E DIN EN 16605:2024-05 (D/E)

Erscheinungsdatum: 2024-04-12

Raumfahrt - Galileo Timing Receiver - Funktions- und Leistungsanforderungen und zugehörige Tests; Deutsche und Englische Fassung prEN 16605:2024

Space - Galileo Timing Receiver - Functional and performance requirements and associated tests; German and English version prEN 16605:2024

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort ... 9

Einleitung ... 10

1 Anwendungsbereich ... 11

2 Normative Verweisungen ... 12

3 Begriffe ... 12
3.1 Abkürzungen ... 12
3.2 Begriffe ... 16

4 Galileo-Zeitgebungsdienst ... 21
4.1 Einführung in Timing-Receiver und Zeitgebungs-Referenzen ... 21
4.2 Galileo-Zeitgebungsdienst – Genauigkeit und Verfügbarkeit ... 23
4.3 Galileo-Zeitgebungsdienst – Integritätsfähigkeit ... 23
4.3.1 Allgemeines ... 23
4.3.2 Definition einer fehlerfreien Zeitgebungslösung ... 24
4.3.3 Definition einer fehlerhaften Zeitgebungslösung ... 24
4.3.4 High-Level Architektur des Galileo-Zeitgebungsdienstes ... 25
4.3.5 Verarbeitung von Zeitgebungs-Flags ... 26
4.3.6 Allgemeine Entscheidungslogik des Galileo Timing Receivers ... 26
4.3.7 Zeit bis zur Warnung und Zeit für die Benachrichtigung ... 30
4.3.8 Verarbeitung von T-RAIM ... 31

5 Anforderungen an Galileo Timing Receiver ... 31
5.1 Definitionen ... 31
5.2 Mindestmerkmale für die Ausrüstung ... 32
5.3 Funktionsanforderungen ... 34
5.3.1 Verarbeitete Konstellationen ... 34
5.3.2 Verarbeitete Frequenzen ... 34
5.3.3 Back-up-Modi ... 34
5.3.4 Dynamik des Nutzers ... 34
5.3.5 Zeitskalen ... 35
5.3.6 Verarbeitung von Zeitgebungs-Flags und Integritätsanforderungen ... 35
5.3.7 Funktionsanforderungen und Konsistenzprüfungen für T-RAIM ... 41
5.3.8 Anti-Störsendung-Fähigkeiten ... 41
5.3.9 Galileo OS-NMA-Verarbeitung ... 43
5.3.10 Holdover-Fähigkeiten ... 43
5.3.11 Minderung von Mehrwegausbreitungen ... 43
5.3.12 Besondere Anforderungen an Konfiguration und Ausgabe ... 44
5.4 Leistungsanforderungen ... 44
5.4.1 Allgemeines ... 44
5.4.2 Genauigkeitsanforderungen ... 45
5.4.3 Anforderungen an die Verfügbarkeit ... 46
5.4.4 Integritätsanforderungen ... 46
5.4.5 Leistungen und Schwellenwerte von T-RAIM ... 49

5.4.6 Holdover-Zeitüberschreitung ... 49

6 Verifizierung von Galileo Timing Receivern ... 49
6.1 Allgemeines ... 49
6.2 Prüfpolitik für Galileo Timing Receiver ... 50
6.3 Strategie für die Verifizierung der Galileo Timing Receiver ... 50
6.3.1 Verifizierungsverfahren ... 50
6.3.2 Verifizierungsstrategie für Galileo Timing Receiver ... 51
6.3.3 Prüfreihe für Galileo Timing Receiver ... 52
6.4 Prüfumgebung ... 56
6.4.1 Allgemeines ... 56
6.4.2 Prüfumgebung für die Aufzeichnung und Wiedergabe ... 57
6.5 Festlegung der Antennenbedingungen ... 62
6.5.1 Klarer Himmel ... 62
6.5.2 Klarer Himmel mit Hindernissen ... 62
6.5.3 Günstiger Innenraum ... 63
6.6 Fehlerbudgets für die Prüfungen ... 64
6.7 Rückverfolgbarkeitsmatrix: Anforderungen gegen Verifizierungsverfahren ... 65
6.7.1 Rückverfolgbarkeit ... 65
6.7.2 Funktionen des Receivers, die durch das Überprüfungsverfahren verifiziert wurden ... 67
6.8 Prüfung von Galileo Timing Receivern ... 67
6.8.1 Prüfkonfiguration für Aufzeichnung und Wiedergabe ... 67
6.8.2 Kalibrierung der Zeitverzögerungen ... 73
6.8.3 Für die Verifizierung der Funktionen der Galileo Timing Receiver (TC-01) ... 74
6.8.4 GST-Dienststufe 1 (TC-02) ... 75
6.8.5 GST-Dienststufe 2 (TC-03) ... 76
6.8.6 GST-Dienststufe 3 (TC-04) ... 77
6.8.7 UTC-Dienststufe 1 (TC-05) ... 78
6.8.8 UTC-Dienststufe 2 (TC-06) ... 79
6.8.9 UTC-Dienststufe 3 (TC-07) ... 80
6.8.10 Leistungen in beeinträchtigter Umgebung (TC-08) ... 81
6.8.11 Leistungen in günstiger Innenraumumgebung (TC-09) ... 82
6.8.12 Prüfung auf Robustheit gegenüber Störbeeinflussungen: Nominelle Bedingungen (TC-10) ... 83
6.8.13 Prüfung auf Robustheit gegenüber Störbeeinflussungen: Verschlechterte Bedingungen (TC-11) ... 84
6.8.14 Prüfung der T-RAIM-Leistungen (TC-12) ... 86
6.8.15 Prüfung des Receiver-Rauschens (TC-13) ... 90

Anhang A (informativ) Gleichungen für die GNSS-Zeitgebung ... 92

Anhang B (informativ) Leitlinien für Installation und Instandhaltung ... 95
B.1 Installation von Antennen, Kabeln und Receivern ... 95
B.1.1 Allgemeines ... 95
B.1.2 Auswahl einer GNSS-Antenne ... 95
B.1.3 Aufstellen und Installieren der GNSS-Antenne ... 96
B.1.4 Anschluss an die Antenne: Kabel ... 97
B.1.5 Überprüfung der Antenneninstallation ... 97
B.1.6 Verwendung von zusätzlichen Produkten ... 97
B.1.7 Bewertung der Signaldämpfung zur Validierung der Kabellänge ... 98
B.1.8 Minderung von Mehrwegausbreitung ... 99
B.1.9 Weitere Empfehlungen ... 100
B.2 Präzise Berechnung der Antennenposition ... 100
B.2.1 Allgemeines ... 100
B.2.2 Erforderliche Eingaben für die Durchführung eines PPP zur präzisen Berechnung der Antennenposition des Galileo Timing Receivers ... 101
B.2.3 Verfügbare Online-PPP-Dienste ... 101
B.3 Anfängliche Kalibrierung der Zeitverzögerungen der 1PPS Empfängerkette ... 101
B.4 Regelmäßige Rekalibrierung ... 105

Anhang C (informativ) Zusätzliche Informationen zur Aufzeichnung und Wiedergabe 106
C.1 Quellen für Referenzzeittakt 106

Anhang D (informativ) Definition der Zeitgebungs-Flags 109

Anhang E (normativ) Bereitstellung von Aufzeichnungs- und Wiedergabedateien 114
E.1 Anforderungen an die Datenerfassung für die R&R 114
E.1.1 Technische Dokumentation 114
E.1.2 Personal 115
E.1.3 Digitalisierung von GNSS-Signalen 115
E.1.4 GNSS-Konstellationssimulator 117
E.2 Anforderungen an die Validierung von R&R-Daten 117
E.2.1 Validierung der Einsatzprüfung 117
E.2.2 Validierung der digitalisierten GNSS-Signale 118

Anhang F (informativ) Begründung der nominellen RFI-Umgebung 120

Anhang G (informativ) Validierung der Prüfung des Receiver-Rauschens (TC-13) 121

Literaturhinweise 122

Bilder

Bild 1 — Darstellung von 1PPS- und TOD-Signalen 22

Bild 2 — Architektur des Galileo-Zeitgebungsdienstes [75] 25

Bild 3 — Galileo Timing Receiver, Teil der Verarbeitung der Entscheidungslogik in Bezug auf die Verarbeitung von T-RAIM und Zeitgebungs-Flags 28

Bild 4 — Verarbeitungslogik von Galileo-OS-SIS-Statusflags und Galileo-TSM-GST-Statusflag für SL2- und SL3-Nutzer 29

Bild 5 — Verarbeitungslogik von Galileo-OS-SIS-Statusflags und Galileo-TSM-GST-Statusflags für SL1-Nutzer 29

Bild 6 — Verarbeitungslogik von Galileo-OS-SIS-Statusflags und Galileo-TSM-UTC-Statusflag für SL2- und SL3-Nutzer 30

Bild 7 — Verarbeitungslogik von Galileo-OS-SIS-Statusflags und Galileo-TSM-UTC-Statusflags für SL1-Nutzer 30

Bild 8 — Bitwerte für den Signalzustand nach [2] 40

Bild 9 — Datenvaliditätsstatus (DVS) nach [2] 40

Bild 10 — Beispiel eines Blockdiagramms für die Einstellung der Aufzeichnung (oben) und Wiedergabe (unten) zum Vergleich der Echtzeit und der aufgezeichneten GST-1PPS-Leistung SDR berücksichtigt, als Beispiel 58

Bild 11 — Vergleich des Zeitfehlers zwischen dem 1PPS-Ausgang des zu prüfenden Galileo-Receivers mit realen HF-Signalen und wiedergegebenen HF-Signalen mit verschiedenen Frequenzreferenzquellen 60

Bild 12 — Dämpfung für die Definition von Straßenschlucht für TC-08 (Bild aus DELEGIERTE VERORDNUNG (EU) 2017/79) 63

Bild 13 — Aufbau der Verbindungen zur Durchführung von Prüfung TC-1 SDR als ein Beispiel 69

Bild 14 — Aufbau der Verbindungen zur Durchführung der Prüfungen TC-02 bis TC-09 SDR als ein Beispiel ... 70

Bild 15 — Zwei verschiedene Aufbauten zur Durchführung der Prüfungen von TC-10 und TC-11 SDR als ein Beispiel ... 72

Bild 16 — Aufbau der Verbindungen zur Durchführung von Prüfung TC-13 SDR als ein Beispiel ... 73

Bild 17 — Beispiel eines TC-12-Aufbaus zur Durchführung der Prüfungen mit einem Simulator ... 88

Bild B.1 — Zwei mögliche Verwendungen eines Kalibrierkits ... 103

Bild C.1 — GPSDO und OCXO Überlappende ADEV nach 5 Tagen gemessener Zeitintervalle ... 106

Bild C.2 — GPSDO und OCXO TDEV nach 5 Tagen gemessener Zeitintervalle ... 107

Bild C.3 — GPSDO und OCXO MTIE nach 5 Tagen gemessener Zeitintervalle ... 107

Bild D.1 — Nachrichtentyp I/NAV Überwachung des Zeitgebungsdienstes ... 109

Tabellen

Tabelle 1 — Abkürzungen ... 12

Tabelle 2 — Zusammenfassung der End-to-End-Ziele des Galileo-Zeitgebungsdienstes, die dank der Norm erreicht werden können (Genauigkeit und Integrität) ... 32

Tabelle 3 — Zusammenfassung der Mindestmerkmale für die Ausrüstung zur Erfüllung der Dienststufen ... 32

Tabelle 4 — Dienststufen ... 35

Tabelle 5 — Interpretation der GST-Status-Flags in Galileo E1 oder E5b ... 36

Tabelle 6 — Interpretation der GST-UST-Status-Flags in Galileo E1 oder E5b ... 37

Tabelle 7 — Merkmale von CW- und Chirp-HF-Störbeeinflussungen ... 42

Tabelle 8 — Überblick über die Galileo-Prüfreihe ... 52

Tabelle 9 — Prüfungen, die jedes Produkt abhängig von der angestrebten Dienststufe bestehen muss ... 56

Tabelle 10 — Definition von Straßenschlucht für TC-08 ... 62

Tabelle 11 — Diagramm der Straßenschlucht für TC-08 — Dämpfung ... 63

Tabelle 12 — Fehlerbudget für Einstellungen für die Aufzeichnung und die Wiedergabe ... 64

Tabelle 13 — Rückverfolgbarkeitsmatrix, Anforderungen gegen Verifizierungsverfahren ... 65

Tabelle 14 — Prüfszenarien ... 74

Tabelle 15 — GALILEO KONSTELLATIONS-ALMANACH auf GAL EPOCH 2017/01/01 00:00:0 nach [45] ... 88

Tabelle 16 — T-RAIM-Kriterien für das Bestehen 89

Tabelle D.1 — UTC-Status-Flag 110

Tabelle D.2 — Ausgabe von GST-UTC-Parametern 110

Tabelle D.3 — GST-Status-Flag 110

Tabelle D.4 — Bitzuweisung für I/NAV- Word Type 6 nach [51] 112

Tabelle D.5 — Bitzuweisung für F/NAV E5a-I page type 4 nach [51] 112

Tabelle D.6 — Werte der Ausgabe der Stapel von GST-UTC-Parametern 113

Tabelle G.1 — Beispielhafte Ergebnisse für TC-13 und entsprechendes GST-Rauschen 121