

Maskinsikkerhed – Elektrisk udstyr på maskiner – Del 1: Generelle krav

Safety of machinery –
Electrical equipment of machines –
Part 1: General requirements

DANSK STANDARD
Danish Standards Association

Kollegievej 6
DK-2920 Charlottenlund
Tel: +45 39 96 61 01
Fax: +45 39 96 61 02
dansk.standard@ds.dk
www.ds.dk

DS/EN 60204-1 + CD-rom (Sik)

København

DS projekt: 53222

ICS: 13.110

29.020

Første del af denne publikations betegnelse er:

DS/EN, hvilket betyder, at det er en europæisk standard, der har status som dansk standard.

Denne publikations overensstemmelse er:

IDT med: IEC 60204-1 Ed 5.0:2005.

IDT med: EN 60204-1:2006.

DS-publikationen er på dansk og engelsk.

Denne publikation erstatter: DS/EN 60204-1:1998 samt DS/EN 60204-1/Corr.:1999.

DS-publikationstyper

Dansk Standard udgiver forskellige publikationstyper.

Typen på denne publikation fremgår af forsiden.

Der kan være tale om:

Dansk standard

- standard, der er udarbejdet på nationalt niveau, eller som er baseret på et andet lands nationale standard, eller
- standard, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som har fået status som dansk standard

DS-information

- publikation, der er udarbejdet på nationalt niveau, og som ikke har opnået status som standard, eller
- publikation, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som ikke har fået status som standard, fx en teknisk rapport, eller
- europæisk præstandard

DS-håndbog

- samling af standarder, eventuelt suppleret med informativt materiale

DS-hæfte

- publikation med informativt materiale

Til disse publikationstyper kan endvidere udgives

- tillæg og rettelserblade

DS-publikationsform

Publikationstyperne udgives i forskellig form som henholdsvis

- fuldtekstpublikation (publikationen er trykt i sin helhed)
- godkendelsesblad (publikationen leveres i kopi med et trykt DS-omslag)
- elektronisk (publikationen leveres på et elektronisk medie)

DS-betegnelse

Alle DS-publikationers betegnelse begynder med DS efterfulgt af et eller flere præfikser og et nr., fx **DS 383**, **DS/EN 5414** osv. Hvis der efter nr. er angivet et **A** eller **Cor**, betyder det, enten at det er et **tillæg** eller et **rettelsesblad** til hovedstandard, eller at det er indført i hovedstandard.

DS-betegnelse angives på forsiden.

Overensstemmelse med anden publikation:

Overensstemmelse kan enten være IDT, EQV, NEQ eller MOD

- **IDT:** Når publikationen er identisk med en given publikation.
- **EQV:** Når publikationen teknisk er i overensstemmelse med en given publikation, men præsentationen er ændret.
- **NEQ:** Når publikationen teknisk eller præsentationsmæssigt ikke er i overensstemmelse med en given standard, men udarbejdet på baggrund af denne.
- **MOD:** Når publikationen er modificeret i forhold til en given publikation.

EUROPEAN STANDARD

EN 60204-1

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

June 2006

ICS 29.020

Supersedes EN 60204-1:1997

English/Danish version

**Safety of machinery -
Electrical equipment of machines
Part 1: General requirements
(IEC 60204-1:2005, modified)**

Sécurité des machines -
Équipement électrique des machines
Partie 1: Règles générales
(CEI 60204-1:2005, modifiée)

Sicherheit von Maschinen -
Elektrische Ausrüstung von Maschinen
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
(IEC 60204-1:2005, modifiziert)

This European Standard was approved by CENELEC on 2006-06-01. 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, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and the 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

Forord

Teksten i den Internationale Standard IEC 20204-1:2005, udarbejdet af IEC's tekniske komité 44, Maskinsikkerhed – Elektrotekniske aspekter, sammen med fælles afvigelser udarbejdet af CENELEC's tekniske komité TC 44X, Maskinsikkerhed – Elektrotekniske aspekter, blev godkendt af CENELEC som EN 60204-1, 2006-06-01.

Denne europæiske standard erstatter EN 60204-1:1997.

Følgende datoer blev fastsat:

- Seneste dato, hvor denne EN skal være implementeret nationalt ved publikation af en identisk national standard eller ved endossering (dop) 2007-06-01
- Seneste dato, hvor de nationale standarder, der er i konflikt med denne EN, skal være trukket tilbage (dow) 2009-06-01

NOTE Anvendelse af denne standard kan indebære valg af komponenter og/eller dele som er beregnet til at blive integreret med det elektriske materiel i en maskine, i overensstemmelse med vejledninger og/eller specifikationer givet af fabrikanten af komponenterne og/eller delene.

Med hensyn til lovgivning som er gældende for maskinfabrikanter indenfor EU, er det vigtigt at tage hensyn til, at sikkerhed for elektronisk materiel kan involvere brug af materiel og service fra anden part (se 3.54).

For at hjælpe fabrikanter med at overholde disse forpligtelser, kan det være nødvendigt for leverandøren af materiellet, at indhente information om dets beregnede brug. Dette kan gøres lettere ved at udarbejde en aftale mellem bruger og leverandør på grundlæggende forhold og yderligere krav til brugeren for at sikre korrekt udformning og anvendelse af maskinens elektriske materiel. Et skema der kan anvendes til dette formål kan findes i tillæg B. En sådan aftale er ikke beregnet til at mindske sikkerhedsniveauet for det elektriske materiel der er givet i denne standard.

Tillæg ZA og ZB er tilføjet af CENELEC.

NOTE I dette dokument anvendes en streg i margen til at angive afvigelser fra IEC 60204-1.

INDHOLD

Forord	3
Introduktion	13
1 Gyldighedsområde	17
2 Normative referencer.....	19
3 Definitioner	23
4 Generelle krav.....	37
4.1 Generelle overvejelser.....	37
4.2 Valg af udstyr	39
4.3 Elektrisk forsyning	41
4.4 Fysisk miljø og driftsbetingelser.....	43
4.5 Transport og opbevaring.....	47
4.6 Forholdsregler ved håndtering	47
4.7 Installation	47
5 Forsyningsledningers afslutninger samt indretninger til adskillelse og afbrydelse.....	47
5.1 Forsyningsledningers afslutninger.....	47
5.2 Klemme for forbindelse til det ydre beskyttelsesjordingsystem.....	49
5.3 Forsyningsadskillere.....	49
5.4 Indretninger til afbrydelse, til forhindring af utilsigtet opstart.....	55
5.5 Indretninger til afbrydelse af elektrisk udstyr	55
5.6 Beskyttelse mod uautoriseret, uagtsom og/eller fejlagtig tilslutning.....	57
6 Beskyttelse mod elektrisk stød	57
6.1 Generelt.....	57
6.2 Beskyttelse mod direkte berøring.....	57
6.3 Beskyttelse mod indirekte berøring	63
6.4 Beskyttelse ved brug af PELV.....	65
7 Beskyttelse af udstyr	67
7.1 Generelt	67
7.2 Overstrømsbeskyttelse	67
7.3 Beskyttelse af motorer mod overophedning.....	73
7.4 Unormal temperatur beskyttelse	75
7.5 Beskyttelse mod forsyningsafbrydelse eller spændingsreduktion og efterfølgende genoprettelse	75
7.6 Motor overhastighedsbeskyttelse	77
7.7 Jord fejl/fejlstrøms beskyttelse.....	77
7.8 Fasefølge beskyttelse.....	77
7.9 Beskyttelse mod overspænding der skyldes lyn og koblingstransienter	77
8 Udligningsforbindelser	77
8.1 Generelt.....	77
8.2 Beskyttelsesmæssig udligningskreds	83
8.3 Funktionsmæssig udligning.....	89
8.4 Forholdsregler til at begrænse effekten af høje lækstrømme	89

9	Styrekredse og styre funktioner	89
9.1	Styrekredse	89
9.2	Styrefunktioner	91
9.3	Beskyttelsesmæssige aflåsninger	101
9.4	Styrefunktioner i tilfælde af svigt	103
10	Operatør interface og maskin-monterede styreindretninger	111
10.1	Generelt	111
10.2	Trykknapper	113
10.3	Indikatorlys og displays	117
10.4	Oplyste trykknapper	119
10.5	Drejelige styreindretninger	119
10.6	Startindretninger	119
10.7	Nødstopindretninger	119
10.8	Nødafbryderindretninger	121
10.9	Aktiveringskontrolindretninger	123
11	Koblingsudstyr: placering, montering og kapslinger	123
11.1	Generelle krav	123
11.2	Placering og montering	123
11.3	Kapslingsklasser	127
11.4	Kapslinger, låger og åbninger	127
11.5	Adgang til koblingsudstyr	129
12	Ledere og kabler	131
12.1	Generelle krav	131
12.2	Ledere	131
12.3	Isolation	133
12.4	Strømværdi i normal drift	133
12.5	Leder og kabel spændingsfald	135
12.6	Fleksible kabler	137
12.7	Ledningstråd, strømskinner og slæberingsystemer	139
13	Udførelse af ledningsføring	143
13.1	Forbindelser og fremføring	143
13.2	Identifikation af ledere	145
13.3	Ledningsføring i kapslinger	149
13.4	Ledningsføring udenfor kapslinger	149
13.5	Kanaler, samledåser og andre dåser	155
14	Elektriske motorer og tilhørende udstyr	159
14.1	Generelle krav	159
14.2	Motor kapslinger	161
14.3	Motor dimensioner	161
14.4	Motor montering og hulrum	161
14.5	Kriterier for motor valg	161
14.6	Beskyttelsesindretninger til mekaniske bremsere	163
15	Tilbehør og belysning	163
15.1	Tilbehør	163
15.2	Lokal belysning af maskinen og udstyret	163

16	Mærkning, advarselsskilte og reference betegnelser	165
16.1	Generelt	165
16.2	Advarselsskilte	167
16.3	Funktionel identifikation	167
16.4	Mærkning af udstyr	167
16.5	Reference betegnelser	169
17	Teknisk dokumentation	169
17.1	Generelt	169
17.2	Information som skal leveres	169
17.3	Krav, gældende for al dokumentation	171
17.4	Installations dokumenter	171
17.5	Oversigtsdiagrammer og funktionsdiagrammer	173
17.6	Kredsløbsdiagrammer	173
17.7	Betjeningsmanual	175
17.8	Vedligeholdelsesmanual	175
17.9	Stykliste	175
18	Verifikation	175
18.1	Generelt	175
18.2	Verifikation af betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen	177
18.3	Test af isolationsmodstand	183
18.4	Spændings test	185
18.5	Beskyttelse mod restspændinger	185
18.6	Funktions test	185
18.7	Gentest	185
Tillæg A (normativ)	Beskyttelse mod indirekte berøring TN systemer	187
Tillæg B (informativt)	Spørgeskema for det elektriske udstyr på maskiner	195
Tillæg C (informativt)	Eksempler på maskiner der er dækket af denne del af IEC 60204	203
Tillæg D (informativt)	Strømværdi for og overstrømsbeskyttelse af ledere og kabler i det elektriske udstyr på maskiner	207
Tillæg E (informativt)	Forklaring af nødbetjeningsfunktioner	219
Tillæg F (informativt)	Guide i brugen af denne del af IEC 60204	221
Tillæg G (informativt)	Sammenligning af typiske leder tværsnitsarealer	225
Tillæg ZA (normativt)	Normative referencer til internationale publikationer med de tilsvarende europæiske publikationer	229
Tillæg ZZ (informativt)	.....	235
Tillæg NA (informativt)	.....	236
Stikordsregister	.....	245
Figur 1 – Blokskema for en typisk maskine .....	.....	15
Figur 2 – Eksempel på udligningsforbindelser for elektrisk udstyr på en maskine .....	.....	81
Figur 3 – Metode a) .....	.....	109
Figur 4 – Metode b) .....	.....	109
Figur A.1 – Typisk opstilling til måling af fejlsøjfe impedansen .....	.....	193
Figur D.1 – Metoder til leder og kabelinstallation uafhængigt af antallet af ledere/kabler .....	.....	209
Figur D.2 – Lederes og beskyttelsesindretnings parametre .....	.....	213

Tabel 1 – Mindste tværsnit af den ydre beskyttelsesleder (af kobber)	49
Tabel 2 – Farvekodning for trykknappaktuatorer og deres betydning	115
Tabel 3 – Symboler for trykknapper.....	115
Tabel 4 – Farver for indikatorlys og deres betydning med hensyn til maskinens tilstand	117
Tabel 5 – Kobberlederens mindste tværsnitsareal	131
Tabel 6 – Eksempler på strømværdier (I_Z) for PVC isolerede kobber ledere eller kabler under stationær tilstand i en omgivelsestemperatur på +40 °C for forskellige installationsmetoder.....	135
Tabel 7 – Reduktionsfaktorer for kabler spolet på tromler.....	139
Tabel 8 – Mindste tilladelige bøjningsradius for den tvangsstyring af fleksible kabler	153
Tabel 9 – Anvendelse af test metoderne på TN systemer	181
Tabel 10 – Eksempler på maksimal kabel længde fra hver beskyttelsesindretning til dens belastning	183
Tabel A.1 – Maksimale brydetider for TN systemer.....	187
Tabel D.1 – korrektionsfaktorer	207
Tabel D.2 – Reduktionsfaktorer for I_Z ved gruppering.....	211
Tabel D.3 – Reduktionsfaktorer for I_Z ved flerleder kabler op til 10 mm ²	211
Tabel D.4 – Klassifikation af ledere.....	213
Tabel D.5 – Maksimalt tilladelige ledertemperaturer under normale og kortslutnings forhold.....	215
Tabel F.1 – Anvendelsesmuligheder	223
Tabel G.1 – Sammenligning af ledertværsnit	225

MASKINSIKKERHED – ELEKTRISK UDSTYR PÅ MASKINER–

Del 1: Generelle krav

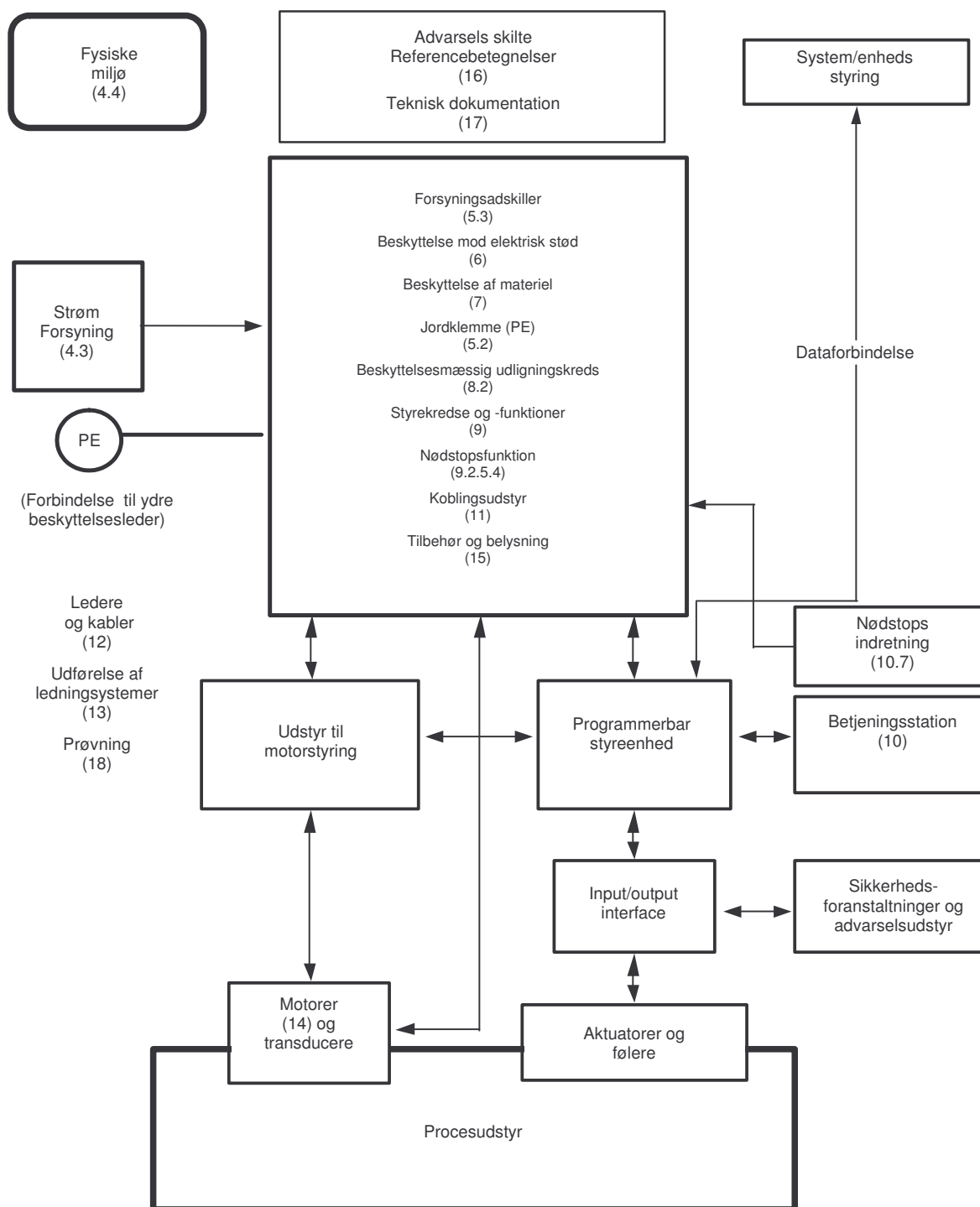
INTRODUKTION

Denne del af IEC 60204 angiver krav og anbefalinger vedrørende elektrisk udstyr på maskiner for at fremme :

- Sikkerheden for personer og ejendom.
- Konsistente styrereaktioner.
- Nem vedligeholdelse.

Yderligere vejledning i brugen af denne del af IEC 60204 findes i tillæg F.

Figur 1 er medtaget som en hjælp for at lette forståelsen af de indbyrdes forhold mellem en maskines forskellige dele, og maskinens tilhørende udstyr. Figur 1 er et blokskema over en typisk maskine og dens tilhørende udstyr, og viser de forskellige dele af det elektriske udstyr, som er omhandlet i denne del af IEC 60204. Numre i parenteser () refererer til afsnit og underafsnit i denne del af IEC 60204. Figur 1 skal forstås således, at alle delene til sammen, inklusiv sikkerhedsforanstaltninger, værktøjer/befæstigelse, software og dokumentation, udgør maskinen, og at en eller flere maskiner, der arbejder sammen, som regel med mindst et niveau af et overordnet overvågningssystem, udgør en produktionsenhed eller et produktionssystem.



Figur 1 – Blokskema over en typisk maskine

MASKINSIKKERHED – ELEKTRISK UDSTYR PÅ MASKINER–

Del 1: Generelle krav

1 Gyldighedsområde

Denne del af IEC 60204 gælder for anvendelse af elektrisk, elektronisk og programmerbart elektronisk udstyr og systemer for maskiner, som ikke er transportable med håndkraft mens de arbejder. Dette gælder også for en samling maskiner der arbejder indbyrdes sammen.

NOTE 1 Denne del af IEC 60204 er en anvendelses standard og tilsigter ikke at begrænse eller hindre teknologiske fremskridt.

NOTE 2 I denne del af IEC 60204 omfatter benævnelsen "elektrisk" både elektriske, elektroniske og programmerbare elektroniske emner (dvs. "elektrisk udstyr" betyder elektrisk, elektronisk og programmerbart elektronisk udstyr).

NOTE 3 I denne del af IEC 60204 refererer udtrykket "person" til enhver, og omfatter personer der er udpeget og instruerede af brugeren eller dennes repræsentant(er) i brug og pasning af den omhandlede maskine.

Udstyret, der er omfattet af denne del af IEC 60204, begynder ved tilslutningspunktet for forsyningen til det elektriske udstyr på maskinen (se 5.1).

NOTE 4 Bestemmelserne for elektriske installationer i bygninger findes i IEC 60364 serien.

Denne del af IEC 60204 kan anvendes for elektrisk udstyr eller dele af elektrisk udstyr der fungerer ved en nominel forsyningsspænding, der ikke overstiger 1000 V for vekselspænding (a.c.) og ikke overstiger 1500 V for jævnspænding (d.c.), og med en nominel forsyningsfrekvens der ikke overstiger 200 Hz.

NOTE 5 For højere spændinger, se IEC 60204-11.

Denne del af IEC 60204 dækker ikke alle krav til (for eksempel afskærmning, interlock eller styring) der er nødvendige eller kræves i andre standarder eller bestemmelser, for at opnå beskyttelse af personer fra andre farer end elektriske farer. For hver type maskine findes der unikke krav til opnåelse af tilstrækkelig sikkerhed.

Denne del inkluderer specifikt, men er ikke begrænset til, det elektriske udstyr på maskiner som defineret i 3.35.

NOTE 6 I tillæg C, er der listet eksempler på maskiner, hvis elektriske udstyr kan dækkes af denne del af IEC 60204.

Denne del af IEC 60204 angiver ikke ekstra og specielle krav, der kan gælde for elektrisk udstyr, på maskiner der for eksempel:

- er beregnet til udendørsbrug (dvs. uden for bygninger eller andre beskyttende strukturer),
- anvender, forarbejder eller producerer potentiel eksplosive materiale (f.eks. maling eller skærerstøv),
- er beregnet til brug i potentielle eksplosive og/eller brændbare atmosfærer,
- har specielle risici når der produceres eller bruges visse materialer,
- er beregnet til brug i miner,

— er symaskiner, enheder og systemer;

NOTE 7 For symaskiner, se EN 60204-31.

— er løftemaskiner;

NOTE 8 For løftemaskiner, se EN 60204-32.

Effektkredse, hvor den elektriske energi bruges direkte som arbejdsredskab er ikke medtaget i denne del af IEC 60204.

2 Normative referencer

De følgende refererede dokumenter er uundværlige for anvendelsen af denne del af IEC 60204. For daterede referencedokumenter gælder kun den angivne udgave. For udaterede referencedokumenter gælder den seneste udgave af referencedokumentet (inklusive alle tillæg).

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

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

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

IEC 60072-1, *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, *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 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indication devices and actuators*

IEC 60309-1:1999, *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 60364-4-41:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-43:2001, *Electrical installations of buildings – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-52:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-5-54:2002, *Electrical installations of buildings – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors*

IEC 60364-6-61:2001, *Electrical installations of buildings – Part 6-61: Verification – Initial verification*

IEC 60417-DB:2002¹, *Graphical symbols for use on equipment*

¹ "DB" refererer til IEC on-line databasen.

IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60445:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system*

IEC 60446:1999, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or numerals*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Man-machine interface (MMI) – Actuating principles*

IEC 60529:1999, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code) Amendment 1 (2001)*

IEC 60617-DB:2001¹, *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 60947-1:2004, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-2:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse combination units*

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements: Electromechanical control circuit devices*

IEC 60947-7-1:2002, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 61082-1:1991, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: General requirements*

IEC 61082-2:1993, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 2: Function-oriented diagrams*

IEC 61082-3:1993, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 3: Connection diagrams, tables and lists*

IEC 61082-4:1996, *Preparation of documents used in electrotechnology - Part 4: Location and installation documents*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61310 (all parts), *Safety of machinery – Indication, marking and actuation*

IEC 61346 (all parts), *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations*

¹ “DB” refererer til IEC on-line databasen.

IEC 61557-3:1997, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 3: Loop impedance*

IEC 61558-1:1997, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 1: General requirements and tests*
Amendment 1 (1998)

IEC 61558-2-6, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2-6: Particular requirements for safety isolating transformers for general use*

IEC 61984:2001, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62023:2000, *Structuring of technical information and documentation*

IEC 62027:2000, *Preparation of parts lists*

IEC 62061:2005, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

IEC 62079:2001, *Preparation of instructions - Structuring, content and presentation*

ISO 7000:2004, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

ISO 12100-1:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1: Basic terminology, methodology*

ISO 12100-2:2003, *Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2: Technical principles*

ISO 13849-1:1999, *Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2:2003, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

ISO 13850:1996, *Safety of machinery - Emergency stop - Principles for design*

3 Definitioner

For anvendelse i dette dokument, gælder følgende termer og definitioner.

3.1

aktuator

del af en indretning hvortil en ydre manuel påvirkning skal tilføres

NOTE 1 Aktuatoren kan være i form af et håndtag, en drejeknap, en trykknop, en rulle, et stempel osv.

NOTE 2 Der er visse aktuatorer, der ikke behøver en påvirkningskraft, men kun en påvirkning.

NOTE 3 Se også 3.34.

3.2

omgivelsestemperatur

temperaturen i luften eller et andet medium, hvori udstyret skal benyttes

3.3

barriere

del der yder beskyttelse mod direkte berøring fra alle sædvanlige adgangsretninger

3.4**kabelbakke**

kabelbæring der består af et fortløbende underlag med forhøjede kanter, og uden dæksel

NOTE En kabelbakke kan være perforeret eller ikke-perforeret.

[IEV 826-15-08]

3.5**ledningskanalsystem**

system af lukkede kapslinger, bestående af et underlag med aftageligt dæksel, beregnet til fuldstændig indeslutning af isolerede ledere, kabler, ledninger og hvor der er plads til andet elektrisk udstyr

3.6**samtidig**

virkende i forbindelse med hinanden, benyttet til at beskrive en situation hvor to eller flere styreindretninger er påvirket på samme tid (men ikke nødvendigvis synkront)

3.7**rør**

del af et lukket ledningssystem med cirkulært eller ikke-cirkulært tværsnit beregnet for itrækning og/eller udskiftning af isolerede ledere eller kabler

NOTE Rør bør være tilstrækkelig tæt sammenføjede, så isolerede ledere og/eller kabler kun kan itrækkes, og ikke indlægges fra siden.

[IEV 826-06-03]

3.8**styrekrede (til en maskine)**

krede der bruges til at styre, herunder monitorering af en maskine og det elektriske udstyr

3.9**styreindretning**

indretning der er forbundet til styrekredsen og som bruges til at styre maskinens funktioner (f.eks. positionsføler, manuel styrefafbryder, relæ, kontaktor, magnetventil)

3.10**koblingsudstyr**

koblingsapparater og deres kombination med tilhørende udstyr til betjening, måling, beskyttelse og regulering, også samlinger af sådant udstyr med tilhørende sammenkoblinger, tilbehør, kapslinger og bærende konstruktioner, som principielt er tilsigtet styring af udstyr der forbruger elektrisk energi

[IEV 441-11-03, modificeret]

3.11**kontrolleret stop**

standsning af en maskinbevægelse, med bibeholdt elektrisk forsyning til maskinens aktuatorer under standsningsforløbet

3.12**direkte berøring**

personers eller husdyrs berøring af spændingsførende dele

[IEV 826-12-03]

3.13**tvangsbrydning (af et kontaktelement)**

opnåelse af kontaktadskillelse som et direkte resultat af en kontaktaktuators specifikke bevægelse gennem uelastiske dele (f.eks. ikke afhængig af fjedre)

[IEC 60947-5-1, K.2.2]

3.14**ledningskanal**

lukket kanal, specielt designet til at indeholde og beskytte elektriske ledere, kabler og samleskinner

NOTE Rør (se 3.7), ledningskanalsystemer (se 3.5), kanaler under gulv er typer af ledningskanaler.

3.15**elektrisk driftsområde**

rum eller område for elektrisk udstyr hvor det er hensigten at adgangen er begrænset til sagkyndige eller instruerede personer, ved åbning af dør eller ved fjernelse af barrierer, uden brug af nøgle eller værktøj, og som er tydelig mærket med passende advarselsskilte

3.16**elektronisk udstyr**

del af det elektriske udstyr der indeholder kredsløb, hvis funktion er afhængig af elektroniske indretninger og komponenter

3.17**nødstopindsretning**

manuelt påvirket styreindsretning, som benyttes til at igangsætte en nødstopfunktion

[ISO 13850, 3.2]

NOTE Se tillæg E.

3.18**nødafbrydningsindsretning**

manuelt betjent styreindsretning til at afbryde den elektriske forsyning til hele eller dele af installationen, hvor der er fare for elektrisk stød eller anden fare med oprindelse i det elektriske

NOTE Se tillæg E.

3.19**lukket elektrisk driftsområde**

rum eller område for elektrisk udstyr hvor det er hensigten at adgangen er begrænset til sagkyndige eller instruerede personer, ved åbning af dør eller ved fjernelse af barrierer, med brug af nøgle eller værktøj, og som er tydelig mærket med passende advarselsskilte

3.20**kapsling**

del der yder udstyret beskyttelse mod visse ydre påvirkninger, og som yder beskyttelse mod direkte berøring fra enhver retning

NOTE Definitionen, der er taget fra den eksisterende IEC, kræver følgende forklaring indenfor gyldighedsområdet i denne del af IEC 60204:

a) Kapslinger yder beskyttelse af personer eller husdyr mod adgang til farlige dele,

- b) Barrierer eller tilpassede åbninger eller andre midler der er egnede til at forhindre eller begrænse indtrængen af en specificeret testprobe, uanset om de er fastgjorte til kapslingen eller er tilpasset af kapslingen, anses for at være en del af kapslingen, medmindre de kan fjernes uden brug af nøgler eller værktøj,
- c) En kapsling kan være:
- et skab eller en kasse, enten monteret på maskinen eller adskilt fra maskinen,
 - et rum bestående af en indkapslet plads inden i maskines konstruktion.

3.21 udstyr

materiel, fittings, indretninger, komponenter, tilbehør, befæstigelses, apparater og lignende som bruges som en del af, eller i forbindelse med det elektriske udstyr på maskiner

3.22 potentialudligning

elektrisk forbindelse mellem ledene dele med det formål at opnå ens potentiale

[IEV 195-1-10]

3.23 berøringstilgængelig (udsat) ledene del

ledene del af det elektriske udstyr som kan berøres, og som ikke er spændingsførende under normal drift, men som kan blive spændingsførende under fejltilstande

[IEV 826-12-10, modificeret]

3.24 fremmed ledene del

ledene del der ikke udgør en del af den elektriske installation, og som kan overføre et potentiale, almindeligvis jordpotentialet

[IEV 826-12-11, modificeret]

3.25 funktionssvigt

ophør af en enheds evne til at udføre en krævet funktion

NOTE 1 Efter funktionssvigtet har enheden en fejl.

NOTE 2 "Funktionssvigt" er en hændelse, til forskel fra "fejl" som er en tilstand.

NOTE 3 Dette begreb gælder ikke for enheder som udelukkende består af software.

[IEV 191-04-01]

NOTE 4 I praksis benyttes udtrykkene fejl og funktionssvigt ofte synonymt.

3.26 fejl

et emnes tilstand karakteriseret ved dets manglende evne til at udføre en krævet funktion, bortset fra den manglende evne under forebyggende vedligehold eller andre planlagte hændelser, eller på grund af manglende udefrakommende ressourcer

NOTE 1 En fejl er ofte resultatet af et funktionssvigt i selve enheden, men kan forekomme uden forudgående funktionssvigt.

NOTE 2 På engelsk er udtrykket "fault" og dets definition identisk med definitionen i IEV 191-05-01. På maskinområdet bliver det franske udtryk "défaut" og det tyske udtryk "Fehler" benyttet frem for udtrykkene "panne" og "Fehlzustand" som optræder i denne definition.

3.27**funktionsmæssig udligningsforbindelse**

udligningsforbindelse der er nødvendig for elektrisk udstyrs korrekte funktion

3.28**fare**

potentiel kilde til fysisk tilskadekomst eller skade på helbredet

NOTE 1 Begrebet fare kan beskrives for at definere årsagen (f.eks. mekanisk fare, eller elektrisk fare) eller karakteren af den potentielle skade (f.eks. fare for elektrisk stød, fare for at skære sig, forgiftningsfare, brandfare).

NOTE 2 I definitionen er faren tænkt som:

- Enten konstant tilstedeværende under maskinens tilsigtede anvendelse (f.eks. bevægelsen af et farligt bevægelselement, elektrisk gnist under en svejseoperation, dårlig arbejdsstilling, støjstråling, høj temperatur),
- eller uventet forekommende (f.eks. eksplosion, klemningsfare som et resultat af utilsigtet/uventet start, udslyngning som resultat af brud, fald som resultat af acceleration/deceleration).

[ISO 12100-1, 3.6, modificeret]

3.29**indirekte berøring**

personers eller husdyrs kontakt med berøringstilgængelig ledene del, der er blevet spændingsførende i en fejlsituation

[IEV 826-12-04, modificeret]

3.30**induktivt energiforsyningssystem**

system til induktiv kraftoverførsel bestående af en skinnetransformer og en skinneder, langs hvilken et eller flere overførselspunkter med tilhørende omformer(e) kan bevæges - uden galvanisk forbindelse eller mekanisk kontakt - for at overføre elektrisk energi til f. eks. en mobil maskine

NOTE Skinnederen og overførselspunktet svarer henholdsvis til den primære og den sekundære side af en transformer.

3.31**(elektrisk) instrueret person**

person som er tilstrækkelig informeret eller overvåget af en elektrisk sagkyndig person, som gør ham eller hende i stand til opfatte risici og undgå farer som elektricitet kan frembringe

[IEV 826-18-02, modificeret]

3.32**interlock (til beskyttelse)**

arrangement som sammenkobler afskærmning(er) eller indretning(er) med styresystemet og/eller hele eller dele af den elektriske forsyning til maskinen

3.33**spændingsførende del**

leder eller ledene del som er beregnet til at være spændingsførende under normal brug herunder en neutral leder, men ikke en PEN leder

NOTE Denne betegnelse antyder ikke nødvendigvis en fare for elektrisk stød.

3.34**maskinaktuator**

kraftoverføringsmekanisme som benyttes til at frembringe en maskines bevægelser

3.35**maskine**

samling af indbyrdes forbundne dele eller komponenter, hvoraf mindst en er bevægelig, med passende maskinaktuatorer, styre-og effektkredse, samlet for en specifik anvendelse navnlig til forarbejdning, behandling, flytning eller emballering af et materiale

Benævnelserne "maskine" dækker også en samling af maskiner der, for at opnå et bestemt resultat, er arrangeret og styret således, at de fungerer som en integreret helhed

[ISO 12100-1, 3.1, modificeret]

NOTE Begrebet "komponent" er her brugt generelt og omfatter ikke kun elektriske komponenter.

3.36**mærkning**

skilte eller inskriptioner med det primære formål at identificere udstyr, komponenter og/eller indretninger, og som kan beskrive nogle af disses egenskaber

3.37**neutralleder****N**

leder forbundet til et systems neutrale punkt, og som er i stand til at bidrage til overførselen af elektrisk energi

[IEV 826-14-07, modificeret]

3.38**forhindring**

del der forhindrer utilsigtet direkte berøring, men ikke forhindrer direkte berøring ved tilsigtet handling

3.39**overstrøm**

strøm som overstiger mærkeværdien. For ledere er mærkeværdien lig med strømværdien

[IEV 826-11-14, modificeret]

3.40**overbelastning (af en kreds)**

tid/strøm forhold i en kreds hvor kredsens fulde mærkebelastning er overskredet, når kredsen ikke er i en fejltilstand

NOTE Overbelastning bør ikke bruges som synonym for overstrøm.

3.41**stikprop/stikkontakt kombination**

komponent og en passende modpart egnet til at afslutte ledere i, til brug for forbindelse eller adskillelse af to eller flere ledere

NOTE Eksempler på stikprop/stikkontakt kombinationer inkluderer:

- stikforbindelser som lever op til kravene i IEC 61984,
- en stikprop og stikkontakt, en stik tilslutning eller et apparatstik i henhold til IEC 60309-1,
- en stikprop og stikkontakt i henhold til IEC 60884-1 eller et apparatstik i henhold til IEC 60320-1.

**3.42
effektkreds**

kreds der forsyner udstyr, der benyttes til produktive arbejdsprocesser og transformere, som forsyner styrestrømskredse med effekt fra forsyningsnettet

**3.43
beskyttelsesmæssig udligning**
potentialudligning til beskyttelse mod elektrisk stød

NOTE Foranstaltninger til beskyttelse mod elektrisk stød kan også reducere risikoen for forbrænding og brand.

**3.44
beskyttelsesmæssig udligningskreds**

beskyttelsesledere og ledene dele forbundet sammen for at frembringe beskyttelse mod elektrisk stød i tilfælde af en isolationsfejl

**3.45
beskyttelsesleder**

leder der kræves til beskyttelsesmæssig udligning, i visse tilfælde til beskyttelse mod elektrisk stød, til elektrisk at forbinde enhver af følgende dele:

- berøringstilgængelige ledende dele,
- fremmed ledende dele,
- hovedjordklemme (PE)

[IEV 826-13-22, modificeret]

**3.46
redundans**

anvendelse af mere end én indretning eller ét system eller en del af én indretning eller ét system, med det formål at sikre at i det tilfælde, én fejler under udførelse af sin funktion, er en anden til rådighed for udførelsen af funktionen

**3.47
referencebetegnelse**

karakteristisk kode, der tjener til at identificere et objekt i dokumentationen og på udstyret

**3.48
risiko**

kombination af sandsynligheden for forekomsten af skade (f.eks. fysisk tilskadecomst eller skade på helbredet) og alvorligheden af skaden

[ISO 12100-1, 3.11, modificeret]

**3.49
beskyttelsesindretning**

skærm eller beskyttende indretning medleveret som et middel til beskyttelse af personer imod farer

**3.50
beskyttelsesforanstaltning**

beskyttelsesmetode hvor der benyttes beskyttelsesindretninger til at beskytte personer mod farer -som ikke med rimelighed kan elimineres - eller mod de risici, der ikke kan reduceres tilstrækkeligt ved iboende designmæssige sikkerhedsforanstaltninger

[ISO 12100-1, 3.20]

3.51**serviceplan**

det plan hvorpå en person står, når det elektriske udstyr betjenes eller vedligeholdes

3.52**kortslutningsstrøm**

overstrøm der er resultatet af en kortslutning på grund af en fejl eller en forkert forbindelse i en elektrisk kreds

[IEV 441-11-07]

3.53**(elektrisk) sagkyndig person**

person med relevant oplæring, uddannelse og erfaring som gør ham eller hende i stand til opfatte risici og til at undgå farer i forbindelse med elektricitet

[IEV 826-18-01, modificeret]

3.54**leverandør**

enhed (f.eks. fabrikant, entreprenør, installatør, integrator) som leverer udstyr eller service i forbindelse med maskinen

NOTE Brugerens egen organisation kan også optræde i egenskab af leverandør til sig selv.

3.55**koblingsapparat**

indretning konstrueret til at slutte og/eller bryde strømmen i en eller flere kredse

[IEV 441-14-01, modificeret]

NOTE Et koblingsapparat kan være i stand til at udføre den ene eller begge disse funktioner.

3.56**ukontrolleret stop**

standsning af en maskinbevægelse ved at fjerne den elektriske forsyning til maskinaktuatorene

NOTE Denne definition siger ikke noget bestemt om andre (f.eks. ikke-elektriske) stopindretningers tilstand, f.eks. mekaniske eller hydrauliske bremsere, der ligger udenfor denne standards gyldighedsområde.

3.57**bruger**

enhed som anvender maskinen og dens tilhørende elektriske udstyr

4 Generelle krav

4.1 Generelle overvejelser

Denne del af IEC 60204 er tiltænkt at gælde for elektrisk udstyr, der anvendes på et bredt udsnit af maskiner eller samlinger af maskiner, der arbejder koordineret sammen.

De risici, der er forbundet med farer relevante for det elektriske udstyr, skal vurderes som en del af den samlede risikovurdering for maskinen. Dette vil fastlægge den tilstrækkelige risikonedsættelse, og de nødvendige beskyttelsesforanstaltninger for de personer som kan blive udsat for disse farer, mens der stadig opretholdes et acceptabel præstationsniveau for maskinen og dets udstyr.

Farlige situationer kan opstå fra, men er ikke begrænset til, de følgende årsager:

- funktionssvigt eller fejl i det elektriske udstyr som medfører mulighed for elektrisk stød eller elektrisk brand,
- funktionssvigt eller fejl i styrekredsen (eller komponenter og indretninger tilhørende disse kredse) der medfører fejlfunktion af maskinen,
- forstyrrelse eller afbrydelse af forsynings kilder såvel som funktionssvigt eller fejl i effektkredse der medfører en fejlfunktion af maskinen,
- tab af forbindelse i kredse der er afhængige af glide- eller rullekontakter, der medfører en fejlfunktion af maskinen,
- elektriske forstyrrelser (f.eks. elektromagnetisk, elektrostatisk, som enten kommer udefra, eller som bliver genereret inde i det elektriske udstyr), der medfører en fejlfunktion af maskinen,
- udløsning af opladet energi (enten elektrisk eller mekanisk) som medfører f.eks. elektrisk stød, uventede bevægelser der kan være årsag til skader,
- overfladetemperaturer der kan være årsag til skader.

Sikkerhedsforanstaltninger er kombinationer af foranstaltninger, der er inkorporeret i designfasen og de foranstaltninger, der skal implementeres af brugeren.

Farer og deraf følgende risici skal identificeres i udviklings og konstruktionsfasen. Hvor farer ikke kan fjernes og/eller risici ikke kan reduceres tilstrækkeligt ved iboende konstruktionsmæssige sikkerhedsforanstaltninger, skal der benyttes beskyttelsesmetoder (f.eks. ved anvendelse af beskyttelsesindretninger) for at reducere risikoen. Yderligere midler (f.eks. midler til at påkalde opmærksomhed) skal benyttes, hvor yderlig risikoreduktion er nødvendig. Endvidere kan arbejdsprocedurer der nedsætter risici være nødvendige.

Det anbefales at benytte spørgeskemaet i tillæg B i denne del af IEC 60204, for at lette opnåelse af en fyldestgørende aftale mellem brugeren og leverandør(er) om grundlæggende forhold og yderligere brugerspecifikationer relateret til det elektriske udstyr. Disse yderligere specifikationer er for at:

- sikre yderligere egenskaber som er afhængig af maskintypen (eller samlingen af maskiner) og anvendelsen,
- lette vedligehold og reparation, og
- forøge pålideligheden og brugervenligheden.

4.2 Valg af udstyr

4.2.1 Generelt

Elektriske komponenter og indretninger skal:

- være egnet for den tilsigtede brug, og
- være i overensstemmelse med relevante IEC standarder når sådanne findes, og
- anvendes i overensstemmelse med leverandørers forskrifter.

4.2.2 Elektrisk udstyr i overensstemmelse med IEC 60439 serien

Det elektriske udstyr på maskinen skal tilfredsstillе de sikkerhedskrav, der er identificeret ved risikovurderingen på maskinen. Afhængigt af maskinen, dens tilsigtede brug, og dens elektriske udstyr kan konstruktøren vælge dele af det elektriske udstyr på maskinen, der er i overensstemmelse med EN 60439-1 og, hvis nødvendigt, andre relevante dele af EN 60439 serien (se endvidere tillæg F).

NOTE IEC 60439 serien specificerer krav til udstyr dækkende en bred række mulige anvendelser af lavspændingskoblingsudstyr og tavleanlæg.

4.3 Elektrisk forsyning

4.3.1 Generelt

Det elektriske udstyr skal være konstrueret til at fungere korrekt under forsyningsforhold:

- som angivet i 4.3.2 eller 4.3.3, eller
- af brugeren (se tillæg B), eller
- som specificeret af leverandøren, i tilfælde af en speciel forsyningskilde, som f.eks. en indbygget generator.

4.3.2 Vekselstrømsforsyninger

Spænding	Stabil spænding: 0,9 til 1,1 gange nominel spænding.
Frekvens	0,99 til 1,01 gange nominel frekvens kontinuerligt; 0,98 til 1,02 i kort tid.
Harmoniske	Harmonisk forvrængning som ikke overstiger 10% af den totale r.m.s. spænding mellem spændingsførende ledere for summen af den 2. til den 5. harmoniske. Yderligere 2% af den totale r.m.s. spænding mellem spændingsførende ledere for summen af den 6. til den 30. harmoniske er tilladt.
Spændingsubalance	Hverken spændingen af inverterkomponenten eller spændingen af nulkomponenten i trefasede forsyninger overstiger 2% af synkronkomponenten.
Spændingsudfald	Forsyningen afbrudt eller uden spænding i mere end 3 ms på et vilkårligt tidspunkt i forsyningsperioden med mere end 1 s mellem successive afbrydelser.
Spændingsdyk	Spændingsdyk som ikke overstiger 20% af forsyningsens spidsspænding i mere end en periode med mere end 1 s mellem successive dyk.

4.3.3 Jævnstrømsforsyninger

Fra batterier:

Spænding	0,85 til 1,15 gange nominel spænding; 0,7 til 1,2 gange nominel spænding for batteridrevne køretøjer.
Spændingsudfald	Ikke overstigende 5 ms.

Fra omformerudstyr:

Spænding	0,9 til 1,1 gange nominal spænding.
Spændingsudfald	Ikke overstigende 20 ms med mere end 1 s mellem successive afbrydelser.

NOTE Dette er en afvigelse fra IEC guiden 106, for at sikre elektronisk udstyrs korrekte funktion.

Ripple (peak-to-peak)	Ikke overstigende 0,15 gange nominal spænding
------------------------------	---

4.3.4 Specielle forsyningssystemer

For specielle forsyningssystemer, som indbyggede generatorer, må grænserne i 4.3.2 og 4.3.3 overskrides, forudsat at udstyret er konstrueret til at fungere korrekt ved disse betingelser.

4.4 Fysisk miljø og driftsbetingelser

4.4.1 Generelt

Det elektriske udstyr skal være egnet til brug i det fysiske miljø, og under de driftsbetingelser, det er konstrueret til. Kravene i 4.4.2 til 4.4.8 omfatter det fysiske miljø og driftsbetingelser for størstedelen af de maskiner, der er omfattet af denne standard. Når der gælder specielle betingelser, eller de specificerede grænser overskrides, kan en aftale mellem brugeren og leverandøren anbefales (se 4.1 og Tillæg B).

4.4.2 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

Udstyret må ikke generere elektromagnetiske forstyrrelser over de niveauer, der er hensigtsmæssige for det tilsigtede driftsmiljø. Endvidere skal udstyret have et immunitetsniveau over for elektromagnetiske forstyrrelse, så det kan fungere i dets tilsigtede miljø.

NOTE 1 De generiske EMC standarder IEC 61000-6-1 eller IEC 61000-6-2 og CISPR 61000-6-3 og CISPR 61000-6-4 angiver generelle EMC emissions og -immunitetsgrænser.

NOTE 2 IEC/TR 61000-5-2 angiver retningslinier, for jording og kabling af elektriske og elektroniske systemer, med det formål at sikre EMC. Hvis der eksisterer produktspecifikke standarder (f.eks. IEC 61496-1, IEC 61800-3, IEC 60947-5-2) har de forrang for de generiske standarder.

Foranstaltninger til at begrænse generering af elektromagnetiske forstyrrelser, dvs. ledningsbårne og udstrålede forstyrrelser, inkluderer:

- strømforsyningsfiltre,
- kabelskærme,
- kapslinger designet til at minimere RF udstråling,
- RF dæmpningsteknikker.

Foranstaltninger til at forbedre udstyrets immunitet over for ledningsbårne og udstrålede RF forstyrrelser inkluderer:

- Design af funktionsmæssigt udligningssystem under hensyntagen til følgende:
 - forbindelse af følsomme elektriske kredse til stel. Sådanne terminaler bør mærkes eller påsættes mærkat med symbolet IEC 60417-5020 (DB:2002-10):



- af stel til jord (PE) ved hjælp af en leder med lav RF impedans og så kort som praktisk mulig,
- forbindelse af følsomt elektrisk udstyr eller kredse direkte til PE kredsen eller til en funktionsmæssig jordleder (FE) (se figur 2), for at mindske common mode forstyrrelse. Den sidstnævnte terminal bør mærkes med symbolet IEC 60417-5018 (DB:2002-10):



- separation af følsomme kredse fra støjkilder,
- kapslinger konstrueret til at minimere RF transmission,
- EMC ledningsføring:
 - brug af snoede ledere for at reducere effekten af differential mode forstyrrelser,
 - holde tilstrækkelig afstand mellem ledere, der udsender forstyrrelser, og følsomme kredse,
 - krydsende kabler orienteres så tæt på 90° som muligt,
 - ledere føres så tæt som muligt på stelplan,
 - brug af elektrostatiske skærme og/eller elektrostatiske skjolde med en lav RF impedans terminering. Omgivende lufttemperatur.

4.4.3 Omgivende lufttemperatur

Elektrisk udstyr skal kunne fungere korrekt i den tiltænkte omgivende lufttemperatur. Minimumskravet for alt elektrisk udstyr er korrekt funktion i en lufttemperatur mellem +5 °C og +40 °C. For meget varme miljøer (f.eks. varme klimaer, stålmøller, papirmøller) og for kolde miljøer, anbefales yderligere forholdsregler (se tillæg B).

4.4.4 Luftfugtighed

Det elektriske udstyr skal kunne fungere korrekt, når den relative fugtighed ikke overstiger 50% ved en maksimal temperatur på +40 °C. Højere relativ fugtighed er tilladt ved lavere temperaturer (f.eks. 90% ved 20 °C).

Skadelige virkninger af lejlighedsvis kondenseringer skal undgås ved konstruktionen af udstyret, eller når det er nødvendigt ved yderlige foranstaltninger (f.eks. indbyggede varmelegemer, aircondition, drænhuller).

4.4.5 Højde

Elektrisk udstyr skal kunne fungere korrekt ved højder på op til 1000 m over havets middelvandstand.

4.4.6 Forurenende stoffer

Elektrisk udstyr skal være tilstrækkeligt beskyttet imod indtrængen af faste stoffer og væsker (se 11.3).

Det elektriske udstyr skal være tilstrækkeligt beskyttet imod forurenende stoffer (f.eks. støv, syrer, korrosive gasser, salt) der kan være tilstede i det fysiske miljø, hvor det elektriske udstyr skal installeres (se tillæg B).

4.4.7 Ioniserende og ikke-ioniserende stråling

Når udstyret udsættes for stråling (f.eks. mikrobølger eller ultraviolet, laser, eller røntgenstråling), skal der foretages yderlige foranstaltninger, for at undgå fejlfunktion af udstyret og accelereret nedbrydning af isolationsmaterialet. En speciel aftale mellem leverandøren og brugeren anbefales (se tillæg B).

4.4.8 Vibrationer, stød og slag

Uønskede virkninger af vibrationer, stød og slag (inklusive de som er genereret af maskinen og dens tilhørende udstyr og de, der er genereret af det fysiske miljø) skal undgås ved hjælp af egnet udstyr, ved at montere det adskilt fra maskinen, eller ved vibrationsdæmpende montering. En speciel aftale mellem leverandøren og brugeren anbefales (se tillæg B).

4.5 Transport og opbevaring

Elektrisk udstyr skal konstrueres til at kunne modstå, eller passende forholdsregler skal tages for beskyttelse imod virkningerne af transporten og opbevaringstemperaturer inden for et område på -25 °C til +55 °C og for korte perioder, ikke overstigende 24 timer, op til +70 °C. Der skal være egnede midler til at forhindre skader fra fugtighed, vibrationer, og stød. En speciel aftale mellem leverandøren og brugeren kan være nødvendig (se tillæg B).

NOTE Elektrisk udstyr som kan beskadiges ved lave temperaturer omfatter pvc isolerede kabler.

4.6 Forholdsregler ved håndtering

Tungt og uhåndterligt elektrisk udstyr, der skal demonteres under transport, eller som er fritstående, skal udstyres med passende midler til håndtering af kraner og lignende udstyr.

4.7 Installation

Elektrisk udstyr skal installeres i overensstemmelse med anvisninger fra leverandøren af det elektriske udstyr.

5 Forsyningsledningers terminering samt indretninger til adskillelse og afbrydelse

5.1 Forsyningsledningers termineringer

Det anbefales, hvor det er praktisk muligt, at en maskines elektriske udstyr er tilsluttet en enkelt forsyning. Hvor anden forsyning er nødvendig for visse dele af udstyret (f.eks. elektronisk udstyr som fungerer ved en anden spænding), bør en sådan forsyning, hvis det er praktisk muligt, tages fra indretninger (f.eks. transformere, omformere), som udgør en del af maskinens elektriske udstyr. På store komplekse maskiner, der udgøres af spredte maskiner, som arbejder koordineret sammen, kan der være behov for mere end én forsyning afhængigt af opbygningen af stedets elforsyning. (se 5.3.1).

Med mindre maskinen er forsynet med en stikprop til forbindelse til forsyningen (se 5.3.2 e), anbefales det, at forsyningslederne termineres på forsyningsadskilleren.

Hvor der benyttes en neutralleder, skal den være tydelig angivet i maskinens tekniske dokumentation som f.eks. i installationsskemaer og i kredsskemaer, og der skal være en separat isoleret terminal mærket **N** i overensstemmelse med 16.1, til neutrallederen (se også tillæg B).

Der må ikke være forbindelse mellem neutrallederen og den beskyttelsesmæssige udligningsforbindelseskreds inde i det elektriske udstyr. Der må heller ikke benyttes en kombineret PEN-terminal.

Undtagelse: Der må udføres en forbindelse mellem neutralterminalen og PE-terminalen ved maskinens forsyningspunkt fra et TN-C system.

Alle terminaler til forbindelse af forsyningen skal være tydeligt identificeret i overensstemmelse med IEC 60445 og 16.1. For identifikation af beskyttelseslederens terminal, se 5.2.

Se 17.8 for vejledning i vedligehold.

5.2 Terminal for forbindelse til det ydre beskyttelsesjordingsystem

For hver forsyning skal der være en terminal i nærheden af de tilhørende faselederes terminaler, til forbindelse af maskinen til det ydre beskyttelsesjordingsystem eller til den ydre beskyttelsesleder, afhængigt af opbygningen af stedets elforsyning.

Terminalen skal have en størrelse, der muliggør forbindelsen af en ydre kobber beskyttelsesleder med et tværsnit i overensstemmelse med tabel 1.

Tabel 1 – Mindste tværsnit af den ydre beskyttelsesleder (af kobber)

Tværsnit af udstyrets forsyningsfaseleder (af kobber) $S \text{ mm}^2$	Mindste tværsnit af den ydre beskyttelsesleder (af kobber) $S_p \text{ mm}^2$
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Hvor der benyttes en ydre beskyttelsesleder af andet materiale end kobber, skal terminalens størrelse vælges i forhold til dette (se også 8.2.2).

Ved hvert forsyningspunkt skal terminalen, for forbindelse til det ydre beskyttelsesjordingsystem eller til den ydre beskyttelsesleder, mærkes med bogstaverne **PE** (se IEC 60445).

5.3 Forsyningsadskiller

5.3.1 Generelt

Der skal være en forsyningsadskiller (isolerende):

- for hver forsyningskilde til en maskine(r),

NOTE Forsyningen kan forbindes direkte til maskinen eller via et forsyningssystem. Maskiners forsyningssystemer kan inkludere ledningstråde, strømskinner, slæberingssystemer, fleksible kabelsystemer (oprullede, eller i guirlander) eller induktive forsyningssystemer.

- for hver indbygget strømforsyning.

Forsyningsadskilleren skal adskille (isolere) det elektriske udstyr på maskinen fra forsyningen, når det kræves (f.eks. for arbejde på maskinen, inklusivt det elektriske udstyr).

Når der findes to eller flere forsyningsadskillere, skal der også være beskyttende interlocks for deres korrekte funktion til at forhindre en farlig situation, inklusiv skade på maskinen eller arbejdet under udførelse.

5.3.2 Type

Forsyningsadskilleren skal være en af følgende typer:

- a) En lastadskiller, med eller uden sikringer, i overensstemmelse med IEC 60947-3, anvendelseskategori AC-23B eller DC-23B.
- b) En adskiller, med eller uden sikringer, i overensstemmelse med IEC 60947-3, som har en hjælpekontakt, der i alle tilfælde forårsager at et koblingsapparat bryder belastningskredsen, før adskillerens hovedkontakter åbnes.
- c) En maksimalafbryder der er egnet for adskillelse i henhold til IEC 60947-2.
- d) Ethvert andet koblingsapparat i overensstemmelse med en IEC produktstandard for denne indretning og som lever op til adskillelseskravene i IEC 60947-1, såvel som en anvendelseskategori som defineret i produktstandarden som egnet for kobling af motorbelastninger eller andre induktive belastninger.
- e) En stikprop/stikkontakt kombination til en fleksibel kabelforsyning.

5.3.3 Krav

Når forsyningsadskilleren er én af de typer, der er specificeret i 5.3.2. a) til d), skal den overholde alle de følgende krav:

- Adskille det elektriske udstyr fra forsyningen, og have en OFF (adskilt) og en ON position mærket med "O" og "I" (symboler IEC 60417-5008 (DB:2002-10) og IEC 60417-5007 (DB:2002-10), se 10.2.2)
- Have et synligt kontaktagb eller en positionsindikator som ikke kan indikere OFF (adskilt), før alle kontakter virkelig er åbne, og kravene for adskillelsesfunktionen er tilfredsstillet.
- Have et udvendigt manøvreringsudstyr (f.eks. håndtag), (**undtagelse:** motorstyrede koblingsapparater behøver ikke at kunne betjenes fra den udvendige side af kapslingen, hvor der er andre mekanismer til at åbne den). Hvor det udvendige manøvreringsudstyr ikke er tiltænkt til brug for nødbetjening, anbefales det, at det er farvet SORT eller GRÅ (se 10.7.4 og 10.8.4).
- Forsynet med et middel som tillader, at den kan aflåses i OFF (adskilt) position (f.eks. med hængelåse). Når den er sådan aflåst, skal såvel fjern som lokal indkobling være forhindret.
- Afbryde alle spændingsførende ledere fra strømforsyningskredsen. Dog behøver den neutrale leder i TN forsyningssystemer ikke at blive afbrudt, undtagen i de lande, hvor afbrydelse af den neutrale leder (når den benyttes) er obligatorisk.
- Have en brydeevne tilstrækkelig til at afbryde strømmen fra den største motor, når den er blokeret, sammen med summen af de normale arbejdsstrømme fra alle andre motorer og/eller belastninger. Den beregnede brydeevne tillades reduceret ved hjælp af en gennemprøvet belastningsfaktor.

Når forsyningsadskilleren er en stikprop/stikkontakt kombination, skal den opfylde følgende krav:

- Have brydeevne, eller være interlocked med et koblingsapparat, som har en brydeevne, der er tilstrækkelig til at afbryde strømmen fra den største motor, når den er blokeret, sammen med summen af de normale arbejdsstrømme fra alle andre motorer og/eller belastninger. Den beregnede brydeevne tillades reduceret ved hjælp af en gennemprøvet belastningsfaktor. Når det interlockede koblingsapparat er elektrisk betjent (f.eks. en kontaktor), skal det have en egnet anvendelseskategori.
- a) til f) af 13.4.5.

NOTE En egnet stikprop og stikkontakt, stikprop/forlængerled, eller apparatkontakt/indtag i overensstemmelse med IEC 60309-1 kan opfylde disse krav.

Når forsyningsadskilleren er en stikprop/stikkontakt kombination, skal der findes et koblingsapparat med egnet anvendelseskategori til at starte og stoppe maskinen. Dette kan opnås ved brug af det interlockede koblingsapparat, som beskrevet ovenfor.

5.3.4 Betjeningsmidler

Forsyningsadskillerens betjeningsmidler (f.eks. et håndtag) skal være let tilgængelige og placeret mellem 0,6 m og 1,9 m over serviceplanet. En øvre grænse på 1,7 m anbefales.

NOTE Betjeningsretningen er fastlagt i IEC 61310-3.

5.3.5 Undtagne kredse

Følgende kredse behøver ikke at blive afbrudt af forsyningsadskilleren:

- Belysningskredse for nødvendig belysning under vedligehold eller reparation.
- Stik og stikkontakter der udelukkende benyttes til forbindelse af reparations eller vedligeholdelsesværktøj og -udstyr (f.eks. boremaskiner, testudstyr).
- Underspændingsbeskyttelseskredse der kun benyttes til automatisk afbrydelse i tilfælde af forsyningssvigt.
- Kredse der forsyner udstyr, som normalt skal forblive under spænding for at kunne fungere korrekt (f.eks. temperaturstyrede måleindretninger, produktopvarmere (igangværende proces), program hukommelselementer).
- Styrekredse til interlocks.

Det anbefales dog, at sådanne kredse er forsynet med deres egen forsyningsadskiller.

Hvor sådan en kreds ikke afbrydes af forsyningsadskilleren:

- Skal permanente advarselsskilt(e) i henhold til 16.1 placeres i passende nærhed af forsyningsadskilleren.
- En tilsvarende angivelse skal inkluderes i vedligeholdelsesmanualen, og et eller flere af de følgende punkter skal gælde:
 - et permanent advarselsskilt i overensstemmelse med 16.1 er fastgjort i nærheden af hver undtagen kreds, eller
 - den undtagne kreds er separeret fra andre kredse, eller
 - lederne er identificeret med farver under hensyntagen til anbefalingerne i 13.2.4.

5.4 Indretninger til afbrydelse for at forhindre uventet igangsætning

Der skal være indretninger til afbrydelse, for at forhindre uventet igangsætning (f.eks. under vedligehold, hvor start af maskinen eller dele af maskinen kan skabe en fare).

Sådant udstyr skal være hensigtsmæssigt og passende for den tilsigtede anvendelse. Det skal være hensigtsmæssigt placeret og umiddelbart identificerbart i forhold til den tilsigtede funktion og brug (f.eks. ved holdbar mærkning i overensstemmelse med 16.1 hvor det er nødvendigt).

NOTE 1 Denne standard omfatter ikke alle forholdsregler mod uventet igangsætning. Se ISO 14118 (EN 1037).

Der skal være midler til at forhindre, at disse indretninger uagtsomt og/eller fejlagtigt slutes, enten ved styreindretninger eller fra andre steder (se også 5.6).

NOTE 2 Yderligere information vedrørende placering og påvirkning af indretninger, så som de der anvendes til at forhindre uventet igangsætning, er givet i EN 60447.

Følgende indretninger, der opfylder adskillelsesfunktion, kan anvendes til dette formål:

- indretninger som beskrevet i 5.3.2,
- afbrydere, udtagelige sikringsindsatse og udtagelige forbindelser, der er placeret i et lukket elektrisk driftsområde (se 3.19).

Indretninger, der ikke lever op til adskillelsesfunktionen (f.eks. en kontaktor afbrudt af et styresystem), må kun benyttes, hvor den tilsigtede arbejdsmæssige operation omfatter:

- inspektioner,
- justeringer,
- arbejde på det elektriske udstyr hvor:
 - der ikke er fare som følge af elektrisk stød (se afsnit 6) og forbrænding,
 - midlerne til afbrydelse forbliver effektive under hele arbejdet,
 - arbejdet er af mindre omfang (f.eks. udskiftning af stikforbindelses indretninger uden indvirkning på den eksisterende ledningsføring).

NOTE 3 Valg af indretning skal foretages under hensyntagen til f.eks. information fra risikovurderingen, beregnet brug og forudsigteligt misbrug af indretningen. F.eks. kan afbrydere, udtagelige sikringsindsatse og udtagelige forbindelser der er placeret i lukket elektrisk driftsområde, være uegnet til anvendelse af rengøringspersonale.

5.5 Indretninger til afbrydelse af elektrisk udstyr

Der skal være indretninger til afbrydelse (adskillelse) af elektrisk udstyr, for at muliggøre udførelse af arbejde, når det er spændingsløst og adskilt. Sådant udstyr skal være:

- egnet og passende for den tilsigtede anvendelse,
- hensigtsmæssigt placeret,
- let identificerbart med hensyn til hvilken del(e) eller kreds(e) på udstyret der betjenes (f.eks. ved holdbar mærkning i overensstemmelse med 16.1 hvor det er nødvendigt).

Der skal være midler til at forhindre, at disse indretninger uagtsomt og/eller fejlagtigt slutes enten ved styreindretninger eller fra andre steder (se også 5.6).

Forsyningsadskilleren (se 5.3) kan i nogle tilfælde opfylde den funktion. Hvor det er nødvendigt at arbejde på enkelte dele af det elektriske udstyr på en maskine, eller en af et antal maskiner forsynet fra en fælles skinne, ledningstråd eller induktivt energiforsyningsystem, skal der dog være en indretning til afbrydelse af hver del, eller hver maskine, der kræver en separat adskillelse.

Udover forsyningsadskilleren, kan følgende indretninger, som opfylder adskillelsesfunktionen, benyttes til dette formål:

- indretninger som beskrevet i 5.3.2,
- afbrydere, udtagelige sikringsindsatse og udtagelige forbindelser, der er placeret i et elektrisk driftsområde (se 3.15), og der er leveret relevant information sammen med det elektriske udstyr (se 17.2 b)9) og b)12)).

NOTE Hvor beskyttelse mod elektrisk stød er udført i overensstemmelse med 6.2.2.c), er udtagelige sikringsindsatse eller udtagelige forbindelser til dette formål kun beregnet til at blive betjent af sagkyndige eller instruerede personer.

5.6 Beskyttelse mod uautoriseret, uagtsom og/eller fejlagtig tilslutning

Indretningerne, der er beskrevet i 5.4 og 5.5, som er placeret uden for et lukket elektrisk driftsområde, skal udstyres med midler til at sikre dem i OFF position (adskilt stilling), (f.eks. ved indretninger for hængelåse, "trapped key interlocking"). Når de er sådan sikret, skal såvel fjern som lokal genindkobling være forhindret.

Hvor ikke låsbare indretninger for adskillelse benyttes (f.eks. udtagelige sikringsindsatser, udtagelige forbindelser) kan der anvendes andre midler til beskyttelse imod genindkobling (f.eks. advarselsskilte i henhold til 16.1).

Når en stikprop/stikkontakt kombination i henhold til 5.3.2 e) er placeret, så den umiddelbart kan overvåges af den person, der udfører arbejdet, behøver der ikke at være midler til at sikre adskilt tilstand.

6 Beskyttelse mod elektrisk stød

6.1 Generelt

Det elektriske udstyr skal yde beskyttelse af personer mod elektrisk stød:

- direkte berøring (se 6.2 og 6.4),
- indirekte berøring (se 6.3 og 6.4).

Foranstaltningerne for denne beskyttelse, der er givet i 6.2, 6.3, og for PELV, i 6.4, er anbefalede dele fra IEC 60364-4-41. Hvor disse anbefalede foranstaltninger ikke er praktisk anvendelige, f.eks. på grund af fysiske eller funktionelle betingelser, kan der anvendes andre foranstaltninger fra IEC 60364-4-41.

6.2 Beskyttelse mod direkte berøring

6.2.1 Generelt

For hver kreds eller for hver del af det elektriske udstyr, skal der anvendes foranstaltninger fra enten 6.2.2 eller 6.2.3, og hvor det er anvendeligt 6.2.4.

Undtagelse: Hvor disse foranstaltninger ikke er tilstrækkelige, kan der anvendes andre foranstaltninger til beskyttelse mod direkte berøring som defineret i IEC 60364-4-41 (se 6.2.5 og 6.2.6), (f.eks. ved brug af barrierer, ved placering uden for rækkevidde, ved brug af forhindringer, ved brug af installations- eller konstruktionsteknikker der forhindrer adgang).

Når udstyret er placeret i områder med adgang for alle personer inklusive børn, skal foranstaltningerne fra enten 6.2.2 med et minimum af beskyttelse mod direkte berøring svarende til IP4X eller IPXXD (se IEC 60529) eller 6.2.3 anvendes.

6.2.2 Beskyttelse ved kapslinger

Spændingsførende dele skal placeres i kapslinger, der lever op til de relevante krav i punkt 4, 11 og 14, og som yder beskyttelse mod direkte berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529).

Hvor overfladerne af kapslingen er let tilgængelig, skal overfladens beskyttelse mod direkte berøring som minimum svare til IP4X eller IPXXD.

Åbning af kapslingen (dvs. døre, låg, dæksler og lignende) skal kun være mulig under følgende omstændigheder:

- a) Brugen af nøgle eller værktøj er nødvendig for adgang. For lukkede elektriske driftsområder, se IEC 60364-4-41 eller IEC 60439-1 afhængigt af egnethed.

NOTE 1 Brugen af nøgle eller værktøj har til formål at begrænse adgangen til kun at omfatte sagkyndige eller instruerede personer (se 17.2 l)).

Alle spændingsførende dele - som let kan blive berørt ved reset eller justering af indretninger beregnet til sådanne handlinger, mens udstyret stadig er tilsluttet - skal være beskyttet mod direkte berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB. Andre spændingsførende dele på indersiden af døre skal være beskyttet mod direkte berøring svarende til mindst IP1X eller IPXXA.

- b) Afbrydelse af spændingsførende dele i kapslinger inden kapslingen kan åbnes.

Dette kan opnås ved, at døren interlockes med en adskiller (f.eks. forsyningsadskilleren), så døren kun kan åbnes, når adskilleren er åben og adskilleren kun kan slutes, når døren er lukket.

Undtagelse: En speciel indretning eller værktøj, som foreskrevet af leverandøren, kan anvendes til at forbikoble interlocken, forudsat at:

- Det til enhver tid, mens interlocken er forbikoblet, er muligt at åbne adskilleren og låse denne i OFF (adskilt) position eller på anden måde forhindre uautoriseret indkobling af adskilleren;
- Interlocken automatisk reetableres, når døren lukkes.
- Alle spændingsførende dele - som let kan blive berørt ved reset eller justering af indretninger beregnet til sådanne handlinger, mens udstyret stadig er forbundet - er beskyttet mod direkte berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB, og andre spændingsførende dele på indersiden af døre er beskyttet mod direkte berøring svarende til mindst IP1X eller IPXXA.
- Relevant information er leveret sammen med det elektriske udstyr (se 17.2 b)9) og b)12)).

NOTE 2 Den specielle indretning eller det værktøj er kun påtænkt at skulle benyttes af sagkyndige eller instruerede personer (se 17.2 b)12)).

Der skal være foranstaltninger til at begrænse adgangen til spændingsførende dele bag døre, der ikke er direkte aflåst med adskillere, til sagkyndige eller instruerede personer. (se 17.2 b)12)).

Alle dele, der stadig er spændingsførende efter udkobling af adskillere(n) (se 5.3.5), skal være beskyttet mod direkte berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529). Sådanne dele skal være mærkede med advarselsskilte i henhold til 16.2.1 (se også 13.2.4 for identifikation af ledere ved brug af farver).

Undtaget fra dette mærkningskrav er:

- Dele der kun kan blive spændingsførende på grund af forbindelse til interlock-kredse og som er markeret ved farver som potentielt spændingsførende i henhold til 13.2.4.
 - Forsyningsadskillere ns tilgangsterminaler, når disse er monteret i en separat kapsling.
- c) Åbning uden brug af nøgle eller værktøj og uden afbrydelse af spændingsførende dele, må kun være mulig, når alle spændingsførende dele er beskyttet mod direkte berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529). Hvor der anvendes barrierer til denne beskyttelse, skal der enten anvendes værktøj for at fjerne barriererne, eller alle spændingsførende dele skal afbrydes automatisk, når barriererne fjernes.

NOTE 3 Når beskyttelse mod direkte berøring er opnået i henhold til 6.2.2 c), og en fare kan opstå som følge af manuel påvirkning af indretninger (f.eks. manuel indkobling af kontaktorer eller relæer), bør en sådan påvirkning hindres ved brug af barrierer eller forhindringer, som kræver værktøj for at kunne fjernes.

6.2.3 Beskyttelse ved isolation af spændingsførende dele

Spændingsførende dele, der er beskyttet ved isolation, skal være fuldstændig dækket med isolation, der kun kan fjernes ved destruktion. Denne isolation skal være i stand til at modstå de mekaniske, kemiske, elektriske og termiske påvirkninger som den kan blive udsat for under normale driftsbetingelser.

NOTE Maling, fernis, lak og lignende produkter alene, er generelt utilstrækkelige til beskyttelse mod elektrisk stød under normale driftsbetingelser.

6.2.4 Beskyttelse mod restspændinger

Spændingsførende dele med en restspænding på over 60 V, efter at forsyningen er afbrudt, skal aflades til 60 V eller derunder inden for en periode på 5 s efter afbrydelsen af forsyningen, forudsat at denne grad af afladning ikke forstyrrer udstyrets korrekte funktion. Undtaget fra dette krav er komponenter, som har en oplagret ladning på 60 μC eller mindre. Hvor de specificerede afladningsniveau kunne forstyrre udstyrets korrekte funktion, skal der være et holdbart advarselsskilt, som henleder opmærksomheden på faren og angiver den krævede tidsforsinkelse, før kapslingen må åbnes. Advarslen skal vises på et let synligt sted på eller i umiddelbar nærhed af kapslingen, som indeholder kapacitanserne.

I tilfælde af stikpropper eller lignende indretninger, hvor udtræk af disse medfører blotlæggelse af ledere f.eks. stikben, må afladetiden ikke overstige 1 s, ellers skal sådanne ledere være beskyttet mod direkte berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB. Hvis hverken en afladetid på 1 s eller en beskyttelse svarende til mindst IP2X eller IPXXB kan opnås (f.eks. i tilfælde af aftagelige strømftager på ledningstråde, strømskinner eller slæberingsindretninger, se 12.7.4), skal der være yderligere afbrydere eller egnede advarselsindretninger (f.eks. et advarselsskilt i henhold til 16.1).

6.2.5 Bekyttelse ved barrierer

For beskyttelse ved barrierer gælder 412.2 i IEC 60364-4-41.

6.2.6 Beskyttelse ved placering uden for rækkevidde eller ved forhindringer

For beskyttelse ved placering uden for rækkevidde gælder 412.4 i IEC 60364-4-41. For beskyttelse ved brug af forhindringer gælder 412.3 i IEC 40364-4-41.

For ledningstrådssystemer eller strømskinnesystemer med en beskyttelsesgrad mindre end IP2X, se 12.7.1.

6.3 Beskyttelse mod indirekte berøring

6.3.1 Generelt

Beskyttelse mod indirekte berøring (3.29) har til formål at forhindre farlige situationer, der skyldes en isolationsfejl mellem spændingsførende dele og berøringstilgængelige ledende dele.

For hver kreds eller del af det elektriske udstyr skal mindst en af foranstaltningerne i overensstemmelse med 6.3.2 til 6.3.3 anvendes:

- Foranstaltninger til at forhindre forekomst af berøringsspænding (6.3.2), eller
- automatisk afbrydelse af forsyningen inden den tid hvor kontakt med en berøringsspænding kan blive farlig (6.3.3).

NOTE 1 Risikoen for skadelige fysiologiske påvirkninger af en berøringsspænding afhænger af størrelsen af berøringsspændingen og varigheden af den mulige eksponering.

NOTE 2 For udstyrsklasser og beskyttende foranstaltninger, se IEC 61140.

6.3.2 Beskyttelse mod opståen af berøringsspænding

6.3.2.1 Generelt

Foranstaltninger til at forhindre opståen af en berøringsspænding omfatter følgende:

- Brug af klasse II udstyr eller tilsvarende isolation.
- Elektrisk adskillelse.

6.3.2.2 Beskyttelse ved brug af klasse II udstyr eller tilsvarende isolation

Denne foranstaltning har til formål at forhindre opståen af berøringsspænding på tilgængelige dele på grund af fejl i grundisolationen.

Denne beskyttelse opnås ved brug af en eller flere af de følgende muligheder:

- Klasse II elektriske indretninger eller apparater (dobbelt isolation, forstærket isolation eller ved tilsvarende isolation i overensstemmelse med IEC 61140).
- Tavler med total isolation i overensstemmelse med IEC 60439-1.
- Supplerende eller forstærket isolation i overensstemmelse med 413.2 i IEC 60364-4-41.

6.3.2.3 Beskyttelse ved elektrisk adskillelse

Elektrisk adskillelse af en individuel kreds har til formål at forhindre berøringsspænding gennem kontakt med berøringstilgængelige dele, som kan blive spændingsførende ved en fejl på grundisolationen i de spændingsførende dele i denne kreds.

For denne beskyttelsesmetode gælder kravene i 413.5 i IEC 60364-4-41.

6.3.3 Beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen

Denne foranstaltning omfatter afbrydelse af en eller flere forsyningsledere ved beskyttelsesindretningens automatiske funktion i tilfælde af en fejl. Denne afbrydelse skal ske indenfor tilstrækkelig kort tid for at begrænse tiden hvor berøringsspændingen er farlig. Afbrydetider er angivet i Anneks A.

Denne foranstaltning er afhængig af koordination mellem:

- Typen af forsyningssystem og jordingsystem.
- Impedansen i de forskellige dele af det beskyttelsesmæssige udligningssystem.
- Egenskaberne ved beskyttelsesindretningerne, der detekterer isolationsfejlen(e).

Automatisk afbrydelse af forsyningen af enhver kreds påvirket af isolationsfejl har til formål at forhindre farlige situationer som følge af berøringsspænding.

Denne beskyttelsesmetode omfatter både:

- Beskyttelsesmæssig udligning af berøringstilgængelige ledende dele (se 8.2.3),
- og enten:
 - a) Overstrømsbeskyttelsesindretninger for automatisk afbrydelse af forsyningen ved detektering af isolationsfejl i TN systemer, eller
 - b) fejlstrømsbeskyttelsesindretninger til igangsætning af den automatisk afbrydelse af forsyningen ved detektering af isolationsfejl fra en spændingsførende del til en berøringstilgængelig ledende del eller til jord i et TT system, eller
 - c) isolationsovervågning eller fejlstrømsbeskyttelsesindretninger til at igangsætte automatisk afbrydelse af IT systemer. Hvis der ikke er en beskyttelsesindretning, der afbryder forsyningen i tilfælde af første jordfejl, så skal der være en isolationsovervågning til at markere opståen af første fejl fra en spændingsførende del til berøringstilgængelige ledende dele eller til jord. Denne isolationsovervågningsindretning skal igangsætte et hørbart og/eller synligt signal, som skal fortsætte så længe fejlen består.

NOTE På større maskiner kan anvendelse af et jordfejlslokaliseringssystem lette vedligeholdelsen.

Hvor der anvendes automatisk afbrydelse i overensstemmelse med a), og afbrydelse indenfor tiden specificeret i tillæg A.1 ikke kan sikres, skal der etableres supplerende udligning for at kunne leve op til kravene i tillæg A.3.

6.4 Beskyttelse ved brug af PELV

6.4.1 Generelle krav

PELV (beskyttende ekstra lav spænding) benyttes til at beskytte personer imod elektrisk stød ved indirekte berøring og direkte berøring af begrænset område (se 8.2.5).

PELV kredse skal opfylde alle de følgende betingelser:

- a) Den nominelle spænding må ikke overstige:
 - 25 V vekselspænding r.m.s. eller 60 V rippelfri jævnspænding, når udstyret normalt benyttes i tørre omgivelser, og når berøring mellem store arealer af spændingsførende dele og menneskekroppen ikke forventes, eller
 - 6 V vekselspænding r.m.s. eller 15 V rippelfri jævnspænding i alle andre tilfælde.

NOTE *Rippelfri* er traditionelt defineret for en sinusformet rippelspænding med et rippel indhold på mindre end 10% af r.m.s værdien.

- b) Den ene side af kredsen eller det ene punkt af kredsens forsyningskilde skal forbindes til den beskyttelsesmæssige udligningskreds.;
- c) Spændingsførende dele af PELV kredse skal være elektrisk adskilt fra andre spændingsførende kredse. Den elektriske adskillelse må ikke være mindre end den, der kræves mellem en sikkerhedstransformers primære og sekundære kreds (se IEC 61558-1 og IEC 61558-2-6).
- d) Ledere fra hver PELV kreds skal være fysisk adskilt fra ledere i alle andre kredse. Når dette krav ikke er praktisk anvendelig, gælder isolationsbestemmelserne i 13.1.3.
- e) Stikpropper og stikkontakter for en PELV kreds skal være i overensstemmelse med det følgende:
 - 1) Stikpropper må ikke kunne passe i andre spændingssystemers stikkontakter.
 - 2) Stikkontakter må ikke give adgang til stikpropper fra andre spændingssystemer.

6.4.2 PELV kilder

PELV kilden skal være en af følgende:

- En sikkerhedstransformer i overensstemmelse med IEC 61558-1 og IEC 61558-2-6.
- En strømkilde der yder samme grad af sikkerhed som en sikkerhedstransformer (f.eks. en motorgenerator med viklinger, der yder en tilsvarende isolation).
- En elektrokemisk kilde (f.eks. et batteri) eller anden kilde der er uafhængig af en kreds med højere spænding (f.eks. en dieseldrevet generator).
- En elektronisk strømforsyning i overensstemmelse med egnede standarder der specificerer foranstaltninger, som skal sikre, at selv i tilfælde af en intern fejl vil spændingen på afgangsterminalerne aldrig overstige værdierne, der er angivet i 6.4.1.

7 Beskyttelse af udstyr

7.1 Generelt

Dette afsnit angiver detaljeret foranstaltningerne, der skal tages for at beskytte udstyret imod effekterne af:

- Overstrøm opstået ved kortslutning.
- Overbelastning og/eller tab af køling af motorer.
- Unormale temperaturer.
- Tab af eller reduktion af forsyningsspændingen.
- Overhastighed af maskiner/maskinelementer.
- Jordfejl/fejlstrømme.
- Forkert fasefølge.
- Overspænding der skyldes lyn og koblingsstrømme.

7.2 Overstrømsbeskyttelse

7.2.1 Generelt

Der skal være overstrømsbeskyttelse, hvor strømmen i en maskines kreds kan overstige enten en enkelt komponents strømværdi eller lederes strømværdi, uanset hvilken der har den mindste værdi. Værdierne eller indstillingerne, der skal benyttes, er angivet i 7.2.10.

7.2.2 Forsyningsledere

Med mindre andet er specificeret af brugeren, er leverandøren af det elektriske udstyr ikke ansvarlig for at levere overstrømsbeskyttelsesindretninger for forsyningslederne til det elektriske udstyr (se tillæg B).

Leverandøren af det elektriske udstyr skal på installationsskemaet angive de data, der er nødvendige for at kunne vælge overstrømsbeskyttelsesindretninger (se 7.2.10 og 17.4).

7.2.3 Effektkredse

Indretninger til detektering og afbrydelse af overstrøm, valgt i overensstemmelse med 7.2.10, skal anvendes i hver af de spændingsførende ledere.

Afhængigt af forholdene må de følgende ledere ikke afbrydes uden at afbryde alle tilhørende spændingsførende ledere:

- Neutrallederen i a.c. effektkredse.
- Den jordforbundne leder i d.c. effektkredse.
- d.c. effektledere forbundet til berøringstilgængelige ledende dele af mobile maskiner.

Hvor neutrallederens tværsnitsareal er lig med eller mindst svarer til faselederens tværsnit, er det ikke nødvendigt at anvende overstrømsdetektion eller afbryderindretninger for denne leder. For en neutralleder med et tværsnitsareal, som er mindre end de tilhørende faselederes, gælder foranstaltningerne i 524 i IEC 60364-5-52.

I IT systemer anbefales det, at den neutrale leder ikke benyttes. Benyttes der imidlertid en neutralleder, gælder de detaljerede foranstaltninger i IEC 60364-4-43.

7.2.4 Styrekredse

Ledere i styrekredse, der er forbundet direkte til forsyningsspændingen, og i kredse, der forsyner styrekredses transformere, skal være beskyttet mod overstrøm i henhold til 7.2.3.

Ledere i styrekredse, som er forsynet fra en styrekredstransformer eller en d.c. forsyning, skal beskyttes mod overstrøm (se også 9.4.3.1):

- I styrekredse forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningskreds, ved at indskyde en overstrømsbeskyttelsesindretning i den koblede leder;
- i styrekredse der ikke er forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningskreds:
 - Hvor ledere med samme tværsnitsareal er benyttet i alle styrekredse, ved at indskyde en overstrømsbeskyttelsesindretning i den koblede leder, og
 - hvor ledere med forskellige tværsnitsarealer er benyttet i forskellige underkredse, ved at indsætte overstrømsbeskyttelsesindretning i både koblede og fællesledere i hver underkreds.

7.2.5 Stikkontakter og deres tilhørende ledere

Der skal være overstrømsbeskyttelse af de kredse, der forsyner almindelige stikkontakter, hvis tilsigtede brug primært er at forsyne vedligeholdelsesmateriel. Overstrømsbeskyttelsesindretninger skal placeres i de ikke jordforbundne spændingsførende ledere i hver kreds, som forsyner stikkontakter.

7.2.6 Belysningskredse

Alle ikke-jordforbundne ledere i kredse, der forsyner belysning, skal kortslutningbeskyttes ved anvendelse af overstrømsbeskyttelsesindretninger, der ikke må anvendes som beskyttelse for andre kredse.

7.2.7 Transformere

Transformere skal være beskyttet mod overstrøm i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger. Beskyttelsen skal (se også 7.2.10):

- Forhindre generende udkobling, der skyldes transformer-magnetiseringsstrøm ved indkobling.
- Forhindre en temperaturstigning i viklingerne ud over den tilladte værdi for transformereens isolationsklasse, når den er udsat for kortslutningseffekten på dens sekundærklemmer.

Overstrømsbeskyttelsesindretningens type og indstilling skal være i overensstemmelse med transformerleverandørens anbefalinger.

7.2.8 Placering af overstrømsbeskyttelsesindretninger

En overstrømsbeskyttelsesindretning skal placeres på det sted, hvor en reduktion i ledernes tværsnitsareal eller en anden ændring reducerer ledernes strømværdi, undtaget hvor alle de følgende forhold er tilfredsstillet:

- Ledernes strømværdi er som minimum lig med belastningsstrømmen.
- Den del af lederen, imellem stedet hvor lederens strømværdi reduceres og hvor overstrømsbeskyttelsesindretningen er placeret, må ikke overstige 3 m;

Lederen er installeret således, at sandsynligheden for en kortslutning reduceres, f.eks. beskyttet af en kapsling eller ledningskanal.

7.2.9 Overstrømsbeskyttelsesindretninger

Kortslutningsbrydeevnen skal mindst være lig med den prospektive fejlstrøm i installationspunktet. Hvor kortslutningsstrømmen til en overstrømsbeskyttelsesindretning kan omfatte strømme udover dem fra forsyningen (f.eks. fra motorer, fra fasekompenseringskondensatorer), skal disse strømme tages i betragtning.

En lavere brydeevne er tilladt, hvor andre beskyttelsesindretninger (f.eks. overstrømsbeskyttelsesindretninger for forsyningslederne (se 7.2.2)) har den nødvendige brydeevne og er installeret på forsynings siden. I det tilfælde skal de to indretningers karakteristik koordineres således, at energigennemslippet (I^2t) i de to indretninger i serie ikke overstiger det, der kan overføres uden beskadigelse af overstrømsbeskyttelsesindretningen på belastningssiden samt de ledere, der beskyttes af denne indretning (se tillæg A i IEC 60947-2).

NOTE Brugen af et sådant koordineret arrangement af overstrømsbeskyttelsesindretninger kan resultere i at de begge udløser.

Hvor sikringer benyttes som overstrømsbeskyttelsesindretninger, skal der benyttes en type, der er let tilgængelige i det land, hvor de skal benyttes, ellers skal der træffes aftaler for levering af reservedele.

7.2.10 Mærkeværdi for og indstilling af overstrømsbeskyttelsesudstyr

Sikringsers mærkestrøm eller indstillingsstrømmen på andre overstrømsbeskyttelsesindretninger skal vælges så lav som mulig, men tilstrækkelig for de forventede overstrømme (f.eks. under opstart af motorer eller indkobling af transformere). Når disse beskyttelsesindretninger vælges, skal overvejelser vedrørende beskyttelse af koblingsindretningerne mod skader, der skyldes overstrøm, tages med i betragtningerne (f.eks. svejsning af koblingsindretningens kontakter).

Mærkestrømmen eller indstillingen af overstrømsbeskyttelsesudstyret bestemmes af strømværdien for de ledere, der skal beskyttes i overensstemmelse med 12.4, tillæg D2 og den maksimalt tilladelige afbrydetid t i overensstemmelse med tillæg D.3, under hensyntagen til behovet for koordination med andre elektriske indretninger i den beskyttede kreds.

7.3 Beskyttelse af motorer mod overophedning

7.3.1 Generelt

Der skal være beskyttelse imod overophedning af hver motor med en mærkeeffekt på mere en 0,5 kW.

Undtagelser:

Til formål, hvor automatisk afbrydelse af motoren i drift er uacceptabel (f.eks. brandpumper), skal detekteringsmidlerne give et advarselssignal, som operatøren kan reagere på.

Beskyttelse af motorer mod overophedning kan opnås ved hjælp af:

- overbelastningsbeskyttelse (7.3.2),

NOTE 1 Overbelastningsbeskyttelsesindretninger detekterer tid strøm forholdet (I^2t) i en kreds, hvor mærkefuldlasten af kredsen er overskredet og iværksætter passende styre-reaktioner.

- over-temperaturbeskyttelse(7.3.3), eller

NOTE 2 Temperaturdetekteringsindretninger føler en overtemperatur og iværksætter passende styre-reaktioner.

- strømbegrænsningsbeskyttelse (7.3.4).

Efter at beskyttelsen mod overophedning har udkoblet skal automatisk genstart af enhver motor være forhindret, hvor dette kan skabe en farlig situation eller skade maskinen eller den igangværende arbejdsproces.

7.3.2 Overbelastningsbeskyttelse

Hvor der anvendes overbelastningsbeskyttelse, skal detektering af overbelastning(er) foretages i alle spændingsførende ledere, med undtagelse af neutrallederen. Dog, hvor motor overbelastningsdetektionen ikke benyttes til overbelastningsbeskyttelse af kabler (se også tillæg D.2), kan antallet af overbelastningsdetektions-indretninger reduceres, hvis kunden ønsker dette (se tillæg B). For enfasede motorer eller DC strømforsyninger er det tilladt kun at detektere i en ikke-jordet spændingsførende leder.

Hvor overbelastningsbeskyttelse er opnået ved afbrydelse, skal koblingsapparatet afbryde alle spændingsførende ledere. Afbrydelse af neutrallederen er ikke nødvendig ved overbelastningsbeskyttelse.

Hvor motorer med særlig driftsform kræves hyppigt startet eller bremset (f.eks. motorer for hurtig traversering, aflåsning, hurtig omstyring, følsom boreoperation), kan det være vanskeligt at opnå overbelastningsbeskyttelse med en tidskonstant, der er sammenlignelig med tidskonstanten for den vikling, der skal beskyttes. Det kan være nødvendigt at benytte beskyttelsesindretninger, der er specielt konstrueret til at imødekomme motorer med særlig driftsform eller over-temperatur beskyttelse (se 7.3.3).

For motorer, der ikke kan blive overbelastede (f.eks. momentmotorer, bevægelsesdrev som enten er beskyttet af mekanisk overbelastningsbeskyttelse indretninger eller er tilstrækkeligt dimensionerede), er overbelastningsbeskyttelse ikke nødvendig.

7.3.3 Beskyttelse mod overtemperatur

Anvendelse af motorer med beskyttelse mod overtemperatur (se IEC 60034-11) anbefales i situationer, hvor køling kan være nedsat (f.eks. støvende miljøer). Afhængigt af motortypen, er beskyttelse ved blokeret rotor eller ved tab af en fase ikke altid sikret af overtemperaturbeskyttelsen, og der bør etableres yderligere beskyttelse.

Beskyttelse mod overtemperatur anbefales også for motorer, der ikke kan blive overbelastede (f.eks. momentmotorer, bevægelsesdrev som enten er beskyttet af mekaniske indretninger til overbelastningsbeskyttelse eller er tilstrækkeligt dimensionerede), hvor muligheden for overtemperatur er tilstede (f.eks. på grund af reduceret køling).

7.3.4 Strømbegrænsningsbeskyttelse

Hvor beskyttelse mod effekterne af overophedning i trefasede motorer er opnået ved strømbegrænsning, kan antallet af strømbegrænsningsindretninger reduceres fra 3 til 2 (se 7.3.2). For enfasede motorer med a.c. eller d.c. spændingsforsyninger er strømbegrænsning kun tilladt i én ikke-jordet spændingsførende leder.

7.4 Beskyttelse mod unormale temperaturer

Modstandsopvarmning eller andre kredse, der er i stand til at opnå eller være årsag til unormale temperaturer (f.eks. på grund af korttidsdrift, eller tab af kølemidler) og derfor kan skabe en farlig situation, skal udstyres med egnet detektion til at iværksætte en passende styre-reaktion.

7.5 Beskyttelse mod forsyningsafbrydelse eller spændingsreduktion og efterfølgende genoprettelse

Hvor en forsyningsafbrydelse eller en spændingsreduktion kan skabe en farlig situation, skade maskinen eller en igangværende arbejdsproces, skal der etableres underspændingsbeskyttelse ved f.eks. afbrydelse af maskinen ved et forudbestemt spændingsniveau.

Hvor maskinens funktion kan tillade en afbrydelse eller en reduktion af spændingen i en kort periode, kan underspændingsbeskyttelse med forsinkelse benyttes. Underspændingsbeskyttelsens funktion må ikke forringe nogen af maskinens stopfunktioner.

Efter genoprettelse af spændingen eller efter indkobling af forsyningen, skal automatisk eller uventet genstart af maskinen forhindres, hvor en sådan genstart kan skabe en farlig situation.

Hvor kun en del af maskinen eller af gruppen af maskiner, der arbejder koordineret sammen, er påvirket af spændingsreduktionen eller forsyningsafbrydelsen, skal underspændingsbeskyttelsen iværksætte passende styre-reaktioner for at sikre koordinationen.

7.6 Beskyttelse mod overhastighed for motorer

Der skal være beskyttelse mod overhastighed, hvor en overhastighed kan forekomme og muligvis skabe en farlig situation, under hensyntagen til foranstaltningerne i 9.3.2. Beskyttelsen mod overhastighed skal iværksætte passende styre-reaktioner og skal forhindre automatisk genstart.

Beskyttelsen mod overhastighed bør fungere sådan, at motorens mekaniske hastighedsgrænse eller belastning ikke overskrides.

NOTE Denne beskyttelse kan f.eks. bestå af centrifugalafbryder eller hastighedsovervågning.

7.7 Beskyttelse mod jordfejl/fejlstrøm

Ud over at yde overstrømsbeskyttelse ved automatiske afbrydelse som beskrevet i 6.3 kan beskyttelse mod jordfejl/fejlstrøm etableres for at reducere skader på udstyr, der skyldes jordfejlstrømme som er mindre end detektionsniveauet for overstrømsbeskyttelsen.

Indstillingen af indretningerne skal være så lav som mulig og være forenelig med udstyrets korrekte funktion.

7.8 Beskyttelse mod forkert fasefølge

Hvor forkert fasefølge af forsyningsspændingen kan skabe en farlig situation eller skader på maskinen, skal der være beskyttelsesudstyr.

NOTE brugsbetingelser som kan føre til forkert fasefølge inkluderer:

- En maskine der flyttes fra én forsyning til en anden.
- En mobil maskine der kan tilsluttes en ekstern strømforsyning.

7.9 Beskyttelse mod overspænding der skyldes lyn og koblingstransienter

Der kan anvendes beskyttelse mod virkningerne af overspændinger, der skyldes lyn og koblingstransienter.

Ved anvendelse:

- Skal udstyr til undertrykkelse af overspændinger, der skyldes lyn, være tilsluttet forsyningsadskillerens tilslutningsklemmer.
- Skal udstyr til undertrykkelse af overspændinger, der skyldes koblingstransienter, være forbundet over terminalerne på alt det udstyr, der kræver en sådan beskyttelse.

8 Udligningsforbindelser

8.1 Generelt

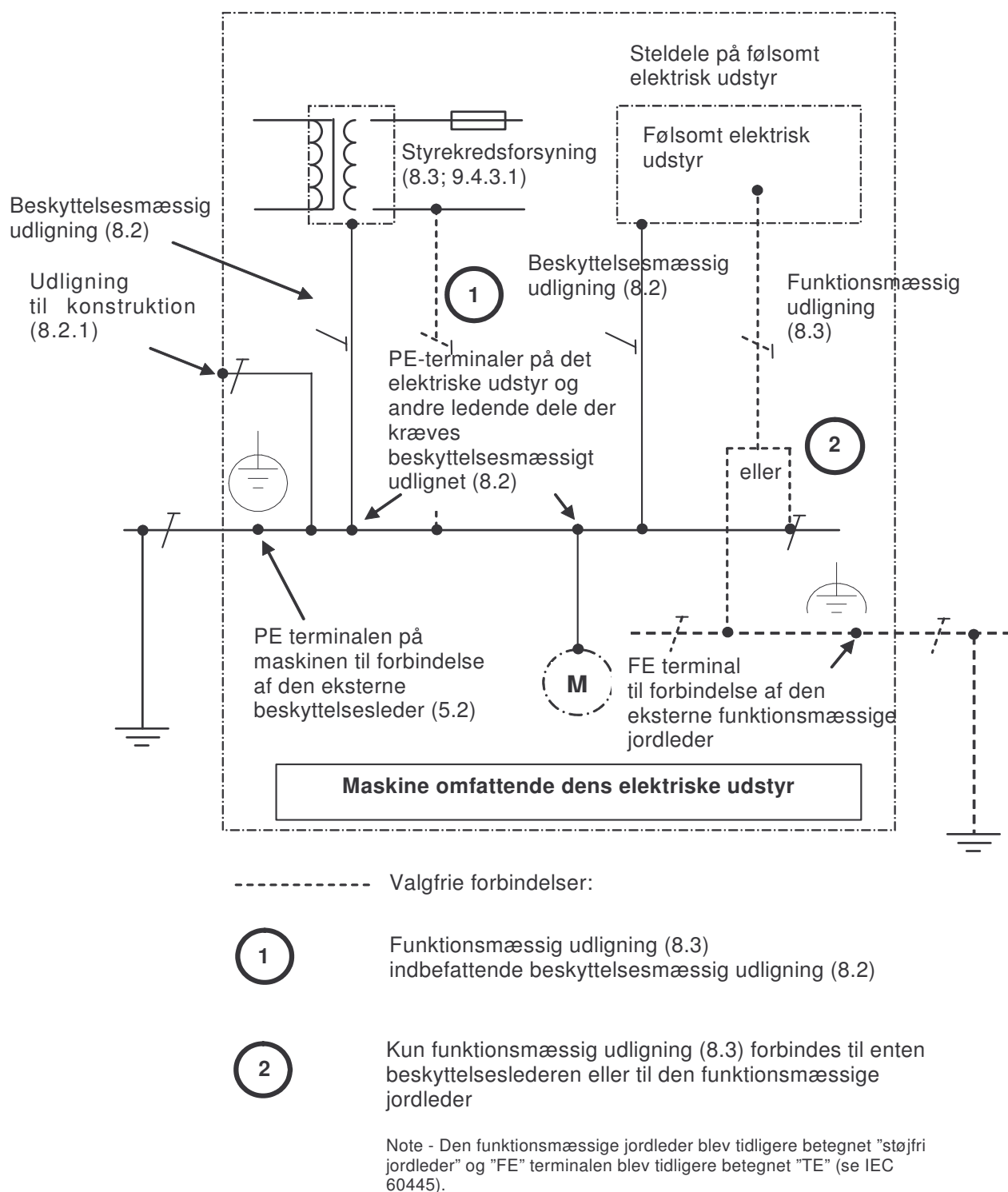
Dette afsnit angiver krav til både beskyttelsesmæssig udligning og funktionsmæssig udligning. Figur 2 illustrerer disse begreber.

Beskyttelsesmæssig udligning er en grundlæggende beskyttelse mod fejl til at sikre beskyttelse af personer imod elektrisk stød fra indirekte berøring (se 6.3.3 og 8.2).

Formålet med funktionsmæssig udligning (se 8.3) er at minimere:

- Konsekvensen af en isolationsfejl som kunne påvirke maskinens funktion.
- Konsekvensen af elektriske forstyrrelser af følsomt elektrisk udstyr som kunne påvirke maskinens funktion.

Normalt opnås funktionsmæssig udligning ved forbindelse til den beskyttelsesmæssige udligningsforbindelse, men hvor de elektriske forstyrrelser på den beskyttelsesmæssige udligning ikke har et tilstrækkeligt lavt niveau til at sikre korrekt funktion af det elektriske udstyr, kan det være nødvendigt at forbinde den funktionsmæssige udligning til en separat funktionsmæssig jordleder (se figur 2).



Figur 2 – Eksempel på udligningsforbindelser for elektrisk udstyr på en maskine

8.2 Beskyttelsesmæssig udligningskreds

8.2.1 Generelt

Den beskyttelsesmæssige udligningskreds består af:

- PE terminal(er) (se 5.2).
- Beskyttelseslederne i maskinens udstyr indbefattende glidekontakter, hvor de er en del af kredsen.
- De berøringstilgængelige ledende dele og ledende dele af det elektriske udstyrs struktur.
- De fremmede ledende dele der udgør maskinens struktur.

Alle dele af den beskyttelsesmæssige udligningskreds skal være udført, så de kan modstå de største termiske og mekaniske belastninger, der kan forårsages af jord-fejlstrømme, der kan løbe i den pågældende del af den beskyttelsesmæssige udligningsforbindelse.

Hvor ledeevnen i det elektriske udstyrs - eller maskinens struktur er mindre end ledeevnen i den mindste beskyttelsesleder, der er forbundet til de berøringstilgængelige ledende dele, skal der etableres en supplerende udligningsleder. Denne leder skal have et tværsnit på mindst det halve af den tilhørende beskyttelsesleder.

Hvis der benyttes et IT forsyningssystem, skal maskinens struktur være en del af den beskyttelsesmæssige udligningskreds og en isolationsovervågning skal etableres. Se 6.3.3 c).

Ledende strukturdele, på udstyr i overensstemmelse med 6.3.2.2, behøver ikke at blive forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningskreds. Fremmede ledende dele, som udgør en maskines struktur, behøver ikke at blive forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningskreds, hvor alt udstyret er leveret i overensstemmelse med 6.3.2.2.

Berøringstilgængelige ledende dele af udstyr, som er i overensstemmelse med 6.3.2.3, må ikke forbindes til den beskyttelsesmæssige udligningskreds.

8.2.2 Beskyttelsesledere

Beskyttelsesledere skal identificeres i henhold til 13.2.2.

Kobberledere foretrækkes. Hvor andet ledermateriel end kobber benyttes, skal dets elektriske modstand pr. længdeenhed ikke overstige den tilladte kobberlednings modstand, og sådanne ledere skal have et tværsnit på mindst 16 mm².

Beskyttelseslederens tværsnit skal bestemmes i henhold til kravene i:

- 543 i IEC 60364-5-54, eller
- 7.4.3.1.7 i IEC 60439-1, efter relevans.

Dette krav er opfyldt i de fleste tilfælde, hvor forholdet mellem tværsnittet af faseledernes tilhørende dele af udstyret og tværsnittet af den tilhørende beskyttelsesleder er i overensstemmelse med tabel 1 (se 5.2).

Se også 8.2.8.

8.2.3 Kontinuiteten af den beskyttelsesmæssige udligningskreds

Alle berøringstilgængelige ledende dele skal forbindes til den beskyttelsesmæssige udligningskreds i overensstemmelse med 8.2.1.

Undtagelse: se 8.2.5.

Hvor en del fjernes uanset årsag (f.eks. rutinemæssig vedligeholdelse), må den beskyttelsesmæssige udligningskreds for de resterende dele ikke afbrydes.

Forbindelser og forbindelsespunkter skal være således designet, at deres strømværdi ikke forringes af mekaniske, kemiske eller elektrokemiske påvirkninger. Hvor der anvendes kapsling eller ledere af aluminium eller aluminiumslegeringer, skal der tages særlig hensyn til muligheden for elektrolytisk tæring.

Metalliske fleksible eller stive ledningskanaler og metalliske kabelkapper må ikke benyttes som beskyttelsesledere. Alligevel skal sådanne ledningskanaler af metal og metalliske kapper på alle forbindelseskabler (f.eks. kabelarmering eller blykappe) forbindes til den beskyttelsesmæssige udligningskreds.

Hvor elektrisk udstyr er monteret på låger, døre, eller dækplader, skal kontinuiteten af den beskyttelsesmæssige udligningskreds sikres, og en beskyttelsesleder (se 8.2.2) anbefales. Ellers skal beslag, hængsler eller glidekontakter, der er designet til at have en lav modstand, benyttes (se 18.2.2, test 1).

Beskyttelseslederens kontinuitet i kabler, der er udsat for beskadigelse (f.eks. fleksible slæbekabler), skal sikres med egnede midler (f.eks. monitoring).

For krav til beskyttelseslederens kontinuitet, hvor der benyttes ledningstråde, strømskinner og slæberingssystemer, se 12.7.2.

8.2.4 Udelukkelse af koblingsapparater fra den beskyttelsesmæssige udligningskreds.

Den beskyttelsesmæssige udligningskreds må ikke omfatte et koblingsapparat eller en overstrømsbeskyttelsesindretning (f.eks. afbryder eller sikring).

Der må ikke anvendes midler til afbrydelse af den beskyttelsesmæssige udligningskreds.

Undtagelse: Forbindelser til test eller måling, som ikke kan åbnes uden brug af værktøj og som er placeret i lukkede elektriske driftsområder.

Hvor den beskyttelsesmæssige udligningskreds kan afbrydes ved hjælp af flytbare strømaftagere eller stikprop/stikkontakt kombinationer, skal den beskyttelsesmæssige udligningskreds afbrydes ved hjælp af en tidlig slutte - sen bryde kontakt. Dette gælder også for flytbare eller udtrækkelige indstiksenheder (se også 13.4.5).

8.2.5 Dele som ikke behøver at være forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningskreds.

Det er ikke nødvendigt at forbinde berøringstilgængelige ledende dele til den beskyttelsesmæssige udligningskreds, hvor disse dele er monteret, så de ikke udgør en fare fordi:

- De ikke kan berøres på store overflader eller ikke kan gribes om med hånden, og de er små af størrelse (mindre end cirka 50 mm × 50 mm), eller
- De er placeret så enten kontakt med spændingsførende dele eller et isolationssvigt er usandsynlig.

Dette gælder for små dele som skruer, nitter og navneplader og for dele indeni en kapsling uanset deres størrelse (f.eks. kontaktorerens elektromagneter eller relæer og mekaniske dele af indretninger) (se også 410.3.3.5 i IEC 60364-4-41).

8.2.6 Beskyttelseslederens tilslutningspunkter

Alle beskyttelsesledere skal termineres i henhold til 13.1.1. Beskyttelseslederens tilslutningspunkter må ikke have andre funktioner og er f.eks. ikke beregnet til fastgørelse eller forbindelse af apparater eller dele.

Hvert tilslutningspunkt for beskyttelseslederen skal mærkes med symbolet IEC 60417-5019 (DB:2002-10):



eller med bogstaverne **PE** (det grafiske symbol foretrækkes), eller ved brug af den tofarvede kombination GRØN/GUL, eller ved enhver kombination af disse.

8.2.7 Mobile maskiner

På mobile maskiner med indbyggede strømforsyninger skal beskyttelseslederen, de ledende dele af det elektriske udstyr, og de fremmede ledende dele som udgør maskinens struktur, alle forbindes til en beskyttelsesmæssig udligningsklemme for at sikre beskyttelse mod elektrisk stød. Hvor en mobil maskine også kan tilsluttes til en ekstern strømforsyning, skal dennes beskyttelsesmæssige udligningsforbindelsesklemme være forbindelsespunktet for den eksterne beskyttelsesleder.

NOTE Hvor den elektriske energiforsyning er uafhængig indenfor stationære, mobile eller flytbare dele af udstyr, og hvor der ikke er forbundet en ekstern forsyning (f.eks. hvor en indbygget batterilader ikke er forbundet), er der ikke behov for at forbinde sådant udstyr til en ekstern beskyttelsesleder.

8.2.8 Yderligere beskyttelsesmæssige udligningskrav for elektrisk udstyr med lækstrømme til jord højere end 10 mA a.c. eller d.c.

NOTE 1 Lækstrøm til jord er defineret som "strøm der løber fra en spændingsførende del af en installation til jord, hvor der ikke er en isolationsfejl" (IEV 442-01-24). Denne strøm kan have en kapacitiv del inklusive den, som er resultatet af den forsætlige brug af kondensatorer.

NOTE 2 De fleste hastighedsregulerende elektriske drevsystemer, som overholder relevante dele af IEC 61800 vil have en jord lækstrøm på mere end 3,5 mA a.c.. En metode til at måle berøringsstrøm er specificeret som en typetest i IEC 61800-5-1 til at fastlægge lækstrømmen til jord fra hastighedsregulerede elektriske drevsystemer.

Hvor elektrisk udstyr har en lækstrøm til jord (f.eks. hastighedsregulerende elektriske drevsystemer og IT udstyr), der er større end 10 mA a.c. eller d.c. i hvilken som helst forsyning, skal en eller flere af de følgende forhold for den tilhørende beskyttelsesmæssige udligningskreds efterkommes:

- Beskyttelseslederen skal have et tværsnit på mindst 10 mm² Cu eller 16 mm² Al, i hele dens længde.
- Hvor beskyttelseslederen har et tværsnit på mindre end 10 mm² Cu eller 16 mm² Al, skal der være en anden beskyttelsesleder med mindst det samme tværsnit frem til det punkt, hvor beskyttelses lederen har et tværsnit på mindst 10 mm² Cu eller 16 mm² Al.

NOTE 3 Dette kan kræve, at det elektriske udstyr har en separat klemme for den anden beskyttelsesleder.

- Automatisk afbrydelse af forsyningen ved tab af beskyttelseslederens kontinuitet.

For at forhindre besværligheder i forbindelse med elektromagnetiske forstyrrelser gælder kravene i 4.4.2 også for installation af den dublerede beskyttelsesleder.

Endvidere skal der være et advarselsskilt i nærheden af PE klemmen, og hvor det er nødvendigt, på navnepladen på det elektriske udstyr. Den information, der er givet i henhold til 17.2 b)1), skal inkludere information om lækstrømme og den eksterne beskyttelsesleders mindste tværsnit.

8.3 Funktionsmæssig udligning

Beskyttelse mod fejlfunktion, som et resultat af isolationssvigt, kan opnås ved forbindelse til en fælles leder i henhold til 9.4.3.1.

For anbefalinger angående funktionsmæssig udligning for at undgå fejlfunktion, der skyldes elektromagnetiske forstyrrelser, se 4.4.2.

8.4 Forholdsregler til at begrænse virkningen af høje lækstrømme

Virkningen af høje lækstrømme kan begrænses til det udstyr, der har høje lækstrømme ved at forbinde udstyret til en dedikeret forsyningstransformer med adskilte viklinger. Den beskyttelsesmæssige udligningskreds skal forbindes til berøringstilgængelige ledende dele af udstyret og endvidere til transformere ns sekundære vikling. Beskyttelseslederen(e) mellem udstyret og den sekundære vikling skal være i overensstemmelse med en eller flere af metoderne, der er beskrevet i 8.2.8.

9 Styrekredse og styrefunktioner

9.1 Styrekredse

9.1.1 Forsyning til styrekredse

Hvor styrekredse er forsynet fra en a.c. kilde, skal der anvendes styretransformere til at forsyne styrekredsene. Sådanne transformere skal have adskilte viklinger. Hvor flere transformere benyttes, anbefales det at transformernes viklinger forbindes sådan, at sekundærspændingerne er i fase.

Hvor d.c. styrekredse, der er udledt fra en a.c. forsyning, er forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningskreds (se 8.2.1), skal de forsynes fra en separat vikling på a.c. styrekredstransformer en eller en anden styrekredstransformer.

NOTE Switch-mode enheder udstyret med transformere med adskilte viklinger i overensstemmelse med IEC 61558-2-17, lever op til disse krav.

Der kræves ikke transformere til maskiner med en enkelt motorstarter og/eller maksimalt to styreindretninger (f.eks. interlocks eller start/stop betjeningspanel).

9.1.2 Styrekredsspændinger

Styrespændingens nominelle værdi skal stemme overens med styrekredsens korrekte funktion. Den nominelle spænding må ikke overstige 277 V, når den leveres fra en transformer.

9.1.3 Beskyttelse

Styrekredse skal udstyres med overstrømsbeskyttelse i henhold til 7.2.4 og 7.2.10.

9.2 Styrefunktioner

NOTE 1 Information om de sikkerhedsrelaterede forhold af styrefunktioner er givet i ISO 13849-1 (1999), ISO 13849-2 (2003), og IEC 62061.

NOTE 2 Dette underafsnit angiver ikke krav til udstyret, der benyttes til at implementere styrefunktionen. Eksempler på sådanne krav er givet i afsnit 10.

9.2.1 Startfunktioner

Startfunktioner skal virke ved at aktivere de relevante kredse (se 9.2.5.2).

9.2.2 Stopfunktioner

Der er følgende tre kategorier af stopfunktioner:

- Stopkategori 0: Stop ved øjeblikkelig afbrydelse af forsyningen til maskinaktuatorerne (dvs. et ukontrolleret stop – se 3.56).
- Stopkategori 1: Et kontrolleret stop (se 3.11) med opretholdelse af forsyningen til maskinaktuatorerne for at opnå stoppet, og når stoppet er opnået afbrydes forsyningen.
- Stopkategori 2: Et kontrolleret stop med opretholdelse af forsyningen til maskinaktuatorerne.

9.2.3 Driftsformer

Hver maskine kan have en eller flere driftsformer afgjort ud fra maskintypen og dens anvendelse. Når en driftsform kan skabe en farlig tilstand, skal uautoriseret og/eller utilsigtet valg af driftsform forhindres med egnede midler (f.eks. nøglebetjent afbryder eller adgangskode).

Valg af driftsform alene må ikke iværksætte maskindrift. Der kræves en særskilt aktivering af startfunktionen.

Der skal implementeres relevante sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger for hver enkelt driftsform.

Der skal udføres indikation af den valgte driftsform (f.eks. funktionsvælgerens stilling, frembringelse af indikationslys eller en visuel indikation på et display).

9.2.4 Suspension af sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger

Hvor det er nødvendigt at suspendere sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger (f.eks. for indstillings- eller vedligeholdelsesformål), skal beskyttelsen sikres ved:

- Frakobling af alle andre drifts (styre) former, og
- Andre relevante midler (se 4.11.9 i ISO 12100-2:2003), som f.eks. kan inkludere et eller flere af de følgende:
 - Igangsætning af drift med en hold-to-run indretning eller ved hjælp af lignende styreindretninger.
 - En transportabel betjeningsstation med en nødstopindretning og, hvor det er hensigtsmæssigt, en aktiveringsindretning. Hvor en transportabel betjeningsstation er i drift, må bevægelser kun kunne iværksættes fra denne.

- En kabelfri betjeningsstation med en indretning til at iværksætte en stopfunktion i overensstemmelse med 9.2.7.3 og, hvor det er hensigtsmæssigt, en aktiveringsindretning. Hvor en kabelfri betjeningsstation er i drift, må bevægelse kun kunne iværksættes fra denne.
- Begrænsning af bevægelsens hastighed eller kraft
- Begrænsning af bevægelsens område.

9.2.5 Drift

9.2.5.1 Generelt

Der skal være de nødvendige sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger (f.eks. interlocks (se 9.3)) for sikker drift.

Der skal tages foranstaltninger til at forhindre utilsigtede eller uventede bevægelser af maskinen efter ethvert stop af maskinen (f.eks. på grund af blokering, strømsvigt, batteriudskiftning eller tab af signal ved kabelfri styring).

Hvor en maskine har mere end én betjeningsstation, skal der være foranstaltninger til at sikre, at kommandoer fra en anden betjeningsstation ikke fører til en farlig situation.

9.2.5.2 Start

Det må kun være muligt at starte en funktion, når alle relevante sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesindretninger er på plads og fungerer, undtagen de betingelser der er beskrevet i 9.2.4.

På de maskiner (f.eks. mobile maskiner), hvor sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesindretninger ikke kan anvendes til bestemte funktioner, skal manuel styring af disse funktioner være med hold-to-run styreindretninger sammen med aktiveringsindretninger, hvor det er nødvendigt.

Der skal være egnede interlocks for at sikre korrekt sekventiel opstart.

Hvor en maskine kræver brug af mere end én kontrolstation for at iværksætte en start, skal hver af disse kontrolstationer have en separat manuel betjent startindretning. Betingelserne for at iværksætte en start er:

- Alle krævede driftsbetingelser for maskinen skal være opfyldt, og
- alle startindretninger skal være i fri (ude) stilling, og så
- skal alle startindretninger aktiveres samtidigt (se 3.6).

9.2.5.3 Stop

Der skal være kategori 0 og/eller kategori 1 og/eller kategori 2 stopfunktioner som angivet af risikovurderingen og maskinens funktionelle krav (se 4.1).

NOTE Når forsyningsadskilleren (se 5.3) aktiveres opnås et kategori 0 stop.

Stopfunktionen skal tilsidesætte relaterede startfunktioner (se 9.2.5.2).

Hvor det er krævet, skal der være hjælpemidler til at forbinde beskyttelsesindretninger og interlocks. Hvis sådanne beskyttelsesindretninger eller interlocks forårsager et maskinstop, kan det være nødvendigt at signalere tilstanden til styresystemets logik. Tilbagestillingen af en stopfunktion må ikke iværksætte nogen farlig situation.

Hvor der er flere end én betjeningsstation, skal stopfunktionen fra hvilken som helst af dem være effektiv, når dette kræves af risikovurderingen for maskinen.

9.2.5.4 Nødaktivering (nødstop, nødafbrydning)

9.2.5.4.1 Generelt

Dette afsnit i IEC 60204 angiver kravene til nødstop- og nødafbrydningsfunktioner af de nødaktiveringer, der er listet i tillæg E, hvor begge i henhold til dette afsnit i IEC 60204 er iværksat af en enkelt menneskelig handling.

Når den aktive påvirkning af en nødstop- (se 10.7) eller en nødafbrydnings- (se 10.8) aktuator er ophørt med efterfølgende kommando, skal kommandoen opretholdes indtil den bliver resat. Reset må kun være mulig ved en manuel handling på det sted, hvor kommandoen blev iværksat. Reset af kommandoen må ikke genstarte maskinen, men kun give tilladelse til, at maskinen kan genstartes.

Det må ikke være muligt at genstarte maskinen før alle nødstopkommandoer er resat. Det må ikke være muligt at genindkoble maskinen før alle nødafbrydningskommandoer er resat.

NOTE Nødstop og nødafbrydning er komplementerende beskyttelsesforanstaltninger og er ikke primære midler til risikoreduktion af farer (f.eks. fastklemning, klemrisiko, elektrisk stød eller forbrænding) ved en maskine (se ISO 12100 (alle dele)).

9.2.5.4.2 Nødstop

Principper for design af nødstopudstyr inklusive funktionelle aspekter fremgår af ISO 13850.

Nødstop skal fungere enten som en stopkategori 0 eller stopkategori 1 (se 9.2.2). Valget af stopkategori for nødstop afhænger af resultatet af maskinens risikovurdering.

Foruden kravene til stop (se 9.2.5.3), er der følgende krav til nødstopfunktionen:

- Den skal tilsidesætte alle andre funktioner og aktiviteter i alle driftsformer.
- Forsyningen til maskinaktuatorer, som kan skabe en farlig situation(er), skal enten afbrydes øjeblikkelig (stopkategori 0) eller skal styres således, at den farlige bevægelse standses så hurtigt som muligt (stopkategori 1) uden at skabe andre farer.
- Reset må ikke iværksætte en genstart.

9.2.5.4.3 Nødafbrydning

De funktionsmæssige forhold af nødafbrydning er givet i 536.4 i IEC 60364-5-53.

Der bør være nødafbrydning hvor:

- Beskyttelse mod direkte berøring (f.eks. med ledningstråd, strømskinner, slæberingssystemer, tavleanlæg i elektriske driftsområder) kun er opnået ved placering udenfor rækkevidde eller ved hjælp af forhindringer (se 6.2.6); eller
- Der er mulighed for andre farer eller skader, der skyldes elektricitet.

Nødafbrydning gennemføres ved afbrydelse af den relevante forsyning ved hjælp af elektromekaniske afbryderindretninger, som fremkalder et kategori 0 stop af de maskinaktuatorer, der er forbundet til forsyningen. Når en maskine ikke kan tåle et kategori 0 stop, kan andre beskyttelsesforanstaltninger være nødvendige, f.eks. beskyttelse imod direkte berøring, så nødafbrydning ikke er nødvendig.

9.2.5.5 Monitorering af kommandofunktioner

En maskine eller del af en maskines bevægelse eller handling som kan resultere i en farlig situation skal monitoreres ved, at den forsynes med f.eks. overløbsbegrænsere, overhastighedsdetektering, mekanisk overbelastningsdetektering eller antikollisionsindretninger.

NOTE På nogle manuelt styrede maskiner, er det operatøren, der sørger for monitorering.

9.2.6 Andre styrefunktioner

9.2.6.1 Hold-to-run styringer

Hold-to-run styringer skal kræve konstant påvirkning af styreindretningen for at opnå funktionen.

NOTE Hold-to-run styring kan gennemføres med to-hånds styreindretninger.

9.2.6.2 To-hånds styring

Der er defineret tre typer to-hånds styringer i ISO 13851, valget af hvilken afgøres af risikovurderingen. Disse skal have følgende egenskaber:

Type I: Denne type kræver:

- Tilstedeværelse af to styreindretninger og deres samtidige påvirkning ved brug af begge hænder.
- Kontinuerlig samtidig påvirkning under forløbet af den farlige situation.
- Maskinfunktion skal ophøre ved deaktivering af enten en eller begge styreindretninger, når den farlige situation stadig er bestående.

En type I to-hånds styreindretning anses ikke for at være egnet til igangsætning af farlig drift.

Type II: En type I der kræver deaktivering af begge styreindretninger, før maskinfunktion igen kan igangsættes.

Type III: En type II styring der kræver samtidig påvirkning af styreindretningerne som følgende:

- Det skal være nødvendigt at påvirke styreindretningerne inden for en vis tidsgrænse, som ikke overstiger 0,5 s.
- Hvor denne tidsgrænse overskrides, skal begge styreindretninger deaktiveres, inden maskinfunktionen igen kan igangsættes.

9.2.6.3 Aktiveringsstyring

Aktiveringsstyring (se også 10.9) er en manuel aktiveret styrefunktions interlock der:

- a) Når den er aktiveret tillader at en maskinfunktion igangsættes af en separat startindretning.

b) Når den er deaktiveret:

- iværksætter en stopfunktion i overensstemmelse med 9.2.5.3, og
- forhindrer iværksættelse af maskinfunktionen.

Aktiveringsstyring skal indrettes sådan at muligheden for forbikobling minimeres, f.eks. ved at kræve deaktivering af aktiveringsstyringsindretningen før maskinfunktionen kan startes igen. Det bør ikke være muligt at forbikoble aktiveringsstyringen med enkle midler.

9.2.6.4 Kombinerede start- og stopstyringer

Trykknapper og lignende styreindretninger, som skiftevis starter og stopper bevægelse når de betjenes, må kun anvendes til funktioner, som ikke kan medføre en farlig situation.

9.2.7 Kabelfri styring

9.2.7.1 Generelt

Dette underafsnit omhandler de funktionsmæssige krav til et styresystem, der anvender kabelfri (f.eks. radio, infrarød) teknik til at transmittere kommandoer og signaler mellem en maskines styresystem og betjeningsstation(er).

NOTE Nogle af disse overvejelser om anvendelse og systemer kan også benyttes på styrefunktioner, der anvender seriel datakommunikationsteknikker, hvor der benyttes et kabel til kommunikationsforbindelse (f.eks. coaxial, twisted-pair, optiske fibre).

Der skal være midler til let at fjerne eller adskille forsyningen til betjeningsstationen (se også 9.2.7.3).

Der skal være midler (f.eks. nøglebetjent afbryder, adgangskode) i nødvendigt omfang til at forhindre uautoriseret brug af betjeningsstationen.

Hver betjeningsstation skal bære en utvetydig indikation af hvilke(n) maskine(r), der er tiltænkt at skulle betjenes fra betjeningsstationen.

9.2.7.2 Styrebegrænsning

Der skal tages forholdsregler for at sikre, at styrekommandoer:

- kun påvirker den tiltænkte maskine.
- kun påvirker de tiltænkte funktioner.

Der skal tages forholdsregler for at forhindre maskinen i at reagere på andre signaler end dem fra de(n) tilsigtede kontrolstation(er).

Hvor det er nødvendigt, skal der være midler, så maskinen kun kan styres fra betjeningsstationer i en eller flere forvalgte zoner eller områder.

9.2.7.3 Stop

Kabelfri betjeningsstationer skal indeholde et separat og let identificerbart middel til at aktivere en maskines stopfunktion eller alle de funktioner, der kan skabe en farlig situation. Aktuatorens til at aktivere denne stopfunktion må ikke være mærket eller skiltet som en nødstopindretning (se 10.7).

En maskine, der er udstyret med kabelfri styring, skal have midler til automatisk aktivering af standsningen af maskinen og til at forhindre en potentiel farlig funktion i de følgende situationer:

- Når der modtages et stopsignal.
- Når der detekteres en fejl i det kabelfrie styresystem.
- Når et gyldigt signal (som inkluderer et signal, om at kommunikation er etableret og vedligeholdt) ikke er detekteret inden for en specificeret tidsperiode (se tillæg B), undtagen når en maskine udfører forprogrammerede opgaver, som bringer den uden for den kabelfrie styrings rækkevidde, hvor ingen farlig situation kan opstå.

9.2.7.4 Brug af mere end én betjeningsstation

Hvor en maskine har mere end én betjeningsstation inklusiv én eller flere kabelfrie betjeningsstationer, skal der være foranstaltninger til sikre, at kun én af betjeningsstationerne kan være aktiveret ad gangen. På passende steder, som fastlagt ved risikovurderingen, skal der være en indikation af hvilken betjeningsstation, der styrer maskinen.

Undtagelse: Når det kræves af risikovurderingen på maskinen, skal en stopkommando fra hvilken som helst af betjeningsstationerne være effektiv.

9.2.7.5 Batteridrevne betjeningsstationer

En variation i batterispændingen må ikke skabe en farlig situation. Hvis en eller flere potentielt farlige bevægelser er styret ved brug af en batteridrevet kabelfri betjeningsstation, skal der gives en klar advarsel til operatøren, når variationen i batterispændingen overskrider specificerede grænser. Under disse omstændigheder skal den kabelfrie betjeningsstation forblive funktional længe nok, til at operatøren kan bringe maskinen i en ikke farlig situation.

9.3 Beskyttelsesmæssige interlocks

9.3.1 Genindkobling og reset af en interlockende beskyttelsesindretning

Genindkobling eller reset af en interlockende beskyttelsesindretning må ikke starte farlige maskinbevægelser.

NOTE Krav til interlockende skærme med en startfunktion ("control guards") er givet i 5.3.2.5 i ISO 12100-2

9.3.2 Overskridelse af grænser for drift

Hvor en overskridelse af en grænse for drift (f.eks. hastighed, tryk, position) kan føre til en farlig situation, skal der være midler til at detektere overskridelse af en eller flere forudbestemte grænser, og til at starte en egnet styreaktion.

9.3.3 Hjælpefunktioners drift

Hjælpefunktioners korrekte drift skal overvåges af egnede indretninger (f.eks. trykfølere).

Hvor stilstand af en motor eller indretning til en hjælpefunktion (f.eks. smøring, forsyning af kølemiddel, fjernelse af spåner) kan skabe en farlig situation, eller kan være årsag til skader på maskinen eller arbejdet under udførelse, skal der være egnede interlocks.

9.3.4 Interlocks mellem forskellige funktioner og modsat rettede bevægelser

Alle kontaktorer, relæer og andre styreindretninger, der styrer en del af maskinen, og som kan være årsag til en farlig situation, når de bliver påvirket på samme tid (f.eks. de der starter modsat rettede bevægelser), skal være interlocked mod forkert funktion.

Reverseringskontaktorer (f.eks. de der styrer omløbsretningen på en motor) skal interlockes, så der ved normal drift ikke kan forekomme kortslutninger, når de kobler.

Hvor det for sikkerhed eller kontinuerlig driftsfunktion kræves, at visse funktioner på maskinen er sammenhængende, skal der sikres en rigtig koordinering ved hjælp af egnede interlocks. For en samling maskiner, der arbejder sammen på en koordineret måde, og som har mere end en styreindretning, skal koordination af styreindretningernes funktion sikres, hvor det er nødvendigt.

Hvor et svigt i en mekanisk bremseaktuator kan resultere i at bremsen kommer i funktion, når den tilhørende maskinaktuator er indkoblet, og det kan resultere i en farlig situation, skal der være interlocks til afbrydelse af maskinaktuatoren.

9.3.5 Modstrømsbremsning

Når bremsningen af en motor udføres ved hjælp af modstrømsbremsning, skal der være midler til at forhindre motoren i at starte med modsat omløbsretning ved afslutningen af bremsningen, hvor denne reversering kan skabe en farlig situation eller skade maskinen eller det arbejde, der er under udførelse. Til dette formål er en indretning, der udelukkende arbejder som en funktion af tiden, ikke tilladt.

Styrekredse skal indrettes således, at rotation af en motoraksel, (f.eks. manuelt), ikke resulterer i en farlig situation.

9.4 Styrefunktioner i tilfælde af svigt

9.4.1 Generelle krav

Hvor svigt eller forstyrrelser i det elektriske udstyr kan skabe en farlig situation eller skade på maskinen eller arbejdet under udførelse, skal der tages egnede forholdsregler til at minimere sandsynligheden af forekomsten af sådanne svigt eller forstyrrelser. De krævede forholdsregler og graden af implementeringen, enten individuelt eller i kombination, afhænger af risikoniveauet i forbindelse med den pågældende anvendelse (se 4.1).

Den elektriske styrekreds skal have et tilstrækkeligt sikkerhedsydelsesniveau som fastlagt i maskinens risikovurdering. Kravene i IEC 62061 og/eller ISO 13849-1:1999, ISO 13849-2:2003 gælder.

Foranstaltninger til at reducere disse risici inkluderer, men er ikke begrænset til:

- Beskyttelsesindretninger på maskinen (f.eks. interlocks- skærme, udløseindretninger),
- beskyttelsesmæssige interlocks af elektriske kredse,
- brug af gennemprøvede kredsløbsteknikker og komponenter (se 9.4.2.1),
- tilvejebringelse af delvis eller komplet redundans (se 9.4.2.2) eller diversitet (se 9.4.2.3),
- udførelse af funktionstest (se 9.4.2.4).

Hvor opretholdelse af hukommelse er opnået f.eks. ved batterikraft, skal der tages forholdsregler for at forhindre farlige situationer i at opstå ved svigt eller fjernelse af batteriet.

Der skal være midler til at forhindre uautoriseret eller fejlagtig ændring af hukommelse, ved f.eks. krav om brug af nøgle, adgangskode eller værktøj.

9.4.2 Foranstaltninger til at minimere risici i tilfælde af svigt

9.4.2.1 Brug af gennemprøvede kredsløbsteknikker og komponenter

Disse foranstaltninger inkluderer, men er ikke begrænset til:

- Udligning af styrekredse til den beskyttelsesmæssige udligningskreds til funktionsmæssige formål (se 9.4.3.1 og figur 2),
- forbindelse af styrekredse i overensstemmelse med 9.4.3.1,
- standsning ved afbrydelse af forsyningen (se 9.2.2),
- afbrydelse af alle styrekredsledere til de indretninger, der styres (se 9.4.3.1),
- anvendelse af koblingsudstyr med tvangsbrydning (se IEC 60947-5-1),
- anvendelse af kredsløbsdesign til at reducere muligheden for svigt, som forårsager uønskede funktioner.

9.4.2.2 Tilvejebringelse af delvis eller fuldstændig redundans

Ved tilvejebringelse af delvis eller fuldstændig redundans er det muligt at minimere sandsynligheden for, at et svigt i en enkelt elektrisk kreds kan resultere i en farlig situation. Redundans kan være effektiv i normal drift (on-line redundans) eller konstrueret som en speciel kreds, der først overtager den beskyttelsesmæssige funktion (off-line redundans), hvis driftsfunktionen fejler.

Hvor der er off-line redundans, som ikke er aktiv under normal drift, skal der taget egnede forholdsregler for at sikre, at disse styrekredse er tilstede, når det kræves.

9.4.2.3 Tilvejebringelse af diversitet

Brugen af styrekredse, som har forskellige driftsprincipper, eller brugen af forskellige komponenttyper eller udstyr kan reducere sandsynligheden for farer hidrørende fra fejl og/eller svigt. Eksemplerne inkluderer:

- Kombinationer af “normally open” og “normally closed” kontakter drevet af interlockede afskærmninger,
- brugen af forskellige typer styrekredskomponenter i kredsen,
- kombinationen af elektromekanisk og elektronisk udstyr i redundant konfiguration.

Kombinationen af elektriske og ikke elektriske systemer (f.eks. mekanisk, hydraulisk, pneumatisk) kan udføre den redundante funktion og tilvejebringe diversiteten.

9.4.2.4 Funktionstest

Funktionstest kan udføres automatisk af styresystemet, eller manuelt ved inspektion, eller test ved opstart og ved forudbestemte intervaller, eller en kombination afhængig af egnethed (se 17.2 og 18.6).

9.4.3 Beskyttelse mod fejlfunktion som skyldes jordfejl, spændingsudfald og tab af kredskontinuitet

9.4.3.1 Jordfejl

Jordfejl på en hvilken som helst styrekreds må ikke være årsag til utilsigtet opstart, potentielt farlige bevægelser, eller forhindre stop af maskinen.

Metoder til at imødekomme disse krav inkluderer, men er ikke begrænset til det følgende:

Metode a) Styrekredse, forsynet fra styrestrømstransformere:

- 1) I tilfælde af jordede styrekredsforsyninger, er fælleslederen forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningskreds ved forsyningspunktet. Alle kontakter, solidstateelementer etc. som er tiltænkt at skulle styre en elektromagnetisk eller anden indretning (f.eks. et relæ, en indikationslampe), er indsat mellem styrekredsforsyningens koblede leder og den ene klemme på spolen eller indretningen. Den anden klemme på spolen eller indretningen (har fortrinsvis samme mærkning) er forbundet direkte til styrekredsforsyningens fællesleder uden nogen som helst koblingselementer (se figur 3).

Undtagelse: Beskyttelsesindretningers kontakter må forbindes mellem fælleslederen og spolen, forudsat at:

- Kredsen afbrydes automatisk i tilfælde af en jordfejl, eller
 - forbindelsen er meget kort (f.eks. i samme kapsling) så en jordfejl er usandsynlig (f.eks. overbelastningsrelæer).
- 2) Styrekredse, forsynet fra en styrestrømstransformer og ikke forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningsforbindelse, med samme placeringer som vist i figur 3 og forsynet med en isolationsovervågningsindretning, som indikerer tilstedeværelsen af en jordfejl eller afbryder kredsen automatisk i tilfælde af en jordfejl (se 7.2.4).

Metode b) Styrekredse forsynet fra en styrestrømstransformer med et midtpunktsudtag, hvor midtpunktsudtaget er forbundet til den beskyttelsesmæssige udligningsforbindelse, med de samme placeringer som vist i figur 4, hvor overstrømsbeskyttelsesindretningen har afbryderelementer i alle styrekredsens forsyningsledere.

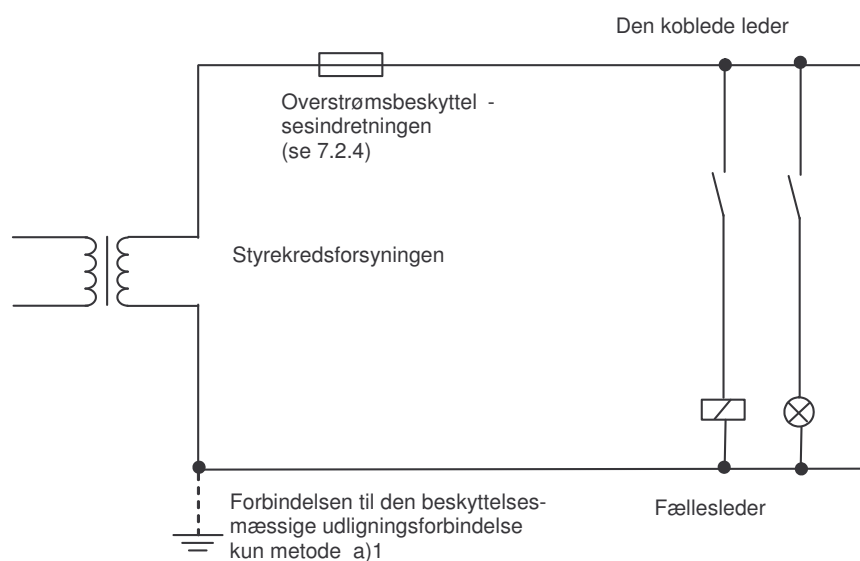
NOTE 1 I en styrekreds med jordet midtpunktsudtag, kan tilstedeværelsen af en jordfejl efterlade 50% af spændingen på en relæspole. I denne tilstand kan et relæ forblive trukket og resultere i manglende evne til at standse maskinen.

NOTE 2 Spoler eller indretninger må kobles på enten den ene eller på begge sider.

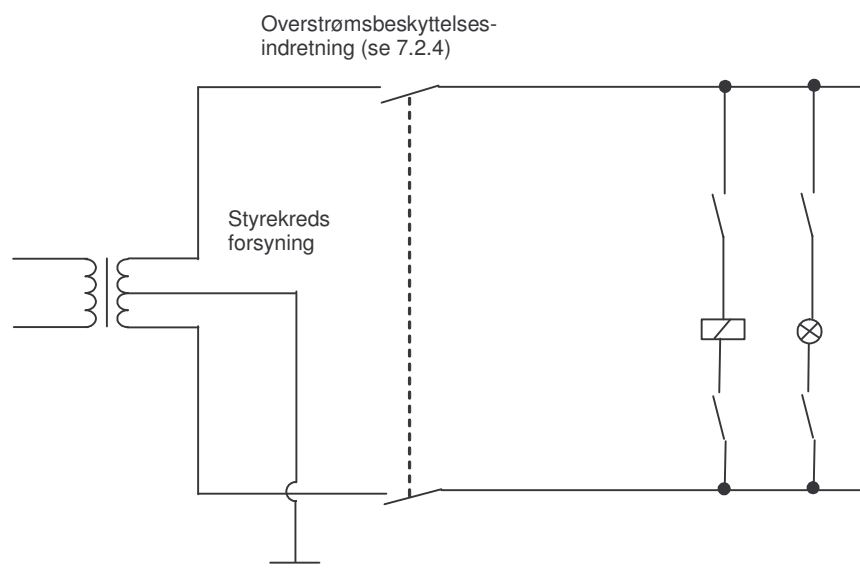
Metode c) Hvor styrekredsen ikke er forsynet fra en styrestrømstransformer og enten er:

- 1) Direkte forbundet mellem faselederne fra en jordet forsyning, eller
- 2) direkte forbundet mellem faselederne eller mellem en faseleder og en neutralleder fra en forsyning, der ikke er jordet eller er jordet igennem en høj impedans.

Flerpolede styreafbrydere, som afbryder alle spændingsførende ledere, benyttes til START eller STOP af de maskinfunktioner, der kan skabe en farlig situation eller skade på maskinen i tilfælde af utilsigtet opstart eller svigt af stopfunktionen; eller i tilfælde af c) 2), skal der være en isolationsovervågningsindretning, der automatisk afbryder kredsen i tilfælde af en jordfejl.



Figur 3 – Metode a)



Figur 4 – Metode b)

9.4.3.2 Spændingsafbrydelser

De beskrevne krav i 7.5 gælder.

Hvor styresystemet bruger hukommelses indretning(er), skal korrekt funktion i tilfælde af spændingssvigt sikres (f.eks. ved brug af permanent hukommelse) for at forhindre ethvert tab af hukommelse, som kan resultere i en farlig situation.

9.4.3.3 Tab af kredskontinuitet

Hvor tab af kontinuitet i sikkerhedsrelaterede styrekredse, som er afhængige af glidekontakter, kan resultere i en farlig situation, skal der tages egnede forholdsregler (f.eks. ved dublering af glidekontakterne).

10 Operatør interface og maskin-monterede styreindretninger

10.1 Generelt

10.1.1 Generelle krav til indretninger

Dette afsnit indeholder krav til indretninger monteret udenfor eller delvist udenfor styreindretningers kapslinger.

Så vidt som praktisk muligt, skal indretningerne vælges, monteres, og identificeres eller kodes i henhold til relevante dele af IEC 61310.

Sandsynligheden for utilsigtet betjening skal minimeres ved f.eks. placering af indretninger, egnet konstruktion, tilvejebringelse af yderligere beskyttelsesmidler. Der skal gøres særlige overvejelser i forbindelse med valg, placeringer, programmering og brug af operatør-input-indretninger som touch-skærme, keypads og keyboards, til styringen af farlige maskinfunktioner. Se IEC 60447.

10.1.2 Placering og montering

Så vidt det er praktisk muligt, skal maskin-monterede styreindretninger være:

- let tilgængelige for service og vedligehold,
- monteret så sandsynligheden for skader fra aktiviteter så som materiale håndtering minimeres.

Håndbetjente styreindretningers aktuatorer skal vælges og installeres således at:

- de ikke er mindre end 0,6 m over serviceplanet og er inden for nem rækkevidde fra operatørens normale arbejdsposition,
- operatøren ikke befinder sig i en farlig situation, når han betjener dem.

Fodbetjente styreindretningers aktuatorer skal vælges og installeres således at:

- de er inden for nem rækkevidde fra operatørens normale arbejdsposition,
- operatøren ikke befinder sig i en farlig situation, når han betjener dem.

10.1.3 Beskyttelse

Kapslingsklassen (se IEC 60529) skal sammen med andre hensigtsmæssige foranstaltninger yde beskyttelse imod:

- Effekten af aggressive væsker, dampe eller gasser, der findes i det fysiske miljø eller som anvendes på maskinen.
- Indtrængen af forurenede materiale (f.eks. spåner, støv, partikelstof).

Endvidere skal operatørinterfacets styreindretninger mindst have en kapslingsklasse mod direkte berøring på IPXXD (se IEC 60529).

10.1.4 Positionsfølere

Positionsfølere (f.eks. positionskontakter, nærhedskontakter) skal placeres, så de ikke bliver skadet i tilfælde af overkørsel.

Positionsfølere i kredse med sikkerhedsrelaterede styrefunktioner skal have tvangsafbrydning (se EC 60947-5-1) eller have lignende pålidelighed (se 9.4.2).

NOTE En sikkerhedsrelateret styrefunktion er tiltænkt at opretholde maskinens sikre tilstand eller forhindre farlige situationer i at opstå ved maskinen.

10.1.5 Transportable og nedhængte betjeningsstationer

Transportable og nedhængte betjeningsstationer og deres styreindretninger skal udvælges og placeres, så sandsynligheden for utilsigtet maskindrift, der skyldes stød og vibrationer (f.eks. hvis betjeningsstationen tabes eller rammer en forhindring) (se 4.4.8), minimeres.

10.2 Trykknapper

10.2.1 Farver

Trykknappaktuatorer skal være farvekodede i henhold til tabel 2 (se 9.2 og tillæg B).

Farverne for START/ON aktuatore b r være HVID, GRÅ, SORT eller GRØN med præference for HVID. R D må ikke benyttes.

Farven R D skal benyttes til n dstops- og n dafbrydningsaktuatorer.

Farverne for STOP/OFF aktuatore b r være SORT, GRÅ eller HVID med præference for SORT. GRØN må ikke benyttes. R D er tilladt, men det anbefales at R D ikke benyttes i nærheden af en n dbetjeningsindretning.

HVID, GRÅ eller SORT er de foretrukne farver for trykknappaktuatorer, der skiftevis fungerer som START/ON og STOP/OFF trykknapper. Farverne RØD, GUL eller GRØN må ikke benyttes (se 9.2.6).

HVID, GRÅ eller SORT er de foretrukne farver for trykknappaktuatorer, der fremkalder en funktion, mens de er påvirkede og afslutter funktionen, når de ikke længere er påvirkede (f.eks. hold-to-run). Farverne RØD, GUL eller GRØN må ikke benyttes.

Trykknapper for tilbagestilling skal være BLÅ, HVIDE; GRÅ eller SORTE. Hvor de også fungerer som STOP/OFF knapper, foretrækkes HVID, GRÅ eller SORT, med hovedpr ference for SORT. GRØN må ikke benyttes.

Hvor den samme farve HVID, GRÅ eller SORT benyttes til forskellige funktioner (f.eks. HVID til START/ON og til STOP/OFF aktuatore) skal der være supplerede midler til kodning (f.eks. form, position, symbol) til identifikation af trykknappaktuatorer.




Tabel 2 – Farvekodning for trykknop-aktuatorer og deres betydning

Farve	Betydning	Forklaring	Eksempler på anvendelse
RØD	Nødsituation	Aktiveres i tilfælde af en farlig situation eller nødsituation	Nødstop Iværksættelse af en nødfunktion (se også 10.2.1)
GUL	Unormal	Aktiveres i tilfælde af en unormal tilstand	Indgreb for at undertrykke unormale tilstande Indgreb for at genstarte en afbrudt automatisk cyklus
BLÅ	Obligatorisk	Aktivert i tilfælde der kræver en obligatorisk handling	Tilbagestillingsfunktion
GRØN	Normal	Aktiveres for at iværksætte en normal tilstand	(Se 10.2.1)
HVID	Ingen specifik betydning tildelt	Til generel iværksættelse af funktioner, med undtagelse af nødstop	START/ON (foretrukket) STOP/OFF
GRÅ			START/ON STOP/OFF
SORT			START/ON STOP/OFF (foretrukket)

10.2.2 Mærkninger

I tillæg til den funktionelle identifikation, som er beskrevet i 16.3, anbefales det, at trykknapper mærkes, nær ved eller fortrinsvis direkte på aktuatorerne, med de følgende symboler:

Tabel 3 – Symboler for trykknapper

START eller ON	STOP eller OFF	Trykknapper der skiftevis fungerer som START eller STOP knapper og som ON eller OFF knapper	Trykknapper der fungerer som START eller ON knapper, når der trykkes på dem, og som STOP eller OFF knapper, når de slippes (dvs. hold-to-run)
IEC 60417-5007 (DB:2002-10) 	IEC 60417-5008 (DB:2002-10) 	IEC 60417-5010 (DB:2002-10) 	IEC 60417-5011 (DB:2002-10) 

10.3 Indikationslys og displays

10.3.1 Generelt

Indikationslys og displays har til formål at give de følgende typer af information:

- Indikation: At tiltrække operatørens opmærksomhed eller at indikere en bestemt opgave bør udføres. Farverne RØD, GUL, BLÅ og GRØN bruges normalt til denne funktion. Vedrørende blinkende indikationslys og displays, se 10.3.3.
- Bekræftelse: Til at bekræfte en kommando eller en tilstand, eller til at bekræfte afslutningen af en ændrings- eller overgangsperiode. Farverne BLÅ og HVID bruges normalt til denne funktion, og GRØN kan bruges i nogle tilfælde.

Indikationslys og displays skal vælges og installeres, så de er synlige fra operatørens normale position (se også IEC 61310-1).

Indikationslyskredse, der benyttes til advarselslys, skal være udstyret med midler til at udføre funktionstest på disse lys.

10.3.2 Farver

Med mindre andet aftales mellem leverandøren og brugeren (se tillæg B), skal indikationslys være farvekodede med hensyn til maskinens tilstand (status) i henhold til tabel 4.

Tabel 4 – Farver for indikationslys og deres betydning med hensyn til maskinens tilstand

Farve	Betydning	Forklaring	Operatørhandling
RØD	Nødsituation	Farlig tilstand	Umiddelbar handling for at sætte ind overfor en farlig tilstand (f.eks. afbrydelse af maskinens forsyning, være på vagt overfor den farlige tilstand og holde afstand til maskinen)
GUL	Unormal	Unormal tilstand Umiddelbart forestående kritisk tilstand	Monitering og/eller indgriben (f.eks. ved at genetablere den tilsigtede funktion)
BLÅ	Obligatorisk	Indikation af en tilstand der kræver en operatørhandling	Obligatorisk handling
GRØN	Normal	Normal tilstand	Valgfri
HVID	Neutral	Andre tilstande. Kan benyttes når som helst der er tvivl om anvendelsen af RØD, GUL, GRØN, BLÅ	Monitering

Tårne med indikationslys på maskiner bør have de anvendelige farver i følgende rækkefølge fra top til bund: RØD, GUL, BLÅ, GRØN og HVID.

10.3.3 Blinkende lys og displays

For yderligere forskel eller information og især for yderligere fremhævelse, kan der benyttes blinkende lys og displays til følgende formål:

- for at tiltrække opmærksomhed,
- for at anmode om øjeblikkelig handling,
- for at indikere en uoverensstemmelse mellem kommandoen og den aktuelle tilstand,
- for at indikere en ændring i processen (blinkende under overgangen).

Det anbefales, at lys eller display der blinker med en højere frekvens benyttes til information med højere prioritet (se IEC 60073 for anbefalede blinkfrekvenser og puls/pause forhold).

Hvor der benyttes blinkende lys og displays til at give information med høj prioritet, bør der også benyttes akustiske advarselsindretninger.

10.4 Trykknapper med lys

Trykknapper med lys skal være farvekodede i overensstemmelse med tabel 2 og 4. Hvor det er vanskeligt at tildele en passende farve skal HVID benyttes. Farven RØD for nødstopaktuatorer må ikke være afhængig af om aktuatorens lampe lyser.

10.5 Drejelige styreindretninger

Indretninger, hvori der indgår drejelige dele, f.eks. potentiometre og omskiftere, skal have midler til at forhindre den stationære del i at dreje. Friktion alene anses ikke for at være tilstrækkelig.

10.6 Startindretninger

Aktuatorer, der benyttes til at iværksætte en startfunktion eller en bevægelse af maskinelementer (f.eks. sliske, spindler, transportører), skal konstrueres og monteres sådan at utilsigtet betjening minimeres. Dog må aktuatorer af paddehat-typen benyttes til to-håndsstyring (se ISO 13851).

10.7 Nødstopindretninger

10.7.1 Placering af nødstopindretninger

Indretninger til nødstop skal være let tilgængelige.

Nødstopindretninger skal være placeret ved hver betjeningsstation og andre steder, hvor iværksættelse af et nødstop kan være krævet (**Undtagelse:** Se 9.2.7.3).

Der kan være omstændigheder, hvor der kan opstå forvirring om aktive og inaktive nødstopindretninger, som skyldes frakobling af betjeningspanelet. I sådanne tilfælde skal der være midler (f.eks. brugsanvisning) til at minimere forvirringen.

10.7.2 Typer af nødstopindretninger

Typerne af nødstopindretninger inkluderer:

- en tryknap betjent afbryder med en håndflade eller paddehat type,
- en trækwire betjent afbryder,
- en pedalbetjent afbryder uden en mekanisk skærm.

Indretningerne skal have tvangsbrydning (se IEC 60947-5-1 tillæg K).

10.7.3 Aktuatorfarver

Nødstopindretningers aktuatorer skal være farvet RØD. Hvis der er en baggrund umiddelbart rundt om aktuatoren, så skal denne baggrund være farvet GUL. Se også ISO 13850.

10.7.4 Lokal betjening af forsyningsadskilleren for at effektuere nødstop

Forsyningsadskilleren kan betjenes lokalt for at udføre nødstopfunktionen, når:

- den er let tilgængelig for operatøren, og
- den er af en type beskrevet i 5.3.2 a), b), c), eller d).

Når forsyningsadskilleren også er tiltænkt et sådant brug, skal den leve op til farvekravene i 10.7.3.

10.8 Nødafbryderindretninger

10.8.1 Placering af nødafbryderindretninger

Nødafbryderindretninger skal anbringes, hvor det er nødvendigt for den givne anvendelse. Normalt skal disse indretninger anbringes adskilt fra betjeningsstationer. Hvor det er nødvendigt, at udstyre en betjeningsstation med en nødstopindretning og en nødafbryderindretning, skal der være midler til at undgå forvirring mellem disse indretninger.

NOTE Dette kan opnås ved f.eks. anbringelse af nødafbryderindretningen i en "break-glass" kapsling.

10.8.2 Typer af nødafbryderindretninger

Typerne af nødafbryderindretningerne inkluderer:

- en trykknappbetjent afbryder med en håndflade eller paddehat aktuatorstype,
- en trækwirebetjent afbryder.

Indretningerne skal have tvangsbrydning (se IEC 60947-5-1 tillæg K).

Den trykknappbetjente afbryder kan være i en "break-glass" kapsling.

10.8.3 Aktuatorfarver

Nødafbryderindretningers aktuatorer skal have farven RØD. Hvis der er en baggrund umiddelbart rundt om aktuatoren, så skal denne baggrund være farvet GUL.

Hvor der kan forekomme forvirring mellem nødstop- og nødafbrydningsindretninger, skal der være midler til at minimere forvirringen.

10.8.4 Lokal betjening af forsyningsadskilleren for at effektuere nødafbrydning

Hvor forsyningsadskilleren skal betjenes lokalt til nødafbrydning, skal den være let tilgængelig og bør leve op til farvekravene i 10.8.3.

10.9 Aktiverings-styreindretninger

Når en aktiverings-styreindretning er en del af et system, må den kun signalere at aktiveringsstyringen tillader drift, når den er i én position. I alle andre positioner skal driften standses eller forhindres.

Aktiverings-styreindretninger skal vælges og placeres således, at sandsynligheden for forbikobling minimeres.

Der skal vælges aktiveringsstyreindretninger med følgende egenskaber:

- Konstrueret i overensstemmelse med ergonomiske principper.
- For en to-positions type:
 - Position 1: Afbryderens off-funktion (aktuatoren er ikke påvirket).
 - Position 2: Afbryderens aktiveringsfunktion (aktuatoren er påvirket).
- For en tre-position type:
 - Position 1: Afbryderens off-funktion (aktuatoren er ikke påvirket).
 - Position 2: Aktiveringsfunktion (aktuatoren er påvirket i dens midterposition).
 - Position 3: Off-funktion (aktuatoren er påvirket efter dens midterposition).
 - Når der returneres fra position 3 til position 2, aktiveres aktiveringsfunktionen ikke.

NOTE Aktiverings-styrefunktionen er beskrevet i 9.2.6.3.

11 Koblingsudstyr: Placering, montering og kapslinger

11.1 Generelle krav

Alt koblingsudstyr skal placeres og monteres for at lette:

- dets tilgængelighed og vedligehold,
- dets beskyttelse mod udefra kommende påvirkninger eller forhold, som det er beregnet til at kunne fungere under,
- betjening og vedligehold af maskinen og dens tilhørende udstyr.

11.2 Placering og montering

11.2.1 Tilgængelighed og vedligeholdelse

Alle dele af koblingsudstyr skal være placeret og orienteret, så de kan identificeres uden at flytte det eller ledningerne. For dele, som kræver kontrol af korrekt funktion, eller som er tilbøjelige til at behøve udskiftning, bør disse handlinger være mulige uden demontering af andet udstyr eller dele af maskinen (undtagen åbning af låger eller fjernelse af dæksler, barrierer eller forhindringer). Klemmer, som ikke er del af koblingsudstyret eller indretninger, skal også leve op til disse krav.

Alt koblingsudstyr skal være monteret, så dets betjening og vedligehold fra fronten gøres let. Hvor et specialværktøj er nødvendigt for at justere, vedligeholde eller fjerne en indretning, skal sådant værktøj medleveres. Hvor der kræves adgang for regelmæssig vedligehold eller justering, skal det relevante udstyr placeres mellem 0,4 m og 2,0 m over serviceplanet. Det anbefales at klemmer er mindst 0,2 m over serviceplanet og placeres således, at ledere og kabler let kan forbindes til dem.

Ingen indretninger undtaget indretninger til betjening, indikation, måling og køling må være monteret på låger eller på kapslingers normalt aftagelige dæksler. Hvor styreindretninger er forbundet via indstiksindretninger, skal deres tilhørsforhold gøres tydeligt ved type (form), mærkning eller referencebetegnelse alene eller i kombination (se 13.4.5).

Indstiksindretninger, der håndteres under normal drift, skal have egenskaber, der umuliggør ombytning, hvor manglen på sådanne egenskaber kan resultere i en fejlfunktion.

Stikprop/stikkontakt kombinationer, der håndteres under normal drift, skal placeres og monteres, så der er uhindret adgang.

Målepunkter til forbindelse af testudstyr skal, hvor de findes, være:

- monteret så der er uhindret adgang,
- klart identificeret svarende til dokumentationen (se 17.3),
- tilstrækkeligt isoleret,
- med tilstrækkelig afstand.

11.2.2 Fysisk adskillelse eller gruppering

Ikke-elektriske dele og indretninger, som ikke er direkte tilknyttet det elektriske udstyr, må ikke placeres i kapslinger, som indeholder koblingsudstyr. Indretninger som magnetventiler bør adskilles fra andet elektrisk udstyr (f.eks. i et adskilt rum).

Styreindretninger, der er monteret samme sted og forbundet til forsyningssspændingen eller til både forsynings- og styrespændingen, skal være grupperet adskilt fra dem, som kun er forbundet til styrespændingen.

Klemmer skal adskilles i grupper for:

- effektkredse,
- tilhørende styrekredse,
- andre styrekredse forsynet fra eksterne kilder (f.eks. interlocks).

Grupperne kan monteres ved siden af hinanden, forudsat at hver gruppe let kan identificeres (f.eks. ved mærkninger, ved brug af forskellige størrelser, ved brug af barrierer eller ved farver).

Når placeringen af udstyr (inklusive interne forbindelser) tilrettelægges, skal de luft- og krybeafstande, der er specificeret af fabrikanten, overholdes med hensyntagen til udefrakommende påvirkninger eller forhold i det fysiske miljø.

11.2.3 Varmeeffekter

Varmeudviklende komponenter (f.eks. køleplader, effektmodstande) skal placeres, så hver komponent i dens umiddelbare nærhed forbliver inden for den tilladte temperaturgrænse.

11.3 Kapslingsklasser

Beskyttelse af koblingsudstyr, mod indtrængen af faste fremmede objekter og væsker, skal være tilstrækkelig med hensyntagen til de udefrakommende påvirkninger, under hvilke maskinen er tiltænkt at skulle fungere (f.eks. placeringen og forholdene i det fysiske miljø), og skal være tilstrækkelig imod støv, kølemidler, og spåner.

NOTE 1 Kravene til beskyttelse imod elektrisk stød er givet i afsnit 6.

NOTE 2 Kapslingsklasser til beskyttelse imod indtrængen af vand er dækket af IEC 60529. Yderligere beskyttelsesmidler kan være nødvendige imod andre væsker.

Koblingsudstyrs kapslinger skal have en kapslingsklasse på mindst IP22 (se IEC 60529).

Undtagelser:

- a) Hvor et elektrisk driftsområde benyttes som en beskyttende kapsling med en tilstrækkelig kapslingsklasse imod indtrængen af faste stoffer eller væsker.
- b) Hvor aftagelige strømaftagere på ledningstråd- eller ledningsskinnesystemer benyttes, og IP22 ikke er opnået, men foranstaltningerne i 6.2.5 er anvendt.

NOTE 3 Nogle eksempler på anvendelser, sammen med kapslingsklassen som deres kapslinger typisk giver, er listet nedenfor:

– ventileret kapsling, indeholdende kun motorstartermodstand og andet udstyr af stor størrelse	IP10
– ventileret kapsling, indeholdende andet udstyr	IP32
– kapsling brugt i almindelig industri	IP32, IP43 and IP54
– kapsling brugt i områder der rengøres med lavtryks vandstråle (spuling)	IP55
– kapsling der yder beskyttelse imod fint støv	IP65
– kapslinger der indeholder slæberings sammenbygninger	IP2X

Afhængigt af forholdene, hvor de er installeret, kan en anden kapslingsklasse være hensigtsmæssig.

11.4 Kapslinger, låger og åbninger

Kapslinger skal konstrueres af materialer, som er i stand til at modstå de mekaniske, elektriske og termiske belastninger, såvel som effekten fra luftfugtigheden og andre miljømæssige faktorer, som de sandsynligvis udsættes for under normal drift.

Fastgørelsesmidler, der bruges til at sikre låger, bør være af en fæstnet type. Vinduer til at betragte internt monterede indikationsindretninger skal være af et materiale, der er egnet til at modstå mekaniske belastninger og kemiske angreb (f.eks. hærdet glas, polykarbonatplade med en tykkelse på mindst 3 mm).

Det anbefales, at kapslingslåger ikke er bredere end 0.9 m og har lodrette hængsler med en åbningsvinkel på mindst 95°.

Samlingerne eller pakningerne på låger, låg, dæksler og kapslinger skal modstå den kemiske effekt fra aggressive væsker, dampe eller gasser, som bruges på maskinen. Midlerne, der bruges til at opretholde en kapslingsklasse på låger, låg og dæksler, som kræver åbning eller fjernelse ved drift og vedligehold:

- skal være solidt fastgjort til enten lågen/dækslet eller kapslingen,
- må ikke forringes pga. fjernelse eller udskiftning af lågen eller dækslet, og derved forringe kapslingsklassen.

Hvor der er åbninger i kapslingerne (f.eks. til kabelindføring), inklusive dem der vender mod gulvet eller fundamentet eller andre dele af maskinen, skal der være foranstaltninger, der sikrer at udstyrets specificerede kapslingsklasse opretholdes. Åbninger for kabelindføringer skal være lette at åbne på anlægget. Der kan være en passende åbning i bunden af kapslinger indenfor maskinen, så fugt, der skyldes kondensering, kan bortledes.

Der må ikke være åbninger imellem kapslinger, der indeholder elektrisk udstyr, og rum, der indeholder kølemiddel, smørremiddel eller hydraulikvæske, eller indtil rum, hvor olie, andre væsker eller støv kan trænge ind. Dette gælder ikke for elektrisk udstyr, som er specielt designet til at fungere i olie (f.eks. elektromagnetiske koblinger), ej heller for elektrisk udstyr, hvori der bruges kølemidler.

Hvor der er monteringshuller i en kapsling, kan det efter montering være nødvendigt at sikre, at hullerne ikke forringer den krævede kapslingsklasse.

Udstyr, der i normal eller unormal drift kan opnå en overfladetemperatur, der er tilstrækkelig til at være årsag til en brandfare, eller har skadelig virkning på et kapslingsmateriale, skal:

- placeres i en kapsling, der, uden risiko for brand eller skadelig virkning, kan modstå sådanne temperaturer der kan genereres, og
- være monteret og placeret i en tilstrækkelig afstand fra tilstødende udstyr, for at sikre en sikker varmespredning (se 11.2.3), eller
- være skærmet på anden måde med materiel, der, uden risiko for brand eller skadelig virkning, kan modstå varmen, der afgives af udstyret.

NOTE En advarselsmærkat i overensstemmelse med 16.2.2 kan være nødvendig.

11.5 Adgang til koblingsudstyr

Døre i adgangsveje og til adgang til elektriske driftsområder skal:

- være mindst 0,7 m brede og 2,1 m høje,
- åbne udad,
- have indretninger (f.eks. panikbolte) til at sikre åbning indefra uden brug af nøgle eller værktøj.

Kapslinger, der let tillader at en person træder helt ind, skal være forsynet med midler, der tillader flugt, f.eks. panikbolte på døres inderside. Kapslinger, der er beregnet til en sådan adgang, f.eks. for tilbagestilling, justering, vedligehold, skal have en fri bredde på mindst 0,7 m og en fri højde på mindst 2,1 m.

I tilfælde hvor:

- udstyr sandsynligvis er spændingsførende under adgang, og
- ledende dele er berøringstilgængelige,

skal den frie bredde være mindst 1,0 m. I tilfælde, hvor sådanne dele er tilstede på begge sider af adgangsvejen, skal den frie bredde være mindst 1,5 m.

NOTE Disse dimensioner stammer fra ISO 14122 serien.

12 Ledere og kabler

12.1 Generelle krav

Ledere og kabler skal vælges, så de er egnede for driftsbetingelserne (f.eks. spænding, strøm, beskyttelse mod elektrisk stød, gruppering af kabler), og eksterne påvirkninger (f.eks. omgivelsestemperatur, tilstedeværelse af vand eller korroderende stoffer, mekaniske belastninger (inklusive belastninger under installationen), brand fare), der kan forekomme.

NOTE Yderligere information er givet i CENELEC HD 516 S2.

Disse krav gælder ikke for de integrerede ledningsføringer i tavler, sammenbygninger, og indretninger, der er fremstillet og testet i overensstemmelse med deres relevante IEC standard (f.eks. IEC 60439-1).

12.2 Ledere

Generelt skal ledere være af kobber. Hvor der anvendes aluminiumsledere, skal tværsnitsarealet være på mindst 16 mm².

For at sikre tilstrækkelig mekanisk styrke bør lederes tværsnitsareal ikke være mindre end som vist i tabel 5. Dog kan ledere - med mindre tværsnitsarealer eller af anden konstruktion end vist i tabel 5 - bruges i udstyr, forudsat at tilstrækkelig mekanisk styrke er opnået med andre midler, og den korrekte funktion ikke er forringet.

NOTE Klassifikation af ledere er givet i tabel D.4.

Tabel 5 – Kobberlederens mindste tværsnitsareal

		Ledertype, kabel				
Placering	Anvendelse	Enkeltleder		Flerleder		
		Fleksibel Klasse 5 eller 6	Massiv (klasse 1) eller flertrådet (Klasse 2)	To leder, skærmet	To leder ikke skærmet	Tre eller flere ledere, skærmet eller ikke-skærmet
ledningsføring udenfor (beskyttende) kapslinger	effektkredse, fastgjorte	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	effektkredse, udsat for hyppige bevægelser	1,0	-	0,75	0,75	0,75
	styrekredse	1,0	1,0	0,2	0,5	0,2
	data kommunikation	-	-	-	-	0,08
Ledningsføring i kapslinger ¹⁾	effektkredse (ikke bevægelige)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	styrekredse	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	data kommunikation	-	-	-	-	0,08

NOTE Alle tværsnit er i mm².

¹⁾ Undtagen specielle krav i individuelle standarder, se også 12.1.

Klasse 1 og klasse 2 ledere er primær tiltænkt for brug mellem stive ubevægelige dele.

Alle ledere, der er udsat for hyppige bevægelser (f.eks. en bevægelse pr. time under maskinens drift), skal være fleksible flertrådede af klasse 5 eller klasse 6.

12.3 Isolation

Typerne af isolation inkluderer (men er ikke begrænset til):

- polyvinyl klorid (PVC),
- gummi, naturlig og syntetisk,
- silikonegummi (SiR),
- mineral,
- krydsbundet polyætylen (XLPE),
- ætylenpropylen blanding (EPR).

Hvor ledes og kablers isolation (f.eks. PVC) kan udgøre farer, grundet brandspredning eller afgivelse af giftige eller korrosive dampe, skal der søges vejledning hos kabelfabrikanten. Det er vigtigt at være specielt opmærksom på pålideligheden af kredse, der har sikkerhedsrelateret funktion.

Isolationen på de anvendte ledere og kabler skal være egnet til en testspænding:

- ikke mindre end 2000 V a.c. med en varighed af 5 min, for drift ved spændinger højere end 50 V a.c. eller 120 V d.c., eller
- ikke mindre end 500 V a.c. med en varighed af 5 min, for PELV kredse (se IEC 60364-4-41, klasse III udstyr).

Den mekaniske styrke og isolationens tykkelse skal være sådan, at isolationen ikke skades under drift eller under oplægning, specielt for kabler trukket i ledningskanaler.

12.4 Strømværdi i normal drift

Strømværdien er afhængig af flere faktorer, f.eks. isolationsmaterialet, lederantallet i et kabel, design (skærm), isolationsmetode, gruppering og omgivelsestemperatur.

NOTE 1 Detaljeret information og videre anbefalinger kan findes i IEC 60364-5-52, i nogle nationale standarder eller givet af fabrikanten.

Et typisk eksempel på strømværdien for PVC isoleret ledning mellem kapslinger og enkelte dele af udstyr under stationære tilstande er givet i tabel 6.

NOTE 2 Til særlige anvendelser, hvor den korrekte kabeldimensionering kan afhænge af forholdet mellem driftcyklusperioden og kablets termiske tidskonstant (f.eks. opstart med stor inertibelastning, intermitterende drift), bør kabelfabrikanten spørges til råds.

Tabel 6 – Eksempler på strømværdier (I_z) for PVC isolerede kobberledere eller kabler under stationære tilstande i en omgivelsestemperatur på +40 °C for forskellige installationsmetoder.

	Installationsmetoder (se D.1.2)			
	B1	B2	C	E
Tværsnitsareal mm ²	Strømværdi I_z for trefasede kredse A			
0,75	8,6	8,5	9,8	10,4
1,0	10,3	10,1	11,7	12,4
1,5	13,5	13,1	15,2	16,1
2,5	18,3	17,4	21	22
4	24	23	28	30
6	31	30	36	37
10	44	40	50	52
16	59	54	66	70
25	77	70	84	88
35	96	86	104	110
50	117	103	125	133
70	149	130	160	171
95	180	156	194	207
120	208	179	225	240
Elektronik (par)				
0,20	Ikke brugbar	4,3	4,4	4,4
0,5	Ikke brugbar	7,5	7,5	7,8
0,75	Ikke brugbar	9,0	9,5	10
<p>NOTE 1 Strømværdierne i tabel 6 er baseret på:</p> <ul style="list-style-type: none"> - en symmetrisk trefaset kredsløb for tværsnitsarealer på 0,75 mm² og større, - et styrekredsløb ledningspar for tværsnitsareal mellem 0,2 mm² and 0,75 mm². <p>Hvor flere belastede kabler/ledningspar er installeret, reduceres værdierne i tabel 6, i overensstemmelse med tabel D.2 eller D.3.</p> <p>NOTE 2 For omgivelsestemperaturer forskellig fra 40 °C, korrigeres strømværdien ved hjælp af værdierne, der er givet i tabel D.1.</p> <p>NOTE 3 Disse værdier er ikke anvendelige for fleksible kabler, der er viklet på tromler (se 12.6.3).</p> <p>NOTE 4 For strømværdier på andre kabler, se IEC 60364-5-52.</p>				

12.5 Spændingsfald i ledere og kabler

Spændingsfaldet fra forsyningspunktet til belastningen må ikke overskride 5 % af den nominelle spænding under normale driftsforhold. For at opfylde dette krav, kan det være nødvendigt at anvende ledere med et større tværsnitsareal end det, der er afledt fra tabel 6.

12.6 Fleksible kabler

12.6.1 Generelt

Fleksible kabler skal have klasse 5 eller klasse 6 ledere.

NOTE 1 Klasse 6 ledere har tråde med mindre diameter og er mere fleksible en klasse 5 ledere (se tabel D.4).

Kabler, der er udsat for hårde belastninger, skal have en tilstrækkelig konstruktion til at beskytte imod:

- slitage der skyldes mekanisk håndtering og slæben over ru overflader,
- kinker der skyldes brug uden styr,
- belastninger fra styreruller og tvungen styring under af- og pårulning på kabeltromler.

NOTE 2 Kabler til sådanne forhold er specificerede i relevante nationale standarder.

NOTE 3 Kablets levetid vil blive reduceret, hvor der er ugunstige driftsbetingelser som høj trækbelastning, lille bøjningsradius, bøjning i et andet plan og/eller ofte sammenfaldende driftscykler.

12.6.2 Mekanisk vurdering

Maskinens kabelhåndteringssystem skal konstrueres, så trækbelastningen på ledere er så lav som praktisk mulig under maskinens drift. Hvor der anvendes kobberledere, må trækbelastningen på lederne ikke overskride 15 N/mm^2 af kobber tværsnitsarealet. Hvor anvendelseskravet overstiger trækbelastningsgrænsen på 15 N/mm^2 , bør der anvendes kabler med specielle konstruktionsegenskaber, og den maksimalt tilladte trækbelastning bør aftales med kabelfabrikanten.

Den maksimale belastning, der påføres ledere i fleksible kabler af andet materiale end kobber, skal være inden for kabelfabrikantens specifikationer.

NOTE De følgende forhold påvirker trækbelastningen på ledere:

- accelerations kræfter,
- bevægelseshastighed,
- kablernes egenvægt (hængende),
- styremetode,
- kabeltromlesystemets konstruktion.

12.6.3 Strømværdier for kabler spolet på tromler

Kabler for opspoling på tromler skal vælges med ledere, der har et sådant tværsnitsareal, at den maksimalt tilladte ledertemperatur ikke overskrides, når kablet er fuldt oprullet på tromlen ved normal belastning..

For kabler med et cirkulær tværsnitsareal, som er installeret på tromler, skal den maksimale strømværdi i fri luft reduceres i overensstemmelse med tabel 7 (se afsnit 44 i IEC 60621-3).

NOTE Strømværdien for kabler i fri luft kan findes i fabrikantens specifikationer eller i relevante nationale standarder.

Tabel 7 – Reduktionsfaktorer for kabler spolet på tromler

Tromle type	Antal kabel lag				
	Ethvert antal	1	2	3	4
Cylindrisk ventileret	–	0,85	0,65	0,45	0,35
Radial ventileret	0,85	–	–	–	–
Radial ikke-ventileret	0,75	–	–	–	–

NOTE 1 En radial tromle er en type hvor kablets spirallag rummes mellem tæt siddende flanger. Hvis flangerne er massive, beskrives tromlen som ikke-ventileret, og hvis flangerne har passende åbninger, beskrives tromlen som ventileret.

NOTE 2 En ventileret cylindrisk tromle er en hvor kabellagene rummes mellem flanger med stor indbyrdes afstand, og tromlen og endeflangerne har ventilationsåbninger.

NOTE 3 Det anbefales at brugen af reduktionsfaktorer drøftes med kabel- og tromlefabrikanterne. Dette kan resultere i anvendelse af andre faktorer.

12.7 Ledningstråde, strømskinner og slæberingssystemer.

12.7.1 Beskyttelse mod direkte berøring

Ledningstråde, strømskinner og slæberingssystemer skal være installeret eller indkapslet på en sådan måde, at beskyttelse mod direkte berøring under normal adgang til maskinen er opnået ved anvendelse af en af de følgende beskyttelsesforanstaltninger:

- beskyttelse ved delvis isolering af spændingsførende dele, eller hvor dette ikke er praktisk muligt:
- beskyttelse ved kapslinger eller barrierer på mindst IP2X (se 412.2 i IEC 60364-4-41).

Vandrette oversider på barrierer eller kapslinger, der er let tilgængelige, skal have en beskyttelse på mindst IP4X (se 412.2.2 i IEC 60364-4-41).

Hvor den krævede beskyttelsesgrad ikke er opnået, skal der anvendes beskyttelse ved anbringelse af spændingsførende dele uden for rækkevidde kombineret med nødstopafbryder i overensstemmelse med 9.2.5.4.3.

Ledningstråde og strømskinner skal være således placeret og/eller beskyttet for at:

- forhindre berøring, specielt for ubeskyttede ledningstråde og strømskinner med ledende dele som snore til trækafbrydere, belastningsaflastninger og kædetræk,
- forhindre fare fra en svingende byrde.

12.7.2 Beskyttelsesleder kredse

Hvor ledningstråde, strømskinner og slæberingssystemer er installeret som en del af den beskyttelsesmæssige udligningskreds, må de ikke være strømførende under normal drift. Derfor skal beskyttelseslederen (PE) og neutrallederen (N) hver have en separat ledningstråd, ledningsskinne eller slæbering. Kontinuiteten af beskyttelsesleder kredsen, der bruger glidekontakter, skal sikres ved at tage egnede forholdsregler (f.eks. dublering af strømaftagere eller kontinuitets-monitorering).

12.7.3 Strømaftagere til beskyttelsesledere

Strømaftagere til beskyttelsesledere skal have en form eller konstruktion, så de ikke kan ombyttes med andre strømaftagere. Sådanne strømaftagere skal være af glidekontakttypen.

12.7.4 Aftagelige strømaftagere med adskillerfunktion

Aftagelige strømaftagere som har adskillerfunktion skal være konstrueret således, at beskyttelseslederkredsen først afbrydes efter, de spændingsførende ledere er afbrudt, og at kontinuiteten af beskyttelseslederkredsen er reetableret, inden nogen af de spændingsførende ledere er forbundet igen (se 8.2.4).

12.7.5 Luftafstande

Afstande, mellem de respektive ledere og mellem tilstødende systemer af ledningstråde, strømskinner, slæberingssystemer og deres strømaftagere, skal mindst kunne modstå en nominel impulsspænding i overspændingskategori III i overensstemmelse med IEC 60664-1.

12.7.6 Krybeafstande

Krybeafstande mellem de respektive ledere, mellem tilstødende systemer af ledningstråde, strømskinner, slæberingssystemer og deres strømaftagere skal være egnet for drift i det tiltænkte miljø, f.eks. i det fri (IEC 60664-1), i bygninger, beskyttet af kapslinger.

I unormalt støvede, fugtige eller korrosive miljøer, gælder de følgende krybeafstande:

- Ubeskyttede ledningstråde, strømskinner, og slæberingssystemer skal være udstyret med isolatorer med en krybeafstand på minimum 60 mm.
- Kapslede ledningstråde, isolerede flerpoledede strømskinner og isolerede individuelle strømskinner skal have en krybeafstand på minimum 30 mm.

Fabrikantens anbefalinger skal følges med hensyn til specielle foranstaltninger for at forhindre en gradvis reduktion i isolationsværdien, som skyldes ugunstige omgivelserforhold (f.eks. aflejring af ledende støv eller kemisk angreb).

12.7.7 Sektionsinddeling af ledningssystemer

Hvor ledningstråde og strømskinner er anbragt, så de kan opdeles i isolerede sektioner, skal der træffes passende foranstaltninger for at undgå, at tilstødende sektioner bliver sat under spænding af strømaftagerne.

12.7.8 Konstruktion og installation af ledningstråde, strømskinner, og slæberingssystemer

Ledningstråde, strømskinner og slæberingssystemer i effekt kredse skal grupperes adskilt fra de i styrekredse.

Ledningstråde, strømskinner og slæberingssystemer skal uden skader kunne modstå de mekaniske kræfter og termiske effekter af kortslutningsstrømme.

Aftagelige dæksler for ledningstråde og strømskinsystemer, der er lagt under jorden eller under gulve, skal konstrueres således, at de ikke kan åbnes af én person uden hjælp af værktøj.

Hvor strømskinner er installeret i en almindelig metalkapsling, skal de individuelle sektioner af kapslingen forbindes sammen og forbindes til en beskyttelsesmæssig udligningsleder flere steder afhængigt af deres længde. Metaldæksler til strømskinner, der er lagt i jord eller under gulve, skal også forbindes sammen og forbindes til en beskyttelsesmæssig udligningsleder.

Den beskyttelsesmæssige forbindelseskreds skal inkludere dæksler eller dækplader på metalkapslinger eller ledningskanaler under gulve. Hvis metalhængsler er en del af forbindelseskredsen, skal deres kontinuitet verificeres.

Ledningskanaler i jord eller under gulve for strømskinner skal have dræn.

13 Udførelse af ledningsføring

13.1 Forbindelser og fremføring

13.1.1 Generelle krav

Alle forbindelser, især i beskyttelsesmæssige udligningskredse, skal sikres mod at løsne sig utilsigtet.

Midlerne til forbindelse skal være egnet til tværsnitsarealet og arten af de ledere, der termineres.

Forbindelse af to eller flere ledere i én klemme er kun tilladt i de tilfælde, hvor klemmen er konstrueret til dette formål. Dog må der kun forbindes én beskyttelsesleder til én klemmes forbindelsespunkt.

Loddede forbindelser er kun tilladt, hvor der er terminaler egnede for lodning.

Klemmer på klemmerækker skal være tydelig mærket eller skiltet svarende til opmærkningerne på skemaerne.

Hvor en forkert elektrisk forbindelse (f.eks. som følge af udskiftning af indretninger) kan være en kilde til risiko, og det ikke er praktisk muligt at reducere mulighed for forkert forbindelse ved designforanstaltninger, skal lederne og/eller klemmerne identificeres i overensstemmelse med 13.2.1.

Installationen af fleksible rør og kabler skal udføres, så væsker drænes fra fittings.

Der skal være midler til fastholdelse af ledertråde, når de forbindes til indretninger eller klemmer, der ikke er udstyret med denne facilitet. Lodning må ikke bruges til dette formål.

Skærmede ledere skal også termineres, så flosning af trådene undgås og for at muliggøre en nem demontering.

Identifikationsmærker skal være letlæselige, permanente og egnede til det fysiske miljø.

Klemmerækker skal anbringes og forbindes sådan, at den interne og eksterne ledningsføring ikke krydser klemmerne (se IEC 60947-7-1).

13.1.2 Leder- og kabelføring

Ledere og kabler skal føres fra klemme til klemme uden splejsninger eller samlinger. Forbindelser, der udføres med stikprop-/stikkontaktkombination med egnet beskyttelse mod utilsigtet afbrydelse, anses ikke for at være samlinger i forbindelse med dette underafsnit.

Undtagelse: Der må benyttes splejsninger og samlinger, hvor det ikke er praktisk muligt at have klemmer i en samledåse (f.eks. på mobile maskiner, på maskiner med lange fleksible kabler, kabelforbindelser med en længde der overstiger det, der er praktisk muligt at få leveret på én tromle fra kabelleverandøren, og reparation af kabler på grund af mekanisk belastninger under installation og drift).

Hvor det er nødvendigt at forbinde og afmontere kabler og kabelsystemer, skal der være ekstra længde til dette formål.

Kabeltermineringer skal være tilstrækkeligt understøttede for at forhindre mekaniske belastninger på ledertermineringerne.

Alle steder, hvor det er praktisk muligt, skal beskyttelseslederen placeres tæt ved de tilhørende spændingsførende ledere for at mindske impedansen i sløjfen.

13.1.3 Ledere fra forskellige kredse

Ledere fra forskellige kredse, må lægges ved siden af hinanden, må være i den samme kanal (f.eks. rør eller ledningskanalsystem) eller må være i det samme multilederkabel, forudsat at udførelsen ikke har indflydelse på de enkelte kredses korrekte funktion. Hvor disse kredse opererer ved forskellige spændinger, skal lederne separeres med egnede barrierer eller isoleres for den højeste spænding, som hver enkelt leder i kanalen kan blive udsat for, f.eks. fase til fase spænding for ujordede systemer og fase til jord spænding i jordede systemer.

13.1.4 Forbindelse mellem pick-up og pick-up converter i et induktivt energiforsyningssystem

Kablet mellem pick-up'en og pick-up converteren som specificeret af fabrikanten af det induktive energiforsyningssystem skal være:

- så kort som praktisk muligt,
- tilstrækkelig beskyttet mod mekanisk beskadigelse.

NOTE Pick-up'en kan betragtes som en strømkilde. Derfor kan skader på kablet resultere i højspændingsfare.

13.2 Identifikation af ledere

13.2.1 Generelle krav

Hver leder skal være identificerbar ved hver terminering i overensstemmelse med den tekniske dokumentation (se afsnit 17).

Det anbefales (f.eks. for at lette vedligehold), at ledere identificeres, med numre, alfanumerisk, med farve (enten helt dækket eller med en eller flere striber), eller ved en kombination af farver og numre eller alfanumeriske. Når der bruges numre, skal de være arabiske, bogstaver skal være romanske (enten store eller små).

NOTE Anneks B kan benyttes til aftaler mellem leverandøren og brugeren angående en foretrukket identifikationsmetode.

13.2.2 Identifikation af beskyttelseslederen

Beskyttelseslederen skal være let genkendelig ved form, placering, mærkning eller farve. Når identifikationen er ved farve alene, skal den to-farvede kombination GRØN/GUL bruges i hele lederens længde. Denne farveidentifikation er reserveret udelukkende til beskyttelseslederen.

For isolerede ledere, skal to-farve kombination GRØN/GUL være sådan, at på en hvilken som helst længde på 15 mm dækker en af farverne mindst 30 % og ikke mere end 70 % af lederens overflade, den anden farve dækker det resterende af overfladen.

Hvor beskyttelseslederen let kan identificeres ved dens form, placering eller konstruktion (f.eks. en flettet leder eller uisoleret flerkordet leder), eller hvor den isolerede leder ikke er let tilgængelig, er farvekodning i hele dens længde ikke nødvendig, men enderne eller tilgængelige steder skal være klart identificeret med det grafiske symbol IEC 60417-5019 (DB:2002-10) eller med den to-farvede kombination GRØN/GUL.

13.2.3 Identifikation af neutrallederen

Hvor en kreds indeholder en neutralleder, der alene er identificeret med farve, skal farven, der bruges til denne leder, være BLÅ. For at undgå forveksling med andre ledere anbefales det, at en ikke fuldt pigmenteret blå benyttes, her betegnet "lyseblå" (se 3.2.2 i IEC 60446). Hvor den valgte farve er den eneste identifikation af neutrallederen, må farven ikke benyttes til at identificere nogen anden leder, hvor forveksling er mulig.

Hvor der benyttes identifikation med farver, skal uisolerede ledere, som bruges til neutralledere, enten farves med en 15 mm til 100 mm bred stribe, i hvert rum eller enhed og ved hvert tilgængelige sted, eller være farvet i hele deres længde.

13.2.4 Identifikation med farver

Hvor farvekodning anvendes til identifikation af ledere (andre end beskyttelseslederen (se 13.2.2) og neutrallederen (se 13.2.3)), kan følgende farver benyttes:

SORT, BRUN, RØD, ORANGE, GUL, GRØN, BLÅ (inklusive LYSEBLÅ), VIOLET, GRÅ, HVID, LYSERØD, TURKIS.

NOTE Denne liste er afledt fra IEC 60757.

Det anbefales, hvor farve benyttes til identifikation, at farven bruges i hele lederens længde enten ved isolationens farve eller ved farvemærkning med jævne mellemrum og i enderne eller tilgængelige steder.

Af sikkerhedsgrunde bør farven GRØN eller farven GUL ikke bruges, hvor der er en mulighed for forveksling med den to-farvede kombination GRØN/GUL (se 13.2.2).

Farveidentifikation ved brug af kombinationer af de ovenfor listede farver må benyttes, forudsat at der ikke kan forekomme forveksling, og at GRØN eller GUL ikke er brugt, undtagen i den to-farvede kombination GRØN/GUL.

Hvor der anvendes farvekodning til identifikation af ledere, anbefales det, at de farvekodes, som følger:

- SORT: a.c. og d.c. effektkredse,
- RØD: a.c. styrekredse,

- BLÅ: d.c. styrekredse,
- ORANGE: Undtagne kredse i overensstemmelse med 5.3.5.

Undtagelser: Fra det ovenstående er tilladt hvor:

- der anvendes isolation der ikke er til rådighed i de anbefalede farver, eller
- der anvendes multilederkabel, men ikke den to-farvede kombination GRØN/GUL.

13.3 Ledningsføring i kapslinger

Ledninger i kapslinger skal understøttes, hvor det er nødvendigt at holde dem på plads. Ikke-metalliske kanaler tillades kun, når de er lavet af et flammehæmmende isolationsmateriale (se IEC 60332 serierne).

Det anbefales, at elektrisk udstyr, der er monteret inden i kapslinger, designes og konstrueres på en sådan måde, at det er muligt at modificere ledningsføringen fra fronten af kapslingen (se 11.2.1). Hvor det ikke er praktisk muligt, og styreindretninger er forbundet fra bagsiden af kapslingen, skal der være adgangslåger eller udsvingspaneler.

Forbindelser til indretninger monteret på låger eller på bevægelige dele skal udføres med fleksible ledere i overensstemmelse med 12.2 og 12.6 for at tillade den hyppige bevægelse af delen. Lederne skal være fastgjort til den ubevægelige del og til den bevægelige del uafhængigt af den elektriske forbindelse (se 8.2.3 og 11.2.1).

Ledere og kabler, der ikke løber i kanaler, skal være tilstrækkeligt understøttede.

Klemmerækker eller stikprop-/stikkontaktkombinationer skal anvendes til styreledninger, der strækker sig ud over kapslingen. For stikprop-/stikkontaktkombinationer se også 13.4.5 og 13.4.6.

Stærkstrømskabler og kabler til målekredse må forbindes direkte til indretningernes terminaler, som er beregnet til disse forbindelser.

13.4 Ledningsføring udenfor kapslinger

13.4.1 Generelle krav

Midlerne til indføring af kabler eller kanaler med deres individuelle forskruninger, tyller etc. i en kapsling skal sikre, at kapslingsklassen ikke bliver forringet (se 11.3).

13.4.2 Eksterne kanaler

Lederne og deres forbindelser udenfor det elektriske udstyrs kapsling(er) skal kapsles i egnede kanaler (f.eks. rør eller ledningskanalsystemer) som beskrevet i 13.5, med undtagelse af egnede beskyttede kabler, der kan installeres uden kanaler, og med eller uden brug af åbne kabelbakker eller midler til kabelunderstøtning. Hvor indretninger som positionsfølere og afstandsfølere er forsynet med et dedikeret kabel, behøver dette kabel ikke at blive kapslet i en kanal, når kablet er egnet til formålet, tilstrækkelig kort og placeret eller beskyttet, så risikoen for skader er minimeret.

Fittings, som bruges sammen med kanaler eller multilederkabel, skal være egnet for det fysiske miljø.

Fleksibelt rør eller fleksibelt multilederkabel skal benyttes, hvor det er nødvendigt at anvende fleksible forbindelser til nedhængte trykknappbetjeninger. Vægten af den nedhængte betjening skal bæres af andre foranstaltninger end det fleksible rør eller det fleksible multilederkabel, undtaget hvor røret eller kablet specifikt er konstrueret til formålet.

13.4.3 Forbindelse til bevægelige maskindele

Forbindelser til dele, der bevæges hyppigt, skal udføres ved anvendelse af ledere i overensstemmelse med 12.2 og 12.6. Flexibelt kabel og fleksibelt rør skal installeres sådan, at for stor bøjning og strækning undgås, især ved fittings.

Kabler, som er genstand for bevægelse, skal understøttes sådan, at der ikke er mekanisk belastning på forbindelsespunkterne eller skarpe bøjninger. Når dette opnås ved hjælp af en sløjfe, skal denne have en tilstrækkelig længde til at sikre en bøjningsradius på mindst 10 gange kablets diameter.

Maskiners fleksible kabler skal installeres eller beskyttes således, at sandsynligheden for ydre skader, der skyldes faktorer, som inkluderer følgende kabelanvendelser eller potentielle misbrug, minimeres:

- overkørsel af maskinen selv
- overkørsel af køretøjer eller andre maskiner,
- komme i kontakt med maskindele under bevægelse,
- føring ind og ud af kabelkurve, eller på og af kabeltromler,
- accelerations kræfter og vindpåvirkning på guirlander eller hængekabler,
- for stor friktion i kabelopsamler,
- for stor påvirkning af strålingsvarme.

Kabelkappen skal være modstandsdygtig over for normalt slid, der kan forventes ved bevægelser og påvirkninger fra miljømæssige forureninger (f.eks. olie, vand, kølemidler eller støv).

Hvor kabler, der udsættes for bevægelser, er i nærheden af bevægelige dele, skal der tages forholdsregler for at opretholde en afstand på mindst 25 mm mellem de bevægelige dele og kablet. Hvor det ikke er praktisk muligt at opretholde denne afstand, skal der være fastgjorte barrierer mellem kablet og de bevægelige dele.

Kabelhåndteringssystemer skal konstrueres, så kablers laterale vinkel ikke overskrider 5° for at undgå vridning i kablet når:

- det rulles af og på kabeltromler, og
- det bevæger sig hen imod og fjerner sig fra kabelstyringsindretninger.

Der skal tages forholdsregler for at sikre, at mindst to omgange af fleksible kabler altid forbliver på tromlen.

Indretninger, der skal styre og bære et fleksibelt kabel, skal konstrueres sådan, at den indvendige bøjningsradius på alle punkter hvor kablet bøjes ikke er mindre end værdierne givet i tabel 8, med mindre andet er aftalt med kabelfabrikanten, under hensyntagen til tilladeligt træk og den forventede levetid begrænset af materialetræthed.

Tabel 8 – Mindste tilladelige bøjningsradius for tvangsstyringen af fleksible kabler

Applikation	Kabel diameter eller tykkelsen på et fladkabel (<i>d</i>) mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
Kabeltromler	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>
Styreruller	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>	8 <i>d</i>
Guirlandesystemer	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>
Alle andre	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>

Den lige sektion mellem to bøjninger skal være mindst 20 gange kablets diameter.

Hvor fleksible rør er tætte på bevægelige dele, skal konstruktions og understøttende foranstaltninger forhindre skade på det fleksible rør, under alle drifts forhold.

Fleksible rør må ikke benyttes til forbindelser, der er udsat for hurtige eller hyppige bevægelser, undtaget når de er specielt designet til dette formål.

13.4.4 Forbindelser mellem indretninger på maskinen

Hvor flere maskinmonterede koblingsapparater (f.eks. positionsfølere og trykknapper) er forbundet i serie eller parallel, anbefales det, at forbindelserne imellem disse indretninger føres igennem klemmer, som udgør mellemliggende testpunkter. Sådanne klemmer skal være velplacerede, tilstrækkeligt beskyttede og vist på relevante skemaer.

13.4.5 Stikprop-/stikkontaktkombinationer

Hvor stikprop-/stikkontaktkombinationer anvendes, skal de opfylde et eller flere af de følgende krav, når de er anvendelige:

Undtagelse: Inde i en kapsling anvendes de følgende krav ikke på komponenter eller indretninger, der er terminerede ved hjælp af faste stikprop-/stikkontaktkombinationer (ingen fleksible kabler), eller komponenter forbundet til et bussystem med en stikprop-/stikkontaktkombination.

- Når de er installeret korrekt i overensstemmelse med f), skal stikprop-/stikkontaktkombinationer være af en sådan type, der altid skal forhindre utilsigtet berøring med spændingsførende dele, også under isætning og udtagning af stikforbindelser. Kapslingsklassen skal være mindst IPXXB. PELV kredse er undtaget fra dette krav.
- Har en tidlig slutte - sent bryde beskyttelsesmessig udligningskontakt (jordingskontakt) (se også 6.3, 8.2.4), hvis de benyttes i TN- eller TT-systemer.
- Stikprop-/stikkontaktkombinationer, som er tiltænkt at skulle tilsluttes eller adskilles under belastningsforhold, skal have en tilstrækkelig brydeevne. Hvor en stikprop-/stikkontaktkombinationens mærkestrøm er 30 A eller større, skal den interlockes med koblingsapparatet, så isætning og udtagning kun er mulig, når koblingsapparatet er i sin OFF position.
- Stikprop-/stikkontaktkombinationer med en mærkestrøm på mere end 16 A skal have en fastholdelsesindretning for at forhindre utilsigtet eller tilfældig adskillelse.
- Hvor en utilsigtet eller tilfældig adskillelse af en stikprop-/stikkontaktkombination kan skabe en farlig situation, skal de have en fastholdelsesindretning.

Installationen af stikprop-/stikkontaktkombinationer skal opfylde de følgende krav, når de er anvendelige:

- f) Komponenten, som forbliver spændingsførende efter adskillelsen, skal have en kapslingsklasse på mindst IP2X eller IPXXB, under hensyntagen til de krævede mellemrum og krybeafstande. PELV kredse er undtaget fra dette krav.
- g) Metalliske kabinetter til stikprop-/stikkontaktkombinationer skal forbindes til det beskyttelsesmæssige udlignings system. PELV kredse er undtaget fra dette krav.
- h) Stikprop-/stikkontaktkombinationer, som er tiltænkt at skulle overføre en effekt, men ikke til at skulle adskilles under belastningsforhold, skal have en fastholdelsesindretning til at forhindre utilsigtet eller tilfældig adskillelse og skal være tydeligt mærket med, at de ikke er tiltænkt at skulle adskilles under belastning.
- i) Hvor der er mere end én stikprop-/stikkontaktkombination i det samme elektriske udstyr, skal de tilhørende kombinationer være tydeligt identificerbare. Det anbefales, at mekanisk kodning bruges for at forhindre ukorrekt isætning.
- j) Stikprop-/stikkontaktkombinationer, der bruges i styrekredse, skal opfylde de anvendelige krav i IEC 61984. **Undtagelse:** se k).
- k) Stikprop-/stikkontaktkombinationer beregnet til husholdnings- og lignende generelle formål må ikke anvendes i styrekredse. I stikprop-/stikkontaktkombinationer, som er i overensstemmelse med IEC 60309-1, må der i styrekredse kun benyttes de kontakter, der er beregnet til dette formål.

Undtagelse: Kravene i k) gælder ikke styrefunktioner, som anvender højfrekvente signaler på strømforsyningen.

13.4.6 Adskillelse for transport

Hvor det er nødvendigt, at ledningsføringer bliver adskilt for transport, skal der være klemmer eller stikprop-/stikkontaktkombinationer ved sektioneringsstederne. Sådanne klemmer skal være passende kapslet, og stikprop-/stikkontaktkombinationer skal være beskyttet mod det fysiske miljø under transport og opmagasinering.

13.4.7 Ekstra ledere

Det bør overvejes at levere ekstra ledere til vedligehold eller reparation. Når reserveledere leveres, skal de forbindes til reserveklemmer eller isoleres således, at kontakt med spændingsførende dele forhindres.

13.5 Ledningskanaler, samledåser og andre dåser

13.5.1 Generelle krav

Ledningskanaler skal have en kapslingsklasse, der er egnet til anvendelsen (se IEC 60529).

Alle skarpe kanter, grater, knaster, ru overflader eller flosser, som isolationen kan komme i kontakt med, skal fjernes fra ledningskanaler og fittings. Hvor det er nødvendigt, skal der være yderligere beskyttelse bestående af flammehæmmende og olieresistent isoleringsmateriale til at beskytte ledernes isolation.

Drænhuller med 6 mm diameter er tilladt i kabelkanalsystemer, samledåser og andre dåser, som bruges til ledningsføringsformål, som kan blive udsat for olie- eller fugtansamlinger.

For at forhindre forveksling af (lednings)rør med olie-, luft- eller vandør, anbefales det, at rørene enten er fysisk adskilte eller passende identificeret.

Ledningskanaler og kabelbakker skal være solidt understøttet og placeret i en tilstrækkelig afstand fra bevægelige dele, så sandsynligheden for skader og slitage minimeres. I områder, hvor menneskers færdsel er påkrævet, skal ledningskanaler og kabelbakker være monteret mindst 2 m over arbejdsplanet.

Ledningskanaler skal kun anvendes til mekanisk beskyttelse (se 8.2.3 for krav om forbindelse til den beskyttelsesmæssige udligningskreds).

Kabelbakker, der er delvis tildækkede, bør ikke anses for at være ledningskanaler eller kabelkanalsystemer (se 13.5.6), og kablerne, der anvendes, skal være af en type, der er egnet for installation med eller uden brug af åbne kabelbakker eller kabelunderstøttelsesmidler.

13.5.2 Fyldningsgrad i kanaler

Overvejelser vedrørende fyldningsgraden i ledningskanaler bør baseres på kanalens linieføring og længde, samt ledernes fleksibilitet. Det anbefales, at ledningskanalerne dimensioneres og placeres sådan, at indføring af ledere og kabler lettes.

13.5.3 Stive metalrør og -fittings

Stive metalrør og -fittings skal være af galvaniseret stål eller af et korrosionsbestandigt materiale egnet til forholdene. Brug af uens metaller, der kan medføre galvanisk reaktion ved kontakt med hinanden, bør undgås.

Rør skal være solidt fastgjort og understøttet i begge ender.

Fittings skal være kompatible med rørene og egnede til formålet. Fittings skal være med gevind, medmindre strukturelle besværligheder forhindrer samling. Hvor der benyttes fittings uden gevind, skal rørene være solidt fastgjorte til udstyret.

Rørbøjninger skal udføres på en sådan måde, at røret ikke bliver skadet, og at rørets indre diameter ikke bliver væsentlig reduceret.

13.5.4 Fleksible metalrør og -fittings

Et fleksibelt metalrør skal bestå af et fleksibelt metalrørsystem eller en flettet trådarmering.

Fittings skal være kompatible med røret og egnede til formålet.

13.5.5 Fleksible ikke-metalliske rør og fittings

Fleksible ikke-metalliske rør skal være modstandsdygtige over for kinker og skal have tilsvarende fysiske egenskaber som kappen på multilederkabler.

Rørene skal være egnede til brug i det forventede fysiske miljø.

Fittings skal være kompatible med rørene og egnede til formålet.

13.5.6 Ledningskanalsystem

Ledningskanalsystemer uden for kapslinger skal være solidt understøttet og fri af alle bevægelige eller forurenende dele af maskinen.

Låg skal udformes, så de overlapper siderne. Pakninger er tilladt. Dæksler skal være fastgjort til ledningskanalsystemet med egnede midler. På vandrette Ledningskanalsystemer må dækslet ikke være i bunden med mindre, det er specifikt designet til en sådan installation.

NOTE Krav til ledningskanalsystemer og ledningskanaler til elektriske installationer er givet i IEC 61084.

Hvor ledningskanalsystemet er leveret i sektioner, skal samlingerne mellem sektionerne være tætsluttende, men behøver ikke at være med pakning.

De eneste åbninger der tillades, er de, der kræves for ledningsføring eller dræning. Ledningskanalsystemer må ikke have åbne, ubenyttede udslagsblanketter.

13.5.7 Maskinhulrum og ledningskanalsystemer

Det er tilladt at anvende hulrum eller ledningskanalsystemer inden i maskinens søjle eller fundament til at kapsle ledere, forudsat at hulrummene eller ledningskanalsystemerne er isolerede fra kølemiddel- eller oliebeholdere og er helt kapslede. Ledere som løber i lukkede hulrum og ledningskanalsystemer skal være således sikret og placeret, at de ikke udsættes for fare.

13.5.8 Forbindelsesdåser og andre dåser

Forbindelsesdåser og andre dåser, der benyttes til ledningsføringsformål, skal være tilgængelige for vedligehold. Disse dåser skal yde beskyttelse mod indtrængen af stoffer og væsker, under hensyntagen til de ydre påvirkninger, som maskinen er tiltænkt at skulle fungere under. (se 11.3).

Disse dåser må ikke have åbne, ubenyttede udslagsblanketter eller andre åbninger, og de skal være konstrueret sådan, at de holder materialer som støv, olie og kølemidler ude.

13.5.9 Motorklemkasser

Motorklemkasser må kun indeholde forbindelser til motoren og motormonterede indretninger (f.eks. bremses, temperaturfølere, blokeringsafbrydere eller tachogeneratorer).

14 Elektriske motorer og tilhørende udstyr

14.1 Generelle krav

Elektriske motorer bør være i overensstemmelse med relevante dele af IEC 60034 serien.

Beskyttelseskravene for motorer og tilhørende udstyr er givet i 7.2 for overstrømsbeskyttelse, i 7.3 for overbelastningsbeskyttelse og i 7.6 for beskyttelse mod overhastighed.

Da mange styreindretninger ikke udkobler forsyningen til en motor, når den er i stilstand, skal der udvises omhu for at sikre overensstemmelse med kravene i 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 og 9.4. Udstyr til motorstyring skal anbringes og monteres i overensstemmelse med afsnit 11.

14.2 Motorkapslinger

Det anbefales, at motorkapslinger vælges ud fra de, der er indeholdt i IEC 60034-5.

Kapslingsklassen skal være mindst IP23 (se IEC 60529) for alle motorer. Strengere krav kan være nødvendigt, afhængig af anvendelsen og det fysiske miljø (se 4.4). Motorer, der er indbygget som en integreret del af en maskine, skal være således monteret, at de er tilstrækkelig beskyttet mod mekanisk skade.

14.3 Motordimensioner

Så vidt det er praktisk muligt, skal motordimensionerne være i overensstemmelse med de, som er givet i IEC 60072 serien.

14.4 Motormontering og hulrum

Hver motor og dens tilhørende koblinger, drivremme, remskiver eller kæder, skal være sådan monteret, at de er tilstrækkeligt beskyttet og er let tilgængelige for inspektion, vedligehold, justering, opretning, smøring og udskiftning. Indretningen til motormontering skal være sådan, at alle midler til fastholdelse kan fjernes og alle klemkasser er tilgængelige.

Motorer skal monteres sådan, at forsvarlig køling er sikret og temperaturstigningen forbliver inden for isolationsklassens grænser. (se IEC 60034-1).

Hvor det er praktisk muligt, bør motorhulrum være rene og tørre, og når det kræves, skal de være ventilerede direkte til maskinens yderside. Aftrækkene skal være sådan, at indtrængen af spåner, støv eller vandstænk er på et acceptabelt niveau.

Der må ikke være åbninger mellem motorhulrum og noget andet hulrum, der ikke lever op til kravene for motorhulrummet. Hvor et (lednings)rør eller rør føres ind i motorhulrummet fra et andet hulrum, som ikke lever op til kravene for motorhulrummet, skal alle åbninger omkring (lednings)røret eller røret være forseglet.

14.5 Kriterier for valg af motor

Motorers og tilhørende udstyrs karakteristikker, skal vælges i overensstemmelse med den forventede drift og de fysiske omgivelser (se 4.4). I denne henseende inkluderer punkterne, der skal overvejes:

- motortype,
- type af driftcyklus (se IEC 60034-1),
- fast eller variabel driftshastighed (og den deraf følgende variable indflydelse på ventilationen),
- mekaniske vibrationer,
- motorstyringstype;

- indflydelse af det harmoniske spektrum af spændingen og/eller strømmen der forsyner motoren (især når den forsynes fra en statisk omformer) på temperaturstigningen
- startmetoden og startstrømmens mulige indflydelse på driften hos andre brugere af den samme forsyning, også under hensyntagen til mulige specielle forhold foreskrevet af forsyningsmyndigheden,
- variation af modbelastningsmoment ved hjælp af tid og hastighed,
- indflydelse fra belastninger med store inertier,
- indflydelse fra drift med konstant moment eller konstant effekt,
- muligt behov for induktive reaktorer mellem motor og omformer.

14.6 Beskyttelsesindretninger til mekaniske bremser

Aktivering af overbelastnings- og overstrømsbeskyttelsesindretninger for mekaniske bremseaktuatorer skal igangsætte den simultane afbrydelse af energitilførslen til (frigørelse af) de tilhørende maskinaktuatorer.

NOTE Tilhørende maskinaktuatorer er de, der er tilknyttet den samme bevægelse, f.eks. kabeltromler og long-travel drev.

15 Tilbehør og belysning

15.1 Tilbehør

Hvor maskinen eller dens tilhørende udstyr er forsynet med stikkontakter, der er beregnet til brug for tilbehør (f.eks. håndholdt elektrisk værktøj eller testudstyr), gælder det efterfølgende:

- Stikkontakter bør være i overensstemmelse med IEC 60309-1. Hvor dette ikke er praktisk muligt, bør de være tydeligt mærket med mærkespænding og mærkestrøm.
- Kontinuiteten af den beskyttelsesmæssige udligningskreds til stikkontakten skal være sikret, undtaget hvor beskyttelsen er udført med PELV.
- Alle ikke-jordforbundne ledere, som er forbundet til stikkontakten, skal være beskyttet mod overstrøm og, når det kræves, imod overbelastning i overensstemmelse med 7.2 og 7.3 uafhængig af andre kredses beskyttelse.
- Hvor strømforsyningen til stikkontakten ikke afbrydes af forsyningsadskilleren til maskinen eller maskinsektionen, gælder kravene i 5.3.5.

NOTE 1 Se også tillæg B.

NOTE 2 Kredse for stikkontakter kan udstyres med fejlstrømsbeskyttelsesindretninger.

15.2 Lokal belysning af maskinen og udstyret

15.2.1 Generelt

Forbindelser til den beskyttelsesmæssige udligningskreds skal være i overensstemmelse med 8.2.2.

Afbryderen må ikke være inkorporeret i fatningen eller i de fleksible forbindelsesledninger.

Stroboskobeffekter fra lys skal undgås ved udvælgelsen af egnede lyskilder.

Hvor der er fast belysning i en kapsling, bør der tages højde for den elektromagnetiske kompatibilitet, ved hjælp af de skitserede principper i 4.4.2.

15.2.2 Forsyning

Den nominelle spænding i den lokale belysningskreds må ikke overstige 250 V mellem lederne. En spænding som ikke overskrider 50 V mellem lederne anbefales.

Belysningskredse skal være forsynet fra en af de følgende kilder (se også 7.2.6):

- En dedikeret skilletransformer forbundet til belastningssiden af forsyningsadskilleren. Overstrømsbeskyttelse skal placeres i sekundærkredsen.
- En dedikeret skilletransformer forbundet til forsyningsiden af forsyningsadskilleren. Denne kilde er kun tilladt til vedligeholdelsesbelysningskredse i styrekapslinger. Overstrømsbeskyttelse skal placeres i sekundærkredsen (se også 5.3.5 og 13.1.3).
- En maskinkreds med en dedikeret overstrømsbeskyttelse.
- En skilletransformer forbundet til forsyningsiden af forsyningsadskilleren, forsynet med en dedikeret primær adskillelsesindretning (se 5.3.5) og sekundær overstrømsbeskyttelse, og monteret inden for styrekapslingen, stødende op til forsyningsadskilleren (se også 13.1.13).
- En ekstern forsynet belysningskreds (f.eks. fabriksbelysningskredsen). Dette er kun tilladt i styrekapslinger, og for arbejdsbelysning(er) på maskinen, hvor arbejdsbelysningskredsens totale mærkeeffekt ikke er mere end 3 kW.

Undtagelse: Hvor fast belysning er uden for operatørens rækkevidde under normale arbejdsgange, gælder retningslinierne i dette underafsnit ikke.

15.2.3 Beskyttelse

Lokale belysningskredse skal beskyttes i overensstemmelse med 7.2.6.

15.2.4 Armaturer

Justerbare belysningsarmaturer skal være egnede til det fysiske miljø.

Lampeholdere skal være:

- i overensstemmelse med den relevante IEC standard,
- konstrueret med et isolationsmateriale, der beskytter lampesoklen så utilsigtet berøring forhindres.

Reflektorer skal være fastholdt af beslag og ikke af fatningen.

Undtagelse: Hvor faste belysninger er uden for operatørens rækkevidde under normale arbejdsgange, gælder retningslinierne i dette underafsnit ikke.

16 Mærkning, advarselsskilte og referencebetegnelser

16.1 Generelt

Advarselsskilte, navneplader, mærkninger og identifikationsplader skal være tilstrækkelig holdbare til at modstå det fysiske miljø, de kan blive udsat for.

16.2 Advarselsskilte

16.2.1 Fare for elektrisk stød

Kapslinger, der ikke på anden måde klart viser, at de indeholder elektrisk udstyr, der kan medføre risiko for elektrisk stød, skal mærkes med det grafiske symbol IEC 60417-5036 (DB:2002-10).



Advarselsskiltet skal være umiddelbart synligt på kapslingens låge eller dæksel.

Advarselsskiltet kan udelades (se også 6.2.2 b) for:

- en kapsling udstyret med en forsyningsadskiller,
- et operatør-maskine-interface eller en betjeningsstation,
- en enkelt indretning med dens egen kapsling (f.eks. positionsføler).

16.2.2 Farer fra varme overflader

Hvor risikovurderingen viser behovet for at advare imod muligheden for farlige overfladetemperaturer på det elektriske udstyr, skal det grafiske symbol IEC 60417-5041 (DB:2002-10) anvendes.



NOTE For elektriske installationer, er denne forholdsregel omhandlet i IEC 60364-4-42, underafsnit 423 og Tabel 42A.

16.3 Funktionel identifikation

Styreindretninger, visuelle indikatorer og displays (i særdeleshed de der er relateret til sikkerhed) skal være tydeligt og holdbart mærket, med hensyn til deres funktioner enten på eller i umiddelbar nærhed af enheden. Sådanne mærkninger kan aftales mellem brugeren og leverandøren af udstyret (se tillæg B). Der bør være præference for brugen af standardsymbolerne som givet i IEC 60417-DB:2002 og ISO 7000.

16.4 Mærkning af udstyr

Udstyr (f.eks. tavler) skal være tydeligt og holdbart mærket på en måde, der er umiddelbar synlig, efter at udstyret er installeret. En navneplade, som giver følgende information, skal være fastgjort til kapslingen i nærheden af hver forsyning:

- leverandørens navn eller varemærke,
- certificationsmærke, når det kræves,
- serienummer, hvor det er anvendeligt,
- mærkespænding, faseantal, frekvens (ved a.c.) og fuldlaststrøm for hver forsyning,

- udstyrets kortslutningsdata,
- hoveddokument nummer (se IEC 62023).

Fuldlaststrømmen, som vises på navnepladen, må ikke være mindre end strømmen for alle kørende motorer og andet udstyr, som kan være i drift samtidig under normale omstændigheder.

Hvor der kun anvendes en enkelt motorstyring, kan informationen i stedet for angives på maskinens navneplade, hvor den er umiddelbart synlig.

16.5 Referencebetegnelser

Alle kapslinger, sammenbygninger, koblingsudstyr og komponenter skal være tydeligt identificeret med den samme referencebetegnelse som vist i den tekniske dokumentation.

17 Teknisk dokumentation

17.1 Generelt

Den nødvendige information til installation, drift og vedligehold af det elektriske udstyr på en maskine, skal leveres i den hensigtsmæssige form, f.eks. tegninger, skemaer, lister, tabeller og/eller instruktioner. Informationen skal være på et aftalt sprog (se også tillæg B). Den leverede information kan variere med kompleksiteten af det elektriske udstyr. Ved meget simpelt udstyr kan den relevante information være indeholdt på ét dokument, forudsat at dokumentet viser alle indretninger på det elektriske udstyr og gør det muligt at udføre forbindelserne til forsyningsnettet.

NOTE 1 Den tekniske dokumentation, som leveres sammen med dele af det elektriske udstyr, kan danne en del af dokumentationen for det elektriske udstyr på maskinen.

NOTE 2 I nogle lande er kravet om brug af specifik(ke) sprog dækket af lovmæssige krav.

17.2 Information som skal leveres

Informationen, som leveres med det elektriske udstyr, skal inkludere:

- a) Et hoveddokument (en stykliste eller dokumentliste);
- b) dokumenter som inkluderer:
 - 1) en klar, omfattende beskrivelse af udstyret, installation og montering, og forbindelse til de(n) elektriske forsyning(er),
 - 2) krav til de(n) elektriske forsyning(er),
 - 3) information om det fysiske miljø (f.eks. belysning, vibration, luftbårne forurenende stoffer), hvor det er hensigtsmæssigt,
 - 4) oversigts- (blok)skema(er) hvor det er hensigtsmæssigt,
 - 5) kredsskema(er),
 - 6) information (hvor det er anvendeligt) om:
 - programmering, som er nødvendig for brugen af udstyret,
 - driftsrækkefølge(r),
 - inspektionshyppighed,
 - hyppigheden af og metoder til funktionstest,
 - vejledning i justering, vedligehold og reparation, i særdeleshed af beskyttelsesindretninger og –kredse,
 - anbefalet reservedelsliste, og
 - liste over leveret værktøj.

- 7) en beskrivelse (inklusive forbindelseskemaer) af sikkerhedsforanstaltninger, interlockfunktioner og interlocking af beskyttelseskærme, især for maskiner som arbejder koordineret sammen,
- 8) en beskrivelse af beskyttelsesforanstaltningerne, og en beskrivelse af de leverede midler, hvor det er nødvendigt at suspendere beskyttelsesforanstaltningerne (f.eks. ved indstilling og vedligehold, (se 9.2.4),
- 9) vejledninger i procedurer til sikring af maskinen for sikker vedligehold, (se 17.8),
- 10) information om håndtering, transport og opbevaring,
- 11) information angående belastningsstrømme, startstrømme og tilladelige spændingsdyk, når den er anvendelig,
- 12) information om tilbageværende risici som skyldes begrænsningerne i de anvendte beskyttelsesforanstaltninger, og angivelse af om hvorvidt der kræves særlig oplæring, og specifikation af ethvert nødvendigt personligt beskyttelsesudstyr.

17.3 Krav, gældende for al dokumentation

Med mindre andet er aftalt mellem fabrikanten og brugeren:

- skal dokumentationen være i overensstemmelse med relevante dele af IEC 61082,
- skal referencebetegnelser være i overensstemmelse med relevante dele af IEC 61346,
- skal instruktioner/manualer være i overensstemmelse med IEC 62079.
- skal styklister, hvor sådanne medleveres, være i overensstemmelse IEC 62027, klasse B.

NOTE Se punkt 13 i tillæg B.

Til at referere til de forskellige dokumenter, skal leverandøren vælge en af de følgende metoder:

- hvor dokumentationen består af et lille antal dokumenter (f.eks. mindre end 5) skal hvert af dokumenterne som krydsreference indeholde dokumentnumrene på alle de andre dokumenter, som tilhører det elektriske udstyr, eller
- kun for enkeltniveau hoveddokumenter (se IEC 62023), skal alle dokumenter være listet med dokumentnumre og titler på en tegning eller i en dokumentliste, eller
- for alle dokumenter af et vist niveau (se IEC 62023), skal dokumentstrukturen listes med dokumentnumre og titler i en stykliste, som tilhører det samme niveau.

17.4 Installationsdokumenter

Installationsdokumenterne skal give al den information, der er nødvendig for det indledende arbejde med klargøring af maskinen (inklusive idriftsætning). I komplekse tilfælde kan det være nødvendigt at referere til samlingstegninger for detaljer.

De(n) anbefalede placering, type og tværsnitsarealer af forsyningskabler, der skal installeres på stedet, skal være tydeligt angivet.

De nødvendige data for valget af typen, karakteristikken, mærkestrømmen og indstillingen af overstrømbeskyttelsesindretningen(erne) for forsyningslederne til det elektriske udstyr på maskinen skal være givet (se 7.2.2).

Hvor brugeren skal udføre kanaler i fundamentet skal størrelse, formål og placering af enhver af disse specificeres, hvor det er nødvendigt (se tillæg B).

Størrelsen, type og formål for kanaler, kabelbakker eller kabelunderstøtninger mellem maskinen og det tilhørende udstyr, som skal leveres af brugeren, skal specificeres (se tillæg B).

Hvor det er nødvendigt, skal skemaet angive, hvor der kræves plads for fjernelse eller servicering af det elektriske udstyr.

NOTE 1 Eksempler på installationsskemaer kan findes i IEC 61082-4.

Endvidere skal der, hvor det er relevant, leveres et forbindelsesskema eller en tabel. Dette skema eller denne tabel skal give den fulde information om alle eksterne forbindelser. Hvor det elektriske udstyr er tiltænkt at skulle forsynes fra mere end én elektrisk forsyningskilde, skal forbindelsesskemaet eller tabellen angive ændringerne eller forbindelserne, der kræves ved brug af hver forsyning.

NOTE 2 Eksempler på forbindelsesskemaer/tabeller kan findes i IEC 61082-3.

17.5 Oversigtsskemaer og funktionsskemaer

Hvor det er nødvendigt for at lette forståelsen for driftsprincipperne, skal der leveres et oversigtsskema. Et oversigtsskema symboliserer det elektriske udstyr samt dets funktionelle indbyrdes forhold uden nødvendigvis at vise alle forbindelserne.

NOTE 1 Eksempler på oversigtsskemaer kan findes i IEC 61082 serien.

Funktionsskemaer kan leveres som enten del af, eller tillæg til, oversigtsskemaet.

NOTE 2 Eksempler på funktionsskemaer kan findes i IEC 61082-2.

17.6 Kredsskemaer

Kredsskema(er) skal medleveres. Dette skema(er) skal vise de elektriske kredse på maskinen og dens tilhørende elektriske udstyr. Ethvert grafisk symbol, som ikke er vist i IEC 60617-DB:2001, skal være særskilt vist og beskrevet på skemaerne eller i hjælpedokumenter. Symbolerne og identifikationen af komponenter og indretninger skal være konsekvent gennem alle dokumenterne og på maskinen.

Hvor det er hensigtsmæssigt, skal der være et skema, som viser terminalerne til interfaceforbindelserne. Til forenkling kan dette skema benyttes i forbindelse med kredsskema(er). Skemaet bør indeholde en reference til det detaljerede kredsskema for hver af de viste enheder.

Kontaktsymboler på de elektromekaniske skemaer skal vises med alle forsyninger afbrudt (f.eks. elektricitet, luft, vand eller smørremiddel) og med maskinen og dens elektriske udstyr klar til normal start.

Ledere skal kunne identificeres i overensstemmelse med 13.2.

Kredse skal være vist på en sådan måde, at det letter forståelsen af deres funktion såvel som af vedligehold og fejlfinding. Egenskaber, der relaterer sig til funktionen af styreindretninger og komponenter, og som ikke er indlysende ud fra deres symbolske præsentation, skal være inkluderet på skemaerne i nærheden af symbolet eller henvist til en fodnote.

17.7 Betjeningsmanual

Den tekniske dokumentation skal indeholde en betjeningsmanual, som detaljeret angiver korrekte procedurer for opsætning og brug af det elektriske udstyr. Der bør særligt lægges vægt på de anvendte sikkerhedsforanstaltninger.

Hvor udstyrets drift kan programmeres, skal der leveres detaljeret information om programmeringsmetoderne, det krævede udstyr, programverifikation og supplerende sikkerhedsprocedurer (hvor det kræves).

17.8 Vedligeholdelsesmanual

Den tekniske dokumentation skal indeholde en vedligeholdelsesmanual som specificerer korrekte procedurer for justering, service og forebyggende inspektion samt reparation. Anbefalinger om intervaller og journaler for vedligehold/service bør være en del af manualen. Hvor der findes metoder til verifikation af korrekt drift (f.eks. softwaretestprogrammer), skal brugen af disse metoder specificeres.

17.9 Styklister

Styklisten, hvor den er medleveret, skal som et minimum omfatte nødvendig information til bestilling af reserve- eller udskiftningsdele (f.eks. komponenter, indretninger, software, testudstyr og teknisk dokumentation), der er krævet for den forebyggende eller korrigerende vedligeholdelse inklusive de dele, som det anbefales brugeren af udstyret at have på lager.

18 Verifikation

18.1 Generelt

Denne del af IEC 60204 stiller generelle krav til det elektriske udstyr på maskiner.

Omfanget af verifikationen vil blive angivet i den dedikerede produktstandard for en given maskine. Hvor der ikke er nogen dedikeret produktstandard for maskinen, skal verifikationen altid inkludere punkterne a), b) og f) og kan inkludere ét eller flere af punkterne c) til e):

- a) verifikation af at det elektriske udstyr er i overensstemmelse med dets tekniske dokumentation,
- b) i tilfælde med beskyttelse imod indirekte berøring ved automatisk afbrydelse, skal vilkårene for automatisk afbrydelse verificeres i henhold til 18.2,
- c) test af isolationsmodstand (se 18.3),
- d) spændingstest (se 18.4),
- e) beskyttelse mod restspænding (se 18.5),
- f) funktionstest (se 18.6).

Når disse test udføres, anbefales det, at de udføres i den ovenstående rækkefølge.

Når elektrisk udstyr er modificeret, gælder kravene, som er foreskrevet i 18.7.

For test i henhold til 18.2 og 18.3, er måleudstyr i overensstemmelse med IEC 61557 serien anvendelig.

NOTE Andre test i denne standard skal udføres med måleudstyr i overensstemmelse med relevante IEC og EN standarder.

Resultatet af verifikationen skal dokumenteres.

18.2 Verifikation af betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen

18.2.1 Generelt

Betingelserne for automatisk afbrydelse af forsyningen (se 6.3.3) skal verificeres ved test.

For TN-systemer er testmetoderne beskrevet i 18.2.2, deres anvendelse ved forskellige forsyningsforhold er fastlagt i 18.2.3.

For TT- og IT-systemer se IEC 60364-6-61.

18.2.2 Test metoder i TN systemer

Test 1 verificerer kontinuiteten i den beskyttelsesmæssige udligningskreds. Test 2 verificerer vilkårene for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen.

Test 1 – Verifikation af kontinuiteten i den beskyttelsesmæssige udligningskreds

Modstanden i hver beskyttelsesmæssige udligningskreds mellem PE klemmen (se 5.2 og figur 3) og relevante punkter, som er del af hver beskyttelsesmæssige udligningskreds, skal måles med en strøm mellem mindst 0,2 A og cirka 10 A, som kommer fra en elektrisk adskilt forsyningskilde (f.eks. SELV, se 413.1 i IEC 60064-4-41), og som har en maksimal tomgangsspænding på 24 V a.c. eller d.c. Det anbefales, at man ikke bruger en PELV forsyning, da sådanne forsyninger kan frembringe vildledende resultater i denne test. Den målte modstand skal være inden for det forventede område, i forhold til længden af, tværsnitsarealet af og materialet i de(n) tilknyttede beskyttelsesmæssige udligningsleder(e).

NOTE 1 Benyttes højere strømme til kontinuitetstesten, forøges nøjagtigheden især ved små modstandsværdier dvs. større tværsnitsarealer og/eller kortere lederlængde.

Test 2 – Verifikation af impedansen i fejlsløjfen og den tilhørende overstrømsbeskyttelsesindretnings egnethed

Forbindelserne af strømforsyningen og af den ydre beskyttelsesleder til PE klemmen på maskinen skal verificeres ved inspektion.

Betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen i overensstemmelse med 6.3.3 og tillæg A skal verificeres både ved:

- 1) verifikation af fejlsløjfens impedans ved:
 - beregning, eller
 - måling i overensstemmelse med A.4, og

- 2) bekræftelse af, at indstillingen og karakteristikkene af den tilhørende overstrømsbeskyttelsesindretning er i overensstemmelse med kravene i tillæg A.

NOTE 2 En måling af fejlsløjfeimpedans kan udføres for kredse, hvor betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse kræver en strøm I_a op til omkring 1 kA (I_a er strømmen, som forårsager den automatiske kobling af adskilleren inden for den tid, der er specificeret i tillæg A)

18.2.3 Anvendelse af test metoderne på TN systemer

Test 1 i 18.2.2 skal udføres på hver enkel af de beskyttelsesmæssige udligningskredse på en maskine.

Når Test 2 i 18.2.2 udføres ved måling, skal Test 1 altid udføres først.

NOTE En diskontinuitet i den beskyttelsesmæssige udligningskreds kan medføre en farlig situation for personen der tester eller andre personer, eller skade det elektriske udstyr under testen af sløjfeimpedansen.

De test, der er nødvendige for maskiner i forskellige tilstande, er specificeret i tabel 9. Tabel 10 kan anvendes til at muliggøre fastlæggelse af maskintilstanden.

Tabel 9 – Anvendelse af test metoderne på TN systemer

Procedure	Maskintilstand	Verifikation på anvendelsesstedet
A	<p>Elektrisk udstyr på maskiner, opsat og forbundet på anvendelsesstedet, hvor kontinuiteten af den beskyttelsesmæssige udligningskreds ikke er bekræftet efter opstilling og forbindelse på anvendelsesstedet.</p>	<p>Test 1 og test 2 (se 18.2.2)</p> <p>Undtagelse: Hvis fabrikantens forudgående beregninger af fejlsøjfeimpedansen eller -modstanden er tilgængelige og hvor:</p> <p>installationen er anbragt, så det er muligt at verificere længden og tværsnittet på de ledere, der er brugt i beregningen, og</p> <ul style="list-style-type: none"> • det kan bekræftes at forsyningskildens impedans på anvendelsesstedet er mindre end eller lig med de antagede værdier, som fabrikanten har benyttet til beregningerne. <p>Test 1 (se 18.2.2) af den beskyttelsesmæssige udligningskreds forbundet på anvendelsesstedet og verifikation ved inspektion af forbindelserne for strømforsyningen og den ydre beskyttelsesleder til PE klemmen på maskinen er tilstrækkelig.</p>
B	<p>Maskinen er forsynet med en bekræftelse på verifikationen (se 18.1) af kontinuiteten af den beskyttelsesmæssige udligningskreds ved test 1 eller test 2 ved målinger, med beskyttelsesmæssige udligningskredse som overskrider kabel længderne, der er givet eksempler i tabel 10:</p> <p>Tilfælde B1) leveret fuldt samlet og er ikke demonteret for transport.</p> <p>Tilfælde B2) leveret demonteret for transport, hvor kontinuiteten af beskyttelsesledere er sikret efter demontering, transport og genmontering (f.eks. ved brug af stikprop-/stikkontaktforbindelser).</p>	<p>Test 2 (se 18.2.2)</p> <p>Undtagelse:</p> <p>Hvor det kan bekræftes, at forsyningskildens impedans på anvendelsesstedet er mindre end eller lig med den, der er benyttet til beregningen, eller test forsynings under en test 2 ved måling, kræves der ingen test på anvendelsesstedet bortset fra verifikation af forbindelserne:</p> <ul style="list-style-type: none"> • I tilfælde B1) af strømforsyningen og af den ydre beskyttelsesleder til maskinens PE klemme. • I tilfælde B2) af strømforsyningen og af den ydre beskyttelsesleder til maskinens PE klemme og af alle beskyttelseslederens(nes) forbindelser, der var demonteret for transport.
C	<p>Maskine med beskyttelsesmæssige udligningskredse der ikke overskrider kabellængderne, der er givet eksempler på i tabel 10, og leveret med bekræftelse af verifikationen (se 18.1) af kontinuiteten af den beskyttelsesmæssige udligningskreds ved test 1 eller test 2 (se 18.2.2) ved måling.</p> <p>Tilfælde C1) leveret fuldt samlet og er ikke demonteret for transport.</p> <p>Tilfælde C2) leveret demonteret for transport, hvor kontinuiteten af beskyttelsesledere er sikret efter demontering, transport og genmontering (f.eks. ved brug af stikprop-/stikkontaktkombination(er)).</p>	<p>Der kræves ingen test på anvendelsesstedet. For en maskine som ikke er forbundet til strømforsyningen med en stikprop-/stikkontaktkombination, skal den korrekte forbindelse af den ydre beskyttelsesleder til maskinens PE klemme verificeres ved visuel inspektion.</p> <p>I tilfælde C2), skal der i installationsdokumenterne (se 17.4) kræves, at alle forbindelser af beskyttelsesledere, som var demonteret for transport, bliver verificeret, f.eks. ved visuel inspektion.</p>

Tabel 10 – Eksempler på maksimal kabellængde fra hver beskyttelsesindretning til dens belastning

1 Forsynings- kildens impedans til hver beskyttelses- indretning	2 Tværsnitsareal	3 Nominel mærkestrøm eller indstilling af beskyttelses- indretningen I_N	4 Sikring Brydetid 5s	5 Sikring Brydetid 0,4 s	6 Automat- sikring Karakteristik B 1 $I_a = 5 \times I_N$ brydetid 0,1 s	7 Automat- sikring Karakteristik C 2 $I_a = 10 \times I_N$ brydetid 0,1 s	8 Indstillelig maksimalafbryder $I_a = 8 \times I_N$ brydetid 0,1 s
mΩ	mm ²	A	Maksimal kabellængde i m fra hver beskyttelsesindretning til dens belastning				
500	1,5	16	97	53	76	30	28
500	2,5	20	115	57	94	34	36
500	4,0	25	135	66	114	35	38
400	6,0	32	145	59	133	40	42
300	10	50	125	41	132	33	37
200	16	63	175	73	179	55	61
200	25 (fase)/16 (PE)	80	133				38
100	35 (fase)/16 (PE)	100	136				73
100	50 (fase)/25 (PE)	125	141				66
100	70 (fase)/35 (PE)	160	138				46
50	95 (fase)/50 (PE)	200	152				98
50	120 (fase)/70 (PE)	250	157				79

Værdierne for den maksimale kabellængde i tabel 10 er baseret på følgende antagelser:

- PVC kabel med kobberledere, ledertemperatur under kortslutningsforhold 160 °C (se tabel D.5),
- kabler med faseledere op til 16 mm² har en beskyttelsesleder med tværnit, som er lig med faseledernes,
- kabler med faseledere over 16 mm² har en reduceret beskyttelseslederstørrelse som vist,
- 3-fase system, strømforsynings nominelle spænding er 400 V,
- forsyningskildens maksimale impedans til hver beskyttelsesindretning i overensstemmelse med kolonne 1,
- kolonne 3 værdierne er sammenholdt med tabel 6 (se 12.4).

En afvigelse fra disse antagelser kan kræve en komplet beregning eller måling af impedansen i fejlsløjfen. Yderligere information er tilgængelig fra IEC 60228 og IEC 61200-53.

18.3 Test af isolationsmodstand

Når der udføres test af isolationsmodstand, skal isolationsmodstanden, som måles ved 500 V d.c. mellem effektkredsens ledere og den beskyttelsesmæssige udligningskreds, være mindre end 1 MΩ. Testen kan udføres særskilt på sektioner af den komplette elektriske installation.

Undtagelse: For visse dele af det elektriske udstyr, omfattende f.eks. samleskinner, ledningstråds- eller strømskinnesystemer eller slæberingssystemer, tillades en lavere minimumsværdi, men denne værdi må ikke være mindre end 50 kΩ.

1 | overensstemmelse med IEC 60898 serien.

2 | overensstemmelse med IEC 60898 serien.

Hvis det elektriske udstyr på maskinen indeholder overspændingsbeskyttelsesindretninger, som sandsynligvis vil virke under test, er det tilladt enten at:

- frakoble disse indretninger, eller
- reducere testspændingen til en værdi lavere end spændingsbeskyttelsesniveauet på overspændingsbeskyttelsesindretningen, men ikke lavere end spidsværdien af forsyningens øvre grænse (fase til neutral) spænding.

18.4 Spændingstest

Når der udføres spændingstest, bør der anvendes testudstyr, der er i overensstemmelse med IEC 61180-2.

Testspændingen skal have en nominel frekvens på 50 Hz eller 60 Hz.

Den maksimale testspænding skal have en værdi på to gange udstyrets nominelle forsyningsspænding eller 1000 V, den største værdi benyttes. Den maksimale testspænding skal påføres mellem effektkredsens ledere og den beskyttelsesmæssige udligningskreds i ca. 1 s. Kravene er opfyldt, hvis der ikke forekommer gennemslag.

Komponenter og indretninger, der ikke er beregnet til at modstå testspændingen, skal frakobles under testen.

Komponenter og udstyr, der er blevet spændingstestet i overensstemmelse med deres produktstandarder, må frakobles under testen.

18.5 Beskyttelse mod restspændinger

Hvor det er relevant, skal der udføres test for at sikre overensstemmelse med 6.2.4.

18.6 Funktionstest

Det elektriske udstyrs funktioner skal testes.

Elektriske sikkerhedskredses funktion (f.eks. påvisning af jordfejl) skal testes.

18.7 Gentest

Hvor en del af maskinen og dets tilhørende udstyr er ændret eller modificeret, skal delen re-verificeres og gentestes, hvor det er relevant.

Der bør vises særlig opmærksomhed på de mulige ugunstige virkninger, som en gentest kan have på udstyret (f.eks. overbelastning af isolation eller afbrydelse/indkobling af indretninger).

Tillæg A (normativt)

Beskyttelse mod indirekte berøring i TN systemer

(Afledt fra IEC 60364-4-41:2001 og IEC 60364-6-61:2001)

A.1 Generelt

Beskyttelse mod indirekte berøring skal udføres med en overstrømsbeskyttelsesindretning, der automatisk afbryder forsyningen til kredsen eller udstyret i tilfælde af en fejl mellem en spændingsførende og en berøringstilgængelig ledende del eller en beskyttelsesleder i kredsen eller udstyret inden for en tilstrækkelig kort brydetid. En brydetid, der ikke overstiger 5 s, anses for tilstrækkelig kort for maskiner.

Undtagelse: Hvor denne brydetid ikke kan sikres, skal der implementeres foranstaltninger (f.eks. supplerede beskyttelsesmæssig udligning) til at forhindre en prospektiv berøringsspænding i at overstige 50 V a.c. eller 120 V rippelfri d.c. mellem samtidigt tilgængelige ledende dele. Se A.3.

For kredse, der forsyner håndholdt udstyr eller transportabelt udstyr af klasse 1 gennem stikkontakter eller direkte uden stikkontakter (f.eks. stikkontakter på en maskine for tilhørende udstyr, se 15.1), specificerer tabel A.1 den maksimale brydetid, der anses for at være tilstrækkelig kort.

Tabel A.1 – Maksimale brydetider for TN systemer

U_o ^{a)} V	Brydetid s
120	0,8
230	0,4
277	0,4
400	0,2
>400	0,1

^{a)} U_o er den nominelle a.c. r.m.s. spænding til jord.

NOTE 1 For spændinger, som er inden for tolerancebåndet angivet i IEC 60038, anvendes brydetiden som passer til den nominelle spænding.

NOTE 2 For mellemliggende spændingsværdier, anvendes den næste højere værdi i tabellen ovenfor.

A.2 Betingelser for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen med overstrømsbeskyttelsesindretninger

Overstrømsbeskyttelsesindretningernes karakteristikker og kredsimpedanserne skal være sådan, at hvis en fejl med ubetydelig impedans opstår hvor som helst i det elektriske udstyr, mellem en faseleder og en beskyttelsesleder eller berøringstilgængelig ledende del, vil der ske en automatisk afbrydelse af forsyningen indenfor den specificerede tid (dvs. ≤ 5 s eller \leq værdierne i henhold til tabel A.1). Den følgende betingelse opfylder dette krav:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Hvor

Z_s er fejlsløjfens impedans bestående af kilden, den spændingsførende leder frem til fejlstedet og beskyttelseslederen mellem fejlpointet og kilden,

I_a er strømmen, der forårsager automatisk udkobling af beskyttelsesindretningen inden for den specificerede tid,

U_0 er den nominelle a.c. spænding til jord.

Forøgelsen af modstanden i lederen ved forøgelsen af temperaturen, som skyldes fejlstrøm, skal tages med i overvejelserne (se A.4.3).

NOTE Information om beregning af kortslutningsstrømme kan findes i f.eks IEC 60909 serien eller fås af leverandører af kortslutningsbeskyttelsesindretninger.

A.3 Betingelser for beskyttelse ved reduktion af berøringsspændingen til under 50 V

Hvor kravene i A.2 ikke kan opfyldes og supplerende udligning er valgt som middel til at sikre beskyttelse mod farlige berøringsspændinger, er betingelserne for denne beskyttelse, at berøringsspændingen er reduceret til under 50 V. Og det er opnået, når impedansen i beskyttelseskredsen (Z_{PE}) ikke overskrider:

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_0} \times Z_s$$

Hvor Z_{PE} er impedansen i den beskyttelsesmæssige udligningskreds mellem udstyret hvor som helst i installationen og maskinens PE klemme (se 5.2 og figur 2), eller mellem samtidigt tilgængelige berøringstilgængelige ledende dele og/eller fremmede ledende dele.

Bekræftelse af betingelserne kan opnås ved at bruge testmetode 1 i 18.2.2 til at måle modstanden R_{PE} . Betingelsen for beskyttelse er opnået, når den målte værdi af R_{PE} ikke overskrider:

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5s)}}$$

hvor

$I_{a(5s)}$ er beskyttelsesindretningens 5 s udløsestrøm,

R_{PE} er modstanden i den beskyttelsesmæssige udligningskreds mellem PE klemmen (se 5.2 og figur 2) og udstyret hvor som helst på maskinen, eller mellem samtidige tilgængelige berøringstilgængelige ledende dele og/eller fremmede ledende dele.

NOTE 1 Supplerende beskyttelsesmæssig udligning overvejes som et supplement til beskyttelse mod indirekte berøring.

NOTE 2 Supplerende beskyttelsesmæssig udligning kan omfatte hele installationen, en del af installationen, en del af apparater eller et sted.

A.4 Verifikation af betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen

A.4.1 Generelt

Effektiviteten, af foranstaltningerne til beskyttelse mod indirekte berøring ved automatisk afbrydelse af forsyningen i overensstemmelse med A.2, verificeres som følger:

- verifikation af karakteristikken på den tilhørende beskyttelsesindretning ved visuel inspektion af den nominelle strømstilling af maksimalafbrydere og mærkestrømmen på sikringer, og
- måling af fejlsløjfeimpedansen (Z_s).

Undtagelse: Hvor beregningerne af fejlsløjfeimpedansen eller beskyttelseslederens modstand foreligger, og når installationen er anbragt, så det er muligt at verificere længden og tværsnittet på lederne, kan verifikation af kontinuiteten erstatte målingen.

A.4.2 Måling af fejlsløjfeimpedansen

Måling af fejlsløjfeimpedansen skal udføres med måleudstyr, som er i overensstemmelse med IEC 61557-3. Information om nøjagtigheden af måleresultaterne og de procedurer, som skal følges jf. måleudstyrets dokumentation, skal tages i betragtning.

Målinger skal udføres, når maskinen er tilsluttet en forsyning, der har samme frekvens som den nominelle forsyningsfrekvens på den tiltænkte installation.

NOTE Figur A.1 viser en typisk opstilling til måling af fejlsløjfeimpedansen på en maskine. Hvis det ikke er praktisk muligt, at motoren er forbundet under testen, kan de to faseledere, som ikke bruges i testen afbrydes f.eks. ved at fjerne sikringer.

Den målte værdi af fejlsløjfeimpedansen skal være i overensstemmelse med A.2.

A.4.3 Hensyn til forskellen mellem ledernes målte modstandsværdi og den aktuelle værdi under fejltilstande

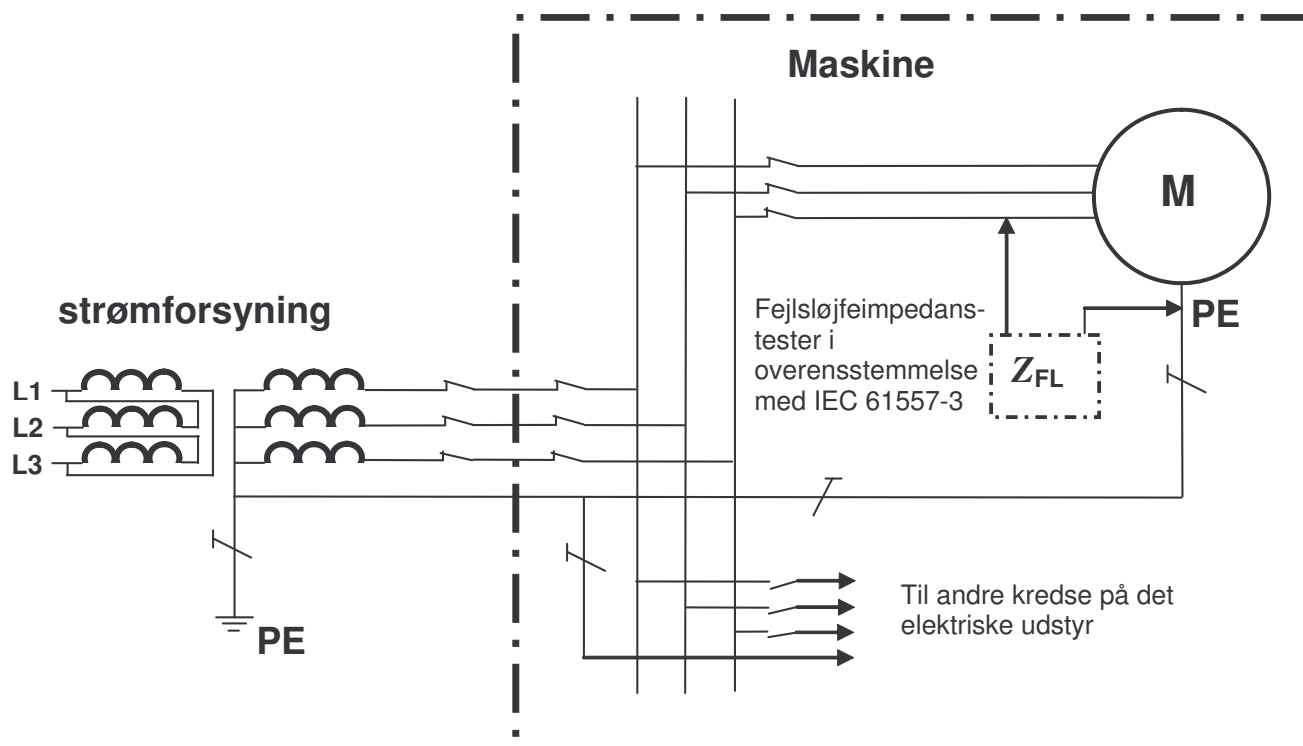
NOTE Da målingerne er udført ved omgivelsestemperatur og med lave strømme, er det nødvendigt at tage hensyn til forøgelsen af modstanden i lederne ved forøgelsen af temperaturen under fejltilstande, for at verificere overensstemmelsen af den målte fejlsløjfeimpedans værdi med kravene i A.2.

I den følgende ligning er der taget hensyn til forøgelsen af modstanden i lederne ved forøgelsen af temperaturen, som skyldes fejlstrømmen:

$$Z_{s(m)} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

hvor $Z_{s(m)}$ er den målte værdi af Z_s .

Hvor den målte værdi af impedansen i fejlsløjfen overstiger $2U_n/3I_a$ kan en mere præcis vurdering udføres i henhold til procedurerne, der er beskrevet i E.612.6.3 i IEC 60364-6-61.



Figur A.1 – Typisk opstilling til måling af fejlsløjfeimpedansen

Tillæg B
(informativt)

Spørgeskema for det elektriske udstyr på maskiner

Det anbefales, at den følgende information leveres af den tiltænkte bruger af udstyret. Den kan lette en aftale mellem brugeren og leverandøren om grundlæggende betingelser og yderlige brugerkrav for at sikre rigtigt design, brugsforhold og anvendelse af det elektriske udstyr på maskinen (se 4.1).

Navnet på fabrikanten/leverandøren			
Navnet på slut brugeren			
Tilbuds-/ordrenummer		Dato	
Maskintype		Serie nummer	
1. Specielle betingelser (se afsnit 1)			
a) Skal maskinen bruges i det fri?	Ja		Nej
b) Vil maskinen bruge, bearbejde eller producere eksplosivt eller brændbart materiale?	Ja/Nej		Hvis ja, specifikation
c) Er maskinen til brug i potentielle eksplosive eller brandbare atmosfærer?	Ja/Nej		Hvis ja, specifikation
d) Kan maskinen frembringe specielle farer, når den producerer eller forbruger visse materialer?	Ja/Nej		Hvis ja, specifikation
e) Er maskinen til brug i miner?	Ja		Nej
2. Elektriske forsyninger og relaterede betingelser (se 4.3)			
a) Forventede spændingsvariationer (hvis mere end $\pm 10\%$)			
b) Forventede frekvensvariationer (hvis mere end $\pm 2\%$)	Kontinuerligt		Kort tid
c) Angiv mulige fremtidige ændringer i det elektriske udstyr, der vil kræve en forøgelse af kravene til den elektriske forsyning			
d) Specificer spændingsudfald i forsyningen, hvis de er af længere varighed end de i afsnit 4 specificerede, hvor elektrisk udstyr skal opretholde driften under sådanne betingelser			
3. Fysisk miljø og driftsforhold (se 4.4)			
a) Elektromagnetisk miljø (se 4.4.2)	Beboelses, kommerciel eller let industriel miljø		Industriel miljø
Specielle forhold eller krav			
b) Område for omgivelsestemperatur			
c) Område for relativ fugtighed			
d) Højde			
e) Specielle miljømæssige forhold (f.eks. korrosive atmosfærer, støv eller våde omgivelser)			

f) Stråling	
g) Vibration, stød	
h) Specielle installations- og driftskrav (f.eks. flammehæmmende kabler og ledere)	
i) Transport og lagring (f.eks. temperaturer uden for området specificeret i 4.5)	

4. Elektriske forsyninger				
Specificer for hver forsyningskilde:				
a) Nominel spænding (V)	a.c.		d.c.	
	hvis a.c., fase antal		Frekvens	
Prospektiv kortslutningsstrøm ved forsyningspunktet til maskinen (kA r.m.s.) (se også pkt. 2)				
b) Effektforsyningens jordingsystem (se IEC 60364-1)	TN (system med et punkt direkte jordet, med en beskyttelsesleder (PE) direkte forbundet til dette punkt) Specificer om det jordede punkt er neutralpunktet (midten af stjernen) eller et andet punkt		TT (system med et punkt direkte jordet, men hvor maskinens beskyttelsesleder (PE) er ikke forbundet til dette jordpunkt i systemet)	
	IT (system som ikke er direkte jordet)			
c) Skal det elektriske udstyr forbindes til en neutral (N) forsyningsleder ? (Se 5.1)	Ja		Nej	
d) Forsyningsadskiller				
Kræves der adskillelse af neutral (N) lederen?	Ja		Nej	
Kræves der en aftagelig forbindelse til adskillelse af neutral (N)?	Ja		Nej	
Type af forsyningsadskiller der skal leveres				
5. Beskyttelse mod elektrisk stød (se afsnit 6)				
a) For hvilke af de følgende persontyper kræves der adgang til det indre af kapslinger under normal drift af udstyret ?	Elektrisk sagkyndige personer		Elektrisk instruerede personer	
b) Skal der leveres låse med aftagelige nøgler til sikring af låger og dæksler? (se 6.2.2)	Ja		Nej	

6. Beskyttelse af udstyr (se afsnit 7)				
a) Leverer brugeren eller leverandøren overstrømsbeskyttelsen af forsyningslederne? (se 7.2.2)				
Overstrømsbeskyttelsesindretningernes typer og mærkestrømme				
b) Største (kW) trefasede a.c. motor der kan startes direkte				
c) Kan antallet af overbelastningsdetekteringsindretninger reduceres? (se 7.3)	Ja		Nej	
7. Drift				
Specificer tidsforsinkelsen inden automatisk stop af maskinen indledes ved manglende gyldigt signal i kabelfrie styresystemer				
8. Operatørinterface og maskinmonterede styreindretninger (se afsnit 10)				
Specielle farvepræferencer (f.eks. for at bringe i overensstemmelse med eksisterende maskineri):	Start		Stop	
	Andet			
9. Koblingsudstyr				
Kapslingsklasse (se 11.3) eller specielle forhold:				
10. Udførelse af ledningsføring (se afsnit 13)				
Skal der anvendes en specifik metode til identifikation af ledere? (se 13.2.1)	Ja		Nej	
Type				
11. Tilbehør og belysning (se afsnit 15)				
a) Kræves der en særlig type stikkontakt?	Ja		Nej	
Hvis ja, hvilken type?				
b) Skal stikkontakter til vedligehold udføres med supplerende beskyttelse i form af fejlstrømsafbrydere?	Ja		Nej	
c) Hvor maskinen er udstyret med lokal belysning:	Højest tilladelige spænding (V)		Hvis belysningskredsens spænding ikke er taget direkte fra strømforsyningen, angiv foretrukket spænding	
12. Mærkning, advarselsskilte og referencebetegnelser (se afsnit 16)				
a) Funktionel identifikation (se 16.3)				
Specifikationer:				
b) Inskriptioner/specielle mærkninger	På elektrisk udstyr?		På hvilket sprog?	
c) Certificeringsmærke	Ja		Nej	
Hvis ja, hvilket?				

13. Teknisk dokumentation (se afsnit 17)				
a) Teknisk dokumentation (se 17.1)	På hvilket medie?		På hvilket sprog ?	
b) Størrelse, placering og formål for kanaler, kabelbakker eller kabelunderstøtninger som skal leveres af brugeren (se 17.5)				
c) Angiv hvis specielle begrænsninger på størrelse og vægt påvirker transporten af maskinen eller styretavler til installationsstedet:	Maksimale dimensioner		Maksimal vægt	
d) Skal der medleveres et testcertifikat af den belastede maskine, i tilfælde af specielbyggede maskiner?	Ja		Nej	
e) Skal der medleveres et certifikat for driftstypetest af den belastede maskinprototype, i tilfælde af andre maskiner?	Ja		Nej	

Tillæg C (informativt)

Eksempler på maskiner der er dækket af denne del af IEC 60204

Den følgende liste viser eksempler på maskiner, hvis elektriske udstyr bør være i overensstemmelse med denne del af IEC 60204. Listen er ikke tiltænkt at være udtømmende, men er i overensstemmelse med definitionen af maskiner (se 3.35). Denne del af IEC 60204 behøver ikke at blive anvendt på apparater til hushold og lignende anvendelser inden for IEC 60335 standardseriens gyldighedsområde.

Metalbearbejdningmaskineri

- metal-skæremaskiner
- metal-formningsmaskiner

Plastik- og gummimaskineri

- sprøjttestøbningsmaskiner
- ekstruderingsmaskiner
- blæsestøbningsmaskiner
- termohærdende støbemaskiner
- fragmenteringsmaskiner

Maskineri til træ

- træbearbejdningmaskiner
- lamineringsmaskiner
- savværksmaskiner

Produktionsmaskiner

Materialehåndteringsmaskiner

- robotter
- transportører
- overføringsmaskiner
- lager- og genfindingsmaskiner

Tekstilmaskiner

Køle- og air-conditioneringsmaskiner

Levnedsmiddelmaskineri

- dejdeler
- røremaskiner
- kage- og tærtmaskiner
- kødbearbejdelsesmaskiner

Tryk-, papir- og papmaskineri

- trykkerimaskiner
- efterbehandlingsmaskiner, skære- og falsemaskiner
- oprulnings- og afskæringsmaskiner
- kartonklæbemaskiner
- papir- og karton- fremstillingsmaskiner

Inspektions-/testmaskineri

- koordinatmålemaskiner
- tolerancemåligsmaskiner under drift

Kompressor

Pakkemaskineri

- palletering-/afpalleteringsmaskiner
- indpakning- og krympeindpakningsmaskiner

Vaskerimaskiner

Varme- og ventilationsmaskiner

Maskineri for læder, imiteret læder og fodtøj

- klippe- og perforeringsmaskiner
- skrubbe-, rense-, pudse-, beskære- og børstemaskiner
- fodtøjsformemaskiner
- imprægneringsmaskiner

Hejsemaskiner (se IEC 60204-32)

- kraner
- hejs

Maskineri til transport af personer

- rulletrapper
- tovbaner til transport af personer, f.eks. stolelifts og skilifts
- person elevatorer

Mekanisk drevne døre

Fritidsmaskineri

- forlystelsesmaskiner

Pumper

Landbrugs- og skovbrugsmaskiner

Konstruktions- og byggematerialemaskineri

- tunnelbygningsmaskiner
- betonblandemaskiner
- murstensfremstillingsmaskiner
- stentøj-, keramik- og glasfremstillingsmaskiner

Transportabelt maskineri

- træbearbejdningsmaskiner
- metalbearbejdningsmaskiner

Mobilt maskineri

- løfte platforme
- gaffeltruck
- konstruktions maskiner

Maskiner til processer med varmt metal

Garvemaskineri

- flervalsemaskiner
- båndknivsmaskiner
- hydrauliske garvemaskiner

Mine- og brydningsmaskiner

Tillæg D (informativt)

Strømværdi for og overstrømsbeskyttelse af ledere og kabler i det elektriske udstyr på maskiner

Formålet med dette tillæg er at give yderligere information om valget af ledertværsnit, hvor betingelserne, der er givet i tabel 6 (se afsnit 12) skal modificeres (se noterne til tabel 6)

D.1 Generelle driftsbetingelser

D.1.1 Omgivende lufttemperatur

Strømværdien for PVC isolerede ledere, angivet i tabel 6 gælder for en omgivende lufttemperatur på +40 °C. For andre omgivende lufttemperaturer er korrektions faktorerne anført i tabel D.1.

Korrektionsfaktorerne for gummiisolerede kabler oplyses af fabrikanten.

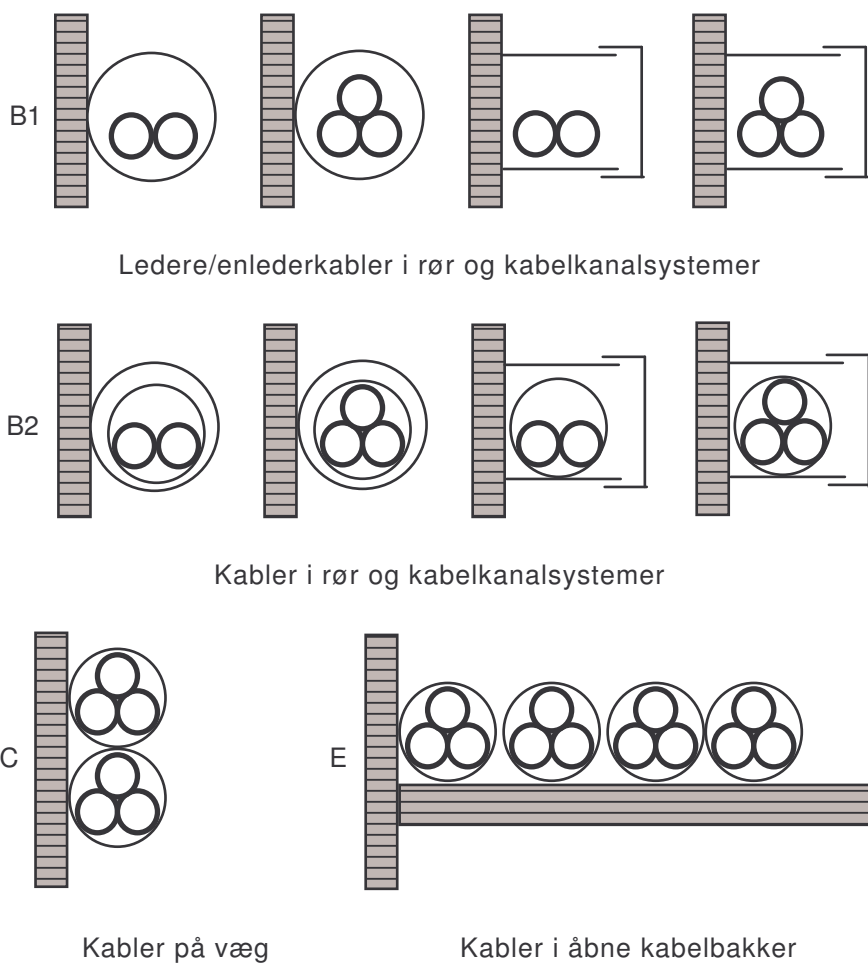
Tabel D.1 – korrektionsfaktorer

Omgivende lufttemperatur °C	Korrektionsfaktorer
30	1,15
35	1,08
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58
NOTE Korrektionsfaktorerne stammer fra IEC 60364-5-52. Den maksimale temperatur under normale forhold for PVC er 70°C.	

D.1.2 Installationsmetoder

På maskiner antages metoderne vist i figur D.1 til leder- og kabelinstallationer mellem kapslinger og enkelte dele af udstyret at være typiske (de benyttede bogstaver er i overensstemmelse med IEC 60364-5-52: 2001):

- Metode B1: anvendelse af rør (3.7) og kabelkanalsystemer (3.5) til at holde og beskytte ledere eller enlederkabler;
- Metode B2: samme som B1, men brugt til flerlederkabler;
- Metode C: flerlederkabler installeret i fri luft, vandrette eller lodrette uden afstand mellem kabler på væggen;
- Metode E: flerlederkabler i fri luft, vandret eller lodret lagt i åbne kabelbakker (3.4).



Figur D.1 – Metoder til leder- og kabelinstallation uafhængigt af antallet af ledere/kabler

D.1.3 Gruppering

Hvor flere belastede ledere i kabler eller lederpar er installeret, skal værdien af I_z , der er anført i tabel 6 eller af fabrikanten, reduceres i henhold til tabellerne D.2 eller D.3.

NOTE I kredse hvor $I_b < 30\%$ af I_z , behøver I_z ikke at blive reduceret.

Tabel D.2 – Reduktionsfaktorer for I_z ved gruppering

Installationsmetode (se Figur D.1) (se NOTE 3)	Antal belastede kredse/kabler			
	2	4	6	9
B1 (kredse) og B2 (kabler)	0,80	0,65	0,57	0,50
C enkelt lag uden afstand mellem kabler	0,85	0,75	0,72	0,70
E enkelt lag på en perforeret bakke uden afstand imellem kabler	0,88	0,77	0,73	0,72
E som før, men med 2 til 3 bakker, med en lodret afstand mellem hver bakke på 300 mm (se NOTE 4)	0,86	0,76	0,71	0,66
Styrekredsepar $\leq 0,5\text{mm}^2$ uafhængigt af installationsmetode	0,76	0,57	0,48	0,40

NOTE 1 Disse faktorer er anvendelige for:

- kabler, alle ensartet belastede, kredsen selv er symmetrisk belastet,
- grupper af kredse af isolerede ledere og kabler, som har den samme maksimalt tilladelige drifts temperatur.

NOTE 2 De samme faktorer gælder også for:

- grupper af to eller tre enkeltlederkabler,
- flerlederkabler.

NOTE 3 Faktorer stammer fra IEC 60364-5-52:2001.

NOTE 4 En perforeret kabelbakke er en bakke hvor hullerne udgør mere end 30 % af bundens areal. (Anført i IEC 60364-5-52:2001).

Tabel D.3 – Reduktionsfaktorer for I_z ved flerlederkabler op til 10 mm²

Antal belastede ledere eller lederpar	Ledere > 1 mm ² (se NOTE 3)	Lederpar (0,25 mm ² til 0,75 mm ²)
1	-	1,0
3	1,0	-
5	0,75	0,39
7	0,65	0,34
10	0,55	0,29
24	0,40	0,21

NOTE 1 Anvendelig til flerlederkabler med ligeligt belastede ledere/lederpar.

NOTE 2 For gruppering af flerlederkabler se reduktionsfaktorer i tabel D.2.

NOTE 3 Faktorer stammer fra IEC 60364-5-52:2001.

D.1.4 Klassifikation af ledere

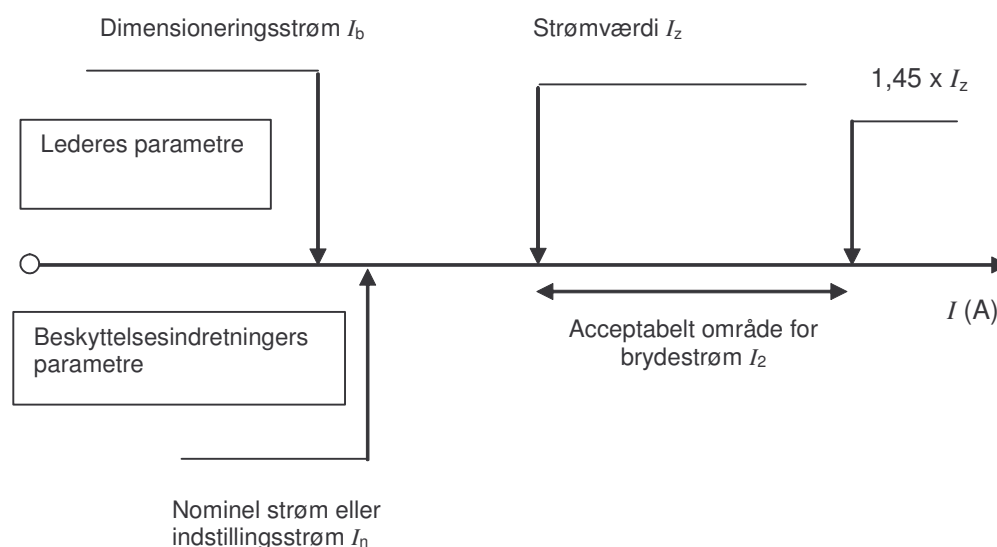
Tabel D.4 – Klassifikation af ledere

Klasse	Beskrivelse	Anvendelse/applikation
1	Massive kobber- eller aluminiumsledere	Faste installationer
2	Flertrådede ledere af kobber eller aluminium	
5	Fleksible flertrådede kobberledere	Maskininstallationer, hvor der forekommer vibrationer. Forbindelse til bevægelige dele Til hyppige bevægelser
6	Fleksible flertrådede kobberledere. Ledere som er mere fleksible end klasse 5	

NOTE Stammer fra IEC 60228.

D.2 Koordination mellem ledere og beskyttelsesindretninger der yder overbelastningsbeskyttelse

Figur D.2 illustrerer forholdet mellem parametrene for ledere og overbelastningsbeskyttelsesindretninger.



Figur D.2 – Lederes og beskyttelsesindretnings parametre

Korrekt beskyttelse af et kabel kræver at drifts karakteristikkene af beskyttelsesindretningen (f.eks. overstrømsbeskyttelsesindretning eller overbelastningsbeskyttelsesindretning for motorer) beskytter kablet mod overbelastning ved at opfylde de følgende to betingelser:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \tag{1}$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z \tag{2}$$

hvor

I_B er strømmen som kredsen er designet for.

I_Z er den effektive strømværdi i ampere for kablet ved kontinuerlig drift i overensstemmelse med tabel 6 for de særlige installationsforhold:

- temperatur, reduktion af I_Z se Tabel D.1,
- gruppering, reduktion af I_Z se Tabel D.2,
- flerlederkabler, reduktion af I_Z se Tabel D.3.

I_n er beskyttelsesudstyrets nominelle strøm.

NOTE 1 For indstillelige beskyttelsesindretninger er den nominelle strøm I_n den valgte strømindstilling.

I_2 er den mindste strøm, der sikrer effektiv afbrydelse inden for en specificeret tid (f.eks. 1 t for beskyttelsesudstyrs op til 63 A).

Strømmen I_2 , der sikrer effektiv afbrydelse af beskyttelsesindretningen, er anført i produktstandarden eller kan oplyses af fabrikanten.

NOTE 2 For ledere i motorkredse, kan overbelastningsbeskyttelse af ledere varetages af motorens overbelastningsbeskyttelse, mens kortslutningsbeskyttelsen udføres af en kortslutningsbeskyttelsesindretning.

Hvor der anvendes en indretning, der yder både overbelastnings- og kortslutningsbeskyttelse i overensstemmelse med dette afsnit om overbelastningsbeskyttelse af ledere, sikres en komplet beskyttelse ikke i alle tilfælde (f.eks. overbelastninger med strømme mindre end I_2), og det vil heller ikke nødvendigvis resultere i en økonomisk løsning. Derfor kan sådan en indretning være uegnet, hvor overbelastningsstrømme mindre end I_2 sandsynligvis vil forekomme.

D.3 Overstrømbeskyttelse af ledere

Alle ledere kræves beskyttet mod overstrøm (se 7.2) med beskyttelsesindretninger indsat i alle spændingsførende ledere, så enhver kortslutningsstrøm, der løber i kablet, bliver afbrudt, før lederen har nået den maksimalt tilladte temperatur.

NOTE For neutralledere se 7.2.3, andet afsnit.

Tabel D.5 – Maksimalt tilladelige ledertemperaturer under normale forhold og kortslutningsforhold

Isolations type	Maksimal temperatur under normale forhold °C	Ultrakorttids-ledertemperatur under kortslutningsforhold ^{a)} °C
Polyvinylklorid (PVC)	70	160
Gummi	60	200
Tværbundet polyætylen (XLPE)	90	250
Ætylenpropylenkomponent (EPR)	90	250
Silikonogummi (SiR)	180	350
NOTE For ultrakorttids-ledertemperaturer højere end 200 °C er hverken fortinnede- eller rene kobber-ledere anvendelige. Sølvbelagte eller nikkelbelagte kobberledere er anvendelige til brug over 200 °C.		
^{a)} Disse værdier er baseret på antagelse af en adiabatisk opførsel i en periode på mindre end 5 s.		

I praksis er kravene i 7.2 opfyldt, når beskyttelsesindretningen ved en strøm I forårsager afbrydelse af kredsen indenfor en tid, der ikke under nogen omstændighed overskrider tiden t hvor $t < 5$ sek.

Værdien af tiden t sekunder skal beregnes ved anvendelse af følgende formel:

$$t = (k \times S/I)^2$$

hvor:

S er tværsnitsarealet i kvadratmillimeter;

I er den effektive kortslutningsstrøm i ampere udtrykt for a.c. med r.m.s.-værdien;

k er den viste faktor for kobberledere, når de er isoleret med det følgende materiale:

PVC	115
Gummi	141
SiR	132
XLPE	143
EPR	143

Anvendelsen af sikringer med karakteristikker gG eller gM (se IEC 60269-1) og automatsikringer med karakteristikker B og C i overensstemmelse med IEC 60898-serien sikrer, at temperaturgrænserne i tabel D.5 ikke overskrides, forudsat at den nominelle strøm I_n er valgt i overensstemmelse med tabel 6, hvor $I_n \leq I_z$.

Tillæg E (informativt)

Forklaring af nødbetjeningsfunktioner

NOTE Disse begreber er medtaget her for at give læseren en forståelse af disse termer, selv om der i denne del af IEC 60204 kun er brugt to af dem.

Nødbetjening

Nødbetjening omfatter enten separat eller i kombination:

- nødstop,
- nødstart,
- nødafbrydelse,
- nødindkobling.

Nødstop

En nødbetjening med det formål at stoppe en proces eller en bevægelse, der er blevet farlig.

Nødstart

En nødbetjening med det formål at starte en proces eller en bevægelse for at fjerne eller undgå en farlig situation.

Nødafbrydelse

En nødbetjening med det formål at afbryde den elektriske energiforsyning til hele eller en del af installationen, hvor en risiko for elektrisk stød eller anden risiko af elektrisk oprindelse er involveret.

Nødindkobling

En nødbetjening med det formål at indkoble den elektriske energiforsyning til en del af en installation, der er tilsigtet for anvendelse i en nødsituation.

Tillæg F (informativt)

Anvendelsesvejledning til denne del af IEC 60204

F.1 Generelt

Denne del af IEC 60204 indeholder et stort antal generelle krav som måske ikke alle er anvendelige for det elektriske udstyr på en given maskine. En simpel reference uden nogen forbehold til den komplette standard IEC 60204-1 er derfor ikke tilstrækkelig. Der skal træffes valg for at dække alle krav i denne del af IEC 60204. En teknisk komite, der forbereder en produktfamilie- eller en dedikeret produktstandard (type C i CEN), og leverandøren af en maskine for hvilken, der ikke eksisterer en produktfamilie- eller dedikeret produktstandard, bør bruge denne del af IEC 60204:

- a) med reference, og
- b) ved valg af de mest egnede muligheder fra de krav, der er stillet i relevante afsnit, og
- c) ved modifikation af visse afsnit, når det er nødvendigt, hvor de særlige krav til udstyret på maskinen er tilstrækkeligt dækket af andre relevante standarder.

Det er en forudsætning at de valgte muligheder og de udførte modifikationer ikke har ugunstig effekt på beskyttelsesniveauet, som er krævet for maskinen i henhold til risikovurderingen.

Når de tre principper a), b) og c) listet ovenfor benyttes, anbefales det at:

- der refereres til de i denne standard relevante afsnit og underafsnit:
 - 1) som er opfyldt, angivende den anvendte mulighed, hvor det er relevant,
 - 2) der er blevet modificeret eller udvidet til den specifikke maskines eller udstyrs krav.

Og

- der refereres direkte til den relevante standard angående de krav til det elektriske udstyr, der er tilstrækkeligt dækket af den pågældende standard.

I alle tilfælde er ekspertise nødvendig for at være i stand til at:

- foretage den nødvendige risikovurdering af maskinen,
- læse og forstå alle kravene i denne del af IEC 60204,
- vælge de anvendelige krav fra denne del af IEC 60204, hvor der forefindes alternativer,
- identificere alternative eller yderligere særlige krav, der er forskellige fra eller ikke er inkluderet i kravene i denne del af IEC 60204, og som er fastsat af maskinen eller dens anvendelse, og
- præcist specificere disse særlige krav.

Figur 1 i denne del af IEC 60204 er et blokskema af en typisk maskine og kan anvendes som udgangspunktet for denne opgave. Den viser afsnit og underafsnit omhandlende særlige krav/udstyr. Imidlertid er denne del af IEC 60204 et komplekst dokument, og tabel F.1 kan hjælpe med at identificere anvendelsesmulighederne til en bestemt maskine og giver reference til andre relevante standarder.

Tabel F.1 – Anvendelsesmuligheder

Emne	Afsnit eller underafsnit	i)	ii)	iii)	iv)
Gyldighedsområde	1		X		
Generelle krav	4	X	X	X	ISO 12100 (alle dele) ISO 14121
Valg af udstyr	4.2.2		X	X	IEC 60439 serien
Forsyningsadskiller	5.3	X			
Undtagne kredse	5.3.5	X		X	ISO 12100 (alle dele)
Forhindring af utilsigtet opstart, adskillelse	5.4, 5.5 og 5.6	X	X	X	ISO 14118
Beskyttelse mod elektrisk stød	6	X			IEC 60364-4-41
Nødbetjening	9.2.5.4	X		X	ISO 13850
Tohåndsbetjening	9.2.6.2	X	X		ISO 13851
Kabelfri styring	9.2.7	X	X	X	
Styrefunktioner i tilfælde af svigt	9.4	X	X	X	ISO 14121 ISO 13849 (alle dele) IEC 62061
Positionsfølere	10.1.4	X	X	X	ISO 14119
Farver og mærkning af indretninger til operatørinterface	10.2, 10.3 og 10.4	X	X		IEC 60073 IEC 61310
Nødstopindretninger	10.7	X	X		ISO 13850
Nødafbryderindretninger	10.8	X			
Koblingsudstyr – beskyttelse mod indtrængen af forurenende stoffer, etc.	10.1.3 og 11.3	X	X	X	IEC 60529
Identifikation af ledere	13.2	X	X		
Verifikation	18	X	X	X	
Yderligere brugerkrav	Anneks B		X	X	
<p>Afsnit og under afsnit i denne del af IEC 60204 hvor handling bør overvejes (vist med X) med hensyn til:</p> <ul style="list-style-type: none"> i) valg fra de givne forholdsregler, ii) yderlige krav, iii) forskellige krav, iv) andre standarder der kan være relevante. 					

Tillæg G (informativt)

Sammenligning af typiske ledertværsnitsarealer

Tabel G.1 giver en sammenligning af ledertværsnitsarealer mellem American Wire Gauge (AWG), kvadratmillimeter, kvadrattommer og circular mils.

Tabel G.1 – Sammenligning af ledertværsnit

Lednings- størrelse	Gauge No	Tværsnitsareal		d.c. modstand i kobber ved 20°C	Circular mils
		mm ²	tommer ²			Ohm pr km
0,2		0,196	0,000304	91.62	387
	24	0,205	0,000317	87.60	404
0,3		0,283	0,000438	63.46	558
	22	0,324	0,000504	55.44	640
0,5		0,500	0,000775	36.70	987
	20	0,519	0,000802	34.45	1020
0,75		0,750	0,001162	24.80	1480
	18	0,823	0,001272	20.95	1620
1,0		1,000	0,001550	18.20	1973
	16	1,31	0,002026	13.19	2580
1,5		1,500	0,002325	12.20	2960
	14	2,08	0,003228	8.442	4110
2,5		2,500	0,003875	7.56	4934
	12	3,31	0,005129	5.315	6530
4		4,000	0,006200	4.700	7894
	10	5,26	0,008152	3.335	10380
6		6,000	0,009300	3.110	11841
	8	8,37	0,012967	2.093	16510
10		10,000	0,01550	1.840	19735
	6	13,3	0,020610	1.320	26240
16		16,000	0,024800	1.160	31576
	4	21,1	0,032780	0.8295	41740
25		25,000	0,038800	0.7340	49338
	2	33,6	0,052100	0.5211	66360
35		35,000	0,054200	0.5290	69073
	1	42,4	0,065700	0.4139	83690
50		47,000	0,072800	0.3910	92756

Modstanden ved temperaturer forskellig fra 20°C kan findes ved at anvende formlen:

$$R=R1 [1+0,00393 (t-20)]$$

Hvor:

R1 er modstanden ved 20°C

R er modstanden ved en temperatur *t*°C

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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	- ¹⁾	Rotating electrical machines Part 1: Rating and performance	EN 60034-1	2004 ²⁾
IEC 60034-5	- ¹⁾	Rotating electrical machines Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) - Classification	EN 60034-5	2001 ²⁾
IEC 60034-11	- ¹⁾	Rotating electrical machines Part 11: Thermal protection	EN 60034-11	2004 ²⁾
IEC 60072-1	- ¹⁾	Dimensions and output series for rotating electrical machines - Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080	-	-
IEC 60072-2	- ¹⁾	Dimensions and output series for rotating electrical machines - Part 1: Frame numbers 355 to 1000 and flange numbers 1180 to 2360	-	-
IEC 60073	2002	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators	EN 60073	2002
IEC 60309-1	1999	Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes Part 1: General requirements	EN 60309-1 +A11	1999 2004
IEC 60364-4-41	2001	Electrical installations of buildings Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock	-	-
IEC 60365-4-43 + corr. August	2001 2002	Electrical installations of buildings Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent	-	-
IEC 60364-5-52	2001	Electrical installations of buildings Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems	-	-

¹ Undated reference.

² Valid edition at date of issue.

Tillæg ZA (normativt)

Normative referencer til internationale publikationer med de tilsvarende europæiske publikationer

Følgende referencedokumenter er nødvendige for anvendelse af dette dokument. For daterede referencer gælder kun den anførte udgave. For udaterede referencer gælder den seneste udgave af referencedokumentet (inklusive evt. amendments).

NOTE Hvor en international publikation er ændret ved fælles ændringer, er dette angivet ved (mod), og den angivne EN/HD gælder da.

Listen er ikke oversat. Der henvises til modstående og følgende sider.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60364-5-53 +A1	2001 2002	Electrical installations of buildings Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control	-	-
IEC 60364-5-54 (mod)	2002	Electrical installations of buildings Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements, protective conductors and protective bonding conductors	HD 60364-5-54	2006
IEC 60364-6-61	2001	Electrical installations of buildings Part 6-61: Verification – initial verification	-	-
IEC 60417	Data- base	Graphical symbols for use on equipment	-	-
IEC 60439-1	1999	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies	EN 60439-1	1999
IEC 60445 + corr. July	1999 2002	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and of terminations of certain designated conductors, including general rules for an alphanumeric system	EN 60445	2000
IEC 60446 + corr. July	1999 2002	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of conductors by colours or numerals	EN 60446	1999
IEC 60447	2004	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles	EN 60447	2004
IEC 60529 + A1	1989 1999	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	EN 60529 + corr. May + A1	1991 1993 2000
IEC 60617	Data- base	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 (mod)	1992	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems Part 1: Principles, requirements and tests	EN 60664-1 ³⁾	2003
IEC 60947-1	2004	Low-voltage switchgear and controlgear Part 1: General rules	EN 60497-1 + corr. Nov.	2004 2004
IEC 60497-2	2003	Low-voltage switchgear and controlgear Part 2: Circuit-breakers	EN 60479-2	2003

³⁾ EN 60664-1 includes A1:2000 + A2:2002 to IEC 60664-1 (mod).

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60947-3 + corr. July	1999 1999	Low-voltage switchgear and controlgear Part 3: Switches, disconnectors, switch- disconnectors and fuse-combination units	EN 60497-3	1999
IEC 60947-5-1	2003	Low-voltage switchgear and controlgear Part 5: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices	EN 60947-5-1 +corr. July	2004 2005
IEC 60947-7-1 + corr. March	2002 2003	Low-voltage switchgear and controlgear Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors	EN 60947-7-1	2002
IEC 61082-1 + corr. Nov.	1991 1993	Preparation of documents used in electrotechnology Part 1: General requirements	EN 61082-1	1993
IEC 61082-2	1993	Preparation of documents used in electrotechnology Part 2: Function-oriented diagrams	EN 61082-2	1994
IEC 61082-3	1993	Preparation of documents used in electrotechnology Part 3: Connection diagrams, tables and lists	EN 61082-3	1994
IEC 61082-4	1996	Preparation of documents used in electrotechnology Part 4: Location and installation documents	EN 61082-4	1996
IEC 61140	2001	Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment	EN 61140	2002
IEC 61310	Series	Safety of machinery – Indication, marking and actuation	-	-
IEC 61346	Series	Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations	EN 61346	Series
IEC 61557-3	1997	Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 kV a.c. and 1,5 kV d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures Part 3: Loop impedance	EN 61557-3	1997
IEC 61558-1 (mod) + A1	1997 1998	Safety of power transformers, power supply units and similar Part 1: General requirements and tests	EN 61558-1 + corr. April + A1 + A11 ⁴⁾	1997 2003 1998 2003
IEC 61558-2-6	⁻¹⁾	Safety of power transformers, power supply units and similar Part 2-6: Particular requirements for safety isolating transformers for general use	EN 61558-2-6	1997 ²⁾
IEC 61984	2001	Connectors – Safety requirements and tests	EN 61984	2001

⁴⁾ EN 61558-1 is superseded by EN 61558-1:2005, which is based on IEC 61558-1:2005.

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 62023	2000	Structuring of technical information and documentation	EN 62023	2000
IEC 62027	2000	Preparation of parts lists	EN 62027	2000
IEC 62061 + corr. July	2005 2005	Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems	EN 62061	2005
IEC 62079	2001	Preparation on instructions – Structuring, content and presentation	EN 62079	2001
ISO 7000	2004	Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis	-	-
ISO 12100-1	2003	Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design Part 1: Basic terminology, methodology	EN ISO 12100-1	2003
ISO 12100-2	2003	Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design Part 2: Technical principles	EN ISO 12100-2	2003
ISO 13849-1	1999	Safety of machinery – Safety-related parts of control systems Part 1: General principles for design	EN 954-1	1996
ISO 13849-2	2003	Safety of machinery – Safety-related parts of control systems Part 2: Validation	EN ISO 13849-2	2003
ISO 13850	1996	Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design	-	-

Tillæg ZZ (informativt)

Dækning af væsentlige krav I EF-direktiver

Denne europæiske standard er udarbejdet under et mandat givet til CENELEC af Europa-kommissionen og Den europæiske Frihandelssammenslutning, og standarden dækker inden for gyldighedsområdet alle relevante væsentlige krav som angivet i tillæg I i EF-direktiv 98/37/EF:

- 1.1.2
- 1.2
- 1.5.1
- 1.5.4
- 1.6.3 (for isolation af elektriske forsyninger til maskiner)
- 1.6.4
- 1.7.0
- 1.7.1
- 1.7.2 (for tilbageværende risici af elektrisk natur)
- 1.7.4 (c)

Opfyldelse af denne standard giver kun ét middel til overensstemmelse med de angivne væsentlige krav i det pågældende direktiv.

ADVARSEL: Andre krav og andre EF-direktiver kan være gældende for de produkter, der falder inden for denne standards gyldighedsområde.

Tillæg NA (informativt)

Meddelelse om vedtagelse og fælles ændringer fra EN 60204-1

Følgende tekst er gengivet fra EN 60204-1. Ændringerne i form af COMMON MODIFICATIONS er indarbejdet i selve teksten i denne standard.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 60204-1:2005 was approved by CENELEC as a European Standard with agreed common modifications as given below.

COMMON MODIFICATIONS

1 Scope

Replace the sixth paragraph with:

This part of EN 60204 does not specify additional and special requirements that can apply to the electrical equipment of machines including those that

- are intended for use in open air (i.e. outside buildings or other protective structures);
- use, process, or produce potentially explosive material (for example paint or sawdust);
- are intended for use in potentially explosive and/or flammable atmospheres;
- have special risks when producing or using certain materials;
- are intended for use in mines;
- are sewing machines, units, and systems;

NOTE 7 For sewing machines, see EN 60204-31.

- are hoisting machines.

NOTE 8 For hoisting machines, see EN 60204-32.

3 Terms and definitions

3.56 uncontrolled stop

Replace the NOTE with:

NOTE This definition does not imply any particular state of other (for example, non-electrical) stopping devices, for example mechanical or hydraulic brakes that are outside the scope of this standard.

4 General requirements

4.1 General

In the third paragraph **delete**:

- audible noise at levels that cause health problems to persons;

4.2 Selection of equipment

Replace 4.2.2 with:

4.2.2 Electrical equipment in compliance with the EN 60439 series

The electrical equipment of the machine shall satisfy the safety requirements identified by the risk assessment of the machine. Depending upon the machine, its intended use and its electrical equipment, the designer may select parts of the electrical equipment of the machine that are in compliance with EN 60439-1 and, as necessary, other relevant parts of the EN 60439 series (see also Annex F).

4.4 Physical environment and operating conditions

Replace 4.4.1 with:

4.4.1 General

The electrical equipment shall be suitable for the physical environment and operating conditions of its intended use. The requirements of 4.4.2 to 4.4.8 cover the physical environment and operating conditions of the majority of machines covered by this part of EN 60204. When special conditions apply or the limits specified are exceeded, an agreement between user and supplier (see 4.1) is recommended (see Annex B).

Replace 4.4.3 with:

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 (for example hot climates, steel mills, paper mills) and for cold environments, additional measures are recommended (see Annex B).

Replace 4.4.7 with:

4.4.7 Ionizing and non-ionizing radiation

When equipment is subject to radiation (for example 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 is recommended between the supplier and the user (see Annex B).

Replace 4.4.8 with:

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 provision of anti-vibration mountings. A special agreement is recommended between the supplier and the user (see Annex B).

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

5.1 Incoming supply conductor terminations

Add the following paragraph:

See 17.8 for the provision of instructions for maintenance.

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

Add the following NOTE to the third paragraph:

NOTE 2 Further information on the location and actuation of devices such as those used for the prevention of unexpected start-up is provided in EN 60447.

After the fifth paragraph, **replace** NOTE 2 with:

NOTE 3 The selection of a device should take into account, for example, information derived from the risk assessment, intended use and foreseeable misuse of the device. For example, the use of disconnectors, withdrawable fuse links or withdrawable links located in enclosed electrical operating areas can be inappropriate for use by cleaners (see 17.2 b)12)).

9 Control circuits and control functions

9.2.6.3 Enabling control

Replace with:

Enabling control (see also 10.9) is a manually activated control function interlock that:

- a) when activated allows a machine operation to be initiated by a separate start control, and
- b) when de-activated
 - initiates a stop function in accordance with 9.2.5.3, and
 - prevents initiation of machine operation.

Enabling control shall be so arranged as to minimize the possibility of defeating, for example by requiring the de-activation of the enabling control device before machine operation may be reinitiated. It should not be possible to defeat the enabling function by simple means.

9.2.7.3 Stop

Replace the first paragraph with:

Cableless control stations shall include a separate and clearly identifiable means to initiate the stop function of the machine or of all the operations that can cause a hazardous situation. The actuating means to initiate this stop function shall not be marked or labelled as an emergency stop device (see 10.7).

10 Operator interface and machine-mounted control devices

10.2.1 Colours

Replace Table 2 with:

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 situation 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
BLUE	Mandatory	Actuate for a condition requiring mandatory action	Reset function
GREEN	Normal	Actuate to initiate normal conditions	(See 10.2.1)
WHITE	No specific meaning assigned	For general initiation of functions except for emergency stop	START/ON (preferred) STOP/OFF
GREY			START/ON STOP/OFF
BLACK			START/ON STOP/OFF (preferred)

12 Conductors and cables

12.7.8 Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies

Replace the NOTE with:

The protective bonding circuit shall include the covers or cover plates of metal enclosures or underfloor ducts. Where metal hinges form a part of the bonding circuit, their continuity shall be verified (see Clause 18).

17 Technical documentation

17.2 Information to be provided

Replace b) 3) with:

- 3) information on the physical environment (for example lighting, vibration, atmospheric contaminants) where appropriate;

18 Verification

18.1 General

Replace the fifth paragraph with:

For tests in accordance with 18.2 and 18.3, measuring equipment in accordance with the EN 61557 series is applicable.

NOTE For other tests as required by this standard measuring equipment in accordance with relevant IEC or European Standards should be used.

Annexes

After Annex G, **add** the following Annexes ZA and ZZ:

Bibliography (English only)

IEC 60038:2002, *IEC standard voltages*

IEC 60204-11:2000, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60204-31:2001, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units, and systems*

IEC 60204-32:1998, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Requirements for hoisting machines*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60287 (all parts), *Electric cables – Calculation of the current rating*

IEC 60332 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions*

IEC 60335 (all parts): *Household and similar electrical appliances – Safety*

IEC 60364 (all parts): *Electrical installations of buildings*

IEC 60757:1983, *Code for designation of colours*

IEC 60947-5-2:1997, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*
Amendment 1 (1999)
Amendment 2 (2003)

IEC 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

IEC 61000-6-1:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 1: Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-4:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 4: Emission standard for industrial environments*

IEC 61084-1:1991, *Cable trunking and ducting systems for electrical installations – Part 1: General requirements*

IEC 61180-2:1994, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Part 2: Test equipment*

IEC 61200-53:1994, *Electrical installation guide – Part 53: Selection and erection of electrical equipment – Switchgear and controlgear*

IEC 61496-1:2004, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61557 (all parts), *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures –*

IEC 61558-2-17:1997, *Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 2: Particular requirements for transformers for switch mode power supplies*

IEC 61800-3:2004, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and standard including specific test methods*

IEC 61800-5-1:2003, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy*

CISPR 61000-6-3:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 3: Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC Guide 106:1996, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating*

ISO 3864-1:2002, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areas*

ISO 13849-2:2003, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

ISO 13851:2002, *Safety of machinery – Two-hand control devices – Functional aspects and design principles*

ISO 14118:2000, *Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

ISO 14122-1:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 1: Choice of fixed means of access between two levels*

ISO 14122-2:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 2: Working platforms and walkways*

ISO 14122-3:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*

GENELEC HD 516 S2, *Guide to use of low-voltage harmonized cables*

Stikordsregister

Dette register angiver i alfabetisk orden udtrykkene defineret i afsnit 3 og viser, underafsnittene hvor de bruges i teksten i denne del af IEC 60204. Enhver definitionsnummer er anført med fed tekst.

interlock	3.32 , 1, 6.2.2, 9.1.1, 9.2.5.3, 9.2.6.3, 9.3, 9.4.2.3, 11.2.2, 13.4.5, 17.2
aktuator	3.1 , 3.13, 9.2.5.4.1, 10.1.2, 10.2.1, 10.2.2, 10.4, 10.6, 10.7.3, 10.8.2, 10.8.3, 10.9
barriere	3.3 , 3.15, 3.20, 3.21, 3.29, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.5, 11.2.1, 11.2.2, 12.7.1, 13.1.3, 13.4.3
berøringstilgængelig ledende del	3.23 , 3.30, 3.45, 6.3.1, 6.3.3, 7.2.3, 8.2.1, 8.2.3, 8.2.5, 8.4, A.1, A.2, A.3, A.4.2
beskyttelsesindretning	3.49 , 3.50, 4.1, 9.3.1, 17.2
beskyttelsesleder	3.45 , 3.44, 5.1, 5.2, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 8.2.6, 8.2.7, 8.2.8, 8.4, 12.7.2, 12.7.3, 12.7.4, 13.1.1, 13.1.2, 13.2.2, 13.2.4, 18.2.2, A.1, A.2, A.4.1, Tillæg B
beskyttelsesmæssig udligning	3.43 , 3.44, 3.45, 5.1, 6.3.3, 6.4.1, 7.2.4, 8.1, 8.2, 8.3, 9.1.1, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 12.7.2, 12.7.8, 13.1.1, 13.4.5, 13.5.1, 15.1, 15.2.1, 18.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.4, A.1, A.3, A.4.2
beskyttelsesmæssig udligningskreds	3.44 , 5.1, 6.4.1, 7.2.4, 8.1, 8.2, 8.4, 9.1.1, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 12.7.2, 13.1.1, 13.4.5, 13.5.1, 15.1, 15.2.1, 18.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.4, A.3, A.4.2
bruger	3.57 , 1, 3.54, 4.1, 4.3.2, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 7.2.2, 7.2.9, 7.3.2, 10.3.2, 13.2.1, 14.5, 16.3, 17.3, 17.4, 17.9, Tillæg B, F.1
direkte berøring	3.12 , 3.20, 3.38, 6.1, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.4, 9.2.5.4, 10.1.3, 12.7.1
effektkreds	3.42 , 1, 3.35, 4.1, 7.2.3, 11.2.2, 12.2, 12.7.8, 13.2.4, 18.3, 18.4
elektrisk driftsområde	3.15 , 5.5, 9.2.5.4.3, 11.3, 11.5
elektronisk udstyr	3.16 , 4.3.3, 4.4.2, 5.1, 9.4.2.3

fare, farlig	3.28 , 1, 3.20, 3.30, 3.49, 3.50, 3.53, 4.1, 5.4, 6.2.2, 6.2.4, 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3, 7.3.1, 7.4, 7.5, 7.6, 7.8, 8.2.5, 9.2.3, 9.2.5.1, 9.2.5.3, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.2.5.5, 9.2.6.1, 9.2.6.4, 9.2.7.3, 9.2.7.5, 9.3.1, 9.3.2, 9.3.3, 9.3.4, 9.3.5, 9.4.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2, 9.4.3.3, 10.1.1, 10.1.2, 10.1.4, 10.2.1, 10.3.2, 12.1, 12.3, 13.1, 13.4.5, 16.2.1, 16.2.2, 17.2, 18.2.3, Tillæg B, Tillæg E
fejl	3.26, 3.23, 3.25, 3.29, 3.40, 3.52, 4.1, 6.3.2.2, 6.3.2.3, 6.3.3, 6.4.2, 7.1, 7.2.9, 7.7, 8.1, 8.2.1, 8.2.8, 9.2.5.1, 9.2.7.3, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 17.6, 18.2.2, 18.2.3, 18.6, A.1, A.2, A.4.1, A.4.2, A.4.3
forhindring	3.38, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.6, 9.2.5.4.3, 11.2.1
fremmed ledende del	3.24, 3.45, 8.2.1, A.3
funktionssvigt	3.25, 3.26, 3.44, 4.1, 6.3.2.2, 8.1, 8.2.5, 8.3, 9.3.4, 9.4.1, 9.4.2, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.3.1, 9.4.3.2
funktionsmæssig udligningsforbindelse	3.27, 4.4.2, 8.1, 8.3
beskyttelsesforanstaltning	3.50, 3.32, 4.1, 17.2
indirekte berøring	3.29, 6.1, 6.3, 6.4, 8.1, 18.1, Tillæg A
induktivt energiforsyningssystem	3.30, 5.3.1, 5.5, 13.1.4
instrueret person	3.31, 3.15, 3.19, 5.5, 6.2.2, Tillæg B
kabelbakke	3.4, 13.4.2, 13.5.1, 17.4, Tillæg B
ledningskanalsystem	3.5, 3.14, 13.1.3, 13.4.2, 13.5.1, 13.5.6
kapsling	3.20, 3.10, 4.4.2, 5.3.3, 6.2.2, 6.2.4, 7.2.8, 8.2.3, 8.2.5, 9.4.3.1, 10.8.1, 10.8.2, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.4, 11.5, 12.7.1, 12.7.6, 12.7.8, 13.3, 13.5.6, 14.2, 15.2.1, 15.2.2, 16.2.1, 16.4, 16.5, Tillæg B
koblingsapparat	3.55, 3.10, 5.3.2, 5.3.3, 6.2.4, 7.2.10, 7.3.2, 8.2.4, 9.2.5.4.3, 9.4.2.1, 9.4.3.1, 13.4.4, 13.4.5
koblingsudstyr	3.10, 4.2.2, 6.3.2.2, 9.2.5.4.3, 11.1, 11.2.1, 11.2.2, 11.3, 11.5, 16.4, Tillæg B
kontrolleret stop	3.11, 9.2.2
kortslutningsstrøm	3.52, 7.2.9, 12.7.8, Tillæg B, D.3

ledningskanal	3.14, 7.2.8, 8.2.3, 12.3, 12.7.8, 13.1.3, 13.3, 13.4.1, 13.4.2, 13.5.1, 13.5.2, 17.4
leverandør	3.54, 4.1, 4.2.1, 4.3.1, 4.4.1, 4.4.7, 4.4.8, 4.5, 4.7, 6.2.2, 7.2.2, 7.2.7, 7.2.10, 10.3.2, 11.2.2, 11.4, 12.3, 13.2.1, 16.1, 16.3, 16.4, 17.1, 17.3, 17.9, Tillæg B, F.1
lukket elektrisk driftsområde	3.19, 5.4, 5.6, 6.2.2, 8.2.4
maskinaktuator	3.34, 3.11, 3.35, 3.56, 9.2.2, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.3.4, 14.6
maskine	3.35, 1, 3.8, 3.11, 3.20, 3.21, 3.26, 3.28, 3.30, 3.32, 3.34, 3.54, 3.56, 3.57, 4.1, 4.2.2, 4.4.1, 4.4.8, 4.6, 5.1, 5.2, 5.3.1, 5.3.4, 5.4, 5.5, 7.1, 7.2.1, 7.2.3, 7.3.1, 7.5, 7.8, 8.1, 8.2.1, 8.2.7, 9.1.1, 9.2.2, 9.2.3, 9.2.5.1, 9.2.5.2, 9.2.5.3, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.5.4.3, 9.2.5.5, 9.2.6.2, 9.2.6.3, 9.2.7.1, 9.2.7.2, 9.2.7.3, 9.2.7.4, 9.2.7.5, 9.3.1, 9.3.3, 9.3.4, 9.3.5, 9.4.1, 9.4.3.1, 10.1.1, 10.1.2, 10.1.3, 10.1.4, 10.1.5, 10.3.2, 10.6, 11.1, 11.2.1, 11.3, 11.4, 11.5, 12.2, 12.6.2, 12.7.1, 13.1.2, 13.4.3, 13.4.4, 13.5.6, 13.5.7, 13.5.8, 14.2, 14.4, 15.1, 15.2, 16.2.1, 16.3, 16.4, 17.1, 17.2, 17.4, 17.6, 18.1, 18.2.1, 18.2.2, 18.2.3, 18.3, 18.7, A.1, A.3, A.4.2, Tillæg B, Tillæg C, D.1.2, F.1
mærkning	3.36, 5.4, 5.5, 6.2.2, 9.4.3.1, 10.2.2, 11.2.1, 11.2.2, 13.1.1, 13.2.2, 16, Tillæg B
neutralleder	3.37, 3.33, 5.1, 5.3.3, 7.2.3, 7.3.2, 9.4.3.1, 12.7.2, 13.2.3, 13.2.4, D.3
nødafbryder	3.18, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.3, 10.2.1, 10.8, 12.7.1
nødstopsindretning	3.17, 9.2.4, 9.2.7.2, 10.7, 10.8.1
omgivelsestemperatur	3.2, 12.1, 12.4, A.4.3, Tillæg B
overbelastning	3.40, 7.1, 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 9.2.5.5, 9.4.3.1, 14.1, 14.6, 15.1, Tillæg B, D.2
overstrøm	3.39, 3.40, 3.52, 6.3.3, 7.1, 7.2, 7.7, 8.2.4, 9.1.3, 9.4.3.1, 14.1, 14.6, 15.1, 15.2.2, 17.4, 18.2.2, A.1, A.2, Tillæg B, D.2, D.3
potentialudligning	3.22, 3.27, 3.43, 8.1
redundans	3.46, 9.4.1, 9.4.2.2
referencebetegnelse	3.47, 11.2.1, 16.5, 17.3, 17.9, Tillæg B

risiko	3.48, 1, 3.31, 3.33, 3.43, 3.50, 3.53, 4.1, 4.2.2, 5.4, 9.2.4, 9.2.5.3, 9.2.5.4.1, 9.2.5.4.2, 9.2.6.2, 9.2.7.4, 9.4.1, 9.4.2, 11.4, 13.2.1, 13.4.2, 16.2.1, 16.2.2, A.1, Tillæg E, F.1
rør	3.7, 3.14, 13.1.1, 13.1.3, 13.4.2, 13.4.3, 13.5.1, 13.5.3, 13.5.4, 13.5.5, 14.4, D.1.2
sagkyndig person	3.53, 3.15, 3.19, 3.31, 5.5, 6.2.2, Tillæg B
samtidig	3.6, 9.2.5.2, 9.2.6.2
serviceplan	3.51, 5.3.4, 10.1.2, 11.2.1