

ESD GRUNDLAGEN

Teil 1 ELEKTROSTATIK – Grundlagen

Entstehung elektrostatischer Ladungen

- klassische Elektrostatik
- Entstehungsmechanismen:
 - ➡ Triboelektrizität (Reibung) und Influenz (Elektrische Felder)
- Vorgänge bei der Auf- und Entladung von Personen
- Einfluss der Umgebungsbedingungen (Luftfeuchtigkeit und Temperatur)

Teil 2 Definitionen (ESD Vokabular)

Teil 3 Wirkungen elektrostatischer Ladungen

Allgemeine Entladungsmodelle

- HBM Human Body Model (DIN EN 61340-3-1)
- ~~MM Machine Model~~ (DIN EN 61340-3-2)
- CDM Charge Device Model
- FIM Field Induced Model

Allgemeine Fehlermechanismen bei elektronischen Bauelementen (Beispiele)

- Thermischer Durchbruch
- Dielektrischer Durchbruch
- Aufschmelzen der Metallisierung

Teil 4 Spannungs- und Energieempfindliche Bauelemente und Baugruppen - Konzepte

- Wirkungen von elektrostatischen Entladungen auf MOS- und bipolare Bauelemente
- Mehrfache ESD - Fehler - Überlagerung von Fehlern
- Latente Fehler und Degradation; Überblick:
 - DIN EN 61340-3-1 und 3-2 sowie CDM und FIM Bauelemente, Baugruppen (PCB) und Geräte
 - Vergleich Systemlevel ESD/EMI - Bausteinebene
 - ESD Fehlermodelle und Mechanismen

Teil 5 Vergleich der Entladungsmodelle

- HBM Human Body Model (DIN EN 61340-3-1)
- ~~MM Machine Model~~ (DIN EN 61340-3-2)
- CDM Charged Device Model (Standard Entwurf)
- FIM Field Induced Model (kein Standardentwurf vorhanden)

Weitere Fehlermodelle, Baugruppen und Geräte:

- HMM Human Metal Model
- CBM Charged Board Model
- FICBM Field Induced Charged Board Model

Analysis – Trainings – Qualifications – Audits

Teil 6 Berechnungen elektrostatischer Größen (Einführung)

Teil 7 Schutzmaßnahmen, allgemeine Anforderungen

- Integrierte Schutzschaltungen
- Technologische Schutzmaßnahmen
- Organisatorische Schutzmaßnahmen:
 - Gestaltung von ESD Arbeitsplätzen, ESD Bereichen
 - Verhalten der Arbeitskräfte in ESD Bereichen
 - ESD Kontrollprogrammplan

ESD MESSUNGEN

Teil 1 Mess- und Prüfverfahren

Messung elektrostatischer Parameter (allgemein):

- elektrostatische Ladung
- elektrische Feldstärke, elektrostatische Felder
- Oberflächen- und Ableitwiderstände, Erdableitwiderstand
- Volumen- und Durchgangswiderstände
- Messbedingungen, Einfluss der Elektroden, Elektrodenanordnungen
- Beurteilung der Messergebnisse und Erfahrungen bei der Messung elektrostatischer Kenngrößen

Teil 2 Normgerechte Mess- und Prüfverfahren

- Messung elektrostatischer Parameter nach den gültigen Normen und Richtlinien
 - Widerstandsmessungen: Oberflächen- und Ableitwiderstände, Erdableitwiderstand
 - Verschiedene Elektroden, Erfahrungen
 - Ladungsmessung, Feldstärkemessungen
 - Erfahrungen bei der Messung elektrostatischer Kenngrößen
- Erstellung der Mess- und Überprüfungspläne für ESD Audits und regelmäßige Überprüfungen
- Erarbeitung der Messverfahren für das ESD Kontrollprogramm

Teil 3 Praktische Messungen, Vorführungen

- Elektrostatische Aufladungen an Isoliermaterialien, ESD Materialien (Verpackungsmaterialien), Entladeverhalten/Ableitzeit von Materialien
- Messung von Materialien für Arbeitsplatzoberflächen, Fußböden, Bekleidung, Schuhe usw.
- Überprüfung von ESD Arbeitsplätzen, ESD Fußböden, ESD Wagen, ESD Stühlen usw.
- Durchführung des Begetests (Walking Test)
- Erstellung des Messprotokolls
- Bewertung der Messergebnisse, Betrachtungen bei Messfehlern

Analysis – Trainings – Qualifications – Audits

ESD NORMUNG

Teil 1 Stand und Tendenzen bei der ESD Normung

- DIN EN 61340-5-1 und DIN IEC/TR 61340-5-2, DIN 61340-5-3, Überblick
- Übergang von der DIN EN 100015 (1993) bis zur DIN EN 61340-5-1 Ed. 3 (04/2024)
- amerikanische Normen und Standards: ANSI/ESD S20.20-2021, JEDEC ANSI/EIA-625C und ESD Handbuch (EOS/ESD ADV 2.0)

Teil 2 Gültige ESD Normen

- Übersicht über alle gültigen und notwendigen ESD Normen
- Einblick in die Entstehung einer internationalen ESD Norm
- Vergleich IEC Normen und amerikanische Normen, Anwendungsfälle/Einsatznotwendigkeit der entsprechenden ESD Normen
- Zusammenhang ESD Normen – ISO Normen (z. B. ISO 900x)

Teil 3 DIN EN 61340-5-1 + DIN IEC/TR 61340-5-2 Überblick

- Anwendungsbereich
- Grundbegriffe, Definitionen (siehe ESD Grundlagen)
- ESD Kontrollmaßnahmen

EPA + ESD geschützter Arbeitsbereich

- ESD Kontrollmaßnahmen
- Bestandteile einer ESD Schutzzone (EPA), Anforderungen an die einzelnen Ausrüstungen
- Arbeiten im Feld, Servicearbeitsplätze
- Allgemeine Anforderungen an Transport- und Verpackungsmittel
- Schulungen
- Qualitätsverantwortung des Managements, der einzelnen Mitarbeiter, des ESD Koordinators
- regelmäßige Überprüfungen, Kontrollen, Audit's (eine Übersicht)
- Kennzeichnung von ESDS und ESD Schutzzonen (EPA's)

Analysis – Trainings – Qualifications – Audits