

DIN EN 16602-60-15

ICS 49.140

**Raumfahrtproduktsicherung –
Sicherung der Strahlungshärte für EEE-Komponenten;
Englische Fassung EN 16602-60-15:2014**

Space product assurance –
Radiation hardness assurance –
EEE components;
English version EN 16602-60-15:2014

Assurance produit des projets spatiaux –
Assurance radiation –
Composants EEE;
Version anglaise EN 16602-60-15:2014

Gesamtumfang 40 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 16602-60-15:2014) wurde vom Technischen Komitee CEN/CLC/TC 5 „Raumfahrt“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-10-01 AA „Interoperabilität von Informations-, Kommunikations- und Navigationssystemen“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Dieses Dokument (EN 16602-60-15:2014) basiert auf ECSS-Q-ST-60-15C.

Dieses Dokument enthält unter Berücksichtigung des DIN-Präsidialbeschlusses 1/2004 nur die englische Originalfassung von EN 16602-60-15:2014.

Dieses Dokument wurde speziell zur Behandlung von Raumfahrtsystemen erarbeitet und hat daher Vorrang vor jeglicher Europäischer Norm, da es denselben Anwendungsbereich hat, jedoch über einen größeren Geltungsbereich (z. B. Luft- und Raumfahrt) verfügt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Begriffe und Abkürzungen

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe aus anderen Normen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-S-ST-00-01, insbesondere die folgenden:

gültiges Dokument

Zulassung

Sicherung

Derating (Unterlastung)

EEE-Bauteil

Umgebung (Umwelt)

Gerät (Einrichtung)

Ausfall

Information (Angabe)

nicht verfügbarer Zustand

Empfehlung

geforderte Funktion

Anforderung

Review

Risiko

Spezifikation

Norm

Subsystem

System

Test

Rückverfolgbarkeit

Validierung

Verifizierung

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-Q-ST-60, insbesondere die folgenden:

Charakterisierung

handelsübliches Bauteil

Screening (Auswahlprüfverfahren)

für die Raumfahrt qualifizierte Teile

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-E-ST-10-04, insbesondere die folgenden:

Dosis

Äquivalentfluenz

Fluenz

Flussdichte

lineares Energieübertragungsvermögen (LET)

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe nach ECSS-E-ST-10-12, insbesondere die folgenden:

Querschnitt

Versetzungsschaden

LET-Schwellenwert

Multiple-Cell-Upset (MCU)

(Gesamt-)Dosis der nicht ionisierenden Strahlung ((T)NID, en: (total) non-ionizing dose) bzw. nicht ionisierender Energieverlust (NIEL, en: non-ionizing energy loss)

NIEL

erwartete Reichweite

Strahlungstoleranzen im Entwurf (RDM, en: radiation design margin)

empfindliches Volumen (SV, en: sensitive volume)

Einzelereignis-Burnout (SEB, en: single event burnout)

Bruch des Dielektrikums durch ein Einzelereignis (SEDR, en: single event dielectric rupture)

Auswirkung durch ein Einzelereignis (SEE, en: single event effect)

Funktionsunterbrechung durch ein Einzelereignis (SEFI, en: single event functional interrupt)

Gate-Bruch durch ein Einzelereignis (SEGR, en: single event gate rupture)

Energiekonzentration durch ein Einzelereignis (SEL, en: single event latch-up)

Einzelereignis-Transiente (SET, en: single event transient)

Einzelereignis-Upset (SEU, en: single event upset)

Ereignis durch energiereiche Sonnenteilchen (SEPE, en: solar energetic particle event)

Gesamtionisationsdosis (TID, en: total ionizing dose)

3.2 Für diese Norm spezifische Begriffe

3.2.1

TIDS des Bauteiltyps

TID-Empfindlichkeit, bei der das Teil die parameterbezogenen/funktionellen Anforderungen überschreitet

3.2.2

TNIDS des Bauteiltyps

TNID-Empfindlichkeit, bei der das Teil die parameterbezogenen/funktionellen Anforderungen überschreitet

3.2.3

erhöhte Empfindlichkeit gegenüber niedriger Dosisrate (ELDRS, en: enhanced low dose rate sensitivity)

verstärkte Qualitätsabnahme der elektrischen Parameter eines Teils, wenn dieses mit niedrigerer Dosisrate bestrahlt wird

3.2.4

äquivalentes LET

Mittelwert der LET-Kurve in einem empfindlichen Volumen

3.2.5

einseitige Toleranzgrenze

Grenze, die mit einer Wahrscheinlichkeit P und einem Vertrauensniveau C nicht überschritten wird, wobei angenommen wird, dass die durch die TID verursachte Qualitätsabnahme der elektrischen Parameter einem Gesetz der Normalverteilung folgt

Anmerkung 1 zum Begriff: Wenn $\langle \Delta x \rangle$ die mittlere Verschiebung innerhalb der geprüften Grundgesamtheit von n Proben, σ die Standardabweichung der Verschiebung und K der Faktor der einseitigen Toleranzgrenze ist, gilt:

- $\Delta x_L = \langle \Delta x \rangle + K \sigma$ für eine zunehmende Verschiebung der Gesamtdosis;
- $\Delta x_L = \langle \Delta x \rangle - K \sigma$ für eine abnehmende Verschiebung der Gesamtdosis;
- K hängt von der Anzahl der geprüften Proben n , der Erfolgswahrscheinlichkeit P und der Vertrauensgrenze C ab. Werte für K können MIL-HDBK-814 entnommen werden. Häufig wird eine 3-Sigma-Regel ($K = 3$) angewendet. Im Falle von 10 untersuchten Proben ergibt sich eine Erfolgswahrscheinlichkeit P von 90 % mit einer Vertrauensgrenze C von 99 %. Tabelle 3-1 enthält die Werte für K als Funktion der Anzahl der untersuchten Proben n für $P = 0,9$ und $C = 0,9$.

Tabelle 3-1 — Werte für K als Funktion der Anzahl der untersuchten Proben n für $P = 0,9$ und $C = 0,9$

n	K
3	4,259
4	3,188
5	2,742
6	2,493
7	2,332
8	2,218
9	2,133
10	2,065

3.2.6

Strahlungstoleranzen im Entwurf (RDM, en; radiation design margin)

Verhältnis der TIDS über das TIDL für die TID und Verhältnis der TNIDS über das TNIDL für die TNID

3.2.7**Abnahmetest für das Strahlungslos (RADLAT, en: radiation lot acceptance test)**

siehe „Strahlungsverifikationstest“

3.2.8**Strahlungsverifikationstest (RVT, en: radiation verification test)**

Strahlungstest an einer Probe, die aus demselben Streuungslos stammt wie die für den Flug eingesetzten Teile

ANMERKUNG Dieser Test wird auch als „Abnahmetest für das Strahlungslos (RADLAT)“ bezeichnet.

3.2.9**Gesamtionisations-Dosisniveau (TIDL, en: total ionizing dose level)**

berechnetes TID-Niveau, das am Ende der Mission auf das Teil wirkt

3.2.10**Gesamtdosisniveau der nicht ionisierenden Strahlung (TNIDL, en: total non-ionizing dose level)**

berechnetes TNID-Niveau, das am Ende der Mission auf das Teil wirkt

3.3 Abkürzungen

Abkürzung	Bedeutung
APS	aktiver Pixelsensor (en: active pixel sensor)
ASIC	anwendungsspezifischer integrierter Schaltkreis (en: application specific integrated circuit)
CCD	Charge Coupled Device, ladungsgekoppeltes Bauelement (en: charge coupled device)
CDR	kritisches Design-Review (en: critical design review)
DCL	deklarierte Teileliste (en: declared part list)
ELDRS	erhöhte Empfindlichkeit gegenüber niedriger Dosisrate (en: enhanced low dose rate sensitivity)
EOL	Ende der Lebensdauer (en: end of lifetime)
FMECA	Fehlerart-, auswirkungs- und -kritizitätsanalyse (en: failure modes, effects and criticality analysis)
GEO	geostationäre Erdumlaufbahn (en: geostationary Earth orbit)
LET	lineares Energieübertragungsvermögen (en: linear energy transfer)
MCU	Multiple-Cell-Upset (en: multiple cell upset)
MOS	Metall-Oxid-Halbleiter (en: metal oxide semiconductor)
NCR	Nichtkonformitäten/Fehler-Bericht (en: nonconformance report)
NIEL	nichtionisierender Energieverlust (en: non-ionizing energy loss)
PDR	vorläufiges Design-Review (en: preliminary design review)
QR	Qualifikations-Review (en: qualification review)
RADLAT	Abnahmetest für das Strahlungslos (en: radiation lot acceptance test)
RDM	Strahlungstoleranzen im Entwurf (en: radiation design margin)
RHA	Sicherung der Strahlungshärte (en: radiation hardness assurance)
RVT	Strahlungsverifikationstest (en: radiation verification test)
SEB	Einzelereignis-Burnout (en: single event burnout)

Abkürzung	Bedeutung
SEDR	Bruch des Dielektrikums durch ein Einzelereignis (en: single event dielectric rupture)
SEE	Auswirkung durch ein Einzelereignis (en: single event effect)
SEFI	Funktionsunterbrechung durch ein Einzelereignis (en: single event functional interrupt)
SEGR	Gate-Bruch durch ein Einzelereignis (en: single event gate rupture)
SEL	Energiekonzentration durch ein Einzelereignis (en: single event latch-up)
SET	Einzelereignis-Transiente (en: single event transient)
SEU	Einzelereignis-Upset (en: single event upset)
SRR	Systemanforderungs-Review (en: system requirement review)
TID	Gesamtionisationsdosis (en: total ionizing dose)
TIDL	Gesamtionisations-Dosisniveau (en: total ionizing dose level)
TIDS	Empfindlichkeit gegenüber der Gesamtionisationsdosis (en: total ionizing dose sensitivity)
TNIDL	Gesamtdosisniveau der nicht ionisierenden Strahlung (en: total non-ionizing dose level)
TNIDS	Empfindlichkeit gegenüber der Gesamtdosis der nicht ionisierenden Strahlung (en: total non-ionizing dose sensitivity)
TNID	Gesamtdosis der nicht ionisierenden Strahlung (en: total non-ionizing dose)
WCA	Worst-Case-Analyse (en: worst case analysis)

— Leerseite —

English version

Space product assurance - Radiation hardness assurance - EEE components

Assurance produit des projets spatiaux - Assurance
radiation - Composants EEE

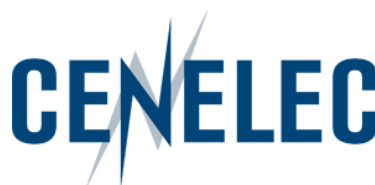
Raumfahrtproduktsicherung - Sicherung der
Strahlungshärte für EEE-Komponenten

This European Standard was approved by CEN on 13 March 2014.

CEN and 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 CEN-CENELEC Management Centre or to any CEN and 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 CEN and CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CEN and CENELEC members are the national standards bodies and national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and United Kingdom.



CEN-CENELEC Management Centre:
Avenue Marnix 17, B-1000 Brussels

Table of contents

Foreword	4
1 Scope.....	5
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms.....	8
3.1 Terms from other standards.....	8
3.2 Terms specific to the present standard	10
3.3 Abbreviated terms.....	11
4 Principles	13
4.1 Overview of RHA process.....	13
4.2 Radiation effects on components.....	14
4.3 Evaluation of radiation effects.....	16
4.4 Phasing of RHA with the different phases of a space project.....	16
4.4.1 Phase 0: Mission analysis, Phase A: Feasibility	16
4.4.2 Phase B: Preliminary definition	16
4.4.3 Phase C: Detailed definition	16
4.4.4 Phase D: Qualification and production	16
4.5 Radiation reviews	17
5 Requirements.....	18
5.1 TID hardness assurance.....	18
5.2 TNID hardness assurance	21
5.3 SEE hardness assurance	24
Annex A (normative) Mission radiation environment specification – DRD	28
Annex B (normative) Radiation analysis report - DRD	30
Bibliography.....	32

Tables

Table 3-1: K values for P=0,9 and C=0,9 as function of the number of tested samples n	11
Table 5-1: EEE part families potentially sensitive to TID.....	18

Table 5-2: List of EEE part families potentially sensitive to TNID 21

Table 5-3: List of EEE part families potentially sensitive to SEE 24

Table 5-4: Worst case SET templates 25

Table 5-5: Environment to be assessed based on LETth.....25

Foreword

This document (EN 16602-60-15:2014) has been prepared by Technical Committee CEN/CLC/TC 5 "Space", the secretariat of which is held by DIN.

This standard (EN 16602-60-15:2014) originates from ECSS-Q-ST-60-15C.

This European Standard shall be given the status of a national standard, either by publication of an identical text or by endorsement, at the latest by March 2015, and conflicting national standards shall be withdrawn at the latest by March 2015.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CEN [and/or CENELEC] shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This document has been prepared under a mandate given to CEN by the European Commission and the European Free Trade Association.

This document has been developed to cover specifically space systems and has therefore precedence over any EN covering the same scope but with a wider domain of applicability (e.g. : aerospace).

According to the CEN-CENELEC Internal Regulations, the national standards organizations of the following countries are bound to implement this European Standard: Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.