



**Elektrostatik**

**Electrostatique**

**Electrostatics**



Edition June 2011

Die Erdung von elektrisch isolierten leitfähigen Objekten in explosionsgefährdeten Bereichen ist eine der grundlegenden Massnahmen zur Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen.

Die explosionsgeschützten Hand- und Maschinenleuchten von Thuba bestehen aus einem Polycarbonatrohr und metallischen Endstücken. Auf dem Polycarbonatrohr sind am Umfang verteilte leitfähige Polymer-Dickfilmstreifen angebracht, welche beidseitig an den Potenzialausgleich angeschlossen sind. Ladungen, die auf das Polycarbonatrohr gelangen, werden so gefahrlos abgeleitet. In Spezialfällen werden Kabel eingesetzt, bei denen der Potenzialausgleich über die Abschirmung erfolgt.

Ca. 75% aller elektrostatisch verursachten Explosionen sind auf keine oder eine ungenügende Erdung zurückzuführen. Nach den einschlägigen Richtlinien ist aus der Sicht der Elektrostatik als Zündgefahr eine Erdung von leitfähigen Apparaturen, Einrichtungen oder Teilen davon mit einem maximalen Erdableitwiderstand von weniger als 1 MΩ in den Zonen 0, 1, 20 und 21 erforderlich, wenn diese gefährlich aufgeladen werden können. Ein Objekt wird gefährlich aufgeladen, wenn die resultierende Funkenentladung eine möglicherweise vorhandene explosionsfähige Atmosphäre entzünden kann. Dies gilt auch für die Zonen 2 und 22, wenn die Aufladung betriebsmässig erfolgt.

Von Erde isolierte leitfähige Apparaturen, Einrichtungen oder Teile davon stellen einen elektrischen Kondensator (mit der Erde und anderen geerdeten leitfähigen Objekten als Gegenelektrode) dar. Ein solcher Kondensator kann in der Praxis auf verschiedene Arten aufgeladen werden. Beispielsweise kann dies in einem Flüssigkeitstank über Influenz infolge einer aufgeladenen Flüssigkeit oder durch Kontakt und anschließende Trennung von der Kleidung eines Operators erfolgen.

Die Ladungsspeicherfähigkeit des Kondensators wird durch seine Kapazität  $C$ , gemessen in Farad (F), charakterisiert und ist durch die Beziehung  $C = Q/U$  mit der Ladung  $Q$  und dem Potenzial  $U$  gegenüber Erde definiert. Die Kapazität hängt nicht nur vom aufgeladenen Objekt, sondern auch von seiner Nähe zu anderen Objekten und Erde ab. Typische Werte für kleine bis

La mise à la terre d'objets isolés sur le plan de l'électricité et disposés en atmosphère explosive représente une mesure de sécurité fondamentale visant à éviter les risques d'inflammation dus à la charge électrostatique.

Les baladeuses antidéflagrantes et les luminaires antidéflagrants d'éclairage de machines de Thuba consistent en un tube de polycarbonate terminé par des abouts métalliques. Le tube est enveloppé d'un film épais en polymère conducteur connecté aux deux bouts à la liaison équipotentielle. Les charges dangereuses pouvant s'accumuler sur le polycarbonate sont ainsi dérivées. Les cordons comportent un film spécial grâce auquel la compensation équipotentielle est dérivée par le blindage.

Environ 75% de toutes les explosions d'origine électrostatique sont dues à l'absence de mise à la terre ou à une mise à terre insuffisante. Selon les directives déterminantes relatives à l'électrostatique comme risque d'inflammation par les appareils ou installations conductibles, de même que des parties de ceux-ci, une mise à la terre d'une perditance à la terre maximale de moins de 1 MΩ dans les zones 0, 1, 20 et 21 est nécessaire lorsqu'une charge dangereuse s'avère possible. Un objet présente une charge dangereuse lorsque la décharge disruptive en résultant est susceptible d'enflammer une atmosphère explosive. Ceci s'applique aussi aux zones 2 et 22 lorsque la charge a lieu durant l'exploitation.

Les appareils et installations – ou des parties de ceux-ci – conductibles et isolés de la terre forment un condensateur électrique (fait contre-électrode avec la terre et d'autres éléments conductibles et mis à la terre). Un tel condensateur peut en pratique se charger de différentes façons, par exemple dans une citerne par l'influence d'un liquide chargé ou par le contact et la séparation d'avec les vêtements d'un opérateur.

La capacité  $C$  du condensateur est mesurée en farads (F) et elle est définie par la relation  $C = Q/U$  avec la charge  $Q$  et le potentiel  $U$  par rapport à la terre. Cette capacité ne dépend pas uniquement de l'objet chargé mais aussi de sa proximité avec d'autres objets et la terre. Les grandeurs typiques pour des objets de petite et moyenne dimension linéaire de 0,1 m à 1 m se situent entre 10 et 100 pF.

The earthing of electrically isolated, conductive objects in hazardous areas is one of the primary measures for the avoidance of ignition hazards due to electrostatic charges.

The explosion-protected hand and machine lamps from thuba consist of a polycarbonate tube with metallic end pieces. The polycarbonate tubes feature thick strips of conductive polymer film that are distributed around the circumference and connected to the potential equalization at both ends. Thus, any charges that reach the polycarbonate tube are safely discharged. In special cases cables are used, whereby the potential equalization is effected via the shielding.

Ca. 75% of all explosions caused by electrostatics are ascribed to the fact that there is no earthing or that the earthing is insufficient. In accordance with the directives, with regard to electrostatics as an ignition hazard, the earthing of conductive apparatus, installations or parts thereof with a maximum resistance to earth of less than 1 MW is required in Zones 0, 1, 20 and 21 if they can be charged to a hazardous degree. An object is charged to a hazardous degree if the resulting spark discharge can ignite any potentially explosive atmosphere that may be present. This also applies for Zones 2 and 22 if the charging occurs during operation.

Conductive apparatus, installations and parts thereof that are isolated from earth constitute an electrical capacitor (with the earth and other earthed conductive objects as a counter electrode). In practice, such a capacitor can be charged in various ways. Charging can, for example, take place in a liquid storage tank by means of induction due to a charged liquid or due to the contact and subsequent separating of the clothing of an operator.

The charge storage capacity of the capacitor is measured by means of the capacitance  $C$ , characterized in Farad (F) and is defined by the relationship  $C = Q/U$ , whereby  $Q$  is the stored charge and  $U$  is the voltage to earth. The capacitance does not only depend on the charged object, but also on its proximity to other objects and to earth. Typical values for small to medium-sized objects with linear dimensions from 0.1 to 1 m are 10 to 100 pF.



Abbildung 1: Handleuchte mit leitfähigen Polymer-Dickfilmstreifen auf dem Polycarbonatrohr

Illustration 1: Baladeuse avec film polymère conducteur sur le tube de polycarbonate

Figure 1: Hand lamp with thick strips of conductive polymer film

mittelgrosse Objekte mit Lineardimensionen von 0,1–1 m sind 10 – 100 pF.

Sofern ein Kondensator mit einer Kapazität C auf ein Potenzial U aufgeladen wird, ist auf ihm eine elektrische Energie W gespeichert, welche nach der Formel  $W = \frac{1}{2} CU^2$  berechnet werden kann. Wird dem derart aufgeladenen Kondensator eine geerdete Elektrode (Finger eines Operators, geerdetes Werkzeug usw.) angenähert, kommt es zu einer Funkenentladung, sobald der Abstand D zwischen dem aufgeladenen Teil und der geerdeten Elektrode etwa  $D = U/(3MV/m)$  beträgt. Sofern dieser Funke in einer explosionsfähigen Atmosphäre stattfindet und seine Energie, berechnet nach der oben genannten Formel, grösser oder gleich der Mindestzündenergie der vorhandenen explosionsfähigen Atmosphäre ist, kann es zu einer Entzündung kommen.

Stoffe der Explosionsgruppen IIA und IIB haben typischerweise eine Mindestzündenergie von 0,1 – 0,5 mJ. Stoffe der Explosionsgruppe IIC liegen noch um ca. einen Faktor 10 tiefer. Unter Anwendung der oben genannten Formel, der Annahme einer geringen Kapazität von 10 – 100 pF sowie unter der Annahme eines moderaten Potenzials von 2000 – 10000 V liegen die Funkenenergien in einem Bereich von 0,02 – 5 mJ. Diese einfachen Energievergleiche zeigen, wie wichtig die Erdung auch kleiner leitfähiger Objekte in explosionsgefährdeten Bereichen ist.

Si un condensateur d'une capacité C et d'un potentiel U est chargé, une énergie électrique W est stockée, pouvant être évaluée selon la formule  $W = \frac{1}{2} CU^2$ . Si ce condensateur est approché d'une électrode en contact avec la terre (le doigt d'un opérateur, un outil touchant la terre, etc.), la décharge électrostatique dès que la distance D entre l'objet chargé et l'électrode mise à terre est d'environ  $D = U/(3MV/m)$ . Si cette décharge se produit en atmosphère explosive et que l'énergie correspondant à la formule ci-dessus est supérieure ou même égale à l'énergie minimale d'amorçage, l'inflammation peut se produire.

Les substances des groupes IIA et IIB présentent une énergie minimale d'amorçage typique de 0,1 mJ à 0,5 mJ. Les substances des groupes IIC présentent un facteur environ 10 fois inférieur. En application de la formule susmentionnée, en admettant une capacité réduite de 10 pF à 100 pF ainsi qu'un potentiel modéré de 2000 V à 10000 V, l'énergie minimale d'amorçage se situe dans une fourchette de 0,02 mJ à 5 mJ. Ces simples comparaisons des énergies démontrent l'importance d'une mise à la terre en atmosphère explosive, ceci également pour de petits objets.

If a capacitor with a capacitance  $C$  is charged to a voltage  $U$ , an electrical energy  $W$  is stored on it. This energy can be calculated according to the formula  $W = \frac{1}{2} CU^2$ . If a capacitor that is charged in this way is approached by an earthed electrode (finger of an operator, earthed tool, etc.), a spark discharge occurs as soon as the distance  $D$  between the charged part and the earthed electrode is reached, whereby  $D \text{ ca.} = U/(3\text{MV/m})$ . If this spark is discharged in an explosive atmosphere and the energy of the spark, which is calculated according to the formula stated above, is larger than or equal to the minimum ignition energy of the present explosive atmosphere, an ignition can occur.

Typically, the minimum ignition energy of substances in the explosions groups IIA and IIB ranges from 0.1 mJ to 0.5 mJ. In the case of substances in explosion group IIC, it is lower by a ca. factor of 10. By applying the formula stated above with the assumption of a low capacitance of 10 pF to 100 pF and of a moderate voltage of 2000 V to 10000 V, the spark energies range from 0.02 mJ to 5 mJ. This simple energy comparison shows how important the earthing of even small conductive parts can be in hazardous areas.



Abbildung 2: Wird die Handleuchte nicht in den Potenzialausgleich einbezogen, könnte eine Zündung infolge elektrostatischer Aufladungen erfolgen.

Illustration 2: Si la baladeuse n'est pas intégrée dans la compensation équipotentielle, l'amorçage pourrait se produire du fait de la charge électrostatique.

Figure 2: If the hand lamp is not connected to the potential equalization, ignition due to electrostatic charges is possible.

# Ihr Partner für international zertifizierte Lösungen im Explosionsschutz.

## Entwicklung und Produktion

*Explosionssgeschützte Energieverteilungs-,  
Schalt- und Steuergerätekombinationen*

Kategorie 2 G/D, Zündschutzarten

- Druckfeste Kapselung «d»
- Erhöhte Sicherheit «e»
- Überdruckkapselung «px»

Kategorie 3 G/D, Zündschutzarten

- Nicht-funkend «nA»
- Schwadenschutz «nR»
- Überdruckkapselung «pz»

Kategorien 2 D und 3 D

für staubexplosionssgeschützte Bereiche

- Schutz durch Gehäuse «tD»
- Schutz durch Überdruck «pD»

Zubehör

- Digital-Anzeigen
- Trennschaltverstärker
- Transmitterspeisegeräte
- Sicherheitsbarrieren
- Tastatur und Maus
- Bildschirm
- Industrie-PC

*Leuchten*

- tragbare Leuchten Kategorien 1, 2 und 3
- Hand- und Maschinenleuchten 6–58 Watt (Fluoreszenz und LED)
- Inspektionsleuchten Kategorie 1 (Zone 0)
- Langfeldleuchten 18–58 Watt (auch mit integrierter Notbeleuchtung)
- Strahler
- Sicherheitsbeleuchtung
- Blitzleuchten
- Kesselflanschleuchten

*Elektrische Heizeinrichtungen  
für Industrieanwendungen*

- Luft- und Gaserwärmung (bis 200 bar)
- Flüssigkeitsbeheizung
- Reaktorbeheizungen (HT-Anlagen)
- Beheizung von Festkörpern
- Sonderlösungen

*Rohr- und Tankbegleitheizungen*

- Wärmekabel
  - Wärmekabel mit Festwiderstand
  - mineralisierte Wärmekabel
  - selbstbegrenzende Wärmekabel
- Montagen vor Ort
- Temperaturüberwachungen
  - Thermostate und Sicherheitstemperaturbegrenzer
  - elektronische Temperaturregler und Sicherheitsabschalter
  - Fernbedienungen zu Temperaturregler
- Widerstandsfühler Pt-100 Kategorie 1 G
- Widerstandsfühler Pt-100 Kategorie 2 G

*Installationsmaterial*

- Zeitweilige Ausgleichsverbindungen
- Erdungsüberwachungssystem
- Klemmen- und Abzweigkästen
- Motorschutzschalter bis 63 A
- Sicherheitsschalter 10–180 A (für mittelbare und unmittelbare Abschaltung)
- Steckvorrichtungen
- Steckdosen für Reinnräume
- Befehls- und Meldegeräte
- kundenspezifische Befehlsgeber
- Kabelrollen
- Kabelverschraubungen
- Montagematerial

## **Akkreditierte Inspektionsstelle (SIS 145)**

Um den ordnungsgemässen Betrieb und die Sicherheit zu gewährleisten, werden Anlagen in explosionsgefährdeten Bereichen besonders genau geprüft. Wir bieten fachgerechte Erstprüfungen und wiederkehrende Prüfungen an. Diese bestehen jeweils aus einer Ordnungsprüfung und einer technischen Prüfung.

## **Service Facilities nach IECEx Scheme**

Als IECEx Scheme Service Facility sind wir qualifiziert, weltweit Reparaturen, Überholungen und Regenerierungen durchzuführen – auch an Fremdgeräten.

# Votre partenaire pour les solutions certifiées en protection antidéflagrante

## Conception et production

*Dispositifs antidéflagrants de distribution d'énergie, de couplage et de commande*

Catégorie 2 G/D, modes de protection

- enveloppe antidéflagrante «d»
- sécurité augmentée «e»
- enveloppe en surpression «px»

Catégorie 3 G/D, modes de protection

- anti-étincelles «nA»
- respiration limitée «nR»
- surpression interne «pz»

Catégories 2 D et 3 D

pour zones protégées contre les explosions de poussière

- Protection par enveloppes «tD»
- Protection par surpression «pD»

Accessoires

- affichage (visuel) numérique
- amplificateurs de sectionneurs
- appareils d'alimentation d'émetteurs
- barrières de sécurité
- clavier et souris
- écran
- PC industriel (ordinateur industriel)

*Luminaires*

- baladeuses catégories 1, 2 et 3
- luminaires pour machines et baladeuses 6 à 58 watts (fluorescents et DEL)
- luminaires d'inspection catégorie 1 (zone 0)
- luminaires longitudinaux 18 à 58 watts (aussi avec éclairage de secours intégré)
- projecteurs
- éclairage de secours
- lampes éclair
- luminaires à bride pour chaudières

*Chauffages électriques pour applications industrielles*

- chauffages de l'air et de gaz (jusqu'à 200 bars)
- chauffages de liquides
- chauffages à réacteur (thermostables)
- chauffages de corps solides
- solutions spécifiques

*Chauffages de conduites et de citernes*

- câbles thermoconducteurs
  - câbles chauffants à résistance fixe
  - câbles chauffants à isolation minérale
  - câbles chauffants autolimités
- montage sur site
- contrôle de température
  - thermostats et limiteurs de température de sécurité
  - thermorégulateurs électroniques et rupteurs de sécurité
  - télécommandes de thermorégulateur
- capteurs à résistance Pt-100 catégorie 1 G
- capteurs à résistance Pt-100 catégorie 2 G

*Matériel de montage et d'installation*

- Liaison temporaire
- Dispositif de contrôle de la mise à la terre
- boîtes à bornes et de jonction
- disjoncteurs-protecteurs jusqu'à 63 A
- interrupteurs de sécurité 10 à 180 A (pour coupure directe ou indirecte)
- connecteurs
- prises de courant pour salles propres
- appareils de commande
- postes de commande selon spécifications client
- dévidoirs de câble
- presse-étoupe
- matériel de montage

## Organe d'inspection accrédité (SIS 145)

Dans le but d'assurer une exploitation correcte et la sécurité, les installations en atmosphère explosive doivent être inspectées de manière particulièrement approfondie. Nous proposons également, en plus d'un premier examen, des inspections de routine et des vérifications périodiques in situ.

## Service clients selon le modèle IECEx

Par notre service clients certifié selon le modèle IECEx nous sommes qualifiés pour procéder dans le monde entier aux réparations, révisions et remises en état des équipements – même ceux d'autres fabricants.

# Your partner for internationally certified solutions in explosion protection

## Design and Production

*Explosionproof multipurpose distribution, switching and control units*

Category 2 G/D, protection types

- flameproof enclosure «d»
- increased safety «e»
- pressurized enclosure «px»

Category 3 G/D, protection types

- non-sparking «nA»
- restricted breathing enclosure «nR»
- pressurized enclosure «pz»

Categories 2 D and 3 D

for areas at risk of dust explosions

- protection by enclosure «tD»
- type of protection «pD»

## Accessories

- digital displays
- disconnect amplifiers
- transmitter power packs
- safety barriers
- keyboard and mouse
- monitor
- industrial PC

## Lamps

- portable lamps, Categories 1, 2 and 3
- hand-held and machine lamps 6 to 58 W (fluorescent and LED)
- inspection lamps Category 1 (Zone 0)
- fluorescent light fixtures 18 to 58 W (also with integrated emergency lighting)
- reflector lamps
- safety lighting
- flashing lamps
- boiler flange lamps

## Electric heaters for industrial applications

- heating of air and gases (up to 200 bar)
- heating of liquids
- reactor heating systems (HT installations)
- heating of solids
- special solutions

## Pipe and tank trace heating systems

- heating cables
    - heating cables with fixed resistors
    - mineral-insulated heating cables
    - self-limiting heating cables
  - site installation
  - temperature monitoring systems
    - thermostats and safety temperature limiters
    - electronic temperature controllers and safety cutouts
    - remote controls for temperature controller
  - resistance temperature detectors Pt-100
- Category 1 G
- resistance temperature detectors Pt-100
- Category 2 G

## Installation material

- temporary bonding
- earth monitoring system
- terminals and junction boxes
- motor protecting switches up to 63 A
- safety switches 10 to 180 A (for indirect and direct tripping)
- plug-and-socket devices
- socket outlets for clean rooms
- control and indicating devices
- customized control stations
- cable reels
- cable glands
- fastening material

## Accredited inspection body (SIS 145)

Extremely strict inspections are carried out to guarantee the correct operation and safety of installations in hazardous areas. We carry out both professional initial inspections and periodic inspections. These consist of a documentation and organisation check and a technical inspection.

## Service Facilities according to IECEx Scheme

As an IECEx Scheme service facility we are qualified to carry out repairs, overhauling and regeneration work all over the world – even on equipment from other manufacturers.



**thuba Ltd.**  
CH-4015 Basel  
Switzerland

**Phone** +41 61 307 80 00  
**Fax** +41 61 307 80 10

**E-mail** [headoffice@thuba.com](mailto:headoffice@thuba.com)  
**Internet** [www.thuba.com](http://www.thuba.com)