skall tas till elutrustningens lämplighet där föroreningar (t ex av damm, syror, korrosiva gaser eller salt) finns i den miljö i vilken elutrustningen skall installeras (se bilaga B).

#### 4.4.7 Joniserande och icke-joniserande strålning

Där utrustning är utsatt för strålning (t ex med mikrovågor, ultraviolettt ljus, laserljus eller röntgenstrålar) skall ytterligare åtgärder vidtas för att förhindra felfunktion hos utrustningen och accelererad nedbrytning av isoleringen. Ett särskilt avtal mellan leverantör och användare kan vara nödvändigt (se bilaga B).

#### 4.4.8 *Vibration, shock, and bump*

Undesirable effects of vibration, shock and bump (including those generated by the machine and its associated equipment and those created by the physical environment) shall be avoided by the selection of suitable equipment, by mounting it away from the machine, or by the use of antivibration mountings. A special agreement may be necessary between the supplier and the user (see annex B).

#### 4.5 *Transportation and storage*

Electrical equipment shall be designed to withstand, or suitable precautions shall be taken to protect against, the effects of transportation and storage temperatures within a range of  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$  and for short periods not exceeding 24 h at up to  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Suitable means shall be provided to prevent damage from humidity, vibration, and shock.

NOTE – Electrical equipment susceptible to damage at low temperatures includes PVC insulated cables.

#### 4.6 *Provisions for handling*

Heavy and bulky electrical equipment that has to be removed from the machine for transport, or that is independent of the machine, shall be provided with suitable means for handling by cranes or similar equipment (see also 14.4.6).

#### 4.7 *Installation and operation*

Electrical equipment shall be installed and operated in accordance with the supplier's instructions and ergonomic principles should be taken into account.

### **5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off**

#### 5.1 *Incoming supply conductor terminations*

It is recommended that, where practicable, the electrical equipment of a machine should be connected to a single power supply. Where it is necessary to use another supply for certain parts of the equipment (e.g. electronic circuits, electromagnetic clutches), that supply should be derived, as far as is possible, from devices (e.g. transformers, converters) forming part of the electrical equipment of the machine. For large complex machinery comprising a number of widely-spaced machines working together in a co-ordinated manner, there may be a need for more than one incoming supply depending upon the site supply arrangements (see 5.3.1).

Unless a plug is provided with the machine for the connection to the supply (see 5.3.2 d), it is recommended that the supply conductors are terminated at the supply disconnecting device. When that is not practicable, separate terminations shall be provided .

Where a neutral conductor is used it shall be clearly indicated in the technical documentation of the machine, such as in the installation diagram and in the circuit diagram, and a separate insulated terminal, labelled N, shall be provided for the neutral conductor (see also annex B).

There shall be no connection between the neutral conductor and the protective bonding circuit inside the electrical equipment nor shall a combined PEN terminal be used.

**Exception:** a connection may be made between the neutral terminal and the PE terminal at the point of the connection of the power supply to the machine for TN-C systems.

All terminals for the incoming supply connection shall be clearly identified in accordance with IEC 60445. For the identification of the external protective conductor terminal, see 5.2.

#### 4.4.8 Vibration, stöt och slag

Oönskade följder av vibration, stöt och slag (innefattande sådana som alstras av maskinen med tillhörande utrustning och sådana som orsakas av miljön) skall undvikas genom val av lämplig utrustning, genom montering av utrustningen på avstånd från maskinen eller genom att använda vibrationsdämpare. Ett särskilt avtal mellan leverantör och användare kan vara nödvändigt (se bilaga B).

#### 4.5 Transport och förvaring

Elutrustning skall vara konstruerad, eller genom lämpliga åtgärder vara skyddad, för att under transport och lagring motstå påfrestningar förorsakade av temperaturer mellan  $-25\text{ °C}$  och  $+55\text{ °C}$  och kortvarigt, inte mer än 24 h, upp till  $+70\text{ °C}$ . Lämpliga hjälpmedel skall tillhandahållas för att förhindra skador orsakade av fukt, vibration och stöt.

ANM - Elutrustning känslig för skada vid låga temperaturer inbegriper PVC-isolerad kabel.

#### 4.6 Åtgärder för hantering

Tung och skrymmande elutrustning som måste demonteras från maskinen för transport, eller som är fristående från maskinen, skall förses med lämpliga anordningar för hantering med kranar eller liknande (se även avsnitt 14.4.6).

#### 4.7 Installation och drift

Elutrustning skall installeras och användas enligt leverantörens anvisningar och ergonomiska principer skall beaktas.

### 5 Anslutning av matande ledare och anordningar för frånskiljning och frånkoppling

#### 5.1 Anslutning av matande ledare

Maskinens elutrustning bör om möjligt anslutas till en enda kraftmatning. Om ytterligare matning måste användas för vissa delar av utrustningen (t ex för elektroniska kretsar och elektromagnetiska kopplingar), bör denna om möjligt göras från anordningar (t ex transformatorer eller omformare) som ingår i maskinens elutrustning. För stora komplexa maskinanläggningar bestående av ett antal maskiner placerade på avstånd från varandra och som arbetar på ett samordnat sätt, kan det bli nödvändigt med mer än en matning beroende på uppbyggnaden av anläggningens matningssystem (se avsnitt 5.3.1).

Om maskinen inte är utförd för stickproppsanslutning (se avsnitt 5.3.2 d), bör matande ledare anslutas direkt till huvudfrånskiljaren. Där detta inte är praktiskt möjligt skall separata anslutningar finnas.

Där neutralledare används skall detta tydligt anges i den tekniska dokumentationen för maskinen, t ex i installationsscheman och i kretsscheman, och en särskild isolerad anslutningspunkt, märkt N, skall finnas för neutralledaren (se även bilaga B).

Mellan neutralledaren och skyddsströmbanan får inte finnas någon förbindning i elutrustningen. PEN-anslutningspunkt får inte användas.

**Undantag:** Om det matande nätet är av typen TN-C-system får en förbindning mellan neutralledarens anslutningspunkt och PE-ledarens anslutningspunkt finnas vid maskinens matningspunkt.

Alla anslutningspunkter för matningen skall tydligt identifieras enligt IEC 60445. För identifiering av yttre skyddsledares anslutningspunkt, se avsnitt 5.2.

## 5.2 Terminal for connection to the external protective earthing system

For each incoming supply, a terminal shall be provided in the vicinity of the associated phase conductor terminals (see 8.2.1) for connection of the machine to the external protective earthing system or to the external protective conductor, depending upon the supply distribution system, and in accordance with the relevant installation standards.

The terminal shall be of such a size as to enable the connection of an external protective copper conductor with a cross-sectional area in accordance with table 1.

**Table 1 – Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor**

Cross-sectional area of phase conductors supplying the equipment $S \text{ mm}^2$	Minimum cross-sectional area of the external protective copper conductor $S_p \text{ mm}^2$
$S \leq 16$	$S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Where an external protective conductor of a material other than copper is used, the terminal size shall be selected accordingly (see also 8.2.2).

At each incoming supply point, the terminal for the external protective conductor shall be identified by marking with the letters PE (see IEC 60445), in order to avoid confusion at the point(s) of connection between machine and fixed installation.

The other terminals used for the connection of machine components or subassemblies to the protective bonding circuit of the machine shall be identified either by the graphic symbol 60417-2-IEC-5019:



or with the letters PE, the graphical symbol being preferred, or by use of the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

## 5.3 Supply disconnecting (isolating) device

### 5.3.1 General

A supply disconnecting device shall be provided:

- for each incoming source of supply to a machine;
- for the source of supply to a feeder system using collector wires, collector bars, slip-ring assemblies, flexible cable systems (reeled, festooned), to a machine or a number of machines;
- for each on-board power supply.

The supply disconnecting device shall disconnect (isolate) the electrical equipment of the machine from the supply when required (e.g. for work on the machine, including the electrical equipment).

When two or more supply disconnecting devices are provided, protective interlocks for their correct operation shall be used where a hazardous condition or damage to the machine or to the work in progress can occur.



## 5.2 Anslutningspunkt för förbindning till yttre skyddsjordssystem

För varje inkommande matning skall det finnas en anslutningspunkt för förbindning av maskinen till det yttre skyddsjordssystemet eller till den yttre skyddsledaren, beroende på distributionssystem, och i enlighet med tillämpliga installationsstandarder. Anslutningspunkten ska finnas nära varje inkommande matnings anslutningspunkt för samhörande fasledare (se avsnitt 8.2.1).

Anslutningspunkten skall vara dimensionerad för en yttre skyddsledare av koppar med en area enligt tabell 1.

**Tabell 1 - Minsta area hos yttre skyddsledare av koppar**

Area hos fasledare som matar utrustningen $S \text{ mm}^2$	Minsta area hos yttre skyddsledare av koppar $S_p \text{ mm}^2$
$S \leq 16$	$S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Där en yttre skyddsledare av annat material än koppar används, skall anslutningspunkten dimensioneras med hänsyn därtill (se även avsnitt 8.2.2).

Vid varje inkommande matning skall anslutningspunkten för yttre skyddsledare märkas med bokstäverna PE (se IEC 60445), för att undvika förväxling i förbindningspunkt(erna) mellan maskin och fast installation.

De övriga anslutningspunkterna för förbindning av komponenter och övrig utrustning med maskinens skyddsströmbana skall identifieras antingen med den grafiska symbolen 60417-2-IEC-5019:



eller med bokstäverna PE, där den grafiska symbolen är att föredra, eller genom användning av tvåfärgskombinationen GRÖN-OCH-GUL.

## 5.3 Frånskiljare i kraftmatningskretsar

### 5.3.1 Allmänt

En anordning för frånskiljning skall finnas:

- för varje inkommande matning till en maskin
- för varje matning till fördelningssystem som innehåller kontaktledningar, kontaktskenor, släpringsanordningar, flexibla kabelsystem (upprullad, hängande), till en maskin eller ett antal maskiner
- för varje på maskinen monterad kraftkälla.

Frånskiljningsanordningen skall, vid behov, frånskilja maskinens elektriska utrustning från matningen (t ex för arbete på maskinen, inklusive den elektriska utrustningen).

När två eller flera frånskiljningsanordningar ingår, skall skyddsförreglingar anordnas för korrekt frånskiljning, om fara eller skada på maskin eller arbetsprocess kan uppstå.

### 5.3.2 Type

The supply disconnecting device shall be one of the following types:

- a) a switch-disconnector, with or without fuses, in accordance with IEC 60947-3, utilization category AC-23B or DC-23B;
- b) a disconnector, with or without fuses, in accordance with IEC 60947-3, that has an auxiliary contact that in all cases causes switching devices to break the load circuit before the opening of the main contacts of the disconnector;
- c) a circuit-breaker suitable for isolation in accordance with IEC 60947-2;
- d) a plug/socket combination for a machine with a rated current not exceeding 16 A and a total power rating not exceeding 3 kW;
- e) a plug and socket-outlet or an appliance coupler (see 3.39) for a flexible cable supply (e.g. reeled, festooned) to a mobile machine under the following conditions:
  - it shall not be possible to connect or disconnect a plug and socket-outlet or an appliance coupler, without breaking capacity, during load conditions;
  - the plug and socket-outlet or the appliance coupler shall be so connected that the part connected to the incoming supply is that which is protected to at least IP2X or IPXXB.

Where a plug/socket combination with breaking capacity is used, it shall have a breaking capacity of at least the rated current of the machine at rated voltage (see also 14.4.5). Where a plug/socket combination is used for disconnection under overload (e.g. locked rotor), the rating should be at least locked rotor current. In addition, the electrical equipment shall have a device for switching the machine on and off.

### 5.3.3 Requirements

When the supply disconnecting device is one of the first three types specified in 5.3.2 (i.e. a switch-disconnector, a disconnector used in combination with switching devices, or a circuit-breaker), it shall fulfil all of the following requirements:

- isolate the electrical equipment from the supply and have one OFF (isolated) and one ON position only, clearly marked with "O" and "I" (symbols 60417-2-IEC-5008 and 60417-2-IEC-5007, see 10.2.2), with the actuating directions in accordance with IEC 60447. Circuit-breakers that, in addition, have a reset (tripped) position between "O" and "I" are also deemed to satisfy this requirement;
- have a visible gap or a position indicator which cannot indicate OFF (isolated) until all contacts are actually open and there is an adequate isolating distance between all the contacts in accordance with IEC 60947-3;
- have an external operating means (e.g. handle), (**exception:** power-operated switchgear need not be operable from outside the enclosure where there are other means to open it). The handle should be BLACK or GREY (**exception:** see 10.7.4);
- be provided with a means permitting it to be locked in the OFF (isolated) position (e.g. by padlocks). When so locked, remote as well as local closing shall be prevented;
- disconnect all live conductors of its power supply circuit. However, for TN supply systems, the neutral conductor may or may not be disconnected. It is noted that in some countries, disconnection of the neutral conductor (when used) is compulsory;
- have a breaking capacity sufficient to interrupt the current of the largest motor when stalled together with the sum of the normal running currents of all other motors and/or loads. The calculated breaking capacity may be reduced by the use of a proven diversity factor.

### 5.3.2 Typ

Matningens frånskiljningsanordning skall vara en av följande typer:

- a) en lastfrånskiljare, med eller utan säkringar, enligt IEC 60947-3, användningskategori AC-23B eller DC-23B
- b) en frånskiljare, med eller utan säkringar, enligt IEC 60947-3, som har en hjälpkontakt som alltid påverkar elkopplare så att kraftkretsen bryts innan frånskiljarens huvudkontakter öppnas
- c) en effektbrytare, lämplig för frånskiljning, enligt IEC 60947-2
- d) ett anslutningsdon för maskiner med en märkström av högst 16 A och en märkeffekt av högst 3 kW
- e) stickpropp och uttag eller apparatanslutningsdon (se avsnitt 3.39) för matning via flexibel kabel (t ex upprullad eller hängande) till en mobil maskin under följande förutsättningar:
  - det skall inte vara möjligt att sätta ihop eller dra isär en stickpropp och uttag eller ett apparatanslutningsdon, utan brytkapacitet, under belastning
  - stickpropp och uttag eller apparatanslutningsdon skall vara så anslutna att den del som är förbunden till matningen är skyddad till minst IP2X eller IPXXB.

Där anslutningsdon med brytförmåga används skall kombinationen ha en brytförmåga av minst maskinens märkström vid märkspänning (se även avsnitt 14.4.5). Där anslutningsdon används för att bryta vid överlast (t ex vid fastlåst rotor), skall brytförmågan motsvara minst strömmen vid fastlåst rotor. Dessutom skall elutrustningen ha en anordning för att koppla till och från maskinen.

### 5.3.3 Fordringar

När frånskiljningsanordningen är en av de tre första typerna som anges i avsnitt 5.3.2 (d v s en lastfrånskiljare, en frånskiljare i kombination med kopplingsanordningar eller en effektbrytare), skall den uppfylla alla följande fordringar:

- frånskilja elutrustningen från matningen och vara försedd med endast ett FRÅN-läge (frånskild) och ett TILL-läge, tydligt märkta med "O" och "I" (enligt 60417-IEC-5008 och 60417-IEC-5007, se avsnitt 10.2.2) med manöverriktningar enligt IEC 60447. Effektbrytare som dessutom har ett utlöst läge mellan "O" och "I", anses även uppfylla denna fordring.
- ha ett synligt brytställe eller en lägesindikator, som inte kan visa FRÅN-läge frånskild förrän alla kontakter verkligen är öppna och tillräckligt frånskiljningsavstånd finns mellan alla kontakter enligt IEC 60947-3
- ha ett yttre manöverdon (t ex handtag), (**undantag**: kraftmanövrerade elkopplare behöver inte kunna manövreras från utsidan av kapslingen där det finns andra anordningar för att öppna den). Manöverhandtaget bör vara SVART eller GRÅTT (**undantag**: se avsnitt 10.7.4).
- vara utrustad med en anordning som möjliggör låsning i FRÅN-läge (frånskild) (t ex med hänglås). När frånskiljningsanordningen väl är låst skall såväl fjärr- som lokal TILL-manöver vara förhindrad.
- frånskilja alla spänningsförande ledare från deras kraftmatningskretsar. I matningssystem av typ TN är det dock valfritt att frånskilja eller inte frånskilja neutralledaren. Det bör noteras att i vissa länder är frånskiljning av neutralledaren (om den används) obligatorisk.
- kunna bryta strömmen till den största motorn när denna är fastbromsad, adderad med summan av märkströmmarna hos alla övriga motorer och/eller belastningar vid normal drift. Den beräknade brytförmågan får minskas med en bedömd reduceringsfaktor.

#### 5.3.4 *Operating handle*

The handle of the supply disconnecting device shall be easily accessible and located between 0,6 m and 1,9 m above the servicing level. An upper limit of 1,7 m is recommended.

#### 5.3.5 *Excepted circuits*

The following circuits need not be disconnected by the supply disconnecting device:

- lighting circuits for lighting needed during maintenance or repair;
- plug and socket outlets for the exclusive connection of repair or maintenance tools and equipment (e.g. hand drills, test equipment);
- undervoltage protection circuits that are only used for automatic tripping in the event of supply failure;
- circuits supplying equipment that should normally remain energized for satisfactory operation (e.g. temperature controlled measuring devices, product (work in progress) heaters, program storage devices);
- control circuits for interlocking.

It is recommended, however, that such circuits be provided with their own disconnecting device.

Where such a circuit is not disconnected by the supply disconnecting device:

- permanent warning label(s) shall be appropriately placed in proximity to the supply disconnecting device;
- a corresponding statement shall be included in the maintenance manual;
- a permanent warning label shall be placed in proximity to each excepted circuit or the excepted circuit shall be separated from other circuits or, in the case of control circuits for interlocking, identified by colour according to 14.2.4.

#### 5.4 *Devices for switching off for prevention of unexpected start-up*

Devices for switching off for the prevention of unexpected start-up shall be provided (e.g. where, during maintenance, a start-up of the machine can create a hazard). Devices described in 5.3.2 may fulfil that function. Disconnectors, withdrawable fuse links or withdrawable links may also be used for that purpose, but only when located in an enclosed electrical operating area (see 3.17).

Such devices shall be appropriate and convenient for the intended use, shall be suitably placed, and readily identifiable (e.g. by a durable marking where necessary).

Means shall be provided to prevent inadvertent, and/or mistaken closure of the disconnecting device (see also 5.6).

When means other than supply disconnecting devices in accordance with 5.3.2 are used (e.g. a contactor switched off by a control circuit), such means for switching off are intended to be employed only for situations that include:

- no significant dismantling of the machine;
- adjustments requiring a relatively short time;
- no work carried out on the electrical equipment except when:
  - there is no hazard arising from electric shock (see clause 6) and burn;
  - the switching off means cannot be negated by the work;
  - the work is of a minor nature (e.g. replacement of plug-in devices without disturbing existing wiring).

NOTE – This standard does not address provisions for switching off non-electrical power supplies, which are under consideration.

### 5.3.4 Manöverhandtag

Frånskiljningsanordningens manöverhandtag skall vara lätt åtkomligt och placerat mellan 0,6 och 1,9 m över betjäkningsplanet. Högst 1,7 m rekommenderas.

### 5.3.5 Undantagna kretsar

Följande kretsar behöver inte frånskiljas av matningens frånskiljningsanordning:

- kretsar för belysning som behövs vid underhåll och reparation
- eluttag avsedda enbart för anslutning av verktyg och annan utrustning för underhåll eller reparation (t ex handbormaskiner och provningsutrustning)
- kretsar för underspänningsskydd som endast används för automatiskt frånslag vid matningsfel
- kretsar som matar utrustning som normalt skall vara spänningssatt för att fungera tillfredsställande (t ex temperaturreglerade mätanordningar, värme för produkt (arbetsprocess), programminnen)
- styrkretsar för förregling.

Dock rekommenderas att sådana kretsar förses med egen frånskiljningsanordning.

Där en sådan krets inte frånskiljs med matningens frånskiljningsanordning, skall:

- permanent(a) varningsskylt(ar) finnas väl synlig invid matningens frånskiljningsanordning
- motsvarande information finnas i underhållsinstruktionerna och
- en permanent varningsskylt finnas invid varje undantagen krets eller skall den undantagna kretsen vara separerad från andra kretsar eller, om det är förreglingskretsar, identifieras med färg enligt avsnitt 14.2.4.

## 5.4 Anordningar för fränkoppling för att förhindra oväntad start

Anordningar för fränkoppling avsedd att förhindra oväntad start skall finnas (t ex där start vid underhållsarbete kan innebära fara). Anordningar enligt avsnitt 5.3.2 kan fylla denna funktion. Frånskiljare, utdragbara säkringsenheter eller andra utdragbara enheter kan också användas för detta ändamål, men endast om de är placerade i låst elutrymme (se avsnitt 3.17).

Sådana anordningar skall vara ändamålsenliga och lämpade för den avsedda användningen, vara lämpligt placerade och lätta att känna igen (t ex genom varaktig märkning, där det behövs).

Åtgärder skall vidtas för att förhindra att frånskiljningsanordningen sluts oavsiktligt, obehörigt eller genom misstag (se även avsnitt 5.6).

När andra anordningar än matningens frånskiljningsanordningar enligt avsnitt 5.3.2 används (t ex en kontaktor fränkopplad med styrkrets), är sådan åtgärd för fränkoppling endast tänkt att användas när:

- ingen betydande demontering av maskinen sker
- justeringar som kräver relativt kort tid utförs
- inget arbete utförs på elutrustningen utom när
  - det inte finns fara för elchock (se avsnitt 6) och brännskada
  - fränkopplingen inte kan bli upphävd genom arbetet
  - arbetet är av ringa omfattning (t ex byte av insticksenheter utan att påverka befintlig ledningsförläggning).

ANM - Denna standard behandlar inte anordningar för att fränkoppla icke elektriska kraftkällor. Sådana regler är under övervägande.

ANM till den svenska översättningen: Se SS-EN 1037 Maskinsäkerhet - Förhindrande av oväntad start.

### 5.5 *Devices for disconnecting electrical equipment*

Devices shall be provided for disconnecting (isolating) electrical equipment to enable work to be carried out without a risk from electric shock or burn.

The supply disconnecting device (see 5.3) may, in some cases, fulfil that function. However, where it is necessary to work on individual parts of the electrical equipment of a machine, or on one of a number of machines fed by a common collector bar or collector wire system, a disconnecting device shall be provided for each part, or for each machine, requiring separate isolation. Devices described in 5.3.2 may fulfil that function. Disconnectors, withdrawable fuse links or withdrawable links may also be used for that purpose, but only when located in an enclosed electrical operating area. Such disconnecting devices shall be:

- appropriate and convenient for the intended use;
- suitably located;
- readily identifiable as to which part or circuit(s) of the equipment is served (e.g. by durable marking where necessary);
- provided with adequate means to prevent unauthorized, inadvertent, and/or mistaken closure of the disconnecting devices (except as allowed in 5.6).

### 5.6 *Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection*

The devices described in 5.4 and 5.5 that are capable of being equipped with means to lock them in the OFF position or disconnected state (e.g. by padlocks), in order to achieve protection against unauthorized, inadvertent, and/or mistaken connection, shall be equipped with such means. Other means of protection against connection (e.g. warning labels) may be used where a non-lockable disconnecting device (e.g. withdrawable fuse-links, withdrawable links) is located in an enclosed electrical operating area.

However, when a plug/socket combination used according to 5.3.2 d) or e) is so positioned that it can be under the immediate supervision of the person carrying out the work, means for locking in the OFF position need not be provided.

## **6 Protection against electric shock**

### 6.1 *General*

The electrical equipment shall provide protection of persons against electric shock from:

- direct contact;
- indirect contact.

The recommended measures for this protection are given in 6.2, 6.3, and 6.4, which are derived from IEC 60364-4-41. Where those recommended measures are not practicable, other measures from IEC 60364-4-41 may be used.

### 6.2 *Protection against direct contact*

#### 6.2.1 *General*

For each circuit or part of the electrical equipment, the measures of either 6.2.2 or 6.2.3 and, where applicable, 6.2.4 shall be applied. Where those measures are not practicable, other measures for protection against direct contact (e.g. by using barriers, by placing out of reach, using obstacles, using construction or installation techniques that prevent access) as defined in IEC 60364-4 may be applied (see 6.2.5 and 6.2.6).

## 5.5 Anordningar för frånskiljning av elektrisk utrustning

Anordningar för frånskiljning av elektrisk utrustning skall finnas så att arbete kan utföras utan risk för elchock eller brännskada.

Matningens frånskiljningsanordning (se avsnitt 5.3) kan i vissa fall fylla den funktionen. Där det är nödvändigt att arbeta på enskilda delar av en maskins elektriska utrustning eller på en av ett antal maskiner matade av ett gemensamt kontaktskene- eller kontaktledningssystem, skall dock en frånskiljningsanordning finnas för varje del eller för varje maskin som kräver separat frånskiljning. Anordningar beskrivna i avsnitt 5.3.2 kan fylla den funktionen. Frånskiljare, utdragbara säkringsenheter eller andra utdragbara enheter kan också användas för detta ändamål, men endast om de är placerade i låst elutrymme. Sådana frånskiljningsanordningar skall vara:

- ändamålsenliga och lämpade för den avsedda användningen
- lämpligt placerade
- lätt identifierbara vad avser del eller krets(ar) av utrustningen som betjänas (t ex genom varaktig märkning, där det är nödvändigt)
- försedda med lämpliga anordningar för att förhindra obehörig, oavsiktlig, och/eller felaktig tillkoppling av frånskiljningsanordningarna (förutom vad som tillåts i avsnitt 5.6).

## 5.6 Skydd mot obehörig, oavsiktlig och/eller felaktig tillkoppling

Anordningarna beskrivna i avsnitten 5.4 och 5.5 som kan förses med anordning för låsning i FRÅN-läget eller frånskilt läge (t ex med hänglås), för att erhålla skydd mot obehörig, oavsiktlig och/eller felaktig tillkoppling, skall förses med sådan låsanordning. Andra skyddsåtgärder mot tillkoppling (t ex varningsskyltar) får användas där en icke låsbar frånskiljningsanordning (t ex utdragbara säkringsenheter eller andra utdragbara enheter) är placerad i låst elutrymme.

När anslutningsdon enligt avsnitt 5.3.2 d) eller e) används och är så placerade att de kan förbli under ständig övervakning av den person som utför arbetet, erfordras emellertid inte utrustning för låsning i FRÅN-läge.

## 6 Skydd mot elchock

### 6.1 Allmänt

Elutrustningen skall ge personer skydd mot elchock orsakad av:

- direkt beröring
- indirekt beröring.

De rekommenderade skyddsåtgärder som anges i avsnitten 6.2, 6.3 och 6.4 är hämtade från IEC 60364-4-41. Där dessa rekommenderade skyddsåtgärder inte är praktiskt genomförbara, kan andra skyddsåtgärder från IEC 60364-4-41 vidtagas.

### 6.2 Skydd mot direkt beröring

#### 6.2.1 Allmänt

För varje strömkrets eller del av den elektriska utrustningen, skall skyddsåtgärder enligt avsnitt 6.2.2 eller 6.2.3 och, där det är tillämpligt, avsnitt 6.2.4 tillämpas. Där dessa skyddsåtgärder inte är praktiskt genomförbara, kan andra skyddsåtgärder mot direkt beröring (t ex användning av skyddsskärm, placering utom räckhåll, användning av hinder, användning av konstruktions- eller installationsteknik som förhindrar beröring) definierade i IEC 60364-4 vidtas (se avsnitt 6.2.5 och 6.2.6).

When the equipment is located in places open to all persons, which can include handicapped persons and children, measures of either 6.2.3, or 6.2.2 with a minimum degree of protection against direct contact corresponding to IP4X or IPXXD (see IEC 60529), shall be applied.

#### 6.2.2 *Protection by enclosures*

Live parts shall be located inside enclosures that conform to the relevant requirements of clauses 4, 12, and 15 (see also IEC 60536) and that provide protection against direct contact of at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529).

Where the top surfaces of the enclosure are readily accessible, the minimum degree of protection against direct contact provided by the top surfaces shall be IP4X or IPXXD.

Opening an enclosure (i.e. opening doors, lids, covers, and the like) shall be possible only under one of the following conditions:

- a) The use of a key or tool is necessary for access by skilled or instructed persons. For enclosed electrical operating areas, special requirements may apply (see IEC 60364-4-41, IEC 60364-4-47 or IEC 60439-1 as appropriate).

Live parts on the inside of doors shall be protected against direct contact to at least IP1X or IPXXA. Live parts, that are likely to be touched when resetting or adjusting devices intended for such operations while the equipment is still connected, shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB.

- b) The disconnection of live parts inside the enclosure before the enclosure may be opened.

This may be accomplished by interlocking the door with a disconnecting device (e.g. the supply disconnecting device) so that the door can only be opened when the disconnecting device is open and so that the disconnecting device can only be closed when the door is closed. However, a special device or tool as prescribed by the supplier may permit skilled persons to defeat the interlock provided that:

- it is possible at all times while the interlock is defeated to open the disconnecting device;
- upon closing the door, the interlock is automatically restored.

Where more than one door can provide access to live parts, care should be taken to implement the intent of this subclause.

All parts that are still live after switching off the disconnecting device(s) shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529). Such parts shall be marked with a warning sign in accordance with 17.2 (see also 14.2.4 for identification of conductors by colour).

Excepted from this requirement for marking are:

- parts that can be live only because of connection to interlocking circuits and that are distinguished by colour as potentially live in accordance with 14.2.4;
- the supply terminals of the supply disconnecting device when the latter is mounted alone in a separate enclosure.

- c) Opening without the use of a key or a tool and without disconnection of live parts shall be possible only when all live parts are protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529). Where barriers provide this protection, either they shall require a tool for their removal or all live parts protected by them shall be automatically disconnected when the barrier is removed.



När utrustningen är placerad åtkomlig för alla, även handikappade och barn, skall skyddsåtgärder enligt avsnitt 6.2.3 eller 6.2.2 som ger ett lägsta skydd mot direkt beröring motsvarande IP4X eller IPXXD (se IEC 60529) vidtas.

### 6.2.2 Skydd genom kapsling

Spänningsförande delar skall vara placerade inom kapslingar som uppfyller tillämpliga fordringar i avsnitten 4, 12 och 15 (se även IEC 60536) och ger skydd mot direkt beröring motsvarande lägst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529).

Där kapslingens övre ytor är lätt åtkomliga, skall skyddet som den övre ytan ger mot direkt beröring motsvara lägst IP4X eller IPXXD.

Det skall endast vara möjligt att öppna en kapsling (dvs öppna dörrar, huvar, lock, och liknande) under någon av följande förutsättningar:

- a) Nyckel eller verktyg krävs för att fackkunniga eller instruerade personer skall få tillträde. I låst elutrymme kan speciella fordringar krävas (se IEC 60364-4-41, IEC 60364-4-47 eller IEC 60439-1 i tillämpliga delar).

Spänningsförande delar på insidan av dörrar skall ha ett skydd mot direkt beröring motsvarande minst IP1X eller IPXXA. Spänningsförande delar som kan beröras vid återställning eller justering av delar som är avsedda för sådana åtgärder, medan utrustningen fortfarande är inkopplad, skall ha ett skydd mot direkt beröring motsvarande minst IP2X eller IPXXB.

- b) Frånskiljning av spänningsförande delar inom kapslingen innan denna kan öppnas.

Detta kan uppnås genom att dörren förreglas med en frånskiljare (t ex frånskiljaren i matningskretsen) så att dörren endast kan öppnas när frånskiljaren är öppen och så att frånskiljaren endast kan slutas när dörren är stängd. En speciell anordning eller ett speciellt verktyg enligt leverantörens anvisningar kan emellertid ge fackkunniga personer möjlighet att sätta förreglingen ur funktion, förutsatt att:

- det alltid är möjligt att öppna frånskiljaren medan förreglingen är satt ur funktion
- förreglingen automatiskt sätts i funktion när dörren stängs.

Där mer än en dörr kan ge tillträde till spänningsförande delar, bör särskild omsorg ägnas åt att på lämpligt sätt åstadkomma samma skydd som med ovan angivna åtgärder.

Alla delar som är spänningsförande även sedan frånskiljningsanordningen (-anordningarna) har öppnats, skall ha skydd mot direkt beröring motsvarande minst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529). Sådana delar skall märkas med en varningsskylt enligt avsnitt 17.2 (se även avsnitt 14.2.4 för identifiering av ledare med färg).

Undantagna från dessa fordringar på märkning är:

- delar som endast kan bli spänningsförande på grund av att de är anslutna till förreglingskretsar och där det entydigt framgår genom färgmärkning att de är potentiellt spänningsförande enligt avsnitt 14.2.4
- anslutningarna på matningssidan av kraftmatningens frånskiljare när denna är monterad ensam i en separat kapsling.

- c) Att öppna en kapsling utan att använda nyckel eller verktyg och utan att frånskilja spänningsförande delar skall endast vara möjligt om alla spänningsförande delar är skyddade mot direkt beröring motsvarande minst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529). När skyddsskärmar används för att ge detta skydd, skall skärmarna endast kunna avlägsnas med verktyg eller också skall alla spänningsförande delar som skyddas av skärmarna automatiskt frånskiljas när en skärm avlägsnas.

### 6.2.3 *Protection by insulation of live parts*

Live parts protected by insulation shall be completely covered with insulation that can only be removed by destruction. Such insulation shall be capable of withstanding the mechanical, chemical, electrical, and thermal stresses to which it can be subjected under normal service conditions.

Paints, varnishes, lacquers, and similar products alone are generally considered to be inadequate for protection against electric shock under normal service conditions.

### 6.2.4 *Protection against residual voltages*

Live parts having a residual voltage greater than 60 V after the supply has been disconnected shall be discharged to 60 V or less within a time period of 5 s after disconnection of the supply voltage provided that this rate of discharge does not interfere with the proper functioning of the equipment. Exempted from this requirement are components having a stored charge of 60  $\mu\text{C}$  or less. Where this specified rate of discharge would interfere with the proper functioning of the equipment, a durable warning notice drawing attention to the hazard and stating the delay required before the enclosure may be opened shall be displayed at an easily visible location on or immediately adjacent to the enclosure containing the capacitances.

In the case of plugs or similar devices, the withdrawal of which results in the exposure of conductors (e.g. pins), the discharge time shall not exceed 1 s, otherwise such conductors shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB. If neither a discharge time of 1 s nor a protection of at least IP2X or IPXXB can be achieved (e.g. in the case of removable collectors on collector wires, collector bars, or slip-ring assemblies, see 13.8.4), additional disconnecting devices or an appropriate warning device shall be applied.

### 6.2.5 *Protection by barriers*

For protection by barriers, see 412.2 of IEC 60364-4-41.

### 6.2.6 *Protection by placing out of reach or protection by obstacles*

For protection by placing out of reach see 412.4 of IEC 60364-4-41. For protection by obstacles see 412.3 of IEC 60364-4-41.

For collector wire systems or collector bar systems with a degree of protection less than IP2X see 13.8.1.

## 6.3 *Protection against indirect contact*

### 6.3.1 *General*

Protection against indirect contact (3.27) is intended to prevent hazardous conditions in the event of an insulation failure between live parts and exposed conductive parts.

For each circuit or part of the electrical equipment, at least one of the measures in accordance with 6.3.2 to 6.3.3 shall be applied.

Protection against indirect contact can be achieved by:

- measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage; or
- automatic disconnection of the supply before the time of contact with a touch voltage can become hazardous.

### 6.2.3 Skydd genom isolering av spänningsförande delar

Spänningsförande delar skall vara helt täckta av isolermaterial som endast kan avlägsnas genom förstöring. Sådan isolering skall varaktigt kunna motstå de mekaniska, kemiska, elektriska och termiska påkänningar som den kan utsättas för under normala driftförhållanden.

Enbart färg, fernissa, lack och liknande produkter anses allmänt ge otillräckligt skydd mot elchock under normala driftåtgärder.

### 6.2.4 Skydd mot kvarvarande spänningar

Spänningsförande delar som har en kvarvarande spänning högre än 60 V sedan matningen har frånskilts skall urladdas till 60 V eller mindre inom 5 s efter frånskiljningen, förutsatt att detta inte hindrar utrustningens funktion. Komponenter som har en laddning av högst 60  $\mu\text{C}$  är undantagna från denna fordring. Om fordringen inte kan uppfyllas utan att utrustningens funktion hindras, skall en hållbar varningsskylt sättas upp, som fäster uppmärksamhet på faran och anger den tid som måste förflyta innan kapslingen får öppnas. Denna skylt skall uppsättas på ett lätt synligt ställe på eller intill den kapsling som innehåller kapacitanserna.

För stickproppar eller liknande utdragbara anordningar får urladdningstiden inte överstiga 1 s om ledare (t ex stift) blir åtkomliga när stickproppen dras ut. I annat fall skall sådana ledare skyddas mot direkt beröring på ett sätt som motsvarar minst kapslingsklass IP2X eller IPXXB. Om varken en urladdningstid på 1 s eller ett skydd lägst IP2X eller IPXXB kan uppnås (t ex vid avtagbara kontakter på kontaktledningar, kontaktskenor eller släpringsanordningar, se avsnitt 13.8.4), skall ytterligare frånskiljningsanordningar eller en lämplig varningsanordning användas.

### 6.2.5 Skydd genom skyddsskärm

Beträffande skydd genom användande av skyddsskärm, se IEC 60364-4-41, avsnitt 412.2.

### 6.2.6 Skydd genom placering utom räckhåll eller skydd genom hinder (avspärningar)

Beträffande skydd genom placering utom räckhåll se IEC 60364-4-41, avsnitt 412.4. Beträffande skydd genom hinder (avspärningar) se IEC 60364-4-41, avsnitt 412.3.

Beträffande kontaktledningssystem eller kontaktskenesystem med en kapslingsklass lägre än IP2X se avsnitt 13.8.1.

## 6.3 Skydd mot indirekt beröring

### 6.3.1 Allmänt

Skydd mot indirekt beröring (avsnitt 3.27) är avsett att förhindra att fara uppstår som en följd av fel hos isoleringen mellan spänningsförande och utsatta delar.

För varje krets eller del av elutrustningen skall åtminstone en av de åtgärder vidtas som anges i avsnitt 6.3.2 och 6.3.3.

Skydd mot indirekt beröring kan uppnås genom:

- åtgärder som förhindrar att farlig beröringsspänning kan förekomma; eller
- automatisk frånkoppling av matningen, så att en beröringsspänning inte kan förekomma under så lång tid att det innebär fara.

These measures necessitate co-ordination between:

- the type of supply and earthing system;
- the impedance values of the different elements of the protective bonding system;
- the characteristics of the protective devices used to detect insulation failure.

NOTE – For classes of equipment and protective provisions see IEC 60536.

### 6.3.2 *Measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage*

#### 6.3.2.1 *General*

Measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage include the following:

- use of class II equipment or by equivalent insulation;
- electrical separation;
- selection or design of the supply system.

#### 6.3.2.2 *Protection by use of class II equipment or by equivalent insulation*

This measure is intended to prevent the occurrence of hazardous touch voltages on the accessible parts through a failure in the basic insulation.

This protection is provided by one or more of the following means:

- use of class II electrical devices or apparatus (double insulation, reinforced insulation or by equivalent insulation in accordance with IEC 60536);
- use of switchgear and controlgear assemblies having total insulation in accordance with IEC 60439-1;
- application of supplementary or reinforced insulation in accordance with 413.2 of IEC 60364-4-41.

#### 6.3.2.3 *Protection by electrical separation*

Electrical separation of an individual circuit is intended to prevent a hazardous touch voltage through contact with exposed conductive parts that can be energized by a failure in the basic insulation of the live parts of that circuit.

For this type of protection, the requirements of 413.5 of IEC 60364-4-41 apply.

#### 6.3.2.4 *Supply system design*

This protection is provided by the use of a supply system designed with its neutral point either insulated from or having a high impedance to earth so that an earth fault will not result in a hazardous touch voltage.

### 6.3.3 *Protection by automatic disconnection of supply*

Automatic disconnection of the supply of any circuit affected by the occurrence of an insulation failure is intended to prevent a hazardous condition resulting from a touch voltage.

För dessa åtgärder är det nödvändigt att samordna:

- typ av matnings- och jordningssystem
- impedanserna i skyddsströmbanans olika delar
- egenskaperna hos den skyddsutrustning som används för isolationsövervakning.

ANM - För klassificering av utrustning och skyddsåtgärder se IEC 60536.

### **6.3.2 Åtgärder för att förhindra att farlig beröringsspänning förekommer**

#### **6.3.2.1 Allmänt**

Åtgärder för att förhindra att farlig beröringsspänning uppstår inkluderar:

- användning av utrustning av klass II eller med motsvarande isolering
- elektrisk separation
- val eller utförande av matningssystemet.

#### **6.3.2.2 Skydd genom användning av utrustning av klass II eller med motsvarande isolering**

Denna skyddsåtgärd är avsedd att förhindra att farlig beröringsspänning förekommer på åtkomliga delar genom ett fel i grundisoleringen.

Detta skydd åstadkoms genom en eller flera av följande åtgärder:

- användning av elektriska utrustningar eller apparater av klass II (dubbel isolering, förstärkt isolering eller motsvarande isolering enligt IEC 60536);
- användning av kopplings- och styrutrustning som har fullständig isolering enligt IEC 60439-1;
- användning av tilläggsisolering eller förstärkt isolering enligt IEC 60364-4-41, avsnitt 413.2.

#### **6.3.2.3 Skydd genom elektrisk separation**

Elektrisk separation av en enskild strömkrets är avsedd att förhindra farlig beröringsspänning vid kontakt med utsatta delar, vilka kan bli spänningssatta genom fel i grundisoleringen hos spänningsförande delar i denna strömkrets.

För denna typ av skydd gäller fordringarna i IEC 60364-4-41, avsnitt 413.5.

#### **6.3.2.4 Utförande av matningssystem**

Detta skydd åstadkoms genom användning av matningssystem utfört med neutralpunkten antingen isolerad eller jordad över en hög impedans så att ett jordfel inte orsakar en farlig beröringsspänning

### **6.3.3 Skydd genom automatisk frånkoppling av matning**

Automatisk frånkoppling av matningen är avsedd att förhindra att en fara uppstår på grund av en beröringsspänning. Detta gäller varje krets som påverkas av ett uppkommet isolationsfel.

This protective measure comprises both:

- the connection of exposed conductive parts to the protective bonding circuit (see clause 8);
- either:
  - a) the use of protective devices for the automatic disconnection of the supply in the event of an insulation failure in TN or TT systems, or
  - b) the use of earth fault detection or residual current detection to initiate automatic disconnection of IT systems. If earth fault detection is used, it is permissible for the first fault to initiate only an alarm signal instead of automatic disconnection.

For this type of protection, the requirements of 413.1 of IEC 60364-4-41 shall apply.

#### 6.4 Protection by the use of PELV

##### 6.4.1 General requirements

The use of PELV (protective extra-low voltage) is to protect persons against electric shock from indirect contact and limited area direct contact.

PELV circuits shall satisfy all of the following conditions:

- a) the nominal voltage shall not exceed:
  - 25 V a.c. r.m.s. or 60 V ripple-free d.c. when the equipment is normally used in dry locations and when large area contact of live parts with the human body is not expected;
  - or
  - 6 V a.c. r.m.s. or 15 V ripple-free d.c. in all other cases;

NOTE – *Ripple-free* is conventionally defined for a sinusoidal ripple voltage as a ripple content of not more than 10 % r.m.s.

- b) one side of the circuit or one point of the source of the supply of that circuit shall be connected to the protective bonding circuit;
- c) live parts of PELV circuits shall be electrically separated from other live circuits. Electrical separation shall be not less than that required between the primary and secondary circuits of a safety isolating transformer (see IEC 60742);
- d) conductors of each PELV circuit shall be physically separated from those of any other circuit. When this requirement is impracticable, the insulation provisions of 14.1.3 shall apply;
- e) plugs and socket-outlets for a PELV circuit shall conform to the following:
  - 1) plugs shall not be able to enter socket-outlets of other voltage systems;
  - 2) socket-outlets shall not admit plugs of other voltage systems.

##### 6.4.2 Sources for PELV

The source for PELV shall be one of the following:

- a safety isolating transformer;
- a source of current providing a degree of safety equivalent to that of the safety isolating transformer (e.g. a motor generator with winding providing equivalent isolation);
- an electrochemical source (e.g. a battery) or another source independent of a higher voltage circuit (e.g. a diesel-driven generator);
- an electronic power supply conforming to appropriate standards specifying measures to be taken to ensure that, even in the case of an internal fault, the voltage at the outgoing terminals cannot exceed the values specified in 6.4.1.

Denna skyddsåtgärd innefattar både:

- förbindning av utsatta delar till skyddsströmbanan (se avsnitt 8)
- och antingen:
  - a) användning av skyddsanordningar för automatisk fränkoppling av matningen i händelse av isolationsfel i TN- eller TT- system, eller
  - b) användning av jordfelsövervakning eller läckströmsövervakning för att åstadkomma automatisk fränkoppling i IT-system. Om jordfelsövervakning används, tillåts larmsignal vid första felet istället för automatisk fränkoppling.

För denna typ av skydd skall fordringarna i IEC 60364-4-41, avsnitt 413.1 tillämpas.

## **6.4 Skydd genom användning av PELV**

### **6.4.1 Allmänna fordringar**

Användningen av PELV är avsedd att skydda personer mot elchock vid indirekt beröring och vid direkt beröring av en begränsad yta.

PELV-kretsar skall uppfylla samtliga följande fordringar:

- a) den nominella spänningen får inte överstiga:
  - 25 V (effektivvärde) växelspanning eller 60 V rippelfri likspänning vid normal användning av utrustningen i torra lokaler och när stora spänningsförande ytor ej förväntas komma i beröring med kroppen; eller
  - 6 V (effektivvärde) växelspanning eller 15 V rippelfri likspänning i alla andra fall

ANM - Rippelfri (pulsationsfri) definieras vanligen som en sinusformad spänning med rippel där ripplets effektivvärde inte får överstiga 10 %.

- b) en sida av strömkretsen eller en punkt i strömkretsens matningskälla skall vara ansluten till skyddsströmbanan
- c) spänningsförande delar av PELV-kretsar skall vara elektriskt separerade från andra spänningsförande kretsar. Den elektriska separationen får inte vara sämre än den som fordras mellan primär- och sekundärlindningarna i en skyddstransformator (se IEC 60742)
- d) ledare i PELV-kretsar skall vara fysiskt separerade från andra kretsar. Om detta är opraktiskt skall isolationsvillkoren enligt avsnitt 14.1.3 tillämpas
- e) stickproppar och uttag för en PELV-krets skall överensstämma med följande:
  - 1) stickproppar skall inte kunna införas i uttag för andra spänningssystem;
  - 2) uttag skall inte kunna ta emot stickproppar från andra spänningssystem.

### **6.4.2 Strömkällor för PELV**

Strömkällan för PELV skall vara en av följande:

- en skyddstransformator
- en strömkälla som ger samma grad av skydd som en skyddstransformator (t ex en motor-generator med lindningsisolering som ger likvärdig isolation)
- en elektrokemisk strömkälla (t ex ett batteri) eller en annan strömkälla som är oberoende av en krets med högre spänning (t ex dieseldriven generator)
- en elektronisk strömkälla utförd enligt tillämpliga standarder som anger åtgärder för att säkerställa att spänningen på utgående anslutningar, även i händelse av ett inre fel, inte kan överstiga det värde som anges i avsnitt 6.4.1.

## 7 Protection of equipment

### 7.1 General

This clause details the measures to be taken to protect equipment against the effects of:

- overcurrent arising from a short circuit;
- overload current;
- earth fault;
- overvoltage due to lightning and switching surges;
- abnormal temperature;
- loss of or reduction in the supply voltage;
- overspeed of machines/machine elements;
- incorrect phase sequence.

### 7.2 Overcurrent protection

#### 7.2.1 General

Overcurrent protection shall be provided where the current in a machine circuit can exceed either the rating of any component or the current carrying capacity of the conductors, whichever is the lesser value. The ratings or settings to be used are detailed in 7.2.10.

#### 7.2.2 Supply conductors

Unless otherwise specified by the user, the supplier of the electrical equipment shall not be responsible for providing the overcurrent protective device for the supply conductors to the electrical equipment.

The supplier of the electrical equipment shall state on the installation diagram the data necessary for selecting the overcurrent protective device (see 7.2.10 and 18.5) (see annex B).

#### 7.2.3 Power circuits

Devices for detection and interruption of overcurrent, selected in accordance with 7.2.10, shall be applied to each live conductor.

Where the cross-sectional area of the neutral conductor is at least equal to or equivalent to that of the phase conductors, it is not necessary to provide overcurrent detection for the neutral conductor nor a disconnecting device for that conductor. For a neutral conductor with a cross-sectional area smaller than that of the associated phase conductors, the measures detailed in item b) of 473.3.2.1 of IEC 60364-4-473 shall apply.

In IT systems, it is recommended that the neutral conductor is not used. However, where a neutral conductor is used, the measures detailed in 473.3.2.2 of IEC 60364-4-473 shall apply.

#### 7.2.4 Control circuits

Conductors of control circuits directly connected to the supply voltage and of circuits feeding control circuit transformers shall be protected against overcurrent in accordance with 7.2.3.

In control circuits fed through a transformer, of which one end of the secondary winding is connected to the protective bonding circuit, an overcurrent protective device is required only in the other secondary circuit conductor.



## **7 Skydd av utrustning**

### **7.1 Allmänt**

Detta avsnitt behandlar åtgärder som skall vidtas för att skydda utrustning mot effekterna av:

- överström orsakad av kortslutning
- överlastström
- jordfel
- överspänning förorsakad av åska eller kopplingar
- onormal temperatur
- bortfall eller sänkning av matningsspänning
- för hög hastighet hos maskiner eller maskinelement
- fel fasföljd.

### **7.2 Överströmsskydd**

#### **7.2.1 Allmänt**

Överströmsskydd skall anordnas där strömmen i en krets kan överstiga märkströmmen för någon komponent eller strömvärdet hos ledarna. Det lägsta av de två värdena är avgörande. De märkdata eller inställningar som skall användas anges i avsnitt 7.2.10.

#### **7.2.2 Matningsledare**

Om inte användaren begär annat, ansvarar leverantören av elutrustningen inte för anordnandet av överströmsskydd för matningsledarna till den elektriska utrustningen.

Leverantören av elutrustningen skall på installationsschemat lämna de uppgifter som behövs för val av överströmsskyddet (se avsnitten 7.2.10 och 18.5) (se bilaga B).

#### **7.2.3 Kraftkretsar**

Anordningar för att detektera och frångkoppla överström, valda enligt avsnitt 7.2.10, skall anordnas i varje spänningsförande ledare.

Där arean hos neutralledaren är minst lika stor som eller ekvivalent med fasledarnas area, krävs i denna ledare varken anordning för att detektera överström eller anordning för frångkoppling. För neutralledare med en mindre area än tillhörande fasledares area, skall åtgärder enligt IEC 60364-4-473, avsnitt 473.3.2.1b) tillämpas.

I IT-system rekommenderas att inte använda neutralledare. Om neutralledare används, skall åtgärder enligt IEC 60364-4-473, avsnitt 473.3.2.2 tillämpas.

#### **7.2.4 Styrkretsar**

Ledare i styrkretsar som är direkt anslutna till matningsspänningen och kretsar som matar transformatorer för styrkretsar skall skyddas mot överström enligt avsnitt 7.2.3.

I styrkretsar som matas från en transformator där ena sidan av sekundärlindningen är ansluten till skyddsströmbanan, erfordras överströmsskydd endast i den andra ledaren på sekundärsidan.

#### 7.2.5 *Socket outlets and their associated conductors*

Overcurrent protection shall be provided for the circuits feeding the general purpose socket outlets intended primarily for supplying power to maintenance equipment. Overcurrent protective devices shall be provided in the unearthed live conductors of each circuit feeding such socket outlets.

#### 7.2.6 *Lighting circuits*

All unearthed conductors of circuits supplying lighting shall be protected against the effects of short circuits by the provision of overcurrent devices separate from those protecting other circuits.

#### 7.2.7 *Transformers*

Transformers shall be protected against overcurrent in accordance with IEC 60076-5 and IEC 60742 as appropriate. Such protection shall (see also 7.2.10):

- avoid nuisance tripping due to transformer magnetizing inrush currents;
- avoid a winding temperature rise in excess of the permitted value for the insulation class of transformer when it is subjected to the effects of a short circuit at its secondary terminals.

The type and setting of the overcurrent protective device should be in accordance with the recommendations of the transformer supplier.

#### 7.2.8 *Location of overcurrent protective devices*

An overcurrent protective device shall be located at the point where the conductor to be protected is connected to its supply. Where that is not possible, no overcurrent protection is required for those conductors with current-carrying capacity less than that of the supply conductors, provided that the possibility of a short circuit is reduced by all of the following measures:

- the current-carrying capacity of the conductor is at least equal to that required for the load;
- each connecting conductor to the overcurrent protective devices is no longer than 3 m;
- the conductor is protected by an enclosure or duct.

#### 7.2.9 *Overcurrent protective devices*

The rated short-circuit breaking capacity shall be at least equal to the prospective fault current at the point of installation. Where the short-circuit current to an overcurrent protective device can include additional currents other than from the supply (e.g. from motors, from power factor correction capacitors), those currents shall be taken into consideration.

A lower breaking capacity is permitted where another protective device (e.g. the overcurrent protective device for the supply conductors (see 7.2.2) having the necessary breaking capacity is installed on the supply side. In that case, the characteristics of the two devices shall be co-ordinated so that the let-through energy ( $I^2t$ ) of the two devices in series does not exceed that which can be withstood without damage to the overcurrent protective device on the load side and to the conductors protected by that device (see annex A of IEC 60947-2).

NOTE – The use of such a co-ordinated arrangement of overcurrent protective devices can result in the operation of both overcurrent protective devices.

Overcurrent protective devices for power circuits include fuses and circuit-breakers. Electronic devices designed to reduce or to limit the current in protected circuits may also be used. Where fuses are used, a type readily available in the country of use shall be selected, or arrangements shall be made with the user for the supply of spare parts.

### 7.2.5 Stickproppsuttag med tillhörande ledare

Överströmsskydd krävs för strömkretsar som matar uttag för allmänbruk avsedda främst för anslutning av utrustning för underhåll. Överströmsskydd skall vara inkopplade i de icke jordade ledarna i varje krets som matar sådana uttag.

### 7.2.6 Belysningskretsar

Alla icke jordade ledare i kretsar som matar belysning skall vara skyddade mot följderna av kortslutning genom användning av överströmsskydd som inte skyddar andra kretsar.

### 7.2.7 Transformatorer

Transformatorer skall skyddas mot överström enligt tillämpliga delar av standarderna IEC 60076-5 och IEC 60742. Sådant skydd skall (se även avsnitt 7.2.10):

- förhindra obefogad utlösning på grund av inkopplingsströmstöt
- förhindra temperaturstegring i lindningarna, utöver vad som är tillåtet för transformatorns isolationsklass, när transformatorn är utsatt för kortslutning vid de sekundära anslutningarna.

Överströmsskyddets typ och inställning bör vara enligt transformatorleverantörens rekommendationer.

### 7.2.8 Placering av överströmsskydd

Ett överströmsskydd skall placeras där de ledare som skall skyddas är anslutna till sin matning. När detta inte är möjligt krävs inte överströmsskydd för de ledare som har ett strömvärde lägre än matningsledningarnas förutsatt att möjligheten för kortslutning minskas genom samtliga följande åtgärder:

- ledarnas strömvärde är minst det som krävs för belastningen
- varje ledare fram till överströmsskydden inte är längre än 3 m
- ledarna skyddas av en kapsling eller elkanal.

### 7.2.9 Överströmsskydd

Brytförmågan skall vara minst lika med kortslutningsströmmen i installationspunkten. Där den kortslutningsström, som påverkar ett överströmsskydd, innehåller andra strömmar än de från matningen (t ex från motorer, från kondensatorer för faskompensering), skall hänsyn tas till dessa strömmar.

Lägre brytförmåga är tillåten om ytterligare en skyddsanordning (t ex skyddet för matningsledningarna, se avsnitt 7.2.2), med tillräcklig brytförmåga, är installerad på matningssidan. I detta fall måste anordningarnas karakteristika vara så samordnade att den genomsläppta energin ( $I^2t$ ) inte är större än vad överströmsskyddet och ledarna på belastningssidan kan motstå utan att skadas (se bilaga A i IEC 60947-2).

ANM - Användningen av så samordnade överströmsskydd kan resultera i att båda överströmsskydden löser ut.

Anordningar för överströmsskydd i kraftkretsar kan vara säkringar eller effektbrytare. Elektroniska anordningar utförda för att minska eller begränsa strömmen kan också användas. Där säkringar används, skall sådana väljas som är lätt tillgängliga i användarlandet eller skall överenskommelse med användaren träffas om leverans av reservdelar.

### 7.2.10 Rating and setting of overcurrent protective devices

The rated current of fuses or the setting current of other overcurrent protective devices shall be selected as low as possible but adequate for the anticipated overcurrents (e.g. during starting of motors or energizing of transformers). When selecting those protective devices, consideration should be given to the protection of control switching devices against damage due to overcurrents (e.g. welding of the control switching device contacts).

The rated current or setting of an overcurrent protective device is determined by the current carrying capacity of the conductors to be protected by that device in accordance with 13.4. That should take into account the needs of co-ordination with other electrical devices in the protected circuit. The recommendations of the supplier of those devices should be followed.

### 7.3 Overload protection of motors

Overload protection of motors shall be provided for each motor rated at more than 0,5 kW. In applications where an automatic interruption of the motor operation is unacceptable (e.g. fire pumps), the overload detection shall give a warning signal to which the operator can respond. For motors that cannot be overloaded (e.g. torque motors, motion drives that either are protected by mechanical overload protection devices or are adequately dimensioned), the overload protective devices may be omitted. Overload protection of motors can be achieved by the use of devices such as overload protective devices, temperature sensing devices, or current-limiting devices.

NOTE – Overload protective devices detect the time and current relationships ( $I^2t$ ) in a circuit that are in excess of the rated full load of the circuit and initiate appropriate control responses.

Detection of overload(s) (except in the case of current limitation or built-in thermal protection in accordance with IEC 60034-11) shall be provided in each live conductor except for the neutral conductor. However, the number of overload detection devices may be reduced at the request of the user (see annex B). For motors having single-phase or d.c. power supplies, detection in only one unearthed live conductor is permitted.

Where overload protection is achieved by switching off, the switching device shall switch off all live conductors. The switching of the neutral conductor may not be necessary (see 7.2.3).

Where motors with special duty ratings are called upon to start or to brake frequently (e.g. motors used for rapid traverse, locking, rapid reversal, sensitive drilling) it can be difficult to provide overload protection with a time constant comparable with that of the winding to be protected. The use of appropriate protective devices designed to accommodate special duty motors is recommended.

The use of motors with built-in thermal protection (see IEC 60034-11) is recommended in situations where the cooling can be impaired (e.g. dusty environments). Depending upon the kind of motor, protection under stalled rotor or loss of phase conditions is not always ensured by built-in thermal protection, and additional protection should then be provided.

Automatic restarting of any motor after the operation of overload protection shall be prevented where this can cause a hazardous condition or damage to the machine or to the work in progress.

### 7.4 Abnormal temperature protection

Resistance heating or other circuits that are capable of attaining or causing abnormal temperatures and therefore can cause a hazardous condition shall be provided with suitable detection to initiate an appropriate control response. An example is a resistance-heating circuit that is short-time rated or which loses its cooling medium.

### 7.2.10 Överströmsskyddens märkdata och inställning

Märkström för säkringar eller inställningsström för annat överströmsskydd skall väljas så låg som möjligt, men tillräcklig för de överströmmar som kan förväntas (t ex vid motorstarter eller inkoppling av transformatorer). Vid val av dessa skyddsanordningar skall skydd av elkopplare i styrkrets i händelse av överströmmar beaktas (t ex mot kontaktsvetsning).

Märkström eller inställningsström för ett överströmsskydd bestäms av strömvärdet enligt avsnitt 13.4 för de ledare som skall skyddas. Behovet av samordning med andra elektriska anordningar i den skyddade strömkretsen skall beaktas. Rekommendationer från leverantören av dessa anordningar bör följas.

### 7.3 Överlastskydd för motorer

Alla motorer med en märkeffekt över 0,5 kW skall skyddas mot överlast. I installationer där en automatisk fränkoppling av motorn inte kan tillåtas (t ex brandpumpar), skall överlastskyddet ge en varningssignal som påkallar åtgärd av operatören. Motorer som inte kan bli överbelastade (t ex momentmotorer eller drifter som antingen är skyddade av mekaniskt överlastskydd eller lämpligt dimensionerade), behöver inte överlastskydd. Skydd mot överlast av motorer kan uppnås med överlastskydd, temperaturkännande anordningar eller strömbegränsande anordningar.

ANM - Överlastskydd känner om sambandet mellan ström och tid ( $I^2t$ ) överstiger kretsens märklast och initierar lämpliga styråtgärder.

Övervakning av överlast(-er) (med undantag av strömbegränsning eller inbyggt termiskt skydd enligt IEC 60034-11) skall anordnas i varje spänningsförande ledare utom i neutralledaren. Antalet strömkännande anordningar kan emellertid begränsas om användaren så begär (se bilaga B). För enfasmotorer eller likströmsmotorer är det tillåtet att övervaka endast en spänningsförande, ojordad ledare.

Där skydd mot överlast åstadkoms genom fränkoppling, skall elkopplaren koppla bort alla spänningsförande ledare. Fränkoppling av neutralledaren är inte alltid nödvändig (se avsnitt 7.2.3).

Motorer som är avsedda för speciell drift och som ofta måste startas eller bromsas (t ex motorer använda för snabb rörelse, låsning, snabb reversering eller speciella borrningsoperationer) kan vara svåra att förse med överlastskydd med en tidskonstant som är jämförbar med tidskonstanten hos den lindning som skall skyddas. Skyddsanordningar speciellt utförda för dessa motorer bör användas.

Motorer med inbyggt termiskt skydd (se IEC 60034-11) bör användas där kylningen kan försämrats (t ex i dammiga miljöer). Inbyggt termiskt skydd ger, beroende på motortyp, inte alltid tillräckligt skydd vid fastlåst rotor eller fasbortfall. Ytterligare skydd bör i så fall anordnas.

Automatisk återstart av motorer efter det att överlastskydd har löst ut skall förhindras där detta kan medföra fara eller orsaka skada på maskinen eller den pågående processen.

### 7.4 Skydd mot onormal temperatur

Kretsar för resistiv värmning eller andra kretsar som kan anta eller orsaka onormala temperaturer och därigenom medföra fara, skall förse med kännande organ som initierar lämplig styråtgärd. Ett exempel där detta kan behövas är en krets för resistiv värmning som antingen är avsedd för kort inkopplingstid eller kan förlora sitt kylmedium.

### 7.5 *Protection against supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration*

Where a supply interruption or a voltage reduction can cause a hazardous condition, damage to the machine, or to the work in progress, undervoltage protection shall be provided (e.g. to switch off the machine) at a predetermined voltage level.

Where the operation of the machine can allow for an interruption or a reduction of the voltage for a short time period, delayed undervoltage protection may be provided. The operation of the undervoltage device shall not impair the operation of any stopping control of the machine.

Upon restoration of the voltage or upon switching on the incoming supply, automatic or unexpected restarting of the machine shall be prevented when such a restart can cause a hazardous condition.

Where only a part of the machine or of the group of machines working together in a co-ordinated manner is affected by the voltage reduction or supply interruption, the undervoltage protection shall initiate appropriate control responses to ensure co-ordination.

### 7.6 *Motor overspeed protection*

Overspeed protection shall be provided where overspeeding can occur and could possibly cause a hazardous condition taking into account measures in accordance with 9.4.2. Overspeed protection shall initiate appropriate control responses and shall prevent automatic restarting.

NOTE – This protection can consist, for example, of a centrifugal switch or speed limit monitor. The overspeed protection should operate in such a manner that the mechanical speed limit of the motor or its load is not exceeded.

### 7.7 *Earth fault/residual current protection*

In addition to providing earth fault/residual current protection for automatic disconnection as described in 6.3, this protection can be used to reduce damage to equipment due to earth fault currents less than the detection level of the overcurrent protection.

The setting of the devices shall be as low as possible consistent with correct operation of the equipment.

### 7.8 *Phase sequence protection*

Where an incorrect phase sequence of the supply voltage can cause a hazardous condition or damage to the machine, protection shall be provided.

NOTE – Conditions of use that may lead to an incorrect phase sequence include:  
– a machine transferred from one supply to another;  
– a mobile machine with a facility for connection to an external power supply.

### 7.9 *Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges*

Protective devices can be provided to protect against the effects of overvoltages due to lightning or to switching surges.

Devices for the suppression of overvoltages due to lightning shall be connected to the incoming terminals of the supply disconnecting device.

Devices for the suppression of overvoltages due to switching surges shall be connected across the terminals of all equipment requiring such protection.

### **7.5 Skydd vid bortfall av matningen eller spänningssänkning samt återkommande spänning**

Om ett bortfall av matningen eller en spänningssänkning kan orsaka ett farligt tillstånd, skada på maskin eller på produkt som bearbetas, skall ett underspänningsskydd anordnas (t ex för att fränkoppla maskinen) vid en förutbestämd spänningsnivå.

Om maskinens drift tillåter bortfall av matningen eller spänningssänkning, får underspänningsutlösning vara fördröjd. Utlösning av underspänningsskyddet får inte hindra någon av maskinens stoppfunktioner.

Vid återvändande spänning eller vid tillkoppling av matningen, skall automatisk eller oväntad återstart av maskinen förhindras där en sådan återstart kan orsaka ett farligt tillstånd.

Där endast en del av en maskin, eller av en grupp maskiner som arbetar på ett samordnat sätt, påverkas av spänningssänkningen eller bortfall av matningen skall underspänningsskyddet initiera lämpliga styråtgärder för att säkerställa samordningen.

### **7.6 Rusningsskydd för motorer**

Rusningsskydd skall anordnas när rusning som skulle kunna förorsaka ett farligt tillstånd kan förekomma. Åtgärder enligt avsnitt 9.4.2 skall därvid beaktas. Rusningsskydd skall initiera lämpliga styråtgärder och förhindra automatisk återstart.

ANM - Skyddet kan till exempel bestå av en centrifugalbrytare eller varvtalsövervakning. Rusningsskyddet bör förhindra att den mekaniska varvtalsgränsen för motorn eller lasten överskrids.

### **7.7 Skydd vid jordfels- och läckströmmar**

Jordfels- och läckströmsskydd för automatisk fränkoppling så som beskrivs i avsnitt 6.3 kan även användas för att minska skador på utrustningen på grund av jordfelsströmmar som är mindre än överströmsskyddets utlösningström.

Inställningsvärdet på anordningarna skall, utan att äventyra korrekt funktion hos utrustningen, vara så lågt som möjligt.

### **7.8 Fasföljdsskydd**

Fasföljdsskydd skall anordnas om fel fasföljd i matningsspänningen kan förorsaka ett farligt tillstånd eller skada på maskinen.

ANM - Användningsförhållanden som kan leda till fel fasföljd kan vara:

- en maskin flyttas från en matning till en annan
- en mobil maskin som har möjlighet för anslutning till extern kraftmatning.

### **7.9 Skydd mot åsk- och kopplingsöverspänningar**

Skyddsanordningar kan installeras för att skydda mot effekterna av åsk- och kopplingsöverspänningar.

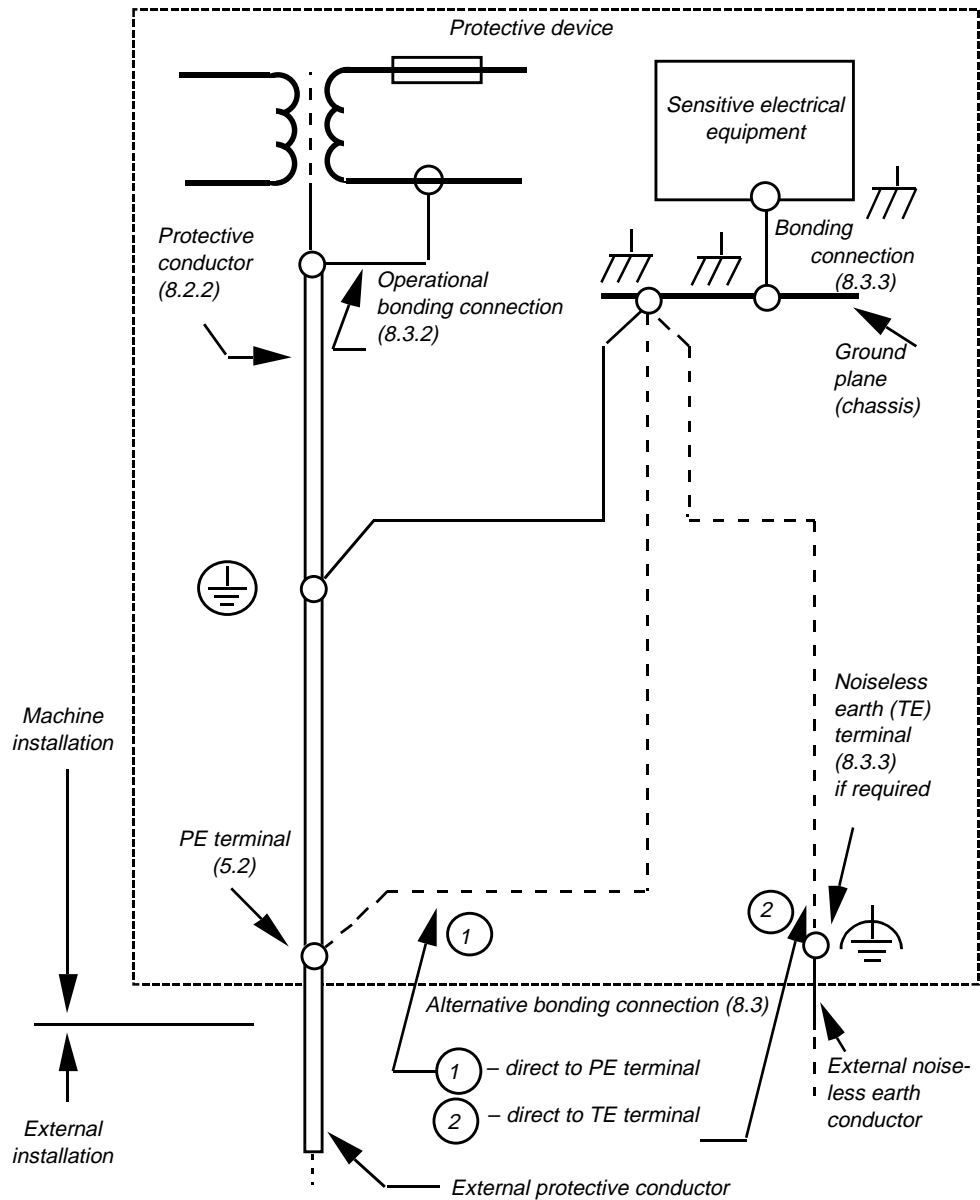
Åsköverspänningsskydd skall anslutas till huvudfränkiljarens matningssida.

Skydd mot kopplingsöverspänningar skall anslutas över anslutningarna på all utrustning som kräver sådant skydd.

## 8 Equipotential bonding

### 8.1 General

This clause provides requirements for both protective bonding and operational bonding. Figure 3 illustrates those concepts.



IEC 1235/97

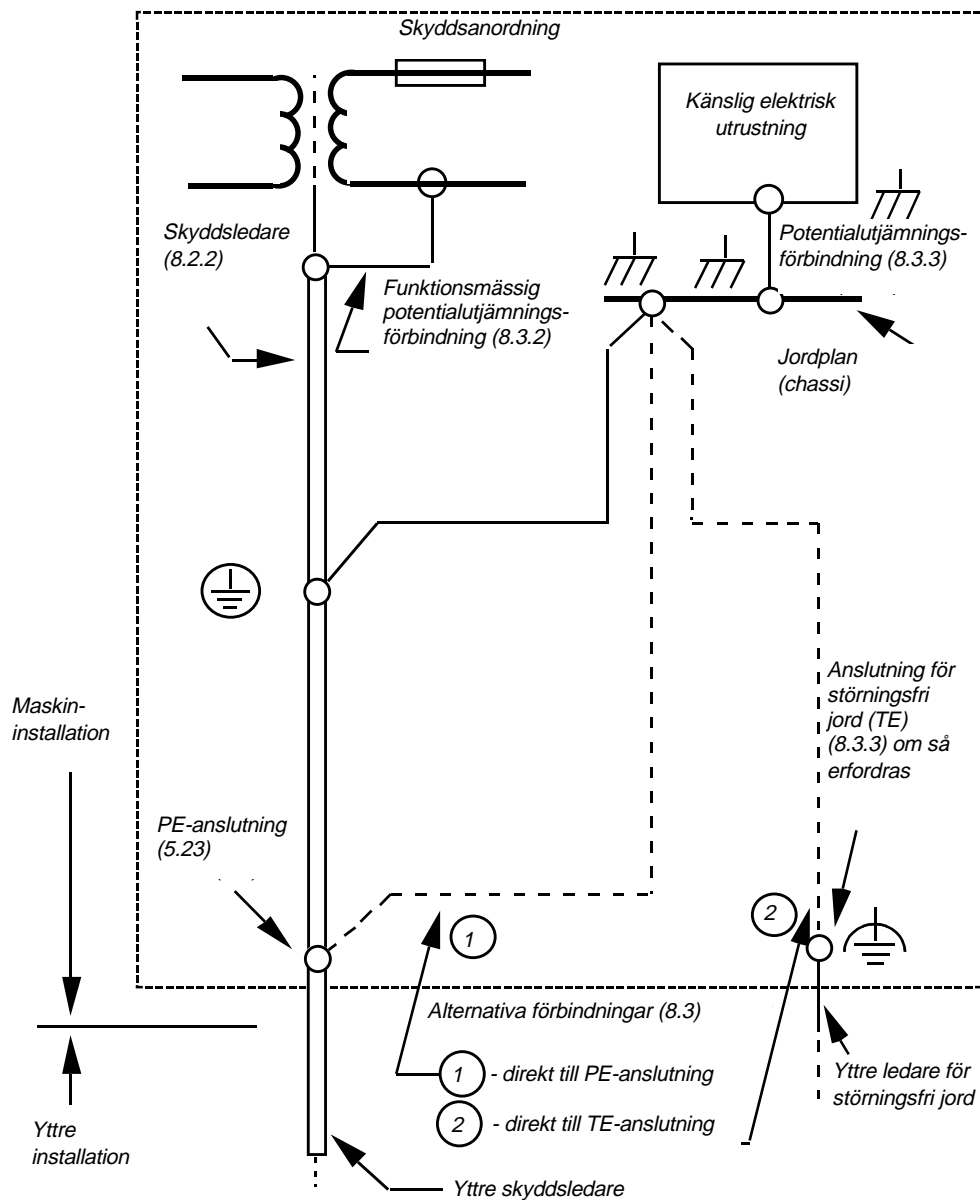
Figure 3 – Example of equipotential bonding for electrical equipment of a machine



## 8 Potentialutjämning

### 8.1 Allmänt

Detta avsnitt anger fordringarna på potentialutjämning både för skydds- och för funktionsändamål. Figur 3 illustrerar dessa begrepp.



235/97

Figur 3 - Exempel på potentialutjämning av en maskins elutrustning

## 8.2 *Protective bonding circuit*

### 8.2.1 *General*

The protective bonding circuit consists of:

- PE terminal(s) (see 5.2);
- the conductive structural parts of the electrical equipment and the machine;
- the protective conductors in the equipment of the machine including sliding contacts where they are part of the circuit.

On mobile machines with on-board power supplies, the protective circuits, the exposed conductive parts, and the extraneous conductive parts shall all be connected to a protective bonding terminal to provide protection against electric shock. When a mobile machine is also capable of being connected to an external incoming supply, the protective bonding terminal shall be the connection point for the external protective conductor.

NOTE – When the supply of electrical energy is self-contained within stationary, mobile, or movable items of equipment, and when there is no external supply connected (e.g. when an on-board battery charger is not connected), there is no need to connect such equipment to an external protective conductor.

All parts of the protective bonding circuit shall be so designed that they are capable of withstanding the highest thermal and mechanical stresses that can be caused by earth-fault currents that could flow in that part of the protective bonding circuit.

Any structural part of the electrical equipment or of the machine may be used as part of the protective bonding circuit provided that it satisfies the requirements of IEC 60364-5-54.

If an IT distribution system is used, the machine structure shall be used as part of the protective bonding circuit in conjunction with an earth fault supervision system. The structural bonding is not required where all the equipment provided is in accordance with 6.3.2.2.

### 8.2.2 *Protective conductors*

Protective conductors shall be identified in accordance with 14.2.2.

Copper conductors should be used. Where a conductor material other than copper is used, its electrical resistance per unit length shall not exceed that of the allowable copper conductor and such conductors shall be not less than 16 mm<sup>2</sup> in cross-sectional area.

The cross-sectional area of protective conductors shall be determined in accordance with the requirements of:

- 543 of IEC 60364-5-54; or
- 7.4.3.1.7 of IEC 60439-1, as appropriate.

This requirement is met in most cases where the relationship between the cross-sectional area of the phase conductors associated with that part of the equipment and the cross-sectional area of the associated protective conductor is in accordance with table 1.

### 8.2.3 *Continuity of the protective bonding circuit*

All exposed conductive parts of the electrical equipment and the machine(s) shall be connected to the protective bonding circuit. Where a part is removed for any reason (e.g. routine maintenance), the protective bonding circuit for the remaining parts shall not be interrupted.

## 8.2 Skyddsströmbana

### 8.2.1 Allmänt

Skyddsströmbanan består av:

- PE-anslutning(ar) (se avsnitt 5.2)
- elutrustningens och maskinens ledande konstruktionsdelar
- skyddsledarna som tillhör maskinens utrustning, inklusive släpkontakter där dessa utgör en del av skyddsströmbanan.

I mobila maskiner med egen kraftkälla skall alla skyddskretsar, utsatta delar och främmande ledande delar förbindas till skyddsströmbana för att skydda mot elchock. Om en mobil maskin också kan anslutas till en yttre matning skall den yttre skyddsledaren anslutas till maskinens PE-anslutning.

ANM - Om stationära, mobila eller flyttbara delar av maskin med egen kraftkälla inte har extern matning inkopplad (t ex när en batteriladdare monterad i maskinen inte är inkopplad) är det inte nödvändigt att ansluta utrustningen till en extern skyddsledare.

Alla delar i skyddsströmbanan skall vara så utförda att de kan motstå de största termiska och mekaniska påkänningar som kan orsakas av de jordfelsströmmar som kan förekomma i ifrågavarande del av skyddsströmbanan.

Mekaniska konstruktionsdelar som tillhör maskinen eller dess elektriska utrustning får användas som del av skyddsströmbanan förutsatt att fordringarna i IEC 60364-5-54 uppfylls.

Om systemjordningen är utförd som ett IT-system, skall maskinens mekaniska konstruktionsdelar användas som del av skyddsströmbanan tillsammans med ett system för jordfelsövervakning. Förbindning till skyddsströmbanan krävs inte när hela utrustningen är utförd enligt avsnitt 6.3.2.2.

### 8.2.2 Skyddsledare

Skyddsledare skall identifieras enligt avsnitt 14.2.2.

Kopparledare bör användas. Om annat ledarmaterial än koppar används, skall ledarens elektriska resistans per längdenhet inte vara större än motsvarande värde för tillåten kopparledare och dess area inte mindre än 16 mm<sup>2</sup>.

Arean hos skyddsledare skall bestämmas enligt fordringarna i:

- IEC 60364-5-54, avsnitt 543; eller
- IEC 60439-1, avsnitt 7.4.1.7 som tillämpligt.

Denna fordring uppfylls i de flesta fall när sambandet mellan arean hos fasledarna och arean hos tillhörande skyddsledare är enligt tabell 1.

### 8.2.3 Skyddsströmbanans kontinuitet

Elutrustningens och maskinens(ernas) utsatta delar skall vara anslutna till skyddsströmbanan. Där av någon anledning en del avlägsnas (t ex vid rutinmässigt underhåll), får inte skyddsströmbanan för de övriga delarna därigenom brytas.

Connection and bonding points shall be so designed that their current-carrying capacity is not impaired by mechanical, chemical, or electrochemical influences. Where enclosures and conductors of aluminium or aluminium alloys are used, particular consideration should be given to the problems of electrolytic corrosion.

Metal ducts of flexible or rigid construction and metallic cable sheaths shall not be used as protective conductors. Nevertheless such metal ducts and the metal sheathing of all connecting cables (e.g. cable armouring, lead sheath) shall be connected to the protective bonding circuit.

Where the electrical equipment is mounted on lids, doors, or cover plates, continuity of the protective bonding circuit shall be ensured and it is recommended that a protective conductor (see 8.2.2) is used. Otherwise fastenings, hinges or sliding contacts designed to have a low resistance shall be used (see 19.2).

The continuity of the protective conductor in cables that are exposed to damage (e.g. flexible trailing cables) shall be ensured by appropriate measures (e.g. monitoring).

For requirements for the continuity of the protective conductor using collector wires, collector bars and slip-ring assemblies (see 13.8.2).

#### 8.2.4 *Exclusion of switching devices from the protective bonding circuit*

The protective bonding circuit shall not incorporate a switching device, an overcurrent protective device (e.g. switch, fuse) nor a means for current detection for such devices. The only means permitted for interruption of the protective conductors shall be links intended to be opened only by instructed or skilled persons for certain test or measurement purposes, preferably by using a tool (see also 543.3 of IEC 60364-5-54).

**Exception:** it is permissible to include such devices that do not interrupt the protective bonding circuit, that have electrical characteristics that under all circumstances ensure prevention of a hazardous voltage rise in any part of the circuit, and that do not impair the performance of the circuit.

#### 8.2.5 *Parts that need not be connected to the protective bonding circuit*

It is not necessary to connect exposed conductive parts to the protective bonding circuit where those parts are mounted so that they do not constitute a hazard because:

- they cannot be touched on large surfaces or grasped with the hand and they are small in size (less than approximately 50 mm × 50 mm); or
- they are located so that either contact with live parts, or an insulation failure, is unlikely.

This applies to small parts such as screws, rivets, and nameplates and to parts inside an enclosure, irrespective of their size (e.g. electromagnets of contactors or relays and mechanical parts of devices) (see also 471.2.2 of IEC 60364-4-47).

#### 8.2.6 *Interruption of the protective bonding circuit*

Where the continuity of the protective bonding circuit can be interrupted by means of removable current collectors or plug/socket combinations, the protective bonding circuit shall not be interrupted before the live conductors have been disconnected, and shall be re-established before any live conductor is reconnected. This also applies to removable or withdrawable plug-in units (see also 14.4.5).

Metallic housings of plug/socket combinations shall be connected to the protective bonding circuit except where used for PELV.

Anslutnings- och förbindningspunkter i skyddsströmbanan skall utföras så att deras strömvärde inte nedsätts av mekanisk, kemisk eller elektrolytisk påverkan. Där kapslingar och ledare av aluminium eller aluminiumlegeringar används bör särskild hänsyn tas till problem med elektrolytisk korrosion.

Böjliga eller styva elkanaler av metall och kabelmantlar av metall får inte användas som skyddsledare. Sådana elkanaler och kabelmantlar av metall (t ex kabelarmering, ledande höljen) skall dock vara anslutna till skyddsströmbanan.

Där elutrustningen är monterad på lock, dörrar eller täckplattor skall kontinuiteten hos skyddsströmbanan säkerställas. Det rekommenderas att skyddsledare används (se avsnitt 8.2.2), annars skall fästen, gångjärn eller glidskenor som är konstruerade för att ge en tillräckligt låg övergångsresistans användas (se avsnitt 19.2).

Kontinuiteten hos skyddsledaren i kablar som kan utsättas för skada (t ex anslutningskablar på rörligt stöd) skall säkerställas genom lämpliga åtgärder (t ex övervakning).

Beträffande fordringar på kontinuiteten hos skyddsledaren när kontaktledningar, kontaktskenor och släpingsanordningar används se avsnitt 13.8.2.

#### **8.2.4 Förbud mot elkopplare mm i skyddsströmbanan**

Skyddsströmbanan får inte innehålla elkopplare eller överströmsskydd (t ex brytare, säkring), inte heller strömkännande organ för sådana anordningar. De enda tillåtna anordningarna för avbrott i skyddsledarna är kopplingsbleck som är avsedda för vissa provningar eller mätningar och som endast får öppnas av instruerad eller fackkunnig person, företrädesvis med hjälp av verktyg (se också IEC 60364-5-54, avsnitt 543.3).

**Undantag:** Det är tillåtet att installera anordningar som inte bryter skyddsströmbanan, och som har elektriska egenskaper som under alla förhållanden säkerställer att farlig spänning inte kan uppstå i någon del av kretsen och inte hindrar kretsens funktion

#### **8.2.5 Delar som inte behöver anslutas till skyddsströmbanan**

Det är inte nödvändigt att till skyddsströmbanan ansluta sådana utsatta delar som är så placerade att de inte innebär fara på grund av att de:

- varken kan beröras på stora ytor eller gripas med handen och att de är små (mindre än ca 50 × 50 mm); eller
- är så belägna att det är osannolikt att de får kontakt med spänningsförande delar eller att isolationsfel uppstår.

Detta gäller små delar såsom skruvar, nitar och märkplåtar och delar inuti kapslingar, oberoende av deras storlek (t ex elektromagneter i kontaktorer eller reläer och mekaniska apparatdelar) (se också IEC 60364-4-47, avsnitt 471.2.2).

#### **8.2.6 Avbrott i skyddsströmbanan**

Där skyddsströmbanan kan brytas med borttagbara strömvagnsdon eller anslutningsdon, får detta inte kunna ske förrän de spänningsförande ledarna har brutits. Skyddsströmbanan skall slutas innan någon spänningsförande ledare återinkopplas. Detta gäller även för borttagbara och utdragbara insticksenheter (se också avsnitt 14.4.5).

Metallkapslingar hos anslutningsdon skall anslutas till skyddsströmbanan utom när de används för PELV.

### 8.2.7 Protective conductor connecting points

All protective conductors shall be terminated in accordance with 14.1.1. The protective conductor connecting points shall have no other function and shall not be used, for example, to attach or connect appliances or parts.

Each protective conductor connecting point shall be identified as such using the symbol 60417-2-IEC-5019:



Alternatively, terminals for the connection of the protective conductor may be identified by the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW. For the use of the letters PE, see 5.2.

### 8.3 Bonding for operational purposes

#### 8.3.1 General

The objective of operational bonding is to minimize:

- the consequence of an insulation failure on the operation of the machine (see 8.3.2);
- the consequences of electrical disturbances on the operation of sensitive electrical equipment (see 8.3.3).

#### 8.3.2 Bonding to the protective circuit

One method for protection against unintended operation as a result of insulation failures is achieved by connecting one side of a control circuit fed by a transformer to the protective bonding circuit, with the control devices connected in accordance with 9.1.4. This connection shall be made at the source of the control circuit supply.

Attention is drawn to the fact that by omitting the connection of the exposed conductive parts of the devices to the protective bonding circuit as permitted by 6.3.2.2 and 6.3.2.3, the safety measures of this subclause may not be effective.

#### 8.3.3 Bonding to a common reference potential

The effects of disturbances can be reduced by employing a low resistance conductor in a low impedance network that is used as a reference level for high frequency signals within the electrical equipment (e.g. the chassis or ground plane). The design of the bonding connections shall be such as to reduce the impedance to the ground plane as much as possible. Such termination points shall be identified by the symbol 60417-2-IEC-5020 (see figure 3):



Bonding to a common reference potential other than that provided by the protective bonding circuit or to the terminal for connection to an external (noiseless earth) earth conductor shall be permitted providing the requirements of clauses 6 and 7 are met.

Single point bonding connected directly to a point as close as possible to the PE terminal (see figure 3 ①) or to its own terminal for connection to an external (noiseless) earth conductor shall be used, where appropriate, to minimize common mode interferences (see figure 3 ②). This latter terminal shall be identified by the symbol 60417-2-IEC-5018:



### 8.2.7 Anslutningspunkter för skyddsledare

Skyddsledare skall anslutas enligt avsnitt 14.1.1. Anslutningsanordningen för skyddsledare får inte ha någon annan funktion och får inte användas för att exempelvis fästa eller sammanfoga apparater eller delar.

Varje anslutningsanordning för skyddsledare skall identifieras som sådan med symbol 5019 enligt IEC 60417-2.



Alternativt kan anslutningsanordningar för skyddsledaren identifieras med färgkombinationen GRÖN-OCH-GUL. För användning av bokstäverna PE, se avsnitt 5.2.

## 8.3 Potentialutjämningsförbindning i funktionssyfte

### 8.3.1 Allmänt

Potentialutjämningsförbindning avser att minimera följd effekterna på funktionen i:

- maskinens drift vid ett isolationsfel (se avsnitt 8.3.2)
- känslig elektrisk utrustning pga elektriska störningar (se avsnitt 8.3.3).

### 8.3.2 Potentialutjämningsförbindning till skyddsströmbanan

En metod att skydda mot oavsiktlig funktion till följd av isolationsfel är att, för kretsar som matas av en transformator, förbinda en sida av styrkretsen med skyddsströmbanan och ansluta styrdonen enligt avsnitt 9.1.4. Förbindningen skall göras vid styrkretsens matning.

Det bör observeras att utelämnande av anslutningen till utsatta delar på anordningarna, som medges enligt avsnitten 6.3.2.2 och 6.3.2.3, kan göra skyddsåtgärderna enligt detta avsnitt verkningslösa.

### 8.3.3 Potentialutjämningsförbindning till en gemensam referenspotential

Inverkan av störningar kan minskas genom att använda en ledare med låg resistans i ett lågimpedansnät, vilket används som referensnivå för högfrekventa signaler inom elutrustningen (t ex chassi eller jordplan). Förbindningarna skall utföras så att impedansen till jordplanet blir så låg som möjligt. Sådana anslutningspunkter skall identifieras med symbol 5020 enligt IEC 60417-2 (se figur 3).



Förbindning med en gemensam referenspotential, annan än skyddsströmbanans, eller till en yttre (störningsfri) jordledare tillåts förutsatt att fordringarna i avsnitten 6 och 7 är uppfyllda.

Direkt förbindning till en enda punkt så nära PE-anslutningen som möjligt (se figur 3①) eller till en särskild anslutning, för förbindning till en yttre (störningsfri) jordledare, skall användas där det är lämpligt för att minska symmetriska (common mode) störningar (se figur 3②). Den sistnämnda anslutningen skall identifieras med symbol 5018 enligt IEC 60417-2.



## 9 Control circuits and control functions

### 9.1 Control circuits

#### 9.1.1 Control circuit supply

Transformers shall be used for supplying the control circuits. Such transformers shall have separate windings. Where several transformers are used, it is recommended that the windings of those transformers be connected in such a manner that the secondary voltages are in phase.

Where d.c. control circuits are connected to the protective bonding circuit (see 8.2.1), they shall be supplied from a separate winding of the a.c. control circuit transformer or by another control circuit transformer.

Transformers are not mandatory for machines with a single motor starter and a maximum of two control devices (e.g. interlock device, start/stop control station).

#### 9.1.2 Control circuit voltages

The value of the control voltage should be consistent with the correct operation of the control circuit. The nominal voltage shall not exceed 277 V when supplied from a transformer.

#### 9.1.3 Protection

Control circuits shall be provided with overcurrent protection in accordance with 7.2.4 and 7.2.10.

#### 9.1.4 Connection of control devices

In control circuits with one side connected (or intended to be connected) to the protective bonding circuit (see 7.2.4), one terminal (preferably always having the same marking) of the operating coil of each electromagnetically operated device or one terminal of any other electrical device shall be connected directly to that side of the control circuit. All switching elements (e.g. contacts) of control devices that operate the coil or the device shall be inserted between the other terminal of the coil or device and the other side of the control circuit (i.e. the side that is not connected to the protective bonding circuit).

The following **exceptions** are permitted:

- contacts of protective devices (e.g. overload relays) may be connected between that side connected to the protective bonding circuit and the coils, provided that the conductors between such contacts and the coils of the control devices on which the relay contacts operate are in the same control enclosure and the connection is so short and of a type that an earth fault is unlikely;
- where the requirements of 9.4.3.1 are met.

### 9.2 Control functions

#### 9.2.1 Start functions

Start functions shall operate by energizing the relevant circuit (see 9.2.5.2).



## **9 Styrkretsar och styrfunktioner**

### **9.1 Styrkretsar**

#### **9.1.1 Matning av styrkretsar**

Transformatorer skall användas för att mata styrkretsarna. Dessa transformatorer skall ha skilda lindningar. När flera transformatorer används, rekommenderas att lindningarna på dessa transformatorer kopplas så att sekundärspänningarna ligger i fas med varandra.

När styrkretsar för likspänning är anslutna till skyddsströmbanan (se avsnitt 8.2.1) skall de matas från en separat lindning på transformatorn för växelspanningsstyrkretsarna eller från en annan styrkretstransformator.

Transformatorer fordras inte för maskiner med en enda startanordning och högst två styrdon (t ex förreglingsanordning, manöveranordning för start/stopp).

#### **9.1.2 Spänning för styrkretsar**

Styrspänningens värde bör vara tillräckligt för korrekt funktion hos styrkretsen. Den nominella spänningen får inte vara högre än 277 V när den matas från en transformator.

#### **9.1.3 Skydd**

Styrkretsar skall vara försedda med överströmsskydd enligt avsnitten 7.2.4 och 7.2.10.

#### **9.1.4 Anslutning av styrdon**

I styrkretsar med en sida förbunden med (eller avsedd att förbindas med) skyddsströmbanan (se avsnitt 7.2.4) skall en anslutning (företrädesvis med samma märkning) på manöverspolen hos varje elektromekaniskt manövrerad anordning eller den ena anslutningen på annan elektrisk anordning förbindas direkt till denna sida av styrkretsen. Alla kopplingsfunktioner (t ex kontakter) hos styrdon som påverkar en spole eller en anordning skall placeras mellan spolens eller anordningens andra anslutning och styrkretsens andra sida (d v s den sida som inte är ansluten till skyddsströmbanan).

Följande undantag är tillåtna:

- kontakter hos skyddsanordningar (t ex överlastreläer) får placeras mellan spolarna och den sida som är ansluten till skyddsströmbanan, förutsatt att ledarna mellan sådana kontakter och de spolar i styrdonen som påverkas av dessa reläkontakter befinner sig inom samma kapsling och förbindningarna är så korta och så utförda att ett jordfel är osannolikt
- där fordringarna enligt avsnitt 9.4.3.1 är uppfyllda.

### **9.2 Styrfunktioner**

#### **9.2.1 Startfunktioner**

Startfunktion skall åstadkommas genom spänningssättning av avsedd krets (se avsnitt 9.2.5.2).

### 9.2.2 *Stop functions*

There are three categories of stops as follows:

- category 0: stopping by immediate removal of power to the machine actuators (i.e. an uncontrolled stop – see 3.56);
- category 1: a controlled stop (see 3.11) with power available to the machine actuators to achieve the stop and then removal of power when the stop is achieved;
- category 2: a controlled stop with power left available to the machine actuators.

NOTE – With the exception of emergency operations (see 9.2.5.4), and depending upon the risk assessment, removal of power may be accomplished by the use of either electromechanical or solid-state components.

### 9.2.3 *Operating modes*

Each machine can have one or more operating modes determined by the type of machine and its application.

When a hazardous condition can result from a mode selection, such selection shall be prevented by suitable means (e.g. key operated switch, access code). Mode selection by itself shall not initiate machine operation. A separate action by the operator shall be required.

Safeguarding shall remain effective for all operating modes (see 9.2.4 for suspension of safeguarding under special conditions).

Indication of the selected operating mode shall be provided (e.g. the position of a mode selector, the provision of an indicating light, a visual display indication).

### 9.2.4 *Suspension of safeguarding*

Where it is necessary to suspend safeguarding, (e.g. for setting or maintenance purposes), a mode selection device or means capable of being secured (e.g. locked) in the desired mode shall be provided so as to prevent automatic operation. In addition, one or more of the following means should be provided:

- initiation of motion by a hold-to-run device or by a similar control device;
- a portable control station (e.g. pendant) with an emergency stop device and, where appropriate, an enabling device. Where a portable station is in use, motion may be initiated only from that station;
- limitation of the speed or the power of motion;
- limitation of the range of motion.

### 9.2.5 *Operation*

#### 9.2.5.1 *General*

The necessary interlocks (see 9.3) shall be provided for safe operation.

Measures shall be taken to prevent movement of the machine in an unintended manner after any stopping of the machine (e.g. due to locked-off condition, power supply fault, battery replacement, lost signal condition with cableless control).

## 9.2.2 Stoppfunktioner

Det finns tre stoppkategorier:

- kategori 0: stopp genom omedelbar bortkoppling av kraften till maskinens drivanordningar (dvs ett icke styrt stopp - se avsnitt 3.56)
- kategori 1: styrt stopp (se avsnitt 3.11) med kraften tillgänglig till maskinens drivanordningar för att åstadkomma stoppet och därefter bortkoppling av kraften då maskinen stannat
- kategori 2: styrt stopp med bibehållen kraft till maskinens drivanordningar.

ANM - Med undantag för nödfunktioner (se avsnitt 9.2.5.4) och med hänsyn till riskbedömningen, kan bortkoppling av kraften åstadkommas antingen med elektromekaniska eller statiska komponenter.

## 9.2.3 Driftsätt

Varje maskin kan ha ett eller flera driftsätt beroende på maskintyp och maskinens användning.

Om farligt tillstånd kan uppstå vid val av driftsätt, skall sådant val förhindras med lämpliga medel (t ex nyckelmanövrerad elkopplare eller tillträdeskod). Enbart valet av driftsätt får inte medföra start av maskinen. En särskild startåtgärd av operatören skall erfordras.

Tekniska skyddsåtgärder skall bibehållas vid alla driftsätt (se avsnitt 9.2.4 beträffande tillfälligt upphävande av tekniska skyddsåtgärder under speciella förhållanden).

Indikering av valt driftsätt skall anordnas (t ex läge hos driftvalsomkopplare, indikeringslampor, teckenfönster).

## 9.2.4 Tillfälligt upphävande av tekniska skyddsåtgärder

Då det är nödvändigt att tillfälligt upphäva tekniska skyddsåtgärder (t ex för inställning eller underhåll), skall det finnas en anordning för val av driftsätt som kan säkras (t ex genom låsning) i önskat driftsätt för att förhindra automatisk drift. Dessutom bör en eller flera av följande åtgärder vara vidtagna:

- rörelse initieras med hålldon eller likvärdigt styrdon
- manövrering via en bärbar manöverpanel (t ex hängande) med ett nödstoppsdon och, om tillämpligt, ett acceptdon. När en bärbar manöverpanel används, får maskinrörelser endast kunna initieras från denna panel
- begränsning av hastigheten eller rörelsens kraft
- begränsning av rörelseområdet.

## 9.2.5 Drift

### 9.2.5.1 Allmänt

Nödvändiga förreglingar (se avsnitt 9.3) för säker drift skall finnas.

Åtgärder skall vidtas för att förhindra oavsiktlig rörelse hos maskinen efter stopp oavsett stopporsak (t ex stopp pga aktiverad skyddsfunktion, matningsfel, batteribyte, signalbortfall vid trådlös styrning).

### 9.2.5.2 *Start*

The start of an operation shall be possible only when all of the safeguards are in place and are functional except for conditions as described in 9.2.4.

On those machines (e.g. mobile machines) where safeguards cannot be applied for certain operations, manual control of such operations shall be by hold-to-run controls, together with enabling devices, as appropriate.

Suitable interlocks shall be provided to secure correct sequential starting.

On machines requiring the use of more than one control station to initiate a start:

- each control station shall have a separate manually actuated start control device;
- all required conditions for machine operation shall be met;
- all start control devices shall be in the released (off) position before a start may be permitted;
- all start control devices shall be actuated concurrently (see 3.6).

### 9.2.5.3 *Stop*

Category 0, category 1 and/or category 2 stops shall be provided where indicated by the risk assessment and the functional requirements of the machine (see 4.1). Category 0 and category 1 stops shall be operational regardless of operating modes (see 9.2.3) and category 0 shall take priority. Stop functions shall override related start functions (see 9.2.5.2).

Where required, facilities to connect protective devices and interlocks shall be provided. If such a protective device or interlock causes a stop of the machine, it may be necessary for that condition to be signalled to the logic of the control system. The reset of the stop function shall not initiate any hazardous condition.

### 9.2.5.4 *Emergency operations (emergency stop, emergency switching off)*

#### 9.2.5.4.1 *General*

This standard specifies the requirements for the emergency stop and the emergency switching off functions of the emergency operations listed in annex D, both of which are, in this standard, initiated by a single human action. For other safety related stop functions see 11.3.4.

#### 9.2.5.4.2 *Emergency stop*

In addition to the requirements for stop (see 9.2.5.3), the emergency stop function has the following requirements:

- it shall override all other functions and operations in all modes;
- power to the machine actuators that can cause a hazardous condition(s) shall be removed as quickly as possible without creating other hazards (e.g. by the provision of mechanical means of stopping requiring no external power, by reverse current braking for a category 1 stop);
- reset shall not initiate a restart.

The emergency stop shall function either as a category 0 stop or as a category 1 stop (see 9.2.2). The choice of the category of the emergency stop shall be determined by the risk assessment of the machine.

### 9.2.5.2 Start

Start av en maskinfunktion skall vara möjlig endast om alla tekniska skydd är på plats och i funktion, utom i de fall som anges i avsnitt 9.2.4.

På de maskiner (t ex mobila maskiner) där tekniska skydd inte kan användas för vissa förlopp, skall dessa förlopp styras manuellt med hjälp av hålldon och acceptdon om tillämpligt.

Lämpliga förreglingar skall finnas för att säkerställa korrekt startföljd.

För maskiner som kräver användning av mer än en manöverpanel för start, skall:

- varje manöverpanel ha ett separat handmanövrerat styrdon för start
- alla erforderliga villkor för maskinens drift vara uppfyllda
- alla styrdon för start vara i frånläge innan start kan tillåtas
- alla styrdon för start manövreras samtidigt (se avsnitt 3.6).

### 9.2.5.3 Stopp

Kategori 0-, kategori 1- och/eller kategori 2-stopp skall anordnas utifrån riskbedömningen och de funktionella fordringarna för maskinen (se avsnitt 4.1). Kategori 0 och kategori 1 skall fungera oberoende av driftsätt (se avsnitt 9.2.3) och kategori 0 skall ha prioritet. Stoppfunktioner skall vara överordnade tillhörande startfunktioner (se avsnitt 9.2.5.2).

Där så fordras skall anordningar för att ansluta skyddsanordningar och förreglingar finnas. Om sådan skyddsanordning eller förregling stoppar maskinen kan det vara nödvändigt att ge de logiska kretsarna i styrsystemet signal att ett sådant fall föreligger. Återställning av stoppfunktionen får inte initiera något farligt tillstånd.

### 9.2.5.4 Nödåtgärder (nödstopp, nödbrytning)

#### 9.2.5.4.1 Allmänt

Denna standard anger fordringarna för de nödstops- och nödbrytningsfunktioner som ingår i de i bilaga D uppräknade nödåtgärderna. Båda funktionerna utlöses av en enda mänsklig handling. För andra stoppfunktioner som berör säkerhet, se avsnitt 11.3.4.

#### 9.2.5.4.2 Nödstopp

Utöver fordringarna på stopp (se avsnitt 9.2.5.3) gäller följande fordringar för nödstopsfunktionen:

- den skall vara överordnad alla andra funktioner och manövreringar vid alla driftsätt
- kraft som kan orsaka farligt tillstånd skall avlägsnas från drivanordningarna så snabbt som möjligt utan att medföra andra faror (t ex genom användning av mekaniska stoppanordningar som inte fordrar yttre kraftkälla eller genom motströmsbromsning vid kategori 1-stopp)
- återställning får inte initiera en återstart.

Nödstoppet skall fungera endera enligt kategori 0 eller 1 (se avsnitt 9.2.2). Valet av kategori för nödstoppet skall bestämmas utifrån riskbedömningen för maskinen.

Where a category 0 stop is used for the emergency stop function, it shall have only hard-wired electromechanical components. In addition, its operation shall not depend on electronic logic (hardware or software) or on the transmission of commands over a communications network or link.

Where a category 1 stop is used for the emergency stop function, final removal of power to the machine actuators shall be ensured and carried out by means of electromechanical components.

#### 9.2.5.4.3 *Emergency switching off*

The functional aspects of emergency switching off are given in IEC 60364-4-46.

Emergency switching off should be provided where:

- protection against direct contact (e.g. with collector wires, collector bars, slip-ring assemblies, controlgear in electrical operating areas) is achieved only by placing out of reach or by obstacles (see 6.2.6); or
- there is the possibility of other hazards or damage caused by electricity.

Emergency switching off is accomplished by disconnecting the incoming supply of the machine effecting a category 0 stop. When a machine cannot tolerate the category 0 stop, it may be necessary to provide other protection, for example against direct contact, so that emergency switching off is not necessary.

#### 9.2.5.5 *Monitoring of command actions*

Movement or action of a machine or part of a machine that can result in a hazardous condition shall be monitored. On manually controlled machines, operators can provide some of this monitoring. Conditions that cannot reasonably be expected to be monitored by the operator will require means which may include overtravel limiters, motor overspeed detection, mechanical overload detection or anti-collision devices.

#### 9.2.5.6 *Hold-to-run controls*

Hold-to-run controls shall require continuous actuation of the control device(s) to achieve operation.

#### 9.2.5.7 *Two-hand control*

Three types of two-hand control are available, the selection of which is determined by the risk assessment. These shall have the following features:

**Type I:** this type requires:

- the provision of two control devices and their concurrent actuation by both hands;
- continuous concurrent actuation during the hazardous condition;
- machine operation shall cease upon the release of either one or both of the control devices when hazardous conditions are still present.

**Type II:** a type I control requiring the release of both control devices before machine operation may be reinitiated.

**Type III:** a type II control requiring concurrent actuation of the control devices as follows:

- it shall be necessary to actuate the control devices within a certain time limit of each other, not exceeding 0,5 s (see annex B);
- where this time limit is exceeded, both control devices shall be released before operation may be reinitiated.

Där ett stopp av kategori 0 används för nödstoppfunktionen, skall endast elektromekaniska komponenter förbundna med ledare ingå. Dessutom får funktionen inte vara beroende av elektronisk logik (komponenter eller program) eller av överföring av order över kommunikationsnät eller -länk.

Där stopp enligt kategori 1 används för nödstoppfunktionen, skall slutlig frångkoppling av kraft till maskinens drivanordningar säkerställas med elektromekaniska komponenter.

#### 9.2.5.4.3 Nödbrytning

Funktionella aspekter på nödbrytning ges i IEC 60364-4-46.

Nödbrytning bör anordnas där:

- skydd mot direkt beröring (dvs beröring med kontaktledningar, kontaktskenor, släpringsanordningar, kopplingsutrustningar i elutrymme) har uppnåtts endast genom placering utom räckhåll eller genom hinder (se avsnitt 6.2.6); eller
- det finns risk för andra faror eller skada förorsakad av elektricitet.

Nödbrytning uppnås genom frånskiljning av maskinens matning, som innebär ett kategori 0-stopp. Om en maskin inte klarar ett kategori 0-stopp kan det bli nödvändigt att anordna annat skydd, till exempel mot direkt beröring, så att nödbrytning inte är nödvändig.

#### 9.2.5.5 Övervakning av maskinfunktioner

Rörelse eller funktion hos en maskin eller del av en maskin som kan medföra fara skall övervakas. På manuellt styrda maskiner kan operatörer utföra viss del av övervakningen. Funktioner som operatören inte förväntas övervaka fordrar åtgärder som kan inkludera begränsning av överrörelser, rusningsvakt för motorer, mekanisk överlastdetektering eller kollisionsskydd.

#### 9.2.5.6 Hålldonsmanövrering

Hålldonsmanöver skall fordra kontinuerlig påverkan på styrdonet(-donen) för att erhålla funktion.

#### 9.2.5.7 Tvåhandsmanövrering

Tre typer av tvåhandsmanövrering förekommer, valet bestäms av riskbedömningen. Dessa skall ha följande egenskaper:

**Typ I** Denna typ fordrar:

- två manöverdon för samtidig påverkan med båda händerna
- kontinuerlig samtidig påverkan under det farliga tillståndet
- att maskinens funktion skall upphöra om antingen det ena eller båda manöverdonen har släppts då farligt tillstånd fortfarande föreligger.

**Typ II** En tvåhandsmanövrering av typ I, som fordrar att båda manöverdonen har släppts innan maskinen kan återstartas.

**Typ III** En tvåhandsmanövrering av typ II som fordrar samtidig påverkan av manöverdonen, enligt följande:

- båda manöverdonen måste påverkas inom en viss bestämd tidsgräns, som inte får överstiga 0,5 s (se bilaga B)
- överskrids tidsgränsen måste båda manöverdonen släppas innan återstart kan ske.

#### 9.2.5.8 *Enabling device*

An enabling device is an additional manually operated control device used in conjunction with a start control and which, when continuously actuated, allows a machine to function.

When an enabling device is provided as a part of a system, it shall be designed to allow motion when actuated in one position only. In any other position motion shall be stopped.

It shall have the following features:

- be connected to a category 0 stop or to a category 1 stop (see 9.2.2);
- be designed in consideration of ergonomic principles;
- for a two-position type:
  - position 1: off-function of the switch (actuator is not operated),
  - position 2: enabling function (actuator is operated);
- for a three-position type:
  - position 1: off-function of the switch (actuator is not operated),
  - position 2: enabling function (actuator is operated in its mid position),
  - position 3: off-function (actuator is operated past its mid position).

When returning from position 3 to position 2, the function shall not be enabled.

#### 9.2.6 *Combined start and stop controls*

Push-buttons and similar control devices that, when operated, alternately initiate and stop motion shall only be used for functions which cannot result in a hazardous condition.

#### 9.2.7 *Cableless control*

##### 9.2.7.1 *General*

This subclause deals with the functional requirements of control systems employing cableless (e.g. radio, infra-red) techniques for transmitting commands and signals between a machine control system and operator control station(s).

NOTE – Some of these application and system integrity considerations may also be applicable to control functions employing serial data communication techniques where the communications link uses a cable (e.g. coaxial, twisted-pair, optical).

Means shall be provided to readily remove or disconnect the power supply of the operator control station.

Means (e.g. key operated switch, access code) shall be provided, as necessary, to prevent unauthorized use of the operator control station.

Each operator control station shall carry an unambiguous indication of which machine(s) is intended to be controlled by that operator control station.

##### 9.2.7.2 *Control limitation*

Measures shall be taken to ensure that control commands:

- affect only the intended machine;
- affect only the intended functions.

Measures shall be taken to prevent the machine from responding to signals other than those from the intended operator control station(s).



### 9.2.5.8 Acceptdon

Ett acceptdon är ett manuellt påverkat manöverdon avsett att användas tillsammans med ett startdon. När acceptdonet är kontinuerligt påverkat kan maskinen fungera.

Ett acceptdon som utgör en del av ett system skall vara så konstruerat att det endast i ett påverkat läge tillåter rörelse. I alla andra lägen skall rörelse stoppas.

Det skall ha följande egenskaper:

- vara anslutet till ett stopp av kategori 0 eller 1 (se avsnitt 9.2.2)
- vara konstruerat med hänsyn till ergonomiska principer
- avseende tvålägestyp:
  - läge 1: stoppfunktion (manöverdonet är inte påverkat),
  - läge 2: acceptfunktion (manöverdonet är påverkat),
- avseende trelägestyp:
  - läge 1: stoppfunktion (manöverdonet är inte påverkat),
  - läge 2: acceptfunktion (manöverdonet är påverkat till sitt mittläge),
  - läge 3: stoppfunktion (manöverdonet är påverkat förbi sitt mittläge).

Vid återgång från läge 3 till läge 2 får acceptfunktionen inte erhållas.

### 9.2.6 Kombinerade start- och stoppdon

Tryckknappar eller liknande styrdon som vid påverkan växelvis startar eller stoppar rörelse får endast användas för funktioner som inte kan medföra fara.

### 9.2.7 Trådlösa styrningar

#### 9.2.7.1 Allmänt

Detta avsnitt behandlar de funktionella fordringarna på styrsystem som använder trådlös (t ex radio, infraröd) teknik för överföring av kommandon och signaler mellan en maskins styrsystem och operatörspanel(er).

ANM - En del av dessa applikationer och systemlösningar kan också tillämpas på styrfunktioner som använder teknik för seriedatakommunikation, där kabel används för kommunikationsnätet (t ex koaxialkabel, tvinnad parkabel, optokabel).

Matningen till operatörspanelen skall enkelt kunna tas bort eller frånskiljas.

Om nödvändigt skall åtgärder vidtas för att förhindra obehörig användning av operatörspanelen (t ex nyckelmanövrerad elkopplare, tillträdeskod).

Varje operatörspanel skall vara försedd med entydig anvisning som anger vilken(a) maskin(er) som avses styras av operatörspanelen.

#### 9.2.7.2 Begränsning av styrning

Åtgärder skall vidtas så att styrkommandon med säkerhet:

- endast påverkar den avsedda maskinen
- endast påverkar de avsedda funktionerna.

Åtgärder skall vidtas för att förhindra att maskinen reagerar på andra signaler än de från avsedd(a) operatörspanel(er).

Where necessary, means shall be provided so that the machine can only be controlled from operator control stations in one or more predetermined zones or locations.

#### 9.2.7.3 *Stop*

Operator control stations shall include a separate and clearly identifiable means to initiate the stop function of the machine or of all the motions that can cause a hazardous condition. The actuating means to initiate this stop function shall not be marked or labelled as an emergency stop device, even though the stop function initiated on the machine can be an emergency stop function.

A machine which is equipped with cableless control shall have a means of automatically initiating the stopping of the machine and of preventing a potentially hazardous operation, in the following situations:

- when a stop signal is received;
- when a fault is detected in the system;
- when a valid signal has not been detected within a specified period of time (see annex B), except when a machine is executing a pre-programmed task taking it outside the range of the cableless control where no hazardous condition can occur.

NOTE – A valid signal includes the signal that confirms that communication is established and maintained.

#### 9.2.7.4 *Serial data communication*

In a machine where the control of safety-related functions relies on serial data transfer, correct communications shall be ensured by using an error detection method that is able to cope with up to three error bits in any command sequence.

NOTE – Error detection methods in accordance with IEC 60870-5-1 are recommended.

#### 9.2.7.5 *Use of more than one operator control station*

Where a machine has more than one operator control station, measures shall be taken to ensure that only one control station can be enabled at a given time. An indication of which operator control station is in control of the machine shall be provided at suitable locations as determined by the risk assessment of the machine.

**Exception:** a stop command from any one of the control stations shall be effective when required by the risk assessment of the machine.

#### 9.2.7.6 *Battery-powered operator control stations*

A variation in the battery voltage shall not cause a hazardous condition. If one or more potentially hazardous motions are controlled using a battery-powered operator control station, a clear warning shall be given to the operator when a variation in battery voltage exceeds specified limits. Under those circumstances, the operator control station shall remain functional long enough to put the machine into a non-hazardous condition.

### 9.3 *Protective interlocks*

#### 9.3.1 *Reclosing or resetting of an interlocking safeguard*

The reclosing or resetting of an interlocking safeguard shall not initiate machine motion or operation where that can result in a hazardous condition.

Där det är nödvändigt skall maskinen endast kunna styras från operatörspaneler inom en eller flera förutbestämda zoner eller områden.

### 9.2.7.3 Stopp

Operatörspaneler skall vara försedda med en separat och tydligt identifierbar anordning för att stoppa maskinen eller de rörelser som kan medföra fara. Manöverdonet för denna stoppfunktion får inte märkas eller skyltas som en nödstoppsanordning även om stoppfunktionen kan vara en nödstoppsfunktion.

En maskin som är utrustad med trådlös styrning skall ha en anordning som automatiskt stoppar maskinen och som förhindrar en potentiellt farlig funktion, i följande situationer:

- när en stoppsignal har mottagits
- när ett fel har detekterats i systemet
- när en giltig signal inte har detekterats inom en bestämd tidsperiod (se bilaga B), utom när en maskin utför en förprogrammerad arbetsuppgift som för den utanför området för den trådlösa styrningen där inga farliga tillstånd kan uppstå.

ANM - En giltig signal inkluderar den signal som bekräftar att kommunikation är upprättad och bibehållen.

### 9.2.7.4 Seriedata-kommunikation

I en maskin där kontrollen av säkerhetsrelaterade funktioner är beroende av seriedata-överföring, skall korrekta kommunikationer säkerställas genom användning av en metod för feldetektering som har kapacitet att behandla upp till tre fel-bitar i varje ordersekvens.

ANM - Metoder för feldetektering enligt IEC 60870-5-1 rekommenderas.

### 9.2.7.5 Användning av mer än en operatörspanel

Där en maskin har mer än en operatörspanel skall åtgärder vidtas som säkerställer att endast en operatörspanel i taget kan användas. Indikering av vilken operatörspanel som styr maskinen skall finnas på en lämplig plats som bestämts av riskbedömningen av maskinen.

**Undantag:** ett stoppkommando från vilken som helst av operatörspanelerna skall ge stopp när riskbedömningen av maskinen så fordrar.

### 9.2.7.6 Batterimatade operatörspaneler

En variation i batterispänningen får inte förorsaka ett farlig tillstånd. Om en eller flera potentiellt farliga rörelser styrs med en batterimatad operatörspanel, skall en tydlig varningssignal ges till operatören när en variation i batterispänningen överskrider specificerade gränser. Under dessa förhållanden skall operatörspanelen fungera tillräckligt länge för att föra maskinen till ett säkert tillstånd.

## 9.3 Skyddsförreglingar

### 9.3.1 Återslutning eller återställning av ett förreglat tekniskt skydd

Återslutning eller återställning av ett förreglat tekniskt skydd får inte medföra igångsättning av maskinrörelse eller funktion om detta kan medföra fara.

### 9.3.2 *Overtravel limits*

Where an overtravel can cause a hazardous condition, a position sensor or limit switch shall be provided to initiate appropriate control action.

### 9.3.3 *Operation of auxiliary functions*

The correct operation of auxiliary functions shall be checked by appropriate devices (e.g. pressure sensors).

Where the non-operation of a motor or device for an auxiliary function (e.g. lubrication, supply of coolant, swarf removal) can cause a hazardous condition, or cause damage to the machine or to the work in progress, appropriate interlocking shall be provided.

### 9.3.4 *Interlocks between different operations and for contrary motions*

All contactors, relays, and other control devices that control elements of the machine and that can cause a hazardous condition when actuated at the same time (e.g. those which initiate contrary motion), shall be interlocked against incorrect operation.

Reversing contactors (e.g. those controlling the direction of rotation of a motor) shall be interlocked in such a way that in normal service no short circuit can occur when switching.

Where, for safety or for continuous operation, certain functions on the machine are required to be interrelated, proper co-ordination shall be ensured by suitable interlocks. For a group of machines working together in a co-ordinated manner and having more than one controller, provision shall be made to co-ordinate the operations of the controllers as necessary.

Where a failure of a mechanical brake actuator can result in the brake being applied when the associated machine actuator is energized and a hazardous condition can result, interlocks shall be provided to switch off the machine actuator.

### 9.3.5 *Reverse current braking*

Where reverse current braking is used on a motor, effective measures shall be taken to avoid the motor starting in the opposite direction at the end of braking where that reversal can cause a hazardous condition or damage to the machine or to the work in progress. For this purpose, the use of a device operating exclusively as a function of time shall not be allowed.

Control circuits shall be so arranged that rotation of a motor shaft, (e.g. manually), shall not result in a hazardous condition.

## 9.4 *Control functions in the event of failure*

### 9.4.1 *General requirements*

Where failures or disturbances in the electrical equipment can cause a hazardous condition or damage to the machine or to the work in progress, appropriate measures shall be taken to minimize the probability of the occurrence of such failures or disturbances. The required measures and the extent to which they are implemented, either individually or in combination, depend on the level of risk associated with the respective application (see 4.1).

### 9.3.2 Begränsning av överrörelse

Där en överrörelse kan medföra fara, skall det finnas en lägesgivare eller gränslägesbrytare som initierar lämplig styrfunktion.

### 9.3.3 Funktion hos hjälpanordningar

Korrekt funktion hos hjälpanordningar skall övervakas med lämpliga anordningar (t ex tryckgivare).

Där fel på någon hjälpmotor eller hjälpanordning (t ex för smörjning, kylning eller bortföring av svarvspån) kan medföra fara eller orsaka skada på maskin eller på produkt som bearbetas, skall lämpliga förreglingar anordnas.

### 9.3.4 Förregling mellan olika funktioner och för motriktade rörelser

Alla kontakter, reläer och andra styrdon, som styr delar av maskinen och som kan medföra fara om de påverkas samtidigt (t ex sådana som initierar motriktade rörelser), skall förreglas mot felaktig funktion.

Kontakter för reversering (dvs de som styr en motors rotationsriktning) skall förreglas på ett sådant sätt att kortslutning inte kan uppstå vid omkoppling i normal drift.

Där vissa funktioner på en maskin måste höra samman av säkerhetsskäl eller för kontinuerlig drift, skall samordning säkerställas med lämpliga förreglingar. För en grupp maskiner som arbetar tillsammans på ett samordnat sätt och som har mer än en styrutrustning, skall styrutrustningarnas funktioner samordnas i den mån det är nödvändigt.

Där ett fel i en mekanisk bromsanordning kan förorsaka att denna bromsar när tillhörande drivanordning är till och detta kan medföra fara, skall förreglingar finnas som fränkopplar drivanordningen.

### 9.3.5 Motströmsbromsning

Där motströmsbromsning används på en motor, skall effektiva åtgärder vara vidtagna för att förhindra att motorn startar i motsatt riktning vid slutet av bromsintervallet, när en sådan reversering kan medföra fara eller orsaka skada på maskinen eller på den produkt som bearbetas. Anordning som enbart är tidsstyrd tillåts inte för detta ändamål.

Styrkretsar skall anordnas så att vridning (t ex manuell) av motoraxeln inte kan medföra fara.

## 9.4 Styrfunktioner i händelse av fel

### 9.4.1 Allmänna fordringar

Där felfunktioner eller störningar hos elutrustningen kan medföra fara eller orsaka skada på maskinen eller på den produkt som bearbetas, skall lämpliga åtgärder vidtas för att minimera sannolikheten för att sådana felfunktioner eller störningar skall inträffa. De åtgärder som fordras och deras omfattning, var för sig eller i kombination, beror på risknivån för respektive tillämpning (se avsnitt 4.1).

Measures to reduce those risks include but are not limited to:

- protective devices on the machine (e.g. interlocking guards, trip devices);
- protective interlocking of the electrical circuit;
- use of proven circuit techniques and components (see 9.4.2.1);
- provision of partial or complete redundancy (see 9.4.2.2) or diversity (see 9.4.2.3);
- provision for functional tests (see 9.4.2.4).

In general, only single failures are to be regarded. In the event of higher levels of risk, it may be necessary to ensure that more than one failure cannot result in a hazardous condition.

#### 9.4.2 *Measures to minimize risk in the event of failure*

##### 9.4.2.1 *Use of proven circuit techniques and components*

These measures include but are not limited to:

- bonding of control circuits to the protective bonding circuit for operational purposes (see 9.4.3.1);
- connection of control devices in accordance with 9.1.4;
- stopping by de-energizing (see 9.2.2);
- the switching of all live conductors to the device being controlled (see 9.4.3.1);
- the use of switching devices having positive (or direct) opening operation (see IEC 60947-5-1);
- circuit design to reduce the possibility of failures causing undesirable operations.

##### 9.4.2.2 *Provisions for redundancy*

By providing partial or complete redundancy it is possible to minimize the probability that one single failure in the electrical circuit can result in a hazardous condition. Redundancy can be effective in normal operation (i.e. on-line redundancy) or designed as special circuits that take over the protective function (i.e. off-line redundancy) only where the operating function fails.

Where off-line redundancy which is not active during normal operation is used, suitable measures shall be taken to ensure that those control circuits are available when required.

##### 9.4.2.3 *Use of diversity*

The use of control circuits having different principles of operation or using different types of devices may reduce the probability of hazards resulting from faults and/or failures. Examples include:

- the combination of normally open and normally closed contacts operated by interlocking guards;
- the use of different types of control circuit components in the circuit;
- the combination of electromechanical and electronic circuits in redundant configurations;
- the combination of electrical and non-electrical systems (e.g. mechanical, hydraulic, pneumatic) may perform the redundant function and provide the diversity.

##### 9.4.2.4 *Functional tests*

Functional tests may be carried out automatically by the control system, or manually by inspection or tests at start-up and at predetermined intervals, or a combination as appropriate (see also 18.2 and 19.6).

Åtgärder för att minska dessa risker omfattar, men är inte begränsade till:

- skyddsanordningar på maskinen (t ex förreglande skydd, skyddsstoppanordningar)
- skyddsförreglingar i de elektriska kretsarna
- användning av beprövad kretsteknik och beprövade komponenter (se avsnitt 9.4.2.1)
- utförande med partiell eller fullständig redundans (se avsnitt 9.4.2.2) eller diversitet (se avsnitt 9.4.2.3)
- möjlighet till funktionsprovning (se avsnitt 9.4.2.4).

I allmänhet behöver endast enkelfel beaktas. I fall med högre risknivåer, kan det vara nödvändigt att försäkra sig om att ytterligare fel inte kan medföra fara.

## **9.4.2 Åtgärder för att minimera risker i händelse av fel**

### **9.4.2.1 Användning av beprövad kretsteknik och beprövade komponenter**

Dessa åtgärder omfattar, men är inte begränsade till:

- förbindning av styrkretsar till skyddsströmbanan i funktionssyfte (se avsnitt 9.4.3.1)
- anslutning av styrdon enligt avsnitt 9.1.4
- stopp genom fränkoppling av matning (se avsnitt 9.2.2)
- fränkoppling av alla spänningsförande ledare till den styrda anordningen (se avsnitt 9.4.3.1)
- användning av elkopplare med tvångsbrytning (se IEC 60947-5-1)
- utförande av kretsar så att sannolikheten minskas för felfunktioner som orsakar icke avsedd drift.

### **9.4.2.2 Utförande med redundans**

Genom att åstadkomma partiell eller fullständig redundans är det möjligt att minska sannolikheten för att ett enkelfel i de elektriska kretsarna medför fara. Redundansen kan vara aktiv vid normal drift (dvs aktiv redundans) eller bestå av speciella kretsar som tar över skyddsfunktionen endast när det blir fel i driftfunktionen (dvs passiv redundans).

Vid passiv redundans, som inte är aktiv vid normal drift, skall lämpliga åtgärder vidtas för att säkerställa att dessa styrkretsar är tillgängliga när de behövs.

### **9.4.2.3 Användning av diversitet**

Användning av styrkretsar med olika verknings sätt eller olika slag av anordningar kan minska sannolikheten för faror orsakade av fel och/eller felfunktioner. Exempel kan vara:

- kombination av slutande och brytande kontakter som påverkas av förreglande skydd
- användning av olika slag av komponenter i styrkretsen
- kombination av elektromekaniska och elektroniska kretsar i redundant uppkoppling
- kombination av elektriska och icke elektriska system (t ex mekaniska, hydrauliska eller pneumatiska) kan ge både redundant funktion och diversitet.

### **9.4.2.4 Funktionsprovning**

Funktionsprovning kan genomföras automatiskt av styrsystemet eller manuellt genom okulär kontroll eller provning i samband med start och i förutbestämda intervaller eller i lämpliga kombinationer (se även avsnitten 18.2 och 19.6).

### 9.4.3 *Protection against maloperation due to earth faults, voltage interruptions and loss of circuit continuity*

#### 9.4.3.1 *Earth faults*

Earth faults on any control circuit shall not cause unintentional starting, potentially hazardous motions, or prevent stopping of the machine.

In order to fulfil this requirement, bonding to the protective bonding circuit may be provided in accordance with 8.2 and the devices may be connected as described in 9.1.4. Control circuits fed from a transformer and not connected to the protective bonding circuit shall be provided with an insulation monitoring device that either indicates an earth fault or interrupts the circuit automatically after an earth fault.

Where the control circuit is directly connected between the phase conductors of the supply or between a phase conductor and a neutral conductor that is not earthed or is earthed through a high impedance, multi-pole control switches that interrupt all live conductors shall be used for START or STOP of those machine functions that can cause a hazardous condition or damage to the machine in the event of unintentional starting or failure to stop.

#### 9.4.3.2 *Voltage interruptions*

The requirements detailed in 7.5 shall apply.

Where the control system uses a memory device(s), proper functioning in the event of power failure shall be ensured (e.g. by using a non-volatile memory) to prevent any loss of memory that can result in a hazardous condition.

#### 9.4.3.3 *Loss of circuit continuity*

Where the loss of continuity of safety-related control circuits depending upon sliding contacts can result in a hazardous condition, appropriate measures shall be taken (e.g. by duplication of the sliding contacts).

## **10 Operator interface and machine-mounted control devices**

### 10.1 *General*

#### 10.1.1 *General device requirements*

This clause contains requirements for devices mounted outside or partially outside control enclosures.

As far as is practicable, those devices shall be selected, mounted, and identified or coded in accordance with IEC 60073 and IEC 60447.

#### 10.1.2 *Location and mounting*

As far as is practicable, machine-mounted control devices shall be:

- readily accessible for service and maintenance;
- mounted in such a manner as to minimize the possibility of damage from activities such as material handling.



### **9.4.3 Skydd mot felaktig funktion på grund av jordfel, spänningsavbrott eller avbrott i kretsar**

#### **9.4.3.1 Jordfel**

Jordfel i en styrkrets får inte orsaka oavsiktlig start, potentiellt farliga rörelser eller hindra stopp av maskinen.

För att uppfylla denna fordring kan förbindning till skyddsströmbanan utföras enligt avsnitt 8.2 och utrustningarna kan kopplas såsom beskrivs i avsnitt 9.1.4. Styrkretsar som matas från en transformator och som inte är anslutna till skyddsströmbanan skall vara försedda med en anordning för isolationsövervakning som endera indikerar jordfel eller automatiskt bryter kretsen vid jordfel.

Där styrkretsen är direkt ansluten mellan matningens fasledare, eller mellan fasledare och en neutralledare som antingen är ojordad eller jordad via en hög impedans, skall allpoliga elkopplare som bryter alla spänningsförande ledare användas för START eller STOPP av maskinfunktioner som i händelse av oavsiktlig start eller uteblivet stopp kan medföra fara eller skada på maskin.

#### **9.4.3.2 Spänningsavbrott**

Fordringarna i avsnitt 7.5 skall gälla.

Där minne används i styrsystemet och om utebliven minnesfunktion kan medföra fara skall, i händelse av fel i kraftmatningen, rätt funktion säkerställas (t ex genom att ett icke flyktigt minne används).

#### **9.4.3.3 Avbrott i kretsar**

För säkerhetsrelaterade styrkretsar som är beroende av glidkontakter skall lämpliga åtgärder vidtas (t ex dubbling av glidkontakterna) om ett avbrott kan medföra fara.

## **10 Operatörsgränssnitt och maskinmonterade styrdon**

### **10.1 Allmänt**

#### **10.1.1 Allmänna fordringar**

Detta avsnitt innehåller fordringar på anordningar monterade helt eller delvis utanför kapsling för styrutrustning.

I den utsträckning det är praktiskt möjligt skall dessa anordningar väljas, monteras och märkas eller kodas enligt IEC 60073 och IEC 60447.

#### **10.1.2 Placering och montering**

I den utsträckning det är praktiskt möjligt, skall styrdon som är monterade på maskinen vara:

- lätt tillgängliga för service och underhåll
- monterade så att risken för skada förorsakad av materialhantering och liknande verksamhet minimeras.

The actuators of hand-operated control devices shall be selected and installed so that:

- they are not less than 0,6 m above the servicing level and are within easy reach of the normal working position of the operator;
- the operator is not placed in a hazardous situation when operating them;
- the possibility of inadvertent operation is minimized.

#### 10.1.3 *Protection*

Where mounted as intended, operator interface and machine mounted control devices shall withstand the stresses of expected use. The degree of protection (see IEC 60529) together with other appropriate measures shall afford protection against:

- the effects of aggressive liquids, vapours, or gases found in the physical environment or used on the machine;
- the ingress of contaminants (e.g. swarf, dust, particulate matter).

In addition, the operator interface control devices shall have a minimum degree of protection against direct contact of IPXXD (see IEC 60529).

#### 10.1.4 *Position sensors*

Position sensors (e.g. position switches, proximity switches) shall be so arranged that they will not be damaged in the event of overtravel.

Position sensors used in circuits with safety-related functions either shall have positive (or direct) opening operation (see IEC 60947-5-1) or shall provide similar reliability (see 9.4.2).

#### 10.1.5 *Portable and pendant control stations*

Portable and pendant operator control stations and their control devices shall be so selected and arranged as to minimize the possibility of inadvertent machine operations caused by shocks and vibrations (e.g. if the operator control station is dropped or strikes an obstruction).

### 10.2 *Push-buttons*

#### 10.2.1 *Colours*

Push-button actuators shall be colour-coded in accordance with table 2.

The colours for START/ON actuators should be WHITE, GREY or BLACK with a preference for WHITE. GREEN is also permitted. RED shall not be used.

The colour RED shall be used for emergency stop and emergency switching off actuators.

The colours for STOP/OFF actuators should be BLACK, GREY, or WHITE with a preference for BLACK. GREEN shall not be used. RED is also permitted, but it is recommended that RED is not used near an emergency operation device.

WHITE, GREY, or BLACK are the preferred colours for push-button actuators that alternately act as START/ON and STOP/OFF push-buttons. The colours RED, YELLOW, or GREEN shall not be used (see also 9.2.6).

WHITE, GREY, or BLACK are the preferred colours for push-button actuators that cause operation while they are actuated and cease the operation when they are released (e.g. hold-to-run). The colours RED, YELLOW, or GREEN shall not be used.

Manöverdonen till handmanövrerade styrdon skall väljas och installeras så att:

- de inte är placerade lägre än 0,6 m över betjäningsplanet och är lätta att nå från operatörens normala arbetsposition
- operatören inte hamnar i en risksituation vid manövrering
- risken för oavsiktlig manöver minimeras.

### 10.1.3 Skydd

Styrdon för operatörsgrenssnitt och maskinmonterade styrdon, som monterats på avsett sätt, skall motstå påkänningarna vid förväntad användning. Kapslingsklassen (se IEC 60529) tillsammans med andra lämpliga åtgärder skall ge skydd mot:

- effekterna av aggressiva vätskor, ångor eller gaser som förekommer i miljön eller används på maskinen
- inträngning av föroreningar (t ex spån, damm eller fasta främmande föremål).

Därutöver skall styrdon för operatörsgrenssnitt ha skydd mot direkt beröring som motsvarar en lägsta kapslingsklass av IPXXD (se IEC 60529).

### 10.1.4 Lägesgivare

Lägesgivare (t ex mekaniskt påverkade eller beröringsfria givare) skall anordnas så att de inte skadas vid överrörelse.

Lägesgivare som används i kretsar med skyddsfunktion skall antingen utföras med tvångsbrytning (se IEC 60947-5-1) eller ha motsvarande tillförlitlighet (funktionssannolikhet) (se avsnitt 9.4.2).

### 10.1.5 Bärbara och hängande operatörspaneler

Bärbara och hängande operatörspaneler och deras styrdon skall väljas och anordnas så att möjligheten för oavsiktliga maskinrörelser orsakade av stötar och vibrationer minimeras (t ex om operatörspaneler tappas eller stöter emot något).

## 10.2 Tryckknappar

### 10.2.1 Färger

Tryckknappar skall ha färger enligt tabell 2.

Färg för START/TILL-knappar bör vara VIT, GRÅ eller SVART, varvid VIT är att föredra. GRÖN färg tillåts även. RÖD färg får inte användas.

RÖD färg skall användas för nödstopp- och nödbrytningsknappar.

Färg för STOPP/FRÅN-knappar bör vara SVART, GRÅ eller VIT, varvid SVART är att föredra. GRÖN får inte användas. RÖD är tillåten, men det rekommenderas att RÖD inte används nära en nödstoppsanordning.

VIT, GRÅ eller SVART är att föredra för tryckknappar som växelvis fungerar för START/TILL och STOPP/FRÅN. Färgerna RÖD, GUL eller GRÖN får inte användas (se även avsnitt 9.2.6).

VIT, GRÅ eller SVART är att föredra för tryckknappar som ger drift när de trycks in och där driften upphör när de släpps (t ex hålldonsmanöver). Färgerna RÖD, GUL eller GRÖN får inte användas.


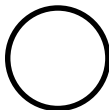

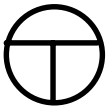
Reset push-buttons shall be BLUE, WHITE, GREY, or BLACK. Where they also act as a STOP/OFF button, the colours WHITE, GREY, or BLACK are preferred with the main preference being for BLACK. GREEN shall not be used.

**Table 2 – Colour-coding for push-button actuators and their meanings**

Colour	Meaning	Explanation	Examples of application
RED	Emergency	Actuate in the event of a hazardous condition or emergency	Emergency stop Initiation of emergency function (see also 10.2.1)
YELLOW	Abnormal	Actuate in the event of an abnormal condition	Intervention to suppress abnormal condition Intervention to restart an interrupted automatic cycle
GREEN	Normal	Actuate to initiate normal conditions	(See 10.2.1)
BLUE	Mandatory	Actuate for a condition requiring mandatory action	Reset function
WHITE	No specific meaning assigned	For general initiation of functions except for emergency stop (see note)	START/ON (preferred) STOP/OFF
GREY			START/ON STOP/OFF
BLACK			START/ON STOP/OFF (preferred)
NOTE – Where a supplemental means of coding (e.g. shape, position, texture) is used for the identification of push-button actuators, then the same colour WHITE, GREY, or BLACK may be used for various functions (e.g. WHITE for START/ON and for STOP/OFF actuators).			

10.2.2 *Markings*

In addition to the functional identification as described in 17.3, it is recommended that push-buttons be marked, near to or preferably directly on the actuators, with the following symbols:

START or ON	STOP or OFF	Push-buttons acting alternately as START or STOP buttons and as ON or OFF buttons	Push-buttons acting as START or ON buttons when pressed and as STOP or OFF buttons when released (i.e. hold-to-run)
60417-2-IEC-5007 	60417-2-IEC-5008 	60417-2-IEC-5010 	60417-2-IEC-5011 

Återställningsknappar skall ha färgerna BLÅ, VIT, GRÅ eller SVART. När de även fungerar som STOPP/FRÅN-knappar, är färgerna VIT, GRÅ eller SVART att föredra, främst SVART. GRÖN får inte användas.

**Tabell 2 - Färg för tryckknappar och betydelse**

Färg	Betydelse	Förklaring	Exempel på tillämpning
RÖD	Nöd	Påverka vid fara eller nödfall	Nödstopp Initiering av nödstoppsfunktion (se även avsnitt 10.2.1)
GUL	Onormal	Påverka vid onormalt tillstånd	Ingrepp för att undertrycka onormalt tillstånd Ingrepp för att återstarta en avbruten automatisk cykel
GRÖN	Normal	Påverka för att initiera normaltillstånd	(Se avsnitt 10.2.1)
BLÅ	Påbjuden	Påverka vid tillstånd som fordrar åtgärd	Återställning
VIT	Specifik betydelse har ej fastställts	För att åstadkomma olika funktioner förutom nödstopp (se ANM)	START/TILL (att föredra)
GRÅ			STOPP/FRÅN
SVART			START/TILL STOPP/FRÅN (att föredra)
ANM - Om tryckknappar kännetecknas på något kompletterande sätt (t ex med form, läge eller ytstruktur), kan samma färg VIT, GRÅ eller SVART användas för olika funktioner (t ex VIT för START/TILL- och STOPP/FRÅN-knappar).			

### 10.2.2 Märkning

Som tillägg till den funktionsmärkning som beskrivs i avsnitt 17.3, rekommenderas att tryckknappar märks, intill eller helst direkt på knapparna, med följande symboler:

START eller TILL	STOPP eller FRÅN	Tryckknappar som växelvis fungerar som START- eller STOPP-tryckknappar och TILL- eller FRÅN-tryckknappar	Tryckknappar som fungerar som START eller TILL när de trycks in och som STOPP eller FRÅN när de släpps (dvs hålldonsmanöver)
60417-IEC-5007	60417-IEC-5008	60417-IEC-5010	60417-IEC-5011
	○	⊕	⊞

10.3 *Indicator lights and displays*

10.3.1 *Modes of use*

Indicator lights and displays serve to give the following types of information:

- indication: to attract the operator's attention or to indicate that a certain task should be performed. The colours RED, YELLOW, GREEN, and BLUE are normally used in this mode;
- confirmation: to confirm a command, or a condition, or to confirm the termination of a change or transition period. The colours BLUE and WHITE are normally used in this mode and GREEN may be used in some cases.

10.3.2 *Colours*

Unless otherwise agreed between the supplier and the user, indicator (pilot) light lenses shall be colour-coded with respect to the condition (status) of the machine in accordance with table 3. Alternative meanings may be assigned (see IEC 60073) in accordance with one of the following criteria:

- the safety of persons and the environment;
- the state of the electrical equipment.

**Table 3 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine**

Colour	Meaning	Explanation	Action by operator
RED	Emergency	Hazardous condition	Immediate action to deal with hazardous condition (e.g. by operating emergency stop)
YELLOW	Abnormal	Abnormal condition Impending critical condition	Monitoring and/or intervention (e.g. by re-establishing the intended function)
GREEN	Normal	Normal condition	Optional
BLUE	Mandatory	Indication of a condition that requires action by the operator	Mandatory action
WHITE	Neutral	Other conditions; may be used whenever doubt exists about the application of RED, YELLOW, GREEN, BLUE	Monitoring

10.3.3 *Flashing lights*

For further distinction or information and especially to give additional emphasis, flashing lights may be used for the following purposes :

- to attract attention;
- to request immediate action;
- to indicate a discrepancy between the command and actual state;
- to indicate a change in process (flashing during transition).

It is recommended that higher frequency flashing lights be used for higher priority information (see IEC 60073 for recommended flashing rates and pulse/pause ratios).

### 10.3 Indikeringslampor och teckenfönster (displayer)

#### 10.3.1 Användningssätt

Indikeringslampor och teckenfönster ger följande information:

- **indikering:** att påkalla operatörens uppmärksamhet eller att visa att en viss åtgärd skall vidtas. Färgerna RÖD, GUL, GRÖN, och BLÅ används normalt för detta ändamål.
- **bekräftelse:** att bekräfta ett kommando eller ett villkor eller ett avslutande av en ändring eller en övergångsperiod. Färgerna BLÅ och VIT används normalt för detta ändamål och GRÖN får i vissa fall användas.

#### 10.3.2 Färger

Om inte annat avtalats mellan leverantör och användare, skall linser till indikeringslampor ges färg enligt tabell 3 med avseende på maskinens drifttillstånd. Alternativa betydelse kan ges (se IEC 60073) i enlighet med ett av följande villkor:

- personsäkerhet och miljö
- elutrustningens tillstånd.

**Tabell 3 - Färger på indikeringslampor och betydelse med avseende på maskinens drifttillstånd**

Färg	Betydelse	Förklaring	Åtgärd av operatör
RÖD	Nöd	Farligt tillstånd	Omedelbar åtgärd för att hantera farligt tillstånd (t ex genom nödstopp)
GUL	Onormal	Onormalt tillstånd Risk för kritiskt tillstånd	Övervakning och/eller ingrepp (t ex genom att den avsedda funktionen åter åstadkoms)
GRÖN	Normal	Normalt tillstånd	Valfri
BLÅ	Påbjuden	Indikering av tillstånd som fordrar åtgärd från operatören	Påbjuden åtgärd
VIT	Neutral	Andra tillstånd; kan användas när RÖD, GUL, GRÖN eller BLÅ inte med säkerhet är rätt färg	Övervakning

#### 10.3.3 Blinkande ljus

För ytterligare precisering eller information och särskilt för att ge ökad tydlighet kan blinkande ljus användas för följande ändamål:

- för att påkalla uppmärksamhet
- för att begära omedelbar åtgärd
- för att indikera avvikelser mellan ett givet kommando och utrustningens tillstånd
- för att indikera att ett ändringsförlopp pågår (blinkning under förloppet).

Det rekommenderas att högre blinkfrekvens används för information med högre prioritet (se IEC 60073 beträffande rekommenderade blinkfrekvenser och förhållandet mellan ljust och mörkt).

#### 10.4 *Illuminated push-buttons*

Illuminated push-button actuators shall be colour-coded in accordance with tables 2 and 3. Where there is difficulty in assigning an appropriate colour, WHITE shall be used. The colour RED for the emergency stop actuator shall not depend on the illumination of its light.

#### 10.5 *Rotary control devices*

Devices having a rotational member, such as potentiometers and selector switches, shall be mounted in such a way as to prevent rotation of the stationary member. Friction alone shall not be sufficient.

#### 10.6 *Start devices*

Actuators used to initiate a start function or the movement of machine elements (e.g. slides, spindles, carriers) shall be constructed and mounted so as to minimize inadvertent operation. However, mushroom-type actuators may be used for two-hand control.

#### 10.7 *Devices for emergency stop*

##### 10.7.1 *Location*

Devices for emergency stop shall be readily accessible.

Emergency stop devices shall be located at each operator control station and at other locations where the initiation of an emergency stop can be required (**exception**: see 9.2.7.3).

##### 10.7.2 *Types*

The types of device for emergency stop include:

- a push-button operated switch;
- a pull-cord operated switch;
- a pedal-operated switch without a mechanical guard.

The devices shall be of the self-latching type and shall have positive (or direct) opening operation (see IEC 60947-5-1).

##### 10.7.3 *Restoration of normal function after emergency stop*

It shall not be possible to restore an emergency stop circuit until the emergency stop device has been manually reset. Where several emergency stop devices are provided in a circuit, it shall not be possible to restore that circuit until all emergency stop devices that have been operated have been reset.

##### 10.7.4 *Actuators*

Actuators of emergency stop devices shall be coloured RED. The background immediately around the actuator shall be coloured YELLOW. The actuator of a push-button operated emergency stop device shall be of the palm or mushroom head type.

##### 10.7.5 *Local operation of the supply disconnecting device to effect emergency stop*

The supply disconnecting device may be locally operated to serve the function of emergency stop when:

- it is readily accessible to the operator;
- it is of the type described in 5.3.2 a), b) or c).

When intended for such use, the supply disconnecting device shall meet the colour requirements of 10.7.4.



#### 10.4 Lampptryckknappar

Färgerna hos lampptryckknappar skall vara enligt tabellerna 2 och 3. Om det bereder svårigheter att välja rätt färg, skall VIT användas. RÖD färg på nödstoppsdon skall synas även om dess ljuskälla inte lyser.

#### 10.5 Vridmanövrerat styrdon

Styrdon med vridbar del, t ex potentiometrar eller vridomkopplare, skall monteras så att den fasta delen inte kan vridas. Det räcker inte med enbart friktion.

#### 10.6 Startdon

Manöverdon som används för att starta en funktion eller en rörelse hos maskinelement (t ex slider, spindlar eller transportörer) skall utföras och monteras så att risken för oavsiktlig påverkan minimeras. Tryckknappar med svamphuvud får dock användas för tvåhandsmanövrering.

#### 10.7 Nödstoppsdon

##### 10.7.1 Placering

Nödstoppsdon skall placeras lättåtkomligt.

Nödstoppsdon skall placeras vid varje operatörspanel samt vid andra ställen där nödstopp kan behöva utlösas (**undantag**: se avsnitt 9.2.7.3).

##### 10.7.2 Typer

Nödstoppsdon kan vara av följande typer:

- tryckknappsmanövrerad elkopplare
- draglinemanövrerad elkopplare
- pedelmanövrerad elkopplare utan mekaniskt skydd.

Donen skall vara självspärrande och tvångsbrytande (se IEC 60947-5-1).

##### 10.7.3 Återupprättande av normal funktion efter nödstopp

Det skall inte vara möjligt att återsluta en nödstoppskrets förrän nödstoppsdonet blivit manuellt återställt. Om det i en krets förekommer flera nödstoppsdon, får kretsen inte kunna slutas förrän alla påverkade don återställts.

##### 10.7.4 Manöverdon

Manöverdon för nödstopp skall ha RÖD färg. Den närmaste bakgrunden runt manöverdonet skall ha GUL färg. Tryckknappar för nödstopp skall ha svamphuvud eller liknande för manövrering med handflatan.

##### 10.7.5 Användning av frånskiljningsanordningen för att åstadkomma nödstopp

Frånskiljningsanordningen får manövreras lokalt för att åstadkomma nödstopp om:

- den är lättåtkomlig för operatören
- den är av den typ som beskrivs i avsnitt 5.3.2 a), b) eller c).

Om frånskiljningsanordningen är avsedd för sådan användning skall fordringar på färg enligt avsnitt 10.7.4 uppfyllas.

## 10.8 *Devices for emergency switching off*

### 10.8.1 *Location*

Emergency switching off devices shall be located as necessary for the given application. Normally, those devices will be located separate from operator control stations. However, where it can be necessary to initiate the emergency switching off function from an operator control station, that control station need not also be equipped with a separate emergency stop device since the emergency switching off function effects a category 0 emergency stop.

### 10.8.2 *Types*

The types of device for emergency switching off include:

- a push-button operated switch;
- a pull-cord operated switch.

The devices shall be of the self-latching type and shall have positive (or direct) opening operation (see IEC 60947-5-1).

The push-button operated switch may be in a break-glass enclosure.

### 10.8.3 *Restoration of normal function after emergency switching off*

It shall not be possible to restore an emergency switching off circuit until the emergency switching off device has been manually reset. Where several emergency switching off devices are provided in a circuit, it shall not be possible to restore that circuit until all emergency switching off devices that have been operated have been reset.

### 10.8.4 *Actuators*

Actuators of emergency switching off devices shall be coloured RED. The background immediately around the device actuator should be coloured YELLOW. The actuator of a push-button operated emergency switching off device shall be of the palm or mushroom head type.

### 10.8.5 *Local operation of the supply disconnecting device to effect emergency switching off*

Where the supply disconnecting device is to be locally operated for emergency switching off, it shall be readily accessible and should meet the colour requirements of 10.8.4.

## 10.9 *Displays*

Displays (e.g. visual display units, alarm annunciators) shall be selected and installed in such a manner as to be visible from the normal position of the operator. Where displays are intended to be warning devices, it is recommended that they be of the flashing or rotary type and be provided with an audible warning device.

## **11 Electronic equipment**

### 11.1 *General*

This clause applies to all types of electronic devices including programmable electronic equipment, subassemblies, printed circuit boards, devices and components.

### 11.2 *Basic requirements*

#### 11.2.1 *Inputs and outputs*

An indication of the status of all digital inputs and outputs should be provided.

## **10.8 Anordningar för nödbrytning**

### **10.8.1 Placering**

Anordningar för nödbrytning skall placeras i enlighet med vad som erfordras för tillämpningen. Normalt är dessa anordningar placerade åtskilda från manöverplatserna. Skulle det dock vara nödvändigt att nödbryta från en manöverplats behöver denna inte dessutom förses med särskilt nödstoppdon eftersom nödbrytning innebär ett nödstopp av kategori 0.

### **10.8.2 Typer**

Nödbrytningsdon kan vara av följande typer:

- tryckknappsmanövrerad elkopplare
- draglinemanövrerad elkopplare.

Donen skall vara självspärrande och tvångsbrytande (se IEC 60947-5-1).

Den tryckknappsmanövrerade elkopplaren får sitta innanför en "slå sönder glaset"-kapsling.

### **10.8.3 Återupprättande av normal funktion efter nödbrytning**

Det skall inte vara möjligt att återsluta en nödbrytningskrets förrän nödbrytningsdonet blivit manuellt återställt. Om det förekommer flera nödbrytningsdon i en krets, får inte kretsen kunna slutas förrän alla påverkade don återställts.

### **10.8.4 Manöverdon**

Manöverdon för nödbrytning skall ha RÖD färg. Den närmaste bakgrunden runt manöverdonet bör ha GUL färg. Tryckknappar för nödbrytning skall ha svamphuvud eller liknande för manövrering med handflatan.

### **10.8.5 Användning av fränkskiljningsanordning för att åstadkomma nödbrytning**

Där fränkskiljningsanordningen är avsedd att manövreras lokalt för att åstadkomma nödbrytning skall den var lättåtkomlig och följa fordringarna på färger i avsnitt 10.8.4.

## **10.9 Visande anordningar**

Visande anordningar (t ex bildskärmar, larmindikeringar) skall väljas och installeras så att de är synliga från operatörens normala arbetsposition. Där dessa är avsedda som varningsanordningar, rekommenderas att de är av blinkande eller roterande typ och kombinerade med en akustisk varningsanordning.

## **11 Elektronikutrustning**

### **11.1 Allmänt**

Detta avsnitt gäller alla slags elektroniska anordningar, inklusive programmerbar elektronisk utrustning, underenheter, kretskort, anordningar och komponenter.

### **11.2 Grundläggande fordringar**

#### **11.2.1 Ingångar och utgångar**

En indikering av status (tillstånd) på alla digitala in- och utgångar bör finnas.

### 11.2.2 *Equipotential bonding*

All input/output racks (remote or local), processor racks, and power supplies shall be electrically bonded together in accordance with the supplier's specifications and connected to the protective bonding circuit (see 8.2.3).

Where it is necessary for operational purposes for some equipment to be isolated from the protective bonding circuit, such equipment may be excluded from this requirement in accordance with clause 8.

### 11.3 *Programmable equipment*

#### 11.3.1 *Programmable controllers*

Programmable controllers shall conform to relevant IEC standards (see IEC 61131-1 and IEC 61131-2).

#### 11.3.2 *Memory retention and protection*

Means shall be provided to prevent memory alteration by unauthorized persons and the requirements detailed in 9.4.3.2 shall apply.

#### 11.3.3 *Software verification*

Equipment using reprogrammable logic shall have means for verifying that the software is in accordance with the relevant program documentation.

#### 11.3.4 *Use in safety-related functions*

Programmable electronic equipment shall not be used for category 0 emergency stop functions (see 9.2.5.4).

For all other safety-related stop functions, the use of hard-wired electromechanical components is preferred (i.e. the function should not depend on the operation of programmable electronic equipment). Where programmable electronic equipment is used for such functions, then appropriate measures in accordance with 9.4 shall be employed.

These requirements shall not preclude the use of programmable electronic equipment for monitoring, testing, or backing-up such functions but that equipment shall not prevent the correct operation of those functions.

NOTE – In situations where a significant hazard can occur due to maloperation of the control system, it is currently difficult to determine with any degree of certainty that reliance on correct operation of a single-channel of programmable electronic equipment can be assured. Until such a time that this situation can be resolved, it is inadvisable to rely solely on the correct operation of such a single-channel device.

## **12 Controlgear: location, mounting, and enclosures**

### 12.1 *General requirements*

All controlgear shall be located and mounted so as to facilitate:

- its accessibility and maintenance;
- its protection against the external influences or conditions under which it is intended to operate;
- operation and maintenance of the machine and its associated equipment.

### 11.2.2 Potentialutjämning

Alla in- och utgångsenheter (fjärr- eller lokala), processorenheter och kraftförsörjningsenheter skall förbindas elektriskt i enlighet med leverantörens anvisningar och anslutas till skyddsströmbanan (se avsnitt 8.2.3).

Där det av funktionella orsaker är nödvändigt att isolera någon utrustning från skyddsströmbanan kan sådan utrustning undantas från dessa fordringar i enlighet med avsnitt 8.

## 11.3 Programmerbar utrustning

### 11.3.1 Programmerbar styrutrustning

Programmerbar styrutrustning skall uppfylla tillämpliga IEC standarder (se IEC 61131-1 och IEC 61131-2).

### 11.3.2 Bevarande och skydd av minnesinnehåll

Medel skall finnas för att hindra obehöriga personer från att ändra minnesinnehåll. Dessutom skall fordringarna enligt avsnitt 9.4.3.2 gälla.

### 11.3.3 Verifiering av program

Utrustning med programmerbar logik skall ha verktyg för verifiering att programmet överensstämmer med programdokumentationen.

### 11.3.4 Användning i säkerhetsanknutna funktioner

Programmerbar elektronikutrustning skall inte användas för nödstoppfunktioner enligt kategori 0 (se avsnitt 9.2.5.4).

För alla andra säkerhetsanknutna stoppfunktioner är elektromekaniska komponenter förbundna med ledningar att föredra (dvs funktionen bör inte vara beroende av programmerbar elektronisk utrustning). Där programmerbar elektronisk utrustning används för sådana funktioner skall lämpliga åtgärder enligt avsnitt 9.4 tillämpas.

Dessa fordringar får inte utesluta användning av programmerbar elektronisk utrustning för övervakning, provning eller för understödjande av sådana funktioner, utan att utrustningen hindrar korrekt säkerhetsanknuten funktion.

ANM - I situationer där felfunktion hos styrsystemet kan innebära påtaglig fara anses det för närvarande svårt att med rimlig säkerhetsgrad avgöra om man kan lita på att korrekt funktion kan säkerställas hos en enkel kanal i ett programmerbart elektroniskt styrsystem. Tills denna fråga kan avgöras, avråds från att lita enbart på korrekt funktion hos en sådan enkanalig anordning.

## 12 Styrutrustning: placering, montering och kapslingar

### 12.1 Allmänna fordringar

All styrutrustning skall placeras och monteras så att:

- åtkomlighet och underhåll underlättas
- skyddet mot yttre påverkan eller förhållanden under vilka maskinen är avsedd att arbeta främjas
- drift och underhåll av maskinen med tillhörande utrustning underlättas.

## 12.2 *Location and mounting*

### 12.2.1 *Accessibility and maintenance*

All items of controlgear shall be placed and oriented so that they can be identified without moving them or the wiring. For items that require checking for correct operation or that are liable to need replacement, those actions should be possible without dismantling other equipment or parts of the machine (except opening doors or removing covers). Terminals not associated with controlgear shall also conform to these requirements.

All controlgear shall be mounted so as to facilitate its operation and maintenance from the front. Where a special tool is necessary to remove a device, such a tool shall be supplied. Where access is required for regular maintenance or adjustment, the relevant devices shall be located between 0,4 m and 2,0 m above the servicing level. It is recommended that terminals be at least 0,2 m above the servicing level and be so placed that conductors and cables can be easily connected to them.

No devices except devices for operating, indicating, measuring, and cooling shall be mounted on doors and on normally removable access covers of enclosures.

Where control devices are connected through plug-in arrangements, their association shall be made clear by type (shape), marking or reference designation, singly or in combination (see 14.4.5).

Plug-in devices that are handled during normal operation shall be provided with non-interchangeable features where the lack of such a facility can result in malfunctioning.

Plug/socket combinations that are handled during normal operation shall be located and mounted so as to provide unobstructed access.

Test points, where provided, shall be:

- mounted so as to provide unobstructed access;
- clearly marked to correspond with the documentation (see 18.3);
- adequately insulated;
- sufficiently spaced for connection of the test equipment or means.

### 12.2.2 *Physical separation or grouping*

Non-electrical parts and devices, not directly associated with the electrical equipment, shall not be located within enclosures containing controlgear. Devices such as solenoid valves should be separated from the other electrical equipment (e.g. in a separate compartment).

Control devices mounted in the same location and connected to the supply voltage, or to both supply and control voltages, shall be grouped separately from those connected only to the control voltages.

Terminals shall be separated into groups for:

- power circuits;
- associated control circuits;
- other control circuits, fed from external sources (e.g. for interlocking).

The groups may be mounted adjacently, provided that each group can be readily identified (e.g. by markings, by use of different sizes, by use of barriers or by colours).

## 12.2 Placering och montering

### 12.2.1 Åtkomlighet och underhåll

Alla delar av styrutrustningen skall placeras och orienteras så att de kan identifieras utan att delarna flyttas eller ledningsdragningen ändras. För delar som fordrar kontroll att funktionen är riktig eller som kan antas behöva bytas ut skall sådana åtgärder vara möjliga utan att annan utrustning eller delar av maskinen behöver avlägsnas (förutom att dörrar öppnas eller kåpor avlägsnas). Anslutningar som inte tillhör styrutrustningen skall också uppfylla dessa fordringar.

All styrutrustning skall monteras så att manövrering och underhåll från framsidan underlättas. Där ett speciellt verktyg är nödvändigt för att avlägsna någon del skall ett sådant verktyg medlevereras. Där åtkomlighet är nödvändig för regelbundet underhåll eller justering skall anordningen ifråga placeras mellan 0,4 och 2,0 m över betjäningsplanet. Det rekommenderas att anslutningar placeras minst 0,2 m över betjäningsplanet och så att ledare och kablar lätt kan anslutas.

Endast anordningar för manövrering, indikering, mätning och kylning får monteras på dörrar eller normalt borttagbara luckor i kapslingar.

Där styrdon är anslutna som insticksanordningar skall deras tillhörighet vara tydlig genom form, märkning eller referensbeteckning antingen var för sig eller i kombination (se avsnitt 14.4.5).

Insticksanordningar som hanteras under normal drift skall utföras oförväxelbara om förväxling kan medföra felfunktion.

Anslutningsdon som hanteras under normal drift skall placeras och monteras så att de är åtkomliga utan hinder.

Provningspunkter, där sådana finns, skall vara:

- monterade så att de är åtkomliga utan hinder
- tydligt märkta i överensstämmelse med dokumentationen (se avsnitt 18.3)
- lämpligt isolerade
- placerade med tillräckligt utrymme för anslutning av provningsutrustning.

### 12.2.2 Fysisk avskiljning eller gruppering

Icke-elektriska delar och anordningar, som inte direkt hör ihop med elutrustningen, får inte placeras inom kapslingar som innehåller styrutrustning. Magnetventiler och liknande anordningar bör vara avskilda från annan elutrustning (t ex i ett eget utrymme).

Styrdon som monteras i samma utrymme och som är anslutna till matningsspänningen eller till både matnings- och styrspänning, skall grupperas åtskilda från apparater som endast är anslutna till styrspänning.

Plintar skall separeras i grupper för:

- kraftkretsar
- tillhörande styrkretsar
- andra styrkretsar, matade från externa källor (t ex för förregling).

Grupperna får monteras intill varandra, förutsatt att varje grupp lätt kan identifieras (t ex genom märkning, olika storlekar, skyddsskärmar eller genom färger).

When arranging the location of devices (including interconnections), the clearances and creepage distances specified for them shall be maintained, taking into account the external influences or conditions of the physical environment (see IEC 60664-1).

12.2.3 *Heating effects*

Heat generating components (e.g. heat sinks, power resistors) shall be so located that the temperature of each component in the vicinity remains within the permitted limit.

12.3 *Degrees of protection*

The protection of controlgear against ingress of solid foreign objects and of liquids shall be adequate taking into account the external influences under which the machine is intended to operate (i.e. the location and the physical environmental conditions) and shall be sufficient against dust, coolants, and swarf.

NOTE 1 – The degrees of protection against ingress of water are covered by IEC 60529. Additional protective measures may be necessary against other liquids.

Enclosures of controlgear shall provide a degree of protection of at least IP22 (see IEC 60529).

**Exceptions:**

- a) Where an electrical operating area is used as a protective enclosure for an appropriate degree of protection against the ingress of solid bodies and liquids.
- b) Where removable collectors on collector wire or collector bar systems are used and IP22 is not achieved but the measures of 6.2.5 are applied.

NOTE 2 – Some examples of applications, along with the degree of protection typically provided by their enclosures, are listed below:

- ventilated enclosure, containing only motor starter resistor and other large size equipment; IP10
- ventilated enclosure, containing other equipment; IP32
- enclosure used in general industry; IP32, IP43 and IP54
- enclosure used in locations that are cleaned with low-pressure water jets (hosing); IP55
- enclosure providing protection against fine dust; IP65
- enclosure containing slip-ring assemblies. IP2X

Depending upon the conditions where installed, another degree of protection may be appropriate.

12.4 *Enclosures, doors and openings*

Enclosures shall be constructed using materials capable of withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses as well as the effects of humidity that are likely to be encountered in normal service.

Fasteners used to secure doors and covers should be of the captive type. Windows provided for viewing internally mounted indicating devices shall be of a material suitable to withstand mechanical stress and chemical attack (e.g. toughened glass, polycarbonate sheet of 3 mm thickness).

It is recommended that enclosure doors be not wider than 0,9 m. and have vertical hinges, preferably of the lift off type, with an angle of opening of at least 95°.

The joints or gaskets of doors, lids, covers and enclosures shall withstand the chemical effects of the aggressive liquids, vapours, or gases used on the machine. The means used to maintain the degree of protection of an enclosure on doors, lids and covers that require opening or removal for operation or maintenance shall:

- be securely attached to either the door/cover or the enclosure;
- not deteriorate due to removal or replacement of the door or the cover, and so impair the degree of protection.



Anordningar (inklusive förbindningar) skall placeras med hänsyn till yttre påverkan och miljöförhållanden så att angivna kryp- och luftavstånd upprätthålls (se IEC 60664-1).

### 12.2.3 Uppvärmningseffekter

Komponenter som avger värme (t ex kylare eller effektmotstånd) skall placeras så att temperaturen hos varje komponent i närheten inte överstiger tillåtna värden.

## 12.3 Kapslingsklasser

Styrutrustning skall vara tillräckligt skyddad mot inträngning av främmande fasta föremål och vätskor. Härvid skall de yttre förhållanden vid vilka maskinen är avsedd att användas beaktas (dvs placering och miljö). Skyddet skall vara tillräckligt mot damm, kylmedel och spån.

ANM 1 - Kapslingsklassen mot inträngning av vatten anges i IEC 60529. Ytterligare skyddsåtgärder kan vara nödvändiga mot andra vätskor.

Kapsling för styrutrustning skall ha en kapslingsklass av minst IP 22 (se IEC 60529).

### Undantag:

- Där elutrymme används som skyddande kapsling som ger lämplig grad av skydd (kapslingsklass) mot inträngning av fasta föremål och vätskor.
- Där strömavtagare på kontaktlednings- eller kontaktskenskensystem används och IP22 inte kan uppnås men åtgärder enligt avsnitt 6.2.5 vidtagits.

ANM 2 - Några exempel på tillämpningar tillsammans med typisk kapslingsklass för kapslingarna är upptagna nedan:

- |  |                        |
|--|------------------------|
| – ventilerad kapsling som endast innehåller motstånd för motorstart och liknande skrymmande utrustning | IP 10                  |
| – ventilerad kapsling som innehåller annan utrustning  | IP 32                  |
| – kapsling i allmän industri   | IP 32, IP 43 och IP 54 |
| – kapsling i lokaler som rengöres med vattenstråle vid lågt tryck (slang)                              | IP 55                  |
| – kapsling som ger skydd mot fint damm   | IP 65                  |
| – kapsling som innehåller släpringsutrustning  | IP 2X                  |

Beroende på förhållandena där utrustningen installeras kan andra kapslingsklasser vara lämpliga.

## 12.4 Kapslingar, dörrar och öppningar

Kapslingar skall konstrueras av material som kan motstå de mekaniska, elektriska och termiska påfrestningar och de effekter av fuktighet som är troliga vid normal drift.

Fästanordningar för dörrar och lock bör vara av oförlorbar typ. Fönster avsedda för observation av invändigt monterade indikeringsdon skall vara av material som kan motstå mekaniska påkänningar och kemiska angrepp (t ex härdat glas eller polykarbonat 3 mm tjockt).

Det rekommenderas att dörrar till kapslingar inte är bredare än 0,9 m. De bör ha gångjärn, vara vertikalt avlyftbara samt öppningsbara till minst 95°.

Fogar eller tätningar i dörrar, lock, kåpor och kapslingar skall motstå kemisk påverkan från aggressiva vätskor, ångor eller gaser som används på maskinen. De anordningar som används för att upprätthålla kapslingsklassen för dörrar, lock och kåpor som behöver öppnas eller avlägsnas för manöver eller underhåll skall:

- vara säkert fästade på dörren, kåpan eller kapslingen
- inte försämras genom att dörren eller kåpan avlägsnas eller byts ut, så att kapslingsklassen därigenom nedsätts.

All openings in the enclosure, including those towards the floor or foundation or to other parts of the machine, shall be closed by the supplier(s) in a manner ensuring the degree of protection specified for the equipment. Openings for cable entries shall be easily re-opened on site. A suitable opening may be provided in the base of enclosures within the machine so that moisture due to condensation may drain away.

There shall be no opening between enclosures containing electrical equipment and compartments containing coolant, lubricating or hydraulic fluids, or those into which oil, other liquids, or dust can penetrate. This requirement does not apply to electrical devices specifically designed to operate in oil (e.g. electromagnetic clutches) nor to electrical equipment in which coolants are used.

Where there are holes in an enclosure for mounting purposes, care shall be taken so that after mounting, the holes do not impair the required protection.

Equipment that, in normal or abnormal operation, can attain a surface temperature sufficient to cause a risk of fire or harmful effect to an enclosure material:

- shall be located within an enclosure that will withstand, without risk of fire or harmful effect, such temperatures as may be generated; and
- shall be mounted and located at a sufficient distance from adjacent equipment so as to allow safe dissipation of heat (see also 12.2.3); or
- shall be otherwise screened by material that can withstand, without risk of fire or harmful effect, the heat emitted by the equipment.

#### 12.5 *Access to controlgear*

The minimum dimensions of gangways in front of and between controlgear shall be in accordance with 481.2.4 of IEC 60364-4-481.

NOTE – The dimensions given in 481.2.4 of IEC 60364-4-481 are absolute minima. It may be necessary to adopt higher values for other considerations such as suitable working positions, escape facilities, mobility of the machine etc.

Doors in gangways and for access to electrical operating areas shall:

- be at least 0,7 m wide and 2,0 m high;
- open outwards;
- have a means (e.g. panic bolts) to allow opening from the inside without the use of a key or tool.

### **13 Conductors and cables**

#### 13.1 *General requirements*

Conductors and cables shall be selected so as to be suitable for the operating conditions (e.g. voltage, current, protection against electric shock, grouping of cables) and external influences (e.g. ambient temperature, presence of water or corrosive substances, mechanical stresses (including stresses during installation), fire hazards) that can exist.

These requirements do not apply to the integral wiring of assemblies, subassemblies, and devices that are manufactured and tested in accordance with their relevant IEC standard (e.g. IEC 60439-1).

Alla öppningar i kapslingen, även de mot golvet eller fundamentet eller till andra delar av maskinen, skall tätas av leverantören på ett sätt som uppfyller fordringarna för den kapslingsklass som gäller för utrustningen. Genomföringar för kablar skall lätt kunna öppnas på monteringsplatsen. En lämplig dräneringsöppning genom vilken kondenserad fuktighet kan rinna ut får finnas i botten av kapslingar inom maskinen.

Det får inte finnas någon öppning mellan kapslingar som innehåller elutrustning och utrymmen där det förekommer kylmedel, smörjolja eller hydraulvätskor eller sådana utrymmen dit olja, andra vätskor eller damm kan tränga in. Denna fordring gäller inte elektriska anordningar särskilt utförda för att fungera i olja (t ex elektromagnetiska kopplingar) eller elutrustning i vilken kylmedel används.

Förekommer monteringshål i kapslingen får hålen inte nedsätta kapslingsklassen efter montering.

Utrustning som, vid normal eller onormal drift, kan anta en yttemperatur tillräcklig för att orsaka en brand eller skadlig verkan på ett kapslingsmaterial:

- skall vara belägen inom en kapsling som utan brandrisk eller skadlig verkan motstår de temperaturer som alstras, och
- skall vara monterad och placerad på tillräckligt avstånd från närliggande utrustning för att medge säker värmeavledning (se också avsnitt 12.2.3), eller
- skall på annat sätt vara avskärmd med material som utan brandrisk eller skadlig verkan kan motstå värmen som avges av utrustningen.

## **12.5 Åtkomst till styrutrustning**

Fritt utrymme framför och mellan styrutrustning skall ha minsta mått enligt IEC 60364-4-481, avsnitt 481.2.4.

ANM - De mått som anges i IEC 60364-4-481, avsnitt 481.2.4 är absoluta minimivärden. Större värden kan vara nödvändiga med hänsyn till arbetsställningar, utrymningsvägar, maskinens flyttbarhet etc.

Dörrar i betjäningsgångar och för tillträde till elutrymme skall:

- vara minst 0,7 m breda och 2,0 m höga
- öppnas utåt
- ha anordningar (t ex nödöppnare) för att möjliggöra öppning från insidan utan nyckel eller verktyg.

## **13 Ledare och kablar**

### **13.1 Allmänna fordringar**

Lämpliga ledare och kablar skall väljas för de elektriska driftförhållanden (t ex spänning, ström, skydd mot elchock, förläggningssätt) och den yttre påverkan (t ex omgivningstemperatur, förekomst av vatten, korrosiva ämnen eller mekaniska påkänningar [även påkänningar vid installation], brandrisker) som kan förekomma.

Dessa fordringar gäller inte för interna ledningar i enheter, underenheter och anordningar som tillverkas och provas enligt tillämplig IEC-standard (t ex IEC 60439-1).

### 13.2 Conductors

In general, conductors shall be of copper. Conductors of any other material shall have a nominal cross-sectional area such that, carrying the same current, the maximum conductor temperature shall not exceed the value given in table 4. Where aluminium is used, the cross-sectional area shall be at least 16 mm<sup>2</sup>.

**Table 4 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions**

Type of insulation	Maximum temperature under normal conditions °C	Ultimate short-time conductor temperature under short circuit conditions* °C
Polyvinyl chloride (PVC)	70	160
Rubber	60	200
Cross-linked polyethylene (XLPE)	90	250
Ethylene propylene compound (EPR)	90	250
Silicone rubber (SiR)	180	350
NOTE – For ultimate short-time conductor temperatures greater than 200 °C, copper conductors shall be either silver-plated or nickel-plated because neither tinned nor bare conductors are suitable above 200 °C.		
* These values are based on the assumption of adiabatic behaviour for a period of not more than 5 s.		

Although class 1 conductors are primarily intended for use between rigid, non-moving parts, they may also be used where minimal flexing occurs provided that the cross-sectional area is less than 0,5 mm<sup>2</sup>. All conductors that are subject to frequent movement (e.g. one movement/hour of machine operation) shall have flexible stranding of class 5 or class 6 (see table C.4).

### 13.3 Insulation

The types of insulation include (but are not limited to):

- polyvinyl chloride (PVC);
- rubber, natural and synthetic;
- silicone rubber (SiR);
- mineral;
- cross-linked polyethylene (XLPE);
- ethylene propylene compound (EPR).

Where the insulation of conductors and cables (e.g. PVC) can constitute hazards due to the propagation of a fire or the emission of toxic or corrosive fumes, guidance from the cable supplier should be sought. It is important to give special attention to the integrity of a circuit having a safety-related function.

The dielectric strength of the insulation shall be adequate for the test voltage required with a minimum of 2 000 V a.c. for 5 min duration for cables operating at voltages higher than 50 V a.c. or 120 V d.c. For separate PELV circuits, the dielectric strength shall be adequate for the test voltage of 500 V a.c. for a duration of 5 min (see IEC 60364-4-41, class III equipment).

### 13.2 Ledare

Normalt skall ledare vara av koppar. Ledare av annat material skall ha en nominell area som vid samma ström inte medför att maximal ledartemperatur överstiger värden angivna i tabell 4. För ledare av aluminium skall arean vara minst 16 mm<sup>2</sup>.

**Tabell 4- Maximal tillåten ledartemperatur i normal drift och vid kortslutning**

Typ av isolering	Maximal temperatur i normal drift (°C)	Högsta korttidstemperatur vid kortslutning* (°C)
Polyvinylklorid (PVC)	70	160
Gummi	60	200
Tvärbunden polyeten (PEX)	90	250
Etylenpropylen (EPR)	90	250
Silikongummi (SiR)	180	350
ANM - Vid högsta korttidstemperatur högre än 200°C, skall kopparledare antingen vara silverpläterade eller nickelpläterade. Varken förtennade eller oisolerade ledare är lämpliga över 200°C.		
* Dessa värden är baserade på antagandet att det adiabatiska förloppet inte pågår mer än 5 sekunder.		

Även om ledare av klass 1 i första hand är avsedda att användas mellan fasta, icke rörliga delar, får de även användas då rörelserna är små, förutsatt att arean är mindre än 0,5 mm<sup>2</sup>. Alla ledare som ofta är utsatta för rörelse (t ex en rörelse per timme då maskinen är i drift) skall vara mångtrådiga av klasserna 5 eller 6 (se tabell C4).

### 13.3 Isolering

Isolering kan bestå av (men är inte begränsad till) följande typer:

- polyvinylklorid (PVC)
- gummi, naturligt eller syntetiskt
- silikongummi (SiR)
- mineral
- tvärbunden polyeten (PEX)
- etylenpropylen (EPR).

Där ledare och kablers isolering (t ex PVC) kan utgöra fara på grund av att de sprider brand eller avger giftiga eller korrosiva gaser bör kabelleverantören kontaktas för anvisningar. Det är viktigt att rikta särskild uppmärksamhet på kretsar med säkerhetsanknutna funktioner.

Isoleringen skall ha tillräcklig dielektrisk hållfasthet för att klara av en provspänning med minst 2000 V AC under 5 minuter för kablar avsedda för driftspänningar högre än 50 V AC eller 120 V DC. För separata PELV-kretsar skall den dielektriska hållfastheten vara tillräcklig för att motstå en provspänning av 500 V AC under 5 minuter (se IEC 60364-4-41, klass III-utrustning).

The mechanical strength and thickness of the insulation shall be such that the insulation cannot be damaged in operation or during laying, especially for cables pulled into ducts.

13.4 *Current-carrying capacity in normal service*

The current-carrying capacity of conductors and cables is determined by both:

- the maximum allowable conductor temperature under the highest possible steady-state current or the thermal equivalent r.m.s. current for intermittent duty applications (see C.2); and
- the ultimate allowable short-time conductor temperature under short-circuit conditions.

The cross-sectional area of a conductor shall be such that, under those conditions, the conductor temperature does not exceed the value given in table 4, unless otherwise specified by the cable manufacturer.

The current-carrying capacities for PVC insulated wiring between enclosures and individual items of equipment under steady-state conditions are given in table 5. For the selection of conductors and cables for intermittent duty applications, see C.2 for the calculation of the thermal equivalent r.m.s. current.

**Table 5 – Current-carrying capacity ( $I_z$ ) of PVC insulated copper conductors or cables under steady-state conditions in an ambient air temperature of +40 °C for different methods of installation**

	Installation method (see C.1.2)			
	B1	B2	C	E
Cross-sectional area mm <sup>2</sup>	Current-carrying capacity $I_z$ A			
0,75	7,6	–	–	–
1,0	10,4	9,6	11,7	11,5
1,5	13,5	12,2	15,2	16,1
2,5	18,3	16,5	21	22
4	25	23	28	30
6	32	29	36	37
10	44	40	50	52
16	60	53	66	70
25	77	67	84	88
35	97	83	104	114
50	–	–	123	123
70	–	–	155	155
95	–	–	192	192
120	–	–	221	221
Electronic (pairs)				
0,2	–	–	4,0	4,0
0,3	–	–	5,0	5,0
0,5	–	–	7,1	7,1
0,75	–	–	9,1	9,1
<b>NOTES</b>				
1 For ambient temperatures other than 40 °C, correct the current-carrying capacities by using values given in table C.1.				
2 For grouped cables/conductors, see table C.2 for derating factors.				
3 For multicore cables up to 10 mm <sup>2</sup> , see table C.3 for derating factors.				
4 These values are not applicable to flexible cables wound on drums (see 13.7.3).				
5 For the current-carrying capacities of other cables, see IEC 60364-5-523.				

Isoleringens mekaniska hållfasthet och tjocklek skall vara sådan att isoleringen inte skadas under drift eller vid installation, speciellt då kablar dras i elkanaler.

### 13.4 Strömvärde vid normal drift

Strömvärde hos ledare och kablar bestäms av följande två faktorer:

- maximalt tillåten ledartemperatur vid högsta möjliga ström i fortfarighetstillstånd eller det värmeekvivalenta effektivvärdet på strömmen vid tillämpningar med intermittert drift (se avsnitt C.2)
- högsta tillåtna korttidstemperatur hos ledare vid kortslutning.

Ledarens area skall vara sådan att ledartemperaturen under ovannämnda förhållanden inte överstiger värdena angivna i tabell 4, om inte kabeltillverkaren specificerat annat.

Strömvärden hos PVC-isolerad ledare mellan kapslingar och enskilda objekt i fortfarighetstillstånd finns angivna i tabell 5. Vid val av ledare och kablar för intermittert drift, se avsnitt C.2 för beräkning av det värmeekvivalenta effektivvärdet av strömmen.

**Tabell 5 - Strömvärde ( $I_z$ ) hos PVC-isolerade kopparledare eller kablar i fortfarighetstillstånd vid en omgivningstemperatur av +40°C för olika installationsmetoder**

	Installationsmetod (se avsnitt C.1.2)			
	B1	B2	C	E
Ledarearea (mm <sup>2</sup> )	Strömvärde - $I_z$ A			
0,75	7,6	–	–	–
1,0	10,4	9,6	11,7	11,5
1,5	13,5	12,2	15,2	16,1
2,5	18,3	16,5	21	22
4	25	23	28	30
6	32	29	36	37
10	44	40	50	52
16	60	53	66	70
25	77	67	84	88
35	97	83	104	114
50	–	–	123	123
70	–	–	155	155
95	–	–	192	192
120	–	–	221	221
Elektronik (ledarpar)				
0,2	–	–	4,0	4,0
0,3	–	–	5,0	5,0
0,5	–	–	7,1	7,1
0,75	–	–	9,1	9,1

ANM 1 - För annan omgivningstemperatur än 40 °C korrigeras strömvärdet genom att i tabell C.1 angivna värden används.

ANM 2 - För buntade kablar/ledare, se tabell C.2 för korrektionsfaktorer.

ANM 3 - För mångledarkablar upp till 10 mm<sup>2</sup> area, se tabell C.3 för korrektionsfaktorer.

ANM 4 - Dessa värden är inte tillämpliga på kablar upprullade på kabeltrumma, se avsnitt 13.7.3.

ANM 5 - Strömvärden för andra kabeltyper ges i IEC 60364-5-523.

### 13.5 Conductor and cable voltage drop

The voltage drop from the point of supply to the load shall not exceed 5 % of the nominal voltage under normal operating conditions. In order to conform to this requirement, it may be necessary to use conductors having a larger cross-sectional area than that derived from table 5.

### 13.6 Minimum cross-sectional area

To ensure adequate mechanical strength, the cross-sectional area of conductors should not be less than as shown in table 6. However, where it is considered necessary, conductors with smaller cross-sectional areas than shown in table 6 may be used in equipment provided adequate mechanical strength is achieved by other means and proper functioning is not impaired.

**Table 6 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors**

Location	Applications	Description of conductors and cables				
		Single core stranded	Single core solid	Two core shielded	Two core not shielded	Three or more cores shielded or not shielded
Outside enclosures	Non-flexing power wiring	1	1,5	0,75	0,75	0,75
	Connections to machine parts subject to frequent movement	1	–	1	1	1
	Connections in control circuits	1	1,5	0,3	0,5	0,3
	Data communication wiring	–	–	–	–	0,08
Inside enclosures	Non-flexing power wiring	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Connections in control circuits	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Data communication wiring	–	–	–	–	0,08

NOTE – All cross-sectional areas are in square millimetres.

### 13.7 Flexible cables

#### 13.7.1 General

Flexible cables shall have class 5 or class 6 conductors (see table C.4).

Cables that are subjected to severe duties shall be of adequate construction to protect against:

- abrasion due to mechanical handling and dragging across rough surfaces;
- kinking due to operation without guides;
- stress resulting from guide rollers and forced guiding, being wound and re-wound on cable drums.

#### NOTES

- 1 Cables for such conditions are specified in relevant national standards.
- 2 The operational life of the cable will be reduced where unfavourable operating conditions such as high tensile stress, small radii, bending into another plane and/or where frequent duty cycles coincide.



### 13.5 Spänningsfall i ledare och kablar

Spänningsfallet mellan matningspunkt och last får inte överstiga 5 % av den nominella spänningsnivån under normala driftförhållanden. För att uppfylla denna fordring kan det vara nödvändigt att välja en större ledararea än den som anges i tabell 5.

### 13.6 Minsta ledararea

För att säkerställa tillräcklig mekanisk hållfasthet, bör ledararean inte understiga värdena visade i tabell 6. Där det anses vara nödvändigt kan emellertid ledare med mindre area än vad som anges i tabell 6 väljas, förutsatt att tillräcklig mekanisk hållfasthet kan uppnås med hjälp av andra medel samt att funktionsdugligheten inte försämras.

**Tabell 6 – Minsta ledararea för kopparledare**

Förläggning	Tillämpning	Beskrivning av ledare och kabel				
		Flertrådig enledare	Entrådig enledare	Skärmad tvåledare	Oskärmad tvåledare	Tre eller flera ledare, skärmade eller oskärmade
Utanför kapslingar	Icke rörlig förbindning	1	1,5	0,75	0,75	0,75
	Förbindning till maskindelar som rör sig ofta	1	–	1	1	1
	Förbindningar i styrkretsar	1	1,5	0,3	0,5	0,3
	Förbindningar för datakommunikation	–	–	–	–	0,08
Inuti kapslingar	Icke rörlig förbindning	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Förbindningar i manöverkretsar	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Förbindningar för datakommunikation	–	–	–	–	0,08

ANM - Alla areor är angivna i mm<sup>2</sup>

### 13.7 Flexibla kablar

#### 13.7.1 Allmänt

Ledare i flexibla kablar skall vara utförda enligt klass 5 eller klass 6 (se tabell C.4).

Kablar för svåra driftförhållanden skall ha tillräckligt skyddat utförande mot:

- nötning på grund av mekaniska rörelser och dragning över ojämna ytor
- kinkning på grund av att styrningar saknas
- påverkan från styrrullar och styrningar då kablar rullas ut och rullas upp på kabeltrummor.

ANM 1 - Kablar för sådana förhållanden finns specificerade i tillämpliga nationella standarder.

ANM 2 - Livslängden hos en kabel reduceras vid ogynnsamma driftförhållanden såsom hög dragkraft, liten radie, böjning mellan olika nivåer och/eller i samband med hög arbetsfrekvens.

13.7.2 *Mechanical rating*

The cable handling system of the machine shall be so designed to keep the tensile stress of the conductors as low as is practicable during machine operations. Where copper conductors are used, the tensile stress shall not exceed 15 N/mm<sup>2</sup> of the copper cross-sectional area. Where the demands of the application exceed the tensile stress limit of 15 N/mm<sup>2</sup>, cables with special construction features should be used and the allowed maximal tensile strength should be agreed with the cable manufacturer.

The allowed maximum stress of conductors of flexible cables with material other than copper should be agreed with the cable manufacturer.

NOTE – The following conditions affect the tensile stress of the conductors:

- acceleration forces;
- speed of motion;
- dead (hanging) weight of the cables;
- method of guiding;
- design of cable drum system.

13.7.3 *Current-carrying capacity of cables wound on drums*

Cables to be wound on drums shall be selected with conductors having a cross-sectional area such that, when fully wound on the drum and carrying the normal service load, the maximum allowable conductor temperature is not exceeded.

For cables of circular cross-sectional area installed on drums, the maximum current-carrying capacity in free air should be derated in accordance with table 7 (see also clause 44 of IEC 60621-3).

NOTE – The current-carrying capacity of cables in free air can be found in manufacturer's specifications or in relevant national standards.

**Table 7 – Derating factors for cables wound on drums**

Drum type	Number of layers of cable				
	Any number	1	2	3	4
Cylindrical ventilated	–	0,85	0,65	0,45	0,35
Radial ventilated	0,85	–	–	–	–
Radial non-ventilated	0,75	–	–	–	–

NOTES

1 A radial type drum is one where spiral layers of cable are accommodated between closely spaced flanges; if fitted with solid flanges, the drum is described as non-ventilated and if the flanges have suitable apertures, as ventilated.

2 A ventilated cylinder drum is one where the layers of cable are accommodated between widely spaced flanges and the drum and end flanges have ventilating apertures.

3 It is recommended that the use of derating factors be discussed with the cable and the cable drum manufacturers. This may result in other factors being used.

13.8 *Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies*

13.8.1 *Protection against direct contact*

Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies shall be installed or enclosed in such away that, during normal access to the machine, protection against direct contact shall be achieved by the application of one of the following protective measures:

- protection by partial insulation of live parts. This is the preferred measure;
- protection by enclosures or barriers of at least IP2X (see 412.2 of IEC 60364-4-41).

### 13.7.2 Mekaniska gränsvärden

Kabelförläggningssättet på maskinen skall vara sådant att den mekaniska dragkraften på ledarna blir så låg som är praktiskt möjligt under drift. Där kopparledare används skall den mekaniska dragkraften inte överstiga  $15 \text{ N/mm}^2$  av koppararean. Där fordringar på applikationen innebär att den mekaniska dragkraften blir större än  $15 \text{ N/mm}^2$ , skall specialkonstruerade kablar användas och överenskommelse skall träffas med kabeltillverkaren om den maximalt tillåtna mekaniska dragkraften.

Den maximalt tillåtna påkänningen på ledare i flexibla kablar med andra material än koppar skall överenskommas med kabeltillverkaren.

ANM - Följande tillstånd påverkar den mekaniska påkänningen i en ledare:

- accelerationskrafter
- rörelsehastighet
- kablers egentyngd
- metod för mekanisk styrning
- konstruktion av system för upprullning av kabel på trumma.

### 13.7.3 Strömvärde för kablar upprullade på trumma

Ledare i kablar som rullas upp på trumma skall väljas med sådan area att, när hela kabeln är upprullad och för normal driftström, den maximalt tillåtna ledartemperaturen inte överskrids.

För kablar med cirkulärt tvärsnitt upprullad på trumma skall det maximalt tillåtna strömvärdet fritt i luft reduceras i enlighet med tabell 7 (se även IEC 60621-3, avsnitt 44).

ANM - Strömvärden hos kablar fritt i luft kan återfinnas i kabelfabrikanternas specifikationer eller i tillämpliga nationella standarder.

**Tabell 7 - Korrektionsfaktorer för kablar upprullade på trummor**

Trumtyp	Antal lager kabel				
	Oavsett antal lager	1	2	3	4
Cylindrisk ventilerad	–	0,85	0,65	0,45	0,35
Radiell ventilerad	0,85	–	–	–	–
Radiell oventilerad	0,75	–	–	–	–

ANM 1 - Med radiell typ av trumma avses en trumma där kabel läggs i spirallager mellan tätt liggande flänsar; om trumman är försedd med solida flänsar benämns den som oventilerad och om trummans flänsar är försedda med öppningar benämns den ventilerad.

ANM 2 - En ventilerad cylindertrumma är en trumma där kabelns lager ligger mellan glest placerade flänsar där ytterflänsarna är försedda med ventilationsöppningar.

ANM 3 - Det rekommenderas att korrektionsfaktorer väljs i samråd med kabel- och kabeltrumtillverkare. Detta kan innebära att andra faktorer används.

## 13.8 Kontaktledningar, kontaktskenor och släpringsystem

### 13.8.1 Skydd mot direkt beröring

Kontaktledningar, kontaktskenor och släpningssystem skall installeras eller byggas in så att skydd mot direkt beröring, vid normalt tillträde till maskinen, uppnås med följande skyddsåtgärder:

- skydd genom att spänningsförande delar delvis isoleras. Detta är den åtgärd som föredras.
- skydd med kapsling eller skyddsskärm med kapslingsklass minst IP 2X (se IEC 60364-4-41, avsnitt 412.2).

Horizontal top surfaces of barriers or enclosures that are readily accessible shall provide a degree of protection of at least IP4X (see 412.2.2 of IEC 60364-4-41).

Where the required degree of protection is not achieved, protection by placing live parts out of reach in combination with emergency switching off in accordance with 9.2.5.4.3 shall be applied.

Collector wires and collector bars shall be so placed and/or protected as to:

- prevent contact, especially for unprotected collector wires and collector bars, with conductive items such as the cords of pull-cord switches, strain-relief devices and drive chains;
- prevent damage from a swinging load.

#### 13.8.2 *Protective conductor circuit*

Where collector wires, collector bars and slip-ring assemblies are installed as part of the protective bonding circuit, they shall not carry current in normal operation. Therefore, the protective conductor (PE) and the neutral conductor (N) shall each use a separate collector wire, collector bar or slip-ring. The continuity of the protective conductor circuit using sliding contacts shall be ensured by taking appropriate measures (e.g. duplication of the current collector, continuity monitoring).

#### 13.8.3 *Protective conductor current collectors*

Protective conductor current collectors shall have a shape or construction so that they are not interchangeable with the other current collectors. Such current collectors shall be of the sliding contact type.

#### 13.8.4 *Removable current collectors with a disconnecter function*

Removable current collectors having a disconnecter function shall be so designed that the protective conductor circuit is interrupted only after the live conductors have been disconnected, and the continuity of the protective conductor circuit is re-established before any live conductor is reconnected (see also 8.2.6).

#### 13.8.5 *Clearances in air*

Clearances between the respective conductors, and between adjacent systems, of collector wires, collector bars, slip-ring assemblies and their current collectors shall be suitable for operation in pollution degree 3 conditions (see 2.5 of IEC 60664-1).

#### 13.8.6 *Creepage distances*

Creepage distances between the respective conductors, between adjacent systems of collector wires, collector bars and slip-ring assemblies, and their current collectors shall be suitable for operation in pollution degree 3 conditions (see 2.5 of IEC 60664-1).

In abnormally dusty, moist or corrosive environments the following creepage distance requirements apply:

- unprotected collector wires, collector bars, and slip-ring assemblies shall be equipped with insulators with a minimum creepage distance of 60 mm;
- enclosed collector wires, insulated multipole collector bars and insulated individual collector bars shall have a minimum creepage distance of 30 mm.

The manufacturer's recommendations shall be followed regarding special measures to prevent a gradual reduction in the insulation values due to unfavourable ambient conditions (e.g. deposits of conductive dust, chemical attack).

Den övre horisontella ytan på kapslingar eller skyddsskärmar som är lätt åtkomliga skall minst ha kapslingsklass IP 4X (se IEC 60364-4-41, avsnitt 412.2.2).

När angiven kapslingsklass inte kan uppnås, skall skydd åstadkommas genom att spänningsförande delar placeras utom räckhåll, i kombination med nödbrytning enligt avsnitt 9.2.5.4.3.

Kontaktledningar och kontaktskenor skall placeras och/eller skyddas för att:

- förebygga kontakt, speciellt för oskyddade kontaktledningar och kontaktskenor, med ledande delar som t ex linan till dragströmbrytare, avlastningsanordningar och drivkedjor
- förebygga skador från svängande last.

### 13.8.2 Skyddsledarkrets

Där kontaktledningar, kontaktskenor och släpringsystem installeras som en del av skyddsströmbanan skall dessa under normala förhållanden inte vara strömförande. Därför skall varje skyddsledare (PE) och neutralledare (N) ha egen kontaktledare, kontaktskena eller glidskena. Kontinuiteten hos skyddsledarkretsen skall säkerställas genom erforderliga åtgärder (t ex dubbling av kontakter, kontinuitetsövervakning).

### 13.8.3 Skyddsledarens strömavtagare

Skyddsledarens strömavtagare skall vara så utformad eller konstruerad att den är oförväxlingsbar med andra strömavtagare. Sådana strömavtagare skall vara av typen glidkontakt.

### 13.8.4 Borttagbar strömavtagare med frånskiljningsmöjlighet

Borttagbar strömavtagare som har frånskiljningsmöjlighet skall vara så konstruerad att skyddsledarkretsen bryts efter det att spänningsförande ledare blivit frånskilda, och skyddsledarkretsen sluts innan någon spänningsförande ledare återinkopplas (se även avsnitt 8.2.6).

### 13.8.5 Luftavstånd

Luftavstånd mellan respektive ledare, mellan angränsande system av kontaktledningar, kontaktskenor och släpringsystem med dess strömavtagare skall vara avsedda för drift i omgivning med föroreningsgrad 3 (se avsnitt 2.5 i IEC 60664-1).

### 13.8.6 Krypavstånd

Krypavstånd mellan respektive ledare, mellan angränsande system av kontaktledningar, kontaktskenor och släpringar med dess strömavtagare skall vara avsedda för drift i omgivning med föroreningsgrad 3 (se avsnitt 2.5 i IEC 60664-1).

I onormalt dammiga, fuktiga och korrosiva miljöer gäller följande krypavstånd:

- oskyddade kontaktledningar, kontaktskenor och släpringsystem skall förses med isolatorer med minst 60 mm krypavstånd
- kapslade kontaktledningar, isolerade mångpoliga kontaktskenor och isolerade separata kontaktskenor skall ha minst 30 mm krypavstånd.

Fabrikantens rekommendationer skall följas avseende speciella åtgärder nödvändiga för att hindra gradvis reduktion av isolationsvärden beroende på ogynnsamma förhållande i omgivningen (t ex ansamling av ledande damm, kemiska angrepp).

### 13.8.7 *Conductor system sectioning*

Where collector wires or collector bars are arranged so that they can be divided into isolated sections, suitable design measures shall be employed to prevent the energization of adjacent sections by the current collectors themselves.

### 13.8.8 *Construction and installation of collector wire, collector bar systems and slip-ring assemblies*

Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies used for power circuits shall be grouped separately from those used for control circuits.

Collector wires, collector bars and slip-ring assemblies shall be capable of withstanding, without damage, the mechanical forces and thermal effects of short-circuit currents.

Removable covers for collector wire and collector bar systems laid underground or underfloor shall be so designed that they cannot be opened by one person without the aid of a tool.

Where collector bars are installed in a common metal enclosure, the individual sections of the enclosure shall be bonded together and earthed at several points depending upon their length. Metal covers of collector bars laid underground or underfloor shall also be bonded together and earthed.

NOTE – For equipotential bonding or protective conductor connection to covers or coverplates of metal enclosures or underfloor ducts, the usual metal hinges are considered sufficient to ensure continuity.

Underground and underfloor collector bar ducts shall have drainage facilities.

## **14 Wiring practices**

### 14.1 *Connections and routing*

#### 14.1.1 *General requirements*

All connections, especially those of the protective bonding circuit, shall be secured against accidental loosening.

The means of connection shall be suitable for the cross-sectional areas and nature of the conductors being terminated. For aluminium or aluminium alloy conductors, particular consideration shall be given to the prevention of problems of electrolytic corrosion (see 13.2).

The connection of two or more conductors to one terminal is permitted only in those cases where the terminal is designed for that purpose. However, only one protective conductor shall be connected to one terminal connecting point.

Soldered connections shall only be permitted where terminals are provided that are suitable for soldering.

Terminals on terminal blocks shall be plainly identified to correspond with markings on the diagrams.

The installation of flexible conduits and cables shall be such that liquids shall drain away from the fittings.

Means of retaining conductor strands shall be provided when terminating conductors at devices or terminals that are not equipped with this facility. Solder shall not be used for that purpose.

### 13.8.7 Sektionering av ledarsystem

Där kontaktledningar eller kontaktskenor arrangeras så att de kan separeras i isolerade sektioner skall lämpliga konstruktionsåtgärder vidtas för att förhindra spänningssättning av angränsande sektioner via strömvtagarna.

### 13.8.8 Konstruktion och installation av kontaktledningar, kontaktskenor och släpringsystem

Kontaktledningar, kontaktskenor och släpringsystem som används i kraftkretsar skall separeras från sådana som används i styrkretsar.

Kontaktledningar, kontaktskenor och släpringsystem skall utan att skadas motstå de mekaniska krafter och den termiska påverkan som uppstår vid kortslutning.

Borttagbara höljen för kontaktledningar och kontaktskenor i mark eller under golv skall vara så konstruerade att de inte kan öppnas av en ensam person utan hjälp av verktyg.

Där kontaktskenor är installerade i en gemensam metallkapsling, skall kapslingens olika sektioner förbindas och jordas i flera punkter beroende på längden. Metallhöljen till kontaktskenor placerade i mark och under golv skall också förbindas och jordas.

ANM - För potentialutjämning eller skyddsledarförbindning till lock eller täckplattor till metallkapslingar eller elkanaler under golv anses normalt metallgångjärn säkerställa galvanisk förbindelse.

Elkanaler för kontaktskenor placerade i mark och under golv skall ha dräneringsmöjligheter.

## 14 Ledningsförläggning

### 14.1 Anslutningar och ledningsvägar

#### 14.1.1 Allmänna fordringar

Alla anslutningar skall vara säkrade mot att lossna oavsiktligt, speciellt i skyddsströmbanor.

Anslutningsanordningarna skall vara lämpade för den area och ledartyp som skall anslutas. Problemet med elektrolytisk korrosion skall särskilt beaktas när det gäller ledare av aluminium eller aluminiumlegering (se avsnitt 13.2).

Anslutning av två eller fler ledare till samma anslutning är tillåten endast då anslutningen är avsedd för detta ändamål. Till skyddsströmbanan får emellertid endast en enda skyddsledare anslutas till varje anslutning.

Lödanslutningar tillåts endast på anslutningar som passar för lödning.

Anslutningar i anslutningsblock skall vara tydligt märkta med samma beteckningar som i dokumentationen.

Installation av flexibla installationsrör/slangar och kablar skall utföras så att vätskor dräneras från genomföringar och liknande.

Åtgärder skall vidtas för att hålla ihop ledartrådar vid anslutning av ledare till apparater eller anslutningar om dessa inte är försedda med sådan anordning. Lödning skall inte användas för detta ändamål.

Shielded conductors shall be so terminated as to prevent fraying of strands and to permit easy disconnection.

Identification tags shall be legible, permanent, and appropriate for the physical environment.

Terminal blocks shall be mounted and wired so that the internal and external wiring does not cross over the terminals (see IEC 60947-7-1).

#### 14.1.2 *Conductor and cable runs*

Conductors and cables shall be run from terminal to terminal without splices or joints. Where it is impracticable to provide terminals in a junction box (e.g. on mobile machines, on machines having long flexible cables), splices or joints may be used.

Where it is necessary to connect and disconnect cables and cable assemblies, a sufficient extra length shall be provided for that purpose.

The terminations of cables shall be adequately supported to prevent mechanical stresses at the terminations of the conductors.

Wherever possible, the protective conductor shall be placed close to the associated live conductors in order to decrease the impedance of the loop.

#### 14.1.3 *Conductors of different circuits*

Conductors of different circuits may be laid side by side, may occupy the same duct (e.g. conduit, cable trunking system), or may be in the same multiconductor cable provided that the arrangement does not impair the proper functioning of the respective circuits. Where those circuits operate at different voltages, the conductors shall be separated by suitable barriers or shall be insulated for the highest voltage to which any conductor within the same duct can be subjected.

### 14.2 *Identification of conductors*

#### 14.2.1 *General requirements*

Conductors shall be identifiable at each termination in accordance with the technical documentation (see clause 18). Annex B question 31 may be used for agreement between supplier and user regarding a preferred method of identification.

Where colour-coding is used for identification of conductors, the following colours may be used:

BLACK, BROWN, RED, ORANGE, YELLOW, GREEN, BLUE (including LIGHT BLUE), VIOLET, GREY, WHITE, PINK, TURQUOISE.

NOTE – This list of colours is derived from IEC 60757.

It is recommended that, where colour is used for identification, the colour be used throughout the length of the conductor either by the colour of the insulation or by colour markers. An acceptable alternative may consist of additional identification at selected locations.

For safety reasons, the colour GREEN or the colour YELLOW should not be used where there is a possibility of confusion with the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW (see 14.2.2).

Colour identification using combinations of those colours listed above may be used provided there can be no confusion and that GREEN or YELLOW is not used except in the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.



Skärmade ledare skall anslutas så att spretande trådar undviks samtidigt som losskoppling kan ske enkelt.

Märkskylt skall vara tydlig, varaktig och anpassad till den fysiska miljön.

Anslutningsblock skall vara så monterat och installerat att interna och yttre ledare inte korsar över anslutningarna (se IEC 60947-7-1).

#### **14.1.2 Ledar- och kabelstråk**

Ledare och kablar skall dras mellan anslutningar utan skarvar eller avgreningar. Där det inte är praktiskt att installera anslutningar i kopplingsboxar (t ex på mobila maskiner, på maskiner med långa anslutningsledningar), får avgrening och skarvning utföras.

Där det är nödvändigt att ansluta och lossa kablar eller kabelknippen skall tillräcklig extra längd finnas för detta ändamål.

Kabelanslutningar skall vara försedda med lämpliga avlastningar för att förebygga mekanisk påverkan på ledarna.

Där det är möjligt skall skyddsledare placeras nära tillhörande spänningsförande ledare för att minska kretsens impedans.

#### **14.1.3 Ledare som tillhör olika strömkretsar**

Ledare som tillhör olika kretsar får förläggas bredvid varandra, får ligga i samma kanal (t ex installationsrör, kabelkanalsystem), eller ingå i samma flerledarkabel förutsatt att arrangemanget inte äventyrar kretsarnas funktion. I de fall dessa kretsar har olika matningsspänningar skall ledarna antingen separeras med lämpliga skyddsskärmar eller isoleras för den högsta förekommande spänningen som någon ledare i samma kanal kan utsättas för.

## **14.2 Identifiering av ledare**

### **14.2.1 Allmänna fordringar**

Ledare skall kunna identifieras vid varje anslutning i enlighet med den tekniska dokumentationen (se avsnitt 18). Bilaga B fråga nr 31 kan användas för att nå en uppgörelse mellan leverantör och användare avseende lämplig metod för identifiering.

När färgkoder används för identifiering av ledare kan följande färger användas:

SVART, BRUN, RÖD, ORANGE, GUL, GRÖN, BLÅ (inklusive LJUSBLÅ), VIOLETT, GRÅ, VIT, ROSA, TURKOS.

ANM - Denna lista på färger är hämtade ur IEC 60757.

När färg används för identifiering rekommenderas att färgen används utefter hela ledarens längd antingen genom isoleringens färg eller genom färgmärkning. Ett acceptabelt alternativ kan vara kompletterande märkning på utvalda ställen.

Av säkerhetsskäl får inte färgerna GRÖN och GUL användas där det finns risk för förväxling med tvåfärgskombinationen GRÖN-OCH-GUL (se avsnitt 14.2.2).

Identifiering med färgkombinationer av de ovan uppräknade färgerna får användas förutsatt att det inte kan bli någon förväxling och att GRÖN och GUL inte används annat än i tvåfärgskombinationen GRÖN-OCH-GUL.

#### 14.2.2 *Identification of the protective conductor*

The protective conductor shall be readily distinguishable by shape, location, marking, or colour. When identification is by colour alone, the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW shall be used throughout the length of the conductor. This colour identification is strictly reserved for the protective conductor.

For insulated conductors, the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW shall be such that on any 15 mm length one of the colours covers at least 30 % and not more than 70 % of the surface of the conductor, the other colour covering the remainder of the surface.

Where the protective conductor can be easily identified by its shape, position, or construction (e.g. a braided conductor), or where the insulated conductor is not readily accessible, colour coding throughout its length is not necessary but the ends or accessible positions shall be clearly identified by the graphical symbol 417-IEC-5019 or by the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

#### 14.2.3 *Identification of the neutral conductor*

Where a circuit includes a neutral conductor identified by colour, the colour shall be LIGHT BLUE (see 3.1.2 of IEC 60446). LIGHT BLUE shall not be used for identifying any other conductor where confusion is possible.

Where identification by colour is used, bare conductors used as neutral conductors shall be either coloured by a LIGHT BLUE stripe, 15 mm to 100 mm wide in each compartment or unit or at each accessible position, or coloured LIGHT BLUE throughout their length.

#### 14.2.4 *Identification of other conductors*

Identification of other conductors shall be by colour (either solid or with one or more stripes), number, alphanumeric, or a combination of colour and numbers or alphanumeric. When numbers are used, they shall be Arabic; letters shall be Roman (either upper or lower case).

It is recommended that insulated conductors be colour-coded as follows:

- BLACK: a.c. and d.c. power circuits;
- RED: a.c. control circuits;
- BLUE: d.c. control circuits;
- ORANGE: interlock control circuits supplied from an external power source.

**Exceptions:** to the above are permitted where:

- individual devices are purchased complete with internal wiring;
- insulation is used that is not available in the colours required; or
- multiconductor cable is used, but not the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

#### 14.3 *Wiring inside enclosures*

Panel conductors shall be supported where necessary to keep them in place. Non-metallic ducts shall be permitted only when they are made with a flame-retardant insulating material (see IEC 60332-1).

It is recommended that electrical equipment mounted inside enclosures be designed and constructed in such a way as to permit modification of the wiring from the front of the enclosure (see also 12.2.1). Where that is not possible and control devices are connected from the rear of the enclosure, access doors or swingout panels shall be provided.

#### 14.2.2 Identifiering av skyddsledaren

Skyddsledaren skall lätt kunna kännas igen genom utseende, placering, märkning eller färg. När den identifieras enbart med färg, skall tvåfärgskombinationen GRÖN-OCH-GUL användas utefter hela ledarens längd. Denna färgkombination är strängt förbehållen skyddsledaren.

För isolerade ledare skall tvåfärgskombination GRÖN-OCH-GUL vara sådan att en av färgerna täcker minst 30 % och högst 70 % av ytan, och den andra färgen täcker återstoden, mätt över 15 mm längd, godtyckligt vald.

När skyddsledaren lätt kan kännas igen genom sitt utseende, sin placering eller sitt utförande (t ex flätad oisolerad ledare) eller där en isolerad ledare inte är lätt åtkomlig, är märkning med färg längs hela ledaren inte nödvändig. Därvid skall dock ändarna och åtkomliga ställen vara tydligt märkta med den grafiska symbolen enligt 417-IEC-5019 eller med tvåfärgskombinationen GRÖN-OCH-GUL.

#### 14.2.3 Identifiering av neutralledare

När en strömkrets innehåller en neutralledare som är identifierad med hjälp av färg, skall färgen vara LJUSBLÅ (se avsnitt 3.1.2 i IEC 60446). LJUSBLÅ färg får inte användas för att identifiera någon annan ledare när förväxling är möjlig.

När färg används för identifiering skall oisolerad ledare, som används som neutralledare, antingen vara märkt med en 15 till 100 mm bred LJUSBLÅ rand i varje utrymme eller enhet eller på varje åtkomligt ställe eller vara färgad LJUSBLÅ utefter hela sin längd.

#### 14.2.4 Identifiering av andra ledare

Andra ledare skall identifieras med färg (enfärgad isolering eller med en eller fler ränder), siffror, alfanumeriska beteckningar eller en kombination av färg och siffror eller alfanumeriska beteckningar. När siffror används skall de vara arabiska; bokstäver skall vara latinska (antingen versaler eller gemener).

För isolerade ledare bör färgkod väljas enligt följande:

- SVART kraftkretsar för växelspanning eller likspanning
- RÖD styrkretsar för växelspanning
- BLÅ styrkretsar för likspanning
- ORANGE förreglingskretsar matade från yttre strömkälla.

**Undantag** från ovanstående är tillåtet där:

- enskilda apparater är inköpta med komplett intern ledningsdragning;
- isolering inte finns tillgänglig i de rätta färgerna; eller
- flerledarkabel används, förutom tvåfärgskombinationen GRÖN-OCH-GUL.

### 14.3 Ledningsförläggning inom kapslingar

Ledare skall fästas där det är nödvändigt för att hålla dem på plats. Icke-metallisk elkanal tillåts när den är utförd av isolermaterial med brandhämmande egenskaper (se IEC 60332-1).

Det rekommenderas att elutrustning som monteras inom kapslingar konstrueras och utförs så att ledningsdragningen kan ändras från kapslingens framsida (se även avsnitt 12.2.1). Där detta inte är möjligt och styrdon är anslutna från baksidan skall dörrar eller svängamar anordnas.

Connections to devices mounted on doors or to other movable parts shall be made using flexible conductors in accordance with 13.2 to allow for the frequent movement of the part. The conductors shall be anchored to the fixed part and to the movable part independently of the electrical connection (see also 8.2.3 and 12.2.1).

Conductors and cables that do not run in ducts shall be adequately supported.

Terminal blocks or plug/socket combinations shall be used for control wiring that extends beyond the enclosure.

Power cables and cables of measuring circuits may be directly connected to the terminals of the devices for which the connections were intended.

#### 14.4 *Wiring outside enclosures*

##### 14.4.1 *General requirements*

The means of introduction of cables or ducts with their individual glands, bushings, etc., into an enclosure shall ensure that the degree of protection is not reduced (see 12.3).

##### 14.4.2 *External ducts*

Conductors and their connections external to the electrical equipment enclosure(s) shall be enclosed in suitable ducts (i.e. conduit or cable trunking systems) as described in 14.5 except for suitably protected cables that may be installed without ducts and with or without the use of open cable trays or cable support means.

Fittings used with ducts or multiconductor cable shall be suitable for the physical environment.

Flexible conduit or flexible multiconductor cable shall be used where it is necessary to employ flexible connections to pendant push-button stations. The weight of the pendant stations shall be supported by means other than the flexible conduit or the flexible multiconductor cable, except where the conduit or cable is specifically designed for that purpose.

Flexible conduit or flexible multiconductor cable shall be used for connections involving small or infrequent movements. They shall also be permitted to complete the connection to normally stationary motors, to position switches, and to other externally mounted devices. Where prewired devices (e.g. position switches, proximity switches) are supplied, the integral cable need not be enclosed in a duct.

##### 14.4.3 *Connection to moving elements of the machine*

Connections to frequently moving parts shall be made using conductors in accordance with 13.2. Flexible cable and flexible conduit shall be so installed as to avoid excessive flexing and straining, particularly at the fittings.

Cables subject to movement shall be supported in such a way that there is no mechanical strain on the connection points nor any sharp flexing. When this is achieved by the use of a loop, it shall have sufficient length to provide for a bending radius of the cable of at least 10 times the diameter of the cable.

Anslutningar till anordningar monterade på dörrar eller andra rörliga delar skall utföras med böjliga ledare enligt avsnitt 13.2 för att tillåta frekvent rörelse. Ledarna skall förankras i den fasta och i den rörliga delen oberoende av de elektriska anslutningarna (se även avsnitten 8.2.3 och 12.2.1).

Ledare och kablar som inte är förlagda i elkanaler skall ha erforderligt stöd.

Anslutningsblock eller anslutningsdon skall användas då styrledningar fortsätter utanför kapslingen.

Kraftkablar och kablar för mätkretsar får anslutas direkt till respektive anordningars anslutningar.

#### **14.4 Ledningsförläggning utanför kapslingar**

##### **14.4.1 Allmänna fordringar**

Anordningar för införing av kablar eller elkanaler med tillhörande förskruvningar, genomföringar etc i en kapsling skall utföras så att kapslingsklassen inte reduceras (se avsnitt 12.3).

##### **14.4.2 Yttre elkanaler**

Ledare och deras anslutningar utanför elutrustningens kapsling(ar) skall vara inneslutna i lämplig elkanal (dvs installationsrör eller kabelkanalsystem) såsom beskrivs i avsnitt 14.5, utom för tillräckligt skyddade kablar som kan installeras utan elkanal och med eller utan kabelränna eller kabelstöd.

Monteringsdetaljer som används till elkanal eller mångledarkabel skall vara lämpliga för den fysiska miljön.

Flexibla installationsrör eller flexibel flerledarkabel skall användas där det är nödvändigt att använda böjliga förbindningar till hängande manöverenheter. Tyngden av den hängande manöverenheten skall uppbäras av annan anordning än installationsröret eller flerledarkabeln, utom när röret eller kabeln är särskilt utförd för detta ändamål.

Flexibla installationsrör eller flexibel flerledarkabel skall användas för anslutningar utsatta för små och sällan förekommande rörelser. De får även användas för att avsluta förbindningen till fast monterade motorer, positionsgivare och andra yttre anordningar. Kabel från anordningar försedda med prefabricerad kabel, integrerad i anordningen (t ex positionsgivare, beröringsfria givare), behöver ej förläggas i elkanal.

##### **14.4.3 Förbindning till rörliga maskindelar**

Förbindningar till delar som ofta rör sig skall utföras med ledare i enlighet med avsnitt 13.2. Flexibel kabel och flexibelt installationsrör skall förläggas så att tillåtna böjningar och påkänningar ej överskrids, speciellt vid fästpunkterna.

Kablar utsatta för rörelse skall stödjas på sådant sätt, att det inte blir någon mekanisk påkänning vid anslutningspunkterna och ej heller någon skarp böjning. Där detta åstadkoms med slinga skall denna vara tillräckligt lång för att möjliggöra en böjningsradie hos kabeln av minst tio gånger dess ytterdiameter.

Flexible cables of machines shall be so installed or protected as to minimize the possibility of external damage due to factors that include the following cable use or potential abuse:

- being run over by the machine itself;
- being run over by vehicles or other machines;
- coming into contact with the machine structure during movements;
- running in and out on cable baskets, or on or off cable drums;
- acceleration forces and wind forces on festoon systems or suspended cables;
- excessive rubbing by cable collector;
- exposure to excessive radiated heat.

The cable sheath shall be resistant to the normal wear that can be expected from movement and to the effects of atmospheric contaminants (e.g. oil, water, coolants, dust).

Where cables subject to movement are close to moving parts, precautions shall be taken to maintain a space of at least 25 mm between the moving parts and the cables. Where that distance is not practicable, fixed barriers shall be provided between the cables and the moving parts.

The cable handling system shall be so designed that lateral cable angles do not exceed 5°, avoiding torsion in the cable when:

- being wound on and off cable drums; and
- approaching and leaving cable guidance devices.

Measures shall be taken to ensure that at least two turns of flexible cables always remain on a drum.

Devices serving to guide and carry a flexible cable shall be so designed that the inner bending radius at all points where the cable is bent is not less than the values given in table 8, unless otherwise agreed with the cable manufacturer, taking into account the permissible tension and the expected fatigue life.

**Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables**

Application	Cable diameter or thickness of flat cable ( <i>d</i> )		
	mm		
	<i>d</i> ≤ 8	8 < <i>d</i> ≤ 20	<i>d</i> > 20
Cable drums	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>
Guide rollers	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>	8 <i>d</i>
Festoon systems	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>
All others	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>

The straight section between two bends in an S-shaped length or a bend into another plane shall be at least 20 times the diameter of the cable.

Where flexible conduit is adjacent to moving parts, the construction and supporting means shall prevent damage to the flexible conduit under all conditions of operation. Flexible metallic conduit shall not be used for rapid or frequent movements except when specifically designed for that purpose.

Flexibla kablar på maskiner skall installeras eller skyddas på ett sätt som minimerar möjligheten av yttre skada beroende på faktorer som innefattar följande kabelanvändning och möjligt missbruk:

- att kabeln blir överkörd av själva maskinen
- att kabeln blir överkörd av fordon eller av andra maskiner
- att kabeln, under rörelse, kommer i kontakt med maskindelar
- att kabeln dras in och ut ur kabelkorgar, eller av och på kabeltrummor
- accelerations- och uppvindningskrafter på kabelvagnsystem eller frihängande kablar
- svår nötning från kabeluppsamlare
- att kabeln blir utsatt för hög värmebestrålning.

Kabelmanteln skall tåla det normala slitaget som kan förväntas från rörelsen och får inte ta skada av föroreningar i luften (t ex olja, vatten, kylmedia, damm).

Då kablar utsatta för rörelse ligger nära rörliga delar, skall åtgärder vidtas för att bibehålla ett avstånd på minst 25 mm mellan de rörliga delarna och kablarna. Där detta avstånd inte är praktiskt möjligt att upprätthålla, skall fast skyddsskärm finnas mellan kablarna och de rörliga delarna.

Kabelhanteringssystemet skall vara så utformat att kabelriktningens sidoavvikelse inte överstiger 5°, för att undvika vridning i kabeln när:

- den vindas av och på kabeltrummor; och
- nalkas och lämnar kabelstyrningsanordningar.

Åtgärder skall vidtas för att säkerställa att minst två varv av flexibel kabel alltid blir kvar på en trumma.

Anordningar avsedda att styra och bära en flexibel kabel skall vara så konstruerade att den inre böjningsradien i alla lägen där kabeln är böjd inte är mindre än vad som anges i tabell 8, om inte annat överenskommit med kabeltillverkaren, inberäknat den tillåtna dragspänningen och förväntad livslängd.

**Tabell 8 - Minsta tillåtna böjningsradie för tvingande styrning av flexibla kablar**

Tillämpning	Kabeldiameter eller tjocklek på flatkabel ( $D$ )		
	mm		
	$D \leq 8$	$8 < D \leq 20$	$D > 20$
Kabeltrumma	$6 D$	$6 D$	$8 D$
Styrrullar	$6 D$	$8 D$	$8 D$
Kabelvagnssystem	$6 D$	$6 D$	$8 D$
Andra system	$6 D$	$6 D$	$8 D$

Den raka delen mellan två böjar på en S-formad sträcka eller en böj till ett annat plan skall vara minst 20 gånger kabelns diameter.

Där flexibla installationsrör är i närheten av rörliga delar, skall konstruktionen och stödelementen förebygga skada på det flexibla installationsröret under alla driftförhållanden. Flexibla metallrör skall inte användas där snabba eller ofta förekommande rörelser förväntas, utom när de är särskilt utförda för detta ändamål.

#### 14.4.4 *Interconnection of devices on the machine*

Where several machine-mounted switching devices (e.g. position sensors, push-buttons) are connected in series or in parallel, it is recommended that the connections between those devices be made through terminals forming intermediate test points. Such terminals shall be conveniently placed, adequately protected, and shown on the relevant diagrams.

#### 14.4.5 *Plug/socket combinations*

Where equipment is removable, connections to it through a polarized plug/socket combination are permitted.

Plug/socket combinations shall be of adequate size and shall have sufficient contact pressure and a wiping action to ensure electrical continuity. Clearances between contacts shall be adequate for the voltages used and shall be maintained during insertion and removal of the connectors.

Plug/socket combinations shall be of such a type and so installed to prevent unintentional contact with live parts at any time even during insertion or removal of the connectors. PELV circuits are excepted from this requirement.

Plug/socket combinations shall be so designed that a protective bonding circuit connection is made before any live connections are made, and is not disconnected until all live connections in the plug are disconnected (see also 6.2.4) except those used in PELV circuits or those used only to facilitate assembling/disassembling (multipole connectors).

Plug/socket combinations that are rated at more than 16 A or that remain connected during normal service shall be of a retaining type to prevent unintended disconnection. Plug/socket combinations rated at 63 A or above shall be of an interlocked type with a switch, so that connection and disconnection is possible only when the switch is in the OFF position.

Where more than one plug/socket combination is used in the same electrical equipment, they shall be clearly identifiable. It is recommended that mechanical coding be used to prevent incorrect insertion.

Plug/socket combinations in accordance with IEC 60309-1 or of a type used for domestic applications shall not be used for control circuits.

#### 14.4.6 *Dismantling for shipment*

Where it is necessary that wiring be disconnected for shipment, terminals or plug/socket combinations shall be provided at the sectional points. Such terminals shall be suitably enclosed and plug/socket combinations shall be protected from the physical environment during transportation and storage.

#### 14.4.7 *Additional conductors*

Consideration should be given to providing additional conductors for maintenance or repair. When spare conductors are provided, they shall be connected to spare terminals or isolated in such a manner as to prevent contact with live parts.

### 14.5 *Ducts, connection boxes and other boxes*

#### 14.5.1 *General requirements*

Ducts shall provide a minimum degree of protection of IP33 (see IEC 60529).



#### 14.4.4 Förbindningar mellan anordningar på maskinen

Där flera serie- eller parallellkopplade elkopplare (t ex lägesgivare, tryckknappar) monteras på maskin rekommenderas det att förbindningen mellan dessa enheter görs via anslutningar som utgör mellanliggande provningspunkter. Sådana anslutningar skall vara lättåtkomligt placerade, erforderligt skyddade, och visade på aktuella scheman.

#### 14.4.5 Anslutningsdon

För flyttbar utrustning tillåts anslutning med polariserade don.

Anslutningsdon skall ha lämplig storlek och ha tillräckligt kontaktryck och självrensning för att säkerställa elektrisk kontakt. Avståndet mellan kontaktorna skall vara avpassat för vald spänning och skall bibehållas under isättning och urdragning av donen.

Anslutningsdon skall vara av sådan typ och installerade så, att oavsiktlig beröring av spänningsförande delar alltid förhindras, även under isättning och urdragning av donen. PELV-kretsar är undantagna från dessa fordringar.

Anslutningsdon skall vara så utförda att skyddsströmbanan sluts innan någon spänningsförande krets sluts och inte bryts förrän alla spänningsförande kretsar brutits (se även avsnitt 6.2.4). Undantag får göras för don som används i PELV-kretsar och sådana som används endast för att underlätta montering och demontering (mångpoliga anslutningsdon).

Anslutningsdon med märkström över 16 A eller sådana som förblir anslutna under normal drift skall ha spärr som hindrar oavsiktlig urdragning. Anslutningsdon med märkström 63 A eller högre skall vara av sådan typ som förreglas av tillhörande elkopplare, så att isättning och urdragning endast är möjlig då elkopplaren är i FRÅN-läge.

Där mer än ett anslutningsdon används i samma elektriska utrustning skall dessa vara klart identifierbara. Mekanisk kodning rekommenderas för att förhindra felaktig isättning.

Anslutningsdon i enlighet med IEC 60309-1 eller annan typ som används i hushållsapplikationer får inte användas i styrkretsar.

#### 14.4.6 Isärtagning inför transport

Om det inför transport är nödvändigt att lossa förbindningar, skall sektioneringspunkterna vara försedda med anslutningar eller anslutningsdon. Sådana anslutningar skall vara lämpligt kapslade och anslutningsdon skall vara skyddade mot yttre påverkan under transport och förvaring.

#### 14.4.7 Extra ledare

Med hänsyn till underhåll och reparation bör det övervägas om extra ledare skall installeras. När reservledare installeras, skall dessa anslutas till reservanslutningar eller isoleras så att kontakt med spänningsförande delar förhindras.

### 14.5 Elkanaler, anslutningslådor och andra kapslingar

#### 14.5.1 Allmänna fordringar

Elkanal skall minst uppfylla kapslingsklass IP33 (se IEC 60529).

All sharp edges, flash, burrs, rough surfaces, or threads with which the insulation of the conductors may come in contact shall be removed from ducts and fittings. Where necessary, additional protection consisting of a flame-retardant, oil-resistant insulating material shall be provided to protect conductor insulation.

Drain holes of 6 mm diameter are permitted in cable trunking systems, connection boxes, and other boxes used for wiring purposes that can be subject to accumulations of oil or moisture.

In order to prevent confusion of conduits with oil, air, or water piping, it is recommended that the conduits be either physically separated or suitably identified.

Ducts and cable trays shall be rigidly supported and positioned at a sufficient distance from moving parts and in such a manner so as to minimize the possibility of damage or wear. In areas where human passage is required, the ducts and cable trays shall be mounted at least 2 m above the working surface.

Ducts shall be provided only for mechanical protection (see 8.2.3 for requirements for connection to the protective bonding circuit).

Cable trays that are partially covered should not be considered to be ducts or cable trunking systems (see 14.5.6), and the cables used shall be suitable for installation on cable trays (see 14.4.2).

#### 14.5.2 *Percentage fill of ducts*

Consideration on the percentage fill of ducts should be based on the straightness and length of the duct and the flexibility of the conductors. It is recommended that the dimensions and arrangement of the ducts be such as to facilitate the insertion of the conductors and cables.

#### 14.5.3 *Rigid metal conduit and fittings*

Rigid metal conduit and fittings shall be of galvanized steel or of a corrosion-resistant material suitable for the conditions. The use of dissimilar metals in contact that can cause galvanic action should be avoided.

Conduits shall be securely held in place and supported at each end.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application. Fittings shall be threaded unless structural difficulties prevent assembly. Where threadless fittings are used, the conduit shall be securely fastened to the equipment.

Conduit bends shall be made in such a manner that the conduit shall not be damaged and the internal diameter of the conduit shall not be effectively reduced.

#### 14.5.4 *Flexible metal conduit and fittings*

A flexible metal conduit shall consist of a flexible metal tubing or woven wire armour. It shall be suitable for the expected physical environment.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application.

#### 14.5.5 *Flexible non-metallic conduit and fittings*

A flexible non-metallic conduit shall be resistant to kinking and shall have physical characteristics similar to those of the sheath of multiconductor cables.

The conduit shall be suitable for use in the expected physical environment.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application.

Skarpa kanter, gjutskägg, grader, råa ytor eller gängor som ledarisoleringen kan komma i beröring med skall avlägsnas från elkanaler och monteringsdetaljer. Där det är nödvändigt skall extra skydd bestående av brandhämmande, oljebeständigt isolermaterial anordnas för att skydda ledarisolering.

Dräneringshål med 6 mm diameter tillåts i kabelkanalsystem, kopplingslådor och andra kapslingar avsedda för elinstallationer där olja eller fukt kan samlas.

För att förhindra förväxling av installationsrör för elektriska ledningar med rör för olja, luft eller vatten rekommenderas att installationsrören antingen separeras eller identifieras på lämpligt sätt.

Elkanaler och kabelrännor skall vara stadigt förankrade och placerade på tillräckligt avstånd från rörliga delar på ett sådant sätt att möjligheten för skada eller slitage minimeras. På ställen där människor måste passera skall elkanaler och kabelrännor monteras så att minst 2 m fri höjd erhålles.

Elkanal skall endast anordnas som mekaniskt skydd (se avsnitt 8.2.3 för fordringar vid förbindningar till skyddsströmbanan).

Kabelrännor som är delvis täckta skall inte betraktas som elkanal eller kabelkanalsystem (se avsnitt 14.5.6). Kablar som installeras i sådana skall vara avsedda för installation i kabelrännor (se avsnitt 14.4.2).

#### **14.5.2 Elkanals fyllnadsgrad**

Elkanalens fyllnadsgrad bör baseras på elkanalens raket och längd samt ledarnas böjlighet. Det rekommenderas att elkanalen dimensioneras och anordnas på sådant sätt att förläggning av ledare och kablar underlättas.

#### **14.5.3 Styva installationsrör av metall samt monteringsdetaljer**

Styva installationsrör av metall och monteringsdetaljer skall vara av galvaniserat stål eller korrosionsbeständigt material, lämpligt för förhållandena. Användning av olika metaller som vid kontakt med varandra kan bilda galvaniska element bör undvikas.

Installationsrör skall hållas säkert på plats och stödjas i ändarna.

Monteringsdetaljer skall passa ihop med rören och vara lämpliga för ändamålet.

Monteringsdetaljer skall vara av gängförbandstyp om inte uppbyggnadsmässiga förhållanden förhindrar sådan sammansättning. Om monteringsdetaljer av annan typ används skall röret säkert fästas vid utrustningen.

Böjar skall utföras så att röret inte skadas och så att dess innerdiameter inte påtagligt minskas.

#### **14.5.4 Flexibla installationsrör av metall samt monteringsdetaljer**

Flexibla installationsrör av metall skall bestå av flexibel metallslang eller flätad trådarmering och skall vara lämpliga för den miljö som kan förväntas.

Monteringsdetaljer skall passa ihop med rören och vara lämpliga för ändamålet.

#### **14.5.5 Icke-metalliska flexibla installationsrör samt monteringsdetaljer**

Icke-metalliska flexibla installationsrör får inte vara benägna att bilda öglor och de skall ha fysikaliska egenskaper liknande mantlarna hos flerledarkablar.

Installationsröret skall vara lämpligt för den miljö som kan förväntas.

Monteringsdetaljer skall passa ihop med rören och vara lämpliga för ändamålet.

#### 14.5.6 *Cable trunking systems*

Cable trunking systems external to enclosures shall be rigidly supported and clear of all moving or contaminating portions of the machine.

Covers shall be shaped to overlap the sides; gaskets shall be permitted. Covers shall be attached to cable trunking systems by hinges or chains and held closed by means of captive screws or other suitable fasteners. On horizontal cable trunking systems, the cover shall not be on the bottom.

Where the cable trunking system is furnished in sections, the joints between sections shall fit tightly but need not be gasketed.

The only openings permitted shall be those required for wiring or for drainage. Cable trunking systems shall not have opened but unused knockouts.

#### 14.5.7 *Machine compartments and cable trunking systems*

The use of compartments or cable trunking systems within the column or base of a machine to enclose conductors shall be permitted provided the compartments or cable trunking systems are isolated from coolant or oil reservoirs and are entirely enclosed. Conductors run in enclosed compartments and cable trunking systems shall be so secured and arranged that they are not subject to damage.

#### 14.5.8 *Connection boxes and other boxes*

Connection boxes and other boxes used for wiring purposes shall be readily accessible for maintenance. Those boxes shall provide protection against the ingress of solid bodies and liquids, taking into account the external influences under which the machine is intended to operate (see 12.3).

Those boxes shall not have opened but unused knockouts nor any other openings and shall be so constructed as to exclude materials such as dust, flyings, oil, and coolant.

#### 14.5.9 *Motor connection boxes*

Motor connection boxes shall enclose only connections to the motor and motor-mounted devices (e.g. brakes, temperature sensors, plugging switches, tachometer generators).

### **15 Electric motors and associated equipment**

#### 15.1 *General requirements*

Electric motors should conform to the requirements of IEC 60034-1.

The protection requirements for motors and associated equipment are given in 7.2 for overcurrent protection, in 7.3 for overload protection, and in 7.6 for overspeed protection.

As many controllers do not switch off the supply to a motor when it is at rest, care shall be taken to ensure compliance with the requirements of 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 and 9.4. Motor control equipment shall be located and mounted in accordance with clause 12.

#### **14.5.6 Kabelkanalsystem**

Kabelkanalsystem utanför kapslingar skall vara stadigt förankrade och gå fria från alla rörliga och nedsmutsande delar av maskinen.

Lock skall vara formade så att de överlappar sidorna. Packningar är tillåtna. Lock skall fästas vid kabelkanalsystemen med gångjärn eller kedjor och hållas stängda med oförlojbara skruvar eller andra lämpliga fästordningar. På horisontala kabelkanalsystem får locket inte placeras i botten.

Om kabelkanalsystem levereras i sektioner skall skarvarna mellan sektionerna sluta tätt men behöver inte förses med packningar.

Andra öppningar än de som behövs för ledningsdragning och dränering får inte förekomma. Kabelkanalsystem får inte ha öppna oanvända utbrytningsöppningar.

#### **14.5.7 Maskinutrymmen och kabelkanalsystem**

Utrymmen eller kabelkanalsystem i maskinfundament får användas för ledningsförläggning, förutsatt att utrymmet eller kabelkanalsystemet är skilt från behållare för olja eller kylvätska och är fullständigt slutet. Ledare i sådana utrymmen eller kabelkanalsystem skall förläggas och fästas så att de inte utsätts för skada.

#### **14.5.8 Kopplingslådor och andra kapslingar**

Kopplingslådor och andra kapslingar avsedda för ledningsförläggning skall vara bekvämt åtkomliga för underhåll. Dessa kapslingar skall vara försedda med skydd mot inträngning av fasta föremål och vätskor, med hänsyn tagen till den yttre påverkan som maskinen avses arbeta under (se avsnitt 12.3).

Dessa kapslingar skall varken ha öppna oanvända införingshål eller andra öppningar och skall vara så konstruerade att damm, spån, olja och kylmedia utestängs.

#### **14.5.9 Kopplingslådor på motorer**

Kopplingslådor på motorer skall endast innehålla anslutningar till motorn och på motorn monterade anordningar (t ex bromsar, temperaturgivare, polomkopplare och takometergenerator).

### **15 Elektriska motorer och tillhörande utrustning**

#### **15.1 Allmänna fordringar**

Motorer skall uppfylla fordringarna i IEC 60034-1.

Fordringar på skydd av motorer och tillhörande utrustning finns angivna i avsnitt 7.2 beträffande överströmsskydd, i avsnitt 7.3 beträffande överlastskydd och i avsnitt 7.6 beträffande rusningskydd.

Eftersom många motorstyrningar inte kopplar från matningen till motorn när denna står stilla skall överensstämmelse med fordringarna i avsnitten 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 och 9.4 säkerställas. Styrutrustning för motorer skall placeras och monteras enligt avsnitt 12.

### 15.2 *Motor enclosures*

It is recommended that motor enclosures be chosen from those included in IEC 60034-5.

The degree of protection shall be at least IP23 (see IEC 60529) for all motors. More stringent requirements may be needed depending on the application and the physical environment (see 4.4). Motors incorporated as an integral part of the machine shall be so mounted that they are adequately protected from mechanical damage.

### 15.3 *Motor dimensions*

As far as is practicable, the dimensions of motors shall conform to those given in IEC 60072-1 and IEC 60072-2.

### 15.4 *Motor mounting and compartments*

Each motor and its associated couplings, belts and pulleys, or chains, shall be so mounted that they are adequately protected and are easily accessible for inspection, maintenance, adjustment and alignment, lubrication, and replacement. The motor mounting arrangement shall be such that all motor hold-down means can be removed and all terminal boxes are accessible.

Motors shall be so mounted that proper cooling is ensured and the temperature rise remains within the limits of the insulation class (see IEC 60034-1).

Where possible, motor compartments should be clean and dry, and when required, shall be ventilated directly to the exterior of the machine. The vents shall be such that ingress of swarf, dust, or water spray is at an acceptable level.

There shall be no opening between the motor compartment and any other compartment that does not meet the motor compartment requirements. Where a conduit or pipe is run into the motor compartment from another compartment not meeting the motor compartment requirements, any clearance around the conduit or pipe shall be sealed.

### 15.5 *Criteria for motor selection*

The characteristics of motors and associated equipment shall be selected in accordance with the anticipated service and physical environmental conditions (see 4.4). In this respect, the points that shall be considered include:

- type of motor;
- type of duty cycle (see IEC 60034-1);
- fixed speed or variable speed operation, (and the consequent variable influence of the ventilation);
- mechanical vibration;
- type of convertor for motor speed control (see IEC 60146-1-1);
- influence of the harmonic spectrum of the voltage and/or current feeding the motor (when it is supplied from a static convertor) on the temperature rise;
- method of starting and the possible influence of the inrush current on the operation of other users, taking also into account possible special considerations stipulated by the supply authority;
- variation of counter torque load with time and speed;
- influence of loads with large inertia;
- influence of constant torque or constant power operation;
- possible need of inductive reactors between motor and converter.

## 15.2 Motorkapslingar

Motorkapslingar bör väljas enligt EN 60034-5.

Kapslingsklass skall var minst IP23 (se IEC 60529) för alla motorer. Strängare fordringar kan vara nödvändiga beroende på tillämpning och driftmiljö (se avsnitt 4.4). Motorer som utgör en integrerad del av maskinen skall vara så monterade att de skyddas mot mekaniska skador.

## 15.3 Motorstorlekar

Så långt som det är praktiskt möjligt skall motorstorlekar överensstämma med IEC 60072-1 och IEC 60072-2.

## 15.4 Motormontering och motorutrymmen

Varje motor med tillhörande axelkopplingar, remmar och remskivor eller kedjor, skall vara så monterade att de är tillräckligt skyddade och lätt åtkomliga för inspektion, underhåll, justering, uppriktning, smörjning och utbyte. Motorn skall vara monterad på ett sådant sätt att alla fästelement kan avlägsnas och alla anslutningslådor är åtkomliga.

Motorer skall monteras så att tillräcklig kylning säkerställs och temperaturstegringen inte överskrider gränserna för isolationsklassen (se IEC 60034-1).

Motorutrymmen skall, där det är möjligt, vara rena och torra samt vid behov vara ventilerade direkt till maskinens utsida. Ventilationsöppningar skall vara sådana, att inträngning av spån, damm eller spolvatten begränsas till en acceptabel nivå.

Öppningar får inte finnas mellan motorutrymmen och andra utrymmen som inte uppfyller fordringarna på motorutrymmen. Där ett installationsrör eller ett annat rör går in i ett motorutrymme från ett utrymme som inte uppfyller fordringarna skall rör genomföringen tätas.

## 15.5 Val av motorer

Egenskaperna hos motorer med tillhörande utrustning skall väljas med hänsyn till förväntade drift- och miljöförhållanden (se avsnitt 4.4). I detta sammanhang skall följande punkter beaktas:

- motortyp
- driftcykel (se IEC 60034-1)
- fast eller variabelt varvtal (och dess påverkan på kylningen)
- mekaniska vibrationer
- typ av omriktare för motorns varvtalsreglering (se IEC 60146-1-1)
- temperaturstegring på grund av övertoner hos den spänning eller ström eller bådaddera som matar motorn (när den matas från en statisk omriktare)
- startmetod och möjlig inverkan av startströmmarna för andra användare, även med hänsyn till de speciella fordringar som elleverantören kan ha
- variation i belastningsmomentet med avseende på tid och varvtal
- inverkan av laster med stor tröghet
- inverkan av drift med konstant vridmoment eller konstant effekt
- eventuellt behov av reaktorer mellan motor och omriktare.

### 15.6 *Protective devices for mechanical brakes*

Operation of the overload and overcurrent protective devices for mechanical brake actuators shall initiate the simultaneous de-energization (release) of the associated machine actuators.

NOTE – Associated machine actuators are those associated with the same motion, for example cable drums and long-travel drives.

## 16 **Accessories and lighting**

### 16.1 *Accessories*

Where the machine or its associated equipment is provided with socket-outlets that are to be used for accessory equipment (e.g. hand-held power tools, test equipment), the following apply:

- the socket-outlets should conform to IEC 60309-1. Where that is not possible, they should be clearly marked with the voltage and current ratings;
- the continuity of the protective bonding circuit to the socket-outlet shall be ensured (**exception:** see 6.4);
- all unearthed conductors connected to the socket-outlet shall be protected against overcurrent and, when required, against overload in accordance with 7.2 and 7.3 separately from the protection of other circuits;
- where the power supply to the socket-outlet is not disconnected by the supply disconnecting device for the machine or the section of the machine, the requirements of 5.3.5 apply.

### 16.2 *Local lighting of the machine and equipment*

#### 16.2.1 *General*

Connections to the protective bonding circuit shall be in accordance with 8.2.2.

The ON-OFF switch shall not be incorporated in the lampholder or in the flexible connecting cords.

Stroboscopic effects from lights shall be avoided by the use of appropriate luminaires.

Where fixed lighting is provided in an enclosure, electromagnetic compatibility should be taken into account using the principles outlined in 4.4.2.

#### 16.2.2 *Supply*

It is recommended that the nominal voltage of the local lighting circuit should not exceed 50 V between conductors. Where a higher voltage is used, that value shall not exceed 250 V between conductors.

Lighting circuits shall be supplied from one of the following sources (see also 7.2.6):

- a dedicated isolating transformer connected to the load side of the supply disconnecting device. Overcurrent protection shall be provided in the secondary circuit;
- a dedicated isolating transformer connected to the line side of the supply disconnecting device. That source shall be permitted for maintenance lighting circuits in control enclosures only. Overcurrent protection shall be provided in the secondary circuit (see also 5.3.5 and 14.1.3);



## 15.6 Skyddsanordningar för mekaniska bromsar

Utlösning av överlast- eller överströmsskydd för mekaniska bromsar skall samtidigt initiera bortkoppling av tillhörande drivanordning.

ANM – Med tillhörande drivanordning menas sådana som tillhör samma rörelse, t ex kabeltrummor och drivanordningar för långa åkrorelser.

## 16 Tillbehör och belysning

### 16.1 Tillbehör

Där maskinen eller dess tillhörande utrustning är försedd med eluttag avsedda för tillbehör (t ex handhållna elverktyg eller provningsutrustning), gäller följande:

- eluttag bör uppfylla fordringar i IEC 60309-1. Där detta inte är möjligt bör dessa märkas tydligt med märkspänning och märkström.
- skyddsströmbanans kontinuitet till eluttag skall säkerställas (**undantag**: se avsnitt 6.4)
- alla ojordade ledare som är anslutna till uttaget skall vara skyddade mot överström enligt avsnitt 7.2 och, om så behövs, mot överlast i enlighet med avsnitt 7.3. Skydden skall vara oberoende av skydden för övriga kretsar.
- När matningen till eluttaget inte bryts av maskinens eller maskindelens frångiljningsanordning gäller fordringarna i avsnitt 5.3.5.

### 16.2 Maskin- och utrustningsbelysning

#### 16.2.1 Allmänt

Anslutningar till skyddsströmbanan skall vara utförda enligt avsnitt 8.2.2.

Elkopplare för TILL-FRÅN får inte vara inbyggd i lamphållare eller placerad i anslutningskablarna.

Stroboskopeffekt skall undvikas genom att lämpliga ljuskällor används.

Där fast belysning är anordnad i en kapsling bör EMC beaktas genom att hänsyn tas till principerna i avsnitt 4.4.2.

#### 16.2.2 Matning

Nominella spänningen för maskinbelysningen bör ej överstiga 50 V mellan ledarna. Där en högre spänningsnivå nyttjas skall denna inte överstiga 250 V mellan ledarna.

Belysningskretsar skall matas från någon av följande källor (se även avsnitt 7.2.6):

- en särskild isolertransformator som ansluts till frångiljningsanordningens lastsida. Överströmsskydd skall installeras i sekundärkretsarna.
- en särskild isolertransformator som ansluts före frångiljningsanordningen. Denna källa är endast tillåten för belysning avsedd för underhållsverksamhet i styrutrustningars kapslingar. Överströmsskydd skall installeras i sekundärkretsen (se även avsnitten 5.3.5 och 14.1.3).

- a machine circuit with dedicated overcurrent protection;
- an isolating transformer connected to the line side of the supply disconnecting device when a dedicated primary disconnecting means (see 5.3.5) and secondary overcurrent protection are provided and mounted within the control enclosure adjacent to the supply disconnecting device (see also 14.1.3);
- an externally supplied lighting circuit (e.g. factory lighting supply). This shall be permitted in control enclosures only, and for the machine work light(s) where the total power rating is not more than 3 kW.

**Exception:** where fixed lighting is out of reach of operators during normal operations, the provisions of this subclause do not apply.

#### 16.2.3 Protection

Local lighting circuits shall be protected in accordance with 7.2.6.

#### 16.2.4 Fittings

Adjustable lighting fittings shall be suitable for the physical environment.

The lampholders shall be:

- in accordance with the relevant IEC publication;
- constructed with an insulating material protecting the lamp cap so as to prevent unintentional contact.

Reflectors shall be supported by a bracket and not by the lampholder.

**Exception:** where fixed lighting is out of reach of operators during normal operation, the provisions of this subclause do not apply.

## 17 Marking, warning signs and reference designations

### 17.1 General

The electrical equipment shall be marked with the supplier's name, trade mark, or other identifying symbol and, when required, with a certification mark.

Warning signs, nameplates, markings, and identification plates shall be of sufficient durability to withstand the physical environment involved.

### 17.2 Warning signs

Enclosures that do not otherwise clearly show that they contain electrical devices shall be marked with a black lightning flash on a yellow background within a black triangle, shaped in accordance with the graphical symbol 60417-2-IEC-5036, the whole in accordance with sign B.3.6 of ISO 3864.



The warning sign shall be plainly visible on the enclosure door or cover.

- en maskinkrets med särskilt överströmsskydd
- en isolertransformator ansluten till fränskiljningsanordningens nätsida under förutsättning att en egen primär fränskiljningsanordning (se avsnitt 5.3.5) och ett eget sekundärt överströmsskydd finns, monterade inom styrutrustningens kapsling intill maskinens fränskiljningsanordning (se även avsnitt 14.1.3)
- en belysningskrets matad från en yttre källa (t ex fabriksbelysningen). Detta skall endast vara tillåtet i kapslingar för styrutrustning samt för maskinens arbetsbelysning(ar) där den totala märkeffekten inte överstiger 3 kW.

**Undantag:** Där fast belysning är utom räckhåll för operatörerna vid normal drift, gäller inte fordringarna i detta avsnitt.

### 16.2.3 Skydd

Maskinbelysning skall skyddas i enlighet med avsnitt 7.2.6.

### 16.2.4 Armaturer

Inställbara ljusarmaturer skall vara lämpliga för användningsmiljön.

Lamphållare skall vara utförd:

- i enlighet med tillämplig IEC-publikation
- av isolermaterial som skyddar lampsockeln så att oavsiktlig beröring förhindras.

Reflektorer skall hållas fast av fäste och inte av lamphållaren.

**Undantag:** Där fast belysning är utom räckhåll för operatörerna vid normal drift, gäller inte fordringarna i detta avsnitt.

## 17 Märkning, varningsskyltar och referensbeteckningar

### 17.1 Allmänt

Elutrustningen skall vara märkt med leverantörens namn, varumärke eller annan identifieringssymbol och, när så fordras, med certifieringsmärke.

Varningsskyltar, namnskyltar, märkningar och identifieringsskyltar skall vara tillräckligt hållbara för att motstå påverkan från omgivande miljö.

### 17.2 Varningsskyltar

Där det inte klart framgår att kapslingar innehåller elektrisk utrustning skall de märkas med en svart blixtpil på gul bakgrund inom en svart triangel, utformad enligt grafisk symbol 60417-2-IEC-5036, som överensstämmer med skylt B.3.6 i ISO 3864.



Varningsskylten skall vara klart synlig på kapslingens dörr eller lock.

The warning sign may be omitted for:

- an enclosure equipped with a supply disconnecting device;
- an operator-machine interface or control station;
- a single device with its own enclosure (e.g. position sensor).

### 17.3 *Functional identification*

Control devices, visual indicators, and displays (particularly those related to safety) used in the man-machine interface shall be clearly and durably marked with regard to their functions either on or adjacent to the item. Such markings may be as agreed between the user and the supplier of the equipment (see annex B). Preference should be given to the use of standard symbols given in IEC 60417 and ISO 7000.

### 17.4 *Marking of control equipment*

Control equipment (e.g. controlgear assemblies) shall be legibly and durably marked in a way that is plainly visible after the equipment is installed. Wherever possible, a nameplate giving the following information shall be attached to the enclosure:

- name or trade mark of supplier;
- certification mark, when required;
- serial number, where applicable;
- rated voltage, number of phases and frequency (if a.c.), and full-load current for each supply (see IEC 61082);
- short-circuit interrupting capacity of the machine overcurrent protective device where furnished as part of the equipment;
- the electrical diagram number(s) or the number of the index to the electrical drawings.

The full-load current shown on the nameplate shall be not less than the combined full-load currents for all motors and other equipment that can be in operation at the same time under normal conditions of use. Where there are unusual loads or duty cycles, the thermal equivalent current (see C.2) shall be included in the full-load current specified on the nameplate.

Where only a single motor controller is used, that information may instead be provided on the machine nameplate where it is plainly visible.

### 17.5 *Reference designations*

All enclosures, assemblies, control devices, and components shall be plainly identified with the same reference designation as shown in the technical documentation that shall be in accordance with IEC 61346-1.

Where size or location preclude the use of an individual reference designation, group reference designation shall be used.

**Exception:** the requirements of this subclause may not apply to machines on which the equipment comprises only a single motor, motor-controller, push-button station(s), and worklight(s).

Varningsskylten kan utelämnas för:

- en kapsling med frånskiljningsanordning
- en kapsling med operatörsgränssnitt eller en manöverstation
- enstaka anordning med egen kapsling (t ex lägesgivare).

### 17.3 Funktionsmärkning

Styrdon, visuella indikeringsdon och teckenfönster (särskilt sådana som hänger samman med säkerhet) som används i gränssnittet människa-maskin skall vara tydligt och varaktigt märkta, på eller invid enheten, med avseende på deras funktioner. Sådana märkningar kan vara utförda enligt överenskommelse mellan användaren och leverantören av utrustningen (se bilaga B). Standardsymboler enligt IEC 60417 och ISO 7000 skall företrädesvis användas.

### 17.4 Märkning av styrutrustningen

Styrutrustning skall vara märkt på ett tydligt och varaktigt sätt så att märkningen är klart synlig för personer efter det att utrustningen är installerad. Där det är möjligt skall en skylt med följande information vara anbringad på kapslingen:

- leverantörens namn eller varumärke
- certifieringsmärke när så erfordras
- serienummer där det är tillämpligt
- märkspänning, antal faser och frekvens (om växelspanning) och ström vid fullast för varje matning (se IEC 61082)
- brytförmåga hos maskinens överströmsskydd vid kortslutning, där detta ingår i den levererade utrustningen
- nummer på elschema(n) eller nummer på ritningsförteckning.

Den fullastström som anges på märkskylten får inte vara mindre än de sammanlagda fullastströmmarna för samtliga motorer och annan utrustning som kan vara i drift samtidigt vid normal användning. Om ovanliga belastningar eller driftcykler förekommer skall det termiskt ekvivalenta strömvärdet (se avsnitt C.2) ingå i uppgift om fullastström på märkskylten.

När endast en startkopplare används, kan informationen istället lämnas tydligt synlig på maskinens märkskylt.

### 17.5 Referensbeteckningar

Alla kapslingar, enheter, styrutrustningar, styrdon och komponenter skall tydligt identifieras med samma beteckning som i den tekniska dokumentationen. Beteckningen skall vara enligt IEC 61346-1.

När storlek eller placering utesluter användning av individuella referensbeteckningar skall referensbeteckningsgrupp användas.

**Undantag:** Fordringarna i detta avsnitt behöver inte tillämpas på maskiner där utrustningen endast omfattar en enda motor med tillhörande startkopplare, tryckknappslåda (-lådor) och arbetsbelysning(ar).

## 18 Technical documentation

### 18.1 General

The information necessary for installation, operation, and maintenance of the electrical equipment of a machine shall be supplied in the form of drawings, diagrams, charts, tables, and instructions. The information shall be in an agreed language (see annex B).

The information provided may vary with the complexity of the electrical equipment. For very simple equipment, the relevant information may be contained in one document, provided that the document shows all the devices of the electrical equipment and enables the connections to the supply network to be made.

The supplier shall ensure that the technical documentation specified in this clause is provided with each machine.

### 18.2 Information to be provided

The information provided with the electrical equipment shall include:

- a) a clear, comprehensive description of the equipment, installation and mounting, and the connection to the electrical supply(ies);
- b) electrical supply(ies) requirements;
- c) information on the physical environment (e.g. lighting, vibration, noise levels, atmospheric contaminants) where appropriate;
- d) overview (block) diagram(s) where appropriate;
- e) circuit diagram(s);
- f) information (where appropriate) on:
  - 1) programming;
  - 2) sequence of operation(s);
  - 3) frequency of inspection;
  - 4) frequency and method of functional testing;
  - 5) guidance on the adjustment, maintenance, and repair, particularly of the protective devices and circuits, and
  - 6) parts list and recommended spare parts list.
- g) a description (including interconnection diagrams) of the safeguards, interlocking functions, and interlocking of guards for potentially hazardous motions, particularly for machines operating in a co-ordinated manner;
- h) a description of the safeguarding and of the means provided where it is necessary to suspend the safeguarding (e.g. for manual programming, program verification), (see 9.2.4).

### 18.3 Requirements applicable to all documentation

The documents shall be prepared in accordance with the requirements of 18.4 to 18.10 and the relevant parts of IEC 61082.

The reference designation system shall be in accordance with IEC 61346-1.

For referencing of the different documents, the supplier shall select one of the following methods:

- each of the documents shall carry as a cross-reference the document numbers of all other documents belonging to the electrical equipment; or
- all documents shall be listed with document numbers and titles in a drawing or document list.

## 18 Teknisk dokumentation

### 18.1 Allmänt

Den information som behövs för installation, drift och underhåll av utrustningen för en maskin skall levereras i form av ritningar, scheman, diagram, tabeller och instruktioner. Informationen skall finnas på det språk som överenskommits (se bilaga B).

Den information som lämnas kan variera med komplexiteten hos elutrustningen. För en mycket enkel utrustning kan behövlig information lämnas i ett enda dokument, förutsatt att detta dokument visar alla anordningar i elutrustningen och gör det möjligt att ansluta utrustningen till det matande nätet.

Leverantören skall svara för att den tekniska dokumentation som anges i detta avsnitt levereras med varje maskin.

### 18.2 Information som skall lämnas

Den information som skall medfölja den elektriska utrustningen skall innehålla:

- a) tydlig och fullständig beskrivning av utrustningen, installation och montering samt anslutning till elmatningen (elmatningarna)
- b) fordringar på elektrisk(a) matning(ar)
- c) information om miljön (t ex belysning, vibrationer, bullernivå och föroreningar i luften) vid behov
- d) översiktsschema(n) vid behov
- e) kretsschema(n)
- f) tillämpliga dokument eller uppgifter beträffande:
  - 1) programmering
  - 2) funktionssekvens(er)
  - 3) inspektionsintervall
  - 4) intervall och metod för funktionsprovning
  - 5) anvisningar för justering, underhåll och reparation, särskilt av skyddsanordningar och skyddskretsar; och
  - 6) stycklista och lista över rekommenderade reservdelar
- g) en beskrivning (med förbindningsschema) över tekniska skydd, förreglande funktioner och förregling av skydd vid potentiellt farliga rörelser, särskilt för maskiner som arbetar på ett samordnat sätt
- h) en beskrivning av de tekniska skyddsåtgärder och metoder som används där det är nödvändigt att sätta de tekniska skyddsåtgärderna ur funktion (t ex vid manuell programmering eller verifiering av program) (se avsnitt 9.2.4).

### 18.3 Fordringar på all dokumentation

Dokumentet skall utarbetas enligt fordringarna i avsnitt 18.4 till 18.10 samt tillämpliga avsnitt i IEC 61082

Referensbeteckningssystemet skall vara enligt IEC 61346-1.

För hänvisning till de olika dokumenten skall leverantören använda en av följande metoder:

- på varje dokument skall anges som korsreferens numren på alla andra dokument som tillhör elutrustningen; eller
- alla dokument skall förtecknas med angivande av dokumentnummer och titel i en ritnings- eller dokumentlista.

The first method shall be used only where the documentation consists of a small number of documents (e.g. less than five).

#### 18.4 *Basic information*

The technical documentation shall contain, as a minimum, information on the following:

- normal operating conditions of the electrical equipment including the expected conditions of the electrical supply, and where appropriate, the physical environment;
- handling, transportation and storage;
- inappropriate use(s) of the equipment.

That information may be presented as a separate document or as part of the installation or operation documentation.

The documentation should also contain, where appropriate, information regarding load currents, peak starting currents and permitted voltage drops. That information should be contained in either the system or circuit diagram(s).

#### 18.5 *Installation diagram*

The installation diagram shall give all information necessary for the preliminary work of setting up the machine. In complex cases, it may be necessary to refer to the assembly drawings for details.

The recommended position, type, and cross-sectional areas of the supply cables to be installed on site shall be clearly indicated.

The data necessary for choosing the type, characteristics, rated currents, and setting of the overcurrent protective device(s) for the supply conductors to the electrical equipment of the machine shall be stated (see 7.2.2).

Where necessary, the size, purpose, and location of any ducts in the foundation that are to be provided by the user shall be detailed (see annex B).

The size, type, and purpose of ducts, cable trays, or cable supports between the machine and the associated equipment that are to be provided by the user shall be detailed (see annex B).

Where necessary, the diagram shall indicate where space is required for the removal or servicing of the electrical equipment.

NOTE 1 – Examples of installation diagrams can be found in IEC 61082-4.

In addition, where it is appropriate an interconnection diagram or table shall be provided. That diagram or table shall give full information about all external connections. Where the electrical equipment is intended to be operated from more than one source of electrical supply, the interconnection diagram or table shall indicate the modifications or interconnections required for the use of each supply.

NOTE 2 – Examples of interconnection diagrams/tables can be found in IEC 61082-3.

#### 18.6 *Block (system) diagrams and function diagrams*

Where it is necessary to facilitate the understanding of the principles of operation, a block (system) diagram shall be provided. A block (system) diagram symbolically represents the electrical equipment together with its functional interrelationships without necessarily showing all of the interconnections.

NOTE 1 – Examples of block diagrams can be found in section 2 of IEC 61082-2.



Den första metoden skall användas endast när dokumentationen består av ett fåtal dokument (t ex mindre än fem).

#### **18.4 Grundläggande information**

Den tekniska dokumentationen skall minst innehålla information angående:

- normala driftförhållanden för elutrustningen, inklusive förväntade matnings- och, om tillämpligt, miljöförhållanden
- hantering, transport och förvaring
- olämplig användning av utrustningen.

Sådan information kan lämnas i separat dokument eller som en del av dokumentationen för installation eller drift.

Dokumentationen bör vid behov även innehålla information om belastningsströmmar, startströmmars toppvärden samt tillåtna spänningsfall. Sådan information bör ingå i översiktsschema eller kretsschema.

#### **18.5 Installationsschema**

Installationsschemat skall ge all information som behövs vid förberedelserna för montering av maskinen. I komplexa fall kan det beträffande detaljer vara nödvändigt att hänvisa till sammanställningsritningar.

Rekommenderad placering, typ och area hos de matningskablar som skall installeras på platsen skall klart anges.

Nödvändiga uppgifter skall ges för val av typ, karakteristik, märkström och inställning av de överströmsskydd som skall installeras för ledarna i matningen till maskinens elutrustning (se avsnitt 7.2.2).

Där det är nödvändigt skall storleken, ändamålet och placeringen av eventuella elkanaler i fundament, som skall anordnas av användaren, anges i detalj (se bilaga B).

Storlek, typ och ändamål för elkanaler, kabelrännor eller kabelstöd, som av användaren skall anordnas mellan maskinen och den tillhörande utrustningen, skall anges i detalj (se bilaga B).

Där det är nödvändigt skall utrymmesbehov för att avlägsna eller utföra underhållsarbete på elutrustningen anges på ritningen.

ANM 1 - Exempel på installationsritningar återfinns i IEC 61082-4.

Dessutom skall, när så är lämpligt, ett förbindningsschema eller en förbindningstabell för kablarna levereras. Sådant schema eller tabell skall ge fullständig information om alla yttre förbindningar. Där elutrustningen är avsedd att drivas från mer än en elektrisk kraftkälla, skall på förbindningsschemat eller i förbindningstabellen anges de ändringar eller förbindningar som behövs för att använda varje matning.

ANM 2 - Exempel på förbindningsscheman/tabeller återfinns i IEC 61082-3.

#### **18.6 Blockscheman (översiktsscheman) och funktionsscheman**

Ett blockschema skall lämnas där detta är nödvändigt för att underlätta förståelsen av funktionsprinciperna. Blockschemat med symboler visar elutrustningen och dess funktionella samband utan att nödvändigtvis ange alla förbindningar.

ANM 1 - Exempel på blockscheman finns i avsnitt 2 i IEC 61082-2.

Function diagrams may be used as either part of, or in addition to, the block (system) diagram.

NOTE 2 – Examples of function diagrams can be found in section 2 of IEC 61082-1 and in section 4 of IEC 61082-2.

### 18.7 *Circuit diagrams*

Where a block (system) diagram does not sufficiently detail the elements of the electrical equipment, a circuit diagram(s) shall be furnished. Those diagrams shall show the electrical circuits on the machine and its associated electrical equipment. Any graphical symbol not shown in IEC 60617 shall be separately shown and described on the diagrams or supporting documents. The symbols and identification of components and devices shall be consistent throughout all documents and on the machine.

NOTE – Examples of circuit diagrams can be found in IEC 61082-1 and in section 5 of IEC 61082-2.

Where appropriate, a diagram showing the terminals for interface connections shall be provided. That diagram may be used in conjunction with the circuit diagram(s) for simplification. The diagram should contain a reference to the detailed circuit diagram of each unit shown.

Switch symbols shall be shown on the electromechanical diagrams with all supplies turned off (e.g. electricity, air, water, lubricant) and with the machine and its electrical equipment in the normal starting condition.

Conductors shall be identified in accordance with 14.2.

Circuits shall be shown in such a way as to facilitate the understanding of their function as well as maintenance and fault location. Characteristics relating to the function of the control devices and components which are not evident from their symbolic representation shall be included on the diagrams adjacent to the symbol or referenced to a footnote.

### 18.8 *Operating manual*

The technical documentation shall contain an operating manual detailing proper procedures for set-up and use of the equipment. Particular attention should be given to the safety measures provided and to the improper methods of operation that are anticipated.

Where the operation of the equipment can be programmed, detailed information on methods of programming, equipment required, program verification, and additional safety procedures (where required) shall be provided.

### 18.9 *Maintenance manual*

The technical documentation shall contain a maintenance manual detailing proper procedures for adjustment, servicing and preventive inspection, and repair. Recommendations on maintenance/service records should be part of that manual. Where methods for the verification of proper operation are provided (e.g. software testing programs), the use of those methods shall be detailed.

### 18.10 *Parts list*

The parts list shall comprise, as a minimum, information necessary for ordering spare or replacement parts (e.g. components, devices, software, test equipment, technical documentation) required for preventive or corrective maintenance including those that are recommended to be carried in stock by the user of the equipment.

Funktionsscheman kan användas antingen som en del av eller som ett tillägg till blockschemat (översiktsschemat).

ANM 2 - Exempel på funktionsscheman finns i avsnitt 2 i IEC 61082-1 samt i avsnitt 4 av IEC 61082-2.

### **18.7 Kretsscheman**

Där ett blockschema (översiktsschema) inte tillräckligt detaljerat visar elutrustningens delar skall kretsschema(n) lämnas. Dessa scheman skall visa de elektriska kretsarna på maskinen och tillhörande elutrustning. Grafiska symboler som inte är upptagna i IEC 60617 skall visas separat och förklaras på scheman eller i tilläggsdokument. Symbolerna och beteckningarna på komponenter och anordningar skall stämma överens i alla dokument och på maskinen.

ANM - Exempel på kretsscheman återfinns i IEC 61082-1 samt i avsnitt 5 av IEC 61082-3.

Där det är lämpligt skall ett schema som visar anslutningar i gränssnitt lämnas. Schemat kan användas tillsammans med kretsschemat (-schemana) för att underlätta förståelsen. Schemat bör innehålla hänvisning till varje visad enhets detaljerade kretsschema.

Elkopplarsymboler skall på elektromekaniska scheman visas vid frånvaro av alla media (t ex el, luft, vatten, smörjmedel) och med maskinen och dess elutrustning i normalt startläge.

Ledare skall identifieras enligt avsnitt 14.2.

Kretsar skall visas på ett sätt som underlättar såväl förståelsen av deras funktion som underhåll och lokalisering av fel. I de fall funktionella särdrag hos styrdon och komponenter inte framgår av respektive symbol skall funktionen anges på scheman intill symbolen eller genom hänvisning till en anmärkning.

### **18.8 Driftinstruktion**

Den tekniska dokumentationen skall innehålla en driftinstruktion som i detalj anger lämpliga förfaranden vid inställning och användning av utrustningen. Särskild uppmärksamhet bör ägnas åt vidtagna säkerhetsåtgärder och åt förutsebara felaktiga användningssätt.

Där utrustningens funktion kan programmeras skall detaljerad information lämnas om programmeringsmetoder, erforderlig utrustning, programverifiering samt om extra säkerhetsprocedurer (om så erfordras).

### **18.9 Underhållsinstruktion**

Den tekniska dokumentationen skall innehålla en underhållsinstruktion som i detalj anger lämpliga förfaranden vid justering, underhåll och förebyggande kontroll samt reparation. Rekommendationer för underhållsjournaler bör ingå i denna instruktion. Där metoder för kontroll av avsedd drift finns (t ex programvarubaserad provning) skall dessa beskrivas i detalj.

### **18.10 Stycklistor**

Stycklistor skall minst innehålla nödvändig information för beställning av reserv- eller utbytesdelar (t ex komponenter, anordningar, programvara, provningsutrustning, teknisk dokumentation) som behövs för förebyggande eller avhjälpande underhåll, inklusive sådana som användaren rekommenderas hålla i lager.

The parts list shall show for each item:

- the reference designation used in the documentation;
- its type designation;
- the supplier and alternative sources where available;
- its general characteristics where appropriate.

**19 Testing and verification**

*19.1 General*

This standard gives general requirements for the electrical equipment of machines. The relevant tests for a particular machine type will be given in the dedicated product standard. Where there is no dedicated product standard for the machine, the appropriate tests may include one or more of the following but shall always include the verification of the continuity of the protective bonding circuit (see 19.2):

- verification that the electrical equipment is in compliance with the technical documentation;
- continuity of the protective bonding circuit (see 19.2);
- insulation resistance tests (see 19.3);
- voltage tests (see 19.4);
- protection against residual voltages (see 19.5);
- functional tests (see 19.6).

When these tests are performed, it is recommended that they follow the sequence listed.

When the electrical equipment is modified, the requirements stated in 19.7 shall apply.

*19.2 Continuity of the protective bonding circuit*

When the machine is installed and the electrical connections are complete, including those to the power supply, the continuity of the protective bonding circuit can be verified by a loop impedance test in accordance with 612.6.3 of IEC 60364-6-61.

For small machines, pre-manufactured machines or parts of machines with protective bonding loops not exceeding approximately 30 m, and where the machine cannot be connected to the power supply for the loop impedance test, the following method may be appropriate:

- verify the continuity of the protective bonding circuit by injecting a current of at least 10 A at 50 Hz or 60 Hz derived from a PELV source. The tests are to be made between the PE terminal (see 5.2) and relevant points that are part of the protective bonding circuit;
- the measured voltage between the PE terminal and the points of test is not to exceed the values given in table 9 (see 8.2.2).

**Table 9 – Verification of continuity of the protective bonding circuit**

Minimum effective protective conductor cross-sectional area of the branch under test mm <sup>2</sup>	Maximum measured voltage drop (values are given for a test current of 10 A) V
1,0	3,3
1,5	2,6
2,5	1,9
4,0	1,4
>6,0	1,0

Denna stycklista skall för varje post visa:

- den referensbeteckning som använts i dokumentationen
- typbeteckningen
- leverantör samt alternativa anskaffningskällor, om tillgängliga
- allmänna egenskaper, där det är tillämpligt.

## 19 Provning och kontroll

### 19.1 Allmänt

Denna standard anger allmänna fordringar på den elektriska utrustningen på maskiner. Lämpliga provningar för en speciell maskintyp ges i respektive produktstandard. I de fall specifik produktstandard saknas för maskinen skall alltid skyddsströmbanans kontinuitet kontrolleras (se avsnitt 19.2), dessutom kan lämpliga provningar omfatta en eller flera av följande:

- kontroll av att elutrustningen överensstämmer med den tekniska dokumentationen
- kontroll av skyddsströmbanans kontinuitet (se avsnitt 19.2)
- provning av isolationsresistansen (se avsnitt 19.3)
- spänningsprovning (se avsnitt 19.4)
- skydd mot spänningar från kvarvarande spänningar (se avsnitt 19.5)
- funktionsprovning (se avsnitt 19.6).

När dessa provningar utförs rekommenderas att de följer ovan angivna ordning.

När elutrustningen ändras skall fordringarna i avsnitt 19.7 tillämpas.

### 19.2 Skyddsströmbanans kontinuitet

När maskinen är installerad och de elektriska anslutningarna utförda, inklusive kraftmatningen, kan skyddsströmbanans kontinuitet verifieras genom mätning av slingimpedansen i enlighet med IEC 60364-6-61, avsnitt 612.6.3.

För små maskiner, förtillverkade maskiner eller delar av maskiner med skyddsströmbana kortare än ca 30 m och när maskinen inte kan anslutas till kraftmatningen för kontroll av slingimpedansen kan följande metod vara lämplig:

- verifiera kontinuiteten hos skyddsströmbanan genom belastning med en ström av minst 10 A vid 50 Hz eller 60 Hz från en PELV-strömkälla. Provningarna skall göras mellan den yttre skyddsledaranslutningen (PE-anslutningen) (se avsnitt 5.2) och lämpliga punkter av skyddsströmbanan
- den uppmätta spänningen mellan PE-anslutningen och de olika provningspunkterna får inte överstiga värdena i tabell 9 (se avsnitt 8.2.2).

**Tabell 9 - Kontroll av skyddsströmbanans kontinuitet**

Minsta ekvivalenta ledararea i den provade delen av skyddsströmbanan mm <sup>2</sup>	Högsta uppmätta spänningsfall (värdena är givna för 10 A provningsström) V
1,0	3,3
1,5	2,6
2,5	1,9
4,0	1,4
> 6,0	1,0

### 19.3 *Insulation resistance tests*

The insulation resistance measured at 500 V d.c. between the power circuit conductors and the protective bonding circuit is to be not less than 1 M $\Omega$ . The test may be made on individual sections of the complete electrical installation.

**Exception:** for certain parts of electrical equipment, incorporating for example busbars, collector wire or collector bar systems or slip-ring assemblies, a lower minimum value shall be permitted, but that value is not to be less than 50 k $\Omega$ .

### 19.4 *Voltage tests*

The electrical equipment shall withstand a test voltage applied for a period of at least one second between the conductors of all circuits and the protective bonding circuit, except for those circuits intended to operate at or below PELV voltages. The test voltage shall:

- have a value of twice the rated supply voltage of the equipment or 1 000 V, whichever is the greater;
- be at a frequency of 50/60 Hz;
- be supplied from a transformer with a minimum rating of 500 VA.

Components that are not rated to withstand the test voltage shall be disconnected during testing.

### 19.5 *Protection against residual voltages*

Tests are performed to ensure compliance with 6.2.4.

### 19.6 *Functional tests*

The functions of electrical equipment shall be tested, particularly those related to safety and safeguarding.

### 19.7 *Retesting*

Where a portion of the machine and its associated equipment is changed or modified, that portion shall be reverified and retested, as is appropriate (see 19.1).

### 19.3 Provningar av isolationsresistans

Isolationsresistansen mellan ledarna i kraftkretsen och skyddsströmbanan mätt vid 500 V likspänning får inte understiga 1 M $\Omega$ . Provningsen kan utföras sektionsvis av hela den elektriska installationen.

**Undantag:** För vissa delar av elektrisk utrustning, t ex kontaktledningar, kontaktskenor eller släpningssystem är ett lägre minimumvärde tillåtet, men värdet får inte understiga 50 k $\Omega$ .

### 19.4 Spänningsprovningar

Elutrustningen skall tåla en provningsspänning pålagd under minst 1 s mellan ledarna i samtliga kretsar och skyddsströmbanan med undantag av kretsar som är avsedda att arbeta vid eller under PELV-spänningar. Provningsspänningen skall:

- vara 1000 V eller 2 gånger matningens märkspänning för utrustningen om detta värde är högre
- ha frekvensen 50/60 Hz
- matas från en transformator med en minsta märkeffekt av 500 VA.

Komponenter som inte är avsedda att tåla denna provningsspänning skall vara frånskilda under provning.

### 19.5 Skydd mot kvarvarande spänningar

Provningar skall utföras för att säkerställa att fordringarna enligt avsnitt 6.2.4 är uppfyllda.

### 19.6 Funktionsprovningar

Elutrustningen skall provas med avseende på dess funktion, särskilt sådana som berör säkerhet och tekniska skyddsåtgärder.

### 19.7 Omprovning

När en del av maskinen och tillhörande utrustning byts ut eller ändras, skall denna del kontrolleras och provas på nytt på lämpligt sätt (se avsnitt 19.1).

## Annex A (informative)

### Examples of machines covered by this part of IEC 60204

The following list shows examples of machines whose electrical equipment should conform to this part of IEC 60204. The list is not intended to be exhaustive but is consistent with the definition of machinery (3.33).

Metalworking machinery  
 – metal cutting machines  
 – metal forming machines

Food machinery  
 – dough breaks  
 – mixing machines  
 – pie and tart machines  
 – meat processing machines

Plastics and rubber machinery  
 – injection moulding machines  
 – extrusion machines  
 – blow moulding machines  
 – thermoset moulding machines  
 – size reduction machines

Printing, paper and board machinery  
 – printing machines  
 – finishing machines, guillotines, folders  
 – reeling and slitting machines  
 – folder box gluing machines  
 – paper and board making machines

Wood machinery  
 – woodworking machines  
 – laminating machines  
 – sawmill machines

Inspecting/testing machinery  
 – co-ordinate measuring machines  
 – in-process gauging machines

Assembly machines

Compressors

Material handling machines  
 – robots  
 – conveyors  
 – transfer machines  
 – storage and retrieval machines

Packaging machinery  
 – palletizers/depalletizers  
 – wrapping and shrink-wrapping machines

Textile machines

Laundry machines

Refrigeration and air-conditioning machines

Heating and ventilating machines

Leather/imitation leather goods and footwear machinery  
 – cutting and punching machines  
 – roughing, scouring, buffing, trimming and brushing machines  
 – footwear moulding machines  
 – lasting machines

Construction and building materials machinery  
 – tunnelling machines  
 – concrete batching machines  
 – brick-making machines  
 – stone, ceramic and glass-making machines

Hoisting machinery (see IEC 60204-32)  
 – cranes  
 – hoists

Transportable machinery  
 – wood working machines  
 – metal working machines

Machinery for transportation of persons  
 – escalators  
 – ropeways for transportation of persons, e.g. chairlifts, ski lifts  
 – passenger lifts

Mobile machinery  
 – agriculture and forestry machines  
 – lifting platforms.  
 – fork lift trucks  
 – construction machines

Power-operated doors

Machines for hot metal processing

Leisure machinery  
 – fairground rides

Tanning machinery  
 – multi-roller machines  
 – bandknife machines  
 – hydraulic tanning machines

Pumps

Mining and quarrying machines



## Bilaga A (informativ)

### Exempel på maskiner som omfattas av denna del av IEC 60204

Följande lista visar exempel på maskiner vilkas elutrustning bör överensstämja med denna del av EN 60204. Listan är inte avsedd att vara fullständig men överensstämmer med definitionen av maskiner (se avsnitt 3.33).

Maskiner för metallbearbetning <ul style="list-style-type: none"> <li>– spånavverkande maskiner</li> <li>– plastiskt bearbetande maskiner</li> </ul>	Maskiner för livsmedelsbearbetning <ul style="list-style-type: none"> <li>– kavlingsmaskiner</li> <li>– blandningsmaskiner</li> <li>– maskiner för portionspajer</li> <li>– slakteri- och charkuterimaskiner</li> </ul>
Maskiner för bearbetning av plast och gummi <ul style="list-style-type: none"> <li>– formsprutningsmaskiner</li> <li>– extruderingsmaskiner</li> <li>– formblåsningmaskiner</li> <li>– varnformningsmaskiner</li> <li>– granuleringsmaskiner</li> </ul>	Tryckeri-, pappers- och kartongmaskiner <ul style="list-style-type: none"> <li>– tryckerimaskiner</li> <li>– bearbetnings-, skär- och vikmaskiner</li> <li>– omrullnings- och rullskärmaskiner</li> <li>– limningsmaskiner för askar</li> <li>– maskiner för tillverkning av papper och kartong</li> </ul>
Maskiner för bearbetning av trä <ul style="list-style-type: none"> <li>– träbearbetningsmaskiner</li> <li>– lamineringsmaskiner</li> <li>– sågverksmaskiner</li> </ul>	Kontroll- och provningsutrustning <ul style="list-style-type: none"> <li>– koordinatmätmaskiner</li> <li>– mätmaskiner i tillverkningsprocess</li> </ul>
Monteringsmaskiner	Kompressorer
Maskiner för materialhantering <ul style="list-style-type: none"> <li>– industrirobotar</li> <li>– transportörer</li> <li>– överföringsmaskiner</li> <li>– staplingskranar</li> </ul>	Förpackningsmaskiner <ul style="list-style-type: none"> <li>– maskiner för stapling på och nedtagning från pallar</li> <li>– maskiner för paketinslagning och för krympinslagning</li> </ul>
Textilmaskiner	Tvättmaskiner
Kylmaskiner och maskiner för luftkonditionering	Maskiner för uppvärmning och ventilation
Maskiner för skor och andra varor av läder och konstläder <ul style="list-style-type: none"> <li>– skär- och stansmaskiner</li> <li>– maskiner för uppruggning, glättning, slipning, kantning och borstning</li> <li>– skiformningsmaskiner</li> <li>– knipmaskiner</li> </ul>	Anläggnings- och byggmaterialmaskiner <ul style="list-style-type: none"> <li>– tunnelmaskiner</li> <li>– betongblandare</li> <li>– tegeltillverkningsmaskiner</li> <li>– sten-, keramik- och glastillverkningsmaskiner</li> </ul>
Maskiner för lyftning (se IEC 60204-32) <ul style="list-style-type: none"> <li>– kranar</li> <li>– lyftanordningar</li> </ul>	Transportabla maskiner <ul style="list-style-type: none"> <li>– träbearbetningsmaskiner</li> <li>– metallbearbetningsmaskiner</li> </ul>
Maskiner för persontransport <ul style="list-style-type: none"> <li>– rulltrappor</li> <li>– linbanor för transport av personer, t ex stol- och släpliftar</li> <li>– personhissar</li> </ul>	Mobila maskiner <ul style="list-style-type: none"> <li>– maskiner för lantbruk och skogsbruk</li> <li>– lyftplattformar</li> <li>– gaffeltruckar</li> <li>– bygg- och anläggningsmaskiner</li> </ul>
Motordrivna portar, dörrar	Maskiner för behandling av het metall
Maskiner för fritidsanläggningar <ul style="list-style-type: none"> <li>– maskiner för nöjesfält</li> </ul>	Garverimaskiner <ul style="list-style-type: none"> <li>– flervalmsmaskiner</li> <li>– bandknivmaskiner</li> <li>– hydrauliska garvningsmaskiner</li> </ul>
Pumpar	Maskiner för gruvor och stenbrott

**Annex B**  
(informative)

**Inquiry form for the electrical equipment of machines**

It is recommended that the following information is provided by the intended user of the equipment. It facilitates an agreement between the user and supplier on basic conditions and additional user requirements to ensure proper design, application and utilization of the electrical equipment of the machine (see 4.1).

Name of manufacturer/supplier \_\_\_\_\_

Name of end user \_\_\_\_\_

Tender/order no. \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_

Type of machine/serial number \_\_\_\_\_

1. Are there to be modifications as allowed for within this standard? YES \_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

***Operating conditions – Special requirements (see 4.4)***

2. Ambient temperature range \_\_\_\_\_

3. Humidity range \_\_\_\_\_

4. Altitude \_\_\_\_\_

5. Environmental (e.g. corrosive atmospheres, particulate matter, EMC) \_\_\_\_\_

6. Radiation \_\_\_\_\_

7. Vibration, shock \_\_\_\_\_

8. Special installation and operation requirements (e.g. flame-retardant requirements for cables and conductors) \_\_\_\_\_

***Power supply(ies) and related conditions (see 4.3)***

9. Anticipated voltage fluctuations (if more than  $\pm 10\%$ ) \_\_\_\_\_

10. Anticipated frequency fluctuations (if more than in 4.3.2) \_\_\_\_\_

Specification of short-term value \_\_\_\_\_

11. Indicate possible future changes in electrical equipment that will require an increase in the electrical supply requirements \_\_\_\_\_

## Bilaga B

### (informativ)

#### Frågeblankett för uppgifter om maskiners elutrustning

Det rekommenderas att följande information lämnas av den avsedda användaren av utrustningen. Det underlättar överenskommelse mellan användare och leverantör om grundläggande förhållanden och användarens tilläggsfordringar för att säkerställa ändamålsenlig konstruktion, tillämpning och utnyttjande av maskinens elektriska utrustning (se avsnitt 4.1).

Tillverkarens/Leverantörens namn \_\_\_\_\_

Slutanvändarens namn \_\_\_\_\_

Offert-/ordernummer \_\_\_\_\_ Datum \_\_\_\_\_

Maskintyp/serienummer \_\_\_\_\_

1. Kommer ändringar som ligger inom ramen för denna standard att göras? JA \_\_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_

#### Driftförhållanden - Särskilda fordringar (se avsnitt 4.4)

2. Variationsområde för omgivningstemperatur \_\_\_\_\_

3. Variationsområde för luftfuktighet \_\_\_\_\_

4. Höjd över havet \_\_\_\_\_

5. Miljö (t ex korrosiva miljöer, partikelbemängd luft, EMC) \_\_\_\_\_

6. Strålning \_\_\_\_\_

7. Vibrationer och stötar \_\_\_\_\_

8. Särskilda fordringar på installation och drift (t ex fordringar på ej brandspridande kablar och ledare) \_\_\_\_\_

#### Elektrisk(a) matning(ar) och därtill hörande förhållanden (se avsnitt 4.3)

9. Förutsedda spänningsvariationer (om de överstiger  $\pm 10\%$ ) \_\_\_\_\_

10. Förutsedda frekvensvariationer (om de överstiger värdena i avsnitt 4.3.2) \_\_\_\_\_

Specifisering av korttidsvärde \_\_\_\_\_

11. Ange möjliga framtida ändringar i elutrustningen som kan erfordra en ökning av fordringarna på matningen \_\_\_\_\_

12. Indicate for each source of electrical supply required:

Nominal voltage (V) AC \_\_\_\_\_ DC \_\_\_\_\_

If AC, number of phases \_\_\_\_\_ frequency \_\_\_\_\_ Hz

Prospective short-circuit current at the point of supply to the machine \_\_\_\_\_ kA r.m.s.  
(see also question 15)

Fluctuations outside values given in 4.3.2 \_\_\_\_\_

13. Type of power supply earthing (see IEC 60364-3):

– TN (system with one point directly earthed, with a protective conductor (PE) connected directly to that point) \_\_\_\_\_

– TT (system with one point directly earthed but the protective conductor (PE) not connected to that earth point of the system) \_\_\_\_\_

– IT (system that is not directly earthed) \_\_\_\_\_

14. Is the electrical equipment to be connected to a neutral (N) supply conductor? (see 5.1)

YES \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

15. Does the user or the supplier provide the overcurrent protection of the supply conductors?  
(see 7.2.2) \_\_\_\_\_

Type and rating of overcurrent protective devices \_\_\_\_\_

16. Supply disconnecting device

– Is the disconnection of the neutral (N) conductor required? YES \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

– Is a link for the neutral (N) permissible? YES \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

– Type of disconnecting device to be provided? \_\_\_\_\_

17. Limit of power up to which three-phase a.c. motors may be started

directly across the incoming supply lines? \_\_\_\_\_ kW

18. May the number of motor overload detection devices be reduced? (see 7.3)

YES \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

19. Where the machine is equipped with local lighting:

– highest permissible voltage \_\_\_\_\_ V

– if lighting circuit voltage is not obtained directly from the power supply,  
state preferred voltage \_\_\_\_\_ V

12. Ange för varje matning:

Nominell spänning (V) \_\_\_\_\_ växelspanning \_\_\_\_\_ likspänning \_\_\_\_\_

Vid växelspanning antal faser \_\_\_\_\_ frekvens \_\_\_\_\_ Hz

Förväntad kortslutningsström (effektivvärde) vid maskinens anslutningspunkt \_\_\_\_\_  
(se även fråga nr 15)

Variationer som överskrider värden angivna i avsnitt 4.3.2 \_\_\_\_\_

13. Typ av jordning av det matande nätet (se IEC 60364-3):

- TN (system med en direkt jordad punkt, med en skyddsledare (PE) ansluten direkt till den punkten) \_\_\_\_\_
- TT (system med en direkt jordad punkt, men skyddsledaren (PE) inte kopplad till jordpunkten i systemet) \_\_\_\_\_
- IT (system som inte är direkt jordat) \_\_\_\_\_

14. Skall elutrustningen vara ansluten till en neutralledare (N)? (se avsnitt 5.1)

JA \_\_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_

15. Skall användaren eller leverantören anordna överströmsskyddet för matningskablarna?

(se avsnitt 7.2.2) \_\_\_\_\_

Typ och märkdata för överströmsskydden \_\_\_\_\_

16. Frånskiljningsanordning

- Skall neutralledaren (N) frånskiljas? JA \_\_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_
- Kan ett kopplingsbleck i neutralledaren (N) tillåtas? JA \_\_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_
- Typ av frånskiljningsanordning? \_\_\_\_\_

17. Högsta tillåtna effekt hos en 3-fas motor som får direktstartas

på det inkommande nätet \_\_\_\_\_ kW

18. Får antalet strömkännande organ för överlastskydd för motorer reduceras? (se avsnitt 7.3)

JA \_\_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_

19. Där maskinen är utrustad med lokal belysning:

- högsta tillåtna spänning \_\_\_\_\_ V
- om belysningsspänningen inte tas direkt från nätet, ange önskad spänning \_\_\_\_\_ V

**Other considerations**

- 20. Functional identification (see 17.3)
- 21. Inscriptions/special markings \_\_\_\_\_
  - Mark of certification YES \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
  - If YES, which one? \_\_\_\_\_
  - On electrical equipment? \_\_\_\_\_ In which language? \_\_\_\_\_
- 22. Technical documentation (see 18.1)  
On what media? \_\_\_\_\_ In which language? \_\_\_\_\_
- 23. Size, location, and purpose of ducts, open cable trays or cable supports to be provided by the user? (see 18.5)  
(additional sheets to be provided where necessary) \_\_\_\_\_
- 24. For which of the following classes of persons is access to the interior of enclosures required during normal operation of the equipment?
  - Skilled persons \_\_\_\_\_
  - Instructed persons \_\_\_\_\_
- 25. Are locks with removable keys to be provided for fastening doors or covers? (see 6.2.2) \_\_\_\_\_
- 26. If "two-hand control" is to be provided, state the type: \_\_\_\_\_  
Where it is type III, state the time limit (0,5 s maximum) within which each pair of push-buttons are to be operated \_\_\_\_\_
- 27. Indicate if special limitations on the size or weight affect the transport of a particular machine or controlgear assemblies to the installation site:
  - maximum dimensions \_\_\_\_\_
  - maximum weight \_\_\_\_\_
- 28. In the case of machines with frequent repetitive cycles of operation dependent on manual control, how frequently will cycles of operation be repeated? \_\_\_\_\_ per hour  
For what length of time is it expected that the machine will be operated at this rate without subsequent pause? \_\_\_\_\_ min
- 29. In the case of specially built machines, is a certificate of operating tests with the loaded machine to be supplied? YES \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_  
In the case of other machines, is a certificate of operating type tests on a loaded prototype machine to be supplied? YES \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_
- 30. For cableless control systems, specify the time delay before automatic machine shutdown is initiated in the absence of a valid signal? (see 9.2.7.3): \_\_\_\_\_ s
- 31. Do you need a specific method of conductor identification to be used for the conductors referred to in 14.2.1? YES \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ Type \_\_\_\_\_

**Andra ställningstaganden**

20. Funktionsmärkning (se avsnitt 17.3)
21. Inskrifter/speciella märkningar \_\_\_\_\_  
 – Certifieringsmärke? JA \_\_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_  
 Om JA, vilket märke? \_\_\_\_\_  
 – På elutrustning? \_\_\_\_\_ På vilket språk? \_\_\_\_\_
22. Teknisk dokumentation (se avsnitt 18.1)  
 På vilka media? \_\_\_\_\_ På vilket språk? \_\_\_\_\_
23. Storlek, placering och ändamål för elkanaler, öppna kabelrännor eller kabelstöd som skall anordnas av användaren (se avsnitt 18.5)  
 (ytterligare blad skall lämnas om nödvändigt) \_\_\_\_\_
24. För vilka av följande personalkategorier fordras tillträde till kapslingars inre vid normal drift?  
 – fackkunnig person \_\_\_\_\_  
 – instruerad person \_\_\_\_\_
25. Skall lås med borttagbara nycklar anordnas för att låsa dörrar och kåpor?  
 (se avsnitt 6.2.2) \_\_\_\_\_
26. Om tvåhandsmanöverdon skall anordnas, ange typen: \_\_\_\_\_  
 Där det är typ III, ange den tidrymd inom vilken varje par av tryckknappar skall manövreras  
 (max 0,5 s) \_\_\_\_\_
27. Ange om särskilda begränsningar i storlek eller vikt påverkar transporten av en specifik maskin eller apparatskåp till monteringsplatsen:  
 – maximala mått \_\_\_\_\_  
 – maximal vikt \_\_\_\_\_
28. För maskiner med tätt upprepade operationscykler, bestämda av operatören, ange hur ofta dessa cykler kommer att upprepas? \_\_\_\_\_ per timme  
 Hur länge väntas sådan drift pågå utan paus? \_\_\_\_\_ min
29. Om maskinen är specialbyggd, skall ett provningsintyg lämnas över driftprovning med belastad maskin? JA \_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_  
 I annat fall, skall ett typprovningsintyg lämnas över driftprovning med belastad prototypmaskin? \_\_\_\_\_ JA \_\_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_
30. Specificera tidsfördröjningen innan maskinen skall stoppas vid utebliven giltig signal för trådlösa styrsystem. (se avsnitt 9.2.7.3): \_\_\_\_\_ s
31. Behöver en speciell metod för identifiering användas för ledarna i avsnitt 14.2.1?  
 JA \_\_\_\_\_ NEJ \_\_\_\_\_ Typ \_\_\_\_\_

## Annex C

### (informative)

### Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines

The purpose of this annex is to provide additional information on the selection of conductor sizes where the conditions given for table 5 (see clause 13) have to be modified (see notes to table 5).

#### C.1 General operating conditions

##### C.1.1 Ambient air temperature

The current carrying capacity for PVC insulated conductors given in table 5 is related to an ambient air temperature of +40 °C. For other ambient air temperatures, the installer has to correct the values using the factors given in table C.1.

**Table C.1 – Correction factors**

Ambient air temperature °C	Correction factor
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

NOTE – The correction factors are derived from table 52-D1 of IEC 60364-5-523.

##### C.1.2 Methods of installation

In machines, the methods of conductor and cable installation between enclosures and individual items of the equipment shown in figure C.1 are assumed to be typical (the letters used are in accordance with IEC 60364-5-523):

- Method B1: using conduits (3.7) and cable trunking systems (3.5) for holding and protecting conductors (single core cables);
- Method B2: same as B1 but used for multicore cables;
- Method C: cables installed on walls without ducts or conduits;
- Method E: cables in horizontal or vertical open cable trays (3.4).



## Bilaga C

### (informativ)

### Belastningsförmåga och överströmsskydd för ledare och kablar i elutrustningen till en maskin

Denna bilaga lämnar kompletterande information för val av ledararea när de förhållanden som gäller för tabell 5 (se avsnitt 13) måste modifieras (se anmärkningar till tabell 5).

#### C.1 Allmänna driftförhållanden

##### C.1.1 Omgivningstemperatur

Strömvärdet hos PVC-isolerade ledare anges i tabell 5 vid en omgivningstemperatur av +40°C. För annan omgivningstemperatur skall installatören korrigera värdena med faktorer som anges i tabell C.1

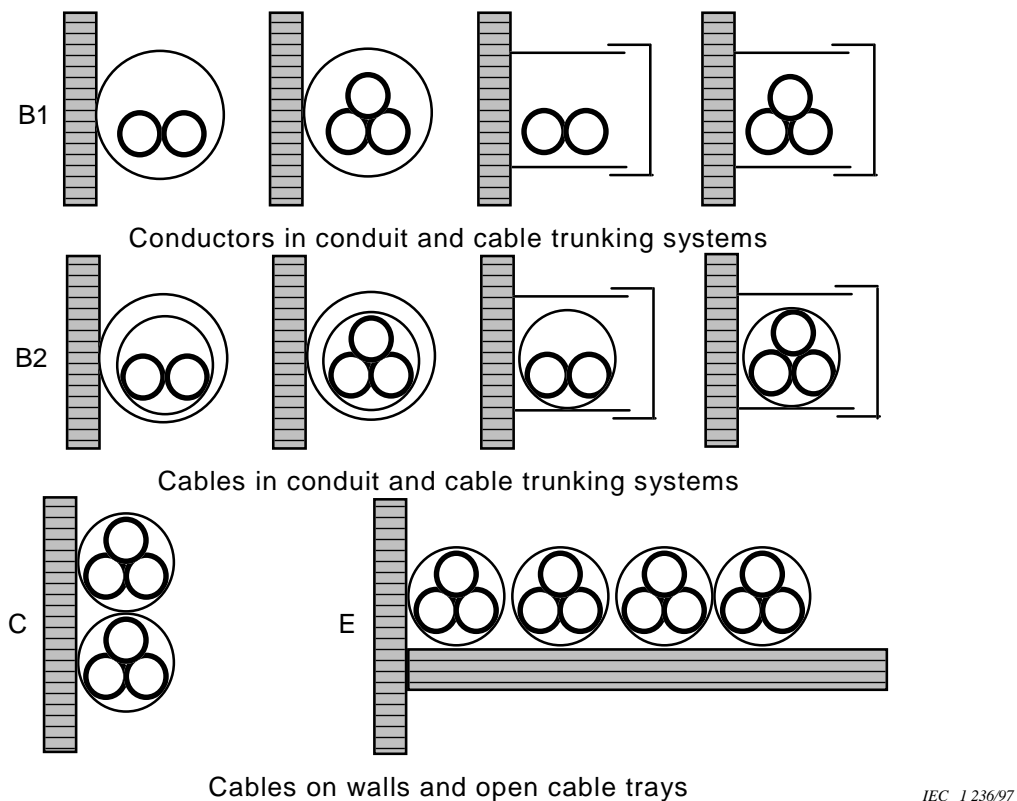
**Tabell C.1 - Korrektionsfaktorer**

Omgivningstemperatur °C	Korrektionsfaktor
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58
ANM - Korrektionsfaktorerna är hämtade från tabell 52-D1 i IEC 60364-5-523.	

##### C.1.2 Förläggningssätt

Typiska förläggningssätt mellan kapslingar och enstaka enheter på maskinens utrustning visas i figur C.1 (bokstäverna som använts överensstämmer med IEC 60364-5-523):

- Förläggningssätt B1: användning av installationsrör (avsnitt 3.7) och kabelkanalsystem (avsnitt 3.5) för att hålla och skydda ledare (enledarkablar)
- Förläggningssätt B2: samma som B1 men med flerledarkablar
- Förläggningssätt C: kablar förlagda på väggar utan elkanal eller installationsrör
- Förläggningssätt E: kablar på horisontala eller vertikala öppna kabelrännor (se avsnitt 3.4).



**Figure C.1 – Methods of conductor and cable installation**

**C.1.3 Grouping**

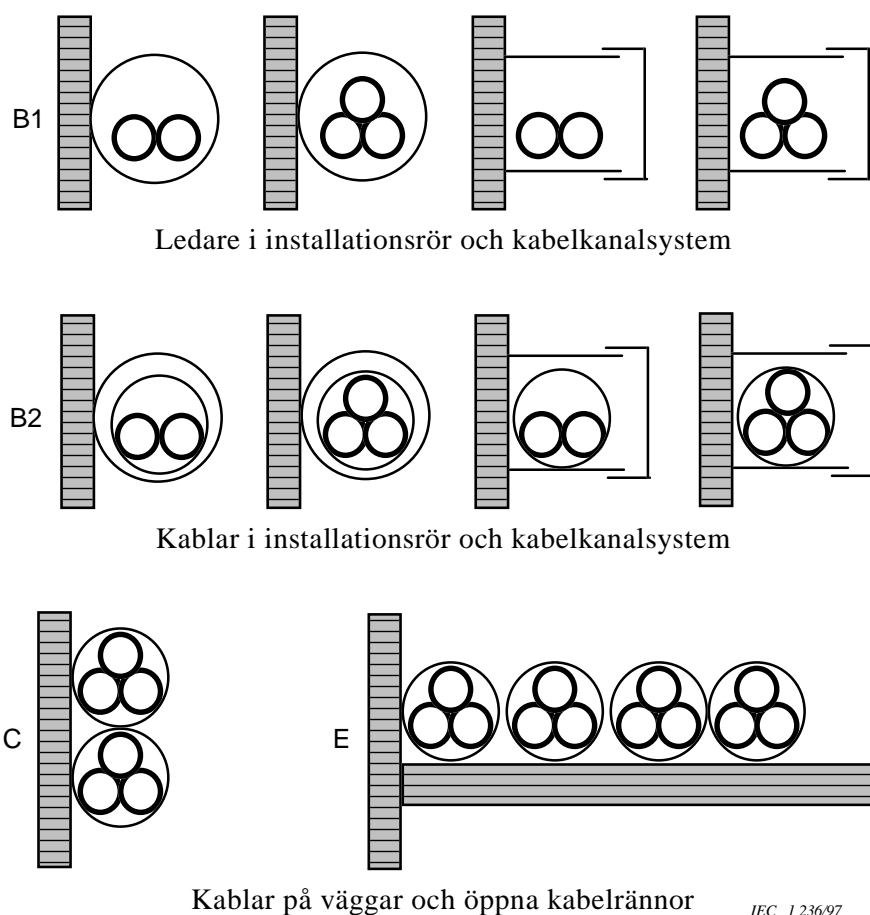
The values of the current-carrying capacity of table 5 are based on:

- one loaded three-phase a.c. cable system for cross-sectional areas 0,75 mm<sup>2</sup> and greater;
- one loaded pair (of two conductors) for a d.c. control circuit for cross-sectional areas between 0,2 mm<sup>2</sup> and 0,75 mm<sup>2</sup>.

Where more loaded cables/pairs are installed, derate the values of table 5 in accordance with tables C.2 or C.3. Conductors of control circuits normally need no reduction.

**Table C.2 – Derating factors for grouping**

Methods of installation (see figure C.1)	Number of loaded cables/conductors			
	2	4	6	9
AC cables, three-phase (note 1)				
B1 and B2	0,80	0,65	0,57	0,50
C	0,85	0,75	0,72	0,70
E single layer	0,87	0,78	0,75	0,73
E multiple layer	0,86	0,76	0,72	0,68
DC pairs (independent of methods) (note 2)	1,0	0,76	0,64	0,43
NOTES				
1 Factors derived from IEC 60364-5-523 and IEC 60287.				
2 Factors derived from DIN-VDE 0891, table 1.				



**Figur C.1 – Förläggning av ledare och kablar**

### C.1.3 Förläggning tillsammans

Strömvärdena i tabell 5 är baserade på:

- en belastad 3-fasledning för areor  $\geq 0,75 \text{ mm}^2$
- ett belastat par (två ledare) i en likspänningsstyrkrets för areor mellan  $0,2 \text{ mm}^2$  och  $0,75 \text{ mm}^2$ .

Där flera belastade kablar eller par installeras bör värdena i tabell 5 reduceras enligt tabell C.2 eller C.3. Ledare i styrkretsar behöver normalt inte reduceras.

**Tabell C.2 - Korrektionsfaktorer då flera kablar förläggs tillsammans**

Förläggningssätt (se figur C.1)	Antal belastade kablar/ledare			
	2	4	6	9
Trefaskablar (se ANM 1)				
B1 och B2	0,80	0,65	0,57	0,50
C	0,85	0,75	0,72	0,70
E - ett lager	0,87	0,78	0,75	0,73
E - flera lager	0,86	0,76	0,72	0,68
Likspänningspar (oberoende av förläggningssätt) (se ANM 2)	1,0	0,76	0,64	0,43
ANM 1 - Faktorererna är hämtade från IEC 60364-5-523 och IEC 60287				
ANM 2 - Faktorererna är hämtade från DIN-VDE 0891, tabell 1				

**Table C.3 – Derating factors for multicore cables up to 10 mm<sup>2</sup>**

Number of loaded conductors or d.c. pairs	AC (conductor > 1 mm <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>	DC pair (0,2 mm <sup>2</sup> ... 0,75 mm <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>
5	0,75	0,52
7	0,65	0,45
10	0,55	0,39
24	0,40	0,27

1) Factors derived from IEC 60364-5-523.  
2) Factors derived from DIN-VDE 0891, Part 1 (04.88).

#### C.1.4 Classification of conductors

**Table C.4 – Classification of conductors**

Class	Description	Use/application
1	Solid conductor of circular cross-section, copper or aluminium normally up to 16 mm <sup>2</sup>	For fixed installations only with absence of vibrations
2	Conductor with a minimum number of strands, copper or aluminium, normally ≥25 mm <sup>2</sup>	
5	Many stranded fine copper conductors	For machine installations with presence of vibrations; connection to moving parts For frequent movements
6	Many very fine copper conductors	

NOTE – Derived from IEC 60228 and IEC 60228A.

## C.2 Intermittent duty applications

For intermittent periodic duty applications (e.g. where frequent motor starting occurs), it is necessary to calculate the thermal equivalent r.m.s. current,  $I_q$ , to determine if it exceeds the steady-state design current,  $I_b$ . Where  $I_q > I_b$ ,  $I_q$  should be used instead of  $I_b$  for cable selection and for co-ordination with overcurrent protection.  $I_q$  may be calculated as follows:

$$I_q = \sqrt{\frac{I_i^2 \times t_i + I_b^2 \times t_b}{t_s}}$$

where

$I_q$  is the thermal equivalent current in amperes;

$I_i$  is the inrush current in amperes;

$I_b$  is the steady-state current in amperes;

$t_i$  is the inrush time in seconds;

$t_b$  is the load on time in seconds;

$t_s$  is the duty cycle time in seconds.

**Tabell C.3 - Korrektionsfaktorer för flerledarkablar upp till 10 mm<sup>2</sup>**

Antal belastade ledare eller likspänningspar	Växelspänning (ledare > 1 mm <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>	Likspänningspar (0,2...0,75 mm <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>
5	0,75	0,52
7	0,65	0,45
10	0,55	0,39
24	0,40	0,27

1) Faktorerna är hämtade från IEC 60364-5-523.  
2) Faktorerna är hämtade från DIN-VDE 0891, del 1 (04.88).

**C.1.4 Klassificering av ledare****Tabell C.4 - Klassificering av ledare**

Klass	Beskrivning	Användning
1	Entrådlig ledare med cirkulärt tvärsnitt, av koppar eller aluminium, normalt med area upp till 16 mm <sup>2</sup>	För fast förläggning endast där vibrationer inte förekommer
2	Fåtrådlig ledare, av koppar eller aluminium, normalt med area ≥25 mm <sup>2</sup>	
5	Mångtrådlig ledare av koppar	För förläggning på maskin där vibrationer förekommer och för anslutning av rörliga delar
6	Fintrådlig ledare av koppar	För ofta förekommande rörelser

ANM - Hämtad från IEC 60228 och IEC 60228A.

**C.2 Intermittent drift**

För periodiskt intermittent drift (t ex med täta motorstarter) är det nödvändigt att beräkna det termiskt ekvivalenta effektivvärdet av strömmen  $I_q$  för att avgöra om denna överstiger den kontinuerliga belastningsströmmen,  $I_b$ , för vilken kretsens dimensionerats. I fall där  $I_q > I_b$  skall  $I_q$  användas istället för  $I_b$  vid val av kabel och för samordning av överströmsskydden.  $I_q$  kan beräknas på följande sätt:

$$I_q = \sqrt{\frac{I_i^2 \times t_i + I_b^2 \times t_b}{t_s}}$$

där:

- $I_q$  är den termiskt ekvivalenta strömmen i ampere
- $I_i$  är startströmmen i ampere
- $I_b$  är den kontinuerliga belastningsströmmen i ampere
- $t_i$  är tiden för startströmmen i sekunder
- $t_b$  är belastningstiden i sekunder
- $t_s$  är tiden för en belastningscykel i sekunder.

### C.3 Co-ordination between conductors and protective devices.

C.3.1 In all cases, the following relationships shall exist:

$$I_b \leq I_n$$

$$I_b \leq I_z$$

where

$I_n$  is the nominal current or current setting, in amperes, of the overcurrent protective device;

$I_z$  is the effective current carrying capacity, in amperes, of a cable for continuous service under the particular installation conditions concerned.

C.3.2 Where the overcurrent protective device is intended to provide overload protection, the following relationships shall exist:

$$I_b \leq I_n \leq I_2, \text{ and}$$

$$I_z \leq 1,45 I_2$$

where  $I_2$  is the minimum current, in amperes, that when maintained for 1 h will cause the protective device to open the circuit.

C.3.3 Where the overcurrent protective device is intended only to provide short-circuit protection:

$I_n$  may be greater than  $I_z$ , and

$I_2$  may be greater than  $1,45 I_z$

However it should be remembered that the higher  $I_n$  is in relation to  $I_z$ , the greater is the possibility of exceeding the ultimate short-circuit conductor temperature in the event of a short circuit. That is particularly true in the case of the smaller conductors ranging in size up to 16 mm<sup>2</sup>. For the calculations, see C.4.

### C.4 Overcurrent protection of conductors

All conductors are required to be protected against overcurrent (see 7.2) by protective devices inserted in all live conductors so that any short circuit current flowing in the cable is interrupted before the conductor has reached the maximum allowable temperature (see table 4). For example, for PVC insulated conductors with a working temperature of +70 °C, the conductor is heated from +70 °C to +160 °C with the short-circuit current duration not exceeding 5 s.

NOTE – For neutral conductors, see 7.2.3, second paragraph.

In practice, the requirement of 7.2 is fulfilled when the protective device at a current  $I$  causes the interruption of the circuit within a time that in no case exceeds the time  $t$ .

### C.3 Samordning av ledare och skyddsanordningar

C.3.1 I samtliga fall skall följande samband gälla:

$$I_b \leq I_n$$

$$I_b \leq I_z$$

där:

$I_n$  är den nominella eller inställda strömmen i ampere på överströmsskyddet

$I_z$  är strömvärdet i ampere hos en kabel för kontinuerlig drift vid de särskilda förläggingsförhållanden som gäller.

C.3.2 Där överströmsskyddet är avsett att ge skydd mot överlast skall följande samband gälla:

$$I_b \leq I_n \leq I_z, \text{ och}$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

där  $I_2$  är den minsta ström i ampere som om den vore kontinuerligt pålagd skulle få överströmsskyddet att bryta inom en timme (1h).

C.3.3 Där överströmsskyddet endast är avsett att ge skydd vid kortslutning, gäller:

$$I_n \text{ får vara större än } I_z; \text{ och}$$

$$I_2 \text{ får vara större än } 1,45 I_z.$$

Det bör emellertid observeras att ju högre  $I_n$  är i förhållande till  $I_z$ , desto större är risken att den högsta tillåtna ledartemperaturen överskrids vid kortslutning. Detta förhållande är särskilt viktigt för de mindre ledareorna upp till 16 mm<sup>2</sup>. För beräkning, se avsnitt C.4.

### C.4 Skydd av ledare mot överström

Ledare skall skyddas mot överström (se avsnitt 7.2) med skyddsanordningar i alla spänningsförande ledare så att en kortslutningsström i kabeln bryts innan ledaren har uppnått maximalt tillåten temperatur (se tabell 4). För exempelvis PVC-isolerade ledare med en drifttemperatur av +70°C upphettas ledaren från +70°C till +160°C om kortslutningsströmmens varaktighet inte överstiger 5 s.

ANM - För neutralledare, se avsnitt 7.2.3, andra stycket.

I praktiken uppfylls fordringen i avsnitt 7.2 när skyddet vid strömmen  $I$  bryter kretsen inom en tid, som i inget fall överstiger tiden  $t$ .

The value of the time  $t$  in seconds shall be calculated using the following formula:

$$t = (k \times S/I)^2$$

where

$S$  is the cross-sectional area in square millimetres;

$I$  is the effective short-circuit current in amperes expressed for a.c. as the r.m.s. value;

$k$  is the factor shown for copper conductors when insulated with the following material:

PVC	115
Rubber	141
SiR	132
XLPE	143
EPR	143

The use of fuses with characteristics gG or gM (see IEC 60269-1 and circuit-breakers with characteristics B and C in accordance with IEC 60898, ensures their conformance to that requirement. That applies when the nominal current,  $I_n$ , is chosen in accordance with table 5 where  $I_n \leq I_z$ .



Värdet av tiden  $t$ , i sekunder, skall beräknas enligt följande formel:

$$t = (k \times S/I)^2$$

där:

$S$  är ledarens tvärsnittsarea (mm<sup>2</sup>);

$I$  är kortslutningsströmmens effektivvärde i A;

$k$  är faktorn som för kopparledare med isolering enligt nedan har följande värden:

PVC 115

Gummi 141

Si-gummi 132

PEX 143

EPR 143

Användning av säkringar med karakteristikorna gG eller gM (se IEC 60269-1) och dvärgbrytare med karakteristikorna B eller C enligt IEC 60898 säkerställer att denna fordring är uppfylld. Detta gäller när den nominella strömmen  $I_n$  väljs  $\leq I_z$  enligt tabell 5.

## **Annex D** **(informative)**

### **Explanation of emergency operation functions**

NOTE – These concepts are under consideration in Europe with the aim of unifying the usage of "emergency" terms. They are included here to give the reader an understanding of the scope of those terms even though in this standard only two of them are used.

#### **Emergency operation**

Emergency operation includes separately or in combination:

- emergency stop;
- emergency start;
- emergency switching off;
- emergency switching on.

#### **Emergency stop**

An emergency operation intended to stop a process or a movement that has become hazardous.

#### **Emergency start**

An emergency operation intended to start a process or a movement to remove or to avoid a hazardous condition.

#### **Emergency switching off**

An emergency operation intended to switch off the supply of electrical energy to all or a part of an installation where a risk of electric shock or another risk of electrical origin is involved.

#### **Emergency switching on**

An emergency operation intended to switch on the supply of electrical energy to a part of an installation that is intended to be used for emergency situations.

## Bilaga D

### (informativ)

#### Förklaring till nödlägesfunktioner

ANM - Dessa begrepp övervägs i Europa med målsättningen att förena användning av "nödläges"-termer. De ingår här i syfte att ge läsaren förståelse av omfattningen av dessa termer, även om denna standard endast använder två av dem.

##### **nödåtgärd**

nödåtgärd som omfattar, endera eller i kombination:

- nödstopp
- nödstart
- nödbrytning
- nödinkoppling

##### **nödstopp**

nödåtgärd avsedd att stoppa en process eller en rörelse som blivit farlig

##### **nödstart**

nödåtgärd avsedd att starta en process eller en rörelse för att undvika en farlig situation

##### **nödbrytning**

nödåtgärd avsedd att bryta eltillförseln till hela eller delar av en installation där risk för elchock eller annan risk med elektriskt ursprung föreligger

##### **nödinkoppling**

nödåtgärd avsedd att koppla in eltillförseln till delar av en installation som är avsedd att användas i nödsituationer

## **Annex E** **(informative)**

### **Bibliography**

IEC 60204-32–, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Particular requirements for hoisting machines*<sup>1)</sup>

IEC 60228: 1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60228A: 1982, *First supplement: Guide to the dimensional limits of circular conductors*

IEC 60269-1: 1986, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60287: *Electric cables – Calculation of the current rating*

IEC 60364: *Electrical installations of buildings*

IEC 60364-3: 1993, *Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics*

IEC 60439-1: 1992, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60757: 1983, *Code for designation of colours*

IEC 60870-5-1: 1990, *Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section One: Transmission frame formats*

IEC 60898: 1995, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC Guide 106: 1996, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rate*

EN 50081: *Electromagnetic compatibility – Generic emission standard*

EN 50082-2: 1995, *Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard – Part 2: Industrial environment*

---

1) To be published.

## Bilaga E (informativ)

### Bibliografi

IEC 60204-32–, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Particular requirements for hoisting machines*<sup>1)</sup>

IEC 60228: 1978, *Conductors of insulated cables*

IEC 60228A: 1982, *First supplement: Guide to the dimensional limits of circular conductors*

IEC 60269-1: 1986, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60287: *Electric cables – Calculation of the current rating*

IEC 60364: *Electrical installations of buildings*

IEC 60364-3: 1993, *Electrical installations of buildings – Part 3: Assessment of general characteristics*

IEC 60439-1: 1992, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60757: 1983, *Code for designation of colours*

IEC 60870-5-1: 1990, *Telecontrol equipment and systems – Part 5: Transmission protocols – Section One: Transmission frame formats*

IEC 60898: 1995, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC Guide 106: 1996, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rate*

EN 50081: *Electromagnetic compatibility – Generic emission standard*

EN 50082-2: 1995, *Electromagnetic compatibility – Generic immunity standard – Part 2: Industrial environment*

---

1) Ännu ej publicerad.

**Annex ZA (normative)****Normative references to international publications  
with their corresponding European publications**

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

NOTE: When an international publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60034-1	1996 <sup>1)</sup>	Rotating electrical machines Part 1: Rating and performance	-	-
IEC 60034-5	1991 <sup>2)</sup>	Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating electrical machines (IP code)	-	-
IEC 60034-11	1978	Part 11: Built-in thermal protection Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines	-	-
IEC 60050(191)	1990	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) Chapter 191: Dependability and quality of service	-	-
IEC 60050(441)	1984	Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses	-	-
IEC 60050(826)	1982	Chapter 826: Electrical installations of buildings	HD 384.2 S1	1986
IEC 60072-1	1991	Dimensions and output series for rotating electrical machines -- Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1 080	-	-
IEC 60072-2	1990	Part 2: Frame numbers 355 to 1 000 and flange numbers 1 180 to 2 360	-	-
IEC 60073	1996	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification Coding principles for indication devices and actuators	EN 60073	1996

1) IEC 60034-1:1994 + corrigendum Dec. 1994, mod., is harmonized as EN 60034-1:1995.

2) IEC 60034-5:1981, mod., is harmonized as EN 60034-5:1986.

## Bilaga ZA (normativ)

### Normativa referenser

I denna standard hänvisas till följande internationella publikationer, nedan angivna med hänvisning till motsvarande europeiska publikationer.

Standarden innehåller, genom daterade eller odaterade hänvisningar, fordringar i andra publikationer. Dessa normativa hänvisningar anges på tillämpliga ställen i texten och publikationerna anges nedan. I fråga om daterade hänvisningar gäller tillägg till eller omarbetningar av någon av dessa publikationer för denna europeiska standard endast när de införts i denna genom tillägg eller omarbetning. Vad beträffar odaterade hänvisningar gäller den senaste utgåvan av publikationen ifråga.

ANM - När den internationella publikationen har modifierats genom gemensamma europeiska avvikelser (CENELEC common modifications) angivna med (ändrad), gäller motsvarande EN eller HD.

ANM till den svenska översättningen: IEC 60364 och HD 384 motsvaras i Sverige av Starkströmsföreskrifterna.

<u>Publikation</u>	<u>År</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>År</u>
IEC 60034-1	1996 <sup>1</sup>	Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance	-	-
IEC 60034-5	1991 <sup>2</sup>	Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating electrical machines (IP code)	-	-
IEC 60034-11	1978	Part 11: Built-in thermal protection - Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines	-	-
IEC 60050(191)	1990	International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 191: Dependability and quality of service	-	-
IEC 60050(441)	1984	Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses	-	-
IEC 60050(826)	1982	Chapter 826: Electrical installations of buildings	HD 384.2 S1	1986
IEC 60072-1	1991	Dimensions and output series for rotating electrical machines - Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080	-	-
IEC 60072-2	1990	Part 2: Frame numbers 355 to 1000 and flange numbers 1180 to 2360	-	-
IEC 60073	1996	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Coding principles for indication devices and actuators	EN 60073	1996

1 IEC 60034-1:1994 + Corrigendum December 1994, ändrad, har harmoniserats som EN 60034-1:1995.

2 IEC 60034-5:1981, ändrad, har harmoniserats som EN 60034-5:1986.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60076-5 (mod)	1976	Power transformers Part 5: Ability to withstand short-circuit	HD 398.5 S1	1983
IEC 60146-1-1	1991	Semiconductor convertors - General requirements and line commutated convertors Part 1-1: Specifications of basic requirements	EN 60146-1-1	1993
IEC 60204-31	1996	Electrical equipment of industrial machines Part 31: Particular requirements for sewing machines, units and systems	-	-
IEC 60309-1 (mod)	1988	Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes Part 1: General requirements	EN 60309-1 <sup>3)</sup>	1992
IEC 60332-1	1993 <sup>4)</sup>	Tests on electric cables under fire conditions Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable	-	-
IEC 60364-4-41 (mod)	1992	Electrical installations of buildings Part 4: Protection for safety Chapter 41: Protection against electric shock	HD 384.4.41 S2	1996
IEC 60364-4-46 (mod)	1981	Chapter 46: Isolation and switching	HD 384.4.46 S1	1987
IEC 60364-4-47 (mod)	1981	Chapter 47: Application of protective measures for safety - Section 470: General Section 471: Measures of protection against electric shock	HD 384.4.47 S2 <sup>5)</sup>	1995
IEC 60364-4-473 (mod)	1977	Section 473: Measures of protection against overcurrent	HD 384.4.473 S1	1980
IEC 60364-4-481	1993	Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences Section 481: Selection of measures for protection against electric shock in relation to external influences	-	-
IEC 60364-5-54 (mod)	1980	Part 5: Selection and erection of electrical equipment -- Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors	HD 384.5.54 S1	1988

3) EN 60309-1 is superseded by EN 60309-1:1997, which is based on IEC 60309-1:1997.

4) IEC 60332-1:1979 is harmonized as HD 405.1 S1:1983.

5) HD 384.4.47 S2 includes A1:1993 to IEC 60364-4-47.



<u>Publikation</u>	<u>År</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>År</u>
IEC 60076-5 (ändrad)	1976	Power transformers - Part 5: Ability to withstand short-circuit	HD 398.5 S1	1983
IEC 60146-1-1	1991	Semiconductor convertors - General requirements and line commutated convertors - Part 1-1: Specifications of basic requirements	EN 60146-1-1	1993
IEC 60204-31	1996	Electrical equipment of industrial machines - Part 31: Particular requirements for sewing machines, units and systems	-	-
IEC 60309-1 (ändrad)	1988	Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes - Part 1: General requirements	EN 60309-1 <sup>3</sup>	1992
IEC 60332-1	1993 <sup>4</sup>	Tests on electric cables under fire conditions - Part 1: Test on a single vertical insulated wire or cable	-	-
IEC 60364-4-41 (ändrad)	1992	Electrical installations of buildings - Part 4: Protection for safety Chapter 41: Protection against electric shock	HD 384.4.41 S2	1996
IEC 60364-4-46 (ändrad)	1981	Chapter 46: Isolation and switching	HD 384.4.46 S1	1987
IEC 60364-4-47 (ändrad)	1981	Chapter 47: Application of protective measures for safety - Section 470: General - Section 471: Measures of protection against electric shock	HD 384.4.47 S2 <sup>5</sup>	1995
IEC 60364-4-473 (ändrad)	1977	Section 473: Measures of protection against overcurrent	HD 384.4.473 S1	1980
IEC 60364-4-481	1993	Chapter 48: Choice of protective measures as a function of external influences - Section 481: Selection of measures for protection against electric shock in relation to external influences	-	-
IEC 60364-5-54 (ändrad)	1980	Part 5: Selection and erection of electrical equipment - Chapter 54: Earthing arrangements and protective conductors	HD 384.5.54 S1	1988

3 EN 60309-1 ersätts av EN 60309-1:1997, som bygger på IEC 60309-1:1997.

4 IEC 60332-1:1979 har harmoniserats som HD 405.1 S1:1983.

5 HD 384.4.47 S2 inkluderar A1:1993 till IEC 60364-4-47.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60364-5-523 (mod)	1983	Chapter 52: Wiring systems Section 523: Current-carrying capacities	HD 384.5.523 S1	1991
IEC 60364-6-61 (mod)	1986	Part 6: Verification -- Chapter 61: Initial verification	HD 384.6.61 S1	1992
IEC 60417	1973	Graphical symbols for use on equipment Index, survey and compilation of the single sheets	HD 243 S12 <sup>6)</sup>	1995
IEC 60439-1	1992	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies	EN 60439-1 <sup>7)</sup> + corr. August + corr. December + A11 + corr. December	1994 1994 1997 1996 1997
IEC 60445	1988	Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system	EN 60445	1990
IEC 60446	1989 <sup>8)</sup>	Identification of conductors by colours or numerals	-	-
IEC 60447	1993	Man-machine interface (MMI) - Actuating principles	EN 60447	1993
IEC 60529	1989	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	EN 60529 + corr. May	1991 1993
IEC 60536	1976	Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock	HD 366 S1	1977
IEC 60617	series	Graphical symbols for diagrams	EN 60617	series
IEC 60621-3	1979	Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open- cast mines and quarries) Part 3: General requirements for equipment and ancillaries	-	-
IEC 60664-1 (mod)	1992	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems Part 1: Principles, requirements and tests	HD 625.1 S1 + corr. November	1996 1996
IEC 60742 (mod)	1983	Isolating transformers and safety isolating transformers - Requirements	EN 60742 <sup>9)</sup>	1995

6) HD 243 S12 includes supplements A:1974 to M:1994 to IEC 60417.

7) EN 60439-1 includes corrigendum December 1993 to IEC 60439-1.

8) IEC 60446:1973 is harmonized as HD 324 S1:1977.

9) EN 60742 includes A1:1992 to IEC 60742.

<u>Publikation</u>	<u>År</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>År</u>
IEC 60364-5-523 (ändrad)	1983	Chapter 52: Wiring systems - Section 523: Current-carrying capacities	HD 384.5.523 S1	1991
IEC 60364-6-61 (ändrad)	1986	Part 6: Verification - Chapter 61: Initial verification	HD 384.6.61 S1	1992
IEC 60417	1973	Graphical symbols for use on equipment - Index, survey and compilation of the single sheets	HD 243 S12 <sup>6</sup>	1995
IEC 60439-1	1992	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies	EN 60439-1 <sup>7</sup> + corr Augusti + corr Dec. + A11 + corr Dec.	1994 1994 1997 1996 1997
IEC 60445	1988	Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system	EN 60445	1990
IEC 60446	1989 <sup>8</sup>	Identification of conductors by colours and numerals	-	-
IEC 60447	1993	Man-machine interface (MMI) - Actuating principles	EN 60447	1993
IEC 60529	1989	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	EN 60529 + corr Maj	1991 1993
IEC 60536	1976	Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock	HD 366 S1	1977
IEC 60617	serie	Graphical symbols for diagrams	EN 60617	serie
IEC 60621-3	1979	Electrical installations for outdoor sites under heavy conditions (including open-cast mines and quarries) - Part 3: General requirements for equipment and ancillaries	-	-
IEC 60664-1 (ändrad)	1992	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements and tests	HD 625.1 S1 +corr Nov.	1996 1996
IEC 60742 (ändrad)	1983	Isolating transformers and safety isolating transformers - Requirements	EN 60742 <sup>9</sup>	1995

6 HD 243 S12 innehåller supplementen A:1974 till M:1994 till IEC 60417.

7 EN 60439-1 inkluderar Corrigendum December 1993, till IEC 60439-1.

8 IEC 60446:1973 har harmoniserats som HD 324 S1:1977.

9 EN 60742 inkluderar A1:1992 till IEC 60742.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60947-2	1995	Low-voltage switchgear and controlgear Part 2: Circuit-breakers	EN 60947-2 + A11 + corr. June	1996 1997 1997
IEC 60947-3 (mod)	1990	Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units	EN 60947-3 <sup>10)</sup> + corr. June	1992 1997
IEC 60947-5-1	1990	Part 5: Control circuit devices and switching elements Section 1: Electromechanical control circuit devices	EN 60947-5-1 <sup>11)</sup>	1991
IEC 60947-7-1	1989	Part 7: Ancillary equipment Section 1: Terminal blocks for copper conductors	EN 60947-7-1 + corr. June + A11	1991 1997 1997
IEC 61082	series	Preparation of documents used in electrotechnology	EN 61082	series
IEC 61131-1	1992	Programmable controllers Part 1: General information	EN 61131-1	1994
IEC 61131-2	1992	Part 2: Equipment requirements and tests	EN 61131-2 + A11	1994 1996
IEC 61346-1	1996	Industrial systems, installations and equipment and industrial products Structuring principles and reference designations Part 1: Basic rules	EN 61346-1	1996
ISO 3864	1984	Safety colours and safety signs	-	-
ISO 7000	1989	Graphical symbols for use on equipment Index and synopsis	-	-
ISO/TR 12100-1	1992	Safety of machinery - Basic concepts, general principles for design Part 1: Basic terminology, methodology	-	-

---

10) EN 60947-3 includes corrigendum December 1991 to IEC 60947-3.

11) EN 60947-5-1 is superseded by EN 60947-5-1:1997, which is based on IEC 60947-5-1:1997.

<u>Publikation</u>	<u>År</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>År</u>
IEC 60947-2	1995	Low-voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers	EN 60947-2 + A11 + corr Juni	1996 1997 1997
IEC 60947-3 (ändrad)	1990	Part 3: Switches, disconnectors, switch- disconnectors and fuse-combination units	EN 60947-3 <sup>10</sup> + corr Juni	1992 1997
IEC 60947-5-1	1990	Part 5: Control circuit devices and switching elements - Section 1: Electromechanical control circuit devices	EN 60947-5-1 <sup>11</sup>	1991
IEC 60947-7-1	1989	Part 7: Ancillary equipment - Section 1: Terminal blocks for copper conductors	EN 60947-7-1 + corr Juni + A11	1991 1997 1997
IEC 61082	serie	Preparation of documents used in electrotechnology	EN 61082	serie
IEC 61131-1	1992	Programmable controllers - Part 1: General information	EN 61131-1	1994
IEC 61131-2	1992	Part 2: Equipment requirements and tests	EN 61131-2 + A11	1994 1996
IEC 61346-1	1996	Industrial systems, installations and equipment and industrial products - Structuring principles and reference designations - Part 1: Basic rules	EN 61346-1	1996
ISO 3864	1984	Safety colours and safety signs	-	-
ISO 7000	1989	Graphical symbols for use on equipment - Index and synopsis	-	-
ISO/TR 12100-1	1992	Safety of machinery - Basic concepts, general - principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology	-	-

---

10 EN 60947-3 inkluderar Corrigendum December 1991, till IEC 60947-3.

11 EN 60947-5-1 har ersatts av EN 60947-5-1:1997, som grundar sig på IEC 60947-5-1:1997.

## Index

This index lists, in alphabetical order, the terms defined in clause 3 and indicates where they are used in the text of this standard.

<b>A</b>	
actuator	<b>3.1</b> , 3.40, 9.2.5.8, 9.3.4, 10.1.2, 10.2.1, 10.2.2, 10.4, 10.6, 10.7.4, 10.8.4, 15.6
ambient temperature	<b>3.2</b> , 4.4.1, 13.1, 13.4 (table 5), annex B, C.1.1
<b>B</b>	
barrier	<b>3.3</b> , 3.15, 3.17, 3.18, 3.25, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.5, 12.2.2, 13.8.1, 14.1.3, 14.4.3
<b>C</b>	
cable tray	<b>3.4</b> , 14.4.2, 14.5.1, 18.5, annex B, C.1.2
cable trunking system	<b>3.5</b> , 3.14, 14.1.3, 14.4.2, 14.5.1, 14.5.6, 14.5.7, C.1.2
concurrent	<b>3.6</b> , 9.2.5.2, 9.2.5.7
conduit	<b>3.7</b> , 3.14, 8.2.3, 14.1.1, 14.1.3, 14.4.2, 14.4.3, 14.5.1, 14.5.3, 14.5.4, 14.5.5, 15.4, C.1.2
control circuit	<b>3.8</b> , 3.9, 3.41, 4.1, 5.3.5, 5.4, 7.2.4, 9.1.1, 9.1.2, 9.1.3, 9.1.4, 9.3.5, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.3, 12.2, 13.6 table 6, 13.8.8, 14.2.4, 14.4.5, C.1.3
control device	<b>3.9</b> , 3.6, 8.3.2, 9.1.1, 9.1.4, 9.2.4, 9.2.5.2, 9.2.5.6, 9.2.5.7, 9.2.5.8, 9.2.6, 9.3.4, 9.4.2.1, 10.1.2, 10.1.3, 10.1.5, 10.5, 12.2.1, 12.2.2, 14.3, 17.3, 17.5, 18.7
control gear	<b>3.10</b> , 6.3.2.2, 9.2.5.4, 12.1, 12.2.1, 12.2.2, 12.3, 12.5, 17.4, annex B
controlled stop	<b>3.11</b> , 9.2.2
<b>D</b>	
digital	<b>3.12</b> , 11.2.1
direct contact	<b>3.13</b> , 3.3, 3.18, 3.36, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.4.1, 9.2.5.4, 10.1.3, 13.8.1
duct	<b>3.14</b> , 7.2.8, 8.2.3, 13.3, 13.8.8, 14.1.3, 14.3, 14.4.1, 14.4.2, 14.5.1, 14.5.2, 18.5, annex B, C.1.2
<b>E</b>	
electrical operating area	<b>3.15</b> , 9.2.5.4, 12.3, 12.5
electronic equipment	<b>3.16</b> , 1, 4.3.3, 11.1, 11.2.1, 11.3.4
enclosed electrical operating area	<b>3.17</b> , 5.4, 5.5, 5.6, 6.2.2
enclosure	<b>3.18</b> , 3.5, 3.10, 4.4.2, 5.3.3, 6.2.2, 6.2.4, 7.2.8, 8.2.3, 8.2.5, 9.1, 10.1.1, 10.8.2, 12.2.1, 12.2.2, 12.3, 12.4, 13.4, 13.6 table 2, 13.8.1, 13.8.8, 14.3, 14.4.1, 14.4.2, 14.5.6, 15.2, 16.2.1, 16.2.2, 17.2, 17.4, 17.5, annex B, C.1.2
equipment	<b>3.19</b> , 1, 3.2, 3.5, 3.10, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.21, 3.23, 3.34, 3.41, 3.45, 3.50, 3.53, 3.57, 4.3.1, 4.3.3, 4.3.4, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 4.6, 4.7, 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.5, 5.4, 5.5, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.1, 6.3.2.2, 6.4.1, 7.1, 7.2.2, 7.2.5, 7.7, 7.9, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.3.1, 8.3.3, 8.6, 9.2.7.4, 9.4.1, 10.1.2, 10.3.2, 11.1, 11.2.2, 11.3.3, 11.3.4, 12.1, 12.2.1, 12.2.2, 12.3, 12.4, 13.3, 13.4, 13.6, 14.3, 14.4.2, 14.4.5, 14.5.3, 15.1, 15.5, 16.1, 17.1, 17.3, 17.4, 17.5, 18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.10, 19.1, 19.3, 19.4, 19.6, 19.7, annex A, annex B, C.1.2
equipotential bonding	<b>3.20</b> , 8.1, 11.2.2, 13.8.8
exposed conductive part	<b>3.21</b> , 3.20, 3.27, 3.43, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.3.3, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.5, 8.3.2
extraneous conductive part	<b>3.22</b> , 3.20, 3.43, 8.2.1

## Index

Detta index anger, i alfabetisk ordning, de termer som definierats i avsnitt 3 och visar var de förekommer i texten i denna standard.

### A

anslutningsdon	<b>3.39</b> , 5.3.2, 5.6, 8.2.6, 12.2.1, 14.3, 14.4.5, 14.4.6
anslutningspunkt, tag	<b>3.55</b> , 3.43, 4.4.2, 5.1, 5.2, 6.2.2, 6.4.2, 7.2.7, 7.9, 8.2.1, 8.2.7, 8.3.3, 9.1.4, 12.2.1, 12.2.2, 14.1.1, 14.1.2, 14.3, 14.4.4, 14.4.6, 14.4.7, 15.4, 18.7, 19.2
användare	<b>3.57</b> , 1, 3.53, 4.1, 4.3.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 7.2.2, 7.2.9, 7.3, 10.3.2, 14.2.1, 15.5, 17.3, 18.5, 18.10, bilaga B

### B

begränsningsanordning	<b>3.30</b> , 7.3
betjäningsplan	<b>3.50</b> , 5.3.4, 10.1.2, 12.2.1

### D

digital	<b>3.12</b> , 11.2.1
direkt beröring	<b>3.13</b> , 3.3, 3.18, 3.36, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.4.1, 9.2.5.4, 10.1.3, 13.8.1
driftrum	<b>3.17</b> , 5.4, 5.5, 5.6, 6.2.2
drivanordning	<b>3.32</b> , 3.1, 3.11, 3.33, 3.56, 9.2.2, 9.2.5.4.2, 9.3.4, 15.6

### E

elektronisk utrustning	<b>3.16</b> , 1, 4.3.3, 11.1, 11.2.1, 11.3.4
elkanal	<b>3.14</b> , 7.2.8, 8.2.3, 13.3, 13.8.8, 14.1.3, 14.3, 14.4.1, 14.4.2, 14.5.1, 14.5.2, 18.5, annex B, C1.2
elkopplare	<b>3.54</b> , 3.10, 5.3.2, 5.3.3, 7.2.10, 7.3, 8.2.4, 9.4.2.1, 14.4.4
elutrymme	<b>3.15</b> , 9.2.5.4, 12.3, 12.5

### F

(elektriskt) fackkunnig person	<b>3.52</b> , 3.28, 6.2.2, 8.2.4, bilaga B
fel	<b>3.24</b> , 3.21, 3.23, 3.27, 3.38, 3.51, 4.1, 6.3.2.4, 6.3.3, 6.4.2, 7.1, 7.7, 8.2.1, 9.1.4, 9.2.5.1, 9.2.7.3, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 18.7
felfunktion	<b>3.23</b> , 3.42, 4.1, 5.3.5, 6.3.1, 6.3.2.2, 6.3.2.3, 6.3.3, 8.2.5, 8.3.1, 8.3.2, 9.3.4, 9.4.1, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2
främmande ledande del	<b>3.22</b> , 3.20, 3.43, 8.2.1
förregling (för att ge tekniskt skydd)	<b>3.29</b> , 5.3.1, 6.2.2, 9.1.1, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.5.3, 9.3, 9.3.4, 14.2.4

### H

hinder	<b>3.36</b> , 6.2.1, 6.2.6, 9.2.5.4
--------	-------------------------------------

F

failure **3.23**, 3.42, 4.1, 5.3.5, 6.3.1, 6.3.2.2, 6.3.2.3, 6.3.3, 8.2.5, 8.3.1, 8.3.2, 9.3.4, 9.4.1, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2

fault **3.24**, 3.21, 3.23, 3.27, 3.38, 3.51, 4.1, 6.3.2.4, 6.3.3, 6.4.2, 7.1, 7.2.9, 7.7, 8.2.1, 9.1.4, 9.2.5.1, 9.2.7.3, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 18.7

G

guard **3.25**, 3.29, 3.48, 9.4.1, 9.4.2.3, 10.7.2, 18.2

H

hazard **3.26**, 1, 3.28, 3.48, 3.49, 3.52, 4.1, 5.4, 6.2.4, 6.3.2.1, 8.2.5, 9.2.5.4.2, 9.4.2.3, 11.3.4, 13.1, 13.3

I

indirect contact **3.27**, 6.1, 6.3.1, 6.4.1

instructed person **3.28**, 3.15, 3.17, 6.2.2, annex B

interlock **3.29**, 5.3.1, 6.2.2, 9.1.1, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.5.3, 9.3, 9.3.4, 14.2.4

L

limiting device **3.30**, 7.3

live part **3.31**, 3.13, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.4.1, 8.2.5, 13.8.1, 14.4.5, 14.4.7

M

machine actuator **3.32**, 3.1, 3.11, 3.33, 3.56, 9.2.2, 9.2.5.4.2, 9.3.4, 15.6

machinery (machine) **3.33**, 3.24, 5.1, annex A

marking **3.34**, 5.2, 5.4, 5.5, 6.2.2, 9.1.4, 10.2.2, 12.2.1, 12.2.2, 14.1.1, 14.2.2, 17.1, 17.3, 17.4, annex B

N

neutral conductor **3.35**, 3.31, 5.1, 5.3.3, 7.2.3, 7.3, 9.4.3.1, 13.8.2, 14.2.3, C.4

O

obstacle **3.36**, 6.2.1, 6.2.6, 9.2.5.4

overcurrent **3.37**, 3.38, 3.51, 7.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4, 7.2.5, 7.2.6, 7.2.7, 7.2.8, 7.2.9, 7.2.10, 7.7, 8.2.4, 9.1.3, 15.1, 15.6, 16.1, 16.2.2, 17.4, 18.5, annex B, C.2, C.3.1, C.3.2, C.3.3, C.4

overload **3.38**, 5.3.2, 7.1, 7.3, 9.1.4, 9.2.5.5, 15.1, 15.6, 16.1, annex B, C.3.2

P

plug/socket combination **3.39**, 5.3.2, 5.6, 8.2.6, 12.2.1, 14.3, 14.4.5, 14.4.6

positive opening operation **3.40**, 9.4.2.1, 10.1.4, 10.7.2, 10.8.2

power circuit **3.41**, 1, 3.8, 3.33, 4.1, 7.2.3, 7.2.9, 12.2.2, 13.8.8, 14.2, 19.3

protective bonding circuit **3.42**, 5.1, 5.2, 6.3.1, 6.4.1, 7.2.4, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.4, 8.2.5, 8.2.6, 8.3.2, 8.3.3, 9.1.1, 9.1.4, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 11.2.2, 13.8.2, 14.1.1, 14.4.5, 14.5.1, 16.1, 16.2.1, 19.1, 19.2, 19.3, 19.4

protective conductor **3.43**, 3.42, 5.1, 5.2, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.4, 8.2.7, 13.8.2, 13.8.3, 13.8.4, 13.8.8, 14.1.1, 14.1.2, 14.2.2, table 9, annex B

R

redundancy **3.44**, 9.4.1, 9.4.2.2

reference designation **3.45**, 12.2.1, 17.5, 18.3, 18.10

risk **3.46**, 1, 3.28, 3.31, 3.47, 3.52, 4.1, 5.5, 9.2.5.3, 9.2.5.4.2, 9.2.7.5, 9.4.1, 9.4.2, 12.4, 15.4, annex D



**I**

icke styrt stopp	<b>3.56</b> , 9.2.2
indirekt beröring	<b>3.27</b> , 6.1, 6.3.1, 6.4.1
installationsrör	<b>3.7</b> , 3.14, 8.2.3, 14.1.1, 14.1.3, 14.4.2, 14.4.3, 14.5.1, 14.5.3, 14.5.4, 14.5.5, 15.4, C1.2
instruerad person (elektriskt)	<b>3.28</b> , 3.15, 3.17, 6.2.2, bilaga B

**K**

kabelkanalsystem	<b>3.5</b> , 3.14, 14.1.3, 14.4.2, 14.5.1, 14.5.6, 14.5.7, C1.2
kabelränna	<b>3.4</b> , 14.4.2, 14.5.1, 18.5, bilaga B, C1.2
kapsling	<b>3.18</b> , 3.5, 3.10, 4.4.2, 5.3.3, 6.2.2, 6.2.4, 7.2.8, 8.2.3, 8.2.5, 9.1, 10.1.1, 10.8.2, 12.2.1, 12.2.2, 12.3, 12.4, 13.4, 13.6 tabell 2, 13.8.1, 13.8.8, 14.3, 14.4.1, 14.4.2, 14.5.6, 15.2, 16.2.1, 16.2.2, 17.2, 17.4, 17.5, bilaga B, C1.2
kortslutningsström	<b>3.51</b> , 7.2.9, 13.8.8, bilaga B, C4
kraftkrets	<b>3.41</b> , 1, 3.8, 3.33, 4.1, 7.2.3, 7.2.9, 12.2.2, 13.8.8, 14.2, 19.3

**L**

leverantör	<b>3.53</b> , 4.1, 4.3.1, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.7, 6.2.2, 7.2.2, 7.2.10, 10.3.2, 11.2.2, 12.4, 13.3, 14.2.1, 17.1, 17.3, 17.4, 18.1, 18.3, 18.10, bilaga B
------------	---

**M**

maskiner (maskin)	<b>3.33</b> , 3.24, 5.1, bilaga A
manöverdon	<b>3.1</b> , 3.40, 9.2.5.8, 10.1.2, 10.2.1, 10.2.2, 10.4, 10.6, 10.7.4, 10.8.4, 15.6
märkning	<b>3.34</b> , 5.2, 5.4, 5.5, 6.2.2, 9.1.4, 10.2.2, 12.2.1, 12.2.2, 14.1.1, 14.2.2, 17.1, 17.3, 17.4, bilaga B

**N**

neutralledare	<b>3.35</b> , 3.31, 5.1, 5.3.3, 7.2.3, 7.3, 9.4.3.1, 13.8.2, 14.2.3, C.4
---------------	--

**O**

omgivningstemperatur	<b>3.2</b> , 4.4.1, 13.1, 13.4 (tabell 5), bilaga B, C1.1
----------------------	---

**P**

potentialutjämnning	<b>3.20</b> , 8.1, 11.2.2, 13.8.8
---------------------	-----------------------------------

**R**

redundans	<b>3.44</b> , 9.4.1, 9.4.2.2
referensbeteckning	<b>3.45</b> , 12.2.1, 17.5, 18.3, 18.10
risk (potentiell fara)	<b>3.26</b> , 1, 3.28, 3.48, 3.49, 3.52, 4.1, 5.4, 6.2.4, 6.3.2.1, 8.2.5, 9.2.5.4.2, 9.4.2.3, 11.3.4, 13.1, 13.3
risk (sannolikhetsbegrepp)	<b>3.46</b> , 1, 3.28, 3.31, 3.47, 3.52, 4.1, 5.5, 9.2.5.3, 9.2.5.4.2, 9.2.7.5, 9.4.1, 9.4.2, 12.4, 15.4, bilaga D

S

safe working procedure	<b>3.47</b> , 4.1
safeguard	<b>3.48</b> , 1, 3.49, 4.1, 9.2.5.2, 9.3.1, 18.2
safeguarding	<b>3.49</b> , 3.29, 4.1, 9.2.3, 9.2.4, 18.2, 19.6
servicing level	<b>3.50</b> , 5.3.4, 10.1.2, 12.2.1
short-circuit current	<b>3.51</b> , 7.2.9, 13.8.8, annex B, C.4
(electrically) skilled person	<b>3.52</b> , 3.28, 6.2.2, 8.2.4, annex B
supplier	<b>3.53</b> , 4.1, 4.3.1, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.7, 6.2.2, 7.2.2, 7.2.10, 10.3.2, 11.2.2, 12.4, 13.3, 14.2.1, 17.1, 17.3, 17.4, 18.1, 18.3, 18.10, annex B
switching device	<b>3.54</b> , 3.10, 5.3.2, 5.3.3, 7.2.10, 7.3, 8.2.4, 9.4.2.1, 14.4.4

T

terminal	<b>3.55</b> , 3.43, 4.4.2, 5.1, 5.2, 6.2.2, 6.4.2, 7.2.7, 7.9, 8.2.1, 8.2.7, 8.3.3, 9.1.4, 12.2.1, 12.2.2, 14.1.1, 14.1.2, 14.3, 14.4.4, 14.4.6, 14.4.7, 15.4, 18.7, 19.2
----------	---

U

uncontrolled stop	<b>3.56</b> , 9.2.2
user	<b>3.57</b> , 1, 3.53, 4.1, 4.3.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 7.2.2, 7.2.9, 7.3, 10.3.2, 14.2.1, 15.5, 17.3, 18.5, 18.10, annex B

-----

**S**

samtidig	<b>3.6</b> , 9.2.5.2, 9.2.5.7
skydd	<b>3.25</b> , 3.29, 3.48, 9.4.1, 9.4.2.3, 10.7.2, 18.2
skyddsledare	<b>3.43</b> , 3.42, 5.1, 5.2, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.4, 8.2.7, 13.8.2, 13.8.3, 13.8.4, 13.8.8, 14.1.1, 14.1.2, 14.2.2, tabell 9, annex B
skyddsskärm	<b>3.3</b> , 3.15, 3.17, 3.18, 3.25, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.5, 12.2.2, 13.8.1, 14.1.3, 14.4.3
skyddsströmbana	<b>3.42</b> , 5.1, 5.2, 6.3.1, 6.4.1, 7.2.4, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.4, 8.2.5, 8.2.6, 8.3.2, 8.3.3, 9.1.1, 9.1.4, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 11.2.2, 13.8.2, 14.1.1, 14.4.5, 14.5.1, 16.1, 16.2.1, 19.1, 19.2, 19.3, 19.4
spänningsförande del	<b>3.31</b> , 3.13, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.4.1, 8.2.5, 13.8.1, 14.4.5, 14.4.7
styrdon	<b>3.9</b> , 3.6, 8.3.2, 9.1.1, 9.1.4, 9.2.4, 9.2.5.2, 9.2.5.6, 9.2.5.7, 9.2.5.8, 9.2.6, 9.3.4, 9.4.2.1, 10.1.2, 10.1.3, 10.1.5, 10.5, 12.2.1, 12.2.2, 14.3, 17.3, 17.5, 18.7
styrkrets (för maskin)	<b>3.8</b> , 3.9, 3.41, 4.1, 5.3.5, 5.4, 7.2.4, 9.1.1, 9.1.2, 9.1.3, 9.1.4, 9.3.5, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.3, 12.2., 13.6 tabell 6, 13.8.8, 14.2.4, 14.4.5, C1.3
styrt stopp	<b>3.11</b> , 9.2.2
styrutrustning	<b>3.10</b> , 6.3.2.2, 9.2.5.4, 12.1, 12.2.1, 12.2.2, 12.3, 12.5, 17.4, bilaga B
säker arbetsmetod	<b>3.47</b> , 4.1

**T**

tekniska skyddsåtgärder	<b>3.49</b> , 3.29, 4.1, 9.2.3, 9.2.4, 18.2, 19.6
tekniskt skydd	<b>3.48</b> , 1, 3.49, 4.1, 9.2.5.2, 9.3.1, 18.2
tvångsbrytning, positiv öppning (av kontaktelemt)	<b>3.40</b> , 9.4.2.1, 10.1.4, 10.7.2, 10.8.2

**U**

utrustning	<b>3.19</b> , 1, 3.2, 3.5, 3.10, 3.15, 3.16, 3.17, 3.18, 3.21, 3.23, 3.34, 3.41, 3.45, 3.50, 3.53, 3.57, 4.3.1, 4.3.3, 4.3.4, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3, 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 4.6, 4.7, 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.5, 5.4, 5.5, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2.1, 6.3.2.2, 6.4.1, 7.1, 7.2.2, 7.2.5, 7.7, 7.9, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.3.1, 8.3.3, 8.6, 9.2.7.4, 9.4.1, 10.1.2, 10.3.2, 11.1, 11.2.2, 11.3.3, 11.3.4, 12.1, 12.2.1, 12.2.2, 12.3, 12.4, 13.3, 13.4, 13.6, 14.3, 14.4.2, 14.4.5, 14.5.3, 15.1, 15.5, 16.1, 17.1, 17.3, 17.4, 17.5, 18.1, 18.2, 18.3, 18.4, 18.5, 18.6, 18.7, 18.8, 18.10, 19.1, 19.3, 19.4, 19.6, 19.7, annex A, annex B, C1.2
utsatt del	<b>3.21</b> , 3.20, 3.27, 3.43, 6.3.1, 6.3.2.3, 6.3.3, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.5, 8.3.2

**Ö**

överlast (i en krets)	<b>3.38</b> , 5.3.2, 7.1, 7.3, 9.1.4, 9.2.5.5, 15.1, 15.6, 16.1, bilaga B, C3.2
överström	<b>3.37</b> , 3.38, 3.51, 7.1, 7.2.1, 7.2.2, 7.2.3, 7.2.4, 7.2.5, 7.2.6, 7.2.7, 7.2.8, 7.2.9, 7.2.10, 7.7, 8.2.4, 9.1.3, 15.1, 15.6, 16.1, 16.2.2, 17.4, 18.5, annex B, C2, C3.1, C3.2, C3.3, C4